

Skýrsla Matís

08 - 07

Mái 2007

**Verðmæti og öryggi
íslenskra sjávarafurða -
Áhættusamsetning og
áhætturöðun**

**Eva Yngvadóttir
Birna Guðbjörnsdóttir**

MATÍS

Matvælarannsóknir
Íslands

Food research,
innovation and safety

ISSN 1670-7192



Titill / Title	Verðmæti og öryggi íslenskra sjávarafurða. Áhættusamsetning og áhætturöðun. / Food safety and added value of Icelandic seafood. Risk profiling and risk ranking.		
Höfundar / Authors	<i>Eva Yngvadóttir og Birna Guðbjörnsdóttir</i>		
Skýrsla Rf / IFL report	08 - 07	Útgáfudagur / Date:	Maí 2007
Verknr. / project no.	1661		
Styrktaraðilar / funding:	<i>AVS rannsóknasjóður sjávarútvegsins og Rf</i>		
Ágríp á íslensku:	<p>Í þessu verkefni var framkvæmd grunnvinna að áhættumati fyrir þorsk, rækju, karfa, ýsu, grálúðu, síld, ufsa og kúfisk. Þessar tegundir voru kortlagðar m.t.t. hætta og fékkst þannig fram áhættusamsetning þeirra og hálf-magnbundið áhættumat framkvæmt á þeim. Við þetta áhættumat var notað reiknilíkan sem þróað hefur verið í Ástralíu og er nefnt Risk Ranger. Við áhættumatið voru notuð gögn um neysluvenjur (skammtastærðir, tíðni o. fl.), tíðni og orsakir fæðuborinna sjúkdóma. Þannig var reiknuð út áhætta tengd neyslu þessara sjávarafurða, miðað við ákveðnar forsendur. Áreiðanleiki áhættumats er algjörlega háð þeim gögnum og upplýsingum sem notuð eru við framkvæmd þess. Samkvæmt fyrirbyggjandi mæligögnum og gefnum forsendum raðast ofangreindar sjávarafurðir í lægsta áhættuflokk (stig <32) – lítil áhætta, miðað við heilbrigða einstaklinga. Á alþjóðlegum matvælamörkuðum hafa íslenskar sjávarafurðir á sér gott orðspor hvað varðar heilnæmi og öryggi. Áhyggjur vegna öryggis matvæla fara hins vegar vaxandi víða og því er það mikil áskorun fyrir Íslendinga að viðhalda þessu góða orðspori í framtíðinni.</p>		
Lykilorð á íslensku:	<i>Sjávarafurðir, áhætturöðun, áhættumat, snefilefni, örverur</i>		
Summary in English:	<p>This report contains the preliminary results of a risk profiling and risk ranking study for the following species: cod (<i>Gadus moruha</i>), shrimp (<i>Pandalus borealis</i>), ocean perch (<i>Sebastes marinus</i>), haddock (<i>Melanogrammus aeglefinus</i>), Greenland halibut (<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>), saithe (<i>Pollachius virens</i>) and Iceland cyprine (<i>Cyprina islandica</i>). These species were surveyed with regard to terms of undesirable substances (Risk profiling and risk ranking, as well as semi-quantitative risk assessment).</p> <p>An Australian software, Risk ranger, was used to compute the risk assessment. Various data, e.g. consumer behaviour (daily intake, frequency etc), and incidence and origin of food-borne diseases, were used. Thus the risk of consuming these species was determined. The reliability of a risk assessment is dependent on the quality of the data which are used to carry it out. Based on the existing data and given prerequisites, it can be stated that the aforementioned species come under the lowest risk group (degree <32) - small risk, considering healthy individuals.</p> <p>Icelandic seafood products are renowned on the international food markets as being quality and safe food. However, in light of growing concern worldwide for food safety, it is a challenge for Icelandic seafood producers to maintain that good reputation.</p>		
English keywords:	<i>Seafood, risk ranking, risk assessment, trace elements, microbes</i>		

Verðmæti og öryggi íslenskra sjávarafurða

Áhættusamsetning og áhætturöðun

Food safety and added value of Icelandic seafood
Risk profiling and risk ranking

Lokaskýrsla til AVS rannsóknarsjóðs í sjávarútvegi

Eva Yngvadóttir
Birna Guðbjörnsdóttir



Efnisyfirlit

1. Inngangur	1
2. Framkvæmd	5
2.1. Áhættusamsetning íslenskra sjávarafurða.....	5
2.2. Hættukennsl, hættulýsing og mat á inntöku.....	9
2.2.1 Hættukennsl og hættulýsing.....	10
2.2.2 Gagnasöfnun	21
2.2.3 Mat á inntöku	25
2.3. Mat á gögnum	29
2.4. Áhætturöðun og hálf-magnbundið áhættumat	32
3. Samantekt og umræður	40
4. Þakkir	42
5. Heimildir	42

Töflur

Tafla 1. Magn og verðmæti útfluttra sjávarafurða 2002	7
Tafla 2. Dæmi um viltar fisk-og skelfisktegundir og hugsanlegar helstu hættur.....	8
Tafla 3. Umhverfispættir sem hafa áhrif á vöxt <i>L. monocytogenes</i>	15
Tafla 4. Evrópsk hámarksgildi aðskotaefna í sjávarafurðum og viðmiðunargildi fyrir örverur í matvælum (11,12,13).	18
Tafla 5. Evrópsk hámarksgildi aðskotaefna í sjávarafurðum og viðmiðunargildi fyrir örverur í matvælum (14,15,16).	19
Tafla 6. Listi yfir aðskotaefni sem vert er að taka tillit til við gerð áhættumats á sjávarafurðum (17).....	20
Tafla 7. Yfirlit gagnasöfnunar.....	21
Tafla 8. Fjöldi sýna og efnamælingar í sýnum mældum á Rf 1990-2005 (18-31).	22
Tafla 9. Fjöldi sýna og örverumælingar (meðaltöl) í sjávarafurðum 1999-2006 (32).....	23
Tafla 10. Fjöldi sýna og mælingar á <i>Listeria</i> í sjávarafurðum 1999-2006 (32).	24
Tafla 11. Fjöldi sýna og mælingar á <i>Salmonella</i> í sjávarafurðum 1999-2006 (32).	24
Tafla 12. Ráðlagður dagskammtur aðskotaefna í fæðu (17).....	25
Tafla 13. Dæmi um skammtastærðir á fiski víðsvegar um Evrópu (17,33).....	25
Tafla 14. Staðfest tilfelli af fæðubornum sjúkdómum sem tengjast neysla sjávarafurða í Evrópu 1999-2000 (í sviga % skráðara faraldra/tilfella) (34).....	26
Tafla 15. Uppruni fæðuborna sjúkdóma á Íslandi 1999-2000 (35)	27
Tafla 16. Staðfest tilfelli af fæðutengdum iðrakveisum 1999-2000 á Íslandi (35).....	27
Tafla 17. Matareitranir/matarsýkingar á Íslandi 2002-2004 (35)	28
Tafla 18. Uppsetning á mati gagna	30
Tafla 19. Mat á aðferðum.....	31
Tafla 20. Lýsing á alvarleika hættu vegna spurningar 1	34
Tafla 21. Magn sjúkdómsvaldandi örvera sem þarf til að sýkja heilbrigðan einstakling	36
Tafla 22. Áhættumatsröðun íslenskra sjávarafurða með Risk Ranger.....	39

Myndir

<i>Mynd 1. Skýringarmynd fyrir áhættugreiningu</i>	<i>3</i>
<i>Mynd 2. Hlutfall útflutningsverðmæta árið 2003 (6).....</i>	<i>5</i>
<i>Mynd 3. Dæmi um fisktegundir, vinnsluáðferðir, heilnæmis- og hættuþætti sem tengjast íslenskum sjávarafurðum</i>	<i>6</i>
<i>Mynd 4. Notendaviðmót Risk Ranger (38).....</i>	<i>33</i>

1. Inngangur

Öryggi og heilnæmi íslenskra sjávarafurða hefur mikil áhrif á útflutningstekjur Íslands. Sjávarútvegurinn og stjórnvöld verða í auknum mæli að geta sýnt fram á að magn óæskilegra efna og örvera í sjávarafurðum sé undir settum hámarksgildum fyrir viðkomandi afurðir á mismunandi markaðssvæðum. Til þess að hægt sé að verða við þessum kröfum er nauðsynlegt að byggja upp sérfræðipækkingu, fylgjast með, safna og vinna úr gögnum um ástand íslenskra sjávarafurða m.t.t. mengandi efna og örvera. En slík gagnaöflun á ekki eingöngu við um óæskileg efni heldur einnig um heilsubætandi efni. Mikilvægt er að hafa tiltæk rannsóknargögn frá óháðum aðilum um mengandi efni og örverur, næringarefni og lífvirk efni. Sívirk gagnasöfnun (vöktun) er nauðsynleg til þess að vernda íslenska hagsmuni og stuðla að sölu, t.d. með því að hafa áhrif á ákvörðun stjórnvalda og markaðsaðila á hámarksgildum fyrir mismunandi mengandi efni og örverur. Sívirk gagnasöfnun tryggir einnig að hægt sé að sýna fram á heilnæmi íslensks sjávarfangs.

Þessi skýrsla fjallar um helstu niðurstöður úr verkefninu “Verðmæti og öryggi íslenskra sjávarafurða - Áhættusamsetning og áhætturöðun”, sem AVS rannsóknarsjóður sjávarútvegsins, styrkti til tveggja ára. Verkefnið byrjaði í maí 2005 og því lauk í maí 2007.

Markmið verkefnisins er að sýna á vísindalegan hátt fram á öryggi íslenskra sjávarafurða og stuðla þannig að því að tryggja útflutningstekjur af þeim til framtíðar.

Í þessu verkefni var framkvæmd grunnvinna að áhættumati fyrir íslenskar sjávarafurðir. Íslenskar sjávarafurðir voru kortlagðar m.t.t. áhættuþátta og fékkst þannig fram áhættusamsetning þeirra. Völdum afurðum var síðan raðað eftir áhættu (svokölluð áhætturöðun) og hálf-magnbundið áhættumat framkvæmt á þeim. Þannig er hægt að beina rannsóknum og fyrirbyggjandi aðgerðum að þeirri hættu sem alvarlegust er hverju sinni. Við þetta áhættumat var m.a. notað reiknilíkan sem þróað hefur verið í Ástralíu og nefnt er Risk Ranger. Við áhættumatið voru notuð gögn um neysluvenjur

(skammtastærðir, tíðni o. fl.), tíðni og orsakir fæðuborinna sjúkdóma. Gögn voru fengin úr gagnabönkum (t.d. gagnabönkum WHO, FAO), birtum skýrslum (t.d. Rf skýrslum) og greinum (t.d. erlendum og innlendum fagtímaritum). Einnig voru skilgreind þau svið þar sem þekkingu og rannsóknarniðurstöður vantar til að framkvæma nákvæmt magnbundið áhættumat.

Neikvæð umfjöllun í fjölmiðlum og áróður gegn íslenskum sjávarafurðum getur á stuttum tíma eyðilagt jákvæða ímynd afurða sem tekið hefur áratugi að byggja upp og bitnað harkalega á útflutningstekjum Íslendinga. Við slíkar aðstæður er nauðsynlegt að geta strax brugðist við og haft tiltæk aðgengileg gögn um stöðu íslenskra sjávarafurða m.t.t. öryggis og heilnæmis. Áhættumat hefur því ótvírætt notagildi fyrir stjórnvöld, hagsmunasamtök og fyrirtæki til að sýna fram á öryggi afurða. Áhættumat á íslenskum sjávarafurðum bætir stöðu okkar á alþjóðlegum mörkuðum og styrkir samkeppnisstöðu íslenskra afurða á erlendum samkeppnismörkuðum ef upp kemur neikvæð umfjöllun, eins og t.d. átti sér stað um PCB í laxi og díoxín í mjöli fyrir nokkrum árum.

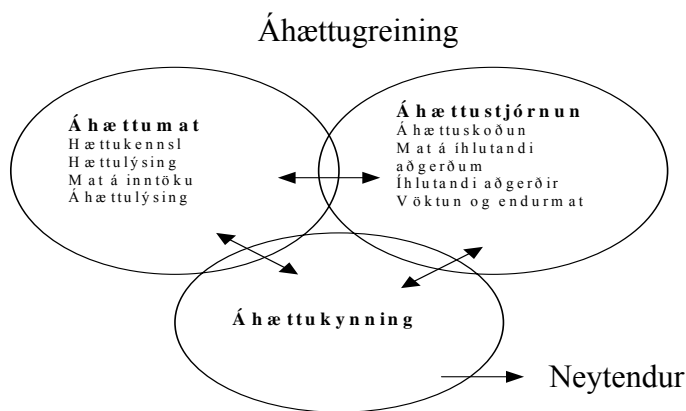
Áhætta byggist á tvennu þ.e.:

1. Líkindum á að atburður muni gerast
2. Hversu alvarlegar afleiðingarnar verða ef atburðurinn gerist

Stjórnvöld um allan heim leggja mikla áherslu á aukið öryggi matvæla vegna aukinnar tíðni fæðuborinna sýkinga. Einnig eru neytendur alltaf að verða meðvitaðri um öryggi og heilnæmi matvæla. Ávinningur þess að gæði og öryggi matvæla aukist er óumdeildur og leiðir til: lægri tíðni fæðuborinna sýkinga, lægri kostnaður fyrir heilbrigðiskerfið, færri hindrana á alþjóðlegu markaðssvæði, minna framleiðslutap og betri samkeppnishæfni.

Áhættugreining (risk analysis) (sbr. mynd 1) er aðferð sem stjórnvöld beita til þess að sýna fram á öryggi neytenda vegna neyslu ákveðinna matvæla (1). Aðferðinni var fyrst komið á af FAO/Codex (2). Í alþjóðaviðskiptasamningnum (WTO/SPS) kemur fram að þjóðir skuli leggja fram vísindalegt mat á áhættu til að rökstyðja þær kröfur sem settar eru á innflutningsvörur. Almennt er viðurkennt að áhættugreining samstandi af áhættumati

(risk assessment), áhættustjórnun (risk management) og áhættukynningu (risk communication). Hvað matvæli varðar felst **áhættustjórnun** í að skilgreina heilsufarsvandamál vegna matvæla, lýsa vandamálum, forgangsraða verkefnum í áhættumat, setja fram áhættumatsstefnu og mynda sérfræðingahóp sem vinnur að áhættumati. Engin opinber áhættumatsstefna er þó til á Íslandi enn sem komið er. **Áhættukynning** snýst um gagnsæ og skýr upplýsinga- og skoðanaskipti milli áhættustjórnenda, áhættumatsmanna (vísindamanna), neytenda og annarra hagsmunaaðila.



Mynd 1. Skýringarmynd fyrir áhættugreiningu

Áhættumat er vísindaleg aðferð til að meta áhættu og skilja þá þætti sem hafa áhrif á hana. Áhættumati er skipt niður í fjögur skref.

1. *Hættukennsl* (hazard identification), skilgreina efni, örverur ofl.
2. *Hættulýsing* (hazard characterization), mat á eðli mismunandi heilsufarslegra áhrifa (skammtur, viðbrögð).
3. *Mat á inntöku* (exposure assessment), hve mikið við innbyrðum.
4. *Áhættulýsing* (risk characterisation), niðurstaða áhættumats, hve líklegur og alvarlegur verður heilsuskaðinn miðað við ákveðið úrtak þjóðar (heilbrigðir, sjúkir, gamlir, ungir).

