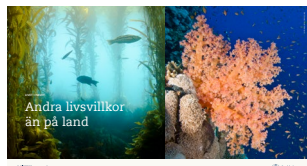
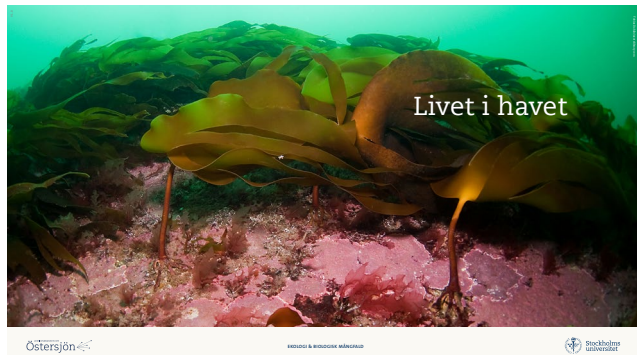




## FAKTAUNDERLAG TILL BILDSPEL

# Östersjöns ekologi och biologiska mångfald

Här finner du fakta om livet i havet, med fokus på Östersjön. Det är tänkt som stöd för dig som lärare, till exempel inför genomgångar och diskussioner i klassrummet. Använd gärna bilderna i det tillhörande bildspelet.



## Livet i havet

**Sammanfattning:** Planeten Jorden täcks till 71 procent av hav. Det mesta tyder på att det var i havet livet uppstod, för åtminstone 3,5 miljarder år sedan. Bara en del av de livsformer som utvecklats i havet har lyckats ta sig upp på land. En stor del av havens biologiska mångfald är ännu upptäckt av oss människor.

Livsvillkoren i vatten och på land är mycket olika. I vatten kan organismerna ta upp näringsämnen och föda direkt från vattnet. Flera av de djurgrupper som inte finns representerade på land är sådana som äter genom att filtrera vattnet på plankton och organiska partiklar.

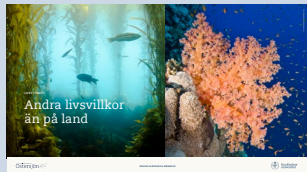
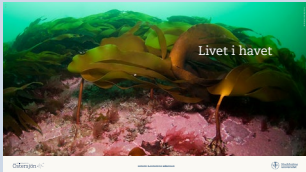
Artrikedomen är större på land, fastän havets livsmiljö är större. En del organismgrupper har formligen exploderat i artantal på land, som insekter, spindeldjur, svampar och växter. För växter är det en stor fördel att vara på land, där de kan få mer solljus. De stora, långlivade landväxterna skapar en rikedom av livsmiljöer för andra organismer. Det tros vara anledningen till att den biologiska mångfalden totalt är större på land än i havet.

### FAKTA

Planeten Jorden täcks till 71 procent av hav och det mesta tyder på att det var i havet livet uppstod, i sin enklaste form, för åtminstone 3,5 miljarder år sedan. Därifrån har sedan all den rikedom av liv utvecklats, som vi ser på Jorden nu.

Livsvillkoren i vatten och på land är mycket olika, och bara en del av de livsformer som utvecklats i havet har också lyckats ta sig upp på land. Många av stammarna (fyla) på livets träd finns bara i vatten, till exempel svampdjur, nässeldjur (dit koraller och maneter hör), mossdjur, tagghudingar (dit sjöstjärnor och sjöborrar hör), manteldjur (dit sjöpongar hör) och armfotingar. Bland blötdjuren har snäckorna framgångsrikt koloniserat den terrestra miljön, men inga musslor eller bläckfiskar.

Ett mindre antal arter har också tagit steget tillbaka. Från att ha utvecklats på land har de återvandrat till ett liv under ytan. Hit hör till exempel sjögräs (som är blomväxter), några mossor, några däggdjur och många arter av insektslarver.



## Livet i havet (Fortsättning)

### STORA DELAR UTFORSKADE

Av Jordens alla arter är nu knappt 2 miljoner kända för vetenskapen<sup>1</sup>. Hela tiden blir siffran högre, allteftersom nya arter upptäcks. Det handlar inte bara om bakterier och ryggradslösa djur – årligen upptäcks till exempel över 150 tidigare okända fiskarter.

Hur många olika organismer det verkligen finns på Jorden är okänt. Tidigare uppskattningar av det okända som finns kvar att upptäcka har i flera fall visat sig vara underskattningar.

Av alla de kända och beskrivna arterna är drygt 240 000 havslevande (ungefär 15 procent), resten lever på land (80 procent), och en liten del i sötvatten (5 procent).

Stora delar av världshaven är ännu utforskade, särskilt de djupa delarna. Intresset för att kartlägga livet på djuphavsbotten har stigit på senare tid med efterfrågan på metaller som behövs till moderna batterier och intresset av att utvinna dessa ur havsbotten<sup>2</sup>. Världens länder diskuterar nu (2023) miljöregler för djuphavsgruvdrift.

### HOMOGENT OCH STABILT – I JÄMFÖRELSE

Även om man tar i beaktande att bara en liten del av alla arter som finns i havet har upptäckts, bedömer forskarsamhället ändå att artrikedomen de facto är mycket större på land, och de har flera teorier om varför det är så. En viktig anledning tros vara att miljön på land är mer varierad. Havet betraktas i sin helhet som ett mer homogent och stabilt habitat. Inte minst är variationerna i temperatur och fuktighet mycket större på land än i hav, både under dygnet, mellan årstider och under årtusendena som utvecklingen av nya arter pågått. En variationsrik miljö ger också större biologisk mångfald.

### STORA, LÅNGLIVADE LANDVÄXTER GER HÖG DIVERSITET

Några organismgrupper har formligen exploderat i artantal på land, som insekter, spindeldjur, svampar och växter. För växter är det en stor fördel att vara på land, där de kan få mer solljus. Och just det faktum att växter kunnat bli mycket större på land, kan vara en orsak till den stora mångfalden av vissa djurgrupper där. Regnskogen täcker som bekant bara en liten del av jordens

yta, men hyser en stor del av planetens biologiska mångfald, tack vare den fysiskt komplexa miljö som växterna i sig skapar. I havet är det encelliga plankton som står för den största delen av primärproduktionen<sup>3</sup>. Stora alger och sjögräs finns framför allt vid kusterna, som också är havets artrikaste miljöer. Encelliga plankton erbjuder inte, på motsvarande sätt som stora landväxter, livsrum för andra växter och djur.

### LANDVÄXTER, KRÄFTDJUR OCH FISKAR DOMINERAR BIOMASSAN

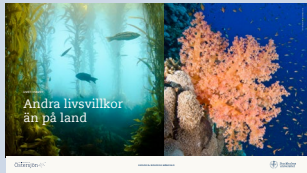
Mätt i biomassa (gigaton kol) uppskattar forskarna att växter (och då framför allt landväxter – inklusive deras omfattande underjordiska delar) står för den överlägset största delen av jordens totala biomassa, följt av bakterier och svampar. Medan insekter dominerar i artantal (det finns runt en miljon arter av insekter beskrivna) bidrar de minimalt till planetens totala biomassa.

På djursidan är det i stället havet som dominerar, där kräftdjur och fiskar båda utgör en stor del av planetens biomassa. En enda art av kräftdjur – den antarktiska krillen (*Euphausia superba*), uppskattas stå för ungefär lika mycket biomassa som alla

1 Referens: <https://ourworldindata.org/how-many-species-are-there>

2 Läs mer i [Havsutsikt nr 1/2020](#) Tips: Låt eleverna läsa artikeln och sedan resonera om vad som avgör vilken forskning som bedrivs och kan få finansiering, och vad detta har för konsekvenser för kunskapen om vår värld och hur vi lever.

3 Den totala primärproduktionen är ungefär lika stor i havet som på land, trots att biomassan av primärproducenter är mycket större på land. Det beror på att omsättningen av biomassa är mycket större i havet än på land (växtplankton lever bara några veckor, medan många landväxter lever i många år).



## Livet i havet (Fortsättning)

människor (*Homo sapiens*) eller alla kor (*Bos taurus*) – två andra av jordens dominerande arter<sup>4</sup>. Krillen är bara några centimeter lång, lever i enorma stim och kallas ibland "världens vanligaste djur".

### SKILLNADER I LIVSVILLKOR

Livsbedingungen i havet skiljer sig från dem på land. Stora delar av havet nås inte, eller bara i mycket liten grad, av solljus. En annan avgörande skillnad är att organismer kan ta upp näringsämnen och föda direkt från vattnet. Det är skälet till att alger inte har några rötter, och att vattenlevande djur kan ha en livsstil där de sitter fast.

Flera av de djurgrupper som inte finns representerade på land (se ovan) är just sådana som äter genom att filtrera vattnet på plankton och organiska partiklar, som vattenströmmarna för i deras väg. De kan ändå sprida sig genom att även könsceller släpps ut i vattnet, där befruktningen sker. Larverna förs sedan med strömmar till nya platser, där de sjunker till botten och fäster sig, om de hamnar på något lämpligt och ledigt substrat. En del larver har simförmåga och kan aktivt leta reda på en bra plats att växa på.

Flytkraften från vattnet gör också att organismer i havet kan hålla sin form. På land krävs någon form av stödjävnad/skelett för att hålla sig upprätt<sup>5</sup>, och landväxter behöver dessutom någon form av skydd mot uttorkning.

Strömmar och vågor gör dock att fastsittande havsorganismer måste sitta fast ordentligt, för att inte spolats bort eller upp på land. Bottenlevande kiselalger håller sig kvar med slem, makroalger har en fästplatta som krokarna tag i underlaget, medan många musslor producerar klistriga proteintrådar, så kallade byssustrådar, som de fäster sig med, och havstulpaner utsöndrar ett lim från sina så kallade cementkörtlar. Olika organismers lim, vanligen bestående av proteiner, har alla förmågan att härda i vattnet.<sup>6</sup>

Förutom solljuset, är även tillgången på syre begränsad i vattnet. I Östersjön är stora delar av botten och djupvattnet obeboeliga för nästan alla organismer, på grund av bristen på syre. Syrebrist i havet är också ett växande problem globalt, till följd av klimatuppvärmningen. Varmt vatten kan inte hålla lika mycket syre som kallt, och dessutom ökar nedbrytningstakten i varmare

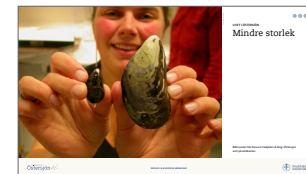
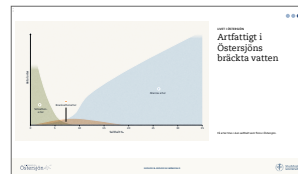
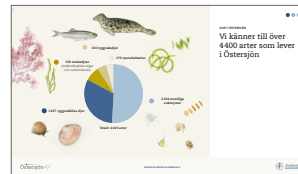
vatten, vilket gör att mer syre förbrukas. I värsta fall kan syrebristen på sikt leda till att hela ekosystem i havet kollapsar<sup>7</sup>.

4 Referens: Bar-On, Phillips, Milo: [The biomass distribution on Earth](#). PNAS, 2018.

5 Tips: Låt eleverna pröva/diskutera vad som händer med till exempel en blåstångruska, fintrådig alg eller en manet som hamnar på landbacken. Kan byggas ut till en fysikövning med utgångspunkt i Arkimedes princip.

6 Blåmusslans byssustrådar har inspirerat forskare att utveckla en tejp, som ska fungera även i blöta förhållanden. Läs mer till exempel i Fredrik Mobergs bok "Den uppfinningsrika planeten. Biomimikry – naturens lösningar på vår tids utmaningar."

