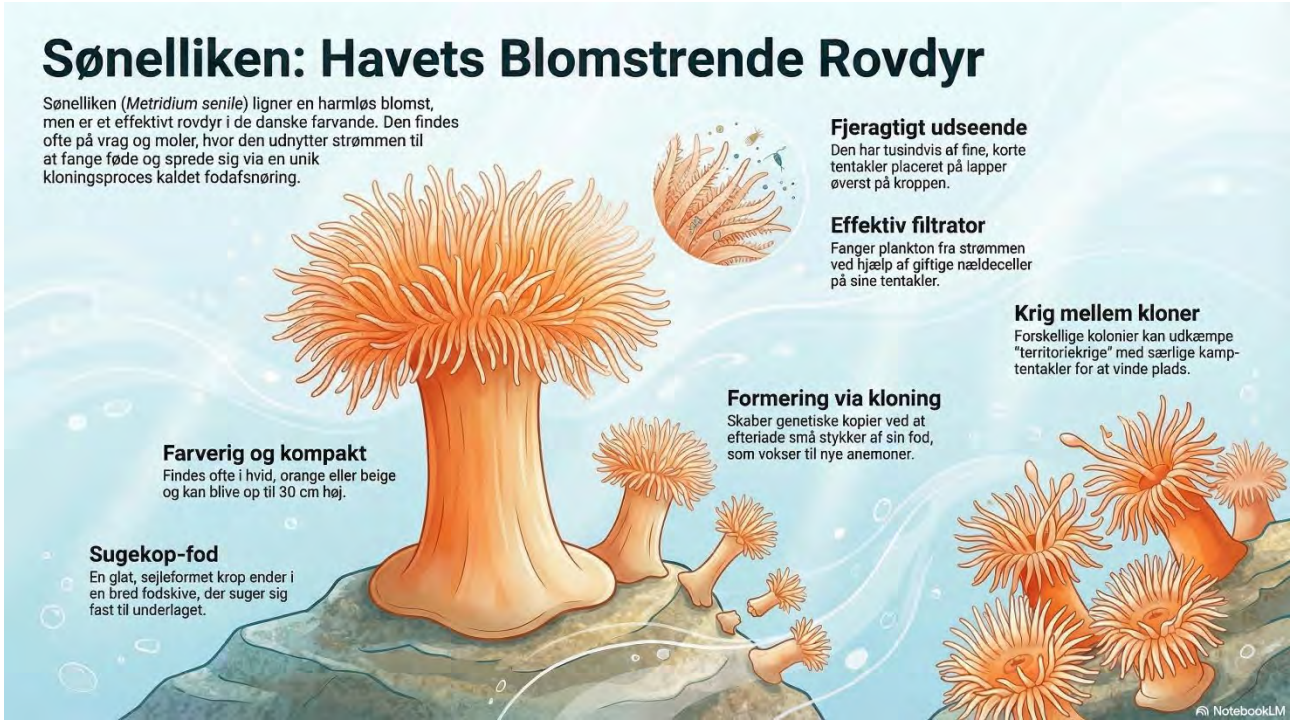
Sønellike

AI Gemini redigeret af Carl Vedel Lauridsen



Indhold

Kort oversigt 2

Udseende og kendetegn 3

Levevis og føde 3

En mærkelig måde at få børn på 3

Biologisk og økologisk analyse af sønelliken Metridium senile: Taksonomi, livscyklus, trofisk dynamik og miljømæssig sårbarhed i de danske farvande 4

Systematik, fylogeni og genetisk struktur 4

Tabel 1: Taksonomisk klassifikation og genomiske data for Metridium senile 4

Funktionel morfologi og anatomiske variationer 5

Tabel 2: Morfologisk sammenligning af de primære varianter i danske farvande 5

Nældecellernes fysiologi og biomekanik 6

Acontia og Catch-tentakler: Specialiserede forsvarssystemer 7

Reproduktionsbiologi: Strategier for succes 7

Den kønne fase: Broadcast Spawning og Planula-larver 7

Den ukønne fase: Pedallaceration som koloniseringsværktøj 8
Tabel 3: Vækstrater og udviklingsmæssige benchmarks..... 8
Trofisk økologi: Fra passiv filtrator til aktivt rovdyr 9
Diæt og fødeoptagelse..... 9
Tabel 4: Trofisk sammenligning og ernæringskilder 9
Habitat og udbredelse i de danske farvande 10
Tabel 5: Habitatpræferencer og miljømæssige grænser..... 10
Lillebælt og de indre danske farvande 11
Antropogene habitater og "Marint Affald" som vektor..... 11
Prædation og inter-specifikke interaktioner 11
Prædations-dynamik med Aeolidia papillosa 11
Tabel 6: Vigtige prædatorer og parasitter på Metridium senile 12
Miljømæssig sårbarhed og klimaforandringernes indvirkning..... 13
Modstandskraft over for hypoxi og anoxi 13
Termisk stress og molekylære responser..... 13
Tabel 7: Miljømæssige tolerancetærskler for Metridium senile 14
Monitorering og betydning for vandmiljøforvaltning..... 14
Sønelliken som indikatorart 14
Tabel 8: Oversigt over monitorering og forvaltningstiltag i Danmark 15
Fremtidige perspektiver og økosystem-påvirkning..... 15
Konklusion 16
Citerede værker..... 16

Kort oversigt

Sønellike (*Metridium senile*), også kendt som den **almindelige sønellike**, er en af de mest karakteristiske og smukke havanemoner, vi har i de danske farvande. Den ligner næsten en blomst, der svajer i strømmen, men tag ikke fejl – det er et effektivt rovdyr.

