



**Verkefnisnúmer: 8HK12091**

# **Aðfanga- og afurðagreining á iðnaðarsvæðinu á Grundartanga**

**Ágúst 2012**

**Guðrún Kristín Einarsdóttir**

## Efnisyfirlit

Listi yfir töflur .....	3
Listi yfir myndir .....	4
1 Inngangur.....	5
2 Um iðnaðarsvæðið á Grundartanga.....	6
3 Starfsemi á Grundartanga.....	7
3.1 Elkem Ísland ehf. ....	7
3.2 Norðurál ehf. ....	7
3.3 Faxaflóahafnir sf.....	8
3.4 GT Tækni ehf.....	8
3.5 GMR Endurvinnslan ehf.....	9
3.6 Kratus ehf.....	9
3.7 Lífland ehf. ....	9
3.8 Klafi ehf.....	10
3.9 Stálsmiðjan ehf.....	10
3.10 Héðinn hf.....	10
3.11 Hamar ehf. ....	11
4 Innflutningur .....	12
4.1 Innflutningur Norðuráls.....	12
4.2 Innflutningur Elkem Ísland.....	13
5 Framleiðsluferli .....	14
5.1 Framleiðsluferli Norðuráls.....	14
5.2 Framleiðsluferli Elkem Ísland.....	17
6 Útflutningur.....	20
6.1 Útflutningur Norðuráls .....	20
6.2 Útflutningur Elkem Ísland .....	21
6.3 Mismunur á útflutningi og framleiðslu á Grundartanga.....	22
7 Úrgangur.....	23
7.1 Úrgangur frá Norðuráli.....	23
7.2 Úrgangur frá Elkem Ísland .....	24
8 Nýting úrgangs.....	25
8.1 Endurvinnsla koltvíoxíðs .....	25

8.1.1	Carbon Recycling International í Svartsengi .....	25
8.1.2	Dímetýleter verksmiðja Mitsubishi á Grundartanga .....	26
8.1.3	Notkun koltvíoxíðs hjá garðyrkjubændum .....	29
8.2	Varmaendurvinnsla.....	29
8.2.1	Varmaendurvinnsla hjá Elkem Ísland .....	29
8.2.2	Varmaendurvinnsla hjá Norðuráli.....	30
8.3	Brennisteinn .....	31
8.3.1	Vothreinsun.....	32
8.4	Flúor.....	33
8.5	Kerbrot.....	33
8.5.1	Kerbrotagryfjur.....	33
8.5.2	Nýting kerbrota í öðrum iðnaði.....	34
8.5.3	Nýting kerbrota í framleiðslu múrsteina .....	34
8.5.4	Aðferð Rio Tinto Alcan við meðhöndlun kerbrota .....	35
8.5.5	Aðferð Alcoa-Ausmelt við meðhöndlun kerbrota.....	35
8.5.6	Aðrar aðferðir við losun kerbrota.....	36
8.6	Rafskaut.....	36
8.7	Annar úrgangur .....	37
9	Deiliskipulag á Grundartanga.....	38
10	Tækifæri fyrir nýjan iðnað á Grundartanga.....	41
10.1	Natríumklóratverksmiðja Kemira.....	41
10.2	Rafskautaverksmiðja á Katanesi.....	42
10.3	Birgðageymslur .....	43
10.4	Slippur.....	43
10.5	Sólarkísilverksmiðja Elkem Ísland.....	44
10.6	Úrvinnsluiðnaður áls .....	46
10.7	Kalsíum silikat einangrun úr kísilyki .....	47
	Lokaorð.....	48
	Heimildir .....	49
	Viðaukar .....	54
	Viðauki 1: Innflutningur.....	54
	Viðauki 2: Úrgangur .....	59

## Listi yfir töflur

Tafla 1: Hráefnanotkun Norðuráls árið 2011.....	13
Tafla 2: Hráefnanotkun Elkem Ísland árið 2011.....	13
Tafla 3: Mismunur á útflutningi og heildarframleiðslu á Grundartanga.....	22
Tafla 4: Gámaflutningar frá Grundartangahöfn.....	22
Tafla 5: Áætluð hráefnisnotkun natríumklóratverksmiðju á Grundartanga.....	41
Tafla 6: Áætluð hráefna- og orkuþörf núverandi og fyrirhugaðrar framleiðslu Elkem Ísland.....	45
Tafla 7: Áætluð losun loftkenndra efna frá núverandi og fyrirhuguðum rekstri Elkem Ísland.....	45
Tafla 8: Áætluð árlegt hámarks magn úrgangs frá núverandi og fyrirhugaðri framleiðslu Elkem Ísland.....	45

## Listi yfir myndir

Mynd 1: Innflutningur um Grundartangahöfn. (23) .....	12
Mynd 2: Skýringarmynd af rafgreiningarkeri Norðuráls á Grundartanga. (28) .....	15
Mynd 3: Framleiðsluferli álvers Norðuráls á Grundartanga. (28).....	16
Mynd 4: Framleiðsluferli kísiljárnverksmiðju Elkem Ísland á Grundartanga. (3) .....	17
Mynd 5: Kísiljárnofn hjá Elkem Ísland á Grundartanga. (3) .....	18
Mynd 6: Uppbygging reykhreinsivirkja hjá Elkem Ísland á Grundartanga. (3) .....	18
Mynd 7: Útsteyping á kísiljárn hjá Elkem Ísland á Grundartanga. (3).....	19
Mynd 8: Mólun og sigtun á kísiljárn hjá Elkem Ísland á Grundartanga. (3) .....	19
Mynd 9: Útflutningur frá Grundartangahöfn árin 2007 – 2011. (23) .....	20
Mynd 10: Útflutningur frá Norðuráli árin 2007 - 2011. (25) .....	21
Mynd 11: Framleiðsla Elkem Ísland á Grundartanga árin 2008-2011. (31) .....	21
Mynd 12: Heildarlosun úrgangs frá Norðuráli 2007 - 2011, skipt eftir flokkum. (25) .....	23
Mynd 13: Úrgangur frá Elkem Ísland 2007-2010. (33) .....	24
Mynd 14: Yfirlitsmynd af Grundartanga þar sem möguleg staðsetning DME verksmiðju er sýnd. (37).....	27
Mynd 15: Framleiðsluferli DME á Grundartanga. (37) .....	28
Mynd 16: Vothreinsunarbúnaður sem skilar gipsi. (43).....	32
Mynd 17: Samþykkt deiliskipulag iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. (55) .....	38
Mynd 18: Breytingatillaga Faxaflóahafna á deiliskipulagi Grundartanga frá nóvember 2008. (56) .....	39
Mynd 19: Áætluð staðsetning slípps við Grundartangahöfn. (56) .....	43

## 1 Inngangur

Skýrsla þessi var unnin á sumarmánuðum 2012 fyrir Nýsköpunarmiðstöð Íslands (NMÍ) í samvinnu við Samtök sveitarfélaga á vesturlandi (SSV). Auk þess var verkefnið styrkt af Vaxtarsamningi Vesturlands og Vinnumálastofnun.

Verkefnið fólst í því að gera úttekt á þeim efnum sem flutt eru inn á Grundartanga til iðnaðarnota, þeim afgangsefnum sem verða til á svæðinu og sömuleiðis þeim afurðum sem fluttar eru út af svæðinu. Markmið verkefnisins var að gera yfirlit yfir aðföng og afurðir iðnaðarsvæðisins á Grundartanga og kortleggja núverandi og fyrirhugaða starfsemi á svæðinu. Þessa samantekt má nýta til þess að greina tækifæri til frekari fullvinnslu hráefnis eða atvinnusköpunar í tengslum við þjónustu fyrirtækja á þessu svæði. Þá er einnig hugað að því hvort fyrirtæki á svæðinu séu að flytja inn vörur erlendis frá sem mögulega mætti framleiða á samkeppnishæfan máta hérlendis. Verkefnið var unnið í samstarfi við fyrirtæki á svæðinu og til þeirra var leitað við upplýsingaöflun varðandi núverandi og tilvonandi starfsemi.

Sérstakar þakkir fá Guðmundur Eiríksson hjá Faxaflóahöfnum, Þorsteinn Hannesson hjá Elkem Ísland, Halldór Guðmundsson hjá Norðuráli, Bolli Árnason hjá GT Tækni, Ólafur Sveinsson hjá Samtökum sveitarfélaga á Vesturlandi og Ingólfur Þorbjörnsson hjá Nýsköpunarmiðstöð Íslands fyrir greiðvikni og aðstoð við upplýsingaöflun. Einnig kann höfundur Guðbjörgu Hrönn Óskarsdóttur hjá Nýsköpunarmiðstöð Íslands miklar þakkir fyrir ómældan stuðning og aðstoð við vinnu verkefnisins.

## 2 Um iðnaðarsvæðið á Grundartanga

Grundartangi er landsvæði í norðanverðum Hvalfirði þar sem starfræktur hefur verið iðnaður síðan árið 1979. Það ár hóf Íslenska járnblendifélagið hf. þar rekstur járnblendiverksmiðju. Þegar bygging verksmiðjunnar hófst árið 1977 var einnig hafist handa við byggingu hafnarmannvirkja á Grundartanga. Til að byrja með þjónaði höfnin aðallega Íslenska járnblendifélaginu hf. en Sementsverksmiðjan á Akranesi notaði hana einnig til innflutnings á kolasalla. Árið 1998 var höfnin stækkuð þegar Norðurál ehf. hóf álvinnslu á svæðinu og enn frekar á árunum 2004 – 2006. Nú koma um 250 skip að landi á Grundartanga á ári sem flytja með sér um 1,1 milljón tonna af hráefni til stóriðju á svæðinu. Uppbygging Grundartanga hófst um það leyti sem Grundartangahöfn sameinaðist öðrum höfnum við Faxaflóann undir Faxaflóahöfnum sf. árið 2005. Faxaflóahafnir eiga um 615 hektara landsvæði á Grundartanga sem leigt er út til fyrirtækjanna á svæðinu og áætlað er að verði þróað áfram sem hafnar- og iðnaðarsvæði.

(1)

### 3 Starfsemi á Grundartanga

#### 3.1 Elkem Ísland ehf.

Elkem Ísland ehf. er hluti af norska fyrirtækinu Elkem AS og sérhæfir sig í framleiðslu járnblendis. Elkem AS er í eigu kínverska fyrirtækisins Bluestar. Járnblendiverksmiðja Elkem Íslands er staðsett á iðnaðarsvæðinu á Grundartanga og hófst starfsemi þar árið 1979, þá undir merkjum Íslenska járnblendifélagsins hf. Íslenska ríkið stofnaði félagið árið 1975 ásamt bandaríska fyrirtækinu Union Carbide sem sleit þó samstarfinu skömmu síðar. Í gegnum árin hefur eignarhald félagsins verið í höndum nokkurra aðila en árið 2003 keypti norska fyrirtækið Elkem AS allan hlut þess.

Í upphafi voru í verksmiðjunni 2 bræðsluofnar sem framleiddu árlega 60.000 tonn af stöðluðu kísiljárn en framleiðslan var seinna aukin í 72.000 tonn á ári. Fjölgun bræðsluofna var formlega samþykkt árið 1998 og árið 1999 var þriðji ofninn tekinn í notkun. Þar með var framleiðslugetan komin upp í 120.000 tonn á ári. (2) Árið 2011 framleiddi Elkem Ísland 105.193 tonn af kísiljárn og 20.132 tonn af kísilryki. (3)

Þær afurðir sem Elkem Ísland framleiðir eru staðalkísiljárn (e. standard ferrosilicon), sérhæft kísiljárn og kísilryk. Um nokkurt skeið framleiddi fyrirtækið einnig magnesíum kísiljárn en þeirri framleiðslu hefur verið hætt. Munurinn á stöðluðu og sérhæfðu kísiljárn er að sérhæfða kísiljárnin inniheldur lægra hlutfall aukaefna og er unnið úr sérstökum hráefnum, með sérstakri meðhöndlun. (4)

#### 3.2 Norðurál ehf.

Árið 1995 ákvað bandaríska fyrirtækið Columbia Ventures Corporation (CVC) að taka í notkun nýtt álver. Eftir að hafa skoðað ýmsa kosti var ákveðið að reisa álverið á Grundartanga í Hvalfirði og um það var stofnað félagið Norðurál ehf. Fyrsta ker álversins var svo gangsett í júní 1998. Árið 2004 keypti bandaríska fyrirtækið Century Aluminum álver Norðuráls en fyrirtækið á einnig tvö önnur álver og helming í því þriðja. Brúttóársvelta Norðuráls er um 500 milljónir dollara sem gerir það að einu stærsta iðnfyrirtæki á landinu.

Þegar álverið var gangsett árið 1998 var framleiðslugeta þess 60.000 tonn á ári en hún var aukin í 90.000 tonn árið 2001. Árið 2011 var ársframleiðsla fyrirtækisins komin upp í 280.300 tonn en starfsleyfi verksmiðjunnar takmarkast við framleiðslu 300.000 tonna



af fljótandi áli á ári. Í álverinu eru 4 kerskálar og alls 520 rafgreiningarker með forbökudum kolaskautum þar sem Hall-Hérout aðferðin er notuð við rafgreiningu súrals. Sú aðferð er mjög orkufrek en enn sem komið er hafa ekki komið upp aðrar lausnir sem reynst hafa fýsilegri, annað hvort af efnahags- eða umhverfislegum ástæðum. (5) Nánar er fjallað um aðferðina í kafla 5.1.

Álið sem Norðurál framleiðir er svokallað hráál, þ.e.a.s. það er ekki notað beint í afurðir án frekari meðhöndlunar. Til þess að ná fram styrk í áli þarf að blanda öðrum málum við hráálið, svo sem kopar, sinki eða magnesíum, og kallast það þá melmi. Notkun áls hefur aukist mikið á undanförunum árum, þá sérstaklega í farartækjum vegna þess að styrkur þess er mikill miðað við þyngd. Með því að smíða farartæki úr áli er því hægt að minnka eyðslu þeirra og draga úr mengun. (6)

### **3.3 Faxaflóahafnir sf.**

Faxaflóahafnir sf. tóku til starfa 1. janúar 2005 við sameiningu hafnanna við Faxaflóa; Reykjavíkurborgar, Grundartangahafnar, Akraneshafnar og Borgarneshafnar. Með sameiningunni var markmiðið að ná aukinni hagræðingu í rekstri hafnanna auk betri samkeppnisaðstöðu og samnýtingu hafnarsvæða. Faxaflóahafnir eru í eigu Reykjavíkurborgar, Akraneskaupstaðar, Hvalfjarðarsveitar, Skorradalshrepps og Borgarbyggðar. Eftir sameiningu hafnanna var ákveðið að efla Grundartangahöfn sem inn- og útflutningshöfn og hætta við áformaða höfn í Geldinganesi og um þetta leyti hófst uppbygging Grundartanga sem iðnaðarsvæðis. Áætlanir um lagningu Sundabrautar, tvöföldun Hvalfjarðarganga og tvöföldun vegar við Kjalarnes voru þá og eru enn veigamikil forsenda fyrir samnýtingu hafnarsvæða í Reykjavík og á Grundartanga. (7)

### **3.4 GT Tækni ehf.**

Fyrirtækið GT Tækni ehf. er byggt á grunni tæknideildar Íslenska járnblendifélagsins og hóf starfsemi árið 2002 og fagnaði því 10 ára afmæli á dögnum. Fyrirtækið var stofnað með hugmyndafræði Elkem AS í huga um að framleiðslufyrirtæki Elkem ættu að beina kröftum sínum að kjarnastarfsemi sinni og úthýsa annarri þjónustu. Nú eru starfsmenn GT Tækni um 80 talsins og sérhæfa sig í viðgerðum og nýsmíði á sviði rafmagns og véla en fyrirtækið skiptist í véla-, rafmagns- og verslunarsvið. GT Tækni sér meðal annars um alla tækniþjónustu og viðhald í Hvalfjarðargöngum. (8)

GT Tækni hefur nú skipst upp í tvö sjálfstæð hlutafélög, GTT og Meitil sem rekin eru saman. (9) Í byrjun árs hlaut GT Tækni A-vottun Samtaka iðnaðarins, fyrst allra fyrirtækja. Vottunin er staðfesting á því að rekstur fyrirtækisins er markviss og skilvirkur og er lokaskrefið af fjórum í vottunarferlinu. Fyrirtækið stefnir svo á að ljúka við ISO 9001 gæðavottunina á þessu ári. (10)

### **3.5 GMR Endurvinnslan ehf.**

GMR Endurvinnslan ehf. er stálendurvinnslufyrirtæki sem hyggst hefja starfsemi á Grundartanga í ársbyrjun 2013. Framkvæmdir eru þegar hafnar við byggingu 4.000 fermetra húsnæðis undir framleiðsluna. Málmurinn sem enduruninn verður hjá GMR er tindaefni og stálteinar sem fellur til frá álverunum. Hann er bræddur og hreinsaður í ljósbogaofni og síðan steypdur. Málmurinn nýtist í álverum hér á landi en er einnig seldur erlendis þar sem hann er helst notaður í byggingarstál. (11) Framleiðslugeta endurvinnslunnar verður 100.000 tonn á ári en til að byrja með munu 20 manns starfa við endurvinnsluna og verða þar framleidd um 30.000 tonn á ári. (12)

### **3.6 Kratus ehf.**

Kratus ehf. hefur hafið byggingu álgjallsendurvinnslu á Grundartanga. Endurvinnslan hyggst endurvinna álgjall og brotaál sem til fellur hér á landi en álgjall myndast í rafgreiningarkerum álvera þegar efsta lag álbráðarinnar oxast og myndar áloxíð ( $Al_2O_3$ ). Þetta lag er skafið af en óhjákvæmilega fylgir hreint ál með. Álgjallsendurvinnsla felst í nýtingu þessa hreina áls. Endurvinnslan fer fram í tromluofni þar sem álgjallið er brætt, fleytt undan saltlausn og steypd í einingar. Ef brotaáli er bætt í endurvinnsluferlið fæst betri og jafnari vinnsla. Starfsleyfi endurvinnslunnar gerir ráð fyrir endurvinnslu á allt að 15.000 tonnum á ári í 2.000 – 2.500 m<sup>2</sup> byggingu og að verksmiðjan skapi 6 – 8 störf. Gangsetning verksmiðjunnar er áætluð nú í sumar. (13)

### **3.7 Lífland ehf.**

Fóðurverksmiðja Líflands ehf. á Grundartanga var tekin í notkun í október 2010 en áður hafði hún verið til húsa í Korngörðum í Reykjavík. Nýja fóðurverksmiðjan byggir á nýjustu tækni og er mikil framför frá því sem áður hefur verið hér á landi. Helsta bætingin er á sviði sóttvarna en tæknin sem stuðst er við gerir fyrirtækinu kleift að tryggja öryggi í framleiðslu og gæði fóðursins. Nýja tæknin býður einnig upp á betri orkunýtingu. Framleiðslugeta verksmiðjunnar er um 60.000 tonn á ári af fóðri sem

stenst alþjóðlegar gæðakröfur. Athafnasvæði Líflands á Grundartanga er um 10.000 fermetrar en auk verksmiðjuhúsnæðisins eru þar birgðageymslur fyrir hráefni og afurðir. Hráefnageymslan rúmar 7.500 tonn og vörugueymslan 500 tonn. (14) Á undanförnum árum hefur landbúnaður dregist saman á suðurlandi en aukist á norður- og vesturlandi svo með flutningi fóðurverksmiðjunnar á Grundartanga var framleiðslan í raun færð nær markaði framtíðarinnar. (15)

### 3.8 Klafi ehf.

Fyrirtækið Klafi ehf. var stofnað árið 2000 af Norðuráli og Íslenska Járblendifélaginu (nú Elkem Ísland) til að sjá um þjónustu við Grundartangahöfn. Klafi sér um uppskipun aðfanga og útskipun afurða beggja fyrirtækjanna ásamt þjónustu við aðra skipaumferð á Grundartanga og gámaflutninga á hafnarsvæðinu. (16) Hjá Klafa starfa nú 13 starfsmenn og hlaut fyrirtækið nýverið D-vottun Samtaka iðnaðarins sem veitt er fyrirtækjum sem gert hafa rekstur sinn skilvirkari. (17)

### 3.9 Stálsmiðjan ehf.

Stálsmiðjan ehf. er fyrirtæki í skipasmíðaiðnaði auk þess sem það hefur tekið þátt í uppbyggingu og viðhaldi vatns- og gufuafsvirkjana og álverksmiðja. Fyrirtækið hefur stærstan hluta starfsemi sinnar í Reykjavík og Garðabæ en hyggst flytja upptökumannvirki að Grundartanga áður en langt um líður. Þar mun verða verkstæði og þurrkví og hægt að taka þar upp flest íslensk skip. (18) Fyrst um sinn munu um 30 – 40 manns starfa í smiðju Stálsmiðjunnar á Grundartanga en hingað til hefur sú starfsemi verið við Mýrargötu í Reykjavík. Starfsemin á Grundartanga verður hýst í 1.100 fermetra skemmu á 3.000 fermetra lóð á iðnaðarsvæðinu. Verkefni Stálsmiðjunnar hafa t.d. verið stórir verkþættir fyrir Norðurál og mun fyrirtækið halda áfram að þjónusta stóriðjuna á svæðinu. (19)

### 3.10 Héðinn hf.

Héðinn hf. er þekkingarfyrirtæki í málmiðnaði og véltækni, stofnað árið 1922. Höfuðstöðvar fyrirtækisins eru í Hafnarfirði en það rekur þjónustuverkstæði á Grundartanga þar sem jafnan starfa 7 manns. Fyrirtækið er margþætt en það rekur skipaþjónustu, véladeild, renniverkstæði, plötuverkstæði, tæknideild og járnsteypu. Véladeildin sinnir viðhalds- og viðgerðarþjónustu skipa ásamt uppsetningu á búnaði fyrir gufuafsvirkjanir og álver og öðrum sérhæfðum málmtæknaverkefnum.

