

# Miljøfarlige stoffer og ålekvabbe

## Et feltstudie

Sammenfatning



**Titel:** Miljøfarlige stoffer og ålekvabbe - et feltstudie - trin 1

**Resume:** Misdannede ålekvabbeunger forekommer i danske kystområder. Denne feltundersøgelse viste, at der indikeres en sammenhæng mellem belastningen med flere typer af miljøfarlige stoffer og forekomst af kuld med misdannede unger. Der er også en ubalance i biomarkørresponser, som hænger sammen med øget forekomst af miljøfarlige stoffer.

**Forfatter:** Ingela Dahllöf & Jakob Strand, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet

**Andre bidragyder:** Poul Bjerregaard, Kim Gustavsson, Gitte Petersen

**Emneord:** Ålekvabbe, misdannelser, biomarkører, tungmetaller, organotin, PFAS, phthala-ter, dioxin, bromerede flammehæmmer, biomarkører

**URL:** [www.blst.dk](http://www.blst.dk)

**ISBN:** 978-87-92708-20-5 (PDF-udgave)

**Udgiver:** By- og Landskabsstyrelsen

**Udgiverkategori:** Statslig

**År:** 2010

**Sprog:** Dansk

**Copyright©** Må citeres med kildeangivelse.  
By- og landskabstyrelsen, Miljøministeriet

By- og Landsskabsstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter inden for miljøsektoren, finansieret af By- og Landskabsstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for By- og Landskabsstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at By- og Landskabsstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik

# Indhold

Miljøfarlige stoffer som kan være årsag til misdannelser i ålekvabbe.....	5
Baggrund og formål .....	7
Undersøgelsen .....	9
Hovedkonklusioner .....	11
Projektresultater .....	13
Kandidatstoffer.....	13
Sammenhæng mellem stoffer og biomarkører .....	14
Andre kilder .....	17



# Miljøfarlige stoffer som kan være årsag til misdannelser i ålekvabbe

Misdannede ålekvabbeunger forekommer i danske kystområder. Der er mistanke om, at miljøfarlige stoffer er årsag til misdannelserne. I projektet FORMÅL undersøges hvilke miljøfarlige stoffer, der er de mest sandsynlige kandidater.

Denne feltundersøgelse viste, at der indikeres en sammenhæng mellem belastningen med miljøfarlige stoffer og forekomst af misdannelser. Især halogenerede forbindelser som dioxiner, dioxinlignende PCB'er og bromerede flammehæmmere samt PAH'er, organotin og kobber er stærke kandidater. Disse stofgrupper forekom i markant højere koncentrationer ved to forurenede områder i forhold til et referenceområde. Respons fra biomarkører, som anvendes til at vurdere virkemekanismerne bag fundene af misdannede unger, var også højest disse steder.



# Baggrund og formål

Projektet FORMÅL (Et undersøgelsesforløb til at **FOR**klare fund af **M**isdannede **Å**lekvabbeunger i danske fjorde) er den tredje fase i Miljøministeriets tilvejebringelse af viden for at styrke By- og Landskabsstyrelsen grundlag for administrative og forvaltningsmæssige forslag til at imødegå biologiske effekter i miljøet.

Det overordnede formål med undersøgelsesforløbet var at belyse årsagen til misdannelser i ålekvabbeunger. Hypotesen var, at den øgede forekomst af misdannelser i fiskeunger er forårsaget af miljøfarlige stoffer, der inducerer toksiske effekter og processer, som kan lede til misdannelser.

Projektet FORMÅL består af tre trin:

1. Et måleprogram, der kan tilvejebringe et fyldestgørende billede af vandmiljøets tilstand med hensyn til miljøfarlige stoffer for at indkredse årsagen til fund af misdannelser i ålekvabbeunger.
2. Laboratorieforsøg til etablering af viden om effektive niveauer for udvalgte kemiske stoffer i ålekvabber.
3. En tværgående analyse af de gennemførte aktiviteter og resultater fra andre projekter, der sammenfatter viden om årsager til forekomst og udbredelse af effekter og misdannelser i ålekvabber.

Formålene med måleprogrammet er dels at identificere stoffer, som i højere udstrækning forekommer i områder med misdannelser, og dels at vurdere mulige bagvedliggende biologiske årsager og virkemekanismer.

