

Ostörda kustekosystem avgörande för att motverka klimatförändringar

Kustzonerna tillhör de områden på jorden som är mest effektiva när det gäller att ta upp och lagra in kol från atmosfären. Dessa livsmiljöer är därför viktiga verktyg för att motverka klimatförändringarna. Om miljöerna störs avger de i stället betydande mängder växthusgaser, vilket ytterligare förstärker den globala uppvärmningen. Omedelbara åtgärder behövs för att bevara och restaurera Östersjöns kustmiljöer och utnyttja dessa ekosystem för att motverka klimatförändringarna – i stället för att förstärka dem.

Kustzonerna, där land och hav möts, är områden med hög produktivitet och hög biologisk mångfald. I dessa miljöer påträffas ofta en mosaik av undervattensvegetation som utgör livsmiljö för många organismer, men dessa undervattensmiljöer spelar också en viktig roll i den globala kolcykeln (1). Kustekosystemen tar både upp och lagrar koldioxid – ofta kallat "blått kol" – från atmosfären och haven i betydligt högre andel per ytenhet än skogar på land (2,3). I dagsläget uppskattas kusternas upptag och inlagring av koldioxid till mellan fyra och tio ton koldioxid per hektar och år (4). Det är nästan hälften av den totala mängden kol som tas upp av havssedimenten, trots att kusterna utgör mindre än två procent av havens totala yta.

Tack vare denna unika bindningsförmåga spelar kusternas undervattensväxtlighet en central roll när det gäller att ta upp och binda koldioxid som annars skulle förbli i atmosfären och förstärka klimatförändringarna. Denna viktiga ekosystemtjänst förbises ofta, men det är dags att lyfta fram den som ett centralt argument för att bevara och restaurera kustmiljöer.

Långsiktig kolinlagring i kustnära sediment

Mangroveskogar, salta våtmarker och havsstrandängar samt sjögräsängar är typiska exempel på så kallade blått kol-ekosystem. Sådana ekosystem finns längs med kusterna på alla kontinenter förutom Antarktis, och de är mycket effektiva när det gäller att genom fotosyntesen ta upp koldioxid från atmosfären. De fångar också upp organiskt material från vattnet och växternas komplexa underjordiska stam- och rotsystem bidrar till deras förmåga att lagra stora mängder kol i havsbottens sediment (4). Ängar av ålgräs (*Zostera marina*) – ett sjögräs med stor kolinlagringsförmåga (7, 8) – är spridda längs Skandinavien och Östersjöns kuster. Andra kustnära undervattensmiljöer med blandad växtlighet och havsstrandängar anses även vara viktiga områden i Östersjön i avseende på kolinlagring (9). I ostörda områden kan denna växtlighet binda stora mängder kol, som vidare transporteras ner i bottensedimenten och lagras där över en längre tid.

Även makroalger som växer vid kusten kan ta upp stora mängder kol. I Östersjön är blåstången (*Fucus vesiculosus*) utbredd. Blåstången har hög biomassa och tillväxt och den dominerar ofta livsmiljöerna på grunda hårdbottnar, där den bidrar till kustens biologiska mångfald (10). Blåstången saknar rötter, och därmed förmågan att transportera kol ner till närliggande sediment. Havsströmmar och vågor kan däremot transportera tången ut på öppna havet, och kolet den innehåller kan på längre sikt lagras i andra kust- och djuphavssediment (11).

Till skillnad från de flesta jordar på land är havsbottens sediment i stort sett syrefria. Detta betyder att kolet som tillförs sedimenten bryts ner mycket långsamt och återförs till vattnet i form av koldioxid först efter en längre tid. Om mer sediment kontinuerligt ansamlas kan det organiska material som tillförts lagras

över en mycket lång tidsperiod, rentav över geologiska tidskalor. Det kol som hittas i kustnära sediment är dock ofta några tusentals år gammalt.

Störda kustmiljöer avger växthusgaser

Kustmiljöer över hela världen bidrar med många viktiga ekosystemtjänster. Dessa miljöer är dock i allt större utsträckning påverkade av klimatförändring och andra antropogena stressfaktorer såsom övergödning, kemiska föroreningar och fysisk exploatering. Förlusterna av viktiga blått kol-ekosystem beräknas just nu vara dubbelt så stora som förlusterna av skog; upp till en procent av deras totala yta går förlorad årligen.

När kustekosystemen degraderas eller försvinner går deras förmåga att fungera som kolsänkor förlorad. Förutom att koluttaget från atmosfären försämras innebär även förstörda blått kol-ekosystem att kol som lagrats i århundraden nu avges från ekosystemen till havet och atmosfären. Följaktligen blir de källor till de klimatrelevanta växthusgaserna koldioxid och metan – den sistnämnda en växthusgas med 45 gånger större global uppvärmningspotential jämfört med koldioxid (12).

