



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

---

# GRØNT INDBLIK

ÅRSBERETNING 2023

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

<b>Titel</b>	Grønt indblik, Årsberetning 2023
<b>Udgiver</b>	DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus universitet
<b>URL</b>	dce.au.dk
<b>Udgivelsesår</b>	2024
<b>Redaktion afsluttet</b>	Juni
<b>Redaktion</b>	Hanne Bach Kirsten Bang
<b>Skribenter</b>	Hanne Bach Kirsten Bang Michael Strangholt Jeppe Kyhne Knudsen
<b>Design og layout</b>	Digisource, Viborg
<b>Tryk</b>	Digisource, Viborg
<b>Forside</b>	Kødfarvet Gøgeurt i rigkær på Eskebjerg Vesterlyng. Foto: Peter Wind
<b>Sideantal</b>	46
<b>Internetversion</b>	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DCE's hjemmeside dce.au.dk/udgivelser

4	FORORD	
6	TVÆRGÅENDE AKTIVITETER	
	Marint affald ved de danske kyster . . . . .	6
8	ARTER OG TØR NATUR	
	Friluftsliv og vilde dyr . . . . .	8
	Bestanden af rådyr i kraftigt fald . . . . .	10
	DCE genvinder stor kontrakt om vildtforvaltning . . . . .	11
	Bog om overvågningen af vildtvoksende orkidéer i Danmark . . . . .	12
13	SØER OG VANDLØB	
	Bedre vandkvalitet og genopretning af Lyngsø økosystem . . . . .	13
	Store muligheder for naturbaserede løsninger på klima- og miljøkrisen i Norden . . . . .	14
15	HAV OG FJORDE	
	Marsvinebestand i de indre danske farvande er faldende . . . . .	15
	Iltsvind er fortsat et problem . . . . .	16
	Miljøkonsekvenser ved havvind . . . . .	18
20	ARKTISK NATUR, MILJØ OG KLIMA	
	Ustabile forår presser dyr og planter i Arktis . . . . .	20
	Sandsugning og ålegræs i Grønland . . . . .	21
21	RÅSTOFUDNYTTELSE I GRØNLAND	
	Regionale baggrundsundersøgelser for mineaktiviteter bidrager til overblik over den nyeste viden om natur og miljø i Grønland. . . . .	22
24	LUFTKVALITET, DEPOSITION OG MODELLERING	
	Nyeste data om luftforureningen i Danmark på Danmarks Miljøportal. . . . .	24
	Nye luftkrav rammer vejnettet . . . . .	27
28	EMISSIONSOPGØRELSE FOR LUFTFORURENING OG KLIMAGASSER	
	Udslip af drivhusgasser fra organiske jorder mindre end hidtil forventet . . . . .	28
	Udtagning af lavbundsjord kan bidrage til øget biodiversitet . . . . .	30
	Udledning af drivhusgasser fra affald . . . . .	32
34	KEMI OG RISIKO	
	Bomber fra 2. verdenskrig lækker TNT ud i danske farvande . . . . .	34
	PFAS-monitoring i grønlandske dyr. . . . .	36
38	SAMFUND, MILJØ OG RESSOURCER	
	Sæt værdi på parker og natur. . . . .	38
	Fosforindsats i søer kan planlægges mere effektivt med ny model . . . . .	39
40	KLIMA	
	Solpaneler ja tak - hvis det betaler sig. . . . .	40
	Klimatilpasning i netværk af kommuner, virksomheder, universiteter og region . . . . .	41
42	NØGLETAL	

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi ved Aarhus Universitet varetager universitetets forskningsbaserede rådgivning af danske myndigheder og andre interessenter på områderne natur, miljø, klima og energi.

Vi leverer viden og rådgivning om alt fra insekter, skove og marsvin til iltsvind i havet, miljøfarlige forurenende stoffer og luftforurening. DCE's leverancer sker i form af notater og videnskabelige og tekniske rapporter til ministerier, andre myndigheder, Grønlands Selvstyre, EU og private virksomheder og organisationer.

DCE har i 2023 atter leveret det årlige overblik over Danmarks natur i form af NOVANA-rapporterne. Vi har også dokumenteret de faldende bestande af marsvin og råvildt, belyst friluftslivets påvirkning af vilde dyr, leveret oversigter over iltsvind i havet og meget mere. Alt sammen noget, du kan læse mere om i dette nummer af Grønt indblik - DCE's forårsberetning 2023.

Rådgivningen er baseret på primært den forskning og forskningsbaserede overvågning, som medarbejderne ved institutterne Miljøvidenskab og Ecoscience udfører. Forskningen, der ligger til grund for myndighedsrådgivningen, udføres i nationale og internationale samarbejder - primært med andre forskningsinstitutioner, men også med eller for virksomheder og interesseorganisationer. Forskningen vurderes ved peer review og publiceres internationalt.

Som det hidtil eneste universitet i Europa udføres den forskningsbaserede rådgivning fra DCE - og på landbrugsområdet DCA - ved Aarhus Universitet under et ISO 9001-certificeret kvalitetsledelsessystem. Systemet sikrer forskningskvaliteten, uafhængighed og armslængdeprincippet til opdragsgiverne, og det garanterer desuden åbenhed omkring kilder, metoder og resultater.

På den måde kan alle følge med i det faglige grundlag for en forvaltningsmæssig eller politisk afgørelse, når myndigheder baserer deres beslutninger på resultater fra DCE. Det gælder også for private virksomheder, som eksempelvis ønsker af udvikle deres klimaopgørelser eller organisationer, som vil have et fagligt grundlag til deres arbejde.

Hvis dette vækker din nysgerrighed, kan du læse endnu mere på centrets hjemmeside [www.dce.au.dk](http://www.dce.au.dk) og tilmelde dig DCE's Nyhedsbrev "Nyt fra DCE" for at følge med i vores arbejde.

God læselyst!

Maria Sommer Holtze  
Direktør



Maria Sommer Holtze  
Foto: Jakob Kjøller



# Marint affald ved de danske kyster

Belastningen med plast og andet affald i miljøet betragtes i dag som en væsentlig presfaktor i forskellige økosystemer, og stor fokus er især på påvirkninger i de marine miljøer, både på kysterne og til havs.

Snor, slikpapir og hård plast er blandt en kedelig top-20 over typer af affald, som driver i land på strande i Danmark. Forskere fra DCE har gjort status over, hvor meget affald, der i 2023 er skyllet i land på i alt otte danske strande – de såkaldte overvågningsstrande. Særligt på strande ud mod Nordsøen og Skagerrak blev der fundet meget marint affald. Her fandt man i snit 360 stykker marint affald på hver 100 meter strand. På stranden ved Skagen fandt man 74 % af alle de 8245 genstande, der blev fundet ved overvågningsstrandene. Omvendt fandt man "kun" 50 stykker affald på strande ved Østersøen for hver 100 meter. For Gudmindrup strand, som er den eneste strand beliggende i Storebælt i overvågningsprogrammet og Brøndby Strand, viste årets tællinger 81 genstande per 100 m.

Affald bestående af plastik udgjorde den overvejende del af det marine affald på alle strandene med i gennemsnit 91 % af alle registrerede genstande (ekskl. paraffin, madrester og lign.) i 2022. Blandt de 20 hyppigste affaldstyper (på top20-liste) var bl.a. forskellige typer af uidentificerbare fragmenter af plast og skumplast. Derudover var bl.a. snor og sejlgarn (diameter <1 cm), samt forskellige typer af engangsplastik f.eks. slikpapir/chips-posere og vatpinde generelt udbredt på de danske overvågningsstrande. Havbaseret affald, fortrinsvist fra fiskeriaktiviteter, udgjorde en relativt stor mængde af affaldet ved strandene i Nordsøen/Skagerrak med en andel på 25 % af det totale affald.

De to badestrande ved byerne Brøndby og Gudmindrup adskilte sig fra de andre referencestrande, ved at hyppigheden for en række affaldsgenstande var større, og de må formodes at stamme fra aktiviteter på selve stranden herunder cigaretskod og filtre, metalkapsler, legetøj mm. Især i Nordsøen og Skagerrak kommer en stor del af affaldet også fra andre lande. En nærmere undersøgelse af læselige mærkater på emballageplastik skyllet op på kysterne i Skagerrak viste ud at kun ca. 1/3 kunne tilskrives en Nordisk oprindelse, mens ~1/3 kom fra andre Nordsølande, og den sidste 1/3 kun stedfæstes til lande uden for Nordsøen og derfor formentlig transporteret med skibe eller ført dertil langvejsfra med havstrømme.

Den årlige overvågning siden 2016 viser at der i de senere år er begyndt at skylle væsentligt mindre affald op på strandene sammenlignet med tidligere i flere områder, hvor

mængderne er blevet mere halveret. Niveauet er dog stadig højere end den regionalt baserede tærskelværdi på 20 affaldsgenstande per 100 m., som er fastsat af EU. Den regionalt koordinerede overvågning i Østersøen og Nordsøen har også fundet tilsvarende aftagende tendenser i mængden af affald på kysterne, hvilket formentlig kan tillægges den generelt øgede offentlige fokus på problemstillingerne med plastaffald i havmiljøet.

Andre undersøgelser har fokuseret på betydningen af plastaffald for havfugle i Danmark. Plast og andet marint affald kan bl.a. påvirke havfugle ved indtagelse eller ved at de bliver viklet ind i det. Stormfuglen mallebuk (Fulmarus glacialis) er en art der på grund af sin fødesøgningsadfærd kan have et højt indtag af plast. Den er derfor udvalgt som regional miljøindikator for affald indtaget af havdyr. Den bidrager dermed til vurderinger af belastningen og miljøpåvirkninger af marint affald i Nordsøområdet. Disse fugle overvåges både nationalt og regionalt med forbindelse til internationale overvågningsaktiviteter. Denne overvågning fokuserer på indtag af marint affald i dødfundne strandede mallebukker, hvor resultaterne sammenholdes med tærskelværdi, som er fastsat ved, at højst 10 % af fuglene må indeholde mere end 0,1 gram plastpartikler i deres maver. I en undersøgelse, udført for Miljøstyrelsen af Aarhus Universitet i samarbejde med Skagen Fuglestation under Dansk Ornitologisk Forening (DOF), blev forekomsten af plast i maverne undersøgt på 24 strandede mallebukker. Der blev indsamlet fugle på strande ved Skagen i perioden fra februar 2022



Død mallebuk fundet på Skagen strand  
Foto: Skagen Fuglestation



Foto: Jakob Strand

til marts 2023. Fuglene blev indsamlet under strukturerede indsamlingsture og mere tilfældigt af strandgæster. Denne indsamlingsstrategi med fokus på vinterindsamlinger og opfordring til offentlig rapportering af fund af strandede fugle førte til en mere vellykket indsamling af mallebukker sammenlignet med tidligere år. Resultaterne viste, at 79 % af de undersøgte mallebukker havde indtaget plastik, og 42 % overskred tærsklen på 0,1 gram. En død mallebuk, indsamlet i marts 2022, havde i alt 17,8 gram marint affald i maven, hvilket er et meget højt indhold og det var formentlig årsag til fuglens død. Mængden af affald i den-

ne fugl er kun overgået af en tidligere undersøgt fugl fra Nordsøen blandt samtlige tidligere indrapporterede data siden 2002. To andre fugle fundet i 2022-23 rangerede også blandt de 10 højeste for, hvad der tidligere er rapporteret for Nordsøen. Denne undersøgelse bekræfter det vedvarende problem med forurening med marint affald, der påvirker mallebukker i Nordsøregionen. En fortsættelse af denne overvågning af fugle fra Skagen vil bidrage til at kaste mere lys over de fremtidige tendenser inden for denne type af forurening i Skagerrak-området. Resultaterne understreger behovet for løbende overvågning, som også kan bidrage med viden til brug for indsatser målrettet til at tackle miljøpåvirkningen af marint affald i havmiljøet.



Læs mere her:

Overvågning af marint affald på danske strande i 2023: Mængder, sammensætning og tidlig udvikling:

[TR299.pdf \(au.dk\)](#)

A source assessment of marine litter in the Skagerrak sub-region: Outcome of an international litter ID workshop 2022

[TR298.pdf \(au.dk\)](#)

Forekomst af indtaget marint affald i havfuglen mallebuk fra Skagerrak - Undersøgelser af strandede fugle fra Skagen 2022-23

[TR296.pdf \(au.dk\)](#)

Affald på Skagen strand  
Foto: Ryan Metcalfe

# Friluftsliv og vilde dyr

En række steder i Danmark er udlagt som Natura 2000 områder – arealer med særlig beskyttelse af bl.a. fugle og pattedyr, men denne beskyttelse sikrer ikke nødvendigvis arterne mod forstyrrelser. Et stadigt stigende fritidsliv i naturen giver øget pres på dyrelivet, også i Natura 2000-områderne, om end der i mange af disse er områder, som er omfattet af såkaldte reservatbekendtgørelser. Paddleboards, kajakroning og drageflyvning er blandt de aktiviteter, som kan skræmme dyrelivet i naturen. Nu er forskere fra DCE kommet med en række anbefalinger til at opdatere bekendtgørelserne for aktiviteter i beskyttede reservater.