Renniverkstæðið sér um rennismíði, fræsingu, viðgerðir og nýsmíði úr málmum og plötuverkstæðið sér meðal annars um skurð, völsun og beygingu á járn, áli og plasti. Tæknideildin styður starfsemi Héðins ásamt því að sjá um verkefnaöflun og þróun. (20)

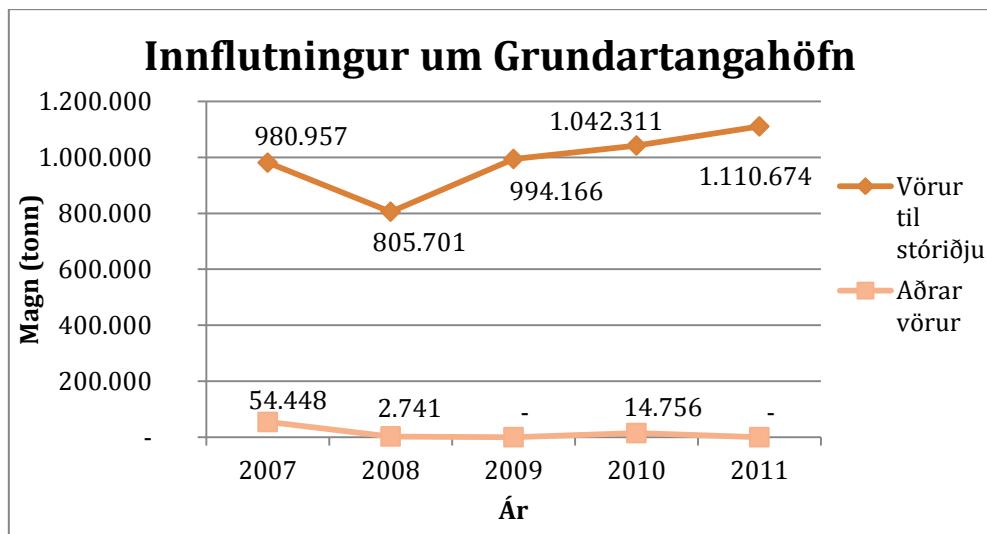
Þjónustuverkstæði Héðins á Grundartanga hýsir alla starfsemi fyrirtækisins á svæðinu en hún liggur að miklu leyti í þjónustu við Norðurál og Elkem Ísland. Einnig er þar boðið upp á viðgerðarþjónustu fyrir skip sem leggjast að Grundartangahöfn ásamt þjónustu við sjávarútveginn á Akranesi. (21)

### **3.11 Hamar ehf.**

Hamar er fyrirtæki á sviði málm- og véltækni og rekur 5 starfsstöðvar og þjónustuverkstæði um allt land. Árið 2010 opnaði fyrirtækið verkstæði á iðnaðarsvæðinu á Grundartanga. Verkstæðið annast járnsmíði úr svörtu járn, ryðfrú stáli, áli og steypujárn ásamt vélaviðgerðum og rennismíði. Hamar sér um vöruhönnun, framleiðslu, nýsmíði og viðhald í málmiðnaði. Fyrirtækið þjónustar m.a. sjávarútveg, matvælaíðnað og stóriðju. (22)

## 4 Innflutningur

Þær upplýsingar sem hér eru settar fram voru fengnar úr gögnum Faxaflóahafna um innflutning seinustu ára. Innflutningur um Grundartangahöfn hefur aukist jafnt og þétt undanfarin ár og árið 2011 voru flutt inn 1.110.674 tonn af vörum til stóriðju um höfnina. Mynd 1 sýnir þróun innflutnings um Grundartangahöfn árin 2007 – 2011.



Mynd 1: Innflutningur um Grundartangahöfn. (23)

### 4.1 Innflutningur Norðuráls

Árið 2011 flutti Norðurál á Grundartanga inn 542.800 tonn af súráli og 117.205 tonn af forbökuðum kolaskautum en þetta eru helstu hráefnin í framleiðslu hrááls. Súrálið er flutt inn frá Texas, Jamaíka og Suður Ameríku. (24)

Tafla 1 sýnir hráefnanotkun Norðuráls árið 2011. Þar sem öll hráefni eru innflutt sýnir taflan jafnframt innflutning álversins. (25) Hráefnanotkun undanfarin fimm ár er sýnd á línuritum á Myndum 1 – 3 og Töflu 1 í Viðauka 1.

Hráefnisnotkun 2011	Magn	Eining
Súrál	542.800	tonn
Álfúorið	5.021	tonn
Forbökuð skaut (netto notkun)	117.205	tonn
Própagas	265	tonn
Flotaolía MDO	-	lítrar
Gasolía (Dieselolía)	528.580	lítrar
Sódi	315	tonn
Kragasalli	1.436	tonn
Steypujárn	1.255	tonn
Gafflar og viðgerðarefni	1.643	tonn
Raforka	4.163.630	MWst
Iðnaðarvatn	56.800	m <sup>3</sup>
Neysluvatn	85.000	m <sup>3</sup>
Sjór	7.884.000	m <sup>3</sup>
Glussaolía	16.880	lítrar
Kæliolía	3.770	lítrar
Ýmis olúhreiniefni	1.010	lítrar
Smurolía	5.413	lítrar
Bakskautsteinar	1.824	tonn
Kísiljárn	14	tonn
Ferromangan	6	tonn
Ferfosfór	15	tonn
Kolefni (íblöndun)	50	tonn
Stálhögl	32	tonn
Tréspírur	13.750	stk
Rafgeymar	79	stk

Tafla 1: Háefnanotkun Norðuráls árið 2011.

#### 4.2 Innflutningur Elkem Ísland

Tafla 2 sýnir háefnanotkun Elkem Ísland árið 2011 og Myndir 4 – 7 og Tafla 2 í Viðauka 1 sýna þróun háefnanotkunar á helstu háefnum undanfarin ár. Sjá má að við efnahagshrun minnkaði háefnanotkunin en hefur aukist jafnt og þétt síðan þá.

Hráefnanotkun árið 2011	Tonn
Kvars	196.393
Kol	101.601
Koks	32.369
Járngrýti/eldhúð	44.298
Kalksteinn	524
Timburkurl	7.758
Rafskautamassi	5.121

Tafla 2: Háefnanotkun Elkem Ísland árið 2011.

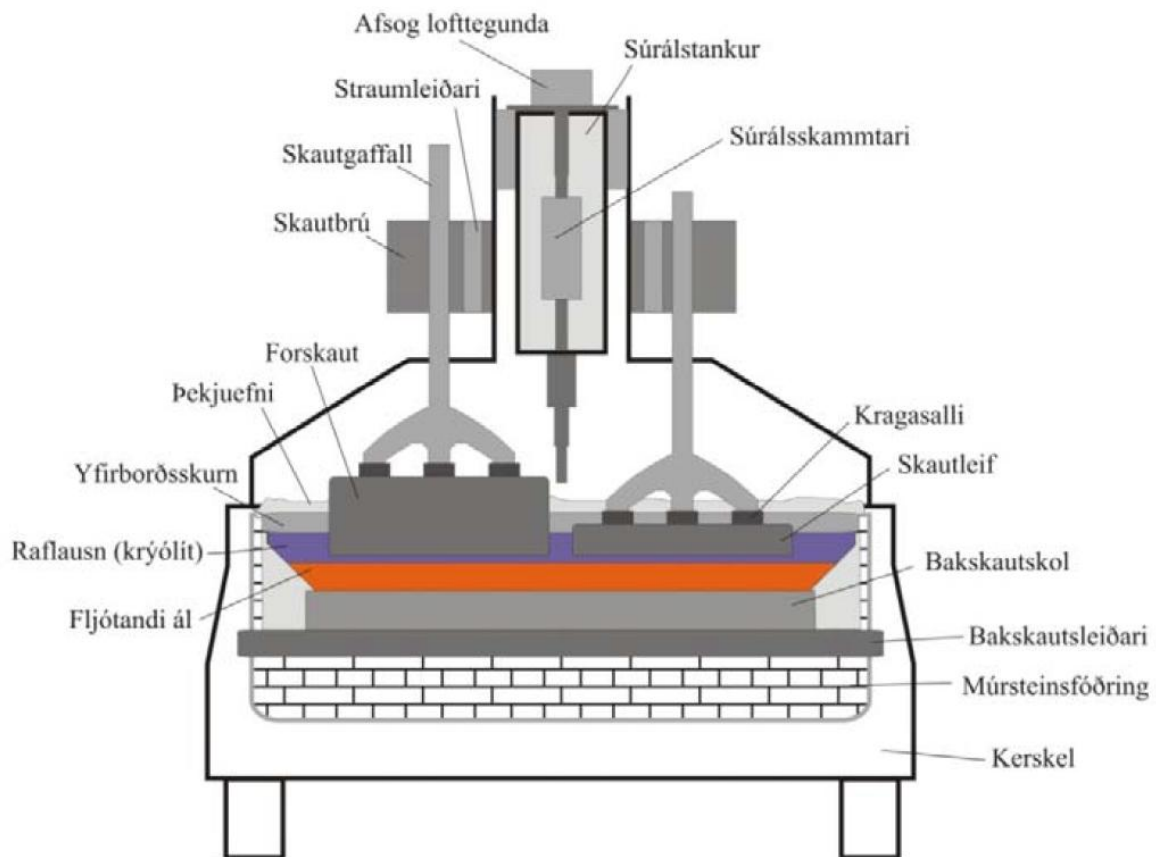
## 5 Framleiðsluferli

### 5.1 Framleiðsluferli Norðuráls

Hráefnin sem þarf til framleiðslu áls í álveri Norðuráls eru fyrst og fremst súrál ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), krýólít ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) og forbökuð kolefnisforskaut. Norðurál flytur súrál til álvinnslunnar inn frá Texas, Jamaíka og Suður Ameríku. Súrálið er flutt um lokað þéttflæðikerfi frá geymslu við höfnina á Grundartanga í þurrhrensivirki við kerskálana. Í þurrhrensivirkjunum er súrálínu blandað við afgang frá rafgreiningarkerunum en þar binst vetnisflúoríð við yfirborð súrálagnanna.

Þegar súrálið hefur farið í gegnum þurrhrensivirkin er það flutt í rafgreiningarkerin þar sem það er klofið í súrefni og hreint ál með rafgreiningu við háan hita. Krýólítið er mikilvægt í rafgreiningunni því það lækkar bræðslumark súrálins úr rúmum 2000 °C niður í tæpar 1000 °C. Súrefnið sem myndast við rafgreininguna hvarfast með bruna við kolefni í kolefnisskautum keranna og myndar koltvíoxíð. (26) Koltvíoxíðið gufar upp úr kerinu og er sogað upp í reykhreinsikerfið. Í rafgreiningarkerinu hvarfast bráðið krýólít við rakt loft ( $\text{H}_2\text{O}$ ) og myndar vetnisflúoríð ( $\text{HF}$ ). Vetnisflúoríðið er sogað upp með afsoginu og flutt í reykhreinsikerfið. Í reykhreinsikerfinu binst vetnisflúoríðið við súrálið svo úr verður hlaðið súrál. Þannig er yfir 99,7% af flúorinu endurnýtt í framleiðslunni. (27) Í kerinu verður eftir fljótandi ál sem flutt er í deiglum í steypuskála. Þar er það kælt niður í 720 °C og síðan steipt í 22 kg hleifa til útflutnings (sjá Mynd 3).

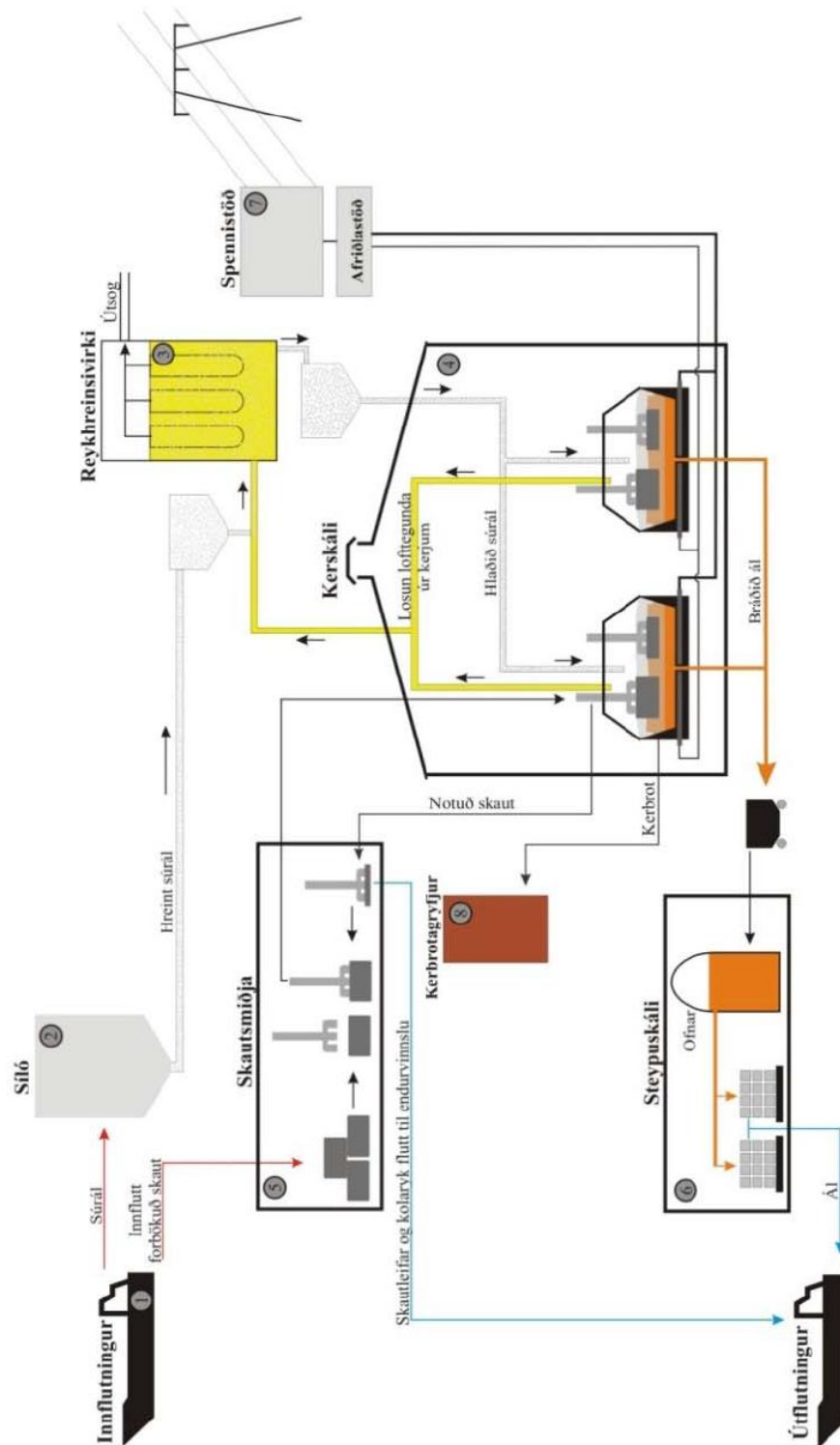
Kælikerfi álversins er tvískipt, annars vegar er lokað kælikerfi með vatni og frostlegi og hins vegar er opið kælikerfi sem tekur inn sjó og dælir honum út aftur. Helsti gallinn við að nota sjó til kælingar eru lífverurnar sem fylgja með inn í kerfið. (24)



**Mynd 2: Skýringarmynd af rafgreiningarkeri Norðuráls á Grundartanga. (28)**

Rafgreiningarker er byggt upp þannig að yst er kerskelin úr stáli (sjá Mynd 2). Til einangrunar eru múrsteinar innan við hana og þar fyrir innan er bakskaut úr kolefni. Súrálinu er dælt úr súrálstanki með súrálsskammtara niður í kerid. Þar blandast það raflausninni sem er bráðið krýólít. Ofan í málmbráðina í kerinu ganga kolefnisforskautin sem hvarfast við súrefnið í súrálinu. Forskautin eru fest á skautgaffla sem ganga úr skautbrú. Skautbrúin ýtir skautgöfflum neðar í bráðina eftir því sem kolefnisforskautin eyðast. Skautgaffallinn gegnir einnig hlutverki leiðara og leiðir rafstrauminn sem þarf í rafgreininguna. Spennan á milli forskautanna og bakskautanna í kerinu er um 4,3 V. (29)



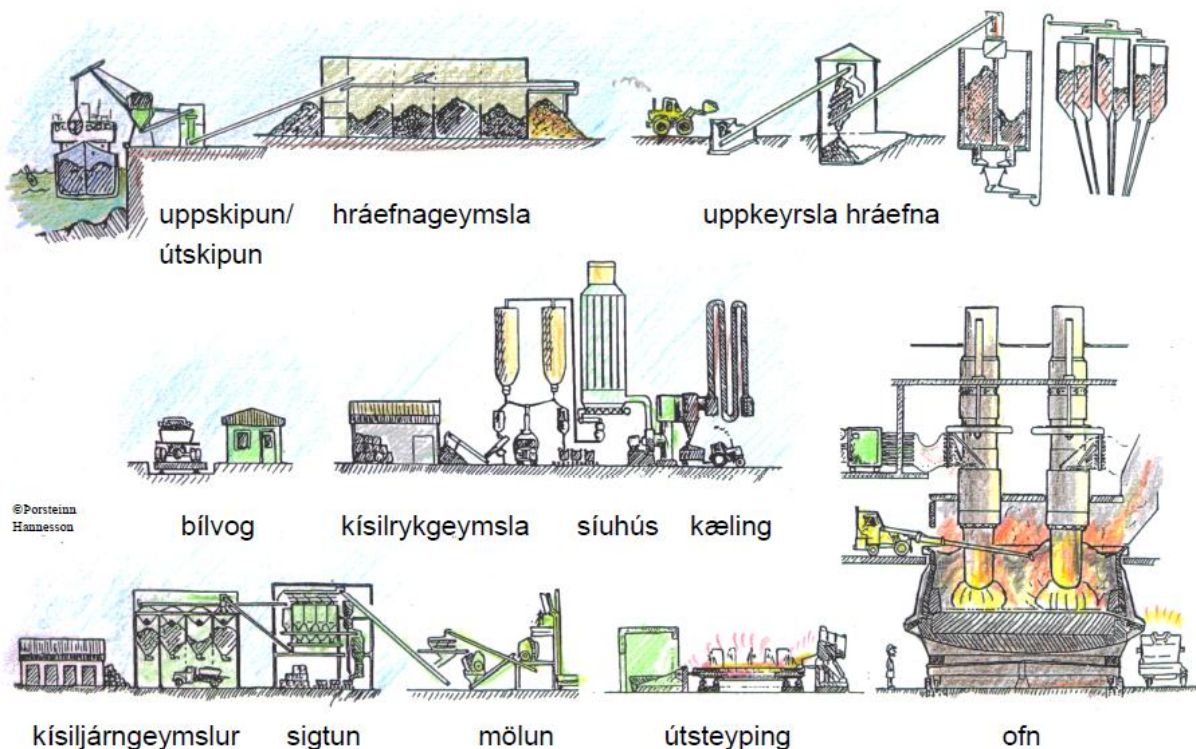


Mynd 3: Framleiðsluferli álvers Norðuráls á Grundartanga. (28)

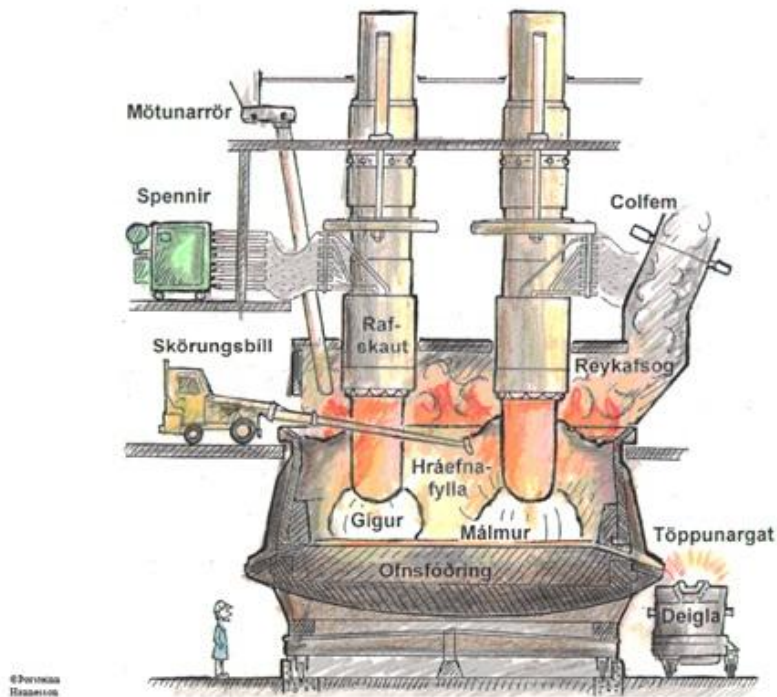
1. Súrálsmálar
2. Súrálssíló
3. Reykhreinsivirki – Tekur við hreinu súráli frá súrálssíló og notar það til að hreinsa afsog frá rafgreiningarkerum.
4. Kerskálar með rafgreiningarkerum.
5. Skaut koma frá skautsmiðju sem útbýr skaut og endurnýtir skautfestingar.
6. Fljótandi ál er sogað upp úr kerum í deiglur og flutt í steypuskála.
7. Spennistöð
8. Flæðigryfjur (kerbrotagryfjur)

## 5.2 Framleiðsluferli Elkem Ísland

Meginafurð Elkem Ísland er kísiljárn. Hráefnin sem notuð eru í gerð kísiljárnsins eru fyrst og fremst kvars, kolefni og járngrýti. Kolefnið er á formi kola, koks og timburkurls. Kvarsið, járngrýtið, kolin og koksið eru innflutt en timburkurlið er framleitt af Sorpu úr úrgangstimbri. Þrátt fyrir að kvars sé ein algengasta steind á Íslandi og finnist jafnvel í Hvalfirði á formi líparíts þá er ekki hægt að nota innlent kvars í framleiðsluna þar sem það er ekki nógu hreint. (30) Kísillinn í kísiljárninu kemur úr kvarsinu en kvars hefur efnaformúluna  $\text{SiO}_2$ . Kvarsið, kolefnið og járngrýtið er hvarfað saman í ljósbogaofni við háan hita þar sem kolefnið afoxar kvarsið svo úr verður fljótandi kísiljárn (sjá Mynd 5). Járngrýtið hvatar afoxun kísilsýrunnar og kolefnið hvarfast við súrefnið úr kvarsinu svo eftir verður fljótandi kísiljárnið. Þegar kolefnið hvarfast við súrefnið gufar það upp sem koltvíoxíð og/eða kolmónoxíð. Þessar lofttegundir fara út með afsogi í reykhreinsivirki. Framleiðsluferlið má sjá á Mynd 4.