Áhættumat getur verið huglægt, hálf-magnbundið eða magnbundið þar sem magnbundið áhættumat er flóknast, dýrast og tímafrekast og krefst mikillar sérfræðiþekkingar og

rannsóknargagna (læknisfræðileg, faraldsfræðileg, tölfræðileg, matvælafræðileg, eiturefnafræðileg o.fl.). Því er nauðsynlegt að hafa skýr markmið í upphafi við framkvæmd áhættumats til að fjármagn og niðurstöður nýtist sem best. Hvernig til tekst við áhættumat veltur á þeim gögnum og upplýsingum sem fyrirleggjandi eru.

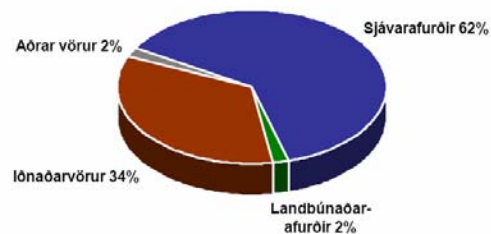
Mikilvæg grunnvinna fyrir áhættumat er að gera sér grein fyrir hvaða hættur og afurðir eru mikilvægar t.d. varðandi íslenskan sjávarútveg. Öryggi mismunandi fiskafurða er háð mörgum þáttum eins og t.d. uppruna fisksins, örverufræðilegu ástandi hráefnis, meðhöndlun og vinnsluháttum og að lokum matreiðslu. Huss og samstarfsmenn hans (3) hafa sett fram skala þar sem áhætta sem fylgir ofangreindum þáttum er metin og matvælum raðað eftir því hvort áhættan er mikil, miðlungs eða lítil. Með því að nota þessa aðferð sem Huss og hans félagar þróuðu er hægt að fá fram **áhættusamsetningu** (risk profiling) íslenskra sjávarafurða. Í Ástralíu var gengið skrefi lengra og þróað reiknilíkan, Risk Ranger, til að meta áhættu vegna neyslu ákveðinna matvæla (4). Þetta líkan getur borið saman matvæli m.t.t. áhættu á kvarðanum 1–100 þar sem yfir 60 er mikil áhætta, 37–59 meðal áhætta og minna en 36 lítil áhætta. Mat á áhættu byggist á því hversu alvarlegar afleiðingar sú hættu er sem tengist tilteknum matarskammti og fjölda matarskammta sem innbyrtir eru á tilteknu tímabili. Líkan af þessu tagi er hægt að nota til að kortleggja fæðubornar hættur og greina og forgangsraða þeim afurðum sem þurfa að fara í ítarlegt áhættumat. Þetta kallast **áhætturöðun** (risk ranking). Með Risk Ranger (4) er hægt að framkvæma svokallað hálf-magnbundið áhættumat (Semi-quantitative risk assessment). Þar eru settar fram 11 spurningar sem svara verður með viðeigandi gögnum. Notandi Risk Ranger velur hlutbundnar staðhæfingar og/eða setur inn töluleg gögn um þá þætti sem hafa áhrif á áhættu vegna neyslu sérstækra matvæla, miðað við ákveðið úrtak þjóðar og ákveðinnar hættu. Niðurstaða áhættumats er því breytilegt eftir þeim forsendum sem gefnar eru í upphafi.

Fiskafurðir frá Íslandi hafa það orð á sér að vera heilnæmar og öruggar. Gott orðspor dugar hins vegar ekki eitt og sér við núverandi aðstæður, Íslendingar verða nú að geta stutt slíkar fullyrðingar með vísindalegum rökum. Áhættumat er ein þeirra vísindalegu aðferða sem getur sýnt hver staða íslenskra fiskafurða er með tilliti til öryggis.

2. Framkvæmd

2.1. Áhættusamsetning íslenskra sjávarafurða

Efna – og/eða örverumengun í hráum eða unnum sjávarafurðum getur haft skaðleg áhrif á viðskipti með þessar vörur og þannig haft bein fjárhagsleg áhrif á fiskiðnaðinn. Sem dæmi um þetta má nefna að á 12 mánaða tímabili (júlí 2001 til júní 2002) var 1684 sendingum af innfluttum sjávarafurðum hafnað við komuna til Bandaríkjunum vegna örverumengunar. Í Evrópu (2001) var 112 sendingum af innfluttum sjávarafurðum hafnað vegna mismunandi mengunar (efna, örveru eða aðskotahluta) (5).



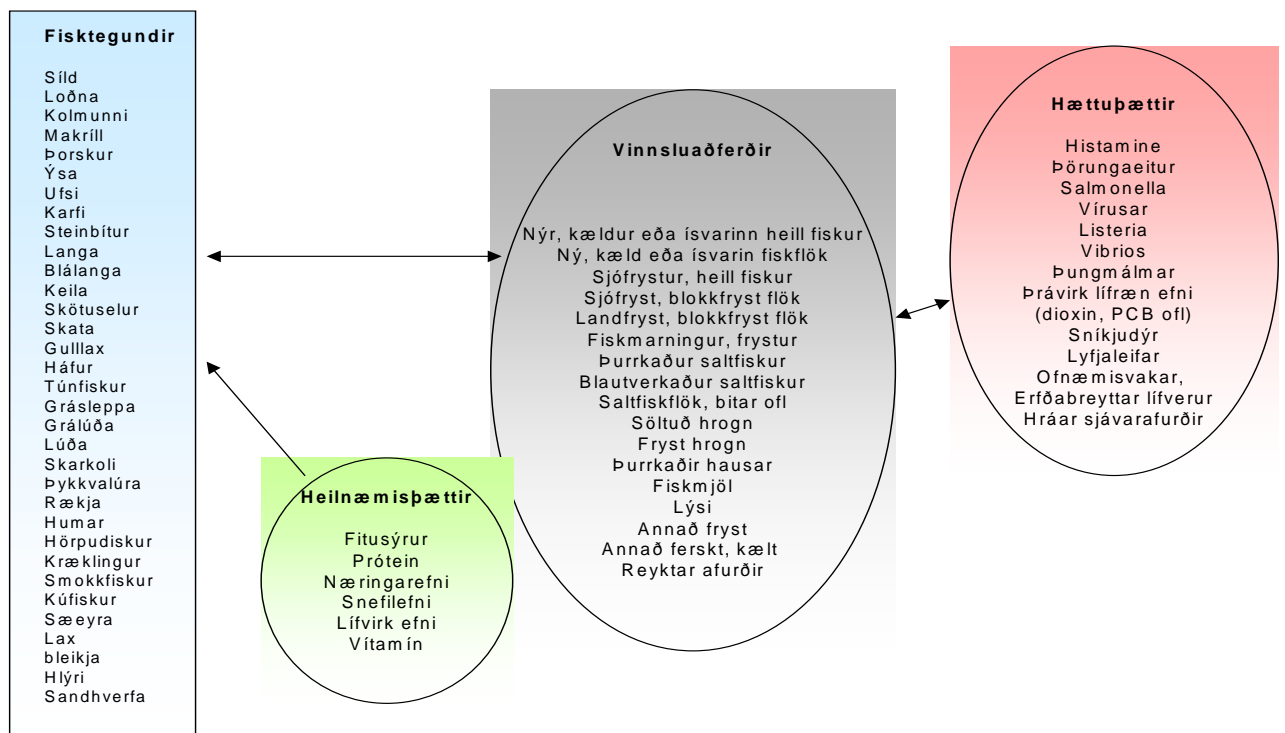
Mynd 2. Hlutfall útflutningsverðmæta árið 2003 (6)

Íslenska hagkerfið er mjög háð sjávarútvegi eins og sést hér á mynd 2. fyrir ofan þar sem sjávarafurðir voru 62% af heildarverðmæti útflutnings árið 2003. Sjávarútvegurinn stendur enn undir stórum hluta gjaldeyrstekna þjóðarbúsins og það er því mjög mikilvægt að tryggja útflutningstekjur íslenskra sjávarafurða til framtíðar. Verðmæti sjávarfangs er háð ýmsum þáttum m.a. mörkuðum og markaðsstarfi, jákvæðri ímynd, vörubrúun og rannsóknum og í sívaxandi mæli öryggi og heilnæmi.

Íslenskar sjávarafurðir samanstanda af mörgum mismunandi tegundum sem hafa farið í gegnum mismunandi vinnsluferla. Með því að kortleggja íslenskar sjávarafurðir m.t.t. mikilvægi útflutningstekna og mikilvægi áhættuþátta er hægt að sjá áhættusamsetningu þeirra. Þar sem mikil vinna felst í gerð áhættumats verður að forgangsraða þeim afurðum

sem þurfa að fara í áhættumat. Í þessu verkefni verða 5-10 afurðir valdar til að gera áhætturöðun og hálf-magnbundið áhættumat.

Sem fyrr segir veiða Íslendingar og flytja út margar tegundir sjávarafurða. Samsetning þessara sjávarafurða þ.e. tegund, vinnsla, hættuþættir og heilnæmisþættir getur verið margvísleg, sbr. dæmi á mynd 3. Við framkvæmd áhættumats er fyrsta skrefið að kortleggja íslenskar sjávarafurðir m.t.t. mikilvægi útflutningstekna og alvarleika áhættu og fá þannig fram áhættusamsetningu þeirra. Þetta er nauðsynlegt því þær afurðir sem hugsanlega geta skapað mestu hættu við neyslu eru ekki endilega þær afurðir sem skapa mestu útflutningstekjurnar.



Mynd 3. Dæmi um fisktegundir, vinnsluaðferðir, heilnæmis- og hættuþætti sem tengjast íslenskum sjávarafurðum

Ákveðið var að afla og skoða gögn fyrir eftirfarandi **fisktegundir: þorsk, rækju, karfa, ýsu, grálúðu, síld, ufsa og kúfisk** til að gera áhætturöðun og hálfmagnbundið áhættumat. Þessar fisk- og skelfisktegundir eru verðmætar fyrir íslenska þjóðarbúið og eru mjög mismunandi bæði hvað varðar stærð og fitumagn og innihalda mismunandi magn af óæskilegum efnum og örverum, sbr. töflu 2. Í töflunni er merkt við bakteríur sem tilheyra ættkvíslinni *Vibrio* (skástríkaðir reitir), en þar sem ekki er mikið vitað um tilvist sjúkdómsvaldandi baktería í íslenskum sjávarafurðum sem tilheyra henni þótti áhugavert og mikilvægt að skoða það. Í framhaldi af þessari vinnu var farið í nákvæma gagnasöfnun fyrir fyrrgreindar fisktegundir. Þrátt fyrir mikilvægi loðnu í útflutningstekjum Íslendinga er hún ekki tekin með því hún er nær eingöngu notuð til fóðurframleiðslu.

Tafla 2. Dæmi um viltar fisk- og skelfisktegundir og hugsanlegar helstu hættur

Tegundir	Hugsanlegir hættuþættir												
	Histarínæ	Salmonella	Viruses	Listeria	Vibrios	Saurodígerlar	Algjal bíðoxíns	Heavy metalls	POP's (pesticides, dioxin, PCB etc.)	PAH's (ræykur fiskur)	Parasites	Antibiotic residues	Allergens, GMO's
Þorskur													
Loðna													
Rækja													
Karfi													
Ýsa													
Grálúða													
Síld													
Ufsi													
Steinbitur													
Humar													
Skarkoli													
Hörpudiskur													
Langa													
Keila													
Grásleppa													
Smokkfiskur													
Lúða													
Skötuselur													
Kúfiskur													
Skata													
Sæeyra													
Gullfax													
Kolmunn													
Háfur													
Þykkvalúra													
Blálanga													
Makrill													
Túnfiskur													
Kræklingur													

2.2. Hættukennsl, hættulýsing og mat á inntöku

Fiskneysla er mikilvæg, þar sem fiskur er fitulítill og inniheldur mörg lífsnauðsynleg næringarefni, snefilefni og vítamín. En fiskur er þó ekki eingöngu hollur því ýmsar hættur geta hugsanlega fylgt neyslu hans. Þær geta bæði verið af líffræðilegum völdum (sjúkdómsvaldandi bakteríur, vírusar, og sníkjudýr) og af efnafræðilegum toga (efnamengun úr umhverfinu, t.d kvikasilfur, arsenik, PCB, PCDD/Fs, dioxínlik PCB-efni o.fl).

Neysla fisks og skelfisks olli um 5% af fæðubornum sýkingum í Evrópu á árunum 1993–1998 (8), en það er nokkuð hátt hlutfall ef miðað er við neyslutölur matvæla almennt, þar sem neysla fiskafurða í Evrópu er 5–10 sinnum minni en t.d neysla kjúklings og annarra kjötafurða.

Neysluvenjur fólks eru stöðugt að breytast og hafa því mikil áhrif á hvaða vörur matvælaframleiðendur framleiða. Fiskur er t.d. ekki lengur mauksoðinn til að drepa allar óæskilegar bakteríur. Með breyttum neysluvenjum og sér í lagi aukinni eftirspurn eftir tilbúnum og hálftilbúnum matvælum getur áhættan aukist á fæðubornum sjúkdómum.

Fyrstu skrefin til að meta áhættu ákveðinna afurða er að skilgreina hugsanlegar hættur (efni og örverur) tengdum þeim (hættukennsl), og meta eðli mismunandi heilsufarslegra áhrifa (hættulýsing). Einnig er nauðsynlegt að meta neysluna, þ.e. hversu mikið við borðum af ákveðinni sjávarafurð (neysluvenjur, neyslukannanir, skammtastærðir, tíðni o.fl.).

Gögn voru fengin úr gagnabönkum (t.d. gagnabönkum WHO, FAO), birtum skýrslum (t.d Rf skýrslum) og greinum (t.d erlendum og innlendum fagtímaritum). Til að meta neyslu voru upplýsingar fengnar úr neyslukönnunum Manneldisráðs. Einnig voru upplýsingar sóttar til Umhverfisstofnunar og annarra viðeigandi stofnana.

2.2.1 Hættukennsl og hættulýsing

Flest mengunarefni frá landi hafna fyrr eða síðar í hafi og er lífríki sjávar því sérstök hætta búin. Aðskotaefni eru “efni sem berast í matvæli eða myndast í þeim og breyta eiginleikum, samsetningu, gæði og hollustu þeirra”, skv. skilgreiningu í íslensku reglugerðinni um aðskotaefni í matvælum: Dæmi um aðskotaefni eru ólífræn og lífræn snefilefni.

Ólífræn aðskotaefni:

Pungmálmar (t.d. kvikasilfur, kadmín, blý, arsenik, kopar, króm, nikkell, sink).

