
GEISLAVIRK EFNI Í UMHVERFI OG MATVÆLUM 1989-2003

Radioactivity in the environment and
food in Iceland 1989-2003



GEISLAVARNIRRÍKISINS
ICELANDIC RADIATION PROTECTION INSTITUTE

Magnús Á. Sigurgeirsson
Sigurður Emil Pálsson
Kjartan Guðnason
Elísabet D. Ólafsdóttir
Sigurdís Gunnarsdóttir

GR 05:03

Geislavirk efni í umhverfi og matvælum 1989-2003

*Radioactivity in the environment and
food in Iceland 1989-2003*

**Magnús Á. Sigurgeirsson
Sigurður Emil Pálsson
Kjartan Guðnason
Elísabet D. Ólafsdóttir
Sigurdís Gunnarsdóttir**

September 2005

Geislavarnir ríkisins
Rauðarárstíg 10
150 Reykjavík
sími: 5528200 fax: 5528202
www.geislavarnir.is gr@gr.is
ISBN 9979-9568-8-7



GEISLAVARNIR RÍKISINS

ICELANDIC RADIATION PROTECTION INSTITUTE

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP.....	3
ENGLISH SUMMARY	4
1 INNGANGUR.....	6
1.1 Geislavirkni, geislun, líffræðileg áhrif	6
1.2 Náttúruleg geislun.....	6
1.3 Manngerð geislavirk efni í náttúrunni	6
1.4 Mælingar Geislavarna ríkisins á Cs-137 í umhverfinu.....	8
2 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA.....	10
2.1 Cs-137 í úrkomu og svifryki	10
2.2 Vöktun umhverfisgeislunar.....	10
2.3 Cs-137 í mjólk og mjólkurafurðum.....	11
2.4 Cs-137 í lambakjöti.....	13
2.5 Cs-137 í sjó og sjávarfangi	15
2.5.1 Sjór.....	15
2.5.2 Fiskur	19
2.5.3 Þang.....	20
2.6 Tc-99 í sjó og þangi	21
3 HEIMILDIR.....	23
1. VIÐAUKI (STYRKUR CS-137 Í MJÓLK OG MJÓLKURDUFTI)	25
2. VIÐAUKI (STYRKUR CS-137 Í LAMBAKJÖTI)	28
3. VIÐAUKI (STYRKUR CS-137 Í SJÓ)	32
4. VIÐAUKI (CS-137 Í FISKI OG SJÁVARFANGI)	37
5. VIÐAUKI (STYRKUR CS-137 Í ÞANGI).....	40
6. VIÐAUKI (BRÉF SENT TIL SLÁTURHÚSA)	44

ÁGRIP

Í skýrslunni eru teknar saman vöktunarmælingar Geislavarna ríkisins á geislavirkum efnum í umhverfinu og í matvælum frá tímabilinu 1989 til 2003. Rannsóknastofa GR hóf starfsemi sína árið 1989. Frá upphafi hefur verið lögð áhersla á að mæla Cs-137 (sesín) sem er manngert efni og á að mestum hluta uppruna í tilraunasprengingum á 6. og 7. áratug síðustu aldar. Í tilraunum sem gerðar voru í andrúmslofti bárust geislavirk efni um jörðina með veðrum og vindum og féllu til jarðar sem geislavirkt úrfelli. Geislavirkt sesín er einnig losað í nokkrum mæli í frárennsli við endurvinnslu geislavirks úrgangs. Geislavirk efni sem losuð eru í sjó frá endurvinnslustöðvum í N-Evrópu mælast í hafinu fyrir norðan og vestan Ísland. Slys sem orðið hafa í kjarnorkuverum, s.s. í Tsjernóbyl í Úkraínu árið 1986, og í kjarnorkuknúnum farartækjum hafa fram að þessu haft hverfandi áhrif hér á landi. Á árunum 1994-1996 jókst mjög styrkur Tc-99 (teknetíns) í frárennsli í Írlandshaf frá Sellafield á Englandi. Nýverið hófust reglulegar mælingar á teknetíni í sjó við Ísland til að kanna hvort greina megi aukningu í styrk þess. Það tekur mengandi efni um áratug að berast frá Írlandshafi á íslenskt hafsvæði.

Sesín-137 er mælt reglulega í eftirfarandi sýnaflokkum:

- Andrúmslofti (svifryki)
- Úrkomu
- Kúamjólk (ferskri mjólk og mjólkurdufti)
- Lambakjöti
- Sjó
- Þangi
- Fiski

Einnig hafa verið mæld ýmis önnur sýni sem ekki flokkast undir reglubundna vöktun heldur tengjast rannsóknaverkefnum í geislavistfræði, s.s. villtur gróður, jarðvegur, vatnafiskur, sjávarspendýr, grænmeti og fleira. Niðurstöður mælinga sýna að styrkur sesíns er almennt lágur í íslenskri náttúru og í matvælum. Í andrúmslofti er styrkur sesíns $< 0,1 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ og í úrkomu $< 1 \text{ mBq}/\text{l}$. Styrkur sesíns í mjólkurafurðum hefur farið jafnt og þétt lækkandi á tímabilinu. Í mjólki hefur styrkur sesíns fallið úr 5,7 í 0,6 Bq/l og í mjólkurdufti úr 50 í 7 Bq/kg. Styrkur sesíns í lambakjöti er mjög breytilegur og spannar 1-155 Bq/kg. Í sjó er styrkur sesíns talsvert mismunandi á milli sjógerða, frá 1,5-10,5 Bq/m³. Minnstur er styrkurinn í Atlantssjó fyrir sunnan land en hæstur í pólsjó fyrir norðanvestan land. Í þangi mælist styrkur sesíns á bilinu 0,1-0,8 Bq/kg og í fiski á bilinu 0,05-0,50 Bq/kg. Styrkur sesíns í íslenskum matvælum er í öllum tilvikum vel innan 1000 Bq/kg, sem eru þau mörk sem miðað er við í milliríkjavíðskiptum með matvæli.

English summary

This report summarises the monitoring of radiocaesium (Cs-137) in the Icelandic environment in the years 1989 to 2003. The main source of radiocaesium in the Icelandic environment is fallout deposition following the nuclear test explosions in the 1950s and 1960s. The effect of the Chernobyl accident in 1986 was minor in Iceland. In 1989 an environmental laboratory was established at the Icelandic Radiation Protection Institute. Radiocaesium has been measured regularly in samples of:

- Air
- Precipitation
- Lamb meat
- Cow milk
- Seawater
- Fish
- Seaweed

More types of samples, such as vegetation, soils, whale meat, sediments and various foodstuffs have been measured in connection with various research projects. The measurements in general indicate low levels of Cs-137 (see Ch. 1.1-1.4).

In aerosols, values of $< 0.1 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ are typical. Precipitation contained less than 1 mBq/l (see Ch. 2.1). Real time monitoring of external gamma dose rate is performed at four different sites in Iceland (see Ch. 2.2). The levels are generally low spanning 40-80 nSv/h.

Cow milk samples have been collected monthly since 1989 and milk powder since 1986 (see Ch. 2.3 and appendix 1). The mean annual radiocaesium activity has been decreasing during this period. In Northern Iceland the radiocaesium activity concentration in milk powder has decreased from 27 Bq/kg to 11 Bq/kg (annual means) and in Southern Iceland from 37 Bq/kg to 11 Bq/kg. Similar trend is observed for fresh milk.

Since 1989 lamb meat has been collected each autumn from four slaughterhouses, usually 12-16 samples per year in total (see Ch. 2.4 and appendix 2). The annual mean values for Cs-137 differ somewhat between regions, with the highest mean values found in West Iceland. The range of values within individual counties is large, about 2 orders of magnitude. No clear time trend is observed in radiocaesium concentration in lamb meat since 1989. The values range between 1 and 156 Bq/kg (fw). The wide range of values can be explained by a number of factors, e.g. diversity in precipitation (fallout), soil types, plant availability and grazing behaviour.

In the ocean around Iceland, Cs-137 values have been found to depend on the seawater type (see Ch. 2.5.1 and appendix 3). Eight different seawater types have been identified, each characterised by its salinity and temperature range. The highest values are obtained from the Polar Water, 6.3 Bq/m³ (median), and the lowest in Deep Water 2.3 Bq/m³ and the Atlantic Water 2.6 Bq/m³ (median).

In marine fish, mostly cod and plaice, radiocaesium levels of 0.1-0.4 Bq/kg (fw) are observed (see Ch. 2.5.2 and appendix 4). In fish products, e.g. cod liver oil, capelin powder and lumpfish roe, in general radiocaesium concentrations of < 0.7 Bq/kg are observed. In whale meat, i.e. from minke whale, radiocaesium concentration of < 0.6 Bq/kg (fw) is observed.

Two species of seaweed, *Fucus vesiculosus* and *Ascophyllum nodosum*, have been collected regularly at six sites along the Icelandic coast since 1989 (see Ch. 2.5.3 and appendix 5). Cs-137 activity in seaweed ranges between 0.1 and 0.8 Bq/kg (dw). In 1998-2003 the mean values for the different sampling sites range between 0.17 and 0.23 Bq/kg, indicating rather uniform concentrations.

Following the increased release of technetium-99 from Sellafield in early and mid 1990s, Tc-99 has been measured in seaweed samples collected in 1998-2003 (see Ch. 2.6). The activity concentrations of Tc-99 is found to range between 1 and 11 Bq/kg (dw). The results do not indicate an increase of Tc-99 in these samples. Analyses of Tc-99 in seawater are carried out in collaboration with the Norwegian Radiation Protection Authority.

1 INNGANGUR

1.1 Geislavirkni, geislun, líffræðileg áhrif

Geislavirkni er það kallað þegar kjarnar frumeinda búa yfir meiri orku en þeir geta bundið til langs tíma. Kjarninn losar sig við umframorku með því að senda frá sér geislun og breytist við það í annað frumefni. Magn geislavirkni (fjöldi kjarnbreytinga á tímaeiningu) er í réttu hlutfalli við magn geislavirka efnisins og er táknað með einingunni bekerel, Bq.

Hugtakið **geislun** er notað yfir margt í umhverfi okkar, svo sem varma, ljós, örbylgjur og útvarpsbylgjur. Sú geislun sem geislavirk efni senda frá sér er hins vegar orkumeiri, nefnd **jónandi geislun**, og getur valdið efnafræðilegum breytingum (jónun) í því efni sem hún fer um. Heilsufarsleg áhrif lítillar geislunar birtast einkum sem aukin krabbameinsáhætta en mikil geislun getur haft bráð, skaðleg áhrif. Tölulegt mat á heilsufarslegum áhrifum jónandi geislunar er lyklatríði í skipulagi geislavarna, einnig þegar um mat á umhverfisáhrifum geislamengunar er að ræða. Áhættu einstaklings vegna jónandi geislunar er lýst með stærð sem kölluð er geislaálag og hefur eininguna sívert, Sv (oftast notuð með forskeytinu milli (m), $1 \text{ mSv} = 0,001 \text{ Sv}$). Heilsufarsleg áhætta vegna umhverfisgeislunar á Íslandi er hverfandi lítil og þar af er hlutur matvæla óverulegur.

1.2 Náttúruleg geislun

Ýmis geislavirk efni er að finna í náttúrunni. Eru það einkum úran, þóríum og dótturefni þeirra. Þessi efni mynda grunn náttúrulegrar geislunar í umhverfi okkar, til viðbótar kemur einnig geimgeislun. Náttúruleg geislun er mismikil því berggrunnur er misríkur af geislavirkum efnum.

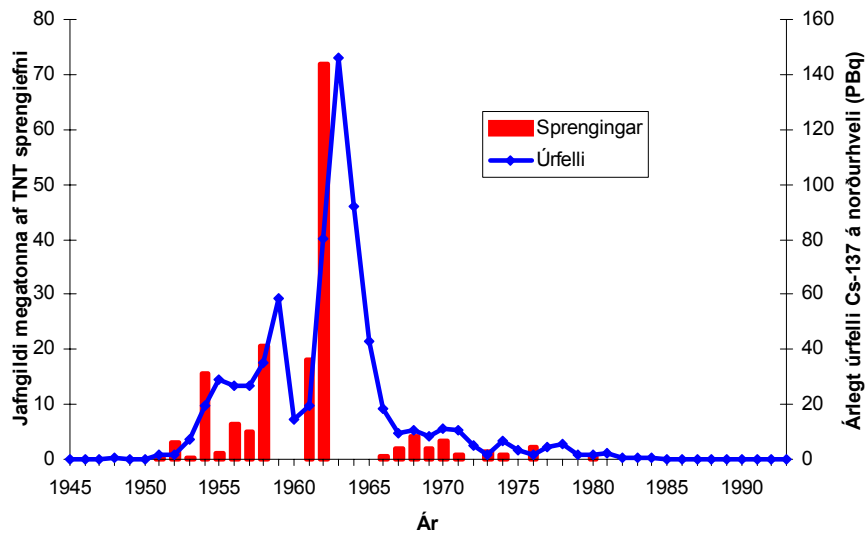
Áætlað meðalgeislaálag einstaklinga af völdum náttúrulegrar geislunar er um 3-4 mSv á ári í Skandinavíu. Á Íslandi er geislunin mun minni eða aðeins um 1 mSv á ári. Þessi munur stafar af því að íslenskur berggrunnur er mjög snauður af geislavirkum efnum, en granít í Skandinavíu er hins vegar ríkt af þeim. Samsvarandi meðaltal fyrir jarðarbúa er 2,4 mSv á ári.

1.3 Manngerð geislavirk efni í náttúrunni

Frá upphafi kjarnorkualdar, sem hófst við lok síðari heimsstyrjaldar, hafa manngerð geislavirk efni borist út í náttúruna. Í upphafi var ekki mikið hugað að áhrifum geislamengunar, en síðustu áratugi hefur verið reynt að draga úr frekari útbreiðslu og jafnframt takmarka áhrif þeirra efna sem þegar hafa borist út í náttúruna. Helstu uppsprettur manngerðra geislavirkra efna í náttúrunni eru eftirfarandi:

a) *Tilraunir með kjarnorkuvopn í andrúmsloftinu*

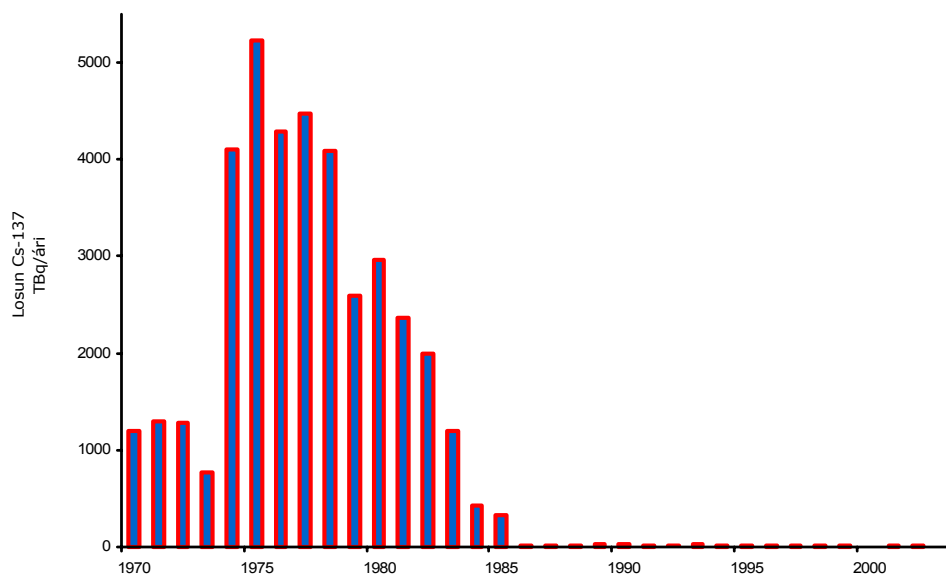
Geislavirkt úrfelli í kjölfar tilrauna með kjarnorkuvopn á sjötta og sjöunda áratug síðustu aldar er meginrót geislamengunar á jörðinni og algerlega ríkjandi á Íslandi. Mest úrfelli var árið 1963, ári eftir að sprengingarnar náðu hámarki (mynd 1). Árið 1963 tók gildi bann við tilraunum með kjarnavopn í andrúmsloftinu og minnkaði úrfelli verulega eftir það. Á síðari árum hafa flestar tilraunir með kjarnavopn verið gerðar neðanjarðar, en þeim fylgir aðeins staðbundin geislamengun.



Mynd 1. Árlegt magn kjarnorkusprenginga (vegna kjarnaklofnunar) í andrúmslofti mælt sem jafngildi TNT sprengiefnis í Mt (megatönnum), rauðar súlur, og árlegt heildarúrfelli Cs-137 á norðurhveli, blá lína (mynd unnin úr gögnum UNSCEAR 2000).
Annual fission yields of atmospheric nuclear tests (red bars) and annual radiocaesium fallout in the Northern Hemisphere (blue line).

b) *Kjarnorkuiðnaður*

Í kjarnorkuiðnaði eru mörg vinnsluprep sem geta leitt til umhverfismengunar sé fyllsta öryggis ekki gætt. Á Íslandi er enginn kjarnorkuiðnaður en nokkurra áhrifa gætir frá endurvinnslu kjarnorkuúrgangs erlendis, einkum frá endurvinnslustöðinni í Sellafield í Englandi. Úrgangsefni sem losuð eru í sjóinn við Sellafield eru um áratug að berast með hafstraumum á hafsvæði fyrir norðan og vestan Ísland en þá hefur styrkur þeirra minnkað um þúsundfalt. Á síðari árum hefur dregið úr losun geislavirkra efna frá stöðinni (mynd 2).



Mynd 2. Losun á Cs-137 í hafið frá endurvinnslustöðinni í Sellafield 1970-2003.
Marine discharges of Cs-137 from the Sellafield reprocessing plant 1970-2003.

c) *Kjarnorkuslys*

Af slysum er það einkum slysið í Tsjernóbyl árið 1986 sem hefur valdið umtalsverðri geislaamengun í Evrópu. Þetta slys hafði hverfandi áhrif hér á landi. Ýmis önnur slys hafa átt sér stað, s.s. óhöpp við flutning á kjarnavopnum og tjón á kjarnorkuknúnum kabátum og skipum, en áhrif þeirra hafa verið staðbundin.

Við beitingu kjarnorku verður til fjöldi geislavirkra efna. Mörg þeirra eru skammlíf og þarf því ekki að taka tillit til þeirra fjarri uppsprettu geislaamengunar eða þegar frá líður. Þau geislavirku efni sem einkum er fylgst með vegna geislaamengunar eru Cs-137 (sesín) og Sr-90 (strontín). Þau eru bæði með helmingunartíma um þrjátíu ár og eyðast því fremur hægt í náttúrunni. Sesín hefur svipaða efnafræðieiginleika og kalín (K) en strontín svipaða og kalsín (Ca). Þessi skyldleiki veldur því að sesín og strontín berast auðveldlega um fæðukeðjuna, m.a. í menn.

Hlutfallsleg dreifing Cs-137 og Sr-90 var svipuð um jörðina þegar tilraunir voru gerðar með kjarnavopn í andrúmsloftinu. Með nútíma tækjum er hins vegar mun auðveldara að mæla Cs-137 en Sr-90. Við rannsóknir á útbreiðslu þessara efna er áherslan því yfirleitt lögð á að mæla Cs-137, en styrkur Sr-90 aðeins kannaður ef sérstök ástæða þykir til.

