

Júlíus Sólnes, prófessor
Verkfræðideild Háskóla Íslands

Olíuhreinsunarstöð eða álver á Reyðarfirði

Samanburður á umhverfisáhrifum

Eðvarð Júlíus Sólnes lauk fyrrihlutaprófi frá verkfræðideild H.Í. 1958 og prófi í byggingarverkfræði frá DTU í Kaupmannahöfn 1961. Hann stundaði framhaldsnám við International Institute of Seismology and Earthquake Engineering í Tokyo 1963-64 og lauk doktorsprófi í sveiflufræði byggingarvirkja frá DTU 1966. Júlíus starfaði sem sjálfstæður ráðgjafarverkfræðingur í Reykjavík 1965-68, en fluttist þá til Danmerkur, þar sem hann var rannsóknarverkfræðingur hjá Danmarks ingeniör-akademi og á DTU, þar sem hann var ráðinn aðstoðarprófessor 1971. Hann var skipaður prófessor við verkfræðideild H.Í. 1972. Júlíus hefur stundað rannsóknir í jarðskjálftaverkfræði og stokastískri sveiflugreiningu. Árið 1997 gaf bókaforlagið John Wiley & Sons út bók hans „Stochastic Processes and Random Vibrations“ fyrir alþjóðlegan markað. Júlíus hefur einnig tekið virkan þátt í félagsmálum og stjórnmálum. Hann var formaður Verkfræðingafélags Íslands 1983-85. Hann átti sæti í bæjarstjórn Seiltjarnarness 1978-86 og sat á þingi fyrir Borgaraflokkinn 1987-91. Hann átti sæti í ríkisstjórn Steingríms Hermannssonar 1989-91 og varð fyrsti umhverfisráðherra Íslands.



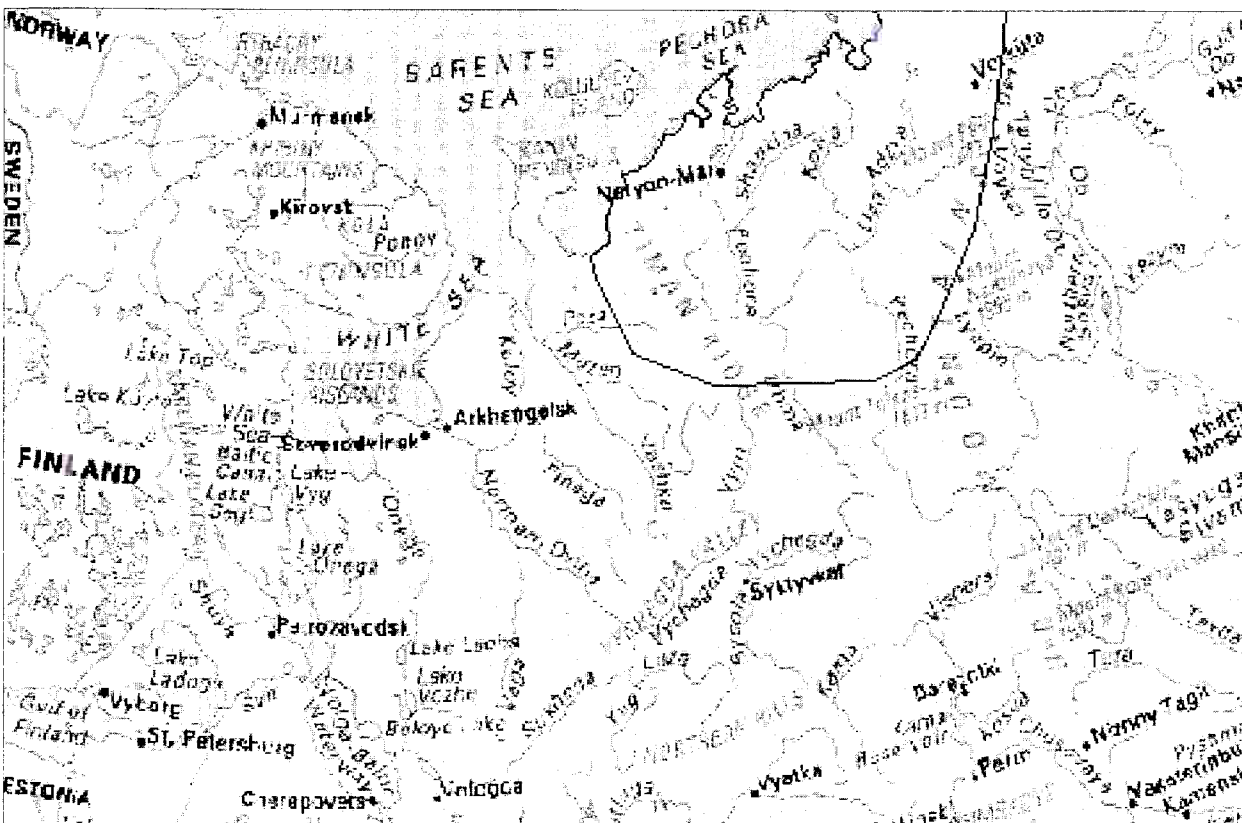
Abstract

The Timan Pechora region in the Russian arctic holds vast oil reserves. The region includes the autonomous districts of Nenets Okrug and Arkhangelsk Oblast, located east and west of the Pechora river on the Barents Sea south of Novaya Zemlya. Russian and foreign oil companies have been involved in geophysical surveys and exploratory drilling in the region for some time, and plans for starting oil production are under way. For various logistical and political reasons, the crude oil from Timan Pechora will have to be transported by tankers to oil refinery(ies) strategically located in the North Atlantic. The East Coast of Iceland and the Faeroe Islands have come into consideration in this respect. In both countries, the national economy is mostly based on fisheries. The potential environmental risk associated with the operation of an oil refinery in either country will have to be analysed and understood before any such project could be considered. This especially entails the risk of accidental oil spills at sea, which would have a serious impact on the fisheries and general biota in the coastal zones.

In the paper, the oil refinery logistics is presented, the main pollution and emission sources identified and general environmental impacts discussed, including the transportation and handling of crude oil and oil products from the proposed refinery. Measures for minimizing pollution and other detrimental environmental impacts, using best available technology, are studied and the desirability of locating an oil refinery in the environmentally fragile regions of the North Atlantic fisheries communities debated. As a case study, the Reyðarfjörður location on the East Coast of Iceland is considered and environmental comparison with a proposed aluminium smelter at the same location with massive hydropower development in the central eastern highlands carried out on a quality index basis.

Inngangur

Hugmyndir hafa komið fram um byggingu olíuhreinsunarstöðvar á Íslandi sem myndi hreinsa olíu frá Timan Pechora-svæðinu í Norður-Rússlandi við Barentshaf (sjá mynd). Þar sem hér er um að ræða mikla fjárfestingu (um 2 milljarðar Bandaríkjadala), sem er samþærileg við hugmyndir um byggingu álvers á Reyðarfirði með virkjunum á hálendinu, er eðlilegt að bera þessa tvo fjárfestingarkosti saman bæði út frá sjónarmiðum umhverfisverndar og út frá sjónarmiðum atvinnuuppbyggingar á Austurlandi. Í greininni er þó höfuðáhersla lögð á umhverfisáhrif olíuhreinsunarstöðvarinnar, þar sem þau eru lítt þekkt hér á landi, en áhrif álvers á Reyðarfirði hafa verið rannsökuð ítarlega (Hönnun hf, Hönnun og ráðgjöf ehf, VST hf (1999)). Sérstaklega þarf að huga að umhverfisáhrifum vegna sjóflutninga á olíu og olíuvörum til og frá olíuhreinsunarstöðinni, en áhyggjur vegna hugsanlegs olíuslyss og afleiðingum þess er það sem fyrst kemur upp í hugann þegar rætt er um slíka stöð hér á landi. Hvað varðar álver á Reyðarfirði hefur helsti ásteytingarsteinninn verið mikil



Kort af norðurhéraðum Rússlands, sem sýnir Pechora-fljótið og borgina Naryn Mar, sem er höfuðborg sjálfstjórnarhéraðsins Nenets Okrug.

