

LÍFFRÆÐISTOFNUN HÁSKÓLANS

FJÖLRIT 42a

ÁHRIF KERBROTAGRYFJA Á LÍFRÍKI Í  
STRAUMSVÍK

YFIRLIT YFIR RANNSÓKNIR SEM GERÐAR HAFU VERIÐ Á  
FJÖLBREYTTILEIKA Í LÍFRÍKI OG UPPSÖFNUN  
ÞUNGMÁLMA OG FJÖLHRINGA KOLEFNA Í LÍFVERUM

Gísli Már Gíslason

REYKJAVÍK 1998

**Efnisyfirlit**

<b>Inngangur</b> .....	<b>2</b>
<b>Aðstæður í Straumsvík</b> .....	<b>2</b>
<b>Framkvæmd</b> .....	<b>4</b>
<b>Rannsóknir</b> .....	<b>6</b>
<b>Niðurstöður og ályktanir</b> .....	<b>6</b>
<b>Þungmálmar</b> .....	<b>6</b>
<b>Fjölhringa kolefni (PAH)</b> .....	<b>7</b>
<b>Lokaorð</b> .....	<b>8</b>
<b>Þakkir</b> .....	<b>10</b>
<b>Heimildir</b> .....	<b>10</b>
<b>Summary</b> .....	<b>12</b>

## Inngangur

Við framleiðslu á áli þarf að endurfóðra rafgreiningarker á u.þ.b. 6-8 ára fresti. Álverið í Straumsvík hefur fargað þessum kerum á þremur stöðum í fjörunni við Straumsvík. Elsti förgunarstaðurinn er við Kelatanga inni í Straumsvík, annar förgunarstaður austan Einbúa og sá þriðji, sem jafnframt er yngsti förgunarstaðurinn og í notkun núna, er í Þórðarvík.

Kerbrotnum er fargað í fjörunni innan við varnargarð úr stórgrýti sem ver gryfjurnar fyrir öldugangi. Gryfjunum er lokað með skeljasandi, jarðvegi og grasi, einnig er skeljasandi blandað saman við kerbrotin. Sjór leikur um efnið neðst í gryfjunum og skolar út efnunum sem eru í þeim. Eftirtalin efni skolast úr kerbrotagryfjum (Rygg og Green 1981, A/S Miljøplan 1988, Jón Ólafsson 1996, Guðjón Jónsson munnl. uppl.):

**Málmar:** kvikasilfur (Hg), blý (Pb), kadmín (Cd), kopar (Cu), sink (Zn) og nikkell (Ni).

**Ólífræn efni:** Flúor (F) og blásýruefnasambönd (CN)

**Lífræn efni:** fjölrhinga kolefni (PAH).

**Áburðarefni:** fosfórefnasambönd (P) og köfnunarefni (N).

Í framhaldi af rannsóknum sem Agnar Ingólfsson (1990) og Jörundur Svavarsson (1990) gerðu, var gerð áætlun um rannsóknir á áhrifum kerbrotagryfja á nánasta umhverfi og eftirlit með lífríkinu samkvæmt starfsleyfi Íslenska álfélagsins, sem umhverfisráðherra gaf út 7. nóvember 1995. Samkvæmt grein 3.1 í starfsleyfinu skal ÍSAL „í samvinnu við Hollustuvernd ríkisins láta taka viðmiðunarsýni af völdum lífverum í fjöruborði við kerbrotagryfjur til að meta hugsanleg áhrif kerbrotagryfju á lífríki að minnsta kosti tvisvar á áætluðum notkunartíma hvers kerbrotagryfju".

## Aðstæður í Straumsvík

Freysteinn Sigurðsson (1976) gerði uppdrátt af grunnvatnsstreymi við Straumsvík (1. mynd). Ljóst er að grunnvatn, að magni um  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ , rennur út undan hráuninum í Straumsvík. Stefna grunnvatnsstreymisins er í norðvestur. Á nærliggjandi vatnasvæði er stálbræðsla og malbikunarstöð og ætla má að afrennslisvatn renni af athafnasvæðum þeirra í grunnvatnið og berist út í Straumsvík. Það er því ljóst að fjörusvæðið þar verður fyrir áhrifum af fleiri þáttum en kerbrotnum sem fargað er. Sorpflokkunarstöð var rekin rétt austan Straumsvíkur. Einnig eru gamlir sorphaugar Hafnafjarðar við Þórðarvík norðan við álverið (1960 - 1968) og við Hamranes (1968-1990), en báðir staðirnir eru á vatnasviði Straumsvíkur. Í Kapelluhrauni, sunnan Ísals,

