

Frágreiðing 2010:1

Oljudálking á føroyskum firðum

Katrin Hoydal

Maria Gunnleivsdóttir Hansen

Maria Dam

Bjørg Mikkelsen



HEILSUFRØÐILIGA STARVSSTOVAN



umhvørvisstovan

Heiti á frágreiðing:

Oljudálking á fýroyskum firðum

Skrivað hava:

Katrin Hoydal, Umhvørvisstovan (US)

Maria Gunnleivsdóttir Hansen, Umhvørvisstovan (US)

Maria Dam, Umhvørvisstovan (US)

Björg Mikkelsen, Heilsufrøðiliga starvsstovan (HS)

Frágreiðing:

HS frágreiðing nr: 201000041-2, www.hfs.fo sí "Ritgerðir"

US frágreiðing nr: 2010:1, www.us.fo sí "Stovnurin/Útgávur"

ISBN nr.: 978-99918-819-4-2

Dagfesting:

Juli 2010

Síðutal:

80 síður + fylgiskjøl

Rættlestur og snið:

Umvørvisstovan

Innihaldsyvirlit

Fororð.....	5
1 Inngangur.....	7
1.1 Olja.....	7
1.2 PAH.....	8
1.2.1 PAH16.....	9
1.2.2 Krabbameinselvandi PAH.....	10
1.2.3 Petrogent og pyrogent PAH.....	10
1.3 Fingerprinting.....	11
1.4 Flokking av umhvørvisstöðu.....	11
1.5 Atsmakur - tainting.....	11
2 Afturlit - PAH í føroyska umhvørvinum.....	13
2.1 PAH í sjógvi.....	13
2.2 PAH í botntilfari.....	14
2.3 PAH í djórum.....	15
2.3.1 Skeljadjór og onnur djór úr fjøruni.....	15
2.3.2 Fiskur.....	19
2.3.3 Alifiskur.....	21
2.3.4 Havsúgdjór.....	22
2.3.5 Fuglur.....	22
3 Størri oljudálkingar 2006-2009.....	23
3.1 Dálking við dieselolju.....	23
3.1.1 Tilburður: “Olshana”.....	23
3.1.2 Tilburður: SEV á Sundi.....	23
3.2 Dálking við tungolju.....	24
3.2.1 Tilburður: SEV í Vági.....	24
3.2.2 Tilburður: “Kapitan Gorbachev”.....	25
4 Umhvørvi.....	26
4.1 Botntilfar.....	26
4.1.1 SEV í Vági.....	26
4.1.2 “Olshana”.....	30
4.2 Sjógvur.....	35
4.2.1 SEV í Vági.....	35
4.2.2 “Olshana”.....	38
4.3 Kræklingur.....	40
4.3.1 SEV í Vági.....	40
4.3.2 “Olshana”.....	46
4.4 Hummari.....	50
4.4.1 “Olshana”.....	50
4.4.2 SEV á Sundi.....	51
4.5 Toskur.....	53
4.5.1 “Olshana”.....	53
5 Aling.....	57
5.1 Alifiskur.....	57
5.1.1 SEV í Vági.....	57
5.1.2 “Olshana”.....	59

5.1.3	“Kapitan Gorbachev”	61
6	Samanumtikið	63
7	Finna dálkaran.....	64
7.1	Sýnistøka og kanningar	64
7.2	Fingerprint kanningar í Føroyum	65
8	Tilráðingar	69
8.1	Finna dálkaran	69
8.2	Matvørudálking	69
8.2.1	Heilsuskaðiligt	70
8.2.2	Atsmakur	70
8.3	Umhvørvisstøðan	71
8.3.1	Samanberingarsýnir	71
8.3.2	Eyka kanningarparametrar	71
8.3.3	Ávísingarverur	72
8.3.4	Pyrogent-petrogent	72
8.3.5	Flokkingarvegleiðingar	72
8.3.6	Framhaldandi kanningar	73
9	Tilvísingar	74
	Fylgiskjøl.....	77
	Fylgiskjal 1	78
	Fylgiskjal 2	80

Fororð

Seinnu árinu eru hendar fýra stórri oljudálkingar, har Heilsufrøðiliga starvsstovan og Umhvørvisstovan (fyrr: Umhvørvisdeildin á Heilsufrøðiligu starvstovuni) hava gjørt kanningar fyri at staðfesta árinuð av dálkingunum:

- tá ið hol kom á oljutanga hjá SEV í Vági;
- tá ið “Olshana” sakk við Flesjarnar
- tá ið SEV á Sundi flutti olju millum tangar
- tá ið “Kapitan Gorbachev” lak olju á Nólsoyarfirði

Tað eru fyrst og fremst úrslitini frá hesum kanningunum, sum verða lýst í hesari frágreiðing, men harumframt eru úrslit frá kanningum, sum eru gjørdar áður, savnað í einum afturliti, soleiðis, at frágreiðingin gevur eitt samlað yvirlit yvir allar kanningarnar, sum eru gjørdar av oljudálkingum í føroyska havumhvørvinum. Eisini eru nakrir tilburðir lýstir, har royndir eru tiknar fyri at staðfesta, hvør dálkarin er.

Vónin er, at frágreiðingin kann hava áhuga fyri tey, sum arbeiða við dálking og dálkingarfyrirbygging, eins og við fiskaaling, fiskatilvirking og tilbúgving í sambandi við oljudálking. Frágreiðingin er tó eisini ætlað, og tí eisini skipað, sum eitt arbeiðsamboð fyri Heilsufrøðiligu starvsstovuna og Umhvørvisstovuna, millum annað við at viðgera diesel- og tungoljudálking hvørt sær, og við at nevna ES reglur, har tær eru viðkomandi. At enda í frágreiðingini eru nakrar tilráðingar orðaðar, sum eru góðar at hava í huga, tá ið kanningar skulu leggjast til rættis í sambandi við oljudálkingartilburðir.

Valt er ikki at taka rádata við í hesa frágreiðing, men ístaðin at vísa til, hvar hesi eru at finna.

Skrivligar frágreiðingar eru gjørdar um tveir av oljudálkingartilburðunum, og hesar liggja til grund fyri lýsingini av hesum báðum tilburðum í hesi frágreiðingini. Frágreiðingarnar eru:

- Hansen, M.G. Oljudálking á Vágfirði. Árinsskanning 2007-2008. US frágreiðing 2009:2 og
- Hoydal, K. og Dam, M. Kanning av oljudálking við Flesjarnar – august 2007. US frágreiðing 2009:3,

Nærri lýsing av sýnistøkum og kanningum, umframt rádata, eru at finna í frágreiðingunum.

Fyri onnur rádata verður víst til Heilsufrøðiligu starvsstovuna. Í onkrum føri er loyvi fingið frá alarum og SEV at brúka úrslit frá teirra kanningum.

Henda frágreiðing fevnir mest um árinsskanningar, sum kunnu lýsa umhvørvisstøðuna, og um kanningar av djórum, sum verða brúkt til matna. Árin, sum ikki stava frá eiturvirkanini av olju, sum til dømis tá fuglur verður oljudálkaður, eru ikki við. Talvan niðanfyrir vísir, hvørjar kanningar frágreiðingin fevnir um:

Talva 1 Kanningar gjørdar í sambandi við oljudálkingartilburðir í Føroyum frá 2006-2009. Í teiginum har tilburðurin, sum hevði dálkingina við sær er greinaður, er eisini víst: dagfesting, slag av olju og mongd av olju, sum fór á sjógv. Mongdin, í tonsum (t), er oftast víst sum eitt interval frá minstu til mestu mongdina, sum mettt hevur verið, at talan var um.

Tilburður	Sýni	Olju- innihald	PAH	Biomarkørar				Smakkur
				EROD aktivitetur	CYP1A protein	PAH metabolittar	DNA addukt	
SEV í Vági 06-12-2006 Tungolja, 2-5t	Olja		x					
	Sjógvur	x	x					
	Kræklingur		x					
	Botntilfar		x					
	Seiður		x					
	Alifiskur		x					
“Olshana” 02-08-2007 Dieselolja, 30t Smyrjolja, 9t	Sjógvur*		x					
	Kræklingur		x				x	
	Botntilfar		x					
	Hummari		x					
	Toskur		x	x	x	x	x	
	Alifiskur		x					x
SEV á Sundi 14-04-2009 Dieselolja, 2-6t	Hummari		x					
“Kapitan Gorbachev” 16-04-2009 Tungolja, 1-2t	Alifiskur		x					

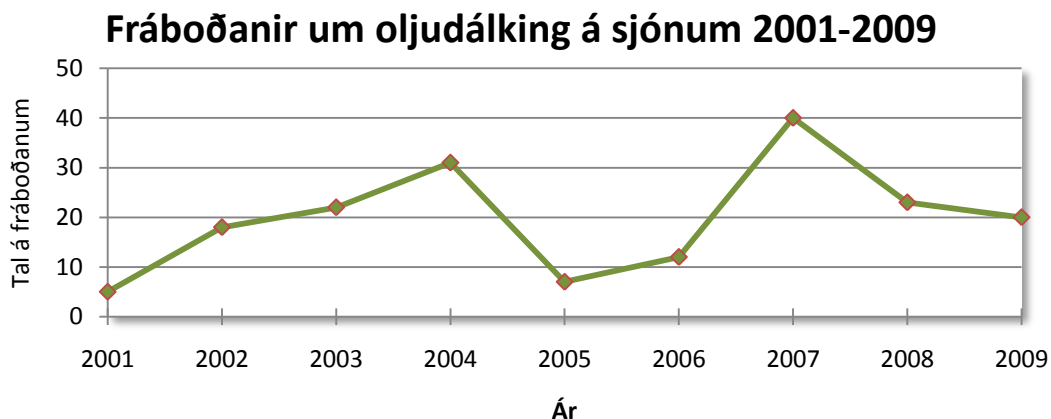
*Bert oljuparturin í sjógvsninum varð kannaður fyri PAH. Konsentrationin av PAH í sjónum varð ikki kannað.

1 Inngangur

Oljudálkingar henda javnan í Føroyum, men mest í smærri nøgdum og serliga inni í havnum og firðum. Olja frá dálkingartilburðum kann vera antin brenniolja, diesel, tungolja ella smyrjioolja, og kann stava frá óhappum á sjónum ella á landi, frá ósketni í sambandi við flutning av olju millum tangar og við bunkring ella áfylling í tangar.

Av teimum umleið 220 tús. tonsum av olju, sum vórðu innflutt til landið í 2008, brúktu skip knapt 75 tús. tons, meðan SEV brúkti á leið 37 tús. tons. Júst oljunýtlan hjá skipum og hjá SEV hava seinnu árin vist seg at verið atvoldin til oljudálkingar á sjónum.

Oljudálking á sjónum skal sambært havumhvørvislógini fráboðast til MRCC-Tórshavn, sum aftur fráboðar Umhvørvisstovuni og øðrum viðkomandi myndugleikum. Umhvørvisstovan ger árlegar uppgerðir yvir talið á móttiknum fráboðanum um oljudálking á sjónum. Sí mynd niðanfyri.



Mynd 1 Myndin vísir tal á fráboðanum, sum Umhvørvisstovan hevur fingið frá MRCC um oljudálking á sjónum árinum 2001 til 2009.

Síðani 2001 hevur talið á fráboðanum verið millum 5 og 40. Í 2008 vóru 23 fráboðanir og í 2009 vóru 20.

1.1 Olja

Tá ið tosað verður um olju í dálkingarhøpi, verður oftast sipað til tað slagið av olju, sum hevur sín uppruna í undirgrundini. Óviðgjørð mineralsk olja verður nevnd ráolja. Í raffinaríunum verður ráoljan skild í fraktiónir eftir kókipunkti og viðgjørð fyri at fáa ynsktu eginleikarnar. Tær tyngru fraktiónirnar verða brúktar til tungolju, og tær lættastu til bensin og parafin. Miðalfraktiónir verða brúktar til fýringsolju og diesel. Tað sum er eftir aftaná kóki-fraktioneringina verður brúkt til asfalt og tjøru.

Av tí, at olja er ein sera samansett blanding, er neyðugt at avmarka evnafrøðiligu kanningarar, tá kanningar av oljudálking skulu gerast. Hvørjar kanningar eru mest hóskandi velst sjálvandi um endamálið við kanningunum. Oljufeløg, sum leita eftir nýggjum oljukeldum kunnu hava heilt øðrvísi tørv á at gera kanningar, enn ein, sum granskar umhvørvisdálkandi evnir ella sum skal meta um heilsuvandar, t.d. av at eta oljudálkaðan fisk. Tá tað snýr seg um oljudálking í umhvørvishøpi, er árin á livandi verur í náttúruni tað mest viðkomandi, og tí er tað serliga tey evnini í oljuni, sum hava langtíðar- eiturávirkan, sum dentur verður lagdur á í árinnskanningum. Umhvørviskanningar av olju verða tí ofta avmarkaðar til kanningar av PAH, sum serliga finnast í miðaltungari olju og í tungolju.

1.2 PAH

Ein bólkur av mýlum, sum serliga finst í ráolju, eru polycyklisk aromatisk kolvetni (stytt PAH). PAH eru tvey ella fleiri benzenmýl, sum eru samankoblað soleiðis, at síðustillaðar benzeneindir eru felags um tvey kolevnis-atom. PAH kunnu eisini innihalda ikki-aromatiskar partar í mýlunum, bæði við og uttan køvievni og/ella svávl og ilt. Tó størsti parturin, roknaður sum massi, av PAH-um er kolevni umframt nakað hydrogen. Vit kunnu nevna eina slíka benzeneind fyri ein ring. Minsta PAH-ið er samansett av tveimum ringum og eitur naftalen¹, og tað hevur 10 kolevnis-atom. PAH við trimum ringum kann hava tveir ymiskar rúmligar strukturar, og sostatt finnast tvey ymisk PAH við trimum ringum; tað eru fenantren og antracen, sum hvør hava 14 kolevnis-atom. Mýl við 4 ringum eru millum annað pyren og chrysen, sum hava ávíkavíst 16 og 18 kolevnis-atom². Talva 2 vísir 16 av teimum vanligastu PAH-unum.

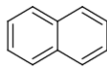
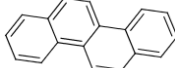
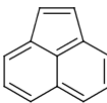
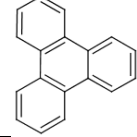
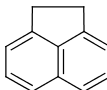
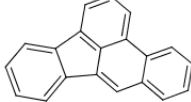
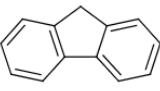
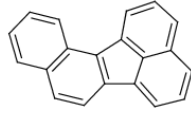
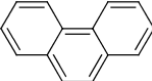
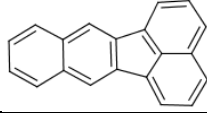
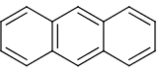
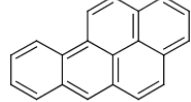
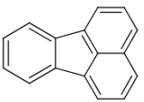
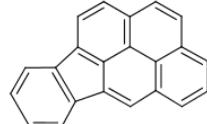
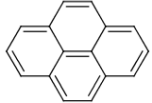
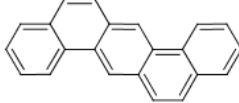
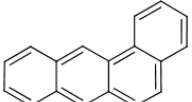

Ráolja inniheldur millum umleið 0,2 til 7 % av PAH, og PAH-ini, sum oftast koma fyri eru tey lættaru PAH-ini við 2-3 ringum (Neff, 2002), t.d. naftalen og fenantren. Tey lættaru PAH-ini finnast serliga aftur í diesel og fýringsolju meðan tyngru olju-fraktiónirnar innihalda meira av teimum størru PAH mýlunum (15-20 kolevnis-atom), tó at hesi sløgini av brennievni eru betri lýst umvegis teirra innihaldi av alkanum³ enn av PAH-unum, sum kann variera nógv treytað av m.a. upprunaligu ráoljuni (Børresen, 1993; Miljøstyrelsen, 2008). Høvuðsparturin av gassolju, sum diesel og fýringsolja, eru alkanirnar penta- og heptadecan, men hesar eru ikki so eitrandi sum PAH og benzen, og tær verða skjótari niðurbrotnar enn PAH (Neff, 2002) og tískil verður ikki lagdur dentur á tær í sambandi við metingar av umhvørvisárinum av oljudálking.

¹ Onkuntíð verður heitið PAH bert nýtt um mýl, sum eru samansett av fleiri enn tveimum benzen-eindum, og tá roknast naftalen ikki uppí PAH.

² Talið av kolevnis-atomum hongur saman við, hvussu nógv kolevnis-atom benzen-eindirnar eru felags um.

³ Ein alkan er eisini eitt kolvetni, men ongar dupultbindingar eru millum kolevnis-atomini og alkanir hava tí eitt lutfalsliga hægri innihald av hydrogen.

Talva 2 Yvirlit yvir PAH16. Kelda: ChemIDplus (US National Library of Medicine)

Heiti: CAS nr.	Struktur:	Heiti: CAS nr.	Struktur:
Naftalen 91-20-3		Chrysen 218-01-9	
Acenaftylen 208-96-8		Trifenýlen* 217-59-4	
Acenaften 83-32-9		Benzo(b)fluoranten 205-99-2	
Fluoren 86-73-7		Benzo(j)fluoranten** 205-82-3	
Fenantren 85-01-8		Benzo(k)fluoranten 207-08-9	
Antracén 120-12-7		Benzo(a)pyren 50-32-8	
Fluoranten 206-44-0		Indeno(1,2,3-cd)pyren 193-39-5	
Pyren 129-00-0		Dibenz(a,h)antracén 53-70-3	
Benz(a)anthracén 56-55-3		Benzo(ghi)perýlen 191-24-2	

* Ikki roknað við í PAH16, men tikið við tí at chrysen ofta verður uppgivið sum summurin av chrysen og triphenýlen.

* *Ikki roknað við í PAH16, men tikið við tí at benzo(k)fluoranten ofta verður uppgivið sum summurin av benzo(j)fluoranten og benzo(k)fluoranten.

Samanumtikið kann sigast, at orsökkin til at PAH verður kannað er, at hesi fordampa seinni og verða seinni niðurbrotin enn t.d. minni og loftfimari evnir í oljuni sum t.d. alkanir og alkenir. Harafturat eru nøkur PAH krabbameinselvandi, umframt at tey streingja verurnar meira generelt, og tí hava skaðilig árin á vøkstur og metabolismu. Somuleiðis eru PAH undir illgruna fyri at vera hormonhermarar og fyri at ávirka immunskipanina.

1.2.1 PAH16

PAH16 er eitt úrval av PAH-um, sum eisini onkuntíð nevnist EPA 16 sipandi til, at Environmental Protection Agency í USA hevur gjørt kanningarfyriskipanir fyri hetta úrvalið. PAH16 umfatir naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren,

antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen/trifenýlen, benzo(b)fluoranten, benzo(j)fluoranten/benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenzo(a,h)antracen, benzo(ghi)perýlen. Tá ið innihaldið av PAH í hesi frágreiðing verður víst sum PAH16, er tað samanlagda innihaldið av hesum PAH-unum, sum verður víst. Yvirlit yvir PAH16 sæst í Talva 2.

1.2.2 Krabbameinselvandi PAH

Av teimum 16 úrvaldu PAH-unum verður serligur dentur ofta lagdur á benzo(a)pyren, tí hetta evnið, sambært altjóða stovninum fyri krabbameinsgransking, IARC⁴, er krabbameinselvandi fyri fólk. Onnur PAH, sum eru bólkað sum antin sannlíkt ella móguliga krabbameinselvandi fyri fólk, eru benz(a)antracen, dibenzo(a,h)antracen, naftalen, benzo(b)fluoranten, benzo(j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, chrysen og indeno(1,2,3-cd)pyren.⁵

Sambært ES⁶, kann benzo(a)pyren eisini nýtast sum ein *ávís* fyri krabbameinselvandi PAH yvirhøvur, og eitt hámarksvirði er sett fyri, hvussu nógv benzo(a)pyren kann vera í ymiskum matvørum. Tílik hámarksvirði eru sett fyri t.d. fisk og skeljadjór, sum t.d. krækling og øðu, umframt pinkubarnamat, matolju og roykt kjøt.

1.2.3 Petrogent og pyrogent PAH

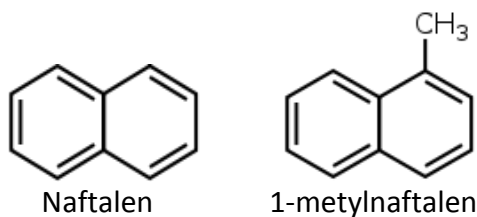
Petrogent PAH stavar frá olju, sum upprunaliga er komin úr undirgrundini. Pyrogent PAH stavar frá forbrenningsreaktiónum, frá brenning av fýringsolju, bensini, diesel, gassi, koli, viði, grasi, torvi ella øðrum.

Ofta er áhugavert at kunna meta um, hvørt tað PAH-ið, sum verður funnið, stavar frá oljudálking ella frá “vanligum” húsarhalds/ferðslu dálkingarkeldum - ella við øðrum orðum: um talan er um petrogena ella pyrogena dálking. Neyðugt er tí at hava ávísar mátar at skilja ímillum pyrogent og petrogen PAH. Ábending um hetta fæst við at kanna lutfallið millum mýlini í grundformi og alkyleraðu mýlini, sum lýst her við naftalen sum dømi: naftalen í grundformi er bert tveir samankoplaðir benzenringar, men í alkyleraðum formi eru ein ella fleiri armar av t.d. metyl-, etyl- ella propyl-eindum koblaðir uppá (Mynd 2). Naftalen við sovorðnum ørmum er minni vanligt enn grundformurin í olju, sum hevur verið gjøgnum eina forbrenningsreaktió, og tí kann ein ábending um kelduna fáast við at kanna innihaldið av bæði grundforminum og alkyleraðu PAH-unum, t.d. av naftalen, 1-metylnaftalen og 2-metylnaftalen, og hyggja eftir lutfallinum millum hesi.

⁴ International Agency for Research on Cancer (<http://monographs.iarc.fr>)

⁵ Tó eru chrysen og naftalen ikki komin uppí bólkin av móguliga krabbameinselvandi PAH-um fyrr enn tey seinnu árin, og eru ikki tald við í bólkin *KPAH* í teimum norsku flokkingarvegleiðingunum, sum verða nýttar í hesi frágreiðing. Tískil er konsentratióin av chrysen og naftalen ikki við, tá úrslit verða lýst sum *KPAH* seinni í frágreiðingini.

⁶ Kommissionens forordning (EF) nr. 1881/2006. Markvirðini eru lýst í Føroyum við kunngerð 147 frá 1. desember 2009 um áseting av markvirðum fyri ávís dálkandi evni í matvørum.



Mynd 2 Naftalen í grundformi, og alkyleraði homologurinn 1-metylnaftalen.

1.3 Fingerprinting

Tá endamálið við eini kanning er at staðfesta kelduna til eina ítökiliga dálking, er vanliga ikki nøktandi at kanna um keldan til PAH-ið er petrogen ella pyrogen. Tá er neyðugt við neyvri og álítandi kanningum, har úrslitið eisini skal kunna brúkast sum próvtilfar í einum móguligum fútamáli.

Um skjótt verður borið at, ber til, við serligari útgerð at taka sýni av oljublettinum á sjónum og frá keldum, sum eru undir illgruna at hava dálkað, t.d. av olju umborð á skipi, og síðani samanbera kanningarúrslitini. Slík keldusporing nevnist *fingerprinting* og er grundað á lutfalsliga innihaldið av ymiskum mýlunum, og á onnur sermerki, sum kunnu finnast. Av tí at ymisku mýlini í olju hava ymiska uppløysilgheit í sjógvi og kunnu niðurbrótast av ljósi og mikroorganismum, umframt at oljan annars eisini ávirkast av hita, vindferð og aldu, so broyttisk lutfalsliga innihaldið yvir tíð. Á síðu 63 verður greitt frá dálkingartilburðum í Føroyum, har *fingerprinting* kanningar eru gjørdar.

1.4 Flokking av umhvørvisstöðu

Flokkingsvegleiðingar kunnu verða nýttar fyri at meta um dálkingarstöður út frá kanningarúrslitum. Í hesi frágreiðing eru norskar flokkingarvegleiðingar nýttar fyri millum annað PAH í sjógvi, botntilfari (Talva 3) og kræklingi. Flokkingarnar eru lýstar nærri í Fylgiskjali 1.

Talva 3 Flokking av umhvørvisstöðuni í mun til konsentratiónum av PAH í botntilfari. (Frá: Molvær *et al.*, 1997)

	I	II	III	IV	V
	Bakgrund	Góð	Nakað dálkað	Ring	Sera ring
PAH16	<300	300 - 2000	2000 - 6000	6000 - 20000	> 20000

1.5 Atsmakur - tainting

Sum matvøra og handilsvøra er fiskur, eisini alifiskur, í eini serstöðu. Munurin ímillum fisk og alifisk í mun til oljudálking er, at alifiskur ikki kann rýma undan oljuni og harafturat fær oljudálkað fóður, um fóðringin ikki verður steðgað, tá oljan er komin í ringarnar. Sjálvt lágar konsentratiónum av olju kunnu geva atsmak í fiskinum, og tí er

neyðugt at ansa væl eftir at serliga fiskur, sum verður seldur til matna, ikki verður oljudálkaður. Millum evnini í olju, sum geva atsmakk í fiski, eru naftalen og 1-metylnaftalen⁷. Kanningar av síli og laksi, sum hava gingið í diesel-dálkaðum sjógvi, hava víst, at atsmakur gjørdi seg galdandi, tá ið summurin av PAH⁸ var 276 µg/kg v.v., sum samsvaraði við at summurin av naftalen og 1-metyl naftalen fór uppum 50 µg/kg v.v. (og møguliga nærkaðist 100 µg/kg) (Craig *et al.*, 2008). Á síðu 60 verða kanningar av atsmakki umrøddar.

⁷ OSPAR List of substances/Compounds liable to cause taint, ref.no. 2002-5. Summary record OIC 2002, Annex 9, OSPAR Commission.

⁸ PAH við 2-6 ringum umframt alkyleraðir homologar (íroknað naftalen).

2 Afturlit - PAH í føroyska umhvørvinum

Fyrstu ferð PAH hefur verið kannað í Føroyum, var í botntilfari frá Skeivabanka í 1991. Síðani hava kanningar serliga verið gjørdar sum liður í at fáa eina virkna OSPAR⁹ eftiransingarskipan í Føroyum, men eisini sum partur av norðurlandskum verkætlanum og føroyskum kanningum annars. Títtleiki og stødd av kanningum øktist munandi um aldarskið, tá ið oljufeløg fyrireikaðu seg til at fara undir oljuleiting undir Føroyum. Eisini í sambandi við einstøku leitiboringarnar hava serligar kanningar verið gjørdar, har sýni eru tikin, bæði áðrenn og aftaná boringina, fyri at vísa á og staðfesta um borivirksemið hefur haft árin á umhvørvið á staðnum.

Eftiransingarskipanir nýta serliga krækling sum *ávísingarveru*¹⁰ tá ið PAH-dálking skal lýsast, og fleiri kanningar av PAH í kræklingi eru gjørdar í Føroyum. Umframt krækling eru onnur djór í sjónum ella í fjøruni kannaði fyri PAH, eisini PAH, sum hava verið partvís niðurbrotin; sonevndir PAH-metabolittar. Eisini mógulig skaðilig árin av PAH á djór, sum liva í fjøruni, hava verið kannaði, til dømis umvegis EROD mátingar at kanna um enzymskipanin hefur verið aktiverað, og at ávís ávirkan á arvaeginleikaberandi mýlini, sonevnd DNA addukt.

Hesin parturin av frágreiðingini er ein stuttur samandrættur av teimum kanningum og tí vitan, sum finst um PAH í føroyska umhvørvinum, og sum er fingin til vega áðrenn ella afturat dálkingartilburðunum í 2006-2009, sum eru lýstir seinni í hesi frágreiðing.

Samandrætturin er grundaður á alment atkomiligar upplýsingar, t.d. í tíðarritum, og tað dataarbeiðið, sum er gjørt í sambandi við frágreiðingina “Føroya Umhvørvi í Tølum”¹¹. Harumframt eru nakrar upplýsingar frá umhvørviskanningum í sambandi við leitiboringar eftir olju, og hesar eru fingnar frá Umhvørvisstovuni.

2.1 PAH í sjógvi

Einastu kanningarnar, sum eru gjørdar av PAH í føroyskum sjógvi, eru kanningarnar úr Vági í 2007, sum eru lýstar seinni í hesi frágreiðing (sí Sjógvur, SEV í Vági s. 35) Eitt minni tal av óbeinleiðis kanningum av PAH í sjógvi hefur tó verið framt við sokallaðum hvílandi sýnistakarum (*passive samplers*)¹² (Larsen *et al.*, 2009).

⁹ OSPAR sáttmálin er ein fleirtjóða sáttmáli frá 1992 um vernd av norður-eystur Atlantshavinum. Sí www.ospar.org

¹⁰ Ávísingarvera er eitt djóraslag, sum verður kannað fyri at lýsa dálkingarstöðuna á einum stað ella einum øki.

¹¹ Føroya Umhvørvi í tølum er ein frágreiðing um ymisk sløg av umhvørvisdálkandi evnum í føroyska umhvørvinum, sum kom út fyra ferðir í tíðarskeiðnum 1997-2003. Sí td. www.hfs.fo undir Ritgerðir og www.us.fo undir Stovnurin/útgávur.

¹² Sýnistøka við “passive samplers” er ein serligur háttur til sýnistøku, sum ber í sær at ístaðin fyri at taka vatnsýnir beinleiðis og kanna tey, so verður PAH-ið í vatninum uppsavnað í einum sýnistakara av td. silikongummi, sum verður lagdur út á kanningarstaðið. Innihaldið í sýnistakaranum kann síðani kannast og rokast um til eina miðalkonsentratióin.

Fyrimunurin við at nýta hvílandi sýnistakarar er, at teir ikki bert geva eina lýtumynd av støðuni, men geva eina intregrearaða mynd, sum fortelur um oljudálking yvir longri tíð, t.d. eina ella tvær vikur. Í kanningini vórðu hvílandi sýnistakarar settir út við Tinganes og við innsiglingarboyuna við molan í Havn, og stóðu úti í 6 vikur. Úrslitini vístu, at konsentratiórnir av naftalen, fenantren, fluoren og pyren vóru umleið 100 ng/l í sjógv í Havnarvág um árskiftið 2006/2007, meðan konsentratiónin av t.d. benzo(a)pyren var nógv lægri, umleið 1 ng/l (Larsen *et al.*, 2009).