Sæler flygter ud i vandet væk fra to hesteryttere Fanø ved Galgedyb  
Foto: Emilie Nicoline Stepien

Den menneskelige aktivitet i naturen har ændret sig, siden mange af reservatbekendtgørelserne sidst blev revideret. En meget stor andel af reservaterne i Danmark blev oprettet i 1990'erne, mens andre allerede eksisterende reservaters bekendtgørelser blev revideret i samme periode. Dengang var det især forstyrrelser af dyrelivet forårsaget af jagt, windsurfing og motorbådssejlads, der var fremherskende, og derfor blev restriktioner mod disse aktiviteter indbygget i de fleste bekendtgørelser. Men den menneskelige adfærd i naturen har ændret sig siden da. Kitesurfing blev udbredt i Danmark op gennem 00'erne, og er ifølge forskningen i dag en af de mest forstyrrende aktiviteter for ynglefugle og vandfugle. Kajakroning er blevet meget populært, ligesom udstyret er forbedret, så man kan sejle i en langt større del af året. Og på et stand-up paddleboard kan man bevæge sig i områder, hvor mennesker ellers næsten ikke kommer. Drageflyvning, hundeluftning og robådssejlads er også med på listen over de mange aktiviteter, som påvirker ikke kun fugle, men også f.eks. sæler og marsvin. Men også øget havturisme, sejlads og en række andre aktiviteter er vurderet i forhold til dyrebekendtgørelserne.

DCE har for Miljøstyrelsen foretaget en gennemgang af udkastene til Natura 2000-planerne, for at se på i hvilke områder en ny eller revideret reservatbekendtgørelse kan være et middel til at forbedre beskyttelsen af fugle og pattedyr overfor menneskelige forstyrrelser. I hvert af de udpegede Natura 2000-områder er beskyttelsen af en række dyrearter vurderet og det belyses, hvilke mulige tiltag der kan laves for bedre at beskytte dyrene. For fuglenes vedkommende anbefaler forskerne i rapporten, at der "bør eller kan overvejes" nye beskyttelsestiltag af hensyn til 23% af de arter, der er omfattet af de 756 udpegninger for fugle. Forskerne bag rapporterne anbefaler, at man især bør sikre kolonirugende arter af kystfugle bedre i yngletiden, og sikre fældende flokke af knopsvaner og dykænder mere fred om sommeren. For sæler anbefales det generelt i 86% af de undersøgte områder, at man skal sikre, at rekreative aktiviteter holder større afstand til sælernes yngle- og fældepladser. For marsvin går forslag til beskyttelsestiltag hovedsageligt ud på at minimere forstyrrelser fra skibstrafik og fiskeri i alle habitatområder udpeget af hensyn til arten.

Læs mere her i de tre rapporter med overskriften "Vurdering af forstyrrelsestrusler i Natura 2000-områderne - opfølgning på Natura 2000-planer for perioden 2022-2027":

**Del I - litteraturgennemgang, introduktion og generel beskrivelse af problemstillinger, generelle anbefalinger**

[SR510.pdf](#)

**Del II områdegennemgang - Jylland, Nordsøen og Kattegat**

[SR511.pdf](#)

**Del III områdegennemgang - Øerne med Bælthavene og Østersøen**

[SR512.pdf](#)

Almindelige ryler forstyrres af bil på Fanø.  
Foto: Kim Fischer



Fuglenes potentielle yngleområder på strandene på Fanø og Rømø bruges til mange rekreative formål, deriblandt opsætning af drager. Foto: Kim Fischer

# Bestanden af rådyr i kraftigt fald

Efter at have været i stort set permanent fremgang i det meste af det 20. århundrede, blev rådyret i Danmark gennem mange år betragtet som en forvaltningsmæssig succes.

Siden 2009 er vildtudbyttet for rådyr imidlertid faldet med 42 %, uden nogen ved hvorfor. På denne baggrund har Miljøstyrelsen efter ønske fra Vildtforvaltningsrådet bestilt en udredning fra DCE over de danske rådyrbestandes tilstand og udvikling ud fra tilgængelige data.

I rapporten "Bestandsanalyse af danske rådyr" analyserer forskere fra Aarhus Universitet bestandsdata for rådyr baseret på vildtudbyttestatistikken (1955-2020) og påkørsler i trafikken (2003-2019) med henblik på at beskrive bestandens sammensætning og status samt variation i tid og rum. Beskrivelserne er lavet med særlig fokus på at tilvejebringe viden, som fremadrettet kan forklare nedgangen i det nationale vildtudbytte.

Modsat Danmark, hvor det nationale vildtudbytte er faldet siden 2009, har vildtudbyttene i Sydnorge, Sydsverige og Nordtyskland i perioden været stabile.

Forskerne bag rapporten konkluderer dog, at de seneste to årtiers tilbagegang næppe skyldes øget prædation af for eksempel ræv, konkurrence med andre hjortearter eller vejrforhold, men muligvis en epidemisk sygdom i kombination med eller afledt af faldende økologisk bæreevne.

Den nuværende nedgangsperiode indtraf først på Fyn i 1996 og senest i Nordjylland i 2013. Markante regionale fald i enkelte år tyder på drastiske demografiske hændelser, såsom dødelige sygdomsudbrud. For eksempel viste vildtudbyttet på Fyn et fald på 23% på et enkelt år.

Rapporten viser også, at nedlagte rålam i gennemsnit blev 3 % tungere fra 2013 til 2020, hvilket kunne tyde på en svagt forbedret fødesituation. Men når tallene korrigeres statistisk for en negativ effekt af bestandstæthed, som jo faldt i perioden, faldt (den nu tæthedskorrigerede) vægt for både lam og ældre dyr fra 2013 til 2020, hvilket tyder på faldende økologiske bæreevne.

Antal lam per rå i vildtudbyttestatistikken var positivt korreleret med andelen af 2+ årige råer med en vægt på over 14 kg, når indvolde er fjernet, men ikke med bestandenes vækstrate. Dette kan ifølge rapporten indikere, at bestandenes faldende vækstrater i højere grad har været drevet af dødelighed end af tæthedsafhængige reproduktionsrater.

Hvis de bestandsbiologiske årsager til den fortsatte bestandsmæssige tilbagegang skal findes, forudsætter det ifølge rapporten målrettende bestandsbiologiske undersøgelser af mærkede dyrs overlevelse, reproduktion og adfærd i nutidens danske landskaber.

Læs hele rapporten "Bestandsanalyse af danske rådyr" [SR542.pdf \(au.dk\)](#)

# DCE genvinder stor kontrakt om vildtforvaltning

DCE har vundet konkurrencen om det seneste udbud inden for myndighedsrådgivning for Miljøministeriet på vildtområdet. Dermed fortsætter et stærkt forskningsmiljø med 75 års historie.

Vildtforvaltningen i Danmark vil også i de kommende seks år blive understøttet af forskning og rådgivning fra DCE med Ecoscience på Aarhus Universitet som udførende institut. Forskning og myndighedsrådgivning til vildtforvaltningen har en samlet værdi på op til 22 millioner kroner årligt fra 2024 til og med 2029, med mulighed for forlængelse i op til fire år. Den samlede værdi af kontrakten er derfor op til 220 mio. kr.

Det er tredje gang i træk DCE vinder opgaven i åben konkurrence, efter opgaven blev udbudt første gang i 2011. Dermed ligger opgaven fortsat forankret i det stærke fagmiljø, der har varetaget vildtforskning og -rådgivning uafbrudt siden 1949, hvor Vildtbiologisk Station blev oprettet. DCE har dermed fortsat Danmarks største og stærkeste forskningsmiljø med fokus på anvendt forskning i relation til arts-, jagt- og vildtforvaltning i Danmark og internationalt.

Udbuddet af opgaver dækker over forskning og rådgivning inden for forvaltning af fugle samt hav- og landpattedyr, herunder forvaltning af jagt, håndtering af konflikter, og menneskeskabte påvirkninger af arterne, fx i relation til rekreative aktiviteter.

Den viden, som opbygges gennem forskningen, understøtter forvaltningen. Som et led i arbejdet udarbejdes blandt andet Vildtudbyttestatistikken, en årligt tilbagevendende opgørelse over, hvor mange dyr der nedlægges ved jagt i Danmark. Det samme gælder Vingeundersøgelsen, en frivillig ordning for jægere, der sender én vinge fra bestemte nedlagte vandfuglearter til Ecoscience til brug for overvågning og fastsættelse af jagttider for fuglebestande.

Myndighedsrådgivningen under vildtkontrakten mellem Miljøstyrelsen og DCE omfatter blandt andet forskning og rådgivning inden for:

- Forvaltning af truede og almindelige arter
- Jagt som forvaltningsredskab og dens indvirkning på bestandene
- Betydningen af sygdomme, epidemier og miljøfremmede stoffer for bestandenes sundhed
- Invasive arters og konflikters udbredelse og bestandsudvikling samt deres forvaltning
- Betydningen af menneskabte effekter i form af fx friluft- og anlægsaktiviteter
- Sociologiske aspekter i forbindelse med forvaltning af pattedyr og fugle

# Bog om overvågningen af vildtvoksende orkidéer i Danmark

"Vildtvoksende orkidéer – om orkidéovervågningen i Danmark" er titlen på seneste bog i serien Miljøbiblioteket, som udgives af Aarhus Universitetsforlag i samarbejde med DCE. Bogen handler om, hvordan man i mere end 35 år har overvåget udvalgte bestande af orkidéer i Danmark i det nationale orkidéovervågningsprogram, der blev iværksat i 1987. Der er tale om et enestående program, idet det er det første af sin art, hvor en hel plantefamilie er blevet overvåget nationalt.

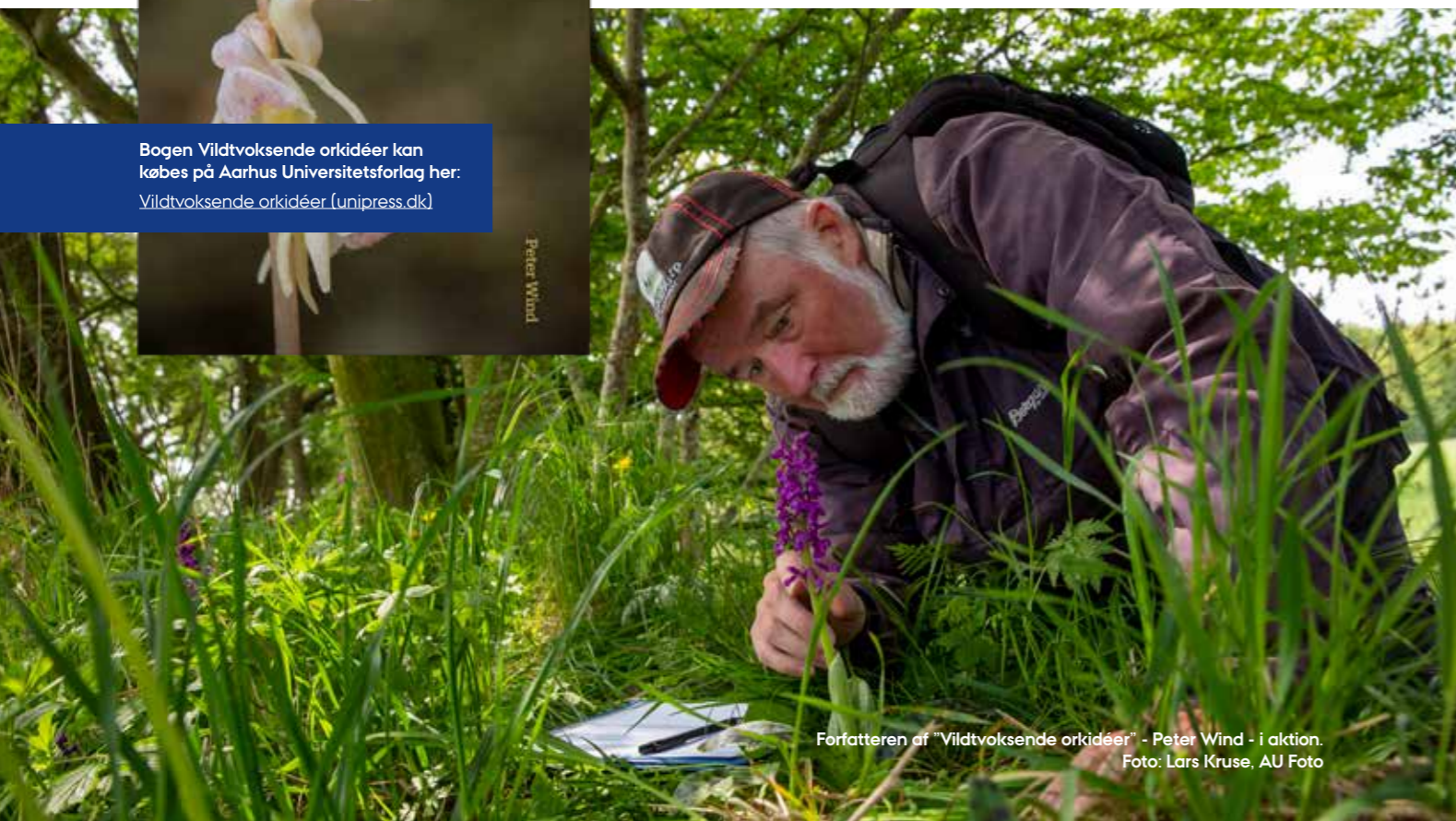
Bogen præsenterer overvågningsprogrammet og gør rede for dets resultater, men giver også ordet til en række af programmets trofaste overvågere, som fortæller om deres fascination for de smukke og sarte planter. En fascination, de ikke er ene om.

Overvågningsprogrammet omfatter både de mere almindelige og de mere sjældne danske orkidéer. Mindst 200 personer har brugt mange arbejdstimer eller frivillig tid på at opsøge de udvalgte bestande af orkidéer over hele landet og foretage de årlige optællinger af blomstrende og i mange tilfælde ikke-blomstrende (vegetative) planter. Samtidig har de beskrevet tilstanden på voksestederne.

Orkidéer har en bred bevågenhed i befolkningen og har ofte trukket overskrifter i medierne. Hovedparten af de hjemlige orkidéers eksistens i den danske flora er truet, og alle vildtvoksende orkidéer er fredede og må derfor hverken plukkes, beskadiges eller graves op.