7 Referens: Breitburg et al.: [Declining oxygen in the global ocean and coastal waters](#). Science, 2018.



## Livet i Östersjön

**Sammanfattning:** Östersjön är ett ungt och föränderligt hav, som på flera sätt är unikt. Det har bräckt vatten med en salthaltsgradient både från norr till söder och i djupled. Havet är grunt och instängt med långsam vattenomsättning och det blir lätt syrebrist. I förhållande till vattenvolymen är avrinningsområdet mycket stort. Allt detta gör ekosystemet särskilt känsligt. Många av organismerna lever redan på gränsen för vad de tål, och påverkan från oss människor är stor.

De extrema miljöförhållandena i Östersjön gör att evolutionen går enormt snabbt. Den har drivit fram unika anpassningar hos organismerna i innanhavet.

Vi känner till över 4 400 arter i Östersjön, innanför Bälthavet. Den verkliga artrikedomen är mycket högre, då många arter ännu inte är kända för vetenskapen.

Utbredningen av arter i Östersjön styrs till stor del av salthalten. Många av dem som klarar att leva i det bräckta vattnet är tåliga, marina arter som har sitt ursprung i saltare vatten i Atlanten. Utöver dem finns också en del sötvattenarter som tål högre salthalter.

Jämfört med andra hav är Östersjön artfattigt, eftersom de flesta vattenlevande arter är anpassade till antingen oceanisk salthalt eller sötvatten. I gengäld finns ofta många individer av varje art.

Flera av de arter som ändå klarar att leva i Östersjön blir mindre än sina artfränder i Nordsjön respektive limniska miljöer. Det kräver mycket energi att reglera den annorlunda salthalten, och det ger mindre energi kvar för tillväxt.



## Livet i Östersjön

(Fortsättning)

### FAKTA

#### GRUNDFÖRUTSÄTTNINGARNA I ÖSTERSJÖN

Östersjön är ett speciellt hav med sitt bräckta vatten, som är resultatet av blandningen av saltvatten från Nordsjön och sötvatten från alla tillrinnande vattendrag. I stora drag går salthaltsgradienten från söder till norr, med allt mer utsöat vatten ju längre norrut man befinner sig. Klimatet skiftar från tempererat i söder till subarktiskt i norr, där de nordligaste delarna kan vara täckta av is flera månader om året.

Östersjön präglas också av att det är grunt och instängt, med bara begränsat vattenutbyte med världshavet och en långsam vattenomsättning. I förhållande till sin vattenvolym har det ett stort avrinningsområde, med stor befolkning och mycket industrier.

Densitetsskillnader i sött och salt vatten ger en salthaltsgradient även i djupled, med en tydlig skiktning mellan sötare ytvatten och saltare djupvatten. En av flera effekter av skiktningen är att det lätt blir syrebrist på djupt vatten.

Östersjön är också ett mycket ungt hav, med en historia som började först vid den senaste istidens slut. Efter flera dramatiska växlingar mellan sötvattensjö och Atlantvik är det bara under de senaste 3000 åren som Östersjön

har haft den salthalt som råder nu, vilket är en kort tid ur ett evolutionärt perspektiv. (Mer om Östersjöns geografiska förutsättningar och historiska utveckling finns i lektionsbanken under "Geografi och historia".)

#### SNABB EVOLUTION

Samtidigt gör de extrema miljöförhållandena i innanhavet att evolutionen går enormt snabbt. När organismer lever precis på gränsen för vad de klarar av, kan vissa gener visa sig mycket fördelaktiga. Då blir selektionstrycket stort och evolutionen kan snabbt driva åt ett visst håll. Det har gjort att det idag finns unika populationer av flera arter i Östersjön. Evolutionen har drivit fram unika anpassningar som gör att organismerna kan leva och reproducera sig, trots de – i jämförelse med andra hav – extrema förhållandena.

#### HUR MÅNGA ARTER?

Hur många arter finns i Östersjön? Det beror på hur man räknar. För det första: var drar man gränsen för Östersjön? Även Kattegatt brukar räknas till Östersjöområdet, eftersom det är starkt påverkat av utflödet av brackvatten från Östersjöbassängen och kan liknas vid innanhavets "mynning" ut i världshavet.

Räknar man med både Kattegatt och övergångszonen i Bälthavet (de dansk-svensk-tyska sunden mellan Kattegatt och Östersjön)

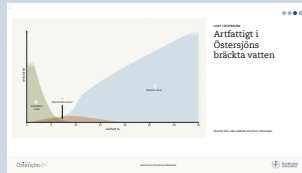
blir artantalet långt högre än om man drar gränsen för Östersjön innanför Bälthavet, där salthalten är betydligt lägre.

Man får också olika siffror beroende på vilka organismgrupper man inkluderar. Generellt är artantalet störst av mycket små organismer, som vi samtidigt vet minst om, och inga artlistor är kompletta. Artantalet blir också lite olika om man räknar med arter som någon enstaka gång har setts i någon av Östersjöns havsbassänger, eller bara dem som är väl etablerade över tid och rum, och det blir också en gränsdragning i gråskalan däremellan.

#### ÖVER 4 400 ARTER – SOM VI KÄNNER TILL

En sammanställning av artlistor över flera olika organismgrupper, visar att vi känner till över 4 400 arter som lever i Östersjön (innanför Bälthavet). Av dem är 51 procent encelliga eukaryoter (dit många växtplankton hör), 32 procent ryggradslösa djur, 8 procent makrofyter (makroskopiska alger och vattenväxter), 5 procent ryggradsdjur och 4 procent cyanobakterier.

Den verkliga artrikedomen är egentligen mycket högre, eftersom många arkéer, bakterier, encelliga eukaryoter, svampar och små ryggradslösa djur ännu inte är kända för vetenskapen.



## Livet i Östersjön (Fortsättning)

Om artlistorna för Bälthavet och Kattegatt inkluderas stiger artantalet till över 6 600, medan vattenvolymen bara ökar med 4 procent.<sup>8</sup>

### SALTHALT OCH KLIMAT STYR UTBREDDNING

Det som styr utbredningen av arter i Östersjön är framför allt salthalten och klimatet. De som klarar att leva i det bräckta vattnet är till största delen tåliga arter som vandrat in från antingen världshavet eller från sötvattenmiljöer. Ett mycket litet antal är brackvattenspecialister, som utvecklats i andra brackvattenområden, som Svarta havet och Kaspiska havet. Fortfarande har de flesta arter som lever i Östersjön sitt ursprung i Atlanten, och vandrade in strax efter det att Littorinahavet bildats – ett förstadium till Östersjön som var saltare än idag.

### FÖRHÅLLANDEVIS ARTFATTIGT

Jämfört med andra hav är antalet arter lågt i Östersjön, på grund av att de flesta vattenorganismer är anpassade till antingen oceanisk salthalt (35 promille) eller sötvatten. Den så kallade Remane-kurvan, uppkallad efter den tyske zoolog som skapade modellen, visar hur både antalet marina och limniska (sötvatten-) arter minskar i brackvatten, så att artantalet är som lägst vid 5–7 promille, som är den salthalt som råder i större delen av Östersjön idag.

Ser man till ryggradslösa djur minskar antalet arter från ca 1 500 vid Bohuslänns kuster, till ca 800 i Öresund, där salthalten är runt 10 promille, och bara runt 70 arter i höjd med Stockholm, där salthalten är 5–6 promille.

Remane-kurvan gäller dock inte alla organismgrupper. Exempelvis cyanobakterier, bentiska (bottenlevande) kiselalger och en del heterotrofa bakterier (som lever på att bryta ner organiskt material) förekommer i stort artantal även i brackvatten.

Längre norrut, och inne i Finska viken och Rigabukten, där salthalten är ännu lägre, blir det totalt sett fler arter igen, tack vare att sötvattenarter, framför allt insektslarver och snäckor, men även kärlväxter och kransalger, vandrar in från älvar och andra vattendrag.

### SVÅRT FÖR FLERA MARINA GRUPPER

Söder om Södra Kvarken dominerar marina arter, medan limniska arter dominerar norr om Norra Kvarken.

Men förlusten av marina arter, som många av makroalgerna, havsborstmaskarna, kräftdjuren och blötdjuren, kompenseras bara delvis av tillskottet av limniska arter.

Flera marina djurgrupper som dominerar biomassan i världshaven, till exempel tagghudingar, koralldjur, armfotingar, större kräftdjur och svampdjur, är mycket känsliga

för minskad salthalt och klarar inte att ta sig längre in i Östersjön än strax innanför de danska sunden.

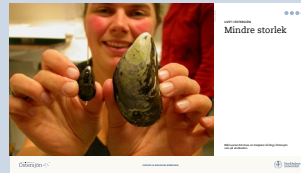
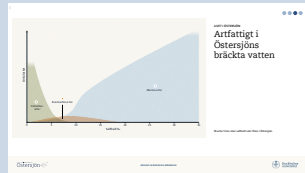
### STÄNDIGT NYA ARTER

I Östersjön är alla arter, per definition, invandrade arter (med undantag för ett par enstaka arter, som hunnit bildas i innanhavet), och nya arter tillkommer hela tiden på naturlig väg, genom att de till exempel simmar in, förs in med vattenströmmar eller liftas med någon annan art. En del arter förs också in av människan, ofta med sjöfarten, på båtskrov eller i barlastvatten. Under de senaste 100 åren har ett 70-tal arter, som förts in av människan, framgångsrikt etablerat sig i Östersjön. Läs mer under "Nya arter i Östersjön" längre ner.

### VANDRANDE FISKAR

Nästan alla fiskarter i Östersjön är antingen söt- eller saltvattenarter. Men några av dem vandrar mellan havet och sötvatten under sin livstid. Exempelvis lax och havsöring föds i sötvatten i åar och älvar, ynglen vandrar ut till Östersjön där de växer till, och de vuxna fiskarna återvänder sedan till sin födelseplats i sötvatten när de är könsmogna och ska leka (s.k. anadrom vandring). Älen gör tvärtom och vandrar ända ut till Sargassohavet i Nordatlanten när den ska föröka sig. Den leker alltså i saltvatten och vandrar till sötvatten för att växa till (s.k. katadrom vandring).

<sup>8</sup> Referens: Snoeijs-Leijonmalm, Schubert & Radziejewska (Eds.): [Biological Oceanography of the Baltic Sea](#). Springer, 2017.



## Livet i Östersjön (Fortsättning)

### MARINA DÄGGDJUR

Det händer då och då att Östersjön får tillfälligt besök av delfiner eller stora valar, som inte klarar sig i Östersjön någon längre tid. Till exempel knölvalar, Sowerbys näbbval, späckhuggare, flasknosdelfin och sadeldelfin (senast sommaren 2023) har syns i Östersjön.

En valart lever stadigvarande i Östersjön: tumlaren (*Phocoena phocoena*), en liten tandval som blir 1,5 m lång som vuxen. Den är akut utrotningshotad och finns bara kvar i några hundra exemplar i Östersjön. De största hoten mot tumlaren är miljögifter, undervattensbuller och att den fastnar i fiskenät och drunknar.

I Östersjön lever också tre sälarter: Gråsälen finns i hela Östersjön. Vikaren är beroende av is för sin reproduktion och finns i Bottenhavet, Bottenviken, Finska viken och Rigabukten. Knubbsälen finns i Kalmarsund och längs Blekinges och Skånes kuster.