2.2 PAH í botntilfari

Fyrstu ferð sýnir av botntilfari úr Føroyum vórðu tikin til PAH kanningar, var í 1991. Tá vórðu sýnir tikin á Skeivabanka, og nøkur ár seinni vórðu sýnir eisini tikin á Skeivabanka sum samanberingarsýnir til millum annað sýnir av botntilfari úr Tangafirði. Skeivabanki verður framhaldandi mettur at vera ein hóskaði støð, tá ið bakgrundarstøðið á okkara leiðum í mun til oljudálking skal lýsast, og sýnistøka varð eisini framd í 2004 og 2009 (úrslit fyri 2009 eru tó ikki tøk enn). Í sambandi við leitiboring ella fyrireikingar til leitiboring á føroyskum øki, vórðu fleiri kanningar av botntilfari gjørdar í árunum 2000 og seinni.

Talva 4 vísir úrslit frá kanningum av PAH í botntilfari í Føroyum. Kanningarnar vísa sum heild lágt innihald av PAH, uttan tá ið sýnistøkan er farin fram nær havnarøkjum, tá er munandi størri PAH dálking.

Talva 4 PAH og samlað innihald av kolvetni, THC, í marinum botntilfari.

Sýnistøkustað	Knattstøður	Dýpi, m	Ár	PAH16 miðal (minst-mest), ng/g t.v.	THC, µg/g t.v.	Keldur
Skeivabanki	61.41.50N - 07.47.20V	350	1991	95		Magnusson <i>et al.</i> 1996 *
Skeivabanki	61.39N - 07.50V	347	1994	48,3		Granmo 1996 *
Skeivabanki	61.35.5N - 08.01.2V	324	2004	56,1		imr.no, Nr. O-03/2005
Skeivabanki	61.40.8N - 07.55.9V	279	2004	21,8		imr.no, Nr. O-03/2005
Skeivabanki	61.42.5N - 07.42.5V	216	2004	27,2		imr.no, Nr. O-03/2005
Tangafjørður		90	1994	307		Granmo 1996 *
Landgrunnurin hellingin, sunnari partur Hetlandsrennan	størri øki 60.30N - 5.50V	uml. 500 uml. 1000	1999 2001	<24 26,4	1,6	Grøsvik <i>et al.</i> , 2000 Mannvik & Pettersen, 2002
Landssynningshornið A**	størri øki	960	2001	39,4-114,2	2,5-24,1	Petersen <i>et al.</i> , 2005
Landssynningshornið B	størri øki	950	2001	13,4-34,8	<10-13,5	Petersen <i>et al.</i> , 2005
Landssynningshornið C	størri øki	1100	2000/2001	85,6-105,8	4,5-90,8	Petersen <i>et al.</i> , 2005
Landssynningshornið D	størri øki	1050	2002/2003	12,8-23,5	0,4-0,3	Petersen <i>et al.</i> , 2005
Landssynningshornið E	61.17N - 04.56V	480	2006	<1510-<1600	<20-77	US mál 425-002/08-62
Landssynningshornið F	60.36N - 05.28V	740	2006	24,6	2,2	US mál 420-004/08-1
Landssynningshornið F	60.36N - 05.28V	740	2007/2008	22,3-29,2	3,1-6,2	US mál 420-004/08-11
Havnarvág	62.00.4N - 6.46V	6	2002	12000 (1000-59000)£	160	Dam og Danielsen, 2002.
Gøtuvík	62.11N - 6.42V	40	2005	184		Gustavson <i>et al.</i> , 2009

* Sí eisini FUIT 1997

** Kanningar eru gjørdar bæði áðrenn og aftaná leitiboringar. Miðalúrslit av kanningunum áðrenn boringina er givið fyrst, og síðani miðal av úrslitunum aftaná leitiboringina.
£ bert 12 av teimum 16 PAH-unum eru við.

Í sambandi við norðurlenska kanning av hvílandi sýnistakarum (sí eisini omanfyri “PAH í sjógvi”) varð PAH í poruvatni¹³ úr botntilfari av Havnarvág eisini kannað (Larsen *et al.*, 2009). Kanningin vísti, at poruvatni innihelt mest av pyren, flouranten og fenantren, men fyri hesi og flestu onnur kannaði PAH, var konsentratióin hægri í sjónum omanfyri enn í porivatninum.

2.3 PAH í djórum

2.3.1 Skeljadjór og onnur djór úr fjøruni

Kræklingur

Kræklingur er í eini serstøðu, tá ið tað snýr seg um umhvørvisdálkandi evni, tí so nógv fleiri kanningar eru gjørdar við kræklingi enn við nøkrum øðrum skeljadjóri.

Kræklingur verður ofta nýttur sum ávísingardjór fyri PAH dálking, og kanningar av PAH í kræklingi eru tí fastur partur av millum annað OSPAR kanningarskránni, og hevur verið nýttur sum umhvørvisávísi í stórum pørtum av USA í “Mussel Watch” kanningarætlanini, sum National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), hevur rikið síðani 1986. Í Føroyum vórðu fyrstu kanningarnar av kræklingi gjørdar í 1993 í einari kanning, sum nýtti føroyskan krækling sum samanberingarsýnir (Førlin *et al.*, 1996).

Úrslit av PAH kanningum í kræklingi í Føroyum, eru víst í Talva 5. Tað sæst, at innihaldið av PAH í kræklingi varierar nógv frá umleið 3 µg/kg til 670 µg/kg, sum samsvarar við, at økini eru millum *lítið dálkað* til *illað dálkað*¹⁴.

Í tveimum umførum hava kanningar verið gjørdar av PAH í kræklingi, sum hevur verið settur út í búrum í økinum rundanum Tórshavnar havn eitt ásett tíðarskeið, umleið tveir mánaðir, so at teir hava verið ávirkaðir av dálkingini á staðnum. Onnur kanningin varð gjørd summarið 2006. Hon vísti, at tá ið kræklingur úr Funningsfirði varð settur út á Havnarvág 40-faldaðist PAH innihaldið (Mortensen, 2007). Hin kanningin, sum var partur av størri norðurlenskarari kanning (Larsen *et al.*, 2009), vísti, at kræklingur, sum var settur út í tíðarskeiðnum desember 2006 til januar 2007, hevði eitt innihald av PAH, sum varieraði við dálkingarstøðuni har, sum kræklingabúrið stóð, men sum annars ikki skilti seg nógv frá PAH í kræklingi aðrastaðni í landinum (Talva 5).

¹³ Poruvatn er tað vatnið, sum liggur millum bitlarnar í botntilfarinum, sostatt er PAH í poruvatni bert tað PAH-ið, sum ikki er bundið til bitlarnar.

¹⁴ Hetta sambært norskari flokkingarvegleiðing (Molvær *et al.*, 1997), sí fylgiskjal 1.

Talva 5 PAH í kræklingi (*Mytilus edulis*)

Sýnistøkustað	Sýnistøkutið		Tal í blandsýni	Miðal longd cm	Turrevni %	Fiti % pr.v.v.	PAH16 (iá=0,5*ám) µg/kg v.v.	Naftalen µg/kg v.v.	2-Metyl- naftalen µg/kg v.v.	1-Metyl- naftalen µg/kg v.v.	Benzo(a)- pyrene µg/kg v.v.	Kelda
	Ár	Mánaði										
Kaldbak	1993	um heysti	15			0,41*	3,3**				0,151	Førlin <i>et al.</i> , 1996
Svínáir	1996	juni	69	4,8	18,1	0,61	3,8	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	Dam, 2000
Svínáir	1996	sept	54	3,7	20	1,95	10,4	<0,2	0,5	<0,2	<0,2	Dam, 2000
Svínáir	1996	des	51	3,4	18,7	0,1	6,4	3,3	3,8	2,9	<0,2	Dam, 2000
Kaldbak	1997	nov	57	3,7	19,7	1,97	43,1	<0,5	0,8	0,7	<0,5	Larsen og Dam, 1999
Svínáir	1997	mars	36	3,5	16,7	0,78	12,6	0,5	2,9	2,1	0,3	Dam, 2000
Hvannasund	2002	jan	17	4,9	16,6	2,39	241,4	2,25	4,6	2,85	4,75	Hoydal, 2004
Hvannasund	2002	apr	42	5,4	15,6	1,72	110,1	2,05	3,4	2,05	1,85	Hoydal, 2004
Kaldbak	2002	jan	50	4,3	17,0	2,04	79,0	0,73	1,4	0,89	0,53	Hoydal, 2004
Kaldbak	2002	mars	50	4,6	17,8	1,84	81,7	1,4	2,7	1,7	<0,5	Hoydal, 2004
Kaldbak	2002	juli	30	5,9	18,8	2,25	28,9	2,65	6,65	4,36	<0,5	Hoydal, 2004
Svínáir	2002	jan	50	4,8	18,0	2,74	67,3	0,73	1,7	0,97	0,705	Hoydal, 2004
Svínáir	2002	mars	50	5,1	15,4	2,05	22,9	0,61	1,55	1,04	<0,5	Hoydal, 2004
Svínáir	2002	juli	50	4,5	18,3	2,70	7,6	2,35	0,92	0,53	<0,5	Hoydal, 2004
Trongisvágur	2002	jan	51	4,4	14,5	1,58	450,7	0,95	4,9	2,75	7,95	Hoydal, 2004
Trongisvágur	2002	mei	50	4,8	16,1	1,83	671,1	1,3	8,5	4,9	1,35	Hoydal, 2004
Trongisvágur	2002	juli	50	4,6	15,4	1,63	128,9	3	7,9	6	0,4	Hoydal, 2004
Tórshavn [§]	2006	sept	25-30 [£]				61,1					Mortensen, 2007
Tórshavn [§]	2006	sept	25-30 [£]				39,2					Mortensen, 2007
Tórshavn [§]	2006	sept	25-30 [£]				282,8					Mortensen, 2007
Saksun	2006	sept	25-30 [£]				7,8					Mortensen, 2007
Tórshavn [§]	2007	jan	19	5,2	18,5*		9,1***	0,5			0,09	Larsen <i>et al.</i> , 2009
Tórshavn [§]	2007	jan	30	7,0	18,5*		8,3***	0,98			0,05	Larsen <i>et al.</i> , 2009
Tórshavn [§]	2007	jan	30	5,6	18,5*		32,5***	0,37			0,91	Larsen <i>et al.</i> , 2009
Tórshavn [§]	2007	jan	18	6,8	18,5*		30,5***	0,39			0,65	Larsen <i>et al.</i> , 2009

* Roknað er við turrevnisinnihaldið á 18,5%

** PAH11 = PAH16 minus naftalen, acenaften, acenaften, fluoren og dibenzo(a,h)antracen.

***PAH13 = PAH16 minus benzo(b)fluoranten, benzo(j,k)fluoranten og dibenzo(a,h)antracen.

[§]Kræklingar settir út í búr í 1½-2 mánaðir.

[£]Nágreiniligt tal av kræklingum ikki upplýst.

Onnur skeljadjór, kúvingar o.a.

Umframt í kræklingi, eru kanningar av PAH eisini gjørdar í skeljadjórum sum øðu, fliðu, purpurkúvingi og fjørukúvingi og úrslitini síggjast í Talva 6.

Nærum altíð hevur PAH konsentratióin verið lægri enn ávísingarmarkið¹⁵. Tað er tó ikki vanligt at siga, at einki PAH er funnið. Ístaðin verður PAH16 konsentratióin roknað uppá tveir ymiskar mátar. Tað fyrra PAH16 er roknað á vanligan hátt, har innihaldið av einstøku PAH-unum, sum ikki kundu ávísast í kanningini, eru sett at vera helvtin av ávísingarmarkinum. Hitt, nevnt Lág PAH16, er roknað sum summurin av PAH-unum, sum kundu mástast, meðan sæð verður heilt burtur frá teimum, sum ikki kundu ávísast. Tá ið munurin ímillum PAH16 og Lág PAH16 er stórir, merkir tað, at sera stór óvissa er um innihaldið av PAH, sum tað er víst. Hetta nýtist tó ikki at merkja, at sanna innihaldið liggur onkrastaðni ímillum PAH16 og Lág PAH16. Vil man hava eitt satt hægsta mark at vita, so fær man tað við at falda munin millum PAH16 og Lág PAH16 við tvey og leggja tað afturat Lág PAH16 í talvuni. Til dømis, kunnu vit siga um sanna innihaldið av PAH16 í fliðum í Hvannasund í apríl 2002, at tað var onkrastani ímillum 3,3 og 8,7 µg/kg v.v. ímeðan kræklingur somu tíð og sama stað hevði eitt PAH16 innihald millum 109,8 og 110,4 µg/kg v.v. (Talva 5 og Talva 6, og úrslit roknað frá hesum). Vit síggja sostatt, at vit við nógv størri vissu kunnu staðfesta innihaldið av PAH í kræklingi enn í fliðu, og sostatt er kræklingur ein meira eftirfarandi ávísi fyri PAH í umhvørvinum.

Igulker og krossfiskur eru bert kannaði fáar ferðir, og í teimum førum var ávísingarmarkið í kanningunum ikki nóg lágt til at ávísa PAH í hesum sýnum. Ov fáar kanningar eru gjørdar av hesum báðum sløgnum til at staðfesta um igulker og krossfiskur eru vælegnaði sum ávísi fyri PAH dálking.

¹⁵ Markið fyri hvussu lága konsentratióin ber til at máta við tí ávísa kanningarháttinum.

Talva 6 PAH í lindjórum øðrum enn kræklingi. Keldur: Úrslit frá 2002 sýnum eru úr: Hoydal, 2004, og frá 1996 sýnum eru úr: Dam, 2000.

Slag	Sýnistøkustað	Sýnistøkutið		Turrevni	Fiti % pr.v.v.	PAH16	Lág PAH16***	Naftalen µg/kg v.v.	2-Metylnaftalen µg/kg v.v.	1-Metylnaftalen µg/kg v.v.	Benzo(a)pyren µg/kg v.v.
		Ár	Mánaði			(iá=0,5*ám)* µg/kg v.v.	(iá=0) µg/kg v.v.				
Fjørúkingur (<i>Littorina obtusata</i>)	Hvannasund	2002	jan	27,9	0,41	35	33,5	4,1	3,2	1,5	<0,5
	Hvannasund	2002	apr	21,2	1,28	15	12,0	2,3	2,2	0,98	<0,5
	Hvannasund	2002	juli	22,9	1,59	7	3,2	0,98	<1,1	0,25	<0,5
	Svínáir	2002	juli	24,6	1,51	12	8,4	1,6	6	0,7	<0,5
Purpurkúvingur (<i>Nucella lapillus</i>)	Hvannasund	2002	jan	25,05	2,41	23	20,1	4,75	4,55	3,25	<0,5
	Hvannasund	2002	apr	21,25	1,94	10	6,8	1,75	1,6	1,7	<0,5
	Hvannasund	2002	juli	21,75	2,25	9	6,1	1,45	0,61	1,45	<0,5
	Svínáir	2002	juli	24,65	2,44	5	1,8	0,85	0,75	0,395	<0,5
Fliða (<i>Patella vulgata</i>)	Kirkjubøur	1996	mars	14,1	0,36	2	0,4	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	Kirkjubøur	1996	juni	18,1	0,53	5	3,4	1,1	2,3	0,6	<0,2
	Kirkjubøur	1996	sept	16,6	0,56	4	2,2	0,9	1,8	0,5	<0,2
	Kirkjubøur	1996	des	19,4	1,38	3	2,0	0,7	1,8	<0,2	<0,2
	Hvannasund	2002	jan	15,9	0,85	12	9,9	0,71	0,815	<0,5	<0,5
	Hvannasund	2002	apr	16	0,86	6	3,3	0,46	0,68	<0,5	<0,5
	Hvannasund	2002	juli	16,85	1,45	6	2,9	<0,5	<0,6	<0,5	<0,5
	Svínáir	2002	jan	16,75	1,34	10	6,8	0,68	5,45	0,46	<0,5
	Svínáir	2002	mars	16,9	1,04	5	1,6	0,65	0,765	0,425	<0,5
	Svínáir	2002	juli	18,7	1,53	4	0,0	<0,5	<0,7	<0,5	<0,5
	Velbastaður	2002	des	15,4	0,93	6	1,9	<0,5	1,9	<0,5	<0,5
	Velbastaður	2002	mars	15,55	0,84	4	0,0	<0,5	<0,7	<0,5	<0,5
	Velbastaður	2002	juli	17,85	1,35	4	0,0	<0,5	<0,7	<0,5	<0,5
	Trongisvágur	2002	jan	16,85	1,05	18	16,4	0,97	2,13	0,735	<0,5
Trongisvágur	2002	mei	19,7	1,00	64	62,3	2,85	1,31	1,2	<0,5	
Trongisvágur	2002	juli	18,75	1,20	30	29,2	1,9	1,41	1,5	<0,5	
Øða (<i>Modiolus modiolus</i>)	Kirkjubø	2002	feb	18,7	1,74	17	14,9	4,1	7,95	3,3	<0,5
	Kirkjubø	2002	mei	17,3	1,73	5	1,9	0,58	0,875	0,45	<0,5
	Kirkjubø	2002	aug	15,3	1,50	5	1,6	1,52	1,2	0,925	<0,5
Igulker** (<i>Echinus esculentus</i>)	Svínáir	1996	juni		2,79	4	0,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Svínáir	1996	des	13	2,69	3	2,0	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Krossfiskur (<i>Asteria rubens</i>)	Svínáir	1996	juni		1,61	4	0,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

* Øll úrslitini frá 2002 eru miðal av tveimum blandsýnum. ** Kanningin er gjørd á gonadum. *** Lág PAH: Summurin av PAH16, har ikki ávíst virðir eru sett til at vera 0.

2.3.2 Fiskur

Í mun til krækling og onnur skeljadjór hevur fiskur eina enzym-skipan, - *cytochrome P-450 mixed function oxidases* - sum virkar til at niðurbróta ella umskapa PAH soleiðis, at evnini lættari verða úrskild. Hendan tilgongdin gevur tó í nøkrum føyrum millum-produkt, sum eru reaktivir oksydantar og tískil kunnu gera meira skaða enn upprunaligu evnini. Benzo(a)pyren er gott dømi um eitt evni, sum er uppruni til slíkar skaðiligar metabolittar.

Tá ið PAH verða niðurbrotið, framskundast samstundis nýgerðin av fleiri enzymum. Nøgðin av hesum enzymunum kann mátast, antin beinleiðis, sum CYP1A protein, ella við at máta, hvussu virkin tey eru í mun til at metabolisera *ethoxyresorufin* til *resorufin* (aktivitetur av *7-ethoxyresorufin-O-deethylase* - EROD). Av kanningartøkniligum orsökum verða enzym, sum eru íkomin av PAH, og sum geva eiturávirkan, ofta lýst sum EROD aktivitetur heldur enn sum nøgd av proteini. Umskapan av PAH-um kann eisini kannast við at hyggja eftir metabolittum, sum verða gjørdur umvegis tilgongdina, t.d. hydroxyleraði PAH. Nøgðin av metabolittum verður ofta mátað í gallinum. Skaðaárin, sum kunnu standast av reaktivum PAH metabolittum kunnu lýsast sum tal av broytingum í DNA, sonevnd DNA-addukt (sí eisini **Biomarkørkanningar**, s. 53).

Tá ið PAH verða umskapað og úrskild, fellur innihaldið av hesum evnunum í fiskinum, og PAH-innihaldið kann væntast at vera aftur á bakgrundarstöði innanfyri 8-10 dagar. Tó tíðin at úrskilja PAH kann vera ymisk alt eftir, hvussu nógv PAH fiskurin hevur fingið í seg, hvørji PAH evni og slagi av fiski talan er um (Baussant *et al.*, 2001; Jonsson *et al.*, 2004).

Av tí at fiskur útskilir PAH somikið væl, er hann ikki roknaður sum vælegnaður til beinleiðis kanningar av PAH. Tískil eru bert hendingaferðir gjørdar kanningar av PAH í fiski í Føyroyum, til dømis í sambandi við kanningar, har endamálið hevur verið at lýsa bakgrundarstöðið av PAH í ávísum økjum til ávísar tíðir. Kanningarúrslit fyri PAH innihald í fiski í Føyroyum eru víst í Talva 7.

Harafturímóti eru nakrar biomarkørkanningar gjørdar í toski (reyðfisk) frá Kaldbak og av Havnarvág og sandsprøku úr Kirkjubø í 2002, fyri at lýsa bakgrundarstöði ella dálking við PAH (Hoydal, 2004; Dam og Danielsen, 2002). Úrslitini av biomarkørkanningunum í toski eru uppsummerað í Talva 25, undir **Toskur - Biomarkørkanningar**, s. 56. Eisini svartkalvi hevur verið kannaður fyri PAH og PAH metabolittar, EROD-enzymaktivitet og DNA-addukt. Hetta var í sambandi við fyrireikingar til leitiboringar eftir olju á føyroyskum øki, (Grøsvik *et al.*, 2000). Úrslit av hesum biomarkørkanningunum eru víst í "Føyroya umhvørvi í tølum 2003" (Hoydal og Dam, 2004).

Samanumtikið eru fáar kanningar gjørdar av PAH í fiski, men úrslitini benda á, at innihaldið av PAH er lágt, og ofta undir ávísingarmarkið. Samanbórið við ES-markvirðið fyri benzo(a)pyren í feskum fiski, sum er 2,0 µg/kg, er í mesta lagið ein tiggjundapartur av markvirðinum ávíst í kanningunum, sum eru gjørdar.

Talva 7 PAH í fiski.

Species	Sýnistøkustað	Tissue	Sýnistøkutið		Tal	Longd cm	Vekt kg	Turr- evni %	Fiti %	PAH16,	Lág PAH16*,	Naftalen µg/kg v.v.	2-Metyl	1-Metyl	Benzo(a)	Kelda
			(nd=0,5*ám)* µg/kg v.v.	(já=0)** µg/kg v.v.						naftalen µg/kg v.v.	naftalen µg/kg v.v.		pyren µg/kg v.v.			
Sandsprøka (<i>Limanda limanda</i>)	Kirkjubøur (Brandansvík)	livur	1996	mars	21	26,6	0,207		4,38	11,0	10,3	1	1,4	1,7	0,2	Dam, 1998
		livur	1996	aug/sep	39	26,9	0,217	39,1	20,5	10,3	9,7	2,7	1,8	2,3	0,3	Dam, 1998
Hvassasprek (<i>Hippoglossoides platessoides</i>)	Vestan fyri Mykines	livur	1996	mars	21	27,3	0,189		7,52	19,1	18,1	5,7	6,2	5,9	<0,2	Dam, 1998
		livur	1996	septembur	26	31,3	0,276		19,7	4,1	2,9	0,2	0,9	1,8	<0,2	Dam, 1998
Svartkalvi (<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>)	Hellingin sunnanfyri Føroyar	fiskur (vøddi)	1999	mei/juni	50 [£]	57,1	1,5			8,0	0,0	<1			<1	Grøsvik <i>et al.</i> , 2000
		fiskur (vøddi)	1999	novembur	50 [£]	59,4	2,1			8,0	0,0	<1			<1	Grøsvik <i>et al.</i> , 2000
Toskur (<i>Gadus morhua</i>)	Mýlings- grunnurin	livur	1997	oktobur	24	59,5	2,11	66,8	56,9	10,2	7,3				<0,1	Larsen og Dam, 1999
		livur	1997	oktobur	20	59,2	2,06	62,9	53,6	8,3	5,4				<0,1	Larsen og Dam, 1999

* Fyri tosk; PAH14 (naftalen og acenaftylene vórðu ikki kannað)

** Lág PAH: Summurin av PAH16, har ikki ávíst virðir eru sett til at vera 0.

[£] Í alt vóru 25 kallfiskar og 25 kvennfiskar kannaðir, harav kallfiskarnir hvør sær, og kvennfiskarnar sum eitt blandsýni.

2.3.3 Alifiskur

Alifiskur, sum skal á ES marknaðin, verður kannaður fyri eitt stórt úrval av evnum, sum eru óýnskt og/ella heilsuskaðilig, sambært galdandi ES reglugerð,¹⁶ og sum er heimilað í avtalu millum ES og Føroyar (sí **Alifiskur**, s. 57). Benzo(a)pyren er í lýtuni einasta PAH, har markvirði er ásett. Alilaksur frá 2004 og 2005 er kannaður fyri eitt stórt tal av umhvørveitrandi evnum, harímillum PAH (Magnussen og Vang, 2006) og úrslitini síggjast í Talva 8. Afturat úrslitunum, sum eru víst í talvuni, umfataði kanningin eisini nøkur sýni av ugga, vødda tætt undir skræðuni o.ø., sum ikki eru víst í talvuni. Sama kanning umfataði eisini PAH kanningar av fóðuri, sum alilaksurin fekk, og úrslitini eru víst í Talva 9.

Talva 8 PAH í vødda í aldum laksu úr Gøtuvík. Kelda: Magnussen og Vang, 2006.

ID	Sýnistøkutið Ár	Mánaður	Tal	Vekt kg	Fiti %	PAH16* µg/kg v.v.	Lág PAH16** µg/kg v.v.	Benzo[a]pyrene µg/kg v.v.
L1	2004	mai	12	0,157	3,71	1,1	0,0	<0,03
L2	2004	mai	12	0,157	4,2	1,2	0,0	<0,03
L3	2004	mai	12	0,157	4,38	1,7	0,8	0,072
L4	2004	sept	7	0,538	8,62	1,1	0,0	<0,03
L5	2004	sept	7	0,538	7,65	1,1	0,0	<0,03
L6	2004	sept	7	0,538	6,23	1,2	0,0	<0,03
L7	2004	nov	3	1,068	12,8	2,2	1,2	0,11
L8	2004	nov	3	1,068	12	1,1	0,0	<0,03
L9	2004	nov	3	1,068	12,6	1,1	0,0	<0,02
L10	2005	mars	5	1,603	8,68	4,6	4,4	0,018
L11	2005	mars	5	1,603	5,89	1,2	0,0	<0,01
L12	2005	mars	5	1,603	4,85	1,3	0,0	<0,02
L13	2005	mai	5	2,762	7,81	1,2	0,0	<0,02
L14	2005	mai	5	2,762	10,7	1,2	0,0	<0,01
L15	2005	mai	5	2,762	7,62	1,1	0,0	<0,01
L16	2005	sept	5	4,777	11,6	2,2	2,0	<0,1
L17	2005	sept	5	4,777	13,5	2,4	2,2	<0,1
L18	2005	sept	5	4,777	12,9	0,5	0,1	<0,08
L19	2005	okt	5	4,645	15,9	2,3	2,2	<0,1
L20	2005	okt	5	4,645	13,2	2,4	2,4	<0,1
L21	2005	okt	5	4,645	12,9	2,3	2,2	<0,1

*PAH12 (naftalen, acenaftalen, acenaften og fluoren vórðu ikki kannað).

** Lág PAH16: Summurin av PAH16, har ikki ávíst virðir eru sett til at vera 0.

Talva 9 PAH í alifóðuri frá Havsbrún í Fuglafirði. Kelda: Magnussen og Vang, 2006

ID	Tíðarskeið fyri nýtlu	Ár	Fiti %	PAH16* µg/kg v.v.	Lág PAH16** µg/kg v.v.	Benzo[a]pyrene µg/kg v.v.
F1	25.05.04–07.09.04	2004	26,95	9,7	9,7	0,057
F2	07.09.04–30.11.04	2004	30,8	9,3	9,3	0,11
F3	30.11.04–01.03.05	2004-2005	30,5	6,7	6,7	0,05
F4	01.03.05–27.05.05	2005	30,8	5,3	5,2	0,044
F5	27.05.05–07.09.05	2005	27,2	7,8	7,7	<0,1
F6	07.09.05–03.10.05	2005	31,2	6,4	6,4	<0,1

* PAH12 (naftalen, acenaftalen, acenaften og fluoren vórðu ikki kannað).

** Lág PAH: Summurin av PAH16, har ikki ávíst virðir eru sett til at vera 0.

¹⁶ Harímillum: Direktiv 96/23/EF, forordninger (EØF) nr. 2377/90 og (EF) nr. 1881/2006. Fyriskipan nr. 1881/2006 er lýst í Føroyum við kunngerð 147 frá 1. desember 2009 um áseting av markvirðum fyri ávís dálkandi evni í matvørum.

2.3.4 Havsúgdjór

Kanningar av PAH í súgdjórum eru einans gjørdar á spik frá kópi og grindahvali, og innihaldið av PAH var lágt, og fyri flestu evnini ikki mátbært, serliga hjá kópi. Hesar kanningar vórðu gjørdar í sambandi við AMAP verkætlanina¹⁷ (Larsen og Dam, 1999). Úrslit fyri kanningar av PAH í súgdjórum eru víst í Talva 10.

Talva 10 PAH í súgdjórum. Kelda: Larsen og Dam, 1999.

Slag	ID	Vevnaður	Sýnistøku stað	Sýnistøkutið		Tal	Longd cm	Vekt kg	Fiti %	PAH16* µg/kg v.v.	Lág PAH16** µg/kg v.v.	Benzo(a) pyrene µg/kg v.v.
				Ár	Mánaður							
Kópur	Hannar	spik	Føroyskir firðir	1993-1995	juli-august	4	212	229,3	100	4,5	0	<0,1
Kópur	Honir	spik	Føroyskir firðir	1993-1995	juni-august	20	177	155,8	100	5,3	1,2	0,2
Kópur	Ungir kópar	spik	Føroyskir firðir	1993-1995	juni-august	21	138	52,1	100	10,8	8,4	0,3
Grindahvalur	Hannar	spik	Vágur	1997	septembur	8	547		100	10,6	8,2	0,1
Grindahvalur	Honir	spik	Vágur	1997	septembur	24	440		100	11,4	8,9	0,1
Grindahvalur	Ungir hvalir	spik	Vágur	1997	septembur	17	319		100	10,1	7,6	<0,1

* Fyri kóp: PAH14 (naftalen og acenaftalen vórðu ikki kannað)

** Lág PAH: Summurin av PAH16, har ikki ávíst virðir eru sett til at vera 0.

2.3.5 Fuglur

Kanningar av PAH vórðu í 1997 gjørdar av gomlum havhesti og nátungum (Larsen og Dam, 1999). Eins og í súgdjórum, var einans gjørligt at ávísa nøkur fá einstøk PAH. Benzo(a)pyren kundi ikki ávísast (ávísingarmarki 0,5 µg/kg).