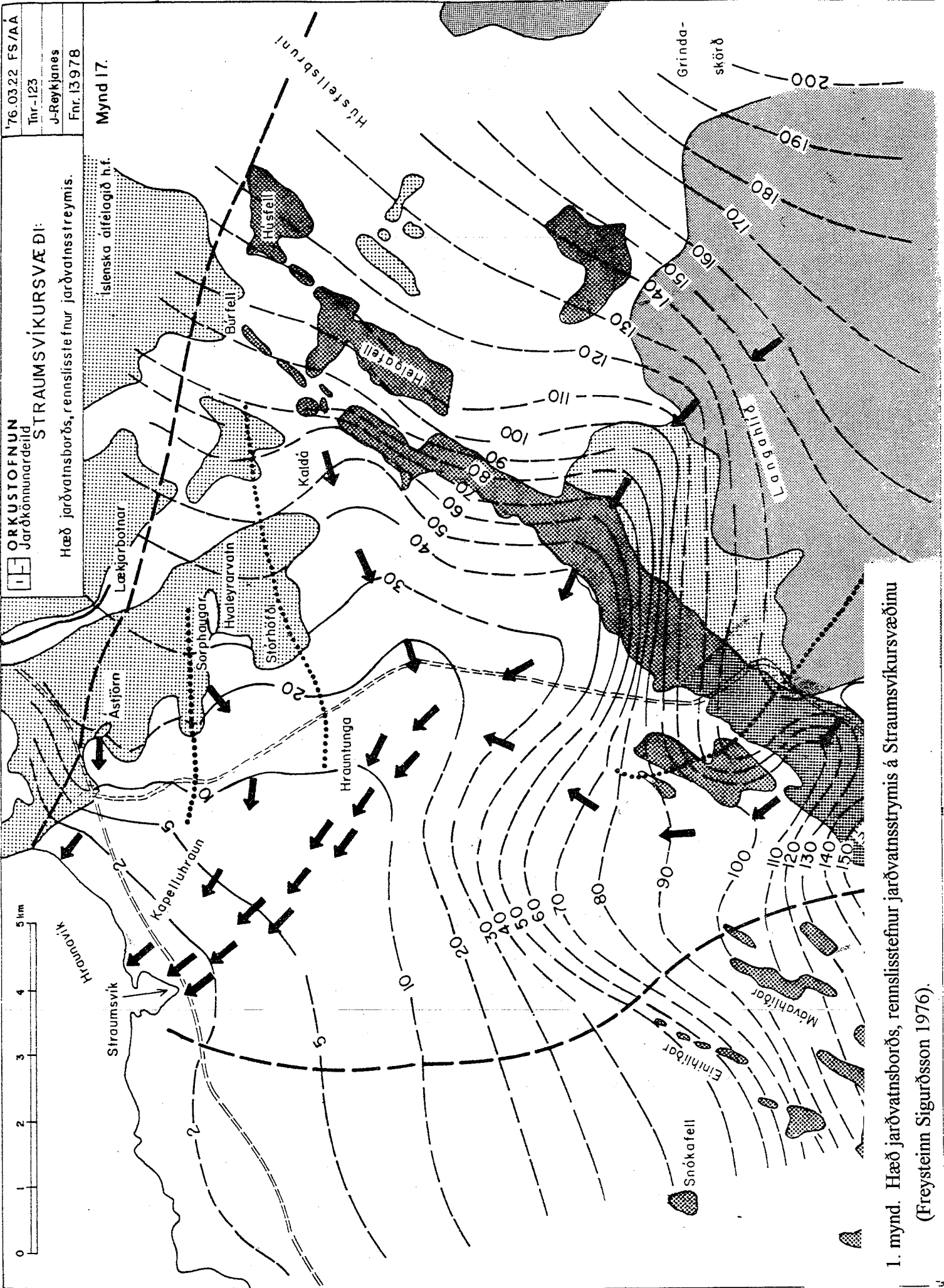
76.03.22 FS/AA  
 Tnr-123  
 J-Reykjanes  
 Fnr. 13978

ORKUSTOFNUN  
 Jarðkönnunardeild

STRAUMSVÍKURSVAÐI:

Hæð jarðvatnsborðs, rennlisssste fñur jarðvatnsstreymsis.

Mynd 17.



1. mynd. Hæð jarðvatnsborðs, rennlisssstefnur jarðvatnsstryms á Straumsvíkursvæðinu (Freysteinn Sigurðsson 1976).

er kvartmilubraut og Geymslusvæðið hf. Ekki eru til upplýsingar um hvort mengunarvaldandi efnum var fargað á gömlu öskuhaugunum, eða hve mikið af efnum lekur í grunnvatnið af annarri starfsemi á vatnasviðinu.

