

Pælemark – Et lite dyr med stor appetitt

Bjørn Altermark

Pælemark er en type skjell som lever i havet. Der rasper den seg inn i alt av treverk som den kan finne. Den forårsaker enorme skader på trebåter og bryggepæler. Kan vi lære av denne beryktede krabaten og bli i stand til å fremstille fremtidens drivstoff?

Pælemarken er et noe mystisk dyr de fleste har hørt om, men ikke vet så mye om. Ordet mark eller makk får en til å tenke på meitemark, men pælemarken er overhode ikke i slekt med meitemarken. Pælemarken er en

marin musling i slekt med vanlige knivskjell og blåskjell. Den utvikler seg inni treverk og bare et lite hull kan avsløre den fra utsiden. Årlig kan man lese historier i lokalaviser om brygger som kolliderer og gamle trebåter som må restaureres. Allerede

i sagaen om Eirik den Raude har pælemarken, eller Sjømaðkr som vikingene kalte den, blitt nevnt. Det finnes også mange andre lokale navn på krabaten slik som skipsorm, sjømakk, pæleorm eller bare makk. Det er ingen tvil om at pælemarken har markert seg blant folk i kyst-Norge opp gjennom tidene. Hva er egentlig dette for slags vesen og hvilke arter har vi her nord? Kan man gjennom mere forskning lære av pælemarken og finne nye måter å omdanne treverk og halm (lignocellulose) til mere høyverdige stoffer slik som bioplast eller etanol?

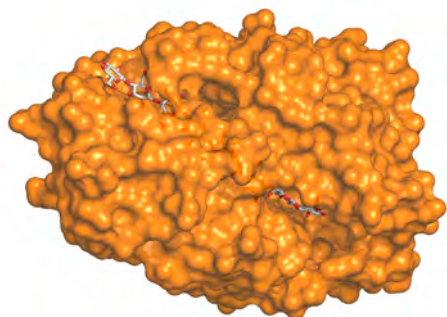


Øverst: Pælemark (*Psiloteredo megotara*) i en granplanke satt ut i Tromvik havn, Tromsø kommune. Individet på bildet er syv måneder gammelt med en lengde på 20 cm. Voksne individer kan bli rundt 60 cm lange etter et år. Maksimumslengden kan under optimale forhold bli rundt en meter. Nede til venstre ser man nærbilde av skalledelene den bruker som raspe-redskap og til høyre sees de to hvite palettene den bruker til å stenge igjen åpningen samt de to ånderørene (sifoner).

Foto: Bjørn Altermark & Seila Pandur.

Enzymer

Enzymer er biologiske katalysatorer som får kjemiske reaksjoner til å skje. Enzymer er proteiner som er bygget opp av 21 ulike aminosyrer som er koblet sammen i forskjellige rekkefølger. Oppskriften til alle enzymene er kodet i organismenes DNA. Enzymene bygger opp ulike molekyler, men kan også bryte dem ned. Alle kjemiske reaksjoner er sterkt påvirket av temperaturen. En lav temperatur senker hastigheten på alle reaksjoner. Enzymer fra organismer med tilhold i kalde områder og som ikke produserer varme selv (bakterier, fisk, skjell, alger etc.) har evne til å fungere effektivt til tross for den lave temperaturen. Disse organismene har kulde-aktive enzymer som er spesialtilpassede til å opprettholde høy aktivitet også ved lave temperaturer. En del slike enzymer er svært ettertraktede av industrien.



Overflaten til en cellulase, et enzym som bryter ned cellulose. Molekylet som ligger diagonalt er cellulose bestående av ni glukose-enheter (cellononose).

Illustrasjon: Bjørn Altermark.

Dette er spørsmål som forskere ved universitetet i Tromsø ønsker å finne svar på.

Pælemarken – en cellulose ekspert

Pælemarken fester seg på treverk når den er en liten larve, og straks vil den utvikle skjelldele den bruker som borre-redskap. Dyret vokser i lengden og rasper seg innover i treverket ved å presse skjellet mot treverket og vrikke det frem og tilbake. Sagmugget som dannes vil den spise fortløpende. Det avlange utseende har nok fått folk til å kalle den for en mark eller orm. Pælemarken er en nyttig renovatør i havet da store mengder trær transporteres ut av elver hvert år. Det er vist at en del arter av pælemark er i stand til å bryte ned cellulosen i treverket til glukose som den kan leve av. Dette har i den senere tid blitt viet mere oppmerksomhet i vitenskapelige miljøer, siden man har tilgang på enorme mengder plantebasert cellulose, for eksempel avfall fra skogindustri og halm fra jordbruket. Det forskes for å finne ut av effektive metoder til å omdanne cellulosen i planteavfallet til sprit som kan brukes som drivstoff istedenfor de fossile brenslene bensin og diesel. Det første trinnet i denne prosessen er å få cellulosen brutt ned til mindre byggesteiner. Pælemarken har løst problemet ved å skaffe seg leieboere som er spesialister til å gjøre dette, nemlig bakterier. I spesielle celler på gjellene huser pælemarken bakterier som sørger for å produsere enzymer (se faktaboks denne side). Disse enzymene (cellulaser)

