



Vitenskapskomiteen for mattrygghet  
Norwegian Scientific Committee for Food Safety

# Forhold mellom BaP og PAH4 i skjell og konsekvenser for gjeldende kostholdsråd i Norge

## Uttalelse fra Faggruppen for forurensninger, naturlige toksiner og medisinrester

Dato: 29.06.2011  
Dok. nr.: 10-506-endelig  
ISBN: 978-82-8259-029-7

**VKM Report 2011: 15**



## Bidragstere

Den som utfører arbeid for VKM, enten som oppnevnte medlemmer eller på *ad hoc*-basis, gjør dette i kraft av sin egen vitenskapelige kompetanse og ikke som representanter for den institusjon han/hun arbeider ved. Forvaltningslovens habilitetsregler gjelder for alt arbeid i VKM-regi.

### Takk til

Faggruppen ønsker spesielt å takke Anders Ruus for hans bidrag til denne uttalelsen.

### Vurdert av

#### **Faggruppen for forurensninger, naturlige toksiner og medisinrester (Faggruppe 5):**

Janneche Utne Skåre (leder), Heidi Amlund, Augustine Arukwe, Anne Lise Brantsæter, Gunnar Sundstøl Eriksen, Christiane Kruse Fæste, Helle Katrine Knutsen, Anders Ruus, Cathrine Thomsen.

#### **Koordinator fra sekretariatet:**

Edel Holene

## Sammendrag

Sjøbunnen i ulike områder langs norskekysten kan være forurenset med polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) ("tjærestoffer") på grunn av pågående eller tidligere industriell aktivitet, eller annen påvirkning. Flere PAH-forbindelser er kreftfremkallende og gentoksiske (mutagene). Skjell er organismer som lever på bunnen, filtrerer sjøvann og kan akkumulere forurensninger. Mattilsynet har kostholdsråd for skjell i havner og fjorder der det er funnet at skjellene er forurenset med PAH. Grunnlaget for kostholdsrådene er risikovurderinger utført av Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM)<sup>1</sup>.

Benzo[a]pyren (BaP) er en av de best undersøkte og mest potente kreftfremkallende PAH-forbindelsene. BaP var inntil nylig regnet som en god indikator for alle kreftfremkallende PAH som kan forekomme i ulike næringsmidler. Mattilsynet har gitt kostholdsråd for konsum av skjell i områder med 5 nanogram BaP/g skjellmat (ng/g) eller mer. I EU har grenseverdien for omsetning av skjell til konsum vært 10 ng BaP/g skjellmat. Det europeiske mattrygghetsorganet (EFSA) konkluderte i 2008 med at summen av fire PAH-forbindelser (PAH4; benz[a]antracen, benzo[a]pyren, benzo[b]fluoranten og krysen) gir et bedre uttrykk for kreftfremkallende PAH-forbindelser enn BaP alene. Våren 2011 er foreslått grenseverdi i EU 30 ng PAH4/g skjellmat. I tillegg er grenseverdien for BaP foreslått satt ned fra 10 til 5 ng/g skjellmat.

VKM har tidligere utført risikovurderinger av PAH i skjell basert på indikatoren BaP. VKM ønsket derfor å undersøke om PAH4 også er et egnet mål for kreftfremkallende PAH-forbindelser i norske skjell. Gjennomgang av analysedata for blåskjell høstet fra ulike steder langs norskekysten viser at den foreslåtte grenseverdien for PAH4 (30 ng/g skjellmat) gir noe mer beskyttelse for befolkningen enn den nasjonale tiltaksgrensen for kostholdsråd (5 ng BaP/g skjellmat) som er sammenfallende med EUs foreslåtte grenseverdi for BaP (5 ng BaP/g skjellmat), og klart mer beskyttende enn EUs gjeldende grenseverdi for BaP (10 ng BaP/g skjellmat). Vurdering av de tilgjengelige analyseresultater i blåskjell tyder ikke på at eksisterende kostholdsråd for skjellkonsum langs norskekysten trenger å endres som følge av EUs foreslåtte grenseverdi for PAH4 i skjell på 30 ng/g.

## Summary

Along the Norwegian coast the seabed might be contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) due to e.g. previous or ongoing industrial activity. Several of the PAH compounds are genotoxic and carcinogenic. Mussels are filtering organisms living at the seabed and might thus accumulate environmental contaminants. The Norwegian Food Safety Authority issues consumption advisories on mussels from PAH contaminated harbours and fjords. Risk assessments performed by the Norwegian Scientific Committee for Food Safety (VKM) form the basis for such consumption advisories.