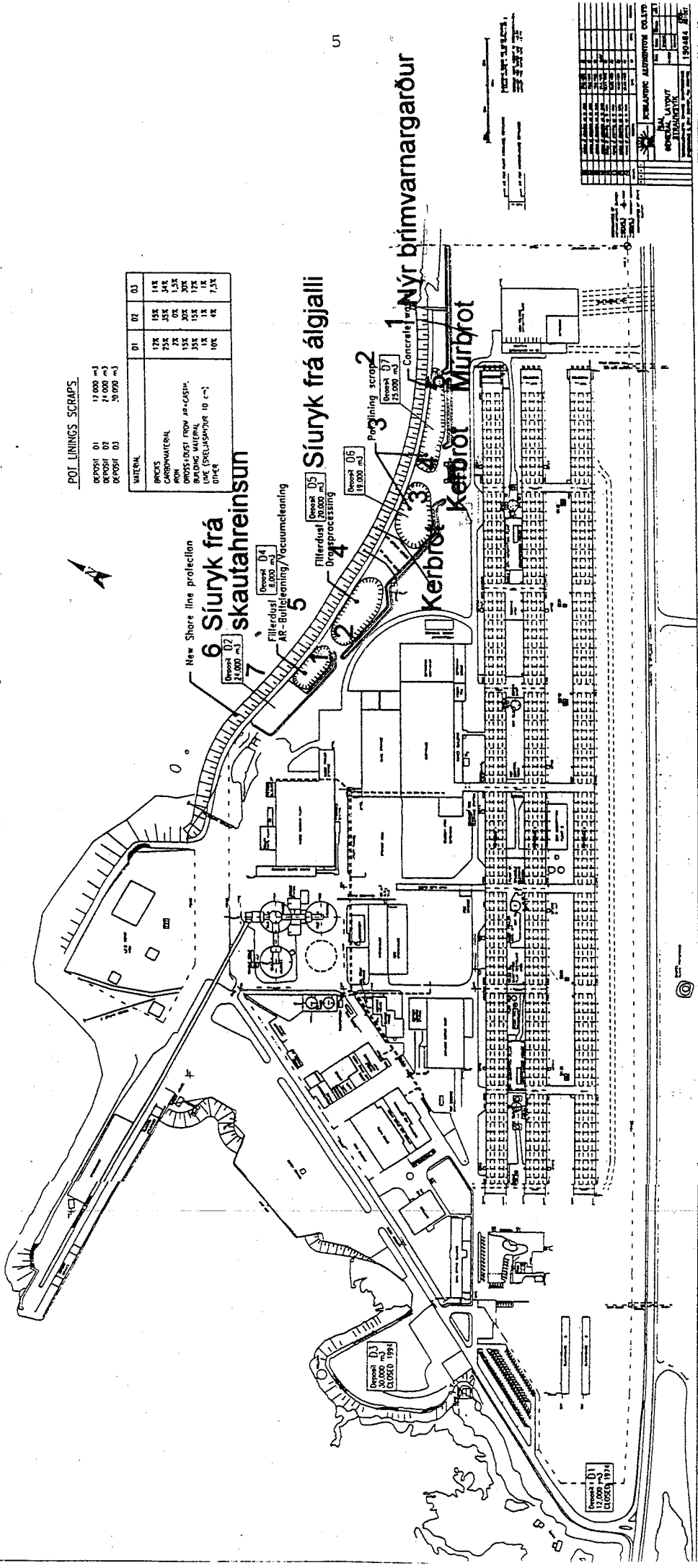
Jón Ólafsson (1996) tók saman gögn sem til voru á Hafrannsóknastofnun um seltu og blöndun sjávar við Straumsvík. Auk þess mældi hann áburðarefni í sjónum næst kerbrotagryfjunum við Einbúa og í Þórðarvík. Ferska vatnið sem berst út undan hrauninum blandast ekki sjónum næst landi, en flýtur ofan á sjónum í þunnu lagi (innan við 2 metra þykkt). Samkvæmt því ætti mikið af efnum sem berast úr kerbrotagryfjum að fara með ferska vatninu og dreifast í sjónum á stóru svæði, en leika ekki um fjörunar. Auk þess er talsverður leki af köfnunarefni og fosfór úr kerbrotagryfjunum.

Agnar Ingólfsson (1990) rannsakaði fjölbreytileika lífríkis í fjörum við kerbrotagryfjur og bentu niðurstöður til þess að lífsskilyrði hefðu ekki versnað í nágrenni þeirra. Í Þórðarvík bentu niðurstöður til þess að lífsskilyrði færu versnandi í austur frá kerbrotagryfju, en ekki var unnt að ákveða hvað ylli því. Jörundur Svavarsson (1990) komst einnig að því að kerbrotagryfjur hefðu ekki áhrif á fjölbreytileika á klettbotni neðan fjöru í nágrenni kerbrotagryfjanna í Straumsvík.