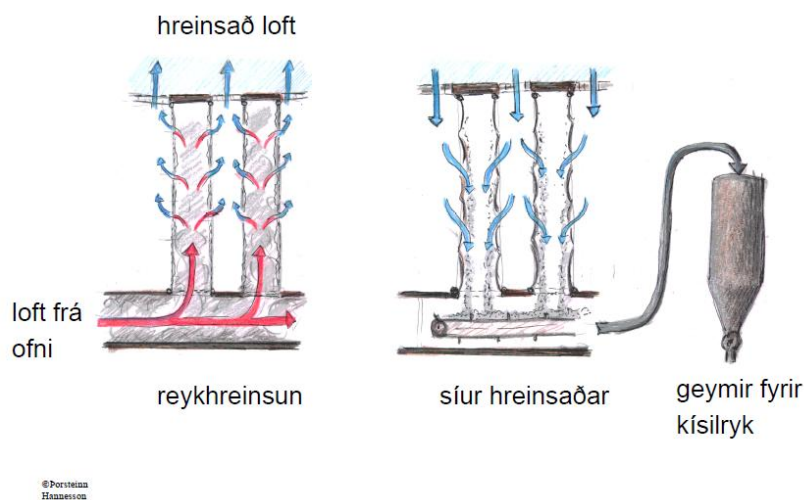


Mynd 4: Framleiðsluferli kísiljárnverksmiðju Elkem Ísland á Grundartanga. (3)



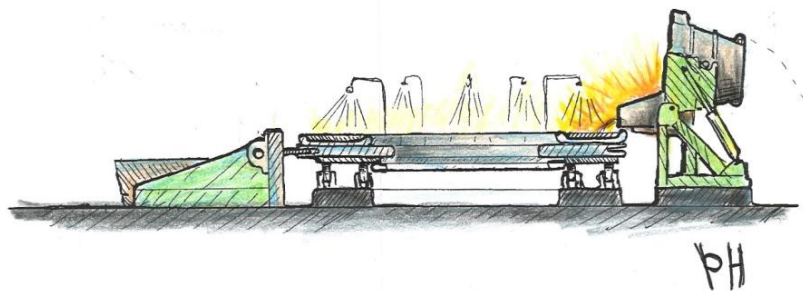
Mynd 5: Kísiljárnofn hjá Elkem Ísland á Grundartanga. (3)

Í afsogslofti reykhreinsivirkjanna myndast kísilryk sem er örfínt kísiloxíðduft (sjá Mynd 6). Áður fyrr var kísilrykið úrgangur sem fór í urðun. Nú er það hins vegar aukaafurð sem notuð er í sements- og steypuframleiðslu þar sem það eykur styrk steypunnar og kemur í veg fyrir alkalívirkni. Á hverju ári framleiðir Elkem Ísland um 20.000 tonn af kísilryki sem selt er erlendis.

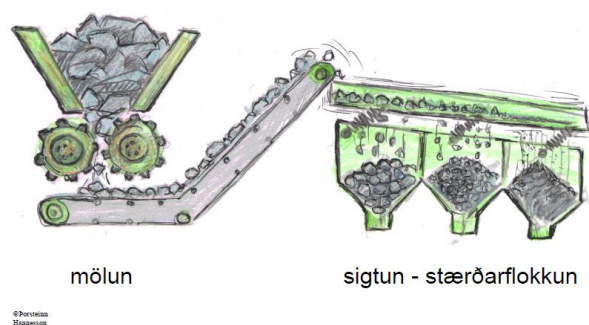


Mynd 6: Uppbygging reykhreinsivirkja hjá Elkem Ísland á Grundartanga. (3)

Eftir að fljótandi kísiljárníð hefur myndast í ljósbogaofnunum er því tappað á deiglu. Hluti þess fer í frekari vinnslu með málmhreinsun eða íblöndun fyrir útsteypingu, en afgangurinn er steypur beint út. Allur málmurinn er að lokum kældur með vatni sem við það gufar upp og er blásið frá. Eftir kólnun fer málmurinn í mölun. Þaðan fer hann í sigtun þar sem hann er flokkaður eftir stærð. Við mölunina myndast kvarssandur sem er of fínn til að hægt sé að nýta hann í framleiðsluna. Bleytt er upp í honum og hann urðaður í flæðigryfjum. Eftir mölunina er málminum pakkað og hann geymdur til flutnings (sjá Myndir 7-8).



**Mynd 7: Útsteyping á kísiljární hjá Elkem Ísland á Grundartanga. (3)**

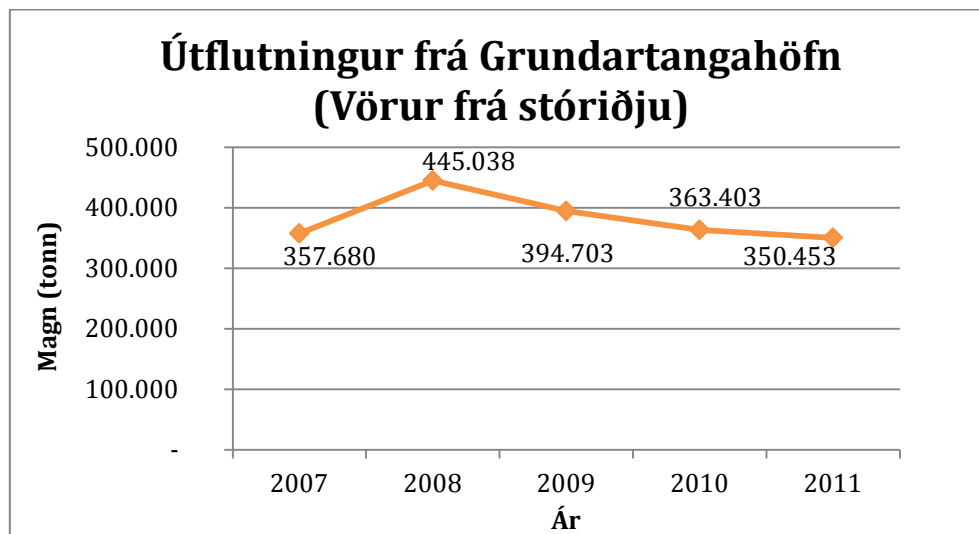


**Mynd 8: Mölun og sigtun á kísiljární hjá Elkem Ísland á Grundartanga. (3)**

Sú gerð kísiljárns sem Elkem Ísland framleiðir í mestum mæli er staðalkísiljárn (e. standard ferrosilicon). Staðalkísiljárn er málmblanda með 75% kísilmálmi, 23% jární og 1,5% áli. Kísiljárn er notað í stáliðnaði til að hreinsa súrefni úr stálbráð fyrir útsteypingu og þarf um 3 – 3,5 kg af kísiljární fyrir hvert tonn sem framleitt er af stáli. Til að byrja með framleiddi Elkem Ísland aðallega staðalkísiljárn en undanfarin ár hefur það breyst smám saman. Núna er sérhæft kísiljárn framleitt í auknum mæli en áður en það inniheldur lægra hlutfall af aukaefnum, s.s. áli, kolefni og títani. Þessi gerð er verðmætari en staðlaða gerðin og þannig hefur virði afurðanna verið aukið. Sérhæft kísiljárn er einkum notað við framleiðslu á gæðastáli. (4)

## 6 Útflutningur

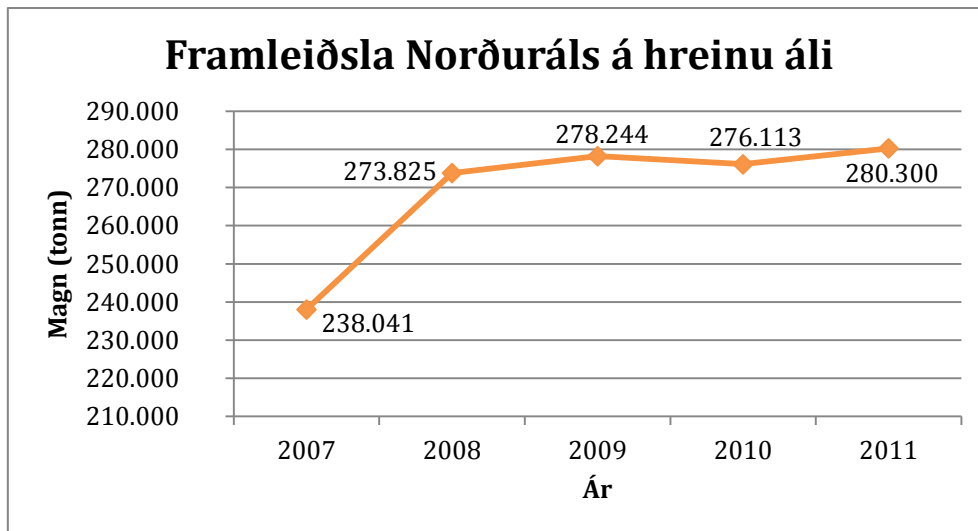
Upplýsingarnar sem hér fara á eftir eru fengnar frá Faxaflóahöfnum, Norðuráli og Elkem Ísland. Sjá má að samhliða aukningu innflutnings um Grundartangahöfn frá efnahagshruni hefur útflutningur um höfnina dregist saman. Breytingar á lagerhaldi geta haft áhrif á þessar tölur en nánar er komið inn á það í kafla 6.3. Mynd 9 sýnir þróun útflutnings frá Grundartangahöfn árin 2007-2011.



Mynd 9: Útflutningur frá Grundartangahöfn árin 2007 – 2011. (23)

### 6.1 Útflutningur Norðuráls

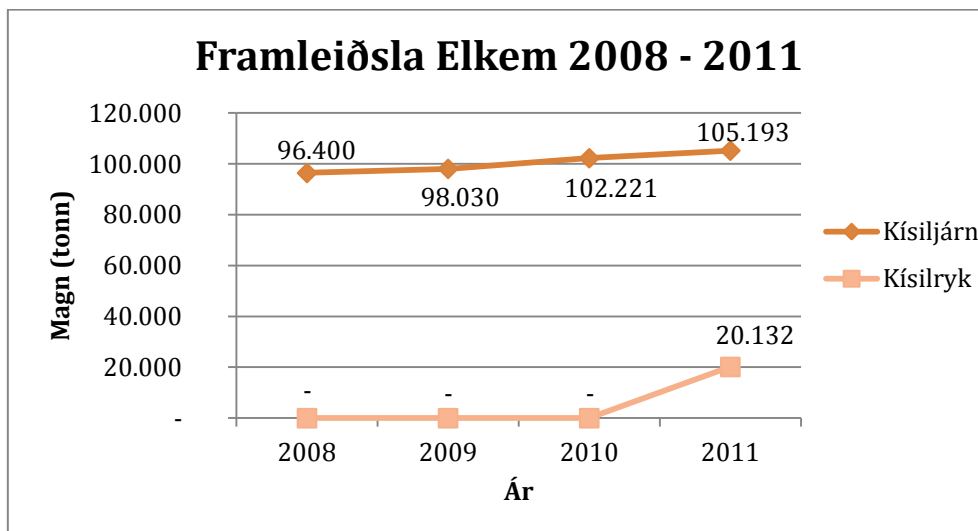
Framleiðsla Norðuráls á hreinu áli árið 2011 var 280.300 tonn. Það er nálægt takmörkunum starfsleyfis álversins en þar er gert ráð fyrir framleiðslu á allt að 300.000 tonnum. Framleiðslugeta álversins er hins vegar um 10% meiri eða um 330.000 tonn. Líkur eru því á að fyrirtækið sæki um leyfi til aukinnar framleiðslu upp að 330.000 tonnum á næstu árum. Slík framleiðsluaukning myndi ekki krefjast stækkunar á álverinu heldur einungis straumhækkunar. (24) Á Mynd 10 má sjá þróun útflutnings á hreinu áli frá Norðuráli árin 2007 – 2011. Tölulegar upplýsingar eru fengnar úr Grænu bókhaldi Norðuráls.



**Mynd 10: Útflutningur frá Norðuráli árin 2007 - 2011. (25)**

## 6.2 Útflutningur Elkem Ísland

Mynd 11 sýnir þróun framleiðslu kísiljárns og kísilryks hjá Elkem Ísland á Grundartanga árin 2008-2011. Framleiðslutölur eru fengnar úr skýrslum um umhverfissvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga.



**Mynd 11: Framleiðsla Elkem Ísland á Grundartanga árin 2008-2011. (31)**



### 6.3 Mismunur á útflutningi og framleiðslu á Grundartanga

Þegar tölur um útflutning frá Grundartangahöfn á vörum frá stóriðju eru bornar saman við framleiðslutölur Elkem Ísland og Norðuráls kemur í ljós að þær stemma ekki. Árin 2008 og 2009 var útflutningurinn meiri en heildarframleiðsla iðjuveranna tveggja en árin 2010 og 2011 var heildarframleiðslan meiri en útflutningurinn. Árið 2011 er framleiðsla Elkem Ísland og Norðuráls rúmum 55.000 tonnum meiri en útflutningur frá stóriðju á Grundartanga. Vissulega er hluti afurða frá iðjuverunum seldur á innanlandsmarkaði en þó ekki nærri því jafn hátt hlutfall og hér um getur. Líklegast er hér um að ræða breytingar á lagerhaldi og einnig vantar gámaflutninga inn í þessar tölur. Til að mynda voru 1050 tonn af afurðum Elkem Ísland flutt í gámum frá Reykjavíkurhöfn árið 2011. Tafla 3 sýnir muninn á útflutningi vara frá stóriðju á Grundartanga og heildarframleiðslu Elkem Ísland og Norðuráls.

Ár	Útflutningur (tonn)	Heildarframleiðsla (tonn)	Mismunur
2008	445.038	370.225	74.813
2009	394.703	376.274	18.429
2010	363.403	378.334	- 14.931
2011	350.453	405.625	- 55.172

Tafla 3: Mismunur á útflutningi og heildarframleiðslu á Grundartanga.

Tafla 4 sýnir gámaflutninga frá Grundartangahöfn síðastliðin 5 ár. Einingin TEU stendur fyrir jafngildi tuttugu feta gáms (e. twenty-foot equivalent unit).

Ár	Hlaðnir (TEU)	Tómir (TEU)
2007	11.093	592
2008	13.187	289
2009	13.062	155
2010	15.086	125
2011	15.801	236

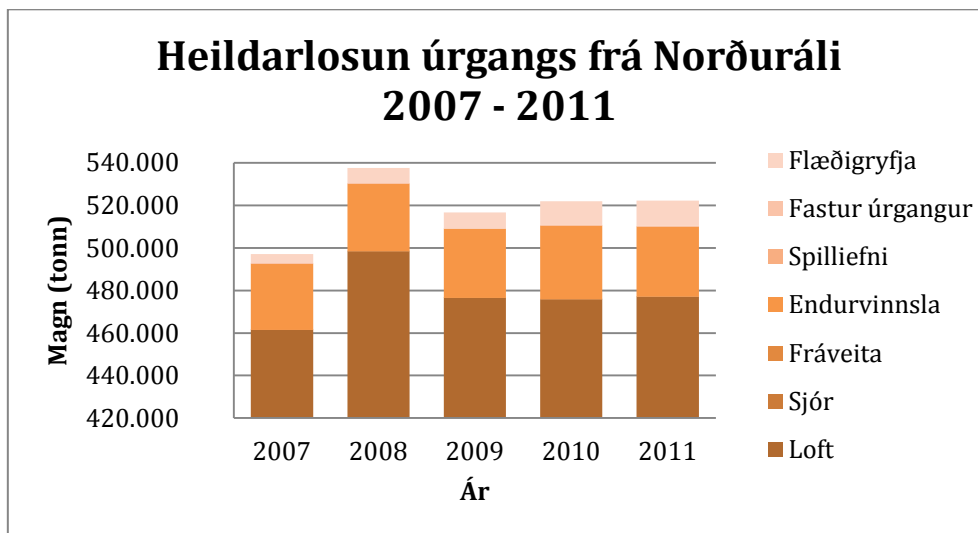
Tafla 4: Gámaflutningar frá Grundartangahöfn.

## 7 Úrgangur

Upplýsingar um úrgangsefni frá iðjuverunum á Grundartanga voru fengnar í Grænum bókhöldum Norðuráls og Elkem Ísland fyrir árin 2007 – 2011.

### 7.1 Úrgangur frá Norðuráli

Úrgangsefnum frá Norðuráli má skipta í nokkra flokka eftir því hvernig þau eru losuð. Þau eru ýmist losuð í loft, sjó, fráveitu, flæðigryfju, flutt í móttöku spilliefna eða endurunnin. Stærstur hluti úrgangsefna er losaður út í andrúmsloftið eða hátt í 500.000 tonn á ári en þar vegur koltvíoxíðlosunin mest. Úrgangur til endurvinnslu vegur einnig nokkuð mikið en hann er um 30.000 tonn á ári. Þá er það úrgangur í flæðigryfju sem hefur verið um 11.000 tonn síðastliðin tvö ár. Aðrir flokkar úrgangsefna eru aðeins brot af heildarmagninu. Skiptingu flokkanna má sjá á Mynd 12. Myndir 8 og 9 í Viðauka 2 sýna hvernig losun úrgangsefna í loft frá Norðuráli hefur þróast árin 2007 til 2011. Myndir 10 og 11 í Viðauka 2 sýna magn úrgangs frá Norðuráli sem fór til endurvinnslu árin 2007-2011.

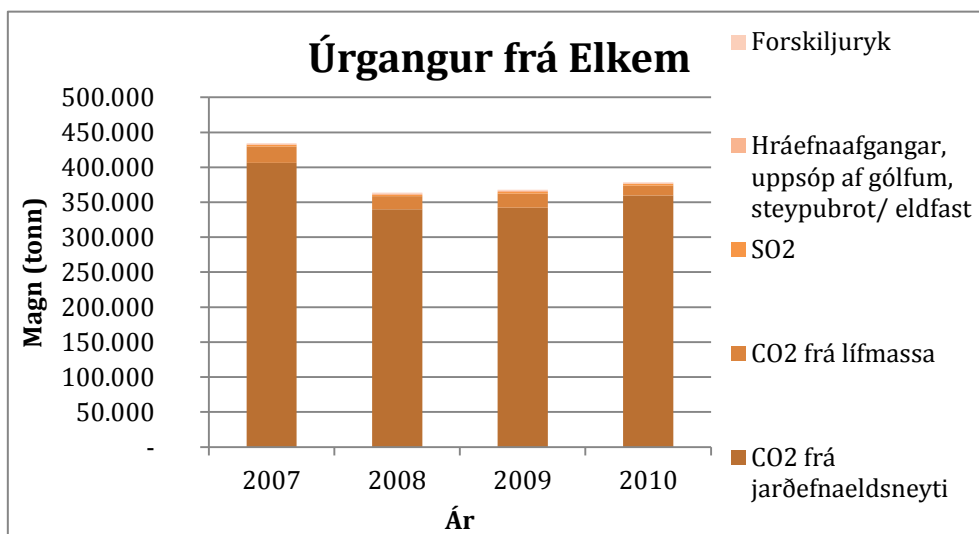


Mynd 12: Heildarlosun úrgangs frá Norðuráli 2007 - 2011, skipt eftir flokkum. (25)



## 7.2 Úrgangur frá Elkem Ísland

Í starfsleyfi Elkem Ísland kemur fram að fyrirtækinu sé leyfilegt að urða framleiðsluúrgang sem ekki er nýttur í annað. Áður fyrr voru úrgangsefni urðuð á urðunarstað austan við verksmiðjulóðina en þegar uppbygging hófst á Grundartanga var efnunum komið fyrir í flæðigryfjum í Grundartangahöfn. Þegar flæðigryfjurnar fyllast eru þær nýttar í landfyllingu. Eftir því sem að endurvinnsla hefur aukist hjá Elkem Ísland og markaður hefur fundist fyrir hliðarafurðir hefur efnunum fækkað sem urðuð eru í flæðigryfjum. Núna eru aðallega kvarts fínefni, forskiljuryk, uppsóp og ofnfóðringar losuð í flæðigryfjum. Um 1.500 tonn af forskiljuryki verður til árlega og um 800 tonn af kvarts fínefni en þessi efni eru vætt og þeim komið fyrir í flæðigryfju. Magnesíumoxíð ryki má einnig farga í flæðigryfjum ef ekki finnst endurvinnsluleið en af því myndast um 650 tonn á ári. Á hverju ári myndast um 9.000 tonn af gjalli og 6.000 tonn af málmleif sem eru nú seld úr landi til endurvinnslu en leyfilegt er að farga þeim í flæðigryfjum. (32) Mynd 13 sýnir úrgang frá Elkem Ísland eftir flokkum árin 2007-2010.



Mynd 13: Úrgangur frá Elkem Ísland 2007-2010. (33)

## 8 Nýting úrgangs

Samkvæmt upplýsingum úr Grænum bókhöldum Norðuráls og Elkem Ísland var úrgangur sem féll til á Grundartanga frá þessum tveimur iðjuverum hátt í 900.000 tonn árið 2011. Stærstur hluti hans eða tæp 800.000 tonn var á formi koltvíoxíðs sem losnar með afgangi frá iðjuverunum.

### 8.1 Endurvinnsla koltvíoxíðs

Í álverum klofnar súrál í súrefni og ál við rafgreiningu og kolefnið í kolaskautunum binst súrefninu og myndar koltvíoxíð. Í kísiljárnverksmiðjum er kolefni einnig notað á formi kola, koks og timburkurls til að afoxa kvarsíð ( $\text{SiO}_2$ ). Við það myndast koltvíoxíð sem fer út í reykhreinsivirki með afsogi. Myndun koltvíoxíðs er því óhjákvæmilegur fylgifiskur bæði áliðnaðarins og kísiljárníðnaðarins.

Ýmsar aðferðir hafa verið þróaðar á undanförunum árum til að losa koltvíoxíð úr andrúmslofti. Helsta vandamálið við vinnslu þess úr andrúmsloftinu er þó hversu lítið magn er af því og í lágum styrkleika. Til þess að t.d. framleiðsla metanóls úr koltvíoxíði sé hagkvæm þarf styrkur koltvíoxíðs að vera hár og magn þess mikið. Þær aðstæður eru helst til staðar við jarðvarmavirkjanir og iðjuver og væri Grundartangi því ef til vill fýsilegur kostur til endurvinnslu koltvíoxíðs. Möguleikar á nýtingu koltvíoxíðs á Grundartanga hafa verið skoðaðir í einhverjum mæli bæði hjá Elkem Ísland og Norðuráli. Niðurstöðurnar frá Norðuráli voru þær að líklega er ekki um nógu háan styrk að ræða en mögulegt er að Elkem Ísland gefi betri raun. (24)

#### 8.1.1 Carbon Recycling International í Svartsengi

Fyrirtækið Carbon Recycling International hefur hafið vinnslu á metanóli úr koltvíoxíðútblæstri frá jarðvarmaorkuverinu í Svartsengi. Orkuverið losar um 80.000 tonn af koltvíoxíði á ári en úr því er hægt að framleiða um 56.000 tonn af metanóli. (34) Fyrst var sett á fót tilraunaverksmiðja á Höfðabakka í Reykjavík en nýlega opnaði fyrirtækið verksmiðju á byrjunarstigi í Svartsengi. Sú verksmiðja getur framleitt um 5 milljónir lítra af metanóli á ári. Fyrirtækið stefnir síðar á byggingu stærri verksmiðju sem mun geta framleitt 50 milljón lítra á ári og er horft til Kröflu varðandi staðsetningu hennar. Einnig hefur fyrirtækið horft til framleiðslu metanóls úr sorpi en úr sorpinu sem fellur til á höfuðborgarsvæðinu væri hægt að framleiða um 80 milljón lítra af metanóli. (35)

Árlega losar álver Norðuráls á Grundartanga rúmlega 400.000 tonn af koltvíoxíði út í andrúmsloftið (25) og járnblendiverksmiðja Elkem Ísland tæplega 400.000 tonn. (33) Samtals gera þetta um 800.000 tonn af koltvíoxíði sem losað er út í umhverfið og á þátt í aukningu gróðurhúsaáhrifa. Þegar þessar tölur eru settar í samhengi við losun jarðvarmavirkjunarinnar í Svartsengi má sjá að hægt væri að framleiða töluvert magn af metanóli úr koltvíoxíði sem losnar á Grundartanga þar sem losunin er um tífalt meiri en í Svartsengi. Með stækkun Elkem Ísland úr 120.000 tonnum í 190.000 tonn á ári myndi losun koltvíoxíðs aukast enn frekar og færi þá líklega að nálgast milljón tonn á ári.