Benzo[a]pyren (BaP) is one of the most studied and more potent carcinogenic PAHs. Until recently BaP has been regarded as a good indicator for all PAHs in different food. The Norwegian Food Safety Authority has issued consumption advisories for mussels in areas where the BaP content has been 5nanogram per gram (ng/g) or above. Within the EU, the upper limit for BaP has been 10ng/g. However, EFSA concluded in 2008 that the sum of four

---

<sup>1</sup> Før 2004 ble risikovurderinger utført av Statens Næringsmiddeltilsyns underarbeidsgruppe for miljøgifter. En samlet oversikt over kostholdsråd fra 1960-tallet frem til 2005 finnes i Økland 2005

PAHs (PAH4; benzo[*a*]pyrene, chrysene, benz[*a*]anthracene and benzo[*b*]fluoranthene) is a more suitable indicator of carcinogenic PAHs in food than BaP. During the spring 2011, new EU upper limits for PAHs in bivalve molluscs have been proposed; 30ng/g for PAH4 and 5ng/g for BaP.

VKM has previously performed risk assessments of PAH in mussels based on BaP as marker. VKM therefore wanted to examine whether PAH4 is a suitable marker for carcinogenic PAHs also in Norwegian mussels. Review of analytical results for blue mussels from different localizations along the Norwegian coast showed that the EU's proposed upper limit for PAH4 (30 ng/g) provides slightly better protection than the Norwegian action limit for consumption advisories (5ng BaP/g), which is identical to the proposed new EU upper limit for BaP. Furthermore, the proposed EU upper limit for PAH4 provides clearly better protection than the present EU upper limit for BaP (10 ng BaP/g). Based on evaluation of available analytical results in blue mussels, the existing geographic extent of consumption advisories for mussels along the Norwegian coast do not need to be revised as a consequence of the proposed EU upper limit for PAH4 in bivalve molluscs (30 ng/g).

## Bakgrunn

Mattilsynet har bestemt at de vil gi kostholdsråd for sjømat fra forurensede havner og fjorder når miljøgiftnivåene i sjømaten overskrider gjeldende grenseverdier. I enkelte tilfeller vil imidlertid fastsatte grenseverdier ikke gi tilstrekkelig beskyttelse for alle befolkningsgrupper og her vil Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) vurdere mulig helserisiko.

Vurderingene fra VKM kan Mattilsynet bruke til å finne nasjonale tiltaksgrenser for kostholdsråd.

Faggruppe for forurensninger, naturlige toksiner og medisinrester (Faggruppe 5) i VKM har tidligere utført flere risikovurderinger av PAH i skjell, senest i 2008 (VKM, 2008).

Faggruppen var da oppmerksom på at det europeiske mattrygghetsorganet (EFSA) arbeidet med en risikovurdering av PAH hvor det blant annet skulle vurderes om benzo[a]pyren (BaP) er en god indikator for PAH-eksponering via mat.

Rapporten fra EFSA konkluderte med at sum PAH<sup>4</sup> eller PAH<sup>8</sup> er bedre egnede indikatorer for kreftfremkallende PAH-forbindelser i mat enn BaP alene, samt at PAH<sup>8</sup> ikke ga vesentlig mer informasjon enn PAH<sup>4</sup> (EFSA, 2008).

Grenseverdien for omsetning av skjell for konsum i EU er 10 nanogram BaP/g skjellmat (ng/g) (Commission Regulation (EC) No 1881/2006). VKMs rapport fra 2008 konkluderte med at skjellmat som inneholdt over 10 ng BaP/g kunne medføre økt helserisiko; særlig for storkonsumenter av skjell. Det ble samtidig anbefalt i rapporten at inntak av PAH-forbindelser via mat bør være så lav som mulig (ALARA-prinsippet; as low as reasonable achievable). Skjellmat som inneholder mer enn 5 ng BaP/g har vært bruk som nasjonal tiltaksgrense for kostholdsråd for PAH-forurensning i norske havner og fjorder (Økland, 2005) og denne ble ikke endret av Mattilsynet.

