



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

Cadmiumindholdet i kammusling *Chlamys islandica* ved Nuuk, Vestgrønland, 2004

Faglig rapport fra DMU, nr. 540



[Tom side]



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

Cadmiumindholdet i kammusling *Chlamys islandica* ved Nuuk, Vestgrønland, 2004

Faglig rapport fra DMU, nr. 540
2005

Kenneth Holm Pedersen
Bianca Jørgensen
Aalborg Universitet Esbjerg

Gert Asmund
Danmarks Miljøundersøgelser

Datablad

Titel:	Cadmiumindholdet i kammusling <i>Chlamys islandica</i> ved Nuuk, Vestgrønland, 2004
Forfattere: Afdelinger:	Kenneth Holm Pedersen ¹ , Bianca Jørgensen ¹ & Gert Asmund ² (kontaktperson) ¹ Aalborg Universitet Esbjerg ² Afdeling for Arktisk Miljø
Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 540
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Miljøministeriet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsestidspunkt: Redaktionen afsluttet:	Maj 2005 April 2005
Faglig kommentering:	Jesper Madsen, Poul Johansen & Kirsten Rydahl
Finansiell støtte:	Ingen ekstern finansiering.
Bedes citeret:	Pedersen, K.H., Jørgensen, B. & Asmund, G. 2005: Cadmiumindholdet i kammusling <i>Chlamys islandica</i> ved Nuuk, Vestgrønland, 2004. Danmarks Miljøundersøgelser. 36 s. –Faglig rapport fra DMU nr. 540 http://faglige-rapporter.dmu.dk Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
Sammenfatning:	Tidligere undersøgelser har påvist at kammuslinger <i>Chlamys islandica</i> fra Grønland indeholder cadmium i koncentrationer, der overskrider EU grænseværdien for Cd i skaldyr på 1 mg/kg. I denne rapport er analyseret cadmiumindholdet i 116 kammuslinger indsamlet ca. 10 sømil syd for Nuuk, d. 14-04-04, ved ca. 60 m dybde. Der fandtes en gennemsnitlig cadmiumkoncentration i kammusling på 2,93 mg/kg. Det er endvidere påvist at ca. 90% af kammuslingers cadmium findes i nyrene. Da nyrene indgår i salgsproduktet bør disse fjernes under forarbejdningen, hvorved grænseværdien kan overholdes. Det er fundet at muslingerne når en skalhøjde på 65 mm når de er 4 til 5 år gamle. I 1987 måltet at de skulle være 11 år gamle for at nå denne skalhøjde. Muslingernes alder har imidlertid ingen betydning for cadmiumindholdet.
Emneord:	Cadmium, kammusling, Grønland, Nyre
Layout: Tegninger: Fotos:	Hanne Thorhauge Hansen Grafisk værksted Silkeborg Forfatterne
ISBN: ISSN (elektronisk):	87-7772-872-6 1600-0048
Sideantal:	36
Internet-version:	Rapporten findes kun som PDF-fil på DMU's hjemmeside http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR540.pdf
Købes hos:	Miljøministeriet Frontlinien Rentemestervej 8 2400 København NV Tel. 70 12 02 11 frontlinien@frontlinien.dk www.frontlinien.dk

Indhold

1	Sammenfatning	5
2	Eqikkaaneq Grønlandsk sammenfatning	6
3	English summary	7
4	Indledning	8
5	Kammusling	9
	5.1 Cadmium i Grønland	10
	5.2 Humane skadevirkninger	11
6	Materialer og metoder	13
	6.1 Alders- og kønsbestemmelse	13
	6.2 Prøveforberedelse og kemiske analyser	14
7	Resultater	16
	7.1 Væksthastighed	16
	7.2 Sammenhæng mellem tørstof og alder	17
	7.3 Aldersbetinget cadmiumkoncentration	17
	7.4 Organspecifik cadmiumkoncentration	19
8	Diskussion	21
	8.1 Løsningsforslag	22
9	Litteraturliste	23
	Appendiks 1	24
	Appendiks 2	26
	Appendiks 3	28
	Appendiks 4	30
	Appendiks 5	31
	Appendiks 6	36

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU

[Tom side]

1 Sammenfatning

Tidligere undersøgelser har påvist, at grønlandske kammuslinger, *Chlamys islandica*, indeholder cadmium (Cd) i koncentrationer, der overskrider EU grænseværdien for cadmium i skaldyr på 1 mg/kg. Cadmium kan i forhøjede koncentrationer medføre knogleskørhed, fosterskader og øget risiko for cancer.

I denne undersøgelse er indholdet af cadmium analyseret i 116 kammuslinger indsamlet ca. 10 sømil syd for Nuuk, Sydvestgrønland, den 14. april 2004 på ca. 60 meters dybde. Kammuslingerne havde en gennemsnitlig koncentration af cadmium på 2,93 mg/kg. Det er endvidere undersøgt, hvor cadmium koncentrerer i kammuslingen. Det kan konkluderes, at ca. 90% af cadmiumet ophobes i kammuslingernes nyrer. Da nyrerne indgår i salgsproduktet, bør disse fjernes under forarbejdningen, hvorved grænseværdien kan overholdes.

Ved måling af kammuslingernes væksthastighed er det fundet, at muslingerne når en skalhøjde på 65 mm, når de er 4 til 5 år gamle. I 1987 var kammuslingerne 11 år gamle før de nåede denne skalhøjde. Muslingernes alder har imidlertid ingen betydning for indholdet af cadmium i kammuslingerne.

2 Eqikkaaneq Grønlandsk sammenfatning

Siornatigut misissuisarnertigut paasineqarpoq Kalaallit Nunaanni uiluiit, *Chlamys islandica*, cadmium-imik (Cd) akoqartut EU-p qalerualinni cadmium-eqassutsimut killissaliussaa 1 mg/kg akimorlugu annertussusilimmik. Cadmium angivallaarpat tamanna saarnit sig-gilasunngornerannik, naartut ajoqusernerannik kræfteqalersinnaanerullu aarlerinarnerulernerannik nassataqarsinnaavoq.

Misissuinermi matumani cadmium-eqassuseq uiluinni 116-ini, Kalaallit Nunaata Kitaata Kujataani Nuup kujataani sòmilit qulit miss. ungasitsigisumi 2004-mi aprilip 14-ianni katersorneqartuni pivoq. Uiluiit agguaqatigiissillugu 2,93 mg/kg-mik cadmium-ertaqarput. Aamma cadmium uiluiit suatungaanni eqiterussimasarnersoq misissorneqarpoq. Paasisatut oqaatigineqarsinnaavoq cadmium-ip 90 %-iata missaa uiluiit tartuini eqiterussimasarmat. Tartui ilanngullugit tunisassiarineqartarmata suliarineqarnerini taakku peerneqartariaqaralarput, taamaliornikkut killissaliunneqartoq eqqortinneqassamat.

Uiluiit peroriartortarnerata sukkassusia uuttortarneqarmat paasineqarpoq uiluiit sisamaniit tallimanut ukioqaleraangata qaleruaat 65 mm-inik qattussuseqalersartut. 1987-imi uiluiit aqqanilinnik ukioqalernerminni aatsaat taama qattussusilimmik qaleruaqalersarput. Uiluilli qassinik ukioqarnerat cadmium-eqassusianut sunniuteqarneq ajorpoq.

3 English summary

In Iceland scallop (*Clamys islandica*) from Greenland cadmium concentrations exceed 1 mg/kg, the guideline concentration in shellfish for consumption in the European Union.

In this study 116 scallops caught app. 10 nautical miles south of the Greenland capital Nuuk were analysed for cadmium. The mean cadmium concentration was 2.93 mg/kg. 90% of the Cd is found in the kidneys of the scallops. As the kidneys are part of the commercial product today it is suggested that the kidneys should be removed during the production in order to keep the cadmium concentration below the EU guideline.

The growth rate of scallops in Greenland has been measured. The shell height of 65 mm is reached in scallops of an age of 4 to 5 years. The growth rate has increased a factor of 2 to 3 since 1987. The age of the scallops had no influence on the content of cadmium.

4 Indledning

Islandsk kammusling, *Chlamys islandica*, er udbredt i store dele af det arktiske område, men er af kommerciel interesse ved Nordnorge, Island, Grønland og ved den nordamerikanske kyst. Typisk lever kammuslingerne på 20–60 meters dybde ved vandtemperaturer fra under 0 °C til 4 °C (Pedersen 1988). I Grønland udnyttes kammusling kommercielt, bl.a. ved Grønlands vestkyst. Den findes langs hele vestkysten, men fiskeriet er især koncentreret langs kysten fra Nuuk til Diskobugten, hvor der siden starten af 1980'erne har været fisket kammuslinger. I 2002 blev der fanget 535 tons kammuslinger, og i 2003 var udbyttet 641 tons kammuslinger, hvilket svarer til en værdi på henholdsvis 41,8 mio. kr. og 39,3 mio. kr. (Grønlands Statistik 2004).