Ljóst er að leit að nýjum eldsneytisgjöfum stendur frammi fyrir heimsbyggðinni þar sem jarðefnaeldsneytið sem nú er notað mun klárast er fram líða stundir. Metanól gæti þar verið fýsilegur kostur. Auk möguleikans á að framleiða metanól úr koltvíoxíði sem losnar frá iðjuverum er einnig hægt að framleiða það úr kolmónoxíði og efnasmíðagasi úr lífmassa. Framleiðsla metanóls úr koltvíoxíði krefst 11 kílówattstunda á hvert kílógramm af metanóli. Með því að framleiða metanól úr kolmónoxíði má lækka orkuþörfina á kg af metanóli um þriðjung en auk koltvíoxíðs losnar einnig nokkuð magn kolmónoxíðs frá Grundartanga. Framleiðsla metanóls úr efnasmíðagasi úr lífmassa lækkar orkuþörfina enn frekar eða niður í 3,6 kWh/ kg metanól. (36)

### 8.1.2 Dímetýleter verksmiðja Mitsubishi á Grundartanga

Dímetýleter (DME) er lífrænt efnasamband með efnaformúluna  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$ . DME er yfirleitt myndað með því að breyta fyrst kolvetnum úr jarðgasi í efnasmíðagas. Efnasmíðagasi er síðan breytt í metanól fyrir tilstilli hvata. Að lokum er DME myndað úr metanóli með hjálp annars konar hvata. DME lofar góðu sem eldsneyti á dísilvélar vegna hárrar setantölu þess og notkun sem eldsneytis á bíla krefst einungis minniháttar breytinga á dísilvélum. Bruni DME er einnig tiltölulega hreinn og uppfyllir það ströngustu útblásturskröfur í Evrópu, Bandaríkjunum og Japan.

21. nóvember 2008 skrifuðu aðilar frá Iðnaðarráðuneytinu, Mitsubishi Heavy Industries, Mitsubishi Corporation og Heklu undir viljayfirlýsingu um fýsileikakönnun DME verksmiðju á Íslandi. Í fýsileikakönnuninni voru eftirfarandi atriði skoðuð:

- Mat á mögulegum koltvíoxíðuppsprettum með tilliti til magns, samsetningar, óhreininda o.fl. ásamt vali á hentugum stað fyrir verksmiðjuna.
- Frumhönnun á endurnýtingarverksmiðju koltvíoxíðs og DME verksmiðju.

- Útreikningar á kostnaði við byggingu og rekstur DME verksmiðjunnar út frá frumhönnun.
- Mat á hagrænum fýsileika á DME framleiðslu miðað við þá orku sem er fyrir hendi.
- Frummat þar sem minnkun koltvíoxíðútblásturs vegna DME framleiðslu er borin saman við kolefnageymslu (e. Carbon Capture and Storage).

Niðurstaða fýsileikakönnunarinnar var að heppilegasti staðurinn fyrir DME verksmiðju væri við járnblendiverksmiðju Elkem Ísland á Grundartanga. Þaðan losnar mikið magn koltvíoxíðs sem hægt er að nota í framleiðsluna og þar er gott hafnarsvæði. Möguleg staðsetning er sýnd á Mynd 14.

HAFNARSVÆÐIÐ Á GRUNDARTANGA, AUSTURSVÆÐI

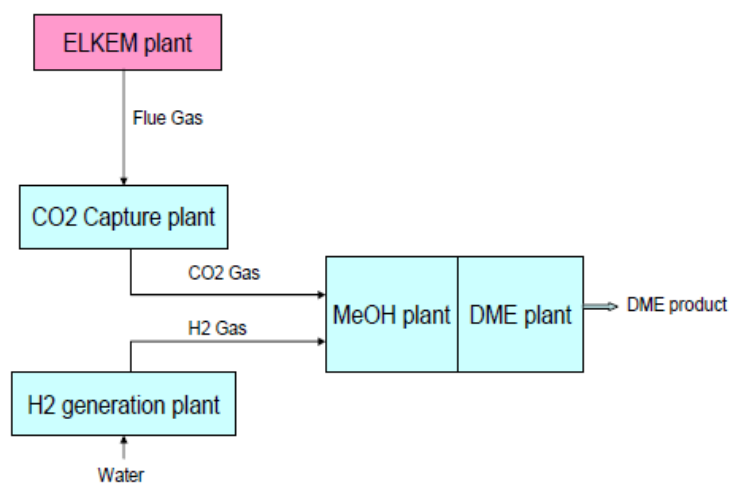


Mynd 14: Yfirlitsmynd af Grundartanga þar sem möguleg staðsetning DME verksmiðju er sýnd. (37)

Framleiðsla DME fer fram í 4 stigum:

1. Endurnýting koltvíoxíðs
2. Vetnisframleiðsla
3. Metanólframleiðsla
4. DME framleiðsla

Þau hráefni sem til þarf í DME framleiðslu eru aðallega koltvíoíð, vatn og raforka. Koltvíoíðið er einangrað úr afsogslofti frá járnblendiverksmiðju Elkem Ísland eftir að hafa verið brennisteinshreinsað. Koltvíoíðinu er næst beint yfir í metanólverksmiðjuna til áframhaldandi vinnslu. Í vetnisverksmiðjunni er vatn klofið í vetni og súrefni með rafgreiningu. Vetnið er síðan flutt áfram í metanólverksmiðjuna þar sem það er hvarfað við koltvíoíð í réttum hlutföllum til að mynda efnasmíðagas. Efnasmíðagasið er þjappað saman og sent í frekari vinnslu þar sem því er breytt í metanól. Að lokum er metanólið flutt í DME verksmiðjuna þar sem það fer í eimingu og er breytt í DME. Þá er lokaafurðin tilbúin til flutnings og sölu. Ferilinn má sjá á Mynd 15.



**Mynd 15: Framleiðsluferli DME á Grundartanga. (37)**

Helstu notkunarmöguleikar DME eldsneytis á Íslandi eru sem staðgengill dísilólú á bíla og skip. Framleiðslugeta DME verksmiðju á Grundartanga væri 500 tonn af DME á dag eða um 180.000 tonn á ári. Það jafngildir tæplega 120.000 tonnum af dísilólú. Kostnaður við framleiðsluna er u.þ.b. jafn verði á dísilólú á bíla með sköttum. Dísilólía á skip er hins vegar ódýrari vegna lægri skatta og er því sett spurningarmerki við samkeppnishæfni DME á þeim markaði. Ljóst er þó að til þess að DME geti orðið samkeppnishæft eldsneyti verður að koma til mikill stuðningur frá ríkinu, t.d. á formi niðurfellingu skatta á DME. Stór kostnaðarliður við framleiðslu DME er vetnisframleiðslan en í ljósi þess má benda á að vetni er aukaafurð natríumklóratverksmiðju sem fyrirhuguð var á Grundartanga. Fróðlegt væri því að

athuga hvaða áhrif sú viðbót hefði á starfsemi á svæðinu. Nánar er fjallað um natriumklóratverksmiðjuna í kafla 10.1.

Niðurstaða fýsileikakönnunarinnar var að engin tæknileg eða umhverfisleg áhyggjuefni standa í vegi fyrir byggingu DME verksmiðju á Grundartanga. Framleiðslukostnaðurinn var metinn ásættanlegur að teknu tilliti til framlagsins til íslensks samfélags. Var verkefnið álitid fýsilegt að því gefnu að stuðningur fengist frá íslenska ríkinu. (37) Þessum niðurstöðum verður hins vegar að taka með fyrirvara því ríkið myndi sjá fram á mikinn tekjumissi með skattaniðurfellingu á DME eldsneyti.

### 8.1.3 Notkun koltvíoxíðs hjá garðyrkjubændum

Ari Freyr Hermannsson rannsakaði arðbærni flutnings koltvíoxíðs frá Sorpu í Álfsnesi til garðyrkjubænda í meistaraverkefni sínu í fjármálaverkfræði árið 2011. Talið er að styrkur koltvíoxíðs í gróðurhúsum á Íslandi mætti vera töluvert meiri en hann er nú en þannig næst aukinn vöxtur plantnanna. Ástæða þess að koltvíoxíð er ekki notað í meiri mæli hjá garðyrkjubændum er ef til vill kostnaðurinn vegna þess. Á urðunarstað Sorpu í Álfsnesi er framleitt metan úr sorphaugum. Aukaafurð þessarar vinnslu er koltvíoxíð en verkefni höfundar fólst í því að kanna möguleika á flutningi þessa koltvíoxíðs til garðyrkjubænda. Komst höfundur að því að flutningurinn væri arðbær og hægt væri að bjóða lægra verð en býðst á markaðnum í dag. Fjöldi viðskiptavina hefði þó mikil áhrif á arðbærnina en töluverður munur var á því verði sem hægt var að bjóða einum viðskiptavini og því sem hægt var að bjóða fjórum viðskiptavinum. Ef fjöldi viðskiptavina fór upp í fimm var ársframleiðslan í Álfsnesi hætt að nægja eftirspurninni. (38) Árlega myndast um 1000 tonn af koltvíoxíði á urðunarstaðnum í Álfsnesi en til samanburðar myndast um 800.000 tonn hjá Elkem Ísland og Norðuráli á Grundartanga. Nýting garðyrkjubænda á koltvíoxíði sem fellur til á Grundartanga er því áhugavert verkefni sem vert er að skoða.

## 8.2 Varmaendurvinnsla

### 8.2.1 Varmaendurvinnsla hjá Elkem Ísland

Í meistaraverkefni sínu í vélaverkfræði árið 2009 fjallaði Heimir Hjartarson um möguleika varmaendurvinnslu hjá Elkem Ísland á Grundartanga með áherslu á raforkuframleiðslu. Þar kemur fram að orkunotkun járnblendiverksmiðjunnar á Grundartanga er um 98 MW og þar af fara um 46,5 MW til spillis. Umfram orkuna væri

til dæmis hægt að nota í raforkuframleiðslu, gufuframleiðslu til iðnaðarnota eða til að sjá íbúum Akraneskaupstaðar fyrir heitu vatni en úr afgangssorkunni væri hægt að framleiða um 11.800 m<sup>3</sup> /dag af 80 °C heitu vatni. Heita vatnið í Akraneskaupstað er nú flutt alla leið frá Deildartunguhver í Borgarfirði og væri því um að ræða töluverða styttingu á flutningsleiðinni ef hægt væri að ná í vatnið á Grundartanga.

Í verkefninu ber höfundur meðal annars saman orkuvinnslu frá jarðvarmavirkjunum og orkuendurvinnslu frá járnblendiverksmiðjum en reynsla er komin á endurvinnsluna í Noregi. Fram kemur að orkuendurvinnsla á Grundartanga hafi nokkra kosti fram yfir nýja jarðvarmavirkjun. Gufan sem kemur frá járnblendiverksmiðjunni er til að mynda mun hreinni en jarðgufa og því er lítil hætta á útfellingum og tæringu. Það gerir að verkum að hægt er að komast af með ódýrara hráefni í leiðslur því ekki mæðir eins mikið á þeim. Einnig er mun hærri þrýstingur á gufunni í járnblendiverksmiðjunni svo hægt er að nota grennri pípur sem skilar sér í lægri kostnaði. Þá er Grundartangi nú þegar iðnaðarsvæði (e. brownfield) með tilheyrandi þjónustu en jarðvarmavirkjanir eru hins vegar byggðar á grænum svæðum (e. greenfield) þar sem hvorki eru til staðar vegir, rafmagnslínur né önnur þjónusta. Að lokum er bent á að með því að nýta einnig varmaorkuna sem losnar frá álveri Norðuráls væri hægt að ná enn meira afli úr orkuendurvinnslustöðinni. (39)

### 8.2.2 Varmaendurvinnsla hjá Norðuráli

Martin Fler rannsakaði möguleika varmaendurvinnslu hjá álveri Norðuráls á Grundartanga í meistararitgerð sinni árið 2010. Verkefnið fólst að mestu í rannsókn efnainnihalds afgangss frá álverinu, eiginleika gassins og agna í gasinu ásamt tilhneigingu leiðslna framan við þurrhrensivirki álversins til stíflunar.

Um helmingur orkunnar sem notuð er í álverum tapast sem varmi út í umhverfið. Stærstur hluti varmatapsins er óhjákvæmilegur því hitajafnvægi þarf að ríkja í kerunum vegna rafgreiningarferlisins og til að vernda kerfóðringuna. Hins vegar er afgang orsök um 30 – 45% af heildarvarmatapi álvera og er tiltölulega auðvelt að nálgast þann varma til endurvinnslu. Hér er þó um að ræða lægra hitastig á afganginu en um er að ræða hjá Elkem Ísland. Í rannsókn Martins Fler kom fram að frá álveri Norðuráls á Grundartanga væri hægt að endurvinna um 55 MW sem myndi nægja til að sjá um 16.000 heimilum fyrir heitu vatni auk þess sem endurvinnslan myndi draga úr orkunotkun í reykahreinsivirkinu. Íbúar Akraneskaupstaðar eru rúmlega 6.500 svo ljóst



er að endurvinnslan gæti hæglega séð íbúunum þar fyrir heitu vatni. Í ljósi þess má benda á að núverandi hitaveitulögn til Akraness er frá Deildartunguhver í Borgarfirði og er talið að hún sé sú lengsta í heimi, samtals um 74 km. Fjarlægðin frá Grundartanga að Akranesi er hins vegar einungis 17 km.

Nokkurra áratuga reynsla er komin á varmaendurvinnslu frá álverum en í Høyanger og Sunndaløra í Noregi er afgangsvarmi frá álverum Norsk Hydro nýttur til húshitunar á svæðunum í kring. Endurvinnslan í Høyanger hefur verið í gangi síðan árið 1981 og getur endurunnið um 4,2 MW. Í Sunndaløra hefur varmadreifikerfið verið gangandi síðan árið 2004 með getu upp á 6 MW auk stuðnings frá 8 MW gaskatli.

Þrátt fyrir að endurvinnsla varma frá reykhreinsikerfi Norðuráls líti vel út í fljótu bragði fylgja henni þó vandkvæði á borð við rykinnihald afgassins og lágt hitastig. Hægt væri að ná hitastiginu upp með betri einangrun en vegna rykinnihaldsins þyrfti að huga vel að útfellingarvörnum í hönnun varmaskiptanna. Þá er frekari rannsókna þörf til að meta hvernig best væri að hanna slíkt kerfi og hvort það væri yfir höfuð hagkvæmt. (40)

### 8.3 Brennisteinn

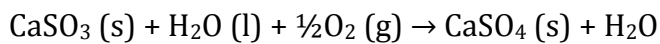
Brennisteinn fellur til frá bæði álveri Norðuráls og járnblendiverksmiðju Elkem Ísland sem brennisteinstvíoxíð. Brennisteinstvíoxíð er ein helsta orsök súrs regns sem er umhverfisvandamál í heiminum. Þrátt fyrir hreinsibúnað í álverinu sleppur nokkuð magn brennisteins út í andrúmsloftið. Brennisteinn í álverinu er uppruninn í kolaskautum rafgreiningarkeranna og er þar óæskilegt efni. Þar sem að brennisteinn getur ekki bundist súráli þá er ekki hægt að hreinsa hann í þurrhreinsivirkjunum líkt og flúor. (41) Ýmis not eru fyrir brennistein í iðnaði en ber þar helst að nefna framleiðslu á brennisteinssýru, gróðuráburði og skordýraeitri. Einnig er brennisteinn mikið notaður við víngerð og sem rotvarnarefni í matvælaíðnaði. Að lokum má nefna að með því að nota vothreinsun (e. Flue-gas desulfurization) við hreinsun brennisteins úr afsogslofti verður til gips. Nánar er fjallað um það í kafla 8.3.1. (42)

Álver Norðuráls á Grundartanga losar árlega 3.092 tonn af brennisteinstvíoxíði út í andrúmsloftið. Járnblendiverksmiðja Elkem Ísland losar að sama skapi 2.368 tonn af efninu á ári hverju. Því er ljóst að nokkuð magn efnisins fellur til frá þessum tveimur fyrirtækjum á svæðinu.



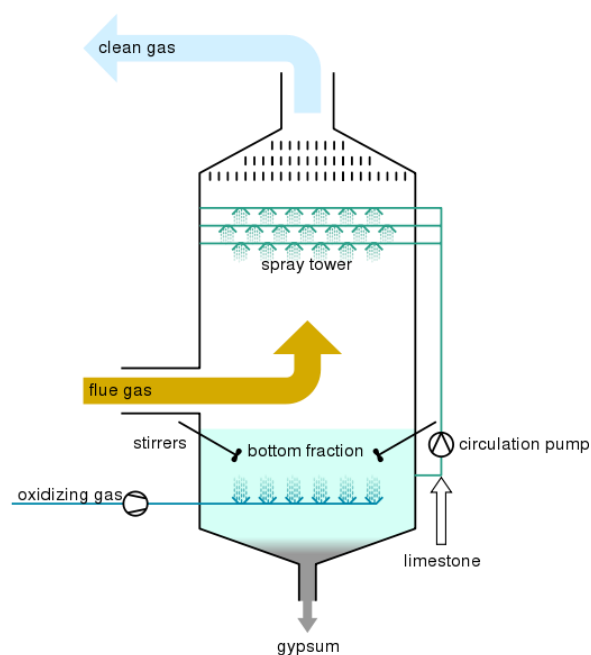
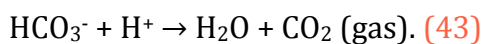
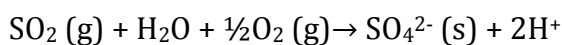
### 8.3.1 Vothreinsun

Vothreinsun (e. Flue-gas desulfurization/ Wet scrubbing) er aðferð við að hreinsa brennisteinsoxíð úr afsogslofti frá verksmiðjum. Hún felst í því að alkalílausn (yfirleitt kalk eða sjór) er notuð til að hreinsa agnir úr loftinu. Þegar kalk ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) er notað við hreinsunina þá hvarfast það við brennisteinstvíoxíðið ( $\text{SO}_2$ ) og myndar kalsíumsúlfít ( $\text{CaSO}_3$ ) ásamt vatni. Með því að nota að auki aðferð sem kallast þvinguð oxun (e. forced oxidation) er gips myndað úr kalsíumsúlfítinu með efnahvarfinu



Þannig er söluvara mynduð úr úrgangsefni sem ellegar myndi menga andrúmsloftið. Mynd 16 sýnir skýringarmynd af vothreinsunarbúnaði sem skilar gipsi.

Önnur aðferð við vothreinsun er að nota sjó sem alkalílausn. Þá tekur sjórinn upp brennisteinstvíoxíðið og þegar efnin hvarfast við súrefni myndast sulfatjónir og vetni. Kolefni í sjónum hvarfast við vetnisjónirnar og myndast þá vatn og koltvíoxíð. Efnahvarfinu er lýst með eftirfarandi jöfnum,



Mynd 16: Vothreinsunarbúnaður sem skilar gipsi. (43)

## 8.4 Flúor

Mikið magn flúors fellur til frá álverinu á Grundartanga með afgangi á hverju ári. Stærstur hluti þess, eða um 99,7%, er endurnýttur í þurrhrensivirkjum þar sem því er blandað við súrál. Þegar súrálið hvarfast við flúorið verður til hlaðið súrál. Endurnýttta flúorið kemur að einhverju leyti í stað krýolítsins sem nota þarf til að ná bræðslumarki súralsins niður. Sá hluti flúorsins sem ekki næst að hreinsa eru 113 tonn sem sleppa út í andrúmsloftið og 5,3 tonn sem eru losuð í sjó. Flúor sem losað er í sjó hvarfast þar við kalsíum og magnesíum í sjónum og myndar torleystar flúrít-útfellingar. (27)

## 8.5 Kerbrot

Kerbrot eru úrgangsefni frá álverum sem verða til þegar kerfóðringar rafgreiningarkeranna hafa runnið sitt skeið. Hver kerfóðring endist í nokkur ár en að þeim tíma loknum hefur safnast svo mikið magn óhreininda í fóðringunni að ekki er unnt að nota hana lengur. Merki um það að kerfóðring sé orðin gömul er þegar járn fer að sjást í meira magni í álinu. Kerbrot eru flokkuð sem spilliefni í mörgum löndum vegna þess að þau innihalda flúor og sýaníð. Um það bil 20 kg af kerbrotum eru mynduð fyrir hvert tonn af áli sem framleitt er og er kerbrotameðhöndlun stærsta einstaka umhverfisvandamál sem áliðnaðurinn stendur frammi fyrir. (44)

Ýmsar aðferðir hafa verið reyndar við meðhöndlun kerbrota. Harald A. Øye hjá The Norwegian Institute of Technology í Þrándheimi fjallaði um þetta vandamál áliðnaðarins í tímariti University of Kentucky árið 1994. Þar taldi hann upp nokkrar aðferðir við kerbrotavinnslu sem lýst er stuttlega hér á eftir. (45)

### 8.5.1 Kerbrotagryfjur

Kerbrot úr álveri Norðuráls á Grundartanga sem ekki er hægt að nýta eru nú sett í kerbrotagryfjur (flæðigryfjur) sem síðar eru notaðar í landfyllingar. Í kerbrotagryfjurnar fara einnig ónýtanlegar málmleifar og ryk. Kerbrotagryfjur eru þannig gerðar að ágangur sjávar nær ekki að vinna á þeim en þó þannig að útskolun á sér stað vegna sjávarfalla. Skeljasandur er settur yfir kerbrotin til hlutleysingar og takmörkunar á umhverfisáhrifum. Þegar sjór flæðir um gryfjurnar verða efnahvörf á hliðarmálmum í kerbrotunum og þeir falla út sem hýdroxíð auk þess sem sýaníð úr kerbrotunum myndar kompleksjónir. Þannig hvarfast stærstur hluti sýaníðsins svo það verður skaðlítið lífverum.