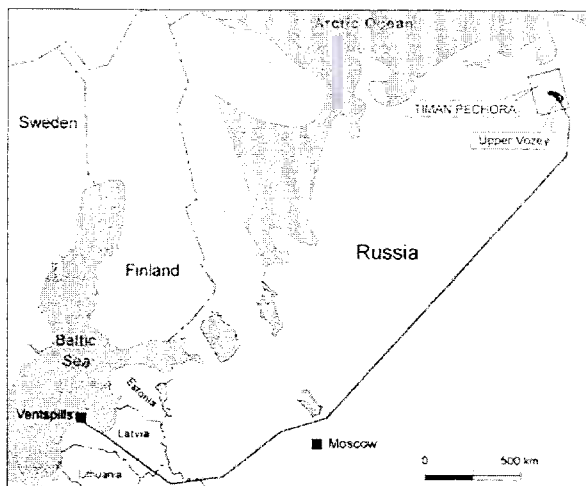
umhverfisstöðvar á hálendinu vegna fyrirhugaðra vatnsaflsvirkjana norðan Vatnajökuls. Í greininni er gerð tilraun til að bera umhverfisáhrif þessara tveggja valkosta saman á grundvelli svonefndrar umhverfisgæðavísitölu.

Eitt aðalvandamál fyrirhugaðrar olíuvinnslu í Timan Pechora er flutningur á hráolíu þaðan til olíuhreinsunarstöðva í Evrópu. Olíuleiðslur frá Rússlandi til Vestur-Evrópu liggja um 1500 kílómetrum sunnar, sem kallar á sjóflutninga á hráolíunni til olíuhreinsunarstöðvar svo hægt verði að koma olíuafurðunum á markað í Vestur Evrópu og hugsanlega til austurstrandar Bandaríkjanna. Bæði af efnahagslegum og pólitískum ástæðum er talið óheppilegt að byggja slíka hreinsunarstöð í Rússlandi sjálfu.

Á árunum 1997 og 1998 fór fram forathugun á aðstöðu til að byggja olíuhreinsunarstöð á Reyðarfirði, en rússneska fyrirtækið MDSeis í Moskvu stóð að þessari athugun í samvinnu við íslenska aðila á vegum iðnaðarráðuneytisins. Meðal annars var Verkfræðistofunni Línuhönnun í samstarfi við þýskt ráðgjafarfyrirtæki falið að rannsaka umhverfisáhrif slíkrar stöðvar (Línuhönnun ehf. og TÜV-Rheinland GmbH (1997)).

Nýlega hafa LUKOil og Gazprom, tvö stærstu orkufyrirtæki Rússlands, gert með sér samkomulag um að flýta vinnslu á Timan Pechora-svæðinu og byggja olíuútskipunarhöfn við Barentshafið (Petroleum Report (1998)). Jafnframt eru þessir aðilar að huga að byggingu fyrstu olíuhreinsunarstöðvarinnar einhvers staðar við Norður-Atlantshaf. Áhugi þeirra beinist því aftur að austurströnd Íslands, en aðrir staðir svo sem Færeyjar og Írland koma einnig til greina. Er nú verið að leita að stað fyrir sex milljón tonna olíuhreinsunarstöð, sem yrði byggð í samvinnu við bandaríska fjárfesta og heimaaðila. Full vinnsla á Timan Pechora-svæðinu mun krefjast mikillar afkastagetu olíuhreinsunarstöðva. Sem stendur er töluverð umframgeta hjá vesturevrópskum olíuhreinsunarstöðvum og jafnvel verið að loka óhentugum stöðvum (Krane (1999)). Heildarafkastageta olíuhreinsunarstöðva í heiminum hefur ekki breyst mikið frá 1990 þótt eldri óhagkvæmum stöðvum hafi verið lokað og nýjar byggðar. Þess vegna er talið líklegt að vinnsla olíu á Timan Pechora-svæðinu geti kallað á nokkrar nýjar olíuhreinsunarstöðvar á Norður-Atlantshafi, einkum ef áætlanir um lagningu mikillar olíuleiðslu til Ventspils í Lettlandi dragast úr hömlu (sjá mynd).

Nauðsynlegt landrými fyrir starfsemi olíuhreinsunarstöðvar af þeirri stærð sem hér um ræðir er 50–60 ha. Þar af tekur hafnaraðstaðan bróðurpartinn eða um 40 ha. Nauðsynlegt er



Hugmynd að olíuleiðslu frá Timan Pechora til Ventspils (BG International (1999)).

að geta afgreitt tvö 50 þúsund tonna tankskip samtímis, en eitt slíkt þarf um 400.000 m² aðstöðu til snúnings og 15 metra dýpi. Umhverfisáhrif vegna reksturs olíuhreinsunarstöðvar eru margvísleg. Honum fylgir töluverð loftmengun vegna losunar lífrænna rokgjarnra gastegunda (VOC's), mikil losun svonefndra gróðurhúsalofttegunda (CO₂, CO, CH₄), og minni losun af NO_x, SO₂ og ryki. Hreinsunarstöðin notar mikið vatn og sendir frá sér mengaða frárennslisstrauma, sem þarf að hreinsa rækilega áður en þeim er beint út í náttúrulegan viðtaka. Menguð úrgangsefni og olíumengaður jarðvegur eru meðal þeirra umhverfisþátta, sem þarf að huga vel að.

Helstu þættir olíuhreinsunar

Hráolía inniheldur hundruð mismunandi efnasambanda, sem þarf að aðskilja og hreinsa til að hægt sé að nýta þau. Sambönd kolefnis, súrefnis og vetnis eru ríkjandi í olíunni, en sambönd sem innihalda brennistein, köfnunarefni og önnur ólífræn frumefni finnast í minna mæli. Dæmigerð efnagreining olíu sýnir 83–87% kolefni (C), 11–16% vetni (H), 0–7% súrefni (O) og köfnunarefni (N), og 0–5% brennistein (S), (Radovich (1997)). Olíuhreinsunarstöð samanstendur af mörgum mjög flóknum efnaferlum, sem breyta hráolíunni í bensín, léttu og þunga brennsluolíu (gas- og svartolíu) og hundruð annarra efna, sem eru ómissandi í daglegri tilvist okkar (Chevron (1999)). Í hreinsunarstöðinni er hráolían þvegin og brotin niður í brennsluolíu, steinolíu, tjöru og fleiri efni með eimingu. Alls konar efnabreytingar eru framkvæmdar með ýmsum aðferðum til að fá fram ákveðna eiginleika og hreinleika, t.d. með breytingu á steinolíu í bensín o.fl. Til þessara breytinga er notað mikið vatn eða um 160 þúsund rúmmetrar af vatni (30 l/s) og um 27 GWh af raforku fyrir hver milljón tonn af hráolíu. Sex milljón tonna hreinsunarstöð þarf því um 160 GWh af rafmagni á ári, sem hún gæti framleitt sjálf í eigin olíukyntum gufuhverflum. Því er ekki um orkufrekan iðnað að ræða. Yfirlit yfir ferli hráolíunnar er sýnt á mynd hér á eftir.

Hvað varðar rússnesk-bandaríska olíuhreinsunarstöð á Íslandi er gert ráð fyrir að helstu afurðir hennar, bensín og gasolíur, verði markaðssettar á austurströnd Bandaríkjanna og í minna mæli á vesturströnd Evrópu. Í töflu 1 er sundurliðun á afurðum stöðvarinnar og markaðssvæðum. Gert er ráð fyrir að stöðin sjái Íslendingum fyrir öllu bensíni og olíum, en íslenski markaðurinn þarfnast um 600–800 þúsund tonna af bensíni og olíum árlega.