Identifikation af stoffer foregår ved kemiske analyser i ålekvabbeunger, -æg og -unger samt muslinger og sediment, og virkemekanismer undersøges ved hjælp af biomarkører.

Denne rapport præsenterer hovedresultaterne og er en sammenfatning af tre delrapporter, hvor de enkelte resultater er fremlagt.

Resultaterne fra måleprogrammet ligger også til grund for udpegning af hvilke stoffer, som skal undersøges i det kontrollerede laboratorieforsøg i sommeren og efteråret 2010.





# Undersøgelsen

FORMÅL er et samarbejde mellem Danmarks Miljøundersøgelser - Aarhus Universitet, Syddansk Universitet og DHI.

Ålekvabbe blev indsamlet i 2009 ved tre lokaliteter i august, september og november. Agersø repræsenterer et referenceområde, og Frederiksværk samt Roskilde repræsenterer forurenede områder.

Forekomst af miljøfarlige stoffer i ålekvabbe, sediment og muslinger, samt misdannelser og biomarkører i ålekvabbe blev undersøgt.

Miljøfarlige stoffer, som indgår i undersøgelsen, er tungmetaller, organotin, polyaromatiske hydrokarboner (PAH'er), phthalater, phenoler, perfluorerede stoffer (PFAS), dioxin og furaner, dioxinlignende PCB'er samt bromerede flammehæmmere.

Biomarkører, som blev målt i ålekvabbe, var vitamin A, B og E, aktivitet af afgiftningenszymet CYP1A, PAH-metabolitter samt steroider.



# Hovedkonklusioner

Hovedkonklusionerne fra måleprogrammet i FORMÅL er, at

- der indikeres en sammenhæng mellem forekomst af forhøjede koncentrationer af miljøfarlige stoffer og misdannede ålekvabbeunger, samtidigt som der var forskelle i biomarkørrespons.
- kobber, organotin, polyaromatiske kulbrinter (PAH'er), dioxin og furaner, dioxinlignende PCB'er samt bromerede flammehæmmere er stærke kandidatstoffer, som kan være årsag til misdannelser.
- sammensætningen af miljøfarlige stoffer i æg og unger var ikke ens, og ændrede sig gennem den reproduktive periode, hvilket kan pege på fluktuationer i den ydre miljøbelastning, i overførslen fra moderfisk til dens unger, eller i den generelle metabolisme.

Delkonklusioner fra måleprogrammet i FORMÅL er, at

- Agersø også i 2009, var at betragte som et referenceområde, da der ikke var en forhøjet andel af kuld med misdannede unger.
- Frederiksværk og Roskilde havde forhøjede andele af kuld med misdannede unger både i september og november.
- biomarkørerne vitamin A, B og E samt CYP1A-aktiviteten viste sammenhæng med forekomsten af misdannelser.
- biomarkørerne peger på en forstyrrelse gennem forhøjet oxidativt stress samt interaktioner med Ah-receptoren.
- der kræves yderligere viden om hormonbalancen i ålekvabbe i forhold til misdannelser, inden de forskellige responser kan tolkes endeligt.
- PFAS, phthalater og nonylphenol kan også tilhøre de stærke kandidatstoffer, men grundlaget for udpegning af disse stofgrupper var svagere.
- øvrige tungmetaller (kviksølv, kadmium og bly) synes ikke at være kandidatstoffer på disse lokaliteter.
- forekomst og koncentrationer af miljøfarlige stoffer i sediment var i højere grad i overensstemmelse med resultaterne fra målinger i ålekvabbe end i muslinger.
- eksponering gennem føde ser ud til at være vigtigere end vandeksponering for mange af stofferne.