Nýting kerbrota í landfyllingar við Grundartanga hefur ekki mikil mengunarvandamál sjávar í för með sér þar sem straumar eru góðir í Hvalfirði og þynningarsvæði lítið. Þrátt fyrir það er í alþjóðlegu samhengi yfirleitt talað um þessa aðferð sem bráðabirgðalausn á meðan beðið er eftir betri vinnsluaðferð. Ljóst er að á Grundartanga er fyrirhuguð stór landfylling og er því kostur að geta nýtt kerbrotin í hana. Þó mun sá tími koma að ekki verður þörf fyrir frekari landfyllingar á svæðinu og verður þá að finna nýja lausn til frambúðar. Einnig má telja líklegt að reglugerðir verði settar í framtíðinni sem krefjast frekari endurvinnslu á kerbrotum líkt og gert hefur verið erlendis, t.d. í Noregi og á Indlandi. (46) Alcoa Fjarðaál á Reyðarfirði sendir kerbrot nú þegar til endurvinnslu í Bretlandi ásamt álgjalli og öðrum aukaafurðum. (47)

### 8.5.2 Nýting kerbrota í öðrum iðnaði

Ein leið til losunar á kerbrotum er að nota þau í stáliðnaðinum. Hann þarfnast flúoríða og getur nýtt varmann úr kolefninu. Gallinn er hins vegar sá að stáliðnaðurinn getur aðeins tekið á móti kolefnishluta kerbrota og í ákveðnum stærðum og gæðum. Efnasamsetningin skiptir þá máli en erfitt getur verið fyrir álverin að tryggja ávallt sömu efnasamsetningu brota.

Tilraunir hafa gefið til kynna að hægt sé að nota kerbrot í sementsvinnslu og að magn flúoríða hafi góð áhrif á myndun steypunnar. Einnig geri dálítið magn af natríum og kalsíum úr kerbrotunum það að verkum að hvarfhraði sementsins í ljósbogaofninum hækkar. Þá er hægt að keyra ofninn á lægri hita eða hærri snúningshraða. (48)

### 8.5.3 Nýting kerbrota í framleiðslu múrsteina

Í Brasilíu, þar sem múrsteinaverksmiðjur eru nálægt álverum, hefur verið lagt til að kerbrot verði notuð sem hráefni í múrsteinaiðnaðinum. Aðferð var þróuð við endurvinnslu kerbrota þar sem þau voru brotin og þeim blandað saman við leir. Blandan var síðan brennd með því að nota tæki sem voru til staðar í múrsteinaverksmiðjunni. Sýaníð og flúoríð útstreymi voru fyrir neðan leyfileg hámarksgildi og hafði aðferðin góð áhrif á gæði múrsteinanna, bæði lit, vatnsupptöku og styrkleika. Einnig gerði kolefnisinnihaldið í kerbrotunum það að verkum að eldsneytisnotkun minnkaði um allt að 90%. (45)

#### 8.5.4 Aðferð Rio Tinto Alcan við meðhöndlun kerbrota

Rio Tinto Alcan í Kanada opnaði endurvinnslustöð fyrir kerbrot í Quebec árið 2008. Stöðin hefur vinnslugetu fyrir 80.000 tonn af kerbrotum á ári og mun geta annað eftirspurn allra álvera á svæðinu. Aðferð þeirra hafði verið í þróun síðan snemma á tíunda áratugi síðustu aldar og komst á lokastig árið 2004. Hún kallast Low Caustic Leaching and Liming (LCLL) sem á íslensku mætti útfæra sem lágtæringar skolun og kölkun.

Ferlið skiptist í fjögur stig sem talin eru upp hér að neðan:

- Notuðu kerbrotin eru möluð í fínt duft.
- Duftið er skolað og síað til að aðskilja efnisþætti. Úr verður óvirkt fast efni sem er öruggt til flutninga og endurnotkunar.
- Vökvinn úr skrefi 2 er meðhöndlaður við háan hita og þrýsting til að brjóta niður allt sýaníð.
- Vökvinn er aftur hitameðhöndlaður þar sem hann gufar upp og eftir standa flúoríðkristallar.

Aðferð Rio Tinto Alcan felur ekki aðeins í sér að hættulegur úrgangur er gerður óvirkur heldur verða til verðmætar söluvörur við vinnsluna. Kolefnið sem verður eftir hentar vel sem eldsneyti, vítissóði (NaOH) er notaður í súrálshreinsun og flúoríð hefur marga notkunarmöguleika svo sem á formi kalsíum flúoríðs. Þarna er komin lausn á langvarandi vandamáli áliðnaðarins sem eykur sjálfbærni og er samkeppnishæf. (49)

#### 8.5.5 Aðferð Alcoa-Ausmelt við meðhöndlun kerbrota

Aðferð Alcoa-Ausmelt styðst við bræðsluofnataekni Ausmelt til að bræða möluð kerbrot í málmgjall. Hitameðhöndlunin gerir það að verkum að sýaníðin í kerbrotunum eyðast. Járn er notað til að mynda fayalite gjall sem notað er í málmhreinsun. Eftir að gjallið hefur myndast er lofti og jarðgasi blásið í gegnum bráðina til að losa flúor úr henni. Flúoríð gufar upp sem vetnisflúoríð ásamt öðrum rokgyörnum flúorsamböndum. (50)

Lokaafurðir aðferðarinnar eru álflúoríð og kornað glerkennt efni, svokallaður gervisandur. Álflúoríðið sem myndað er með aðferðinni dregur úr magni álflúoríðs sem kaupa þarf til álframleiðslu. Gervisandurinn er samþykktur til ótakmarkaðrar notkunar þar sem flúoríðskolun úr honum er minni en 15 ppm. Gervisandinn er því meðal annars hægt að nota í vegagerð og steypuframleiðslu. (51) Við þróun aðferðarinnar voru eftirfarandi markmið höfð í huga sem voru öll uppfyllt þegar aðferðin var fullþróuð.

- Að eyða sýaníðum í kerbrotunum.
- Að geta nýtt kolefnisinnihald kerbrotanna á áhrifaríkan hátt.
- Að endurvinnna natríumflúoríðið innan ferlisins.
- Að ná flúoríðsamböndunum aftur sem álflúoríði sem hægt væri að nota í álframleiðslunni.
- Að lokaafurðin verði ekki hættuleg umhverfinu eða heilsu manna.
- Að lokaafurðin verði ekki notuð í landfyllingar.
- Að aðferðin verði fjárhagslega hagkvæm.

Aðferð Alcoa-Ausmelt fellur einnig undir skilgreiningu sjálfbærrar þróunar. (44)

### 8.5.6 Aðrar aðferðir við losun kerbrota

Tilraunir hafa verið gerðar með brennslu ónýtra kerbrota ásamt kolum til orkuframleiðslu. Í ljós kom að eftir brunann var hvorki að finna sýaníð í afgasinu né öskunni. Hins vegar fundust flúoríð í loftrásinni.

Aðferðir til að eyða sýaníði úr kerbrotunum og breyta flúoríðinu á óleysið form hafa verið rannsakaðar. Tilraunir hafa sýnt nokkuð góða raun en gallinn við þessar aðferðir er þó hversu mikið massi efnanna eykst við vinnsluna. (45)

## 8.6 Rafskaut

Rafskaut í rafgreiningarkerum álvera samanstanda af skautgaffli sem festur er í skautbrú. (Sjá Mynd 2). Kolaforskaut er fest neðst á skautgaffalinn og skautbrúin sér svo um að ýta gafflinum neðar í raflausnina eftir því sem kolaforskautið eyðist upp. Eftir um mánaðarlanga notkun hafa kolaforskautin eyðst upp og eftir er svokölluð skautleif. Skautleifin er hreinsuð í hagblásara til að ná raflausninni af. Næst er skautleifin brotin af skautgafflinum, mulin og send erlendis til forskautaframleiðanda sem endurnýtir hana. Um 20% af innihaldi kolaforskauta kemur úr endurunnum skautleifum. Skautgaffalinn er hægt að nota aftur fyrir næsta kolaforskaut en sé hann skemmdur fer hann í viðgerð til Hafnarfjarðar. Í kolabakskautum rafgreiningarkersins eru stálteinar sem falla til þegar ker eru tekin úr rekstri. Hingað til hafa þessar teinar farið í endurvinnslu hjá Hringrás en með tilkomu GMR Stálendurvinnslu á Grundartanga verður hægt að endurvinnna teinana á svæðinu. (52)

Skautleifar frá álveri Norðuráls fara nú erlendis í endurvinnslu til sömu aðila og selja þeim ný rafskaut. Sala notuðu rafskautanna stendur undir flutningskostnaðinum en skilar ekki hagnaði. Vandamál geta því skapast í þessu kerfi ef Norðurál kaupir rafskaut lengra að en nú er gert því þá gæti farið svo að endurvinnslan standi ekki lengur undir kostnaði. (24) Árið 2005 var fyrirtækinu Köplu veitt starfsleyfi fyrir rafskautaverksmiðju á Grundartanga. Þau áform runnu út í sandinn en ekki er úr vegi að slík verksmiðja verði byggð á Grundartanga er fram líða stundir með tilheyrandi hagræðingu í endurvinnslu rafskauta. (53) Nánar er fjallað um verksmiðjuna í kafla 10.2.

### 8.7 Annar úrgangur

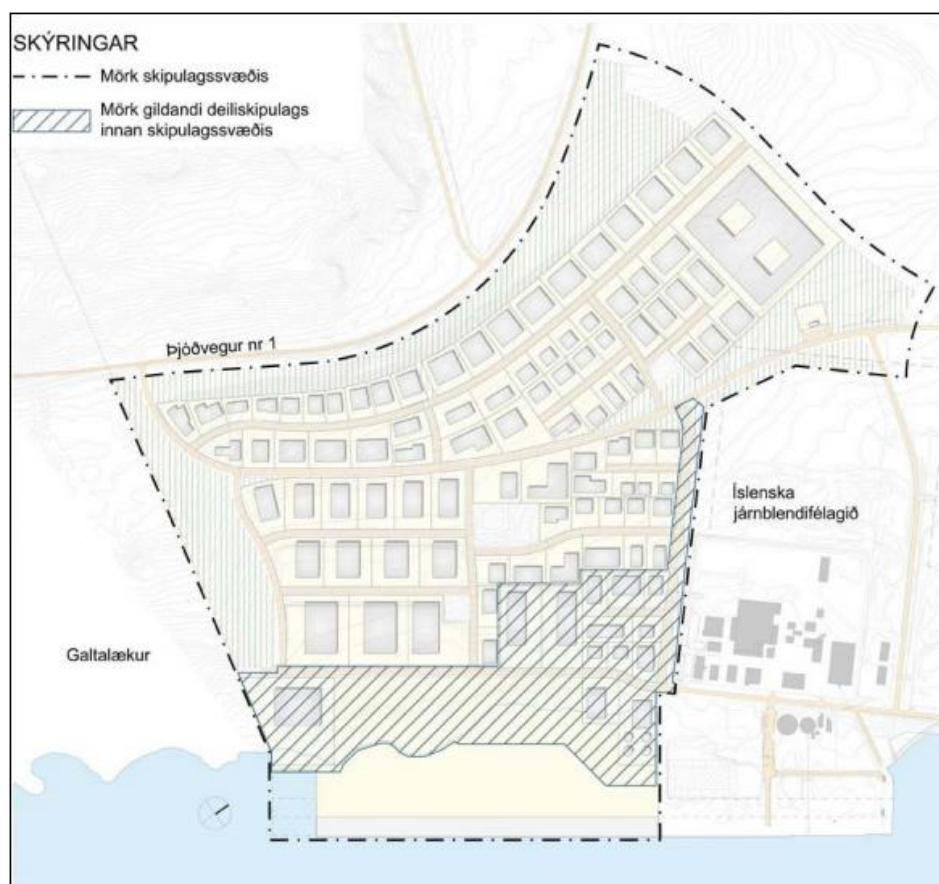
Kvarsið sem notað er í framleiðslu kísiljárnsins hjá Elkem Ísland er oft sigtað fyrir notkun. Við það verður til fínefni sem er of fíngert til að hægt sé að nota það í framleiðsluna. Bleytt er upp í þessu efni og það urðað í flæðigryfjum. (54) Hugmyndir hafa komið upp um að nýta þetta efni með því að pressa það og búa til kubba sem hægt væri að nota í framleiðsluna. (55)

Fyrirtækið Blendi ehf. er endurvinnslufyrirtæki fyrir áliðnað, staðsett í Hafnarfirði. Blendi kaupir koladuft af Norðuráli á Grundartanga sem fellur til við framleiðsluna og vinnur úr því kragasalla sem er nýttur í álverinu. Árleg notkun kragasalla hjá Norðuráli er um 1500 tonn. (24)





og er ekki ósvipuð tillögu sem Faxaflóahafnir komu með í nóvember 2008 og sjá má á Mynd 18. Þar sést að gert er ráð fyrir mikilli uppbyggingu á svæðinu en þar er, á 152,7 hektara svæði, gert ráð fyrir 104 lóðum frá 2.500 fermetrum upp í 20.000 fermetra auk einnar 80.000 fermetra lóðar fyrir stórfyrirtæki. (57) Á Grundartanga er gert ráð fyrir að fyrirtæki geti byggt til framtíðar og íbúðabyggð muni ekki hafa áhrif á iðnaðarsvæðið. Einnig er skipulag svæðisins miðað út frá því að í framtíðinni verði Sundabraut lögð ásamt tvöföldun Hvalfjarðarganga og tvöföldun vegar við Kjalarnes en þessar framkvæmdir munu gera Grundartanga og höfuðborgarsvæðið að einu atvinnusvæði. (58)



**Mynd 18: Breytingatillaga Faxaflóahafna á deiliskipulagi Grundartanga frá nóvember 2008. (59)**

Á Grundartanga er gott landsvæði og ágætt veðurfar. Þar eru einnig góðar aðstæður til hafnargerðar, aðdjúpt og siglingar greiðar. Helsti kostur Grundartanga sem iðnaðarsvæðis er þó eins og áður segir sá að ólíklegt er að íbúðabyggð muni setja strik í reikninginn eins og gerst hefur víða. Því geta iðnfyrirtæki hafið starfsemi sína þar án þess að eiga hættu á að íbúðabyggð muni þrengja að þeim í framtíðinni. (60) Auk lands



Klafastaða austan við núverandi iðjuver er áætlað að á Katanesi, austan við iðjuverin, verði mögulegt landsvæði fyrir stærri iðnaðarfyrirtæki.

Árið 2008 stofnuðu Hvalfjarðarsveit og Faxaflóahafnir sameignarfélagið Vatnsveitufélag Hvalfjarðar sf. Stofnun félagsins var ákveðin í kjölfar rannsókna á nýjum vatnstökukostum fyrir Grundartanga og Melahverfi. Aðstæður voru skoðaðar meðal annars í landi Leirárgarða og Geldingaár en vatn er af skornum skammti á nokkrum stöðum í Hvalfirði, meðal annars á Grundartanga. Á Grundartanga er nú notast við vatn frá vatnsveitu járnblendiverksmiðju Elkem Ísland í Svínadal en hún er þegar fullnýtt. Með stækkun iðnaðarsvæðisins verður því að koma til ný vatnsveita sem annar aukinni eftirspurn. (61)

Árið 2011 vann Rakel Óskarsdóttir óútgefna meistararitgerð sína í markaðsfræði og alþjóðaviðskiptum við Háskóla Íslands. Þar svaraði höfundur rannsóknarspurningunni “Er staðbundinn iðnaðar- og framleiðsluklassi á Grundartanga?”. Niðurstaða höfundar er sú að Grundartangi sé hafnsækinn iðnaðar- og athafnaklassi en sé þó enn í mótun. Höfundur telur Grundartanga hafa burði til þess að vaxa frekar sem iðnaðarsvæði en til þess að það geti orðið þurfi að bæta vatnsveitu, hitaveitu og samgöngur á svæðinu. Þá gæti Grundartangasvæðið orðið mikilvægt í flutningi iðnaðar- og athafnastarfsemi út fyrir höfuðborgarsvæðið og mögulegt sé að í framtíðinni muni Grundartangahöfn taka við flutningum sem nú fara í gegnum Sundahöfn. (62)

## 10 Tækifæri fyrir nýjan iðnað á Grundartanga

Ýmsar hugmyndir að fyrirtækjum á Grundartanga hafa skotið upp kollinum á seinustu árum. Sumar hafa orðið að veruleika eins og GMR stálendurvinnsla, álgjallsendurvinnsla Kratusar og fóðurverksmiðja Líflands. Aðrar hugmyndir hafa fjarað út eða verið settar á ís eins og hugmynd um natríumklóratverksmiðju, rafskautaverksmiðju og sólarkísilverksmiðju. Þrátt fyrir að ekki hafi enn orðið úr byggingu þessara verksmiðja er ekkert ráðið í þeim efnum og aldrei að vita hvað framtíðin ber í skauti sér.

### 10.1 Natríumklóratverksmiðja Kemira

Í júní 2011 barst Skipulagsstofnun tilkynning til ákvörðunar um matsskyldu vegna fyrirhugaðrar natríumklóratverksmiðju Kemira á Grundartanga. Kemira er finnst fyrirtæki í efnaiðnaði sem hyggst framleiða natríumklórat hér á landi til bleikingar á m.a. pappír.

Natríumklóratverksmiðja á Grundartanga myndi búa til 70 ný störf auk afleiddra starfa. Áætluð framleiðslugeta verksmiðjunnar er 60.000 tonn af natríumklórati ( $\text{NaClO}_3$ ) auk 3.300 tonna af vetni á ári en vetnisgas er aukaafurð verksmiðjunnar. Hráefnin sem notuð eru við framleiðslu natríumklórats eru matarsalt ( $\text{NaCl}$ ) og vatn og orkuþörfin er um 40 MW. Natríumklórat er myndað með rafgreiningu matarsaltsins og vatnsins við hita þar sem eftirfarandi efnahvarf á sér stað



Tafla 6 sýnir lista yfir áætlaða hráefnisnotkun verksmiðjunnar.

Hráefni	Magn	Eining
Matarsalt ( $\text{NaCl}$ )	33.000	tonn/ári
Vatn ( $\text{H}_2\text{O}$ )	30.000	tonn/ári
Saltsýra ( $\text{HCl}$ )	1.400	tonn/ári
Vetnisperoxíð ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )	66	tonn/ári
Natríum hýdroxíð ( $\text{NaOH}$ )	1.500	tonn/ári
Natríumkarbónat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )	50-100	tonn/ári
Natríumdíkrómat ( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )	2	tonn/ári
Rafafl	41,5	MW

Tafla 5: Áætluð hráefnisnotkun natríumklóratverksmiðju á Grundartanga.

Úrgangur frá natríumklóratverksmiðju er tvenns konar. Við rafgreiningu myndast um 18 tonn á ári af síuköku en hún inniheldur 0,1% af krómíum þríoxíði ( $\text{CrO}_3$ ) og er því skilgreind sem hættulegur úrgangur. Áætlað er að síukökunum sé safnað saman í lokuðum gámi sem sendur verður erlendis til meðhöndlunar einu sinni til tvisvar á ári. Hreinsun á uppleystu salti myndar annars konar síuköku. Sú kaka er nánast óvirkur úrgangur og líkist skeljasandi. Af þessum úrgangi myndast um 180 tonn á ári. Áform eru um að nota hann til landfyllingar en sé það ekki auðið verður honum safnað saman á framkvæmdastað og hann fluttur reglulega til urðunar.

Eftir að hafa farið yfir áform um verksmiðjuna var það niðurstaða Skipulagsstofnunar að natríumklóratverksmiðja á Grundartanga hefði líklega ekki í för með sér mikil umhverfisáhrif og væri því ekki háð mati á umhverfisáhrifum. Enn á eftir að koma í ljós hvort verður af framkvæmdinni. (64)

## 10.2 Rafskautaverksmiðja á Katanesi

Félagið Kapla hf. var stofnað árið 2003 af svissneska rafskautafyrirtækinu R&D Carbon Ltd. eftir viðræður við iðnaðarráðuneytið og Landsvirkjun um byggingu rafskautaverksmiðju í Hvalfirði. Árið 2005 var félaginu Köplu veitt starfsleyfi til framleiðslu 340.000 tonna af kolefnisrafskautum á ári í rafskautaverksmiðju á Katanesi við Hvalfjörð. (53) Starfsleyfið var gefið út í kjölfar mats Fjármálaráðuneytisins á þjóðhagslegum áhrifum rafskautaverksmiðju á Katanesi. Niðurstaða matsins var í grófum dráttum sú að verksmiðjan væri þjóðarþúinu hagkvæm og áhrif hennar á atvinnulífið og viðskiptahalla yrðu góð. (65) Samningar náðust ekki við Alcoa um kaup á rafskautum árið 2004 svo áætlunum um framleiðslu var breytt úr 340.000 tonnum í 140.000 tonn. Að lokum var hætt við framkvæmdirnar stuttu eftir að starfsleyfi fékkst árið 2005 og félaginu Köplu var slitið árið 2009. (66)

Í mati Fjármálaráðuneytisins kom fram að með framleiðslu á rafskautum innanlands myndi innflutningur áliðnaðarins minnka um 25%. Ef innflutningur rafskautaverksmiðju var einnig tekinn með í reikninginn væri um 15% minni innflutningur að ræða.

Vert er að athuga hvort grundvöllur sé nú fyrir rafskautaverksmiðju á Katanesi þar sem forsendur hafa breyst mikið síðan áðurgreint mat var gert. Árið 2006 nam álframleiðsla í landinu um 300.000 tonnum en árið 2010 var framleiðslan komin upp í 813.000 tonn

samkvæmt gögnum Hagstofu Íslands. (67) Á hinn bóginn ber að merkja að hér hafa orðið miklar breytingar í efnahagi síðan matið á rafskautaverksmiðjunni var gert.