Her er det vigtigste, du skal vide om denne fascinerende skabning:

Udseende og kendetegn

Sønelliken er let at kende på sit "fjeragtige" udseende. Den adskiller sig fra mange andre anemoner ved at have tusindvis af meget fine, korte tentakler, der sidder på en række lapper øverst på kroppen.

- **Farve:** De findes i mange farver, oftest hvide, orange, beige eller svagt lyserøde.
- **Størrelse:** De kan blive op til 30 cm høje, men i områder med meget strøm er de ofte mindre og mere kompakte.
- **Kropsbygning:** Den har en glat, søjleformet krop og en bred fodskive, som den bruger til at suge sig fast til sten, vrag eller muslingeskaller.

Levevis og føde

Sønelliken er en **filtrator**. Det betyder, at den lever af små partikler og plankton, som den fanger fra vandet med sine giftige nældeceller på tentaklerne.

- **Hvor findes de?** De elsker steder med **stærk strøm**, da strømmen bringer masser af mad direkte til dem. Du finder dem ofte på moler, bropiller og skibsvrag i Kattegat, Skagerrak og de indre danske farvande.
- **Bevægelse:** Selvom det ikke ser sådan ud, kan de faktisk flytte sig langsomt ved at lade foden glide hen over underlaget.

En mærkelig måde at få børn på

Sønelliken er kendt for en proces, der kaldes **fodafsnøring** (fragmentering). Når den bevæger sig hen over en sten, kan den efterlade små stykker af sin "fod". Hvert lille stykke væv kan i løbet af kort tid vokse op og blive til en helt ny, genetisk identisk kopi (en klon) af moderanemonen. Det er derfor, man tit ser store kolonier af sønelliker i præcis samme farve på det samme vrag.

Sjov detalje: Hvis to forskellige kolonier (forskellige kloner) mødes på en sten, kan de finde på at "kriges" med specielle kamp-tentakler for at vinde pladsen!

Biologisk og økologisk analyse af sønelliken Metridium senile: Taksonomi, livscyklus, trofisk dynamik og miljømæssig sårbarhed i de danske farvande

Den marine økologi i de nordeuropæiske farvande er karakteriseret ved en høj grad af kompleksitet, hvor fastsiddende hvirvelløse dyr spiller en afgørende rolle som både strukturdannere og trofiske regulatorer. Blandt disse indtager sønelliken, *Metridium senile*, en særstilling grundet dens ekstreme morfologiske plasticitet, dens dualistiske reproduktionsstrategi og dens bemærkelsesværdige evne til at kolonisere både naturlige og menneskeskabte habitater.[1] Som medlem af klassen Anthozoa og ordenen Actiniaria repræsenterer sønelliken en evolutionær linje, der strækker sig over 500 millioner år tilbage, hvor koraller og søanemoner divergerede i den sene kambrisk eller tidlige ordovicium.[2] I en moderne kontekst fungerer *Metridium senile* som en nøgleart i hårdbundssamfund, fra de beskyttede indre fjorde som Vejle Fjord til de strømfyldte render i Lillebælt og videre ud i de åbne bælter og oceaniske kyster.[1] Denne rapport præsenterer en udtømmende videnskabelig gennemgang af artens biologiske fundament, dens økologiske interaktioner og dens betydning som miljøindikator i et havmiljø præget af klimaforandringer og menneskelig påvirkning.

Systematik, fylogeni og genetisk struktur

Forståelsen af *Metridium senile* som art kræver en dybdegående analyse af dens taksonomiske historie, som længe har været præget af forvirring grundet de enorme forskelle i størrelse og form mellem forskellige populationer.[2] Oprindeligt beskrevet af Carl von Linné i 1761, har arten været genstand for adskillige revisioner, hvor forskere har forsøgt at afgøre, om variationerne skyldtes genetisk isolation eller fænotypisk plasticitet drevet af miljøfaktorer.[7]

Tabel 1: Taksonomisk klassifikation og genomiske data for Metridium senile

Taksonomisk Niveau	**Betegnelse**	**Detaljer / Data**
Rige	Animalia	Dyreriget [1]
Phylum	Cnidaria	Polypdyr; kendetegnet ved nældeceller [2]
Klasse	Anthozoa	Koraldyr; mangler meduse-stadium [2]

Orden	Actiniaria	Søanemoner; solitære polypper [10]
Familie	Metridiidae	Ofte karakteriseret ved en glat søjle og acontia [6]
Genomstørrelse	390,9 megabaser	Fordelt på 16 kromosomale pseudomolekyler [2]
Mitochondrie-DNA	17,44 kilobaser	Cirkulært genom [2]
Synonymer	*M. dianthus*	Ofte anvendt om den store "fjerformede" variant [3]

Den genetiske forskning har for nylig kastet lys over denne kompleksitet. Ved brug af sekvens-capture-data og genom-samlinger er det fastslået, at slægten *Metridium* indeholder mindst to distinkte arter i de nordlige have: den klonale *M. senile* og den solitære, gigantiske form *Metridium farcimen* (tidligere *M. giganteum*).[2] Selvom *M. senile* udviser en circumboreal udbredelse, er der påvist betydelig genetisk indblanding (admixture) mellem oceanerne, hvilket sandsynligvis skyldes menneskelig aktivitet, såsom transport via skibsskrog og ballastvand, der har faciliteret introduktionen af arten til den sydlige halvkugle, herunder Sydafrika, Chile og Falklandsøerne.[3]