Östersjöns kustmiljöer – redan kolkällor?

Det finns idag allt starkare bevis på att då områden på nordligare breddgrader värms upp, frigörs mer metan än tidigare, speciellt från "hotspots" såsom den arktiska tundran, vilket ytterligare förstärker klimatförändringarna. Mindre känt är det faktum att detsamma kan gälla även för de grunda kustzonerna i Östersjön.

Redan nu frigörs så mycket metan att utsläppen delvis uppväger den inlagring av blått kol som de kustnära områden globalt upprätthåller. I och med fortsatt urbanisering, övergödning och global uppvärmning (13), förväntas metanutsläppen även öka i framtiden. Mätningar i Östersjön under värmeböljan sommaren 2018 visade likaledes på rekordhöga nivåer av metanutsläpp från kustzonen (14). Eftersom denna typ av extrema väderhändelser förväntas bli vanligare i ett förändrat klimat, och Östersjöns kustmiljöer redan är starkt påverkade av övergödning, är det ytterst viktigt att skydda dessa miljöer från fortsatt störning, vilket kan förvandla dem till "hotspots" för växthusgasutsläpp.

Samtidigt är det viktigt att vi erhåller bättre kunskap om de faktorer som påverkar frigörelsen av metan i både naturliga och störda kustekosystem. Fortsatt Östersjöforskning kan förbättra förståelsen av blått kol-ekosystem globalt, eftersom Östersjön kan betraktas som en slags "tidsmaskin" för världens kustzoner (15). Östersjön påvisar snabbare effekterna av klimatförändring än hav i andra regioner, samtidigt som det är drabbat av andra antropogena stressfaktorer.

Rätt åtgärder kan återställa ekosystemen

Till skillnad från de förväntade metanutsläppen från den arktiska tundran är inte utsläppen av växthusgaser från kustekosystemen en irreversibel process. Även om uppvärmningen i sig förväntas leda till tillfälligt ökade utsläpp av metan, så kan detta motverkas genom att minska annan negativ påverkan.

Åtgärder för att minska övergödning och stoppa fysisk störning i grunda kustmiljöer kan leda till att kolinlagrande ekosystem såsom ålgräsängar och blåstångsbälten kan återetableras. Dessutom finns det i dagens läge metoder för att restaurera störda kustnära livsmiljöer. Dessa metoder används redan men kan snabbt skalas upp.

Blått kol bör beaktas i klimatarbetet

Det är allmänt känt att bevarandet och återställandet av kustekosystem är av stor betydelse för att motverka klimatförändringar (16). Enligt en färsk rapport från World Resources Institute kan naturliga kustekosystem minska de årliga nettutsläppen av växthusgaser med 1,4 miljarder ton koldioxidequivivalenter. Detta kan jämföras med de totalt 56 miljarder ton koldioxidequivivalenter som de årliga utsläppen av växthusgaser bör minskas med till år 2050 för att målen i Parisavtalet ska nås (17).

Genom att ta upp och lagra kol är kustekosystemen också tillgångar med ett monetärt värde. Till exempel för 2019, har kolinlagringen i Storbritanniens kustekosystem uppskattats vara värd 60 miljarder pund, vilket är ungefär tio gånger så mycket som det sammanlagda värdet av fiskfångsterna i samma vatten (18). För att utveckla politiska styrmedel som underlättar bevarandet av vegetationsklädda kustekosystem som en åtgärd för att motverka klimatförändringen, är dylika nationella utvärderingar nödvändiga. I de nordiska länderna saknar vi fortfarande kunskap om kollagring och om inlagringshastigheten i de kustnära ekosystemen. Vår kunskap om vad som händer med kolet efter en störning eller vart det försvinner är fortfarande begränsad. Eftersom existerande kunskapsluckor begränsar inkluderingen av blått kol i politikutvecklingen, så som koldioxidhandel och nationella inventeringar (19), är det viktigt att snarast börja fylla luckorna, särskilt med tanke på den snabba förlusten av många av dessa livsmiljöer.

Att upprätthålla naturliga kustekosystem är följaktligen inte bara viktigt för försörjningsmöjligheterna, livsmedelstryggheten, rekreationen och den biologiska mångfalden, utan det är också av stor vikt för att motverka klimatförändringarna. Om vi ska ha en chans att nå målen i Parisavtalet har vi inte råd att förlora mer av de kolinlagrande kustekosystemen eller låta viktiga livsmiljöer degraderas till utsläppskällor. I stället måste vi anstränga oss för att skydda och återställa dessa viktiga livsmiljöer så att Östersjöns kuster åter kan bli de kolsänkor som de har potential att vara.