sendes til fordøyelses-kanalen hvor cellulosen effektivt brytes ned. I Nord-Norge er havet veldig kaldt men likevel har vi arter av pælemark som vokser raskt til tross for den lave temperaturen. I Tromsø fluktuierer sjøtemperaturen fra rundt fire grader om vinteren til cirka tolv grader om sommeren. Våre pælemark vil sannsynligvis ha unike bakterier som lager enzymer spesialdesignet til å virke effektivt ved lave temperaturer. Dette er en hypotese som forskere ved Institutt for Kjemi, Universitetet i Tromsø ønsker å finne ut mere om. Ved å sette ut treplanker i havet blir pælemark samlet inn og artsbestemt. Bakteriene pælemarken bærer med seg blir forsøkt dyrket på spesielle næringsmedier for å finne ut om de bryter ned cellulose. Arvestoffet til disse bakteriene blir deretter undersøkt ved hjelp av DNA sekvensering for å finne oppskriften på enzym-molekylene som er ansvarlig for nedbrytingen. Disse enzymene vil til slutt bli analysert for å finne ut om de kan brukes av industrien.

Trespisende arter i Nord-Norge

I våre farvann i Nord-Norge har vi noen få arter av pælemark og jo lengre sør man kommer jo flere arter kan man påtreffte. Felles for disse artene er at de kler gangene sine med kalk etter hvert som de vokser. I drivved kan man ofte se spor etter disse karakteristiske tunnelene. Når det gjelder pælemark kan det være problematisk å vite om en art er stedegen eller bare har kommet dit som passasjer i drivtømmer eller i hudplank



Venstre: Båtbygger Yngve Ingebrigtsen viser frem pælemark og kalkganger funnet i hudplank fra M/K Fart under restaureringsarbeid foretatt på Samhold slip AS, Øksnes kommune.

Foto: Samhold Slip v/Andreas Ingebrigtsen.

Midten: Pælemarkens lille inngangshull er ikke lett å se men kan avsløre dyret fra utsiden hvis det ellers er lite begroing på treverket. I denne åpningen ligger to ånderør (sifoner).

Høyre: En avskåret kai-pæle full av de karakteristiske gangene etter pælemark, som er orientert langs med veden. Rekvik, Tromsø kommune.

Foto: Bjørn Altermark & Seila Pandur.



på en trebåt. Den store trafikken av skip langs vår kyst frakter også med seg enorme mengder med ballastvann som kan inneholde pælemark-larver fra andre kanter av verden. Ved å analysere arter som forekommer på stasjonære tre-installasjoner langs kysten er man i stand til å skille stedegne arter fra midlertidig innførte arter. Ved å gjøre et litteratur-søk ser det ut til at to arter av pælemark kan klare seg her nord (*Psiloteredo megotara* og *Nototerredo norvagica*) og en tredje er i grenselandet (*Teredo navalis*). Begrensende faktorer for utbredelsen er saltholdighet og temperatur i havet. En slektning av pælemarken kalt treboreskjell (*Xylophaga* sp.) er også vanlig langs kysten av



Nord-Norge. Denne rasper ikke så lange tunneler siden den er mye mindre enn pælemarken. Treboreskjellene kler heller ikke gangene sine med kalk og mangler de hvite palettene på bakkroppen.

Et annet dyr kan også gjøre stor skade på treverk, nemlig den lille pælelusa (*Limnoria* sp.) også kalt pælekrepss. Dette marine dyret tilhører tanglusene (isopoder) og blir rundt tre mm lang. Pælelusa gnager synlige ganger i overflaten av veden og disse kan kanskje minne om termitt-ganger. En del trebåteiere sier at det «har gått maur i båten», og ofte er syndebukken pælelusa. Avkommet til pælelusa holder seg nær mora og gnager sideganger i veden. En stokk blir derfor raskt ødelagt i overflaten og 1–2 cm ned. Har man fått pælemark som rasper inni veden og pælelus på overflaten, tar det ikke lang tid før treverket er fullstendig ødelagt.