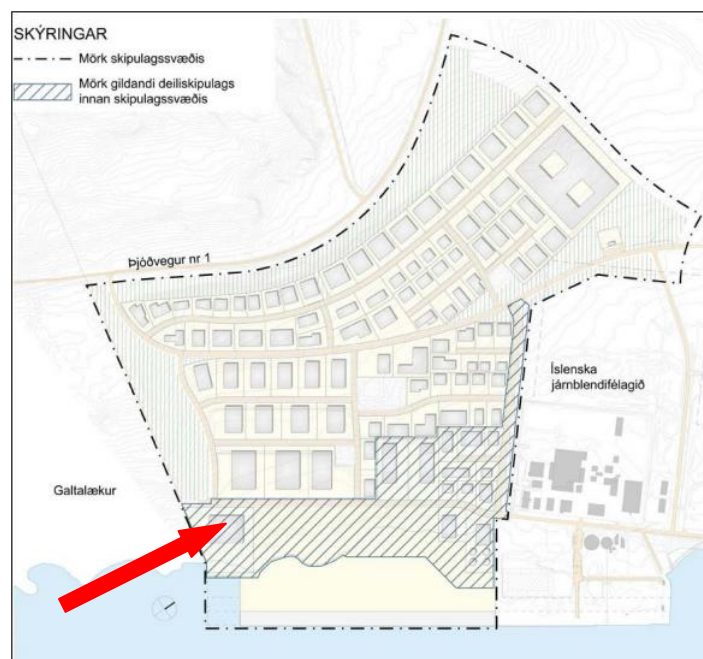
Árið 2010 var nettó notkun forbakaðra rafskauta hjá álveri Norðuráls á Grundartanga um 114.000 tonn. Þá eru ótalin hin tvö álver landsins ásamt fyrirhuguðu álveri í Helguvík. Ljóst er því að notkun skautanna er mikil hér á landi og leiða má líkum að því að innlend framleiðsla þeirra myndi minnka innflutning töluvert ásamt því að hafa góð áhrif á viðskiptahalla. Stærsta vandamálið við rafskautaverksmiðju á Íslandi er að íslensku álverin eru hlutar af alþjóðlegum keðjum sem eru sammingsbundnar við rafskautaverksmiðjur erlendis. (24)

### 10.3 Birgðageymslur

Faxaflóahafnir sjá fyrir sér að iðnaðarsvæðið á Grundartanga geti nýst vel undir birgðageymslur og lagergeymslur fyrirtækja. Geymslurnar krefjast mikils landsvæðis sem erfitt getur verið að finna á höfuðborgarsvæðinu og Grundartangi býður einnig upp á góða aðkomu sjóleiðis og landleiðis. (68)

### 10.4 Slippur

Í deiliskipulagi Grundartanga er gert ráð fyrir að slippur verði á vesturenda hafnarsvæðisins. Tilkoma slípps eykur þjónustu á svæðinu og styrkir það sem hafnarsvæði. (68)



Mynd 19: Áætluð staðsetning slípps við Grundartangahöfn. (59)

## 10.5 Sólarkísilverksmiðja Elkem Ísland

Kísiljárnið sem framleitt er á Grundartanga er eins og nafnið gefur til kynna málmblanda sem inniheldur kísil og járn. Staðlaða kísiljárnið inniheldur 75% kísil, 23% járn, 1,5% ál auk snefilefna. Þegar kísillinn er orðinn yfir 96% hreinn er talað um kísilmálm. Hann inniheldur ekki járn og er framleiðsluferlið aðeins frábrugðið kísiljárnframleiðslunni. Til þess að hægt sé að nota kísilinn í framleiðslu sólarrafhlaða þarf hann að vera hreinni en ofangreindar tegundir eða yfir 99,9999% hreinn. Þá kallast hann sólarkísill. Efst hreinleikastigið er notað í hálfleiðara og þarf kísillinn þá að vera 99,9999999% hreinn eða „níu níur“. (69)

Sólarkísill er framleiddur með svipaðri aðferð og kísiljárn að undanskildum umfangsmeiri hreinsunarferli fyrir sólarkísilinn. Framleiðslunni er yfirleitt skipt í fimm skref; málmbræðslu, gjallhreinsun, skolun, steypingu og eftirvinnslu.

Málmbræðslan felst í því að kvars er afoxað í kísil í ljósbogaofni með hjálp kolefnis. Þessi aðferð er sú sama og notuð er við vinnslu kísiljárns. Í gjallhreinsuninni er fljótandi kísill fluttur frá ljósbogaofninum, steypur út og loks mulinn. Þetta er gert til þess að fjarlægja bór úr kísilnum. Skolunin er framkvæmd með sýrum en þá er muldi kísillinn hreinsaður með þeim. Markmiðið með skoluninni er að lækka hlutfall fosfórs og annarra málmóhreininda. Næst tekur við steyping sem ætlað er að minnka enn frekar hlutfall óhreininda. Þá er kísillinn bræddur aftur og hann steypur mjög hægt út í hleifa. Miklu máli skiptir að steypa hann hægt út til að skilja frá óhreinindi. (70) Lokaskrefið felst í sögun kísilsins niður í rétta stærð ásamt hreinsun með sýrum. Einnig fara gæðaprófanir fram á þessu stigi. Markmiðið með söguninni er að skera burt þá hluta sem hafa hátt hlutfall óhreininda. Eftir þessi skref er sólarkísillinn orðinn hentugur í sólarrafhlöður og tilbúinn til sölu. (71)

Elkem Ísland áætlaði að setja á fót sólarkísilverksmiðju á Grundartanga árið 2009 en þau áform voru sett í bið. Fyrir stuttu var hins vegar skrifað undir viljayfirlýsingu vegna sólarkísilverksmiðju Elkem Ísland á Grundartanga svo enn eru allar dyr opnar í þeim efnum. Í viljayfirlýsingunni er gert ráð fyrir byggingu á 10.000 tonna sólarkísilverksmiðju og 50.000 tonna kísilofni. (72) Einnig hefur starfsleyfi Elkem Ísland þegar verið endurnýjað svo leyfi er fyrir framleiðslu á allt að 190.000 tonnum, þar af allt

að 10.000 tonnum á sólarkísil. (70) Tölur 6-8 sýna hráefnanotkun og úrgangslausun frá fyrirhugaðri sólarkísilverksmiðju borið saman við núverandi rekstur.

Hráefni	Núverandi rekstur	Áætlaður rekstur (m/sólarkísilverksmiðju)	Eining
Kvars (kísiloxíð)	200.000	250.000	t/ár
Kol	100.000	118.000	t/ár
Koks	40.000	47.000	t/ár
Timburkurl	18.000	38.000	t/ár
Járngryti	45.000	45.000	t/ár
Rafskaut	5.500	7.400	t/ár
<b>Efni til hreinsunar/ íblöndunar</b>			
Önnur hráefni (Ca, Fe, Al, Mg, RE málmar, málmoxíð, karbonat)	14.000	21.500	t/ár
Sýrur (HCl og HF)		5.900	t/ár
Basi (NaOH)		4.000	t/ár
<b>Orku- og auðlindanotkun</b>			
Vatn	550.000	1.827.500	t/ár
Olía og gas	500	600	t/ár
Raforka	1.100	1.820	GWst/ár

Tafla 6: Áætluð hráefna- og orkuþörf núverandi og fyrirhugaðrar framleiðslu Elkem Ísland.

Loftegund	CO2 frá jarðefnaeldsneyti	CO2 frá timburkurli/ kolum	SO2	Eining
Núverandi rekstur	392.000	24.000	3.600	t/ár
Leyft skv. Starfsleyfi	392.000		5.700	t/ár
Áætlaður rekstur	462.000	54.000	4.200	t/ár

Tafla 7: Áætluð losun loftkenndra efna frá núverandi og fyrirhuguðum rekstri Elkem Ísland.

Gerð úrgangs	Forskilju-ryk	Kvarts fínefni	MgO ryk	Slagg	Málmleif og fínefni	Set frá vothreinsun	
						Gulfasi	Filterkaka
Eining	t/ár	t/ár	t/ár	t/ár	t/ár	t/ár	t/ár
Núverandi rekstur	1500	800	650	9000	6000		
Framleiðsla á sólarkísil	350	3200		14000	5800	4000	4000

Tafla 8: Áætluð árlegt hámarks magn úrgangs frá núverandi og fyrirhugaðri framleiðslu Elkem Ísland.

## 10.6 Úrvinnsluiðnaður áls

Í meistararitgerð sinni árið 2005 kannaði Davíð Ólafur Ingimarsson möguleika þess að koma á fót úrvinnsluiðnaði áls á Íslandi. Höfundur beinir sjónum sínum að tveimur tegundum álúrvinnslu, harðrafoxun (e. hard anodizing) og rafhúðun (e. electroplating). Meðal annars ræddi hann við Per Möller, prófessor við danska háskólann DTU, sem taldi að raunhæfasti möguleiki Íslands í álúrvinnslu væri harðrafoxun. Harðrafoxun er rafhúðun málms sem myndar húð yfir 25  $\mu\text{m}$  á þykkt. Ferlið fer fram við hitastig nálægt frostmarki og krefst meiri spennu en þynnri húðanir. Þykkt húðarinnar eykur slit- og tæringarþol og raf- og hitaeinangrun. (73) Harðrafoxun krefst mikillar orku, þekkingar og skilar sérhæfðri vöru.

Árin 2002 og 2003 komu fulltrúar frá japönsku fyrirtækjunum Japan Capacitor Industrial Company (JCC) og Nippon Light Metals (NLM) til Íslands til að kanna aðstæður fyrir álþynnuverksmiðju hér á landi. Álþynnuverksmiðjur byggja á harðrafoxunartækninni til framleiðslu rafþetta sem notaðir eru í rafeindabúnað. Skoðaðir voru staðhættir í Helguvík, Straumsvík og á Akureyri. Staðarval álþynnuverksmiðju byggðist einkum á nálægð við höfn, aðgengi að vatni, framboði á vinnuafl og nálægð við almenna þjónustu. Japönsku fulltrúarnir lögðu áherslu á nálægð við þjónustu, til að mynda málmiðnað. Í því samhengi má benda á að Grundartangi uppfyllir ofangreind skilyrði að vatnsaðgenginu undanskildu en stefnt er að umbótum í þeim málum. Stofnkostnaður við byggingu álþynnuverksmiðju var áætlaður á bilinu 4 – 5 milljarðar króna og talið að verksmiðjan þyrfti um 60.000 fermetra landsvæði og 45 MW af orku. (74) NLM hætti við verkefnið haustið 2003 þrátt fyrir að framkvæmdin væri talin hagkvæm. Í framhaldi af því skoðaði JCC möguleika þess að reisa minni verksmiðju með lægri fjárfestingarkostnaði. Niðurstaðan var að minni verksmiðja væri einnig arðbær og mæltu verkfræðingar JCC með því að byggð yrði álþynnuverksmiðja á Íslandi. Þrátt fyrir það var hætt við verkefnið og er sú ákvörðun talin hafa verið vegna íhaldssemi stjórnenda JCC í Japan. (75)

Þrátt fyrir að japönsku fyrirtækin tvö hafi hætt við áform sín um álþynnuverksmiðju ákváðu íslensk stjórnvöld að leita að fyrirtækjum annars staðar að til að reisa hér sams konar verksmiðju. Samningar náðust við ítalska fyrirtækið Becromal og árið 2009 var aflþynnuverksmiðja Becromal Ísland ehf. gangsett á Krossanesi við Eyjafjörð. (76) Í dag starfa um 110 manns hjá verksmiðjunni sem velti um 78 milljónum evra á síðasta ári.

Hún er ennþá aðeins keyrð á 70% afköstum en fyrirhugaðri stækkun verksmiðjunnar á þessu ári var frestað vegna slæms efnahagsástands í Evrópu. (77)

Stór galli við Ísland að mati fulltrúa japönsku fyrirtækjanna JCC og NLM var hversu löng siglingaleiðin er á milli landsins og markaðssvæðis álþynnanna í austur-Asíu. (75) Með siglingum um norðurleiðina svokölluðu milli Asíu og Evrópu mun siglingarleiðin stytta umtalsvert og ný tækifæri gefast fyrir iðnað á Íslandi. Líklegt má telja að íslenskar hafnir verði þá mikilvægar umskipunarhafnir fyrir flutningaskip á þessari leið. Styrking hafnarsvæða leiðir einnig til styrkingar iðnaðar eins og glögggt má sjá á þróuninni á Grundartanga.

### **10.7 Kalsíum silikat einangrun úr kísilryki**

Síðastliðin ár hefur verið í vinnslu verkefni á vegum Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands á forsendum framleiðslu C-S (kalsíum silikat) háhitaeinangrunar á Íslandi. Verkefnið felst í því að rannsaka nýtingu kísilryks sem fellur til hjá Elkem Ísland í botneinangrun rafgreiningarkera álvera. Kísilrykið hjá Elkem Ísland er nú selt erlendis á lágu verði en með þessum rannsóknum er reynt að finna leið til að auka verðmæti þess. Niðurstöður verkefnisins lofa góðu og hafa sýnt að hægt sé að nýta kísilrykið í C-S einangrun og framleiðslan geti verið hagkvæm. (78)



## Lokaorð

Mikil uppbygging er framundan á vegum Faxaflóahafna á Grundartanga. Áætluð er mikil fjölgun fyrirtækja á svæðinu og aukin fjölbreytni starfseminnar. Í þessari skýrslu var stiklað á stóru á möguleikum Grundartanga, bæði þeim sem áður hafa verið skoðaðir og eins í tengslum við nýtingu úrgangs. Ekki er skortur á tækifærum á Grundartanga og hafa verið gerðar nokkrar rannsóknir á þeim á undanförunum árum. Nýting afgangsvarmans sem sleppur frá iðjuverunum tveimur er spennandi verkefni ásamt koltvíoxíðvinnslu hjá Elkem Ísland. Þá er vert að skoða hvort grundvöllur sé fyrir rafskautaverksmiðju héraendis þar sem notkun rafskauta hefur aukist mikið á undanförunum árum og á eftir að gera í nánustu framtíð með tilkomu álvers í Helguvík. Endurvinnsla kerbrota er einnig óþægður akur hér á landi sem fróðlegt væri að skoða nánar.

Ljóst er þó að til þess að Grundartangi geti vaxið og dafnað sem iðnaðarsvæði þarf að finna varanlega lausn á vatnsskortinum sem hrjáir svæðið. Einnig þarf að bæta samgöngur frá höfuðborgarsvæðinu og vega þar helst tvöföldun vegar við Kjalarnes, tvöföldun Hvalfjarðarganga og lagning Sundabrautar.

Það er von mín að þessi samantekt nýtist sem yfirlit yfir starfsemi iðnaðarsvæðisins á Grundartanga og við greiningu tækifæra til atvinnusköpunar á svæðinu í nánustu framtíð.

## Heimildir

- (1) Faxaflóahafnir sf. *Sagan*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://faxafloahafnir.is/is/fyrirtaekid/sagan/?cat\\_id=53817&ew\\_7\\_a\\_id=288078](http://faxafloahafnir.is/is/fyrirtaekid/sagan/?cat_id=53817&ew_7_a_id=288078)
- (2) Elkem Ísland ehf. *Sagan*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://elkem.is/um-elkem/sagan/>
- (3) Þorsteinn Hannesson. 25. júní 2012. Tölvupóstur til höfundar.
- (4) Elkem Ísland ehf. *Framleiðsla*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://elkem.is/framleidsla/>
- (5) Norðurál ehf. *Fyrirtækið*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://nordural.is/islenska/fyrirtaekid/>
- (6) Norðurál ehf. *Notkun áls*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://nordural.is/islenska/fraedsla/hvad-er-al/notkun-als/>
- (7) Faxaflóahafnir sf. *Fyrirtækið*. Sótt: 26. júlí 2012. Vefslóð: <http://faxafloahafnir.is/is/fyrirtaekid/>
- (8) GT Tækni ehf. *Upphafið*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://www.gtt.is/default.asp?sid\\_id=26541&tre\\_rod=002|001|&tId=1](http://www.gtt.is/default.asp?sid_id=26541&tre_rod=002|001|&tId=1)
- (9) Skessuhorn. 6. júlí 2012. *GT Tækni fagnar tíu ára afmæli*. Sótt: 26. júlí 2012. Vefslóð: [http://www.skessuhorn.is/default.asp?sid\\_id=24845&tId=99&fre\\_id=130277&meira=1&Tre\\_Rod=001|002|&qsr](http://www.skessuhorn.is/default.asp?sid_id=24845&tId=99&fre_id=130277&meira=1&Tre_Rod=001|002|&qsr)
- (10) Samtök iðnaðarins. 25. janúar 2012. *GT Tækni fyrst allra fyrirtækja til að fá A-vottun*. Sótt: 7. ágúst 2012. Vefslóð: <http://www.si.is/malaflokkar/gaedastjornun-og-rekstur/gaedafrettir/nr/9347>
- (11) Viðskiptablaðið. 23. febrúar 2012. *Reisa stálendurvinnslu á Grundartanga*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.vb.is/frettir/70160/?q=GMR%20Endurvinnslan%20>
- (12) Morgunblaðið. 22. júní 2012. *Selja GMR raforku á Grundartanga*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://mbl.is/vidskipti/frettir/2012/06/22/selja\\_gmr\\_raforku\\_a\\_grundartanga/](http://mbl.is/vidskipti/frettir/2012/06/22/selja_gmr_raforku_a_grundartanga/)
- (13) Skipulagsstofnun. 24. júní 2010. *Endurvinnsla á álgjalli, Grundartanga, Hvalfjarðarsveit: Ákvörðun um matsskyldu*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.skipulagsstofnun.is/media/attachments/Umhverfismat/784/2010040058.pdf>
- (14) Lífland ehf. *Um Lífland*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.lifland.is/is/page/um-lifland>
- (15) Hafnarblaðið. (2008, apríl). *Grundartangi hentar okkur vel*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://faxafloahafnir.is/faxafloahafnir/upload/files/hafnarbladid/hafnablaidid\\_april2008.pdf](http://faxafloahafnir.is/faxafloahafnir/upload/files/hafnarbladid/hafnablaidid_april2008.pdf)

- (16) Skessuhorn. (2000, 2. febrúar). *Klafi tekur til starfa á Grundartanga*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://skessuhorn.is/default.asp?Sid\\_Id=24845&tid=99&fre\\_Id=15996&meira=1&Tre\\_Rod=001%7C002%7C](http://skessuhorn.is/default.asp?Sid_Id=24845&tid=99&fre_Id=15996&meira=1&Tre_Rod=001%7C002%7C)
- (17) Samtök iðnaðarins. (2012, 30. maí) *Klafi ehf. með D-vottun*. Sótt: 23. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.si.is/forsidufrettir/nr/9444>
- (18) Stálsmiðjan ehf. *Stálsmiðjan*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://framtak.is/Stalsmidjan/>
- (19) Hafnarblaðið. (2008, apríl). *Stálsmiðjan á leiðinni upp á Grundartanga*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://faxafloahafnir.is/faxafloahafnir/upload/files/hafnarbladid/hafnabladiid\\_april2008.pdf](http://faxafloahafnir.is/faxafloahafnir/upload/files/hafnarbladid/hafnabladiid_april2008.pdf)
- (20) Héðinn hf. *Fyrirtækið*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://www.hedinn.is/index.php?option=com\\_content&view=article&id=60&Itemid=78](http://www.hedinn.is/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=78)
- (21) Hafnarblaðið. (2010, apríl). *Vélsmiðjan Héðinn haslar sér völl á Grundartanga*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://faxafloahafnir.is/faxafloahafnir/upload/files/hafnarbladid/hafnarbladid\\_april\\_2010.pdf](http://faxafloahafnir.is/faxafloahafnir/upload/files/hafnarbladid/hafnarbladid_april_2010.pdf)
- (22) Hamar ehf. *Vélsmiðja Hamars á Grundartanga*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.hamar.is/index.php/velsmidja-hamar-a-grundartanga>
- (23) Faxaflóahafnir sf. *Vöruflutningar*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://faxafloahafnir.is/is/tolulegar\\_upplýsingar/voruflutningar/](http://faxafloahafnir.is/is/tolulegar_upplýsingar/voruflutningar/)
- (24) Halldór Guðmundsson. 6. júlí 2012. Viðtal höfundar við Halldór Guðmundsson um starfsemi Norðuráls.
- (25) Norðurál ehf. (2012). *Grænt bókhald 2011*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://www.nordural.is/Files/Skra\\_0056162.pdf](http://www.nordural.is/Files/Skra_0056162.pdf)
- (26) Norðurál ehf. *Purrhreinsivirki*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.nordural.is/islenska/umhverfid/loftgaedi/thurrhreinsivirki/>
- (27) Norðurál ehf. *Vetnisflúoríð*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.nordural.is/islenska/umhverfid/loftgaedi/vetnisfluorid/>
- (28) Alþingi. *Frumvarp til laga um heimild til samninga um álver í Helguvík*. Sótt: 7. ágúst 2012. Vefslóð: <http://www.althingi.is/altext/136/s/pdf/0664.pdf>
- (29) Norðurál ehf. *Framleiðsla áls*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.nordural.is/islenska/fraedsla/hvad-er-al/framleidsla-als/>
- (30) Þorsteinn Hannesson. 19. júní 2012. Viðtal höfundar við Þorstein Hannesson um starfsemi Elkem Ísland.
- (31) Elkem Ísland ehf. *Umhverfissvöktun*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.elkem.is/samfelagid/umhverfissvoktun/>

- (32) Elkem Ísland. (2011). Skýrsla um grænt bókhald 2010. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://www.ust.is/library/Skrar/Graent-bokhald/2010/Elkem\\_graent\\_bokhald\\_2010.pdf](http://www.ust.is/library/Skrar/Graent-bokhald/2010/Elkem_graent_bokhald_2010.pdf)
- (33) Elkem Ísland ehf. *Meðhöndlun hliðarafurða*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://82.221.28.69/media/aksturutanvega/Fylgiskjal\\_5\\_Medhondlun\\_hlidarafurda.pdf](http://82.221.28.69/media/aksturutanvega/Fylgiskjal_5_Medhondlun_hlidarafurda.pdf)
- (34) Wikipedia. *Lífeldsneyti*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://is.wikipedia.org/wiki/Lífeldsneyti>
- (35) Carbon Recycling International. *Plants*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://www.carbonrecycling.is/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6&Itemid=5&lang=en](http://www.carbonrecycling.is/index.php?option=com_content&view=article&id=6&Itemid=5&lang=en)
- (36) Guðmundur Gunnarsson. 22. júní 2012. *CO<sub>2</sub> Electrofuels*. Erindi á málþingi um þróun eldsneytisnotkunar á Íslandi.
- (37) Orkustofnun. (2010). *A Feasibility Study Report for a DMA Project in Iceland (Summary)*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.os.is/gogn/os-onnur-rit/OS-2010-DME-project.pdf>
- (38) Ari Freyr Hermannsson. (2011). *Arðsemismat á flutningi koltvísýrings frá Sorpu til garðyrkjubænda*. Óútgefin ritgerð. Háskóli Íslands, Reykjavík.
- (39) Heimir Hjartarson. (2009). *Waste Heat Utilization at Elkem Ferrosilicon Plant in Iceland*. Háskóli Íslands, Reykjavík.
- (40) Martin Fleer. (2010). *Heat recovery from the exhaust gas of aluminum reduction cells*. REYST, Háskólinn í Reykjavík, Reykjavík.
- (41) Norðurál ehf. *Brennisteinsdíoxíð*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.nordural.is/islenska/umhverfid/loftgaedi/brennisteinsdioxid/>
- (42) Wikipedia. *Sulfur*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://en.wikipedia.org/wiki/Sulfur>
- (43) Wikipedia. *Flue-gas Desulfurization*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://en.wikipedia.org/wiki/Flue-gas\\_desulfurization](http://en.wikipedia.org/wiki/Flue-gas_desulfurization)
- (44) Mansfield, K., Swayn G., Harpley, J. (2002). *The Spent Potlining Treatment and Fluoride Recycling Project*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.scribd.com/doc/75781185/Green-June-Alcoa-Portland-TSl-Furnace-2002>
- (45) Øye, Harald A. (1994). *Treatment of Spent Potlining in Aluminium Electrolysis, a Major Engineering and Environmental Challenge*. Energeia, University of Kentucky. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://www.caer.uky.edu/energeia/PDF/vol5\\_1.pdf](http://www.caer.uky.edu/energeia/PDF/vol5_1.pdf)
- (46) EcoZen Solutions. *Spent Pot Lining Processing*. Sótt: 27. júlí 2012. Vefslóð: <http://ecozensolutions.com/company-biography/project-portfolio/spl>
- (47) Alcoa Fjarðaál. *Endurvinnsla*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://www.alcoa.com/iceland/ic/info\\_page/recycling.asp](http://www.alcoa.com/iceland/ic/info_page/recycling.asp)
- (48) Miksa D., Homsak M. og Samec N. (2003). *Spent potlining utilisation possibilities*. Sótt: 27. júlí 2012. Vefslóð: <http://wmr.sagepub.com/content/21/5/467.full.pdf+html>