Slag	Vevnaður	Sýnistøku stað	Sýnistøkutið		Tal	Turr evni		Fiti %	PAH16 µg/kg v.v.	Lág PAH16* µg/kg v.v.	Benzo(a) pyrene µg/kg v.v.
			Ár	Mánaður		%	%				
Havhestur	Livur	Vestmanna	1997	septembur	15	28,7	6,25	7,85	4,6	<0,5	
Havhestur	Livur	Nólsoy	1997	septembur	25	28,1	6,46	4,45	0,7	<0,5	

* Lág PAH: Summurin av PAH16, har ikki ávíst virðir eru sett til at vera 0.

¹⁷ Arctic Monitoring and Assessment Programme, AMAP, verkætlanin varð sett í verk í Føroyum í 1997, og umfatar regluligar kanningar av dálkingarevnum í umhvørvinum í Føroyum.

3 Størri oljudálkingar 2006-2009

Dálking við olju kann hava týðandi árin á umhvørvið, og í sambandi við fyra størri oljudálkingar frá 2006 til 2009 vórðu kanningar gjørdar fyri at meta um árinini á umhvørvi og/ella djór, sum verða brúkt til matna.

3.1 Dálking við dieselolju

3.1.1 Tilburður: "Olshana"

Um kvøldið hin 2. august 2007 rendi russiski trolarin "Olshana" á Flesjarnar eftir stutt frammanundan at hava bunkrað 270 t av dieselolju á Kollafirði. Hol kom á skipið og olja lak úr skipinum beinanvegin og um morgunin hin 3. august 2007 sakk skipið við allari oljuni umborð. Tað varð staðfest, at hol var á tveimum 15 t oljutangum, umframt einum smyrjioiljutanga. Roknað varð við, at í minsta lagi 30 t av gassolju og 9 t av smyrjioilju lóku úr skipinum.

Oljan rak norður í Sundalagið og var at síggja í Sundalagnum heilt frá Raktanga til brúnna við Streymin, umframt at olja rak inn á Skálafjørðin og var at síggja av Nesi inn á Skipanes. Økið frá Kolbanagjógv til Selatraðar var mest dálkað. Alibrúk í økinum vórðu rakt av dálkingini, og máttu taka avleiðingar av hesum við at steðga fóðringini og útseta tøku. Heilsufrøðiliga starvsstovan ráddi til at seta veiðibann í verk í økinum, vegna møguliga dálking av fiski, hummara og skeljadjórum.

Roynt varð at taka oljuna upp við skimmara, og oljusperrur og absorbentar vórðu lögð út við vrakstaðið, har olja kom upp, og aðrastaðni, har mett var neyðugt og gjørligt at forða oljuni í at fara. Tann 8. august 2007 varð mett, at tamarhald var á oljuni við tað, at olja bert sást við vrakstaðið, har tað enn bráaði, men nú í nógv minni mun enn áður.

Frá 17. august 2007 sást ógvuliga lítið av olju við vrakstaðið, og lítið av olju kom í absorbentarnar. Tann 24. august 2007 varð oljuverndarútgærðin tikin upp vegna vánaligt veður, og varð ikki lögð út aftur.

3.1.2 Tilburður: SEV á Sundi

Hin 14. apríl 2009 rann olja frá oljugoymsluni hjá SEV á Sundi á sjógv. Óhappið hendi, tá teir vóru í ferð við at pumpa gassolju úr goymslutanganum yvir í ein dagtanga. Í hesum tanganum fleyt yvir og rann fyrst niður í stóra oljuskiljaran og síðani - tá hann var fullur - niður í minna oljuskiljaran og víðari út á sjógv.

Olja rak eftir sunnara armi inn í Kaldbaksbotn, har rættiliga nógv av olju savnaðist, og annars var olja at síggja so at siga allan vegin fram við strondini á syðru síðu av Kaldbaksfirði, frá Sundsverkinum og inneftir umframt at rættiliga nógv olja var á sandinum.

Tórshavnar Sløkkilið legði út oljuverndarútgerð fyri Sundsverkið og inni í Kaldbaksbotni og tók olju upp við skimmara. Umhvørvisstovan metti, út frá tí, sum varð tikið upp, at í minsta lagi 6000 l vóru farnir á sjógv. SEV metti nøgdina til millum 2 og 3,3 m³.

3.2 Dálking við tungolju

3.2.1 Tilburður: SEV í Vági

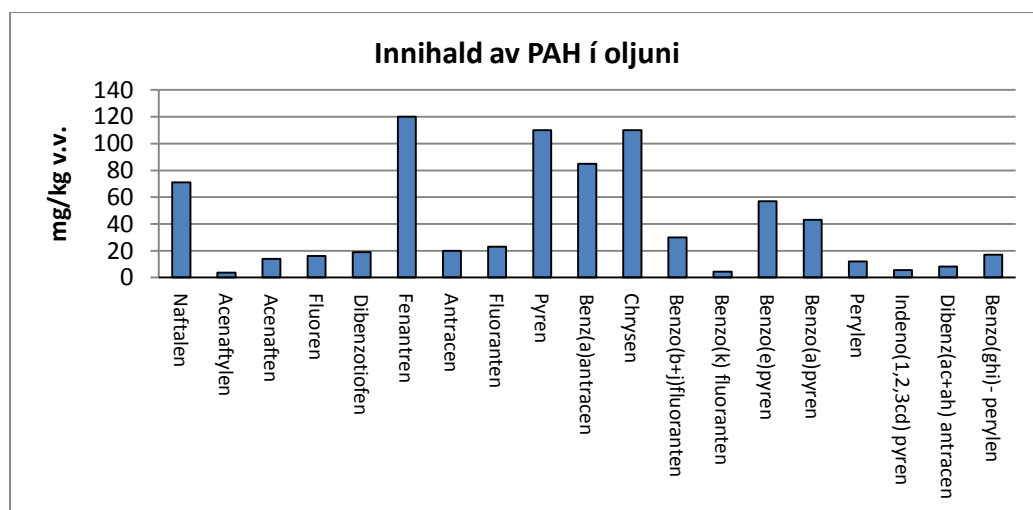
Um morgunin 6. desember í 2006 varð tungolja bunkrað í oljugoymsluna hjá SEV í Vági. Seinni sama dag kom hol á tangan. Olja rann niður í tangagarðin, men av tí, at ventilurin í tangagarðinum stóð opin, fór partur av oljuni á sjógv. Eisini seyraði nakað niður í grótfyllingina, og fór ein partur av hesum eisini á sjógv. Uml. 4000 m³ av oljudálkaðum gróti, eyri og mold vórðu seinni koyrd á tyrvingarplássið hjá IRF.

Eftir óhappið var Vágsfjørður sjónliga dálkaður av olju. Hóast oljusperrur vórðu lagdar út, slapp so mikið av olju út á Vágsfjørð, at oljublettir sóust í mølini, serliga á bátum og tilfari annars, sum lá í fjøruni.

Tað hevur ikki borið til at gera neyva uppgerð yvir, hvussu nógv olja rann á sjógv. SEV hevur mett at 1-2 m³ runnu beinleiðis á sjógv. Har afturat kemur tað, sum er seyrað niður í grótfyllingina og út á sjógv. Samlaða talið kann metast at liggja millum 2 og 5 m³, kanska meira.¹⁸

Kanning av oljuni

Fyri at kanna, um samband var millum hvørji sløg av PAH-um vóru í tungoljuni, sum SEV bunkraði og sum dálkaði Vágsfjørð, og hvørji sløg vórðu staðfest við kanningum á Vágsfirði, varð innihaldið av PAH í oljuni, sum SEV fekk í Vági 6. des. 2006, eisini kannað. Mynd 3 vísir konsentratióinarnar av 19 ymiskum PAH-um í tungoljuni.



Mynd 3 Konsentration av 19 PAH-um (mg/kg v.v.) í tungoljuni, sum rann á sjógv.

¹⁸ Frágreiðing frá SEV um óhappið. 05.10.07. US-mál 421-005/08-82. HS-mál: 200501113-82.

Tað sæst, at oljan inniheldur mest av fenantren, pyren, chrysen og benz(a)antracen.

3.2.2 Tilburður: “Kapitan Gorbachev”

Hóskvøldið 16. apríl 2009 varð staðfest, at tungolja var komin á sjógv frá russiska skipinum “Kapitan Gorbachev” í sambandi við, at skipið bunkraði olju frá einum tangaskipi á Nólsoyarfirði. Oljan breiddi seg skjótt frá mitt á Nólsoyarfirði og suður móti Glyvursnesi og Kirkjubønesi og víðari inn á Hestfjørð. Eisini fór nakað av olju norðureftir. Nakað av olju kom út móti Koltri og olja savnaðist eisini í urðini í Hesti. Olja lá á Hestfirði heilt norður móti Norðradali. Longu seinnapartin fríggjadagin 17. apríl 2009 sást munandi minni av olju, men tó við vindi og ráki endaði olja fríggjakvøldið 17. apríl eisini inni á Miðvági. Einir 200 litrar av olju vórðu tiknir upp á Miðvági, umframt at nakað av olju var tikin upp við súgvandi oljubasingarútgerð. Leygarmorgunin 18. apríl 2009 var millum lítil og eingin olja at síggja. Skipaeftirlitið metti, aftan á kanningar umborð hin 19. apríl, at nøgðin, sum lak á sjógv, var millum 1000 og 2000 litrar¹⁹.

¹⁹ US mál nr: 421-023/09-22

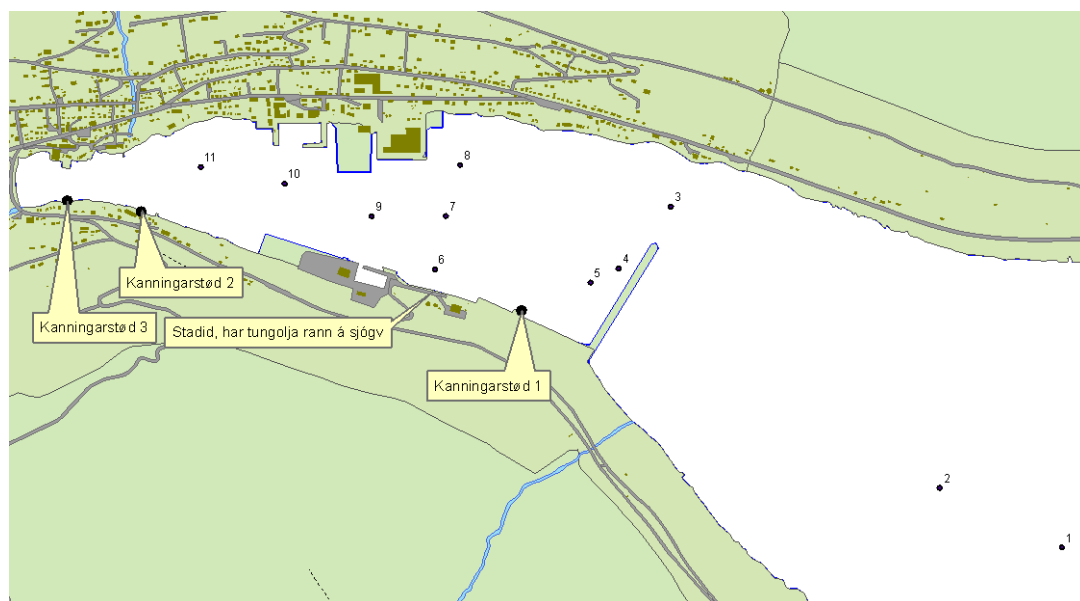
4 Umhvørvi

4.1 Botntilfar

Olja, sum rennur á sjógv flýtur fyrst omaná, men sum frá líður kann hon verða meiri blandað upp í sjógvin og/ella søkka. PAH hevur hydrofobar²⁰ eginleikar, serliga tey tyngru PAH-ini, t.v.s. tey, sum eru bygd upp av fýra ella fleiri ringum. Hesir eginleikar gera, at tey lætt binda seg til bitlar í sjónum, sum síðani botnsetast. Harvið flyta bitlarnir í sjónum í veruleikanum PAH úr vatnsúluni og niður á botn (Neff, 1979). Í botntilfarinum, verða PAH-ini ikki eins lætt niðurbrotin sum í vatnsúluni, serliga um tey liggja nakað niðri í botnsetrinum, har lítið og einki súrevni finst. Soleiðis kann PAH finnast í botntilfari rættiliga leingi og harvið ávirka verur, sum liva í og við havbotnin.

4.1.1 SEV í Vági

Gott háltv ár eftir óhappið á SEV verkinum í Vági, vórðu sýni av botntilfari tikin á í alt 11 støðum á Vágsfirði, níggju innanfyri og tvær uttanfyri brimgarðin, sí Mynd 4.



Mynd 4 Kræklingar vórðu innsavnaðir á trimum støðum á sunnara armi á Vágsfirði. Sjógvur varð tikin á somu støðum. Botnurin varð kannaður á 11 støðum.

Tveir teir ovastu cm av hvørjum sýni vórðu kannaðir fyri PAH.

²⁰ Vatnavvísandi.

Talva 11 Stöðir, har sýnir vórðu tikin av botntilfari á Vágsfirði. Kanningarstöð nr., knattstöða og dýpi (m) har sýnir av botntilfari vórðu tikin.

Kanningarstöð nr.	Knattstöður		Dýpi (m)
1	61°27,724 N	6°46,513 V	30
2	61°27,816 N	6°46,860 V	28
3	61°28,235 N	6°47,608 V	14
4	61°28,148 N	6°47,766 V	14
5	61°28,129 N	6°47,848 V	16
6	61°28,155 N	6°48,297 V	10
7	61°28,232 N	6°48,260 V	13
8	61°28,305 N	6°48,213 V	7,5
9	61°28,235 N	6°48,474 V	11
10	61°28,286 N	6°48,722 V	8,9
11	61°28,314 N	6°48,963 V	5,6

Við stöði í konsentratiónum av 16 ymskum PAH-um og summinum av øllum 16 (PAH16) í tilfari av botni í Vágsfirði, verður umhvørvisstöðan á firðinum flokkað eftir norskum leisti (Fylgiskjal 1).

Talva 12 vísir dálkingarstöðuna á teimum 11 kanningarstöðunum í mun til innihaldið av 16 ymskum PAH-um og konsentratiónum av PAH16.

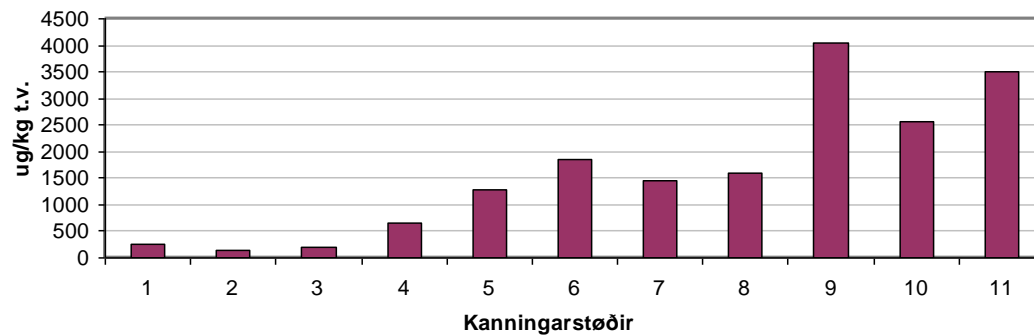
Talva 12 Dálkingarstöðan á Vágsfirði í mun til konsentratiónum av 16 PAH-um í 11 sýnum av botntilfari tikin 25. juni 2007 á Vágsfirði. Litirnir vísa til flokking av umhvørvisstöðu, sí Fylgiskjal 1.

Kanningarstöð nr.:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Naftalen											
Acenaftalen											
Fluoren											
Fenantren											
Antracen											
Fluoranten											
Pyren											
Benz(a)antracen											
Chrysen											
Benzo(b+j)fluoranten											
Benzo(k) fluoranten											
Benzo(a)pyren											
Indeno(1,2,3cd) pyren											
Dibenz(ac+ah) antracen											
Benzo(ghi)- perylen											
Sum PAH16											



Samlað sæð (sum PAH16), er tað einans á trimum teimum innastu kanningarstöðunum (stöð 9-11), at botnurin, eitt háltv ár eftir óhappið, kann sigast at vera *nakað dálkaður* við PAH. Frá og við stöð 4 eru konsentratiónum av einum og upp í fimm PAH-um so høgar, at dálkingarstöðan kann metast sum *ring*.

Mynd 5 vísir konsentratiórnirnar av PAH16 frá 11 kanningarstöðum í Vágssfirði. Myndin svarar til niðastu røð í talvuni omanfyri.

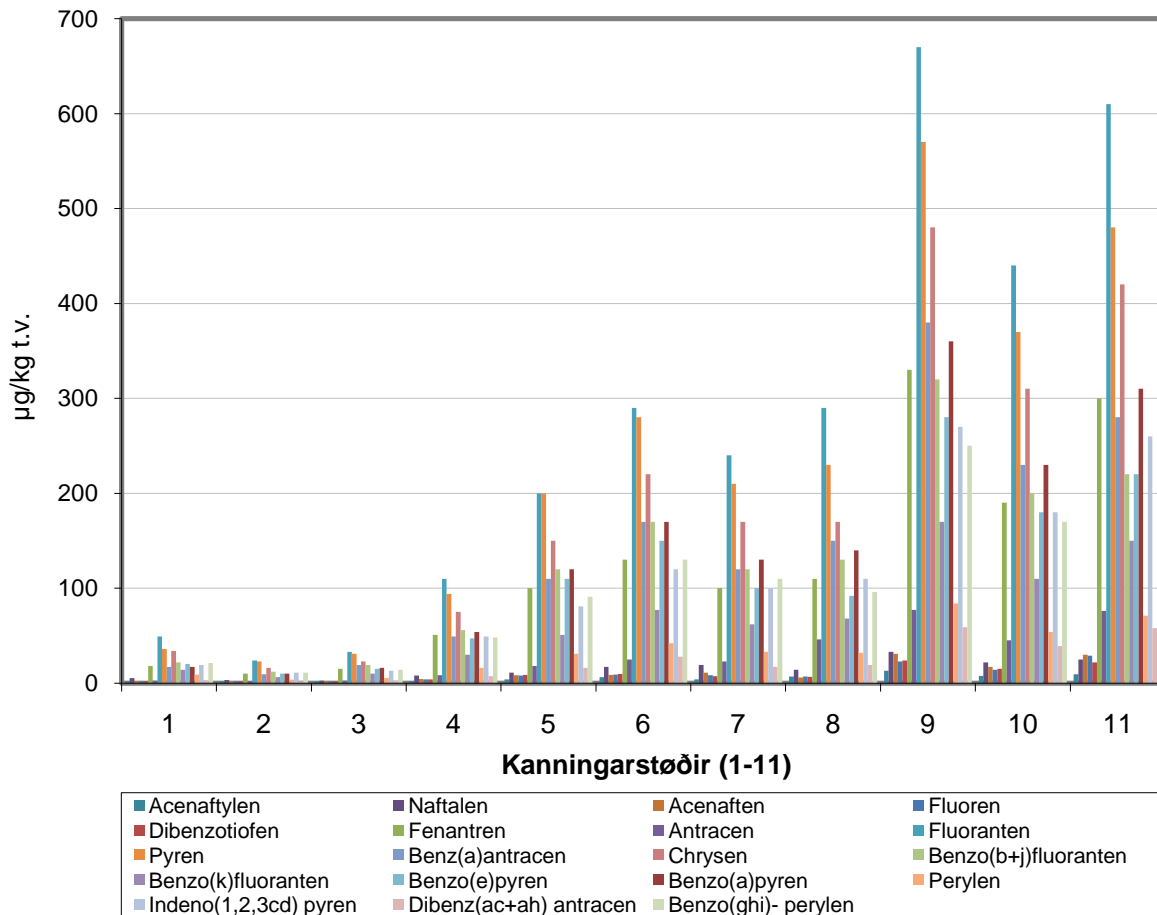


Mynd 5 Samlað konsentratió av PAH16 (µg/kg t.v.) í botntilfari frá 11 kanningarstöðum á Vágssfirði, seks mánaðir eftir óhappið.

Mynd 6 vísir tað sama sum Mynd 4, men er meira útgreinað, við tað, at hon vísir konsentratiórnina av nítjan PAH (PAH16 + dibenzotiofen, benzo(e)pyren og perylen).

Fluoranten og pyren eru tey PAH-ini, sum mest er av í botntilfari av Vágssfirði.

Mynstrið í Mynd 5 sæst aftur í Mynd 6. Fýra tær eystastu kanningarstöðirnar á Vágssfirði eru als ikki dálkaðar við PAH. Konsentratiórnin er at meta sum bakgrundarstöði ella er so lág, at ongi skaðilig árin eru á livandi verur. Fyri kanningarstöðirnar 5 -13 eru PAH konsentratiórnirnar hækkandi. Serliga eru virðini fyri antracen, benz(a)antracen, indeno(1,2,3cd) pyren og benzo(ghi)perylene so høg, at hesi kunnu elva til akutt skaðilig árin, eisini tá dálkingin hevur staðið við í stutta tíð.



Mynd 6 Konsentración av 19 PAH-um ($\mu\text{g}/\text{kg t.v.}$) í tilfari frá 11 kanningarstöðum á botni á Vágfirði, seks mánaðir eftir óhappið. Gevið gætur, at nøvnini í teknlýsingini skulu lesast frá vinstri til høgri (sum ein tekstur).

So hvørt sum konsentraciónin av PAH gerst størri, eru tað serliga konsentraciónin av teimum tyngru PAH-unum, sum økjast lutfalsliga. Løttu PAH-ini niðurbrotast skjótari, meðan tyngru PAH-ini eru minni vatnuppløysilig, og bindast tí lættari til bitlar í sjónum og botnfella saman við teimum.

Orsøkirnar til høgu konsentraciónirnar av PAH inni á Vágfirði eru helst fleiri. Innarlaga á firðinum og fram við landi, har tað er grunt og har vatnskiftið er lítið, eru ofta hægri konsentraciónir av PAH-um og øðrum dálkandi evnum.

Mynd 7 vísir PAH-konsentraciónirnar á kanningarstöðunum á Vágfirði. Tað er týðiligt, at konsentraciónirnar av PAH á botni økjast inn eftir firðinum.

Av tí at kanningin av PAH-um í botntilfari einans varð gjørd ta einu ferðina, ber ikki til at siga nakað um, hvørt PAH-konsentraciónirnar standa í stað ella um tær móguliga falla við tíðini, eins og í kræklingi. Heldur ikki ber til at staðfesta í hvønn mun PAH-ini í botninum stava frá óhappinum ella øðrum dálkingarkeldum.



Mynd 7 Stabbarnir vísa samlaðu konsentratiónum av PAH í botntilfari á 11 kanningarstöðum í Vági. Til samanberingar kann sigast, at konsentratiónum á kanningarstöð 1 er 287 $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.

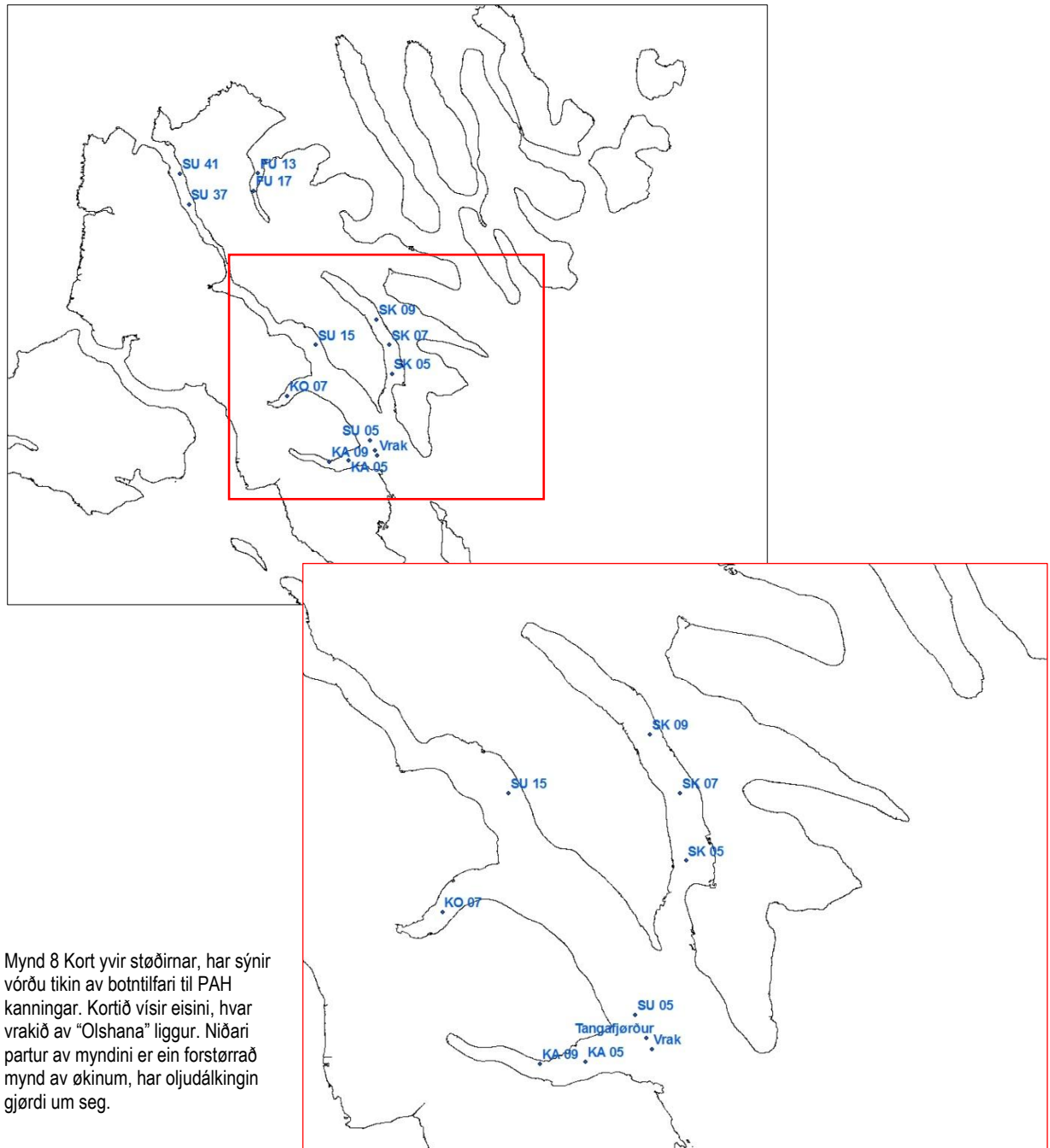
4.1.2 “Olshana”

Í sambandi við oljudálfkingina frá “Olshana” vórðu sýnir av botntilfari tikin á 12 stöðum (sí Mynd 8 og Talva 13) í august 2007. Sýnir vórðu tikin við hapsi í Kaldbak, á Kollafirði, í Sundalagnum suður, á Tangafirði, í Sundalagnum norður og á Funningsfirði. Tveir teir ovastu cm av hvørjum haps-sýni vórðu tiknir til kanningar fyri PAH. Á kanningarstöðini á Tangafirði varð eitt eykasýni tikið. Hetta sýnið av botntilfari varð skorið í skivur á 1 cm, í alt 19 skivur og send til RISØ²¹ til tíðarfestingar.

Talva 13 Stöðir, har sýnir vórðu tikin av botntilfari til PAH kanningar.

Øki	Stöðir	Knattstöða	Dýpi, m	
Kaldbak	KA 05	62°03,301 N	6°49,041 V	50,2
Kaldbak	KA 09	62°03,288 N	6°50,930 V	37
Skálafjørður	SK 05	62°07,126 N	6°44,626 V	59,8
Skálafjørður	SK 07	62°08,434 N	6°44,764 V	57,1
Skálafjørður	SK 09	62°09,592 N	6°45,926 V	65,7
Kollafirður	KO 07	62°06,293 N	6°54,739 V	29
Sundalagið	SU 05	62°04,176 N	6°46,929 V	73,7
Sundalagið	SU 15	62°08,548 N	6°51,845 V	41
Sundalagið	SU 37	62°15,022 N	7°03,602 V	53,9
Sundalagið	SU 41	62°16,415 N	7°04,388 V	37,6
Funningsfjørður	FU 13	62°16,319 N	6°56,879 V	38
Tangafjørður		62°03,724 N	6°46,517 V	76,6

²¹ RISØ DTU, Nationallaboratoriet for bæredygtig energi, Danmark, www.risoe.dk



Mynd 8 Kort yvir støðirnar, har sýnir vórðu tikin av botntilfari til PAH kanningar. Kortið vísir eisini, hvar vrakið av “Olshana” liggur. Niðari partur av myndini er ein forstørrað mynd av økinum, har oljudálkingin gjørdi um seg.

Støðin á Tangafirði, sum er merkt “Tangafjørður” í Mynd 8, er tað djúpasta staðið nær við Flesjarnar, og hugsast kundi, at møgulig dálkingarevni frá oljudálkingini frá “Olshana” vóru at finna har.

Oljan frá “Olshana” rak inn á Skálafjørðin og Sundalagið og partvís Kaldbak, so umframt støðina Tangafjørð kundu støðirnar SK05, SK07, SK09, SU05, SU15, (KO07), KA05 og KA09 væntandi verið ávirkaðar av oljudálkingini. Hinar støðirnar (SU37, SU41 og FU13) vórðu kannaðar fyri at kunna samanbera støðirnar í økinum, har oljudálkingin var, við støðir, har dálkingin ikki var, og fyri at fáa eina mynd av støðinum av PAH í botntilfari inni á firðunum.

Tíðarfesting

Fyri at vita nær ein møgulig dálking í botntilfarinum er íkomin, ber til at kanna, hvussu skjótt tilfar legst á botnin. Við hesum endamáli varð onnur súlan av botntilfari frá Tangafirði sent til tíðarfestingar. Funnið varð, at 1,5 cm av tilfari verður lagt afturat á botnin hvørt ár, sum kann sigast at vera rættiliga nógv. Sostatt ber til at tíðarfesta botntilfarið uml. 12-13 ár aftur (Talva 14).