Á árunum 1994-1996 var vinnsluaðferðum í endurvinnslustöðinni í Sellafield breytt. Í kjölfarið dró úr losun efna á borð við Cs-137 (mynd 2 og 8), en losun annarra efna eins og teknetín-99 (Tc-99) jókst (mynd 9). Styrkur efnisins hækkaði fljótlega við strendur Noregs og í framhaldi af því var ákveðið að fylgjast með styrk Tc-99 í sjó og þangi hér við land. Teknetín-99 er langlíf (helmingunartími um 214 þúsund ár) og hverfur því hægt úr náttúrunni.

Geislaálag á Íslandi af völdum geislavirkra efna í matvælum er ekki mikið. Sé miðað við áætlaða neyslu og mælingar á styrk Cs-137 í íslenskum matvælum lætur nærri að í fæðu fullorðinna Íslendinga sé að jafnaði um 1 kBq á ári. Geislaálag af þess völdum er um 0,013 mSv, sem er um 1/100 af árlegu geislaálagi vegna náttúrulegrar geislunar.

Magn eða styrkur geislavirks efnis er fjarri því að vera einhlítur mælikvarði á heilsufarsleg áhrif geislaamengunar. Hegðun efnisins í náttúrunni skiptir miklu máli. Þessi hegðun ræðst af efnafræðilegum eiginleikum efnisins. Gróðurfar, landnytjar og fæðuve njur skipta einnig miklu máli. Samanburður á milli landa á áhrifum geislavirks úrfellis getur því verið mjög varasamur sé ekki tekið tillit til þessara þátta.

1.4 Mælingar Geislavarna ríkisins á Cs-137 í umhverfinu

Árið 1989 hóf rannsóknastofa Geislavarna ríkisins starfsemi sína. Það sumar fékk stofnunin tækjabúnað frá Alþjóðakjarnorkumálastofnuninni (IAEA) til þess að geta mælt gammageislandi kjarntegundir, svokallaðan gammarófsmæli. Gammagreiningin byggist á notkun ofurhrens germaníumkristals (HPGe) sem geislanema. Gammarófsmælir gerir kleift að þekkja og mognreina gammageislandi kjarntegundir í sýnum, oftast án efnafræðilegrar forvinnu. Aðaláhersla hefur verið lögð á mælingar á Cs-137, líkt og flestar aðrar þjóðir hafa gert.

Við töku sýna hefur verið fylgt alþjóðlegum viðmiðunum, einkum *EML Procedures Manual*¹ og öðrum skyldum ritum (t.d. IAEA Technical Report Series No. 295, *Measurements of Radionuclides in Food and the Environment – A Guidebook* (1989)). Við töku jarðvegssýna hefur verið beitt aðferð sem byggir á einni af aðferðum EML (Magnús Á. Sigurgeirsson og Kjartan Guðnason 2004).

Markmið vöktunar stofnunarinnar er að fylgjast með styrk geislavirkra efna í íslensku umhverfi og jafnframt að afla gagna sem nýta má til að auka skilning á hegðun geislavirkra efna í umhverfinu. Samhliða vöktunarmælingum hafa verið stundaðar rannsóknir í geislavistfræði, þar sem áherslan er á að rannsaka tilfærslu geislavirkra efna í náttúrunni, s.s. úr jarðvegi í gróður, búfénað og landbúnaðarafurðir. Sérstaklega hefur verið hugað að því að auka skilning á þeim þáttum sem kunna að vera einstakir fyrir íslenskt umhverfi, s.s. eiginleikum eldfjallajarðvegs til að binda sesín. Styrkur sesíns hefur verið mældur reglulega í:

- Andrúmslofti (svifryki)
- Úrkomu
- Sjó
- Þangi
- Fiski og fiskafurðum
- Kúamjólk
- Lambakjöti

Auk vöktunarsýna hafa verið mæld ýmis önnur sýni s.s. af hvalkjöti, selkjöti og ísbjarnarkjöti. Sýni af vatnasilungi og hreindýrakjöti hafa verið mæld vegna rannsóknaverkefna. Mælingar á geislavirkum efnum í jarðvegi, gróðri og landbúnaðarafurðum hafa verið stundaðar um árabíl í tengslum við rannsóknir í geislavistfræði. Þessar rannsóknir eru nauðsynlegar til að fá heildarmynd af hegðun geislavirks sesíns í íslenskri náttúru og setja vöktunarmælingar í viðeigandi samhengi. Ýmsir eiginleikar íslenskrar náttúru (t.d. jarðvegs) og aðstæður hérlandis (gróðursamsetning og framboð, beit) gera það að verkum að styrkur sesíns getur verið allt annar en myndi sjást við svipaðar aðstæður erlendis. Niðurstöður þessara rannsókna eru birtar annars staðar og eru utan ramma þessarar skýrslu (Sigurður Emil Pálsson *et al.* 1994, Magnús Á. Sigurgeirsson *et al.* 2005, Sigurður Emil Pálsson *et al.* 2005 auk kynninga á ráðstefnum).

Meginógnin af völdum geislavirkra efna í náttúrunni stafar af slysum sem gætu orðið. Brýnt er að geta metið afleiðingar hugsanlegra slysa með sem mestri nákvæmni. Ekki nægir að huga þá einungis að *heilsufarslegum afleiðingum*, einnig þarf að huga að öðrum þáttum, t.d. *efnahagslegum afleiðingum*. Tiltölulega lítil geislaengun, sem hefði takmörkuð heilsufarsleg áhrif gæti hins vegar haft mikil efnahagsleg og félagsleg áhrif. Í alþjóðaviðskiptum er miðað við að magn Cs-137 í matvælum sé undir 1000 Bq/kg. Reynslan sýnir hins vegar að kaupendur geta brugðist hart við allri mælanlegri aukningu styrks. Það er því fyllsta ástæða til að halda vel vöku sinni og þekkja sem best dreifingu og hegðun geislavirkra efna í íslenskri náttúru, sem er með öðrum hætti en víða annars staðar.

¹ U.S. Department of Homeland Security: HASL-300 - The Procedures Manual of the Environmental Measurements Laboratory, <http://www.eml.doe.gov/publications/Procman/>

2 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

2.1 Cs-137 í úrkomu og svifryki

Úrkomu til mælinga á geislavirkum efnum hefur verið safnað á Rjúpnahæð, við Veðurstofu Íslands í Reykjavík og við Írafoss. Frá árinu 1992 hafa sýnin verið mæld hjá Geislavörnum ríkisins. Lítið af geislavirku sesíni mælist í þessum sýnum og liggja flestar mælingar neðan greiningarmarka sem eru um 1 mBq/l í úrkomu. Hvert sýni er samsett af úrkomu hálfes árs.

Styrkur geislavirkra efna í svifryki, sem safnað er í loftsiur, hefur verið mældur reglulega á Rjúpnahæð síðan 1991. Komið hefur í ljós að meginhluti þess sesíns sem mælist í síunum á ekki uppruna sem ferskt geislavirkt úrfelli heldur sem jarðvegsfok. Styrkur Cs-137 í svifrykinu mælist lágur eða innan við 0,1 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ loftis. Árið 2002 var sett upp á Rjúpnahæð sjálfvirk mælistöð til vöktunar á geislavirkni í svifryki sem hluti af alþjóðlegu mælineti *Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organisation* (CTBTO). Stöðin var tekin formlega í notkun sumarið 2003.

Fyrstu mælingar á geislavirkni í úrkomu og svifryki héraendis ná aftur til ársins 1958. Mælingar fyrstu árin fóru fram á Eðlisfræðistofnun Háskólans og rannsóknastofum í Englandi og Bandaríkjunum (Páll Theodorsson og Bragi Árnason 1964, Sigurður Emil Pálsson 1997).

2.2 Vöktun umhverfisgeislunar

Reynsla erlendis af slysinu í Tsjernóbyl sýndi mikilvægi rauntímavöktunar á styrk geislunar í andrúmslofti. Sumarið 1991 var sett upp slík mælistöð á Rjúpnahæð í grennd við Reykjavík. Fari styrkur geislunar yfir skilgreind mörk sendir stöðin boð til starfsmanna Geislavarna. Stöðin var í upphafi tengd neti sænskra mælistöðva og síðar norrænu mælaneti. Nú hefur netið verið útvíkkað og eru mælingarnar hluti af vöktunarneti Evrópusambandsins (EURDEP).

Geislaætlar voru settir upp árið 2004 á sjálfvirkum veðurstöðvum í þremur landsfjórðungum í samvinnu við Veðurstofu Íslands. Gögn frá þeim berast Geislavörnum ríkisins og hafa þau jafnframt verið gerð aðgengileg samstarfsaðilum innan Eystrasaltsráðsins og Evrópusambandsins. Fjórða stöðin bættist við árið 2005. Gildin eru almennt lág, þau spanna 40-80 nSv/klst. Þetta er lægra en víða erlendis vegna þess hversu íslenskur berggrunnur er snauður af geislavirkum efnum.

Rauntímavöktun geislunar í svifryki og andrúmslofti flokkast undir viðbúnaðarvöktun, sem gegnir fyrst og fremst því hlutverki að greina sem fyrst óeðlilega hækkun á styrk geislunar í umhverfinu.

2.3 Cs-137 í mjólk og mjólkurafurðum

Sýnum af kúamjólk hefur verið safnað reglubundið frá árinu 1990 til mælinga á Cs-137. Fyrstu árin var safnað frá fimm mjólkurbúum en frá 1996 hafa þau verið tvö. Í töflu 1 er listi yfir mjólkurbúin og söfnunartíma. Hvert sýni er samsett úr mjólk frá öllu söfnunarsvæði viðkomandi mjólkurbús. Með því móti fæst meðaltal fyrir styrk geislavirks sesíns í mjólk á söfnunarsvæðinu.

Tafla 1. Söfnun kúamjólkur, mjólkurbú og söfnunartími.

Sampling of cow milk for radiocaesium analysis, dairies and sampling periods. For location of dairies see map in Appendix 1)

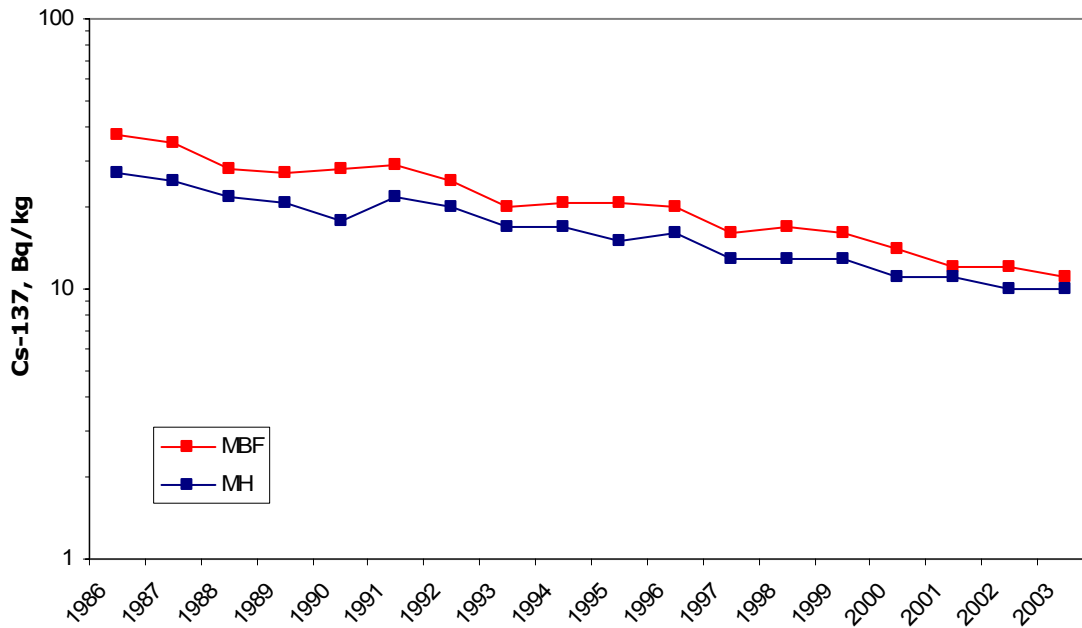
Mjólkurbú	Söfnunartími
MBF (Mjólkurbú Flóamanna)	1990-2003
KEA² (Mjólkursamslag Kaupfélags Eyfirðinga)	1990-2003
MS (Mjólkursamsalan, Reykjavík)	2000-2001
MSB (Mjólkursamslag Borgfirðinga)	1990-1995
KHB (Mjólkursamslag Kaupfélags Héraðsbúa)	1990-1993, 2000-2001
KASK (Mjólkursamslag Kaupfélags A-Skaftfellinga)	1990-1993

Mjólkurdufti hefur verið safnað mánaðarlega hjá Mjólkursamlagi Húnavetninga (MH) og Mjólkurbúi Flóamanna (MBF) síðan 1986. Heildarsamantekt á mælingum á Cs-137 í mjólkurdufti hefur ekki birst fyrr.

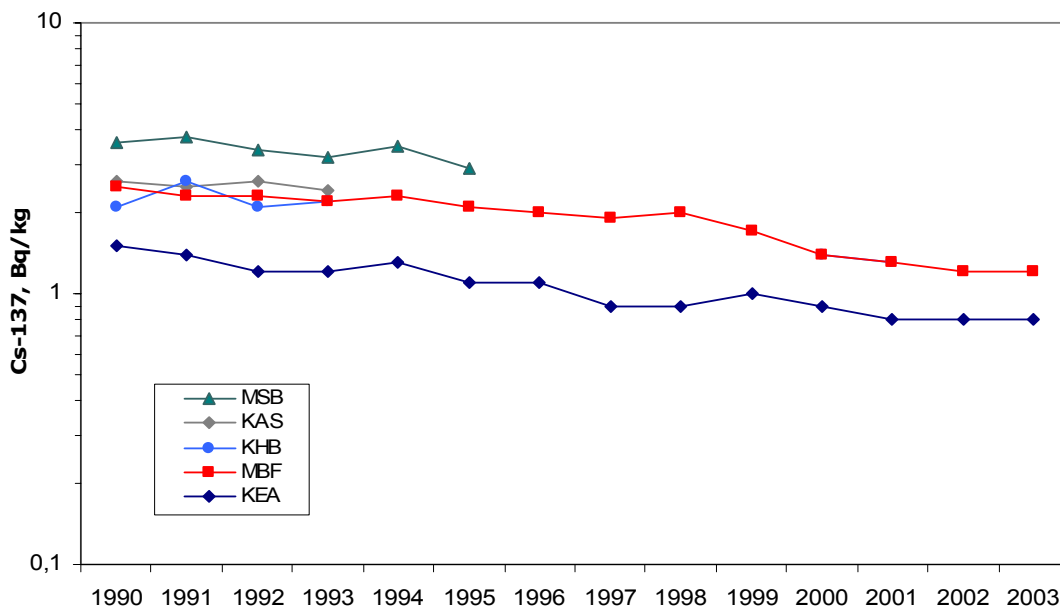
Mælingar á Cs-137 í íslenskri mjólk voru í fyrstu gerðar á rannsóknastofnuninni Risø í Danmörku. Þangað voru mjólkursýni send á tímabilinu 1958-1964. Á árunum 1964-1967 voru mælingar framkvæmdar hérlandis, nánar tiltekið á Eðlisfræðideild Háskólans (Páll Theodórsson og Bragi Árnason 1964, Páll Theodórsson og Bragi Árnason 1965, Guðmundur S. Jónsson o.fl. 1968). Á þessum árum var mjólkursýnum safnað frá sjö mjólkurstöðvum víðs vegar um landið. Hlé varð á mælingu Cs-137 í mjólk á tímabilinu 1968-1985. Á tímabilinu 1986-1989 voru íslensk sýni mæld hjá dönsku Geislavörnunum. Frá og með árinu 1989 hefur Cs-137 í mjólk og mjólkurafurðum verið mælt á rannsóknastofu Geislavarna ríkisins.

Mæliniðurstöður eru birtar í 1. viðauka. Á myndum 3 og 4 eru ársmeðalgildi sýnd sem fall af tíma. Sést þar að styrkur Cs-137, bæði í mjólk og mjólkurdufti, hefur farið stöðugt lækkandi frá því mælingarnar hófust.

² Í lok árs 2000 varð til nýtt mjólkurvinnslufyrirtæki, Norðurmjólk ehf. með höfuðstöðvar á Akureyri. Fyrirtækið varð til við samruna mjólkursamslaganna á Akureyri og Húsavík og Grana sem er einkahlutafélag í eigu bænda á svæði hins nýja fyrirtækis.



Mynd 3. Ársmeðaltöl styrks Cs-137 í mjólkurdufti, 1986-2003.
Annual means of Cs-137 activity concentration in milk powder 1986-2003.



Mynd 4. Ársmeðaltöl styrks Cs-137 í kúamjólk, 1990-2003.
Annual means of Cs-137 activity concentrations in cow milk 1989-2003.

Auk þeirra vöktunarmælinga sem hér eru til umfjöllunar hafa mjólkursýni verið mæld í tengslum við nokkur sérverkefni. Tvívegis hefur farið fram athugun á hreinleika íslenskra mjólkurafurða þar sem m.a. er fjallað um geislavirk efni (Sigurður Emil Pálsson o.fl. 1993, Ólafur Reykdal 2002). Fjallað hefur verið um geislavirk efni í mjólk í tímaritum og á ráðstefnum (Sigurður M. Magnússon 1989, Sigurður

Emil Pálsson o.fl. 2002). Í yfirlitsriti um geislavistfræði á Norðurlöndum voru íslensk mæligildi borin saman við gildi frá öðrum löndum (Hansen & Andersson 1994). Á árunum 1994-1995 unnu Geislavarnir að verkefni þar sem mjólk var safnað reglubundið úr einstökum mjólkurkúm (Geislavarnir ríkisins, óbirt gögn). Frá árinu 2001 hefur verið unnið að verkefni sem beinist að tilfærslu geislavirkra efna úr jarðvegi í kúamjólk. Í tengslum við það verkefni hafa verið tekin jarðvegs- og mjólkursýni frá kúabúum á helstu landbúnaðarsvæðum landsins.

Varðandi mjólkurduftið skal tekið fram að um er að ræða þrjár gerðir dufts, undanrennuft, nýmjólkurduft og ungfáfafóður (mjólkurduft ætlað til kálfaeldis). Styrkur Cs-137 hefur reynst nokkuð mishár á milli þurrmjólkurgerða. Hjá Mjólkursamlagi Húnavetninga er styrkur sesíns að jafnaði 14,1 Bq/kg í undanrennufti, 12,9 í ungfáfafóðri og 10,4 í nýmjólkurdufti (gildi frá 1995-2003).

Tafla 2. Styrkur Cs-137 í mjólk frá nyrsta hluta Skandinavíu, Íslandi og Færeyjum, árin 1964 og 1998 (Bq/l, meðaltal og spönn mæligilda). Heimild: AMAP (2002).

Radiocaesium activity concentrations in milk from the Nordic countries (mostly Arctic regions) (Bq/l, mean (range)).

