



# Þverun fjarða Áhrif á náttúru, landslag og landnotkun

Rannsóknaverkefni styrkt af Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar  
Febrúar 2012



**11157**

S:\2011\11157\1\Greinargerð\11157\_sk120203\_þverun\_fjarða.docx

**Febrúar 2012**

Nr. útg.	Dagsetning	Unnið	Yfirfarið	Samþykkt
1	2.1.2012	BHB	SGT	

## Efnisyfirlit

<b>1</b>	<b>Inngangur</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Yfirlit yfir þveranir</b>	<b>3</b>
2.1	Núverandi þveranir	3
2.2	Aðrar hugmyndir um þveranir	3
<b>3</b>	<b>Helstu umhverfisþættir og umhverfisáhrif</b>	<b>5</b>
3.1	Almennt um umhverfisáhrif vegagerðar um firði	5
3.2	Verndargildi strandsvæða	5
3.3	Sjávarföll, vatnsskipti, straumar og setflutningar	7
3.3.1	<i>Sjávarföll</i>	7
3.3.2	<i>Straumar og alda</i>	8
3.3.3	<i>Hækkun sjávar</i>	9
3.4	Lífríki	9
3.4.1	<i>Lífríki fjöru og sjávar</i>	10
3.4.2	<i>Fuglar</i>	12
3.4.3	<i>Gróður</i>	13
3.5	Jarðmyndanir	13
3.6	Landslag og ásýnd	13
3.7	Fornleifar	14
3.8	Ferðamennska og útivist	14
<b>4</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>15</b>
4.1	Samanburður á umhverfisáhrifum	15
4.2	Mótvægisaðgerðir	17
4.3	Óvissa	18
4.4	Matsspurningar	18
4.5	Eftirfylgni, vöktun og viðbragðsáætlun	18
<b>5</b>	<b>Samantekt</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>Heimildir</b>	<b>21</b>

## 1 Inngangur

Ísland er víðast vogskorið land og einkenna fremur þröngir firðir austur- og vesturluta landsins. Í gegnum tíðina hafa vegfarendur enda þurft að þræða götur fyrir firði og nes. Sjóleiðin hefur þá oft á tíðum verið styttri. Sú staðreynd að hægt er að stytta veg um fjarðalandslag með því að þvera firðina hefur hvatt menn til að gera landleið yfir þá. Nokkur dæmi eru um slíkar þveranir fjarða hér á landi og er hvað þekktasta dæmið Borgarfjarðarbrú á Vesturlandi. Þar var Hringvegurinn lagður þvert yfir Borgarfjörð í stað þess að liggja um sveitir Borgarfjarðar.

Ýmsar útfærslur fjarðaþvera má finna um heiminn en hér á landi hefur jafnan verið farin sú leið að gerð er vegfylling út í fjörð beggja vegna og brú síðan byggð á milli. Þverun Hvalfjarðar með jarðgöngum er dæmi um aðra leið til að þvera fjörð. Erlendis eru firðir gjarnan þveraðir með brúm sem standa einungis á stólpum (án vegfyllingar) og má finna dæmi um þekktustu brýr heims í þeim flokki t.d. Golden Gate brúin í San Francisco (2.743 m löng) og Stórabeltisbrúin í Danmörku, sem er 6.790 m löng. Í slíkum tilvikum er jafnan um þverun siglingaleiða að ræða.

Helsti ávinningur af því að þvera fjörð felst í styttingu vegalengda, skemmri ferðatíma og fækkun umferðarslysa. Stytting vegalengda hefur oft á tíðum í för með sér aukna arðsemi samgöngumannvirkja.

Annar ávinningur af þverun fjarða getur t.a.m. falist í minna raski á vistkerfum, jarðminjum, menningarminjum eða verndarsvæðum á landi. Umfang og eðli umhverfisáhrifa vegna slíkra framkvæmda fer þó eftir aðstæðum hverju sinni og hönnun mannvirkja.

Þverun fjarða felur í sér vegagerð á svæði þar sem gætir flóðs og fjöru, allt frá því að snerta fjöru í fjarðarbotni og að fjarðarmynni. Af þessum sökum gætir áhrifa þverunar á náttúrufar ekki hvað síst í sjó. Ekki er mikið um rannsóknir sem fjalla um áhrif sem orðið hafa vegna þverunar fjarða hér á landi. Þó liggja fyrir rannsóknir Agnars Ingólfssonar (2007) á áhrifum vegna þverunar Gilsfjarðar og rannsóknir Þorleifs Eiríkssonar og Böðvars Þórissonar hjá Náttúrustofu Vestfjarða vegna þverunar Dýrafjarðar og Önundarfjarðar en fyrir liggja áfangaskýrslur frá árinu 2008 sem fjalla um þær rannsóknir. Böðvar og Þorleifur (2011) hafa einnig tekið saman yfirlit yfir rannsóknir á þverunum hér á landi. Þar kemur fram að eitthvað er um rannsóknir fyrir Eyjafjörð og Skutulsfjörð. Að auki gerði Mannvit mælingar á sjávarföllum innan og utan þverunar í Kolgrafarfirði árið 2011. Einnig liggur fyrir nýleg rannsókn á áhrifum Borgarfjarðarbrúar á lífríki og kornastærð (Hrafnhildur Tryggvadóttir, 2011).

Markmið með þessu verkefni er að gefa yfirlit yfir möguleg umhverfisáhrif af þverun fjarða og bera það saman við umhverfisáhrif sem kunna að verða vegna enduruppbyggingar vega fyrir firði. Hluti af því er að bera saman hvaða umhverfisþættir verða fyrir áhrifum. Þá er markmið verkefnisins að móta ákveðnar spurningar sem þarf að svara við undirbúning þverunar fjarða í þeim tilgangi að gera fullnægjandi grein fyrir þeim áhrifum sem framkvæmdir geta haft í för með sér.

Leitað var til innlendra sérfræðinga á ýmsum sviðum við vinnslu þessa verkefnis. Þar ber helst að nefna Agnar Ingólfsson og Jörund Svavarsson hjá Líffræðistofnun Háskóla Íslands, Hlyn Óskarsson hjá Landbúnaðarháskóla Íslands, Kristinn Magnússon hjá Fornleifavernd ríkisins og Björn Gunnarsson hjá Hafrannsóknastofnuninni, og eru þeim færðar þakkir fyrir aðstoðina. Eins komu Kristján Kristjánsson, forstöðumaður veghönnunardeildar Vegagerðarinnar, Björn Stefánsson, eftirlitsráðgjafi Umhverfisstofnunar, og Sebastian Peters, VSÓ Ráðgjöf, að vinnslu verkefnisins.

## 2 Yfirlit yfir þveranir

### 2.1 Núverandi þveranir

Samkvæmt yfirliti þeirra Böðvars Þórissonar og Þorleifs Eiríkssonar frá árinu 2011 hefur verið ráðist í þverun 11 fjarða hér á landi (Tafla 2.1). Sex þessara fjarða eru á Vestfjörðum, þrír á Vesturlandi, einn á Norðurlandi og einn á Austfjörðum. Við þessa upptalningu má bæta þverun Grafarvogs í Reykjavík.

Það liggur að einhverju leyti í hlutarins eðli og aðstæðum hvar mest er um þveranir. Mjóir, langir og grunnir firðir eru fýsilegastir til þverunar. Langir firðir bjóða upp á mesta styttingu. Mjóir og grunnir firðir eru fýsilegir m.t.t. kostnaðar. Þessar aðstæður geta einnig ráðið miklu um það hvaða umhverfisþættir verða fyrir áhrifum vegna þverunar.

Tafla 2.1 Yfirlit yfir þveranir fjarða hér á landi (Böðvar Þórisson og Þorleifur Eiríksson, 2011).