Rekommendationer

Gynna ostörda kustekosystem genom att:

- minska mängden föroreningar av skadliga kemikalier och näringsämnen, särskilt i grunda områden och vikar,
- förhindra bottenstörande aktiviteter, såsom bottentrålfiske och muddring i kustområden,
- stoppa den pågående exploateringen av kusten genom att begränsa mängden nya byggnader och bryggor.

Restaurera störda men viktiga kolinlagrande kustekosystem, såsom ålgräsängar och blåstångsbälten.

Inkludera förvaltningen av kustekosystem i klimatpolitiken.

Stöd forskningen om livsmiljöer i Östersjön som tar upp blått kol.

Blått kol i kustmiljöer

Blått kol (Blue Carbon på engelska) är ett begrepp som beskriver det kol som tas upp från atmosfären och vattnet och lagras i kust- och havsekosystem. Liksom terrestra system, exempelvis skog ("grönt kol"), bidrar dessa ekosystem avsevärt till kolinlagring.

Upptaget av kol i kustnära områden och i världshaven kan både resultera i kortsiktig lagring i växters och algers biomassa, men huvudsakligen i långsiktig inlagring i havsbotten. Genom kontinuerlig sedimentering kan det organiska materialet begravas i botten sedimenten i årtusenden.

Bevarandet och restaureringen av kustnära ekosystem, särskilt havsstrandängar, sjögräsängar, mangroveskogar och makroalger, utgör utmärkta exempel på naturbaserade lösningar för att motverka klimatförändringar.

Sidonyttor med kustskydd och restaurering

Biologisk mångfald: Ostörda kustmiljöer upprätthåller ekosystem med hög biologisk mångfald.

Vattenkvalitet: Våtmarker och kustväxtlighet kan filtrera vatten, ta upp näringsämnen, förbättra vattenkvaliteten och producera syre.

Havsförurning: Kustvegetationen kan lokalt motverka låga pH-värden och kan därför utgöra ett möjligt hjälpmedel för att mildra konsekvenserna av havsförurningen.

Livsmedelsförsörjning: Kustens ekosystem bildar en lekplats och barnkammare för många kommersiellt viktiga fiskarter.

Rekreation och turism: Kusterna fungerar som attraktiva rekreativmiljöer som erbjuder många olika utomhusaktiviteter.

Baltic Bridge och CoastClim

Denna policy brief har tagits fram inom Baltic Bridge – ett strategiskt partnerskap mellan Stockholms universitet och Helsingfors universitet. Genom Baltic Bridge kombineras den starka ekologiska och processinriktade forskning som utförs vid Tvärminne zoologiska station med Östersjöcentrums expertis inom biogeokemi, modellering och kommunikation. En viktig del av samarbetet har varit forskning om interaktioner mellan kust och klimat. Denna forskning utvecklas nu inom CoastClim, Centre for coastal ecosystem and climate research, vars syfte är att kvantifiera olika delar av kolets kretslopp i kustnära områden genom att till exempel undersöka kolinlagringspotentialen i olika kustekosystem samt hur växthusgaser som frigörs från samma områden motverkar denna viktiga ekosystemtjänst.

References

1. C. M. Duarte, Reviews and syntheses: Hidden forests, the role of vegetated coastal habitats in the ocean carbon budget. *Biogeosciences*. **14**, 301–310 (2017).
2. C. Nellemann, E. Corcoran, *Blue carbon: the role of healthy oceans in binding carbon: a rapid response assessment* (UNEP/Earthprint, 2009).
3. C. M. Duarte, I. J. Losada, I. E. Hendriks, I. Mazarrasa, N. Marbà, The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation. *Nat. Clim. Chang.* **3**, 961–968 (2013).
4. E. Mcleod, G. L. Chmura, S. Bouillon, R. Salm, M. Björk, C. M. Duarte, C. E. Lovelock, W. H. Schlesinger, B. R. Silliman, A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Front. Ecol. Environ.* **9**, 552–560 (2011).
5. Blue Carbon Initiative, Mitigating climate change through coastal ecosystem management, (available at <https://www.thebluecarboninitiative.org>).
6. S. Solomon, G.-K. Plattner, R. Knutti, P. Friedlingstein, Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **106**, 1704–1709 (2009).
7. C. Boström, S. Baden, A. Bockelmann, K. Dromph, S. Fredriksen, C. Gustafsson, D. Krause-Jensen, T. Möller, S. L. Nielsen, B. Olesen, J. Olsen, L. Pihl, E. Rinde, Distribution, structure and function of Nordic eelgrass (*Zostera marina*) ecosystems: implications for coastal management and conservation. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* **24**, 410–434 (2014).
8. M. E. Röhr, C. Boström, P. Canal-Vergés, M. Holmer, Blue carbon stocks in Baltic Sea eelgrass (*Zostera marina*) meadows. *Biogeosciences*. **13**, 6139–6153 (2016).