I Grønland fiskes på nuværende tidspunkt kammuslinger kommercielt fra 4 både. Forarbejdningen foregår på båden, hvor personalet åbner muslingen og skærer salgsproduktet fra. Salgsproduktet består af gonade (kønsorgan) og lukkemuskler, som sendes til frysning. En erfaren medarbejder forarbejder i gennemsnit 3.000 til 4.000 kammuslinger på en arbejdsdag (Pedersen 1988).

Det er ved tidligere undersøgelser fundet, at kammuslinger fra området omkring Nuuk indeholder cadmium i koncentrationer på 2,04 mg Cd/kg kammusling (Johansen 2004), hvilket er en overskridelse af EU's grænseværdi, som er på 1 mg Cd/kg kammusling (EU kommissionens regulativ 466/2001 af 8. marts 2001). På grund af overskridelsen af grænseværdien er det relevant at analysere, om der er en sammenhæng mellem størrelsen på muslingen og koncentrationen af cadmium, samt hvorvidt opkoncentrationen især sker i et specifikt organ. Hvis dette viser sig at være tilfældet, kan det muligvis lade sig gøre at holde indholdet af cadmium under grænseværdien, fx hvis det er muligt at selekttere fangsten i forhold til bestemte årgange af kammuslinger med lave koncentrationer af cadmium, eller hvis det er muligt at fjerne organer med høje koncentrationer under forarbejdningen.

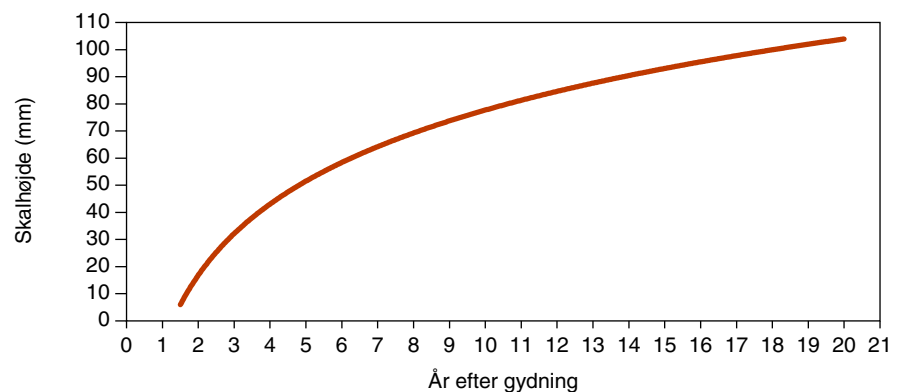
Formålet med denne undersøgelse er at fastsætte indholdet af cadmium hos kammuslinger, der fiskes kommercielt i Vestgrønland. Endvidere undersøges det, om der er en sammenhæng mellem kammuslingers størrelse og cadmiumindhold, og om cadmium er koncentreret i bestemte organer.

5 Kammusling

Kammuslingen *C. islandica* bliver kønsmoden når den er mellem 4 og 9 år svarende til 60 mm i skalhøjde, hvilket dog varierer fra sted til sted. Væksthastigheden er afhængig af næringsforholdene, og den kan derfor være meget forskellig selv i den samme fjord. Da kammuslinger er stationære, er de afhængige af at få føde tilført via havstrømmen. Den dybde, hvor kammuslingen befinder sig, har også betydning, idet alger m.m. befinder sig i overfladevandet, hvor der er tilstrækkeligt lys. Dermed vil de kammuslinger som ligger på større dybder have et dårligere fødegrundlag end muslinger på lavere dybder. Fødevalget er ikke helt klarlagt, men det består med stor sandsynlighed hovedsageligt af mikroskopisk planteplankton. Væksthastigheden er derfor også årstidsbestemt, da fødemængden er meget lav om vinteren og højere om sommeren. Denne årstidsvariation kan både ses i ligamentet, der holder de to skaller sammen, og i skallen, idet der her fremkommer de karakteristiske vækstzoner. Det kan endvidere ses på muskel- og gonadevægten i forhold til totalvægten, da kammuslingen må tære på fedtreserverne om vinteren.

Væksthastigheden er størst hos unge kammuslinger (Figur 1). Muslingen er udvokset i en alder af ca. 20 år, hvorefter væksten stagnerer (Pedersen 1988).

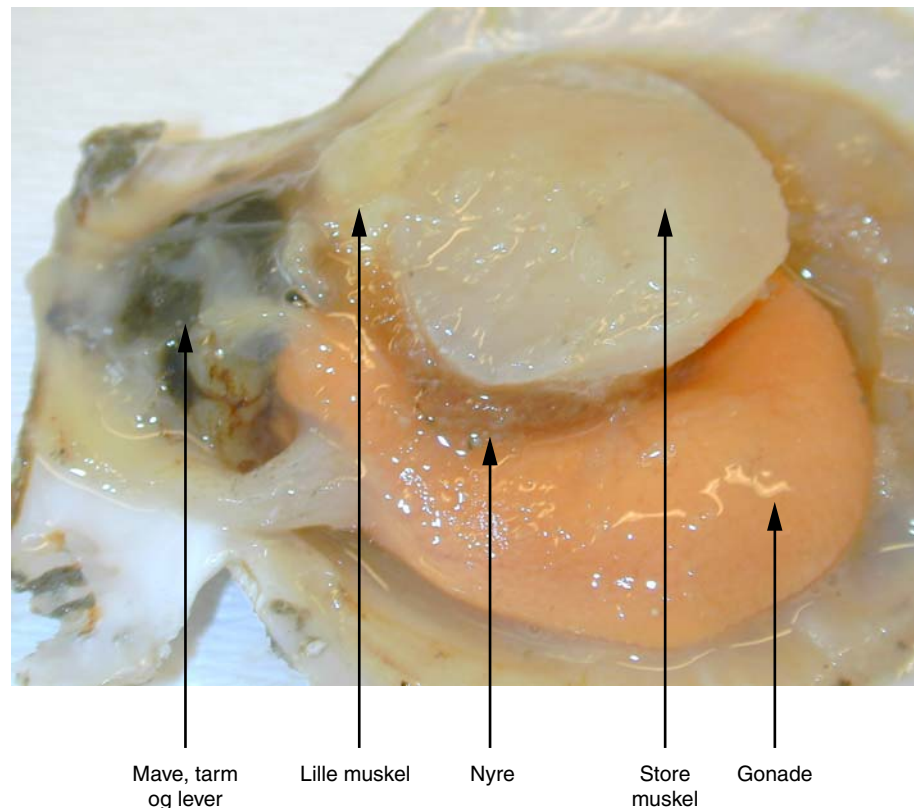
Figur 1 Gennemsnitlig væksthastighed hos kammusling indtil en alder af 20 år (efter Pedersen 1988)



Figur 1 viser den gennemsnitlige væksthastighed for kammuslinger. Generelt vokser kammuslinger omkring Nuuk lidt langsommere. Eftersom mindstemålet på skalhøjden for kammuslinger er 65 mm, betyder det, at disse kan fiskes ved 7 års alderen, hvorimod kammuslinger ved Nuuk skal være omkring 11 år.

Chlamys islandica er opbygget af bløddele og en skal til at beskytte disse. Skallen består hovedsageligt af calciumkarbonat (CaCO_3) i form af calcit, hvortil der hele tiden tilføres yderligere lag. Ved hængslet, hvor de to skaller hæfter, findes ligamentet, der holder de to skaller sammen. På grund af de tidligere nævnte årstidsvariationer i føde er det muligt at aflæse muslingens alder ved at tælle antallet af vækstzoner (Pedersen 1988).

Figur 2 Kammuslingens anatomi



De største organer er gonader og lukkemuskler, som begge har kommerciel interesse. Gonaderne hos hunnerne er orangerøde og indeholder rogn, mens gonaderne hos hannerne er et gråhvidt organ som indeholder mælk (Figur 2)(Pedersen 1987). Lukkemusklerne består af en stor og en lille muskel, der er placeret midt i muslingen. Den store lukkemuskel anvendes til hurtig sammenklapning af skallerne, mens den lille anvendes til en stærkere og mere varig lukning.

5.1 Cadmium i Grønland

Tidligere undersøgelser har vist, at baggrundskoncentrationen af cadmium i havvand ved Grønland ikke er steget fra før industrialiseringen til i dag (AMAP 1998). Der findes dog stedvariationer, idet områder med minedrift har forhøjede koncentrationer i forhold til baggrundsniveauet.

Sediment

Det cadmium, der findes i sedimenter ved Grønland, stammer fra mineraler, der udvaskes når bjerge forvitrer. Udvaskningen er stærkt pH-afhængig. En lav pH-værdi i udvaskningszonen medfører en større udvaskning af cadmium. Baggrundskoncentrationen af cadmium i havsediment ved Grønland er på $0,12 \pm 0,05$ mg/kg tørvægt, men det varierer fra sted til sted. Indholdet af cadmium i sediment er afhængigt af kornstørrelsen på sedimentmaterialet, idet et finkornet sediment har en tendens til at have højere cadmiumkoncentrationer (AMAP 1998).