Land	1964	1998
Færeyjar	51 (22-97)	0.8 (0.2-1.9)
Finnland	31 (27-36)	0.55 (0.5-0.6)
Ísland	27 (7-83)	1.4 (0.8-2.5)
Svíþjóð	22 (14-30)	2.5 (1.5-4)
Noregur	16 (7-37)	(gögn vantar)

Styrkur geislavirkra efna í mjólk og öðrum landbúnaðarafurðum í Skandinavíu er mjög breytilegur eftir landsvæðum en veruleg geislaengun varð þar víða af völdum Tsjernóbyl slyssins árið 1986. Einna verst urðu úti Suður- og Mið-Noregur, Mið-Svíþjóð og Suður-Finnland, önnur svæði sluppu betur.

Í Suður-Noregi (Oppland fylki) mældist styrkur Cs-137 á einstökum býlum allt að 350 Bq/kg síðsumars árið 2003. Styrkurinn er almennt lægri snemmsumars en eykst eftir því sem líður á sumarið. Í Mið-Noregi (Nordland fylki) mælist styrkur sesíns í öllum tilvikum lægri en 50 Bq/kg (Gjelsvik 2004).

2.4 Cs-137 í lambakjöti

Mælingar á Cs-137 í lambakjöti hafa verið stundaðar hjá Geislavörnum ríkisins samfelt frá árinu 1989. Mælingarnar voru í fyrstu unnar í samvinnu við Hollustuvernd ríkisins og voru liður í reglubundnu eftirliti með hollustu matvæla. Sýni hafa verið tekin árlega af kjöti í helstu sláturhúsum landsins, samhliða haustslátrun búfjár. Sýnataka hefur verið í samráði við Yfirdýralækni og héraðsdýralækna en framkvæmd af starfsmönnum sláturhúsanna.

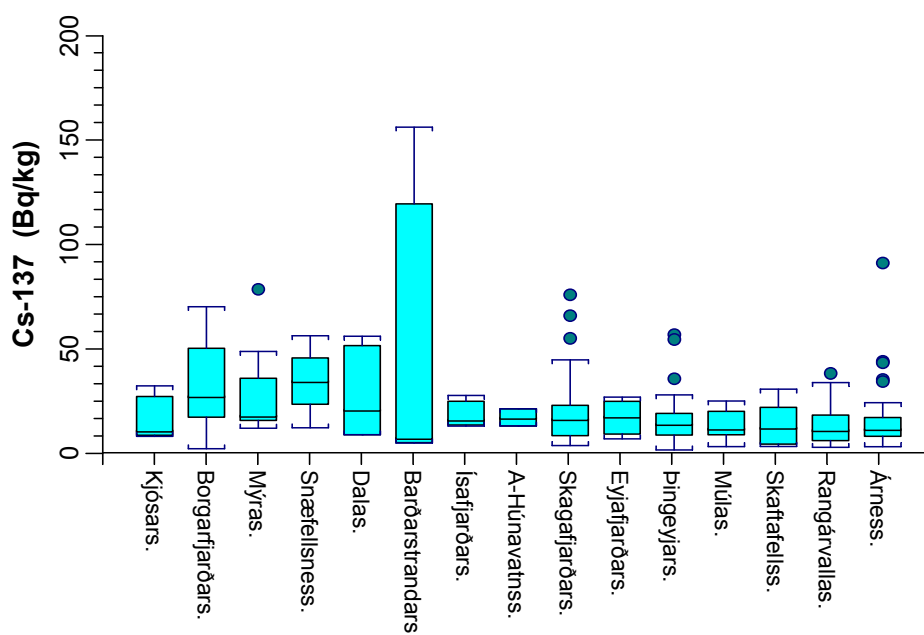
Niðurstöður mælinga frá árinu 1989 voru kynntar í tímaritsgrein eftir Sigurð M. Magnússon (1989). Á fyrstu árum reglulegra mælinga voru þær kynntar stuttlega í bréfum sem send voru til sláturhúsa og

hlutaðeigandi dýralækna (sjá 6. viðauka). Niðurstöður mælinga frá 1989 til 2003 eru sýndar í 2. viðauka.

Samhliða sýnatöku hafa sýnatökumenn fyllt út eyðublað frá Geislavörnum ríkisins þar sem óskað er eftir ýmsum upplýsingum um þau lömb sem veljast til sýnatöku, s.s. uppruna, afrétt og hagagöngu. Komið hefur í ljós að meðalstyrkur Cs-137 í lömbum frá mismunandi sýslum er breytilegur. Ennfremur hefur sýnt sig að mikilvægt er að hafa vitneskju um hagagöngu lambanna, þ.e. hvort þau hafa gengið á afrétti eða í heimahaga, og hversu lengi þau hafa gengið í mismunandi högum. Styrkur Cs-137 er að jafnaði um 35 % hærrí í lömbum sem koma af afréttum en þeim sem eru í heimahaga yfir sumarið.

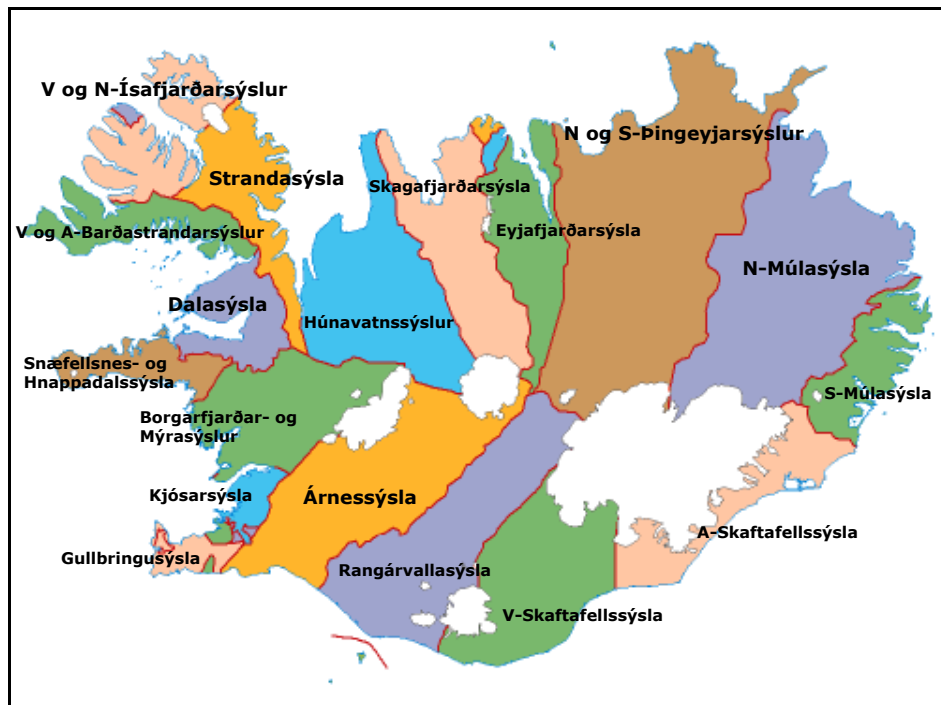
Mælingar á styrk Cs-137 í íslenskum jarðvegi benda til að hann sé mjög háður meðalársúrkomu og landslagi (Sigurður Emil Pálsson *et al.* 2002, Sigurður Emil Pálsson *et al.* 2005, Magnús Á. Sigurgeirsson *et al.* 2005). Styrkur sesíns er jafnan hæstur í lægðum, s.s. snjódældum og við brekkurætur þar sem snjór og fokefni safnast fyrir. Þessir staðir eru oft gróðursælir og því eftirsóknarverðir fyrir sauðfé. Láglandi er yfirleitt mun sléttara en afréttir og dreifing sesíns mun jafnari. Með hliðsjón af upplýsingum um hagagöngu lambanna má skýra að verulegu leyti breytileikann sem fram kemur í mælingunum.

Á mynd 5 er sýndur styrkur Cs-137 eftir sýslum landsins. Áberandi er hve styrkur sesíns er breytilegur innan hverrar sýslu. Hæstu miðgildin eru frá sýslum á Vesturlandi, þ.e. Borgarfjarðarsýslu, Mýrasýslu og Snæfellsnes- og Hnappadalsýslu. Sýsluskipting landsins er sýnd á mynd 6.



Mynd 5. Styrkur Cs-137 í lambakjöti flokkaður eftir sýslum landsins. Lituð box sýna dreifingu mæligilda innan 25 og 75 % prósentumarkanna. Miðgildi er sýnt sem lína í boxunum. Hornklofar marka dreifingu innan 10 og 90 % prósentumarkanna. Fylltir hringir sýna útlaga (þ.e. afbrigðileg mæligildi).

Cs-137 activity concentrations in lamb meat from different counties in Iceland. Boxes show the median (horizontal line) and values between the 25 and 75% percentiles. Horizontal bars label the 10 and 90% percentiles, but points mark outliers. County boundaries in Iceland are shown in Figure 6.



Mynd 6. Sýsluskipting á Íslandi (umdæmi sýslumanna). Heimild: Landmælingar Íslands. *County boundaries in Iceland.*

Heildarfjöldi mældra lambakjötssýna er 202. Hæsta einstaka mæligildið er 156 Bq/kg í sýni frá Vesturbyggð í V-Barðastrandarsýslu. Flest sýni með hærri gildi en 60 Bq/kg koma frá Sláturhúsinu í Borgarnesi. Tvö gildi yfir þessum mörkum hafa mælst í sýnum frá Sauðárkróki. Lægsta mæligildið er 0,7 Bq/kg frá Bárðardalshreppi í Suður-Þingeyjarsýslu. Einungis fjögur sýni hafa mælst lægri en 2,0 Bq/kg. Meðaltal allra mældra sýna á tímabilinu 1989-2003 er 19,2 Bq/kg.

Samanburður við nágrannarþjóðirnar sýnir að styrkur sesíns í lambakjöti á Íslandi er svipaður og í Færeyjum. Árið 1990 var meðalstyrkur sesíns í Færeyjum 26,0 Bq/kg (ferskvigt) og 10,9 Bq/kg (ferskvigt) árið 1999 (sýni frá 8 stöðum víðs vegar um eyjarnar) (Joensen 2002). Styrkur sesíns í lambakjöti í Skandinavíu er mjög mismunandi eftir svæðum þar sem talsverðrar geislaengunar gætti í kjölfar Tsjernóbyl slyssins árið 1986. Samkvæmt mælingum á sauðfé í Vestur Slidre í S-Noregi árið 2003 var meðalstyrkur Cs-137 í lömbum 590 Bq/kg (63-1260 Bq/kg) en 202 Bq/kg (10-784 Bq/kg) í fullorðnum ám (mælt í lifandi skepnum) (Gjelsvik 2004). Hæsta gildi sem mældist í sauðfé þetta árið í Noregi var 7600 Bq/kg (í Levanger héraði).

2.5 Cs-137 í sjó og sjávarfangi

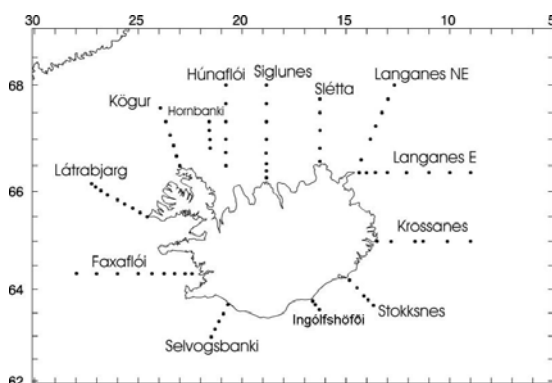
2.5.1 Sjór

Frá árinu 1990 hafa sjósýni verið tekin árlega af miðunum umhverfis Ísland til mælinga á Cs-137 (tafla 3). Starfsmenn Hafrannsóknastofnunar hafa tekið sýnin í leiðöngnum r/s Bjarna Sæmundssonar í ákveðnum sniðum út frá landinu (mynd 7). Flest sýnin eru yfirborðssýni, tekin á um 5 m dýpi, en djúpsýni hafa verið tekin árlega frá 1994 (sjá töflu 3). Vegna þess hve styrkur Cs-137 er lágur eru

sýnin höfð frekar stór, eða 100-200 lítrar. Niðurstöður mælinga frá árinu 1990 eru teknar saman í 3. viðauka.

Tafla 3. Fjöldi sjósýna eftir árum og árstíma (fjöldi sýna af millisjó og djúpsjó er sýndur í svigum). *Seawater sampling in Iceland 1990-2003, number of samples collected annually (number of samples from AIW and DW are shown in paranthesis).*

Ár	febrúar	maí	september	nóvember	Samtals
1990			6		6
1991	14				14
1993		23	7		30
1994	6		10 (1)		16
1995	3	17	11 (4)		31
1996	7		6 (2)	5	18
1997	2	18 (1)		2	22
1998	4 (1)		5 (1)		9
1999	2	3	6 (2)		11
2000	3	6 (2)	4		16
2001	4 (2)	4 (2)		6	14
2002	5 (2)	4 (2)	1		10
2003	3	2		8	13



Mynd 7. Snið sem Hafrannsóknastofnunin fylgir við sjósýnatöku.

Location of sampling stations used by the Marine Research Institute for seawater sampling.

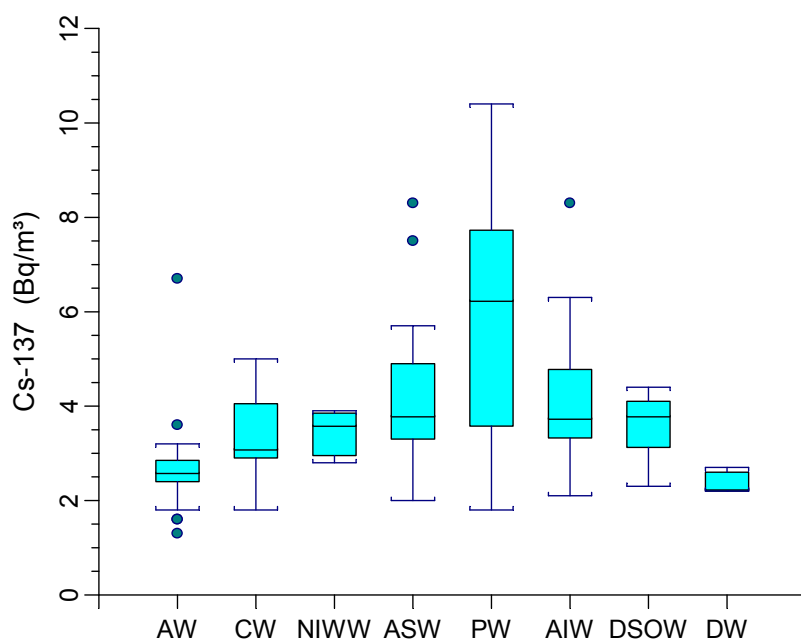
Í hafrannsóknnum tíðkast að tala um sjávarmassa eða sjógerðir sem hver um sig hefur ákveðna efna- og eðlisfræðilega eiginleika. Út frá seltu og sjávarhita hefur sjó á hafsvæðinu í kringum Ísland verið skipt í a.m.k. átta mismunandi sjógerðir (tafla 4) (Unnsteinn Stefánsson 1994, Héðinn Valdimarsson og Svend Aage Malmberg 1999). Samantekt yfir eiginleika mismunandi sjógerða við Ísland er m.a. að finna í grein Elísabetar D. Ólafsdóttur (1999).

Styrkur Cs-137 hefur reynst mishár eftir sjógerðum og eru sýnin flokkuð með tilliti til þess (tafla 4, mynd 8). Flest sjósýni er hægt að flokka til ákveðinna sjógerða en sum þeirra geta þó verið blöndur af tveimur eða fleirum sjógerðum (ekki til frekari umfjöllunar hér).

Tafla 4. Styrkur Cs-137 í helstu sjógerðum við Ísland (sýnd eru miðgildi mælinga).

Cs-137 in main water masses around Iceland (temperature (°C), salinity (‰), depth (m) and Cs-137 medians (Bq/m³)).

Sjógerðir	Flokkunargildi sjógerða			Cs-137 Miðgildi, Bq/m ³
	Hiti, °C	Selta, ‰	Dýpi, m	
Atlantssjór (AW) <i>e. Atlantic Water</i>	3-6	> 34,9	0-800	2,6
Strandsjór (CW) <i>e. Coastal water</i>	0,5 - 10	~ 33 - 35	0-5	3,1
Vetrarsjór (NIWW) <i>e. North Icelandic Winter Water</i>	2-3	34,8 - 34,9	0-300	3,6
Svalsjór (ASW) <i>e. Arctic Surface Water</i>	1-3	34,6 - 34,9	0-5	3,8
Pólsjór (PW) <i>e. Polar Water</i>	< 0	< 34,4	0-5	6,3
Millisjór (AIW) <i>e. Arctic Intermediate Water</i>	0-2	34,8 - 35,0	300-500	3,7
Yfirfallssjór í Grænlandssund (DSOW) <i>e. Denmark Strait Overflow Water</i>	< 1	34,8 - 34,9	> 600	3,8
Djúpsjór (DW) <i>e. Deep Water</i>	< 0	34,89 - 34,93	> 300	2,3



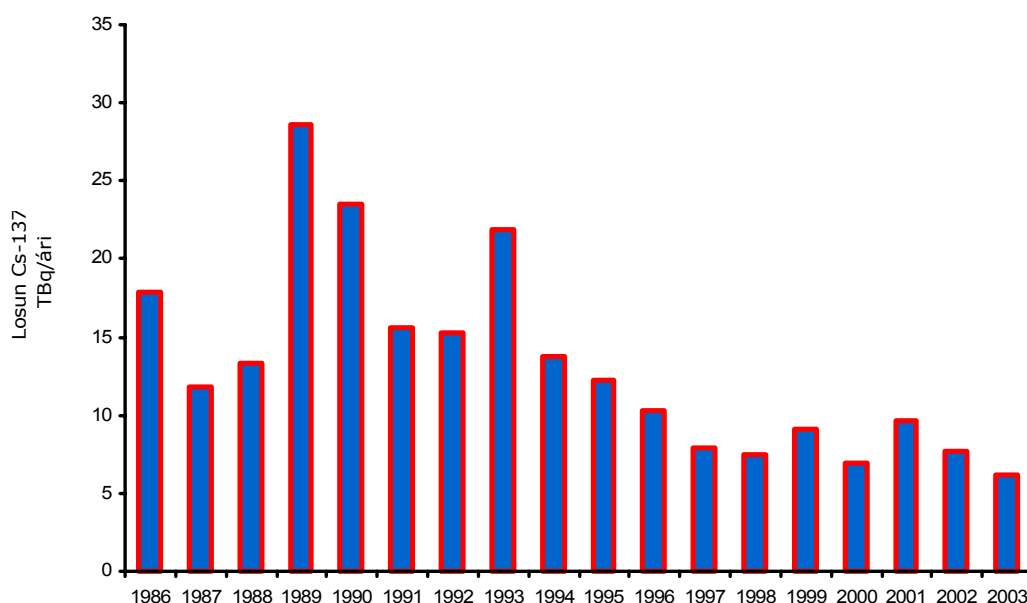
Mynd 8. Styrkur Cs-137 í mismunandi sjógerðum við Ísland (sjá skýringu við mynd 5).

Cs-137 in seawater samples collected in the ocean around Iceland 1990-2003 (see figure 5).