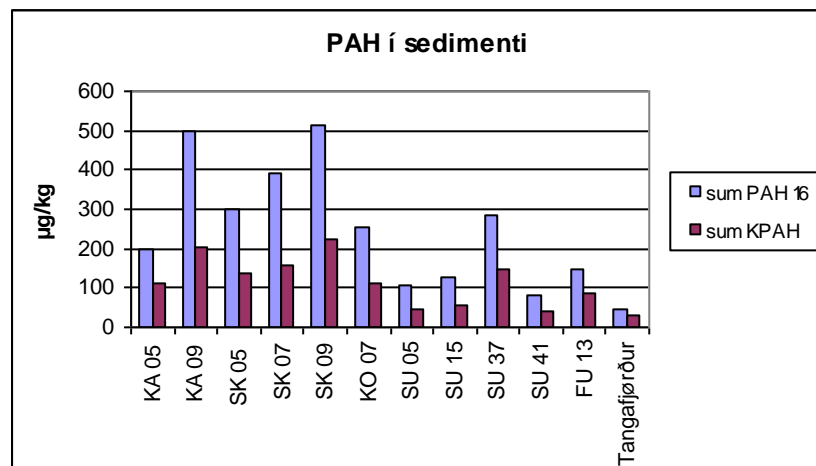
Talva 14 Aldur í mun til dýpi á kjamanum av botntilfari frá Tangafirði

Dýpi, cm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Aldur, ár	-0,7	-1,3	-2,0	-2,7	-3,3	-4,0	-4,7	-5,3	-6,0	-6,7	-7,3	-8,0	-8,7	-9,3	-10,0	-10,7	-11,3	-12,0	-12,7

Av hesum sæst, at botntilfarið, sum varð kannað fyri PAH (tveir teir ovastu cm), er lagt á botnin innanfyri 1 - 1½ ár áðrenn sýnistøkuna.

PAH

Samlaða innihaldið av PAH í botntilfari frá teimum ymisku støðunum sæst á Mynd 9.

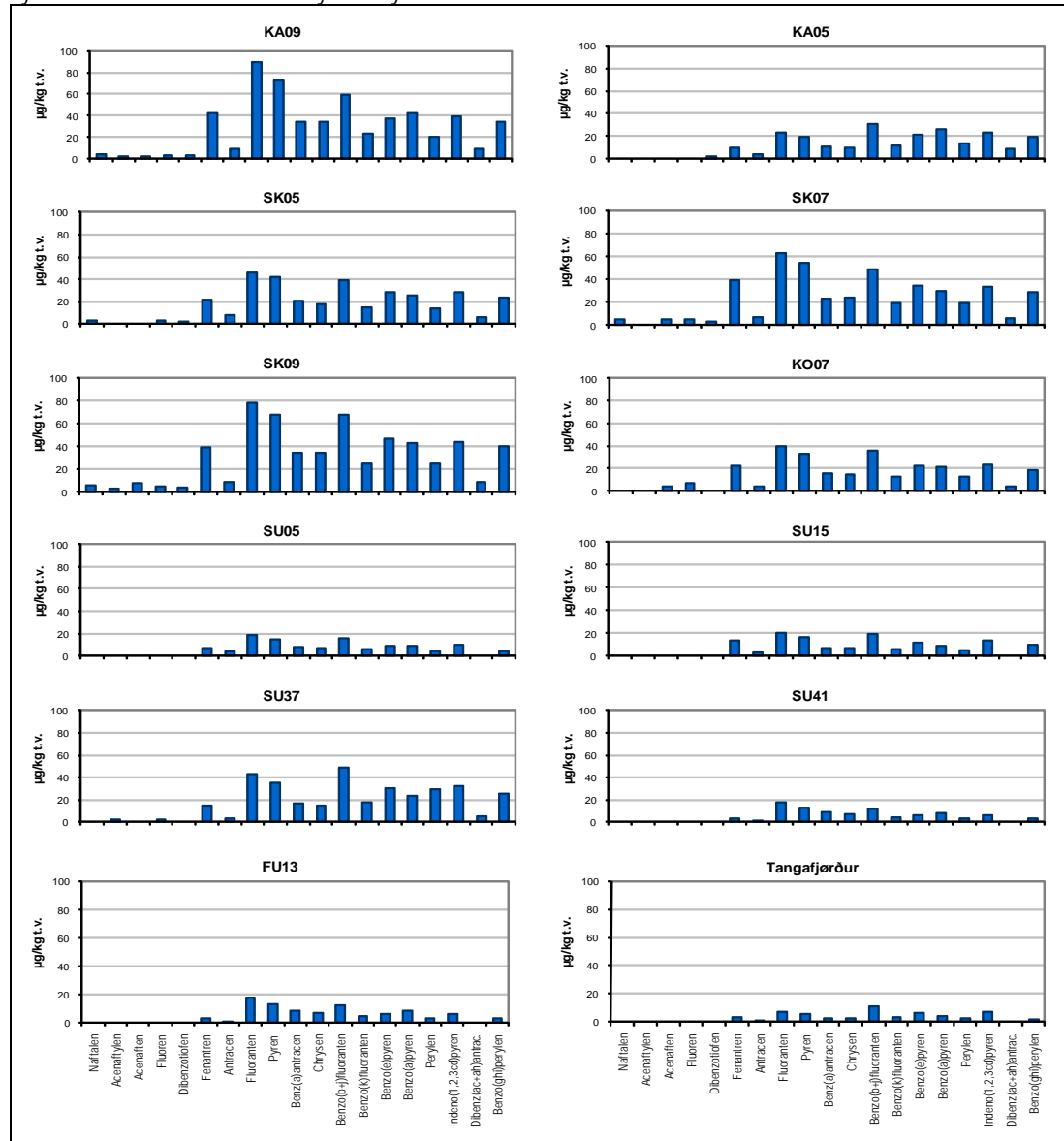


Mynd 9 Innihald av PAH í botntilfari frá føroyskum firðum. Sýnistøkustøðirnar eru lýstar í Talva 13.

Innihaldið av PAH í botntilfari í Tangafirði er tað lægsta samanborið við hinar støðirnar, meðan tey hægstu virðini eru á Skálafirði og í Kaldbak. PAH- innihaldið í botntilfarinum er tó sambært norskari umhvørvisflokkning (sí Fylgiskjal 1) ikki hægri enn, at tað fyri tey ymisku evnini kann flokkast í antin dálkingarstøðu I: *bakgrund* ella dálkingarstøðu II: *Góð*, har virðið skal upp um dálkingarstøðu II, áðrenn tað sambært kanningum kunnu síggjast árin av eiturevniinum á djór, sum liva í botntilfarinum ella sjónum.

Hóast hægst PAH var funnið á støðunum á Skálafirði og uttarlaga á Kaldbaksfirði, sum eru økir, har oljan frá "Olshana" rak, nýtist PAH-ið ikki at stava frá "Olshana" dálkingini, eftirsum PAH- dálking eisini kann standast av øðrum virksemi.

Mynd 10 PAH í botntilfari frá teimum ymisku sýnistökustöðunum.



Um hugt verður eftir teimum ymisku PAH-unum í botntilfarinum (Mynd 10) sæst, at fyri allar stöðirnar eru mest av teimum tyngru PAH-unum (4-6 ringar). Hetta hongur saman við upplöysilgheitini hjá PAH-unum. Tey lættaru PAH-ini (2-3 ringar) so sum naftalen og fenantren, eru meiri upplöysilig í vatni, og verða niðurbrotin skjótari, meðan tey tyngru PAH-ini eru minni upplöysilig, og tí hefta seg til bitlar, sum síðani søkka og leggjast á botnin.

Tíverri hava vit ikki tøl fyri PAH í botntilfari frá undanfarnum árum uttan frá Tangafirði, har sýnir vórðu tikin í 1994, (Granmo, 1996). Úrslitini frá 1994 vístu eitt hægri innihald av PAH í Tangafirði enn úrslitini í hesi kanning (sí Talva 15). Samlaða nøgðin av krabbameinselvandi PAH-um (KPAH)²² var í 1994 heili 143 µg/kg t.v. meðan hon í 2007 var 50 µg/kg t.v.

²² Benzo(a)pyrene, benz(a)antracen, dibenz(a,c+a,h)antracen, benzo(b+j+k)fluorantén og indeno(1,2,3-cd)pyren.

Talva 15 PAH í botntilfari í Tangafirði, µg/kg t.v. Kelda til töl frá 1994: Granmo, 1996

	1994	2007
Fenantren	7,9	7,2
Fluoranten	21,0	13,6
Pyren	39,0	10,6
Benzo(a)pyren	22,0	8,0
Sum KPAH	143,0	50,0

Í sambandi við kanningarnar av botntilfari frá “Olshana”-dálkingini í 2007, varð roynt at raka á somu støð í Tangafirði, sum varð kannað í 1994, fyri at kunna samanbera, og tí at møgulig dálkandi evnir kundu hugsast at verði savnað har. Ivasamt er tó, um hetta eydnaðist, tí støðin frá 1994 skuldi hava eitt dýpið uppá umleið 96 m, meðan støðin, har sýnið var tikið í 2007, var umleið 76 m.

Út frá hesum ber sostatt ikki til at siga, at PAH innihaldið er vaksið í botntilfarinum á Tangafirði. PAH innihaldið í botntilfarinum, sum varð kannað í august 2007, sær ikki út til at vera komið frá “Olshana”-dálkingini. Hetta kann møguliga vera tí, at sýnini vórðu tikin rættliga stutt eftir dálkingina, og at tað kann taka eina ávísa tíð, áðrenn dálkingarevni leggjast á botnin.

Tó er tað skilagott framhaldandi at halda eyga við dálkingini av botntilfarinum, eftirsum at olja framvegis kann vera í vrakinum og møguliga kann byrja at leka út seinni. Tá kunnu kanningarúrslitini av botntilfari vera góð at hava at samanbera við.

4.2 Sjógvur

Av tí at olja er lættari enn sjógvur, so flýtur olja, sum kemur á sjógv, omaná sjónum, sum ein tunnur filmur. Við tíðini fordampar ein partur ella verður niðurbrotin av bakterium ella sólarljósi og partvís kann hon verða blandað niður í vatnsúluna. Um talan er um tyngri olju, so sum tungolja, vil hon skjótari søkka. Ymiskir faktorar so sum hiti í sjónum og í luftini, sólarljós og vindmegi kunnu hava stóra ávirkan á hvar oljan er í sjónum. Óansæð slag av olju, vilja tey smærru/lættaru PAH-ini fordampa og niðurbrotast lættari, meðan tey størru/tyngru PAH-ini bindast lættari til bitlar og søkka.

Dálking frá eini punktkeldu kann vera torfór at máta beinleiðis í sjógv, av tí at dálkingarstöðan í sjónum broytist so skjótt og kann vera sera ymisk alt eftir hvar í sjónum sýni verður tikið. Sostatt fæst bert ein lötumynd av støðuni. Skjótt aftaná, at dálkingin er komin á sjógv, kann konsentratióinin eisini vera tynt so nógv, at illa ber til at ávísa dálkingarevni við teimum kanningarháttum, sum eru til taks, hóast dálkingin væl kann hava havt árin á umhvørvið í sjónum. Sjógvsýni siga sostatt einans nakað um støðuna akkurat á tí staðnum sýni varð tikið, akkurat tá, men fyri at siga nakað um eitt stórt øki ella eitt longri tíðarskeið, mugu nógv sýni takast.

4.2.1 SEV í Vági

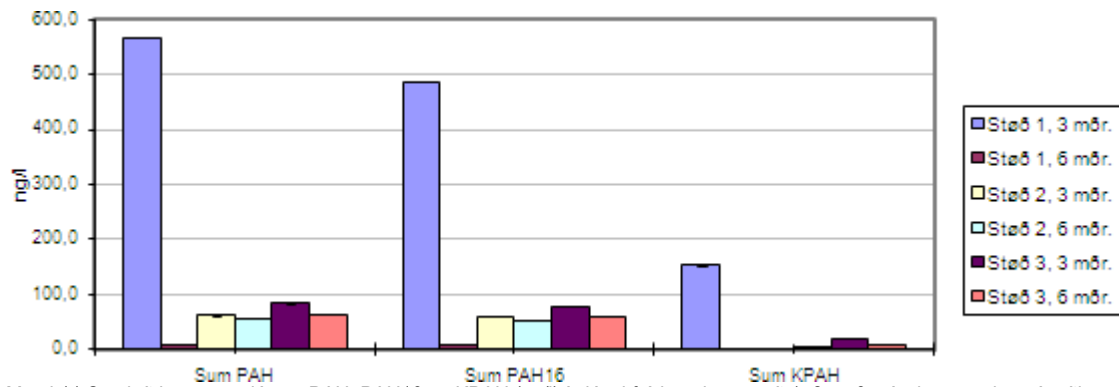
Sýnir av sjógv, vórðu tikin á trimum kanningarstöðum trýggjar mánaðir eftir dálkingina (sí Mynd 4, s. 26). Við 2. sýnistøku seks mánaðir eftir dálkingina vórðu sýni tikin við somu kanningarstöðir. Sjógvurin varð heintaður 0,5–1,5 m úr landi.

Sjógvsýnini vórðu kannað fyri innihald av PAH og innihald av olju í sjónum.

PAH

Mynd 11 vísir konsentratióinirnar av PAH, PAH16 og KPAH²³ í sjógv á kanningarstöð 1, 2 og 3 trýggjar og seks mánaðir eftir óhappið. Tað sæst, at konsentratióinirnar av PAH í sjónum yvirhøvur eru lággar, svarandi til at umhvørvisstöðan er *góð*, tó undantikið kanningarstöð 1, har konsentratióinirnar trýggjar mánaðir eftir óhappið, eru fleiri ferð hægri enn á hinum kanningarstöðunum um somu tíð.

²³ Benzo(a)pyrene, benz(a)antracen, dibenz(a,c+a,h)antracen, benzo(b+j+k)fluoranten og indeno(1,2,3-cd)pyren.



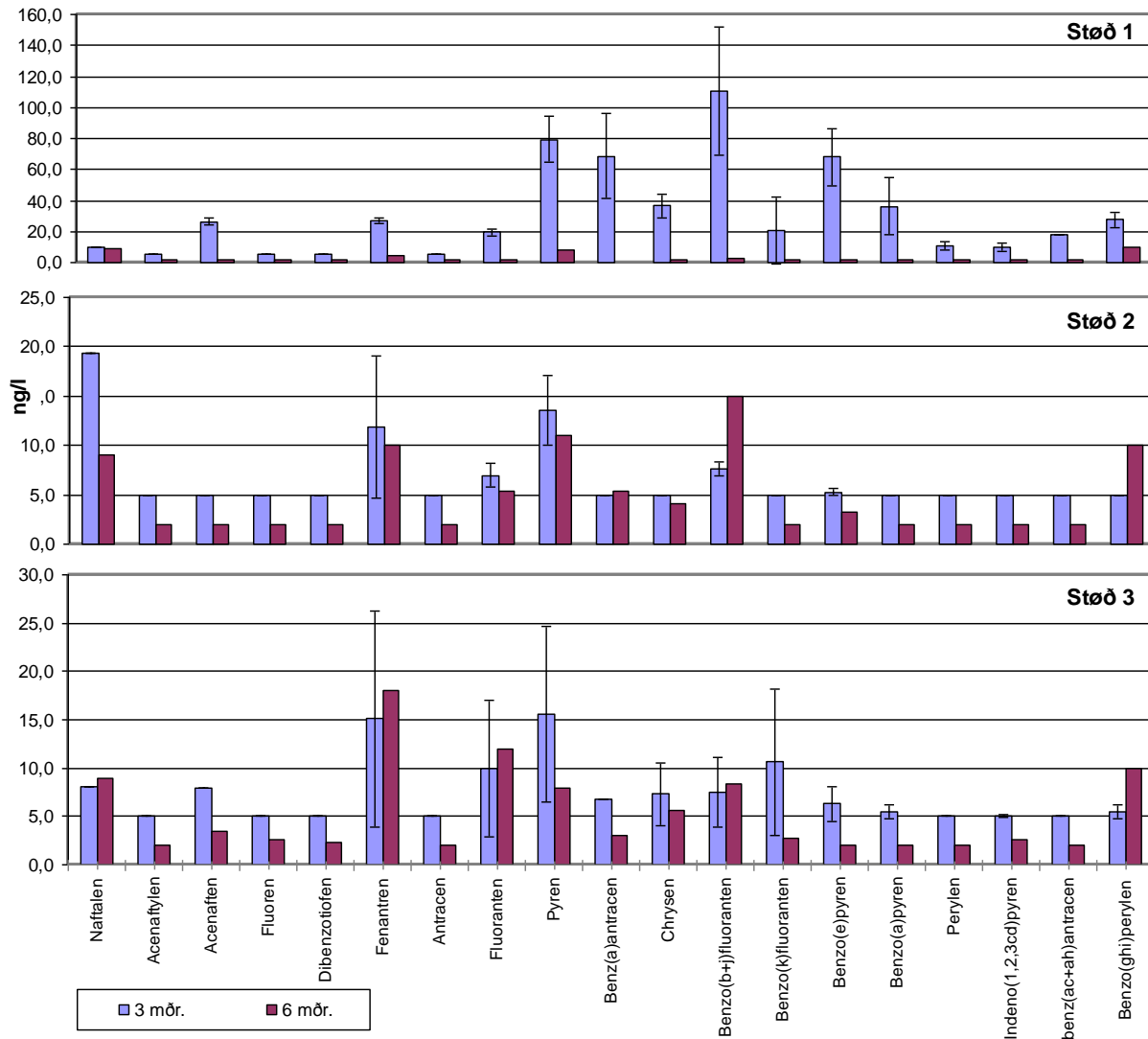
Mynd 11 Samlað konsentratióin av PAH, PAH16 og KPAH (ng/l) í sjógvi frá kanningarstöð 1, 2 og 3, tríggjar og seks mánaðir eftir óhappið.

Mynd 12, sum er ein útgreining av Mynd 11, vísir konsentratióinirnar av 19 ymiskum PAH-um í sjógvi á kanningarstöð 1, 2 og 3, tríggjar og seks mánaðir eftir óhappið.

Aftur sæst, at konsentratióinirnar av PAH-um vóru hægri á kanningarstöð 1 tríggjar mánaðir eftir óhappið. Konsentratióin av pyren, benz(a)antracen og benzo(ghi)-perylene var so høg, at hon var akutt skaðilig fyri livandi verur. Konsentratióinirnar av chrysen og indeno(1,2,3cd)pyren vóru eisini høggar.

Hóast kanningin einans lýsir dálkingina júst ta lýtuna, sýnið varð tikið, er sannlíkt, at konsentratióin av PAH í sjónum hevur verið eins høg ella hægri aðrar dagar, serliga fyrstu tíðina eftir óhappið.

Hálvt ár eftir óhappið var lítið av PAH í sjónum á teimum trimum kanningarstöðunum. Umhvørvisstöðan kann flokkast sum góð sambært norskum umhvørvisflokkungum (Fylgiskjali 1).



Mynd 12 Konsentrati3n av 19 PAH-um (ng/l) í sj3gvi frá kanningarst3ð 1 (ovast), 2 (í miðjuni) og 3 (niðast) triggjar og seks mánaðir eftir óhappið. Gevið gætur, at t3lini á uppásunum eru ymisk.

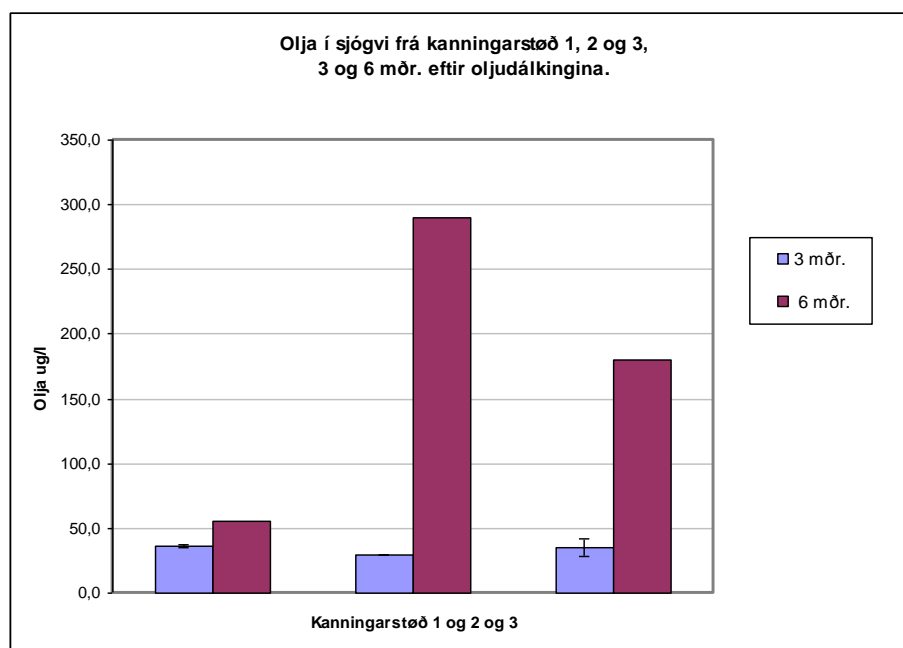
Av tí, at sj3gvssýni einans geva eina l3tumynd, sum í st3ran mun er tengd at veðri og 3ðrum viðurskiftum, sum eru galdandi á firðinum í sýnist3kul3tuni, ber illa til at gera aðra niðurst3ðu, enn at óhappið elvdi til at konsentrati3nirnar av PAH-um hækkaðu á kanningarst3ð 1. Úrslitið hongur t3 væl saman við, at kanningarst3ð 1 var sj3nliga dálkað við olju á sýnist3kudegnum. T3 er vert at leggja til merkis, at konsentrati3nirnar av PAH á kanningarst3ð 2 og 3 ikki broyttist st3rvegis frá fyrri til seinna kanning. Í fyrsta lagið er hetta er ein ábendingum um, at sj3gvurin á hesum st3ðum ikki hevur verið eins nógv dálkaður, sum sj3gvurin við kanningarst3ð 1. Í 3ðrum lagi kundi st3ðuga PAH-konsentrati3nir benta, at ein PAH dálkingarkelda er í 3kinum.

Olja í sjónum

Mynd 13 vísir konsentratiónum av olju í sjónum á kanningarstøð 1, 2 og 3, tríggjar og seks mánaðir eftir óhappið.

Tað sæst, at konsentratiónum av olju í sjónum er næstan eins á øllum trimum kanningarstøðum tríggjar mánaðir eftir óhappið t.e. á leið 30-40 µg olja/l. Við seinnu sýnistøku, á leið tríggjar mánaðir seinni, eru konsentratiónum bæði hægri og ymiskar frá kanningarstøð til kanningarstøð. Tað sæst, at mest av olju er við kanningarstøð 2 seks mánaðir eftir óhappið.

Ein orsök til, at konsentratiónum av olju er hægri við aðru sýnistøku (6 mðr.) kann mógulig vera, at talan er um nýggja dálking, antin olja frá oljutanganum, beinleiðis ella óbeinleiðis, ella onnur olja frá aðrari dálkingarkeldu. Onnur kanningarúrslit vísa eisini høggar konsentratiónum við kanningarstøð 2. Onnur orsök kundi verið, at vatnsýni júst ikki geva meira enn eina lýtumynd og tí kann PAH konsentratiónum í sjónum broytast nógv frá tíma til tíma, tí vindur og rák flyta oljuna.



Mynd 13 Konsentratiónum av olju (µg/l) í sjógví frá kanningarstøð 1, 2 og 3, tríggjar og seks mánaðir eftir óhappið.

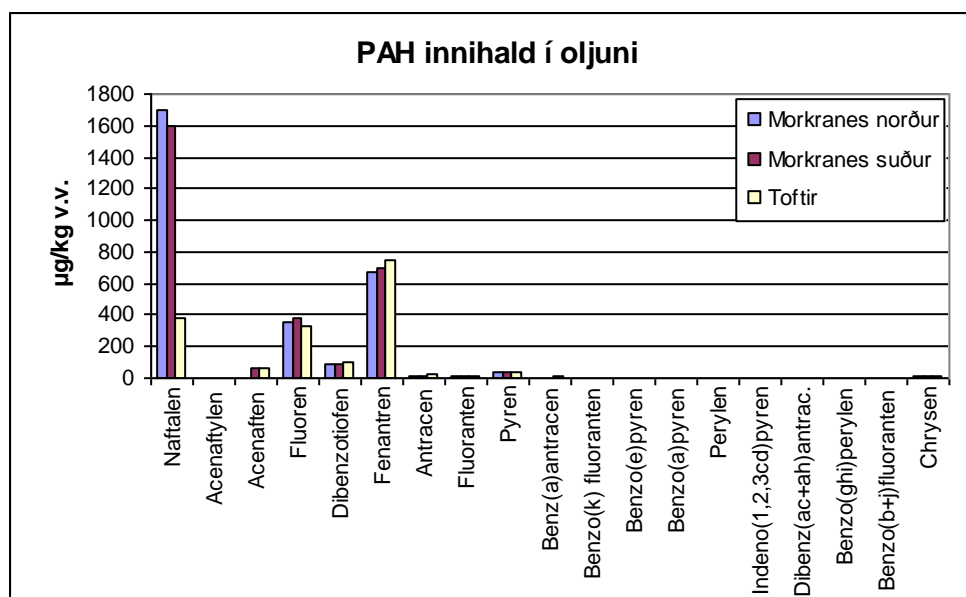
4.2.2 “Olshana”

Í sambandi við dálkingina frá “Olshana” vórðu tvey sýnir tikin av oljudálkaðum sjógví við Morkranes hin 3. august 2007. Sýnini innihildu mest sjógv, við einum lagi av olju omanyvir. Sýnini stóðu leingi á goymslu áðrenn tey vórðu send til kanningar, so tað varð avgjørt ikki at kanna sýnini fyri konsentratiónum av olju og PAH í sjónum, men heldur at kanna oljupartin av sýnunum fyri at vita hvørji PAH oljan innihelt. Harumframt varð eitt sýni tikið av oljuni, sum Skálafjarðar slökkilið tók upp við skimmara við Toftir 3. august 2007. Hetta sýnið var skúm frá skimmaranum, og innihelt mest olju við einum tunnnum lagið av vatni niðriundir. Oljan í báðum

sýnunum frá Morkranesi virkaði meira molnað, meðan sýnið frá Toftum var meiri rein olja. Partssýnir vórðu tikin av oljulgnum í hvørjum av hesum trimum sýnum, og send til kanningar fyri PAH.

Mynd 14 vísir innihaldið av PAH í oljusýnunum, sum vóru tikin av oljulettinum og sjógvi við olju frá “Olshana”.

Oljan, sum lak úr “Olshana”, var fyri tað mesta dieselolja (umleið 30t), meðan ein minni partur var smyrjioolja (umleið 9t). Mynd 14 vísir, at oljan innihelt mest av teimum lættaru PAH-unum so sum naftalen, fluoren og fenantren, meðan tey tyngru PAH-ini, bert vórðu funnin í sera smáum nøgdum. Samlaða nøgdin av KPAH²⁴ var ávikavist 4,3, 4,0 og 8,4 µg/kg á Morkranesi S, Morkranesi N og Toftum.



Mynd 14 PAH innihaldið í oljusýnum tikin í sjónum í sambandi við oljulekan hjá “Olshana”.

Tað var ikki stórir munur á innihaldinum í teimum trimum sýnunum, tó var heldur meiri av naftalen í sýnunum av Morkranesi enn í sýninum av Toftum. Ein mógulig orsök til hetta kann vera, at sýnið av Toftum var skúm frá skimmaranum, og hefur sostatt verið nógv í sambandi við luft, og tað kann hugsast, at nakað av naftaleninum í oljuni er dampað av. Harafturat hava sýnini staðið eina tíð, áðrenn kanningarnar vórðu gjørdar, og sýnini av Morkranesi vórðu konserverað og stóðu í køliskápi, meðan sýnið tikið við Toftir ikki varð konserverað og stóð við stovuhita. Tað kann sostatt hugsast, at sýnini av Morkranesi meiri endurspeglar rættað innihaldið í oljuni enn sýnið av Toftum.

²⁴ Benzo(a)pyrene, benz(a)antracen, dibenz(a,c+a,h)antracen, benzo(b+j+k)fluoranten og indeno(1,2,3-cd)pyren.

4.3 Kræklingur

Kræklingur er sera væl egnaður sum kanningardjór í sambandi við kanningar av dálking í sjónum. Serliga tí hann sílar stórar nøgdir av sjógvi og harvið upptekur evni úr sjónum, eisini PAH. Harumframt er kræklingur staðbundin. At vevnaðurin í kræklingi harafturat í lítlan mun niðurbrýtur PAH, ger, at konsentratióin av PAH í kræklingi kann geva eina mynd av PAH innihaldinum á staðnum, har hann livir.

4.3.1 SEV í Vági

Kræklingur varð tikin á trimum kanningarstöðum á sunnara armi á Vágfirði trýggjar, seks og sekstan mánaðir eftir óhappið á SEV verkinum. Sí Talva 16 og Mynd 4.

Talva 16 Tal av blandsýnum av kræklingi innsavnaður á kanningarstöð nr. 1, 2 og 3, ávikavist 3, 6 og 16 mðr. eftir at fjørðurin varð dálkaður við tungolju.

Kanningarstöð	3 mðr. 17. mars 2007	6 mðr. 20. juni 2007	16 mðr. 16. apríl 2008
1	2	1	1
2	3	1	1
3	2	1	1

Fyri at kunna samanbera við vanligu innihaldið av PAH í kræklingi á føroyskum firðum um somu tíð, vórðu fyra samanberingarstöðir valdar, har kræklingur varð tikin og síðani kannaður fyri PAH. Kræklingur varð tikin í Hovi (1. apríl 2007), í Vestmanna (8. mai 2007), á Skálafirði (13. juni 2007) og í Trongisvági (27. juni 2007). Harumframt var kræklingur eisini heintaður av boyu, sum lá á aliðkinum á Vágfirði (A-20) 20. juni 2007.

Innsavning og sýnistøka av kræklingum varð gjørd sambært OSPAR- vegleiðing²⁵.

Í talvuni niðanfyrri eru upplýsingar um miðallongd, vekt og tal av kræklingi í sýnunum frá kanningarstöð 1, 2 og 3 og frá samanberingarstöðunum.