Þungmálmar eru frumefni sem öll er að finna í náttúrulegum styrk í hafinu, og er styrkur þeirra oftast mjög lágur. Náttúrulegur styrkur snefilmálma er breytilegur milli staða og er háður t.d. eldvirkni, uppblæstri, gerð berggrunns og veðurfari. Þetta getur leitt til herra innihalds í ákveðnum tilvikum en leyfilegt er í sjávarfangi. Sumir þungmálmar hafa tilhneigingu til að safnast fyrir í lífverum í sjó og getur þessi uppsöfnun verið hættuleg fyrir þessar fisktegundir sem og neytendur þeirra. Hákarl, háffiskar, hvalir og stórlúða eru dæmi um tegundir sem geta safnað kvikasilfri yfir leyfileg hámarksgildi, en langlúra og þykkvalúra eru dæmi um fiska sem safna arsenik í vöðva í miklu magni sem stafar líklega af fæðuvali. Þungmálmar finnast í öllum lífverum og eru sumir þeirra, svo sem sink og kopar þeim nauðsynlegir, meðan aðrir, eins og kadmín, blý, arsenik og kvikasilfur, gegna engu þekktu hlutverki. Kvikasilfur og kadmín safnast fyrir og geta verið skaðleg í litlum mæli. Kadmín getur haft áhrif á ýmsa efnaferla og kvikasilfur getur haft áhrif á heilastarfsemi, sérstaklega í fósturum og ungvíði.

Frá náttúrunnar hendi innhalda sjávarafurðir almennt frekar mikið af arsenik (t.d. þorskur, rækja og kolmunni) og kvikasilfri (t.d. lúða og túnfiskur). Eituráhrif þessara tveggja þungmálma fara hins vegar eftir efnafræðilegu formi þeirra og ljóst er að í framtíðinni verður mikilvægt að geta greint efnafræðilegt form þungmálma s.s. kvikasilfurs og arseniks (tegundagreining; chemical speciation). Í dag er magn kvikasilfurs og arseniks í fóðri og matvælum venjulega mælt sem heildarkvikasilfur eða heildararsenik. Hins vegar er það aðeins ólífrænt arsenik og lífrænt kvikasilfur sem hafa áhrif á öryggi matvæla þar sem þetta er hið eittraða form þessara efna (toxic chemical form).

Lífræn aðskotaefni:

Þrávirk lífræn efni dreifast um jörðina með lofti, dýrum og í vatni eða sjó. Þeim er skipt í þrjá aðalflokka eftir því hvernig þau eru notuð eða hafa myndast þ.e.:

- plágueyðar (DDT-efni, HCH-efni, aldrín/endrín/dieldrín, klórdan-efni, mírex, toxafen-efni og endosúlfan-efni)
- efni sem notuð eru í iðnaði (PCB, HCB)
- aukaafurðir í iðnaðarferlum (HCB, díoxín).

Talað er um að efni séu þrávirk ef þau bindast lífverum og eyðast ekki eða mjög seint, enda safnast slík efni fyrir í umhverfinu. Þessi efni safnast fyrir í fituríkum vef lífvera og magnið eykst eftir því sem ofar kemur í fæðukeðjuna. Þessi efni geta haft ýmis neikvæð áhrif á lífverur en algengustu afleiðingarnar eru taldar vera neikvæð áhrif við viðkomu og á ónæmiskerfi þar sem efnin geta líkt eftir hormónum og þar með raskað hormónabúskap lífvera. Sum efnanna geta verið krabbameinsvaldandi eða örvað vöxt þeirra.

Brómuð eldhemjandi efni (brominated-flame retardants/BFRs):

Þessi efni eru notuð í miklu magni sem eldhemjandi efni í vefnaði, tölvubúnaði og raflögnum. Þetta er stór hópur efnasambanda og mörg þeirra, t.d. polybrominated diphenyl ethers (PBDEs), eru algeng mengunarefni í lífríki hafsins. Hjá Evrópusambandinu er nú þegar hafin vinna sem miðar að því að setja hámarksgildi fyrir þennan efnaflokk.

Díoxín (PCDDs/PCDFs):

Samtals er um að ræða 210 efnasambönd af PCDD/Fs: díoxín (dibenzó-p-díoxín) og díbensófúrön. Sýnt hefur verið fram á að 17 (skv. WHO) þeirra eru eitruð¹. Að vísu eru þau miseitruð, en eiturvirknin er sú sama. Því hefur hvert þeirra mismunandi eiturstuðul, sem notaður er til að umbreyta styrk þeirra í eitureiningu, TEQ (toxic equivalent). Þessir eiturstuðlar voru samþykktir af Alþjóðaheilbrigðisstofnuninni árið 1998. Með því að

¹ 2,3,7,8-Tetra-CDD, 1,2,3,7,8-Penta-CDD, 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDD, 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDD, 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDD, 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDD, OCCC, 2,3,7,8-Tetra-CDF, 1,2,3,7,8-Penta-CDF, 2,3,4,7,8-Penta-CDF, 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDF, 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDF, 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDF, 2,3,4,6,7,8-Hexa-CDF, 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDF, 1,2,3,4,7,8,9-Hepta-CDF, OCDF

leggja saman þessar eitureiningar fæst út samtala sem nefnd hefur verið WHO-TEQ. Styrkurinn er ávallt gefinn upp sem hámarksstyrkur (upper-bound level), þ.e. þegar ákveðinn mæliþáttur er ekki mælanlegur þá er styrkurinn settur jafnt og greiningarmörkin). Ekki er alveg ljóst hvernig efnin virka, en talið að rekja megi áhrifin til bælingar á ónæmiskerfinu og skemmda á lifur, sérstaklega hjá ungviði. Efnin trufla þroska fóstura og barna og valda skemmdum á miðtaugakerfinu. Þá er talið að díoxín geti orsakað getuleysi og dregið úr fjölda sæðisfrumna.

PCB efni

Samtals er um að ræða 209 efnasambönd og sýnt hefur verið fram á að 12 (skv. WHO) þeirra hafi díoxínlíka-virkni -díoxínlík PCB-efni (non-ortho (CB77, CB81, CB126, CB169) og mono-ortho (CB105, CB114, CB118, CB123, CB156, CB157, CB167, CB189)), en auk þess er algengt að mæld séu 7 PCB efni til viðbótar sem kölluð eru bendi PCB-efni (CB28, CB52, CB101, CB118, CB138, CB153, CB180). Búið er að banna framleiðslu þessara efna en þau finnast samt ennþá mjög víða, t.d í eldri spennubreytum og þéttum. Mörg PCB-efni geta valdið vansköpun í fósturum og eru talin ýta undir vöxt krabbameins.

Varnarefni/Plágu efni

Um er að ræða mörg klórlífræn efnasambönd sem oft eru kölluð plágu efni (HCB, DDT-efni, HCH-efni, aldrin/endrin/dieldrin, chlordane-efni, toxafen-efni og endosulfan-efni). Þau hafa í gegnum tíðina verið notuð sem vörn við ýmsum plágum, s.s skordýrum, illgresi, sveppum, ormum, nagdýrum og fuglum. Þessi efni geta haft áhrif á æxlun og ónæmiskerfi og eru talin geta valdið krabbameini.

Tinsambönd

Algengustu tinsamböndin í lífríki hafsins eru tributyltin (TBT) og triphenyltin (TPhT), en þessi efni hafa fyrst og fremst verið notuð í botnmálningu skipa til að koma í veg fyrir að dýralíf setjist á skipsbotninn. Notkun þessara efna hefur verið bönnuð frá 2003 en þau eru enn til staðar í lífríki hafsins. TBT er eitt eittraðasta efni sem notað hefur verið af ásetningi. Aðeins mjög lítil styrkur þess nægir til að valda vansköpun hjá nákuðungum.

Það raskar hormónastarfseminni og hefur áhrif á æxlun. Líkur eru á að í náninni framtíð verði sett hámarksgildi fyrir þennan efnaflokk.

PAH efni

PAH-efni er stór hópur efnasambanda og eru mörg þeirra krabbameinsvaldandi og a.m.k. 7 þeirra hafa díoxín-líka verkun. PAH efni geta myndast við ákveðna meðhöndlun matvæla, t.d. reykingu, steikingu og grillun. Ýmiskonar iðnaður hefur einnig í för með sér myndun PAH-efna, t.d. stóriðja á borð við álver. Hjá Evrópusambandinu er nú þegar hafin vinna sem miðar að því að setja mörk (hámarksgildi) fyrir PAH-efni í ýmsum fæðutegundum, þ.á.m. fyrir reyktan fisk.

Þörungaeitur

Þörungaeitri er skipt í tvo flokka, þ.e. annars vegar þau sem blágrænuþörungar (cyanobacteria) í ferskvatni mynda og hins vegar þau eitrefni sem strandsjávarkorupörungar mynda, stundum kallað skelfiskeitur. Ýmsar tegundir eru þekktar af skelfiskeitri, PSP (lömunareitrun), DSP (niðurgangseitrun), NSP (taugaeitrun) og ASP (kísilþörungaeitrun eða óminniseitrun). Um er að ræða flóknar efnablöndur sem valda eitrun og er eitrið mælt með dýratilraunum. Við ræktun kræklinga og kúskeljar til manneldis er gerð krafa um að fylgst sé með magni þörungaeiturs í ætum hluta.

Histamín

Histamín tilheyrir hópi efna sem nefnast lífræn amín. Histamín getur verið náttúrulega til staðar í ýmsum matvælum og í eðlilegu magni er það ekki talið skaðlegt fyrir fólk. Ef matvæli eru geymd á rangan hátt, t.d. við of hátt hitastig (<5°C) í langan tíma, geta bakteríur hins vegar stuðlað að myndun histamíns og annarra amína. Bakteríurnar afoxa histidín og mynda histamín. Matvæli með of mikið magn af histamíni geta valdið matareitunum. Mikil histamínmyndun getur átt sér stað í vissum fiskafurðum og valdið svonefndri skombroíðeitrun. Þessar fisktegundir eru með dökkt fiskhold, eins og t.d. sverðfiskur, túnfiskur, háhyrningar, makrill, sardínur, ansjósur og lax. Önnur matvæli sem líkleg eru til að innihalda histamín og önnur lífræn amín eru t.d. rauðvín, ostar og spægipylsa. Eitrunin á sér stað vegna fjölgunar á sérstökum örverum sem vaxa í fiski sem

geymdur er við of hátt hitastig (>5°C). Við geymslu um lengri tíma þarf hitastigið að vera 0°C eða lægra.. Histamín er hitapolið og eyðileggst ekki við matreiðslu eða suðu. Einkenni eitrunar getur verið roði í andliti, háls og bringu, höfuðverkur, ógleði, uppköst, magaverkir, bólgnar varir og kláði. Í sumum tilfellum getur verið um að ræða kláða, svima og í verri tilfellum, taugaáfall/lost, sársauki í lungum og truflanir. Nánast öll tilfelli af skombroíðeitrun hefur verið hægt að rekja til neyslu sjávarafurða.

Örverur í sjávarafurðum

Örverur er samheiti yfir lífverur (gerla, öðru nafni bakteríur, veirur og sýkla) sem ekki sjást með berum augum og tilheyra mjög stórum hópi með ákaflega mismunandi eiginleika, og fjöldi þeirra getur verið gífurlegur þar sem vaxtarskilyrði eru hagstæð. Starfsemi örvera er mjög fjölbreytileg. Sumar örverur skemma matvæli smám saman með því að breyta eiginleikum þeirra og valda ódaun eða öðrum neikvæðum eiginleikum á bragð- og lyktargæðum eða útliti matvæla án þess að valda hættu innan víðra marka. Aðrar örverur geta valdið sjúkdómum svo sem matareitrunum og -sýkingum, blóðkreppusótt, taugaveiki, kóleru, berklum og holdsveiki. Í matvælaiðnaði hafa verið þróaðar ýmsar aðferðir, svokallaðar rotvarnir, sem miða að því að hamlar örverustarfsemi eða stöðva hana alveg. Sem dæmi um rotvarnaraðferðir má nefna kælingu, frystingu, söltun, gerilsneyðingu, niðursuðu, notkun rotvarnarefna, þurrkun og reykingu.

Hægt er að flokka sjúkdómsvaldandi örverur sem geta mengað fiskafurðir í þrjá hópa eftir uppruna þeirra:

- ✓ þær sem eru náttúrulegar í umhverfi fiskafurða (*Vibrio spp.*, *Clostridium botulinum* og *Aeromonas hydrophila*);
- ✓ þær sem eru af sauruppruna (*Salmonella spp.*, *pathogenic E. coli*, *Campylobacter spp.* og *Yersinia enterocolitica*)
- ✓ þær sem koma frá menguðu vinnslumhverfi (*L. monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* og *Bacillus cereus*).

Eftirfarandi lýsingar eru af mikilvægustu örveruhópum, sem algengt er að leitað sé að í íslenskum sjávarafurðum. Þessir sýklar geta borist í fiskafurðir eftir ýmsum leiðum en sem betur fer er það sjaldgæft.

Listeria monocytogenes

L. monocytogenes er kuldakær sjúkdómsvaldandi baktería sem þrífst vel við lágt hitastig eins og t.d. í kæligeymslum (0-4°C). *L. monocytogenes* er mjög útbreidd í náttúrunni og er sjúkdómsvaldandi í mönnum og hefur verið einangruð úr ýmsum matvælum úr jurta- og dýraríkinu. Dánartíðni þeirra sem veikjast er mjög há eða um 20-30%. Á hverju ári sýkjast u.þ.b. 2-10 á hverja 1.000.000 íbúa af völdum *L. monocytogenes* í löndum Evrópu og N-Ameríku. Þessar sýkingar eru aðallega í ófrískum konum og nýfæddum börnum, gamalmönnum og sjúklingum með skert ónæmiskerfi og er dánartíðnin allt að 75% hjá þessum hópi (9). Á Íslandi hafa greinst um 2 tilfelli á ári eða sem samsvarar um 8 sýkingum á hverja 1.000.000 íbúa (10). Listeríumengun af völdum sjávarafurða hefur einkum verið rakin til lax, rækju, krabba, humars og hörpudisks. Mörg þessara matvæla fara þó í gegnum einhvers konar vinnslu, eins og t.d. suðu, sem drepur Listeru. En þrátt fyrir að hún drepist við suðu hefur hún þó fundist í fullunninni vöru. Matvælin geta mengast meðan á vinnslu stendur, m.a. vegna lélegra þrifa eða slæmra framleiðsluhátta. Sá eiginleiki *Listeria* að geta vaxið við kæligeymslu (0-4°C) hefur það í för með sér að takmarka verður geymsluþol vörunnar með tilliti til þessa. Umhverfisþættir sem hafa áhrif á vöxt *listeria* eru sýndir í töflu 1.

Tafla 3. Umhverfisþættir sem hafa áhrif á vöxt *L. monocytogenes*

Umhverfisþáttur	Lágmark	Hámark	Kjöraðstæður	Lifir en vex ekki
Hitastig (°C)	-1.5 til +3	45	30 til 37	-18oC f
Sýrustig (pH)	4.2 til 4.3	9.4 til 9.5	7.0	3.3 til 4.2
Vatnsvirkni (aw)	0.90 til 0.93	> 0.99	0.97	< 0.90
Salt	< 0.5	12 til 16	Ekki vitað	≥ 20

Hitun við 70°C í 2 mínútur minnkar fjölda *L. monocytogenes* um 10^6 frumur. Þau viðmið sem gefin eru upp hér eru miðuð við vöxt í næringaræti sem búið er til á rannsóknastofu, en umhverfi í matvælum gæti haft aðeins önnur áhrif. Bent hefur verið á að í matvælum eigi vöxtur sér ekki stað ef sýrustig er frá pH 5-5,5 og vatnsvirkni (aw) minna en 0,95. Einnig í matvælum með pH minna en 5 og í þeim þar sem vatnsvirkni fer undir 0.92.