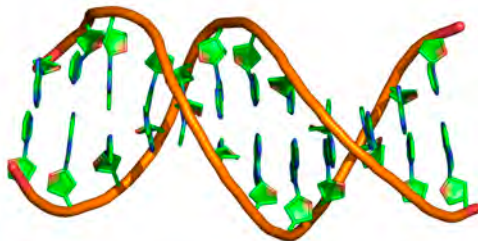
Pælelusa (nederst) og dens mindre slektning, treboreskjell (øverst). Treboreskjellet er fem mm i diameter.

Foto: Bjørn Altermark.

Carl Fredrik Lindemann Dons (1882–1949) var konservator ved Tromsø museum fra 1909–1920 og deretter ved Det Kgl. Norske Videnskabers Selskabs museum i Trondheim. Folk flest kjenner kanskje Dons mest som forfatteren av Tromsø-sangen «Langt mot nord», men Dons var også en ivrig forsker, blant annet på pælemark og pælelus. Hans publikasjoner om emnet fra 40-tallet er mye sitert av vitenskapen. Mens man før i tiden var helt avhengig av å studere den minste detalj på dyrene for riktig artsbestemmelse har man i dag fått nye verktøy for dette basert på moderne DNA sekvensering. Når man publiserer nye arter i dag tas gjerne også en vevsprøve som sendes inn til DNA strekkoding (se faktaboks denne side).

DNA strekkoding

DNA strekkoding eller DNA barcoding er en metode man bruker for å identifisere ulike arter. Alt liv inneholder DNA og noen områder i DNAet er veldig likt i mange forskjellige arter. Slike områder er ofte brukt som markører for artsidentifisering. Man bestemmer DNA sekvensen (base-rekkefølgen) til et eller flere slike områder og legger dem i en database. Neste gang man finner en art



Tidligere kunne samme art bli gitt ulike navn fordi forskere ikke visste om hverandre sine arbeider og artsbeskrivelsene var tvetydige. Dette har i særlig grad ført til forvirring innen kunnskap om pælemarken og dens utbredelse. For de artene man finner i norske havområder vil forskere i Tromsø gjøre en detaljert DNA strekkoding og sjekke dagens utbredelsesområde i detalj. Ting tyder på at mange arter er på vei nordover i et stadig varmere hav.

Global oppvarming

Som følge av den globale oppvarmingen vil havet fremover bli varmere. Dette fører til forandringer i sammensetning og utbredelse av artene som lever der.

man er usikker på, er det bare å DNA sekvensere en liten bit, for deretter å se hva slags treff man får i databasen. Dette er særdeles nyttig for arter som ligner på hverandre, eller som varierer veldig i utseende. Også i rettsmedisinen er det nyttig å ha et DNA register over alle artene, for da kan man finne ut hva slags organismer det er i en prøve fra et åsted. Senere kan man sammenligne med DNAet man finner for eksempel under skoene til en som er mistenkt for kriminelle handlinger.

DNA molekylet. Dobbelt-heliksen innehar fire forskjellige baser (ACGT) som i ulike kombinasjoner koder for hvordan alle organismer er bygd opp.

Illustrasjon: Bjørn Altermark.

Når det gjelder pælemark er det særlig en art vi ikke ønsker her nord, og det er *Teredo navalis*. Denne arten finnes nord til Trondheimsfjord-området og utbredelsen er begrenset lengre nord fordi sjøtemperaturen ikke er høy nok til at larvene kan etablere seg. Det spesielle med *T. navalis* er at den kan tolerere brakkvann med lavere saltholdighet. Det vil gjøre våre nordlige fjorder og elveutløp mere utsatte og kan føre til ødeleggelse av kaier og trebåter i områder som tidligere har vært forskånet. Gamle sunkne skipsvrak og andre marine kulturskatter vil også etter hvert bli mere utsatte for angrep. Det er derfor viktig å følge med på utbredelsen av de ulike pælemark artene i våre farvann. Undertegnede har nylig funnet pælemark i test-planker satt ut i sjøen ved Longyearbyen på Svalbard. I teorien er det for kaldt til at larvene skal klare å etablere seg så langt nord, men sjøtemperaturen må ha vært gunstig en kort periode. Det er ingen tvil om at vi den nærmeste tiden vil få inntog og etablering av nye arter som følger kyststrømmen sørfra.