²⁵ JAMP Guidelines for Monitoring Contaminants in Biota (agreement 1999-2) www.ospar.org

Talva 17 Upplýsingar um sýni frá kanningarstöðum og samanberingarstöðum: navn á blandsýni, innsavningardagur, miðallongd á kræklingunum \pm standard frávik, vekt á vevnaðinum og tal av kræklingum í blandsýninum

Sýni	Dagur	Tal av kræklingum	Miðallongd \pm frávik <i>cm</i>	Vekt <i>g</i>
1a	17. mars 2007	22	6,5 \pm 0,4	164
1b	17. mars 2007	20	7,6 \pm 0,7	217
1a	20. juni 2007	20	6,4 \pm 0,4	195
1a	16. apríl 2008	29	6,3 \pm 0,5	224
2a	17. mars 2007	22	6,4 \pm 0,3	179
2b	17. mars 2007	20	6,7 \pm 0,2	171
2c	17. mars 2007	20	7,2 \pm 0,4	216
2a	20. juni 2007	20	6,4 \pm 0,4	215
2a	16. apríl 2008	28	6,6 \pm 0,4	220
3a	17. mars 2007	18	7,2 \pm 0,6	218
3b	17. mars 2007	12	8,1 \pm 0,6	204
3a	20. juni 2007	20	6,7 \pm 0,8	215
3a	16. apríl 2008	23	6,5 \pm 0,9	213
Hov	1. apríl 2007	20	6,3 \pm 1,5	180
Vestmanna	8. mai 2006	34	6,4 \pm 0,3	201
Skálafjørður	13. juni 2006	28	6,5 \pm 0,3	157
Trongisvágur	27. juni 2007	30	5,1 \pm 0,4	112
A-20	20. juni 2007	20	5,8 \pm 0,8	203

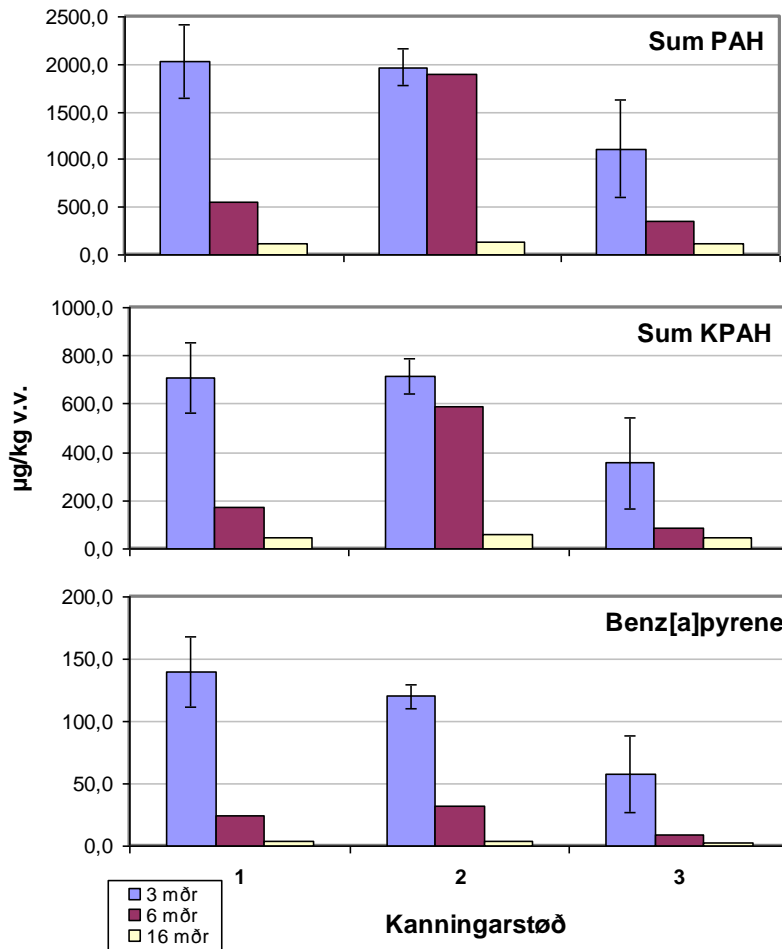
PAH, KPAH og benzo(a)pyren

Mynd 15 vísir samlaðu konsentratióinirnar av PAH, KPAH og konsentratióinina av benzo(a)pyren á teimum trimum kanningarstöðunum, tríggjar, seks og sekstan mánaðir eftir óhappið. Konsentratióinirnar av PAH og KPAH eru roknaðar út frá konsentratióinini av einstøku PAH-unum í kræklingi.

Úrslitini vísa, at kræklingurin, hevði høggar konsentratióinir av PAH í vevnaðinum. Konsentratióin av PAH var hægst við kanningarstöð 1 og 2 og lægst við kanningarstöð 3. Tað er týðuligt, at konsentratióin minskar við tíðini. Undantakið er kanningarstöð 2, har PAH-konsentratióin enn er høg seks mánaðir eftir óhappið.

Hesi úrslit vísa óbeinleiðis, at konsentratióinirnar av biotøkum PAH á Vágsfirði var fallandi í tíðarskeiðinum frá trimum til sekstan mánaðir eftir óhappið. Fallið í konsentratióinunum er størri millum fyrsta og annað kanningarumfar, enn millum annað og triðja kanningarumfar. Hetta hóast millumbilið millum annað og triðja kanningarumfar er tíggju mánaðir, meðan tað einans eru tríggir mánaðir millum fyrstu og aðru kanning.

Sannlíkt er, at biotøka PAH-konsentratióin á firðinum, og harvið eisini konsentratióin av PAH-unum í kræklingi, hava verið enn hægri undan fyrsta kanningarumfari.

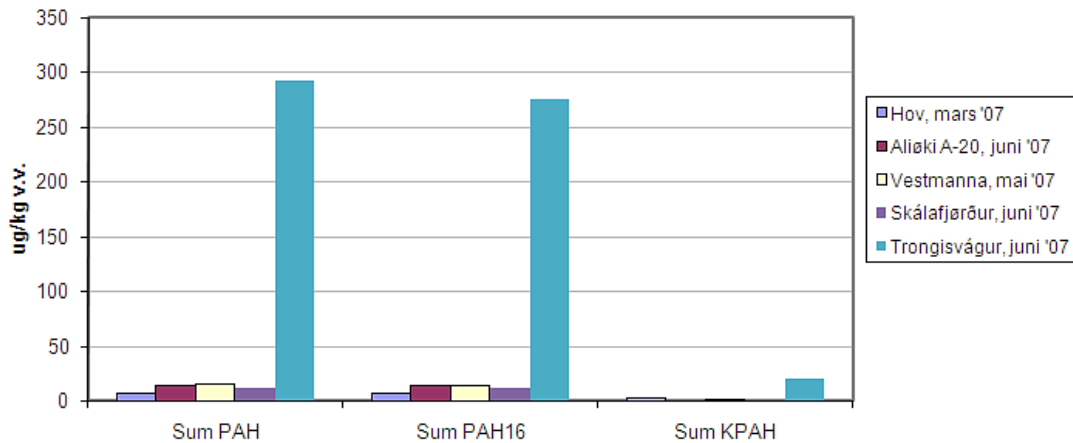


Mynd 15 Samlað konsentratiún av PAH-um (ovast), av KPAH-um (í miðjuni) og av konsentratiúnin av benz[a]pyren ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) í kræklingi á kanningarstöð 1, 2 og 3, triggjar, seks og sekstan mánaðir eftir óhappið. Gevið gætur, at töluni á uppásini eru ymisk.

Aðrar kanningar hava víst, at PAH í sjónum skjótt hópast upp í kræklingi, og at ein javnvág millum PAH í kræklingavevnaðinum og PAH í sjónum íkemur. So hvørt sum sjógvurin aftur gerst reinur, verður PAH í kræklingi útskilt aftur.

Út frá hesum kann tað metast sum sera sannlíkt, at høgu PAH- konsentratiúnirnar í kræklingi skyldast, at Vágsfjørður varð dálkaður við tungolju eftir óhappið á SEV verkinum í Vági.

Mynd 16 vísir samlaðu konsentratiúnina av PAH-um, PAH16 og KPAH á samanberingarstöðunum.



Mynd 16 Samlað konsentratióin av PAH, PAH16, og KPAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) í kræklingi á samanberingarstöðunum.

PAH-konsentratióinirnar á flestu samanberingarstöðunum er 7-16 $\mu\text{g}/\text{kg}$, sum svarar til baggrundarvirðið, sum eisini er nógv lægri enn í Vági. Undantakið er Trongisvágsfjørður, har samlaða konsentratióin av PAH er 292 $\mu\text{g}/\text{kg}$, sum svarar til, at staðið, har kræklingur varð heintaður, er *týðandi dálkað*. Hetta bendir á, at ein dálkingarkelda er í økinum.

Við hesum kanningum er staðfest, at konsentratióinirnar av PAH í kræklingi av Vágsfirði í 2007/08 vóru nógv lægri enn vanligt er í Føroyum, samanber Mynd 15 og Mynd 16.

Umhvørvisstöðan í Vági

Út frá kanningum av PAH í kræklingi og við støði í norsku flokkingarskipanini, verður niðanfyrir mett um umhvørvisstöðuna í Vági. Triggjar metingar verða gjørdar, sum taka støði í trimum parametrum fyri PAH-konsentratióin:

1. Samlað konsentratióin av PAH (Σ PAH)
2. Samlað konsentratióin av krabbameinselvandi PAH (Σ KPAH)²⁶
3. Konsentratióin av benzo(a)pyren.

Samlað konsentratióin av PAH

Talva 18 vísir, at út frá samlaðu PAH-konsentratióinini í kræklinginum, er Vágsfjørður *týðandi dálkaður* triggjar og seks mánaðir eftir óhappið. Kanningarstöð 1 er *illa dálkað* 3 mðr. eftir óhappið. Sekstan mánaðir eftir óhappið er Vágsfjørður enn *nakað dálkaður*.

²⁶ Benzo(a)pyrene, benz(a)antracen, dibenz(a,c+a,h)antracen, benzo(b+j+k)fluoranten og indeno(1,2,3-cd)pyren.

Talva 18 Umhvervisstöðan á kanningarstöð 1, 2 og 3 á Vágsfirði, triggjar, seks og sekstan mánaðir eftir óhappið, flokkað eftir samlaðu konsentratiónini av PAH í kræklingi.

Σ PAH	3 mðr.	6 mðr.	16 mðr.
Kanningarstöð 1	Illa dálkað	Týðandi dálkað	Nakað dálkað
Kanningarstöð 2	Týðandi dálkað	Týðandi dálkað	Nakað dálkað
Kanningarstöð 3	Týðandi dálkað	Týðandi dálkað	Nakað dálkað

Krabbameinselvandi PAH

Í Talva 19 sæst at kanningarstöðirnar vóru *sera illa dálkaðar* við krabbameinselvandi PAH-um triggjar mánaðir eftir óhappið. Seks mánaðir eftir óhappið var konsentratiónin fallin á kanningarstöð 1 og 3 og tíggju mánaðir seinni var konsentratiónin fallin enn meira. Enn var tó talan um *týðandi dálking* á øllum kanningarstöðum.

Talva 19 Umhvervisstöðan á kanningarstöð 1, 2 og 3 á Vágsfirði, triggjar, seks og sekstan mánaðir eftir óhappið, flokkað eftir samlaðu konsentratiónini av KPAH í kræklingi.

Σ KPAH	3 mðr.	6 mðr.	16 mðr.
Kanningarstöð 1	Sera illa dálkað	Illa dálkað	Týðandi dálkað
Kanningarstöð 2	Sera illa dálkað	Sera illa dálkað	Týðandi dálkað
Kanningarstöð 3	Sera illa dálkað	Týðandi dálkað	Týðandi dálkað

Benzo(a)pyren

Konsentratiónin av benzo(a)pyren var eisini sera høg á øllum kanningarstöðum triggjar mánaðir eftir óhappið, svarandi til at umhvørvið har var *sera illa dálkað*. Síðani fall konsentratiónin, so at umhvervisstöðan sekstan mánaðir eftir óhappið kann flokkast sum *týðandi dálkað*. Sí Talva 20.

Talva 20 Umhvervisstöðan á kanningarstöð 1, 2 og 3 á Vágsfirði, triggjar, seks og sekstan mánaðir eftir óhappið, flokkað eftir konsentratiónini av benzo(a)pyren í kræklingi.

Benzo(a)pyren	3 mðr.	6 mðr.	16 mðr.
Kanningarstöð 1	Sera illa dálkað	Illa dálkað	Týðandi dálkað
Kanningarstöð 2	Sera illa dálkað	Sera illa dálkað	Týðandi dálkað
Kanningarstöð 3	Sera illa dálkað	Týðandi dálkað	Týðandi dálkað

Tá Σ KPAH og benzo(a)pyren verða brúkt at meta um dálkingina, verður úrslitið av flokkingini eins (samanber talvurnar 18 og 19). Tá Σ PAH verður brúkt sum dálkingarparametur, er úrslitið, at umhvervisstöðan er betri. Hetta kundi bent á, at tungoljan, sum dálkaði fjørðin, innihelt lutfalsliga nógv av benzo(a)pyren²⁷.

Sum heild varð mest dálking staðfest á kanningarstöð 1, sum er næst við staðið, har olja rann á sjógv.

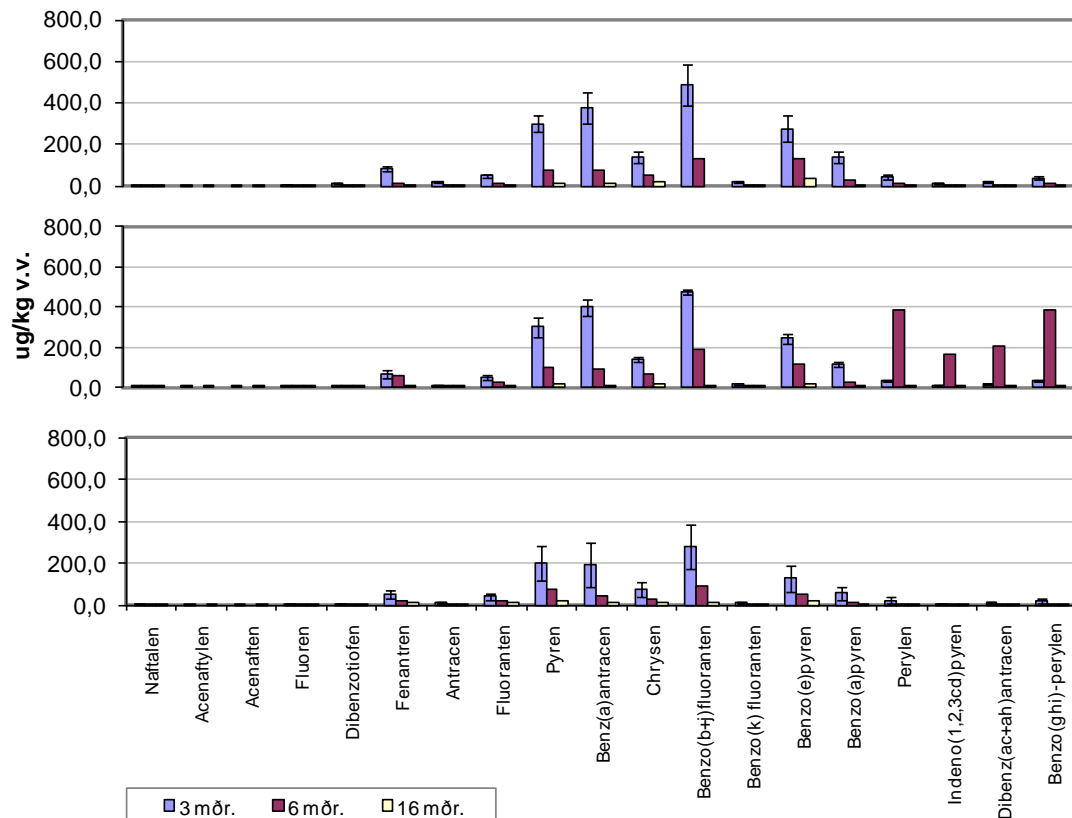
Samanumtikið kann sigast, at óhappið á SEV- verkinum elvdi til, at Vágsfjørður hevur verið *týðandi dálkaður* við PAH-um generelt, og *sera illa dálkaður* við krabbameinselvandi PAH-um, kanska mest benzo(a)pyren. Kanningarnar vísa tó

²⁷ Onnur dømi um B(a)P konsentratiónir í olju, sí <http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/enven/vol359.htm>

eisini, at stöðan á firðinum batnar við tíðini. Lítið er at ivast í, at eitt beinleiðis samband er millum óhappið og dálkingina á Vágsfirði.

Einstøk PAH

Mynd 17 vísir konsentratióinina av nítjan ymiskum PAH-um í kræklingi, heintaður á kanningarstøð 1, 2 og 3, tríggar, seks og sekstan mánaðir eftir óhappið.



Mynd 17 Konsentratióin av 19 PAH-um ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) í kræklingi á kanningarstøð 1 (ovast), 2 (í miðjuni) og 3 (niðast), tríggar, seks og sekstan mánaðir eftir óhappið.

Kræklingurin inniheldur lítið av teimum løttu PAH-unum, undantikið fenantren, og heldur ikki nógv at teimum tyngstu PAH-unum. Mest finst av benzo(b+j)fluoranten, benz(a)antracen, pyren, benzo(e)pyren og benzo(a)pyren.

Felags fyri øll PAH-ini, er at konsentratióin týðiliga fellur við tíðini. Men hóast konsentratióin er lutfalsliga lág sekstan mánaðir eftir óhappið, eru skaðilig árin á livandi verur enn sannlík.

Til dømis fellur konsentratióin av benzo(a)pyren eini 7-8 ferðir, men tó svarar henda konsentratióin til, at Vágsfjørður er *týðandi dálkaður*.

Eins og Mynd 15, vísir Mynd 17, at kanningarstøð 3 minnir nógv um kanningarstøð 1. Bæði viðvíkjandi hvørji sløg av PAH finnast í kræklingi, og at konsentratióin fellur við tíðini. Tó eru konsentratióinir lægri á kanningarstøð 3. Orsøkin er helst, at kanningarstøð 3 liggur longst burtur frá staðnum, har tungoljan rann á sjógv.

Kanningarstöð 2 líkist fyrri so vítt eisini kanningarstöð 1 og 3. Konsentratióinirnar av PAH eru tó hægri enn á kanningarstöð 3, men nakað lægri enn á stöð 1. Men við aðru sýnistøku (juni 2007) víkir kanningarstöð 2 frá hinum báðum. Tað sæst á Mynd 17, at kræklingurin á kanningarstöð 2 inniheldur nógv av teimum tyngru PAH-unum, serliga perylen og benzo(ghi)perylene. Hetta kundi bent á eina aðra dálking í tíðarskeiðinum millum fyrstu og aðru sýnistøku, sum ikki beinleiðis hevur samband við dálkingina frá SEV verkinum.

4.3.2 “Olshana”

Fyri at kanna um dálkingin frá “Olshana” hevði árin á djóralívið í økinum, varð kræklingur savnaður frá aliringum við Veðranes og úr fjøruni í Kolbanagjógv, har oljudálkingingin hevði verið, umframt á Funningsfjørði, sum varð brúkt sum samanberingarstöð. Kræklingurin frá Kolbanagjógv, hevði ligið í einum posa (sekki) í fjøruni í umleið eitt ár. Tá posin varð tikin upp kom olja upp úr móruni/sandinum, har posin hevði ligið. Blandsýnir av kræklingi vórðu kannað fyrri PAH og blandsýnir av kræklingatáknum (á 4-5 individ í hvørjum) vórðu kannað fyrri DNA addukt (sí s. 19 og s. 53).

Yvirlit yvir sýnini til PAH kanningar sæst niðanfyri:

Talva 21 Sýnir av kræklingi kannaði fyrri PAH.

Stað	Dato	Sýni	Miðallongd, cm	Tal í bl.sýni
Veðranes	09.10.2007	A	5,7	25
		B	5,4	25
Kolbanagjógv	08.11.2007	A	7,4	10*
Funningsfjørður	11.11.2007	A	5,5	26
		B	7,0	18

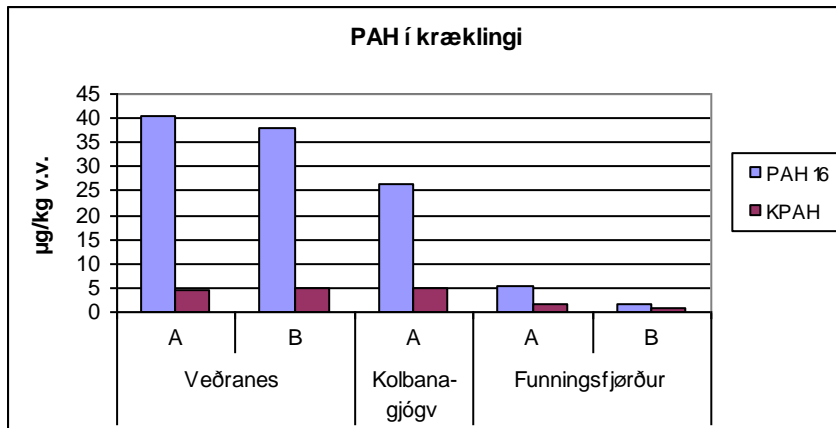
*mangla táknum (táknurnar tiknar til DNA addukt kanning).

Talva 22 Sýnir av kræklingatáknum kannaðar fyrri DNA adduktir.

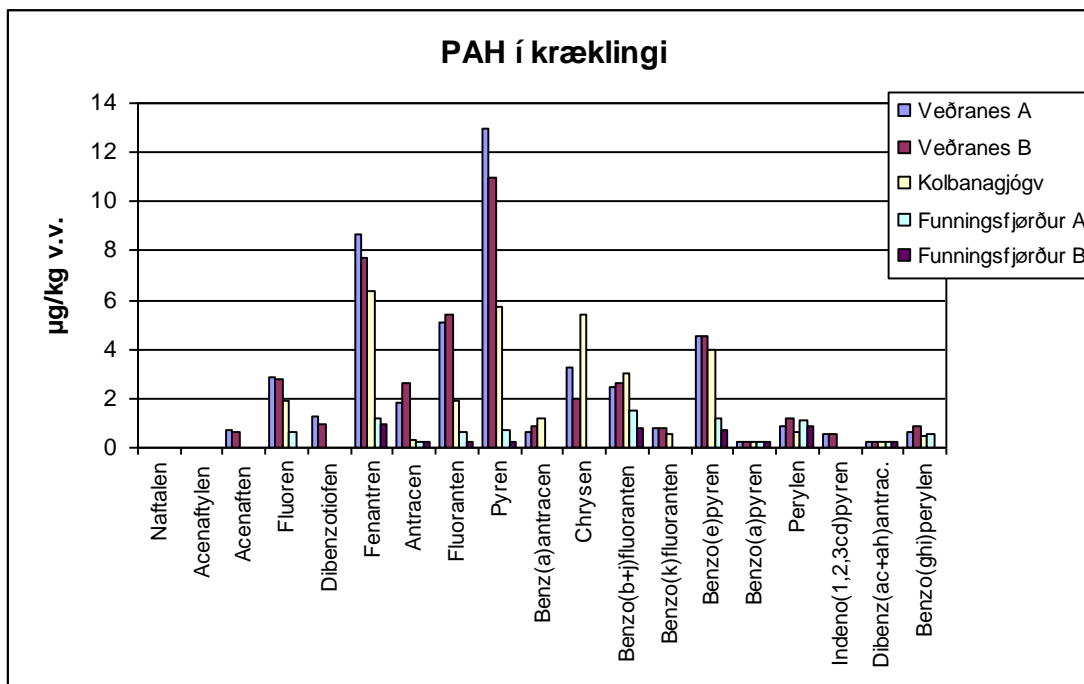
Stað	Dato	Sýni	Miðallongd, cm	Tal í bl.sýni
Veðranes	09.10.2007	1-4	6,2	4
		5-8	6,1	4
		9-12	5,9	4
		13-16	5,7	4
Kolbanagjógv	08.11.2007	17-19	9,1	3
		20-22	7,8	3
		23-26	6,0	4
Funningsfjørður	11.11.2007	27-30	8,6	4
		31-33+35	7,0	4
		36-38+34	6,4	4

PAH

Kræklingurinn varð kannaður fyri 19 ymisk PAH. Summurin av 16 av PAH-unum, sum vórðu mátað í blandsýnum av kræklingi frá teimum trimum stöðunum, sæst á Mynd 18. Mynd 19 vísir býtið av teimum ymisku PAH-unum í kræklingi.



Mynd 18 Konsentratióin av PAH16 og KPAH í kræklingi frá Veðranesi, Kolbanagjógv og Funningsfirði, kannað sum blandsýni.



Mynd 19 Býtið av konsentratióinini av teimum ymisku PAH-unum í kræklingi frá teimum trimum stöðunum.

PAH innihaldið var hægst í kræklingi frá Veðranesi og næsthægst í kræklingi frá Kolbanagjógv, meðan kræklingurinn tikin á samanberingarstöðini á Funningsfirði hevði lágt innihald. Innihaldið av KPAH var tað sama í kræklinginum frá Veðranesi og Kolbanagjógv og væl lægri í Funningsfirði.

Samlaða innihaldið av PAH í kræklingi frá hesum trimum støðunum var tó rættiliga lágt samanborið við onnur øki í Føroyum, serliga á firðum, har nógv virkseimi er. Um vit samanbera við norsk viðurskipti, kann eitt øki bólkast sum *Ótýðandi - lítið dálkað* um samlaða PAH innihaldið í kræklingi er <50 µg/kg, samlaða KPAH innihaldið er <10 µg/kg og innihaldið av B(a)P er <1 µg/kg (sí fylgiskjal 1). Eftir hesum eru eingin av teimum kannaðu økjum dálkað við PAH.

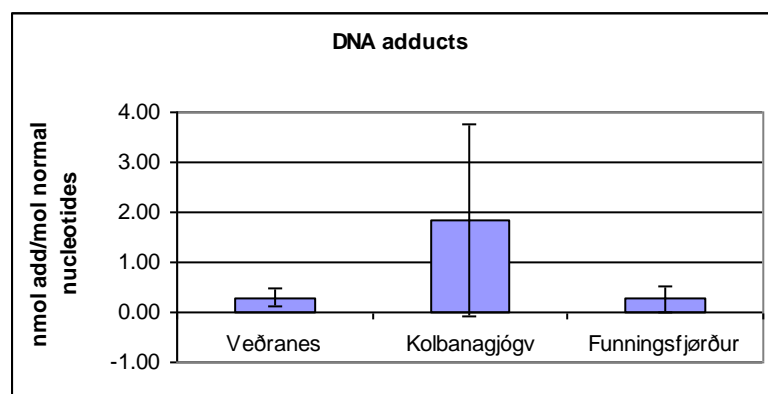
DNA addukt

DNA- addukt vórðu bert ávíst í fyra av teimum tíggu táknu-blandsýnunum, sum vórðu kannað, tveimum frá Kolbanagjógv og einum frá Veðranesi og einum av Funningsfjørður. Innihaldið var størst í kræklingi frá Kolbanagjógv, meðan hini høvdu nógdir tætt við ávísingarmarkið (Talva 23 og Mynd 20).

Talva 23 DNA addukt mátingar í blandsýnum av kræklingatáknum frá Veðranesi, Kolbanagjógv og Funningsfjørði (nmol add/mol normal nucleotides).

Veðranes			Kolbanagjógv			Funningsfjørður samanberingarstøð		
Sýni	DNA addukt	Til útrokning av miðal virðum*	Sýni	DNA addukt	Til útrokning av miðal virðum*	Sýni	DNA addukt	Til útrokning av miðal virðum*
1-4	≤0,23	0,12	17-19	≤0,48	0,24	27-30	0,56	0,56
5-8	≤0,42	0,21	20-22	3,99	3,99	31-33+35	≤0,29	0,15
9-12	≤0,64	0,32	23-26	1,31	1,31	36-38+34	≤0,21	0,11
13-16	0,53	0,53						
Miðal		0,30			1,85			0,27
95% conf. Interval		0,28			4,80			0,62
Std.frv.		0,18			1,93			0,25
n		4			3			3

* Fyri at rokna við úrslitum, sum eru undir ávísingarmarkið, verður helvtin av ávísingarmarkinum nýtt, eftirsum tað verður mett at vera miðalvirði fyri mógulig virði av tí ávísa úrslitinum.



Mynd 20 Miðalnøggin av DNA adduktum í táknum á kræklingi frá Veðranesi, Kolbanagjógv og Funningsfjørði

Tað hægra DNA-addukt-innihaldið í kræklingi frá Kolbanagjógv kundi hingið saman við, at olja sást í fjøruni, tá kræklingurin var tikin, so kræklingurin hevur helst verið meiri í sambandi við oljuna enn kræklingurin, sum hevur ligið longur úti á firðinum. Tó, hóast tað hægra DNA-addukt-innihaldið, var PAH-innihaldið lægri í kræklingi frá Kolbanagjógv enn frá Veðranesi, so samsvar er ikki millum DNA-addukt-kanningarnar og PAH- kanningarnar.

Kræklingurin frá Veðranesi og av Funningsfirði hevur tó livað undir vatnskorpunum alla tíðina, meðan kræklingurin frá Kolbanagjógv hevur livað í fjøruni, soleiðis at hann viðhvørt hevur verið undir vatni og viðhvørt á turrum orsakað av flóð og fjøru, og kanningar hava víst, at DNA- addukt stóði í kræklingi, sum livur í fjøruni, ofta er hægri enn í kræklingi, sum er undir vatni alla tíðina (Skarpheðinsdóttir *et al.*, 2005).

Orsøkin til hendan munin kann tó í summum førum vera, at kræklingur í fjøruni fær meiri PAH og onnur evni í seg, av tí at hesi evni savnast í teimum ovastu mm av sjónum, men aðrar orsøkir kunnu eisini gera seg galdandi so sum, at kræklingur, sum partvís livir á turrum og partvís undir sjógvi verður meira útsettur fyri strongd vegna meira skiftandi umstøður til hita, atgongd til fæði, súrevni og móguleika fyri at tømja tarmarnar fyri eiturevni, sum hann hevur fingið í seg.