Þveraðir firðir	Ár
Hraunsfjörður	1961, 1987, 1993
Borgarfjörður	1979
Öndarfjörður	1980
Eyjafjörður	1986
Dýrafjörður	1991
Breiðdalsvík	1993
Skutulsfjörður	1994
Gilsfjörður	1997
Kolgrafarfjörður	2004
Reykjafjörður	2008
Mjóifjörður, Ísafjarðardjúpi	2009

### 2.2 Aðrar hugmyndir um þveranir

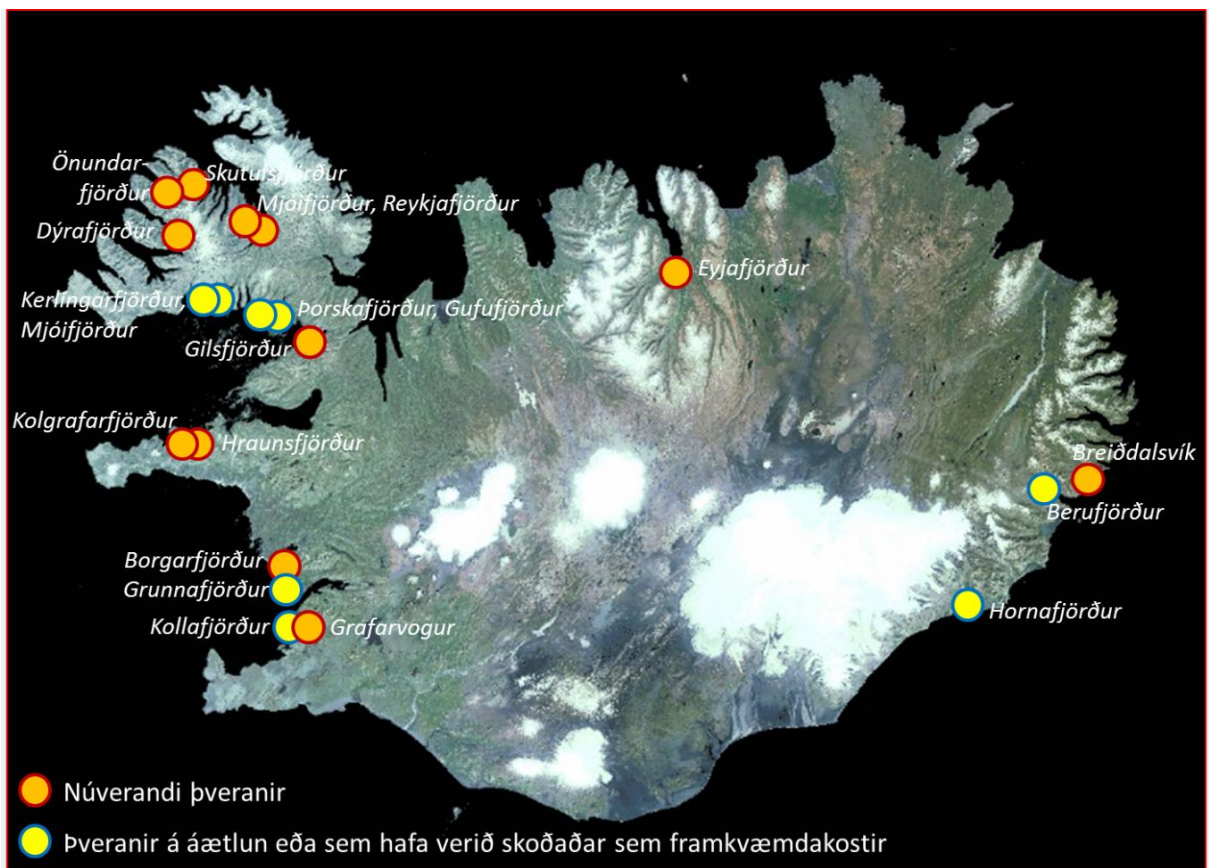
Fyrirliggjandi eru hugmyndir að fleiri þverunum fjarða, einkum á sunnanverðum Vestfjörðum. Þar er t.d. horft til Þorskafjarðar, Gufufjarðar, Djúpafjarðar, Mjóafjarðar, Vatnsfjarðar og Kjálkafjarðar (Mynd 2.1). Með þeim framkvæmdum er markmiðið að stytta vegalengdina frá syðri hluta Vestfjarða til höfuðborgarsvæðisins. Áætlanir liggja og fyrir um breytingu á Hringveginum í Berufjarðarbotni og í Hornafirði. Þar er um að ræða styttingu vegarins.

Skoðað hefur verið hvort leggja megi Hringveginn um ósa Grunnafjarðar með það að markmiði að stytta vegalengdina milli Borgarness og Akraness (VSÓ Ráðgjöf, 2009). Með því að færa veginn má fækka verulega tengingum og auka umferðaröryggi.

Einnig hefur verið fjallað um þverun Kollafjarðar og Grafarvogs með Sundabraut (Vegagerðin, Reykjavíkurborg og Línuhönnun, 2004).

Tafla 2.2 Yfirlit yfir mögulegar þveranir.

Mögulegar þveranir	Lýsing og rökstuðningur
Hringvegur um Hornafjarðarfljót	Stytting Hringvegar og aukið umferðaröryggi
Vestfjarðavegur – þverun Þorskafjarðar	Stytting vegar og aukið umferðaröryggi
Vestfjarðavegur í Gufudals sveit	Ný leið sem getur fallið í sér þverun Djúpaþfjarðar og Gufufjarðar. Stytting Vestfjarðavegar
Vestfjarðavegur Eiði – Þverá	Þverun Mjóafjarðar og Kjálkafjarðar. Stytting Vestfjarðavegar
Hringvegur um Berufjarðarbotn	Stytting Hringvegar í fjarðarbotni
Grunnafjörður	Stytting vegar milli Akraness og Borgarness. Erfitt að endurbæta núverandi veg. Aukin greiðfærni.
Sundabraut	Stytting leiðar frá Kjalarnesi til Reykjavíkur. Erfitt um vik að endurbæta núverandi veg. Aukin greiðfærni.



Mynd 2.1 Yfirlit yfir þveranir sem ráðist hefur verið í og sem eru á áætlun eða hafa verið til skoðunar sem framkvæmdakostir.



### 3 Helstu umhverfisþættir og umhverfisáhrif

Hér á eftir verður fjallað um þá umhverfisþætti sem eru líklegir til að verða fyrir áhrifum vegna þverunar fjarða en einnig þá umhverfisþætti sem geta orðið fyrir áhrifum við endurgerð eða uppbyggingu vegar fyrir firði. Horft er til náttúrufarsþátta, útivistar og ferðamennsku.

#### 3.1 Almenn um umhverfisáhrif vegagerðar um firði

Þveranir fjarða eru ekki séríslenskt fyrirbæri og hafa umhverfisáhrif slíkra framkvæmda verið rannsökuð að einhverju marki erlendis eins og fram kemur í inngangi. Kaly og Jones (1993) taka t.d. saman möguleg umhverfisáhrif í sjó vegna byggingu vegfyllinga yfir sjó. Þar er annars vegar um að ræða beint rask og eðlisbreytingar (e: *physical effects*) á umhverfinu og hins vegar líffræðileg áhrif, bein eða óbein (Tafla 3.1). Fleiri dæmi eru um að vegfyllingar hafa breytt straumum, vatnsskiptum og setflutningum í vogum, fjörðum og ósum sem hafa verið þveraðir (t.d. Rose, 2001; DAL Science and Engineering, 2003). Aukin áhersla virðist nú lögð á að breyta vegfyllingum frá fyrri tíð með það að markmiði að endurheimta fyrri virkni og samsetningu vistkerfis.

Tafla 3.1 Möguleg umhverfisáhrif í sjó vegna vegfyllinga (Kaly og Jones, 1993).

Rask og eðlisbreytingar	
	Beint rask á búsvæði
	Aukinn efnisburður / efnisflutningar
	Breytingar á vatnsskiptum innan þverunar
	Aukið grugg
	Breytingar á hitastigi
Líffræðileg áhrif	
	Tap á búsvæðum undir mannvirki
	Hnignun aðliggjandi búsvæða vegna eðlisbreytinga
	Breytingar á búsvæðum til hrygningar og seiðauppeldis
	Skert fiskgengd að hrygningarstöðvum og frá uppeldisstöðvum
	Breytingar í næringarefnaflutningi

Áhrif þverana ná einnig til lands og má nefna jarðmyndanir, fornminjar, landslag og ásynnd. Þverun getur og haft áhrif á verndargildi svæðis. Áhrif af enduruppbyggingu vegar eða bygginu nýs vegar í firði eru meira bundin við land og þá ekki síst á gróður, landslags, jarðmyndanir og fornminjar.