Funktionel morfologi og anatomiske variationer

Sønelliken er kendt for sit unikke udseende, der i voksne individer minder om en blomstrende nellike, hvilket har givet ophav til det danske navn.[1] Kroppen er opdelt i en basal fodskive, en kropssøjle (stok) og en tentakelkrone, der omgiver mundåbningen.[12] En central biologisk egenskab er adskillelsen af kropssøjlen i en nedre *scapus* og en øvre *capitulum*, adskilt af en markant kraveformet fold kaldet parapetet.[7]

Tabel 2: Morfologisk sammenligning af de primære varianter i danske farvande

Morfologisk træk	**Variant dianthus (Stor form)**	**Variant pallidus (Dværgform)**
Højde	Op til 30-50 cm [2]	Sjældent over 2,5 cm [7]

Antal tentakler	Over 1000; giver "fluffy" udseende [6]	Under 200; færre og længere [7]
Mundskive	Stærkt lappet og bølget [1]	Flad og cirkulær [7]
Farvevariation	Hvid, orange, brun, grønlig [1]	Ofte hvidlig eller gennemsigtig [15]
Reproduktiv status	Modnes ved større størrelse [15]	Bliver kønsmoden som lille [15]

Farvevariationen hos *Metridium senile* er ikke blot en æstetisk detalje, men reflekterer ofte miljømæssige tilpasninger eller genetisk arv i en klon. Individer kan være rent hvide, orange, brune eller endda laksefarvede.[1] Forskning indikerer, at den brune farve i visse populationer kan være et resultat af langvarig eksponering for ultraviolet (UV) stråling, hvilket antyder en fotobeskyttende mekanisme.[16] På vrag eller bropiller vil man ofte se store plamager af individer med identisk farve, hvilket indikerer, at de alle er resultatet af ukønnet formering fra et enkelt moderindivid.[15]

Nældecellernes fysiologi og biomekanik

Som et rovdyr er sønelliken afhængig af sine nældeceller (cnidocytter) til både fødefangst og forsvar. Disse celler indeholder den mest komplekse organel i dyreriget: nematocysten.[17] Affyringen af denne "mikroskopiske harpun" er en proces drevet af ekstremt højt osmotisk tryk.[18]

Den biofysiske mekanisme bag affyringen kan beskrives ved det enorme overtryk inde i kapslen, som genereres af en høj koncentration af calcium-ioner, proteiner og poly-gamma-glutamat.[18] Ved stimulering af cnidocil-håret (udløseren) sker der en lynhurtig influx af vand, som øger det interne tryk til over 150 atmosfærer ($1,52 \times 10^7$ Pa).[18] Dette tvinger låget (operculum) op, og den opviklede tråd skydes ud med en hastighed, der når accelerationer på op til 5.410.000 g.[20] Kraften (F) ved spidsen af tråden, kombineret med det ekstremt lille overfladeareal (A) af styletten (radius ca. 15 nm), skaber et tryk (P) beregnet ved formlen:

$$P = \frac{F}{A}$$

Dette resulterer i et lokalt tryk på mere end 7 GPa, hvilket er tilstrækkeligt til at gennemtrænge de hårde kitinskalder på krebsdyr eller huden på små fisk.[20] Efter affyring dør cellen og skal erstattes

af en ny fra interstitielle stamceller, hvilket gør produktionen af nældeceller til en betydelig energimæssig investering for anemonen.[17]

Acontia og Catch-tentakler: Specialiserede forsvarssystemer

Udover de primære tentakler besidder sønelliken acontia – tynde, hvide tråde tæt besat med giftige nældeceller, som er placeret i de nedre dele af mesenterierne.[11] Når anemonen føler sig truet, kan den trække sig sammen og skyde disse tråde ud gennem kropsvæggens cinclides.[16] Forskning viser, at størrelsen og giftigheden af nematocysterne i acontia skalerer med anemonens kropsstørrelse, hvilket betyder, at store individer besidder et væsentligt mere potent forsvar end mindre individer.[22]

En endnu mere specialiseret struktur er "catch-tentaklerne". Disse adskiller sig fra de almindelige fødetentakler ved at være kortere, tykkere og uigennemsigtige.[11] De anvendes udelukkende i territoriale kampe mod andre søanemoner.[8] Ved kontakt med et individ fra en fremmed klon affyres specialiserede nældeceller, der forårsager vævsdød hos modstanderen, hvilket gør det muligt for en dominerende klon at vinde "krigen om pladsen" på et klipperev eller en bropille.[8]

Reproduktionsbiologi: Strategier for succes

Sønellikens evne til at dominere marine habitater skyldes dens alsidige reproduktionsstrategier, der kombinerer kønnet formering for langdistancespredning med ukønnet formering for lokal dominans.[2]

Den kønne fase: Broadcast Spawning og Planula-larver

Metridium senile er primært særkønnet (diøtisk), hvilket betyder, at der findes separate han- og hunindivider.[11] I visse populationer er der dog observeret protandrisk hermafroditisme, hvor individer starter livet som hanner og skifter køn til hunner, når de når en vis størrelse eller alder.[15]