### SJÖFÅGLAR

Östersjön är också hem för ett 50-tal häckande sjöfågelarter, som flera olika måsfåglar, sim- och dykänder, storskarv, havsörn, sillgrissla, med flera.

Havsörnen, som finns längs hela Östersjökusten, var nära att utrotas på grund

av jakt och sedan miljögifter, men efter naturvårdsinsatser är den nu relativt vanlig i vissa regioner.

Östersjöns population av ejder, som huvudsakligen livnar sig på blåmusslor, har däremot halverats sedan början på 1990-talet. Flera faktorer tros ligga bakom, bland annat tiaminbrist och predation från havsörn, mink och mårhund.

Sillgrisslan, som dyker efter sill och skarpsill ända ner till 80 meters djup, häckar i klippbranter i olika delar av Östersjön. Den allra största populationen i Östersjön finns på Stora Karlsö, med 25 000 häckande par, vilket är en tredubbling sedan 1980-talet. Populationen där följs noga av forskare, som bland annat lagt märke till att fåglarna far illa av de allt vanligare värmeböljorna.<sup>9</sup>

### MINDRE STORLEK

Flera av de marina arter som klarar att överleva i Östersjön blir mindre i storlek i innanhavet, jämfört med sina artfränder i Nordsjön, på grund av att det kräver energi att hantera den annorlunda salthalten. Det gäller både alger, ryggradslösa djur och fiskar. Några exempel på arter som blir mindre i Östersjön är blåmussla, nordlig hjärtmussla, sandmussla, sill/strömming och flera arter av rödalger. På motsvarande sätt finns det ursprungligen limniska arter som blir mindre i Östersjön,

till exempel den stora snytesnäcka och båtsnäcka.

Blåmusslan är en av de tåliga, marina arter med bred salthaltstolerans som klarat av att etablera sig i Östersjön, men den blir bara en tredjedel så lång i Östersjön jämfört med i Västerhavet. Forskare har gjort försök där blåmusslor flyttades mellan Askö i Östersjön, där salthalten är ca 7 promille, och Tjärnö på västkusten, där salthalten är ca 28 promille<sup>10</sup>. Musslorna som flyttades till västkusten började omedelbart växa.

### FÄRRE FIENDER, MINDRE KONKURRENS

Men blåmusslan har ändå blivit väldigt framgångsrik i Östersjön, eftersom dess främsta fiender (sjöstjärnor och krabbor) och flera konkurrenter om föda och utrymme inte klarar sig alls i den bräckta miljön. Tack vare det har den brett ut sig så mycket i Östersjön att den idag är den art som dominerar i biomassa räknat. Den kan täcka hårdbottnar ända ner till mer än 30 meters djup.

För flera av de relativt få arter som lyckats kolonisera Östersjön gäller samma sak: att de i gengäld kunnat bre ut sig och ofta förekommer med ett stort antal individer. Liksom blåstång och ålgräs är blåmusslan en nyckelart i Östersjöns ekosystem, genom att den skapar livsmiljö för många andra arter.

<sup>9</sup> Mer om beståndstatus och hälsan hos dessa tre fågelarter och några andra av Östersjöns ikoniska ryggradsdjur finns i rapporten "[Hur mår de stora djuren i Östersjön?](#)"

<sup>10</sup> Både på Askö i Trosa skärgård och Tjärnö i norra Bohuslän finns forskningsstationer, som hör till Stockholms respektive Göteborgs universitet.

## Livet i Östersjön (Fortsättning)

Trots att blåmusslan får problem med vattenbalansen redan vid en salthalt under 18 promille kan den finnas i vatten ända ner till ca 4 promille, men till priset av att den blir mindre och växer långsamt.

Frånvaron av fiender har gjort det onödigt för Östersjö-blåmusslorna att investera i tjocka skal och starka slutarmuskler (muskeln som håller ihop skalen), som annars behövs för att slippa bli uppäten, och evolutionen har verkat på Östersjömusslorna så att de har mycket tunnare skal och mindre slutarmuskel än artfränderna på Västkusten.

### MER KÄNSLIGA FÖR YTTRELLIGARE STRESS

När forskare gjort försök där blåmusslor utsattes för giftiga substanser (bl.a. dieselolja, pentaklorfenol och kadmium) visade det sig att blåmusslor i Östersjön var mer känsliga än de från Nordsjön. Forskarna förklarar det med att musslorna redan är stressade av den låga salthalten (osmotisk stress) och därför sämre på att klara ytterligare påfrestningar. Dessutom blir kadmium och andra tungmetaller mer toxiska i lägre salthalt.

### UTSATT EKOSYSTEM

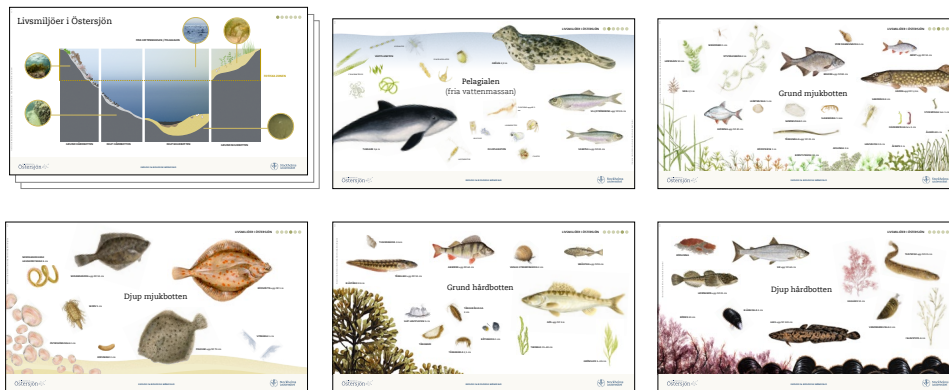
Östersjön är ett känsligt ekosystem. Det har få arter, och de lever i en stressande miljö, bland annat på grund av den annorlunda salthalten. Havet är inneslutet vilket gör att näring och gifter blir kvar länge. I södra Östersjön tar det ungefär 30 år för allt vatten att bytas ut. I Bottenviken tar det 40 år. Det uppstår också lätt syrebrist på grund av skiktningen och de oregelbundna inflödena av vatten från Nordsjön.

Med ett havsekosystem som av naturliga orsaker är särskilt känsligt, behöver befolkningen i avrinningsområdet vara särskilt varsam. Konsekvenserna av utsläpp blir mycket större än om de sker till exempel i Atlanten, där de naturliga förutsättningarna är annorlunda.

Tyvärr har de mänskliga aktiviteterna i Östersjöområdet resulterat i stor tillförsel av näringsämnen, överfiske och höga halter av föroreningar. När många arter redan lever på gränsen för vad de tål, kan föroreningar i värsta fall slå ut dem. När den biologiska mångfalden är begränsad, blir konsekvenserna särskilt märkbara om nyckelarter minskar eller försvinner. Det är inte säkert att det finns alternativa arter som kan upprätthålla deras viktiga ekologiska funktioner.

Till detta kommer klimatförändringarna, med varmare vatten, värmeböljor och minskad syretillgång i vattnet. Det finns också antaganden om att salthalten kan komma att förändras, men det är än så länge osäkert. Risken är att flera arter i Östersjön inte kommer att klara dessa påfrestningar. Avgörande blir hur snabbt arterna kan förändras för att klara en ny livsmiljö.

I bildspelet kan du klicka fram miljöerna steg för steg i denna bild.



## Livsmiljöer i Östersjön

**Sammanfattning:** Östersjöns livsmiljöer kan delas in i fem kategorier, utifrån bottenens beskaffenhet och tillgången på solljus: grund hårbotten, djup hårbotten, grund mjukbotten, djup mjukbotten och pelagialen (det fria, öppna vattnet). Den del som nås av solljus kallas den fotiska zonen.

Pelagialen och djupa mjukbottnar är de största livsmiljöerna, men grunda miljöer och hårbottnar är de mest artrika.

I pelagialen utgörs 90 procent av allt organiskt material av mikroskopiska växtplankton. Vårblomningen av kiselalger och dinoflagellater är en viktig grund för hela Östersjöns ekosystem. På högsommaren är det istället cyanobakterier

som blommar. Bland djurplanktonen är små kräftdjur de vanligaste i Östersjön: hoppkräftor, hinnkräftor och pungräkor. I pelagialen simmar också stim av sill/strömming, skarpsill, torsk och andra fiskar.

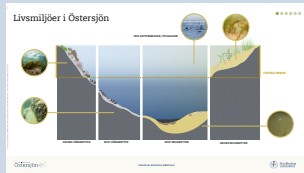
På grunda mjuka bottnar av sand och lera växer kärlväxter, och många djur lever nergrävda. I södra Östersjön finns vidsträckta ängar av ålgräs. Många fiskar och ryggradslösa djur trivs i växtligheten.

Skyddade grunda vikar (med både mjuk och hård botten) brukar kallas "fiskarnas barnkammare".

Östersjöns djupa mjukbottnar består av väldiga lerslätter, som bebos av bland annat små ryggradslösa djur och plattfiskar. Här finns ingen växtlighet. Djupbottnarnas ekosystem är helt beroende av tillförsel av organiskt material uppifrån.

De grunda hårbottnarna är makroalgernas rike. De har inga rötter, utan fäster direkt mot klippor och stenar. Algernas uppsättning av olika pigment bidrar till deras förmåga att kunna växa på olika djup, eftersom pigmenten absorberar solljus av olika våglängder. Närmast ytan trivs grönalger, längre ner växer vanligen ett bälte med stora, fleråriga brunalger. Bland algerna lever mängder av ryggradslösa djur och det är också en viktig miljö för fisk.

På djupa hårbottnar växer rödalger, som absorberar det blå ljus som tränger allra längst ner. Ännu längre ner, dit ljuset inte alls når, tar blåmusslorna över och bildar täta mattor.



## Livsmiljöer i Östersjön (Fortsättning)

### FAKTA

Den biologiska mångfalden är starkt sammankopplad med vilka livsmiljöer som finns. I Östersjön (och alla hav) består havet av i huvudsak tre olika livsmiljöer: det fria vattnet (som också kallas pelagialen), hårda bottenar (av klippor och sten) och mjuka bottenar (av sand och lera).

Det är också stor skillnad på grunda och djupa bottenar – inte minst för att solljuset bara kan tränga ner till ett visst djup och avgör var alger, växter och andra primärproducenter kan leva. Därför talar vi om fem olika livsmiljöer i Östersjön: det fria vattnet, grunda hårbottenar, djupa hårbottenar, grunda mjukbottenar och djupa mjukbottenar.

Utöver bottenförhållandena och tillgång på ljus är det framför allt salthalten och syreförhållandena som är avgörande för livsmiljöerna i Östersjön, och vilka organismer som trivs på olika ställen. Många organismer har olika krav under olika skeden i livet.

Grunda hård- och mjukbottenar, där ljus- och näringstillgången är god, är de mest produktiva miljöerna i Östersjön.

### VARIATION GER BIOLOGISK MÅNGFALD

Volymmässigt är pelagialen den största biotopen (livsmiljön), men eftersom den också

är den mest homogena är den biologiska mångfalden där förhållandevis liten. I den fria vattenmassan förekommer några få arter, ofta i mycket stora individantal. Det kan också sägas om djupbottenarna och om Östersjön generellt: det är artfattigt, men de arter som finns förekommer ofta i stor mängd.