#### 3.2 Verndargildi strandsvæða

Firðir eða strandir njóta almennt ekki sérstakrar verndar hér á landi en eru í sumum tilvikum verndaðar með friðlýsingu eða sérlögum. Leirur og sjávarfítjar, sem eru ákveðin gerð fjöru, njóta sérstakrar verndar skv 37. gr. náttúruverndarlaga.

Dæmi um verndun fjarða er verndun Breiðafjarðar sem nýtur verndar skv sérstökum lögum nr. 54/1995. Samkvæmt 1. gr. er tilgangur þeirra að stuðla að verndun Breiðafjarðar, einkum landslags, jarðmyndana, lífríkis og menningarminja. Þar segir að ákvæði laganna taki til allra eyja, hólma og skerja á Breiðafirði ásamt fjörum í innri hluta fjarðarins (2. gr.).

Verndaráætlun Breiðafjarðar, sem unnin er á vegum Breiðafjarðarnefndar, fjallar m.a. um áhrif mannsins. Þar segir að eitt mesta inngrip mannsins á sviði vegagerðar hafi verið vegaframkvæmdin yfir Gilsfjörð (Guðríður Þorvarðardóttir, 1999). Einnig segir þar að efnistaka fylgi öllum vegaframkvæmdum og að brýnt sé að vandað sé til verks og tryggt að verðmætum náttúru- og menningarminjum verði ekki grandað. Í verndaráætluninni kemur fram að brýnt sé að Breiðafjarðarnefnd beiti sér fyrir því að ekki komi til frekari röskun á leirum svæðisins. Hafa beri í huga að svæðið hafi þegar verið metið sem alþjóðlega mikilvægt svæði fyrir fuglategundir eins og margæs og rauðbrusting.

Alþjóðasamningar geta skuldbundið þjóðir til að vernda sérstaklega sína náttúru. Gagnvart verndun fjarða og lífríkis þeirra á það einkum við um Ramsarsamninginn um votlendi en markmið hans er að stuðla að verndun og skynsamlegri nýtingu votlendissvæða í heiminum, sérstaklega sem lífsvæði fyrir votlendisfugla. Samningur um líffræðilega fjölbreytni hefur að markmiði að vernda líffræðilega fjölbreytni og að stuðla að sjálfbærri nýtingu lífandi náttúruauðlinda. Ísland er aðili að báðum þessum samningum.

Agnar Ingólfsson fjallar um náttúruverndargildi íslensku fjörunnar og aðsteðjandi hættur í grein í Náttúrufræðingnum árið 2010. Þar greinir hann verndargildi hennar í fimm flokka; hið fræðilega gildi, gildi fjörunnar sem fæðu- og uppeldissvæði, fræðslugildi, útivistargildi og aðrar nytjar. Hann nefnir m.a. að margar tegundir í íslenskum fjörum séu enn óþekktar. Sérstaða íslensku fjörunnar byggist ekki síst á því að landið er eyja og langt til næstu landa. Líf hefur þróast í íslensku fjörunni á síðustu 13-15 þúsund árum. Agnar áætlar að við þverun Gilsfjarðar og Hraunsfjarðar hafi um 5,3% leira landsins farið forgörðum (Tafla 3.2). Alls hafi við þessar tvær framkvæmdir farið forgörðum 11,7 km<sup>2</sup> af fjörum landsins.

**Tafla 3.2** Áætlað heildarflatarmál fjara á Íslandi, ásamt áætluðu flatarmáli fjara sem farið hafa forgörðum vegna þverunar í Gilsfirði og Hraunsfirði (Agnar Ingólfsson, 2010).

	Leirur (km <sup>2</sup> )	Hlutfall (%)	Gryttar fjörur (km <sup>2</sup> )	Hlutfall (%)
Áætlað heildarflatarmál á Íslandi	174		224	
Gilsfjörður, þverun	7,7	4,4	2,5	1,1
Hraunsfjörður, þverun	1,5	0,9		

Í grein frá 1976 tíundar Agnar Ingólfsson niðurstöður forkönnunar á lífríki nokkurra fjarða á sunnanverðum Vestfjörðum, þ.e. Gilsfjarðar, Þorskafjarðar, Djúpafjarðar og Gufufjarðar og fleiri aðliggjandi fjarða. Tilefni þessarar samantektar var áætlunir þá Vegagerðar ríkisins um vega- og brúargerð yfir ofangreinda firði. Agnar bendir þar á sérstakt og margvíslegt gildi fjörunnar og að fjörur í t.d. Þorskafirði, Djúpafirði og Gufufirði séu mjög víðáttumiklar og með lífmeiri fjörum landsins.

Jónas Páll Jónasson og Björn Gunnarsson, sjávarlíffræðingar, skrifa um gildi grunnsævis við Ísland í blaðagrein í Morgunblaðinu 13. apríl 2008. Þar segja þeir að grunnsævið kringum Ísland gegni veigamiklu hlutverki sem uppeldisstöð fyrir marga okkar helstu nytjafiska. Hingað til hafi framkvæmdir eins og efnistaka, uppfyllingar og þverun fjarða verið talin hafa frekar lítil áhrif á nytjastofna. Þeir benda á sænskar rannsóknir þar sem m.a. er lagt mat á framlegð uppeldissvæða t.d. fyrir skarkola og sýnt fram á efnahagslegt verðmæti þeirra. Þeir telja að vegna aukinnar eftirspurnar eftir strandsvæðum og ágangi á grunnsævi þurfi að efla rannsóknir á þessum svæðum enn frekar svo unnt sé að stýra framkvæmdum skynsamlega.



### 3.3 Sjávarföll, vatnsskipti, straumar og setflutningar

Þverun fjarða með vegfyllingum hefur óhjákvæmilega áhrif á eðliseiginleika sjávar með einhverjum hætti. Helstu eiginleikar sem eru til skoðunar í því sambandi eru sjávarföll, straumar, alda, setflutningar og selta. Allir þessir þættir eru hluti af því vistkerfi sem er í viðkomandi firði. Því er um að ræða samspil eðlisþátta sjávar og líffræðilegra þátta.

#### 3.3.1 Sjávarföll

Sjávarföll geta orðið fyrir áhrifum af þverun fjarða. Sé vatnsop eða brúarop í þverun of þröngt, seinkar flóði innan við þverun. Á útfalli verður að sama skapi seinkun fjöru innan þverunar. Verði ekki breytingar á sjávarföllum við þverun þá má skilgreina það sem full eða óbreytt vatnsskipti. Náttúrulegar þrengingar í fjörðum geta haft sömu áhrif og manngerðar að þessu leyti.

Náttúrustofa Vestfjarða (Böðvar Þórisson og Þorleifur Eiríksson, 2011) hefur tekið saman greinargerð um fjarðarþveranir og rannsóknir til ársins 2011. Niðurstaða þeirrar samantektar er m.a. að þrátt fyrir full vatnsskipti þá verði vatnsskipti ekki óbreytt að fullu í tíma og rúmi eftir þverun.

Í minnisblaði Verkfræðistofunnar Vatnaskila til Vegagerðarinnar vegna fyrirhugaðra þverana í Kjálkafirði og Mjóafirði er m.a. fjallað almennt um vatnsskipti í fjörðum (Sveinn Óli Pálmarsson og Snorri Páll Kjaran, 2011). Þar kemur m.a. fram að til að tryggja að sjávarfallabylgjan komist óhindruð í gegnum vatnsop þverunarinnar þarf að tryggja að þversniðsflatarmál þess sé nægilega stórt. Í flestum tilfellum leiðir sú breidd vatnsops sem fullnægir fullum vatnsskiptum til þess að straumalag verður meira en ásættanlegt er talið fyrir brúarhönnun. Miðað er við að straumhraði í brúaropum fari ekki yfir 2 m/s en minni straumhraði dregur úr botnrofi.