Meginuppspretta geislavirkra efna í sjó við Ísland er úrfelli frá tímum tilrauna með kjarnavopn á 6. og 7. áratug síðustu aldar. Styrkur Cs-137 er lægstur í djúpsjó fyrir norðan land (DW) og Atlantssjó (AW), þar er nær eingöngu um leifar frá tilraunasprengingunum að ræða. Áberandi hæstur styrkur Cs-137 mælist í pólsjó (PW) fyrir norðan og vestan landið. Orsakanna fyrir hlutfallslega háum styrk í pólsjó er að leita í kjarnorkuiðnaði í V-Evrópu, einkum á Bretlandseyjum. Frá endurvinnslustöðinni í Sellafeld hefur menguðu affallsvatni verið dælt í Írlandshaf (mynd 2 og 9). Þaðan berast efnin með hafstraumum norður með vesturströnd Noregs um Íshafið og loks með Austur-Grænlandsstraumnum til suðurs milli Íslands og Grænlands. Kvísl frá þessum straumi sveigir til austurs fyrir norðan Ísland.

Talið er að mengunar frá Sellafield verði fyrst vart í millisjó (AIW) hér við land. Ætla má að ferðatíminn frá Írlandshafi í Grænlandssund sé um 10 ár í yfirborðssjó en dálítið lengri í djúpsjó. Mengunar frá Sellafield verður einnig vart í öðrum sjógerðum, s.s. svalsjó, millisjó og vetrarsjó. Þegar styrkur Cs-137 í djúpsýnum (DW og DSOW) er skoðaður má greina nokkra lækkun á árunum 2000 og 2001. Þetta kemur heim og saman við minnkun á losun Cs-137 frá Sellafield á árunum 1990 – 1991 (mynd 9).

Styrkur Cs-137 í affalli frá Sellafield hefur verið að lækka undanfarinn áratug þannig að vænta má lægri mæligilda á komandi árum í sjógerðum sem helst flytja með sér mengandi efni á Íslandsmið, s.s. pólsjó og millisjó (mynd 9).



Mynd 9. Losun Cs-137 frá endurvinnslustöðinni í Sellafield á tímabilinu 1986-2003.
Marine discharges of Cs-137 from the Sellafield reprocessing plant in England 1986-2003.

Niðurstöður mælinga frá 1990-1997 hafa verið birtar í skýrslum (Sigurður M. Magnússon o.fl. 1993, Magnús Jóhannesson o.fl. 1995, Davíð Egilsson o.fl. 1999) og í tímaritsgrein (Elísabet D. Ólafsdóttir o.fl. 1999). Niðurstöður sesínmælinga frá árinu 1998 og síðar hafa ekki verið birtar áður. Mælingar á Cs-137 í sjó við Ísland hafa verið kynntar á alþjóðlegum ráðstefnum (Elísabet D. Ólafsdóttir o.fl. 1992, Elísabet D. Ólafsdóttir o.fl. 1996, Elísabet D. Ólafsdóttir o.fl. 1997).

Árið 2000 mældist styrkur Cs-137 í yfirborðssjó við vesturströnd Noregs 2,5-8,5 Bq/m³ og við Svalbarða 2,1-6,1 Bq/m³ (Gäfvert et al. 2003). Sama ár mældist styrkur Cs-137 í norðanverðu Írlandshafi (nærri Sellafield) á bilinu 50-500 mBq/l (=Bq/m³) (RIFE-6).

2.5.2 Fiskur

Fisksýni hafa verið tekin í rannsóknarleiðöngrum Hafrannsóknastofnunar. Sýnin eru tekin á sömu stöðum árlega (sjá mynd 4). Hvert sýni er samsett af holdi um það bil 25 fiska. Mæld hafa verið sýni af helstu nytjafiskum hér við land s.s. þorski, kola, ýsu, lúða, síld og loðnu. Einnig hafa sýni af skelfiski og kröbbum verið mæld. Mælingar eru teknar saman í 4. viðauka.

Tafla 5. Fjöldi fisksýna eftir árum og fisktegundir.

Fish sampling for radiocaesium measurements 1989-2003, number of samples collected annually.

Ár	þorskur (Cod, <i>Gadus morhua</i>)	koli (Plaice, <i>Pleuronectes platessa</i>)	ýsa (Haddock, <i>Melanogrammus aeglefinus</i>)	lúða (Halibut, <i>Hippoglossus hippoglossus</i>)	loðna (Capelin, <i>Mallotus villosus</i>)	síld (Herring, <i>Clupea harengus</i>)	annað ³ <i>Other species</i>	samtals
1989		1	1	1	1	1		5
1990	4							4
1991		3				1	1	5
1992	4	3				1	2	10
1993		5					1	6
1994	8	4				1	1	14
1995	4	4					2	10
1996	10	3				1		14
1997	3	2						5
1998	4	3						7
1999	3	4						7
2000	3	1	2	2		2		10
2001	4							4
2002	5	1						6
2003	4						2	6

Styrkur Cs-137 er almennt mjög lágur í fiski á norðurslóðum (tafla 6). Meðalstyrkur Cs-137 í fiski frá Íslandsmiðum er almennt innan þeirra frávíksmarka sem gefin eru upp í töflunni. Í þorski mælist sesín á bilinu 0,10-0,25 Bq/kg, í ýsu 0,2-0,3 Bq/kg og í kola 0,05-0,15 Bq/kg.

Tafla 6. Styrkur Cs-137 í ýmsum fisktegundum á norðurslóðum, þar með talið Íslandsmiðum. Sýnd eru meðaltöl árána 1995-2002 (AMAP 2002).

Activity concentrations for Cs-137 in marine fish species from Arctic waters 1995-2002 (Bq/kg ww).

Tegund	Fjöldi mælinga	Cs-137 (±SD)
Ýsa (<i>Melanogrammus aeglefinus</i>)	65	0,25 (0,11)
þorskur (<i>Gadus spp.</i>)	394	0,22 (0,08)
Marhnútur (<i>Myoxocephalus scorpius</i>)	10	0,31 (0,16)
Flundra (<i>Platichthys flesus</i>)	6	0,33 (0,06)
Loðna (<i>Mallotus villosus</i>)	3	0,16 (0,08)
Sandkoli (<i>Limanda limanda</i>)	247	0,09 (0,03)

³ Skelfiskur og krabbadýr. *Shellfish and crustaceans.*

2.5.3 Þang

Þangskýni hafa verið tekin reglulega á sex stöðum umhverfis landið síðan árið 1989. Sýnatökustaðir eru við Hellissand á Snæfellsnesi, á Arnarnesi við Ísafjarðardjúp, við Sandvík í Grímsey, á Hafnarnesi við Fáskrúðsfjörð, á Stokksnesi við Hornafjörð og í Klauf í Heimaey (tafla 7). Sýnum er safnað af bóluþangi (*Fucus vesiculosus*) og klóþangi (*Ascophyllum nodosum*). Fjórum þangskýnum hefur verið safnað árlega frá hverjum sýnatökustað, að undanskildum árunum 1993-1998 þegar einu sýni var safnað (sjá töflu 8). Samhliða þangskýnatökunni eru tekin sjóskýni til seltumælinga. Sýnataka er í umsjón starfsmanna Hafrannsóknastofnunar, nema í Grímsey og Fáskrúðsfirði þar sem hún er í höndum annarra. Þangið er þurrkað vandlega og malað áður en það er mælt og eru niðurstöður birtar sem Bq/kg (þurrvig). Niðurstöður mælinga eru teknar saman í 5. viðauka.

Tafla 7. Sýnatökustaðir og meðalstyrkur Cs-137 í þangi við Ísland 1998-2003.

Locations of seaweed sampling sites in Iceland, mean values for 1998-2003 (Bq/kg dw).

Bóluþang: Fucus vesiculosus; klóþang: Ascophyllum nodosum.

Staður	Hnit	Þangtegund	Cs-137, Bq/kg, þurrv.
Grímsey	66° 33, 18° 02	bóluþang	0,23
Fáskrúðsfjörður	64° 54, 13° 55	klóþang	0,20
- (frá sept. 2001)	64° 52, 13° 46	klóþang	
Stokksnes	64° 14, 14° 59	bóluþang	0,22
Heimaey	63° 25, 20° 17	bóluþang	0,18
Hellissandur	64° 54, 23° 56	klóþang	0,17
Ísafjarðardjúp	66° 06, 23° 02	bóluþang	0,19

Tafla 8. Fjöldi þangskýna eftir árum.

Seaweed sampling in Iceland 1989-2003, number of samples collected annually.

Ár	mars	júní	september	desember	samtals
1989				6	6
1990	6	6	5	6	23
1991	6	6	6	5	23
1992	6	4	4		14
1993	1		5		6
1994			6		6
1995			5		5
1996			6		6
1997			6		6
1998			6		6
1999	4	6	6	6	22
2000	6	5	6	6	23
2001	6	3	5	4	18
2002	6	5	2	3	16
2003	5	5	4	4	18

Styrkur sesíns í þangi er líkur milli landshluta en mælist þó að jafnaði örlítið hærrí fyrir norðan og austan land en sunnan og vestan (tafla 7). Eins og áður hefur komið fram liggur kvísl úr Austur-Grænlandsstraumnum til austurs fyrir norðan Ísland. Sýnt hefur verið fram á að geislaamengun frá endurvinnslustöðvum í V-Evrópu berst í nokkrum mæli með þessum straumi. Kemur þetta fram í styrk sesíns í pólsjó (PW), sem er sá hæsti sem mælist í hafinu við Ísland. Samkvæmt þessu ætti styrkur sesíns að vera einna hæstur við Grímsey af þeim stöðum sem þangi er safnað frá.

Til samanburðar eru sýndar mælingar á bólupangi frá nokkrum nágrennapjóðum okkar (tafla 9).

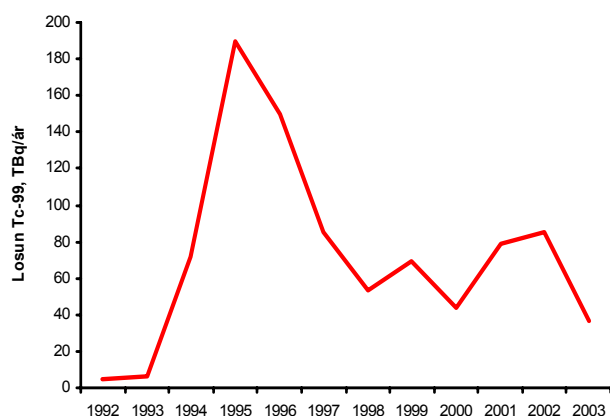
Tafla 9. Styrkur Cs-137 í bólupangi á nokkrum stöðum erlendis.

Activity concentrations for Cs-137 in seaweed from several N-European countries.

Staður	Mæliár	Cs-137, Bq/kg	Heimild
Ísland	2000	0,1-0,5	(sjá viðauka 5)
Færeyjar	2000	0,4-0,5	(Joensen <i>et al.</i> 2002)
Noregur, vesturströnd	2000	0,3-1,4	(Gäfvvert <i>et al.</i> 2003)
N-Noregur	2000	0,3-0,7	sama heimild
England, við Sellafield	2000	6,7	(RIFE-6)

2.6 Tc-99 í sjó og þangi

Mikil aukning varð á losun teknetíns (Tc-99) frá endurvinnslustöðinni í Sellafield á tímabilinu 1994-1996 í kjölfar breyttra vinnsluhátta (mynd 10). Nam losunin þá allt að 200 TBq á ári en hafði verið undir 10 TBq á ári áratuginn á undan.



Mynd 10. Losun teknetíns frá endurvinnslustöðinni í Sellafield 1992-2003.

Marine discharges of Tc-99 from the Sellafield reprocessing plant in England, 1992-2003.

Rannsóknir hafa leitt í ljós að úrgangsefni frá endurvinnslustöðinni berast með sjávarstraumum til norðurs, meðfram vesturströnd Noregs, um Norður-Íshafið og síðan til suðurs milli Íslands og Grænlands. Kvísl úr Austur-Grænlandsstraumnum blandast strandstraumum við Íslandsstrendur. Það tekur mengandi efni um áratug að berast frá Írlandshafi að Íslandsströndum. Til að kanna hvort greina mætti aukningu í styrk teknetíns við Ísland var efnið mælt í þangsýnum frá fjórum stöðum við landið (tafla 10).

Mælingarnar sýna að ekki hefur orðið marktæk aukning á styrk teknetíns við Ísland fram að þessu. Styrkur teknetíns-99 mælist að jafnaði tvöfalt til þrefalt hærri við norður- og austurströndina en við suður- og vesturströndina. Tegund þangsins skýrir að hluta hærri styrk í þangi frá Fáskrúðsfirði, því upptaka teknetíns er talin meiri í klóþangi en bóluþangi. Hugsanlegt er að geislaengunar frá endurvinnslustöðvum í Evrópu gæti í þanginu við Grímsey, en þar er styrkur teknetíns nokkru hærri en í Heimaey og í Ísafjarðardjúpi.

Mælingar á Tc-99 í þangi sem gerðar voru í Risø í Danmörku á árunum 1990-1991, gáfu að jafnaði 2,5 Bq/kg í þangi við Grímsey og 1,3 Bq/kg í þangi við Vestmannaeyjar.

Tafla 10. Styrkur teknetín-99 í þangi við Ísland, 1998-2003, Bq/kg (þurrvigt) (sjá kort í viðauka 5).
Concentrations of Tc-99 in seaweed collected at the Icelandic coast 1998-2003 (Bq/kg dw).

Ár	Mánuður	Grímsey (bóluþang, <i>Fucus vesiculosus</i>)	Fáskrúðsfjörður (klóþang, <i>Ascophyllum nodosum</i>)	Heimaey (bóluþang, <i>Fucus vesiculosus</i>)	Ísafjarðardjúp (bóluþang, <i>Fucus vesiculosus</i>)
1998	september	2,8	9,4	1,9	1,3
1999	apríl	5,0			2,3
	júní	4,0	7,9	1,6	
	júlí				1,8
	september	2,8		1,6	1,5
2000	deember		8,3	1,9	1,7
	mars	6,2	10,8		
	apríl			1,7	1,4
	júní	2,8	6,6		1,5
2001	júlí			1,4	
	september	3,4		1,4	
	deember	4,7	7,1		
	mars		10,1		
2002	júní			1,8	
	september	4,3	3,7	4,2	
	deember		5,4	2,3	
	janúar	5,7			
2003	mars	8,1	6,2	2,3	2,5
	júní	4,6			3,3
	júlí		7,7	1,3	
	september			3,1	
2003	mars	6,7		3,0	
	apríl				2,1
	júní	4,5		1,2	

Við Hillesøy í N-Noregi jókst styrkur teknetíns í bóluþangi úr 50 Bq/kg árið 1997 í rúm 400 Bq/kg árið 2001. Síðan hefur styrkur þess farið heldur lækkandi. Þessi aukning á styrk teknetíns er tengd aukinni losun efnisins frá Sellafeld árið 1994. Mengandi efni frá Sellafeld berast með hafstraumum til N-Noregs á 3-4 árum (Amundsen et al. 2003, Gáfvert et al. 2003). Mælingar á Tc-99 í þangi frá Færeyjum árið 2000 sýndu styrk á bilinu 1,6-8,3 Bq/kg (6 mælingar) (Joensen et al. 2002), sem er sambærilegt við íslensku mælingarnar. Til samanburðar má nefna að styrkur Tc-99 í bóluþangi við Sellafeld mældist 10 kBq/kg árið 2000 og 27 kBq/kg árið 2003 (RIFE-6, RIFE-9). Reglulegar mælingar á teknetíni-99 í sjó við Ísland fara fram í samvinnu við Hafrannsóknastofnun og rannsóknastofnu norsku geislavarnastofnunarinnar (NRPA) í Osló.

3 HEIMILDIR

- AMAP 2004. Amap Assessment 2002: Radioactivity in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo.
- Amundsen I., Brekken A., Liland A. 2003. Utslipp av radioaktive stoffer fra Sellafield-anleggene. En gjennomgang av britiske myndigheters regulering av utslippstillatelser. Strålevern Rapport 2003:2. Østerås, Statens strålevern.
- Davíð Egilsson, Elísabet D. Ólafsdóttir, Eva Ingvadóttir, Helga Halldórsdóttir, Flosi Hrafn Sigurðsson, Gunnar Steinn Jónsson, Helgi Jensson, Karl Gunnarsson, Sigurður A. Þráinsson, Andri Stefánsson, Hallgrímur Daði Indriðason, Hreinn Hjartarson, Jóhanna Thorlacius, Kristín Ólafsdóttir, Sigurður R. Gíslason og Jörundur Svavarsson 1999. Mælingar á mengandi efnunum á og við Ísland. Niðurstöður vöktunarmælinga. Starfshópur um mengunarmælingar.
- Elísabet D. Ólafsdóttir, Sigurður M. Magnússon og Sigurður Emil Pálsson 1992. Radiocaesium in seawater, fucus and fish in Iceland. The 6th Nordic Radioecology Meeting 1992, Thorshavn, 8 s.
- Elísabet D. Ólafsdóttir, Sigurður Emil Pálsson og Sigurður M. Magnússon 1996. Caesium-137 in the Icelandic Marine Environment 1989-1995. The 7th Nordic Radioecology Seminar, Reykjavik 1996, s. 425-428.
- Elísabet D. Ólafsdóttir, Sigurður Emil Pálsson og Sigurður M. Magnússon 1997. Caesium-137 in Icelandic seawater related to different water masses. The Third International Conference on Environmental Radioactivity in the Arctic, extended abstracts (2), Tromsø, s. 217-218.
- Elísabet D. Ólafsdóttir, Sigurður Emil Pálsson, Sigurður M. Magnússon og Kjartan Guðnason 1999. Distribution and origin of Cs-137 in the ocean around Iceland – an indicator of man-made radioactivity. Rit Fiskideildar 16: 69-77.
- Gäfvert T., Føyn L., Brungot A.L., Kolstad A.K., Lind B., Christensen G.C., Strållberg E., Drefvelin J., Rudjord A.L. 2003. Radioactivity in the Marine Environment 2000 and 2001. Results from the Norwegian National Monitoring Programme (RAME). Strålevern Rapport 2003:8. Østerås, Statens strålevern.
- Gjelsvik R. 2004. Overvåkningsmålinger 2003 – prognoser for slaktesesongen. Strålevern Rapport 2004:4. Østerås, Statens strålevern.
- Guðmundur S. Jónsson, Bragi Árnason og Páll Theodórsson 1968. Geislavirkt úrfelli á Íslandi til ársloka 1967. Geislavarnir ríkisins og Raunvísindastofnun Háskóla Íslands.
- Hansen H. S. & Andersson I. 1994. Transfer of ¹³⁷Cs to cow's milk in the Nordic countries. In: Henning Dahlgaard (ed.). Studies in environmental science 62. Nordic radioecology. The transfer of radionuclides through Nordic ecosystems to man. Elsevier, pp. 197-210.
- Héðinn Valdimarsson og Svend Aage Malmberg 1999. Near-surface circulation in Icelandic waters derived from satellite traced drifters. Rit Fiskideildar 16: 23-39.
- Joensen H. P., Vestergaard T., Zachariassen J. and Mortensen M. 2002. ¹³⁷Cs and ⁹⁹Tc in seawater and seaweed around the Faroe Islands. In: Sigurður Emil Pálsson (ed.). Summaries of studies carried out in the NKS/BOK-2 project. Technical report. NKS, pp. 161-164.
- Joensen H. P. 1999. Long-term variation of radiocaesium in the food chain of lamb in the Faroe Islands. Journal of Environmental Radioactivity 46: 345-360.
- Magnús Jóhannesson, Jón Ólafsson, Sigurður M. Magnússon, Davíð Egilsson, Steinþór Sigurðsson, Guðjón Atli Auðunsson og Stefán Einarsson 1995. Mengunarmælingar í sjó við Ísland. Lokaskýrsla, Umhverfisstofnun.