Havvand

I havvand omkring Grønland er koncentrationen af cadmium på 30 til 50 ng/l. Koncentrationen af cadmium i havvand varierer mellem åbent hav og fjorde. Dette skyldes, at saliniteten i fjorde er lavere, hvorfor cadmiumkoncentration er lavere. Koncentrationen varierer

også med dybden. De laveste koncentrationer findes ved havoverfladen og de højeste ved bunden. Årsagen til dette er også saliniteten, da chlorid og cadmium danner et kompleks. Dette er kombineret med at der ved havoverfladen sker en fjernelse af cadmium ved optagelse af fytoplankton, der synker til bunds (AMAP 1998).

Assimilation

I den frie ionform, Cd^{++} , kan cadmium optages aktivt af planter, hvorved der er mulighed for en ophobning af tungmetallet. Dette kan bl.a. ses ved cadmiumanalyser af tang fra Grønland, hvor indholdet varierer mellem 0,14 og 3,5 mg/kg tørvægt, hvilket må formodes at ligge højere end for sedimentet. Den samme tendens kan formodentlig gøre sig gældende for fytoplankton (AMAP 1998).

Det næste led i fødekæden, filtratorerne, lever af fyto- og zooplakton, der tilbageholdes ved filtrering af vandet. Denne gruppe omfatter bl.a. muslinger, hvor der er målt koncentrationer af cadmium på 4,9 mg/kg vådvægt, hvilket igen overstiger niveauet for tang og højst sandsynligt også for plankton (AMAP 1998). For fugle, sæler og fisk, der har muslinger som en del af deres fødegrundlag, vil der derfor være risiko for at cadmiumkoncentrationen vil nå et niveau, hvor det bliver skadeligt. Skaderne indtræffer oftest på nyre og lever, og for fugle er der konstateret skader ved koncentrationer på 60 til 480 mg Cd/kg væv (AMAP 1998).

5.2 Humane skadevirkninger

Optagelse af cadmium

Ved indtagelse af cadmiumholdige fødevarer vil den menneskelige organisme optage mellem 5 og 10 % af den totale mængde cadmium. Optagelsen sker i tarmen, hvor faktorer som mangel på jern kan medvirke til, at der optages op til 15 % af cadmiumindholdet. Cadmium formodes at give skader på nyre og lever ved koncentrationer på 100 til 200 mg Cd/kg vådvægt (AMAP 1998).

Cadmium kan derudover optages via atmosfærisk luft og cigaretter.

Uskadeliggørelse af tungmetaller

Højerestående dyr har en evne til at uskadeliggøre tungmetaller ved at binde tungmetallet til et specielt protein, metallothionein. Dyrrets evne til at danne dette protein og uskadeliggøre tungmetallet efter optagelsen er dermed bestemmende for, hvor høje koncentrationer der skal til, før en skadevirkning indtræffer. Skadevirkningen opstår i det tilfælde, hvor indtagelsen af cadmium overstiger dannelsen af metallothionein. I forbindelse med indtagelse af marine fødevarer fra Grønland indeholdende tungmetaller, vil disse fødevarer ofte også have et højt indhold af selen. Tilstedeværelsen af dette metal nedsætter skadevirkningen af tungmetaller, idet selen undertrykker optagelsen af tungmetal (WHO 2000).

Skadevirkninger af cadmium

Skadevirkningerne opstår hovedsageligt ved at cadmium reducerer optagelsen af zink, der er vigtig for opbygningen af enzymer. Derudover vil cadmium påvirke dannelsen af D-vitamin, der bl.a. styrer mængden af calcium i blodet. Calcium er vigtigt for dannelsen af knoglevæv, hvorfor mangel på D-vitamin kan resultere i skøre knogler. Derudover kan cadmium forøge risikoen for cancer samt give fosterskader (WHO 2000). Efter optagelse af cadmium vil udskillelsen være meget begrænset, idet cadmium-proteinkomplekset

kun i ringe grad føres ud med urin, men indgår i en cyklus. Af den totale mængde cadmium i kroppen udskilles kun 0,05 til 0,10 ‰ per dag, hvorved den biologiske halveringstid bliver mellem 20 til 40 år (WHO 2000).

6 Materialer og metoder

De analyserede kammuslinger er fisket fra et kommercielt kammuslingefartøj den 14. april 2004 på position 63.597 nordlig breddegrad, 51.408 vestlig længdegrad, ca. 10 sømil syd for Nuuk, på ca. 60 meters dybde.

6.1 Alders- og kønsbestemmelse

Aldersbestemmelse af *C. islandica* er foretaget ved at aflæse vækstzoner på ligamentet i stedet for aldersbestemmelse ved aflæsning af alder på skallen. Dette skyldes, at kammuslingen i mange tilfælde er overbevokset med rurer eller angrebet af kalkorme, hvilket umuliggør en aflæsning.

Til aldersbestemmelse af kammuslinger ved hjælp af ligamentet er skallerne lagt i blød ved 5 °C i ca. et døgn, hvorefter ligamentets bløde del kan fjernes. Der fjernes så meget at den lysere del af ligamentet er synligt, og det dermed er muligt at tælle vækstzonerne i en stereolup (Figur 3).

Figur 3 Ligament med otte vækstzoner



Aldersbestemmelsen er foretaget for alle analyserede kammuslinger, ligesom skalhøjden er målt med skydelære på rygskallen fra ryg til bugside. Dette gør det muligt at estimere den aldersrelaterede væksthastighed.

Ved kønsbestemmelse skelnes der mellem hunner, hanner og ikke-kønsmodne individer. Dette afgøres ud fra gonadernes størrelse og farve, idet hunners gonader er orangefarvede og hannernes gråhvide. Gonaderne er ikke udviklede hos de ikke-kønsmodne individer.

6.2 Prøveforberedelse og kemiske analyser

Efter fangsten blev kammuslingerne åbnet og indmaden taget ud og lagt i lynlåsposer. Tørstofindholdet er målt ved frysetørring.

Ved bestemmelse af sammenhængen mellem alder og cadmiumkoncentration er der anvendt kammuslinger, som før analyse er frysetørret i 5 døgn ved $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ og 10 millibar. Herefter er prøverne knust og homogeniseret, så det er muligt at udtage en repræsentativ prøve.

Til oplukningen afvejes omkring 0,3 g frysetørret prøve på analysevægt, Metler 100 med fire decimaler. Prøverne oplukkes med 4 ml, 65% salpetersyre og 4 ml ionbyttet vand i en mikrobølgeovn af mærket Anthon Paar ved ca. $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ og 12 bar. Der er under oplukningen plads til 12 oplukningsbomber af teflon, hvoraf en af dem bruges til et referencemateriale og en anden til en blindprøve. Referencematerialet består af frysetørret bugspytkirtel fra hummer med et kendt cadmiumindhold på $26,70\text{ mg/kg} \pm 0,6$. Referencematerialet er fra National Research Council Canada og betegnes TORT-2.

Efter oplukningen, som er et på forhånd fastlagt program på mikrobølgeovnen, overføres den oplukkede prøve kvantitativt til en polyethylenflaske, hvorefter der efterfyldes til ca. 25 g afmålt på Metler 400 vægt med 2 decimaler.

Til analyse for cadmium i de enkelte organer er der anvendt 30 kammuslinger. Det er valgt at bestemme cadmiumindholdet i vådvægt, da det ville kræve et meget højt antal prøver for at få et pålideligt resultat for tørstofindholdet af nyrerne. Dette skyldes, at vægten af nyrer er ca. 0,5 gram (se appendiks 5). Kammuslingen er dissekeret i følgende dele:

- Nyre.
- Stor lukkemuskel.
- Lille lukkemuskel.
- Mave-tarmsystem og lever.
- Gonade.

Dissektionen af kammuslingerne foregik i frossen tilstand. Dette for at undgå at vævene ikke kontaminerer hinanden, samt at vævstyperne ikke sammenblandes ved udtagelse. Nyrerne blev udtaget som de første prøver, da disse har let ved at tøj op og derfor vil kunne forurene de andre vævstyper. Ved udtagelse af en nyre er der foretaget to

snit mellem gonaden og nyren og mellem den store lukkemuskel og nyren, hvorefter nyren er frigjort.

Herefter er de resterende vævsprøver udtaget, hvilket gøres ved at udskære et tern af hver vævstype uden overfladevæv, da dette kan være forurenet.

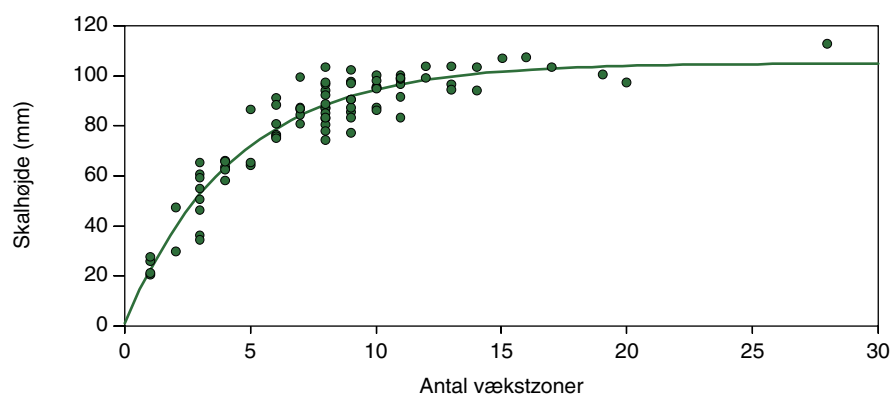
Efter oplukning af prøverne analyseres disse efterfølgende på atomabsorptionsspektrofotometer med flammemetoden (Asmund et al. 2004).