I etterkant av EFSA-rapporten av 2008 tok VKMs faggruppe for forurensninger, naturlige toksiner og medisinrester initiativ til å undersøke om PAH<sup>4</sup> også er et egnet mål for kreftfremkallende PAH-forbindelser i norske skjell. Behovet for revisjon av kostholdsrådene som nå foreligger for PAH i skjell (Matportalen, 2011) skulle samtidig kartlegges. VKM-faggruppen var kjent med at den foreslåtte grenseverdien i EU var 30 ng PAH<sup>4</sup>/g skjellmat. Faggruppen foretok derfor en gjennomgang av analysedata for skjell høstet fra ulike steder langs norskekysten. Foreliggende vurdering beskriver innhold av PAH-forbindelser i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra bestemte lokalisasjoner sett i forhold til nasjonal tiltaksgrense for kostholdsråd (BaP 5 ng/g) og i forhold til EUs foreslåtte grenseverdi for PAH<sup>4</sup> (30 ng/g).

Våren 2011 inkluderer forslagene i EU også å sette ned grenseverdien for BaP fra 10 til 5 ng/g skjellmat (SANCO, 2011).

## PAH og kostholdsråd

### Kilder til PAH-forurensning

PAH-forurensning er som oftest mest konsentrert i fjorder nær urbane sentra. Hovedkildene til PAH i kystmiljøet er:

- avrenning fra urbane områder
- avløpsvann

<sup>2</sup> PAH<sup>4</sup>: Sum av forbindelsene benz[a]antracen, benzo[a]pyren, benzo[b]fluoranten og krysen

<sup>3</sup> PAH<sup>8</sup>: Sum av forbindelsene benz[a]antracen, benzo[a]pyren, benzo[b]fluoranten, benzo[k]fluoranten, benzo[ghi]perylene, krysen, dibenz[a,h]antracen og indeno[1,2,3-cd]pyren

- industriutslipp
- atmosfærisk avsetning
- søl og lekkasjer i forbindelse med transport og produksjon av fossilt brensel

Som følge av dette finner man PAH-forurensede sedimenter i mange havneområder. I Norge har også spesifikke industriprosesser vært en særlig viktig punktkilde til PAH i enkelte fjorder. Tilgang på vannkraft har gjort det mulig å etablere kraftkrevende industri allerede tidlig på 1900-tallet. I 2005 sto landbasert industri (hovedsakelig aluminiumsindustrien) for 66 % av det totale PAH-utslippet i Norge (SFT, 2007). Oppfinnelsen av Søderbergelektroden i 1917-1919 var et gjennombrudd i den metallurgiske industrien (Grjøtheim og Kvande, 1993). Den påfølgende industriutviklingen førte til noen av de senere lokale og regionale miljøproblemene. Verkene som produserer/har produsert aluminium (Al) og mangan (Mn), har hatt sjøen som hovedresipient og bekymringer vedrørende miljøet har vært i forbindelse med PAH i utslippet. PAH-forbindelsene har til dels kommet direkte fra produksjonsprosessen, men særlig fra installasjon av rensinretninger på smelteovnene ('furnace off-gas scrubbers') for å redusere utslipp til luft. Den særegne topografien til norske fjorder medfører at disse fungerer som sedimentasjonsbassenger og dermed gir lokale og regionale forurensningsproblemer (Ruus et al., 2009). I henhold til senere lovgivning moderniseres eller stenges verk som er basert på Søderbergteknologi (EC Council Directive 96/61/EC).

## Kostholdsråd per i dag

Mattilsynet har per i dag utstedt kostholdsråd for 31 geografisk avgrensede områder i norske havner og fjorder (Matportalen, 2011) og flere har tilknytning til PAH: Brønnøysund, Farsund, Hammerfest, Hommelvik, Honningsvåg, Karlsund, Kragerø, Kristiansand S, Ranfjorden, Sandnes, Sandnessjøen, Saudafjorden, Stavanger, Sunndalsfjorden, Tromsø, Trondheim, Årdalsfjorden.