Olíuðnaðarinn hefur tekið miklum breytingum hin síðari ár. Nýjar hreinsunarstöðvar eru mun hagkvæmari og reknar með meiri gæðastýringu og minni mengun en áður tíðkaðist. Strangir alþjóðlegir gæða-, öryggis- og umhverfisstaðlar gilda og fyrirtækin leitast við að draga úr slæmum umhverfisáhrifum eftir fremsta megni. Til dæmis er mun minna um bruna á loftgösum (e. flaring) en áður og aðeins gripið til þessa ráðs ef eitthvað bílar í stöðinni. Umhverfisáhrif og sú hætta sem umhverfinu er búin vegna starfsemi slíkra stöðva, eru grundvallaratriði í þeirri hagvæmnisathugun sem þarf að framkæma áður en nokkrar ákvarðanir um slíka fjárfestingu verða teknar. Miðað við að öllum ströngustu alþjóðlegum reglum um starfsemi olíuhreinsunarstöðva verði fylgt er ekki um meira mengandi iðnað að ræða en gengur og gerist (t.d. álbræðsla). Nútíma olíuhreinsunarstöðvar sem hafa verið byggðar, t.d. í Noregi (Mongstad og Slagentangen í Óslóarfirði), eru reknar með mjög

1. Hydrocarbon deposit	2. Field operation	3. Transport	4. Refining	5. Final products
<ul style="list-style-type: none"> Exploration Mapping (GIS) Seismic detection Geological surveys 	<ul style="list-style-type: none"> Drilling, recovery Well production Export terminals 	<ul style="list-style-type: none"> Shipping by tankers Shipping through inter-continental pipelines 	<ul style="list-style-type: none"> Storage Physical processes (seperation) Chemical processes (cracking, coking, alkylation, reforming) 	<ul style="list-style-type: none"> Gasoline Siesel fuels Kerosene (jet fuel) Fuel oil Bitumen Other(petro-chemicals)

Ferli hráolíu og olíuafurðir.

ströngum öryggisreglum og lágmarksmengunaráhrifum. Samt sem áður verður mengun olíuhreinsunarstöðvar ávallt töluverð, og verður því að fá svör við þeirri spurningu hvort hún geti orðið innan viðunandi marka fyrir fiskveiðihjód eins og Íslendinga.

Tafla 1. Helztu afurðir sex milljón tonna olíuhreinsunarstöðvar á Íslandi

Afurð	Ktonn/ári	Útflutningsmarkaðir
Bensín	15600	USA, Ísland
Díselolía	30660	USA, Vestur-Evrópa, Ísland
Svartolía	4320	Vestur-Evrópa, Ísland
Asfalt	4900	Þróunarlönd, Ísland
Brennisteinssýra	ótilgreint	Vestur-Evrópa

Olíuhreinsunarstöð og umhverfisáhrif hennar

Einn staður á Íslandi hefur aðallega verið til athugunar, þ.e.a.s. Reyðarfjörður. Þar eru hafnaraðstaða og aðrar aðstæður mjög hagstæðar fyrir byggingu slíkrar stöðvar. Þar sem komið hefur til tals að byggja stóra álbræðslu á Reyðarfirði eru til góðar upplýsingar um alla staðhætti þar. Staðsetning olíuhreinsunarstöðvar við Kolkuós í Skagafirði hefur einnig verið nefnd (Línuhönnun hf. (1998)). Sá staður er hins vegar óheppilegur þegar litið er til áhættu vegna sjóflutninga á olíu, þar sem hafis getur gert sjóleiðina erfiða og beinlínis hættulega. Í samanburði við Reyðarfjörð, sem liggur við 65. breiddargráðu og nánast sunnan við hafsbeltið, væri verið að auka mjög áhættuna á sjóslusum þar sem mikill olíuleki í sjó gæti átt sér stað, en það er einmitt mesta umhverfisáhættan við rekstur olíuhreinsunarstöðva. Þess vegna verður aðeins fjallað um Reyðarfjörð í þessari grein. Til glöggvunar er umhverfisáhrifunum skipt niður í áhrif vegna sjóflutninga, losunar og lestunar á olíu og olíuafurðum og svo áhrif vegna sjálfrar hreinsunarinnar.

Sjóflutningar á olíu

Flutningur á hráolíu til hreinsunarstöðvar leiðir til losunar á metangasi og öðrum rokgjörnum lífrænum gastegundum út í andrúmsloftið. Það er hins vegar olíuslys, þar sem mikið magn af olíu fer í sjó, sem skapar meginumhverfisáhættuna fyrir lífríki sjávar og þar með afkomu fiskveiða og vinnslu á næstu slóðum við slíka hreinsunarstöð. Olíuslys fyrir Austfjörðum gæti þannig haft miklar og slæmar afleiðingar. Almennt séð eru afleiðingar olíuslyss á sjó ekki eingöngu háðar því olíumagni sem fer í sjóinn heldur einnig þáttum eins og vindum og hafstraumum, fjarlægð til næstu strandsvæða, tegund olíu og lífríkinu í nágrenni slysstaðarins (Haukur Einarsson (1999)). Nokkur meiri háttar olíuslys hafa vakið heimsathygli, en síðasta stórslys varð er tankskipið Braer strandaði við Suðureyjar 1993 (Media South West (1997), (Osborn (1996)). Afleiðingar Exxon Valdez-sjóslýssins við Alaska, sem hafði mikið umhverfistjón í för með sér, hafa verið rannsakaðar mjög ítarlega (Wells og fl. (1995)). Olía og ýmsir efnahættir hennar hafa eitrandi áhrif á lífrænt svif sem myndar grundvöll fæðukeðjunnar í sjónum (Clark o.fl. (1997)). Sjófuglum, eggjum og lirfum er einnig mjög mikil hættu búin. Hins vegar safnar fiskur í sig olíukolvetnissamböndum án þess að drepast. Hold sig hans fær olíukennt bragð þangað til vatnið verður hreint aftur því þá getur hann losað sig við kolvetnin með efnaskiptingu (Børresen (1993)).

Til allrar lukku hjálpar náttúran við að eyða og brjóta niður olíuna. Léttustu þættir hennar gufa fljótlega upp, aðrir leysast upp eða iltast og eins á hægfara rotnun sér stað (Haukur Einarsson (1999), Sebastio and Soares (1995)). Samt sem áður eru skjót viðbrögð við olíuslysi mjög mikilvæg þar sem hægt er að takmarka tjónið með ýmsum aðgerðum svo sem flotgirðingum, uppleysiefnum og alls kyns söfnunartækjum ef slíkar varnaraðgerðir geta hafist strax (Haukur Einarsson (1999)). Á tíunda áratugnum hafa orðið ýmsar framfarir í vörnum gegn olíuslysum og búnaði fyrir slíkar varnaraðgerðir hefur verið komið fyrir víða. Hið alþjóðlega samfélag hefur staðið að gerð samninga og reglugerða til að koma í veg fyrir meiri háttar olíuslys sem olíuöndurinn hefur að mestu tekið opnum örmum (American Petroleum Institute (1999)). Þannig telur Mr. Moore, hjá olíufélaginu Chevron, að löggjöf Bandaríkjanna frá 1990 (the Oil Pollution Act of 1990) hafi valdið því að ekkert meiri háttar olíuslys hafi orðið í bandarískri landhelgi á tíunda áratugnum (Moore (1999)). Nýlega hefur strandgæsla Bandaríkjanna gert tillögur um hertar reglur um siglingar með hættuleg efni í landhelgi Bandaríkjanna sem miða að enn frekara öryggi gegn olíuslysum (US Coast Guard (1999)). Þá er rétt að vekja athygli á ýmsum alþjóðlegum samningum og reglum sem varða olíuflutninga með tankskipum. Þannig gilda t.d. reglur um flokkun skipa, sem sigla um norðurhöf (Polar ship rules concerning ice classes), MARPOL 73/78 viðbætur I, II og III varðandi forvarnir gegn olíumengun frá skipum, reglur Alþjóða siglingamálastofnunarinnar og SOLAS 1974, kafli VII, hluti A (Línuhönnun hf. & TÜV Rheinland GmbH (1997)). Enn fremur má nefna alþjóðlegu samningana gegn olíuslysum, FUND, INTERVENTION og CLC.

Næstum öll olíuslys hafa orðið vegna tankskipa, sem eru eldri en 15 ára (75%). Í raun má segja að öll meiri háttar olíuslys hafa orðið vegna mannlegra mistaka og lélegs búnaðar. Ný tankskip eru öruggari og skip með tvöföldu byrði, sem nú ryðja sér til rúms, ættu að veita aukið öryggi. Þó er hægt að benda á neikvæð áhrif af tvöföldu byrði. Ef gat kemur á bæði byrðin blandast sjór og olía í holrúminu á milli byrða og rennur síðan út í sjóinn í hættulegra formi. Olía sem lekur í sjó frá tankskipi með einu byrði er hins vegar ómenguð og því auðveldara að eiga við hana (Línuhönnun hf. & TÜV Rheinland GmbH (1997)).