Kanningarnar av DNA adduktum vísa tó, at “Olshana” oljudálkingin ikki hevur elvt til týðandi skaðar á DNA í kræklingi.

4.4 Hummari

Hummari er krabbadjór, sum heldur til í holum á mórubotni, har hann livir av td. fiski og øðrum smádjórum. Av tí at hann livir partvís í botntilfarinum og etur djór, sum liva við og í botninum, kann hann vera ávirkaður um botntilfarið er dálkað t.d. við PAH. Hummari verður veiddur og nýttur til matna og skal í tí sambandi lúka ávís krøv fyrri innihald av dálkingarevnum.

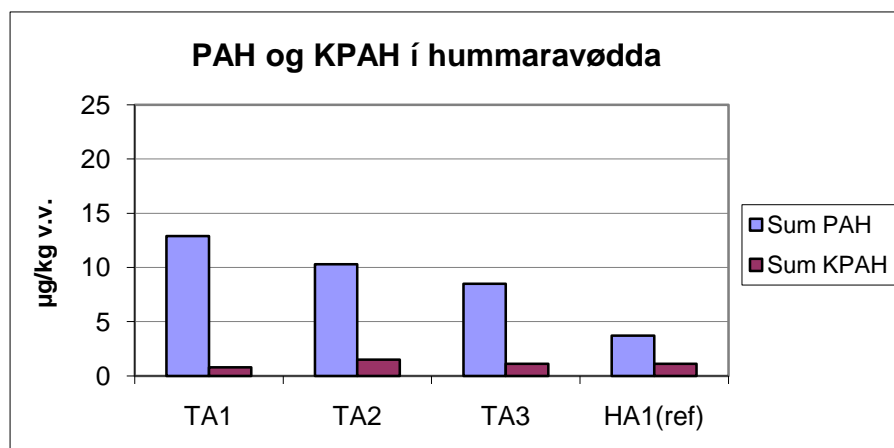
4.4.1 “Olshana”

Kanningar vórðu gjørdar av hummara fyrri at vita um oljudálkingin frá “Olshana” økti innihaldið av PAH í hummara. Hummarar vórðu fingnir í septembur 2007 frá trimum hummarafiskarum, sum royna á Skálafirði/Tangafirði/Sundunum, umframt at hummari var fingin úr Haraldssundi, sum varð brúkt sum samanberingarstöð. Sýnir vórðu tikin av hummarunum og kannað fyrri PAH. Vevnaður frá fimm hummarum vórðu blandað í hvørt sýni. Trý blandsýnir vórðu úr økinum Skálafirði/Tangafirði/Sundunum (TA1-TA3) og eitt úr Haraldssundi (HA1)²⁸.

Heilsufrøðiliga starvsstovan setti fyribils forboð fyrri sølu av hummara úr økinum, sum møguliga var ávirkað av oljudálkingini.

PAH

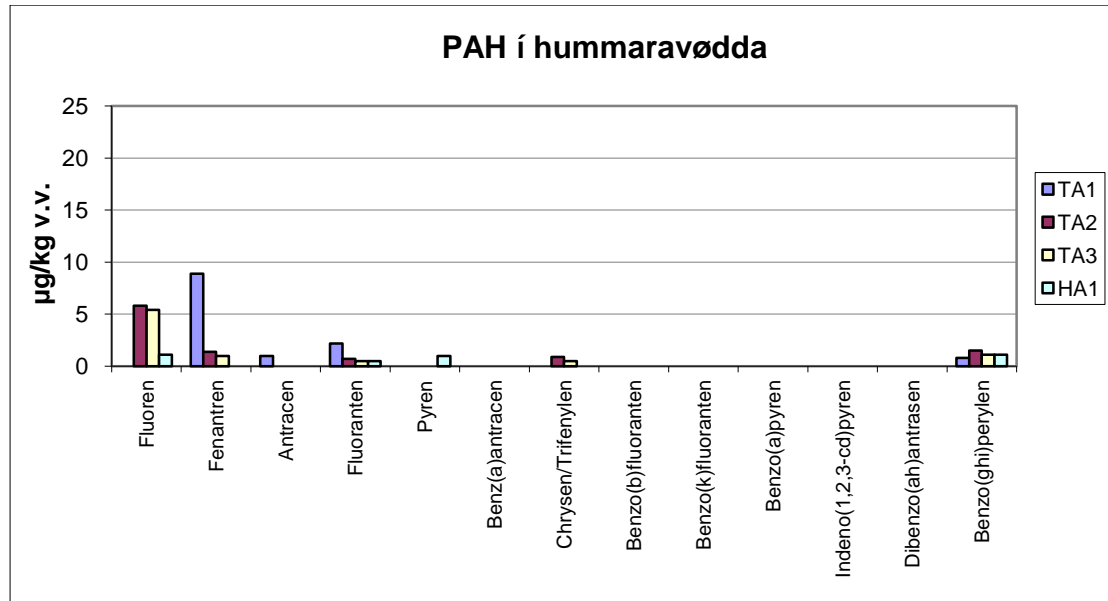
Hummarin varð kannaður fyrri 13 ymisk PAH²⁹ og úrslitini av kanningunum síggjast á Mynd 21 og Mynd 22. Innihaldið av PAH sær út til at vera hægri í hummarunum av Skálafirði/Tangafirði/Sundunum enn frá samanberingarstöðini í Haraldssundi, tó at innihaldið av KPAH er nakað tað sama í øllum sýnunum. Størstu nøgdin eru av teimum lættaru evnunum fluoren, fenantren og fluoranten, men øll sýnini innihalda tó eisini benzo(ghi)perylene.



Mynd 21 Samlað PAH²⁹ og KPAH í hummaravødda frá økinum Skálafjørður/ Tangafjørður/Sundini (TA1-TA3) og frá Haraldssundi (HA1) í 2007.

²⁸ Rádata: Heilsufrøðiliga starvsstovan nr. 469-200701064-25, svareðil F207-398-1-4.

²⁹ PAH13: Fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen/trifenylen, benzo(b)fluoranten, benzo(j)fluoranten/benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyrene, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenzo(a,h)antracen, benzo(ghi)perylene.



Mynd 22 Nøgðin av teimum ymisku PAH-unum í hummaravødda frá økinum Skálafjørður/Tangafjørður/ Sundini og frá Haraldssundi í 2007.

Markvirðið³⁰ fyri PAH í hummara og øðrum krabbadjórum, sum verða nýtt til matna er 5 µg/kg av benzo(a)pyren. Benzo(a)pyren kundi ikki ávísast í nøkrum av hummarasýnunum og sostatt var PAH innihaldið í hummara væl undir markvirðið.

Tá hummarin ikki var mettur at vera heilsuskaðiligur at eta, avtók Heilsufrøðiliga starvsstovan sølubannið.

4.4.2 SEV á Sundi

Í sambandi við oljuleka frá SEV verkinum á Sundi, setti Heilsufrøðiliga starvsstovan fyribils forboð fyri sølu av hummara úr økinum og samstundis vórðu 30 hummarar frá Kaldbaksfirði kannaðir fyri PAH³¹. Hummarasýni vórðu tikin sambært fyriskipan um royndartøku³² og kannað sum eitt blandsýni. Úrslitið av PAH- kanningini sæst í Mynd 23.

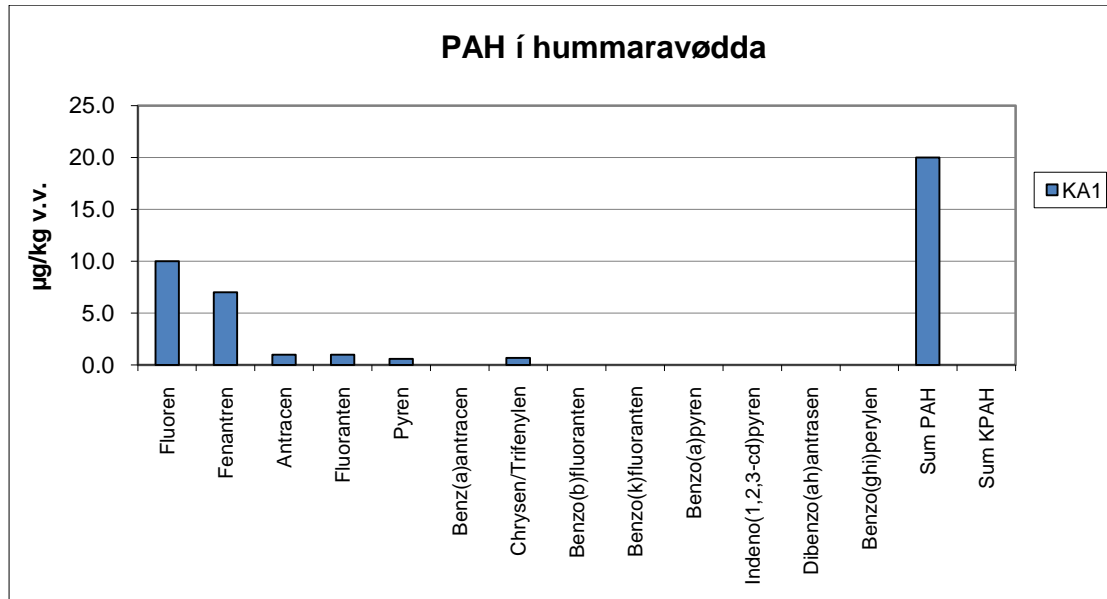
Samanlagda innihaldið av PAH var nakað hægri í hummara av Kaldbaksfirði enn í hummarunum úr samanberingarstöðini í Haraldssundi, men benzo(a)pyren var ikki ávíst.

Tá hummarin sostatt ikki var mettur at vera heilsuskaðiligur at eta, avtók Heilsufrøðiliga starvsstovan sølubannið.

³⁰ Kunngerð 147 frá 1. Desember 2009 um áseting av markvirðum fyri ávís dálkandi evni í matvørum.

³¹ Rádata Heilsufrøðiliga starvsstovan nr. 480-200900245-8; svaseðil F209-00196-1.

³² Kunngerð 148 frá 1. Desember 2009 um royndartøku og greiningarhættir, ið skulu nýtast í sambandi við alment eftirlit við ávísam dálkandi evnum í matvørum.



Mynd 23 Nøgdin av teimum ymisku PAH-unum, umframt samlaða innihaldið av PAH13 og KPAH í hummara frá Kaldbaksfirði í 2009.

4.5 Toskur

Fiskur kann taka PAH upp gjøgnum táknurnar og við føðini (og í nógv minni mun eisini gjøgnum skræðuna). Fiskur er tó førur fyri at niðurbróta og skilja PAH úr kroppinum aftur. Tí geva kanningar av PAH í fiski bara eina mynd av, hvussu nógv PAH fiskurin hevur verið fyri innan fyri heilt stutta tíð. Ístaðin fyri at kanna PAH innihaldi í fiski, verða árin, sum PAH hevur á fiski, ofta kannað við sokallaðum biomarkørkanningum.

Biomarkørkningar

Tá fiskur upptekur PAH, aktiverast sokallaða *cytochrome P-450 mixed function oxidases* –enzymskipanin, eisini kallað CYP1A, sum finst í kyknunum, serliga í livrini. CYP1A enzymsskipanin niðurbrýtur PAH-ini til meira vatnuppløysilig evnir (metabolittar), og hesi verða fyri tað mesta úrskild til gallið. Tá PAH økist í umhvørvinum, økist nøgðin av CYP1A enzymunum. Nøgðin av teimum gjørdu enzymunum kann kannast sum nøgð av CYP1A og aktiviteturin av enzymunum kann mátast við t.d. EROD kanningum. Eisini kunnu PAH metabolittarnir mátast í gallinum. Fiskurin tømir tó gallbløðruna javnan í sambandi við sodning, so tað er avmarkað, hvussu langa tíð aftan á upptøkuna, metabolittarnir kunnu mátast.

Nøkur PAH og nakrir av metabolittunum, sum verða gjørdir í sambandi við niðurbrótingina av PAH, eru krabbameinselvandi við tað, at tey kunnu binda seg til DNA og gera DNA broytingar, sokallað DNA-addukt (sí eisini kap. **Fiskur** s. 19). DNA-addukt kunnu mátast rættiliga langa tíð aftaná at fiskurin hevur verið fyri dálkingarevnið.

Tað eru serliga tey tyngu PAH-ini, sum kunnu elva til langtíðarárin á fiskin við tað, at tað eru tey, sum aktivera CYP1A-enzymsskipanina, og tí at nøkur av teimum eisini elva til DNA addukt.

4.5.1 “Olshana”

Tíggju toskar vórðu fiskaðir í Tangafirði við Flesjarnar, har vrakið av “Olshana” liggur, hin 30. oktober 2007 (sí Mynd 8). Fiskurin varð koyrdur í kør við sjógvi frá staðnum og fluttur livandi³³ til starvsstovuna, har sýnir vórðu tikin.

Sýnir vórðu tikin av livur og galli til biomarkørkningar. Biomarkørkanningarnar umfataðu EROD, CYP1A protein og DNA-adduktir í livur og PAH-metabolittar í galli. Harumframt vórðu sýnir tikin av livur og fiskavødda til kanningar fyri PAH. Áðrenn sýnini av livur og flaki vórðu send til kanningar, vórðu blandsýni gjørd, har líka stór nøgð av ávikavist livur ella flaki frá fimm fiskum varð blandað.

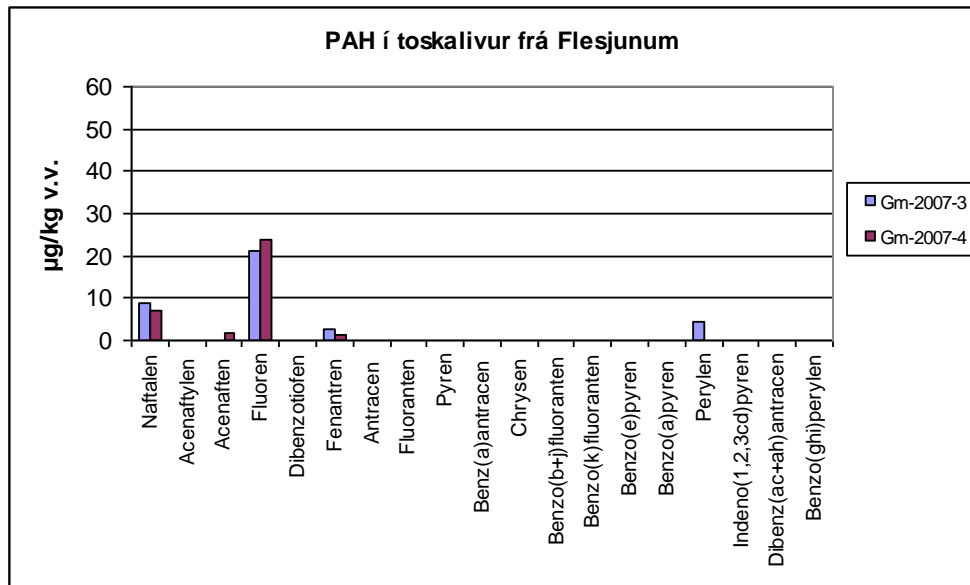
³³ Tá enzymkningar skulu gerast mugu sýnini takast beint eftir at fiskurin doyr og frystast niður til -80°C beinanvegin, fyri at enzymini ikki skulu oyðileggjast. Sýnini til biomarkørkanningarnar vórðu fryst í flótandi nitrogen.

PAH í toski

Úrslitini vístu, at PAH16-innihaldið í livrini var ávikavist 32,8 og 34,4 µg/kg v.v. í teimum báðum blandsýnunum.

PAH kundi ikki ávísast í vødda frá toski við Flesjarnar (<0,5 µg/kg v.v.).

Myndin niðanfyri vísur nøgdina og býtið av teimum ymisku PAH-unum í livrini.



Mynd 24 Býtið av teimum ymisku PAH-unum í tveimum blandsýnum av toskalivur.

Um hugt verður at innihaldinum av teimum ymisku PAH-unum í fiskinum frá Flesjunum sæst, at tað er sannlíkt at keldan til PAH-innihaldið er olja.

Biomarkørkanningar

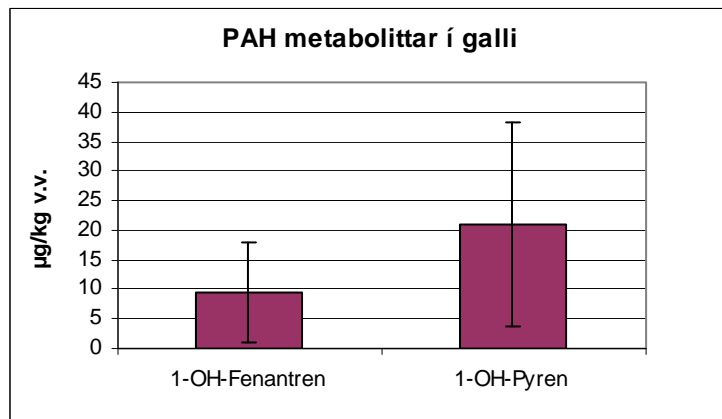
Úrslitini av biomarkørkanningunum í toskalivur eru víst í Talva 24.

Talva 24 Úrslit av biomarkørkanningum í toski frá Flesjunum, 30-10-07

Toskur nr.	1-OH-Fenantren	1-OH-Pyren	CYP1A protein	EROD	DNA addukt	
	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	OD value	pmol/min/mg protein	nmol add/mol normal nucleotides	Til at rokna miðalvirði*
GM-0323	5,7	6,5	0,11	10,5	≤0,59	0,3
GM-0324	-	-	0,13	20,1	≤0,38	0,19
GM-0325	13	40	0,13	22,3	≤0,80	0,4
GM-0326	5,7	8,7	0,18	15,5	≤0,40	0,2
GM-0327	25	54	0,36	15,5	≤0,37	0,19
GM-0328	1,4	20	0,26	40,1	≤0,84	0,42
GM-0329	<1	2,2	0,30	22,2	≤0,92	0,46
GM-0330	5,8	7,4	0,26	25,2	≤0,41	0,21
GM-0331	<1	24	1,00	51,1	≤0,36	0,18
GM-0332	<1	27	0,14	3,0	≤0,67	0,34
Miðal	9,4	21,1	0,29	22,6		0,29
Std.frv.	8,5	17,3	0,26	14,0		0,11
Min	<1	2,2	0,11	3,0		0,18
Max	25	54	1,00	51,1		0,5

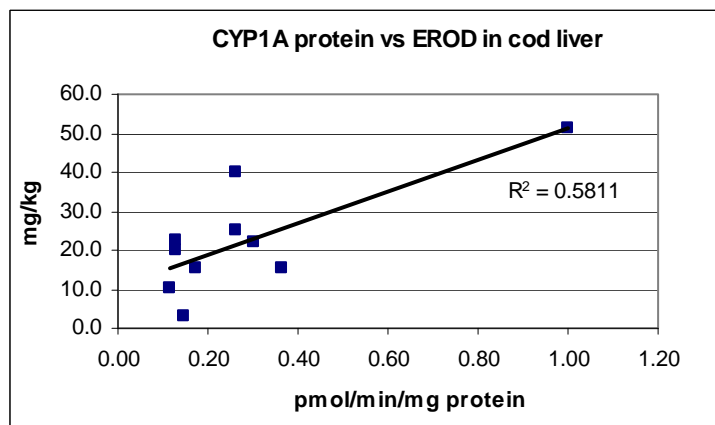
* Fyri at rokna við úrslitum, sum eru undir ávísingarmarkið, verður helvtin av ávísingarmarkinum nýtt, eftirsum tað verður mettt at vera miðalvirði fyri møguligt viðri av tí ávísa úrslitunum.

Av teimum fýra PAH-metabolittunum í galli, sum vórðu kannaðir (3-OH-benzo(a)pyren, 2-OH-naftalen, 1-OH-fenantren, 1-OH-pyren) vóru tað bara 1-OH-fenantren og 1-OH-pyren, sum kundu ávísast (Mynd 25) og er innihaldið av teimum rættiliga lágt.



Mynd 25 Miðal innihaldið av PAH metabolittum í galli frá toski, fiskaður við Flesjarnar.

Máttingarnar av EROD-aktiviteti og CYP1A-konsentratióin eru í veruleikanum tvey mát fyri tað sama, eftir sum at onnur kanningin mátar konsentratióin av CYP1A proteini meðan hin mátar aktivitetin av sama proteini. Mynd 26 vísir samanhingin millum EROD og CYP1A-protein í toskinum.



Mynd 26 Samanhugin millum EROD og CYP1A protein konsentratióin í toskalivur.

DNA- adduktir kundu ikki ávísast í livrunum frá toski frá Flesjunum (Talva 24).

Samanumtikið

PAH16 nøgdin í livur frá fiski við Flesjarnar var í miðal 33,6 µg/kg v.v. Hetta vóru fyrri tað mesta tey lættaru PAH-ini, og bendir sostatt á, at dálkingin stavar frá olju. Av tí at tað fyrri tað mesta er talan um løtt PAH, sum helst skjótt verða úrskild, er talið tó ikki órógvandi, eftirsum at biomarkørkanningarnar benda á sera lítla PAH dálking.

Kanningarnar av vødda/flaki vístu, at innihaldið var <0,5 µg/kg v.v. Markvirðið hjá EU fyrri PAH er 2,0 µg/kg v.v. av benzo(a)pyren, so innihaldið í toski frá Flesjunum er væl niðanfyrri EU markvirði.

Kanningar hava verið gjørdar í 2002 fyrri at ávísa bakgrundarvirðir fyrri PAH biomarkørar í fiski (Hoydal, 2004), sum liva fram við landi í Føroyum, umframt at biomarkørkanningar hava verið gjørdar av fiski úr Havnarvág eisini í 2002 (Dam og Danielsen, 2002). Harafturat varð fiskur av Munkagrundinum og úr Havnarvág kannaður í 2007 (Hoydal og Dam, 2009). Samanberingar av miðal innihaldi av EROD, 1-OH-pyren og DNA adduktum fyrri áður gjørdar kanningar og í hesi kanning eru víst í Talva 25.

Talva 25 Miðal virðir fyrri biomarkørkanningar av toski (*Gadus morhua*) í Føroyum. Keldur: Havnarvág 2002: Dam og Danielsen, 2002; Kaldbak 2002: Hoydal, 2004; Havnarvág og Munkagrundurin 2007: Hoydal og Dam, 2009.

			EROD, pmol/min/mg protein		1-OH-PYR, µg/kg		DNA adducts, nmol/mol	
matrix			Livur		Gall		Livur	
Stað	Ár	Mðr.	miðal	min-max	miðal	min-max	miðal	min-max
Havnarvág	2002	juni	68	7-152	66	45-120	15	2,7-31
	2007	nov	110	44-193	109	32-155	0,6	≤0,3-1,4
Kaldbak	2002	apr/mái	56	1,4-287	13	4,6-39	nd	≤0,9-≤1,4
		juli	39	2-152	11	3,5-33	nd	≤0,7-≤1,0
Flesjarnar	2007	okt	23	3-40	21	2,2-54	nd	≤0,4-≤0,9
Munkagrundur	2007	okt	30	16-45	228	79-450	nd	≤0,7-≤0,9

Sambært hesum tølum er toskur frá Flesjunum millum teir, sum hava minst árin av PAH dálking. Úrslitini av biomarkørkanningunum av fiski frá Flesjunum tykjast tí at kunna nýtast sum bakgrundarvirði fyrri eitt ódálkað øki.

Í sambandi við tulkingina av hesum úrslitum skal havast í huga, at toskurin er fiskaður aftaná, at lekin úr skipinum varð steðgaður. Úrslitini skulu tí síggjast sum ein kanning av, um fiskurin, sum livir í økinum, er dálkaður, hóast eingin dálking sæst á sjónum. Fiskur er tó førur fyrri at flyta seg, so um eitt øki verður dálkað, kann fiskurin flýggja og tískil ikki verða raktur av dálkingini. Úrslitini geva tó eina mynd av, at fiskur, sum verður fingin í økinum nakað aftaná dálkingina, ikki er ávirkaður av oljudálkingini, sum var í økinum.

5 Aling

5.1 Alifiskur

Samanborið við villan fisk er alifiskur bundin at staðnum, har hann livir, og kann ikki sleppa sær burtur, um ein dálking hendir. Um so er, at olja rakar eitt aliðki, kann fiskurin verða dálkaður í sambandi við fóðringina, tá hann kemur upp til yvirflatuna at eta. Fyri alifisk, sum verður seldur til matna, eru ávís krøv galdandi fyri at tryggja, at matvøran ikki inniheldur dálkandi evni, og týðningarmikið er, at vøran ikki smakkar av olju.

5.1.1 SEV í Vági

Av tí at alifiskurin, sum møguliga varð dálkaður av tungolju í sambandi við oljulekan í Vági í desember 2006, ikki var tøkuklárur, var fyribils forboð fyri sølu av alifiski úr økinum ikki mettt neyðugt av Heilsufrøðiliga starvsstovuni³⁴.

Aliringar lógu innan fyri brimgarðin í Vágfirði (sí Mynd 7, s. 30), og hóast fiskurin ikki var tøkuklárur, vórðu sýnir tikin av fiski úr hesum ringum í mars 2007. Ringarnir vórðu síðani fluttir út um brimgarðin og longur út á fjørðin, og nakrar mánaðir seinni, í juni 2007, vórðu sýnir aftur tikin av fiski úr somu ringum, umframt úr ringum, sum høvdu ligið uttan fyri brimgarðin alla tíðina. Eisini vórðu sýnir tikin av seiði, sum varð fiskaður á keiini við fiskavirkið. Sýni vórðu tikin av bæði vødda og livur og kannað fyri PAH (Talva 26).

Talva 26 Yvirlit yvir sýni frá Vági til kanningar fyri PAH í 2007.

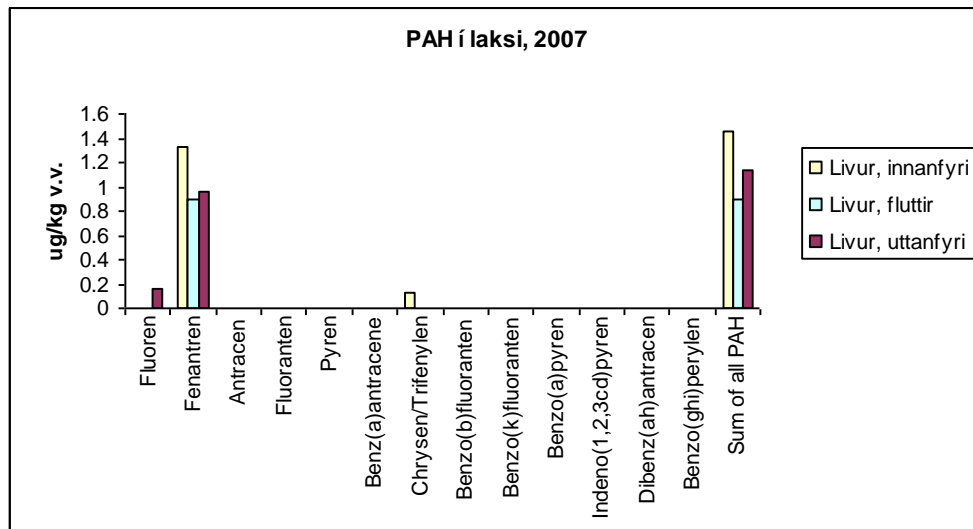
Slag	Dato	Øki	Tal av sýnum	Vevnaður
Laksur	22-03-2007	Innanfyri brimgarðin	4 blandisyni	vøddi og livur
Laksur	20-06-2007	Fluttir	5 blandisyni	vøddi og livur
Laksur	20-06-2007	Uttanfyri brimgarðin	6 blandisyni	vøddi og livur
Seiður	25-06-2007	Við fiskavirkið	2 blandisyni	vøddi og livur

Úrslit av PAH-um í livur og vødda frá laksu eru víst í Mynd 27 og frá seiði í Mynd 28.

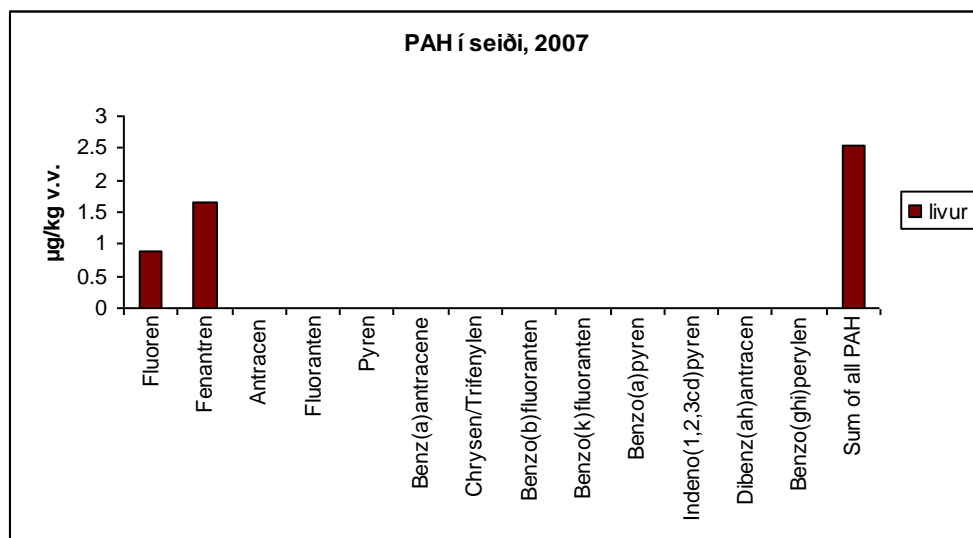
Úrslitið av kanningunum var, at benzo(a)pyren ikki kundi ávísast í vødda ella livur (Mynd 27 og Mynd 28). Tó var chrysen ávíst í einum livrasýni frá laksu tikin innan fyri brimgarðin. Harumframt vísti kanningin, at fluoren og fenantren varð ávíst í livur, og at innihaldið av PAH-um í laksu innan fyri brimgarðin samsvaraði við tað, sum var funnið í oljusýninum frá Vági (Mynd 3). Innihaldið var hægri í alifiskinum innan fyri brimgarðin í mars 2007, og chrysen varð eisini ávíst í hesum, men í juni 2007, eftir at ringarnir høvdu ligið uttan fyri brimgarðin nakrar mánaðir, var innihaldið tó ikki størri enn í teimum, sum høvdu ligið uttan fyri brimgarðin alla tíðina. Samanborið við dálkingartilburðin við Flesjarnar tá "Olshana" sakk, har PAH í alifiski varð upp í 77,9

³⁴ Heilsufrøðiliga starvsstovan mál nr. 653-200601113.