Verkfræðistofan Mannvit mældi sjávarföll innan og utan þverunar í Kolgrafarfirði og Dýrafirði (Mannvit, 2011). Mælingarnar stóðu yfir í tæpan hálfan mánuð í kringum stórstreymi. Tilgangur þeirra var að kanna áhrif vegamannvirkja á sjávarföll innan þverunar í hvorum firði, þ.e. áhrif þeirra á tíma og sjávarhæð flóðs og fjöru (Tafla 3.3). Þar kemur fram tímamismunur á fjöru innan og utan þverunar og mismunur í sjávarhæð á fjöru innan og utan þverunar. Munur á sjávarhæð á fjöru innan og utan þverunar er t.d. 9 cm í Kolgrafarfirði og 16 cm í Dýrafirði. Mismunur í sjávarfallasveiflu er 6 cm í Kolgrafarfirði og 14 cm í Dýrafirði. Miðað við skilgreininguna hér að ofan er því ekki um að ræða full vatnsskipti innan þverana í þessum fjörðum.

**Tafla 3.3 Niðurstöður mælinga á sjávarföllum innan og utan þverunar í Kolgrafarfirði og Dýrafirði. Óvissa er metin í versta falli 0,02 m (Mannvit, 2011).**

	Kolgrafarfjörður	Dýrafjörður
Seinkun fjöru (mínútur)	21	60
Sjávarhæð á fjöru (m hærrí innan þverunar)	0,09	0,16
Seinkun flóðs innan þverunar (mínútur)	0	13
Mismunur sjávarfallasveiflu innan og utan þverunar (m)	0,06	0,14
Sjávarfallasveifla utan þverunar (m)	4,2	2,7
Mismunur í meðalsjávarhæð (m)	0,04	0,03

Rannsóknir Mannvits taka ekki til þess hvort sjávarföll hafi breyst utan þverunar en það varð niðurstaðan í Gilsfirði þar sem útfiri, eða það svæði sem stendur upp úr á fjöru, jókst fyrir framan veginn (Agnar Ingólfsson, 2007). Af þeim sökum drapst þar þari, ásamt dýrum sem byggja afkomu sína á þaranum.

Hrafnhildur Tryggvadóttir (2011) vann rannsókn í Borgarfíði sem hún bar saman niðurstöður rannsókna fyrir þverun með Borgarfjarðarbrú. Þar háttar svo til að Hvítá veitir miklu ferskvatni og aur fram í botn fjarðarins innan þverunar. Hrafnhildur telur að þrenging Borgarfjarðarbrúar hafi valdið því að ferskvatn helst lengur ofan við brú og hindrar sjávarföll upp fjörðinn.

Agnar Ingólfsson (1976) komst að þeirri niðurstöðu, eftir forkönnun á lífríki nokkurra fjarða við norðanverðan Breiðafjörð, að neikvæð áhrif þverunar fjarða á því svæði færu öðru fremur eftir stærð brúaropa. Þau áhrif verði því meiri sem brúarop eru minni, þ.e. hefting á vatnsskiptum meiri. Áhrifin telur Agnar einnig háð lífríkisgerð í viðkomandi firði, þar sem tegundir séu misnæmar fyrir þeim breytingum á umhverfi sem kunna að verða. Þau kunni einnig að vera háð dýpi fjarðanna og aðstreymi fersks vatns. Þessar ályktanir Agnars hafa að einhverju leyti verið staðfestar af hans eigin rannsóknum í Gilsfirði (2007). Þar kom einnig fram að mikil takmörkun vatnsskipta hefur leitt til breytinga á seltu innan þverunar. Böðvar Þórisson og Þorleifur Eiríksson (2011) eru sammála þessu mati Agnars. Þeir telja að séu full vatnsskipti og lítil breyting á útslagi sjávarfalla eftir þverun þá verði afleiðingar á lífríki oft lítt merkjanlegar.

Það virðist því vera niðurstaða í þeim rannsóknum sem gerðar hafa verið hér á landi að það þurfi a.m.k. að tryggja full vatnsskipti við hönnun mannvirkja fyrir þverun fjarða til að draga úr áhrifum á náttúrufar.

Vegfyllingar og brú eru þekkt fyrir að valda breytingum á straumum innan og utan þverunar. Rannsókn á áhrifum s.k. Garden Island vegar í Ástralíu sýndi að megin áhrif hans voru á vatnsskipti og strauma og þar með á vatnsgæði, sjávargróður og ströndina (DAL Science and Engineering, 2003). Hins vegar kom einnig í ljós að í vegfyllingunni hafði myndast búsvæði fyrir ýmsar lífverur sem ekki voru þar áður eins og þörungur og svampa.

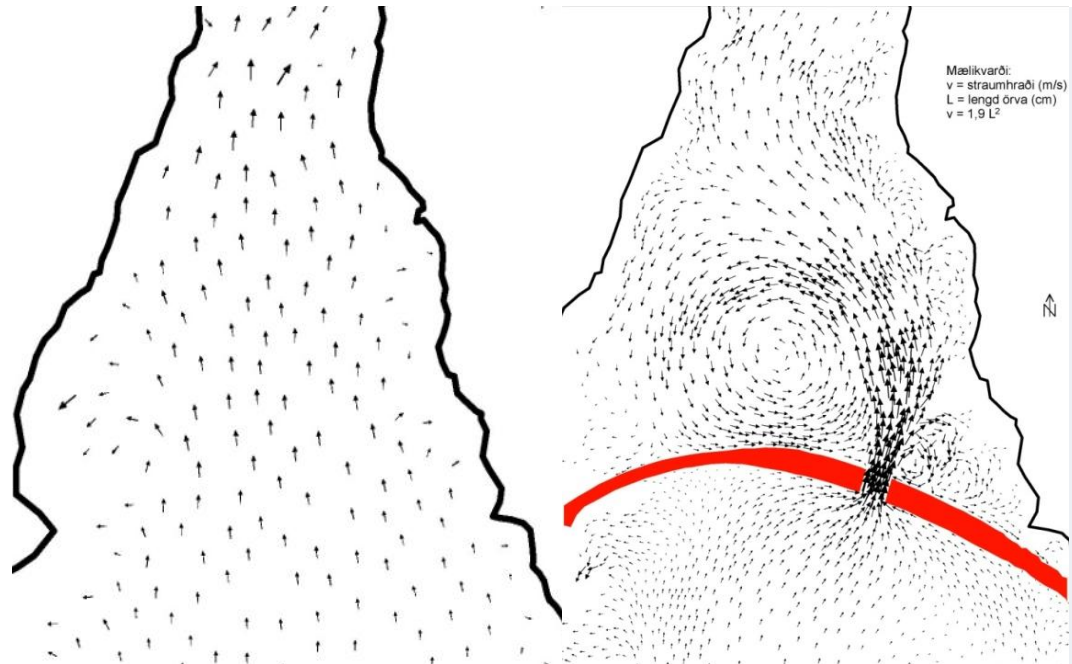
### 3.3.2 ***Straumar og alda***

Verkfræðistofan Vatnaskil hefur birt útreikninga á straumum í fjörðum fyrir þverun. Straumlíkan Vatnaskila fyrir Mjóafjörð á sunnanverðum Vestfjörðum sýnir breytingar í straumum (Mynd 3.1), einkum innan þverunar (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2011). Almennt eru áhrif þessara breytinga óljós þó svo að líkleg áhrif þeirra séu margþætt.

Þverun fjarðar hefur sömuleiðis áhrif á ölduhæð innan við þverunina. Úthafsalda berst minna inn í firðina en áður og búast má við að ölduhæð minnki. Vegalengd vindáhlaðanda minnkar og þar með hæð og sveiflutími vindöldu. Þetta getur minnkað ölduálag á botninn og rót setefna þannig minnkað (Sveinn Óli Pálmarsson og Snorri Páll Kjaran, 2011). Þannig getur þverun haft áhrif á setflutninga.

Í umfjöllun um setflutninga vísa Sveinn Óli Pálmarsson og Snorri Páll Kjaran (2011) til straumlíkans Vatnaskila sem gert var vegna áætlana um framkvæmdir í Kjálkafirði og Mjóafirði á sunnanverðum Vestfjörðum. Líkanið sýndi fram á að þveranirnar hefðu óveruleg áhrif á straumhraða utan fyllingarsvæða, en í nágrenni vegfyllinga verða breytingar á straumum.