Djup mjukbotten är Östersjöns överlägset vanligaste bottenmiljö. Från 20 meters djup och ända ner till de mörkaste djuphållorna breder ofta ett tjockt sedimentlager ut sig. På de djupaste bottenarna i Egentliga Östersjön är det ofta syrebrist eller till och med syrefritt. Där syrebrist råder blir djursamhället utarmat, med bara få, kortlivade arter. Där syret försvunnit helt finns i stort sett inget annat liv än anaeroba bakterier och arkéer<sup>11</sup>. Dessa "döda bottenar" täcks ibland av ett gulvitt skikt av [svavelbakterier](#).

Hårbottenarna, av klippor och sten, utgör bara en liten del av Östersjön, men är de mest artrika, eftersom miljön där är mer variationsrik än i mjukbottenar och den fria vattenmassan. Hårbottenarna är ofta grundare än ca 20 meter – längre ner ansamlas tjocka lager av slam, och konturerna av berg och stenar suddas ut. Förutom där det är brant – där kan hårbottenarna gå betydligt djupare.

De variationsrika kusterna med sina grunda bottenar och vågskyddade, vegetationsrika vikar är oerhört viktiga för den biologiska

mångfalden i Östersjön. Där finns de allra artrikaste miljöerna, och nästan alla arter som lever i Östersjön är beroende av kusten under någon del av livet. Därför är det också särskilt viktigt att vi tar väl hand om våra kustmiljöer; skyddar en del av dem och nyttjar de övriga skonsamt. Det gör skillnad för hela Östersjöns ekosystem.

### FOTISKA ZONEN

Den del av havet som nås av solljus kallas den fotiska zonen. Där finns fotosyntetiserande organismer – ekosystemets primärproducenter – som med solenergi, vatten och koldioxid bildar organiskt material (i första ledet druvsocker) och även producerar syre. Algernas uppsättning av olika pigment påverkar hur djupt ner i den fotiska zonen de kan leva.

Den del av havet dit inte solljuset når kallas den afotiska zonen. Där lever djur och bakterier som är beroende av organiskt material som singlar ner från den fotiska zonen. Hur djupt ner ljuset når beror bland annat på hur grumligt vattnet är. Vid flodmynningar, där det strömmande vattnet kan föra med sig både bruna humusämnen och mängder av sediment, kan den fotiska zonen bli bara några meter djup. Ute i Östersjöns öppna vatten kan den vara över 30 meter djup, åtminstone under vintertid, då vattnet är mindre grumligt än på sommaren.

<sup>11</sup> Senare års forskning har visat på fynd även av en del djurplanktonägg och tåliga rundmaskar. Läs om överlevarna i Östersjöns döda bottenar här: <https://www.havet.nu/havsutsikt/artikel/overlevare-i-doda-bottenar>.



## Livsmiljöer i Östersjön (Fortsättning)

### FRIA VATTENMASSAN/PELAGIALEN

Ute till havs, i den fria vattenmassan, är miljöförhållandena utjämnade. Runt 90 procent av allt organiskt material där utgörs av mikroskopiska växtplankton. För dem är det viktigt att kunna hålla sig svävande, för att hålla sig kvar i den fotiska zonen. De skapar flytkraft med hjälp av oljedroppar, ytförstorande utskott och gasfyllda blåsor.

Växtplankton är ett samlingsbegrepp för en heterogen grupp fotosyntetiserande mikroorganismer, där merparten hör till växterna, andra är mellanformer mellan växt och djur (till exempel dinoflagellater och ciliaten *Mesodinium rubrum*) och en del är bakterier.

Växtplankton förökar sig genom delning, och när förhållandena är de rätta går det mycket snabbt. Man säger då att de "blommar". De växtplankton som blommar på hög- och sensommaren är cyanobakterier (blågrönalger), medan vårbloomingen består av kiselalger (diatoméer) och dinoflagellater.<sup>12</sup>

I ytvattnet lever också djurplankton, som äter av växtplankton. Många av dem migrerar under dagtid till djupare vatten, där de inte syns lika bra, för att undgå att själva bli uppätta av rovdjur (som fiskar).

Djurplankton varierar i storlek från små encelliga ciliater till stora maneter. De vanligaste djurplanktonen i Östersjön är

små kräftdjur: hoppkräftor, hinnkräftor och pungräkor. Till djurplankton hör också ägg och larver av fiskar och av många djur som i senare livsstadier lever fastsittande på botten, till exempel musslor, mossdjur och havstulpaner. De fastsittande djuren sprider sig över stora områden med hjälp av sitt fridrivande stadium.

I pelagialen simmar också stim av sill/strömming, skarpsill, torsk och andra fiskar. Här lever också sälar och Östersjöns enda valart, den utrotningshotade tumlaren.

### GRUND MJUKBOTTEN

På grunda mjuka bottenar av sand och lera växer kärlväxter, som har rotsystem, och många djur lever nergrävda. Jämfört med andra havsområden är artrikedomen hög av kärlväxter i Östersjön, och de flesta har sitt ursprung i sötvatten.

Inne i vågskyddade vikar med mjukbotten bildar ofta vass – vårt största gräs – ett tätt bälte närmast land. Genom att vassarna fångar upp sediment och organiskt material bidrar de till att skynda på utvecklingen av ny landmiljö. Längre ut växer borstnate, ålnate, vitstjälksmöja och axslinga. De tål alla att vattnet grumlas av övergödning och båttrafik. Kransalgerna däremot, en grupp grönalger som har rotliknande trådar och liknar kärlväxter, är känsliga för grumling och därför är flera av dem utrotningshotade.

I de södra delarna av Östersjön, på sandiga exponerade bottenar, finns vidsträckta ängar av ålgräs, som är den enda rent marina kärlväxten i Östersjön. En stor ålgräsäng kan bestå av en enda individ och vara flera hundra år gammal. Ålgräsängen skyddar mot vågor och med sitt stora rotsystem kan den binda bottensedimenten och minska erosionen.

Bland växterna lever många små kräftdjur (till exempel sandräka), snäckor (som dammsnäckor), musslor (till exempel sandmusslor och hjärtmusslor) och insektslarver av bl.a. stickmyggor, fjädermyggor och nattsländor. På de grunda mjukbottenarna trivs också fiskarter som mört, braxen, björkna, abborre, gädda och tångsnälla.

### SKYDDADE VIKAR FISKARNAS "BARNKAMMARE"

Grunda mjuk- och hårbottenar inne i skyddade vikar är viktiga lekområden för fisk och brukar ofta kallas fiskarnas "barnkammare". Här finner de både mat och skydd, och dessutom är vattentemperaturen ofta högre än i andra delar av havet, vilket gör att rom och yngel utvecklas snabbare.

Men samtidigt som de vågskyddade, vegetationsrika grunda vikarna kan erbjuda skydd, värme och mat, kan de också vara påfrestande miljöer. Ett skäl är att vattenomsättningen är låg, vilket ofta leder till syrebrist på natten, när växterna

<sup>12</sup> Läs mer om den för Östersjöns ekosystem så viktiga vårbloomingen här: <https://www.havet.nu/om-varblomningen>



## Livsmiljöer i Östersjön (Fortsättning)

inte fotosyntetiserar och producerar syre, samtidigt som stora mängder syre förbrukas av både växters och djurs andning. Fiskar kan då tillfälligt simma iväg till syrerikare vatten, men andra invånare i de stillastående vikarna får ta till andra knep. Ett exempel är fjädermygglarver av släktet *Chironomus*, som har ett hemoglobinliknande ämne som ökar deras förmåga att ta upp det lilla syre som finns. (Det är detta ämne som gör dem röda.)

Ofta sammanfaller dessa mycket produktiva livsmiljöer med de platser som vi människor vill utnyttja för bland annat våra fritidsbåtar. För att störa ekosystemet så lite som möjligt behöver vi fundera över hur vi exploaterar kusten och hur vi framför våra båtar.<sup>13</sup>

### DJUP MJUKBOTTEN

Östersjöns djupa mjukbotten består av väldiga lerslätter, som – förutom där syrehalten är för låg – bebos av smådjur, som är viktig föda för många fiskar. Där lever bland annat havsborstmaskar, de små kräftdjuren vitmärlor och skorv (ishavsgråsugga) och östersjömusslor.

Vitmärlor och östersjömusslor äter döda plankton och partiklar av döda växter och djur som sjunkit till botten. Den lite större skorven

äter av döda fiskar och är också känd för att vara kannibal och även äta av levande fiskar som fångats i nät.

Här lever också plattfiskar, inklusive populära matfiskar, som piggar och rödspätta.

Djupbottnarnas ekosystem är helt beroende av tillförsel av organiskt material som producerats i grundare områden eller i den övre delen av det fria vattnet.

### GRUND HÅRDBOTTEN

På klipp- och stenbotten är vattenomsättningen ofta god. Det ger bra syresättning och tillgång på föda för filtrerande djur. Svårigheten för organismer där är att kunna hålla sig kvar för att inte spolas bort. Till skillnad från kärlväxter har alger inga rötter. De fäster istället mot underlaget med en fästplatta, och har en flexibel kroppsform som tillåter att de förs av vågor och strömmar än hit, än dit.

Från vattenbrynet och ut till ca en halvmeters djup växer ett bälte av ettåriga, fintrådiga grön- och brunalg. En mycket vanlig art, med ursprung i sötvatten, är grönslick, som består av ett par decimeter långa tofsar. Under sensommaren lossnar de – och även

andra fintrådiga alger – och stora mängder driver iväg och spolas upp på stränder där de bildar tångvallar som sedan ligger och ruttnar. De fintrådiga algerna är hem för mängder av smådjur, till exempel märkräfter, tånggråsuggor och små snäckor. Under hösten flyttar djuren ner till blåstångsbältet istället, eller ännu djupare ner i rödalgsbältet.

Algernas uppsättning av olika pigment bidrar till deras förmåga att kunna växa på olika djup, eftersom pigmenten absorberar solljus av olika våglängder. Närmast ytan trivs grönalger, som tar upp det röda ljuset. Längre ner växer vanligen ett bälte av stora, fleråriga brunalg och djupast klarar i regel rödalger att växa, som tack vare sitt röda pigment kan ta tillvara på de blågröna nyanserna av solljuset, som har kortast våglängd och når djupast ner i vattnet.

Strax under bältet med ettåriga, fintrådiga alger växer den fleråriga blåstången. Den kallas ibland för "Östersjöns skog", eftersom den myllrar av liv. I blåstångsbältet finns ca 70 procent av alla Östersjöns makroskopiska djurarter (större än 1 mm). Tack vare att tångskogen innehåller så rikligt med smådjur och också ger möjligheter till skydd är det en viktig miljö för många av Östersjöns fiskarter, både när de leker, när de växer upp som yngel och när de söker föda som vuxna. Här trivs till

<sup>13</sup> Här kan ni läsa om hur båtlivet påverkar Östersjön och vad man kan göra för att båtlivet ska bli mer hållbart: <https://www.su.se/stockholms-universitets-ostersjocentrum/nyheter/nya-guider-f%C3%B6r-bryggan%C3%A4ggning-muddring-och-ett-h%C3%A5llbart-b%C3%A5tliv-1.661357>

**Tips:** Låt eleverna först säga vad de tror att båtlivet kan ge för negativa effekter på livet under ytan och föreslå möjliga åtgärder. Låt dem sedan läsa texterna och jämföra sina egna förslag med forskarnas. Texterna kan också utgöra underlag för en diskussion om forskares roll för att hjälpa samhället och dess invånare till bättre, mer hållbara beslut och beteenden.