Gydningen foregår typisk synkront i sensommeren eller det tidlige efterår (august og september).[2] Processen styres af kemiske signaler; når hanner frigiver deres sperma i vandsøjlen, fungerer det som en trigger for hunnerne i nærheden til at frigive deres lyserøde æg, der har en diameter på ca. 0,1 mm.[11] Befrugtningen sker eksternt i vandet og fører til dannelsen af en fritsvømmende, cilieret planula-larve.[2]

Denne larve er afgørende for artens evne til at kolonisere nye områder. Den kan opholde sig i planktonet i flere måneder, hvilket giver den et spredningspotentiale på over 10 km.[2] I denne fase er larven dog sårbar over for prædation og miljømæssige faktorer, og rekrutteringen af nye individer via kønnet formering er ofte mindre hyppig end den ukønnede tilvækst.[11]

Den ukønne fase: Pedallaceration som koloniseringsværktøj

Den mest bemærkelsesværdige egenskab ved sønellikens biologi er dens evne til ukønnet formering gennem pedallaceration (fodskiveafsnøring).[1] Når en anemone bevæger sig hen over et substrat – typisk med en hastighed på få millimeter i timen – kan små flige af dens fodskive blive efterladt.[11]

Disse vævsstumper besidder en enorm regenerationsevne. Inden for få uger udvikler fragmentet en ny mundskive, tentakler og mesenterier og bliver til en komplet lille anemone, der er genetisk identisk med moderindividet.[1] Denne proces tillader en enkelt pioner-anemone at omdanne en bar bropille eller et skibsvrag til en tæt koloni af hundreder af kloner i løbet af blot et par år.[7]

Tabel 3: Vækstrater og udviklingsmæssige benchmarks

Livsstadium / Proces	**Rate / Mål**	**Miljømæssig kontekst**
Juvenil vækstrate	0,6 - 0,8 mm/dag i basaldiameter [15]	Optimale fødeforhold; lab-observationer [8]
Tid til modenhed (klonal)	5 måneder til 45 mm diameter [15]	Hurtig kolonisering af nyanlagte strukturer [7]
Generel vækstrate	Op til 9 cm i højden pr. måned [7]	Ved daglig fodring under lab-forhold [8]
Regenerationstid	1 - 2 uger for nye tentakler [15]	Efter pedallaceration [15]
Levetid	10 - 20+ år [7]	Forventet i stabile miljøer [7]

Denne dualitet mellem den "mobile" kønne larve og den "ekspansive" ukønnede klon gør sønelliken til en formidabel konkurrent om pladsen i det marine miljø. Det forklarer også, hvorfor man ofte finder voldsomme tætheder af arten på kunstige strukturer, hvor de kan udkonkurrere andre fastsiddende organismer som blåmuslinger og rurer.[3]

Trofisk økologi: Fra passiv filtrator til aktivt rovdyr

Sønellikens rolle i fødekæden er langt mere dynamisk, end de tidlige beskrivelser som en simpel plankton-filtrator antydede.[24] Ved at fungere som en opportunistisk generalist kan *Metridium senile* udnytte en bred vifte af ressourcer, hvilket placerer den på et overraskende højt trofisk niveau.[24]

Diæt og fødeoptagelse

Anemonens tentakler er dækket af cilier og nældeceller, der effektivt indfanger partikler og smådyr fra vandstrømmen.[15] Når byttet er lammet, føres det af cilierne mod mundåbningen, der er omgivet af fremspringende læber.[7]

Traditionelle analyser af maveindhold har identificeret følgende primære fødekilder:

1. **Zooplankton:** Især copepoder, nauplii, barnacle-larver (rur) og mollusk-veligere.[7]
2. **Bentiske organismer:** Små børsteorme (polychæter), amfipoder og gastropoder.[7]
3. **Detritus og organisk materiale:** Nedbrudte rester af planter og dyr samt materiale fra tangskove (kelp), som kan udgøre en betydelig del af deres kulstofoptagelse.[1]

En banebrydende undersøgelse af populationer i Det Nordkinesiske Hav, der anvendte stabile isotopanalyser og Bayesian mixing-modeller, har dog vist, at sønelliken i visse miljøer fungerer som et betydeligt rovdyr på små fisk og rejer.[24] Resultaterne indikerede, at ca. 65% af anemonens langsigtede ernæring stammede fra disse større byttedyr, hvilket gav dem et trofisk niveau (TP) på $3,09 \pm 0,25$.[24] Dette placerer dem øverst i hvirvelløse-fødekæden, ofte over arter som blæksprutter og visse prædatore fisk, hvilket antyder en svag "top-down" kontrol af anemonen selv.[24]

Tabel 4: Trofisk sammenligning og ernæringskilder

Parameter	Værdi / Observation	Implikation for økosystemet
Trofisk Position (TP)	$3,09$ [24]	Funktionelt rovdyr på linje med fisk [24]
Hovedkilde 1 (65%)	Små fisk og rejer [24]	Kan undertrykke fiskeyngel og rekruttering [24]

Hovedkilde 2 (35%)	Suspenderet materiale (POM/SOM) [24]	Kobler den pelagiske og bentiske fødekæde [24]
Fødepræference	Barnacle-cyprider og amfipoder [7]	Selektiv fødesøgning frem for passiv filtrering [8]
Energikilde (Kelp)	Betydelig kulstofbidrag fra tang [16]	Afhængig af produktiviteten i tangskove [16]