Setflutningar og breytingar á þeim við þverun hafa ekki verið rannsakaðir nema mjög takmarkað hér á landi. Eftir tilkomu Borgarfjarðarbrúar er kornastærð á öllum fjörusvæðum í nágrenni þverunarinnar orðin meiri (Hrafnhildur Tryggvadóttir, 2011). Af þessu dregur Hrafnhildur þá ályktun að hægt hafi á útrennsli Hvítár, uppsöfnun á efni ofan við brúna aukist og framrennsli sands út fjörðinn minnkað. Minna er nú um silt fjörur, sem einkennast af fínkorna efni, innan við brúna en fyrir þverun.



Mynd 3.1 Straumlíkan fyrir Mjóafjörð á sunnanverðum Vestfjörðum fyrir (vinstra megin) og eftir (hægra megin) þverun (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2011).

Rose (2001) og DAL Science and Engineering (2003) komust að þeirri niðurstöðu að vegfyllingar gátu breytt setflutningum með ströndinni og þannig haft áhrif á myndun og viðhald leira. Þetta getur gerst þrátt fyrir að þess sé gætt að sjávarföll haldist nánast óbreytt enda verða breytingar á setflutningum ekki síst vegna breytinga á straumum og öldu.

Vegir fyrir firði hafa ekki áhrif á vatnsskipti, strauma og setflutninga sé þess gætt að þeir raski ekki með neinum hætti framburði ferskvatnsáa sem renna í fjörðinn. Slíkur framburður getur verið grundvöllur myndunar og viðhalds á leirum þar sem fingert set safnast fyrir. Grundvallaratriði við þverun er að raska ekki því jafnvægi.

### 3.3.3 Hækkun sjávar

Núverandi spár benda til að hækkun sjávar á næstu áratugum verði á bilinu 0,2-0,6 m (Halldór Björnsson o.fl., 2008). Á þeim svæðum á landinu þar sem land hvorki rís né sígur mun yfirborð sjávar að meðaltali hækka í takt við hnattræna hækkun. Mesta yfirborðshækkun sjávar verður á þeim svæðum þar sem landsig leggst við hnattræna hækkun. Það á sérstaklega við um suðvestanvert landið. Á suðausturlandi vegur landris upp á móti hækkun sjávar.

Þessar breytingar hafa áhrif á hönnun mannvirkja sem þvera firði þar sem gera þarf ráð fyrir aukinni sjávarhæð. Mannvirkin verða því dýrari fyrir vikið. Einnig þarf að huga að staðsetningu vega sem liggja fyrir firði með það fyrir augum að ekki verði hætta á flóðum séu þeir lagðir niður undir sjó.

### 3.4 Lífríki

Eins og greinir að framan getur vegfylling langleiðina þvert yfir fjörð haft margþætt áhrif á eðlisþætti sjávar og sjávarbotn. Þær breytingar hafa áhrif á búsvæði lífvera og vistkerfi í heild. Eins getur enduruppbygging eða bygging vegar fyrir fjörð haft margvísleg áhrif á lífríki.

### 3.4.1 Lífríki fjöru og sjávar

Sjávarfjara er sérstakt búsvæði á mörkum þurrlandis og sjávar. Á flóði er fjaran að meira eða minna leyti undir sjó en á fjöru má ganga hana þurrum fótum. Lífríki fjörunnar er mjög sérstakt og breytist að nokkru leyti eftir sjávarföllum (Agnar Ingólfsson, 2010). Á flóði eru hreyfanlegar sjávarlífverur oft áberandi en um fjöru eru þær að mestu horfnar en hreyfanlegar landlífverur komnar í staðinn, fuglar mest áberandi. Hvert hæðarbil fjörunnar hefur sína sérstöku tegundasamsetningu.

Áhrif þverunar á lífríki sjávar og fjöru geta falist í breytingum á sjávarföllum, straumum, öldu og seltu. Auk þess veldur þverun fjarðar raski á botni sjávar, sem getur haft áhrif á far fiska, næringarefnaflutning og valdið breytingum (hnignun) á aðliggjandi vistkerfum (Kaly og Jones, 1993).

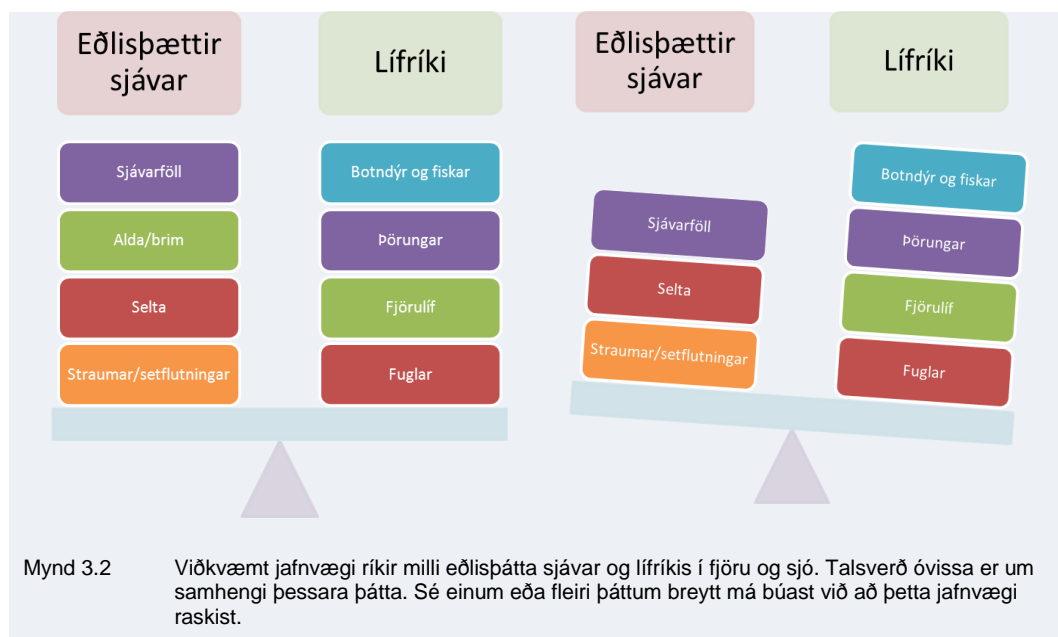
Almennt hafa tengsl lífvera og straums og tengsl straums og setmyndunar lítið verið rannsökuð hér á landi (Jörundur Svarvarsson, 2011, munnl. upplýsingar). Jörundur telur breytingar á straumum og öldugangi hafa mikil áhrif á lífríkið. Með minni straumum verði uppsöfnun sets, á meðan aukinn straumur leiðir til uppróts. Megin breytingin við þverun felst því í breyttu samfélagi við brúaropið þar sem verður meiri straumur en áður. Fjær verði að líkindum meiri uppsöfnun sets. Við uppsöfnun sets hverfi einhverjar tegundir en aðrar komi í staðinn. Sumar lífverur þola mjög illa setmyndun. Jörundur nefnir sem dæmi að aukin setmyndun í þaraskógi leiði til verri afkomu þaraplantanna og ljóstíllífunin truflist. Þöngulhausar mynda festu þörunganna við botninn og eru meðal mikilvægari búsvæðum á klapparbotni vegna þess hversu fjölbreytilegt líf er að finna í þeim. Þegar þeir hverfa, hverfur mjög mikilvægt búsvæði.

Við það að ölduhæð minnkar. sbr umfjöllun í kafla 3.3, dregur úr brimi við ströndina. Agnar Ingólfsson (munnl. upplýsingar) bendir á að brim móti lífríki og þannig hafi alda og breytingar á öldu áhrif sbr. t.d. McQuaid og Branch (1985).

Í rannsókn Agnars Ingólfssonar (2007) í Gilsfirði eftir þverun hans ber hann saman spár um áhrif vegna þverunar og raunáhrif með áherslu á fuglalíf og botndýr og –gróður. Þessi rannsókn er í raun sú fyrsta sinnar tegundar sem gerð er hér á landi þar sem fram fer samanburður af þessu tagi. Niðurstöður hans sýndu talsverðan mun á raunáhrifum og spá. Hvað mest áhrif urðu á þara, bæði innan og utan þverunar.

Þverun Borgarfjarðar hefur haft talsverðar breytingar á tegundasamsetningu smádýrafánu í för með sér (Hrafnhildar Tryggvadóttir, 2011). Færri hafrænar tegundir fundust á svæðinu og almennt var minni tegundafjölbreytileiki í firðinum.