Forhindring av bore-angrep og begroing

Leter man i historiske nedtegnelser finner man mange beskrivelser av skader på båter, broer og marin infrastruktur forårsaket av pælemark. Det mest kritiske eksemplene er kanskje ødeleggelsene på de Nederlandske diker i 1730 årene som førte til at mye treverk ble byttet ut til fordel for stein. Også Christopher Columbus stiftet bekjentskap med pælemarken, og beskrivelsene

fra hans fjerde reise til Amerika i 1502 forteller mye om de skader pælemarken gjorde på datidens store treskuter. Det står skrevet at det var flere hull i hans skip enn det er hull i en vokskake produsert av honningbier. I nyere tid finner man stadig små avisartikler om pælemark-skader. Stengingen av Keilevågbrua i Flora kommune i 2011 og Rådhusbrygge 1 i Oslo havn i 2012 er noen ferskere eksempler på hva pælemarken er i stand til. Alle disse kostbare skadene pælemarken forårsaker har opp gjennom historien ført til utvikling av en hel rekke stoffer man smurte på treverket for å forhindre angrep. Når det gjelder trebåter var de

En planke angrepet av pælelus og nærbilde av det 3 mm lange dyret.

Foto: Bjørn Altermark.

frem til rundt 1750 satt inn med seltjære, hvalolje eller tretjære/bek. Kobber-plater ble brukt på store skip på slutten av 1700 tallet og begynnelsen av 1800 tallet. Mot slutten av 1800 tallet begynte man å blande tjære med kobber-, kvikksølv- og arsen holdige forbindelser. Etter hvert har utvikling av maling/bunnstoff til båter blitt en viktig industri. Dagens bunnstoff til båter inneholder gjerne kobberoksider og andre kjemikalier som er svært giftige for marine organismer. Tributyltinn (TBT) er et effektivt bunnstoff som ble mye brukt frem til 2003. Stoffet er svært skadelig også for mennesker og ble derfor forbudt. Fra rundt år 1900 og hundre år fremover ble det brukt mye kvikksølv- og arsen holdig bunnstoff. Disse er også faset ut pga. miljøhensyn. Rester av disse stoffene ligger enda og forurenser utenfor industri kaiene våre. Man bør

være veldig forsiktig med gamle typer bunnstoff, da de er rene giftbomber. Det forskes i dag intenst på å finne nye stoffer som kan hindre pælemark-angrep og begroing på båter. Til kaianlegg har man siden slutten av 1800 tallet brukt kreosot impregnering (kulltjærekreosot). Kreosot må sies å være et vidundermiddel mot pælemark, men siden dette stoffet er kreftfremkallende har det nylig blitt forbudt for privatpersoner å bruke dette i treverk. Krom-kobber-arsen (CCA)-impregnert trevirke har også blitt svært mye brukt etter krigen, men er også av miljøhensyn blitt forbudt. Forbudene har skapt et skrikende behov for nye stoffer, da det er i dag ikke finnes fullverdige erstatninger for CCA og kreosot, og vedlikehold av nyere private trekaier vil følgelig måtte gjøres oftere.



Pælemerkens herjinger var et av vikingenes verste mareritt. Det er nok ikke uten grunn at pælemarken også er nevnt i vikingsagaene (Eirik Raudes Saga). Båter og vikingskip var veldig dyrebare eiendeler. Den viktigste måten å drepe pælemarken på var sannsynligvis å ha skipene i elveoser/ferskvann en tid, eventuelt på land. Da dør pælemarken siden den er helt avhengig av saltvann. Sjøfareren Ottar fra Hålogaland (som

dette tidsskriftet er oppkalt etter) hadde nok selv stor kunnskap om denne krabaten. På sine lange båtreiser langs Norskekysten var han nok smertelig klar over pælemerkens destruktive egenskaper. Han hadde nok ikke forestilt seg at forskning på den beryktede pælemarken kanskje en gang i fremtiden vil kunne resultere i nye enzymer, kjemikalier og drivstoff.



Bjørn Altermark er fast ansatt forsker ved Institutt for Kjemi, Universitetet i Tromsø. Enzymeres struktur og funksjon er sentrale i Altermarks forskning,

og han jobber blant annet med å lete etter industrielt interessante marine bakterier og enzymer.

E-post: bjorn.altermark@uit.no



Øverst: Illustrasjon av Christian Krogh hentet fra Gustav Storm sin oversettelse av Erik den Rødes saga, Kristiania 1899. Bildet illustrerer en situasjon hvor Bjarni Grimolvssons skip synker etter å ha blitt svekket av pælemark i havet utenfor Grønland, mens lett båten som var bredd med sel-tjære er intakt. Sørgelig nok hadde lett båten ikke plass til alle og det sies at Bjarni Grimolvsson forliste med halve mannskapet.

Nederst: Velvoksen pælemark hentet ut fra en granplanke. Individet er elleve måneder gammelt og 45 cm langt.

Foto: Bjørn Altermark.