$\mu\text{g}/\text{kg}$ (Mynd 29), eru tær ávístu nögdirnar í fiskinum frá Vági lágar (ávíst PAH á 5,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$) og einans ávístar í livur og ikki í vødda.



Mynd 27 Miðal virðir av PAH-um í livur og vødda frá laks tiki í samband við dálking av olju frá SEV, Vági. Eindin er $\mu\text{g}/\text{kg}$ vátvekt. Virðir <5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ eru sett til 0 fyri at rokna miðal virðið³⁵.



Mynd 28 Miðal virðir av PAH-um í livur og vødda frá seiði tiki í samband við dálking av olju frá SEV, Vági. Eindin er $\mu\text{g}/\text{kg}$ vátvekt. Virðir $<0,5$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ eru sett til 0 fyri at rokna miðal virðið.

Niðurstøða

Alifiskur og seiður vístu lágt innihald av fluoren og fenantren í livur, tó var innihaldið av fenatren hægri í fiski innan fyri brimgarðin í mars 2007 enn uttan fyri brimgarðin í juni 2007. PAH var ikki ávíst í vødda. Møguliga krabbameinselvandi PAH, chrysen, varð ávíst í einum livrasýni frá laks, men benzo(a)pyren, sum ES nýtir sum ávísar fyri dálking við krabbameinselvandi PAH, bleiv ikki ávíst. Einki PAH varð ávíst í vødda, hvørki hjá laks ella seiði.

³⁵ Rádata Heilaufrøðiliga starvsstovan nr. 653-20060113-62; svareðil Laksur: F207-311-1-15 (vøddi); F207-312-1-15 (livur); Seiður: F207-313-1-2 (vøddi); F207-314-1-2 (livur).

5.1.2 “Olshana”

Í sambandi við oljudálkingina frá “Olshana”, setti Heilsufrøðiliga starvsstovan fyríbils forboð fyri sølu av alifiski úr økjum, sum møguliga vóru ávirkað av oljudálkingini. Forboðið var galdandi fyri hesi aliðki:

- Argjalandið (A-06)
- Kaldbaksfjørður (A-10 og A-82)
- Undir Síðu (A-05)
- Kolbanagjógv (A-81)
- Selatrað (A-80)
- Veðranes (A-31)
- Svínáir (A-03)
- Haldarsvík (A-32 og A-33)
- Skálafjørður (A-34 og A-35)

Krav varð sett um, at áðrenn framleiðsla av fiski úr hesum økjum kundi byrja aftur, skuldi fiskurin ikki innihalda PAH frá oljudálkingini, sum kunnu ætlast at gera fiskin óegnaðan til matna.

Sýnir³⁶ vórðu tikin í august 2007 á Veðranesi, í Kaldbak og á Selatrað. Haraldssund norður varð brúkt sum samanberingarstøð. Sýnir vórðu tikin av bæði vødda og livur frá tøkuklárurum laks og sílum og send til kanningar fyri PAH og í summum førur eisini kannað av einum royndum smakkipaneli á Danmarks Fiskeriundersøgelse³⁷ (Talva 27).

Talva 27 Yvirlit yvir sýni til kanningar fyri PAH og smakkirøyd í 2007.

Slag	Stað	Dato	Aliðki	Tal av sýnum	Vevnaður	Sent til smakki - panel
Laksur	Veðranes	08-08-2007	A-31	6	vøddi og livur	ja
Síl	Kaldbak	14-08-2007	A-82	3	vøddi	ja
Laksur	Selatrað	21-08-2007	A-80	4	vøddi	nei
Laksur	Selatrað	23-08-2007	A-80	6	vøddi	nei
Laksur	Haraldsund Norður	24-08-2007	A-72	5	vøddi og livur	nei

Fiskurin varð kannaður fyri PAH-ini: Fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, umframt tey krabbameninselvandi: benzo(a)antracen, chrysen/tripenylen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenzo(ah)antracen og benzo(ghi)perylene. Harafturat vórðu sýnini frá Veðranesi eisini kannað fyri: benzo(b)naphtho(2,1-d)tiopenen, benzo(e)pyren, antantren, perylen og coronen og tað krabbameinselvandi cyclopental(c,d)pyren.

³⁶ Sýnini vórðu tikin sambært Norsk standard NS 9401, 1 útgáva 1994 og fyrireika sambært góðsku skjalnr. 3-M-48, 2. útgáva (DocuLive GS- 3 200500322).

³⁷ Nú: DTU Aqua, Institut for Akvatiske Ressourcer, www.aqua.dtu.dk.

Benzo(a)pyren verður nýtt sum ávísi fyri dálking við krabbameinselvandi PAH-um í ES og markvirðið er 2,0 ug/kg vátvekt³⁸. Innihaldið av benzo(a)pyren í fiskinum er soleiðis grundarlagið undir metingum av, um fiskurin er heilsuskaðiligur at nýta til matna vegna oljudálking ella roykiviðgerð.

PAH og atsmakkur

Úrslit av PAH-um í livur og vødda eru víst í Talva 28. Evnini: indeno(1,2,3cd)pyren, dibenzo(ah)antracen, benzo(ghi)perylene, cyclopental(c,d)pyren, benzo(b)naphtho(2,1-d)tiopenen, benzo(e)pyren, antantren, perylen og coronen, sum øll vóru undir ávísingar markið (<0,5 µg/kg vátvekt), eru ikki víst í talvuni niðanfyri.

Talva 28 Miðal virðir av PAH-um í livur og vødda frá laks og sílum tikin í samband við dálking av olju frá "Olshana". Eindin er µg/kg vátvekt. Virðir <0,5 ug/kg eru sett til 0 fyri at rokna miðal virðið³⁹.

Slag	Aliðki	Fluoren	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Pyren	Benzo(a) antracen	Chrysen/ Tripenylen	Benzo(b) fluoranten	Benzo(k) fluoranten	Benzo(a) pyren
Vøddar	A-31	35,5	40,0	1,4	0,4	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Livur	A-31	13,7	11,8	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Vøddar	A-82	17,3	27,0	0,4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Vøddar	A-80	12,2	15,8	0,2	0,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Vøddar	A-72	1,2	1,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Livur	A-72	0,3	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

Úrslitini av PAH kanningunum vísa, at benzo(a)pyren ikki kundi ávísast í vødda ella livur. Harumframt vísti kanningin, at innihaldið av fluoren, fenantren og antracen var høgt í aliðkinum, sum var rakt av olju frá "Olshana" í mun til samanberingarstöðina Haraldssund Norður (A-72). Hetta samsvarar eisini við oljusýnið, sum varð kannað frá "Olshana" (Mynd 14), har serliga fluoren og fenantren varð funnið.

Laksur og síl frá Veðranesi (A-31) og Kaldbak (A-82) vórðu eisini kannað av einum smakkipaneli, og vístu úrslitini, at tað var oljasmakkur og oljuluktur í kókaðu fiskavørnum. Smakkipanelið, sum var brúkt, hevði ein panneliðara og fýra dómarar, sum høvdu góðar royndir við at smakka uppá fisk og fiskavørur. Umstøðurnar til at gjøgnumføra smakkroyndirnar vóru í tráð við ISO-standard nr. 8589.1988(E)⁴⁰.

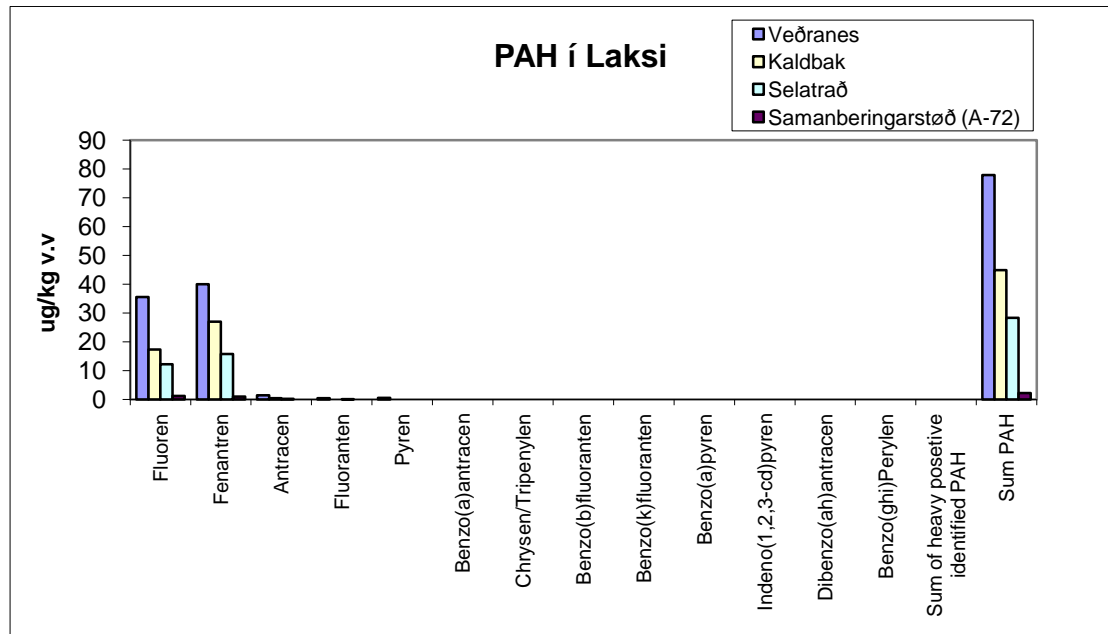
Mynd 29 vísir innihaldið av øllum ávístum PAH-um í vødda, og vísir, at tann samlaða nøgðin í laks frá Veðranesi var 77,9 µg/kg í mun til 2,2 µg/kg í laks frá samanberingarstöðini. Sostatt kann sigast, at fiskurin var dálkaður av olju frá "Olshana", men benzo(a)pyren var ikki ávíst.

³⁸ COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Markvirðini eru lýst í Føroyum við kunngerð 147 frá 1. desember 2009 um áseting av markviðum fyri ávís dálkandi evni í matvørum.

³⁹ Rádata Heilsufrøðiliga starvsstovan nr. 469-200701064; svaseðil nr: F207-342-1-12; F207-386-1-3; F207-382-1-10; F207-385-1-10.

⁴⁰ Sensory analysis – General guidance for the design of test rooms. Reference number ISO 8589:1988(E).

Tá fiskurinn ekki var mettur at vera heilsuskaðiligur at eta, avtók Heilsufrøðiliga starvsstovan sölubannið. Framhaldandi var tó forboð fyrri sølu av fiski, sum smakkaði av olju. Tað seinasta sölubannið varð avtikið hin 14. september 2007.



Mynd 29 Miðal virðir av PAH-um í vødda frá laksi og sil tikin í samband við dálking av olju frá "Olshana" frá 8 – 24. august 2007. Øll ávíst PAH er løgd saman í Sum PAH. Innihaldið av PAH-um sum ikki kundu ávístast er sett til at vera null. Eindin er µg/kg vátvekt.

Niðurstøða

Alifiskur varð dálkaður av olju frá "Olshana", sum staðfest við innihaldi av serliga fluoren og fenantren í bæði livur og vødda og eisini við smakkiroyndum. Staðfest var tó ikki krabbameinselvandi PAH so sum benzo(a)pyren (ávísi fyrri dálking við krabbameinselvandi PAH), og tí var alifiskurinn ikki heilsuskaðiligur at eta sambært ES reglum.

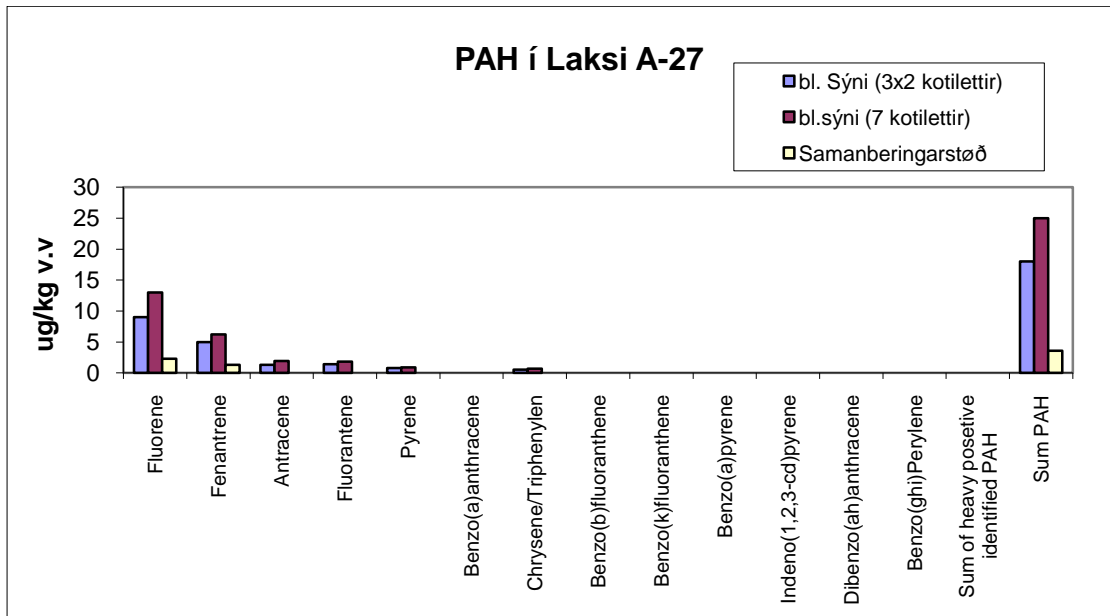
5.1.3 "Kapitan Gorbachev"

Olja frá "Kapitan Gorbachev" rak inn ímóti Miðvági hin 17. apríl 2009 og rakti alibrúkið A-27 í økinum. Hetta viðfórði, at Heilsufrøðiliga starvsstovan setti eitt fyríbils forboð fyrri sølu av laksi, sum móguliga varð ávirkaður av oljudálkingini, og kanningar vórðu settar í verk.

Tvey blandsýni vórðu tikin av tøkuklárurum laksi úr aliðki A-27 hin 21. apríl 2009. Eitt blandsýni á 6 vøddar og eitt á 7 vøddar. Sýnini vórðu kannað fyrri 13 ymisk PAH. Fiskur, sum varð tikin í øðrum sambandi í februar 2009 úr Miðvági, varð nýttur sum samanberingarsýni (Mynd 30).

PAH

Úrslitið av kanningunum var, at benzo(a)pyren ikki kundi ávísast í vødda frá laks (Mynd 30). Sama úrslit var fyri onnur PAH, sum kunnu elva til krabbamein. Tískil kundi staðfestast, at laksurin ikki var heilsuskaðiligur at eta. Harumframt sæst av Mynd 30, at innihaldið av PAH var ávikavist 18 og 25 µg/kg fyri laksin, sum var fyri møguligari dálking av olju. Fiskur frá samanberingarstøðini varð tikin til kanningar hin 16. februar 2009⁴¹ og hevði eitt innihald av PAH á 3,6 µg/kg.



Mynd 30 Miðal virðir av PAH-um í vødda frá laks tikin í samband við møguliga dálking av olju frá "Kapitan Gorbachev" hin 21. apríl 2009. Øll ávíst PAH er lögð saman í Sum PAH. Eindin er µg/kg vátvekt.⁴²

Olja kann geva atsmakk í laks, og framleiðarar av alifiski gjørdu tí smakkiroyndir, áðrenn fiskur varð seldur. Ongin atsmakur varð staðfestur.

⁴¹ Heilsufrøðiliga starvsstovan nr. 200800232-47.

⁴² Rádata Heilsufrøðiliga starvsstovan nr. 200701022-13; svarseðil nr: F209-00207-1 og F209-00207-2.

6 Samanumtikið

Samanumtikið vísa kanningarnar, at dieselolja ger minni skaða en tungolja, av tí, at stórir partur fordampar innan stutta tíð, og tí at hon ikki inniheldur nógv av teimum tyngru PAH-unum. Tá dálking er við dieselolju, ber ikki væl til at nýta biomarkørkningar á fisk til at lýsa støðuna við, tí dieselolja inniheldur ikki nógv av teimum evnunum, sum geva árin, sum kunnu mátast við biomarkørkningunum. Dieselolja inniheldur tó evnir, sum geva atsmakk í fiski, og tí kann dálking við dieselolju hava stóra ávirkan á djór, sum verða nýtt til matna. Tó inniheldur dieselolja eisini evnir, sum kunnu vera akutt eitrandi fyri djór.

Tungolja harafturímóti, hevur longri tíð um at vera brotin niður og inniheldur fleiri av teimum PAH-unum, sum eru ella kunnu vera krabbameinselvandi, og kann tí hava størri langtíðarárin á djóralív á dálkingarstaðnum.

Tá oljudálking hendir inni í einum vardum firði, kemur oljan oftast ímóti landi og rakar sostatt djór og plantur, sum eru fastsitandi ella liva í fjøru ella sandi.

Tá oljudálking hendir úti á firðinum er ikki so lætt at máta árin á djór við tað, at djór, sum liva uppi í sjónum, kunnu flýggja, og sostatt sleppa sær undan móguligum árin, umframt, at oljan kann flyta seg, og ikki ber altíð til at siga, hvar hon endar, um hon blandast við sjógvi og fellur á botn.

7 Finna dálkaran

Sambært havumhvørvislógini, er tað revsivert at dálka havið við olju. Síðani lógin kom í gildi í 2005, og kanska serliga seinnu árin, er tað eisini vorðið alt meira vanligt, at oljudálking verður revsað við bót. Ein orsök til hesa gongd, er at meira verður gjørt fyri at finna dálkaran.

Um ivamál er um, hvør hevur ábyrgd av dálkingini, kunnu sýni verða tikin av oljuni á sjónum og møguligum dálkingarkeldum, t.d. umborð á skipum, og harvið kann dálkarin verða funnin. Slíkar sýnistøkur eru framdar í Føroyum einar tíggju ferðir seinastu fimm árin.

7.1 Sýnistøka og kanningar

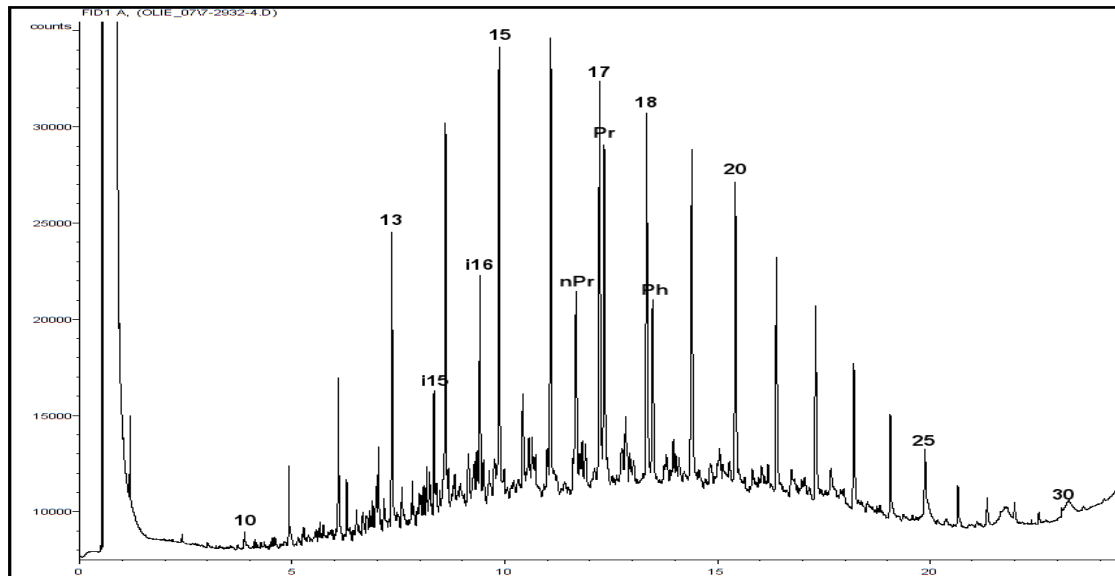
Framferðarhátturin í samband við sýnistøku og kanningar í sambandi við oljudálkingarnar hevur verið á leið tann sami. Fiskiveiðieftirlitið og Heilsufrøðiliga starvsstovan eiga ta útgerð, sum er neyðug til sýnistøku í samband við oljudálking, og sýnistøkan hevur higartil altíð verið framd av Fiskiveiðieftirlitinum, í onkrum føri saman við Heilsufrøðiligu starvsstovuni.

Tá sýnini eru tikin, verða tey latin kemisku kanningarstovuni hjá Heilsufrøðiligu starvsstovuni, ið sendir sýnini til kanningarstovuna, sum skal fremja *fingerprinting* kanningarnar. Sýnini sum hava verið tikin í Føroyum, hava higartil verið kannað á Danmarks Miljøundersøgelser, www.dmu.dk.

Kanningarnar snúgva seg í høvuðsheitum um, at sýnini verða *gaskromatograferað*, sum er ein háttur at skilja sundur (separera) ymisk evni, sum kunnu finnast í eini blanding, og soleiðis eyðmerkja (identificera) hana. Av tí, at olja inniheldur eina ørgrynnu av ymiskum evnum, er hetta ein vælegnaður háttur at skilja sundur evnini í oljusýnum, fyri síðani at samanbera og staðfesta um talan er um somu olju.

Fingerprint kanningar sum hava verið gjørdar á Danmarks Miljøundersøgelser verða gjørdar í tveimum stigum. Fyrst verður ein innleiðandi gaskromatografering screening gjørd (við flammeion detektor, GS-FID), og út frá henni verður farið víðari við fingerprinting kromatografering (við massaspektroskopi, GS-MS). Kanningarnar á DMU verða gjørdar sambært prCEN/TR 15522-2, Oil spill identification, standardinum.

Myndin niðanfyri vísir eitt dømi um úrslit frá gaskromatografering av einum oljusýni.



Mynd 31 Úrslit frá kromatografering av olju, heintað í Føroyum. Tøluni/bókstavirnir við topparnar er stytting fyri nøvnini á evnum í oljuni, sum topparnir umboða.

Til ber at siga, at allar oljur hava sítt fingramerki – eins og menniskju. Hvør toppur í kromatogramminum umboðar ávís/ávíst evni. Við at samanbera topparnar (evnini) í einstøku sýnunum, ber til at siga, um talan er um somu olju. Slíkar samanberingar kunnu vera einfaldar at gera um so er, at oljan ikki hevur verið fyri nøkrum størri broytingum td. við niðurbrotning, avdamping ella líknandi áðrenn kanningina, men ofta er neyðugt við serligum greiningum og útrokningum.

7.2. Fingerprint kanningar í Føroyum

Seinastu fimm árin hava *fingerprint* kanningar verið gjørdar av fýra oljudálkingum í Føroyum. Talan er um hesar fýra tilburðir:

- Oljudálking við bryggjuna í Vági, juni 2005,
- Oljudálking á Vágsbotni í Tórshavn, august 2007,
- Oljudálking norðan fyri Føroyar, mai 2008 og
- Oljudálking á Vágsbotni í Tórshavn, mai 2009.

Við loyvi frá Vágs kommunu, Tórshavnar kommunu og Umhvørvisstovuni, verða hesir tilburðir nærri lýstir niðanfyri.

Oljudálking við bryggjuna í Vági

Hin 18. juni 2005 var ein oljudálking í Vági, har olja lak frá einum russiskum trolara, sum lá við bryggju. Í fráboðanini varð upplýst, at hol var komið á ein oljutanga við 20 tonsum, og at heilt nógv olja rak út á Vágsfjørð. Orsøkin til óhappið var, at hol var

komið á eitt kþlivatnsrør frá frystarínum, sum lá ígjøgnum ein oljutanga, og viðførði tað, at oljan í tanganum fór at renna út ígjøgnum holið á rørinum⁴³.

Dagin eftir varð eitt sýni tikið av oljudálkaða sjónum og eitt sýni av olju úr einum tanga umborð á skipinum.

Innleiðandi kromatografiska screeningin á Danmarks Miljøundersøgelser staðfesti, at stórt samsvar var millum sýnini, og at talan var um lætta fuelolju (Hansen, 2005). Við støði í eini samanbering av úrslitinum frá fingerprinting kanninginini varð ávíst, at evnafrøðiliga samansetingin av báðum sýnum var eins. Tá varð sæð burtur frá smáum frávikum, sum vóru millum sýnini, orsakað av, at oljan í sjógvsýninum var molnað, meðan hon lá í sjónum. Ein meira teknisk samanbering av sýnunum, vísti, at talan var um somu olju.

Niðurstøðan varð tí, at oljan, sum dálkaði Vágsfjørð, var av sama slagi sum oljan, sum var í tanganum umborð á skipinum. Hóast hetta kanska ikki var óvæntað, so staðfestu kanningarnar við vissu, at oljan kom frá russiska trolaranum.

Vágs kommuna royndi at fáa reiðariíð at endurgjalda útreiðslurnar, sum kommunan hevði av uppruddingararbeiðinum. Tíverri fekk kommunan onki endurgoldið. Reiðari og skip eru ikki til longur, sambært kommununi.

Oljudálking í Vágsbotni, Tórshavn (august 2007)

Hin 22. august 2007 varð boðað frá oljudálking í Vágsbotni í Tórshavn.

Tórshavnar kommuna skipaði fyri, at sýnistøka varð framd av oljudálkaða sjónum. Eitt sýni varð tikið í Vágsbotni, eitt annað longri úti við Skinnarasker, og eitt triðja sýni varð tikið við Tórshavnar Skipasmiðju. Tvey skip, eitt froytskt og eitt grønlendskt, vóru undir illgruna fyri at hava elvt til dálkingina. Eftir áheitan frá Tórshavnar kommunu fóru Fiskiveiðieftirlitið og Heilsufrøðiliga starvsstovan umborð á grønlenska trolaran og tóku sýni úr einum oljutanga. Somuleiðis varð farið umborð á froytska skipið, har tvey sýni vórðu tikin: eitt úr oljutanganum og eitt av oljudálkaðum regnvatni, sum var á dekknum.⁴⁴

Úrslitini vístu, at tey trý sýnini av sjónum í Vágsbotni vóru nakað ymisk, men tó innihildu tey øll lætta fuelolju. Samanfall var millum sýnini frá Skinnaraskeri og úr Vágsbotni, meðan sýnið, sum varð tikið við Skipasmiðjuna, av tekniskum ávum ikki kundi brúkast. Innleiðandi screeningin bendi á, at samanfall var millum oljuna, sum var á sjónum, og oljusýnið, sum varð tikið umborð á froytska skipinum. Fingerprint kanningarnar staðfestu, at oljan úr tanganum umborð á froytska skipinum var samlík oljuni, sum hevði dálkað Vágsbotn (Hansen, 2007).

⁴³ US mál: 421-002/08-4. Frágreiðing frá Vágs kommunu

⁴⁴ US mál: 10/00460-1

Oljudálking norðanfyrri Føroyar

Um kvøldið hin 21. mai 2008 kl. 18.45 fekk MRCC fráboðan frá danska sjóverjuskipinum Hvidbjørnen, sum tá var statt einar 30 fj. í ein útnyrðing úr Føroyum, um at teir sóu olju á sjónum. Oljan var rættiliga tjúkk í støðum og sá út sum tungolja. Tvey russisk skip vóru á leiðini. Góðan tíma seinni boðar Hvidbjørnen frá, at teir hava tikið sýni av oljuni.⁴⁵

Hvidbjørnen tók trý sýni av sjónum, tvey sýni vórðu olju/vatn blandingar, triðja sýni var rein olja. Sýnini vórðu tikin á knattstøðu 62°46, 4'N 007°54,2'W. Hvidbjørnen tók eisini eitt sýni av reinum sjógvi (referensúsýni).

Umhvørvisstovan og Innlendismálaráðið gjørdi av, í samráð við landsstýrskvinnuna í umhvørvismálum, at oljusýni skuldu takast úr tangum á skipunum, sum vóru í økinum. Tað eina skipið varð longu dagin eftir á Kollafirði. Umhvørvisstovan og Fiskiveiðieftirlitið fóru umborð 23. mai 2008 og tóku trý sýni, eitt úr kjølinum, eitt úr einum slamtanga og eitt úr dagtanganum.

Kanningarnar á Danmarks Miljøundersøgelser vístu, at oljan á sjónum var tungolja, sum tó var molnað, t.v.s. broytt nakað, tíðina hon hevði ligið í sjónum. Innleiðandi screeningin vísti, at oljan kundi stava frá russiska skipinum. Við støði í nærri greiningum av hæddunum á útvaldum toppum á kromatogrammum frá GC-MS fingerprinting'ini varð staðfest, at samsvar var millum oljuna, sum varð funnin á sjónum, og olju frá kjølinum (Svendsen, 2008).

Niðurstøðan var tí, at fult samsvar (identitetur) var millum oljuna, sum Hvidbjørnen fann á sjónum norðanfyrri Føroyar, og olju sum var í kjararvatninum á russiska trolaranum.

Sektaruppskot uppá 25.000 kr. varð givið skipinum. Reiðaríið góðtók uppskotið og hevur goldið bótina.

Oljudálking í Vágsbotni, Tórshavn (mai 2009)

Um 18 tíðina hin 29. mai 2009 var Vágsbotnur aftur dálkaður við olju. Oljan lá við tvey føroysk skip, sum lógu við monteringskai'ina. Oljan rak inn ímóti Skinnaraskeri og inn í Vágsbotn. Tórshavnar kommuna legði út oljuverndarútgerð. Tilsamans vórðu umleið 4.000 l av olju tikin upp við eingangsgirðingum.