Bogen Vildtvoksende orkidéer kan købes på Aarhus Universitetsforlag her: [vildtvoksende.orkideer.unipress.dk](http://vildtvoksende.orkideer.unipress.dk)



Forfatteren af "Vildtvoksende orkidéer" - Peter Wind - i aktion. Foto: Lars Kruse, AU Foto

# Bedre vandkvalitet og genopretning af Lyngsø økosystem

En ny metode til restaurering af søer, hvor der både fjernes fredfisk og fældes for fosfor er anvendt i den 10 hektar store Lyngsø ved Silkeborg. Restaureringen fandt sted i 2021-2022, hvor omkring 70 % af fredfiskene blev fjernet samtidigt med, at der blev tilsat et særligt fosforfældende produkt. Ideen var at mindske algemængden og dermed øge søens sigtdybde ved at reducere tilgængeligheden af fosfor og øge andelen af dafnier, som filtrerer vandet. Sidstnævnte ved at reducere mængden af de fisk, som æder dafnier.

Klarere vand og mindre næring er de første dokumenterede resultater fra undersøgelser udført af forskere ved DCE. Efter blot to år er den sommergennemsnitlige sigtdybde øget betydeligt - fra mindre end to meter i de tre år før indgrebet til omkring tre meter i de to år efter restaureringen. Samtidig er koncentrationen af fosfor i overfladevandet reduceret markant. Fiskebestanden var også efter opfiskningen domineret af skaller, men både antalmæssigt og vægtmæssigt kunne der fanges væsentligt færre end før opfiskningen.

Restaureringen bestod af to indgreb: En omfattende opfiskning af fredfisk - primært skaller og brasen - og en behandling med et særligt lerholdigt produkt, kaldet Phoslock, der for første gang er anvendt i Danmark. I alt blev der fjernet 1,4 ton fredfisk fra søen for på den måde at øge mængden af dafnier og deres mulighed for at holde vandet fri for alger via deres filtrering. Desuden blev der tilsat 44 tons Phoslock indeholdende grundstoffet lanthan, der har evnen til at binde fosfor, og dermed kan gøre algernes vækst mere fosforbegrænset.

I de første måneder efter Phoslocktilsætningen var der forhøjede koncentrationer af lanthan i overfladevandet, men efter fem måneder kunne der ikke længere måles lanthan i overfladevandet. Næsten alt det udbragte lanthan kunne genfindes i sedimentet, men størstedelen kunne genfindes på stationen, der repræsenterer de dybeste områder af søen. Phoslock nedblandes relativt hurtigt i de øverste lag af sedimentet. I sedimentet skete der efter restaureringen et skift i fosforformerne i retning af mindre koncentration af mobile former og flere immobilt bundne former.



Undersøgelser ved Lyngsø Foto: Martin Søndergaard

Læs rapporten Restaureringen af Lyngsø: [SR573.pdf](http://SR573.pdf) (au.dk)

## Store muligheder for naturbaserede løsninger på klima- og miljøkrisen i Norden

Naturbaserede løsninger (NBS) går ud på at (gen)skabe naturens egne funktioner. For eksempel kan grønne områder og regnvandsbassiner i byer absorbere regnvand og dermed hindre store oversvømmelser ved kraftige regnskyl. Som ekstra gevinst får en række arter nye levesteder, og der kan skabes rekreative områder for mennesker. I de nordiske landene vokser både kendskabet til og brugen af naturbaserede løsninger. Målet er at bruge naturens egne kræfter til at forbygge klimaændringer, bidrage til klimatilpasning og til at løse andre miljømæssige udfordringer, herunder også at skabe plads til biologisk mangfoldighed. Det kan ske enten ved at sikre eller genoprette økosystemer eller ved at imitere naturlige funktioner i et bestemt område.

Men det kræver klare politiske beslutninger, planlægning, fælles standarder og tydelige finansieringsmuligheder. Det viser en ny forskningsrapport for Nordisk Ministerråd, som forskere fra Aarhus Universitet sammen med kolleger fra Norge, Sverige, Finland og Island har udarbejdet. Arbejdet er en del af resultaterne fra projektet S-ITUATION, som er finansieret af Nordisk Ministerråd. Dette er det første af fem projekter i det nordiske program for forskning i naturbaserede løsninger. Forskerne har kortlagt eksisterende projekter om naturbaserede løsninger i Norden. Baseret på gennemgang af videnskabelig litteratur, rapporter og politik-dokumenter i de nordiske lande, er der formuleret en række anbefalinger, som kan styrke arbejdet med naturbaserede løsninger. Hovedpointerne fra arbejdet var følgende:

- Der er behov for fælles standarder og retningslinjer for at støtte øget vedtagelse af naturbaserede løsninger, herunder fastsættelse af klare biodiversitetsmål.

- Brug af en global standard som den, der er udviklet af IUCN (International Union for Conservation of Nature), kan bidrage til at løse flere udfordringer i forbindelse med implementering af naturbaserede løsninger ud over at øge bevidstheden om deres værdi og give en holistisk tilgang.
- De offentlige myndigheder bør overveje minimumskrav til kvaliteten af naturbaserede tiltag og løsningernes omkostningseffektivitet. Der er behov for en klar politisk prioritering for at integrere naturbaserede løsninger i politik og praksis.
- For at tackle klima- og biodiversitetskrisen er der behov for aktivt at styre væk fra "business as usual", dvs. fra rutinemæssig brug af tekniske eller ingeniørmæssige løsninger uden at overveje og om det er muligt at gennemføre naturbaserede løsninger.
- Hvis det er muligt, bør bevarelse og beskyttelse af vigtige økosystemer prioriteres som den første løsning. Hvis dette ikke er muligt, bør genopretningsforanstaltninger eller gennemførelse af andre typer naturbaserede løsninger overvejes. Bæredygtig udnyttelse og forvaltning af økosystemer bør altid være forudsætninger for naturbaserede løsninger.

Se video om naturbaserede løsninger fra S-ITUATION-projektet her:

[Nature-based solutions in the Nordic countries \(youtube.com\)](https://www.youtube.com/watch?v=...)

Læs mere om S-ITUATION

[SITUATION Policy Brief on Nordic NBS.pdf \(au.dk\)](#)

## Marsvinebestand i de indre danske farvande er faldende

Den seneste optælling af marsvin og andre hvaler i europæiske farvande giver både interessante og foruroligende nye resultater.

I sommeren 2022 optaltes alle hvaler i en stor del af Europas farvande inklusive den danske Nordsø og de indre danske farvande. Optællingen dækkede således to af de tre bestande, der forekommer i danske farvande: Nordsøbestanden (der lever i Nordsøen, Skagerrak og det nordlige Kattegat og deles med en række lande), samt Bælthavsbestanden (der lever i det centrale-sydlig Kattegat, Bælthavet og vestlige Østersø og deles med Sverige og Tyskland).

Optællingen i 2022 er den fjerde i rækken af europæiske optællinger, der er udført ca. hvert tiende år siden 1994. Derudover er der lavet yderligere to optællinger i de indre farvande.

Resultaterne viser, at hele Nordsøbestanden er stabil på omkring 350.000 marsvin siden første optælling i 1994. Værre ser det desværre ud for den samlede Bælthavsbestand. Her er bestanden nu nede på ca. 14.000 marsvin, hvilket er sammenligneligt med de 17.000 marsvin, der blev optalt i samme område i 2020, men som er langt lavere end optællingerne i 2016 og 2012, der var på ca. 40.000 marsvin. Bælthavsbestanden er under stort pres i disse år fra bifangst i garnfiskeri og lave fiskebestande af fx sild og torsk, der giver fødemangel. Spørgsmålet er om forholdene kan forbedres for denne bestand, inden det går lige så galt, som det er gået for bestanden i hele Østersøen, hvor der kun er 500 marsvin tilbage.

I Danmark er optællingen en del af den danske nationale overvågning af hvaler, betalt af Miljøstyrelsen og udført af DCE. Optællingen udføres fra små fly, der flyver i 200 m højde i fastlagte ruter, der tilsammen dækker optællingsområdet jævnt.

Ud over marsvin optælles også andre hvaler og delfiner, og i den danske del af Nordsøen og Skagerrak er observeret fire arter: Vågehval, hvidnæset delfin, hvidskæving og øresvin. Dette er en ændring i forhold til især de tidlige optællinger, hvor kun marsvin blev observeret i danske farvande. Bestanden af hvidnæset delfin er desuden i fremgang i Nordsøen, hvorimod antallet af vågehvaler er uændret. Optællingerne viser, at man bør se nærmere på forekomst af hvaler i danske farvande, og faktisk er en opstart på akustisk overvågning af hvaler i Skagerrak allerede inkluderet i det fremtidige danske nationale overvågningsprogram.

**Læs hele rapporten** Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2022 from the SCANS-IV aerial and shipboard surveys

[Microsoft Word - SCANS-III design-based estimates 2021-05-26 \(au.dk\)](#)



# Iltsvind er fortsat et problem

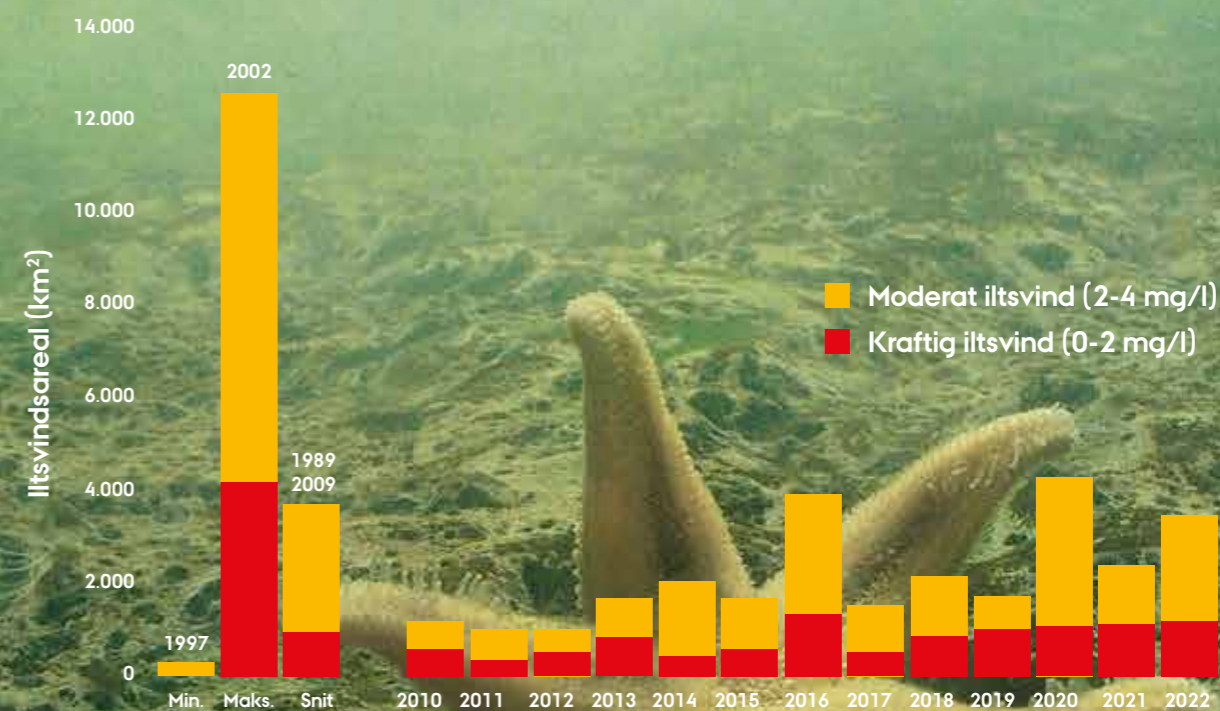
Iltsvind opstår, når iltforbruget i bundvandet er større end ilttilførslen. Iltforbruget skyldes bunddyrs samt bakteriers og andre mikroorganismers brug af ilt ved nedbrydning af organisk stof. Iltforbruget afhænger af mængden og nedbrydeligheden af det organiske stof samt af temperaturen. I Danmark betegnes det som iltsvind, når iltkoncentrationen i vandet er mindre end 4 mg/l og som kraftigt iltsvind, når koncentrationen er under 2 mg/l. Niveaue mellem 2 og 4 mg/l kaldes for moderat iltsvind. Iltsvind i de åbne farvande forekommer hovedsageligt fra juli til november, men i nogle kystvande opstår iltsvind ofte før juli. Iltsvind er i løbet af de seneste ca. hundrede år forøget i hyppighed, udbredelse, varighed og intensitet som følge af forøget tilførsel af næringsstoffer og organisk stof samt klimaforandringer. Øget tilførsel af næringsstoffer fører til øget produktion af planteplankton, som synker til bunds og nedbrydes. Derved stiger iltforbruget, og der kan udvikles iltsvind ved bunden i områder, hvor vandsøjlen er lagdelt. Klimaforandringer vil i de fleste tilfælde forstærke effekten. Stigende temperatur stimulerer udviklingen af iltsvind, da varmere vand indeholder mindre ilt, øger iltforbruget og styrker lagdelingen af vandsøjlen. Øget nedbør medfører en større tilførsel af vand, næringsstoffer og organisk stof fra land til hav, hvilket også fremmer iltforbruget og styrker lagdelingen af vandsøjlen. Ændrede vindforhold påvirker opblandingen af vandmasserne samt strømforholdene og dermed ilttilførslen til bundvandet. Mere vind øger ilttilførsel til vandet, mens mindre vind mindsker ilttilførslen. De aktuelle vejrsmæssige forhold bidrager til at fastholde, fremme eller mindske iltsvind. Det er tilførsel af næringsstoffer, som skaber grundlaget for iltsvind i et omfang ud over det naturlige, mens det er de vejrsmæssige forhold, som udløser iltsvind og er afgørende for år-til-år-variationen i dets udbredelse, varighed og intensitet. Iltindholdet i bundvandet er af afgørende betydning for bundlevende planter, dyr og fisk. Lavt iltindhold (4-6 mg/l) stresser larvestadiet af nogle bunddyr og fisk samt voksne individer af særligt følsomme arter. Ved moderat iltsvind (2-4 mg/l) søger mange fisk og mere mobile bunddyr væk fra de ramte områder, og ved længere perioder med kraftigt iltsvind (< 2 mg/l) dør bunddyr og bundplanter. Selv fisk og mobile bunddyr kan blive ramt af iltsvind, hvis vind og strøm pludselig flytter iltfattigt vand fra et område til et andet.