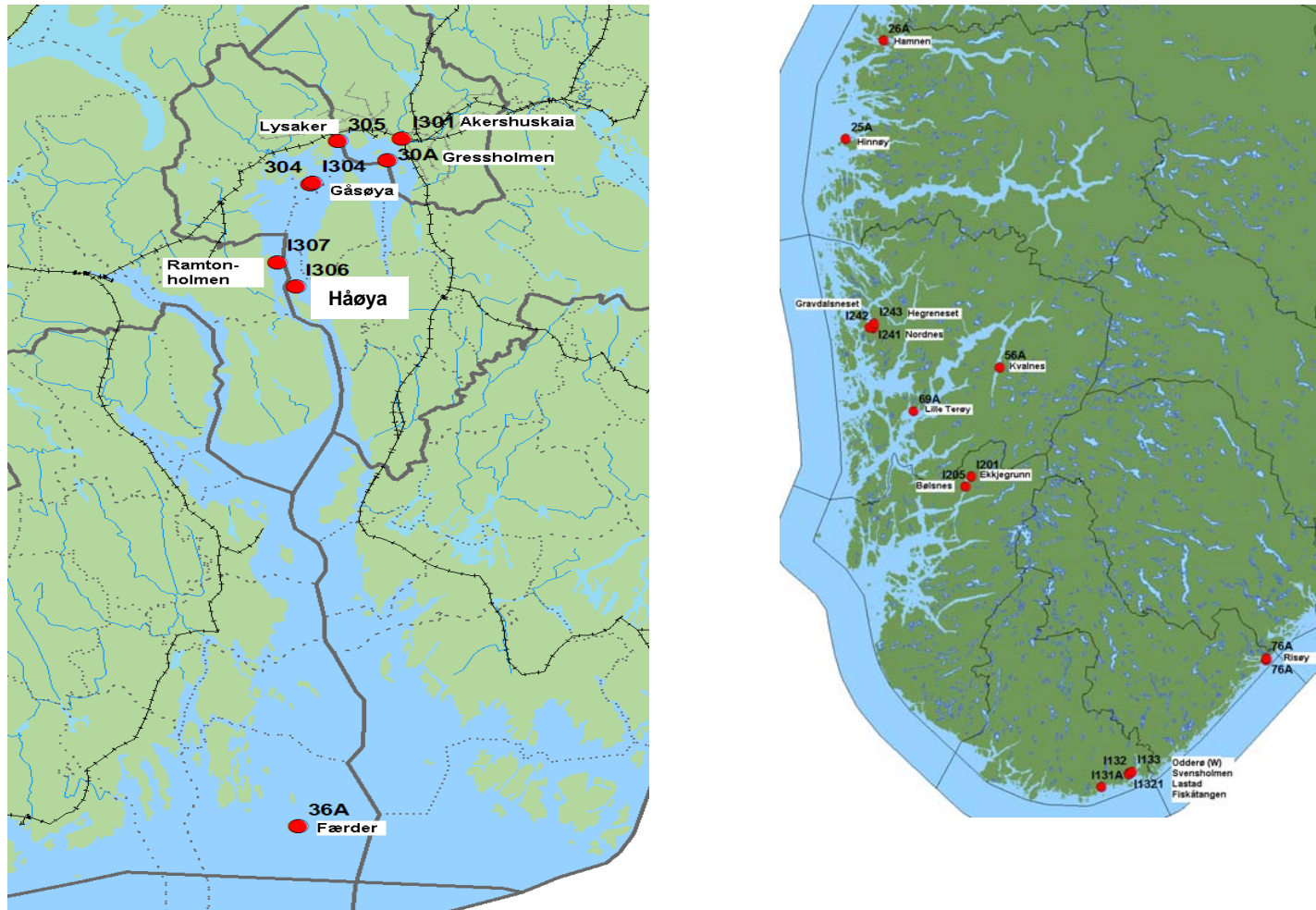
Mange kostholdsråd har blitt endret i løpet av årene, men kun én fjord har fått opphevet et tidligere kostholdsråd: Vefsnfjorden (Mattilsynet, 2005). Denne fjorden hadde tidligere et kostholdsråd tilknyttet konsum av blåskjell som var forurenset med PAH på grunn av lokal industriell aktivitet. Etter at bedriften gikk over fra Sødeberg- til Prebaketeknologi i 2003, viste blåskjellene lavere konsentrasjoner av PAH-forbindelser, inkludert BaP (VKM, 2005).