- Magnús Á. Sigurgeirsson og Kjartan Guðnason 2004. Jarðvegssýnataka 2000-2003. Sýnatökustaðir – mólendi og auðnir. Geislavarnir ríkisins, GR 04:07.
- Magnús Á. Sigurgeirsson, Ólafur Arnalds, Sigurður Emil Pálsson, Brenda J. Howard, Kjartan Guðnason 2005. Radiocaesium fallout behaviour in volcanic soils in Iceland. *Journal of Environmental Radioactivity* 79(1): 39-53.
- Ólafur Reykdal, Guðmundur Guðmundsson, Sigurður Emil Pálsson og Hannes Hafsteinsson 2002. Rannsókn á aðskotaefnum í íslenski mjólk 2000-2001 og áhættumat fyrir aðskotaefni. *Matra*, matvælarannsóknir Keldnaholti, *Matra* 02:07.
- Páll Theodórsson og Bragi Árnason 1965. Oversigt over fall-out målinger i Island okt. 1964- april 1965. Islands Universitet, fysisk Laboratorium, 8 s.
- Páll Theodórsson og Bragi Árnason 1964. Environmental radioactivity in Iceland. University of Iceland, Physical Laboratory, 15 s.
- RIFE-6 2001. Radioactivity in Food and the Environment, 2000. Food Standards Agency, Scottish Environment Protection Agency.
- RIFE-9 2004. Radioactivity in Food and the Environment, 2003. Environment Agency, Environment and Heritage Service, Food Standards Agency, Scottish Environment Protection Agency.
- Sigurður Emil Pálsson, Kristbjörn Egilsson, Skarphéðinn Þórisson, Sigurður M. Magnússon, Elísabet D. Ólafsdóttir og Kári Indriðason 1994. Transfer of radiocaesium from soil and plants to reindeer in Iceland. *Journal of Environmental Radioactivity* 24(1994): 107-125.
- Sigurður Emil Pálsson, Sigurður M. Magnússon og Elísabet D. Ólafsdóttir 1993. Rannsókn á geislavirkni í íslenski mjólk. Í: Ólafur Reykdal (ritstj.). Úttekt á aðskotaefnum í íslenski mjólk. *Starfshópur um hreinleika mjólkurafurða* 1: 26-30.
- Sigurður Emil Pálsson, Ólafur Arnalds, Magnús Á. Sigurgeirsson, Kjartan Guðnason, Brenda J. Howard, Simon M. Wright and Þórunn Pálsdóttir 2002. Cs-137 fallout deposition in Iceland: Predictions, measurements and assessments of impacts. The 5th International Conference on Environmental Radioactivity in the Arctic and Antarctic, St. Petersburg, Russia. Extended abstracts, pp. 24-26.
- Sigurður Emil Pálsson, Brenda J. Howard, Simon M. Wright 2005. Prediction of spatial variation in global fallout of ¹³⁷Cs using precipitation. (Sent til birtingar)
- Sigurður M. Magnússon 1989. Geislavirkni í matvælum og umhverfi. *Heilbrigðismál* 4: 29-31.
- Unnsteinn Stefánsson 1994. Hafstraumar, ástand sjávar og frjósemi íslenskra hafsvæða. Í: Íslendingar, hafið og auðlindir þess. Vísindafélag Íslendinga, ráðstefnurit IV, Reykjavík, s. 39-63.
- UNSCEAR 2000. Sources and effects of ionizing radiation. Sources, vol. I. Report to the General Assembly with scientific Annexes. United Nations Publications. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York.

1. VIÐAUKI (styrkur Cs-137 í mjólk og mjólkurdufti)

APPENDIX I. (CONCENTRATION OF CS-137 IN MILK AND MILK POWDER)

Nýmjólk frá Mjólkursamlagi Kaupfélags Héraðsbúa 1990-1993 og 2000-2001⁴. Mælieining er Bq/kg.
Milk samples from KHB, East Iceland, 1990-1993 and 2000-2001 (Bq/kg).

Ár	janúar	febrúar	mars	apríl	maí	júní	júlí	ágúst	september	október	nóvember	desember	Meðaltal
1990	2,0				2,2								2,1
1991	3,4	3,0	2,5	2,9	1,5		1,9		2,9		2,3		2,6
1992	2,8	2,7			1,8	2,3	1,8	1,7	2,0	2,1	1,7	2,0	2,1
1993	2,4	2,0	2,2										2,2
2000							0,9		1,6		1,6		1,4
2001	1,5		1,3		1,1								1,3

Nýmjólk frá Mjólkursamlagi Kaupfélags Austur-Skaftfellinga 1990-1993.
Milk samples from KASK, Southeast Iceland, 1990-1993.

Ár	janúar	febrúar	mars	apríl	maí	júní	júlí	ágúst	september	október	nóvember	desember	Meðaltal
1990	2,2	2,1	2,1		3,7	2,0			3,7	2,6			2,6
1991	1,7	1,6	1,3	2,9	2,5		1,9		4,4	3,6			2,5
1992					2,9						2,6	2,4	2,6
1993	2,3	2,6											2,5

Nýmjólk frá Mjólkursamlagi Borgfirðinga 1990-1995.
Milk samples from MSB, West Iceland, 1990-1995.

Ár	janúar	febrúar	mars	apríl	maí	júní	júlí	ágúst	september	október	nóvember	desember	Meðaltal
1990	3,7	3,2	3,2	3,1	3,2	3,2	4,1	4,4	5,2	3,1	3,2	3,4	3,6
1991	4,0	2,9		2,7	2,8	2,8	3,8	5,7	5,2	4,2	3,7	3,6	3,8
1992	3,5		2,9	3,0		3,2		4,1	4,5	3,3	3,6	2,7	3,4
1993	3,2	3,0	2,9	2,9	2,9	3,1	3,6	1,3	4,5	3,4	3,4	3,5	3,1
1994	3,5	3,3	3,6	3,0	3,2	3,5	2,9	4,2	3,3	5,2	2,7	3,0	3,5
1995	2,9	2,6	2,6	3,0	2,6	1,5	3,1	3,8	3,9	3,2	3,2		2,9

Nýmjólk frá Mjólkurbúi Flóamanna 1990-2003.
Milk samples from MBF, South Iceland, 1990-2003.

Ár	janúar	febrúar	mars	apríl	maí	júní	júlí	ágúst	september	október	nóvember	desember	Meðaltal
1990	2,6	2,1	2,1	1,9	2,4	2,4	2,5		2,9	2,6	3,6	2,4	2,5
1991	2,2	2,1	2,1	2,1	2,2		2,6		3,2		2,2		2,3
1992	2,2		2,5	2,1	2,6	2,3	2,2	2,4		2,3	2,4	2,4	2,3
1993	2,1	2,4	1,9	1,9	2,2	2,3	1,8	2	2,8	2,7	2,4	2,4	2,2
1994	2,1	1,7	2,7	2,4	2,3	2,1	2,1	2,6	2,8	2,5	2,0	2,1	2,3
1995	2,0	1,7	1,7	1,8	1,6	1,8	2,4	2,6	2,6	2,5	1,9		2,1
1996	1,9	2,1	2,0	2,0	2,1		1,9	2,1	2,4	2,3		1,4	2,0
1997	1,7	1,8							2,2	2,0	1,8		1,9
1998			1,6	1,6			2,1		2,6	2,3			2,0
1999	1,3		1,5	1,8	1,1	1,8	1,8	2,1	2,3	1,8		1,4	1,7
2000		1,2	1,2	1,3	1,1	1,4	1,6		2,0		1,2		1,4
2001	1,2		1,2		1,2		1,6		1,8		1,2		1,4
2002				1,0			1,3			1,3	1,2		1,2
2003	1,0	0,9		1,0		1,1	1,5		1,7		1,2	1,1	1,2

⁴ Árin 2000-2001 fór fram rannsókn á hreinleika íslenskrar mjólkur í samstarfi við Matra, Matvæla-
rannsóknir Keldnaholti (Ólafur Reykdal o. fl. 2002).

Nýmjólk frá Mjólkursamlagi Kaupfélags Eyfirðinga 1990-2003.
Milk samples from KEA, North Iceland, 1990-2003.

Ár	janúar	febrúar	mars	apríl	maí	júní	júlí	ágúst	september	október	nóvember	desember	Meðaltal
1990	1,5	1,4	1,8	1,4	1,4		1,3		2,0	1,2	1,5	1,0	1,5
1991	1,2		1,5	1,4			1,0		1,5	1,7	1,8		1,4
1992	1,2			1,3	1,4	1,1	1,0	1,2	1,3	1,3	1,1	1,2	1,2
1993	1,0	1,3	1,2	1,2	1,0	1,0	1,1	1,0	1,2	1,4	1,3	1,2	1,2
1994	1,3	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	0,9	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,3
1995	1,2	1,3	1,3	1,2	0,7	1,0	1,0	1,0	1,2	1,4	1,2	1,1	1,1
1996	1,3	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8		1,2	1,1	1,0	1,2	1,1
1997	1,0	0,8	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	1,1	1,0	1,0		0,9
1998	0,9	0,9	0,9	0,9	1,1		0,8	0,8	1,0	1,1	1,0	1,0	0,9
1999	1,0	1,1	1,0	1,0	1,2	0,9	0,8	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0
2000	1,1	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	0,6	0,7	0,9	0,8	0,9		0,9
2001	0,7	0,8	0,9		0,8					0,8	0,8	0,6	0,8
2002	0,8		0,7	0,9		0,9							0,8
2003						0,6	0,6 ⁵		1,1			0,9	0,8

Nýmjólk frá Mjólkursamsölunni í Reykjavík 2000-2001 (samsett af mjólk frá Borgarfirði, Reykjavík og nágrenni og söfnunarsvæði MBF). Milk samples from MS, Reykjavik, 2000-2001.

Ár	janúar	febrúar	mars	apríl	maí	júní	júlí	ágúst	september	október	nóvember	desember	Meðaltal
2000							1,9		2,3		1,5		1,9
2001	1,5		1,7		1,5								1,6

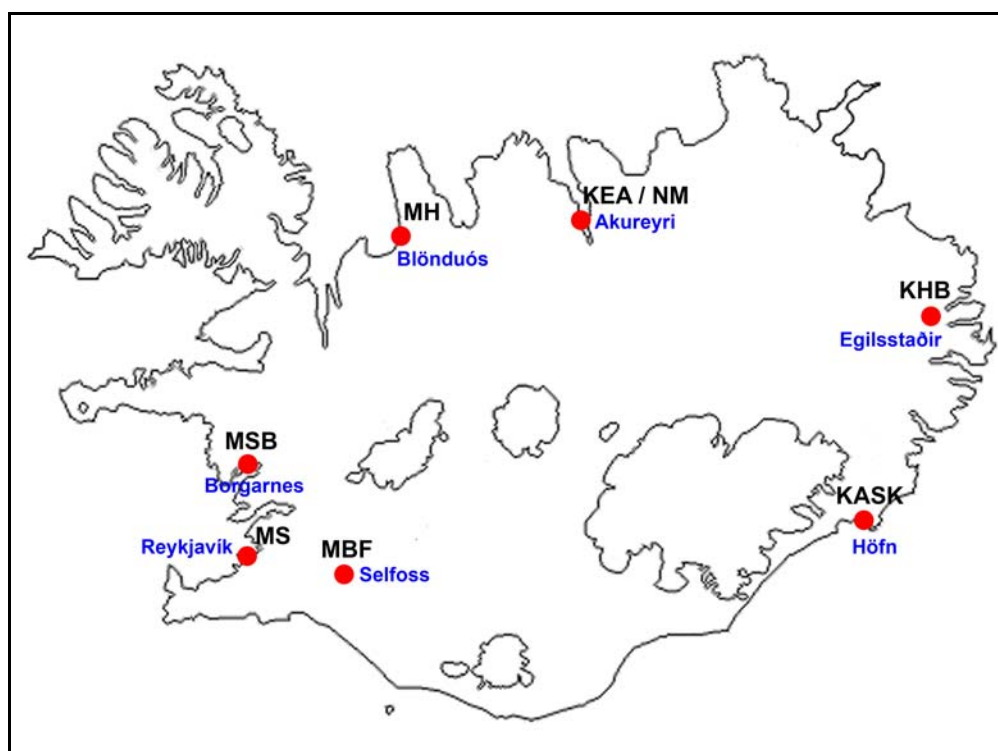
Mjólkurduft frá Mjólkurbúi Flóamanna, mánaðargildi.
Milk powder from MBF, South Iceland, sampled 1986-2003.

Ár	janúar	febrúar	mars	apríl	maí	júní	júlí	ágúst	september	október	nóvember	desember	meðaltal
1986			26	35	34	32	50	50	51	29	27		37
1987	28	37	28	30	38	35	27	36	37	46	41		35
1988		28	34	24	35	27	32	28		24	21	25	28
1989	24	21	35	21	21	36			33	33	20		27
1990	27	27		26	20	35	35	25					28
1991	22	26	33	28	31	30		31	33	31		25	29
1992	26	27		30		21	17	28				27	25
1993	25	18	20	16	22	25	15	20	22		19		20
1994	23	17	22	25	19	22	24	20				18	21
1995	19	22	22	19	15		22	26			16	24	21
1996	22	21	15	22	21	20	25	18				19	20
1997		13	19	18	8	20	16	21			14		16
1998	13	18	18	17	17	17	19	19			21	14	17
1999	15	14	18	13	18		18		16	14	11	15	15
2000	15	14	13	14		19	16				10	14	14
2001	12	10	13	13	10	14	11				9	12	12
2002	11	10	10	12	11	13	14	15			13	11	12
2003	11	12	11	12	8	14	13				9	11	11

⁵ Samarið 2003 var kúamjólk safnað frá tíu býlum í Eyjafirði af starfsmönnum Geislavarna, er hér um meðalstyrk Cs-137 í þeim sýnum að ræða.

Mjólkurduft frá Mjólkursamlagi Húnvetninga, mánaðargildi.
Milk powder from MH, North Iceland, sampled 1986-2003.

Ár	janúar	febrúar	mars	apríl	maí	júní	júlí	ágúst	september	október	nóvember	desember	meðaltal
1986		21	22	28	28	27	32	38	26	21	24		27
1987	26	20	24	24	23	17	23	19	39	31	24	29	25
1988	14	15	21	22	10	23	19	31	25	20	29	36	22
1989	19	26	28	17	19	22	24	22	20	24	16	15	21
1990	18	16	16	16	18	16	22	18	29		17	13	18
1991		18	20	18	23	20	19	21	30	26	21	24	22
1992	24	23	24	19	19	20	18	17	18	22	20	20	20
1993	20	14	17	19	20	16	17	14	17	19	15	18	17
1994	16		16		13	15	13	22	23	20	18	17	17
1995	17	16	12	11	13	14	11	15	14	16	18	17	15
1996	15	12	28	11	11	15	13	16	22	20	14	15	16
1997	15	15	9	15	10	11	15	16	13	14		12	13
1998	11	13	13	13	9	10	14	16	17	17	12	11	13
1999	10	13		10	10	14	13	15		17	14	10	13
2000	10	10	8	8	9	12	12	15			14	13	11
2001	13	11	9	8	7		7	12		17	13	10	11
2002	11	8	9	8	8	10		12	14	15	8		10
2003	7	10	10	9	8	7	9	13	17	15	10	9	10



Mjólkursamlög þar sem mjólk og mjólurdufti hefur verið safnað á tímabilinu 1986-2003
Dairies in Iceland where cow milk (i.e. fresh milk and milk powder) has been sampled 1986-2003

2. VIÐAUKI (styrkur Cs-137 í lambkjöti) APPENDIX II. (CONCENTRATION OF CS-137 IN LAMB MEAT)

Styrkur⁶ Cs-137 í lambkjöti, 1989-2003.
Lamb meat sampled from slaughterhouses in Iceland 1989-2003.

Ár	Sláturhús / sýnatökustaður Slaughterhouse	Uppruni lambs/sýsla Grazing area, county	Cs-137, Bq/kg	
1989	Kjötvinnslan Blönduósi	A-Húnavatnssýsla	12,3	
	Kjötvinnslan Blönduósi	A-Húnavatnssýsla	20,5	
	Kþ Húsavík	N-Pingeyjarsýsla	13,2	
	Kþ Húsavík	N-Pingeyjarsýsla	20,1	
	KASK	A-Skaftafellsýsla	18,8	
	KASK	A-Skaftafellsýsla	2,8	
	SS Selfossi	Árnessýsla	33,0	
	SS Selfossi	Árnessýsla	15,7	
	SS Selfossi	Árnessýsla	6,7	
	SS Selfossi	Árnessýsla	13,5	
	SS Selfossi	Árnessýsla	9,4	
	SS Selfossi	Árnessýsla	7,0	
	SS Selfossi	Árnessýsla	13,6	
	SS Selfossi	Árnessýsla	8,9	
	SS Hvolsvelli	Rangárvallasýsla	10,0	
	SS Hvolsvelli	Rangárvallasýsla	5,0	
	SS Kirkjubæjarklaustri	V-Skaftafellssýsla	29,6	
	SS Kirkjubæjarklaustri	V-Skaftafellssýsla	13,0	
		Snæfellsnes- og Hnappads.	31,2	
		S-Múlasýsla	8,6	
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	6,5	
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	22,2	
	KHB Egilsstöðum	N-Múlasýsla	22,7	
	KHB Egilsstöðum	S-Múlasýsla	18,7	
	KHB Egilsstöðum	N-Múlasýsla	8,9	
	KHB Egilsstöðum	N-Múlasýsla	11,3	
	KHB Egilsstöðum	N-Múlasýsla	7,9	
	1990	KEA Akureyri	Eyjafjarðarsýsla	6,0
		KEA Akureyri	Eyjafjarðarsýsla	15,5
			Árnessýsla	10,4
			Árnessýsla	2,3
			Skagafjarðarsýsla	17,9
		KASK	A-Skaftafellssýsla	3,9
KASK		A-Skaftafellsýsla	23,1	
KASK Höfn		S-Múlasýsla	16,8	
KASK Höfn		A-Skaftafellsýsla	4,6	
		Árnessýsla	20,9	
		Árnessýsla	10,5	
		Árnessýsla	6,4	
Sláturhús V-Barðstrendinga		V-Barðastrandarsýsla	4,3	
Sláturhús V-Barðstrendinga		V-Barðastrandarsýsla	8,5	
Borgarnes – Rala		Snæfellsnes- og Hnappads.	44,3	
Borgarnes – Rala	Snæfellsnes- og Hnappads.	11,7		
Borgarnes – Rala	Snæfellsnes- og Hnappads.	52,8		
Borgarnes – Rala	Snæfellsnes- og Hnappads.	34,2		
Borgarnes – Rala	Snæfellsnes- og Hnappads.	23,0		
Borgarnes – Rala	Snæfellsnes- og Hnappads.	41,3		
Borgarnes – Rala	Snæfellsnes- og Hnappads.	22,7		
Borgarnes – Rala	Snæfellsnes- og Hnappads.	45,2		
Borgarnes – Rala	Snæfellsnes- og Hnappads.	55,8		
1991		Rangárvallasýsla	13,6	
		Árnessýsla	17,7	
		Rangárvallasýsla	10,3	
		Árnessýsla	7,5	
		Árnessýsla	9,8	
		Árnessýsla	89,7	
		Rangárvallasýsla	32,7	
		Rangárvallasýsla	37,0	
		Rangárvallasýsla	11,5	
		Skagafjarðarsýsla	13,3	
		Skagafjarðarsýsla	17,5	
	Borgarnes	Borgarfjarðarsýsla	43,4	
		Skagafjarðarsýsla	14,9	
	Borgarnes	Borgarfjarðarsýsla	47,3	
		Skagafjarðarsýsla	22,1	
Borgarnes	Borgarfjarðarsýsla	69,9		

⁶ Nákvæmni mæligilda endurspeglar ekki óvissu í mælingu og sýnatöku.
Precision of values does not reflect uncertainty in measurement and sampling.