E. coli - bendiörverur fyrir saurmengun

Escherichia coli er baktería sem tilheyrir iðragerlum (Enterobacteriaceae). Hann er algengasti kólígerillinn en það eru þeir iðragerlar sem gerja laktósa. Langflestir *E. coli* gerlar eru ekki sjúkdómsvaldandi og eru þeir aðal uppistaða náttúrulegrar gerlaflóru í þörmum manna og dýra með heitt blóð. Þó eru þekktir fjórir undirhópar *E. coli* sem geta valdið matarsýkingu. Þessir undirhópar eru: Verotoxigenic *E. coli* – VTEC (oft einnig nefndur enterohemorrhagic *E. coli* – EHEC), enteroinvasive *E. coli* – EIEC, enterotoxigenic *E. coli* – ETEC og enteropathogenic *E. coli* – EPEC. Þessir hópar valda oft mjög alvarlegum niðurgangspestum með hárrí dauðatíðni í vanþróuðum ríkjum, sérstaklega hjá ungbörnum. Enterotoxigenic *E. coli* er algengur orsakavaldur matarsýkinga meðal ferðamanna sem ferðast til heitari landa. Sýkingar af völdum verotoxigenic *E. coli* (VTEC), týpu 0157:H7, hafa hins vegar valdið vaxandi áhyggjum meðal ýmissa þróaðra ríkja á undanförunum árum. Vitað er um örfá tilfelli hér á landi. Grunnuppspretta er saur sýktra manna og dýra og saurmenguð matvæli geta því innihaldið sýkilinn. Dæmi um matvæli sem geta verið menguð er illa steikt nautahakk (borgarar) og hrámjólk. Sýkillinn getur vaxið á hitasviðinu 7 til 45°C. Hann drepst við hitun við 64–65°C í tæpar 10 mín. *E. coli* er ekki sérlega saltþolinn og getur aðeins vaxið upp að 6.5% saltstyrk. Lágmarks sýrustig (pH) til vaxtar er 4.0. Mælingar á kólígerlum er ein algengasta prófun til þess að meta heilnæmi matvæla og hreinlæti við framleiðslu þeirra.

Salmonella

Salmonella tilheyrir einnig iðragerlum. Grunnuppspretta *Salmonella* er saur sýktra manna og saur ýmissa dýra, t.d. máva og meindýra. Saurmenguð matvæli geta því innihaldið sýkilinn og nái hann að vaxa getur hann valdið sýkingu. Dæmi um matvæli sem geta verið menguð eru kjúklingar, egg, kjöt og hrámjólk. Mikilvægt er að komast hjá því að sýkillinn berist úr hrámeti yfir í tilbúinn mat. Þá er mjög mikilvægt að fylgjast með *Salmonella* í fódri, en sýkillinn hefur stöku sinnum fundist í íslensku fiskmjöli. Hins vegar er ekki vitað til þess að *Salmonella* hafi fundist í sýnum af fiski og skelfiski sem Rf hefur rannsakað á undanförunum árum. Sýkillinn getur vaxið á hitasviðinu 5 til 45°C. Flestar tegundir drepast við 62–63°C hitun í 2–3 mín. *S. senftenberg* 775W er hitaþolnari

en flestar aðrar *Salmonella*-tegundir, en hitun við 70°C í 1–2 mín. ætti að duga til þess að drepa þessa tegund. *Salmonella* sýkillinn er ekki saltþolinn og getur aðeins vaxið upp að 5% saltstyrk. Lágmarks sýrustig (pH) til vaxtar er 4.0 og yfirleitt er vöxtur mjög lítill við pH undir 5.

Staphylococcus aureus er sýkill sem getur valdið matareitrun. Hann lifir góðu lífi í nefi og hálsi margra heilbrigðra einstaklinga. Mjög sjaldgæft er að finna sýkilinn í íslenskum sjávarafurðum. Þekktar eru 27 tegundir sem flokkast undir ættkvíslina *Staphylococcus* en aðeins ein, *S. aureus*, veldur matareitrun. Þessi sýkill getur fjölgað sér frá 7-48°C og við saltstyrk frá 0-20% og er því mjög saltþolinn. Náttúruleg heimkynni hans er húð, húðkirtlar og slímhimnur hjá mönnum og dýrum, ígerðir og sár, þarmar dýra og manna, jarðvegur og ryk. Dæmi um matvæli sem hafa verið tengd sýkingum af völdum *S. aureus* eru kjöt og kjötafurðir, mjólk og mjólkurafurðir, búðingar og bakkelsi, sósur og salöt og söltuð matvæli. Þessi baktería myndar eiturefni, enterotoxin, sem einstaklingur sýkist svo af. Til eru 7 mismunandi tegundir af eiturefninu og mynda sumir stofnar fleiri en eitt efni. Talið er að um 30-50% stofna myndi þetta eitur í matvælum. Eitrið er mjög hitaþolið og þolir suðu í allt að 30 mín.

Fræðilega geta fleiri tegundir alvarlegra sýkla (t.d. vibrios og veirur) borist í íslenskar sjávarafurðir en til þessa eru til litlar upplýsingar um útbreiðslu þeirra í umhverfi sjávarafurða.

Evrópusambandið hefur látið búa til og tekið í gildi ýmsar reglugerðir varðandi hámarksmagn aðskotaefna í matvælum og fóðri og í janúar 2006 tóku gildi viðmiðunarreglur fyrir örverumælingar í matvælum sem hafa verið þróaðar af ESB. Hér fyrir neðan í töflum 4 og 5 má sjá dæmi um þessar reglugerðir og þau hámarksgildi sem þar eru tiltekin.

Tafla 4. Evrópsk hámarksgildi aðskotaefna í sjávarafurðum og viðmiðunargildi fyrir örverur í matvælum (11,12,13).

(EC) No 466 -> (EC) No 221/2002					
Hámarksmagn tiltekinna mengunarefna í matvælum					
Aðskotaefni	Afurðir	Hámarksviðmiðunargildi (mg/kg votvigt)	Nothæfisviðmiðanir við sýnatöku	Nothæfisviðmiðanir við greiningaraðferðir	
Blý (Pb)	Ætur hluti fisksins	0,2	Tilskipun 2001/22/EC	Tilskipun 2001/22/EC	
	Ætur hluti af senegalsólflúru, áli, dílabarra,gráröndungi, tvírandaflekk,flekkjarytari,hros samakríl,sardínum	0,4	Tilskipun 2001/22/EC	Tilskipun 2001/22/EC	
	Krabbadýr að frátölu brúnu krabbakjöti	0,5	Tilskipun 2001/22/EC	Tilskipun 2001/22/EC	
	Samlokur (tvískelja lindýr)	1,5	Tilskipun 2001/22/EC	Tilskipun 2001/22/EC	
	Smokkfiskur (án innyfla)	1,0	Tilskipun 2001/22/EC	Tilskipun 2001/22/EC	
	Kadmín (Cd)	Ætur hluti fisksins	0,05	Tilskipun 2001/22/EC	Tilskipun 2001/22/EC
	Ætur hluti af senegalsólflúru, áli, dílabarra,gráröndungi, tvírandaflekk,flekkjarytari,hros samakríl,sardínum	0,1	Tilskipun 2001/22/EC	Tilskipun 2001/22/EC	
	Krabbadýr að frátölu brúnu krabbakjöti	0,5	Tilskipun 2001/22/EC	Tilskipun 2001/22/EC	
	Samlokur (tvískelja lindýr)	1,0	Tilskipun 2001/22/EC	Tilskipun 2001/22/EC	
	Smokkfiskur (án innyfla)	1,0	Tilskipun 2001/22/EC	Tilskipun 2001/22/EC	
	Kvikasilfur (Hg)-heildar magn	Fiskafurðir	0,5	Tilskipun 2001/22/EC	Tilskipun 2001/22/EC
		Skötuselur, steinbitur,barri, blálanga, rákungar, áll, túnfiskur, djúpkarfi, ofl	1,0	Tilskipun 2001/22/EC	Tilskipun 2001/22/EC
Arsenik (As)	Engar reglugerðir eru til um ólífrænt As				
(EC) No 411/2004-> 56/2005					
Ýmis aðskotarefni í matvælum					
		Hámarksgildi (mg/kg votvigt)			
PCB efni nema	Fiskur og fiskvörur	0,2			
28		0,06			
52		0,01			
101		0,02			
118		0,02			
138		0,02			
153		0,02			
180		0,02			
Aðrir PCB isómerar		0,06			
Histamin	Fiskur og fiskvörur	200			
PSP toxin	Skelfiskur-ætur hluti	0,8			
(EC) No 199/2006 Um breytingar á reglugerð (EB) nr 466/2001 um hámarksmagn tiltekinna mengunarefna í matvælum,					
		Hámarksgildi (mg/kg votvigt)			
Dioxin (sum PCDD+PCDF)	Fiskur og fiskvörur	4 pg WHO-PCDD/F-TEQ/g ww			
Dioxin og DL-PCBs	Fiskur og fiskvörur	8 pg WHO-PCDD/F-TEQ/g ww			
Dioxin (sum PCDD+PCDF)	Fiskiolíur ætlaðar til inntöku	2 pg WHO-PCDD/F-TEQ/g fita			
Dioxin og DL-PCBs	Fiskiolíur ætlaðar til inntöku	10 pg WHO-PCDD/F-TEQ/g fita			

Tafla 5. Evrópsk hámarksgildi aðskotaefna í sjávarafurðum og viðmiðunargildi fyrir örverur í matvælum (14,15,16).

(EC) No 391/2000 Um breytingar á reglugerð (EB) nr 260/1999 um veiðar, meðferð, vinnslu og dreifingu lifandi samloka				
		Hámarksgildi (mg/kg ww)		
saurkóligerlar	Lifandi samlokur	300 MPN /100g hold og vökví		
<i>Escherichia coli</i>	Lifandi samlokur	<230 MPN/100g hold og vökví		
PSP toxin	Lifandi samlokur	80 µg/100g		
DSP	Lifandi samlokur	0 mg/kg		
ASP	Lifandi samlokur	20 µg/kg		
(EC) No 2002/32/EC aðskotaefni í dýrafóðri.				
		Hámarksgildi (mg/kg, 12% rakainnihald)		
kvikasilfur (Hg)-heildar magn	Dýrafóður með undantekningum:	0,1		
	Dýrafóður framléitt úr fiski eða öðrum sjávarlífverum	0,5		
Kadmín (Cd)	Fiskifóður	0,5		
Blý (Pb)	Fiskifóður	5		
Arsenik (As)-heildar magn	Fiskifóður	6		
Ólífrænt arsenic	Fiskifóður	2		
Microbiological criteria for food stuff - EU - regulation 2073/2005. Þessi reglugerð tók gildi 1. janúar 2006				
Örverur	Matvæli	Sýnatökuplan n - c	Viðmið m - M	Matvæli sem þessi viðmiðunarmörk eiga við
<i>L. monocytogenes</i>	Soðin pilluð rækja	5 - 0 5 - 0	100 cfu/g fjarverandi í 25 g	Afurðir á markaði á geymslutíma
<i>Salmonella</i>	Soðin krabbadýr og samlokur	5 - 0	fjarverandi í 25 g	Afurðir á markaði á geymslutíma
<i>Salmonella</i>	Lifandi samlokur	5 - 0	fjarverandi í 25 g	Afurðir á markaði á geymslutíma
<i>E. coli</i> - indicator of faecal contamination	Lifandi samlokur, skrápdyr, möttuldýr og lindýr	1 - 0	230 MPN/100g í innvolsi	Afurðir á markaði á geymslutíma
Histamine	Afurðir af fisktegundum sem innihalda hátt magn histidine	9 - 2	100 mg/kg - 200mg/kg	Afurðir á markaði á geymslutíma

Samkvæmt “Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain on a request from the European Parliament related to the safety assessment of wild and farmed fish, The EFSA Journal (2005) 236, 1-118” þá eru það **kvikasilfur, díoxín og díoxínlík PCB-efni** sem skipta máli þegar verið er að skoða hættur í sjávarafurðum og þá er sérstaklega átt við **túnfisk, lax og síld** úr Eystrasalti, sjá töflu 6 (17). Aðrir málmar t.d. ólífrænt arsenik, kadmín og blý eru í það litlu mæli í sjávarfurðum að ekki þarf að hafa áhyggjur af þeim. Mjög lítið er til af gögnum um önnur lífræn þrávirk efni eins og t.d. HCH, PBDEs, HBCD, TBBP, PBB og tin í sjávarafurðum og því erfitt að taka tillit til þeirra í áhættumati.

Tafla 6. Listi yfir aðskotaefni sem vert er að taka tillit til við gerð áhættumats á sjávarafurðum (17)

Efni	Áætluð inntaka vegna fiskneyslu	Athugasemdir
Ólífrænt arseník	Á ekki við	Á ekki við þar sem fiskur inniheldur aðallega lífrænt arseník.
Kadmín	Á ekki við	Fiskur hefur lítil áhrif á heildarinntöku kadmíns
Blý	Á ekki við	Fiskur hefur lítil áhrif á heildarinntöku blýs
Kvikasilfur	Túnfiskur, non predatory fish (table 26 EFSA Jo 236)	Inntökuþolmörk kvikasilfurs eru byggð á lífmerkjum (biomarkers) í hári mæðra.
Díoxín og furans (TCDD)		
Díoxín og furans og DL-PCBs	Silungur, Síld, Síld úr Eystrasaltinu (table 26, EFSA Jo 236)	
PCBs		Engin opinber þolmörk eru til
HCH	Á ekki við	
Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs)		Skortur á langtíma rannsóknnum
HBCD	Gögn ófullnægjandi	Skortur á langtíma rannsóknnum
TBBPA	Gögn ófullnægjandi	Skortur á langtíma rannsóknnum
PBBs	Gögn ófullnægjandi	
Organo tin (OTC) (TBT,DBT,TPT)		Ekkert áhættumat er til

Út frá öllum þessum upplýsingum var ákveðið að leita að gögnum um **kvikasilfur**, **díoxín** og **díoxínlík PCB-efni** í þeim skelfisk- og fisktegundum sem valdar voru í verkhluta tvö (þorskur, rækja, karfí, ýsa, grálúða, síld, ufsi og kúfiskur). Einnig var ákveðið að skoða öll þau gögn sem aðgengileg eru um örveruinnihald í sömu tegundum.

2.2.2 Gagnasöfnun

Rannsóknargögn um efna-og örveruinnihald þeirra sjávarafurða sem valin voru til nánari skoðunar voru að mestu fengin úr útgefnum skýrslum frá Rf og gagnasafni Rf. Tafla 7 sýnir yfirlit yfir þær sjávarafurðir sem valdar voru og þau efni og örverur sem gögn eru til um.