## Vurdering av gjeldende kostholdsråd i lys av ny grenseverdi for "PAH4"

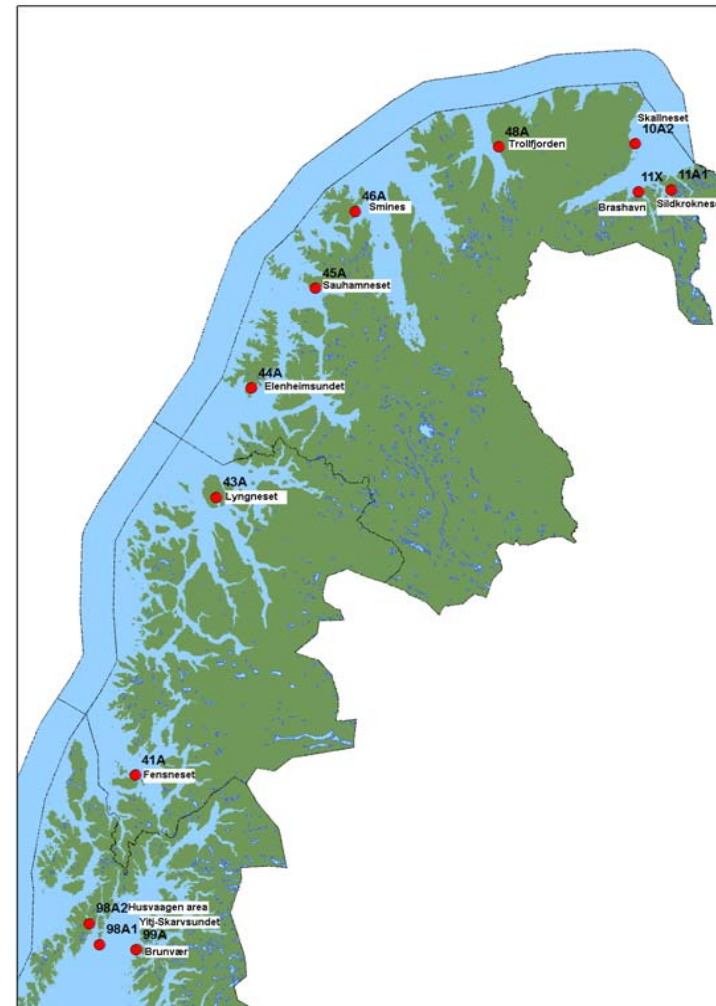
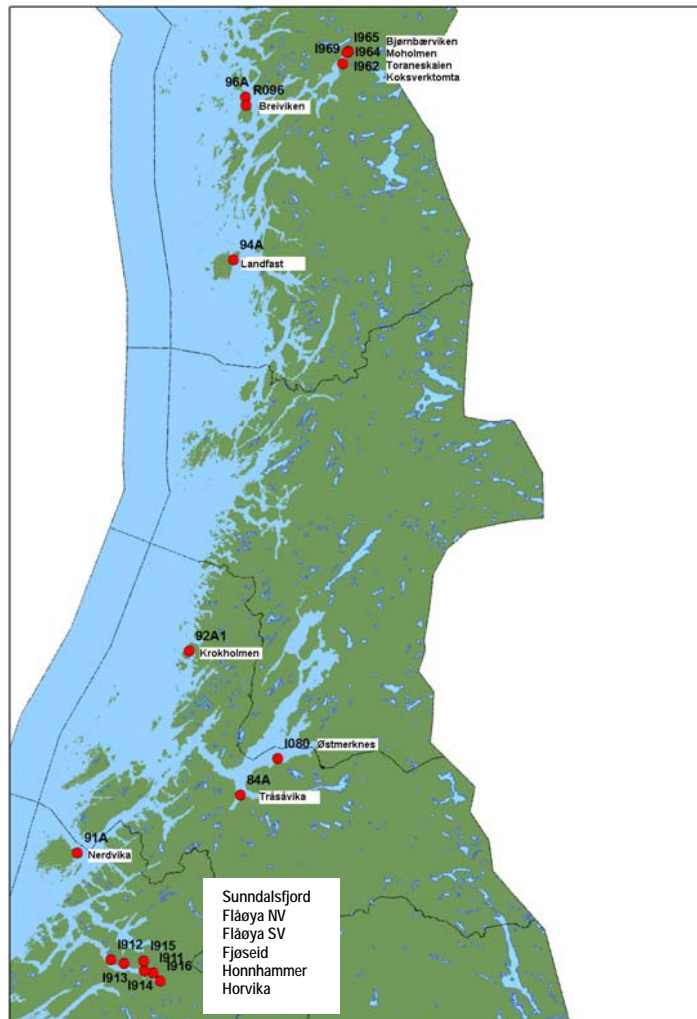
### Datagrunnlag