## Livsmiljöer i Östersjön (Fortsättning)

exempel spigg, tånglake, gös och abborre. På blåstångens grenar sitter många andra alger, havstulpaner, mossdjur och musslor. Snäckor kryper omkring och många andra små djur hittar skydd och mat.<sup>14</sup>

Blåstången är i stora delar av Östersjön den enda stora fleråriga brunalgen. I skyddade vikar kan den bli upp till en meter hög och utvecklar flytblåsor i grenvecken för att kunna stå upprätt i vattnet. På platser utsatta för vågor blir den betydligt mindre och saknar ofta de karaktäristiska blåsorna.

### DJUP HÅRDBOTTEN

På de djupa hårda bottenarna trivs nästan inga grön- och brunalger, eftersom det tränger ned för lite ljus. Det här är istället de marina rödalgernas livsmiljö, som tack vare sitt röda pigment kan absorbera de gröna och blå våglängder av ljus som tränger allra längst ner.

Ännu djupare ner, dit ljuset inte alls når, tar blåmusslorna över. De kan bilda väldiga mattor, där de sitter i tusental, tätt, tätt tillsammans, fästa mot botten med hjälp av byssustrådar. De är en marin art, som i Östersjön klarar att växa åtminstone upp till Ångermanlands kust. Blåmusslan är filtrerare och en stor mussla

kan filtrera flera liter vatten i timmen. De utgör själva favoritföda för bland annat ejder och plattfiskar.

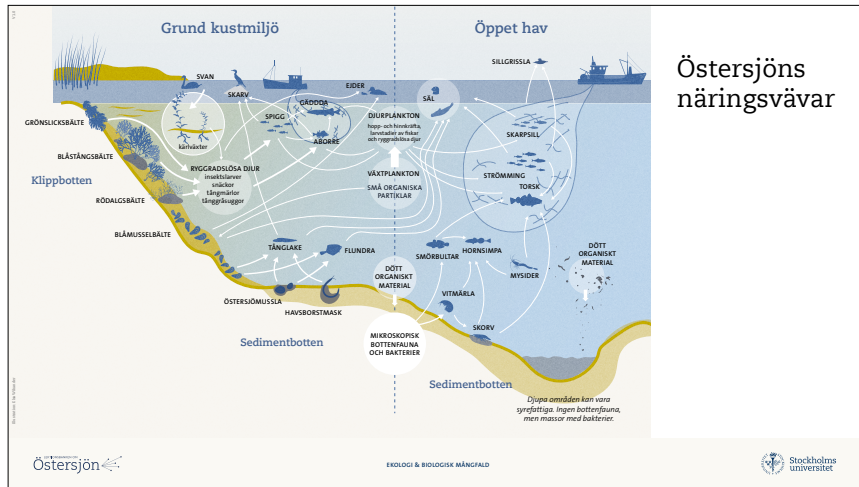
På Östersjöns djupa hårbotten trivs också sik, lake, hornsimpa och tejstefisk.

Läs mer om olika arter i fälthandboken Växter & djur i Östersjön, som finns att beställa [här](#).

Ännu fler arter hittar ni i den digitala fälthandboken [Livet i havet](#), som också kan laddas ner till telefonen. Där kan ni välja att se vilka arter som är vanliga specifikt i det havsområde eller län där ni befinner er.

För elevernas egen inläsning om Östersjöns livsmiljöer och vem som lever var kan du visa dem till denna sida: <https://www.su.se/stockholms-universitets-ostersjocentrum/webbmagasinet-baltic-eye/livet-i-%C3%B6stersj%C3%B6n-1.594682>

<sup>14</sup> Ni kan utforska blåstångskogens biologiska mångfald i övningen "Undersök en tångruska".



## FAKTA

Näringsväven beskriver vem som äter vem. I den grunda viken lever många arter tillsammans. Några lever nere i bottensedimentet, andra sitter fast på klippor och stenar, som till exempel alger, medan fiskar och små kräddjur far runt i vattenmassan och letar efter mat.

Långt ute på öppet hav finns enstaka skär där sälarna håller till. Här lever också sillgrisslor som fångar fisk som strömming och skarpsill, och på lite djupare vatten simmar torsken och letar efter mat på botten eller fångar en strömming.

Det finns många länkar mellan näringsväven i öppna Östersjön och inne i skärgården. Exempelvis vandrar många fiskarter, till exempel strömming och spigg, mellan öppet hav och kusten, i samband med leken eller för att söka föda.

I Östersjön är näringsvävarna relativt enkla jämfört med Nordsjön, eftersom det finns färre arter. Ändå är de så komplexa och sammanflätade att det bara går att göra förenklade bilder som visar några vanliga arter och grovt hur de är kopplade till varandra.

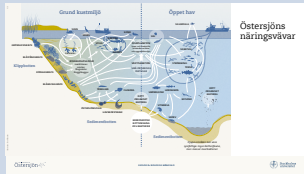
## PRIMÄRPRODUCENTER

Grunden för alla näringsvävar är primärproducenter. Deras artsammansättning varierar beroende på vattendjupet, som avgör tillgången på ljus (se mer i övningen "Avslöja fotosyntesens pigment") och vilken typ av botten som finns i området, det vill säga mjuk- eller hårbotten. Primärproducenter i vattenmassan är små växtplankton. På hårda botten sitter makroalger, och på mjukbotten växer kärlväxter och kransalger.

Hur stor primärproduktionen är beror på tillgången på näring i vattnet, solljus och vattentemperatur.

# Östersjöns näringsvävar

**Sammanfattning:** Östersjöns näringsvävar är enkla jämfört med andra havsekosystem, eftersom det finns relativt få arter. Ändå är de så komplexa att det bara går att göra förenklade bilder som visar några få arter och vem som äter vem. Många arter växlar trofinivå under sin livstid, och finns därför i näringsväven på flera ställen. Även de största rovfiskarna hör till exempel till djurplankton när de är små. Då äter de växtplankton och utgör själva föda för många andra djur.



## Östersjöns näringsvävar (Fortsättning)

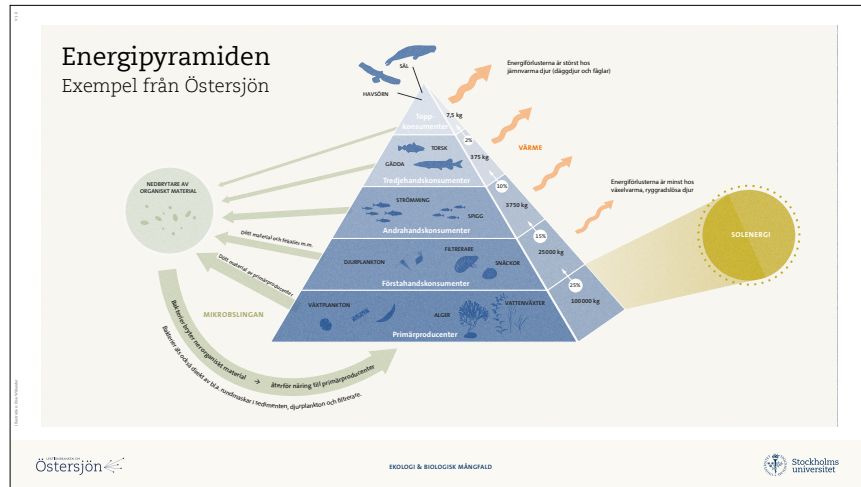
Under vinterhalvåret sker det knappt någon primärproduktion, och växelvarma, ryggradslösa djur och fiskar minskar sin aktivitet när temperaturen sjunker.

Jämnvarma däggdjur och fåglar fortsätter att jaga och fånga mat året runt. Det kräver mycket energi att hålla en jämn kroppstemperatur.

### MIKROBSLINGAN

Dött organiskt material i vattnet tas omhand av mikroorganismer och bryts ner till sina ursprungliga beståndsdelar, som kol, syre, vatten, fosfor, kväve med mera. Detta kallas för mikroslingan. Bakterierna som bryter ner det organiska materialet äts av till exempel små flagellater, som i sin tur konsumeras av ciliater. Ciliater är mycket små djurplankton, som äts av större djurplankton som hopp- och hinnkräftor, och så kopplas mikroslingan ihop med den större näringsväven i vattenmassan.

En liknande mikroslinga finns i bottensedimentet och bidrar till nedbrytningen av allt dött organiskt material som landar på botten. Här finns ett aktivt mikrobiologiskt liv av bakterier och nematoder, som konsumeras av vitmärlor, östersjömusslor och havsborstmaskar.



## Trofiska nivåer och energipyramiden

**Sammanfattning:** Energipyramiden visar hur mycket av energin i varje trofinivå som används för att bygga ny biomassa, och hur mycket som går "förlorad" för att hålla organismen vid liv. Effektiviteten varierar stort mellan olika typer av organismer. Havets ryggradslösa djur är långt mer effektiva än fiskar, som i sin tur är mer effektiva än jämnvarma djur, som däggdjur och fåglar. Tack vare den högre energieffektiviteten hos havets växelvarma djur, och mångfalden av sådana livsformer i havet, finns det rum för fler trofinivåer där än på land.

### FAKTA

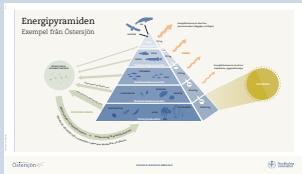
En näringspyramid eller energipyramid är en förenklad illustration av hur mängden biomassa fördelar sig på olika trofiska nivåer i ekosystemet. Den visar hur mycket av energin som överförs från primärproducenter till konsumenter uppåt i näringskedjan, samtidigt som energi går förlorad i form av värme i varje steg. Med andra ord: Hur mycket av det en organism äter används till att bygga nya celler, och hur mycket går åt till alla livsuppehållande processer (som att röra sig, hålla sig varm, bekämpa infektioner med immunsystemet, pumpa vatten över sina gälar för att få syre och fånga partiklar, bygga bo, ta hand om yngel, upprätthålla rätt osmotisk balans)?

Basen i energipyramiden består av primärproducenterna, som med solenergi, koldioxid, vatten och näringsämnen bygger upp biomassa, som i sin tur kan bli mat till en mångfald av olika konsumenter. Mängden biomassa minskar uppåt i pyramiden mellan varje trofisk nivå.

### JÄMN- OCH VÄXELVARMA DJUR

Konsumenter kan delas i två större grupper: jämnvarma och växelvarma djur. Jämnvarma djur (däggdjur och fåglar) kan hålla en konstant och hög temperatur i kroppen, utan att vara beroende av yttre värmekällor. För att klara detta har de en mycket hög energiomsättning. De producerar tillräckligt mycket värme själva för att upprätthålla sin kroppstemperatur. Värmen bildas när födan bryts ner för att producera kemisk energi åt kroppens celler.

En tjock päls eller tät fjäderdräkt ger ett stillastående luftlager runt kroppen som isolerar och minskar värmeförluster. Hos sälar och valar är pälsen reducerad eller helt borta. Hos dem är det främst ett tjockt späcklager som isolerar mot värmeförluster i kallt vatten.



## Trofiska nivåer och energipyramiden (Fortsättning)

Till växelvarma djur hör fiskar, grod- och kräldjur, ryggradslösa djur som till exempel små kräftdjur, snäckor och insekter, tillsammans med djurplankton. Deras kroppstemperatur varierar beroende på omgivningens temperatur.

### TOPPKONSUMENTER

Högst upp i Östersjöns energipyramid finns toppkonsumenterna: jämnvarma organismer, till exempel rovfåglar, fiskätande människor och marina däggdjur som sälar. En del är renodlade rovdjur, medan andra arter är allätare och bara ibland räknas till toppkonsumenter (till exempel vi människor och många fåglar, exempelvis fiskmåsar och trutar).