Denne opportunistiske prædation betyder, at store populationer af sønelliker kan have en gennemgribende effekt på den lokale biodiversitet ved at fjerne larver af konkurrerende arter eller ved direkte prædation på yngel af kommercielt vigtige fiskearter.[23]

Habitat og udbredelse i de danske farvande

I Danmark er sønelliken en af de mest almindelige søanemoner og findes i alle dele af riget, fra Nordsøens salte vande til den vestlige Østersøs brakvand.[1] Dens succes skyldes en kombination af høj tolerance over for skiftende saltholdigheder og en evne til at udnytte næsten ethvert hårdt substrat.[1]

Tabel 5: Habitatpræferencer og miljømæssige grænser

Miljøfaktor	**Præference / Tolerance**	**Bemærkninger**
Substrat	Sten, vrag, bropiller, plastaffald [1]	Kræver hårdt underlag for hæftning [1]
Dybde	0 - 100 meter [6]	Flest store individer i den sublittorale zone [12]
Saltholdighed	15 - 37 psu [3]	Kan overleve i brakvand, f.eks. indre fjorde [10]
Strømstyrke	1 - 6 knob [7]	Trives bedst hvor strømmen bringer føde [12]

Bølgeeksponering	Beskyttede steder foretrækkes [1]	Bryder sig ikke om direkte kraftig brænding [1]

Lillebælt og de indre danske farvande

Lillebælt repræsenterer et af de vigtigste habitater for *Metridium senile* i Danmark.[4] Den kraftige strøm i bæltet sikrer en konstant tilførsel af næring, og de mange stenrev samt de store bropiller (f.eks. ved Den Gamle og Den Nye Lillebæltsbro) giver ideelle vækstbetingelser.[4] Her findes arten ofte i selskab med andre strømsøgende organismer som lædersøpung (*Alcyonium digitatum*) og forskellige hydroider.[5]

I fjorde som Vejle Fjord er udbredelsen mere pletvis og begrænset til de områder, hvor der findes sten eller kunstige strukturer, og hvor iltforholdene tillader det.[27] På lokaliteter som Schultz's Grund i de ydre dele af de danske farvande er sønelliken observeret i så store mængder på 12-13 meters dybde, at den har en afgørende indflydelse på algebiomassen gennem direkte pladskonkurrence.[27]

Antropogene habitater og "Marint Affald" som vektor

En stigende bekymring og et interessant forskningsfelt er sønellikens kolonisering af menneskeskabte strukturer. Den findes ofte på:

- **Havnemoler og pontoner:** Hvor de kan ses lige under vandoverfladen.[1]
- **Vrag og rørledninger:** Hvor de kan danne massive monokulturer på store dybder.[1]
- **Marint affald (ASMD):** Plastik, metal og kasserede fiskeredskaber fungerer som "vektorer", der tillader anemonen at sprede sig til ellers mudrede områder, hvor den ikke naturligt ville kunne etablere sig.[3]

Undersøgelser har vist en statistisk signifikant positiv korrelation mellem forekomsten af menneskeskabt affald på havbunden og tætheden af *Metridium senile*.[14] Dette antyder, at menneskelig forurening indirekte fremmer spredningen af denne art, hvilket kan føre til en ændring af de bentiske samfund og en øget prædation på lokale arter.[14]

Prædation og inter-specifikke interaktioner

Selvom sønelliken er en formidabel predator, er den selv bytte for en række specialiserede organismer. De mest betydningsfulde interaktioner findes hos nøgensnegle og visse fiskearter.

Prædations-dynamik med Aeolidia papillosa

Nøgensneglen *Aeolidia papillosa* (også kaldet søanemonesnegl) er sønellikens primære naturlige fjende.[7] Denne snegl har udviklet sofistikerede metoder til at overvinde anemonens forsvar:

1. **Kemisk beskyttelse:** Før angrebet udskiller sneglen store mængder slim, der neutraliserer eller beskytter mod anemonens nældeceller.[22]
2. **Sekvestrering af nematocyster:** Som andre aeolide nøgensnegle kan *A. papillosa* fortære anemonens væv og transportere de uafskudte nældeceller til sine egne rygtapper (cerata), hvor de bruges som forsvar mod fisk og krabber.[30]
3. **Selektiv prædation:** Laboratorieforsøg har vist, at sneglen foretrækker små eller mellemstore anemoner, da de store individers acontia-forsvar kan være dødeligt for sneglen.[22] Dette skaber et selektivt pres, der resulterer i, at naturlige populationer af *M. senile* ofte domineres af meget store individer, som har overlevet prædationen i deres ungdom.[22]

Tabel 6: Vigtige prædatorer og parasitter på Metridium senile

Organisme	Type interaktion	Effekt på populationen
Aeolidia papillosa	Aktiv prædator (Nøgensnegl)	Kan forårsage massiv dødelighed, især blandt små individer [8]
Pycnogonum littorale	Ektoparasit (Søedderkop)	Suger kropsvæsker; svækker anemonen [7]
Epitonium greenlandicum	Prædatore snegl	Foretrækker *M. senile* som fødekilde [7]
Spondyliosoma cantharus	Fisk (Sortvels)	Fortærer hele anemoner [8]
Pseudopleuronectes americanus	Fisk (Vinterflynder)	Kendt prædator i nordatlantiske farvande [8]