Udviklingen i iltsvind følges hvert år med målinger og særlig intensivt fra juli til november. Iltsvindet i de danske farvande var i 2022 særlig udbredt og intenst i Limfjorden, Haderslev Fjord, Mariager Fjord, Knebel Vig, det sydlige Lillebælt, de sydøstjyske fjorde, Det Sydfynske Øhav og i Femern Bælt. Iltsvindet startede tidligere i 2022 end i 2021, men senere end i 2020. I august tiltog iltsvindet meget i udbredelse og intensitet stimuleret af svag vind og høj temperatur. Iltsvindets udbredelse var størst midt i september, hvor det dækkede et område svarende til arealet af Fyn og Falster tilsammen. Kraftig blæst i første halvdel af oktober reducerede iltsvindets udbredelse og intensitet markant. Men rolige vindforhold i sidste halvdel af oktober, resulterede i, at iltsvindet tog til igen. Fornyet kraftig blæst i første halvdel af november betød, at iltsvindet næsten var helt væk sidst i november.

Iltsvindet forårsagede iltfrie forhold i bundvandet og frigivelse af svovlbrinte fra havbunden i en del områder. Sidst i august blev der observeret døde bunddyr, fisk og planter i Smålandsfarvandet og Halkær Bredning. I Halkær Bredning i Limfjorden resulterede dårlige iltforhold i august i en opblomstring af purpur svovlbakterier, som farvede hele bredningen rød.

Iltsvindsarealet i de danske farvande i september var i 2022 det tredjestørste siden 2008 og det femtestørste siden 2002. Arealudbredelsen af iltsvind i september 2022 var lidt mindre end gennemsnittet for perioden 1989-2009, men arealet er steget signifikant siden 2010.

Læs rapporten [Marine områder 2022 – NOVANA SR592.pdf](#) (au.dk)



Udviklingen i arealet med iltsvind i de danske farvande medio september hvert år fra 1989-2022.

# Miljøkonsekvenser ved havvind

Ved indgåelse af den politiske delaftale Investeringer i et fortsat grønnere Danmark blev der for perioden 2022-2025 afsat midler til at sikre det nødvendige datagrundlag og viden til at understøtte den langsigtede planlægning for og beslutninger om udbygning af ny storskala havvind. I den forbindelse gennemføres flere forskellige undersøgelser og analyser. Det omfatter kortlægning af potentialet for udbygning af vindmøller til havs, herunder geologiske kortlægninger og undersøgelser af hvor og hvordan udbygningen af vedvarende energi til havs vil påvirke planter og dyr. Opgaven består blandt andet i at kortlægge hvilke dele af det danske havareal, der potentielt kan være særligt sårbare over for storskalaudbygningen af havvind i forhold til natur, miljø og øvrige arealinteresser. DCE er involveret i opgaven med at undersøge den mulige påvirkning af planter og dyr herunder fugle, flagermus, havpattedyr, bundfauna og -flora, fisk, og i tilknytning hertil undervandstøj og hydrodynamiske forhold. Kortlægningen startede i 2023 og forløber til og med 2025 og gennemføres i et samarbejde mellem NIRAS, DCE og DTU-Vind.

I 'Center for Green Transition and Marine Ecology (GTM)' arbejdes der på at belyse og afdække nogle af de vigtigste problemstillinger i forhold til den samlede udbygning af havvind, så denne udvikling ikke sker på bekostning af marine arter og økosystemer. Det er i denne sammenhæng afgørende, at de kumulative effekter på naturen belyses, og GTM skal derfor bidrage til udarbejdelsen af mere holistiske vurderinger af effekter af havvind. Disse skal bruges til at pege på, hvordan udbygningen af havvind kan ske så der i størst muligt omfang tages hensyn til natur- og miljøforhold. I regi af GTM arbejder flere danske og europæiske projekter (WIN@sea og OLAMUR) med at afdække muligheder for – og effekter af multifunktionel anvendelse af havet, hvor flere aktører deles om pladsen på havet, som fx havvind, akvakultur af muslinger og tang, samt marin miljøovervågning.

DCE udarbejdede i 2023 en oversigt med fokus på at beskrive den økologiske tilstand og betydningen af presfaktorer i farvandet i og omkring tre planlagte havvindmølleparker: Nordsøen I, Kattegat og Kriegers Flak II. Oversigten skal ses som inspiration for kommende udbud, hvor "nature inclusive design" kan komme på tale for at afbøde for udvalgte negative presfaktorer på havmiljøet, inklusive effekter af havvindmølleparker, til gavn for den generelle miljø- og naturtilstand i de berørte marine områder.

Oversigten tager udgangspunkt i tilgængelig viden, herunder nationale og internationale tilstandsvurderinger udarbejdet i relation til havstrategidirektivet, regionale konventioner (OSPAR og HELCOM), samt viden om fugle, flagermus og havpattedyr, hvor Danmark har en forpligtigelse i henhold til habitat- og fuglebeskyttelsesdirektiverne. Data fra projekter, det nationale overvågningsprogram NOVANA, samt international litteratur er også anvendt. Tilstanden for de tre områder bedømmes overordnet som moderat eller dårlig i henhold til havstrategidirektivet for de fleste af direktivets "deskriptorer". Havpattedyr optræder desuden i habitatdirektivets bilag, og her opnår havpattedyr som gruppe ikke "god bevaringstilstand" i den nationale danske vurdering på grund af dårlig tilstand for en eller flere arter i hver region. Rapporten beskriver også de væsentligste menneskelige aktiviteter, som genererer pres på natur- og miljøtilstanden. Her indgår havvindmøller som det primære element i presfaktoren "renewable energy". Samlet vurderes "renewable energy" at være en væsentlig presfaktor, som potentielt kan påvirke næsten alle de deskriptorer, som indgår i rapporten. Det skal pointeres, at oversigten ikke udgør en egentlig miljøtilstandsvurdering for de tre berørte havområder. Dertil er usikkerheder ved de anvendte data for tilstand samt viden om betydningen af presfaktorer for overfladisk. Fremadrettet vil det derfor være nødvendigt at indsamle områdespecifikke data til miljøtilstandsvurdering af et konkret projekt.

Udbygningen af havvind tilvejebringer nyt hårdt substrat i form af møllefundamenter og deres erosionsbeskyttelse. Mange ikke-hjemmehørende arter har et fastsiddende livsstadium, der kræver hårdt substrat. De nye strukturer kan derfor fungere som vigtige trædesten for en yderligere spredning med havstrømme. Et studie identificerede 249 ikke-hjemmehørende arter, som endnu ikke har en dokumenteret tilstedeværelse i den danske del af Nordsøen, og hvor etablering af havvindmølleparker vurderes at kunne udgøre en relevant spredningsvej. Spredningspotentialet for både planter og dyr blev undersøgt for udvalgte nøglearter ved at bruge en 3D hydrodynamisk model. Resultaterne viste, at der er en potentiel risiko for spredning af ikke-hjemmehørende arter via havvindmølleparker i den centrale og sydlige del af Nordsøen, og at de kan spredes hele vejen nordpå til de danske Natura2000 områder i Skagerrak. Yderligere studier vil kvalificere resultaterne i de kommende år.

#### Læs rapporterne her:

Assessment of environmental pressures and state in relation to three Danish offshore wind farms

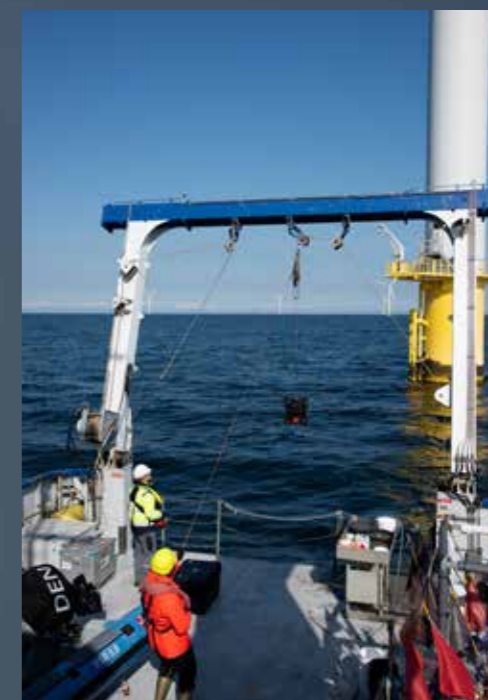
[SR576.pdf](#) (au.dk)

Spredningsveje for ikke-hjemmehørende arter i Nordsøen - En modelanalyse

[TR307.pdf](#) (au.dk)

Læs mere om Center for Green Transition and Marine Ecology

[AU Ecoscience - Center for Green Transition and Marine Ecology \(GTM\)](#)



Undervandsdrone styres fra båden  
Fotos: Karsten Dahl

# Ustabile forår presser dyr og planter i Arktis

Store udsving i forårets begyndelse i Højarktis udfordrer en lang række organismer, viser forskning baseret på biologiske data indsamlet ved forskningsstationen Zackenberg under overvågningsprogrammet Greenland Ecosystem Monitoring gennem de sidste 25 år. Arktiske organismer er veltilpassede til livet under de ekstreme klimatiske forhold, der findes i Arktis, og tidspunktet for hvornår planterne begynder at blomstre, insekter kommer frem og hvornår fuglene begynder at yngle (også kaldet fænologi), følger for de fleste arter de lokale klimatiske forhold tæt. Men hvis timingen af forskellige arter ikke reagerer på samme måde på klimaændringer, kan de komme ud af takt. Dette vil være til skade for eksempelvis plantebestøvning og frøspredning, som er en nøgelfunktion i ethvert økosystem.

For 15 år siden rapporterede forskere, at forårets komme i Højarktis konsekvent indfandt sig tidligere og tidligere på året og at fænologien hos planter, insekter og fugle fulgte med denne udvikling. Kort sagt, foråret blev meget tidligere for de fleste arter i regionen. I dag er dette mønster skiftet ud med store udsving i, hvornår foråret kommer. Dette udfordrer dyr og planter i Arktis fordi nogle arter ikke længere kan følge med de klimatiske forhold – og dette kan igen påvirke interaktioner mellem arter. Selv i de år, hvor de klimatiske forhold synes at være gunstige, kan nogle arter ikke drage nytte af dem – de har simpelthen nået grænsen for deres fænologiske fleksibilitet.

Undersøgelserne viser, at klimaændringer er mere end "bare" fortsat opvarmning - i mange økosystemer, f.eks. i Højarktis, er det den klimatiske variation, der bestemmer dynamikken i økosystemet over tid, og i sidste ende hvordan hele det højarktiske økosystem trives.

**Læs artiklen** Little directional change in the timing of arctic spring phenology over the past 25 years Current Biology 2023: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982223008230](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982223008230)

Blomstertætheden varierer dramatisk fra år til år i Arktis  
Foto: Niels Martin Schmidt

# Sandsugning og ålegræs i Grønland

Ålegræs er på den grønlandske liste over truede arter (Rødlisten) og kategoriseret som "sårbar". Derudover understreger en vifte af internationale og regionale konventioner og direktiver vigtigheden af at beskytte ålegræsenge pga. deres store økologiske betydning. Udbredelsen af Ålegræs i grønlandske fjorde er begrænset af de lave havtemperaturer, og bestandene er derfor ekstra udfordret i forhold til indvinding af havbundsmaterialer (sandsugning).

DCE har i samarbejde med Grønlands Naturinstitut for Grønlands Selvstyres Miljøstyrelse for Råstofområdet gennemført undersøgelser af udbredelsen af ålegræs i områder, hvor der er ansøgt om eller allerede foretages indvinding af havbundsmaterialer ved sandsugning.

I undersøgelserne indgik en kortlægning af forekomst og udbredelse af ålegræs i Kobbefjord og Ameralik Fjord syd for Nuuk, hvor der er ansøgt om indvinding af havbundsmaterialer til bygning af boliger og anlæggelse af ny stor lufthavn i Nuuk. Kortlægningen blev foretaget med undervandskamera og dronefotografering i transekter på

de lokaliteter, hvor der var ansøgt om tilladelse til sandsugning, og hvor der også var en forventning om forekomst af ålegræs.

Derudover blev der foretaget beregninger af spredning og sedimentation af sedimentpild som grundlag for anbefalinger omkring sikkerhedsafstande for ålegræs i forhold til indvinding af havbundsmaterialer via sandsugning. Udover at indvindingen fysisk kan fjerne eller skade ålegræsset, kan spredning af sediment i forbindelse med sandsugningen også påvirke væksten og udbredelsen af ålegræs.

Undersøgelserne førte til en anbefaling fra DCE og Grønlands Naturinstitut om, at områder med ålegræs samt nabo-områder friholdes for indvinding af havbundsmaterialer ved sandsugning med en sikkerhedsafstand på 500 m.