Í flestum löndum er verið að setja reglur um bann við siglingum tankskipa með aðeins eitt byrði. Samkvæmt Hafréttarsáttmála Sameinuðu þjóðanna er heimilt að banna alfarið umferð einbyrðunga eftir 2012. Bandaríkin munu þó leyfa einbyrðunga fram til 2016 (Moore (1999)). Núverandi íslensk löggjöf og reglugerðir banna ekki olíuflutninga með einbyrðungum til og frá landinu og það er vert að hugleiða að engin alvarleg olíuslys hafa átt sér stað við Íslandsstrendur vegna olíuflutninga hingað til.

Íslenska tilkynningarskylduverkefnið gæti komið að góðum notum til að auka öryggi sjóflutninganna. Það er tiltölulega auðvelt að yfirfæra þá tækni og þann tækjabúnað sem hefur verið þróaður til að fylgjast með staðsetningu fiskiskipa yfir í tankskipin. Þannig væri hægt að fylgjast með ferð hvers einasta tankskips frá því það leggur úr höfn í Rússlandi, þangað til það kemur til hafnar á Íslandi og öfugt, með nákvæmri staðsetningu á tölvuskjám. Að lokum er áhugavert að minnast á norskar reglur um olíuflutninga í landhelgi Noregs, en þær eru líklega með ströngustu reglum sem gilda í heiminum í dag. Norskar olíuhreinsunarstöðvar eru skyldugar til þess að hafa viðbúnað til að eiga við olíuslys bæði á landi og á sjó vegna flutninga til og frá stöðinni. Öll olíuflutningaskip sem nálgast norska landhelgi verða að fylgja fyrirfram ákveðnum siglingaleiðum, taka norskan hafnsögumann um borð og fara undir yfirstjórn Norsku siglingamálastjórnunarinnar (Línuhönnun hf. & TÜV Rheinland GmbH (1997)). Hvort norsku reglurnar verða taldar fullnægjandi til að tryggja

viðunandi öryggi gagnvart olíuslysum við Íslandsstrendur verður að koma í ljós ef áætlanir um byggingu olíuhreinsunarstöðvar á Íslandi verða einhvern tíma að veruleika.

Umhverfisáhrif frá rekstri stöðvarinnar

Rekstur olíuhreinsunarstöðvar veldur margvíslegum umhverfisáhrifum. Þar á meðal er töluverð loftmengun. Einnig er um að ræða ýmsa skaðlega mengunarstrauma bæði fastra og fljótandi efna, sem þarf að hreinsa með mekanískum, efnafræðilegum og lífrænum hreinsibúnaði. Skaðleg mengunaráhrif olíuhreinsunarstöðva eru háð ströngum alþjóðlegum reglugerðum, tilskipunum Evrópusambandsins og að auki koma til ákvæði mengunarvarnareglugerðar um hámarkslosun skaðlegra efna sem eru tilgreind í starfsleyfi (Umhverfisráðuneyti (1994)).

Loftmengun

Hægt er að skipta loftmengun olíuhreinsunarstöðva í tvennt, þ.e. 1) vegna loftræsingar og bruna á gasi þegar bilun í búnaði veldur því að ekki er hægt að meðhöndla gasið með öðrum hætti og 2) losun á gasi gegnum öryggisloka og vegna leka. Olíuhreinsunarstöð er því uppspretta losunar á rokgjörnum lífrænum gösum (VOC), brennisteinstvíoxíði (SO_2) og í minna mæli losunar á köfnunarefnisoxíðum (NO_x), kolsýringi (CO) og ryki. Metangas, sem er ein mikilvægasta gróðurhúsalofttegundin, sem losnar vegna olíuvinnslu og í olíuhreinsunarstöðvum, er venjulega meðhöndlað sérstaklega, aðskilið frá öðrum rokgjörnum lofttegundum (NMVOC). Alþjóðaráðið um loftslagsbreytingar (IPCC) hefur gefið út leiðbeiningar um hvernig eigi að meta losun frá olíuhreinsunarstöðvum í ýmsum heimshlutum (Houghton, J.T. et al. (Eds.) (1966)). Losun á CH_4 vegna flutninga og meðhöndlun hráolíu í tankskipum er talin nema 745 kg/PJ (PetaJoule) fyrir Rússland og Austur-Evrópu. Þar við bætist svo 110–1650 kg/PJ vegna geymslutanka og sjálfrar hreinsunarinnar. Ef miðað er við að hráolía hafi orkugildið 40 GJ/ton og helmingur losunar vegna sjóflutninga færist á reikning Íslands verður heildarlosunin á metangasi á bilinu 116–485 tonn/ár eða um 300 tonn/ár fyrir Ísland. Miðað við hitastuðul 21 (Umhverfisráðuneytið (1992)) fæst jafngild árleg koltvíoxíðlosun upp á 6300 tonn. Á sama hátt er hægt að reikna aðrar gróðurhúsalofttegundir, eins og sýnt er í töflu 2.

Tafla 2 Losunarstuðlar (án bruna) olíuhreinsunarstöðva (6 milljón tonn/ári).

Mengunar efni	Losunarstuðull (kg/m ³ hráolía)	Heildarlosun (tonn/ár)	Jafngild CO ₂ losun (tonn/ár)	Uppspretta losunar
SO ₂	0,8 ^{a)}	5.340 (án vothreinsibúnaðar)		Lofttæmdir turnar, catalytic cracker, fluid coking, sulphur plant, SWS, incinerator, caustic regeneration, vents, off gases, annað
NO _x	0,05	340	13.600	Catalytic cracking
CO	0,08	540	810	Fluid catalytic cracker
NMVOC	0,53	3.540	17.700	Lekar og uppgufun í efnaferlum
CO ₂ ^{b)}	0,063	420	420.000	Allur rekstur
Samtals			452.110	

a) Áætluð eðlisþyngd hráolíu frá Timan Pechora er 900 kg/m³

b) Ekki fjallað um CO₂ í leiðbeiningum IPCC, gildið fengið úr skýrslu Línuhönnunar hf. og TÜV Rheinland GmbH (1997)

Hreinsuninni fylgir töluverð losun á SO₂ eða meira en 5 þúsund tonn. Hægt er að draga verulega úr þessari losun með vothreinsibúnaði. Þannig er olíuhreinsunarstöð Esso í Óslóarfirði (Slagentangen) aðeins heimilt að losa 1000 tonn af SO₂ (Línuhönnun hf. & TÜV Rheinland GmbH (1997)). Hugmyndir um að hreinsa algerlega upp brennisteinstvíoxíð hafa verið settar fram og prófaðar (Kærvik, Atle (1994)).

Af heildarlosun gróðurhúsalofttegunda nemur hlutdeild rokkgjarnra lofttegunda án metans (NMVOC) rúmlega 3 þúsund tonnum á ári, sem er töluvert há tala. Hún er þó mjög háð hönnun, gerð og búnaði stöðvarinnar. Samkvæmt leiðbeiningum IPCC hér að ofan eru áætlaðar tölur (NMVOC) á bilinu 0,085 kg/m³ til 10 kg/m³ fyrir rússneskar stöðvar, en í skýrslunni er lagt til að nota töluna 0,53 sem viðmiðunargildi fyrir vestrænar stöðvar. Í Corinair-skýrslunni (Veldt 1991) er fullyrt að meðallosun NMVOC-lofttegunda frá 11 vestur-evrópskum olíuhreinsunarstöðvum hafi verið 0,35 kg/tonn af hráolíu, sem bendir til þess að með góðu eftirliti og notkun tanka með flotþökum megi ná fram losunarmörkum sem eru mun lægri en þau sem gefin eru upp í töflu 2. Til viðbótar, en í mun minna mæli, kemur losun annarra lofttegunda (aðallega NO_x, SO₂, H₂S, CO), sem stafar af ýmiss konar brennsluferlum svo sem vegna bruna á gasi (e. flaring), raforkuframleiðslu og í Claus-stöðinni, þar sem hreinsun á brennisteini úr útblæstri fer fram með ildun.