Udover prædation indgår sønelliken i komplekse konkurrenceforhold. På lavt vand i Danmark taber de ofte kampen om pladsen til store makroalger, men i dybere, mørkere områder udkonkurrerer de næsten alle andre fastsiddende hvirvelløse dyr gennem deres klonale vækst og evne til at "glide" hen over og kvæle andre arter.[1]

Miljømæssig sårbarhed og klimaforandringernes indvirkning

Som en koldvandsart er *Metridium senile* følsom over for de igangværende ændringer i havmiljøet, herunder temperaturstigninger, eutrofiering og de deraf følgende iltsvindshændelser, som er særligt udtalte i de indre danske farvande.[29]

Modstandskraft over for hypoxi og anoxi

I de danske farvande, især i fjorde som Vejle og Mariager Fjord, er iltsvind et tilbagevendende problem drevet af næringsstofudvaskning og manglende opblanding af vandsøjlen.[32] Sønelliken har dog vist en bemærkelsesværdig evne til at tolerere perioder med ekstremt lave iltkoncentrationer (hypoxi) og endda total mangel på ilt (anoxi).[14]

Eksperimenter har vist, at anemonen kan overleve i ugevis under anoxiske forhold ved at:

- **Reducere kropsoverfladen:** Anemonen trækker sig sammen til en lille kugle for at minimere det metaboliske behov.[14]
- **Metabolisk nedlukning:** Den lukker gradvist ned for energikrævende processer og skifter til anaerob metabolisme.[14]
- **Oxygenmangel-resistens:** I forsøg overlevede 50% af individerne tre ugers total anoxi, hvilket er langt over tolerancen for de fleste fisk og krebsdyr.[14]

Denne modstandskraft forklarer, hvorfor sønelliker ofte er blandt de første organismer, der genkoloniserer områder efter en iltsvindshændelse.[7] Deres evne til at løsne sig fra substratet og drive med strømmen ("migration") gør det muligt for dem hurtigt at genbesætte rensede klippevægge, når ilten vender tilbage.[7]

Termisk stress og molekylære responser

Mens sønelliken kan håndtere iltmangel, udgør stigende vandtemperaturer en mere direkte fysiologisk trussel. Ved temperaturer over 18-20 °C begynder dødeligheden at stige markant.[29]

Moderne transkriptom-analyser har identificeret de molekylære mekanismer, som anemonen aktiverer under varmestress [29]:

1. **Metabolisk omstrukturering:** Gener involveret i metabolisme og oxidativt stress opreguleres kraftigt ved 13 °C og 18 °C sammenlignet med kontrolgruppen ved 8 °C.[29]
2. **Cellesignalering:** Aktivering af TGF-β og Wnt-signalveje indikerer forsøg på at opretholde cellehomeostase og vævsreparation under termisk belastning.[29]
3. **Adfærdsmæssige ændringer:** Varmestress fører til nedsat evne til at hæfte sig til substratet, hvilket øger risikoen for at blive skyllet væk eller blive bytte for prædatorer.[29]

I de danske farvande forventes klimaforandringerne at føre til hyppigere marine hedebølger, hvilket kan true de kystnære populationer af sønelliker, især hvis de falder sammen med perioder med lav saltholdighed efter kraftig nedbør.[29]

Tabel 7: Miljømæssige tolerancetærskler for Metridium senile

Parameter	Kritisk tærskel / Grænseværdi	Fysiologisk respons
Iltmætning	~30% mætning (1,7 ml O_2/l) [14]	Begynder at regulere iltforbrug; under dette punkt skiftes til anaerob metabolisme [25]
Temperatur	> 20 °C [29]	Markant stigning i dødelighed; transkriptomisk stress-respons [29]
Saltholdighed	< 14,8 psu [3]	Tentakler trækkes tilbage; produktion af slim; kropsstørrelse reduceres til 1/4 [25]
UV-stråling	Langvarig eksponering [16]	Ændring af farve (hvid til brun); potentielt fotobeskyttende [16]

Monitorering og betydning for vandmiljøforvaltning

I Danmark overvåges havmiljøet gennem NOVANA-programmet (Det Nationale Program for Overvågning af Vandmiljøet og Naturen), hvor sønelliken fungerer som en vigtig indikatorart for den bentiske tilstand.[1]

Sønelliken som indikatorart

Arten er inkluderet i overvågningen, fordi dens tilstedeværelse og tæthed kan fortælle noget om:

- **Substrattilgængelighed:** Forekomst i ellers blødbundsområder indikerer tilstedeværelsen af hårde strukturer eller affald.[3]
- **Historik for iltsvind:** Da den er mere tolerant end mange andre arter, kan dominans af

sønelliker i et område indikere, at mere følsomme arter er blevet udryddet af tidligere hypoxi-hændelser.[31]

- **Eutrofieringsniveau:** Selvom den ikke direkte lever af næringssalte, trives den i næringsrige vande med høj planktonproduktion, hvilket øger dens fødegrundlag.[27]

I Vejle Fjord er det observeret, at indsatsen for at reducere kvælstof (N) og fosfor (P) gennem de nationale vandmiljøplaner har haft en varierende effekt.[32] Selvom udledningerne er faldet siden 1980'erne, forhindrer store puljer af næringsstoffer i sedimenterne ("intern belastning") ofte en hurtig bedring, og her kan sønelliken fungere som en stabiliserende faktor i de bentiske samfund, indtil mere følsomme arter som bændeltang (*Zostera marina*) kan genetablere sig.[33]