**Læs hele rapporten** Ålegræs i Grønland - Kortlægning af udbredelse og sårbarhed i forhold til indvinding af Havbundsmaterialer

[dce2.au.dk/pub/SR524.pdf](https://dce2.au.dk/pub/SR524.pdf)



Undervandskameraet styres fra båden mens videoen kan følges på en skærm. Foto: Nick Dulake

Sandsugning i Grønland.  
Foto: Kim Gustavson

# Regionale baggrundsundersøgelser for mineaktiviteter bidrager til overblik over den nyeste viden om natur og miljø i Grønland

Mineaktiviteter (efterforskning, udnyttelse og transport) vil nødvendigvis have en vis indvirkning på natur, miljø og i visse tilfælde også kulturarvs værdier og kan begrænse andre former for menneskelig brug af området. Miljøbestemmelser og naturplanlægning har til formål at sikre, at den eksisterende natur og det eksisterende miljø ikke ødelægges til skade for nuværende såvel som kommende generationer, samtidig med, at der skabes mulighed for at udvikle minedrift.

Baggrundsviden om geokemi, økotoxikologi, biodiversitet og økologiske sammenhænge kan hjælpe med at forudsige konsekvenser af nye mineprojekter og danne grundlag for den planlægning, afbødning og regulering, som i vid udstrækning kan begrænse eventuelle uønskede effekter i og omkring udnyttelsesområdet. Regionale baggrundsundersøgelser har til formål at tilvejebringe denne baggrundsviden samt tydeliggøre videnshuller.

DCE har i samarbejde med Grønlands Naturinstitut udarbejdet en række regionale baggrundsundersøgelser for Grønlands Selvstyres Miljøstyrelse for Råstofområdet. Seneste rapport blev udarbejdet i 2023 og omhandlede områderne Uummannaq Kangerlua og Sigguaq Nunaa

(Svatenhuk-halvøen) i Vestgrønland. Særligt miljøkemien er blevet undersøgt i løbet af de seneste ca. 40 år i relation til den tidligere Maarmorilik bly- og zinkmine, som fungerede fra 1973 til 1990. Maarmorilik-mineaktiviteterne resulterede i betydelig forurening af fjordsystemerne tæt på minen med høje koncentrationer af opløst bly, zink og cadmium i havvandet og høje niveauer af bly i blåmuslinger og tang.

I rapporten er de eksisterende baggrundsoplysninger i området præsenteret og suppleret med en vegetationskortlægning samt yderligere indsamling og kemiske analyser af miljøprøver. Inddragelse af lokal viden og observationer har været en vigtig parameter i arbejdet. Der er desuden gennemført en såkaldt integreret rumlig overlay-analyse, der synliggør zoner med flere interesser herunder områder med relevans af biologisk, menneskelig og kulturarvsmæssig karakter. Sådanne områder er vigtige at kende i forhold til fremtidig minedrift. Endelig giver rapporten også en oversigt over de typiske miljøpåvirkninger, der kan forventes fra moderne miner.

**Læs hele rapporten** Uummannaq Kangerlua and Sigguaq Nunaa (Svatenhuk) - Regional environmental baseline assessment for mining activities.

[SR583.pdf \(au.dk\)](#)



Inddragelse af lokalviden er vigtig ifm. udarbejdelsen af regionale baggrundsundersøgelser i Grønland - som her et "borgermøde" i Uummannaq. Foto: Janne Fritt-Rasmussen

# Nyeste data om luftforureningen i Danmark på Danmarks Miljøportal

Ammoniak, svovldioxid og partikler findes i luften omkring os. De bliver emitteret fra menneskeskabte kilder, spredes i luften og afsættes på jord- og vandoverflader. En række danmarkskort med de seneste oplysninger om luftforurening er i 2023 offentliggjort på Danmarks Miljøportal – en portal der samler miljødata til brug for miljøforvaltning i Danmark. Med kortene får planlæggere og miljøsagsbehandlere i landets kommuner de nyeste data fra de nationale emissionsopgørelser og den nationale overvågning af luftkvalitet under det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljø og Natur (NOVANA).

Det er forskere fra DCE, der opdaterer data og beregninger, sådan som de bliver indsamlet i NOVANA. Kortene indeholder information om menneskeskabte emissioner af luftforurening, der udledes fra danske kilder. Datasættene er i overensstemmelse med de nationale emissionsopgørelser, som

årligt rapporteres i overensstemmelse med internationale konventioner og EU-direktiver.

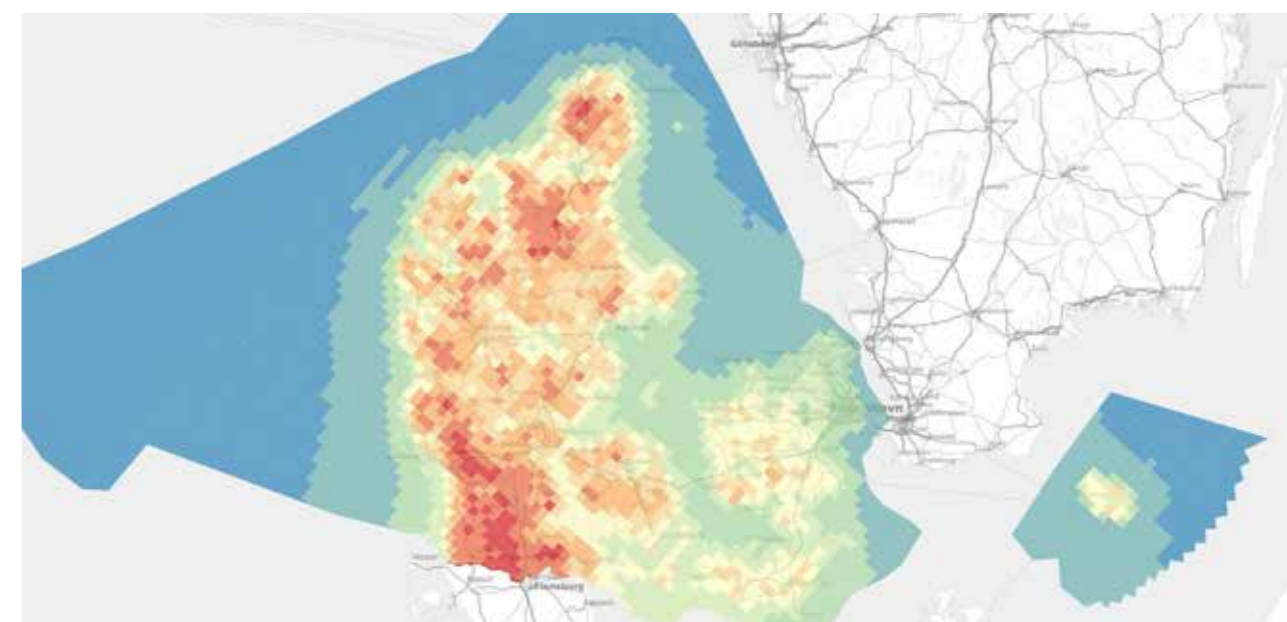
Datasættene inkluderer emissioner fra for eksempel kraftvarmeværker, store industrianlæg og store husdyrhold – det, som kaldes punktkilder. Til disse informationer bliver der lagt data om emissioner fra diffuse kilder som for eksempel transport, brændeovne og dyrkede arealer. Alle oplysninger bliver herefter omsat til et kort for hver af en række forskellige komponenter af luftforurening, blandt andet kvælstofoxider, ozon, svovl og partikler.

Oplysninger om for eksempel ammoniak er opgjort på et gitternet med en geografisk opløsning på 1 km x 1 km og indeholder information om den samlede årlige emission for hvert kvadrat i gitternettet. Datasættene bag kortene er resultat af modelberegninger med SPREAD-modellen baseret på en kombination af forskellige

typer data, der er relateret til kilderne til luftforurening, herunder aktivitetsdata, emissionsfaktorer og geografiske data.

For kvælstof er der tilføjet et nyt datasæt med den samlede deposition af kvælstof. Datasættene og kortene indeholder information om den årlige mængde af kvælstof, som deponeres på planter, jord og vand fra luften. Depositionen af kvælstof er i lighed med ammoniak opgjort i et gitternet, hvor den samlede årlige deposition er beregnet for hvert kvadrat i gitternettet. Datasættene for depositionen og luftkvalitet er resultatet af modelberegninger med DEHM-modellen og UBM-modellen, som er udført af DCE.

Data kan hentes som filer eller links til via WFS eller WMS fra [Danmarks Miljøportals arealdataservice](#), og de nyeste kort over de forskellige typer luftforurening kan ses i Danmarks Miljøportals WebGIS service [arealinfor.dk](#).



Opdaterede kort over luftforurening kan nu findes på Danmarks Miljøportal – her eksempelvis koncentrationen af Ammoniak (enhed: mikrogram NH<sub>3</sub> /m<sup>3</sup> (årsmiddel)). Udtæk fra Arealdata.



Foto: Colourbox

# Nye luftkrav rammer vejnettet

Forslag til nye grænseværdier for partikelforurening betyder overskridelser langs statsvejene i Danmark.

I Danmark bor knap 1,5 millioner mennesker inden for en afstand af én kilometer til statsvejnettet, som omfatter statslige motorveje og landeveje. Opdaterede beregninger af luftkvaliteten langs vejnettet peger på, at over halvdelen af beboerne langs vejene er eksponerede for luftforureningsniveauer, som overskrider de foreslåede nye EU-grænseværdier for fine partikler.

Det viser rapporten "Kortlægning af luftkvalitet langs statsvejene i Danmark", som DCE har offentliggjort. I rapporten har forskere fra DCE for Vejdirektoratet beregnet årsmiddelkoncentrationer af kvælstofdioxid (NO<sub>2</sub>) og af luftbårne partikler med en diameter under henholdsvis 10 og 2,5 mikrometer (PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>). PM<sub>2,5</sub> kaldes også fine partikler.

Rapporten beskriver resultaterne af en modelleret kortlægning af luftkvaliteten langs statsvejene i hele Danmark for mennesker med bopæl op til 1000 meter fra vejnettet. Luftkvalitetskortet viser udvalgte luftforurenende stoffer, som man ved påvirker sundheden. Luftkvaliteten er sammenlignet med nuværende EU-grænseværdier, som er bindende, og med foreslåede nye EU-grænseværdier, som endnu ikke er vedtaget, samt med WHO's nye retningslinjer for luftkvalitet, som er vejledende.

De nuværende EU-grænseværdier for luftkvalitet er ikke overskredet for nogen af stofferne NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>.

Koncentrationen af PM<sub>2,5</sub> overskrider WHO's retningslinjer på samtlige adresser langs statsvejene, for PM<sub>10</sub> bor 97% på adresser, hvor WHO's retningslinje er overskredet og for NO<sub>2</sub> er det 49%. PM<sub>2,5</sub> udgør ifølge DCE's helbredsregninger for luftforureningen i Danmark den langt største helbredsbelastning.

Udover at omkring halvdelen af beboerne langs statsvejnettet bor på adresser, hvor den foreslåede grænseværdi for PM<sub>2,5</sub> er overskredet, bor omkring 2% på adresser, hvor den foreslåede grænseværdi for PM<sub>10</sub> er overskredet. For NO<sub>2</sub> er det kun 0,04% af beboerne.

Beregningerne er gennemført for 2019, og da udledningerne er faldende, vil en gentagelse af beregningerne med opdaterede inputdata for et nyere år føre til lavere koncentrationer og dermed færre overskridelser.

Kortlægningen i rapporten er gennemført ved at anvende en række luftkvalitetsmodeller og tilhørende inputdata om meteorologi, udledninger mv. OML-Highway er en spredningsmodel specielt udviklet til at beskrive spredning af luftforurening langs med veje i åbnet terræn. Oplysninger om trafikken på statsvejnettet stammer fra Vejdirektoratet.

Herudover skal modellen kende baggrundsforureningen – det vil sige den del af forureningen, som stammer fra andre kilder end køretøjer fra statsvejnettet. Baggrundskoncentrationerne er beregnet med den regionale model Danish Eulerian Hemispheric Model (DEHM) og bybaggrundsmodellen Urban Background Model (UBM). Luftkvaliteten langs statsvejnettet er således en kombination af et bidrag fra selve statsvejene og et bidrag fra baggrundsforureningen, som stammer fra alle andre danske og udenlandske kilder.

Disse modelberegninger inkluderer beskrivelser af udledningerne, kvantificering af transport af luftforurening, de kemiske og fysiske processer i atmosfæren samt afsætning af luftforureningen på land- og vandoverflader. Tilsammen danner det et billede af luftforureningen langs statsvejnettet.

Luftkvalitetskortlægning langs statsvejnettet vil kunne bruges af vejmyndigheder som et screeningsværktøj i forbindelse med kommende miljøkonsekvensvurderinger af vejprojekter. Samtidig kan kortlægningen være en miljøindikator i forbindelse med Vejdirektoratets årlige redegørelser for vejnettet og miljøforhold.

Desuden er kortlægningen en kilde til information om luftkvalitet for borgere.

**Læs rapporten** Kortlægning af luftkvalitet langs statsvejene i Danmark

[SR537.pdf](#) (au.dk)

# Udslip af drivhusgasser fra organiske jorder mindre end hidtil forventet

Kulstofrige jorder – de såkaldte lavbundsjorder med højt indhold af organisk stof – bidrager til den danske drivhusgasudledning, når det jorderne er drænede og omlagt til landbrugsarealer. I de drænede jorder nedbrydes det organiske stof i en naturlig proces i jorden til CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub>-udledninger målt i CO<sub>2</sub>-ækvivalenter fra organiske jorder udgør i den seneste nationale emissionsopgørelse for 2022 knap 24 procent af landbrugets udledninger af drivhusgasser. Udslip af drivhusgasser fra landbrugsjorderne stammer hovedsageligt fra de organiske jorder. Dermed spiller de en stor rolle for Danmarks 2030 mål om at reducere udledningen af drivhusgasser med 70 procent i forhold til 1990.