Lítið er vitað um íslenskar fjöru sem uppeldisstöðvar fiska. Skarkolaseiði halda sig á leirum og grunnu vatni. Hrognkelsaseiði eru algeng í fjörupollum, ufsaseiði ganga upp í fjöru og líklega þorskseiði líka (Agnar Ingólfsson, 2010). Rannsókn gerð í Mjóafirði, Hestfirði og Skötufirði í Ísafjarðardjúpi sýndi ekki mun á þéttleika seiða eftir að Mjóifjörður var þveraður (Traian, 2010). Hins vegar komu fram vísbendingar um minni tegundafjölbreytni í Mjóafirði, einkum virtist vera minna um stærra fisk þar en í samanburðarfjörðunum. Slíkt fall í tegundafjölbreytni er vel þekkt þar sem rask verður á vistkerfi (t.d. Beach, 2002). Augljós ókostur á rannsókn Traian er hins vegar að ekki var gerður samanburður í Mjóafirði fyrir og eftir þverun hans.



Við gerð þessa verkefnis var leitað til Hafrannsóknastofnunar um möguleg áhrif þverana á lífríki í sjó. Í svari frá stofnuninni í tölvupósti dags. 12. október 2011 kemur m.a. fram að Hafrannsóknastofnunin hafi umsagnarskyldu vegna framkvæmda í sjó og við strendur. Oft valdi erfiðleikum við gerð umsagna hve litlar rannsóknir s.s. straummælingar hafa verið gerðar. Einnig bendir stofnunin á að aðkoma Hafrannsóknastofnunarinnar að rannsóknum vegna þverunar hafi verið mjög takmörkuð. Að lokum vísar stofnunin til eigin svars við fyrirspurn á Alþingi frá árinu 2008 um það hvort breytingar á lífríki og botngróðri innfjarða hafi verið rannsakaðar eftir þverun fjarða vegna vegagerðar? Ef svo er, hverjar væru helstu niðurstöður þeirra rannsókna? Svar stofnunarinnar var eftirfarandi:

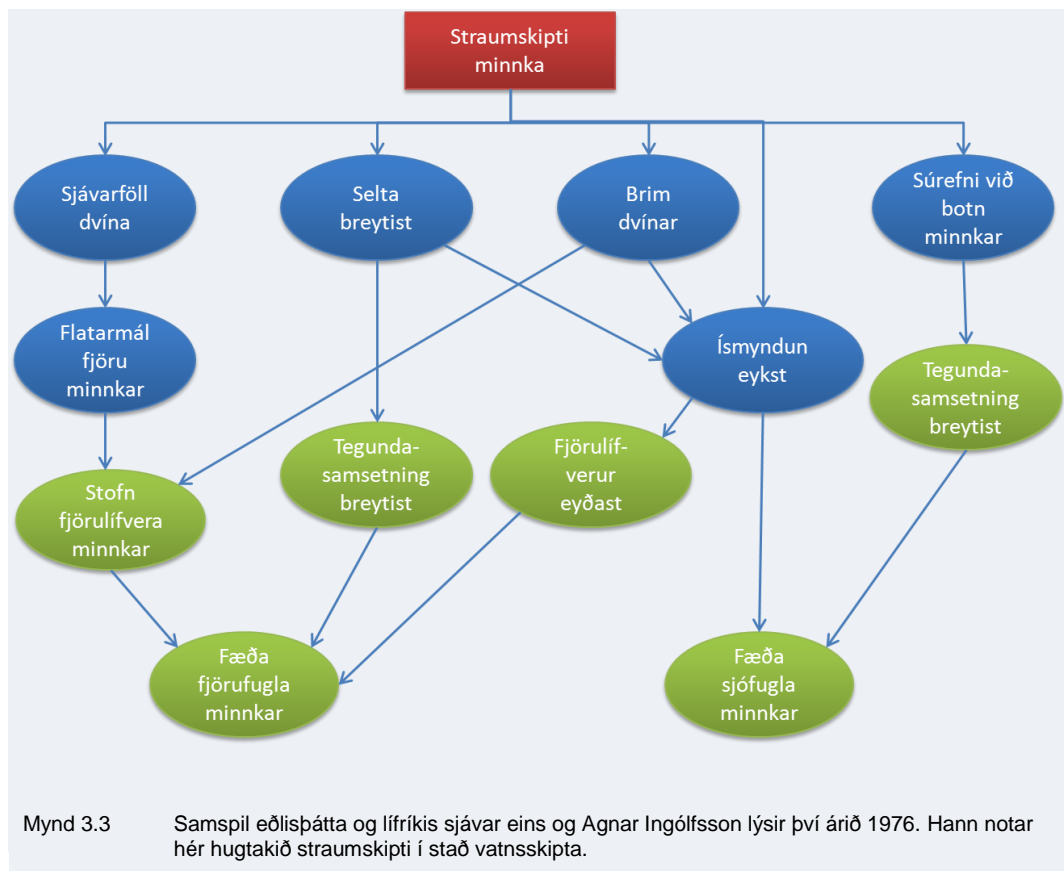
„Hafrannsóknstofnunin hefur ekki komið að rannsóknum eins og þeim sem hér er spurt um. Starfsmenn Líffræðistofnunar Háskóla Íslands hafa hins vegar töluvert unnið að rannsóknum á lífríki fjarða í tengslum við vegagerð. Oftast hafa rannsóknirnar farið fram sem lífríkiskönnun á undirbúningsstigi framkvæmda en aðeins í fáum tilfellum hafa verið gerðar samanburðarrannsóknir til þess að fylgjast með langtíma áhrifum framkvæmda á lífríkið. Í flestum tilfellum hafa þessar vegalagnir verið þannig að vegirnir hafa ekki haft áhrif á sjávarföll (langar brýr verið byggðar samfara vegalagningu) og því ekki talið að framkvæmdir séu líklegar til þess að hafa áhrif á lífríkið innan vegarstæðisins.

Vegurinn um Gilsfjörð er einn af fáum vegum hér á landi sem lagður hefur verið þvert yfir fjörð þannig að fallaskipti hafa verið hömluð og þar með minnka fjörusvæði ofan vegarins. Við vegalagninguna minnkaði fjörubeltið og þar með flatarmál leira í firðinum og einnig lækkaði selta ofan vegarins en þó hefur hún haldist nægjanlega há til þess að nauðsynlegum skilyrðum margra lífvera hefur ekki verið raskað. Nú lifa þessar tegundir hins vegar alfarið á kafi. Fjörufuglar hafa hætt fæðuöflun ofan vegar enda nánast engar fjörur þar lengur.

Aðrir firðir sem hafa verið þveraðir vegna vegagerðar eru Grafarvogur við Reykjavík, Borgarfjörður og ytri hluti Hraunsfjarðar og Kolgrafarfjörður á Vesturlandi, Dýrafjörður og Önundarfjörður á Norðvesturlandi, innsti hluti Eyjafjarðar og Lón í Kelduhverfi á Norðurlandi og Breiðdalsvík á Austurlandi. Vegirnir á þessum slóðum hafa ekki haft áhrif á sjávarföll og því er talið mjög ólíklegt að þeir hafi haft áhrif á lífríkið þó að það hafi ekki verið kannað."

Í svari Hafrannsóknastofnunarinnar felst að lítið sé um rannsóknir á lífríki í sjó fyrir og eftir þveranir en gert ráð fyrir að áhrif á það séu almennt óveruleg þar sem vegirnir hafi ekki áhrif á sjávarföll. Einnig kemur þar fram að meiri rannsóknir á lífríki fjarða hafi farið fram á Líffræðistofnun Háskóla Íslands.

Þegar leitað var til einstakra starfsmanna Hafrannsóknastofnunar kom fram að mikil óvissa ríki um áhrif t.d. breytinga á straumum vegna þverunar á lífríki, uppeldi seiða, fiskafar og þaraskóga. Rannsóknir í sjó eru almennt fremur dýrar og síður ráðist í þær í tengslum við mat á umhverfisáhrifum en rannsóknir á landi. Í því sambandi verður að leggja áherslu á það að lögbundnir umsagnaraðilar vegna mats á umhverfisáhrifum eiga í matsferlinu að koma á framfæri kröfum um rannsóknir telji þeir þörf á þeim til að minnka óvissu og svo ákvarðanataka verði sem upplýstust.