Margt bendir því til að efnin sem berast úr kerbrotagryfjunum berist út á sjó og blandist um leið og ferskvatnslagið brotnar upp. Ekki fundust hærri gildi fyrir þungmálmana kopar, sink og kadmín í kræklingi í Straumsvík vestanverðri en annars staðar á landinu (Magnús Jóhannesson o.fl. 1995).

### **Framkvæmd**

Til að ákvarða áhrif af kerbrotagryfjum á lífverur í nágrenni gryfjanna voru Dr. Guðjón Atli Auðunsson á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og Próf. Jón Ólafsson við Háskóla Íslands og á Hafrannsóknastofnun fengnir til að setja saman rannsóknáætlun í samvinnu við Guðjón Jónsson hjá Ísal og Gísla Má Gíslason hjá Háskóla Íslands. Markmið rannsóknaanna var að gera grein fyrir hvort og í hve miklum mæli lífræn og ólífræn snefilefni væru tekin upp í sjávarlífverur við strönd álversins vegna þeirrar iðnaðarstarfsemi, sem þar fer fram. Slík mengun losnar úr kerbrotagryfjum og berst með lofti frá verksmiðjunni. Ekki var talið gerlegt á þessu stigi að aðskilja áhrif hugsanlegrar mengunar sem berst með grunnvatni frá stálbræðslunni, malbikunarstöðinni og öskuhaugum frá því sem lekur úr kerbrotagryfjunum. Mörkuð voru snið í fjörunni utan Straumsvíkur og þau sett niður við misgamla kerbrotagryfjur



POT LININGS SCRAPS

DEPOSIT D1	12 000 m <sup>3</sup>
DEPOSIT D2	24 000 m <sup>3</sup>
DEPOSIT D3	30 000 m <sup>3</sup>

MATERIAL	D1	D2	D3
BRICKS	12%	15%	14%
REFRACTORIAL	72%	55%	54%
SPONGE IRON	7%	5%	1,5%
PROCEED FROM ANCASTING	15%	20%	20%
BLADING MATERIAL	33%	15%	17%
LIME (SPECIALPUR 10 c-m)	1%	1%	1%
OTHER	10%	4%	7,5%

2. mynd. Fjaran við Straumsvík þar sem kerbrötagryfjurnar og sniðin sem sýnin voru tekin á eru sýnd (kort frá Ísal). Kræklingur var geymdur í búrum utan við fjöruna (snið utan varnargarðs) og þang og kræklingur voru tínd í fjörunni (snið í fjöru). Elsta gryfjan er inn í Straumsvík (D3). Næstelst er gryfja D2 og yngsta gryfjan er D7.

(2. mynd) til að fá upplýsingar um söfnun þungmálma og fjölhringa kolefna í valdar lífverur.

### Rannsóknir

Rannsóknnaðferðum er lýst af Guðjóni Atla Auðunssyni o.fl. (1998). Í stuttu máli byggjast þær á því að safnað var kræklingi af mjög líkri stærð í Hvalfirði í byrjun maí og var hann geymdur í tæplega tvo mánuði til að ástand einstaklinganna yrði sem líkast. Settur var einsleitur kræklingur (*Mytilus edulis*) skammt frá landi á sjö stöðvum norðan skautsmiðju, á 1 m dýpi og á 5 m dýpi í byrjun júlí. Búrin voru geymd í sjó fram í miðjan september (2. mynd) og búr einnig höfð til viðmiðunar í Hvalfirði. Einnig voru tekin sýni af skúfþangi (*Fucus disticus*) og kræklingi á þremur stöðum á stórstraumsfjöru við strönd álverksmiðjunnar og til viðmiðunar á Hvaleyri í Hvalfirði. Rannsóknin var að miklu byggð á áætlun Jóns Ólafssonar og Guðjóns Atla Auðunssonar (1996), en þó var ekki hægt að beina athyglinni að hugsanlegri mengun í grunnvatni, sem stafar af starfsemi sunnan álversins. Mæld var uppsöfnun efna í lífverum. Mælingar á snefilefnum (bæði fjölhringa kolefnum og ólífrænum snefilefnum) voru gerðar á kræklingi (skel og mjúkvöðva) og skúfþangi.

### Niðurstöður og ályktanir

Guðjón Atli Auðunsson o.fl. (1998) skilaði skýrslu um ólífræn snefilefni og fjölhringa kolefni í lífverum við álverið. Helstu niðurstöður hans eru teknar hér saman, en frekari upplýsinga er að leita í frumritinu.