Ár	Sláturhús / sýnatökustaður <i>Slaughterhouse</i>	Uppruni lambs/sýsla <i>Grazing area, county</i>	Cs-137, Bq/kg	
1992	SS Selfossi	<i>Upplýsingar vantar</i>	1,1	
	SS Selfossi	<i>Upplýsingar vantar</i>	15,3	
	KB Borgarnesi	<i>Upplýsingar vantar</i>	13,1	
	KB Borgarnesi	<i>Upplýsingar vantar</i>	14,5	
1993	KÞ Húsavík	N og S-Þingeyjarsýsla	11,0	
	KÞ Húsavík	N og S-Þingeyjarsýsla	4,3	
	KS Sauðárkróki	Skagafj. Og A-Húnav.	11,5	
	KÞ Húsavík	N-Þingeyjarsýsla	8,5	
	KÞ Húsavík	N-Þingeyjarsýsla	8,7	
	KÞ Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	10,5	
	KÞ Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	27,0	
	SS Selfossi	Rangárvallasýsla	13,0	
	SS Selfossi	Rangárvallasýsla	3,3	
	SS Selfossi	Árnessýsla	13,9	
	SS Selfossi	Árnessýsla	11,5	
	Sláturhúsið í Borgarnesi	Mýrasýsla	16,7	
	Sláturhúsið í Borgarnesi	Borgarfjarðarsýsla	17,5	
	Sláturhúsið í Borgarnesi	Mýrasýsla	78,0	
	Sláturhúsið í Borgarnesi	Mýrasýsla	39,0	
	KS Sauðárkróki	Skagafj. Og A-Húnav.	4,1	
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	40,0	
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	4,7	
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	65,0	
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	10,0	
1994	KÞ Húsavík	N-Þingeyjarsýsla	15,9	
	KÞ Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	6,2	
	KÞ Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	8,8	
	SS Selfossi	Árnessýsla	4,3	
	SS Selfossi	Árnessýsla	6,9	
	SS Selfossi	Árnessýsla	7,5	
	SS Selfossi	Árnessýsla	42,7	
	SS Selfossi	Árnessýsla	3,8	
	SS Selfossi	Árnessýsla	14,7	
	SS Selfossi	Árnessýsla	2,7	
	SS Selfossi	Kjósasýsla	32,0	
	SS Selfossi	Árnessýsla	16,2	
	Afurðasalan Borgarnesi	Mýrasýsla	48,3	
	Afurðasalan Borgarnesi	Snæfellsnes- og Hnappads.	32,0	
	Afurðasalan Borgarnesi	Mýrasýsla	33,7	
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	10,1	
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	54,1	
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	11,1	
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	5,1	
	SS Selfossi	Árnessýsla	3,6	
	1995	SS Selfossi	<i>Upplýsingar vantar</i>	2,5
		SS Selfossi	<i>Upplýsingar vantar</i>	16,0
		SS Selfossi	Kjósarsýsla	7,8
		SS Selfossi	Rangárvallasýsla	22,7
		Afurðasalan Borgarnesi	<i>Upplýsingar vantar</i>	6,5
		Afurðasalan Borgarnesi	<i>Upplýsingar vantar</i>	6,3
		Afurðasalan Borgarnesi	<i>Upplýsingar vantar</i>	17,5
Afurðasalan Borgarnesi		<i>Upplýsingar vantar</i>	18,8	
KS Sauðárkróki		Skagafjarðarsýsla	20,8	
KS Sauðárkróki		Skagafjarðarsýsla	74,9	
KS Sauðárkróki		Skagafjarðarsýsla	4,4	
KS Sauðárkróki		Skagafjarðarsýsla	18,1	
KS Sauðárkróki		Skagafjarðarsýsla	6,8	
KÞ Húsavík		S-Þingeyjarsýsla	34,6	
KÞ Húsavík		S-Þingeyjarsýsla	21,1	
KÞ Húsavík		S-Þingeyjarsýsla	4,3	
1996		Afurðasalan Borgarnesi	Borgarfjarðarsýsla	27,7
		Afurðasalan Borgarnesi	Borgarfjarðarsýsla	27,1
		Afurðasalan Borgarnesi	Mýrasýsla	13,7
	Afurðasalan Borgarnesi	Borgarfjarðarsýsla	16,8	
	KÞ Húsavík	N-Þingeyjarsýsla	53,4	
	KÞ Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	24,0	
	KÞ Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	18,1	
	KÞ Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	55,8	
	KÞ Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	22,0	
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	19,8	
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	24,0	
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	21,3	
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	14,4	
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	5,4	
	SS Selfossi	Árnessýsla	13,9	
	SS Selfossi	Árnessýsla	10,5	
	SS Selfossi	Árnessýsla	23,0	
	1997	Afurðasalan Borgarnesi	Mýrasýsla	17,2

Ár	Sláturhús / sýnatökustaður <i>Slaughterhouse</i>	Uppruni lambs/sýsla <i>Grazing area, county</i>	Cs-137, Bq/kg
	Afurðasalan Borgarnesi	Mýrasýsla	25,9
	Afurðasalan Borgarnesi	Borgarfjarðarsýsla	53,0
	Afurðasalan Borgarnesi	Mýrasýsla	37,3
	KÞ Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	3,8
	KÞ Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	14,0
	KÞ Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	5,1
	KÞ Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	24,4
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	21,2
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	16,5
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	21,3
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	25,2
	SS Selfossi	Gullbringusýsla	9,8
	SS Selfossi	Rangárvallasýsla	1,7
	SS Selfossi	V-Skaftafellssýsla	2,2
	SS Selfossi	Árnessýsla	34,0
1998	KÞ Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	9,4
	KÞ Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	9,0
	KÞ Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	0,7
	KÞ Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	13,6
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	6,0
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	31,4
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	22,2
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	14,2
	SV Borgarnesi	Mýrasýsla	14,2
	SV Borgarnesi	Mýrasýsla	11,6
	SV Borgarnesi	Mýrasýsla	15,0
	SV Borgarnesi	S-Þingeyjarsýsla	16,6
1999	SS Selfossi	Árnessýsla	9,9
	SS Selfossi	Kjósasýsla	11,6
	SS Selfossi	Árnessýsla	8,5
	SS Selfossi	Rangárvallasýsla	9,1
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	43,9
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	24,8
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	6,0
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	20,3
	Kjötiðjan Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	11,0
	Kjötiðjan Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	4,8
	Kjötiðjan Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	1,1
	Kjötiðjan Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	13,9
	SV Borgarnesi	Mýrasýsla	65,3
	SV Borgarnesi	Borgarfjarðarsýsla	25,1
	SV Borgarnesi	Mýrasýsla	19,1
	SV Borgarnesi	Borgarfjarðarsýsla	67,7
2000	SV Borgarnesi	Borgarfjarðarsýsla	17,1
	SV Borgarnesi	Borgarfjarðarsýsla	10,8
	SV Borgarnesi	Borgarfjarðarsýsla	11,3
	SS Selfossi	V-Skaftafellssýsla	11,3
	SS Selfossi	Árnessýsla	42,0
	SS Selfossi	Rangárvallasýsla	4,5
	SS Selfossi	Árnessýsla	13,9
	Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	5,6
	Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	28,2
	Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	11,0
	Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	13,0
	Norðlenska Húsavík	Eyjafjarðarsýsla	18,1
	Norðlenska Húsavík	Eyjafjarðarsýsla	26,0
	Norðlenska Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	15,5
	Norðlenska Húsavík	N-Þingeyjarsýsla	17,1
2001	SS Selfossi	Rangárvallasýsla	2,0
	SS Selfossi	Árnessýsla	2,0
	SS Selfossi	Rangárvallasýsla	7,7
	SS Selfossi	Rangárvallasýsla	5,5
	KS Sauðárkróki	V-Ísafjarðarsýsla	13,4
	KS Sauðárkróki	V-Ísafjarðarsýsla	27,0
	KS Sauðárkróki	V-Ísafjarðarsýsla	21,5
	KS Sauðárkróki	N-Ísafjarðarsýsla	12,3
	KB Borgarnesi	Borgarfjarðarsýsla	34,6
	KB Borgarnesi	Mýrasýsla	16,9
	KB Borgarnesi	Borgarfjarðarsýsla	52,7
	KB Borgarnesi	Mýrasýsla	25,7
	Norðlenska Húsavík	S-Múlasýsla	24,0
	Norðlenska Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	15,6
	Norðlenska Húsavík	N-Þingeyjarsýsla	18,2
	Norðlenska Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	10,6
2002	SS Selfossi	Rangárvallasýsla	20,5
	SS Selfossi	A-Barðastrandarsýsla	5,2
	SS Selfossi	Borgarfjarðarsýsla	21,6
	SS Selfossi	Rangárvallasýsla	10,1

Ár	Sláturhús / sýnatökustaður Slaughterhouse	Uppruni lambs/sýsla Grazing area, county	Cs-137, Bq/kg
2003	KS Sauðárkróki	V-Ísafjarðarsýsla	15,5
	KS Sauðárkróki	N-Múlasýsla	10,5
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	11,4
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	18,2
	Norðlenska Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	14,7
	Norðlenska Húsavík	S-Múlasýsla	13,1
	Norðlenska Húsavík	S-Múlasýsla	2,2
	Brákarsund ehf Borgarnesi	Mýrasýsla	17,7
	Brákarsund ehf Borgarnesi	Borgarfjarðarsýsla	42,5
	Brákarsund ehf Borgarnesi	Borgarfjarðarsýsla	27,0
	Brákarsund ehf Borgarnesi	Mýrasýsla	15,7
	SS Selfossi	Dalasýsla	8,4
	SS Selfossi	Rangárvallasýsla	17,2
	SS Selfossi	Borgarfjarðarsýsla	13,2
	SS Selfossi	Borgarfjarðarsýsla	1,8
	Dalalamb Búðardal	Dalasýsla	46,6
	Dalalamb Búðardal	Dalasýsla	20,4
	Dalalamb Búðardal	V-Barðastrandarsýsla	155,6
	Dalalamb Búðardal	Dalasýsla	8,3
	Norðlenska Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	7,8
	Norðlenska Húsavík	N-Múlasýsla	20,2
	Norðlenska Húsavík	S-Þingeyjarsýsla	2,9
	Norðlenska Húsavík	S-Múlasýsla	7,9
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	4,2
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	14,1
	KS Sauðárkróki	Skagafjarðarsýsla	2,9
	KS Sauðárkróki	S-Múlasýsla	6,3
KS Sauðárkróki	Dalasýsla	55,5	

3. VIÐAUKI (styrkur Cs-137 í sjó)
APPENDIX III. (CONCENTRATION OF CS-137 IN SEAWATER)

Sýnataka Date	Snið Transect	Hnit °N	Hnit °V	Dýpi Depth (m)	Hiti (°C)	Selta Salinity (o/oo)	Cs-137 (Bq/m3)	Sjógerð Seawater type
4.9.1990	Faxaflói	64,45	22,93	5	10,9	vantar	2,6	vantar seltu
4.9.1990	Kópanesgrunn	66,25	25,42	5	6,8	vantar	7,6	vantar seltu
4.9.1990	Snæfellsnes	64,92	24,15	5	10,8	vantar	2,9	vantar seltu
6.9.1990	Kögur	67,15	22,90	5	6,5	vantar	5,1	vantar seltu
9.9.1990	Slétta	68,23	16,52	5	4,44	vantar	6,5	vantar seltu
20.9.1990	Ísafjarðardjúp	66,47	23,78	5	7,4	vantar	3,0	vantar seltu
15.2.1991	Langanes NA	68,00	12,68	5	0,11	34,80	5,7	ASW
15.2.1991	Siglunes	68,00	18,83	5	0,97	34,80	4,9	ASW
15.2.1991	Faxaflói	64,33	27,95	5	6,27	35,10	3,0	AW
15.2.1991	Selvogsbanki	63,32	21,12	5	6,87	35,20	3,0	AW
15.2.1991	Stokksnes	63,67	13,66	5	7,77	35,20	3,0	AW
15.2.1991	Siglunes	66,53	18,83	5	3,56	34,80	3,9	AW / AIW
15.2.1991	Siglunes	67,33	18,83	5	3,33	34,80	3,8	AW / ASW
15.2.1991	Faxaflói	64,33	23,25	5	5,28	34,70	2,6	AW / CW
15.2.1991	Siglunes	67,00	18,83	5	3,06	34,70	3,6	AW / PW
15.2.1991	Siglunes	66,27	18,83	5	2,38	34,60	3,1	CW
15.2.1991	Siglunes	66,40	18,83	5	2,5	34,70	3,6	NIWW
15.2.1991	Siglunes	67,67	18,83	5	2,75	34,70	3,8	NIWW
15.2.1991	Siglunes	66,73	18,83	5	3,2	34,80	3,9	NIWW
15.2.1991	Látrabjarg	66,22	27,47	5	-1,77	34,00	6,9	PW
15.5.1993	Krossanes	65,00	11,67	5	2,56	34,68	4,1	ASW
15.5.1993	Langanes NA	67,50	13,27	5	0,9	34,76	3,7	ASW
15.5.1993	Langanes NA	67,75	12,97	5	0,76	34,77	5,5	ASW
15.5.1993	Langanes NA	68,00	12,67	5	0,78	34,77	8,3	ASW
15.5.1993	Faxaflói	64,33	25,00	5	6,9	35,08	2,6	AW
15.5.1993	Faxaflói	64,33	26,00	5	6,43	35,06	2,6	AW
15.5.1993	Faxaflói	64,33	27,97	5	6,34	35,03	2,7	AW
15.5.1993	Krossanes	65,00	10,12	5	5,26	34,93	3,1	AW
15.5.1993	Látrabjarg	65,75	25,63	5	4,72	34,98	2,8	AW
15.5.1993	Látrabjarg	65,83	26	5	5,17	35,02	2,7	AW
15.5.1993	Látrabjarg	65,93	26,48	5	5,18	35,02	2,5	AW
15.5.1993	Látrabjarg	66,02	26,8	5	5,44	35,03	2,7	AW
15.5.1993	Látrabjarg	66,08	27,05	5	5,41	35,03	2,8	AW
15.5.1993	Látrabjarg	66,15	27,25	5	4,88	34,97	2,7	AW
15.5.1993	Selvogsbanki	63,32	21,12	5	8,05	35,07	2,5	AW
15.5.1993	Selvogsbanki	63,00	21,47	5	8,17	35,11	2,9	AW
15.5.1993	Siglunes	66,73	18,83	5	3,95	34,94	2,8	AW
15.5.1993	Siglunes	67,33	18,83	5	4,12	34,95	2,7	AW
15.5.1993	Stokksnes	63,87	14,13	5	7,3	35,13	2,7	AW
15.5.1993	Stokksnes	63,67	13,67	5	7,9	35,19	2,7	AW
15.5.1993	Siglunes	67,67	18,83	5	2,99	34,90	3,4	AW / ASW
15.5.1993	Siglunes	66,53	18,83	5	3,79	34,73	2,9	CW
15.5.1993	Siglunes	66,40	18,83	5	3,5	34,75	3,0	CW
15.2.1994	Langanes NA	68,00	12,67	5	-0,3	34,75	4,6	ASW / PW
15.2.1994	Látrabjarg	66,15	27,25	5	5,1	34,93	2,5	AW

Sýnataka Date	Snið Transect	Hnit °N	Hnit °V	Dýpi Depth (m)	Hiti (°C)	Selta Salinity (o/oo)	Cs-137 (Bq/m3)	Sjógerð Seawater type
15.2.1994	Selvogsbanki	62,98	21,48	5	7	35,09	2,2	AW
15.2.1994	Stokksnes	63,63	13,67	5	7,2	35,14	3,2	AW
15.2.1994	Faxaflói	64,33	23,25	5	4,8	34,81	2,4	AW / CW
15.2.1994	Siglunes	67,33	18,83	5	2,5	34,78	3,1	NIWW
15.9.1994	Látrabjarg	65,83	26	5	7,9	34,96	2,9	AW
15.9.1994	Látrabjarg	65,58	24,92	5	9,2	34,71	2,8	AW / CW
15.9.1994	Látrabjarg	66,15	27,25	450	-0,16	34,86	4,4	DSOW
15.9.1994	Látrabjarg	66,42	28,52	5	2	31,73	7,6	PW
15.9.1994	Látrabjarg	66,67	29,65	5	1,6	31,81	8,8	PW
15.9.1994	Látrabjarg	66,92	30,83	5	2,4	32,22	10,4	PW
15.9.1994	Látrabjarg	67,17	31,98	5	1,9	31,21	8,4	PW
15.9.1994	Látrabjarg	66,25	27,75	100	-1,53	33,90	8,3	PW
15.9.1994	Látrabjarg	66,25	27,75	100	-1,53	33,90	8,3	PW
15.9.1994	Látrabjarg	66,33	28,13	150	3,55	34,69	3,5	PW / AW
15.2.1995	Látrabjarg	65,75	25,65	5	4,2	35,03	2,6	AW
15.2.1995	Stokksnes	63,65	15,9	5	5,66	35,09	3,0	AW
15.2.1995	Stokksnes	63,65	15,9	140	5,48	35,04	3,1	AW
15.5.1995	Krossanes	65,00	11,67	5	2,22	34,78	3,2	ASW
15.5.1995	Langanes NA	67,50	13,27	5	0,54	34,77	7,5	ASW
15.5.1995	Langanes NA	67,75	12,97	5	0,37	34,74	4,4	ASW
15.5.1995	Langanes NA	68,00	12,67	5	0,3	34,75	4,2	ASW
15.5.1995	Siglunes	67,67	18,83	5	1,29	34,70	4,7	ASW
15.5.1995	Faxaflói	64,33	25,00	5	7,18	35,07	2,6	AW
15.5.1995	Faxaflói	64,33	27,97	5	6,61	35,08	2,4	AW
15.5.1995	Krossanes	65,00	10,12	5	6,21	35,07	2,8	AW
15.5.1995	Látrabjarg	65,75	25,63	5	5,66	35,04	3,1	AW
15.5.1995	Selvogsbanki	63,32	21,12	5	8,46	35,08	2,5	AW
15.5.1995	Selvogsbanki	63,00	21,47	5	8,34	35,09	2,4	AW
15.5.1995	Stokksnes	63,87	14,13	5	7,25	35,14	2,5	AW
15.5.1995	Stokksnes	63,67	13,67	5	7,38	35,16	3,0	AW
15.5.1995	Látrabjarg	66,08	27,05	5	4,57	34,68	4,1	AW / PW
15.5.1995	Siglunes	66,40	18,83	5	1,5	34,33	4,4	PW
15.5.1995	Siglunes	66,73	18,83	5	0,19	33,98	7,5	PW
15.5.1995	Siglunes	67,33	18,83	5	1,13	34,45	4,9	ASW
15.9.1995	Látrabjarg	66,67	29,65	230	1,2	34,8	2,9	AIW
15.9.1995	Látrabjarg	66,33	28,13	300	0,77	34,75	3,7	AIW
15.9.1995	Djúpáll	66,70	24,27	120	6	35,02	2,3	AW
15.9.1995	Látrabjarg	65,75	25,65	200	5,7	35,05	1,9	AW
15.9.1995	Látrabjarg	66,67	29,65	100	5	34,85	4,0	AW / CW
15.9.1995	Látrabjarg	65,67	25,27	5	9,8	34,51	1,8	CW
15.9.1995	Látrabjarg	66,08	27,05	600	-0,34	34,88	4,0	DSOW
15.9.1995	Djúpáll	67,02	25,18	700	-0,21	34,86	4,0	DSOW
15.9.1995	Látrabjarg	66,00	26,8	5	2,5	32,28	6,4	PW
15.9.1995	Látrabjarg	66,67	29,65	5	3,3	32,07	7,7	PW
15.9.1995	Látrabjarg	67,25	32,37	5	1,5	30,58	8,5	PW
15.2.1996	Langanes NA	68,00	12,67	5	0,27	34,66	3,3	ASW
15.2.1996	Selvogsbanki	62,98	21,48	5	7,28	35,11	2,3	AW
15.2.1996	Stokksnes	63,63	13,67	5	7,64	35,15	2,4	AW
15.2.1996	Faxaflói	64,33	23,25	5	5,43	34,88	2,3	AW / CW