Tafla 7. Yfirlit gagnasöfnunar

Tegundir	Óæskileg efni/örverur							
	Kvikasilfur	Dioxin	DL-PCB efni*	TVC**	Kóli-saukóligerlar	Listeria	Salmonella	S.aureus
Þorskur	x	x	x	x	x	x	x	x
Rækja	x	x	x	x	x	x	x	x
Karfi	x	x	x	x	x	x		x
Ysa	x	x	x	x	x	x	x	x
Grálúða	x	x	x					
Sild	x	x	x	x	x	x	x	x
Ufsi	x	x	x	x	x	x		x
Kúfiskur	x			x	x	x	x	x

*DL-PCB efni: Dioxin lík PCB efni (CB-77, 81, 126,169,105,114,118,123,156,157,167,189)

**TVC: Total Viable Count (heildarörverufjöldi)

Nokkuð er til af gögnum um aðskotaefni í íslensku sjávarfangi. Síðan 1989 hefur verið í gangi svokallað AMSUM-umhverfissvöktunarverkefni á vegum Umhverfissráðuneytisins, þar sem ólífræn og lífræn snefilefni/aðskotaefni hafa verið mæld í ýmsu sjávarfangi við Ísland. Aðalleg er mælt í þorski og kræklingi en einnig hefur verið mælt í sandkóla, síld og loðnu. Sýnin eru vel skilgreind m.t.t. uppruna, stærðar, aldurs og kyns. Þessi sýni hafa verið mæld á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og á Rannsóknastofnun í lyfjafræði. Annað svöktunarverkefni sem er á vegum sjávarútvegráðuneytisins hófst árið 2003. Í því verkefni eru óæskileg efni mæld í sjávarafurðum, bæði afurðum til manneldis og afurðum lýsis-og mjóliðnaðar. Eins og í umhverfissvöktunarverkefninu, eru sýnin í verkefninu vel skilgreind m.t.t. uppruna, stærðar, aldurs og kyns, sem gerir það að verkum að auðveldara er að meta gögn úr þessum verkefnum. Sýnin voru mæld skv. viðurkenndum aðferðum. Tafla 8 sýnir fjölda sýna og efnamælingar á þeim sjávartegundum sem eru til umfjöllunar í þessu verkefni, sem mæld hafa verið í AMSUM-umhverfissvöktunarverkefninu á árunum 1990-2004 og í svöktunarverkefninu á vegum sjávarútvegráðuneytisins á árunum 2003-2005 (18-31). Einnig var kvikasilfur mælt í 11 sýnum af kúfisk árið 1994.

Tafla 8. Fjöldi sýna og efnamælingar í sýnum mældum á Rf 1990-2005 (18-31).

Tegund sýna	Verkefni	Fjöldi sýna	Fjöldi einstaklinga í sýni	Dioxin(PCDD/Fs) þg WHO-TEQ/g votvigt (Upper bound)			Dioxinlik PCB efni * þg WHO-TEQ/g votvigt (Upper bound)			Sum Dioxin og DL-PCB þg WHO-TEQ/g votvigt (Upper bound)	Hg ng/g votvigt		
				Meðaltal	Lægsta	Hæsta	Meðaltal	Lægsta	Hæsta	Meðaltal	Meðaltal	Lægsta	Hæsta
Þorskur (<i>Gadus Morhua</i>)	Sjávarútvefráðuneytið (2003-2005)	12	10	0,010	0,010	0,017	0,065	0,036	0,120	0,075	46	20	73
Ýsa (<i>Melanogrammus aeglefinus</i>)	Sjávarútvefráðuneytið (2003-2005)	13	10	0,011	0,007	0,015	0,037	0,023	0,064	0,048	21	11	29
Gullkarfi	Sjávarútvefráðuneytið (2003-2005)	7	10	0,065	0,031	0,102	0,278	0,124	0,374	0,343	116	35	287
Grálúða (<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>)	Sjávarútvefráðuneytið (2003-2005)	6	10	0,510	0,332	0,734	1,071	0,625	1,516	1,581	72	51	106
Ufsi (<i>Pollachius virens</i>)	Sjávarútvefráðuneytið (2003-2005)	5	10	0,013	0,011	0,015	0,072	0,060	0,087	0,085	31	16	42
Rækja (<i>Pandalus borealis</i>)	Sjávarútvefráðuneytið (2003-2005)	6		0,039	0,021	0,080	0,065	0,031	0,147	0,104	15	8	30
Sild (<i>Clupea harengus</i>)	Sjávarútvefráðuneytið (2003-2005)	2		0,103	0,042	0,164	0,200	0,096	0,302	0,303			
Þorskur (<i>Gadus morhua</i>)	AMSUM (1990-2004)	47	25								28	15	71
Sild (<i>Clupea harengus</i>)	AMSUM (1990-2004)	3	25								44	30	110
Kúfiskur frá Vestfirðum	1994	11	25								<7		
Hámarksgildi ESB í fiski til mannelis (Directive 199/2006)				4			AA			8			
Aðgerðarmörk ESB í fiski til mannelis (Directive 199/2006)				3			3			AA			
Hámarksgildi ESB											500		
Hámarksgildi ESB fyrir sérgreindar tegundir, hér karfa og steinbit											1000		
AA Hámarksgildi ESB er ekki til													

* DL-PCB (12 stykki skv. WHO): non-ortho (CB-77, CB-81, CB-126, CB-189) og mono-ortho (CB-105, CB-114, CB-123, CB-156, CB-157, CB-167, CB-189)

Ekki hefur verið mikið gert af því að mæla örverur í sjávarafurðum, fyrir utan þær sem eru tilbúnar til neyslu eins og t.d. í pillaðri rækju, reyktum og gröfnum laxi. Í töflu 9 eru sýndar niðurstöður örverumælinga sem gerðar voru á Rf á árunum 1999-2006 (32). Saurkóli greindust aðeins í loðnu, ufsa og steinbít. Athyglisvert er að sjá að þrátt fyrir háa tíðni *Salmonella* í kúfiski þá greindist nánast engin saurkólímengun. Það gæti bent til þess að fjöldi *Salmonella* sé ekki mikill. Niðurstöður um mælingar á *Listeria* og *Salmonella* eru sérstaklega sýndar í töflum 10 og 11 (32). *Listeria* hefur greinst úr ýmsum sjávarafurðum en hæst tíðni er í síld og loðnu. *Salmonella* hefur aðeins greinst úr kúfiski af þeim sjávarafurðum sem voru skoðaðar. Engar upplýsingar eru til um fjölda *Listeria* og *Salmonella* í þessum sýnum

Tafla 9. Fjöldi sýna og örverumælingar (meðaltöl) í sjávarafurðum 1999-2006 (32).

Tegund sýna	Fjöldi sýna 1999-2006	Örverumæling	Niðurstöður (meðaltal)
rækja	609	TVC-35°C	1500 cfu/g
rækja	4366	TVC-30°C	1800 cfu/g
rækja	10	TVC-22°C	540 cfu/g
rækja	4525	Kóli alls	0,9 cfu/g
rækja	4498	Saurkóli	<0,3 cfu/g
rækja	1833	Listeria	1 jákvæð
rækja	1606	Salmonella	0 jákvæð
rækja	3934	S. aureus	<10 cfu/g
rækja	22	Ger- og myglusveppir	17 cfu/g
þorskur	305	TVC-35°C	8000 cfu/g
þorskur	4	TVC-30°C	300 cfu/g
þorskur	1	TVC-22°C	81000 cfu/g
þorskur	279	Kóli alls	20 cfu/g
þorskur	273	Saurkóli	0,34 cfu/g
þorskur	43	Listeria	3 jákvæð
þorskur (verkefni)	135	Listeria	41 jákvæð
þorskur	31	Salmonella	0 jákvæð
þorskur	154	S. aureus	16 cfu/g
ýsa	2	TVC-35°C	4100 cfu/g
ýsa	3	TVC-30°C	30000 cfu/g
ýsa	69	Kóli alls	7,5 cfu/g
ýsa	69	Saurkóli	0,36 cfu/g
ýsa	15	Listeria	0 jákvæð
ýsa	3	Salmonella	0 jákvæð
ýsa	13	S. aureus	<10 cfu/g
ufsi	39	TVC-30°C	1.370.000 cfu/g
ufsi	1	TVC-22°C	4100 cfu/g
ufsi	38	Kóli alls	29,2 cfu/g
ufsi	38	Saurkóli	3,2 cfu/g
ufsi	4	Listeria	0 jákvæð
ufsi	29	S. aureus	<10 cfu/g
karfi	22	TVC-30°C	90300 cfu/g

karfi	22	Kóli alls	1980 cfu/g
karfi	22	Saurkóli	0,3 cfu/g
karfi	3	Listeria	0 jákvæð
karfi	1	S. aureus	<10 cfu/g
kúfiskur	358	TVC-30°C	675 cfu/g
kúfiskur	357	Kóli alls	3,6 cfu/g
kúfiskur	374	Saurkóli	0,7 cfu/g
kúfiskur	22	Listeria	0 jákvæð
kúfiskur	90	Salmonella	26 jákvæð
kúfiskur	346	S. aureus	>10 cfu/g
síld	231	TVC-30°C	125000 cfu/g
síld	9	TVC-22°C	40 cfu/g
síld	217	Kóli alls	60,1 cfu/g
síld	220	Saurkóli	0,46 cfu/g
síld	344	Listeria	158 jákvæð
síld	20	Salmonella	0 jákvæð
síld	21	S. aureus	<10 cfu/g
síld	1	Ger- og myglusveppir	1170 cfu/g
steinbítur	11	TVC-30°C	52800 cfu/g
steinbítur	18	Kóli alls	39,3 cfu/g
steinbítur	18	Saurkóli	19,9 cfu/g
steinbítur	5	S. aureus	<10 cfu/g
smokkfiskur	4	TVC-30°C	4100 cfu/g
smokkfiskur	4	Kóli alls	2,6 cfu/g
smokkfiskur	4	Saurkóli	<0,3 cfu/g

Tafla 10. Fjöldi sýna og mælingar á Listeria í sjávarafurðum 1999-2006 (32).

Tegund sýna	Fjöldi sýna 1999-2006	Örverumæling	Niðurstöður
rækja	1833	Listeria	1 jákvæð
þorskur	43	Listeria	3 jákvæð
þorskur (verkefni)	135	Listeria	41 jákvæð
ýsa	15	Listeria	0 jákvæð
ufsi	4	Listeria	0 jákvæð
karfi	3	Listeria	0 jákvæð
kúfiskur	22	Listeria	0 jákvæð
síld	344	Listeria	158 jákvæð

Tafla 11. Fjöldi sýna og mælingar á Salmonella í sjávarafurðum 1999-2006 (32).

Tegund sýna	Fjöldi sýna 1999-2006	Örverumæling	Niðurstöður
rækja	1606	Salmonella	0 jákvæð
þorskur	31	Salmonella	0 jákvæð
ýsa	3	Salmonella	0 jákvæð
kúfiskur	90	Salmonella	26 jákvæð
síld	20	Salmonella	0 jákvæð

2.2.3 Mat á inntöku

Alþjólega heilbrigðisstofnunin, WHO, og Evrópska matvælastofnunin, EFSA, hafa gefið út ráðlagða viku- og dagskammta af hinum ýmsum aðskotaefnum, sjá töflu 12 hér fyrir neðan. Þessar upplýsingar eru notaðar þegar verið er að meta inntöku aðskotaefnanna.

Tafla 12. Ráðlagður dagskammtur aðskotaefna í fæðu (17).

Efni	Tilvitnun	Þolmörk (PTWI*)	Þolmörk (TDI)	Þolmörk (ADI)	Neikvæð áhrif (NOAEL/Effects)
Ólífrænt arsenik	WHO, 1988(JECFA)	15 µg/kg b.w./week			Ekki vitað
Kadmín	WHO, 2004	7µg/kg b.w.			Ekki vitað
Bly	WHO, 1986, 1993,2000 (JECFA)	25µg/kg b.w/week			Neikvæð áhrif á þroskun taugakerfis barna
Kvikasilfur	WHO 2004 (JECFA), EFSA 2004	1,6 mg/kg b.w/week		0,23 µg/kg bw/day	
Dioxín og furans (TCDD)	WHO 2001	2 pg TCDD/kg b.w./day			
Dioxín og furans og DL-PCBs	WHO 2001, EC 2001	14 pg WHO-TEQ/kg b.w.**/day.			Neikvæð áhrif á frjósemi karla
PCBs	Büschweiler et.al (2004)		0,1 or 0,2ng/kg b.w/day		
HCH	FAO/WHO (JMPR,2002)		0,3µg/kg b.w./day	0-0,005mg/kg b.w/day	
Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs)	EFSA, 2004, WHO,2005		<0,1µg/kg b.w/day		
HBCD	EFSA,2004)		<10 mg/kg b.w./day		
TBBPA	COT, EFSA 2004		< 1mg/kg b.w./day		
PBBs					
Organo tin (OTC) (TBT,DBT,TPT)	EFSA, 2004		0,25 µg/kg b.w/day		

*PTWI (Provisional tolerable weekly intake)
 **WHO-TEQ, toxic equivalence factors
 ***NOAEL, No-observed adverse effect level

Leitað var eftir upplýsingum um skammtastærðir og tíðni fiskneyslu o.fl. Tafla 13 sýnir skammtastærðir á fiskmáltíðum víða í Evrópu. Eins og sjá má eru skammtastærðirnar mjög mismunandi, sérstaklega eftir heimshlutum eða frá 100g í Hollandi upp í 227g í USA. Ekki var hægt að meta um hvers konar fisk þessir neytendur neyttu, þ.e. magn af feitum fiski á móti mögnum fiski, þar sem þessar upplýsingar liggja ekki fyrir.

Tafla 13. Dæmi um skammtastærðir á fiski víðsvegar um Evrópu (17,33).

Land	meðal skammtasærð af fiskmeti (g)		g fiskur/dag	Heimild
USA	227	8 ounce		EFSA Journal (2005) 236, 1-118
Ítalía	129			EFSA Journal (2005) 236, 1-118
Frakkland	118			EFSA Journal (2005) 236, 1-118
Holland	99			EFSA Journal (2005) 236, 1-118
Svíþjóð	114			EFSA Journal (2005) 236, 1-118
Noregur	227		65	www.vkm.no (39)
Ísland	150		40	Manneldisráð Íslands V, 2002

Á árunum 1993-1998 mátti rekja um 5% staðfesta matarsjúkdóma til sjávarafurða. Tafla 14 sýnir staðfesta fæðuborna faraldra og tilfelli af völdum sjávarafurða í nokkrum

löndum Evrópu 1999-2000 (34). Ekki eru til neinar sambærilegar tölur fyrir Ísland því engin staðfest tilfelli, sem hægt er að rekja til sjávarafurða, hafa greinst á Íslandi á þessum tíma, og ekki heldur á árunum 1993-1998. Þess vegna er gott að skoða tölur frá öðrum löndum, t.d. í þeim löndum sem eru mikilvæg útflutningslönd fyrir íslenskar sjávarafurðir, til að gera okkur grein fyrir mikilvægi sjávarafurða í tengslum við matatsjúkdóma. Tafla 15 sýnir uppruna fæðuborinna sjúkdóma á Íslandi 1999-2000 og tafla 16 sýnir staðfest tilfelli af fæðutengdum iðrakveisum 1999-2000 á Ísland (34). Tafla 17 sýnir síðan yfirlit yfir matareitranir/matarsýkingar á Íslandi frá 2002-2004 (35).