#### *Þungmálmar*

Allir þungmálmar í kræklingi í búrunum undan ströndinni við Ísal að krómi (Cr) undanskildu sýndu áþekkan styrk þungmálma og voru innan marka þess sem var að finna í sýnunum í Hvalfirði í upphafi og við lok tilraunarinnar. Króm var aftur á móti nokkuð herra en viðmiðunarsýnin úr Hvalfirði. Hæst eru gildin næst höfninni og lækkuðu þegar fjær dró. Allar líkur eru því á því að krómið hafi komið úr stáli skipa sem fara um höfnina, en stál er hert með krómi.

Styrkur kvikasilfurs (Hg), kadmíns (Cd), blýs (Pb) og sinks (Zn) í kræklingi í fjöru var mjög svipaður í öllum sýnum í fjörum Straumsvíkur og á Hvaleyri. Nikkel (Ni), og kopar (Cu) voru í hæstum styrk á stað 3 við nýjstu kerbrotagryfjuna og nokkuð herra en á Hvaleyri. Fyrri rannsóknir á kræklingi frá Hvaleyri hafa sýnt að þessir málmar, sérstaklega nikkell og króm, hafa reynst vaxa með minnkandi stærð kræklingins.

Minni stærð kræklinga frá stað 3 skýrir líklegast hærra styrk þessara málma að verulegu leyti því sambærilegur styrkur hefur mælst í jafnstórum kræklingi frá Hvaleyri.

Almennt var styrkur málma svipaður í kræklingi úr fjöru og úr búrum, að undanskildu sinki, kopar og kadmíni. Líkleg skýring gæti verið sú að við lægri seltu-eykst upptaka málma í búrkræklingi, en málmar berast með ferska vatninu og dreifast í lóðréttri blöndun. Einnig gætu aðrar ástæður valdið þessu. Þar sem kræklingur óx óverulega yfir þann stutta tíma sem hann var í Straumsvík, var ekki munur á upptöku málma og flúors í skeljum hans.

Styrkur flúors í skúfþangi var ekki hærra í Straumsvík en á Hvaleyri. Málmar eins og blý og kvikasilfur, mældust ekki yfir greiningarmörkum aðferðarinnar. Sink var herra í Straumsvík en á Hvaleyri sem gæti stafað af ferskvatnsáhrifum eða mengun frá álverksmiðjunni. Kopar var einnig hærra á stað 1 en á stað 2 í Straumsvík, en lægri í öðrum sýnum, m.a. lægri en á Hvaleyri. Virðist sem magn málma í skúfþangi í Straumsvík og á Hvaleyri sé innan náttúrulegs breytileika.

#### Fjölhringa kolefni (PAH)

Margfalt meira fannst af fjölhringa kolefnum í nágrenni álversins en á viðmiðunarstaðnum á Hvaleyri í Hvalfirði. Almennt voru fjölhringa kolefnin undir mælingarmörkum í skúfþangi í Hvalfirði og fannst aðeins vottur af tveimur efnum þar (fenantren og fluoranten). Magn fjölhringa kolefna í skúfþangi við álverið í Straumsvík var samanlagt fyrir öll efnin 18 til 44 ng/g þurrvigtar. Hæsta gildið (samanlagt um 40 ng/g) var við eldri gryfjurnar en lægsta gildið við yngstu gryfjuna (18 ng/g). Magn fjölhringa kolefna við Hvaleyri í Hvalfirði var aðeins mælanlegt fyrir 2 fjölhringa kolefni (fenantren og fluoranten samanlagt 1.1 ng/g votvigt) í september en 8 kolefni mældust í júlí (8 ng/g). Kræklingur í fjöru við kerbrotagryfjur við álverið var með hæsta gildið (54 ng/g) við yngstu kerbrotagryfjuna og lægsta gildið (7 ng/g) við elstu gryfjuna. Auk þess var styrkur efnanna í búrkræklingi nokkru hærra en í fjörukræklingi og gildin voru hæst við elstu gryfjuna og lægst við þá yngstu. Þetta gerir samanburð nokkuð erfiðan, því að mánuður var á milli sýnatökutíla. Sýni í fjörum voru tekin mánuði síðar en sýni í búrum. Helmingunartími fjölhringa kolefna er um 10-15 dagar (Guðjón Atli Auðunsson munnl. uppl.). Styrkur efnanna nær því aðeins yfir fáa daga og bendir því margt til að fjölhringa kolefnin séu loftborin og ræðst það af vindstefnu hverju sinni á undan sýnatöku hvar hæstu gildi mælast og



hve há gildin eru. Gæti þetta einnig skýrt muninn á styrk sýnanna í byrjun og í lok tilraunatímabils á viðmiðunarstöðinni í Hvalfirði.