Sýnataka Date	Snið Transect	Hnit °N	Hnit °V	Dýpi Depth (m)	Hiti (°C)	Selta Salinity (o/oo)	Cs-137 (Bq/m3)	Sjógerð Seawater type
15.2.1996	Siglunes	67,33	18,83	5	3,13	34,72	2,8	NIWW
15.2.1996	Látrabjarg	66,08	27,05	5	-1,59	33,53	3,2	PW
15.2.1996	Látrabjarg	66,47	25,57	5	0,11	34,01	7,5	PW
15.9.1996	Kögur	68,13	25,22	345	1,52	34,88	3,4	AIW
15.9.1996	Látrabjarg	65,75	25,65	5	7,42	32,93	5,0	CW
15.9.1996	Kögur	67,73	24,43	1360	-0,66	34,9	2,2	DW
15.9.1996	Látrabjarg	66,15	27,27	5	4,42	30,73	8,4	PW
15.9.1996	Látrabjarg	66,58	29,27	5	4,65	32,26	7,3	PW
15.9.1996	Kögur	68,33	25,62	100	-0,95	33,5	8,1	PW
15.11.1996	Kögur	67,50	23,87	5	2,63	34,58	3,0	PW
15.11.1996	Kögur	67,60	24,17	5	-1,18	33,41	7,0	PW
15.11.1996	Langanes NA	67,25	13,57	5	0,08	34,41	3,1	PW
15.11.1996	Langanes NA	67,50	13,27	5	0,95	34,47	3,3	PW
15.11.1996	Langanes NA	68,00	12,65	5	1,17	34,57	3,2	PW
15.2.1997	Kögur	67,08	23,45	5	0,64	34,10	4,8	CW / PW
15.2.1997	Siglunes	68,00	18,83	5	-1,33	34,08	4,0	PW
15.5.1997	Látrabjarg	66,02	27,17	400	1,54	34,89	8,3	AIW
15.5.1997	Siglunes	67,67	18,82	5	2,15	34,01	3,4	ASW / PW
15.5.1997	Faxaflói	64,33	27,97	5	7,5	35,10	2,3	AW
15.5.1997	Látrabjarg	65,75	25,63	5	6,78	35,05	3,6	AW
15.5.1997	Faxaflói	64,33	25,00	5	7,29	34,97	2,8	AW
15.5.1997	Siglunes	66,40	18,83	5	3,32	34,43	2,9	CW
15.5.1997	Siglunes	66,73	18,85	5	2,2	34,20	3,6	CW / NIWW
15.5.1997	Siglunes	67,33	18,82	5	3,19	34,29	3,8	CW
15.5.1997	Látrabjarg	66,03	27,2	5	-1,42	32,87	3,9	PW
15.5.1997	Látrabjarg	66,20	27,45	5	-0,29	32,94	9,2	PW
15.6.1997	Langanes NA	67,75	12,95	5	0,56	34,65	4,0	ASW
15.6.1997	Langanes NA	68,00	12,67	5	0,64	34,67	2,7	ASW
15.6.1997	Langanes NA	67,50	13,25	5	0,7	34,63	3,8	ASW
15.6.1997	Krossanes	65,00	10,12	5	7,17	35,12	2,8	AW
15.6.1997	Selvogsbanki	63,32	21,1	5	7,84	35,08	2,5	AW
15.6.1997	Selvogsbanki	62,97	21,48	5	8,53	35,22	2,4	AW
15.6.1997	Stokksnes	63,85	14,13	5	7,93	35,19	2,6	AW
15.6.1997	Krossanes	65,00	11,67	5	2,65	34,55	3,9	CW
15.11.1997	Kögur	67,73	24,47	5	-1,6	34,00	5,8	PW
15.12.1997	Langanes NA	68,00	12,67	5	1,05	34,52	3,0	PW
15.2.1998	Látrabjarg	65,93	26,48	5	1,13	34,38	4,2	CW
16.2.1998	Látrabjarg	66,02	26,8	5	-1,61	33,95	5,6	PW
17.2.1998	Látrabjarg	66,15	27,25	300	1,29	34,825	3,4	AIW
17.2.1998	Horn	67,92	23,03	5	-1,69	34,28	3,7	PW
3.9.1998	Látrabjarg	66,33	28,13	5	0,7	33,11	7,8	PW
4.9.1998	Látrabjarg	67,08	31,60	5	1,4	31,9	7,9	PW
5.9.1998	Látrabjarg	66,08	27,07	600	0,03	34,88	7,9	DSOW
7.9.1998	Kögur	68,13	25,27	5	-0,64	30,1	3	PW
9.9.1998	Kögur	67,75	24,25	500	0,84	34,88	6,3	AIW
12.2.1999	Látrabjarg	66,10	27,05	5	4,26	34,39	2,6	PW
17.2.1999	Langanes NA	68,00	12,67	5	-0,73	34,63	3,4	PW
22.5.1999	Látrabjarg	66,22	27,47	5	-1,13	33,5	7,4	PW
22.5.1999	Látrabjarg	66,15	27,25	5	0,14	34,85	6,2	PW

Sýnataka Date	Snið Transect	Hnit °N	Hnit °V	Dýpi Depth (m)	Hiti (°C)	Selta Salinity (o/oo)	Cs-137 (Bq/m3)	Sjögerð Seawater type
27.5.1999	Langanes NA	68,02	12,65	5	0,97	34,65	3,5	ASW
22.9.1999	Látrabjarg	66,08	27,05	640	-0,17	34,88	3,4	DSOW
23.9.1999	Kögur	68,12	25,25	5	1,33	31,25	7,01	PW
23.9.1999	Kögur	68,67	26,25	5	1,12	30,49	6,3	PW
27.9.1999	Látrabjarg	66,33	28,13	5	1,64	33,16	6,8	PW
28.9.1999	Látrabjarg	66,15	28,32	340	0,15	34,75	5,0	AIW
28.9.1999	Látrabjarg	67,08	31,60	5	2,27	31,91	9,2	PW
20.2.2000	Kögur	67,73	24,22	5	-1,65	34,28	5,9	PW
22.2.2000	Siglunes	68,00	18,85	5	0,82	34,80	3,9	PW / AW
24.2.2000	Langanes NA	68,02	12,67	5	-0,41	34,77	5,0	PW / NIWW
19.5.2000	Látrabjarg	66,13	27,25	438	0,61	34,87	4,1	AIW
19.5.2000	Látrabjarg	66,07	27,13	650	0,05	34,88	3,6	DSOW
19.5.2000	Látrabjarg	66,05	27,13	5	1,27	32,97	8,0	PW
19.5.2000	Látrabjarg	66,25	27,75	5	2,37	34,24	5,2	PW
20.5.2000	Kögur	67,33	23,65	5	0,23	33,22	6,7	PW
20.5.2000	Kögur	67,42	23,77	5	0,29	33,20	7,1	PW
10.8.2000	Kögur	67,60	24,12	5	6,10	33,92	3,5	PW
14.8.2000	Látrabjarg	66,15	27,23	5	4,16	33,29	8,0	PW
26.8.2000	Siglunes	67,98	18,82	5	5,90	33,49	3,9	PW
29.8.2000	Langanes NA	68,00	12,67	5	10,63	32,94	4,1	PW
14.11.2000	Látrabjarg	66,50	27,62	375	-1,40	33,23	7,1	PW
21.11.2000	Hornbanki	68,33	21,58	5	-0,11	34,43	3,5	PW
27.11.2000	Langanes NA	68,00	12,67	5	3,10	34,57	3,6	ASW
15.2.2001	Kögur	67,58	23,93	300	0,70	34,90	2,1	AIW
15.2.2001	Kögur	67,58	23,93	500	-0,11	34,89	2,7	DW
18.2.2001	Siglunes	68,00	18,83	5	-0,42	34,66	3,0	ASW / PW
20.2.2001	Langanes NA	68,00	12,67	5	-0,10	34,66	5,3	ASW / PW
20.5.2001	Látrabjarg	66,15	27,25	600	-0,22	34,89	2,3	DSOW
21.5.2001	Kögur	67,50	23,70	400	0,17	34,87	3,8	AIW
21.5.2001	Kögur	67,50	23,70	5	1,68	34,49	2,3	PW
25.5.2001	Langanes NA	68,00	12,67	5	0,47	34,71	2,8	ASW
6.11.2001	Faxaflói	64,33	27,95	5	7,86	35,02	1,8	AW
7.11.2001	Látrabjarg	66,25	27,75	5	-0,39	32,94	4,7	PW NIWW
13.11.2001	Kögur	66,83	23,27	5	3,70	34,45	1,6	sumarupphitun
13.11.2001	Kögur	67,58	23,93	5	-1,09	33,96	4,3	PW
19.11.2001	Siglunes	66,53	18,83	5	6,06	34,96	2,2	AW
20.11.2001	Siglunes	68,00	18,83	5	-0,40	34,32	3,6	PW
15.2.2002	Hornbanki	67,50	21,58	300	0,35	34,87	4,0	AIW
15.2.2002	Langanes NA	68,00	12,67	5	-0,60	34,72	2,6	ASW / PW
15.2.2002	Siglunes	68,00	18,83	5	-1,02	34,53	3,0	ASW / PW
15.2.2002	Selvogsbanki	62,98	21,48	5	7,62	35,20	1,9	AW
15.2.2002	Hornbanki	67,50	21,58	500	-0,48	34,90	2,3	DW
15.5.2002	Látrabjarg	66,25	27,75	350	1,68	34,92	3,3	AIW
15.5.2002	Langanes NA	68,00	12,67	5	0,02	34,71	3,3	ASW
15.5.2002	Kögur	67,48	23,77	550	-0,20	34,89	2,2	DW
15.5.2002	Látrabjarg	66,25	27,75	5	-0,54	34,10	4,8	PW
15.8.2002	Selvogsbanki	62,98	21,48	5	11,62	34,94	1,8	AW
15.2.2003	Kögur	67,58	23,93	5	2,48	34,84	2,0	ASW

Sýnataka Date	Snið Transect	Hnit °N	Hnit °V	Dýpi Depth (m)	Hiti (°C)	Selta Salinity (o/oo)	Cs-137 (Bq/m3)	Sjógerð Seawater type
15.2.2003	Siglunes	68,00	18,83	5	1,36	34,82	3,7	ASW
15.2.2003	Langanes NA	68,00	12,67	5	1,35	34,49	2,7	ASW / PW
15.6.2003	Selvogsbanki	63,00	21,47	5	9,48	35,27	6,7	AW
15.6.2003	Látrabjarg	66,25	27,75	5	-0,44	33,85	1,8	PW
6.11.2003	Faxaflói	64,33	27,97	5	8,25	35,09	1,6	AW
8.11.2003	Látrabjarg	66,08	27,07	5	1,05	33,72	3,0	PW
13.11.2003	Kögur	68,00	24,25	5	2,69	34,49	2,4	sumarupphitun NIWW
19.11.2003	Siglunes	66,73	18,83	5	5,20	34,66	2,2	sumarupphitun NIWW
22.11.2003	Langanes NA	68,00	12,67	5	2,72	34,67	2,3	ASW
24.11.2003	Krossanes	65,00	9,00	5	5,34	34,83	1,8	AW / CW
30.11.2003	Stokksnes	63,67	13,67	5	9,22	35,31	1,6	AW
2.12.2003	Selvogsbanki	62,98	21,48	5	8,67	35,25	1,3	AW

4. VIÐAUKI (Cs-137 í fiski og sjávarfangi)

APPENDIX IV. (CONCENTRATION OF CS-137 IN FISH AND FISHPRODUCTS)

Cs-137 í þorski (fiskhold).

Cs-137 in cod flesh.

Veiðiar	mánuður	veiðislóð/fiskimið fishing grounds	Cs-137, Bq/kg (ferskvigt, f.w.)
1990	mars-apríl	NV-mið	0,25
	mars	NA-mið	0,36
	mars	SA-mið	0,16
	mars	SV-mið	0,25
1992	mars	NV-mið	0,21
	mars	NA-mið	0,27
	mars	SA-mið	0,15
	mars	SV-mið	0,13
1994	apríl	NA-mið	0,21
	apríl	NA-mið	0,17
	apríl	NA-mið	0,21
	júlí	NA-mið	0,12
	október	NA-mið	0,10
	mars	V-mið	0,23
	mars	S-mið	0,18
1995	janúar	NA-mið	0,22
	mars	A-mið	0,21
	mars	SV-mið	0,18
	mars	NA-mið	0,18
	mars	V-mið	0,15
1996		A-mið	0,17
		SV-mið	0,13
	júní	NA-mið	0,20
		V-mið	0,16
		NA-mið	<0,30
		NA-mið	0,23
		NA-mið	0,25
		NA-mið	0,22
		NA-mið	0,31
	október	NA-mið	0,18
		NA-mið	0,21
1997	mars	AF-mið	0,19
	mars	VF-mið	0,19
1998	mars	SV-mið	0,20
	mars	AF-mið	0,21
	mars	NA-mið	0,18
	mars-apríl	VF-mið	0,15
1999	mars	NA-mið	0,15
	mars	VF-mið	0,14
	mars	AF-mið	0,22
2000	mars	NV-mið	0,17
	mars	VF-mið	0,12
	mars	NA-A-mið	0,16
2001	mars	SV-mið	0,12
	mars	NA-mið	0,17
	mars	A-mið	0,15
	mars	V-mið	0,16
2002	desember	við Ísafjörð	0,07
	desember	við Grindavík	0,08
	desember	við Vestmannaeyjar	0,13
	mars	N-mið	0,18
2003	mars	A-mið	0,15
	mars	N-mið	0,19
	mars	NA-mið	0,14
	mars	NV-mið	0,22
	mars	A-mið	0,23

Cs-137 í skarkola (fiskholdi).

Cs-137 in plaice flesh.

Veðiár	mánuður	veiðislóð fishing grounds	Cs-137, Bq/kg (ferskvigt, f.w.)
1989	ágúst	SV-mið	0,17
1991	mars	NV-mið	0,16
	mars	SA-mið	0,11
	mars	SV-mið	0,18
1992	mars	NV-mið	0,15
	mars	SA-mið	0,19
	mars	SV-mið	<0,08
1993	október	Faxaflói	0,09
	október	Faxaflói	0,09
	október	Faxaflói	0,12
	október	Faxaflói	0,21
	október	Faxaflói	0,16
1994	mars	A-mið	0,12
	mars	SV-mið	0,06
	mars	NV-mið	0,09
	mars	V-mið	0,06
1995	mars	V-mið	0,09
	mars	NV-mið	0,10
	mars	SV-mið	0,07
	mars	A-mið	0,15
1996		SV-mið	0,10
		A-mið	<0,06
		V-mið	0,06
1997	mars	SV-mið	0,08
	mars	VF-mið	0,08
1998	mars	SV-mið	0,11
	mars	VF-mið	0,06
	mars	NV-mið	0,13
1999	mars	VF-mið	0,06
	mars	SV-mið	0,06
	mars	NV-mið	0,12
	mars	AF-mið	0,10
2000	mars	SV-mið	0,07
2002	desember	við Grindavík	0,12

Cs-137 í skelfiski (hold).

Cs-137 in shellfish flesh.

Veðiár	tegund	veiðislóð fishing grounds	Cs-137, Bq/kg (ferskvigt)
1991	kræklingur	blandað sýni	<0,06
1992	kræklingur	blandað sýni	<0,03
	rækja		<0,14
1993	kræklingur	blandað sýni	<0,30
1994	kræklingur	blandað sýni	<0,50
1995	kræklingur	blandað sýni	<0,30
	kúfsskel	Aðalvík (Vestf.)	<0,04
2003	hörpuskel	Breiðafjörður	<0,28
-	Humar	við SA-land	<0,09

Cs-137 í ýmsum fisktegundum.
Cs-137 in various fish species (see table 5 in main text)

Veiðiar	mánuður	tegund species	veiðislóð/ fiskimið	Cs-137, Bq/kg (ferskvigt, f.w.)
1989	október	ýsa	V-mið	0,19
-	nóvember	lúða	V-mið	0,47
-	desember	síld	NV-mið	0,06
-	desember	loðna	NA-mið	0,21
1990	september	síld	NV-mið	0,28
1992	febrúar	síld	NV-mið	0,23
1994		síld	?	<0,30
1996	desember	síld	NA-mið	0,13
2000	apríl	síld	A-mið	<0,35
	apríl	síld	A-mið	<0,22
	ágúst	ýsa	Faxaflói	<0,20
	ágúst	ýsa	Faxaflói	<0,32
	ágúst	lúða	SV-mið	0,39
	ágúst	lúða	SV-mið	0,31

Cs-137 í sjávarafurðum.
Cs-137 in various fish products.