### 3.4.2 Fuglar

Haförninn er á alþjóðlegum válista (IUCN, 2004) og jafnframt á válista yfir íslenska fugla (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2000). Kristinn Haukur Skarphéðinsson (2005) gerir grein fyrir því að greinileg umskipti hafi orðið í varpárangri arna í kjölfar vegafarmkvæmda í nágrenni arnarsetra. Hins vegar virðist fuglarnir þola umferð betur þar sem arnarsetur eru í hvarfi frá vegi. Um þetta eru skiptar skoðanir manna á meðal en ólíklegt verður að teljast að áhrif framkvæmda og umferðar séu jákvæðs eðlis.

Sjávarleirur eru eitt mikilvægasta búsvæði margra fuglategunda. Þéttleiki er þar með því mesta sem gerist miðað við önnur búsvæði. Sveiflur í fjölda eru þó miklar, mestur er fjöldinn vor og haust. Fargestir sem hafa viðkomu á Íslandi á leið til varpstöðva s.s. rauðbrystingur og margæs, bera varla við að leita ætis nema í fjöru (Agnar Ingólfsson, 2010).



Þverun Gilsfjarðar breytti talsverðu um fæðuöflunarsvæði rauðbrystings (Agnar Ingólfsson, 2007). Fuglarnir höfðu ekki lengur aðgengi að leirum inni í Gilsfirði en aðgengi að þeim utan þverunar batnaði. Þetta virtist gilda líka um æðarkollur með unga. Þverunin virtist ekki hafa áhrif á skarf.

Rannsókn Náttúrustofu Vestfjarða í Önundarfirði og Dýrafirði gaf ekki tilefni til að ætla að fuglar hafi orðið fyrir áhrifum af þverun þessara fjarða (Böðvar Þórisson og Þorleifur Eiríksson, 2008).

### 3.4.3 Gróður

Eigi að leggja mat á áhrif þverunar fjarða á gróður samanborið við að vegurinn liggja fyrir fjarðarbotn þá virðist liggja í augum uppi að rask á gróðri verði meira við það að vegur er lagður fyrir fjarðarbotn. Við slíkt mat þarf að taka mið af því að oftast en ekki er uppbygging núverandi vegar ekki kostur nema slakað sé á kröfum um umferðaröryggi og greiðfærni. Valkosturinn á móti því að þvera fjörð er því sjaldnast sá að byggja upp núverandi veg.

## 3.5

### Jarðmyndanir

Algengasta útfærsla þverunar fjarða felur í sér vegfyllingu og brúarop. Vegfylling getur verið efnisflek og efnistaka er líkleg til að hafa áhrif á jarðmyndanir á landi. Sem dæmi má nefna að skv. áætlunum Vegagerðarinnar um þverun Mjóafjarðar er gert ráð fyrir heildarefnismagni í þverun 535 þús. m<sup>3</sup> en heildarmagn í veg fyrir fjörðinn er um helmingi minna eða 257 þús. m<sup>3</sup>.

Vegna meiri krafna til umferðaröryggis og umferðarhraða verða mannvirki nú til dags oft umfangsmeiri en áður var og kalla gjarnan á meiri efnistöku, skeringar og fyllingar. Ein afleiðing af þessu eru aukin áhrif á jarðmyndanir, bæði við þverun fjarða og við endurbyggingu vegar fyrir fjörð.

Efnistaka úr eða skerðing á jarðmyndunum sem hafa mikið verndargildi hefur þannig neikvæð umhverfisáhrif í för með sér. Jarðmyndanir sem njóta sérstakrar verndar samkvæmt lögum eru eldvörp, gervíggar og eldhraun. Aðrar jarðmyndanir með mikið verndargildi eru á náttúruminjasrá, tilgreindar á gildandi náttúruverndaráætlun, friðlýstar eða hverfisverndaðar skv skipulagsáætlunum sveitarfélaga. Í því sambandi þarf að taka fram að náttúruminjasrá inniheldur upplýsingar um friðlýstar náttúruminjar, náttúruminjar sem ástæða þykir til að friðlýsa samkvæmt náttúruverndaráætlun og aðrar náttúruminjar, þ.e. landsvæði, náttúrumyndanir og lífverur og vistkerfi sem rétt þykir að vernda sbr. 68. gr. náttúruverndarlaga.

Vegna skorts á grunnrannsóknunum hér á landi getur verndargildi jarðmyndana og annarra náttúrufarspáttu verið óþekkt. Á þetta er m.a. bent í umsögn Náttúrufræðistofnunar Íslands um stjórnsýslukæru vegna Vestfjarðavegar. Þar er haft eftir dr. Hreggviði Norðdahl hjá Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands að nánast engar rannsóknir hafi verið gerðar á fornum sjávarsetlögum á rannsóknarsvæðinu og telur hann mikilvægt að þau verði könnuð áður en framkvæmdir hefjast (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2009).

Þetta kristallar á margan hátt vanda framkvæmdaraðila við áætlanagerð. Ekki liggur fyrir kortlagning náttúrufarspáttu þegar unnið er með hugmyndir um nýja vegi og því ekki hægt að taka tillit til þeirra. Það getur því legið að baki mikil vinna við undirbúning og áætlanagerð þegar kemur í ljós mögulegt verndargildi náttúrufarspáttu.

## 3.6

### Landslag og ásýnd

Segja má að firðir séu landslagsheild. Þeir eru mismikið snortnir, bæði vegna byggðar og samgöngumannvirkja. Með tilliti til landslags getur verndargildi þeirra er líka verið mismunandi.

Firðir í Breiðafirði njóta sérstakrar verndar skv sérlögum nr 54/1995 um vernd Breiðafjarðar sbr. kafla 3.2. Tilgangur laganna er að stuðla að verndun Breiðafjarðar, einkum landslags, jarðmyndana, lífríkis og menningarminja. Ákvæði laganna ná til allra eyja, hólma og skerja á Breiðafirði ásamt fjörum í innri hluta fjarðarins. Samkvæmt orðanna hljóðan má túlka þau sem svo að lögin verndi ekki landslag fjarðanna ofan fjöru.

Með þverun fjarðar er landslagsheildin *fjörður* brotin upp. Mannvirki eru byggð þvert yfir annars óbrotinn hafflötinn og eru oftast en ekki mjög áberandi í landslagi fjarðar.

Með vegi fyrir fjörð verður rask sem hefur áhrif á ásýnd hans þó með öðrum hætti sé. Einkenni landslags í fjörðum t.d. sérstakar jarðmyndanir, fossar og gróður hafa því mikið um það að segja hversu mikil áhrif vegur fyrir fjörðinn hefur. Að sama skapi geta sker, sérstakar fjörur og leirur haft talsvert um það að segja hversu mikil áhrif þverun hefur á landslag.

Kröfur til vega hafa aukist hér á landi, ekki síst vegna umferðaröryggissjónarmiða. Þetta hefur leitt til þess að vegamannvirki verða fyrirferðarmeiri en áður. Í þröngu fjarðalandslagi getur verið erfitt að láta beygjur og planlegu vegar falla að landslagi. Náttúruverndarlög, 35. gr., kveða þó á um að við hönnun vega og annarra mannvirkja skuli þess gætt að þau falli sem best að svipmóti lands. Þessi lagagrein er þó það matskennd að það getur verið huglægt mat hvers og eins hvort hún er uppfyllt.

Margvísleg verndun landslags hefur verið innleidd í löggjöf erlendis auk alþjóðlegra samninga. Í fleiri en einu ríki er til staðar löggjöf um verndun þess sem kalla má „þjóðarlandslag“ (e: *national landscape*). Í Bandaríkjunum var innleidd löggjöf til verndar landslagi sem hefur sérstakt menningar, vistfræði og vísindalegt gildi fyrir núlifandi og framtíðar kynslóðir s.k. *NLCS* svæði. Tveir firðir í Noregi eru nú á Heimsminjaskrá UNESCO vegna náttúru og landslags.