### Lokaorð

Ljóst er að lítil eða engin aukning er á magni þungmálma í nágrenni Straumsvíkur miðað við Hvalfjörð og miðað við fyrri mælingar á völdum þungmálmum við Ísland (Magnús Jóhannesson o.fl. 1995). Króm var hærra við Straumsvík en á viðmiðunarstaðnum, en búast má við að króm hækki í nágrenni hafna. Engin viðmiðunargildi eru fyrir króm, en gildi fyrir þungmálma eru innan við staðla fyrir vistógnandi magn í fiskholdi. Gildi fyrir þungmálma í nágrenni Straumsvíkur eru svipuð og greinast í náttúrulegu umhverfi. Við Ísland má þó gera ráð fyrir hærri gildum fyrir þungmálma vegna mikillar lóðréttar blöndunar af djúpsjó við grunnsjó, sem er meiri við Ísland en víða annars staðar í N-Atlantshafi (Magnús Jóhannesson o.fl. 1995). Mælingar á þungmálmunum kopar, sinki og kadmíni í kræklingi við Ísland frá 1990 til 1992 sýndu ekki hærri gildi í Straumsvík en annars staðar við landið (Magnús Jóhannesson o.fl. 1995). Mæligildin eru gefin upp í þyngd í þurrvigt í fyrri athugun, en í þyngd í votvigt í rannsóknum Guðjóns Atla o.fl. (1998), sem gerir samanburð erfiðari. Ef gert er ráð fyrir að þurrvigt sé 10-25% af votvigt, eru gildin ekki hærri nú en í fyrri rannsókn.

Bakgrunnsgildi fyrir fjölhringa kolefnissambönd eru lág eða varla mælanleg við Ísland ef magn sem finnst í lífverum við Hvaleyri í Hvalfirði gefur rétta mynd af magni efnanna í lífverum við Ísland. Nærri öll fjölhringa kolefnissamböndin 23 sem tekin voru fyrir í viðmiðunarmælingunum í Hvalfirði reyndust ekki mælanleg eða við mælingarmörk. Við Straumsvík voru gildin því margfalt hærri en í Hvalfirði. Margt bendir til að um sameiginlega uppsprettu fjölhringa kolefnanna sé að ræða því að góð fylgni var milli einstakra mældra þátta í Straumsvíkursýnunum. Flúoranten, chrysene/trífelýlen, benzo(b,j,k) fluoprenaten og benzo(e) pyren voru í svipuðum og jafnframt hæstum styrk í holdi kræklinga í búrum frá Straumsvík og flúoranten í holdi kræklinga úr fjöru. Annað mynstur mældra fjölhringa kolefna var að finna í þangi en þar var naftalen, 1-metýlnaftalen og 2-metýlnaftalen í hæstum styrk. Munur var á hvar hæstur styrkur fjölhringa kolefna fannst í skúfþangi og í kræklingi í búrum og í fjöru. Munurinn virðist stafa af því að sýnin voru tekin með mánaðar millibili. Fjölhringa kolefni hafa stuttan helmingunartíma (10-15 daga) og því getur styrkur efnanna ráðist af því hvar mest berst af efnunum stuttu fyrir sýnatöku. Mestar líkur eru á að fjölhringa kolefnin séu loftborin og því ráðist efnastyrkur af vindátt stuttu áður en sýnin eru tekin. Ef svo er, eru þessi efni upprunnin úr útblæstri álverksmiðjunnar.

Samanlagt magn fjölhringa kolefna í kræklingi og öðrum skeldýrum sem eru sárar (t.d. öðu) og þörungaskraparar (t.d. klettadoppu) er svipað og finnst sem bakgrunnsgildi fjarri uppsprettu slíkra efna (sjá Knutzen 1989, sem gefur gildin 13-200 ng/g votvigt). Í skúfþangi mældust lægri gildi en Knutzen og Sortland (1982) mældu í blöðrupangi (*Fucus vesiculosus*), sagþangi (*F. serratus*) og klóþangi (*Ascophyllum nodosum*) af strandsvæðum sem áttu að vera lítið eða væglega menguð í Noregi. Gildi fyrir 20 fjölhringa kolefni sem þeir mældu sem „bakgrunnsgildi“ voru 300-2500 ng/g votvigt, eða margfalt hærri gildi en mældust í þangi við álverið í Straumsvík. Síðar kom í ljós að erfiðleikar voru á mælingum á kolefnunum og bentu þeir á að taka ætti niðurstöðurnar með fyrirvara (Naes o.fl. 1995). Kváðu þeir að „háan bakgrunnstyrk í lífverum við strendur Noregs beri að endurskoða“. Fyrir krækling ætti heildarstyrkur fjölhringa kolefna að vera 50 ng/g votvigt og 20 ng/g votvigt fyrir krabbameinsvaldandi fjölhringa kolefni (CPAH) og 1 ng/g votvigt fyrir benz(a)pyren. Fjarri byggðu bóli og umferð ætla þeir gildin miklu lægri eða <10ng/g votvigt fyrir heildarstyrk fjölhringa kolefni og e.t.v. af stærðargráðunni 0,1-0,2ng/g votvigt. fyrir benz(a)pyren. Bakgrunnstyrkur þessara efna gæti því verið lægri en gildin sem fundust í kræklingi og skúfþangi við Straumsvík, en munurrinn er ekki mjög mikill. Samsvarandi samræmi hefur fundist varðandi magn loftborinna fjölhringa kolefna, en gildi sem hafa mælst í Straumsvík voru lægri en bakgrunnsgildi í lofti í Mið-Evrópu (Schunke og Thomas 1983).