Tabel 8: Oversigt over monitorering og forvaltningstiltag i Danmark

Program / Lovgivning	**Fokusområde relateret til M. senile**	**Status / Resultat**
Vandrammedirektivet (WFD)	Opnåelse af "God Økologisk Tilstand" (GES) [36]	Baseret på biologiske indikatorer som bundfauna [36]
NOVANA	National overvågning af fjorde og kystvande [33]	Registerer forekomst og biomasser; identificerer trends over årtier [27]
Habitatdirektivet	Beskyttelse af rev-naturtyper (kode 1170) [26]	Sønelliken er en karakterart for stenrev i danske vande [26]
Vejle Fjord-projektet	Naturgenopretning; etablering af stenrev [28]	Undersøger hvordan nye stenrev påvirker biodiversiteten [28]

Fremtidige perspektiver og økosystem-påvirkning

Den fortsatte ekspansion af *Metridium senile* i lyset af menneskeskabte ændringer rejser vigtige spørgsmål for fremtidens naturforvaltning. Hvis arten fortsætter med at sprede sig via marint affald og kunstige konstruktioner (såsom fundamenter til havvindmøller), kan det føre til en "homogenisering" af de bentiske samfund, hvor sønelliken udkonkurrerer lokale specialister.[3]

Samtidig spiller den en vigtig rolle i det marine kulstofkredsløb ved at filtrere store mængder organisk materiale fra vandsøjlen og deponere det på bunden, hvilket kobler de pelagiske og bentiske processer sammen.[24] Dens evne til at fungere som et "refugium" for visse organismer – f.eks. klovnfisk-lignende interaktioner i andre have eller som skjulested for små danske krebsdyr – er endnu ikke fuldt belyst i de indre danske farvande.[4]

Konklusion

Sønelliken, *Metridium senile*, er meget mere end en smuk, blomsterlignende anemone i de danske farvande. Det er en biologisk højtydende organisme med enestående fysiologiske tilpasninger, der har gjort det muligt for den at overleve i over 500 millioner år gennem adskillige masseudryddelser.[2] Dens dualistiske reproduktionsstrategi sikrer både en global spredning og en lokal dominans, mens dens sofistikerede nældecellesystem og territorialadfærd gør den til en overlegen konkurrent på de danske stenrev og bropiller.[8]

I en tid præget af menneskeskabte miljøforandringer står sønelliken som en paradoksal art: På den ene side er den sårbar over for de ekstreme temperaturstigninger, som følger med klimaforandringerne.[29] På den anden side drager den fordel af de mange nye habitater, vi skaber i form af vrag, havneanlæg og marint affald, samt dens evne til at overleve iltsvindshændelser, der tager livet af dens konkurrenter.[3]

For forvaltningen af det danske havmiljø er det afgørende at fortsætte den detaljerede overvågning af denne art. Dens rolle som et højtrofisk rovdyr på fiskeyngel betyder, at store opblomstringer af sønelliker kan have utilsigtede konsekvenser for fiskeriet og den generelle biodiversitet.[24] Ved at forstå de molekylære og økologiske mekanismer, der styrer dens succes, kan vi bedre forudsige og håndtere de ændringer, som vores marine økosystemer står overfor i det 21. århundrede. Sønelliken forbliver således ikke blot et fascinerende studieobjekt for marinbiologer, men en central brik i puslespillet om fremtidens sunde og biodiverse danske have.

Citerede værker

1. Sønellike (Metridium senile) - Naturbasen, tilgået marts 21, 2026, https://www.naturbasen.dk/art/5813/soenellike
2. The genome sequence of the brown sea anemone, Metridium senile (Linnaeus, 1761), tilgået marts 21, 2026, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11362738/
3. First record of the plumose sea anemone, Metridium senile (Linnaeus, 1761), from the Falkland Islands - REABIC, tilgået marts 21, 2026, https://www.reabic.net/journals/bir/2020/3/BIR_2020_Glon_etal.pdf
4. Lillebælt – Danmarks smørhul - DYK.dk, tilgået marts 21, 2026, https://dyk.dk/artikel/lilleb%C3%A6lt-%E2%80%93-danmarks-sm%C3%B8rhul
5. Marin råstof- og naturtypekortlægning i Kattegat og vestlige Østersø 2011, tilgået marts 21, 2026,