Ekki er fjallað um CO₂-losun í áðurnefndum leiðbeiningum þótt slík losun sé veruleg. Samkvæmt norskum heimildum er talið að meðallosun frá norskum olíuhreinsunarstöðvum sé 70.000 tonn fyrir hver milljón tonn af hreinsaðri hráolíu (Línuhönnun hf. & TÜV Rheinland GmbH (1997)). Þetta myndi svara til þess að árleg losun á koltvíoxíði frá stöðinni yrði um 420.000 tonn, en þar við þarf síðan að bæta öðrum gróðurhúsalofttegundum. Heildarlosun Íslendinga af gróðurhúsalofttegundum út í andrúmsloftið var áætluð 2.700 þúsund tonn árið 1997 (Umhverfissráðuneytið (1997)). Olíuhreinsunarstöðin mun því valda rúmlega 20% aukningu á CO₂-losuninni, sem er varla hvetjandi í ljósi Rammasamnings Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar og Kyoto-samþykktarinnar þar sem Íslendingar fengu 10% aukningu á losun fyrir viðmiðunartímabilið (1990–2008/2012). Þetta á ef til vill sinn þátt í því að Ísland er eina OECD-landið, sem enn hefur ekki undirritað samkomulagið (UN Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol (1999)).

Það er töluvert kapp milli vestrænna olíuhreinsunarstöðva um að bæta umhverfisímynd sína með því að draga úr losun mengandi efna. Þannig hafa tvær finnskar olíuhreinsunarstöðvar, sem tilheyra Fortum-samsteypunni, Porvoo og Naantali, sýnt töluverðar framfarir á síðustu árum eins og kemur fram í töflu 3 (birt með leyfi Neste, Fortum Corporation (1998)), þar sem áætlaðar bestu tölur fyrir 6 milljón tonna stöð á Íslandi eru einnig tilgreindar.

Tafla 3. Losunartölur fyrir Porvoo og Naantali-olíuhreinsunarstöðvarnar og afleiddar tölur fyrir íslenska olíuhreinsunarstöð (miðað við eina milljón tonna af hráolíu ári).

Mengunarefni	Porvoo			Naantali			Ísland
	1996	1997	1998	1996	1997	1998	Tafla 2
CO ₂	241	203	225	111	131	128	70
VOC	170	190	170	550	570	570	590
NO _x	410	390	370	120	135	135	55
SO ₂	530	470	390	335	435	470	220

Tafla 3 sýnir verulegan mun á niðurstöðum fyrir 10 milljón tonna Porvoo og 3 milljón tonna Naantali-olíuhreinsunarstöðvarnar. Losun á CO₂ virðist vera töluvert hærri en 70 þúsund tonninn sem norsku stöðvarnar gefa upp. Það liggur hins vegar ekki ljóst fyrir hvernig metan og aðrar gróðurhúsalofttegundir eru meðhöndlaðar og bókaðar en það gæti haft áhrif á heildarlosun bæði finnsku og norsku stöðvanna. Losun rokgjarnra lofttegunda (VOC) í Porvoo er töluvert lægri heldur en í Naantali, en tölurnar þaðan eru nær leiðbeiningum IPCC (sjá töflu 2). Losun á köfnunarefnisoxíði er mun hærri í báðum finnsku stöðvunum heldur en það sem gefið er upp í leiðbeiningum IPCC, en brennisteinsoxíðlosunin er hins vegar mun minni en gefið er upp í leiðbeiningunum (líklega vegna vothreinsibúnaðar).

Almennt má segja að losun gróðurhúsalofttegunda og annarra lofttegunda frá nýjustu gerð olíuhreinsunarstöðva sé vel fyrir neðan eðlileg mörk sem gilda fyrir hvers konar mengandi iðnað. Þannig er öll losun vel innan þeirra marka sem sett eru í mengunaryarnareglugerð (Umhverfísráðuneyti og Hollustuvernd ríkisins (1994)). Þau gildi sem eru í samræmi við ströngustu ákvæði evrópskra og norrænna reglugerða myndu sjálfkrafa verða hluti af starfsleyfi stöðvarinnar. Olíuhreinsunarstöðin verður samt sem áður mikil uppspretta gróðurhúsalofttegunda (árlegt magn CO₂ að viðbættum CO₂-jafngildum efnnum gæti numið 500 þúsund tonnum) og mun þannig valda vandræðum í sambandi við Rammasamning Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar. Öll önnur mengun ætti hins vegar að vera vel innan viðráðanlegra marka.

Önnur umhverfisáhrif

Hvað varðar önnur umhverfisáhrif má flokka þau í mengunarstrauma frá stöðinni, fastan úrgang, áhrif á lífríki og félags- og efnahagsleg áhrif. Áhrif á lífríki og önnur bein áhrif á náttúruna í næsta nágrenni stöðvarinnar verða töluvert en innan þeirra marka sem við er að búast. Verða þau ekki rædd frekar í þessari grein þar sem aðaláhersla er sett á mengun og efnahagsleg áhrif. Frárennslisstraumar stöðvarinnar koma aðallega frá fjórum mismunandi uppsprettum, þ.e. i) frá hreinsunarkerfinu, ii) frá vothreinsibúnaði fyrir SO₂, iii) hefðbundið skolp, og iv) yfirborðsvatn (regnvatn). Þeir geta verið mjög mengaðir, með bæði fljótandi olíubræk og hálfuppleystri olíu (e. emulsion), einnig með fenóli og fjölhringa ómettuðum kolvetnum (e. polyaromatic hydrocarbons), sem geta verið hættuleg fyrir lífríki sjávar þangað sem frárennlið er leitt að lokum (Arukve et al. (1997), Siljeholm (1998)). Til viðbótar inniheldur frárennlið töluvert magn af brennisteinssamböndum, aðallega í formi jónaðra súlfíða, og er einnig mengað með talsverðu ammóníaki vegna köfnunarefnissambanda í hráolíunni. Þar að auki finnast kolefnisagnir og aðrar ólífrænar agnir í frárennslinu. Einnig má búast við einhverjum votti af þungmálum, allt eftir efnasamsetningu hráolíunnar. Það er því mjög mikilvægt að hreinsa vandlega allt frárennslisvatn.

Nýrri olíuhreinsunarstöðvar hafa fjárfest í dýrum hreinsistöðvum og nútímalegri hreinsunartækni til að minnka það magn af olíu og öðrum mengandi efnnum sem er sleppt út í viðtakann. Finnsku hreinsunarstöðvarnar hafa þannig náð þeim árangri að einungis 0,3 g af olíu fyrir hvert hreinsað tonn af hráolíu frá Porvoo og 1,1 g/tonn í Naantali var sleppt út í viðtakann á árinu 1998. Það er hægt að bera þessar tölur saman við 1,9 g/tonn, sem er meðaltal fyrir vesturevrópskar olíuhreinsunarstöðvar (Neste, Fortum Group (1998)), og við hámarkstöluna 3 g/tonn samkvæmt starfsleyfi fyrir Slagentangen-hreinsunarstöðina

(Línuhönnun hf. & TÜV Rheinland GmbH (1997)). Lága Porvoo-gildið myndi svara til þess, að árlega myndi íslenska olíuhreinsunarstöðin senda um tvö tonn af olíu út í viðtakann sem er sambærilegt við það sem best gerist í Vestur-Evrópu (OSPAR (1997)).

Fastur úrgangur, sem fellur til í stöðinni, á sér margs konar uppruna. Oft falla til föst óhreinindi sem koma með hráolíunni. Sandur og óhreinindi berast í gegnum niðurföll, bæði úr verksmiðjusal og frá plönnum. Þá berast óhreinindi með vatninu sem hreinsunarferlið notar. Ryðagnir koma frá hreinsunarkerfinu og ýmiss konar óhreinindi myndast vegna viðhalds og hreinsunar og eins vegna brennslu á botnfalli hreinsunarinnar (e. sewage sludge). Einnig myndast olíumengaður jarðvegur þar sem olía hefur hellst niður. Fastur olíuúrgangur og olíumenguð drulla er venjulega urðuð, notuð sem gróðurjarðvegur eða brennd í sorpbrennslu. Fastur verksmiðjuúrgangur hefur yfirleitt verið urðaður á Íslandi. Til dæmis má nefna kerbrot frá álverum, þannig að urðun yrði líklegasti kosturinn. Tilraunir með lífrænt niðurbrot á olíumenguðum úrgangi benda til þess að hægt sé að nota hann sem áburð ef hann inniheldur ekki of mikið af þungmálum (Línuhönnun hf. & TÜV Rheinland GmbH (1997)).