Data vedrørende PAH-konsentrasjoner i skjell langs kysten av Norge ble fremskaffet fra databasen tilknyttet *Coordinated Environmental Monitoring Programme* (CEMP), et nasjonalt miljøovervåkingsprogram under Oslo-Paris Konvensjonen. PAH-konsentrasjoner i skjell samlet fra ulike stasjoner gjennom årene 1992 til 2007 ble ekstrahert fra databasen (**Figur 1**). PAH-analyser av tre replikate prøver per stasjon og år foreligger (fortrinnsvis 50 skjell i hver prøve). Halve deteksjonsgrensen er anvendt for ikke-detekterte forbindelser som inngår i PAH4.





**Figur 1.** Kart som angir stasjoner for prøveinnsamling (blåskjell) innenfor *Coordinated Environmental Monitoring Programme*. Oslofjorden (venstre) og Sør-Norge (høyre).



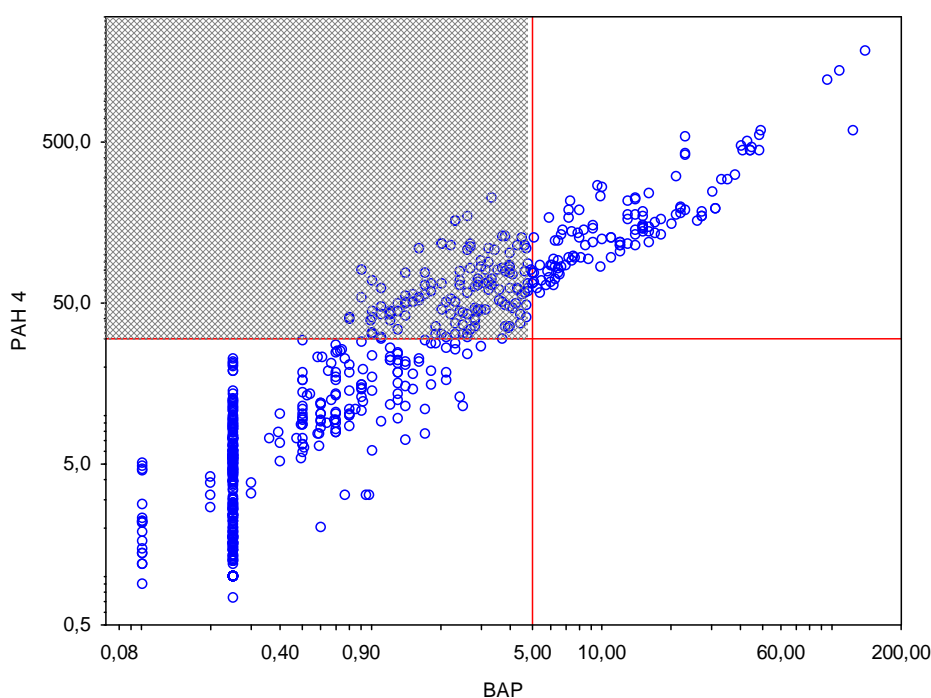
**Forts. Figur 1.** Kart som angir stasjoner for prøveinnsamling (blåskjell) innenfor *Coordinated Environmental Monitoring Programme*. Midt-Norge (venstre) og Nord-Norge (høyre).



## Fremstilling av data

Konsentrasjonene av BaP i skjellprøver fra alle stasjoner og år er plottet mot konsentrasjonene av PAH4 (**Figur 2**, merk logaritmisk skala på begge akser for en mer oversiktlig datafremstilling). **Figur 2** viser at det er et ganske uniformt forhold mellom skjellenes innhold av BaP og PAH4 (lineær regresjon, ingen log-transformering) der regresjonslinjen er representert av ligningen  $PAH4 = 12,9 + 10,5 \text{ BaP}$ ;  $R^2=0,86$ . Regresjonslinjens skjæringspunkt (*intercept*; 12,9) tilsier at ved en teoretisk BaP-konsentrasjon i skjell på null (0), vil konsentrasjonen av PAH4 være 12,9 ng/g våtvekt. Regresjonslinjens stigningstall tilsier at konsentrasjonen av PAH4 i skjellprøvene er ca. 10 ganger høyere enn konsentrasjonen av BaP. Der i mot er forholdstallet mellom EUs foreslåtte grenseverdi for PAH4 (30 ng/g, SANCO, 2011) og den nasjonalt benyttede tiltaksgrense for BaP (5 ng/g), seks (6).