En ny kortlægning af forekomsten af organiske jorder fra DCA, Aarhus Universitet har vist en stor nedgang i arealet med dyrkede organiske jorder siden sidste kortlægning i 2010 (Updating the Danish peatland maps with a combination of new data and modeling approaches – Aarhus Universitet (au.dk) ). De jorder, som ikke længere karakteriseres som organiske har mistet kulstof i form af CO<sub>2</sub> og kan derfor ikke bidrage til reduktion af drivhusgasudledningen fra landbruget i samme omfang som jorder, der fortsat har et højt indhold af organisk materiale. Det mindsker potentialet for at reducere udledningen fra de organiske landbrugsjorder ved udtagning til vådområder i forhold til det hidtil forventede.

Udslip af drivhusgasser fra lavbundsjorder beregnes af DCE ved en kombination af arealernes størrelse, deres kulstofindhold og en emissionsfaktor for de pågældende arealer. I 2022 er udledningen fra de organiske jorder opgjort til 3,4 mio. ton CO<sub>2</sub>-ækvivalenter eller ca. 33% lavere end hidtil beregnet alene pga. ændringer i arealerne og deres kulstofindhold baseret på den nye kortlægning. Emissionsfaktorerne er ligeledes ved at blive undersøgt i en række

forskningsprojekter, som forventeligt vil reducere usikkerheden på estimerne og føre til justeringer i de kommende år.

For at kunne vurdere fremdriften i Danmarks mål om 70% reduktion i 2030 estimeres udledningerne ved fremskrivninger til 2030. Beregninger af udslip af drivhusgasser for de kommende år er baseret på politisk besluttede tiltag om udtagning af organiske jorder, som bliver finansieret via Finansloven kombineret med en yderligere nedgang i det dyrkede landbrugsareal som følge af den naturlige nedbrydning af det organiske stof i de drænede jorder.

Udslip fra de organiske landbrugsjorder er ifølge beregningerne faldet ca. 52% i perioden fra 1990 til 2022. Fremskrivningen uden implementering af Landbrugsaftalen, dvs. uden udtagning af organiske landbrugsarealer, viser et forventet fald på 59% fra 1990 til 2030. Medtages implementering af Landbrugsaftalen frem til 2030 med de seneste estimer af udtagning forventes faldet fra 1990 til 2030 at blive ca. 69% fra de organiske jorder. Som nævnt er der usikkerhed på emissionsfaktorerne, og der arbejdes videnskabeligt med forbedring af estimerne og metoderne til at anvende dem, som kan betyde ændringer i de estimerede udslip i de kommende år.

Som følge af ændringer i den endelige drivhusgasopgørelse til FN og ændringer i forudsætningerne for den fremtidige udtagning af landbrugsjord til vådområder forekommer der mindre forskelle mellem de forskellige opgørelser.

#### Læs mere her:

Notat om emissionsestimater for organiske jorder historisk (1990-2022) og i fremskrivningen (2023-2040)

[N2023\\_60.pdf \(au.dk\)](#)

# Udtagning af lavbundsjord kan bidrage til øget biodiversitet

I forbindelse med opfyldelse af Danmarks klimamålsætning om 70% reduktion af udledning af drivhusgasser inden 2030 skal der udtages kulstofrige lavbundsjord. Kulstofrige lavbundsjord er oprindeligt dannet i vådområder som moser og våde enge, hvor gamle planterester har dannet et højt indhold af kulstof i jorden. Når lavbundsjord drænes og dyrkes, iltes de kulstofrige jorder, hvilket medfører en afgasning af CO<sub>2</sub>. Derfor er lavbundsjordene interessante fra et klimaperspektiv. Ud over klimakrisen er der også biodiversitetskrise, og Miljøstyrelsen har derfor bedt forskere fra DCE om at undersøge biodiversitetspotentialerne ved udtag af lavbundsjord. Fysisk planlægning og politisk prioritering af biodiversitet i fx klimaprojekter kan være nøglen til Danmarks opfyldelse af EU's naturpolitiske udspil om, at 30 % af arealet skal være beskyttet. Det danske areal, der vurderes at kvalificere sig som beskyttet areal, er ifølge Biodiversitetsrådet højst 2,3 % i 2022, så udtagning af lavbundsjord kan potentielt komme til at gøre en væsentlig forskel.

Den største positive effekt for biodiversiteten opnås ved at tage eksisterende naturarealer ud af drift, sikre en effektiv beskyttelse mod skovbrug og landbrug og genoprette naturlig hydrologi og naturlig græsning i store sammenhængende områder.

Lavbundsjord er jorder, der har et organisk kulstofindhold på over 6%. De findes i hele Danmark, men større sammenhængende kulstofrige lavbundsjord findes ofte i lavtliggende områder som fx ådale. Det danske areal af kulstofrig lavbundsjord består hovedsageligt af lysåbne beskyttede naturtyper (primært eng og mose) og landbrugsarealer med forskellig arealanvendelse. De resterende arealer er skov, og mindre arealer fx søbredder, byområder mv. Mange af de danske lavbundsjord er i dag dræned og

dyrkede hvilket medfører udledning af drivhusgasser, fordi kulstoffet i jorden nedbrydes af mikroorganismer og jordbundsdyr efter iltning. Selvom de kulstofrige lavbundsjord kun udgør 7 % af det samlede landbrugsareal i Danmark, står de for over halvdelen af den samlede udledning af drivhusgasser ved dyrkning af jord, og klimaeffekten ved at vådlægge og genoprette disse arealer er derfor stor.

I rapporten Prioritering af biodiversitet ved udtagning og genopretning af kulstofrige lavbundsjord rangerer forskerne lavbundsjordene efter deres nuværende og potentielle værdi for biodiversiteten samt den rumlige sammenhæng med naturen i det omkringliggende landskab. Da der i Danmark findes et meget større areal med lavbundsjord, sammenlignet med det der forventes udtaget, vil der skulle finde en prioritering sted. Forskerne har undersøgt hvordan man kan prioritere udtagningen for at maksimere potentialet for biodiversitet og natur i de udtagne områder og herved opnå en synergi mellem klima- og biodiversitets effekter. Baseret herpå har de foretaget en rangordning af arealerne med lavbundsjord i 12 udtagningsslag efter deres forventede positive effekt på biodiversiteten ved udtagning og eventuel vådlægning og anden naturgenopretning. Udtagningsslag 1 har den største forventede positive effekt på biodiversiteten og udtagningsslag 12 har den dårligste forventede effekt på biodiversiteten. Naturværdien af det enkelte areal anslås ved hjælp af bioscoren fra det nationale biodiversitetskort. Bioscoren kombinerer viden om fund og levesteder for rødlistede arter af planter, dyr og svampe med kortlag over egenskaber ved miljøet, som indikerer gode levesteder for rødlistede arter. Ikke overraskende har langt de fleste dyrkede marker meget lav naturværdi opgjort via bioscoren, og 96 % af lavbundsjordene i kategorierne marker og markblokke ender i udtagningsslag 9-11.

Selvom naturværdien generelt er højere for enge og moser, er det stadig en betragtelig andel af disse, der tildeles udtagningsslagene 9-11 (63 % af engene og 40 % af moserne). Man kan nå op på ca. 100.000 ha ved alene at udtage lavbundsarealer fra udtagningsslagene 1-9. Prioriteringen er her udelukkende foretaget for kulstofrig lavbundsjord, men i praksis er det muligt at prioritere udtagning af yderligere værdifulde naturområder på højbundsjord, da det kun er et krav, at 60 % af det ansøgte areal til udtag skal være kulstofrig lavbundsjord.

Klimaeffekten ved at tage kulstofrige lavbundsjord ud af drift indfinder sig nærmest omgående. Biodiversitetseffekten ved udtagning af dyrkede marker kan dog have lange udsigter, især uden en målrettet genopretningsindsats. Reetablering af naturlige processer (naturlig hydrologi, naturlig græsning, naturlig tilgroning) samt tiltag for at genoprette naturligt lave næringsniveauer er oplagte genopretningsmål for at sikre en realisering af biodiversitetspotentialet efter udtagning af lavbundsjord. Forskerne bag rapporten foreslår en række biodiversitetsfremmende tiltag, som kan benyttes efter udtagning af lavbundsjord: Reetablering af naturlige processer som naturlig hydrologi, naturlig græsning og naturlig tilgroning, genopretning af naturligt lave næringsstofniveauer og ophørt hugst i skove og krat. Tiltagene vil ifølge rapporten øge biodiversitetseffekterne efter udtagning og samtidig have synergi med klimaeffekterne.

**Læs rapporten** Prioritering af biodiversitet ved udtagning og genopretning af kulstofrige lavbundsjord [SR544.pdf](#) (au.dk)



# Udledning af drivhusgasser fra affald

Affaldshåndteringen i Danmark har ændret sig meget gennem de sidste årtier. I første halvdel af 1900-tallet var lossepladserne større i antal, mindre og relativt primitive/ukontrollerede, men op gennem det 20. århundrede blev lossepladserne mere og mere regulerede og strømlinede. Fra lossepladser er der udledninger af metan, flygtigt organisk kulstof udover fra metan (NMVOC) og partikler, som opgøres og indrapporteres til EU og FN, som en del af Danmarks internationale forpligtelser.

DCE udarbejder de nationale opgørelser for udledninger til luft og rapporterer hvert år til EU og FN. Opgørelserne dækker områder som energi, transport og landbrug, i alt seks sektorer, som er defineret af FN. En af disse seks sektorer er affald, som bl.a. omfatter lossepladser. Officielt kaldes kategorien: "Bortskaffelse af fast affald på land" og det dækker udledninger fra håndtering af affald og nedbrydning af organisk affald på lossepladser for fast affald.

De danske affaldsstrategier er gennem årtierne skiftet fra fokus på affald som et nødvendigt onde (deponering) til en kilde til energiproduktion (forbrænding) til nu en ressource (genanvendelse). Med vedtagelsen af miljøbeskyttelsesloven i 1973 kom implementeringen af den første forordning om miljøgodkendelse af lossepladsers overholdelse af krav til placering, udformning og drift på en kontrolleret måde af Miljøstyrelsen. Siden 1974, har der kun været opført kontrollerede affaldsdeponeringspladser med bundmembraner og/eller perkolatopsamling i Danmark. Den generelle udvikling for mængden af deponeret affald er et resultat af handlingsplaner. Siden "Handlingsplan for affald og genanvendelse

1993- 1997" er der udviklet en række handlingsplaner, der har resulteret i en løbende reduktion af deponering af nedbrydeligt affald.

Til opgørelsen anvendes modeller, som bruger oplysninger om mængden af affald, affaldets egenskaber fx nedbrydelighed og opsamling af metan til energiformål. Hvert år opdateres beregningen samtidigt med beregning af udledninger for de øvrige sektorer.

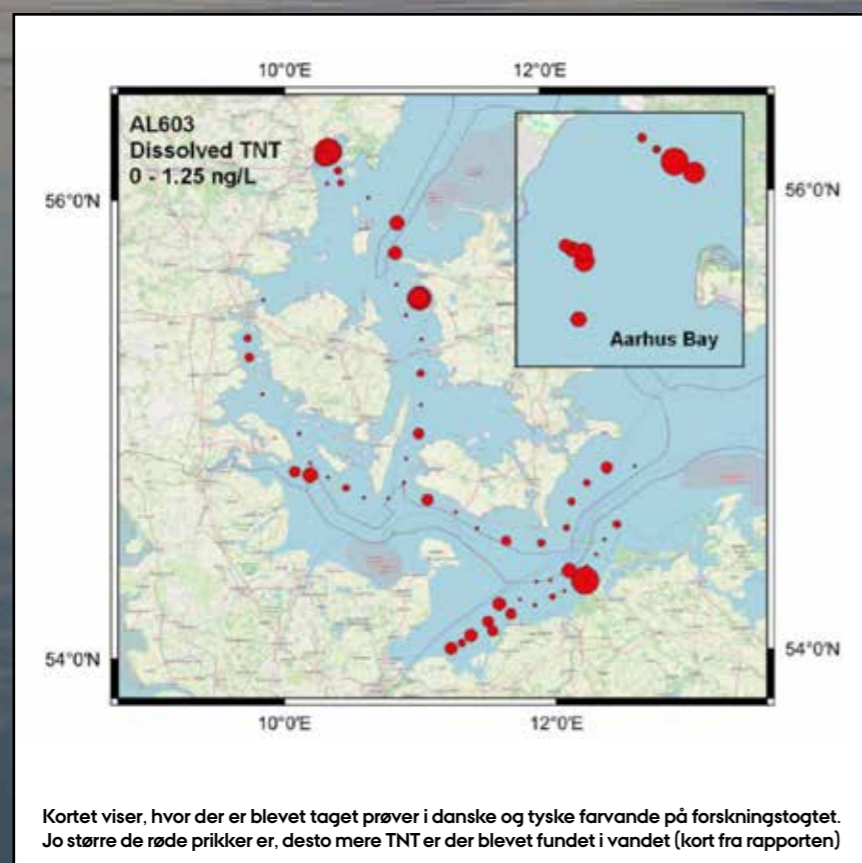
Den samlede danske drivhusgasudledning i 2021 var 46.271 kt CO<sub>2</sub>-ækvivalenter. Samme år var drivhusgasudledningen fra lossepladser 433,5 kt CO<sub>2</sub>-ækvivalenter eller 0,9 % af den samlede nationale drivhusgasudledning. I 1990, var drivhusgasudledningen fra lossepladser 1,9 % af den samlede nationale drivhusgasudledning, svarende til et fald i hele tidsserien på 72 %. Som nævnt ovenfor, er NMVOC og partikler også inkluderet i opgørelsen fra lossepladser. NMVOC-udledningen var i 2021 0,2 % af den nationale samlede NMVOC-udledning. Dette er et fald på 92 % siden 1985. Faldet skyldes et tilsvarende fald i deponering af nedbrydeligt affald. Mens mængden af deponeret organisk affald har været faldende gennem tidsserierne, ses samme udvikling ikke for den samlede affaldsmængde. Selvom fraktioner som f.eks. metal, glas og aske/slagge er faldet på grund af øget genanvendelse, er mængden af jord, sand og sten, der deponeres steget nok til at modvirke dette fald. Som følge heraf, er partikeludledningen fra lossepladser ikke meget lavere i 2021, end de var i 1990. Bidraget fra lossepladser til den samlede nationale udledning af partikler er dog minimalt.