Olíuhreinsunarstöð á Reyðarfirði myndi hafa veruleg efnahagsleg og félagsleg áhrif á Austfjörðum engu síður en 480 þúsund tonna álver, en hægt er að líkja þessum tveimur mismunandi verkefnum saman hvað þetta varðar. Í báðum tilvikum er um að ræða ríflega tveggja milljarða dollara fjárfestingu fyrir utan virkjanir. Sá reginmunur er þó á að fjárfestingar vegna álversins koma í áföngum, en gert er ráð fyrir að byggja olíuhreinsunarstöðina í einum áfanga. Fyrsti áfangi álvers á Reyðarfirði er 120 þúsund tonn og heildarfjárfestingar vegna hans eru áætlaðar um einn milljarður dollara (Fljótsdalsvirkjun, álver og höfn á Reyðarfirði). Olíuhreinsunarstöðin kemur til með að skapa álíka mörg eða jafnvel fleiri störf en álverið svo að þessir tveir kostir eru a.m.k. jafnir í þessu tilliti. Báðir þessir valkostir hafa samt sem áður mengandi iðnaðarstarfsemi í för með sér og að auki fylgja virkjunum fyrir álverið mikil landspjöll á hálendinu. Hér á eftir verður reynt að bera umhverfisáhrif þessara tveggja valkosta saman á kerfisbundinn hátt.

Samanburður á tveimur fjárfestingarkostum

Við samanburð á þessum tveimur valkostum liggur meginmismunur þeirra í orkuþörfinni. Olíuhreinsunarstöðin framleiðir sjálf það litla rafmagn, sem hún þarf (160 GWh), en 480 þúsund tonna álver þarf um 7000 GWh af raforku á ári. Fyrir fyrsta áfanga álversins er nauðsynlegt að tryggja 1800 GWh af raforku, en þar af er gert ráð fyrir að 1250 GWh fáiast með Fljótsdalsvirkjun. Þessi áform hafa vakið upp miklar deilur í þjóðfélaginu, enda mikil náttúruverðmæti sem óneitanlega fara til spillis á Fljótsdalsöræfum með því að stór hluti Eyjabakka fer undir vatn, fyrir utan ýmiss konar jarðrask og mannvirkjagerð á hálendinu. Þessar deilur hafa nú þegar vakið alþjóðlega athygli umhverfissinna or er hvergi nærri lokið (Prokosch (1999)).

Hvers konar umhverfisáhrifasamanburður á þessum tveimur fjárfestingakostum er að sjálfsögðu mjög snúinn og verður aðeins gerður með töluverðum ágiskunum og hlutlægu mati. Það eru til vísindalegar aðferðir til að meta umhverfisáhrif ólíkra valkosta tiltekinnar framkvæmdar með því að skoða vísitölur veginna áhrifa mismunandi umhverfisþátta. Ein slík aðferð er fjölþátta notagildisfallafræði eða svokölluð umhverfisgæðavísitala (Bisset

(1988)). Við hvern mælanlegan umhverfispátt er tengt notagildisfallið $U_i(x_i)$, sem tekur gildi (einkunnir) á skala 0-10, þar sem 0 er versta gildið, sem umhverfispáttur getur fengið, t.d. missir náttúruverðmæta á borð við Eyjabakka, en 10 er besta einkunn, þ.e.a.s. engin umhverfisáhrif. Þegar notagildisföllin fyrir alla umhverfispætti hafa verið skilgreind og þeim gefin gildi, eru þau vegin með vogtölunum k_i , allt eftir mikilvægi umhverfispáttar, og síðan eru þau lögð saman til að mynda umhverfisvísitöluna EQI, þ.e.

$$EQI = \sum_{i=1}^n k_i U(x_i)$$

Þessi líking gerir ráð fyrir að umhverfispættirnir séu innbyrðis óháðir. Oft er langt frá því að þessi forsenda sé rétt og þarf þá að nota flóknari skilgreiningu á EQI. Ákvörðun á umhverfisgæðavísitölunni getur byggst á líkindareikningi, þ.e. líkindum fyrir því, að notagildisfall taki gildi sem er minna en eitthvert ákveðið þekkt gildi. Eins má beita bestunaraðferðum til þess að reikna hágildi umhverfisvísitölnnar og finna þannig hagstæðustu gildin fyrir breytur x_i í notagildisföllunum.

Í þessari grein hefur höfundur reiknað umhverfisvísitöluna á mjög einfaldan hátt. Ekki er fjallað um verkáfangi, heldur er reiknað með lokaáföngum beggja verkefna, þ.e. 480 þúsund tonna álveri og 6 milljón tonna olíuhreinsunarstöð. Í samanburðinum eru virkjanir vegna álversins (Fljótsdalsvirkjun og Kárahnúkastífla) reiknaðar sem hluti af álversverkefni, enda nauðsynlegar til að af því geti orðið. Aðeins eftirtaldir umhverfispættir eru skoðaðir, i) landnotkun, ii) gróðurhúsaáhrif, iii) mengun, og iv) hætta á mengun sjávar. Mikil landnotkun og spjöll vegna virkjana á hálendinu norðan Vatnajökuls er meginumhverfispáttur álversins. Miðlunarlón Fljótsdalsvirkjunar við Eyjabakka verður 43 km² svo að verulegur hluti gróðurlendis Eyjabakka fer undir vatn (Landsvirkjun (1999)). Hér er um varanleg umhverfisáhrif að ræða þar sem þessi landgæði tapast endanlega. Kárahnúkastífla, þar sem stór hluti Dimmugljúfra fer undir vatn, veldur hins vegar verulegum en afturkræfum umhverfisspjöllum, þótt ekki sé líklegt að slík stífla yrði fjarlægð síðar meir. Enn fremur þarf miklar háspennulínur frá virkjununum til Reyðarfjarðar. Þessi þáttur fær því lága einkunn, þ.e. 1 á mótí einkunninni 8 fyrir landnotkun olíuhreinsunarstöðvarinnar, sem er mjög lítil. Á hinn bóginn er hætta á mikilli mengun sjávar vegna olíuslyss sem leiðir til mjög lágrar einkunnar fyrir þennan þátt hjá olíuhreinsunarstöðinni, þ.e. 2. Slík umhverfisspjöll eru þó afturkræf, en gætu haft verulegt tímabundið efnahagslegt tjón í för með sér. Sjóslys vegna flutninga á súráli eða framléiddum álstykki er ekki talið sérlega hættulegt og því gefin einkunnin 7. Báðar verksmiðjurnar valda miklum gróðurhúsaáhrifum. Tölurnar fyrir 480 þúsund tonna álver hafa nýlega verið birtar í skýrslu yfir mat á umhverfisáhrifum þess (Hönnun hf, Hönnun og ráðgjöf ehf, VST hf (1999)). Álverið mun losa um 900.000 tonn af gróðurhúsalofttegundum á ári meðan olíuhreinsunarstöðin mun losa um 500 þúsund tonn á ári sbr. töflu 2. Þessir þættir fá því einkunnirnar 2 og 3. Aðrir mengunarþættir eru svipaðir nema flúorrykmengun álversins er talin valda aðeins lægra gildi á viðkomandi notagildisfalli, þ.e. 4 í stað 5 fyrir olíuhreinsunarstöðina. Það skal enn ítrekað að þessar tölur eru alfarið á ábyrgð höfundar, en þeim er aðeins ætlað að gefa vísbendingu um hvernig hægt er að standa að samanburði af þessum toga.

Það getur jafnvel verið erfiðara að ákvarða vogtölurnar k_i . Í mörgum tilvikum er sérfræðinganefndum falið að meta vogtölurnar og jafnvel gefa einkunnir fyrir hina mismunandi umhverfisþætti. Sennilega gildir einu hvaða aðferð væri notuð. Niðurstaðan yrði alltaf umdeild. Tölurnar sem voru valdar eru sýndar í töflu 4, þar sem umhverfisgæðavísitalan fyrir báða valkosti er reiknuð. Niðurstaðan er áþekk í báðum tilvikum, þ.e. 4.3 (olíuhreinsunarstöð) og 3,9 (álver með virkjunum).

Tafla 4 Umhverfisgæðavísitala fyrir olíuhreinsunarstöð og álver með virkjunum

Verkefni	Landnotkun		Gróðurhúsa- áhrif		Mengunar- straumar		Hætta á mengun sjávar		Umhverfis- gæðavísitala EQI
	k_1	U_1	k_2	U_2	k_3	U_3	k_4	U_4	$3k_1U_1$
Olíuhreinsunarstöð	0,3	8	0,2	3	0,1	5	0,4	2	4,3
Álver og virkjanir	0,3	1	0,2	2	0,1	4	0,4	7	3,9

Eins og taflan sýnir er ekki mikill munur á þessum tveimur verkefnum hvað heildar-umhverfisáhrif varðar. Hins vegar er sá mikli munur að olíuhreinsunarstöðin þarfnast engra virkjana og lætur hálendið ósnert.