Fordi forholdstallet mellom konsentrasjonene av PAH4 og BaP i skjellene (10) er høyere enn forholdstallet mellom EUs foreslåtte grenseverdi/nasjonal tiltaksgrense (seks), kan samme skjellprøve ha PAH4-konsentrasjoner som overstiger foreslått grenseverdi samtidig som BaP-konsentrasjonen er under tiltaksgrensen. Øvre, venstre sektor (skravert) av **Figur 2** viser at dette er tilfelle for flere skjellprøver.



**Figur 2.** Konsentrasjoner av Benzo[a]pyren (BaP) plottet mot konsentrasjoner av PAH4 (sum av forbindelsene benz[a]antracen, benzo[a]pyren, benzo[b]fluoranten og krysen; ng/g våtvekt) i blåskjell langs hele norskekysten (1992-2007). Det er stor variasjon i konsentrasjonene og for å gi en mer oversiktlig fremstilling av dataene er begge aksene i logaritmisk skala. EUs foreslåtte grenseverdi for PAH4 (30 ng/g) og nasjonal tiltaksgrense for BaP (5 ng BaP/g) som norske kostholdsråd er basert på, er angitt med røde linjer i plottet. Lineær regresjon er benyttet og linjen er representert av ligningen  $PAH4 = 12,9 + 10,5 \cdot BaP$  ( $R^2=0,86$ ; ingen log-transformering).

En nærmere studie av dataene viste at de aller høyeste konsentrasjonene, inkludert fire ekstrempunkter fra 1995 og 1997, ble funnet i skjellprøver fra før 2005. For å gi et bilde av PAH-forurensningen i skjell som er relevant for dagens situasjon (og kostholdsråd), ble alle skjellprøver fra før 2005 ekskludert fra analysen (**Figur 3a**).

**Figur 3a** viser at det fortsatt er et ganske uniformt forhold mellom skjellenes innhold av BaP og PAH4. Konsentrasjonen av PAH4 er fortsatt ca. 10 (mer presist 9) ganger høyere enn

konsentrasjon av BaP (lineær regresjon; linjen er representert av ligningen  $PAH4 = 7,77 + 9,02 * BaP$ ;  $R^2 = 0,94$ ). Samme resonnement som nevnt over gjør seg gjeldende; siden forholdstallet mellom konsentrasjonene av PAH4 og BaP i skjellene (ni) er høyere enn forholdstallet mellom EUs foreslåtte grenseverdi/nasjonal tiltaksgrense (seks), vil enkelte skjell kunne ha PAH4-konsentrasjoner som overstiger foreslått grenseverdi samtidig som BaP-konsentrasjonen er under tiltaksgrensen. Øvre, venstre sektor av **Figur 3a** (skravert) viser at dette er tilfelle for flere skjellprøver (se også **Figur 3b**). Dette viser at PAH4 til en viss grad kan gi bedre beskyttelse mot kreftfremkallende PAH enn BaP alene.

## Vurdering av data i forhold til gjeldende kostholdsråd

Stedsnavn/stasjonsnavn for blåskjellinnsamling er angitt i **Figur 3b** (utsnitt av øvre venstre sektor av **Figur 3a**; skravert). **Figur 3b** viser at skjell som inneholder konsentrasjoner av PAH4 over foreslått grenseverdi (30 ng PAH4/g) og som samtidig har konsentrasjon av BaP under nasjonal tiltaksgrense (5 ng BaP/g) er fra Saudafjorden (Ekkjegrunn), Ranfjorden (Moholmen, Bjørnbærviken og Toraneskaia), Kristiansandsfjorden (Odderø) og Oslo havn (Akershuskaia).

Det foreligger allerede kostholdsråd for konsum av skjell fra Saudafjorden (2007) og Ranfjorden (2005) på grunn av PAH-forurensning. I Kristiansandsfjorden er det frarådet å spise all fisk og skalldyr (krabber, reker, skjell) innen gitte geografiske grenser på grunn av miljøforurensning inkludert PAH.