### VÄXLAR TROFINIVÅ

Många arter växlar mellan olika trofinivåer under sin livstid<sup>15</sup>. Ett klassiskt exempel är rovfiskar, som när de är yngel äter djurplankton. När de vuxit till små fiskar äter de istället små ryggradslösa djur som snäckor, insektslarver och tånggråsuggor, och när de är fullvuxna går de över till att äta andra fiskar.

Fiskar måste äta flera gånger sin egen kroppsbiomassa varje dag. De förbrukar en

stor del av den intagna energin för att smälta maten, andas, förflytta sig, reproducera sig, med mera, och bara en liten del (10–15 procent) omvandlas till biomassa. Små fiskar, som strömming och spigg, som lever på små kräftdjur, snäckor och insekter, har lite högre effektivitet än stora gäddor och torskar som lever på fisk.

### FLER NIVÅER I HAVET

Jämfört med en energipyramid för landlevande djur har den i vattenmiljöer ofta fler nivåer av konsumenter. Det beror på att det finns fler grupper av växelvarma djur, både fastsittande filterare som har ett effektivt upptag av näring från vattnet, och många små arter av djurplankton och fiskar, som har relativt små energiförluster jämfört med landlevande jämnvarma djur. Detta innebär att en näringspyramid för ett landekosystem ofta bara innehåller fyra nivåer: till exempel växter (primärproducenter), sork, räv och kungsörn.

I vårt exempel för Östersjöns öppna hav har energipyramiden fem nivåer.<sup>16</sup>

### NEDBRYTNING

Nedbrytning av organiskt material, och de organismer som deltar i att ta hand

om och bryta ner allt dött material som bildas på alla trofiska nivåer, ingår inte i en energipyramid. Det är viktiga grupper av olika typer av bakterier, svampar<sup>17</sup> och asätare som successivt bryter ner organiskt material i sina beståndsdelar: koldioxid, vatten och näringsämnen.

Näringsämnena som återförs till ekosystemet kan sedan användas igen för ny produktion av biomassa hos växtplankton, makroalger eller vattenväxter.

### VARIERANDE ENERGIEFFEKTIVITET

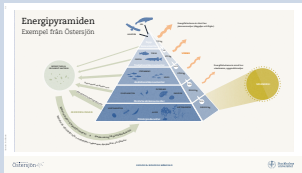
I de flesta presentationer av närings- och energipyramider anges att 90 procent av biomassan går förlorad vid varje trofinivå och endast 10 procent blir kvar som ny biomassa hos djuret. Detta baserar sig på ett pionjärbete av den amerikanske ekologen Raymond Lindemann (1942), där han antog att detta gällde generellt, det vill säga att effektiviteten vid överföringen mellan en trofisk nivå till nästa var omkring 10 procent. Det har med åren till och med angetts som "10 procent-regeln".

Men det har visat sig felaktigt. Effektiviteten kan variera stort. Fiskar, som är växelvarma, omvandlar 10–15 procent av den assimilerade

<sup>15</sup> Kan detta gälla också människan? Låt eleverna fundera! En människa som är vegan – hur många trofinivåer blir det, jämfört med en som äter fisk till middag, tillagad på gädda, som ätit abborre, som ätit spigg, som ätit tånggråsuggor, som ätit blåstång?

<sup>16</sup> Låt eleverna fundera ut/leta fram näringspyramider med olika många nivåer, i havet och på land. I världshavet är en av de kortaste näringskedjorna den mellan växtplankton (i form av små kiselalger), krill (ett centimeterstort kräftdjur) och blåval (det största djuret på jorden).

<sup>17</sup> Den biologiska mångfalden av svampar i Östersjön är fortfarande till stora delar okänd, liksom vidden av deras funktioner i ekosystemet. Forskare har på senare tid till exempel upptäckt flera olika svampar i syrefritt vatten i Gotlandsdjupet.



## Trofiska nivåer och energipyramiden (Fortsättning)

energin till produktion. Rygggradslösa djur, som exempelvis musslor, kan ha ännu högre effektivitet, på 25–30 procent. De spar energi genom att sitta fast på botten och filtrera partiklar, och förlorar därför inte en massa rörelseenergi genom att simma runt och jaga sitt byte. Resultatet är att mer av maten kan omvandlas till produktion av ny biomassa.

Jämnvarma djur däremot omvandlar endast några få procent av den mat de äter till ny biomassa.

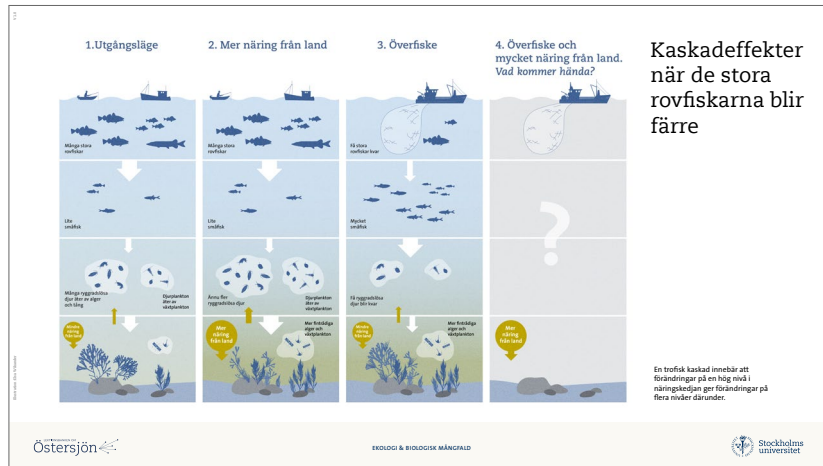
### DJURENS SKIFTANDE MATVANOR

Hur mycket mat ett djur äter per dag beror på många saker, som om det är en jämnvarm eller växelvarm art, hur stort det är, vilket kön individen har och vilken säsong det är. Olika djur har mycket olika matvanor. En rovfisk som gädda fångar stora byten som det sedan tar ganska lång tid att smälta innan det är dags att jaga efter ett nytt byte. Blåmusslor å sin sida filtrerar vatten nästa hela tiden eftersom det ger dem både syre till andningen och mat i form av växtplankton och andra små organiska partiklar. De äter med andra ord hela tiden, och bakar ihop resterna som de inte kan smälta till fekalier, som släpps ut och hamnar på botten.<sup>18</sup>

**Tips:** Använd denna artikel ur Havsutsikt, "[Inte lätt att välja rätt](#)", och det du gått igenom med eleverna om trofinivåer och energipyramiden för att diskutera vad som är mest hållbart för

oss människor att äta. Människan är som art allätare, vilket innebär att vi samtidigt är både primärkonsument och toppkonsument, och allt däremellan. Vad gör det för skillnad (för energianvändning, klimat, markanvändning, övergödning, biologisk mångfald, rättviseaspekter mellan ekonomiskt fattiga och rika, hälsa) om vi äter till exempel musslor eller sill/strömming, eller odlad lax eller kyckling, som matats med pellets, framställda av musslor och sill/strömming? Vad får det för konsekvenser om man ersätter en del av fodret till odlad fisk (som vanligtvis är rovfiskar) med jordbruksprodukter, istället för vildfångad fisk?

<sup>18</sup> En blåmusslas fekalie (bajs) ser ut som ett litet platt millimeterlångt band.



## Trofisk kaskad

**Sammanfattning:** En trofisk kaskad innebär att förändringar på en hög nivå i näringskedjan ger förändringar på flera nivåer därunder. I Östersjön märks tydliga kaskadeffekter av att de stora rovfiskarna har minskat i antal. Rovfiskarna behövs bland mycket annat för att motverka effekterna av övergödning.

### FAKTA

En trofisk kaskad är en ekologisk *uppifrån och ned*-effekt som skapas i ett ekosystem när antalet toppredatorer ändras. Det kan liknas vid "katten på råttan, råttan på repet" och innebär att förändringar på en hög nivå i näringskedjan leder till förändringar på flera andra nivåer därunder.

I Östersjön finns tydliga exempel på kaskadeffekter, till följd av att de stora rovfiskarna minskat i antal, både i utsjön och vid kusterna.

Utfiskningen av torsk har lett till en ökning av skarpsill, som är ett av torskens viktigaste bytesdjur. Fler skarpsillar ger i sin tur färre djurplankton, som är skarpsillens bytesdjur. Och med färre djurplankton (som ju äter växtplankton) ökar mängden växtplankton.

### ÄVEN VID KUSTEN

Vid Östersjöns kuster har stora rovfiskar som abborre och gädda minskat i antal. Det är troligen en viktig förklaring till att deras bytesdjur spiggen ökat stort i antal. Spiggar äter små ryggradslösa djur som tånggråsuggor, tångmärlor och snäckor, som i sin tur betar på bland annat fintrådiga alger. Så när de stora rovfiskarna minskar blir det mer fintrådiga alger.

Dessutom kan spiggar äta yngel av både abborre och gädda, vilket leder till en negativ spiral för de stora rovfiskarna, som minskar ännu mer i antal, och den trofiska kaskaden accelererar.

### ROVFISKAR BEHÖVS MOT ÖVERGÖDNINGEN

Att växtplankton och fintrådiga alger ökar när de stora rovfiskarna minskar i antal visar att de stora rovfiskarna behövs för att minska effekterna av övergödningen i Östersjön.

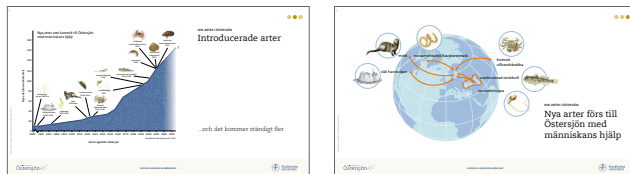
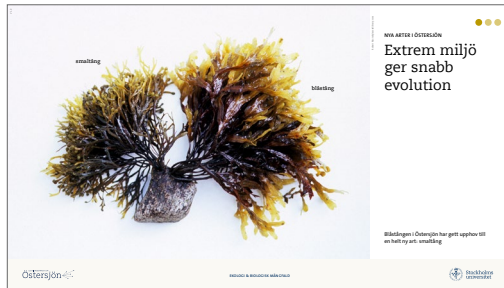
### REGIMSKIFTE

I Östersjön har de trofiska kaskaderna lett till dramatiska förändringar i både utsjöns och kusternas ekosystem. Skarpsillarna har tagit över från torsken i utsjön, och spiggarna har tagit över från gädda och abborre i vissa delar av kusterna. Sådana snabba, genomgripande förändringar kallas för regimskiften.

### NEDIFRÅN OCH UPP-EFFEKTER

I ekosystem finns även *nedifrån och upp*-effekter, som innebär att underliggande miljöfaktorer avgör dynamiken. I Östersjön leder till exempel den stora tillförseln av näringsämnen till kraftiga algbloomningar, som i sin tur kan föda många djurplankton.

**Tips:** Låt eleverna titta på infofilmen (2 min) "[Spiggvågen sveper över kusten](#)" och läsa detta [blogginlägg](#) av Östersjöforskaren Sofia Wikström. Låt dem sedan själva illustrera den trofiska kaskaden och redogöra för vad man kan göra för att gynna rovfiskar, och därmed minska effekterna av övergödningen.



## Nya arter i Östersjön

**Sammanfattning:** Östersjön är ett ungt hav, men de extrema miljöförhållandena gör att evolutionen går snabbt och det skapas populationer med unika anpassningar. I vissa fall har förändringarna gått så långt att man talar om nya arter. Blåstången har till exempel gett upphov till en ny brunalgsart som bara finns i Östersjön: smaltång.