Anbefaling:

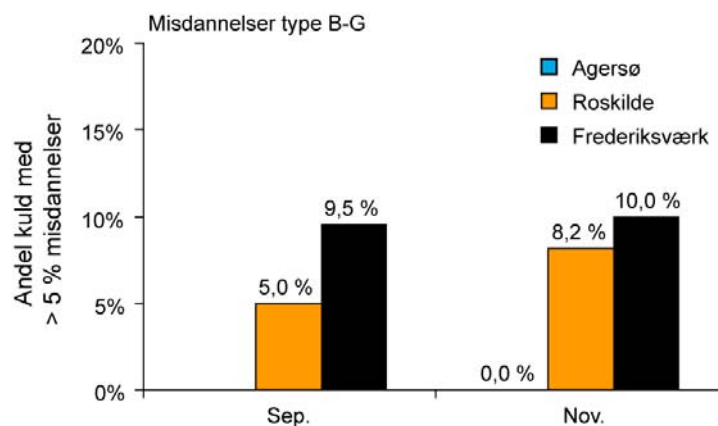
For at verificere at kandidatstofferne er årsag til de observerede misdannelser, anbefales det, at der gennemføres laboratorieundersøgelser, hvor gravide ålekvabbehunner under kontrollerede forhold blive eksponeret for blandinger af kandidatstoffer samt for udvalgte enkeltstoffer.



# Projektresultater

Samtlige resultater for misdannelser og biomarkører findes i delrapport II, og i delrapport I og III findes samtlige resultater for målinger af miljøfarlige stoffer i ålekvabbe og i miljøet.

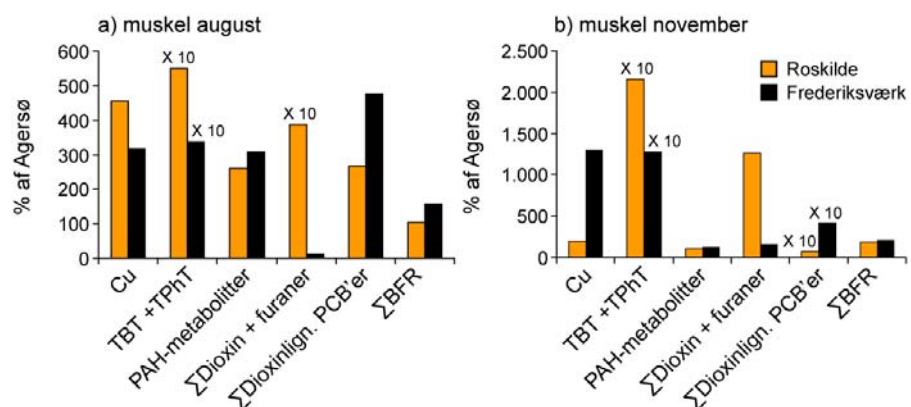
Forekomsten af misdannelser var forhøjet ved Roskilde og Frederiksværk, hvorimod der ikke forekom kuld med en øget forekomst af misdannelser ved Agersø (se delrapport II) (figur 1).



Figur 1. Misdannelser i ålekvabbe 2009.

## Kandidatstoffer

Stoffer og stofgrupper med markant højere koncentration i ålekvabbe ved Roskilde og Frederiksværk i forhold til Agersø blev udpegede som stærke kandidatstoffer til at være årsag til misdannelser (figur 2a, b).



Figur 2. Procent højere koncentrationer af kobber (Cu), tributyl- og triphenyltin (TBT, TPhT), PAH-metabolitter, sum dioxin og furaner, sum dioxinlignende PCB'er, samt sum bromerede flammehæmmere i forhold til Agersø. a) muskel fra hunner i august, b) muskel fra hunner i november. Bemærk, at visse procentsatser skal være 10 gange højere.

Perfluorerede stoffer (PFAS) og phthalater er svagere kandidatstoffer, selvom også de forekom i højere koncentrationer på de forurenede lokaliteter. Dog var datagrundlaget mere begrænset for disse stofgrupper.

Der var ikke kun højere koncentrationer på de forurenede lokaliteter, men også forskelle i sammensætning af miljøfarlige stoffer mellem Roskilde og Frederiksværk (*figur 2*). Derudover var der en forandring i såvel koncentration som sammensætning over tid, hvilket peger på, at der kan være fluktuationer i den ydre miljøbelastning eller i overførslen fra moderfisk til dens unger. Der var dog også indikationer på en metabolisme og/eller udskillelse af nogle stoffer, som fx kobber og dioxin ved Roskilde.