For Oslo havn foreligger det ikke kostholdsråd for konsum av skjell. Det må imidlertid bemerkes at det kun var skjell fra Akershuskaia og ingen av de andre stasjonene i indre Oslofjord som inneholdt PAH4-konsentrasjoner over EUs foreslåtte grenseverdi samtidig som BaP-konsentrasjonen var under nasjonal tiltaksgrense. Det er videre grunn til å anta at det ikke samles skjell til konsum innenfor dette veldig begrensede området.

## Konklusjon

Gjennomgang av analysedata for blåskjell fra målestasjoner langs norskekysten viser at den foreslåtte grenseverdien for PAH4 (30 ng/g skjellmat) gir noe mer beskyttelse for befolkningen enn den nasjonale tiltaksgrensen for kostholdsråd (5 ng BaP/g skjellmat) som er sammenfallende med EUs foreslåtte grenseverdi for BaP (5 ng BaP/g skjellmat), og klart mer beskyttende enn EUs gjeldende grenseverdi for BaP (10 ng BaP/g skjellmat).

Ingen av blåskjellprøvene hadde BaP-innhold som oversteg nasjonal tiltaksgrense uten at PAH4-grenseverdien også var overskredet. I blåskjell fra enkelte lokalisasjoner ble det funnet PAH4-nivå som oversteg den foreslåtte grenseverdien for PAH4, uten samtidig å overstige den nasjonale tiltaksgrensen for BaP. Disse skjellene var for øvrig fra fjorder hvor det allerede var kostholdsråd på grunn av miljøforurensning, inkludert PAH, eller som betraktes som uegnet for høsting av blåskjell til konsum (Akershuskaia). Omfanget av eksisterende kostholdsråd per juni 2011 på grunn av PAH-forurensning i skjell er dekkende i forhold til EUs foreslåtte grenseverdi for PAH4 i skjell.



## Referanser

Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19. December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.

EC Council Directive 96/61/EC of 24. September 1996. Concerning Integrated Pollution Prevention and Control; European Commission: Brussels, 1996.

EFSA (2008) Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. The EFSA Journal; 724: 1-114.

Grjotheim K, Kvande H (1993) Introduction to aluminium electrolysis. Düsseldorf: Aluminium-Verlag.

Matportalen (2011) Fisk og skalldyr fra visse havner og fjorder  
[http://www.matportalen.no/verktoy/advarsler/fisk\\_og\\_skalldyr\\_fra\\_visse\\_havner\\_fjorder\\_og\\_innsjoer](http://www.matportalen.no/verktoy/advarsler/fisk_og_skalldyr_fra_visse_havner_fjorder_og_innsjoer)

Mattilsynet (2005) Opphevelse av kostholdsråd i Vefsnfjorden/Leirfjorden.  
[http://mattilsynet.no/aktuelt/nyhetsarkiv/fisk/opphevelse\\_av\\_kostholdsrad\\_i\\_vefsnfjorden\\_leirfjorden\\_21170](http://mattilsynet.no/aktuelt/nyhetsarkiv/fisk/opphevelse_av_kostholdsrad_i_vefsnfjorden_leirfjorden_21170)

Ruus A, Næs K, Grung M, Green N, Bakke T, Oug E, Hylland K (2009) PAH-forurensning av sjøbunn. En oversikt over kunnskapsstatus. SFT-rapport TA-2583/2009.

SANCO (2011) Draft Commission Regulation (EU) of amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards polycyclic aromatic hydrocarbons, SANCO/10616/2009 rev. 7. European Commission Directorate General for Health and Consumers (SANCO).

SFT (2005) Prioriterte miljøgifter. Status i 2005 og utslippsprognoser. TA-2320/2007, 2007

VKM (2008) Risikovurdering av PAH i skjell. Uttalelse fra Faggruppe for forurensninger, naturlige toksiner og medisinrester i Vitenskapskomiteen for mattrygghet, 05/509-1a-endelig-revidert-29. februar 2008, ISBN 978-82-8082-227-7. VKM, Oslo, Norge.

VKM (2005) Vurdering av nye resultater i Vefsnfjorden/ Leirfjorden og Sandnessjøen. Uttalelse fra Faggruppe for forurensninger, naturlige toksiner og medisinrester i Vitenskapskomiteen for mattrygghet, 05/505-4-endelig. VKM, Oslo, Norge.

Økland, TE (2005) Kostholdsråd i norske havner og fjorder. Rapport fra Mattilsynet, SFT og VKM, ISBN-82-92650-01-6. Oslo, Norge.