7 Resultater

7.1 Væksthastighed

Ved bestemmelse af væksthastigheden anvendes alderen og skalhøjden på kammuslingen. Resultaterne viser, at kammuslinger fortrinsvist vokser, indtil de er ca. 12 år, hvorefter væksten næsten stopper (Figur 4).

Figur 4 Væksthastigheden for kammuslinger. Se appendiks 1 for data



Figuren er baseret på undersøgelse af 86 kammuslinger. Det ses, at hovedparten af kammuslingerne har en alder på 3 til 13 år.

Vækstkurven er tilpasset von Bertalanffy's vækstligning (Bertalanffy 1951), hvor skalhøjden udtrykkes som funktion af alderen:

$$L(t) = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

$L(t)$ betegner den aktuelle skalhøjde som funktion af alderen [mm].

L_{∞} er den maksimalt opnåelige skalhøjde [mm].

K er væksthastighedskonstanten [år^{-1}].

t er alderen [år].

t_0 er den hypotetiske alder ved en skalhøjde på 0 mm [år].

I dette tilfælde er konstanterne estimeret til følgende:

$$L(t) = 105,1 \cdot (1 - e^{-0,2289 \cdot (t+0,04641)})$$

Den maksimale skalhøjde er estimeret til 105 mm, hvilket er lidt højere end den maksimale skalhøjde målt ved undersøgelser i 1987, hvor denne blev estimeret til 97 mm (Pedersen 1987).

Væksthastighedskonstanten K blev beregnet til at være 0,12 i 1987, mens den i nærværende undersøgelse er beregnet til 0,229. Dette har stor betydning for, hvor gamle kammuslingerne er, før de når mindstemålet på 65 mm.

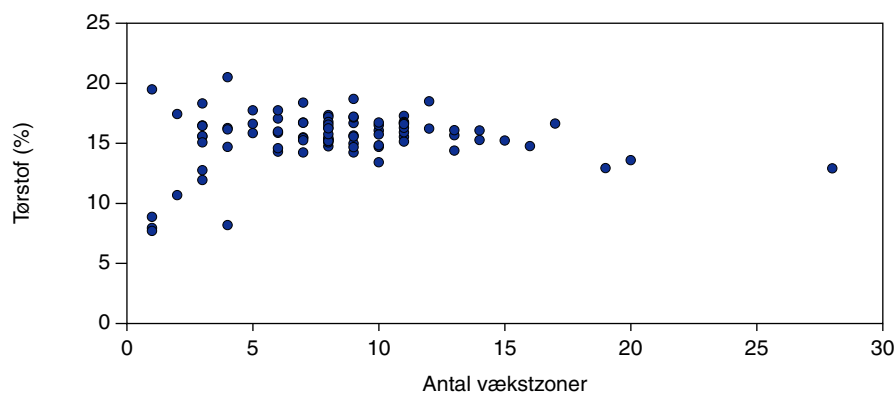
Det er tidligere i rapporten beskrevet, at kammuslingerne er mellem 7 og 8 år, når de opnår mindstemål, hvorimod denne vækstkurve viser, at de er mellem 4 og 5 år, når de opnår mindstemål. Der er dog en usikkerhed forbundet med aldersbestemmelsen, idet væksthastighederne fra kammuslingens første 2 år kan være svære at se. Derfor er det muligt, at der skal lægges 1 eller 2 år til kammuslingens alder. Det vil dog være usandsynligt, at de yngste individer er 3 år, hvilket understøtter, at de aflæste aldre er korrekte.

Det ses af figur 4, at der er en overvægt af muslinger mellem 3 og 11 år. Da muslingerne er udtaget repræsentativt, formodes det at figur 4 afspejler alderssammensætningen på muslingebanken. Tidligere undersøgelser fra 1987 af væksthastigheden viste en overvægt af muslinger fra 8 til 15 år på muslingebanken, hvor væksthastigheden var langsommere end målt i denne rapport. Derudover er der kun fundet én kammusling over 20 år, hvorimod der i 1987 fandtes mange ældre individer.

Ændringen i væksthastigheden og aldersfordelingen kan skyldes, at der i 1987 ikke havde været fisket på banken før, hvorfor kammuslingerne har konkurreret om føden og pladsen. Fiskeriet på banken har betydet en udtynding, hvilket har bevirket, at muslingerne har bedre plads og bedre fødemuligheder og dermed opnår en højere væksthastighed.

7.2 Sammenhæng mellem tørstof og alder

Figur 5 Sammenhæng mellem tørstofindholdet og alderen hos *C. islandica*. Se appendiks 2 for tilhørende data

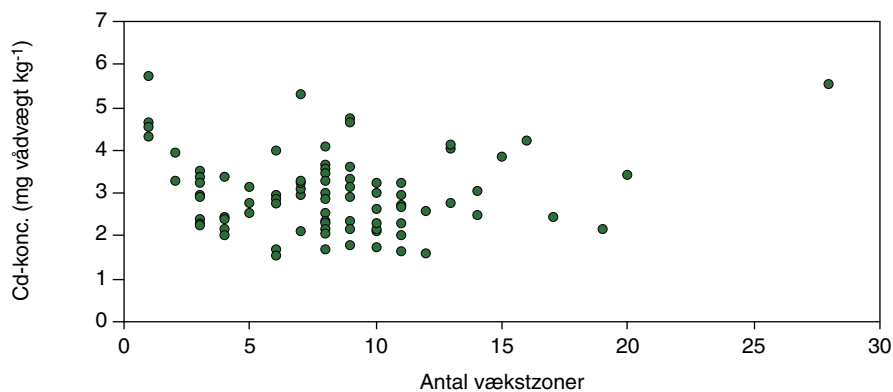


Af figur 5 ses, at der ikke er nogen sammenhæng mellem tørstofprocenten og alderen. På baggrund af dette er det valgt at gennemføre efterfølgende beregninger ud fra et samlet gennemsnit af tørstofindhold, hvilket er bestemt til 15,48%, se appendiks 2.

7.3 Aldersbetinget cadmiumkoncentration

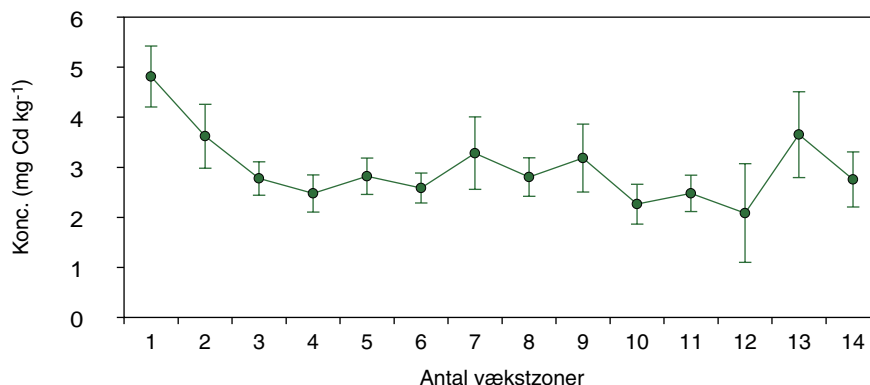
Da der ofte sker en assimilation af tungmetaller, forventes det, at cadmiumkoncentrationen stiger som funktion af alderen. Sammenhængen mellem koncentration og alder kan ses i figur 6.

Figur 6 Cadmiumkoncentrationen som funktion af antallet af vækstzoner



Det ses, at der ikke er en tydelig tendens til en stigende koncentration i løbet af kammuslingens levetid. Derimod er der fundet høje koncentrationer for især de 1-årige, hvilket ikke var forventet. Som det fremgår af figur 7 afviger de 1-årige signifikant fra alle andre aldersgrupper, bortset fra de 2-årige og 13-årige. Derimod overlapper de resterende konfidensintervaller hinanden, og det må formodes, at dette også ville være tilfældet for de ældre individer, hvor der kun er én tilhørende måling. De høje værdier hos unge kammuslinger kan skyldes, at nyrene fylder forholdsvis mere end hos ældre, da de unge muslinger endnu ikke har udviklet en gonade.

Figur 7 Gennemsnitlige ($\pm 95\%$ konfidensintervaller) cadmiumkoncentration for de enkelte aldersgrupper, hvorfra der er 3 eller flere prøver



Det vurderes derfor, at optagelseshastigheden for cadmium er lige så stor som udskilleleshastigheden. De varierende koncentrationer kan skyldes forskellige levevilkår, såsom lokale strømforhold og bundforhold.