Tafla 14. Staðfest tilfelli af fæðubornum sjúkdómum sem tengjast neysla sjávarafurða í Evrópu 1999-2000 (í sviga % skráðara faraldra/tilfella) (34)

Land	1999		2000	
	Fjöldi faraldra	Fjöldi tilfella	Fjöldi faraldra	Fjöldi tilfella
Ísland	-	-	-	-
Noregur				
Fiskur	2 (10%)	13 (5,5%)	2 (9,1%)	4 (1,8%)
Fiskafurðir	3 (15%)	4 (1,7%)	1 (4,5%)	1 (0,4%)
Krabbadýr og skelfiskur, samlokur	0	0	1 (4,5%)	3 (1,3%)
Finland				
Fiskur	4 (4,9%)	28 (1,7%)	3 (4,3%)	10 (0,7%)
Fiskafurðir	5 (6,1%)	89 (5,4%)	3 (4,3%)	64 (4,6%)
Fiskisalat	1 (1,2%)	22 (1,3%)	0	0
Þýskaland				
Fiskur	2 (1,5%)	10 (0,6%)	0	0
Fiskafurðir	1 (0,8%)	33 (1,9%)	0	0
England				
Fiskur/skelfiskur	13 (14,8%)		12 (17,1%)	
Frakkland*				
Fiskur/skelfiskur	92 (18,7%)		82 (17,9%)	
Írland				
Fiskur	1 (3,6%)		0	
Krabbadýr og skelfiskur, samlokur	0		2 (5,6%)	

* Ástæður sýkinga af völdum fisks og skelfisks í Frakklandi voru: *Salmonella*, *C. perfringens*, *S.aureus*, aðrir og óþekktir,

Tafla 15. Uppruni fæðuborna sjúkdóma á Íslandi 1999-2000 (35)

Fæðutegund	1999		2000	
	Fjöldi faraldra	Fjöldi tilfella í faraldri	Fjöldi faraldra	Fjöldi tilfella í faraldri
Brauð og kökur	0	0	1	27
Kjúklingur, ferskt grænmeti	1	7	0	0
Ferskt grænmeti	1	8	1	192 (<i>S. typhimurimum</i>)
Lamb			1	100 (<i>C. perfringens</i>)
Lamb, kjúklingur, pasta	2	5	0	0
Kjötafurðir (ekki pylsur)	1	7	0	0
Óþekkt	1	10	3	12
Alls	6	37	6	331

Tafla 16. Staðfest tilfelli af fæðutengdum iðrakveisum 1999-2000 á Íslandi (35)

Sjúkdómur	1999		2000	
	Fjöldi tilfella	Tíðni (incidence rate)	Fjöldi tilfella	Tíðni (incidence rate)
Salmonellosis	171	61,4	365	129,0
Staphylococcosis	-	-	-	-
Botulism	0	0,0	0	0,0
Campylobacteriosis	435	156,1	245	86,6
Shigellosis	4	1,4	3	1,1
<i>E. coli</i> enteritis (EHEC)	2	0,7	2	0,7
Listeriosis	0	0,0	0	0,0
Cholera	0	0,0	0	0,0
Brucellosis	0	0,0	0	0,0
Other bacterial foodborne infections and intoxications	-	-	-	-
Hepatitis A	0	0,0	0	0,0
Calicivirus enteritis	4	1,4	6	2,1
Echinococcosis	-	-	-	-
Trichinellosis	0	0,0	0	0,0
Giardiasis	47	16,9	46	16,3
Amoebiasis	24	8,6	7	2,5
Infectious Enteritis of unknown origin	-	-	-	-
Alls	687		674	

Tafla 17. Matareitranir/matarsýkingar á Íslandi 2002-2004 (35)

<i>Tegund</i>	<i>Staðfest tilvik</i>	<i>Fjöldi einstaklinga</i>	<i>Líkleg orsök</i>
2002			
Calciveirur	1	21	Óþekkt
Calciveirur	1	12	Óþekkt
Óþekkt	1	8	Óþekkt
<i>Salmonella</i>	1	1	Óþekkt
2003			
<i>Staphylococcus aureus</i> og <i>Bacillus cereus</i>	1	6	Lambakjöt
<i>Salmonella typhimurium</i>	1	19	Óþekkt
Óþekkt	1	6	Óþekkt
2004			
<i>Clostridium perfringens</i> og <i>Bacillus cereus</i>	1	22	Kartöflur
<i>Staphylococcus aureus</i> og <i>Bacillus cereus</i>	1	8	Svið, rófur og kartöflur
<i>Listeria monocytogenes</i>	1	1 (ófrísk kona, barnið dó)	Óþekkt
Noroveirur	1	100	Neysluvatn
Noroveirur	1	200-300	Óþekkt
Noroveirur	1	13	Óþekkt
Histamín	1	4	Innfluttur túnfiskur
2005			
<i>Clostridium perfringens</i> og <i>Bacillus cereus</i>	1	17	asískur matur-pottréttur og hrísgrjón
<i>Clostridium perfringens</i>	1	31	Óþekkt
<i>Bacillus cereus</i>	1	7	Óþekkt
Óþekkt	1	9	Óþekkt

2.3. Mat á gögnum

Söfnun gagna snýst ekki eingöngu um að safna að sér gögnum og setja síðan inn í gagnagrunn eða annað aðgengilegt form. Gögn eru í eðli sínu mjög misjöfn að gæðum og geta verið fengin frá mismunandi áttum. Þau geta verið afrakstur mælinga, geta verið heimildir úr vísindagreinum eða frá iðnaði. Því er mjög mikilvægt að leggja mat á gæði gagnanna.

Við mat á gögnum þarf að skoða nokkra þætti m.a:

- Gefur sýnið sem tekið var rétta mynd af afurðinni (sýnatökuáætlun – fjöldi sýna)?
- Var sýnið geymt og meðhöndlað á réttan hátt (blandað/jafnað, geymsluaðstæður réttar, o.s.frv.)?
- Var notuð viðurkennd greiningaraðferð?
- Var gæðaeftirlit í lagi?

Eins og sjá má þá eru það nokkrir þættir sem þarf að leggja mat á svo að hægt sé að samþykkja gögn í gagnagrunna. Á undanförunum árum hafa komið fram aðferðir til að meta gæði gagna, m.a. frá bandaríska landbúnaðarráuneytinu, USDA og EuroFIR (evrópskt verkefni um matvælagagnagrunna) (36). USDA hefur m.a. það hlutverk í Bandaríkjunum að sjá um næringarefnagagnagrunn þeirra. Þeirra kerfi byggir á fimm flokkum og hver flokkur getur fengið einkunn á bilinu 0-20. Samanlagt gefa þessir flokkar gögnunum einkunn sem getur hæst orðið 100, s.k. gæðastuðull. Hver flokkur inniheldur nokkrar staðlaðar spurningar sem hjálpa til við að meta gæði gagnanna. Hver spurning hefur misjafnt vægi eftir því hversu mikilvæg hún er talin vera fyrir gæði gagnanna.

Ákveðið var að styðjast við aðferðir USDA (37) til að meta gögnin í þessu verkefni. Útbúið var kerfi í Excel sem byggði á “IF” og “OR” föllum. Þetta kerfi gerir það kleyft að meta gögnin á fljótan og öruggan hátt. Tölur 18 og 19 sýna uppsetningu á mati gagna og aðferða um efnamælingar.

Tafla 18. Uppsetning á mati gagna

1. Sýnatökuáætlun - Svarið öllum spurningum
Var sýnatöku áætlunin gerð á tölfræðilega marktækan hátt?
Á hversu mörgum svæðum voru sýni tekin?
Hversu mörg undirsvæði á hverju svæði voru í úrtakinu?
Hversu margir staðir á hverju undirsvæði?
Hversu mörg mismunandi batch eru tekin á hverjum stað?
Var sýnatakan framkvæmd á meira en einni vertíð
<i>Hámarks stigafjöldi = 20</i>

2. Meðhöndlun sýna -
Er blöndun eða jöfnun nauðsynleg fyrir þessa tegund sýna (ef "Nei" farið þá beint í spurningu 11)?
Var sýnið jafnað?
Var jöfnunin/blöndunin sannreynd?
Voru til upplýsingar um tækin sem notuð við blöndunina?
Var eingöngu ætilegi hluti sýnisins notaður til greiningar?
Voru upplýsingar um raka gefin?
Voru sýnin geymt á réttan hátt? (t.d. Fryst/kæld?)
<i>Hámarks stigafjöldi = 20</i>

3. Fjöldi sýna
Hversu mörg sýni voru tekin?
<i>Hámarks stigafjöldi = 20</i>

4. Gæðaeftirlit
Voru viðmiðunarsýni mæld með sýninu (ef "Nei", sleppið þá restinni af spurningunum, ef "Já", haldið þá áfram með spurningu 16)
Ef viðmiðunarsýni voru notuð hvers eðlis voru þau?
Ef um aðkeypt viðmiðunarsýni var að ræða (SRM/CRM), hvernig var mengunarefnið skráð?
Hversu nálægt voru niðurstöður viðmiðunarefnana þeim niðurstöðum sem vænst var?
Hversu oft voru viðmiðunarsýni mæld?
Hver var coefficient of variation (%rsd) fyrir viðmiðunarefnið?
<i>Hámarks stigafjöldi = 20</i>

Tafla 19. Mat á aðferðum

1. Gilding aðferðar á rannsóknastofunni
Var mælt aðkeypt viðmiðunarefni (CRM/SRM)? (Ef "Nei" eða "ekki vitað" sleppið spurningum 2 og 3)?
Ef notað var viðmiðunarefni, hvers eðlis var það?
Hversu nálægt var viðmiðunarefnið uppgefnum gildum?
Hver var coefficient of variation (%rsd) fyrir endurtekna mælingar?
Hverjar voru heimturnar?
Niðurstöður aðferðar bornar saman við aðra óháða aðferð eða aðra rannsóknastofu

2. Mat á aðferð
Er aðferðin fyrir mælingar vottuð og framkvæmt á vottaðri rannsóknastofu? (Ef "Já" þá skal ekki svara fleiri spurningum)
Var sýnið hreinsað?
Var hreinleiki staðla kannaður?
Voru staðlar úbúnir daglega?
Voru fleiri en einn styrkleiki af stöðlum notaðir?
Voru að minnsta kosti 3 styrkleikar notaðir fyrir ytri kvörðun eða var innri staðall notaður?

Um 80% af gæðastuðlinum er fenginn úr almennum þáttum sem eiga við um öll gögn, vissan hluta þarf hinsvegar að meta sérstaklega fyrir hverja aðferð. Í þeim tilvikum er nauðsynlegt að leita til sérfræðinga í viðkomandi mæliaðferð til að geta útbúið spurningar sem taka á mikilvægustu þáttum aðferðarinnar.

Með því að meta gögnin á kerfisbundin hátt er hægt að gefa gögnum ákveðinn gæðastuðul sem fylgir þeim. Þetta leiðir til þess að auðveldara verður að átta sig á áreiðanleika gagna og að tryggja að öll gögn séu metin út frá sömu þáttum, en það eykur trúverðugleika gagnanna. Þessa aðferð er hægt að nota áður en tilraun/mæling hefst til að auka gæði niðurstaðnanna.

Þau íslensku gögn varðandi efnamælingar í vöktunarverkefnum sem minnst var á í kafla 2.2.2 Gagnasöfnun, eru vel skilgreind m.t.t. uppruna, stærðar, aldurs og kyns, sem gerir

Það að verkum að auðveldara er að meta gögnin úr þessum verkefnum. Sýnin voru öll mæld skv. viðurkenndum aðferðum. Þessi gögn uppfylla öll þau skilyrði sem nefnd voru hér að framan og hafa ásættanlegan gæðastuðul.

Erfitt er að segja til um uppruna sýnanna sem komið hafa í örverumælingar. Sýnin geta verið hefðbundin þjónustusýni, verkefnasýni eða svokölluð vandamálasýni. Sýnin hafa verið mæld á Rf með vottuðum aðferðum. Þannig að við mat á örverugögnum er erfitt að meta uppruna sýnanna, sem er mikill ókostur, en mælingarnar eru í lagi.

2.4. Áhætturöðun og hálf-magnbundið áhættumat

Áhættumat getur verið huglægt, hálf-magnbundið eða magnbundið þar sem magnbundið áhættumat er flóknast, dýrast og tímafrekast og krefst mikillar sérfræðipækkingar og rannsóknargagna (læknisfræðileg, faraldsfræðileg, tölfræðileg, matvælafræðileg, eiturefnafræðileg og fl.). Því er nauðsynlegt að hafa skýr markmið í upphafi við framkvæmd áhættumats til að fjármagn og niðurstöður nýtist sem best. Hvernig svo til tekst við áhættumat veltur á þeim gögnum og upplýsingum sem fyrirleggjandi eru. Í þessu verkefni var markmiðið að framkvæma hálfmagnbundið áhættumat með áströlsku reiknilíkani, Risk Ranger, og nota til þess gögn sem fengin voru úr gagnabönkum (t.d gagnabönkum WHO, FAO), birtum skýrslum (t.d Rf skýrslum) og greinum (t.d erlendum og innlendum fagtímaritum).

Með Risk Ranger (4) er hægt að framkvæma svokallað hálf-magnbundið áhættumat (Semi-quantitative risk assessment). Reiknilíkanið er gert í Microsoft Excel. Þar eru settar fram 11 spurningar sem svara verður með viðeigandi gögnum. Notandi Risk Ranger velur hlutbundnar staðhæfingar og/eða setur inn töluleg gögn um þá þætti sem hafa áhrif á áhættu vegna neyslu sérstakra matvæla, miðað við ákveðið úrtak þjóðar og ákveðinnar hættu. Niðurstaða áhættumats er því breytilegt eftir þeim forsendum sem gefnar eru í upphafi.

Mynd 4 sýnir notendaviðmót Risk Ranger (38).