Helstu niðurstöður

Olíuhreinsunarstöð sem byggð yrði á Norður-Atlantshafi (á Íslandi, í Færeyjum eða annars staðar) til að hreinsa olíu frá Timan Pechora mun án efa valda töluverðum umhverfisáhrifum og hafa einhverja hættu á olíuslysum á sjó í för með sér. Þó má draga verulega úr þessari áhættu með ströngum reglum og viðeigandi öryggiskerfi. Losun gróðurhúsalofttegunda er töluverð og mun setja skuldbindingar Íslands samkvæmt Kyoto-samkomulaginu í slæmt ljós gagnvart alþjóðasamfélaginu. Önnur umhverfisáhrif virðast vera innan viðunandi marka. Það er mikilvægt, að fram fari mjög ítarlegt mat á öllum umhverfisáhrifum til að kanna hagkvæmni staðarvals og hvort áhrifin verði viðunandi. Einkum á þetta við hættu á mikilli olíumengun sjávar vegna sjóflutninga á olíu.

Hægt er að halda því fram að hvorugur fjárfestingarkosturinn, þ.e. olíuhreinsunarstöð eða álver með virkjunum, sé sérlega aðlaðandi út frá sjónarmiði þjóðar sem vill skapa sér þá alþjóðlegu ímynd að hún búi í hreinu og ómenguðu landi. Ef hins vegar kemur til þess að velja þurfi milli þessara tveggja valkosta virðist sem olíuhreinsunarstöðin hafi smávægilega yfirburði hvað varðar umhverfisvísitöluna. Frá sjónarhóli þeirra sem vilja varðveita öræfin norðan Vatnajökuls hefur olíuhreinsunarstöðin mikla yfirburði þar sem hún kallar ekki á neinar virkjanir. Þannig má fresta öllum áformum um virkjun jökulsána og gefa komandi kynslóðum tækifæri til að taka þá ákvörðun síðar og Eyjabökkum yrði hlíf, að minnsta kosti enn um sinn.



Horft yfir Eyjabakka til norðvesturs. (Birt með góðfúslegu leyfi Morgunblaðsins/RAX)

Þakkir

Höfundur vill færa fram bestu þakkir til allra þeirra, sem aðstoðuðu við efnisútvægum og veittu ýmsar ráðleggingar og upplýsingar sem annars lágu ekki á lausu. Meðal þeirra má nefna Boris Levin, hjá MDSeis Inc. í Moskvu og Kindell McNeil, hjá PetroAlliance í Houston. Prófessorarnir Bragi Arnason og Valdimar K. Jónsson veittu almennar upplýsingar um gróðurhúsáhrif álvera og Hafsteinn Helgason og Ingibjörg Björnsdóttir hjá Línuhönnun hf. veittu ómetanlega aðstoð við yfirllestur handrits jafnframt því að útvega ýmsar mikilvægar upplýsingar.

Heimildir

American Petroleum Institute (1999), *Petroleum Industry Improvements in Oil Spill Prevention and Response during the 1990s*, 14 pp., API, Washington D.C.

Arctic Monitoring and Assessment Programme (1997), Arctic Pollution Issues.

A State of the Arctic Environment Report, AMAP, P.O.Box 8100 Dep. N-0032 Oslo, Norway.

Arukwe, A., Knudsen, F.R., and Goksøyr, A. (1997), Fish Zona Radiata (Eggshell) Protein: *A Sensitive Biomarker for Environmental Estrogens*, *Environmental Health Perspective*, Vol. 195, No. 4, April.

Bisset, R. (1988), *Development in EIA methods*, in *Environmental Impact Assessment: Theory and Practice*, Peter Wathern (Ed.), Routledge, London.

British Gas International (1999), *Baltic Oil Pipeline System*, <http://www.bgplc.com/world/russia.html>

Børresen, Jan Aske (1993), *Oil on the sea (Olje på havet in Norwegian)*, Ad Notam, Gyldendal, Copenhagen

Chevron (1999), Chevron Learning Center, *What is a Refinery?*, <http://www.chevron.com/explore/science/>

Clark, R. B., Frid, Chris, and Attrill, Martin (1997), *Marine Pollution*, Oxford University Press, 4th Edition.

- Haukur Einarsson (1999), *Oil Pollution at Sea*, MS Thesis, Faculty of Engineering, University of Iceland, Reykjavík.
- Houghton, J.T. et al. (Eds) (1966), *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Reference Manual*, Vol. 3, IPCC/OECD/IEA, UK Meteorological Office, Bracknell.
- Hönnun hf, Hönnun og ráðgjöf ehf, VST hf (1999); *Álver í Reyðarfirði – Mat á umhverfisáhrifum 480.000 tonna álvers - frummatsskýrsla*, Reykjavík.
- Krane, Björn Aage (1999), *Usikker fremtid for Shell-Raffineriet*, Stavanger Aftenblad 27. janúar 1999 (in Norwegian).
- Kærvik, Atle (1994), *New Invention removes Sulphur from Coal Fired Power Stations*, Gemini Magazine, http://www.oslo.sintef.no/gemini/1994-02E/sog_side_24a.html.
- Landsvirkjun (1999), <http://www.landsvirkjun.is/lv.nsf/pages/lv-fljotsdalur.html>
- Línuhönnun hf. & TÜV Rheinland GmbH (1997), *An Oil Refinery in Iceland, A General Environmental and Safety Study*, a Report to Invest in Iceland Bureau 64 pp.
- Línuhönnun hf. (1998), *An Industrial Survey at Skagafjörður Iceland, Oil Refinery at Kolkuos, a Report to Invest in Iceland Bureau*, Jan. 1998, 74 pp.
- Media South West (1997), Torrey Canyon, <http://www.cornwall-online.co.uk/msw/torrey-canyon.htm>.
- Umhverfiráðuneytið (1992), *Emission of Greenhouse Gases in Iceland 1990*, A Report from the Ministerial Commission of Experts, 95 pp.
- Ministry for the environment (1997), *Second Status Report for Iceland pursuant to the UN Framework Convention on Climate Change*, 80 pp.
- Umhverfiráðuneytið og Hollustuvernd ríkisins (1994), *Mengunarvarnareglugerð*, Nr. 48/1994, Reykjavík
- Moore, T. R. (1999), Statement of Thomas R. Moore, President *Chevron Shipping Company before the Coast Guard and Maritime Transportation Subcommittee and the Water Resources and Environment Subcommittee*, Committee on Transportation and Infrastructure, US House of Representatives, Regarding the Oil Pollution Act of 1990, 8 pp., API and INTERTANKO, Washington D.C.
- Neste, Fortum Group (1998), *Corporate Environmental Report 1998*, <http://www.neste.com/environment-/index.html>
- Osborne, K. (1996), „*Deadly Cargo, worst fears realised as tanker spills.....*“, <http://www.zetnet.co.uk/~sigs/braer/index.html#Index>
- Petroleum Report* (1998) (a Russian Publication in English), Gazprom, Lukoil sign strategic partnership agreement, page 11, Vol. VII, No. 49 (362), November.
- OSPAR (1997), *Point and Diffuse Sources*, Report on Discharges from Refineries/ Report on Discharges, Waste Handling and Air Emissions from Offshore Installations for 1984-1995, OSPAR Report No. 46, London.
- Prokosch, Peter (1999), *Support Icelanders and Help Save the Highlands! (editorial)*, WWF Arctic Bulletin, No. 3.99, WWF International Arctic Programme, Norway.
- Radovic, L.R. (1997), *Petroleum (Crude Oil)*, <http://www.ems.psu.edu/~radovic/petroleum.htm>.
- Siljeholm, J. (1998), *Pollution reduction in refinery effluents: chemical analysis, hazard ranking and the treatment of water soluble organic contaminants* (PhD Thesis), Faculty of mathematics and natural sciences, Oslo University, Oslo, Norway.
- UN Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol* (1995), <http://www.unfccc.de/resource/convkp.html>
- US Coast Guard, *Tank Response Plans for Hazardous Substances*, 33 CFR Part 55, Department of Transportation, Washington D.C.
- Veldt, C. (1991), *Development of EMEP and CORINAIR Emission Factors and Specific Profiles for emission of Organic Compounds*, IMET-TNO Report 91-299.
- Wells, P.G., Butler, J.N., and Hughes, J.S. (Eds.) (1995), *Exon Valdez Oil Spill: Fate and Effects in Alaskan Waters*, ASTM STP 1219, American Society for Testing and Materials, Philadelphia.