9. K. M. Attard, I. F. Rodil, R. N. Glud, P. Berg, J. Norkko, A. Norkko, Seasonal ecosystem metabolism across shallow benthic habitats measured by aquatic eddy covariance. *Limnol. Oceanogr. Lett.* **4**, 79–86 (2019).
10. K. Torn, D. Krause-Jensen, G. Martin, Present and past depth distribution of bladderwrack (*Fucus vesiculosus*) in the Baltic Sea. *Aquat. Bot.* **84**, 53–62 (2006).
11. A. Ortega, N. R. Geraldi, I. Alam, A. A. Kamau, S. G. Acinas, R. Logares, J. M. Gasol, R. Massana, D. Krause-Jensen, C. M. Duarte, Important contribution of macroalgae to oceanic carbon sequestration. *Nat. Geosci.* **12**, 748–754 (2019).
12. S. C. Neubauer, J. P. Megonigal, Moving Beyond Global Warming Potentials to Quantify the Climatic Role of Ecosystems. *Ecosystems.* **18**, 1000–1013 (2015).
13. J. A. Rosentreter, A. V. Borges, B. R. Deemer, M. A. Holgerson, S. Liu, C. Song, J. Melack, P. A. Raymond, C. M. Duarte, G. H. Allen, D. Olefeldt, B. Poulter, T. I. Battin, B. D. Eyre, Half of global methane emissions come from highly variable aquatic ecosystem sources. *Nat. Geosci.* (2021), doi:10.1038/s41561-021-00715-2.
14. C. Humborg, M. C. Geibel, X. Sun, M. McCrackin, C.-M. Mörth, C. Stranne, M. Jakobsson, B. Gustafsson, A. Sokolov, A. Norkko, J. Norkko, High Emissions of Carbon Dioxide and Methane From the Coastal Baltic Sea at the End of a Summer Heat Wave. *Front. Mar. Sci.* **6**, 1–14 (2019).
15. T. B. H. Reusch, J. Dierking, H. C. Andersson, E. Bonsdorff, J. Carstensen, M. Casini, M. Czajkowski, B. Hasler, K. Hinsby, K. Hyytiäinen, K. Johannesson, S. Jomaa, V. Jormalainen, H. Kuosa, S. Kurland, L. Laikre, B. R. MacKenzie, P. Margonski, F. Melzner, D. Oesterwind, H. Ojaveer, J. C. Refsgaard, A. Sandström, G. Schwarz, K. Tonderski, M. Winder, M. Zandersen, The Baltic Sea as a time machine for the future coastal ocean. *Sci. Adv.* **4** (2018), doi:10.1126/sciadv.aar8195.
16. P. I. Macreadie, A. Anton, J. A. Raven, N. Beaumont, R. M. Connolly, D. A. Friess, J. J. Kelleway, H. Kennedy, T. Kuwae, P. S. Lavery, C. E. Lovelock, D. A. Smale, E. T. Apostolaki, T. B. Atwood, J. Baldock, T. S. Bianchi, G. L. Chmura, B. D. Eyre, J. W. Fourqurean, J. M. Hall-Spencer, M. Huxham, I. E. Hendriks, D. Krause-Jensen, D. Laffoley, T. Luisetti, N. Marbà, P. Masque, K. J. McGlathery, J. P. Megonigal, D. Murdiyarsa, B. D. Russell, R. Santos, O. Serrano, B. R. Silliman, K. Watanabe, C. M. Duarte, The future of Blue Carbon science. *Nat. Commun.* **10**, 1–13 (2019).
17. O. Hoegh-Guldberg, K. Caldeira, T. Chopin, S. Gaines, P. Haugan, M. Hemer, J. Howard, M. Konar, D. Krause-Jensen, E. Lindstad, “The Ocean as a Solution to Climate Change: Five Opportunities for Action” (Washington, DC, 2019), (available at <https://www.oceanpanel.org/climate>).
18. U. Office for national statistics, “Marine accounts, natural capital, UK: 2021” (2021), (available at <https://www.ons.gov.uk/economy/environmentalaccounts/bulletins/marineaccountsnaturalcapitaluk/2021>).
19. S. Thomas, Blue carbon: Knowledge gaps, critical issues, and novel approaches. *Ecol. Econ.* **107**, 22–38 (2014).