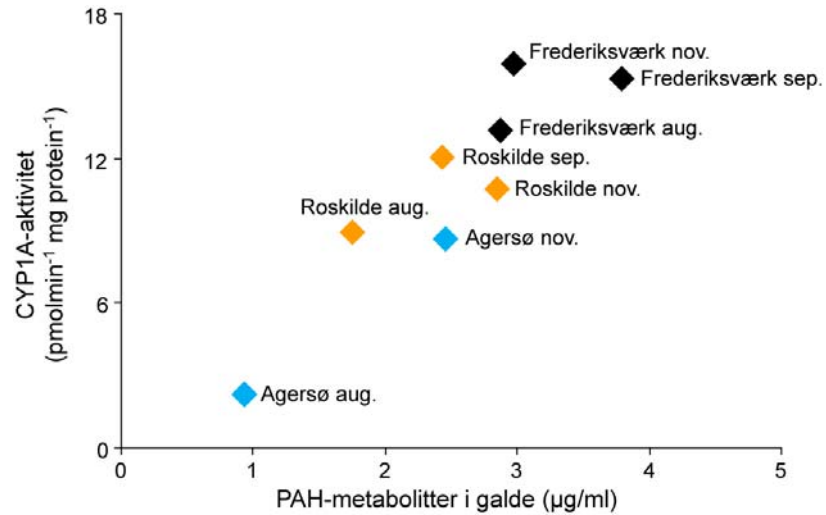
Koncentrationen af stoffer i æg og unger på den samme lokalitet var ikke ens (*tabel 1*). Eftersom der skal tages højde for, at den totale vægt af æg er ca. 10 gange lavere end for unger, peger dette på, at der i løbet af perioden sker en kontinuerlig overførsel af de fleste stoffer fra hunner til unger. Sammensætningen af stofferne var også forskellig for æg og unger, specielt for dioxin og dioxinlignende PCB'er.

*Tabel 1. Forhold mellem koncentrationer af miljøfarlige stoffer i unger fra Roskilde i november og koncentrationer i æg i august og i muskel fra hunner i november. Fed skrift angiver, at koncentrationerne er højere i unger.*

Stof	Indhold i unger i november i forhold til	
	æg i august	muskel i november
Kobber (Cu)	<b>2,6</b>	<b>1,4</b>
ΣTBT, TPhT	0,8	0,7
ΣDioxin + furan	<b>2,8</b>	<b>2,6</b>
ΣDioxinlignende PCB'er	<b>1,8</b>	<b>4,4</b>
ΣPFAS	<b>5,8</b>	<b>39,8</b>
ΣPhthalater	0,5	0,3
ΣBromerede flammehæmmer	1,0	<b>1,9</b>

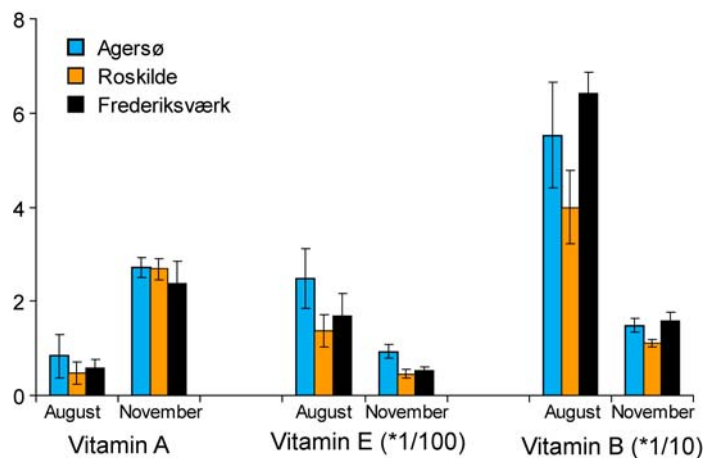
### Sammenhæng mellem stoffer og biomarkører

PAH'er, eller såkaldte tjærestoffer, nedbrydes i fisk og måles derfor som PAH-metabolitter i galde. Selve nedbrydningen sker ved aktiveringen af et enzym (CYP1A), som gør PAH'er mere vandopløselige. Der var en generel sammenhæng mellem PAH-metabolitter og aktiviteten af CYP1A. De højeste niveauer af såvel PAH-metabolitter som CYP1A-aktivitet fandtes ved Roskilde og Frederiksværk (*figur 3*), hvor der også var de højeste forekomster af misdannelser.