**Læs rapporten** Danish emission inventory for solid waste disposal on land - Results of inventories up to 2021

SR569.pdf (au.dk)

# Bomber fra 2. verdenskrig lækker TNT ud i danske farvande

Rapport fra DCE viser, at tysk ammunition, der blev dumpet i havet i Danmark efter 2. verdenskrig, frigiver TNT til vandet. Heldigvis i så små mængder at det ikke er til fare for miljøet.



Hvis du tilfældigvis stod og spejdede ud over Aarhusbugten i begyndelsen af oktober 2023, ville du måske have set et blåt, hvidt og orange skib sejle zigzag frem og tilbage på et meget lille område ud for Skødshoved. Skibet, Alkor, var et tysk forskningsskib, og det var sejlet hele vejen til Aarhusbugten for at tage prøver af vandet i det område, der kaldes for Koraldybet, samt en række andre steder i indre danske farvande.

Kort efter 2. verdenskrigs afslutning blev mellem 17.000 og 45.000 tons tysk ammunition dumpet i Koraldybet. Alkor skulle undersøge, om sprængstofferne fra de dumpede våben siver ud i vandet her – og ved andre danske dumpingsites for ammunition fra 2. verdenskrig. Og det gør de, viser rapporten, som DCE har lavet for Aarhus Kommune.

Ifølge seniorforsker på Institut for Miljøvidenskab, Hans Sanderson, der står bag rapporten, er koncentrationen af TNT i vandet ved Koraldybet det højeste målt i Danmark. Dog er koncentrationen i Aarhusbugten stadig langt under grænseværdien for, hvad der anses som skadeligt. Indtil videre er der derfor ingen grund til at tro, at det har en negativ miljøpåvirkning.

Koraldybet er et af de dybeste steder i Aarhusbugten og er omkring 20 meter dybt. På sandbunden ligger ammunitionen helt eller delvist begravet. Fordi TNT hurtigt bliver nedbrudt i vandet, er det nødvendigt at tage prøver så tæt på kilden som muligt. Forskerne på Alkor tog derfor 18 prøver i 10 til 20 meters dybde – og ingen ved overfladen.

TNT bliver hydrolyseret, når det kommer i forbindelse med vand. Det vil sige, at der sker en kemisk reaktion, når vand og TNT blandes. Når det sker, bliver TNT omdannet til andre kemikalier, som eksempelvis dinitrobenzen, som i daglig tale kaldes DNB. DNB og en række andre nedbrydningsprodukter fra TNT kan være skadelige for både miljøet og mennesker. Derfor ledte forskerne også efter dem i prøverne, men fandt ingen spor af dem. Det betyder dog ikke, at de ikke er der. De metoder, der blev brugt til at måle TNT, er nemlig ikke så følsomme i forhold til at detektere de forskellige nedbrydningsprodukter. Derfor vil DCE gerne tilbage og undersøge det nærmere. For på trods af at der i dag ikke er miljøskadelige mængder TNT i Koraldybet, kan der godt komme det i fremtiden. Det afhænger nemlig af, hvordan krigsmateriellet ligger på bunden. Havbunden i Koraldybet er blød og ammunitionen kan derfor godt være begravet i sedimentet, hvor der ofte ikke er ilt til stede. Uden ilt rustner metallet ikke op, og dermed slipper der ikke så meget TNT ud. Men hvis ammunitionen en dag bliver afdækket på havbunden, kan et stort reservoir af TNT blive udledt. Om det kan være miljøskadeligt, vides ikke.

Det beskrevne projekt er et pilotstudie, men det videre arbejde fortsætter med EU-finansiering.

**Læs hele rapporten** Dumpede våben i Aarhus Bugt: Forekomst af TNT-rester og vurdering af mulige miljøeffekter TR292.pdf (au.dk)

Et af de steder, hvor der er fundet TNT i havet, er ud for Aarhus. Mindre end 10 kilometer fra Aarhus Ø på billedet blev mellem 17.000 og 45.000 tons tysk ammunition dumpet efter afslutningen på 2. verdenskrig. Det er fra den gamle ammunition, at TNT siver ud.

# PFAS-monitering i grønlandske dyr

PFAS er forkortelsen for per- og polyfluoralkylstoffer og er en samlebetegnelse for flere tusinde fluorholdige, svært nedbrydelige stoffer. Flere af stofferne er reguleret under FN's Stockholmkonvention om persistente organiske miljøgifte (POP-stoffer) med det formål at beskytte miljø og sundhed og bekæmpe grænseoverskridende forurening – og nye optages løbende under konventionen.

I Arktis har forekomsten af PFAS fået fornyet opmærksomhed pga. fund af PFAS i iskerner og høje koncentrationer målt i bl.a. sæler og isbjørne samt i lokalbefolkningen i Østgrønland, der spiser disse arter.

PFAS måles i grønlandske dyr som en del af det Arktiske Moniterings og Assessment Program (AMAP) Core i Grønland, der ledes af DCE. AMAP Core følger udviklingen af kontaminanter i Grønland og monitoringsprogrammet har været aktivt siden 1994. DCE har dog indsamlet vævsprøver af isbjørne og ringsæler siden 1982, som retrospektivt er blevet undersøgt, og der findes derfor måledata inkl. PFAS helt tilbage til 1982.

I AMAP Core programmet indsamles og analyseres lever fra de arktiske nøglearter isbjørn og ringsæl for PFAS. Ringsælerne indsamles hvert andet år ved Qeqertarsuaq (Disko) i Vestgrønland og ved Ittoqqortoormiit (Scoresbysund) i Østgrønland, mens isbjørnene indsamles fra Ittoqqortoormiit hvert år. Af analyserne ses bl.a., at koncentrationerne af PFAS i isbjørne fra Ittoqqortoormiit typisk ligger ca. 10 gange højere end i ringsælerne pga. bioakkumuleringseffekten.

For det PFAS, der forekommer i højst koncentration, stoffet perfluoroktansulfonat (PFOS), viser tidsserierne et maksimum mellem 2005 og 2010 i både isbjørne og ringsæler, hvorefter der ses et fald. Faldet er sammenfaldende med den internationale regulering af PFOS. I de senere år ses imidlertid en tendens til en stigning i PFOS i de grønlandske dyr igen, måske drevet af klimacændringer og ændringer i fødekæderne.

En 'ny' gruppe af PFAS, der er stærkt stigende i koncentration, er de langkædede carboxylsyrer (PFCA). Disse PFCA'er

viser en eksponentielt stigende tendens i de grønlandske ringsæler og isbjørne gennem de seneste 40 år. PFCA'erne er som gruppe i øjeblikket på kandidatlisten til regulering under Stockholmkonventionen.

PFAS betragtes som 'evighedskemikalier' med meget lang nedbrydningstid i miljøet. Løbende monitorering af PFAS i grønlandske dyr vil vise, om den internationale regulering, bl.a. via Stockholmkonventionen, har den ønskede effekt og give mulighed for at overvåge de 'nye' PFAS, der til stadighed tages i brug i industrien.

DCE's arkiverede vævsprøver fra år tilbage er meget værdifulde ift. måling af 'nye' kontaminanter, der ikke tidligere er blevet målt, og resultaterne for tidsudviklingen i kontaminanter er således løbende blevet brugt i internationale AMAP Assessments, videnskabelige publikationer og som input i regulering af stofferne under Stockholmkonventionen.

**Læs notatet** PFAS-monitering i grønlandske dyr: Kort sammenfatning af resultater fra arbejdet med PFAS i regi af Arktisk Råd

[N2023\\_13.pdf](#) (au.dk)

Særligt isbjørne indeholder pga. placering i fødekæden meget høje koncentrationer af PFAS.  
Foto: Rune Dietz

# Sæt værdi på parker og natur

I de seneste årtier er det bebyggede areal i Danmark vokset med 5%. Grønne områder er under pres og forsvinder i forbindelse med udviklingen af vores byer. Værdien af de grønne områder bliver ofte overset og vejer ikke lige så tungt som andre byelementer, så som boligkvadratmeter, parkeringspladser eller transport infrastruktur. Grønne områder har ellers værdi for indbyggerne og samfundet, såsom rekreative oplevelser, stormflodssikring, reduktion af luftforurening, forbedring af mental og fysisk sundhed, CO<sub>2</sub>-lagring, skyggeeffekt om sommeren og sikring af biodiversitet. Men så længe man ikke har tal på de grønne områders værdi, så den nemt kan sammenlignes med de andre elementer i en cost-benefit analyse, mangler beslutningstagere og politikere et fundament til at forstå de samfundsmæssige fordele ved at bevare og investere i rekreative grønne områder. Resultatet er at de grønne områder taber i konkurrencen til boliger og veje.

Der findes metoder til værdisætning af fx den rekreative værdi af grønne områder fx husprismetoden. I husprismetoden opbygges en model, der beskriver boligens pris som en funktion af dens karakteristika, som opdeles i to. Første gruppe er bygningsspecifikke egenskaber såsom størrelse, antal værelser, alder og byggematerialer. Den anden gruppe af karakteristika omhandler boligens beliggenhed og nabolag, herunder afstanden til grønne områder, infrastruktur og adgang til indkøbsmuligheder. Disse karakteristika tilsammen beskriver boligens pris. Ved at analysere en stor gruppe huse, som hver især har små forskelle i størrelse og beliggenhed, er det muligt at udlede og isolere, hvor stor en del af prisen de enkelte karakteristika i gennemsnit kan forklare af prisen. Det gælder således også for gevinsten af at have adgang til natur og parker tæt på hvor du bor.

Når folk køber en bolig med adgang til et rekreativt grønt område, er det lidt som at købe adgang til en klub for re-

kreation – som når folk køber adgang til et træningscenter. Den prioritering, som folk udviser ved at købe adgang, afspejler både brugsværdi og mulighedsværdi af det rekreative grønne område. Med andre ord kan man bruge resultaterne af husprismetoden til at beregne, hvor meget folk er villige til at betale for at have adgang til et bestemt rekreativt grønt område, baseret på deres faktiske handlinger på boligmarkedet. Dette giver en indikation af, hvor vigtigt og værdifuldt grønne områder er for folk, når de træffer beslutninger om, hvor de vil bo.

Den samlede gevinst ved at etablere en park, kan således beregnes for de kommende naboer til parken, ved at lægge folks betalingsvillighed sammen – en betalingsvillighed man kan udlede af husprismetoden. Inden for økonomi betegnes denne samlede værdi som velfærdsgevinst og den kan indgå direkte i en cost-benefit-analyse af forskellige scenarier for at etablere en park i et nabolag.

DCE har udviklet et redskab målrettet kommunernes planlægning, som med udgangspunkt i nærhed til rekreative områder beregner værdien af forandringer – positive som negative. Etablering af en ny park vil fx give ændring i nærhed for en række boliger og ændring i værdien for den enkelte bolig. Omvendt kan nedlæggelse af en park, eller dele af en park, føre til mindre adgang for folk, hvilket kan beregnes som et velfærdstab. På den måde kan man nu sætte pris på park og natur i planlægningen af byens rum, så det grønne kan konkurrere på lige fod med boliger og veje om byens rum.

Læs rapporten [Sæt Pris På Parker & Natur](#) (au.dk)

# Fosforindsats i søer kan planlægges mere effektivt med ny model

Opfyldelse af Vandrammedirektivets krav om god økologisk tilstand for de danske søer kræver, at tilførslen af fosfor til søerne reduceres. Der findes en række virkemidler, som fører til reduceret fosfortilførsel. De varierer i effekt og omkostninger ved etablering og drift og der vil være fysiske og landskabsmæssige begrænsninger i, hvor de kan etableres. Søer og vandløb er integreret i sammenhængende vand-systemer, hvor ændringer opstrøms vil have effekt på de søer, som ligger nedstrøms. Det er derfor nødvendigt at tage hensyn til virkemidler opstrøms for at fastlægge effekten og

den økonomiske effektivitet af planlagte virkemidler på en konkret sø. Tilførsel af fosfor til søer og vandløb stammer både fra punktkilder, f.eks. spildevandsanlæg, og fra det åbne land. Tab af fosfor fra det åbne land sker hovedsagelig dels ved erosion og udvaskning fra marker og dels ved erosion af vandløbsbrinker. De økonomiske omkostninger består af tabte indtægter fra landbrugsproduktion på markerne og etablerings- og driftsomkostninger.

Virkemidlerne kan fx omfatte reduceret jordbearbejdning, permanent plantedække eller etablering af randzoner langs vandløb og søer. Det kan alternativt være etablering af vådområder af forskellig karakter herunder fosforådale, som tilbageholder suspenderet, partikulært fosfor eller skovrejsning og anvendelse af træer langs vandløb mod brinkerose. Direkte reduktion af tilførsler kan på langt sigt ske ved at tilføre mindre fosfor til marker, end planterne optager eller på kort sigt med forbedret spildevandsrensning.