Hóast eygnavitni høvdu sæð, at tað varð lensað umborð á tí eina skipinum, viðurkendi skipið ikki at hava framt dálkingina. Tí fór Tórshavnar kommuna sama kvøld undir sýnistøku. Sýni vórðu tikin á 11 kanningarstøðum. Seks sýni vórðu tikin av sjónum: eitt í krókinum við Vágsbotn og eitt annað við Skinnarasker og fyra við tey bæði skipini. Harumframt fór kommunan saman við Fiskiveiðieftirlitinum umborð á føroyska skipið, sum var undir illgruna. Har vórðu íalt fimm sýni tikin: av smyrjioiljuni

⁴⁵ US mál nr. 421-014/08

frá høvuðsmotorinum, frá gear og frá generatorinum. Eisini varð oljusýni tikið úr spilloljutanganum og úr kjølinum.⁴⁶

Gaskromatografiska screeningin vísti, at oljusýnið av Vágsbotni innihelt dieselolju, sum var illa sundurmolnað, men sum tó í ávísan mun líktist oljuni úr kjølinum á føroyska skipinum. Millum annað sást ein lítil rest av smyrjuolju í báðum sýnum. Tær eftirfylgjandi fingerprint kanningarnar staðfestu tær innleiðandi kanningarnar. Orsakað av, at oljan í sýninum var so nógv molnað, bar ikki til at brúka øll tey vanligu kemisku “fingramerkini”. Niðurstøðan var tó greið: Oljan á sjónum í Vágsbotni stavaði frá olju úr kjølinum á føroyska skipinum (Hansen, 2009).

Tórshavnar kommuna sendi reiðarínum rokning fyri sýnistøku, kanningar og upprudding av oljudálkingini. Reiðaríð hevur fingið sektaruppskot á kr. 66.000 frá Umhvørvisstovuni og hevur goldið bótina.

⁴⁶ US mál nr. 10/00163. Skjøl frá Tórshavnar kommunu.

8 Tilráðingar

Tá kanningar eru gjørdar fyri at meta um árin av oljudálkingum í Føroyum, eru ymiskir framferðarhættir nýttir. Við at samanbera og eftirmeta hesar ymisku hættir, eru her nakrar tilráðingar, sum kunnu vera verðar at hava í huga, tá slíkar árin skanningar skulu gerast framyvir. Víst verður eisini á viðurskifti, sum eiga at verða umhugsað ella tikin støða til, áðrenn kanningarnar verða gjørdar.

Tá ein oljudálking er hend, er av týðningi at taka støðu til m.a. hesi viðurskifti:

- Hvør er dálkarin/dálkingarkeldan?
- Er vandi fyri, at fiskur, alifiskur ella aðrar matvørur úr sjónum/fjøruni eru/verða dálkaðar? Skal atsmakkur kannast?
- Er vandi fyri umhvørvisdálking? Skulu árin skanningar gerast?

Fylgiskjal 2 vísir eitt yvirlit yvir, hvørjar kanningar eiga at verða gjørdar, alt eftir hvør støðan er, og hvat endamálið er við kanningini.

8.1 Finna dálkaran

Eins og lýst í kap. 7, eru serligar mannagongdir fyri, hvussu kannast kann, hvør dálkarin er. Sýnir verða tikin av oljuni, sum er farin á sjógv, og av olju frá møguligari dálkingarkeldu. Úrslitini frá kanningum av sýnunum kunnu staðfesta, hvør dálkarin er. Serlig útgerð krevst til hetta, og týðningarmikið er, at sýnini verða tikin skjótast gjørligt aftaná dálkingina, so samansetingin av oljuni ikki er broytt ov nógv. Tað hevur eisini týðning, at sýnistøkan fer rætt fram, og at røtt ílót verða brúkt. Heilsufrøðiliga starvsstovan og Fiskiveiðieftirlitið eiga serútgørð, sum skal brúkast í samband við slíka sýnistøku.

Mælt verður til altíð at gera sjálva sýnistøkuna, í fyrsta lagi av oljudálkaða sjónum, og síðani av øllum sannlíkum dálkingarkeldum. Heilsufrøðiliga starvsstovan kann standa fyri at senda sýnini til kanningarstovu uttanlands, sum ger fingerprinting kanningar. Sýnini mugu sendast til kanningarstovuna skjótast gjørligt. Á kanningarstovuni verða sýnini ekstraherað, og kunnu síðani goymast, enntá í mánaðir, meðan støða verður tikin til um tær meira kostnaðarmiklu fingerprinting kanningarnar skulu gerast.

8.2 Matvørudálking

Tveir ymiskir mátar eru at kanna, um matvørur eru dálkaðar við olju: Um vøran inniheldur so mikið av olju, at hon er heilsuskaðilig at eta, ella um hon smakkar av olju.

8.2.1 Heilsuskaðiligt

Fyri at meta um vøran er heilsuskaðiligt at eta, verður tikið støði í kunngerð nr. 147 frá 1. Desember 2009⁴⁷, har markvirðið fyri innihald av PAH er sett. Fyri at kanna, um vøran heldur markvirðið, má tann vevnaðurin, sum verður etin, kannast, t.d. flak av laks.

Tey PAH-ini, sum verða mett at vera krabbameinselvandi, eiga at verða kannað, og tá serliga benzo(a)pyren, sum er tað einasta PAH-ið, sum ES hevur sett markvirði fyri.

TEFs – Toxic Equivalent Factors

Eiturvirgnið fyri tey ymisku PAH-ini kann lýsast við *toxic equivalent factors*, TEFs (sí Safe, 1998). Hesir eru eitt mát fyri eiturvirkanina fyri tey ymisku PAH-ini og kunnu verða brúktir, um støða skal takast til, hvussu heilsuskaðiligt eitt PAH innihald er.

Ein serfrøðingabólkur hjá ES (European Food Safety Authority CONTAM Panel)⁴⁸ hevur mett um, hvørt TEFs áttu at vera grundarlag fyri vandametingum av PAH í matvørum, men komu til, at fakligi kunnleikin til krabbameinseginleikarnar hjá ymisku PAH-unum hvørt sær og í blandi ikki var nóg góð enn. Tí var niðurstøðan, at vandametingin viðvíkjandi krabbameini, sum stendst av PAH í mati, skuldi grundast á hesi 8 PAH-ini: benzo(a)pyren, benz(a)antracen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(ghi)perylene, chrysen, dibenz(ah)antracen og indeno(123-cd)pyren. Serfrøðingabólkurin vísti eisini á, at summurin av fýra av PAH-unum: benzo(a)pyren, benz(a)antracen, benzo(b)fluoranten og chrysen eisini var ein betri ávísi enn benzo(a)pyrene einsamalt ella saman við chrysen, og at PAH4 korreleraði við korrelatiónsfaktor 0,99 við fyrrnevndu PAH8.

Eftir hesum kann verða skilagott at kanna omanfyrinevndu átta (ella møguliga bara fýra) PAH-ini í sambandi við metingar av PAH dálking í matvørum.

8.2.2 Atsmakkur

Atsmakkur má kannast við einum smakkipaneli. Atsmakkur kann koma av nógvum ymiskum evnum, og tí er tørvur á eini ávísari venjing og góðkenning. Dómarar í einum smakkipaneli eru tí testaðir fyri, um teir kunnu smakka, og teir mugu vera vandir til at smakka uppá matvørum t.d. fisk.

Krøvini til eitt smakkipanel eru, at tað er ein panneliðari, vandir dómarar og at umstøður eru til at fyrireika sýni og at fremja smakkiroyndirnar.

Eitt slíkt smakkipanel átti at verið í Føroyum til at kanna fisk, serliga alifisk. Um benzo(a)pyren innihaldið er undir markvirðinum, eiga smakkiroyndir at vera gjørdar.

⁴⁷ Kunngerð nr. 147 frá 1. desember 2009 um áseting av markvirðum fyri ávís dálkandi evni í matvørum.

⁴⁸ *The EFSA Journal* (2008) 724, 1-114.

Naftalen og 1-metyl naftalen eru kendir olju-atsmakkir, so ráðiligt er at kanna fyri hesi PAH, um vandi er fyri atsmakki.

8.3 Umhvørvisstøðan

Tá árin av oljudálking á umhvørvið skal kannast, verða kanningar oftast gjørdar av PAH. Ofta er umhvørvisstøðan áðrenn ein dálkingartilburð ikki kend, og hetta má takast atlit at í sambandi við sýnistøkuna og kanningarnar.

8.3.1 Samanberingarsýnir

Tá úrslit frá kanningunum skulu tulkast, kann vera neyðugt at nýta sýnir (samanberingarsýni) frá støðum, sum líkjast staðnum, har dálkingin er farin fram, at samanbera við. Sýnini úr dálkingarstöðini og samanberingarstöðini eiga sjálvandi at vera av sama slag og í allar mátar so samanberilig sum gjørligt.

8.3.2 Eyka kanningarparametrar

Ofta er tó ikki gjørligt at fáa júst sama slag av sýnum at samanbera við. Og tá er neyðugt eisini at kanna fyri aðrar parametrar, sum stuðla undir tulkningina av úrslitunum. Hetta er serliga neyðugt, tá samanberingar skulu gerast millum sýnir, sum eru tikin ymsar árstíðir, ella av djórum, sum ikki hava sama aldur ella somu stødd.

Botntilfar

Innihaldið av lívrinum evni í botntilfari hevur stóra ávirkan á, hvussu nógv PAH og umhvørvisdálkandi evni yvirhøvur bindast til tilfarið, sum fellur á botn, og tí er neyðugt við upplýsingum um innihaldið av lívrinum evni, tá ið samanberingar skulu gerast í mun til dálkingarstöði. Samlaða kolevnisinnihaldið er eitt mát fyri, hvussu nógv lívrinnið evni er í tilfarinum, umframt at kornstöddin í tilfarinum eisini sigur nakað um, hvussu lívrinna innihaldið er, við tað at fint tilfarð inniheldur meira av lívrinum evni, en tað grovara tilfarið. Tí kann tað hava týdning eisini at kanna kornstödd og innihaldið av lívrinum evni (TOC⁴⁹ ella gløðitap, LOI⁵⁰) í botntilfarinum, tá kanningar av PAH o.l. skulu gerast.

Afturat at kanna yvirflatulagið fyri dálkingarevni, ber til eisini at gera kanningar niður í dýpdina, tá kanningar verða gjørdar av botntilfari. Um løgini í botnsúluni samstundis verða tíðarfest (daterað), fæst ein ábending um dálkingina/PAH innihaldið aftur í tíðina, og sostatt fæst eitt slag av referansu-tilfari.

⁴⁹ Total Organic Carbon

⁵⁰ Loss On Ignition, ella gløðitap. Frá gløðitapi, ber til at rokna eitt nøkunlunda TOC.

Djór

Tá kanningar verða gjørdar av PAH í djórasýnum, kann tað hava týðning, eisini at kanna fitiinnihaldið. Innihaldið av fiti í djórum broytist eftir árstíðini, og eftirsum at PAH er fitiløysiligt, kann fitiinnihaldið hava ávirkan á konsentratiónum av PAH í djórunum.

8.3.3 Ávísingarverur**Kræklingur**

Kræklingur er væl egnaður til kanningar av PAH, tí PAH verður bert í ógvuliga lítlan mun brotið niður í vevnaðinum á kræklingi, og tí hópast PAH upp í vevnaðinum í samsvari við dálkingina í umhvørvinum rundan um hann.

Fiskur

PAH verður niðurbrotið í fiski, og tískil fæst ikki ein góð mynd av dálkingarstöðuni við at kanna fisk fyri PAH, uttan so at sýnini verða tikin innan eini 10 dagar aftaná dálkingartilburðin. Henda niðurbrotartilgongd kann tó mátast við ymiskum biomarkørkanningum, sum eru meira varandi enn upprunaliga PAH-ið, so um ætlanin er at lýsa umhvørvisstöðuna við at kanna fisk, kunnu biomarkørkningar nýtast. Tað er tó sjálvsagt neyðugt at kanna fiskin fyri PAH beinleiðis, um ætlanin er at lýsa, um fiskurin er egnaður sum matvøra.

Um fiskurin er dálkaður við olju, sum ikki inniheldur nógv av teimum tyngru PAH-unum, sum t.d. diesel olju, eru biomarkørkanningarnar ikki væl egnaðar, tí tað eru tey tyngru PAH-ini, sum geva árinini. Skal fiskurin kannast fyri PAH aftaná eitt diesel-olju útlát er týðningarmikið, at kanningin eisini fatar um lættari PAH, íroknað naftalen.

8.3.4 Pyrogen-petrogen

Fyri at vita um PAH-ini, sum verða funnin í kanningunum, stava frá oljudálking ella pyrogenari dálking, tað vil siga dálking frá brenning av olju, er neyðugt eisini at kanna alkyleraðar PAH homologar. Sostatt fæst ein ábending um, dálkingin er upprunalig (petrogen), ella um hon hevur verið ígjøgnum eina brenningartilgongd (pyrogen).

8.3.5 Flokkingarvegleiðingar

Tá ið áriniskanningar verða gjørdar av einum stað, har ein oljudálking hevur verið, er gott at hava eina flokkingarskipan at meta stöðuna út frá. Tað finnast t.d. norskar flokkingarvegleiðingar fyri PAH og onnur umhvørvisdálkandi evni (Sí Fylgiskjal 1), og tað er helst í lagi at brúka hesar í Føroyum, tá ið flokkingarskipanin er gjørd við stöði í áriniskanningum. Um flokkingarnar harafturímóti eru ásettar við stöði bakgrundarvirðum⁵¹, er neyðugt at kanna eftir, um somu bakgrundarvirðir eru í

⁵¹ Bakgrundarvirðið er virðið, sum er á staðnum, um eingin ávís dálking er farin fram.

Føroyum sum í Noregi. Er hetta ikki gjørligt, mugu umhvørvisflokkungarnar nýtast við fyrivarni í Føroyum.

8.3.6 Framhaldandi kanningar

Tá ið kanningar, sum eru gjørdar í sambandi við eitt dálkingaróhapp, staðfesta dálking, og kanningarúrslitini vísa, at dálkingin er so stór, at roknast kann við árin á vistskipanina á staðnum, eigur at verða umhugsað at gera nýggjar kanningar eftir eina ávísa tíð, sum kunnu nýtast til at vísa á batnandi umhvørvisstøðu.

9 Tilvísingar

Baussant, T, Sanni, S., Jonsson, G., Skadsheim, A., and Børseth, J.F. 2001. Bioaccumulation of polycyclic aromatic compounds: 1. bioconcentration in two marine species and in semipermeable membrane devices during chronic exposure to dispersed crude oil. *Environmental toxicology and chemistry* 20 (6), p. 1175-1184.

Børresen, J.A. 1993. Olje på havet. Ad Notam Gyldendal, Norge. ISBN 82-417-0282-5. pp. 308.

Craig, A.E. McIntosh, A.D. and Davies, I.M. 2008. Sensory assessment and polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) analysis of salmon flesh exposed to diesel fuel oil. Fisheries Research Services, Marine Laboratory, Aberdeen Scotland. pp 14.

Dam, M. 1998. Måling af miljøgifte i et udvalg indikatorarte i det færøske marine miljø. Heilsufrøðiliga Starvsstovan. 1998:1, 92 s, dansk.

Dam, M. 2000. Integrated ecological monitoring in the coastal zone; Environmental Pollutants. Heilsufrøðiliga Starvsstovan, 2000:2, pp 97

Dam, M. and Danielsen, J. 2002. Havnarvág 2002 – ein kanning av dálkingarstöðuni á Havnarvág og Yviri við strond á sumri 2002. Tórshavnar Kommuna, Tekniska deild.
(<http://www.torshavn.fo/get.file?ID=230>)

Førllin, L., Baden, S.P., Eriksson, S., Granmo, Å., Lindesjø, E., Magnusson, K., Ekelund, R., Esselin, A. og Sturve, J. 1996. Effects of contaminants in roundnose grenadier (*Coryphaenoides rupestris*) and norway lobster (*Nephrops norvegicus*) and contaminant levels in mussels (*Mytilus edulis*) in the Skagerrak and Kattegat compared to the Faroe Islands. *Journal of Sea Research* 35 (1-3), 209-222.

Granmo, Å. Kristineberg Marine Forskningsstation, 1996. Personlig meddelelse.

Grøsvik, B.E., Bjørnstad, A., Nævdal, A., Westerlund, S. og Aas, E. 2000. A baseline study of Greenland halibut off the Faroe Islands. Rogaland forskning, Fiskirannsóknaarstovan, Akvamiljø og Biosense laboratories. RF frágr. nr. 2000/221, AM frágr. 2000/008. Rogaland Forskning, Norge. pp. 85.

Gustavson, K., Petersen, G.I., Jørgensen, C., Magnussen, M.P., Dam, M., Yngvadóttir, E. Fieler, R. and Solbakken, J. 2009. Chemicals From Marine Fish Farms. Monitoring of chemicals from marine fish farm in Nordic environments - veterinary medicines, biocides and persistent organic contaminants. TemaNord 2009:516. Nordic Council of Ministers, Copenhagen 2009. ISBN 978-92-893-1840-2

Hansen, A.B. 2005. Olieidentifikation. Olieforurening ved Færøerne. Juni 2005. Analyser og konklusion. DMU rapport. Fortrolig. J. nr. DMU-143/101-0007, 2005-07-04, pp. 9.

Hansen, A.B. 2007. Olieidentifikation. Olieforurening ved Tórshavn, Færøerne. August 2007. Analyser og vurdering. DMU rapport. Fortrolig. J. nr. DMU-65-00007, 2007-11-02, pp. 9.

Hansen, A.B. 2009. Olieidentifikation. Olieforurening i Tórshavns havn, Færøerne. Maj 2009. Analyser og vurdering. DMU/AU rapport. Fortrolig. J. nr. DMU-65-0007, 2009-08-27, pp. 6.

Hansen, M.G. 2009. Oljudálking á Vágsfirði. Árinsskanning 2007-2008. US frágreiðing 2009:2. Umhvørvisstovan. pp 34. (<http://www.us.fo/Default.aspx?ID=6574>)

Hoydal, K. 2004. Background levels of oil-derived pollution in fish and invertebrates from the coastal zone around the Faroe Islands - biomarker analyses in fish and analyses of PAH and metals in invertebrates. Master thesis submitted to the University of Copenhagen. Heilsufrøðiliga starvsstovan. pp.88 + bíløg.

Hoydal, K. og Dam, M. 2004. Føroya Umhvørvi í tølum 2003. Heilsufrøðiliga starvsstovan, frágr. nr. 2004:2, pp. 139.

Hoydal, K. og Dam, M. 2009. Kanning av oljudálking við Flesjarnar – august 2007. US frágreiðing 2009:3. Umhvørvisstovan. www.us.fo

imr.no: Havforskningsinstituttet i Bergen, Analysebevis nr. Nr. O-03/2005

Jonsson, G., Bechmann, R.K., Bamber, S.D. and Baussant, T. 2004. Bioconcentration, biotransformation and elimination of polycyclic aromatic hydrocarbons in sheepshead minnow (*Cyprinodon variegatus*) exposed to contaminated seawater. Environmental toxicology and chemistry, 23 (6), p. 1538-1548.

Larsen, M.M., Allan, I., Næs, K., Nyberg, E., og Hoydal, K. 2009. Evaluation of passive samplers for monitoring of contaminants in sediments and water. TemaNord 2009:563. ISBN 978-92-893-1914-0 , pp. 100 (<http://www.norden.org/sv/publikationer/publikationer/2009-563>)

Larsen, R.B. og Dam, M. 1999. AMAP phase I The Faroe Islands. Heilsufrøðiliga Starvsstovan 1999:1, pp 70.

Magnussen, M.P. og Vang, G. 2006. Accumulation of dioxin, PCB and other contaminants in farmed salmon. Food, Veterinary and Environmental Agency of the Faroe Islands, P/F Havsbrún, October 2006, pp 86.

Magnusson, K., Ekelund, R., Dave, G., Granmo, Å., Förlin, L., Wennberg, I., Samuelsson, M.-O., Berggren M. og Brorström-Lundén, E. 1996. "Contamination and correlation with toxicity of sediment samples from the Kattegat and Skagerrak", Journal of Sea Research 35 (1-3), p. 223- 234

Mannvik, H-P., & Pettersen A. 2002. Environmental Baseline Study in the Faroe Channel, 2001. Akvaplán-niva, report nr. APN-411.2201.

Miljøstyrelsen 2008. Sammensætning af olie og benzin Kemsike profiler til brug for risikovurdering. Miljøprojekt nr. 1220, Miljøstyrelsen 2008. pp.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. Statens Forurensningstilsyn, TA-1467/1997, pp- 36.

Mortensen, H.K. 2007. Blåmuslinger som biomarkører. En undersøgelse af blåmusling (*Mytilus edulis*) egenskaber som biomarkør i det marine, kystnære miljø. NVDRit 2007:4, Náttúruvísindadeildin. Fróðskaparsetur Føroya, pp. 29.

Neff, J.M. 1979. Polycyclic aromatics in the aquatic environment – Sources fates and biological effects. Applied Science Publishers, London

Neff, J.M. 2002. Bioaccumulation in marine organisms. Effect of contaminants from oil well produces water. Elsevier, The Netherlands, ISBN. 0-08-043716-8, pp. 452

Petersen, S., Hoydal, K., Dam, M, and á Hædd, A., 2005. Umhvørvi og oljuleiting umhvørvislig krøv og kanningar á føroyskum øki. Heilsufrøðiliga starvsstovan og FOIB, Tórshavn. pp. 26. <http://www.us.fo/Default.aspx?ID=6574>

Safe, S.H. 1998. Hazard and risk assessment of chemical mixtures using the toxic equivalency. Environmental Health Perspectives Supplements Vol. 106, S4, 1051-1058.

Skarpheðinsdóttir, H., Ericson, G. Halldórsson, H.P. and Svavarsson, J. 2005. Seasonal and intertidal impact on DNA adduct levels in gills of blue mussels (*Mytilus edulis L.*) Environmental Pollution 136: 1-9.

Svensen, T.C. 2008. Olieidentifikation. Olieforurening på Færøerne. Juni 2008. Analyser og vurdering. DMU rapport. Fortrolig. J. nr. DMU-65-00007, 2010-10-23, pp. 7.

Fylgiskjøl

<i>Fylgiskjal 1:</i>	<i>Norskar flokkingarvegleiðingar</i>	<i>2 síður</i>
<i>Fylgiskjal 2:</i>	<i>Kanningaryvirlit - oljudálking</i>	<i>1 síða</i>

Fylgiskjal 1

Norskar flokkingar vegleiðingar

Grundarlagið fyri at kunna meta um dálkingarstöðuna í sambandi við dálking við PAH eru norskar vegleiðingar um flokkingar av PAH konsentratiónum í kræklingi, botntilfari og sjógvi.

Kræklingur

Kræklingaúrslitini verða flokkað sambært: *Klassificering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. SFT veiledning 97:03*, talva 9, s. 22 (Molvær et al., 1997).

Alt eftir PAH innihaldinum, sum verður mátað í kræklingi, kann dálkingarstöðan flokkast sum:

- 1) Ótýðandi – lítið dálkað
- 2) Nakað dálkað
- 3) Týðandi dálkað
- 4) Illa dálkað og
- 5) Sera illa dálkað

Flokkning av umhvørvisstöðuni, í mun til konsentratiónum av PAH í kræklingi. Eind: µg/kg

	Ótýðandi – Lítið dálkað	Nakað dálkað	Týðandi dálkað	Ill dálkað	Sera illa dálkað
Σ PAH	< 50	50 – 200	200 – 2000	2000 – 5000	> 5000
Σ KPAH*	< 10	10–30	30 – 100	100 – 300	> 300
B(a)P	< 1	1 – 3	3 – 10	10 – 30	> 30

*Benzo(a)pyrene, benz(a)antracen, dibenz(a,c+a,h)antracen, benzo(b+j+k)fluoranten og indeno(1,2,3-cd)pyren.

Sjógvur og botntilfar

Úrslitini frá botntilfari og sjógvi verða flokkað sambært: *Revidering av klassificering av metaller og organiske miljøgifter vann og sedimenter. Statens Forurensnings Tilsyn. Veileder for klassificering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann 2229: 2007*, talva 7a og 7b, s. 7-8 (Bakke et al., 2007)

Alt eftir PAH konsentratiónum, sum verður mátað, antin í botntilfari ella sjógvi, verður dálkingarstöðan flokkað sum:

- I) Bakgrund
- II) Góð
- III) Nakað dálkað
- IV) Ring
- V) Sera ring

Har, sum PAH konsentratiónum fara upp um bakgrundarvirðið (flokk I), er økið sannlíkt ávirkað av eini ella fleiri punktkeldum. PAH konsentratiónum, sum kunnu flokkast í flokk II (Góð), benda á, at økið er ávirkað av dálkingarkeldum á staðnum.

Kann dálkingarstöðan flokkast sum *Bakgrund* ella *Góð* (ávíkavist flokkur I og II) eru ongi toksisk árin á livandi verur. Er dálkingarstöðan *Nakað dálkað* (flokkur III), kann væntast, at livandi verur fáa varandi (kronisk) árin eftir eksponering í langa tíð. Er dálkingarstöðan *Ring* (flokkur IV) fáa livandi verur væntandi akutt toksisk árin eftir stuttari tíð. Og er støðan *Sera ring* (flokkur V) verður talan um umfatandi akutt toksisk árin.

Flokkning av umhvørvisstöðuni, í mun til konsentrátiónina av PAH í botntilfari. Eind: µg/kg (Frá: Bakke *et al.*, 2007)

	I	II	III	IV	V
	Bakgrund	Góð	Nakað dálkað	Ring	Sera ring
Naftalen	<2	2- 290	290 - 1000	1000 - 2000	>2000
Acenaftýlen	<1,6	1,6 - 33	33 - 85	85 - 850	>850
Acenaften	<4,8	2,4 - 160	160 - 360	360 - 3600	>3600
Fluoren	<6,8	6,8 - 260	260 - 510	510 - 5100	>5100
Fenantren	<6,8	6,8 - 500	500 - 1200	1200 - 2300	>2300
Antracén	<1,2	1,2 - 31	31 - 100	100 - 1000	>1000
Fluoranthén	<8	8 - 170	170 - 1300	1300 - 2600	>2600
Pyren	<5,2	5,2 - 280	280 - 2800	2800 - 5600	>5600
Benzo[a]antracén	<3,6	3,6 - 60	60 - 90	90 - 900	>900
Chrysen	<4,4	4,4 - 280	280 - 280	280 - 560	>560
Benzo[b]fluoranten	<46	46 - 240	240 - 490	490 - 4900	>4900
Benzo[k]fluoranten		<210	210 - 480	480 - 4800	>4800
Benzo(a)pyren	<6	6 - 420	420 - 830	830 - 4200	>4200
Indeno[123cd]pyren	<20	20 - 47	47 - 70	70 - 700	>700
Dibenzo[ah]antracén	<12	12 - 590	590 - 1200	1200 - 12000	>12000
Benzo[ghi]perýlen	<18	18 - 21	21 - 31	31 - 310	>310
PAH16*	<300	300 - 2000	2000 - 6000	6000 - 20000	> 20000

*Summurin av teimum 16 PAH-unum omanfyri í talvuni.

Flokkning av umhvørvisstöðuni, í mun til konsentrátiónina av PAH í sjógv. Eind: µg/L (Frá: Bakke *et al.*, 2007)

	I	II	III	IV	V
	Bakgrund	Góð	Nakað dálkað	Ring	Sera ring
Naftalen	<0,00066	0,00066 - 2,4	2,4 - 80	80 - 160	>160
Acenaftýlen	<0,00001	0,00001 - 1,3	1,3 - 3,3	3,3 - 33	>33
Acenaften	<0,000034	0,000034 - 3,8	3,8 - 5,8	5,8 - 58	>58
Fluoren	<0,00019	0,0019 - 2,5	2,5 - 5	5 - 50	>50
Fenantren	<0,00025	0,00025 - 1,3	1,3 - 5,1	5,1 - 10	>10
Antracén		<0,11	0,11 - 0,36	0,36 - 3,6	>3,6
Fluoranthén	<0,00029	0,00029-0,12	0,12 - 0,9	0,9 - 1,8	>1,8
Pyren	0,000053	0,000053 - 0,023	0,023-0,023	0,023-0,046	>0,046
Benzo[a]antracén	<0,000006	0,000006 - 0,012	0,012 - 0,018	0,018 - 0,18	> 0,18
Chrysen		<0,07	0,07 - 0,07	0,07 - 0,14	>0,14
Benzo[b]fluoranten	<0,000017	0,000017 - 0,03	0,03 - 0,06	0,06 - 0,6	>0,6
Benzo[k]fluoranten		<0,027	< 0,027 - 0,06	0,06 - 0,6	>0,6
Benzo(a)pyren	<0,000005	0,000005 - 0,05	0,05 - 0,1	0,1 - 0,5	>0,5
Indeno[123cd]pyren	<0,000017	0,000017 - 0,002	0,002 - 0,003	0,003 - 0,03	>0,03
Dibenzo[ah]antracén		<0,03	0,03 - 0,06	0,06 - 0,6	>0,6
Benzo[ghi]perýlen	<0,00001	0,00001 - 0,002	0,002 - 0,003	0,003 - 0,03	>0,03

Fylgiskjal 2

Kanningar í sambandi við oljudálking

Talvan niðanfyri er eitt stutt yvirlit yvir kanningar, sum eiga at vera umhugsaðar, tá kanningar av oljudálking skulu gerast, alt eftir hvat endamálið er við kanningunum.

Endamál:	Kanningar:
Matvørudálking	
Heilsuskaðiligt:	<ul style="list-style-type: none"> • Krabbameinselvandi PAH, harímillum benzo(a)pyren
Atsmakkur:	<ul style="list-style-type: none"> • Smakkiroyndir, við royndum smakkipaneli • PAH, sum elva til atsmakk, t.d. naftalen og 1-metyl naftalen
Umhvørvisdálking	
PAH kanningar:	<ul style="list-style-type: none"> • Botntilfar: PAH 16, innihald av lívrnunum evni, datering • Sjógvur: PAH 16** • Djór: PAH 16, fitiinnihald
Biomarkørkanningar*:	<ul style="list-style-type: none"> • Fiskur: EROD, CYP1A protein, PAH metabolittar, DNA addukt • Kræklingur: DNA addukt
Dálkingarkelda	
Skilja millum petrogenent og pyrogenent PAH:	<ul style="list-style-type: none"> • PAH + alkyleraðir homologar
Staðfesta dálkara:	<ul style="list-style-type: none"> • "Fingerprinting"

*Nevndu biomarkørkanningar eru dømir um kanningar, sum hava verið gjørdar í Føroyum. Aðrar biomarkørkanningar finnast eisini, og eru eisini verdar at umhugsað, men verða ikki viðgjørdar í hesi frágreiðing og verða tí ikki nevndar her.

**Sjógvsýnir geva oftast bert eina løtumynd, og tað má havast í huganum, tá støða skal takast til um sjógvsýnir skulu kannast.