A. SUSCEPTIBILITY AND SEVERITY		C. PROBABILITY OF FOOD CONTAINING AN INFECTIOUS DOSE	
<p>1 Hazard Severity</p> <p>SEVERE hazard - causes death to most victims MODERATE hazard - requires medical intervention in most cases MILD hazard - sometimes requires medical attention MINOR hazard - patient rarely seeks medical attention</p>	<p>6 Probability of Contamination of Raw Product per Serving</p> <p>Rare (1 in 1000) Infrequent (1 per cent) Sometimes (10 per cent) Common (50 per cent) All (100 per cent) OTHER</p>	<p>10 What increase in the post-processing contamination level would cause infection or intoxication to the average consumer?</p> <p>none 200x (10 fold increase) moderate (100-fold increase) significant (10,000-fold increase) OTHER</p>	
<p>2 How susceptible is the population of interest ?</p> <p>GENERAL - all members of the population SLIGHT - e.g., infants, aged VERY - e.g., neonates, very young, diabetes, cancer, alcoholic etc EXTREME - e.g., AIDS, transplants recipients, etc.</p>	<p>If "OTHER" enter a percentage value between 0 (none) and 100</p> <p>0,0001%</p>	<p>If "other", what is the increase (multiplicative) needed to reach an infectious dose ?</p> <p>1.E+02</p>	
<p>B. PROBABILITY OF EXPOSURE TO FOOD</p>		<p>7 Effect of Processing</p> <p>The process RELIABLY ELIMINATES hazards The process USUALLY (99% of cases) ELIMINATES hazards The process SLIGHTLY (50% of cases) REDUCES hazards The process has NO EFFECT on the hazards The process INCREASES (10 x) the hazards The process GREATLY INCREASES (1000 x) the hazards OTHER</p>	<p>11 Effect of preparation before eating</p> <p>Meal Preparation RELIABLY ELIMINATES hazards Meal Preparation USUALLY ELIMINATES (99%) hazards Meal Preparation SLIGHTLY REDUCES (50%) hazards Meal Preparation has NO EFFECT on the hazards OTHER</p>
<p>3 Frequency of Consumption</p> <p>daily weekly monthly a few times per year OTHER</p> <p>If "OTHER" enter "number of days between a 100g"</p> <p>10</p>	<p>indicates the extent of risk increase</p> <p>1.00E-03</p>	<p>If "other", enter a value that indicates the extent of risk increase</p> <p>1,00E-03</p>	
<p>4 Proportion of Population Consuming the Product</p> <p>all (100%) most (75%) some (25%) very few (5%)</p>	<p>8 Is there potential for recontamination after processing ?</p> <p>NO YES - minor (1% frequency) YES - major (50% frequency) OTHER</p> <p>If "OTHER" enter a percentage value between 0 (none) and 100</p> <p>9,00%</p>	<p>RISK ESTIMATES</p> <p>probability of illness per day per consumer of interest $(P_{inf} \times P_{exp})$ 1,42E-07</p> <p>total predicted illnesses/annum in population of interest 2,54E+02</p>	
<p>5 Size of Consuming Population</p> <p>Australia ACT New South Wales Northern Territory Queensland South Australia Tasmania Victoria Western Australia OTHER</p> <p>Population considered:</p> <p>19.500.000</p> <p>specify:</p> <p>6.500.000</p>	<p>9 How effective is the post-processing control system?</p> <p>WELL CONTROLLED - reliable, effective, systems in place (no increase in patho) CONTROLLED - mostly reliable systems in place (3-fold increase) NOT CONTROLLED - no systems, untrained staff (10-fold increase) GROSS ABUSE OCCURS - (e.g. 1000-fold increase) NOT RELEVANT - level of risk agent does not change</p>	<p>RISK RANKING (0 to 100)</p> <p>40</p>	

Mynd 4. Notendaviðmót Risk Ranger (38)

Risk Ranger er skipt í þrjá mismunandi kafla sem innihalda 11 spurningar sem þarf að svara fyrir hvert tilvik fyrir sig. Þessar spurningar eru byggðar á hefðbundnum upplýsingum sem þurfa að liggja fyrir þegar hálf-magnbundið áhættumat er gert, sama hvaða aðferð er notuð. Hér á eftir er hverri spurningu lýst samkvæmt framsetningu í FAO skýrslu #442 (4).

A) Susceptibility and severity (Næmni og alvarleiki)

1. *Hazard severity?* Í þessu tilfalli er boðið upp á fjóra valmöguleika sem byggjast á alvarleika sjúkdóms/einkenna sem viðkomandi hætta veldur.

Tafla 20 sýnir hvernig þessir möguleikar eru settir fram hjá höfundum þessa líkans. Í líkaninu er tífaldur munur á alvarleika á milli mismunandi hættustiga. Þessi röðun er m.a. byggð á bandarískum upplýsingum.

2. *How susceptible is the population of interest?* Hægt er að velja á milli fjögurra flokka sem íbúum viðkomandi lands er raðað í eftir næmni þeirra fyrir hættunni. Allir flokkar eru miðaðir við heilbrigða einstaklinga (general), sem eru með mestu mótstöðuna gegn matarsjúkdómum eða eru ekki mjög viðkvæmir. Ungir (1-5 ára) og gamlir (eldri en 65 ára) eru 5 sinnum viðkvæmari en heilbrigður einstaklingur. Mjög næmir (very susceptible) eru ungabörn (börn yngri en 1 árs) og fólk með sjúkdóma eins og t.d. sykursýki, krabbamein og lifraskemmdir. Þessi hópur er talinn vera 30 sinnum viðkvæmari en heilbrigðir einstaklingar. Fólk með alnæmi eða sem hafa fengið utanaðkomandi líffæri eru mest viðkvæmt (extremely susceptible) fyrir matarsjúkdómum eða 200 sinnum meira en viðmiðunarhópurinn.

Tafla 20. Lýsing á alvarleika hættu vegna spurningar 1

Lýsing	Afleiðingar	Hætta
Mjög alvarlegar (severe)	Dauði í flestum tilfellum	Tetrodoxin, Botulinum toxin
Miðlungs alvarlegar (moderate)	Læknismeðferð nauðsynleg	<i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Vibrio vulnificus</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , EHEC
Mildar afleiðingar (mild)	Þarfnast stundum læknismeðferðar	<i>Vibrio parahaemolyticus</i> , hepatitis A, Norwalk-like viruses, histamine, ciguatera, algal biotoxins, <i>Salmonella</i>
Litlar afleiðingar (minor)	Þarfnast sjaldan læknismeðferðar	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Clostridium perfringnes</i> , Ólífræn- og lífræn aðskotaefni

B) Probability of exposure to food (Líkleg inntaka)

3. *Frequency of consumption?* Upplýsingar fengnar úr neyslukönnunum sem segja til um hve oft sérstakra matvæla er neytt, t.d. á viku, í mánuði eða á ári. Miðað er við árið (365 daga).
4. *Proportion of population consuming the product?* Upplýsingar fengnar úr neyslukönnunum og/eða frá seljendum. Þessar upplýsingar eru mjög háðar matvælategundum sem verið er að skoða.
5. *Size of consuming population?* Í þessu tilfelli er best að velja “annað” og setja inn viðeigandi upplýsingar um fólksfjölda. Fyrir Ísland var notað 300.000 sem heildarfjöldi íbúa. Taka þarf síðan tillit til hvaða hóps er verið að skoða, sbr. spurningu 2.

C) Probability of food containing an infectious dose (Líkur á magni hættu í ákv. matvælum og sýkingarmagn.)

6. *Probability of contamination of raw product per serving?* Hér er mikilvægt að hafa aðgang að upplýsingum um tíðni og dreifingu hættunnar í ákveðnum neysluskammti.
7. *Effect of processing?* Hér er mikilvægt að vita um vinnslu og meðhöndlun þeirra matvæla sem verið er að skoða. Eru matvælin hrá þegar þeirra er neytt eða hafa þau verið soðin?
8. *Is there potential for recontamination after processing?* Þetta er sérstaklega mikilvægt ef matvælið hefur farið í gegnum einhverja meðferð sem drepur eða hindrar vöxt örvera, eins og t.d. hitameðferð. Þannig matvæli eru með mjög lítinn örverufjölda (bakgrunnsflóru). Þær örverur sem endurmenga matvælið geta þá vaxið án allrar samkeppni, sem annars væri til staðar og þess vegna skapað meiri hættu. Til að svara þessari spurningu er mjög mikilvægt að hafa aðgang að upplýsingum um slíka mengun. Ef engar

upplýsingar eru til þá er hægt að nota þær forsendur sem upp eru gefnar í líkaninu og gera nálgun (t.d. 1- 50%).

9. *How effective is the post-processing control system?* Til að svara þessari spurningu þarf að hafa upplýsingar um meðhöndlun við geymslu, flutning og sölu og upplýsingar um hvernig ákveðnar hættur bregðast við þeim aðstæðum.

10. *What increase in the post-processing contamination level would cause infection or intoxication to the average consumer?* Til að svara þessari spurningu þarf að hafa upplýsingar um skammta/magn af hættu sem þarf til að valda sjúkdómseinkennum. Hér er stuðst við upplýsingar úr töflu 21 en þar eru gefin upp viðmiðunarmörk sem þarf til að sýkja heilbrigðan einstakling. Fjöldinn er gefinn upp fyrir 100 g skammt. Þessar tölur eru aðeins til viðmiðunar og hafa skal í huga að það þarf mun lægri fjölda örvera til að sýkja viðkæmari hópa.

Tafla 21. Magn sjúkdómsvaldandi örvera sem þarf til að sýkja heilbrigðan einstakling

Tegund	Sýkjandi skammtur í 100 g skammti
<i>Salmonella</i>	10 000 000
<i>Listeria</i>	10 000 000 000
Viruses (Hepatitis A, Norwalk)	10-100
<i>Enterohaemorrhagic E. coli, Shigella</i>	1 000
<i>Staphylococcus aureus</i>	100 000 000

11. *Effect of preparation before eating?* Hér er átt við áhrif matreiðslunnar á matvælið. Er það hitað sérstaklega fyrir neyslu eða ekki, ef svo er þá þarf að hafa upplýsingar um áhrif hitans á hættuna.

Notandinn svarar þessum spurningum miðað við þær upplýsingar og forsendur sem hann hefur. Í flestum tilfellum getur hann sett inn viðeigandi upplýsingar sem eiga við um hans tilfelli (valmöguleiki “other”). Ef þær upplýsingar liggja ekki fyrir getur hann notað valmöguleikana sem eru til staðar í líkaninu til að gera nálgun.

Risk Ranger reiknar út áhættuna vegna neyslu ákveðinna matvæla og setur hana fram á þrjá vegu:

1. Áhætturöðun (stig 1-100)
 - 0-36 er lítil áhætta
 - 37-59 er meðal áhætta
 - >60 mikil áhætta
2. Spálíkan á veikindum/ári í því þýði sem valið var
3. Líkur á veikindum/dag í því þýði sem valið var

Efna- og örverugögn, sem aðgengileg voru á Rf, voru tekin saman og flokkuð á þann hátt að hægt væri að fá heildarmynd af t.d. magni, tíðni og dreifingu efna- og örveruþátta. Viðkomandi upplýsingar voru settar inn í ástralska reiknilíkanið, Risk Ranger til að fá vísbendingu um mat á áhættu tengdri neyslu á íslenskum sjávarafurðum. Tafla 22 inniheldur þær forsendur sem notaðar voru til að reikna út hálf-magnbundið áhættumat ásamt niðurstöðum. Þær niðurstöður sýna að um mjög litla áhættu er að ræða, en eins og áður hefur komið fram þá er áræðanleiki áhættumats algjörlega háð þeim gögnum sem til eru. Eins og sjá má í töflunni þá skortir verulega á örverugögn fyrir flestar tegundir sjávarafurða en það á þó ekki við um rækju. Í mörg ár hafa verið vöktunarverkefni í gangi varðandi magn aðskotaefna í sjávarafurðum þannig að mjög ábyggilegar upplýsingar eru til staðar sem hægt er að nota við framkvæmd áhættumats. Samkvæmt þessum mæligögnum mælast íslenskar sjávarurðir langt undir öryggismörkum Evrópusambandsins og er lítil áhætta tengd neyslu þeirra.

Samkvæmt reiknilíkaninu raðast þær sjávarafurðir sem voru til athugunar í þessu verkefni í lægsta áhættuflokk (stig <32) – lítil áhætta, miðað við heilbrigða einstaklinga. Engin skráð tilvik eru til um matarsjúkdóma sem tengjast neyslu af þessum tegundum. Hafa ber í huga að meiri áhætta tengist neyslu ýmissa matvæla fyrir þá einstaklinga sem eru viðkæmir eða næmari fyrir hinum ýmsum sjúkdómum. Það á sérstaklega við um

örverumengun í matvælum sem eru tilbúin til neyslu og eru ekki hituð sérstaklega fyrir neyslu.

Tafla 22 Áhættumatsröðun íslenskra sjávarafurða með Risk Ranger

Tegund	Hugsanleg hættu	Athugasemdir	A. Susceptibility and severity		B. Probability of exposure to food						C. Probability of food containing an infectious dose				Risk Estimate		Risk Ranking (0-100)
			1. Hazard severity	2. How susceptible is the population of interest?	3. Frequency of consumption	4. Proportion of population consuming the product	5. Size of consuming population	6. Probability of contamination of raw product per serving	7. Effect of processing	8. Is there potential for recontamination after processing?	9. How effective is the post-processing control system?	10. What increase in the post-processing contamination level would cause infection or intoxication to the average consumer?	11. Effect of preparation before eating	Probability of illness/day/consumption of interest	Total predicted illness/annum in population of interest		
Dorskur (<i>Gadus Morhua</i>)	Listeria		Moderate	General	Weekly	Most (75%)	300 000	10%	Increase 10%	Yes-minor (1%)	Controlled	1,00E+08	Reliably eliminated	1,00E-13	1,00E-13	0	
	Salmonella		Mild	General	Weekly	Most (75%)	300 000	0%	Increase 10%	Yes-minor (1%)	Controlled	1,00E+05	Reliably eliminated	1,00E-13	1,00E-13	0	
	Hg	Öll mæld sýni eru undir ESB öryggismörkum	Moderate	General	Weekly	Most (75%)	300 000	0%	No effect	No effect	Not relevant	Not relevant	No effect	1,00E-13	1,00E-13	0	
Rækja (<i>Pandalus borealis</i>) (cooked)	Dioxin og DL-PCB	Öll mæld sýni eru undir ESB öryggismörkum	Moderate	General	Weekly	Most (75%)	300 000	0%	No effect	No effect	Not relevant	Not relevant	No effect	1,00E-13	1,00E-13	0	
	Listeria		Moderate	General	Monthly	Most (75%)	300 000	0,01%	Reliably eliminate	Yes-minor (1%)	Well controlled	1,00E+08	No effect	3,29E-12	2,70E-04	23	
	Salmonella	Ekkert mælt í 16000 sýnum	Mild	General	Monthly	Most (75%)	300 000	0%	Reliably eliminate	Yes-minor (1%)	Well controlled	1,00E+05	No effect	1,00E-13	1,00E-13	0	
Karfi (<i>Sebastes marinus</i>)	Hg	Öll mæld sýni eru undir ESB öryggismörkum	Moderate	General	Monthly	Most (75%)	300 000	0%	No effect	No effect	Not relevant	Not relevant	No effect	1,00E-13	1,00E-13	0	
	Dioxin og DL-PCB	Öll mæld sýni eru undir ESB öryggismörkum	Moderate	General	Monthly	Most (75%)	300 000	0%	No effect	No effect	Not relevant	Not relevant	No effect	1,00E-13	1,00E-13	0	
	Listeria	Vantar gögn (til 3 mælgildi)	Moderate														
Karfi (<i>Sebastes marinus</i>)	Salmonella	Engin mælgildi eru til	Mild														
	Hg	Öll mæld sýni eru undir ESB öryggismörkum	Moderate	General	Monthly	Some (25%)	300 000	0%	No effect	No effect	Not relevant	Not relevant	No effect	1,00E-13	1,00E-13	0	
	Dioxin og DL-PCB	Öll mæld sýni eru undir ESB öryggismörkum	Moderate	General	Monthly	Some (25%)	300 000	0%	No effect	No effect	Not relevant	Not relevant	No effect	1,00E-13	1,00E-13	0	
Ýsa (<i>Melanogrammus aeglefinus</i>)	Listeria	Ekkert mælt í 15 sýnum	Moderate	General	Weekly	Most (75%)	300 000	0%	No effect	Yes-minor (1%)	Controlled	1,00E+08	Reliably eliminated	1,00E-13	1,00E-13	0	
	Salmonella	Vantar gögn (til 3 mælgildi)	Mild														
	Hg	Öll mæld sýni eru undir ESB öryggismörkum	Moderate	General	Weekly	Most (75%)	300 000	0%	No effect	No effect	Not relevant	Not relevant	No effect	1,00E-13	1,00E-13	0	
Dorskur (<i>Gadus Morhua</i>)	Dioxin og DL-PCB	Öll mæld sýni eru undir ESB öryggismörkum	Moderate	General	Weekly	Most (75%)	300 000	0%	No effect	No effect	Not relevant	Not relevant	No effect	1,00E-13	1,00E-13	0	
	Listeria	Engin mælgildi eru til	Moderate														
	Salmonella	Engin mælgildi eru til	Mild														
Gráluða (<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>)	Hg	Öll mæld sýni eru undir ESB öryggismörkum	Moderate	General	Few times/year	Very few (5%)	300 000	0%	No effect	No effect	Not relevant	Not relevant	No effect	1,00E-13	1,00E-13	0	
	Dioxin og DL-PCB	Öll mæld sýni eru undir ESB öryggismörkum	Moderate	General	Few times/year	Very few (5%)	300 000	0%	No effect	No effect	Not relevant	Not relevant	No effect	1,00E-13	1,00E-13	0	
	Listeria	Engin mælgildi eru til	Moderate														
Sild (<i>Clupea harengus</i>)	Salmonella	Ekkert mælt í 20 sýnum	Mild	General	Few times/year	Most (75%)	300 000	0%	No effect	Yes-minor (1%)	Controlled	1,00E+08	No effect	1,23E-12	1,01E-04	31	
	Hg	Öll mæld sýni eru undir ESB öryggismörkum	Moderate	General	Few times/year	Most (75%)	300 000	0%	No effect	No effect	Not relevant	Not relevant	No effect	1,00E-13	1,00E-13	0	
	Dioxin og DL-PCB	Öll mæld sýni eru undir ESB öryggismörkum	Moderate	General	Few times/year	Most (75%)	300 000	0%	No effect	No effect	Not relevant	Not relevant	No effect	1,00E-13	1,00E-13	0	
Ufsi (<i>Pollachius virens</i>)	Listeria	Vantar gögn (til 4 mælgildi)	Moderate														
	Salmonella	Engin mælgildi eru til	Mild														
	Hg	Öll mæld sýni eru undir ESB öryggismörkum	Moderate	General	Few times/year	Some (25%)	300 000	0%	No effect	No effect	Not relevant	Not relevant	No effect	1,00E-13	1,00E-13	0	
Kúfiskur (cooked)	Dioxin og DL-PCB	Öll mæld sýni eru undir ESB öryggismörkum	Moderate	General	Few times/year	Some (25%)	300 000	0%	No effect	No effect	Not relevant	Not relevant	No effect	1,00E-13	1,00E-13	0	
	Listeria	Ekkert mælt í 22 sýnum	Moderate	General	Few times/year	Some (25%)	300 000	0%	Reliably eliminate	Yes-minor (1%)	Well controlled	1,00E+08	Reliably eliminated	1,00E-13	1,00E-13	0	
	Salmonella	Ekkert mælt í 22 sýnum	Mild	General	Few times/year	Some (25%)	300 000	30%	Reliably eliminate	0,50%	Well controlled	1,00E+05	No effect	4,11E-10	1,13E-02	26	
Kúfiskur (raw)	Hg	Öll mæld sýni eru undir ESB öryggismörkum	Moderate	General	Few times/year	Some (25%)	300 000	0%	No effect	No effect	Not relevant	Not relevant	No effect	1,00E-13	1,00E-13	0	