På baggrund af den manglende sammenhæng mellem alder og cadmiumindhold er der beregnet et samlet gennemsnit for cadmiumindholdet i *C. islandica*. Det gennemsnitlige cadmiumindhold er således beregnet til 2,93 mg Cd/kg med en standardafvigelse på 0,92 mg Cd/kg. Referencematerialet TORT-2 blev bestemt til at have en gennemsnitlig koncentration på 27,55 mg Cd/kg, og har således en relativ fejlprocent på 0,90% i forhold til den angivne referencekoncentration.

Resultaterne er baseret på enkeltbestemmelser, men for 9 kammuslinger er der lavet dobbeltbestemmelser, hvoraf gennemsnittet er taget. Disse dobbeltbestemmelser er medtaget for at kontrollere, at homogeniseringen er tilfredsstillende. Dobbeltbestemmelserne har en

relativ standardafvigelse på omkring 5%, hvilket vurderes at være tilfredsstillende.

Eftersom grænseværdien for skaldyr er på 1 mg Cd/kg, overskrides denne værdi altså ca. 3 gange.

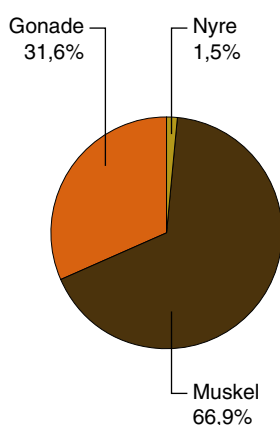
7.4 Organspecifik cadmiumkoncentration

Det fremgår af resultaterne af cadmium i de specifikke organer (se appendiks 5), at de 2 første kammuslinger, der er dissekeret, adskiller sig ved, at cadmiumandelen i nyrerne er lavere end i de øvrige kammuslinger. Dette skyldes, at kammuslingerne var delvist optøet, og nyrerne dermed var meget flydende og svære at udtage. Desuden var 2 af gonadepøverne blevet kontamineret med nyre. Disse prøver er derfor udeladt af beregningerne.

På baggrund af dissektionerne af organer er der fundet store forskelle i cadmiumkoncentrationer i organer af kammuslinger (Tabel 1).

Tabel 1 Gennemsnitlige koncentrationer, standardafvigelser og 95% konfidensintervaller af cadmiumindholdet i organer hos kammudling. N=30

Organ	Gennemsnitlig koncentration [mg/kg]	Standardafvigelse [mg/kg]	95% KI [mg/kg]
Nyre	226	111	[170,26; 255,47]
Stor muskel	0,30	0,69	[0,05; 0,53]
Lille muskel	0,30	0,26	[0,21; 0,39]
Mave-tarmsystem og lever	4,51	2,57	[3,56; 5,36]
Gonade	0,40	0,54	[0,21; 0,60]



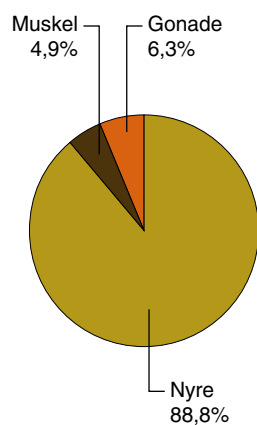
Figur 8 Den procentvise vægtfordeling af organerne i salgsproduktet (6-10 årige kammuslinger)

De højeste koncentrationer er fundet i nyrer, hvor indholdet er næsten 50 gange højere i forhold til mave-tarmsystem og lever, som igen har koncentrationer, der er mere end 10 gange højere end i gonader og lukkemuskler.

For selve salgsproduktet, dvs. muskler og gonade, indeholdende nyrerne, er den procentvise vægtfordeling af organerne vist i figur 8. Vægtfordelingen er baseret på data fra Pedersen (1998) kombineret med egne vægte på nyrer.

Salgsproduktet består hovedsageligt af muskel og gonader, mens nyrerne kun udgør 1,5% af vægten. Eftersom cadmium i langt overvejende grad befinder sig i nyrerne, er det imidlertid 88,8% af den samlede cadmium, der er koncentreret i nyrer (Figur 9).

Den ulige fordeling af cadmium, med primær ophobning i nyrerne, betyder, at der ved fjernelse af nyrerne kan opnås en cadmiumkoncentration, som overholder EU's grænseværdi på 1 mg Cd/kg vådvægt. Dette ses endvidere ud fra koncentrationen af cadmium i gonade og muskler, da disse er på henholdsvis 0,4 og 0,3 mg Cd/kg vådvægt.



Figur 9 Den procentvise fordeling af cadmium i salgsproduktet

Den gennemsnitlige koncentration af cadmium i hele muslinger er 2,93 mg Cd/kg vådvægt, hvor der er medregnet mave-tarmsystem og lever, som ikke er med i salgsproduktet. Mave-tarmsystemet og leveren har en cadmiumkoncentration på 4,46 mg Cd/kg vådvægt og er derfor med til at forhøje koncentrationen af cadmium. Derudover er gællerne og kappen også medtaget i bestemmelse af cadmium i hele kammuslingen. Disse organer må formodes at have et koncentrationsniveau på højde med gonade- og muskelvæv.

8 Diskussion

Undersøgelsen påviser, at kammuslinger fanget vest for Nuuk har et indhold af cadmium, der er ca. 3 gange højere end EU grænseværdierne for cadmium i kammusling. Der er i denne undersøgelse analyseret 116 kammuslinger. Disse kammuslinger er udtaget fra den samme position, hvorfor der ikke kan drages en generel konklusion om cadmiumindholdet i kammuslinger fra Grønland. Variation i koncentrationen af cadmium i sediment og havvand i forhold til havdybde og salinitet må forventes at påvirke kammuslingers cadmiumoptag. For at opnå en større viden om kammuslingers cadmiumindhold ved Grønland er det derfor nødvendigt at foretage undersøgelser fra flere lokaliteter med flere variable, såsom dybde, bundforhold og strømforhold. Ophobningen af cadmium i nyrerne er dog så tydelig, at det sandsynligvis er samme problemstilling på andre lokaliteter.

Vækstraten hos kammuslinger vest for Nuuk er steget betydeligt siden 1987. Det har resulteret i, at kammuslinger i dag kun skal være 4 til 5 år for at opnå mindstemål på 65 mm mod ca. 11 år i 1987. Dette indikerer, at kammuslingebankerne i dag er udsat for et højere fiskeritryk, hvilket reducerer den indbyrdes konkurrence mellem muslingerne og dermed skaber bedre vækstbetingelser. Der er ikke fundet nogen ændring i indholdet af cadmium i forhold til kammuslingernes alder, bortset fra den mindste årgang, der har et højere indhold. Da de små kammuslinger ikke har fiskerimæssig interesse, er dette forhold imidlertid betydningsløst i en kommerciel sammenhæng.

Ud fra analyser på de enkelte organer er det beregnet, at nyrerne indeholder omkring 90% af det cadmium, der findes i salgsproduktet. Denne beregning er foretaget ved inddragelse af vægtdata fra tidligere undersøgelser men vurderes dog at være pålideligt, da bløddelernes vægtforhold antages ikke at ændre sig indbyrdes ved varierende vækstforhold.

Da nyrerne indeholder langt den største andel af cadmium, vil det være muligt at overholde den fastsatte grænseværdi ved at fjerne nyren fra salgsproduktet. Hvorvidt dette er rentabelt, afhænger af den tid der anvendes til fjernelse af nyrerne, da processen vil medføre en stigning i produktionsomkostningerne. Et alternativ til fjernelse af nyrerne vil være udelukkende at anvende musklen som salgsprodukt, men dette betyder en reduceret udnyttelse af råvaren. Dette vil medføre en forhøjet produktionspris pr. tons kammusling, hvorfor dette anses for værende mindre rentabelt. Det vurderes derfor, at en fjernelse af nyrerne vil give den bedste udnyttelse af råvaren.

8.1 Løsningsforslag

Som omtalt er det muligt at overholde EU's grænseværdi ved at fjerne nyrene, hvilket der her gives to forslag til.

Løsningsforslag 1

Under forarbejdningen af kammuslingerne skæres kappe, mave-tarmsystem og lever væk, hvorved gonade, lukkemuskler og nyrer kan sendes til frysning. Inden produktet sendes til frysning foreslås det, at der skæres hul på nyrene på begge sider af kammuslingen, der efterfølgende skylles i rindende havvand. Kniven, som anvendes til skræling, kan også anvendes til at skære hul på nyrene.

Ved denne metode fjernes alt nyrevævet ikke, men da nyrerne overvejende er flydende, formodes det, at langt hovedparten af cadmium vil blive fjernet. Da der kun anvendes ét redskab til skræling og fjernelse af nyrene, vil processen ikke besværliggøres meget, og for en øvet medarbejder vil det ikke forlænge arbejdsprocessen betydeligt. Når der kun anvendes ét redskab, vil der sidde rester af den foregående nyre på kniven, når den næste kammusling skal åbnes. Kniven må derfor skylles inden åbning af den næste kammusling.