Ekki hafa fundist opinberar tölur fyrir neyslumörk fjölhringa kolefna í fiskmeti á Íslandi eða öðrum Norðurlöndum. Unilever mun hafa innanhússreglur (guidelines for action) fyrir fiskolíur (Guðjón Atli Auðunsson munnl. uppl.) og eru þær 1 ppb fyrir benz(a)pyren og 7 ppb fyrir heildarstyrk þungra fjölhringa kolefna. Miðað við það voru gildin í búrum og í fjöru í Straumsvík ofan við mörkin, en ekki í viðmiðunarsýnum úr Hvalfirði. Settar hafa verið vinnureglur um viðmiðunarmörk á fjölhringa kolefnum vegna Braer-olíuslyssins við Hjaltland (Webser o.fl. 1997). Viðmiðunargildi fjölhringa kolefna í kræklingi er 13,7-66,1 ng/g votvigt (meðaltal 24 ng/g votvigt), en styrkur fjölhringa kolefna á áhrifasvæði olíumengunarinnar var að meðaltali 221 ng/g votvigt með hæsta gildi 316 ng/g votvigt. Ráðlegt er að neyta ekki fisks frá áhrifasvæði mengunarinnar. Styrkur fjölhringa kolefnanna í kræklingi við Straumsvík er nálægt því sem tilgreint er sem viðmiðunargildi.

Niðurstaða rannsókna Guðjóns Atla o.fl. (1998) svo og rannsókna Agnars Ingólfssonar (1990) og Jörundar Svavarssonar (1990) er að áhrif efna frá kerbrotagryfjum á lífríkið, bæði hvað varðar fjölbreytileika lífvera í nágrenni gryfjanna og upphleðslu þungmálma eru lítil eða ekki merkjanleg. Loftborin fjölhringa kolefni berast í fjörur og sjó og safnast í krækling og skúfþang og því einnig í aðrar lífverur. Upphleðsla þessara efna er svipuð eða lægri en á svæðum sem talin

eru lítt eða ekki menguð í Evrópu. Áhrif kerbrotagryfjanna eru því ekki eða vart merkjanleg, en sú söfnun fjölhringa kolefna í lífverur sem fundist hefur við Straumsvík virðist loftborin.

### **Þakkir**

Guðjón Atli Auðunsson, Sigurður Briem og Guðrún Þóra Magnúsdóttir lásu yfir handrit að skýrslunni og færðu margt til betri vegar. Kann ég þeim bestu þakkir fyrir.

### **Heimildir**

A/S Miljøplan 1988. Sør-Norge Aluminium A/S. Marin resipientundersøgelse ved avfallstipp fra aluminiumsproduksjon på Husnes i Kvinnherad. A/S Miljøplan, Sandvika. 22 s + 1 viðauki

Agnar Ingólfsson 1990. Rannsóknir á lífríki fjöru umhverfis kerbrotagryfjur í Straumsvík. Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr. 27. 51 s.

Freysteinn Sigurðsson 1976. Straumsvíkursvæði. Skýrsla um vatnafræðilega frumkönnun. OS JKD 7603, 61s + 25 myndir.

Guðjón Atli Auðunsson, Elín Árnadóttir, Helga Halldórsdóttir, Þuríður Ragnarsdóttir og Öyvind Glömmi 1998. Könnun á ólífrænum snefilefnum og PAH-efnum í lífríki sjávar við álverið í Straumsvík 1997. Skýrsla Rf 1-1998, 11 bls. og 4 viðaukar.