Figur 3. PAH-metabolitter og CYP1A aktivitet i ålekvabbe 2009. Bemærk, at der ikke blev målt PAH-metabolitter ved Agersø i september, da indsamlingen af ålekvabber mislykkedes.

Vitamin E, som er en vigtigt antioxidant, fandtes på generelt lavere niveauer i æg og unger fra ålekvabbe fra de to mere forurenede lokaliteter (figur 4). Der var også visse forskelle i vitamin A og B niveauerne, hvor ålekvabbe fra Frederiksværk gennemgående havde det laveste indhold af vitamin A og fra Roskilde det laveste indhold af vitamin B (figur 4). Disse resultater peger på at der også er en sammenhæng mellem misdannelser og vitaminniveauer.



Figur 4. Koncentrationer af vitamin A, E og B. Enhederne for vitamin A og E er mg/kg vådvægt, og for vitamin B  $\mu\text{mol/kg}$  vådvægt. Bemærk, at det ikke lykkedes at indsamle ålekvabber ved Agersø i september. Usikkerheder er vist som  $\pm$ standardafvigelse.





## Andre kilder

Dahllöf, I. & Andersen, J.H. (Eds.) 2009: Hazardous and radioactive substances in Danish marine waters. Status and temporal trends. National Environmental Research Institute, Aarhus University. 100 pp.

[http://www2.dmu.dk/pub/OSPAR\\_Hazardous\\_Substances.pdf](http://www2.dmu.dk/pub/OSPAR_Hazardous_Substances.pdf)

Halling-Sørensen, B., Petersen, G., Stuer-Lauridsen, F., Slothuus, T., Kinnberg, K. & Bjerregaard, P. 2008: Kemiske stoffer der kan føre til misdannelser i fisk. Indkredsning af stoffer ud fra deres biokemiske virkemekanisme. Rapport fra By- og Landskabssyrelsen 2008, 112 s.

<http://www2.blst.dk/udgiv/Publikationer/2008/978-87-92256-41-6/pdf/978-87-92256-42-3.pdf>

Hjorth, M. & Josefson, A.B. (red.) 2010: Marine områder 2008. NOVANA. Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 136 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 760.

<http://www.dmu.dk/Pub/FR760.pdf>

Strand, J. & Dahllöf, I. 2005: Teknisk anvisning for marin overvågning. 4.5 Biologisk effektmonitoring - muslinger. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser. - Teknisk anvisning fra DMU's Marine Fagdatacenter. 15 s.

[http://www2.dmu.dk/1\\_Om\\_DMU/2\\_Tvaer-](http://www2.dmu.dk/1_Om_DMU/2_Tvaer-)

[funk/3\\_fdc\\_mar/programgrundlag/TekAnv2004\\_2009/Del4/TA04\\_4\\_5\\_BEM\\_muslinger\\_12\\_12\\_05.pdf](http://www2.dmu.dk/1_Om_DMU/2_Tvaer-funk/3_fdc_mar/programgrundlag/TekAnv2004_2009/Del4/TA04_4_5_BEM_muslinger_12_12_05.pdf)

Strand, J., Bossi, R., Dahllöf, I., Jensen, C.A., Simonsen, V., Tairova, Z. & Tomkiewicz, J. 2009: Dioxin og biologisk effektmonitoring i ålekvabbe i kystnære danske farvande. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 66 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 743.

<http://www.dmu.dk/Pub/FR743.pdf>

Stuer-Lauridsen, F., Gustavson, K., Møhlenberg, F., Dahllöf, I., Strand, J., Bjerregaard, P., Korsgaard, B., Rasmussen, T.H. & Halling-Sørensen, B. 2008: Misdannet ålekvabbeyngel og andre biologiske effekter i danske vandområder. Litteraturudredning. Miljøministeriet, By- og Landskabsstyrelsen. 208 s.

<http://www2.blst.dk/udgiv/Publikationer/2008/978-87-7052-384-4/html/default.htm>



Miljøministeriet  
By- og Landskabsstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Telefon 72 54 47 00  
[blst@blst.dk](mailto:blst@blst.dk)  
[www.blst.dk](http://www.blst.dk)