Løsningsforslag 2

Efter den sædvanlige forarbejdning foreslås det, at salgsproduktet indeholdende nyrene videregives til en anden medarbejder, der fjerner nyrene. Dette kan gøres med en kniv, hvor bladet er V-formet. Bladet føres ned mellem gonade og lukkemuskel, og alt nyrevæv fjernes. Fordelen ved denne operation er, at alt nyrevæv fjernes, hvilket giver en mere sikker fjernelse af cadmium. Ulempen ved metoden er dog, at det vil fordyre produktionen betydeligt, da 2 eller 3 personer i forarbejdningsprocessen udelukkende skal beskæftiges med fjernelse af nyrevæv.

9 Litteraturliste

AMAP (1998): AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway.

Asmund, G., Vorkamp, K., Backus, S., Comba, M. (2004): An update of analytical methods, quality assurance and quality control used in the Greenland AMAP programme, 1999-2002. *Science of the Total Environment* 331: 233-245.

Bertalanffy, L. V. (1951): General Systems Theory: a new approach to the unity of science. *Human Biology* 23: 302-361.

Grønlands Statistik (2004): Grønlands eksport 4. kvartal 2003. Grønlands Hjemmestyre / Grønlands Statistik. Nuuk Grønland.

Johansen, P., Muir, D., Asmund, G. & Riget, F. (2004): Contaminants in the traditional Greenland diet. National Environmental Research Institute, Denmark. 74 pp –NERI Technical Report No. 492.
<http://technical-reports.dmu.dk>

Pedersen S.A. (1987): Kammuslinger ved Vestgrønland, Nuuk 1987. Grønlands Fiskeri- og Miljøundersøgelser. København.

Pedersen S.A. (1988): Kammuslinger, *Chlamys islandica*, ved Vestgrønland. Grønlands Fiskeri- og Miljøundersøgelser. København.

WHO (2000): Safety evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Food Additives Series 44. Geneva: IPSC.

Appendiks 1

Rådata for alder, skalhøjde, bløddele og køn, hvor m er han, f er hun og "ikke" betegner ikke-kønsmodne individer.

Prøve ID	Alder [år]	Skalhøjde [mm]	Vægt bløddele [g]	Køn
29902	17	103,46	71,62	f
29903	19	100,61	70,95	f
29904	10	87,23	56,50	m
29905	7	86,56	48,34	m
29906	20	97,5	70,23	m
29907	11	91,58	55,59	m
29908	6	80,97	40,22	m
29909	10	86,43	44,99	f
29910	13	103,8	60,90	f
29911	5	64,49	17,06	f
29912	3	60,74	13,46	ikke
29913	4	63,65	12,47	ikke
29914	9	90,7	45,70	f
29915	9	85,47	39,29	f
29916	4	62,65	13,86	ikke
29917	5	65,25	20,57	m
29918	3	65,25	16,26	ikke
29919	4	66,19	17,10	ikke
29920	6	91,46	66,00	m
29921	8	87,41	38,68	m
29922	8	87,02	52,68	m
29923	6	88,37	44,75	f
29924	1	20,4	0,51	ikke
29925	1	20,99	0,37	ikke
29926	3	55,12	11,44	f
29927	4	58,19	11,28	ikke
29928	1	25,78	0,84	ikke
29929	4	65,62	14,57	f
29930	1	27,46	1,04	ikke
29931	2	29,72	1,33	ikke
29932	3	36,08	2,17	ikke
29933	3	34,45	1,88	ikke
29934	2	47,3	5,37	ikke
29935	3	50,82	6,90	ikke
29936	3	46,26	4,49	ikke
29937	3	59,35	11,60	ikke
29938	8	94,21	50,17	f
29939	8	92,52	58,46	m
29940	13	96,72	51,21	f
29941	5	86,55	34,21	f
29942	6	76,67	34,19	m
29943	10	100,41	60,55	f
29944	6	75,78	29,74	m

Prøve ID	Alder [år]	Skalhøjde [mm]	Vægt bløddele [g]	Køn
29945	28	112,85	116,87	m
29946	8	103,58	61,73	f
29947	8	96,67	46,81	m
29948	9	83,22	34,00	f
29949	7	87,29	40,63	m
29950	8	82,98	40,92	m
29951	8	85,07	44,28	m
29952	7	80,48	28,82	f
29953	10	95,7	49,20	m
29954	13	94,62	65,47	m
29955	11	98,37	51,91	m
29956	7	84,42	44,35	f
29957	11	100,21	66,64	m
29958	11	96,72	59,10	m
29959	8	78,1	34,22	f
29960	8	97,51	55,49	m
29961	15	107,25	71,18	f
29962	12	103,89	63,61	f
29963	6	75,15	33,56	m
29964	7	99,73	65,23	m
29965	10	95,45	62,28	m
29966	9	102,56	41,00	f
29967	16	107,37	72,50	f
29968	9	90,7	43,12	f
29969	11	83,53	40,18	f
29970	8	88,82	47,41	f
29971	8	74,32	30,30	f
29972	12	99,27	64,43	m
29973	14	94,14	59,72	m
29974	8	83,58	34,99	f
29975	14	103,41	72,11	f
29976	9	97,63	48,21	f
29977	7	87,12	33,05	m
29978	10	98,28	62,26	m
29979	10	94,76	50,15	f
29980	11	99,23	63,15	f
29981	9	77,15	29,58	m
29982	7	101,51	53,53	f
29983	11	98,92	59,22	f
29984	11	99,4	52,99	m
29985	9	97,06	31,51	f
29986	7	80,87	42,11	f
29987	9	87,28	54,22	f

Appendiks 2

Data for tørstofindhold i *Chlamys islandica*.

Prøve ID	Alder [år]	Tørstofprocent [%]
29902	17	16,6
29903	19	12,9
29904	10	16,1
29905	7	14,2
29906	20	13,6
29907	11	15,5
29908	6	15,9
29909	10	13,4
29910	13	14,4
29911	5	15,8
29912	3	15,6
29913	4	16,3
29914	9	16,7
29915	9	15,0
29916	4	8,2
29917	5	16,6
29918	3	15,6
29919	4	14,7
29920	6	14,3
29921	8	15,3
29922	8	15,2
29923	6	14,6
29924	1	7,9
29925	1	7,7
29926	3	18,3
29927	4	20,5
29928	1	19,5
29929	4	16,2
29930	1	8,9
29931	2	10,7
29932	3	11,9
29933	3	12,8
29934	2	17,4
29935	3	15,1
29936	3	16,5
29937	3	16,4
29938	8	16,3
29939	8	14,7
29940	13	15,7
29941	5	17,7
29942	6	17,1
29943	10	15,7
29944	6	17,7

Prøve ID	Alder [år]	Tørstofprocent [%]
29945	28	14,9
29946	8	15,3
29947	8	17,3
29948	9	17,1
29949	7	18,4
29950	8	17,2
29951	8	15,1
29952	8	16,8
29953	10	14,7
29954	13	16,1
29955	11	15,1
29956	7	16,7
29957	11	17,3
29958	11	16,8
29959	8	15,4
29960	8	16,6
29961	15	15,2
29962	12	18,5
29963	6	16,0
29964	7	16,7
29965	10	16,5
29966	9	14,2
29967	16	14,8
29968	9	14,7
29969	11	15,9
29970	8	15,2
29971	8	15,7
29972	12	16,2
29973	14	15,3
29974	8	16,2
29975	14	16,1
29976	9	15,7
29977	7	15,5
29978	10	16,7
29979	10	14,8
29980	11	16,3
29981	9	15,6
29982	7	15,2
29983	11	16,7
29984	11	16,6
29985	9	18,7
29986	7	15,4
29987	9	17,2

Appendiks 3

Resultater for aldersbetinget koncentration af cadmium i *C. islandica*.

Prøve ID	Alder [år]	Koncentration [mg Cd/kg vådvægt]
29902	17	2,62
29903	19	1,81
29904	10	2,22
29905	7	2,71
29906	20	2,99
29907	11	2,02
29908	6	3,05
29909	10	2,83
29910	13	3,76
29911	5	2,84
29912	3	2,33
29913	4	2,58
29914	9	5,00
29915	9	3,25
29916	4	1,14
29917	5	2,71
29918	3	2,26
29919	4	1,92
29920	6	2,55
29921	8	3,47
29922	8	3,61
29923	6	3,78
29924	1	2,38
29925	1	2,85
29926	3	3,83
29927	4	4,45
29928	1	5,74
29929	4	2,52
29930	1	2,49
29931	2	2,72
29932	3	2,59
29933	3	2,89
29934	2	3,71
29935	3	2,88
29936	3	2,57
29937	3	3,09
29938	8	3,18
29939	8	2,21
29940	13	4,18
29941	5	3,63
29942	6	1,72
29943	10	2,68

Prøve ID	Alder [år]	Koncentration [mg Cd/kg vådvægt]
29944	6	3,30
29945	28	5,56
29946	8	4,04
29947	8	4,02
29948	9	5,24
29949	7	6,33
29950	8	1,88
29951	8	2,02
29952	8	3,13
29953	10	2,21
29954	13	2,89
29955	11	1,62
29956	7	3,33
29957	11	2,55
29958	11	2,48
29959	8	3,26
29960	8	2,23
29961	15	3,79
29962	12	3,09
29963	6	1,77
29964	7	3,21
29965	10	3,21
29966	9	1,62
29967	16	4,02
29968	9	3,44
29969	11	2,80
29970	8	2,30
29971	8	2,59
29972	12	1,66
29973	14	2,44
29974	8	2,25
29975	14	3,15
29976	9	2,93
29977	7	3,23
29978	10	1,89
29979	10	2,03
29980	11	2,80
29981	9	2,36
29983	11	3,19
29982	7	2,07
29984	11	3,50
29985	9	3,79
29986	7	3,27
29987	9	2,40

Appendiks 4

Cadmiumkoncentration for blindværdierne anvendt til appendiks 3.