Tegund Sample type	veiðiar/ sýnataka	uppruni sýnis source of sample	Cs-137 Bq/kg
Hákarlalýsi (töflur) <i>Shark liver oil (tablets)</i>	1997	Kraftlýsi hf.	<0,07
Hákarlabrjósk (malað) <i>Shark cartilage (ground)</i>	1997	Kraftlýsi hf.	0,67
Þangtöflur (söl) <i>Seaweed tablets</i>		Kraftlýsi hf.	0,66
Hákarlalýsi <i>Shark liver oil</i>	1997	Lýsi hf.	<0,07
Þorskalýsi <i>Cod liver oil</i>	1997	Lýsi hf.	<0,06
Þorskalýsi <i>Cod liver oil</i>	2002	Lýsi hf.	<0,05
Loðnuhrogn <i>Capelin roe</i>	2001	Stykkishólmur	<0,16
Grásleppuhrogn <i>Lumpfish roe</i>	2001	Stykkishólmur	<0,36
Loðnumjöl <i>Capelin fish meal</i>	2003	SVN Raufarhöfn/ NA-mið	0,35

Sjávarspendýr / marine mammals

Cs-137 í hval, sel og ísbirni.
Cs-137 in whale, seal and polar bear.

Tegund	veiði/ sýnataka	uppruni sýnis source of sample	Cs-137, Bq/kg (ferskvigt, f.w.)
Sandreyður (kjöt)	september 1996	Sandgerði (sjálf dauð)	0,28
- sama dýr (spik)	september 1996	Sandgerði (sjálf dauð)	<0,20
Hrefna (A0304)	ágúst 2003	Skagafjörður (Fljótavík)	<0,20
Hrefna (A0307)	ágúst 2003	Bakkafló	0,29
Hrefna (B0304)	ágúst 2003	Faxaflói	0,17
Hrefna (A0303)	ágúst 2003	Skagafjörður	0,19
Hrefna (B0303)	ágúst 2003	Vestan við Reykjanes	0,20
Hrefna (B0307)	september 2003	Faxaflói	0,22
Hrefna (B0311)	september 2003	Breiðafjörður	0,18
Hrefna (A0313)	september 2003	Steingrímsfjörður	0,21
Hrefna	ágúst 2003	kjöt úr verslun	0,33
Hrefna	október 2003	kjöt úr verslun	0,59
Selur (harbour seal)	október 1995	Breiðamerkursandur	0,20
Ísbjörn (polar bear)	júní 1993	60 mílur N af Horni	0,22

Hrefna: minke whale; sandreyður: sei whale

5. VIÐAUKI (styrkur Cs-137 í þangi)

APPENDIX V.(CONCENTRATION OF CS-137 MEASUREMENTS OF SEAWEED)

Þangskýni frá Fáskrúðsfirði, 1989-2003.

Cs-137 in seaweed samples from Faskrúðsfjörður, Eastern Iceland 1989-2003.

Ár	Mánuður	Selta sjávar ‰	Cs-137, Bq/kg (þurrvigt d.w.)
1989	desember	32,78	0,70
1990	mars	33,35	0,30
	júní	32,50	0,30
	september	32,54	0,30
	desember	31,86	0,30
1991	mars	34,05	0,30
	júní	31,65	0,50
	september	31,57	0,30
	desember	33,82	0,20
1992	mars	32,77	0,30
	október	31,89	0,10
1993	september	30,17	0,18
1994	október	33,79	0,18
1995	október	30,63	0,14
1996	september	30,69	0,12
1997	október		0,15
1998	september	30,37	0,21
1999	apríl	33,97	0,49
	júní	32,70	0,27
	október	29,07	0,20
	desember	33,04	0,16
2000	mars	33,40	0,06
	júní	21,46	0,33
	september	30,33	0,19
	desember	23,25	0,12
2001	mars	32,30	0,21
	september	34,23	0,22
	desember	28,91	0,20
2002	mars	34,46	0,23
	júní	33,12	0,31
2003	september	33,28	<0,30
	desember	34,32	0,13

Þangskýni frá Grímsey, 1989-2003.

Cs-137 in seaweed samples from Grimsey, Northern Iceland 1989-2003.

Ár	Mánuður	Selta sjávar ‰	Cs-137, Bq/kg (þurrvigt d.w.)
1989	desember	34,49	0,80
1990	mars	34,55	0,50
	júní	33,05	0,70
	september	31,58	0,60
	desember	34,66	0,30
1991	mars	34,52	0,40
	júní	34,34	0,40
	september	33,28	0,40
	desember	32,83	0,40
1992	mars	33,80	0,40
	september	33,28	0,30
1993	september		0,35
1994	september		0,37
1995	september		0,39
1996	september	32,97	0,39
1997	september		0,22
1998	september	33,90	0,27
1999	apríl	34,79	0,33
	júní	34,80	0,35
	október	34,01	0,33
2000	mars	34,78	0,21
	júní	32,85	0,25

Ár	Mánuður	Selta sjávar ‰	Cs-137, Bq/kg (þurrvigt d.w.)
2001	september		0,20
	desember	34,51	0,26
	mars		0,19
2002	september	34,49	0,21
	janúar	34,11	0,11
	mars	33,87	0,19
2003	júní	33,79	0,29
	mars	34,74	0,20
	júní	34,75	0,13

Þangsfýni frá Ísafjarðardjúpi, 1989-2003.

Cs-137 in seaweed samples from Isafjardardjup, North-Western Iceland 1989-2003.

Ár	Mánuður	Selta sjávar ‰	Cs-137, Bq/kg (þurrvigt, d.w.)
1989	desember	33,93	0,80
1990	mars	34,38	0,30
	júní	33,04	0,50
1991	september	34,62	0,30
	desember	34,32	0,20
	mars	34,34	0,20
	júní	32,48	0,40
	september	33,98	0,30
1992	desember	34,05	0,20
	mars	34,30	0,20
	maí	34,30	0,10
1993	september	29,11	0,20
1993	september	34,22	0,20
1994	september		0,22
1995	september	33,98	0,07
1996	september	34,04	0,16
1997	október		0,17
1998	september	34,00	0,23
1999	apríl	34,56	0,18
	júlí	34,46	0,23
2000	september	34,56	0,24
	desember	34,66	0,25
	apríl	33,86	0,22
	júní	33,10	0,19
2001	desember		0,17
	apríl	34,61	0,23
	júní	34,05	0,23
2002	september	34,37	0,18
	desember	34,22	0,26
	mars	34,66	0,28
	júní	34,52	0,18
2003	desember		0,14
	apríl	34,22	0,20
	júní	34,22	0,18
	október	34,13	0,08
	desember	34,70	0,13

Þangsfýni frá Hellissandi, 1989-2003.

Cs-137 in seaweed samples from Hellissandur, Western Iceland 1989-2003.

Ár	Mánuður	Selta sjávar ‰	Cs-137, Bq/kg (þurrvigt d.w.)
1989	desember	32,53	0,50
1990	mars	34,37	0,30
	júlí	33,38	0,30
1991	desember	34,27	0,20
	mars	25,47	0,20
	júní	33,41	0,20
1992	september	34,40	0,30
	mars		0,20

Ár	Mánuður	Selta sjávar ‰	Cs-137, Bq/kg (þurrvigt d.w.)
	júní	28,14	0,20
1993	september	33,14	0,22
1994	september	34,42	0,24
1995	september	30,63	0,24
1996	september	33,93	0,23
1997	október		0,19
1998	september	31,39	0,22
1999	júní	23,78	0,23
	september	33,51	0,25
	desember	34,33	0,08
2000	mars	33,85	0,19
	október	34,00	0,13
	október	34,00	0,13
	desember	32,06	0,13
2001	mars	33,37	0,19
2002	mars	34,67	0,18
2003	mars	34,01	0,19
	júní	32,98	<0,50

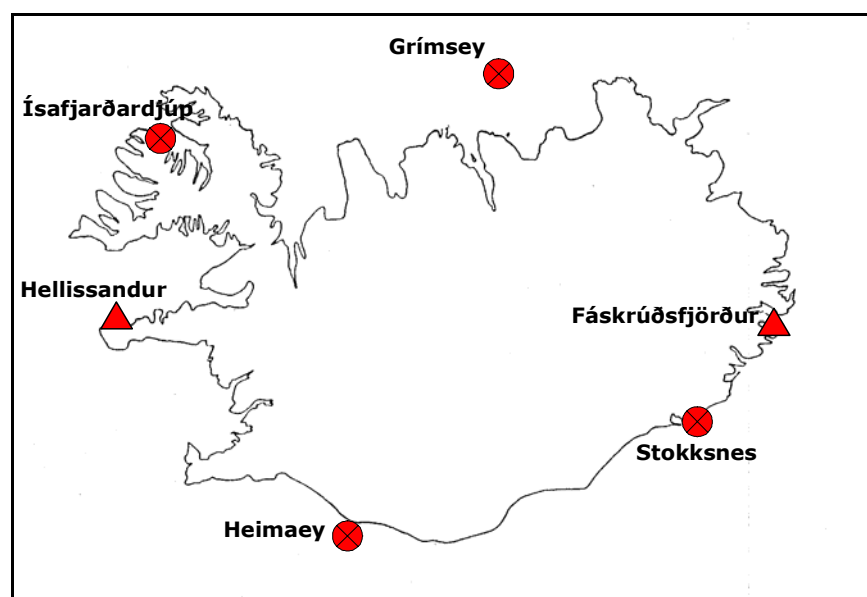
Þangsflyti frá Stokksnesi, 1989-2003.

Cs-137 in seaweed samples from Stokksnes, South-Eastern Iceland 1989-2003.

Ár	Mánuður	Selta sjávar ‰	Cs-137, Bq/kg (þurrvigt d.w.)
1989	desember	34,02	0,50
1990	mars	34,28	0,80
	júní	33,40	0,50
	september	33,82	0,60
	desember	34,51	0,40
1991	febrúar	34,14	0,40
	júní	33,42	0,50
	september	34,28	0,40
	desember	34,56	0,30
1992	mars	34,51	0,30
	júní	33,63	0,30
	september	33,62	0,40
1993	september	33,72	0,44
1994	október	34,02	0,33
1995	september	34,35	0,36
1996	september	31,97	0,35
1997	október		0,32
1998	september	33,45	0,36
1999	mars	34,58	0,21
	júní		0,34
	september	34,95	0,38
	desember	34,32	0,08
2000	mars	34,40	0,22
	júní	33,89	0,46
	september	33,95	0,28
	desember	33,83	0,25
2001	mars	34,25	0,27
	júní	34,07	0,25
	september	33,92	0,24
	desember	34,02	0,20
2002	mars	34,56	0,18
	júní	32,55	0,23
	september	33,71	0,19
	desember	33,17	0,19
2003	mars	33,21	0,15
	júní	32,77	<0,20
	september	33,47	<0,46
	desember	34,24	0,11

Þangsfýni frá Vestmannaeyjum (Heimaey), 1989-2003.
Cs-137 in seaweed samples from Vestmannaeyjar, Southern Iceland 1989-2003.

Ár	Mánuður	Selta sjávar ‰	Cs-137, Bq/kg (þurrvigt d.w.)
1989	desember	34,90	0,50
1990	mars		0,30
	júní	34,51	0,40
	september	34,37	0,30
	desember	33,46	0,30
1991	mars	34,05	0,30
	júní	33,13	0,40
	september	29,55	0,30
	desember	34,75	0,30
1992	apríl	34,78	0,20
	júní	34,39	0,30
1993	september	33,28	0,23
1994	október	34,83	0,15
1995	september	33,12	0,17
1996	september		0,24
1997	október		0,18
1998	nóvember	33,50	0,12
1999	júní	34,99	0,19
	september	34,06	0,20
	desember	34,81	0,20
2000	apríl		0,20
	júlí	32,07	0,30
	september	33,61	0,18
	desember	34,63	0,13
2001	mars		0,25
	júní		0,17
	september		0,23
	desember		0,22
2002	mars		0,12
	júlí		0,25
	september		0,22
2003	mars		0,20
	júní		<0,31
	september		0,15
	desember		0,14



Sýnatökustaðir Geisla varna fyrir þang á Íslandi. Hringir: Bólþang; þríhyrningar: Klóþang.
Seaweed sampling sites at the Icelandic coast (Circles: Fucus vesiculosus; triangles: Ascophyllum nodosum).

6. VIÐAUKI (bréf sent til sláturhúsa)

APPENDIX VI. (LETTER SENT TO THE MAIN SLAUGHTERHOUSES IN 1995)

Bréf sent þann 5. september 1995 frá Geislavörnum ríkisins til sláturhúsanna á Selfossi, Borgarnesi, Sauðárkróki og Húsavík:

Mælingar á geislavirkni í lambakjöti

Árið 1989 hófust hjá Geislavörnum ríkisins mælingar á geislavirkni í lambakjöti. Mælingarnar eru hluti af samstarfsverkefni Geislavarna og Hollustuverndar, sem lýtur að geislavirkni í matvælum almennt. Frá því mælingar hófust hafa verið tekin sýni á haustin í sláturhúsum víðsvegar um landið, en undanfarin ár hefur sýnum verið safnað frá sláturhúsunum í Borgarnesi, Sauðárkróki, Húsavík og Selfossi. Kunnum við þeim sem lagt hafa verkefninu lið bestu þakkir fyrir.

Geislavirk efni í litlu magni finnast í öllu umhverfi mannsins. Fyrst og fremst er um að ræða svokölluð náttúruleg geislavirk efni (t.d. kalín-40) en einnig geislavirk efni sem borist hafa út í umhverfið af manna völdum. Sem dæmi má nefna tilraunir með kjarnavopn á sjötta og sjöunda áratugnum, úrgang frá kjarnorkuverum og slys. Þar nægir að nefna slysið í Tsjernóbyl árið 1986.

Af þeim langlífu geislavirku efnum sem berast út í náttúruna af manna völdum, má segja að geislavirkir kjarnar sesíns og strontíns séu varasamastir. Þeir eru tiltölulega langlífir (helmingunartími um 3 áratugir) og skyldleiki efnanna við kalín og kalsín veldur því, að efnin berast greiðlega í fæðukeðjuna. Strontín berst í fólk með mjólk og mjólkurafurðum en sesín með kjöti og mjólk. Mælingar á geislaamengun í umhverfi hafa því aðallega beinst af þessum samsætum. Strontín gefur frá sér skammdræga betageisla. Sýnavinnsla og mæling þess er af þeim sökum mun tímafreakari og flóknari en mæling á sesíni. Af þessum sökum er mæling á sesíni í umhverfi mest notaða aðferð til mats á geislaamengun í umhverfi og sú sem notuð er í þessu verkefni.

Sú aðferð sem notuð var til mælinga kallast *gammagreining með hreinum germaníumkristal*, HPGe-nema (Gamma Spectroscopy with High Purity Germanium Detector). Með þessari aðferð má aðgreina og magnmæla samtímis allar þær gammageislandi samsætur sem kunna að vera í sýninu. Annar kostur aðferðarinnar er sá að vegna smughæfni gammageisla þurfa sýnin enga efnafræðilega forvinnu fyrir mælingu.

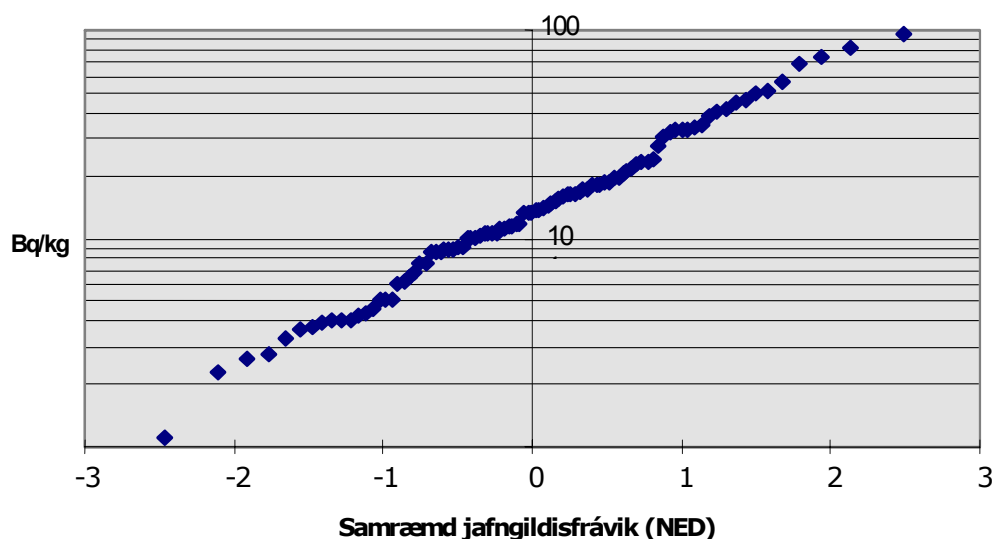
Tilgangur mælinga sem þessara er tvíþættur. Í fyrsta lagi er um að ræða eftirlit sem tengist hollustu matvæla. Hinsvegar er um að ræða grunnrannsóknir sem miða að því að fá skýrari mynd af því með hvaða hætti efnin berast til í vistkerfinu.

Á árunum 1989 - 1994 hafa verið mæld 96 sýni af lambakjöti. Styrkur Cs-137 hefur reynst mjög breytilegur, allt frá rúmlega 1 upp í 90 Bq/kg. Flest eru mæligildin á bilinu 5 - 20

Bq/kg. Gildin eru mjög lág, en til samanburðar er gott að hafa í huga að algeng viðmiðunarmörk í alþjóðlegum viðskiptum með matvæli eru 1000 Bq/kg. Einnig má geta þess að meðalgildi geislavirks sesín í lambakjöti árið 1964 var um 100 Bq/kg svo ljóst er að geislavirknin hefur farið minnkandi. Það geislavirka sesín sem mælist í lambakjöti hérlandis á rætur að rekja til tilrauna með kjarnorkuvopn á árunum í kringum 1960. Áhrif slyssins í Tsjernóbyl á styrk geislavirks sesíns í því kjöti sem var mælt, voru óveruleg.

Þrátt fyrir mikla dreifingu, þá lúta niðurstöðurnar engu að síður mjög vel svokallaðri "lognormal"-dreifingu. Þetta má sjá á myndinni hér að aftan (ef mæligildi hefðu fylgt stærðfræðilíkaninu fullkomlega, þá hefðu þau öll legið á beinni línu).

Styrkur sesíns í lambakjöti 1989 - 1994



Mælingarnar virðast því lýsa vel dreifingunni í styrk sesíns í íslensku lambakjöti. Við höfum áhuga á að fylgja þessum niðurstöðum eftir og kanna nánar hvaða þættir valda þessari dreifingu. Hluta hennar má án efa rekja til mismunar í gróðurfari á þeim svæðum sem lömbin hafa verið á um sumarið. Mismunur getur verið á milli afrétta. Erlendis hefur oft sést lækkun í geislavirkni lambakjöts þegar lömb koma af afrétti á ræktuð tún. Hversu mikil þessi lækkun er, fer meðal annars eftir hversu lengi lömbin eru á beit á túnum fyrir slátrun.

Af þessum sökum er afar mikilvægt að sýnaeyðublöðin, sem nú eru á aðeins breyttu formi, séu sem best útfyllt. Upplýsingarnar munu þá geta nýst til að skýra hluta þess mikla breytileika sem er í styrk sesíns í íslensku lambakjöti og þar með aukið skilning okkar á hegðun þessa geislavirka efnis í hinu sérstæða íslenska vistkerfi.

Elísabet D. Ólafsdóttir
efnafræðingur