Valkostir til eflingar byggðar á Austurlandi



Júlíus Sólnes
prófessor

Um nokkurt skeið hefur fjörug umræða um byggingu álvers á Reyðarfirði með tilsvarendi virkjun fallvatna norðan Vatnajökuls gagntekið þjóðarsálina. Lítið hefur verið fjallað um aðra valkosti fyrir Austurland í umræðunni. Það vakti til dæmis nær enga athygli, að Rússar sýndu áhuga á því að byggja sex milljón tonna olíuhreinsunarstöð á Reyðarfirði fyrir nokkrum árum. Í september í fyrra kom örstutt fréttatilkynning frá ríkisstjórninni, þar sem lýst var yfir, að fallið hefði verið frá frekari hugmyndum um olíuhreinsunarstöð, þar sem það verkefni væri ekki áhugavert. Nú er vitað, að Rússar munu þurfa að byggja olíuhreinsunarstöð einhvers staðar við Norður Atlantshaf á næstu árum vegna Timan Pechora olíusvæðanna við Barentshaf, þannig að þarna var um raunhæfan valkost að ræða. Nefna mætti aðra valkosti svo sem almenna atvinnuþróun, aukinn ferðamannaíðnað, samgöngubætur og austfirzkan áhættulánsjóð til að styrkja nýja atvinnustarfsemi. Gallinn er sá, að erfitt er að bera þessa mismunandi valkosti saman út frá því sjónarmiði hvað komi Austfirðingum bezt, þ.e. hvað henti bezt til að styrkja byggð og mannlíf á Austurlandi.

Í þessari grein er fyrrnefndum valkostum lýst frekar og reynt að bera þá saman á grundvelli félagslegra og efnahagslegra áhrifa svo og umhverfisáhrifa með aðgerðargreiningu.

1. Álver og virkjanir

Hugmyndir um byggingu 240 þúsund tonna álvers á Reyðarfirði, sem myndi fá orku frá 550 MW Kárahnúkavirkjun eru komnar á fullt skrið. Hér er um mikla fjárfestingu að ræða, en lauslega má áætla, að álverið kosti fullbyggt um 140 milljarðakróna. Kostnaður vegna Kárahnúkavirkjunar með háspennulínunum er hins vegar áætlaður 70 milljarðar króna eða 210 milljarðar króna samtals fyrir valkost 1. Griðarlegt jarðrask og mikil landnotkun einkennir þennan valkost. Efnahagsleg áhrif geta verið jákvæð, enda mun mikið fjárstreymi til Austurlands eiga sér stað á meðan á byggingartíma stendur og draga til sín sérmenntað fólk til starfa. Hætt er við, að þenslan, sem myndast á byggingartíma geti hins vegar haft slæm áhrif á hefðbundnar atvinnugreinar í

Tafla 4. Umhverfisvísitala þriggja valkosta

Umhverfisþáttur	Landnotkun	Efnahagsleg áhrif	Félagsleg áhrif	Áhrif á náttúru & lífríki	Iðnaðarmengun	Gróðurhúsalofttegundir	Umhverfisáætla	EQI = $\sum w_i U_i(x_i)$
vogtölur w_i	0,165	0,156	0,237	0,082	0,045	0,110	0,206	
Valkostur 1: Álver með Kárahnúkavirkjun.	0,553	4,485	1,638	0,576	0,808	0,963	3,056	2,00
Valkostur 2: Olíuhreinsunarstöð, án virkjana	2,274	3,899	2,973	2,150	1,150	0,963	0,797	2,18
Valkostur 3: Alhliða uppbygging með 25 milljarða þróunarsjóð	7,173	1,255	5,390	7,274	7,740	8,670	7,836	6,16

fjórðungnum, sem líða fyrir það „Klondike-ástand“, sem hlýtur að skapast. Félagsleg áhrif verða veruleg, en talið er, að álverið skapi um 700 bein störf og varlega áætlað a.m.k. önnur 700–1400 afleidd störf. Þetta atriði er mjög umdeilt, þar sem spyrja má hvort margfeldisáhrifin muni ekki að einhverju leyti eiga sér stað á höfuðborgarsvæðinu. Þá er einnig hætt við, að einkum sú röskun, sem verður á hálendinu, geti haft neikvæð áhrif á ferðamannaíðnaðinn þótt þetta sé einnig umdeilt. Álver og virkjanir munu einnig óneitanlega rýra hina umhverfisvænu ímynd landshlutans. Töluverð röskun á náttúruferi mun eiga sér stað, einkum vegna virkjanafurkvæmda við Kárahnúka og háspennulínur. Einhver röskun á lífríki hreindýra mun eiga sér stað, en lífríki í Reyðarfirði, þar sem álverið rís, virðist ekki vera mikil hættu búin, enda er það mjög fábreytt á þeim slóðum. Töluverð iðnaðarmengun er frá álverinu, einkum flúorryk svo og önnur úrgangsefni, föst og loftkennd. Losun koltvíoxíðs verður um 450 þúsund tonn á ári, og eykur þannig heildarlosun landsmanna um 17%. Ekki er um neina sérstaka umhverfisáhættu að ræða utan þess, sem þegar hefur verið rætt.

2. Olíuhreinsunarstöð

Á árunum 1997 og 98 stóð rússneska Áfyrirtækið MD Seis fyrir forathugun á byggingu sex milljón tonna olíuhreinsunarstöðvar á Reyðarfirði í samstarfi við íslensk stjórnvöld. Jafnframt voru helztu umhverfisáhrif slíkrar stöðvar rannsökuð af íslenskum og erlendum samstarfsaðilum. Niðurstöður þeirra sýndu, að umhverfisáhrif olíuhreinsunarstöðvar væru vel ásætlanleg. Áætlaður kostnaður vegna byggingar stöðvarinnar er um 160 milljarðar króna svo hér er um svipaða fjárfestingu að ræða og fyrir valkost 1. Landnotkun stöðvar-

innar er fremur takmörkuð eða um 50–60 ha. að meðtalinni höfn og hafnarsvæði. Stöðin þarfnast ekki nýrra virkjana, þar sem algengast er að slíkar stöðvar framleiði sjálfar sitt rafmagn, en orkuþörf hennar eru 160 GWh. Efnahagsleg áhrif eru mjög sambærileg við valkost 1 með sams konar afleiðingum á byggingartíma. Félagsleg áhrif verða einnig svipuð, en þó má gera ráð fyrir að stöðin skapi enn fleiri störf eða um 1000 bein störf og varlega áætlað a.m.k. önnur 1000 afleidd störf, þar sem rekstur hennar er um margt flóknari en í álveri. Stöðin mun einnig rýra hina umhverfisvænu ímynd Austurlands þótt það verði í minna mæli en álverið. Hér munar mest um virkjanafurkvæmdirnar, sem verða óþarfar ef gert er ráð fyrir, að ekki verði ráðist í neinar virkjanir samhliða þessum valkosti. Áhrif á náttúru og lífríki eru tiltölulega lítil og gilda að nokkru leyti sömu rök og fyrir valkost 1. Iðnaðarmengun frá stöðinni er aðallega olíumengaður úrgangur, sem annaðhvort þarf að brenna eða hægt er að urða. Losun koltvíoxíðs er nánast eins og fyrir álverið eða um 450 þúsund tonn á ári. Olíuhreinsunarstöðin skapar töluverða umhverfisáhættu í formi olíulosunar í sjó vegna sjóflutninga á olíu og olíuafurðum. Hægt er að sýna fram á, að draga megi verulega úr þessari áhættu með markvissum aðgerðum.

3. Þriðja leiðin

Þriðji valkosturinn er ímyndaður og til þess fallinn að auðvelda samannburð á hinum tveim valkostunum. Hann er hugsaður þannig, að settar eru fram lausbeizlaðar hugmyndir um hvernig mætti sporna við þeirri byggðaröskun með annars konar aðgerðum en þeim að koma upp stóriðjufyrirtækjum. Til að styrkja atvinnustarfsemi í fjórðungnum, (Framhald á síðu 4)