Prøve ID	Koncentration [µg Cd/L]
Blind 1	-2,01
Blind 2	-2,01
Blind 3	0,00
Blind 4	1,85
Blind 5	0,00
Blind 6	0,00
Blind 7	-1,85
Blind 8	0,00
Blind 9	0,00

Cadmiumkoncentration for referencematerialet TORT-2 anvendt til appendiks 3.

Prøve ID	Koncentration [mg Cd/kg]
TORT 1	27,71
TORT 2	27,62
TORT 3	26,45
TORT 4	28,25
TORT 5	27,95
TORT 6	27,40
TORT 7	27,33
TORT 8	27,50
TORT 9	27,68

Resultater af dobbeltbestemmelser af prøverne i appendiks 3.

Prøve ID	Koncentration [mg Cd/kg]
5A	19,49
5B	18,62
13A	14,95
13B	16,84
20A	18,22
20B	17,40
21A	22,12
21B	23,05
29A	16,20
29B	15,01
35A	17,69
35B	20,51
80A	17,60
80B	16,74
82A	13,60
82B	13,61
83A	19,61
83B	18,67

Appendiks 5

Data for indhold af cadmium i organer. Derudover er andelen af cadmium i nyrerne beregnet for salgsproduktet (gonade, stor og lille muskel og nyre).

Prøve ID	Køn	Koncentration [mg/kg]	Skalhøjde [mm]	Alder [år]	Cd-andel i nyre [%]	Afvejet til analyse [g]
101	f		95,7	9	57	
Nyre		30,83				0,3485
Stor muskel		0,11				2,9321
Lille muskel		0,43				2,4102
Mave-tarm og lever		2,88				2,9118
Gonade		0,58				2,6108
102	f		91,35	8	18	
Nyre		22,20				0,1890
Stor muskel		0,12				3,0499
Lille muskel		0,15				2,5068
Mave-tarm og lever		2,38				3,1021
Gonade		4,56*				2,1374
103	m		86,6	7	83	
Nyre		56,11				0,3735
Stor muskel		0,05				2,9665
Lille muskel		0,17				2,5918
Mave-tarm og lever		5,36				2,9377
Gonade		0,33				3,0433
104	m		86,5	9	82	0
Nyre		145,28				0,0244
Stor muskel		0,42				3,2461
Lille muskel		0,46				3,2657
Mave-tarm og lever		3,51				3,0472
Gonade		0,60				3,5044
105	m		87,6	7	74	0
Nyre		77,71				0,4236
Stor muskel		0,35				3,2281
Lille muskel		0,64				2,8253
Mave-tarm og lever		3,71				2,9754
Gonade		0,30				3,2958
106	f		97,5	11	81	
Nyre		248,84				0,2950
Stor muskel		0,53				2,9438
Lille muskel		1,17				2,6464
Mave-tarm og lever		5,11				2,4076
Gonade		1,06				2,7529
107	m		89	10	94	
Nyre		204,93				0,3089
Stor muskel		0,35				3,5428
Lille muskel		**				3,0071
Mave-tarm og lever		6,61				2,7719
Gonade		0,27				2,7434

Prøve ID	Køn	Koncentration [mg/kg]	Skalhøjde [mm]	Alder [år]	Cd-andel i nyre [%]	Afvejet til analyse [g]
108	m		83,54	7	91	
Nyre		169,65				0,1862
Stor muskel		0,24				3,2777
Lille muskel		0,33				2,8243
Mave-tarm og lever		5,13				2,8292
Gonade		0,22				3,6177
109	f		98,2	15	66	
Nyre		149,05				0,4958
Stor muskel		0,31				2,6399
Lille muskel		0,48				2,6792
Mave-tarm og lever		3,14				2,6096
Gonade		2,85				2,9152
110	m		94,7	9	92	
Nyre		243,67				0,6656
Stor muskel		0,33				3,1360
Lille muskel		0,41				2,9115
Mave-tarm og lever		6,14				2,8068
Gonade		0,26				3,1551
111	f		86,5	6	88	
Nyre		100,23				0,2227
Stor muskel		0,20				2,5014
Lille muskel		0,05				2,5359
Mave-tarm og lever		6,44				2,6232
Gonade		0,37				2,4716
112	m		83,6	9	99	
Nyre		477,00				0,0865
Stor muskel		0,03				2,8353
Lille muskel		0,09				2,5511
Mave-tarm og lever		4,52				2,7209
Gonade		0,20				2,3784
113	f		89	8	91	
Nyre		297,67				0,2768
Stor muskel		0,19				2,9052
Lille muskel		0,63				2,7671
Mave-tarm og lever		4,12				2,6718
Gonade		0,49				2,5569
114	m		78,6	6	98	
Nyre		267,74				0,2732
Stor muskel		0,10				2,9490
Lille muskel		0,04				2,6929
Mave-tarm og lever		3,24				2,7201
Gonade		0,12				3,2254

Prøve ID	Køn	Koncentration [mg/kg]	Skalhøjde [mm]	Alder [år]	Cd-andel i nyre [%]	Afvejet til analyse [g]
115	m		80,5	6	92	
Nyre		120,05				0,1035
Stor muskel		0,17				2,8944
Lille muskel		0,15				3,1524
Mave-tarm og lever		1,88				2,6766
Gonade		0,14				2,7095
116	m		91,3	8	99	
Nyre		491,05				0,1075
Stor muskel		0,13				2,7825
Lille muskel		0,09				2,5800
Mave-tarm og lever		2,44				2,7645
Gonade		0,03				2,7660
117	f		88,5	8	99	
Nyre		504,27				0,2680
Stor muskel		0,02				3,2046
Lille muskel		0,08				2,9187
Mave-tarm og lever		3,30				2,5755
Gonade		0,12				3,0408
118	f		95,9	10	99	
Nyre		271,28				0,4726
Stor muskel		0,02				3,1306
Lille muskel		0,14				2,9282
Mave-tarm og lever		4,53				2,8033
Gonade		0,03				2,7985
119	m		90,1	9	96	
Nyre		229,57				0,0859
Stor muskel		0,03				2,8919
Lille muskel		0,15				2,5166
Mave-tarm og lever		3,19				2,9333
Gonade		0,22				2,8083
120	m		92,3	8	95	
Nyre		201,68				0,0666
Stor muskel		0,13				2,9774
Lille muskel		0,21				2,9568
Mave-tarm og lever		3,14				3,0522
Gonade		0,20				3,1183
121	f		83,5	6	96	
Nyre		199,41				0,1517
Stor muskel		0,02				3,2266
Lille muskel		0,24				2,9383
Mave-tarm og lever		2,30				2,5446
Gonade		0,11				3,1891

Prøve ID	Køn	Koncentration [mg/kg]	Skalhøjde [mm]	Alder [år]	Cd-andel i nyre [%]	Afvejet til analyse [g]
122	f		94	9	96	
Nyre		218,96				0,1759
Stor muskel		0,10				3,0419
Lille muskel		0,10				2,7785
Mave-tarm og lever		2,39				2,6760
Gonade		0,28				3,1944
123	m		86,6	7	95	
Nyre		158,57				0,2964
Stor muskel		0,08				2,9864
Lille muskel		0,17				2,5843
Mave-tarm og lever		2,41				2,9142
Gonade		0,17				2,8899
124	f		96,6	9	92	
Nyre		246,38				0,3182
Stor muskel		0,03				2,8557
Lille muskel		0,18				2,5716
Mave-tarm og lever		2,93				2,7105
Gonade		0,86				3,0480
125	m		88,5	10	90	
Nyre		143,28				0,3715
Stor muskel		0,11				2,9149
Lille muskel		0,22				2,4516
Mave-tarm og lever		8,34				2,6450
Gonade		0,40				2,6718
126	f		88,4	10	89	
Nyre		183,73				0,2770
Stor muskel		0,18				2,7210
Lille muskel		0,52				2,7643
Mave-tarm og lever		3,37				2,8009
Gonade		0,40				2,7645
127	m		97	8	95	
Nyre		248,25				0,4283
Stor muskel		0,13				2,7740
Lille muskel		0,31				2,4070
Mave-tarm og lever		6,37				2,8092
Gonade		0,21				2,6887
128	m		91,6	8	91	
Nyre		161,67				0,6710
Stor muskel		0,19				2,6519
Lille muskel		0,13				2,7645
Mave-tarm og lever		5,88				2,7853
Gonade		0,42				2,7654

Prøve ID	Køn	Koncentration [mg/kg]	Skalhøjde [mm]	Alder [år]	Cd-andel i nyre [%]	Afvejet til analyse [g]
129	f		94,2	21+	51	
Nyre		242,05				0,2052
Stor muskel		3,77				3,2408
Lille muskel		0,67				2,4324
Mave-tarm og lever		14,56				3,0198
Gonade		6,43*				2,5541
130	m		85,4	11	96	
Nyre		274,86				0,3508
Stor muskel		0,22				3,3036
Lille muskel		0,26				2,8611
Mave-tarm og lever		2,21				2,7328
Gonade		0,09				3,0692

* Kontamineret prøve

** Fejl under oplukning

Appendiks 6

Blindværdier for cadmiumbestemmelser til appendiks 5.