Nya arter vandrar in i Östersjön hela tiden, både på naturlig väg och med människans hjälp, till exempel med fartygens barlastvatten. De bidrar till den biologiska mångfalden, men vissa arter har också gett problem, för oss människor eller för andra arter.

### FAKTA

Östersjön får ständigt nya arter, dels genom att arter vandrar in på naturlig väg, dels genom att arter förs till inlandhavet med människans hjälp. De särskilda, föränderliga miljöförhållandena i Östersjön ger också ett högt selektionstryck och en snabb artbildning.

### GENETISKT SKUTT

Den biologiska mångfalden i Östersjön förändras hela tiden. Under de olika stadier som Östersjön genomgått har mycket stora förändringar i artsammansättning skett, när området växlat mellan att vara sötvattensjö, Atlantvik och brackvattenmiljö (se lektionsbanken under "Geografi och historia"). Nu har många arter haft i alla fall några tusen år på sig (en kort tid i ett evolutionärt perspektiv) att anpassa sig till den särskilda salthalt som råder, och flera av dem är på väg att utvecklas till egna arter.

När forskare undersökt arvsmassan hos ett tjugotal marina arter som finns både i Nordsjön och inne i Östersjön har de sett stora genetiska skillnader mellan populationer som lever på olika platser längs salthaltsgradienten. I Öresund och Bälten tar många arter ett "genetiskt skutt", det vill säga det har uppstått stora genetiska skillnader just där, där salthalten snabbt sjunker jämfört med havet utanför.<sup>19</sup>

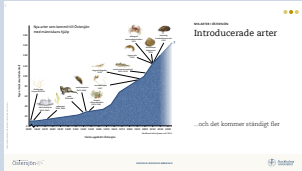
<sup>19</sup> Läs mer om evolutionen hos de Nordsjöarter som vandrat in i Östersjön i denna artikel i Havsutskikt: <https://www.havet.nu/havsutskikt/artikel/svenskt-galapagos>

### NYA ARTER: ÖSTERSJÖFLUNDRA OCH SMALTÅNG

Förändringarna hos arterna som lever i Östersjöns bräckta vatten sker hela tiden, och gränsen mellan vad som är en egen art och inte är flytande. I några fall har förändringarna gått så långt att man talar om nya arter. Det gäller skrubbskäddan (som också kallas flundra). En del av dem leker ute till havs i södra och centrala Östersjön och släpper sina ägg på djupt vatten, där de flyter (precis som torskens ägg, se övningen "Få 'torskägg' att sväva"). Andra leker i grunda områden vid kusten i centrala och norra Östersjön. Där är salthalten lägre, och äggen kan inte flyta, utan skrubbskäddorna lägger dem istället direkt på botten.

Dessa två varianter av skrubbskädda betraktas idag som två olika arter, där den utsjölekande skrubbskäddan har det vetenskapliga artnamnet *Platichthys flesus*, medan den kustlekande skrubbskäddan har fått artnamnet *Platichthys solemdali* och på svenska kallas Östersjöflundra.

En annan ny art i Östersjön är smaltång (*Fucus radicans*), som har utvecklats ur blåstång (*Fucus vesiculosus*). Den bildar mindre ruskor än blåstången, med smalare grenar och alltid utan blåsor. Och till skillnad från blåstången förökar den sig ofta vegetativt. Det gör den genom att släppa ifrån sig små bitar av bålen, som fäster vid botten och växer upp till nya plantor. På det sättet har ett fåtal individer av smaltång bildat kloner bestående av tusentals till



## Nya arter i Östersjön (Fortsättning)

miljontals tångruskor och kunnat kolonisera hela den svenska Bottenhavskusten och också en bit av den finska sidan.

### ÅTSKILDA POPULATIONER

I andra fall betraktas skilda populationer ännu inte som egna arter, även om de är på god väg att bli det. Det gäller till exempel torsk (*Gadus morhua*), som har utvecklat flera anpassningar till Östersjöns vattenmiljö, jämfört med torsken i Nordsjön, och är helt isolerad från torskpopulationerna där (läs mer om anpassningarna i övningen "Få 'torskäggen' att sväva").

Även sill – som kallas för strömming när den fångas norr om Kalmar – betraktas fortfarande som en och samma art, med det vetenskapliga namnet *Clupea harengus*. I Östersjön finns den i många olika populationer, som skiljer sig kraftigt åt genetiskt.

### INTRODUCERADE ARTER

Utöver de arter som spontant vandrar in i Östersjön förs arter också in med människans hjälp, i ökande takt. Ibland sker det avsiktligt, till exempel för att vi vill odla arten. Ibland sker det oavsiktligt, ofta med transporter, till exempel när arter kommer in med barlastvatten från fartyg eller sittande på fartygens skrov. (Barlastvatten pumpas ombord i särskilda tankar för att ge lastfartyg stabilitet

när de inte är fullastade, varpå fartygen förflyttar sig och barlastvattnet pumpas ut där fartygen lastas).

Fartygstrafiken ökade starkt i Östersjön efter andra världskriget, och sedan dess har ca 100 nya arter från andra havsområden och sjöar etablerat sig i Östersjön. De bidrar till den biologiska mångfalden, men vissa arter har också gett problem, för människan eller för andra arter som fanns i Östersjön sedan tidigare.

### REDAN MED VIKINGARNA

Det tidigaste exemplet på en av människan introducerad art som vi känner till är sandmusslan (*Mya arenaria*). Den fördes troligen till Östersjön av vikingar som tog den med sig som mat eller agn från den nordamerikanska kusten redan på 1200-talet. Sedan dess har den spridit sig och är numera vanlig på grunda mjukbottenar i stora delar av Östersjön upp till Södra Kvarnen.

En annan art som förts in i Östersjön från Nordamerikas kuster är kräftdjuret slät havstulpan (*Amphibalanus improvisus*), som kom in sittande på båtskrov för ungefär 100 år sedan. Det är en art som ställt till med besvär för oss människor, genom att de sätter sig på båtskrov och ökar friktionen mot vattnet, vilket ger lägre hastighet/ökad bränsleförbrukning. Den har bekämpats med

giftiga båtbottnfärger, som också skadat många andra vattenorganismer. Numera försöker man bli av med havstulpanerna på fritidsbåtar med alternativa metoder.<sup>20</sup>

### FRÅN ANDRA BRACKVATTENOMRÅDEN

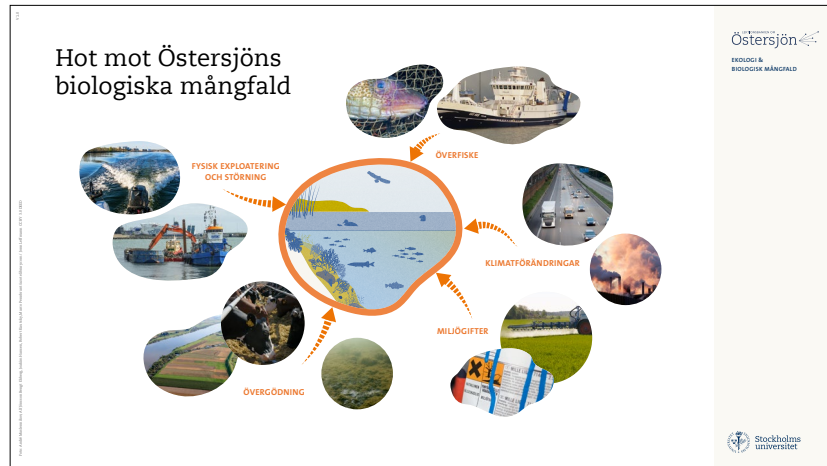
Många av de arter som förs till Östersjön och som lyckas överleva och etablera sig har sitt ursprung i Kaspiska havet eller Svarta havet, som båda också är brackvattenhav. Dit hör till exempel det lilla nässeldjuret klubbpolyp (*Cordylophora caspia*), som kom med fartygstrafik från Kaspiska havet i början på 1800-talet.

Några av de arter som kommit in på senare år och fortfarande håller på att sprida sig i Östersjön är fisken svartmunnad smörbult (*Neogobius melanostomus*) och kräftdjuren tigmärsla (*Gammarus tigrinus*) och rovvattenloppa (*Cercopagis pengoi*).

Här kan ni läsa om några av de arter som introducerats till Östersjön och vilken roll/effekt de fått i ekosystemet: <https://www.havet.nu/livet/arter/frammande-arter?area=ost>

Illustrationen visar när nya arter först upptäcktes i Östersjön.

<sup>20</sup> Läs mer om de giftiga båtbottnfärgerna och de skador de orsakar: <https://www.havet.nu/batbottenfarger->



# Hot mot Östersjöns biologiska mångfald

**Sammanfattning:** Hoten mot Östersjöns biologiska mångfald består framför allt av övergödning, överfiske, miljögifter, fysisk störning (från båttrafik, anläggning av bryggor, hamnar, vindkraftverk med mera) och klimatförändringar.

## FAKTA

### NATURLIGA FÖRUTSÄTTNINGAR

Östersjön är, på grund av de naturgeografiska förutsättningarna, ett både unikt och särskilt känsligt hav. Det beror dels på det bräckta vattnet, som bara ett mindre antal arter klarar att leva i, och den vertikala skiktningen av vattnet, som ger en naturlig syrebrist på djupt vatten. Att havet är grunt och instängt, med långsam vattenomsättning, gör att ämnen som släpps ut i vattnet, som föroreningar och näringsämnen, koncentreras och finns kvar under lång tid.

### MÄNNISKANS PÅVERKAN

Samtidigt har avrinningsområdet en stor befolkning och är tungt industrialiserat, och det gör att människans påverkan på havet är stor. Östersjön har haft stor betydelse för människan under flera tusen år, för föda, transporter, handel, kultur och rekreation, och på senare tid alltmer även för energi- och materialutvinning.

Vi påverkar havet främst genom tillförsel av mycket näringsämnen, fiske, utsläpp av giftiga ämnen, fysisk exploatering och de av människan orsakade klimatförändringarna.

### ÖVERGÖDNING

För den biologiska mångfalden i stort är fortfarande övergödningen det största problemet. Östersjön har under många decennier fått en alltför hög näringstillförsel, i form av kväve och fosfor. Dessa

näringsämnen är nödvändiga för livet i havet, men blir det för mycket leder det till kraftiga algbloomningar, med försämrat siktdjup och ökad syrebrist när den stora produktionen av organiskt material ska brytas ner.

Övergödningen förstärker alltså den naturliga syrebristen i Östersjön. Genom att ljusinsläppet minskar förändras också förutsättningarna för vegetationen, och därigenom hela ekosystemet.

### SYRESKULD

Idag är syrebristen större än någonsin, trots att länderna som omger innanhavet har kommit överens om en räddningsplan<sup>21</sup> och i flera decennier lyckats minska näringstillförseln. En viss förbättring kan ses i kustområdena, men eftersom övergödningen skett under så lång tid, tar det också tid att bli av med den.

I många av Östersjöns djupvatten finns en "syreskuld" och stora mängder näringsämnen finns tillgängliga för ständigt nya algbloomningar. För att på sikt komma till rätta med övergödningen måste vi uthålligt fortsätta minska tillförseln från land och förbättra reningen från bland annat alla enskilda toalettavlopp. Mer om övergödningen, dess konsekvenser, utveckling och möjliga åtgärder finns i lektionsbanken under "Övergödning".