3. Samantekt og umræður

Þetta verkefni er fyrsta skrefið í þá átt að sýna á vísindalegan hátt fram á hver staða íslenskra sjávarafurða er m.t.t öryggis og heilnæmis. Sú grunnvinna sem unnin var í þessu verkefni fyrir áhættumat á sjávarafurðum hefur gefið ákveðnar vísendingar um áhættu við neyslu íslenskra sjávarafurða. Ein helsta óvissan við áhættumat fyrir öryggi matvæla er skortur á gögnum og gæði gagna. Gæði og nákvæmni áhættumats er háð breytileika, óvissu og forsendum sem koma fram við gagnaöflun.

Varðandi áhættumat er áriðandi að gera sér grein fyrir hvaða hættur og afurðir eru mikilvægar. Öryggi mismunandi fiskafurða er háð mörgum þáttum, eins og t.d. uppruna fisksins, örverufræðilegu ástandi hráefnis, meðhöndlun og vinnsluháttum og að lokum matreiðslu. Til að gera hálf-magnbundið áhættumat voru nokkrar fisk-og skelfisktegundir (þorskur, rækja, karfi, ýsa, grálúða ufsi, síld og kúfiskur) valdar miðað við útflutningsverðmæti. Efna-og örverugögn voru að mestu fengin úr útgefnum skýrslum frá Rf og gagnasafni Rf. Þau voru tekin saman og flokkuð á þann hátt að hægt væri að fá heildarmynd af t.d. magni, tíðni og dreifingu efna- og örveruþátta. Út frá þessari gagnasöfnun voru nokkrar hættur (*Listeria*, *Salmonella*, kvikasilfur, díoxín og díoxínlík-PCB-efni) valdar til nánar áhættumats. Einnig var leitað eftir upplýsingum um skammtastærðir og tíðni fiskneyslu víðsvegar um Evrópu. Ekki var hægt að segja til um hvers konar fisk neytendur borða, þ.e. hlutfallslegt magn af feitum og mögnum fiski, þar sem þessar upplýsingar liggja ekki fyrir.

Gögn voru sett inn í ástralska reiknilíkanið Risk Ranger. Þannig var reiknuð út áhætta tengd neyslu þessara sjávarafurða, miðað við ákveðnar forsendur. Áreiðanleiki áhættumats er algjörlega háð þeim gögnum og upplýsingum sem notuð eru við framkvæmd þess. Mikill skortur er á örverugögnum fyrir flestar sjávarafurðir en það á þó ekki við um rækju. Í mörg ár hafa verið vöktunarverkefni í gangi varðandi magn aðskotaefna í sjávarafurðum þannig að fyrir liggja mjög ábyggilegar upplýsingar sem hægt er að nota við framkvæmd áhættumats. Samkvæmt þessum mæligögnum mælast íslenskar sjávarurðir langt undir öryggismörkum Evrópusambandsins og er lítil áhætta tengd neyslu þeirra.

Samkvæmt reiknilíkaninu Risk Ranger raðast þær sjávarafurðir sem voru til athugunar í þessu verkefni í lægsta áhættuflokk (stig <32) – lítil áhætta, miðað við heilbrigða einstaklinga. Engin skráð tilvik eru til um matarsjúkdóma er tengjast neyslu þessara afurða. Hafa ber í huga að meiri áhætta tengist neyslu ýmissa matvæla fyrir þá einstaklinga sem eru viðkæmir eða næmari fyrir hinum ýmsum sjúðómum. Það á sérstaklega við um örverumengun í matvælum sem eru tilbúin til neyslu og eru ekki hituð sérstaklega fyrir neyslu.

Magn aðskotaefna í íslenskum sjávarafurðum er mjög lítið og getur iðnaðurinn og stjórnvöld notað þær upplýsingar við kynningu á öryggi og heilnæmi íslenskra sjávarafurða. Áhættumat getur bætt samkeppnistöðu íslenskra sjávarafurða á alþjóðlegum matvælamarkaði og getur einnig hjálpað iðnaðinum við að forgangsraða aðgerðum til að auka öryggi með það í huga að einbeita sér að þeim afurðum sem eru líklegastar til að geta verið hættulegar neytendum.

Í þessu verkefni var framkvæmt hálf-magnbundið áhættumat fyrir ákveðnar fæðutegundir og hættur. Til að gera magnbundið áhættumat þurfa að liggja fyrir miklu meiri upplýsingar og rannsóknir á öllum stigum áhættumatsins.

Á alþjóðlegum matvælamörkuðum hafa íslenskar sjávarafurðir á sér gott orðspor hvað varðar heilnæmi og öryggi. Áhyggjur vegna öryggis matvæla fara hins vegar vaxandi víða og því er það mikil áskorun fyrir Íslendinga að viðhalda þessu góða orðspori í framtíðinni.

4. Þakkir

AVS styrktarsjóður Sjávarútvegsins fyrir að styrkja verkefnið.

Starfsmönnum Rf er þakkað fyrir innlegg þeirra til verkefnisins.

5. Heimildir

1. Jouve, J.L, Stringer, M.F, and Baird-Parker, A.C. (1998), Food safety management tool, Report from International Life Sciences Institute.
2. Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment. CAC/GL-30 (1999) ftp://ftp.fao.org/codex/standard/en/CXG_030e.pdf
WHO, Surveillance Programme for Control of Foodborne Infections and Intoxication in Europe, 8th report 1999-2000.
3. Huss, H.H., Reilly, A. & Ben Embarek, P.K. 2000. Prevention and control of hazards in seafoods. Food Control 11: 149-156.
4. Summer J., Ross T., and Ababouch L., 2004, Application of risk assessment in the fish industry. FAO Fisheries Technical paper 442, 78 bls.
5. Huss, H.H., Ababouch L., og Gram, L. 2003. Assessment and management of seafoodsafety and quality. FAO, Fisheries Technical Paper 444,
6. Skýrsla um stefnu íslenskra stjórnvalda í málefnum hafsins,2004
7. Hagstofa Íslands, Útvegur 2002
8. Statistical Information on Food-borne Disease In Europe Microbiological and Chemical Hazards. Pan-European Conference on Food Safety and Quality 25-28 February 2002. <http://www.fao.org/DOCREP/MEETING/004/X6865E.HTM>
9. Nørrung, B., Andersen, J.K. and Schlundt, J. 1999 Incidence and control of *Listeria monocytogenes* in foods in Denmark. Int. J. of Food Microbiol. Vol. 53 (2-3):195-203
10. Hjaltested, E., Gudmundsdóttir, S., Kristjánsson, M., Jónsdóttir, K., Kristinsson, K.G.,Steingrímsson, Ó. 2002 Listeriosis in Iceland, 1978-2000: A Description of Cases and Molecular Epidemiology. Scand. J. Infect. Dis. 34:735-741
11. Reglugerð framkvæmdastjórnarinnar (EB) nr. 221/2002 um breytingar á reglugerð 466/2001 um hámarksmagn tiltekinna mengunarefna í matvælum
12. Reglugerð framkvæmdastjórnarinnar (EB) nr. 56/2005 um breytingar á reglugerð 411/2004 um ýmis aðskotaefni í matvælum
13. Reglugerð framkvæmdastjórnarinnar (EB) nr. 199/2006 um breytingar á reglugerð 466/2001 um hámarksmagn tiltekinna mengunarefna í matvælum
14. Reglugerð framkvæmdastjórnarinnar (EB) nr. 391/2000 um breytingar á reglugerð 260/1999 um veiðar meðferð of vinnslu lifandi samloka
15. Reglugerð framkvæmdastjórnarinnar (EB) nr. 32/2002 aðskotaefni í dýrafóðri
16. Reglugerð um Microbiological criteria for food stuff: COMMISSION REGULATION (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs.
17. The EFSA Journal (2005) 236, 1-118. Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain on a request from the European Parliament related to the safety assessment of wild and farmed fish.
18. Guðjón Atli Auðunsson 2004. Vöktun á óæskilegum efnum í sjávarafurðum 2003. Verkefnaskýrsla Rf 06-04.
19. Ásta Margrét Ásmundsdóttir, Guðjón Atli Auðunsson og Helga Gunnlaugsdóttir 2005. Undesirable substances in seafood products- results from the monitoring activities in 2004. Verkefnaskýrsla Rf 33-05.
20. Ásta Margrét Ásmundsdóttir og Helga Gunnlaugsdóttir 2006. Undesirable substances in seafood products- results from the monitoring activities in 2005. Verkefnaskýrsla Rf 22-06.

21. Magnús Jóhannesson, Jón Ólafsson, Sigurður M. Magnússon, Davíð Egilson, Steinþór Sigurðsson, Guðjón Atli Auðunsson og Stefán Einarsson (1995). Mengunarmælingar í sjó við Ísland, lokaskýrsla, febrúar 1995, Útg. Umhverfissráðuneytið, 137 bls.
22. Guðjón Atli Auðunsson, Björn Gunnarsson, Elín Árnadóttir, Eyrún Þorsteinsdóttir, Eva Yngvadóttir, Gavin Norman Grewer, Guðrún I. Stefánsdóttir, Helga Halldórsdóttir, Þuríður Ragnarsdóttir, Öyvind Glömmi, 1997. Verkefnaskýrsla til AMSUM hópsins, Efnasamsetning þorsks á Íslandsmiðum, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, 42 bls.
23. Guðjón Atli Auðunsson (1999). The effect of nutritional status of Icelandic cod (*Gadus morhua*) on macroconstituents and trace elements in the liver, Journal of the Marine Research Institute, Reykjavík. 16: 111-129.
24. Eva Yngvadóttir, Helga Halldórsdóttir, 1998. Mengunarvöktun í sjó við Ísland 1996 og 1997. Skýrsla Rf 20-98.
25. Eva Yngvadóttir, Helga Halldórsdóttir, 1999. Mengunarvöktun í lífríki sjávar við Ísland 1997 og 1998. Skýrsla Rf 6-99.
26. Eva Yngvadóttir, Helga Halldórsdóttir, 2001. Marine monitoring in Iceland 1998-2000. IFL Project Report 13-02.
27. Eva Yngvadóttir, Helga Halldórsdóttir, Þuríður Ragnarsdóttir and Elín Árnadóttir, 2002. Mengunarvöktun í lífríki sjávar við Ísland 2000-2001. Skýrsla Rf 14-02.
28. Eva Yngvadóttir, Helga Halldórsdóttir, 2003. Monitoring of the marine biosphere around Iceland 2001 and 2002. IFL Project Report 27-03.
29. Eva Yngvadóttir, 2004. Monitoring of the marine biosphere around Iceland 2002 and 2003. IFL Project Report 05-04.
30. Eva Yngvadóttir, Helga Halldórsdóttir, Taru Uusinoka and Þuríður Ragnarsdóttir, 2005. Monitoring of the marine biosphere around Iceland in 2003-2004. IFL project Report 13-05.
31. Eva Yngvadóttir, Anna Mikaelssdóttir, Ingibjörg Jónsdóttir, Þuríður Ragnarsdóttir, 2006. Monitoring of the marine biosphere around Iceland in 2004-2005. IFL project Report 10-06.
32. Gögn úr Navison gagnagrunni Rf 1999-2006
33. Manneldisráð Íslands. Hvað borða Íslendingar? Könnun á matarræði Íslendinga 2002, helstu niðurstöður. Rannsóknir mannelisráðs Íslands V, 2002)
34. WHO, Surveillance Programme for Control of Foodborne Infections and Intoxication in Europe, 8th report 1999-2000
35. Skriflegar upplýsingar eru fengnar frá Matvælasviði Umhverfisstofnunar.
36. www.eurofir.net
37. Holden, J.M., Bhagatwat, S.A., Patterson, K.Y. 2002. Development of a Multi-nutrient Data Quality Evaluation System. Journal of Food Composition and Analysis. Vol 15: (339-348)
38. www.foodsafetycentre.com.au
39. English summary: Fish and seafood consumption in Norway-Benefits and risks. Norwegian scientific committee for food safety, March 2006. www.vkm.no

Ýmsar upplýsingar voru fengnar úr:

Rf-pistill 4-1997, Varasöm efni í sjávarafurðum
 Rf-pistill 12-1999, Matarsjúdómar af völdum gerla
 Eva Yngvadóttir (ritsjóri) 2004. Leiðir til að auka öryggi útflutningstekna sjávarafurða.
 Verkefnaskýrsla Rf 04-04.