Blindværdier	Cadmiumindhold [µg/L]
Blind 1	-1,10
Blind 2	0,34
Blind 3	0,00
Blind 4	0,00
Blind 5	0,00
Blind 6	0,00
Blind 7	1,10
Blind 8	-1,21
Blind 9	0,00
Blind 10	0,00
Blind 11	0,00

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser – DMU – er en forskningsinstitution i Miljøministeriet.
DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

URL: <http://www.dmu.dk>

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 46 30 12 00
Fax: 46 30 11 14

*Direktion
Personale- og Økonomisekretariat
Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat
Afd. for Systemanalyse
Afd. for Atmosfærisk Miljø
Afd. for Marin Økologi
Afd. for Miljøkemi og Mikrobiologi
Afd. for Arktisk Miljø*

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejlsøvej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.: 89 20 14 00
Fax: 89 20 14 14

*Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat
Afd. for Marin Økologi
Afd. for Terrestrisk Økologi
Afd. for Ferskvandsøkologi*

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 12-14, Kalø
8410 Rønne
Tlf.: 89 20 17 00
Fax: 89 20 15 15

Afd. for Vildtbiologi og Biodiversitet

Publikationer:

DMU udgiver populærfaglige bøger ("MiljøBiblioteket"), faglige rapporter, tekniske anvisninger samt årsrapporter.
Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web.
I årsrapporten findes en oversigt over det pågældende års publikationer.

Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

2004

- Nr. 496: Velfærdsøkonomiske forvridningsomkostninger ved finansiering af offentlige projekter. Af Møller, F. & Jensen, D.B. 136 s. (elektronisk)
- Nr. 497: Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2003. By Kemp, K. & Palmgren, F. 36 pp. (electronic)
- Nr. 498: Analyse af højt NO₂ niveau i København og prognose for 2010. Af Berkowicz, R. et al. 30 s. (elektronisk)
- Nr. 499: Anvendelse af Vandrammedirektivet i danske vandløb. Af Baattrup-Pedersen, A. et al. 145 s. (elektronisk)
- Nr. 500: Aquatic Environment 2003. State and Trends - technical summary. By Andersen, J.M. et al. 50 pp. , 100,00 DDK
- Nr. 501: EUDANA - EUtrofieri af Dansk Natur. Videnbehov, modeller og perspektiver. Af Bak, J.L. & Ejrnæs, R. 49 s. (elektronisk)
- Nr. 502: Samfundsøkonomiske analyser af ammoniakbufferzoner. Udredning for Skov- og Naturstyrelsen. Af Schou, J.S., Gyldenkerne, S. & Bak, J.L. 36 s. (elektronisk)
- Nr. 503: Luftforurening fra trafik, industri og landbrug i Frederiksborg Amt. Af Hertel, O. et al. 88 s. (elektronisk)
- Nr. 504: Vingeindsamling fra jagtsæsonen 2003/04 i Danmark. Af Clausager, I. 70 s. (elektronisk)
- Nr. 505: Effekt af virkemidler på kvælstofudvaskning fra landbrugsarealer. Eksempel fra oplandet til Mariager Fjord. Thorsen, M. 56 s. (elektronisk)
- Nr. 506: Genindvandring af bundfauna efter iltsvindet 2002 i de indre danske farvande. Af Hansen, J.L.S., Josejson, A.B. & Petersen, T.M. 61 s. (elektronisk)
- Nr. 507: Sundhedseffekter af luftforurening - beregningspriser. Af Andersen, M.S. et al. 83 s. (elektronisk)
- Nr. 508: NOVANA. Det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen. Programbeskrivelse - del 2. Af Svendsen, L.M. et al. 2005. 126 s., 100,00 kr.
- Nr. 509: Persistent organic Pollutants (POPs) in the Greenland environment - Long-term temporal changes and effects on eggs of a bird of prey. By Sørensen, P.B. et al. 124 pp. (electronic)
- Nr. 510: Bly i blod fra mennesker i Nuuk, Grønland - en vurdering af blyhagl fra fugle som forureningskilde. Af Johansen, P. et al. 30 s. (elektronisk)
- Nr. 511: Fate of mercury in the Arctic (FOMA). By Skov, H. et al. 54 pp. (electronic)
- Nr. 512: Krondyr, dådyr og sika i Danmark. Forekomst og jagtlig udnyttelse i jagtsæsonen 2001/02. Af Asferg, T., Olesen, C.R. & Andersen, J.P. 41 s. (elektronisk)
- Nr. 513: Marine områder 2003 - Miljøtilstand og udvikling. NOVA 2003. Af Ærtebjerg, G. et al. 121 s. (elektronisk)
- Nr. 514: Landovervågningsoplande 2003. NOVA 2003. Af Grant, R. et al. 118 s. (elektronisk)
- Nr. 515: Søer 2003. NOVA 2003. Af Jensen, J.P. et al. 85 s. (elektronisk)
- Nr. 516: Vandløb 2003. NOVA 2003. Af Bøgestrand, J. (red.) 54 s. (elektronisk)
- Nr. 517: Vandmiljø 2004. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning. Af Andersen, J.M. et al. 100,00 kr.
- Nr. 518: Overvågning af vandmiljøplan II - Vådområder. Af Hoffmann, C.C. et al. 103 s. (elektronisk)
- Nr. 519: Atmosfærisk deposition 2003. NOVA 2003. Af Ellermann, T. et al. 45 s. (elektronisk)
- Nr. 520: Atmosfærisk deposition. Driftsrapport for luftforurening i 2003. Af Ellermann, T. et al. 78 s. (elektronisk)
- Nr. 521: Udvikling og afprøvning af metoder til indsamling af flora og fauna på småstenede hårbundshabitater. Af Dahl, K. et al. 85 s. (elektronisk)
- Nr. 522: Luftkvalitet langs motorveje. Målekampagne og modelberegninger. Af Jensen, S.S. et al. 67 s. (elektronisk)
- Nr. 523: ExternE transport methodology for external cost evaluation of air pollution. Estimation of Danish exposure factors. By Jensen, S.S. et al. 44 pp. (electronic)
- Nr. 525: Screening of "new" contaminants in the marine environment of Greenland and the Faroe Islands. By Vorkamp, K. et al. 97 pp. (electronic)

2005

- Nr. 526: Effekter af fiskeri på stenrevs algevegetation. Et pilotprojekt på Store Middelgrund i Kattegat. Af Dahl, K. 16 s. (elektronisk)
- Nr. 527: The impact on skylark numbers of reductions in pesticide usage in Denmark. Predictions using a landscape-scale individual-based model. By Topping, C.J. 33 pp. (electronic)
- Nr. 528: Vitamins and minerals in the traditional Greenland diet. By Andersen, S.M. 43 pp. (electronic)
- Nr. 529: Mejlgrund og lillegrund. En undersøgelse af biologisk diversitet på et lavvandet område med stenrev i Samsø Bælt. Af Dahl, K., Lundsteen, S. & Tendal, O.S. 87 s. (elektronisk)
- Nr. 530: Eksempler på økologisk klassificering af kystvande. Vandrammedirektiv-projekt, Fase IIIa. Af Andersen, J.H. et al. 48 s. (elektronisk)
- Nr. 531: Restaurering af Skjern Å. Sammenfatning af overvågningsresultater fra 1999-2003. Af Andersen, J.M. (red.). 94 s.
- Nr. 532: NOVANA. Nationwide Monitoring and Assessment Programme for the Aquatic and Terrestrial Environments. Programme Description - Part 1. By Svendsen, L.M. & Norup, B. (eds.). 53 pp., 60,00 DKK.

Tidligere undersøgelser har påvist at kammuslinger *Chlamys islandica* fra Grønland indeholder cadmium i koncentrationer, der overskrider EU grænseværdien for Cd i skaldyr på 1 mg/kg. I denne rapport er analyseret cadmiumindholdet i 116 kammuslinger indsamlet ca. 10 sømil syd for Nuuk, d. 14-04-04, ved ca. 60 m dybde.. Der fandtes en gennemsnitlig cadmiumkoncentration i kammusling på 2,93 mg/kg. Det er endvidere påvist at ca. 90% af kammuslingers cadmium findes i nyrerne. Da nyrerne indgår i salgsproduktet bør disse fjernes under forarbejdningen, hvorved grænseværdien kan overholdes. Det er fundet at muslingerne når en skalhøjde på 65 mm når de er 4 til 5 år gamle. I 1987 målte at de skulle være 11 år gamle for at nå denne skalhøjde. Muslingernes alder har imidlertid ingen betydning for cadmiumindholdet.