DCE har i samarbejde med Københavns Universitet videreudviklet et modelværktøj, der kan beregne omkostnings-effektive valg, doseringer og placeringer af virkemidler til reduktioner kvælstof til vandmiljøet til også at dække fosfor og håndtere næringsstofferne hver for sig og samlet. For at kunne modellere fosforvirkemidler, er der i tillæg til virkemidler på markerne indarbejdet virkemidler, der reducerer tabene fra brinker til vandløb samt i fosfor-ådale. Disse enheder (mark, brinklængde etc.) bruges til beregningen af både effekter på fosfortabet og til beregningen af omkostningerne. Der er indarbejdet begrænsninger på potentialet for implementering af hvert virkemiddel. Disse begrænsninger omfatter, at virkemidler kun kan implementeres på omdriftsmarker, da man ikke kan beregne effekter af virkemidler, hvis de implementeres på arealer, der er taget ud af drift eller dyrkes ekstensivt (permanente græsarealer). Der tages ligeledes hensyn til de fysiske muligheder for etablering af vådområder, fosforådale, virkemidler på brinkerne til vandløb etc og for hvordan søerne hænger sammen i kæder, så én indsats i en sø opstrøms har effekt på søerne nedstrøms.

Modellen er anvendt til at beregne omkostningseffektiv placering af fosforkravene til søoplande, som var med i Vandområdeplan2 (2016-2021). Resultaterne viser, at både skovrejsning og udtagning af højbund er vigtige virkemidler for fosforreduktionerne i mange af søoplandene. Den omfattende udtagning skyldes, at modellen finder frem til marker, hvor dækningsbidraget er lavt, og alternativomkostningen ved tiltag derfor er lav, mens den samtidigt fin-

der de marker, hvor der er potentiale for at reducere tabene. Der er imidlertid usikkerhed ved de anvendte omkostninger, især fordi der er ikke foretaget en detaljeret analyse af evt. konsekvenser for husdyrproduktionen ved udtagning. Inddragelse af omkostningerne ved en reduktion i husdyrproduktionen eller ændringer i foderpriser vil potentielt forhøje omkostningen ved virkemidlet. Resultaterne indikerer, at der er stort behov for at udrede yderligere virkemidler, som supplerer de eksisterende fosforvirkemidler, og for mere viden om fosforeffekt, omkostninger og potentiale for at implementere virkemidlerne.

**Læs rapporten** Omkostningseffektiv placering af fosforvirkemidler i forhold til søer - Indarbejdelse af fosfor i Target EconN\_P samt eksempler på resultater  
SR560.pdf (au.dk)

# Solpaneler ja tak – hvis det betaler sig

Husholdninger forventes at spille en stadig vigtigere rolle i omstillingen til et energimarked baseret på vedvarende energi. Deres forbrugsmønstre kan bidrage til omstillingen gennem efterspørgsel efter vedvarende energi, og de kan understøtte elnettets kapacitet ved at spare på elektriciteten eller planlægge deres forbrug til de tider på døgnet, hvor der er mindst efterspørgsel. Husholdningerne kan også installere deres egne elektricitetsproducerende anlæg og sælge overskydende el fra disse anlæg til nettet – og dermed indgå i elnettet.

Forståelsen af private husejeres faktiske og potentielle rolle som energiproducenter og -forbrugere, herunder især forståelsen af de husstandsbaseerede solpanelers rolle i energisystemet er blevet undersøgt af forskere fra DCE. Undersøgelsen fandt sted før energipriserne begyndte at stige efter Ruslands invasion af Ukraine. Både husstande med og uden solpaneler deltog, i alt 1843 svarede på spørgeskemaundersøgelsen.

Økonomiske fordele udgør den væsentligste motivation for at installere solpaneler blandt danske husejere, inklusive forventede besparelser på energiregningen og mindre sårbarhed over for svingende energipriser. Klima- og miljøhensyn udgør den anden vigtige motivation for at installere solpaneler, om end resultaterne indikerer, at klimahensyn i fraværet af potentielle økonomiske gevinster ikke i sig selv ville være tilstrækkelig motivation for at tage skridtet til at installere solpaneler.

Solpanel-ejere søger i nogen grad at tilpasse deres elektricitetsforbrug tidsmæssigt til produktionen fra deres eget anlæg. Men denne tilpasning er også integreret i hverdagspraksisser, og tilpasningen varierer med forskellige typer af apparater. Apparater som f.eks. opvaskemaskiner eller bilbatterier bruges eller oplades ofte, når solpanelet genererer strøm – fordi disse apparater har tidsindstillingskapacitet, og fordi det ikke kolliderer med daglige rutiner, så energibe-

sparelserne er betydelige, mens generne er små. Brug eller genopladning af computere og mobiltelefoner samt brug af komfur og ovn styres i højere grad af praktiske hensyn.

Interessen i salg af overskudsstrøm til elnettet er udbredt, men mange respondenter var utilfredse med de nuværende priser og betingelser for at sælge til nettet.

For at få husejere til at installere solpaneler (og andre vedvarende energi-anlæg), skal det være økonomisk muligt for dem at klare investeringen, og det skal give en rimelig økonomisk fordel, såfremt brugen af solpaneler på private hjem skal nå videre end de frontløbere, der er mindre motiverede og mindre begrænsede af økonomiske overvejelser. Sådanne økonomiske fordele omfatter besparelser i energjudgifter og/eller en god pris for at sælge overskudsstrøm til andre forbrugere/nettet og/eller tilskud til investering i solpaneler.

Endelig kan det tænkes, at den generelle offentlige holdning til solpaneler også påvirker mulighederne for at opskalere brugen af solpaneler. Her viser undersøgelsen massiv offentlig accept af, at der installeres solpaneler på offentlige bygninger, virksomheder og private boliger, mens et langt mindre flertal ville acceptere placering af solpaneler på marker i det åbne landskab, og et betydeligt mindretal ville være imod en sådan placering. Så selv om landbrugsjord nok udgør den mest omkostningseffektive placering af solpaneler, er der stor sandsynlighed for, at en sådan placering kan skabe konflikt (og allerede har skabt konflikter) i Danmark, som er relativt tæt befolket.

**Læs rapporten** [Solar Panels and Household Energy. Prusumption - Experiences, Practices and Attitudes](#) (au.dk)

Foto: Colourbox

# Klimatilpasning i netværk af kommuner, virksomheder, universiteter og region

Vores samfund bliver udfordret af stigende have, øget mængde nedbør og voldsomme klimahændelser. Coast to Coast Climate Challenge (C2C CC) var et 6-årigt EU-Life projekt med et samlet budget på 90 mio. DKK, hvor 1 region, 18 kommuner, 8 vandvirksomheder, 3 universiteter, 1 EU-repræsentationskontor og 17 støttende partnere samarbejdede om at skabe bedre betingelser for klimatilpasning i Danmark. Projektet blev ledet af Region Midtjylland, der i tæt samarbejde med de øvrige 30 partnere arbejdede for at skabe en klimarobust region ved:

- at formulere en fælles langsigtet strategi blandt de lokale aktører, og ved
- at implementere de kommunale klimatilpasningsplaner målrettet, idet de nødvendige analyser og aktiviteter koordineredes, og ved
- at identificere og forbedre ressourcer og kapaciteter blandt borgere, kommuner, forsyningsselskaber og virksomheder i vandbranchen.

Projektet gennemførte en række delprojekter (24) og tværgående aktiviteter med formodning om, at der ville være en særlig værdi i at arbejde i et stort, tværgående netværk af partnere. Forskellige partnere bragte delprojekter ind i C2C CC. Det var karakteristisk for projekterne, at de engagerede mange kommuner og forsyninger omkring en fælles ressource eller udfordring fx Gudenåen, Grenåen eller andre landskabselementer, som går på tværs af kommunale og emnemæssige skel.

Forskere fra DCE har undersøgt værdien af at arbejde i netværk og kortlagt de forhold, som kan hæmme opnåelsen af de forventede resultater. Analysen viste, at C2C CC-partnerskabet på tværs af og inden for projekter har opnået en lang række resultater, hvoraf nogle er både innovative og merværdiskabende i tråd med forventningerne til sådanne

partnerskaber, der samler aktører med forskellige kompetencer, interesser og perspektiver om et fælles projekt.

Blandt de innovative resultater nævner undersøgelsens deltagere Klimatorium i Lemvig, Klimavejen i Hedensted Kommune, brugen af maskinlæring i udviklingen af hydrologiske modeller og værktøjer, men også nye tilgange til interessentinddragelse (Gudenå-projektet) og mere bred udviklingen af 'Connective Negotiations' tilgangen til borgerinddragelse. Samtidig er der skabt større fokus på at sikre merværdi i de klimatilpasningstiltag og planer, der vedtages i kommunerne sådan, at de opfylder andre funktioner end ren klimabeskyttelse, fx naturbaserede løsninger der bidrager til biodiversitet og blågrønne løsninger, der også rummer rekreative muligheder. Ligeledes peger mange på merværdi i form af sammenhængende klimatilpasningsløsninger, både internt i og på tværs af kommunerne. Selve partnerskabsformen fremhæves også som en nyskabelse på klimatilpasningsområdet. Ud over den projektnære værdi, partnerne har opnået, har projektet også inspireret andre og har dermed også genereret synlighed for partnerne.

Mange fremhævede øget viden som et vigtigt udbytte. Vidensinstitutionerne var imidlertid kun i meget ringe omfang integreret i de konkrete delprojekter og det kunne sandsynligvis have forbedret innovationshøjden af produkterne at have organiseret dette fra starten. Ligeledes kunne man have øget merværdien ved at integrere forsyningsselskaberne bedre i udviklingen.

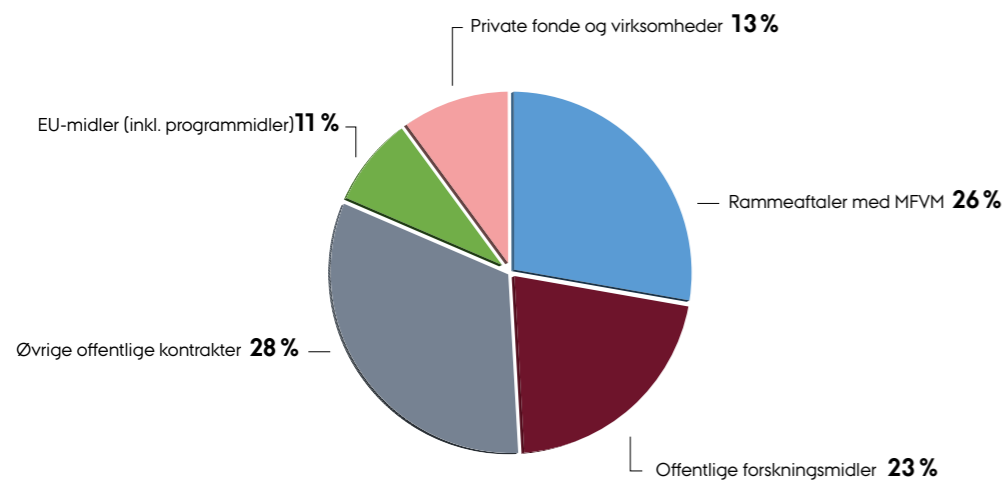
**Læs rapporten** [Partnerskabet Coast To Coast Climate Challenge \(C2C CC\)](#) (au.dk)



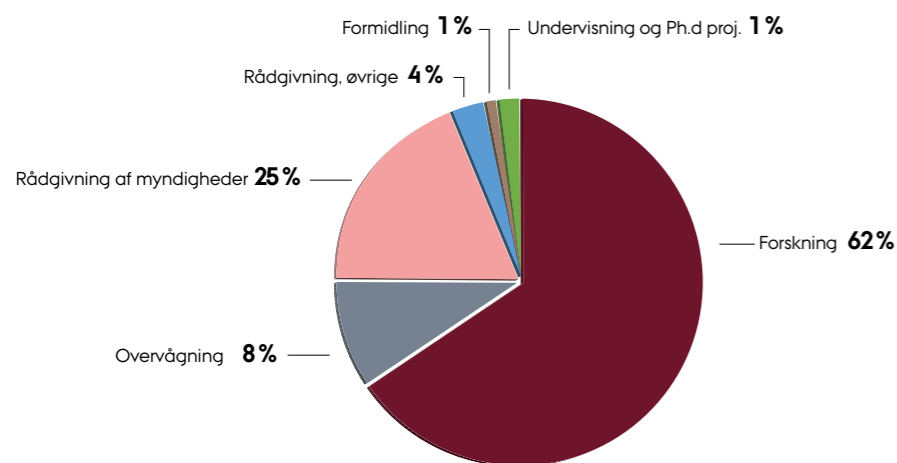
Nogle af medlemmerne i Partnerskabet Coast to Coast Climate Challenge  
Foto: Dorte Selmer, Region Midtjylland

### Indtægter fordelt på indtægtskilde

Bevillingen fra Miljøministeriet var i 2023 på 124,8 mio. kr. DCE har i 2023 haft en samlet portefølje på ca. 530 mio. kr.



### Omkostninger fordelt på opgavetype



## Publikationer

Forskning	2022	2023
Videnskabelige artikler	518	511
Ph.d.-afhandlinger	16	11

Rådgivning	2022	2023
Videnskabelige og tekniske rapporter	72	85
Faglige redegørelser	91	70





AARHUS UNIVERSITET  
DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Centret har kontorer i Aarhus og Roskilde

### **Roskilde**

Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

### **Aarhus**

C.F. Møllers Alle  
Bygning 1110, 1120, 1130 & 1131  
8000 Aarhus

Telefon: 8715 5000  
Fax: 8715 5010  
E-mail: [dce@au.dk](mailto:dce@au.dk)  
Hjemmeside: [dce.au.dk](http://dce.au.dk)