https://www2.mst.dk/Udgiv/web/R%C3%A5stofindvinding%20p%C3%A5%20havet/rapport.pdf
6. Plumose Anemone - Metridium senile - The Marine Flora & Fauna of Norway, tilgået marts 21, 2026, http://www.seawater.no/fauna/cnidaria/senile.html
7. Plumose anemone (Metridium senile) - MarLIN - The Marine Life Information Network, tilgået marts 21, 2026, https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1185
8. Metridium senile - BIOTIC, tilgået marts 21, 2026, https://biotic.marlin.ac.uk/data/species/4132
9. Metridium senile - Actiniaria.com, tilgået marts 21, 2026, https://actiniaria.com/metridium_senile.php
10. søanemoner - Levevis, arter og udbredelse - Lex, tilgået marts 21, 2026, https://lex.dk/s%C3%B8anemoner
11. Metridium senile - Scholars' Bank, tilgået marts 21, 2026, https://scholarsbank.uoregon.edu/server/api/core/bitstreams/d09676f9-5029-49c4-946a-77aacb4c1266/content
12. MBDP-NI: Metridium senile- Species account - Habitas, tilgået marts 21, 2026, https://www2.habitas.org.uk/marbiop-ni/species.php?item=D12250
13. (PDF) Recent massive invasions of the circumboreal sea anemone Metridium senile in North and South Patagonia - ResearchGate, tilgået marts 21, 2026, https://www.researchgate.net/publication/362871476_Recent_massive_invasions_of_the_circumboreal_sea_anemone_Metridium_senile_in_North_and_South_Patagonia
14. The fluffy sea anemone Metridium senile in periodically oxygen depleted surroundings, tilgået marts 21, 2026, https://www.researchgate.net/publication/226060205_The_fluffy_sea_anemone_Metridium_senile_in_periodically_oxygen_depleted_surroundings
15. Metridium senile - Wikipedia, tilgået marts 21, 2026, https://en.wikipedia.org/wiki/Metridium_senile
16. Metridium senile, tilgået marts 21, 2026, https://inverts.wallawalla.edu/Cnidaria/Class-Anthozoa/Subclass_Zoantharia/Order_Actiniaria/Metridium_senile.html
17. Mechanisms of cnidocyte development in the moon jellyfish Aurelia - PMC, tilgået marts 21, 2026, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7211293/
18. An Ancient Bullet, tilgået marts 21, 2026, https://www.lbscience.org/en/2025/08/15/an-ancient-bullet/
19. Light influence on nematocyst firing in the Sea anemone Haliplanella luciae - EEMB Research - UC Santa Barbara, tilgået marts 21, 2026, https://labs.eemb.ucsb.edu/oakley/todd/sites/labs.eemb.ucsb.edu.oakley.todd/files/biblio/thesis_katiajindrich.pdf
20. Cnidocyte - Wikipedia, tilgået marts 21, 2026, https://en.wikipedia.org/wiki/Cnidocyte
21. Puncture mechanics of cnidarian cnidocysts: a natural actuator - PMC, tilgået marts 21, 2026, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2762458/
22. Cnidaria-Sea anemones & relatives - A Snail's Odyssey, tilgået marts 21, 2026, https://www.asnailsodyssey.com/index.php?x=65&b=499
23. (PDF) Role of the sea anemone Metridium senile in structuring a developing subtidal fouling community - ResearchGate, tilgået marts 21, 2026, https://www.researchgate.net/publication/272863871_Role_of_the_sea_anemone_Metridi

um_senile_in_structuring_a_developing_subtidal_fouling_community
24. Diet Reconstruction Under Limited Prior Information: Dietary ..., tilgået marts 21, 2026, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12649942/
25. ACTIVgFY AND RESPIRATION IN THE ANEMONE, METRIDIUM SENILE (L.) EXPOSED TO SALINITY FLUCWUATIONS SANDRA E. SHUMWAY I The existing, tilgået marts 21, 2026, https://sandrashumway.com/pubs/journal_of_experimental_marine_biology_ecology/shumway_1978.pdf
26. Marin habitatkortlægning i de indre danske farvande 2014. Udført for Naturstyrelsen - Data og kort - GEUS, tilgået marts 21, 2026, https://data.geus.dk/pure-pdf/30671_GEUS-R_2015_21_opt.pdf
27. Marine områder 2000 - Miljøtilstand og udvikling, NOVA 2003, Farlig rappor fra DMU nr. 375, tilgået marts 21, 2026, https://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR375.pdf
28. A Healthy Vejle Fiord - Center for Marin Naturgenopretning, tilgået marts 21, 2026, https://www.danishmarinerestoration.com/projects/a-healthy-vejle-fiord/
29. Heat Stress and Anthropogenic Substrates: Molecular and Behavioral Adaptation of Metridium senile in Human-Modified Marine Environments - PMC, tilgået marts 21, 2026, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12428564/
30. Aeolidia papillosa - OPK Opistobranquis, tilgået marts 21, 2026, https://opistobranquis.info/en/guia/nudibranchia/aeolidioidea/aeolidia-papillosa/
31. Long-Term Changes and Impacts of Hypoxia in Danish Coastal Waters, tilgået marts 21, 2026, https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC42736
32. Klimaforandringer påvirker iltsvindet i de danske farvande - DMI, tilgået marts 21, 2026, https://www.dmi.dk/nyheder/2013/klimaforandringer-pavirker-iltsvindet-i-de-danske-farvande
33. Marine områder - Status over miljøtilstanden i 1998 - Faglig rapport fra DMU, nr. 290, tilgået marts 21, 2026, https://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/fr290.pdf
34. Nutrients and Saltwater Exchange as Drivers of Environmental Change in a Danish Brackish Coastal Lake over the Past 100 Years - MDPI, tilgået marts 21, 2026, https://www.mdpi.com/2073-4441/15/6/1116
35. klimaforandringernes betydning for vandområder – med fokus på de biologiske kvalitetselementer - Aarhus Universitet, tilgået marts 21, 2026, https://dce2.au.dk/pub/sr146.pdf
36. Environmental status and modelling effort in Vejle Fjord, tilgået marts 21, 2026, https://www.vejleaadalogfjord.dk/sites/vejleaadalogfjord.dk/files/2023-06/Vejle%20Fjord%20model%20status%20report.pdf