- (49) Rio Tinto Review Magazine. (2012, mars). *A victory for the green guys*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://www.riotinto.com/rio-apps/riotinto\\_operationmap/pdf/RT\\_case\\_study\\_Arvida.pdf](http://www.riotinto.com/rio-apps/riotinto_operationmap/pdf/RT_case_study_Arvida.pdf)
- (50) Metallurgical Viability (1997). *Review of SPL Processing Technology 1997*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://www.metallurgicalviability.com/spent\\_pot\\_liner\\_\(spl\).htm](http://www.metallurgicalviability.com/spent_pot_liner_(spl).htm)
- (51) Portland Aluminium. *Environment Improvement Plan 2003 - 2004*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://www.alcoa.com/australia/en/pdf/PA%202003\\_2004%20EIP.pdf](http://www.alcoa.com/australia/en/pdf/PA%202003_2004%20EIP.pdf)
- (52) Þorsteinn Hannesson. 8. ágúst 2012. Tölvupóstur til höfundar.
- (53) Bolli Árnason. 19. júní 2012. Viðtal höfundar við Bolla Árnason um starfsemi á Grundartanga.
- (54) Halldór Guðmundsson. 27. júlí 2012. Tölvupóstur til höfundar.
- (55) Umhverfisstofnun. 19. maí 2005. *Starfsleyfi fyrir rafskautaverksmiðju Kapla Katanesi, Hvalfjarðarstrandarhreppi*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://www.ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Starfsleyfi-i-gildi/Verksmidjur/Kapla\\_leyfi.pdf](http://www.ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Starfsleyfi-i-gildi/Verksmidjur/Kapla_leyfi.pdf)
- (56) Landlínur. *Aðalskipulag Hvalfjarðarsveitar 2008-2020: Greinargerð*. Sótt: 7. ágúst 2012. Vefslóð: <http://landlinur.is/attach/Hvalfjarðarsveit%20-%20greinargerð.pdf>
- (57) Faxaflóahafnir. 27. nóvember 2008. *Deiliskipulag iðnaðar- og hafnarsvæðis, vestursvæði: Breyting nóvember 2008: Tillaga*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://www.hvalfjardarsveit.is/Files/Skra\\_0032568.pdf](http://www.hvalfjardarsveit.is/Files/Skra_0032568.pdf)
- (58) Hafnarblaðið. (2008, desember). *Nýtt deiliskipulag fyrir Grundartanga í kynningu*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://faxafloahafnir.is/faxafloahafnir/upload/files/hafnarbladid/hafnarbladid\\_des\\_08.pdf](http://faxafloahafnir.is/faxafloahafnir/upload/files/hafnarbladid/hafnarbladid_des_08.pdf)
- (59) Hafnarblaðið. (2008, apríl). *Grundartangi: Nýr heimavöllur fyrir stór og smá iðnaðarfyrirtæki*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://faxafloahafnir.is/faxafloahafnir/upload/files/hafnarbladid/hafnabladiid\\_april2008.pdf](http://faxafloahafnir.is/faxafloahafnir/upload/files/hafnarbladid/hafnabladiid_april2008.pdf)
- (60) Hafnarblaðið. (2008, apríl). *Grundartangi: Óskastaður fyrir framsækin iðnaðarfyrirtæki*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://faxafloahafnir.is/faxafloahafnir/upload/files/hafnarbladid/hafnabladiid\\_april2008.pdf](http://faxafloahafnir.is/faxafloahafnir/upload/files/hafnarbladid/hafnabladiid_april2008.pdf)
- (61) Hvalfjarðarsveit. 21. maí 2008. *Skrifað undir stofnsamning um Vatnsveitufélag Hvalfjarðar sf*. Sótt: 7. ágúst 2012. Vefslóð: <http://www.hvalfjardarsveit.is/frettir/nr/72430/>
- (62) Raket Óskarsdóttir. (2011). *Er staðbundinn iðnaðar- og framleiðsluklassi á Grundartanga? Óútgefin ritgerð*. Háskóli Íslands, Reykjavík.
- (63) Wikipedia. *Sodium chlorate*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium\\_chlorate](http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_chlorate)

- (64) Skipulagsstofnun. 19. september 2011. *Natríumklóratverksmiðja Kemíra á Grundartanga, Hvalfjarðarsveit. Ákvörðun um matsskyldu*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://skipulagvefur.eplica.is/media/attachments/Umhverfismat/866/201105032.pdf>
- (65) Fjármálaráðuneytið. 3. júní 2004. *Mat á þjóðhagslegum áhrifum rafskautaverksmiðju á Katanesi*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.fjarmalaraduneyti.is/media/Thjodarbúskapurinn/rafskautaverksmiðja.pdf>
- (66) Viðskiptablaðið. 30. maí 2009. *Rafskautafyrirtækið Kapla hf. komið í slitameðferð*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.vb.is/frettir/6218/>
- (67) Hagstofa Íslands. Seldar framleiðsluvörur 2010. Sótt: 17. júlí 2012 Vefslóð: <http://hagstofa.is/?PageID=2597&src=/temp/Dialog/varval.asp?ma=IDN01010%26ti=Seldar+framlei%F0sluv%F6rur+2010%26path=../Database/idnadur/idnadur/%26lang=3%26units=Fjöldi,magn+og+milljónir+króna>
- (68) Guðmundur Eiríksson. 25. júní 2012. Viðtal höfundar við Guðmund Eiríksson um starfsemi á Grundartanga.
- (69) Wikipedia. *Silicon production*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://en.wikipedia.org/wiki/Silicon#Production>
- (70) Elkem Ísland. 4. febrúar 2009. *Elkem Ísland ehf. á Grundartanga: Umsókn um endurnýjun starfsleyfis*. [Online] 2009 йил 4-febrúar. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: [http://82.221.28.69/media/fraedsluefni/pdf-skjol/Starfsleyfisumsokn-2009-04-feb\\_FINAL.pdf](http://82.221.28.69/media/fraedsluefni/pdf-skjol/Starfsleyfisumsokn-2009-04-feb_FINAL.pdf)
- (71) Svensson, Johan. 18. júní 2009. *Elkem Solar Plant - Ground-breaking technology for cost leadership*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://hugin.info/111/R/1323811/310706.pdf>
- (72) Elkem Ísland ehf. 20. apríl 2012. *Ísland og Bluestar undirrita viljayfirlýsingu*. Sótt: 17. júlí 2012. Vefslóð: <http://elkem.is/frettir/nr/127819/>
- (73) Wikipedia. *Anodizing*. Sótt: 19. júlí 2012. Vefslóð: <http://en.wikipedia.org/wiki/Anodizing>
- (74) Morgunblaðið. 21. október 2003. *Álþynnuverksmiðja gæti skapað 50-60 störf*. Sótt: 18. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.mbl.is/greinasafn/grein/758796/>
- (75) Davíð Ólafur Ingimarsson. (2005). *Orkufrekur úrvinnsluþæknis á Íslandi - Þróun úrvinnsluþæknis á Íslandi í Ástralíu og Japan*. Óútgefin ritgerð. Háskóli Íslands, Reykjavík.
- (76) Viðskiptablaðið. 13. júlí 2009. *Aflþynnuverksmiðja Becromal á Krossanesi gangsett í ágúst*. Sótt: 19. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.vb.is/frett/5605/>
- (77) Viðskiptablaðið. 3. júlí 2012. *Stækkun aflþynnuverksmiðju frestað*. Sótt: 19. júlí 2012. Vefslóð: <http://www.vb.is/frettir/74246/>
- (78) Guðbjörg Hrönn Óskarsdóttir og Guðmundur Gunnarsson. (2009). *Framleiðsla á kalsíum silikat einangrun á Íslandi: Tæknileg lokaskýrsla*. Nýsköpunarmiðstöð Íslands.

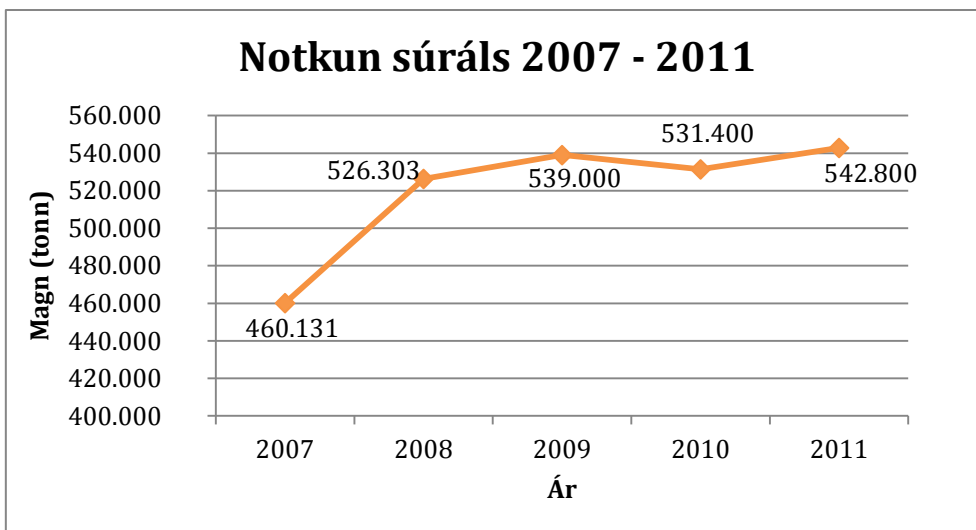
## Viðaukar

### Viðauki 1: Innflutningur

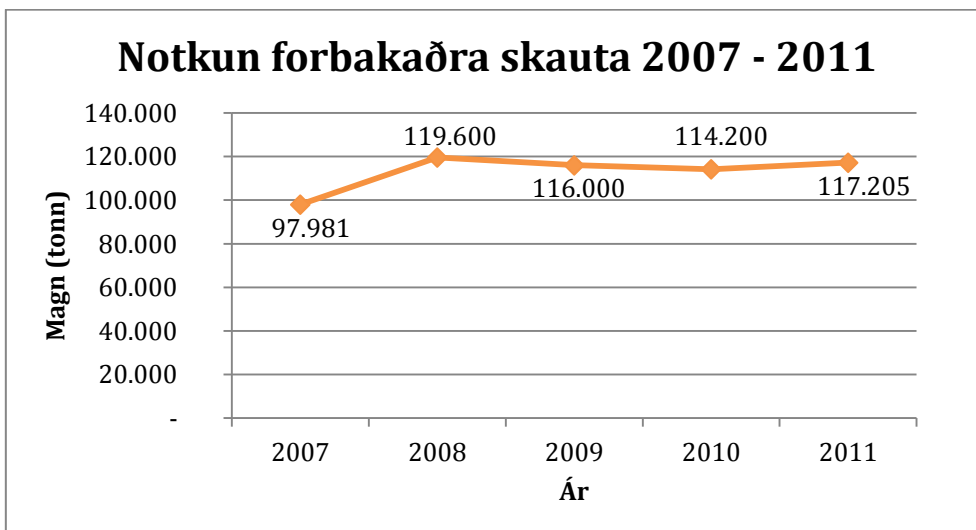
	Magn 2007	Magn 2008	Magn 2009	Magn 2010	Magn 2011	Eining
Framleiðsla á hreinu áli	238.041	273.825	278.244	276.113	280.300	tonn
Súrál	460.131	526.303	539.000	531.400	542.800	tonn
Álfúoríð	4.048	4.397	5.100	5.085	5.021	tonn
Forbökuð skaut (netto notkun)	97.981	119.600	116.000	114.200	117.205	tonn
Própangas	865	556	219	244	265	tonn
Flotaolía MDO	215.000	-	-	-	-	lítrar
Gasolía (Dieselolía)	324.930	452.180	402.000	550.600	528.580	lítrar
Sódi	70	20	98	281	315	tonn
Kragasalli	1.587	1.697	1.506	1.488	1.436	tonn
Steypujárn	684	362	918	812	1.255	tonn
Gafflar og viðgerðarefni	1.198	300	793	1.369	1.643	tonn
Raforka	3.590.078	4.041.350	4.176.000	4.144.000	4.163.630	MWst
Iðnaðarvatn	51.380	62.200	49.400	55.400	56.800	m3
Neysluvatn	59.000	80.800	73.400	83.200	85.000	m3
Sjór	16.398.720	13.140.000	7.884.000	7.884.000	7.884.000	m3
Glussaolía	9.800	11.000	17.200	17.000	16.880	lítrar
Kæliolía	13.104	7.130	3.860	3.692	3.770	lítrar
Ýmis olíuhreinsiefni	1.060	1.760	4.335	642	1.010	lítrar
Smurolía	4.513	5.600	5.400	3.490	5.413	lítrar
Bakskauta-steinar	929	560	775	1.630	1.824	tonn
Kísiljárn	14	15	15	17	14	tonn
Ferromangan	5	4	6	8	6	tonn
Ferrofosfór	13	1	5	12	15	tonn
Kolefni (íblöndun)	37	1	23	37	50	tonn
Stálhögl	60	47	40	47	32	tonn
Tréspírur	48.556	61.110	32.200	28.380	13.750	stk
Rafgeymar	18	41	88	46	79	stk

Tafla 9: Hráefnanotkun Norðurláls árin 2007 - 2011.



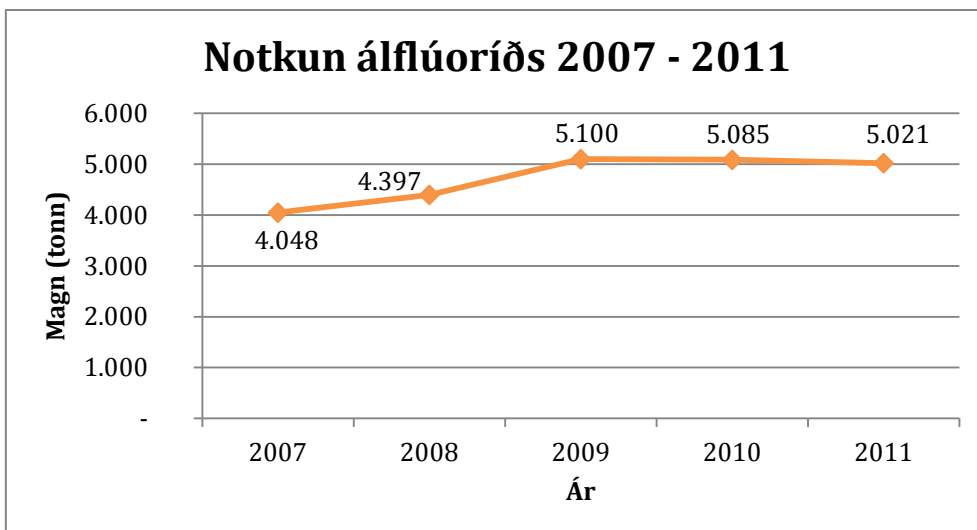


**Mynd 20: Þróun notkunar Norðuráls á súráli.**

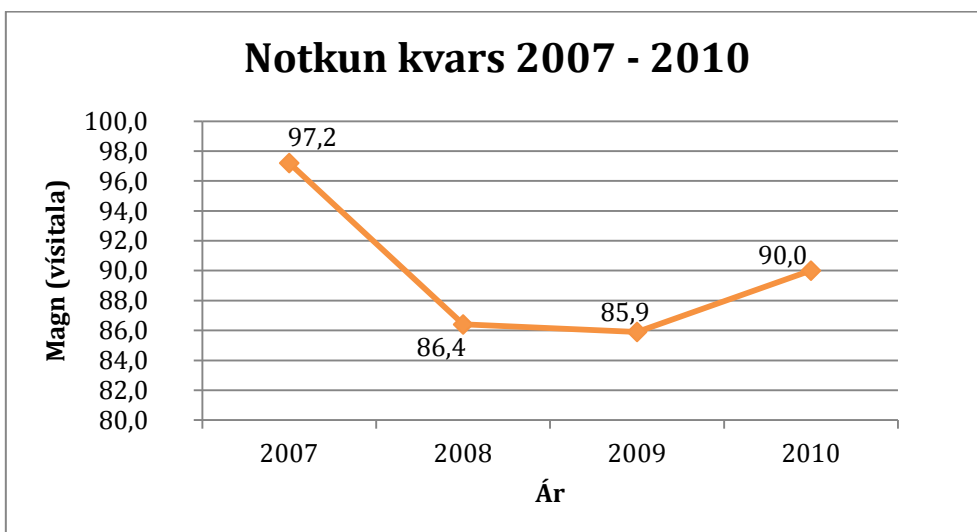


**Mynd 21: Þróun notkunar Norðuráls á forbökuðum skautum.**

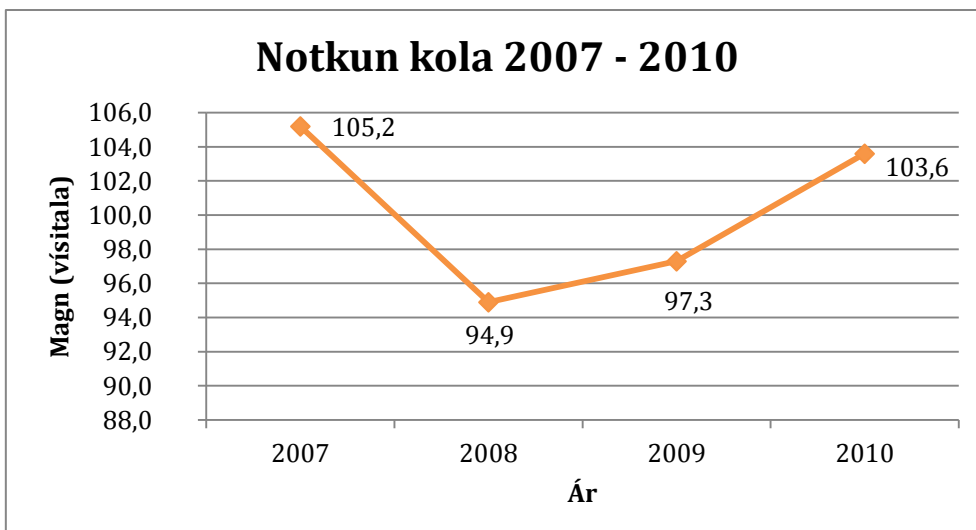




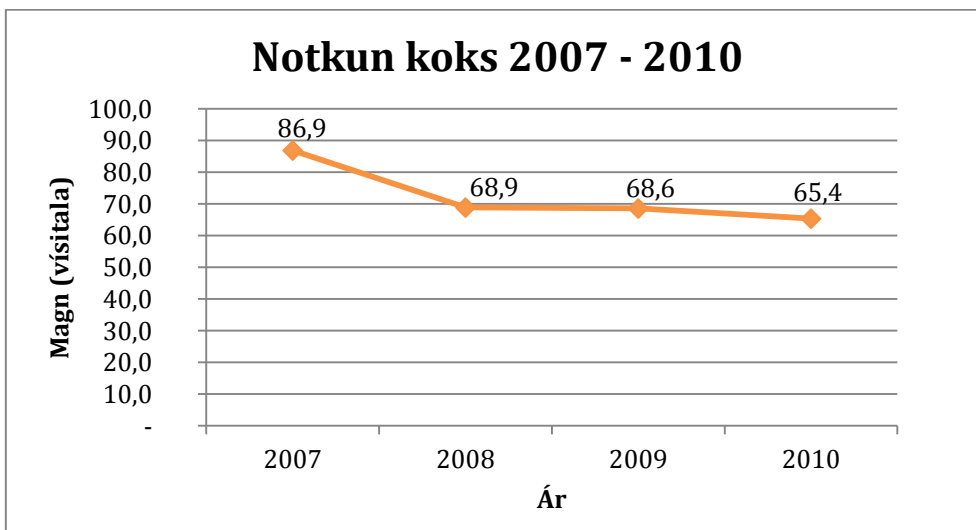
**Mynd 22: Þróun notkunar Norðuráls á álflúoríði.**



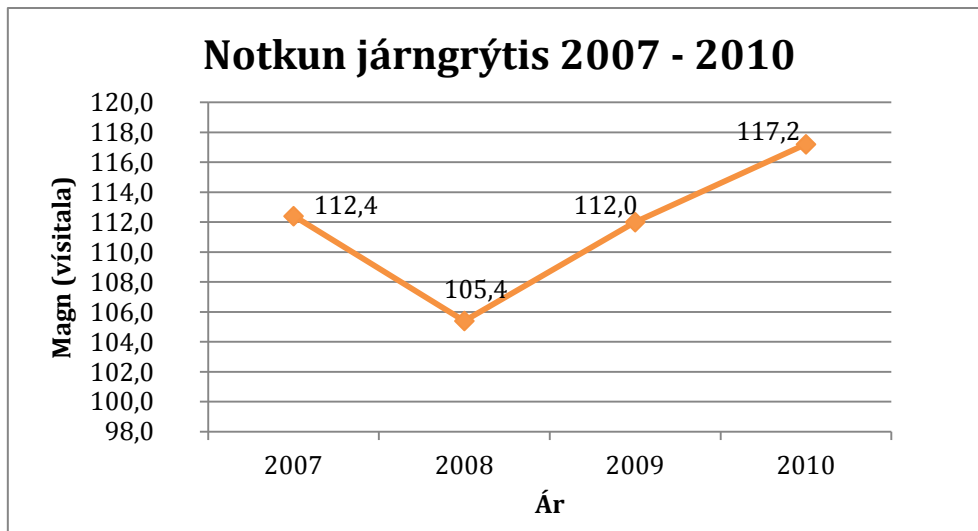
**Mynd 23: Þróun notkunar Elkem á kvarsí árin 2007 - 2010.**