Jón Ólafsson 1996. Útskolun uppleystra efna úr flæðigryfjum við álverið í Straumsvík. Efnafræðiskor HÍ og Hafrannsóknastofnun. Handrit 5 s.

Jón Ólafsson og Guðjón Atli Auðunsson 1996. Tillögur að rannsóknnum til að gera grein fyrir áhrifum Álversins í Straumsvík á vistkerfi sjávar, sbr. ósk yðar skv. símtali í vikunni. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík. Bréf 1s.

Jörundur Svavarsson 1990. Studies on the rocky subtidal communities in vicinity of a dumping pit for pot linings at Straumsvík, southwestern Iceland. Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr. 28. 45 s.

Knutzen, J. 1989. PAH i det akvatiske miljø – opptak/utskillelse, effekter og bakgrunnsnivåer. NIVA-rapport 2205, Niva, Oslo, 107 bls.

Knutzen, J. og Sortland, B. 1982. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in some algae and invertebrates from moderately polluted parts of the coast of Norway. Water Res., 16: 421-428.

- Magnús Jóhannesson, Jón Ólafsson, Sigurður M. Magnússon, Davíð Egilsson, Steinþór Sigurðsson, Guðjón Atli Auðunsson og Stefán Einarsson 1995. Mengunarmælingar í sjó við Ísland. Lokaskýrsla. Umhverfissráðuneytið, Reykjavík. 137 s.
- Naes, K., J.Knutzen, and L.Berglind 1995. Occurrence of PAH in marine organisms and sediments from smelter discharge in Norway. *Sci.Tot.Environ.*, 163 : 93-106.
- Rygg, B. og Green, N. 1981. Resipientundersøgelse ved avfallstipp fra aluminiumproduksjon, Husnes i Kvinnherad. Niva, Oslo. 9 s.
- Schunke, E. Og Thomas, W. 1983. Untersuchungen über atmosphärenbürtige Schadstoffe in der Ökosphäre Islands. Berichte aus der Forschungsstelle Neðri Ás, Hveragerði Nr. 39: 1-50.
- Umhverfissráðuneytið 1995. Starfsleyfi fyrir Íslenska álfélagið hf. vegna álverksmiðjunnar í Straumsvík. Umhverfissráðuneytið, Reykjavík 7. nóvember 1995.
- L.Webster, L.Angus, G.Topping, E.J.Dalgarno, and C.F.Moffat 1997. Long-term Monitoring of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Mussels (*Mytilus edulis*) Following the Braer Oil Spill. *Analyst*, 122 : 1491-1495.

## Summary

The environmental impact of dumping pits for potlinings filterdust from ISAL Aluminium smelter at Straumsvik. A review of research carried out on the biotic diversity and accumulation of heavy metals and PAH in organisms

The following chemicals can be found in pot-linings from aluminium smelters:

Metals: Hg, Pb, Cd, Cu, Zn and Ni

Inorganic compounds: F and CN

Organic compounds: PAH

Fertilizers: P and N compounds

Research on the diversity of the intertidal and sublittoral algae and invertebrates was carried out by Ingolfsson (1990) and Svavarsson (1990) and measurements on the accumulation of heavy metals and PAH (Poly Aromatic Hydrocarbons) in mussels (*Mytilus edulis*) and the seaweed *Fucus disticus* by Audunsson et al. (1998). Audunsson et al. (1998) used Hvalfjördur as a control for natural concentrations of heavy metals and PAH.

The results from the biodiversity studies did not show any significant change in biodiversity in transects set out at various distances from dumping pits of different age. Increased concentrations of heavy metals were not found in the selected organisms, except for an increase in Cr close to the harbour, which can be related to ship traffic.

At Hvalfjördur, most of the PAH compounds were in such low concentrations (total 0.5-1 ng/g dry-weight for the seaweed, and wet-weight for the mussel), or they were not detected. At Straumsvik, the concentrations were much higher. For *F. disticus* 18 to 40 times higher and for mussels on the shore and in cages floating off the shore, the concentrations were 14 to 100 times higher. However, there was an inconsistency in the maximum concentrations of PAH. For mussels in cases they were close to the oldest dumping pits but for mussels on the seashore, collected a month earlier, highest concentrations were found close to the youngest dumping pit. This indicates that the PAH is windborn and concentrations can alter according to dominant wind direction. For *F. disticus* the highest concentrations were found close to the oldest dumping pits, even though the samples were taken at the same time as the mussels from the shore. It is estimated that the half time of PAHs in organisms is 14 days.

It can be concluded that the environmental impact of the dumping pits is negligible.

No significant increase in concentration of heavy metals can be related to the dumping pits and the increased concentrations of PAHs are presumably windborne from the smelter. The total PAHs concentrations found in organisms are however, similar to background values used in Europe.