<sup>21</sup> Helsingforskommissionens [Baltic Sea Action Plan](#).



## Hot mot Östersjöns biologisk mångfald (Fortsättning)

### FISKE

För fiskfaunan är ett för hårt fisketryck det allra största hotet. I Östersjön sker kommersiellt fiske på flera av nyckelarterna i havets ekosystem, och på en nivå som är, eller har varit, högre än fiskbestånden klarar av. Det har lett till ett kritiskt läge för flera arter, bland annat torsk, sill och ål, där den senare är akut utrotningshotad. För att rädda ålen behöver inte bara allt ålfiske upphöra, utan också vandringshinder i våra vattendrag tas bort.

Även flera stora rovfiskar som gädda och abborre har minskat vid våra kuster, av en kombination av fiske, övergödning, vandringshinder, utdikning av våtmarker, fysisk exploatering av grunda vikar och massförekomst av spigg, där förändringarna förstärker varandra i en ond spiral. (Läs mer under "trofiska kaskader".) Även en ökning av fiskätande rovdjur som gråsäl och skarv kan spela in.

### FYSISK EXPLOATERING OCH STÖRNING

Fysisk exploatering och störningar utgör också hot mot den biologiska mångfalden. Det handlar till exempel om att vi anlägger bryggor och hamnar, muddrar (schaktar bort sediment), bygger vindkraftverk och kör med båtar, ofta i just de områden som är särskilt värdefulla för den biologiska mångfalden, som grunda, vågskyddade vikar längs kusten eller på

utsjöbankar. Vi hindrar också fiskar att vandra upp i sötvatten för att leka eller växa till, där vi byggt kraftverksdammar, anlagt illa anpassade vägtrummor eller förstört våtmarker. För att få tillbaka och behålla en rik biologisk mångfald behöver vi anpassa hur och var exploateringen sker, och en del områden behöver fredas helt.

### MILJÖGIFTER

Östersjön kallas ibland "världens mest förorenade hav" och miljögifter är ett av de största miljöproblemen. Till de kända, skadliga ämnen som finns i höga nivåer i Östersjön hör bland annat PCB, DDT, bromerade flamskyddsmedel, högfluorerade ämnen (PFAS), kadmium, bly och tributyltenn (som använts i båtbottnfärg).

Allra värst drabbas toppredatorer, eftersom de värsta miljögifterna inte bryts ner, utan anrikas i fettvävnaden hos organismer på varje nivå i näringskedjan. På 1960- och -70-talen var halterna av miljögifterna PCB och DDT så höga att vi var på väg att förlora några av Östersjöns toppredatorer, bland andra gråsäl och havsörn.

Gifterna gjorde att havsörnarnas ägg inte kunde kläckas, och gråsälshonorna blev sterila. Ämnena förbjöds i slutet på 1970-talet och efter det har antalet havsörnar och gråsäl ökat igen.<sup>22</sup>

### MÅNGA NYA ÄMNEN

Samtidigt har många nya kemikalier kommit i bruk, vars giftighet vi vet mycket lite om. Över 350 000 kemikalier och blandningar finns registrerade för användning världen över, i allt från rengöringsmedel och mediciner till byggmaterial, kläder och elektronik.

Alla kemikalier som släpps ut från land hamnar förr eller senare i havet. Riskbedömningen av alla dessa kemikalier ligger långt efter industrins snabba utveckling av nya ämnen. Därför behöver vi generellt begränsa vår användning av kemikalier, och lagstiftningen behöver bli strängare, så att kemikalier kan förbjudas i grupp och försiktighetsprincipen tillämpas (som innebär att man är skyldig att förebygga inte bara säkert förutsebara, utan också möjliga, skador).

### KLIMATFÖRÄNDRINGAR

Till Östersjöns klassiska miljöproblem sällar sig nu även klimatförändringarna. För enskilda arter utgör de redan nu det största hotet, till exempel för vikaresälen, som är beroende av långa perioder av havsis för sin överlevnad (bland annat gräver honan ut en snögrotta i packisen, där kuten föds).

Vi kan förvänta oss att klimatförändringarna kommer att påverka den biologiska mångfalden i Östersjön i allt högre grad. Redan

<sup>22</sup> Läs om beståndstatus, hälsa och miljögifter hos nio av Östersjöns stora marina däggdjur, sjöfåglar och fiskarter i rapporten "[Hur mår de stora djuren i Östersjön?](#)". Eleverna kan få i uppgift att fördjupa sig i var sitt djur och redovisa för varandra om hot och hälsostatus. Mer om miljögifterna i Östersjön finns i rapporten "[Miljögifter i Östersjön – en exposé](#)".



## Hot mot Östersjöns biologisk mångfald

(Fortsättning)

nu har forskarna sett hur värmeböljor helt tagit död på lokala bestånd av blåmusslor och ålgräs.

Globalt är de allvarligaste konsekvenserna av klimatförändringarna för havsekosystemen de varmare temperaturerna och försurning. I Östersjön är ytterligare syrebrist ett av de största klimathoten. En konsekvens av uppvärmningen är nämligen att syrebristen blir värre. Dels kan varmt vatten inte hålla lika mycket syre som kallt, dels går alla biologiska processer snabbare, inklusive nedbrytningen. Det ger en ännu större syreförbrukning nere vid botten.

Hur Östersjöns salthalt kommer att påverkas av klimatförändringarna är ännu en öppen fråga. Det beror på hur nederbörden och havsnivåerna förändras. En ökad nederbörd ger mer utsötat vatten, medan höjd havsnivå kan ge större inflöden av saltvatten genom de danska sunden.

### FLER HOT

Fler hot mot den biologiska mångfalden i Östersjön, utöver de största (övergödning, fiske, miljögifter, fysisk exploatering/störningar och klimatförändringar) finns listade under "Past and future threats" i Helcoms rödlista: <https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/BSEP140-1.pdf>. Det handlar bland annat om oljespill, plastskräp, sjukdomar, främmande arter, jakt (utöver fiske) och spöknät.<sup>23</sup> Oljeutsläpp kan ni läsa mer om här: [havet.nu/oljeutslapp](http://havet.nu/oljeutslapp).

<sup>23</sup> **Tips:** Listan kan användas som underlag för en diskussion i klassrummet, där eleverna får lista de miljöproblem de kan komma på, och försöka gradera deras betydelse. De kan också få diskutera vilka miljöproblem de själva har makt att påverka, och hur samhället behöver arbeta med de utmaningar som den enskilde inte kan rå på. En del miljöhot kan vara lokalt katastrofala (till exempel anläggandet av en småbåtshamn i en grund vik, med föregående muddring), medan andra (som övergödningen) är ett problem som drabbar nästan hela Östersjön (mindre i de norra delarna).

## KOPPLING TILL LÄROPLANEN

### GYMNASIET (LGY11)

#### Biologi

Ur ämnets syfte:

- Kunskaper om begrepp, teorier, modeller och arbetsmetoder.
- Förståelse av biologins betydelse i samhället.
- Utveckla ett naturvetenskapligt perspektiv på vår omvärld.
- Förmåga att arbeta teoretiskt och experimentellt.
- Naturvetenskapliga arbetsmetoder.

Exempel på centralt innehåll:

- Biologi 1 (Ekologi)
  - Ekosystemens struktur och dynamik samt populationers storlek, samhällens artrikedom och artsammansättning samt faktorer som påverkar detta. *Uppbyggnad av ekosystem utifrån trofiska nivåer och energiflöden. Indelning av olika livsmiljöer i havet. Om de specifika förutsättningarna i Östersjön såsom salthaltens påverkan, ekosystemets känslighet, biologisk mångfald inklusive genetisk mångfald. Jämförelser med landekosystem.*
  - Naturliga och av människan orsakade störningar i ekosystem, samt ekologiskt hållbar utveckling. *Östersjön som ett känsligt havsområde, och en överblick över hur människan påverkar Östersjön.*

#### Naturkunskap

Ur ämnets syfte:

- Kunskaper om naturvetenskapens roll i aktuella samhällsfrågor och i förhållande till hållbar utveckling.
- Kunskaper om olika livsstilar konsekvenser för miljön.

Exempel på centralt innehåll:

- Naturkunskap 1a1
  - Frågor om hållbar utveckling. *Om Östersjöns känsliga ekosystem, hur det är uppbyggt och fungerar. Övergripande hur människan påverkar ekosystemet.*

- Naturkunskap 1a2
  - Samband mellan människans livsstil och miljön. *Östersjön som ett känsligt havsområde och med exempel på människans påverkan på ekosystemet.*
- Naturkunskap 1b
  - Frågor om hållbar utveckling, samt samband mellan människans livsstil och miljön. *Östersjön som ett känsligt havsområde, hur det är uppbyggt och fungerar och med exempel på människans påverkan på ekosystemet.*

### ÅK 7–9 (LGR22)

#### Biologi

Ur ämnets syfte:

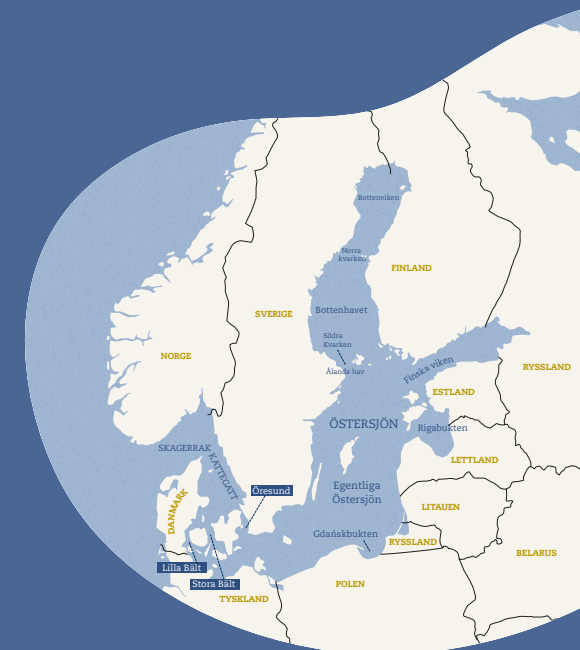
- Utveckla kunskaper om naturen.
- Använda begrepp och förklaringsmodeller för att beskriva och förklara samband.
- Få inblick i naturvetenskapens världsbild.

Exempel på centralt innehåll:

- Natur och miljö
  - Livets uppkomst, utveckling och mångfald samt evolutionens mekanismer. *Övergripande om evolutionära processer i Östersjön.*
  - Lokala ekosystem. *Östersjön som ett känsligt ekosystem. Hur det är uppbyggt och fungerar, inklusive trofiska nivåer och energiflöden. Indelning av olika livsmiljöer och jämförelser med landekosystem. Om de specifika förutsättningarna i Östersjön, exempelvis salthaltens påverkan.*
  - Människans påverkan på naturen lokalt. Betydelsen av biologisk mångfald och ekosystemtjänster. *Övergripande om människans påverkan på ekosystemet och på resurser i Östersjön.*

Faktaunderlaget är en del av **Lektionsbanken om Östersjön**, från Stockholms universitets Östersjöcentrum. I lektionsbanken finns också ett tillhörande bildspel och övningar för eleverna. Allt material är fritt att använda i din undervisning, så länge du anger källan.

Du hittar allt material på [su.se/lektionsbanken-om-ostersjon/](https://su.se/lektionsbanken-om-ostersjon/)



---

**Grafisk form:** Azote

**Illustrationer och grafik** där ej annat angivet: Azote och Östersjöcentrum

Med finansiering av stiftelsen BalticSea2020.