**Mynd 24: Þróun notkunar Elkem á kolum árin 2007 - 2010.**



**Mynd 25: Þróun notkunar Elkem á koxi árin 2007 - 2010.**

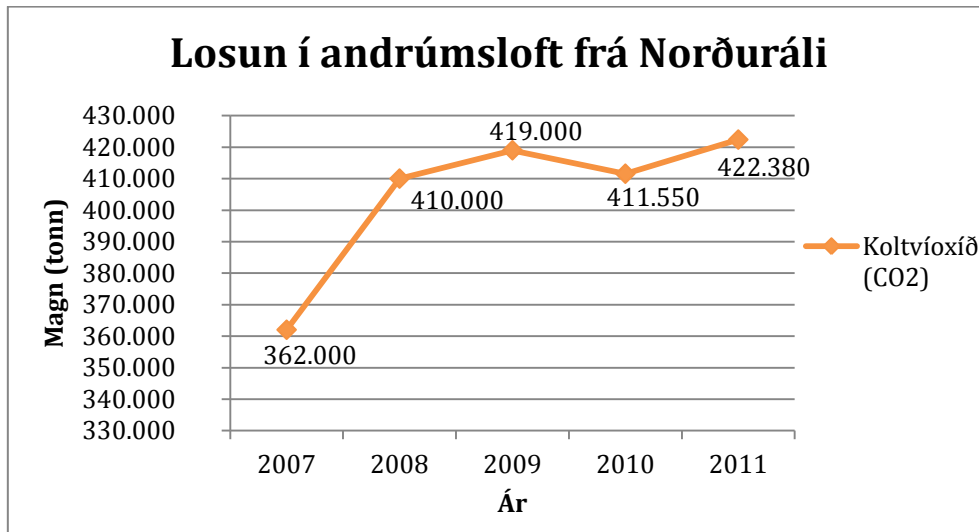


**Mynd 26: Þróun notkunar Elkem á járngrýti árin 2007 - 2010.**

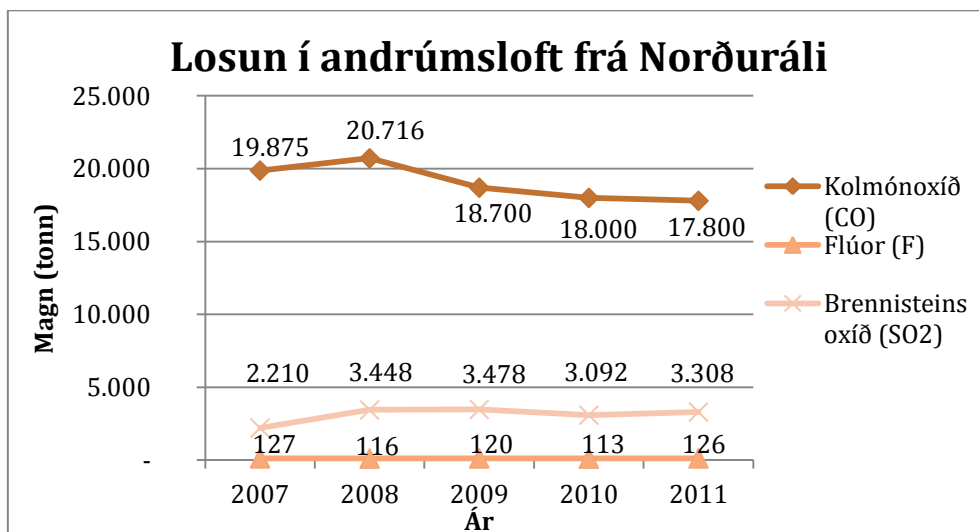
	<b>2007 (vísitala)</b>	<b>2008 (vísitala)</b>	<b>2009 (vísitala)</b>	<b>2010 (vísitala)</b>	<b>2011 (tonn)</b>
<b>kvars</b>	97,2	86,4	85,9	90,0	196.393
<b>kol</b>	105,2	94,9	97,3	103,6	101.601
<b>koks</b>	86,9	68,9	68,6	65,4	32.369
<b>járngrýti/ eldhúð</b>	112,4	105,4	112,0	117,2	44.298
<b>kalksteinn</b>	29,1	35,0	47,8	49,4	524
<b>timburkurl</b>	190,0	152,7	167,2	116,2	7.758
<b>rafskautamassi</b>	94,9	88,1	88,6	86,2	5.121

**Tafla 10: Hráefnanotkun Elkem árin 2007 - 2011.**

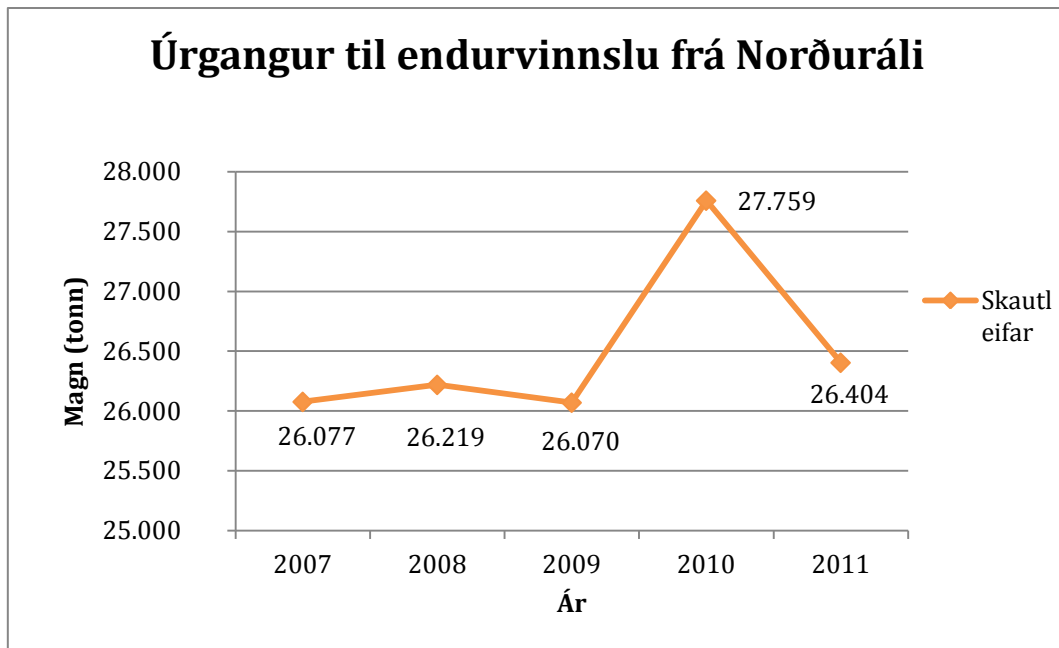
## Viðauki 2: Úrgangur



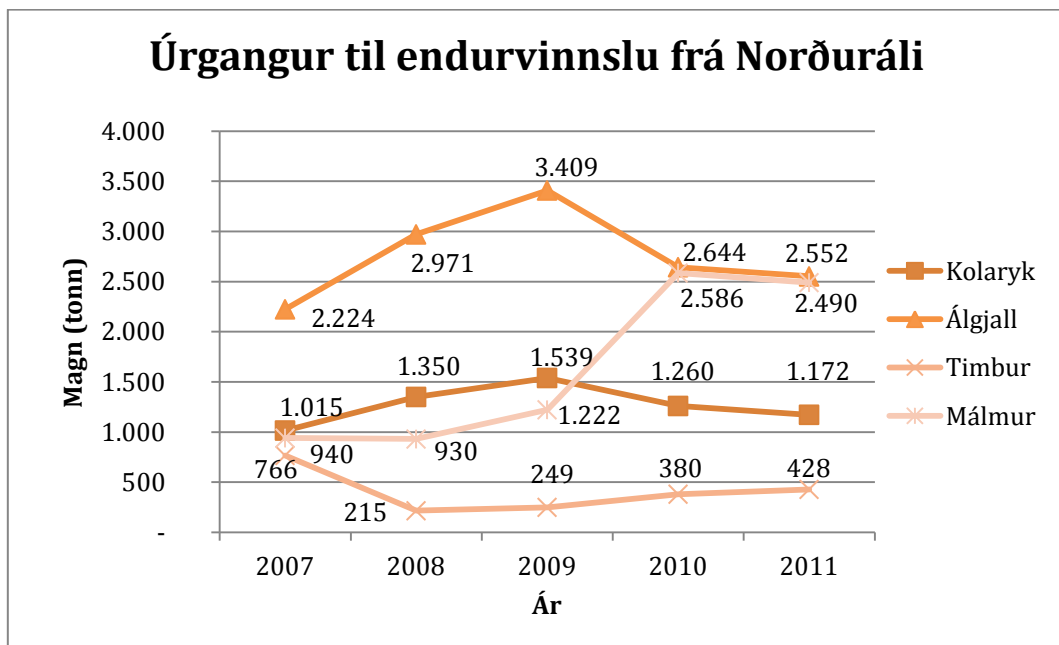
Mynd 27: Losun koltvíoxíðs í andrúmsloft frá Norðuráli árin 2007 - 2011.



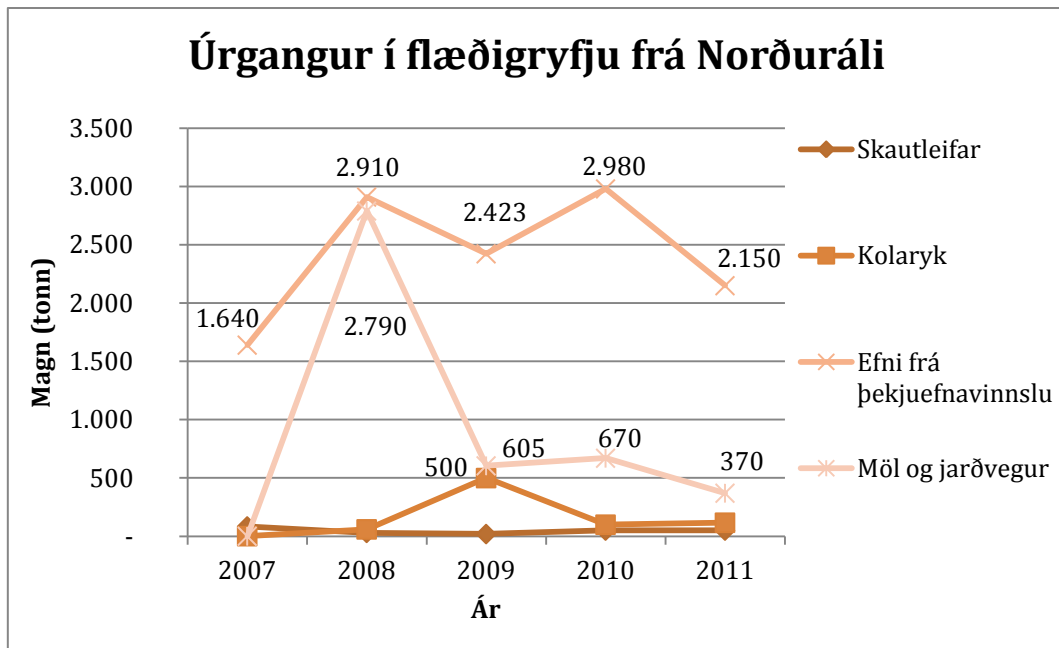
Mynd 28: Losun efna í andrúmsloft frá Norðuráli árin 2007 - 2011.



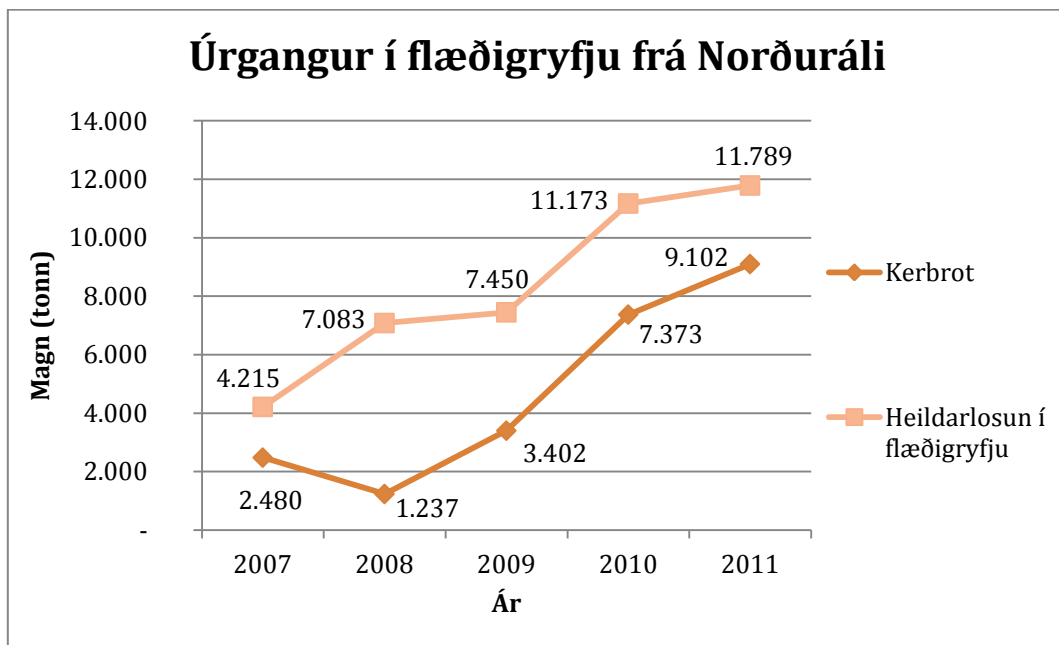
Mynd 29: Skautleifar til endurvinnslu frá Norðuráli árin 2007 - 2011.



Mynd 30: Úrgangur til endurvinnslu frá Norðuráli árin 2007 - 2011.



Mynd 31: Losun úrgangs frá Norðuráli í flæðigryfju árin 2007 - 2011.



Mynd 32: Losun úrgangs frá Norðuráli í flæðigryfju árin 2007 - 2011.

Efni	Magn 2007	Magn 2008	Magn 2009	Magn 2010	Magn 2011	Eining
CO	19.875	20.716	18.700	18.000	17.800	tonn
CO2	362.000	410.000	419.000	411.550	422.380	tonn
CF4	58.000	48.000	26.000	32.000	28.100	t CO2 ígildi
C2F6	19.000	16.000	8.900	10.900	5.100	t CO2 ígildi
SO2	2.210	3.448	3.478	3.092	3.308	tonn
PAH-21	143	164	167	166	168	kg
Heildarflúor	127	116	120	113	126	tonn
Ryk (PM10)	186	250	243	224	224	tonn

Tafla 11: Losun í loft frá Norðuráli árin 2007 - 2011.

Efni	Magn 2007	Magn 2008	Magn 2009	Magn 2010	Magn 2011	Eining
Flúoríð	18	8	5	5	7	tonn
Sýaníð (CN)	< 200	< 200	< 200	804	< 200	kg

Tafla 12: Losun í sjó frá Norðuráli árin 2007 - 2011.

Efni	Magn 2007	Magn 2008	Magn 2009	Magn 2010	Magn 2011	Eining
Seyra	45	< 10	6	19	20	tonn
Annar úrgangur (úr rotþrómm)	20	< 10	41	4	6	tonn

Tafla 13: Úrgangur frá fráveitu Norðuráls árin 2007 - 2011.

Efni	Magn 2007	Magn 2008	Magn 2009	Magn 2010	Magn 2011	Eining
Skautleifar	26.077	26.219	26.070	27.759	26.404	tonn
Kolaryk	1.015	1.350	1.539	1.260	1.172	tonn
Álgjall	2.224	2.971	3.409	2.644	2.552	tonn
Timbur	766	215	249	380	428	tonn
Málmur	940	930	1.222	2.586	2.490	tonn
Skrifstofu-pappír	2	2	2	2	2	tonn

Tafla 14: Úrgangur til endurvinnslu frá Norðuráli árin 2007 - 2011.

Efni	Magn 2007	Magn 2008	Magn 2009	Magn 2010	Magn 2011	Eining
Olíuúrgangur	4	3	3	3	2	tonn
Rafgeymar og rafhlöður	2	1	1	1	0,6	tonn
Spilliefni	17	21	13	21	8,8	tonn
Úrgangsolía	24,8	24,7	16,2	28,6	22	m3

Tafla 15: Úrgangur til endurvinnslu frá Norðuráli árin 2007 - 2011.

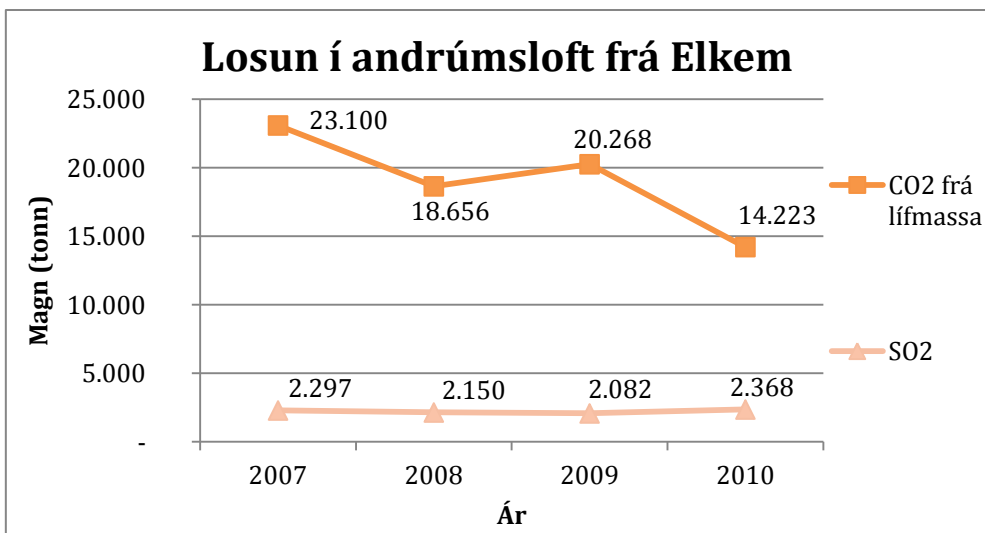
Efni	Magn 2007	Magn 2008	Magn 2009	Magn 2010	Magn 2011	Eining
Pressanlegur úrgangur	424	274	246	215	285	tonn
Hjólbarðar	17	10	3	8	2,5	tonn

Tafla 16: Fastur úrgangur frá Norðuráli árin 2007 - 2011.

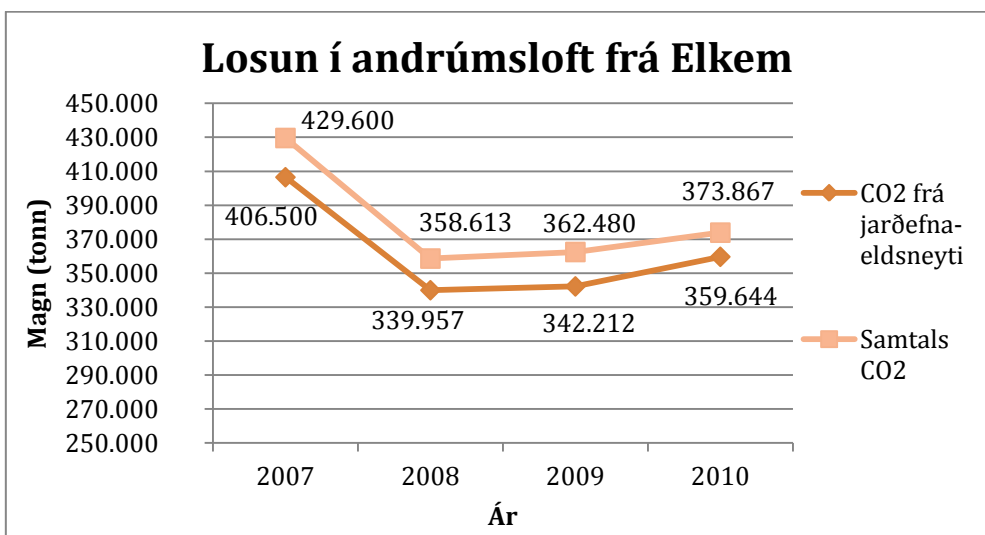
Efni	Magn 2007	Magn 2008	Magn 2009	Magn 2010	Magn 2011	Eining
Skautleifar	85	30	20	50	50	tonn
Kolaryk	2	60	500	100	117	tonn
Kerbrot	2.480	1.237	3.402	7.373	9.102	tonn
Efni frá þekjuefnavinnslu	1.640	2.910	2.423	2.980	2.150	tonn
Deiglusteinar	6	-	-	-	-	tonn
SiC steinar	1	56	-	-	-	tonn
Möl og jarðvegur	1	2.790	605	670	370	tonn
Heildar losun í flæðigryfju	4.215	7.083	7.450	11.173	11.789	tonn

Tafla 17: Úrgangur í flæðigryfju frá Norðuráli árin 2007 - 2011.

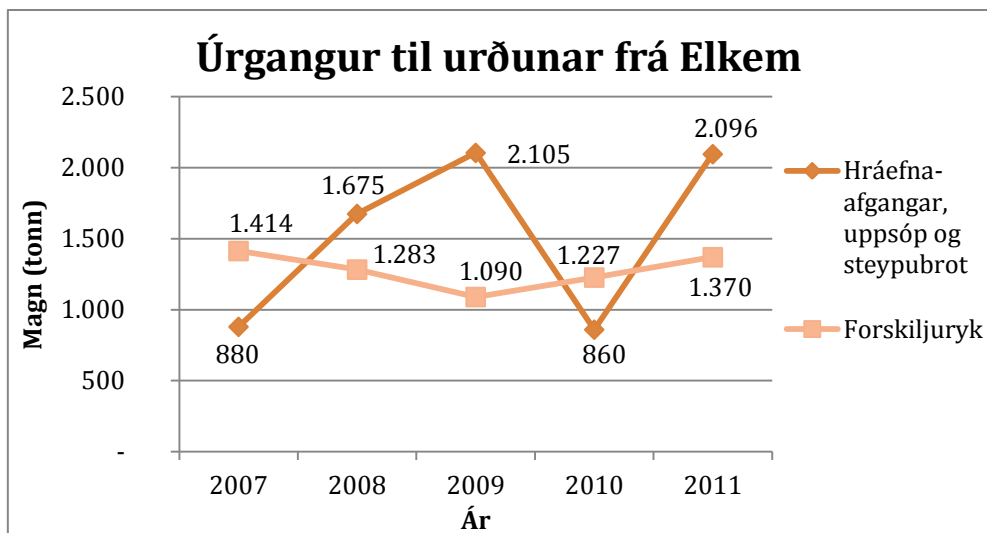




**Mynd 33: Losun efna í andrúmsloft frá Elkem árin 2007 - 2011.**



**Mynd 34: Losun efna í andrúmsloft frá Elkem árin 2007 - 2011.**



**Mynd 35: Úrgangur til urðunar frá Elkem árin 2007 - 2011.**

Losun í andrúmsloft	2007	2008	2009	2010	Magn
CO2 frá jarðefnaeldsneyti	406.500	339.957	342.212	359.644	tonn
CO2 frá lífmassa	23.100	18.656	20.268	14.223	tonn
SO2	2.297	2.150	2.082	2.368	tonn
CO2 samtals	429.600	358.613	362.480	373.867	
<b>Úrgangur í urðun við Grundartangahöfn</b>					
Hráefnaafgangar, uppsóp af gólfum, steypubrot/ eldfast	880	1.675	2.105	860	tonn
Forskiljuryk	1.414	1.283	1.090	1.227	tonn

**Tafla 18: Úrgangur frá Elkem árin 2007 - 2010.**