Hver fjörður er einstakur og ekki er til nema takmarkaður fjöldi fjarða á Íslandi. Eins og kemur fram í kafla 2.1 þá hafa 11 firðir verið þveraðir og á áætlun er að þvera fleiri. Það er skilgreiningaratriði hvort uppsöfnuð áhrif þvera á t.d. Íslandi eða á Vestfjörðum á landslag falli undir samlegðaráhrif. Sé tekið mið af leiðbeiningum Skipulagsstofnunar með lögum um mat á umhverfisáhrifum þá má skilgreina sem samlegðaráhrif þau áhrif sem fleiri en ein framkvæmd hafa á tiltekinn umhverfisþátt eða tiltekið svæði (Skipulagsstofnun, 2005).

### 3.7 Fornleifar

Almennt má fullyrða að minni líkur eru á fornleifum þar sem fjörður er þveraður en þar sem vegur er lagður fyrir fjörð.

Leitað var til Kristins Magnússonar deildarstjóra umhverfismats hjá Fornleifavernd ríkisins. Hann telur aðstæður hafa talsvert um það að segja hversu miklar líkur séu á að fornleifar finni í fjörðum. Meiri líkur séu á að finna fornleifar á láglandi en annars staðar. Þær séu í formi bæjarstæða, útihúsa, túngarða o.s.frv. Á hálendi tengist minjar gjarnan samgöngum s.s. þjóðleiðir, vörður, skýli og þess háttar. Þéttleiki fornleifa sé mestur í kringum bæjarstæðin en minnkaði eftir því sem lengra er farið frá þeim.

Samkvæmt Kristni eru fornleifar, þar sem sem láglandi er lítið, oft samanþjappaðar á litlu svæði meðfram ströndinni undir fjallshlíðum. Slíkar aðstæður geti valdið erfiðleikum þegar verið er að finna veglínu fyrir nýjan veg.

### 3.8 Ferðamennska og útivist

Þverun getur augljóslega haft áhrif á aðgengi t.d. skútusiglinga eða kayakræðara að fjörðum. Leitað var til fulltrúa Kayakklúbbsins og þar kom m.a. fram að almenna reglan gagnvart kayakræðurum væri sú að flestir vildu losna við þveranir fjarða vegna

umhverfisspjalla. Því óspilltari fjörður því verra að hann væri þveraður (Páll Gestsson, munnl. upplýsingar). Hins vegar er líka til það sjónarmið að straumur undir brúm sem þvera firði henti vel sem æfingasvæði. Þetta á t.d. við um brúna í Gilsfirði.

Færsla vegar úr fjarðarbotni getur skapað ný tækifæri í ferðapjónustu skv. mati Vegagerðarinnar í umfjöllun um umhverfisáhrif vegna vegagerðar í Mjóafirði og Kjálkafirði (Vegagerðin, 2011b). Fjarðarbotnar geti fengið nýtt yfirbragð kyrrðar þegar umferð færast fjær. Eitt besta dæmið um slíka breytingu yfirbragðs er Hvalfjörður þar sem stærstum hluta umferðar um Hringveginn var beint úr fjarðarbotninum og í Hvalfjarðargöng.

Þessi áhrif hljóta að vera háð því hversu mikil umferð er um viðkomandi fjörð. Sé t.d. litið til Gilsfjarðar, sem var umfangsmikil þverun, þá er þar meðalumferð á dag (ÁDU) 352 bílar samkvæmt umferðartalningu Vegagerðarinnar 2010. Að sumri er meðalumferðin (SDU) 626 bílar á sólarhring. Vestar, eða í Vatnsfirði, er SDU 151 bíll á sólarhring. Til samanburðar er sumarumferðin 302 bílar á dag á Djúpvegi.

**Tafla 3.4 Umferð á nokkrum stöðum í nágrenni þverana skv umferðartalningu Vegagerðarinnar 2010.**

	ÁDU	SDU	VDU
Hringvegur norðan Hvalfjarðarvegur	3.927	5.444	2.786
Vestfjarðavegur, Gilsfjörður	352	626	153
Vestfjarðavegur, Vatnsfjörður	121	248	43
Djúpvegur við Ögur	170	302	81
Hringvegur, norðan (austan) Axarvegur í Berufirði	165	288	89

Álykta má að sé fjarðarbotn lítt raskaður og eftirsóknarverður til útivistar og talsverð umferð um fjarðarbotninn þá geti verið rök fyrir því að skilyrði til útivistar verði betri sé umferðin færð úr fjarðarbotninum. Sé hins vegar um raskað svæði að ræða og/eða að lítil umferð er um fjarðarbotninn þá er ólíklegt að þessi áhrif verði mikil.

Þverun fjarðar hefur líka áhrif á upplifun. Þverunin sjálf og umferð um hana sést e.t.v. úr fjarðarbotni og getur verið sjónrænt áberandi. Þannig getur þverunin falið í sér talsverða breytingu.

## 4 Niðurstöður

### 4.1 Samanburður á umhverfisáhrifum

Með hliðsjón af köflunum hér að framan má draga saman möguleg umhverfisáhrif þess annars vegar að þvera fjörð og hins vegar að byggja upp veg fyrir fjörð (Tafla 4.1). Almennu eru áhrif þverana meiri á umhverfisþætti í sjó en uppbygging vegar hefur meiri áhrif á landi.

Sé horft til mismunandi aðstæðna þá eru rök fyrir því að þröngir og brattir firðir með litlu undirlendi kalli frekar á þverun. Erfiðara er að finna viðunandi vegstæði við slíkar aðstæður og þar er hættu á ofanflóðum s.s. aurskriðum og snjóflóðum, líklega meiri. Dýpri firðir eru dýrari til þverunar og kalla á meiri efnistöku. Af því geta leitt meiri neikvæð áhrif á jarðmyndanir og helst það gjarnan í hendur við áhrif á landslag.

Tafla 4.1 Yfirlit yfir helstu umhverfisáhrif vegna þverunar fjarða og enduruppbyggingar vegar fyrir fjörð.

Umhverfispáttur	Þverun	Enduruppbygging vegar
Lífríki fjöru	Skerðir alltaf fjöru.	Veglína getur þurft að liggja í eða nærri fjöru ef undirlendi er lítið.
Leirur og sjávarfitjar	Ætti ekki að skerða ef kostur er á öðru sbr. 37. gr. náttúruverndarlaga. Getur haft óbein áhrif á viðhald og myndun leira breyti þverun framburði straumvatna, straumum, öldu og/eða sjávarföllum.	Ætti ekki að skerða ef kostur er á öðru sbr. 37. gr. náttúruverndarlaga. Getur haft óbein áhrif á viðhald og myndun leira breyti þverun framburði straumvatna.
Lífríki sjávar	Beint rask á búsvæðum með vegfyllingu. Áhrif háð gerð búsvæða og lífverum. Óvissa.	Engin
Gróður á landi	Lítill áhrif en háð aðstæðum.	Skerðing gróðurs og búsvæða.
Fuglar	Möguleg truflun t.d. arnarvarp. Áhrif umdeild.	Skerðing búsvæða og möguleg truflun.
Sjávarföll	Litlar breytingar geta haft áhrif á flötum leirum. Tryggja verður full vatnsskipti.	Hverfandi
Straumar	Straumar og alda innan þverunar breytast. Afstaða fjarðar gagnvart t.d. úthafsöldu og vindáhlaðanda hefur áhrif. Breytt alda hefur áhrif á brim.	Engin
Setflutningar	Áhrif háð dýpi, framburði straumvatna, botngerð o.fl.	Árfarvegir geta þrengst og það getur haft áhrif á framburð
Jarðmyndanir	Mikið efnisnám vegna þverunar, háð dýpi og breidd fjarðar.	Skeringar og fyllingar vegna enduruppbyggingar
Landslag	Landslagsheildin fjörður brotin upp Samlegðaráhrif	Fyllingar og skeringar geta verið áberandi í landslagi
Fornleifar	Ættu að vera óveruleg	Lítið undirlendi getur þýtt mikinn þéttleika á litlu svæði og erfitt að finna vegstæði
Ferðamennska og útivist	Breyttar aðstæður í fjörðum, minni umferð í fjarðarbotni. Getur hamlað sjóferðum. Óvissa - Mjög háð aðstæðum	Óvissa - Mjög háð aðstæðum

## 4.2 Mótvægisaðgerðir

Í nýlegum framkvæmdum við þverun fjarða eru lagðar til ýmsar mótvægisaðgerðir til að dragar úr eða koma í veg fyrir neikvæð áhrif vegalagningar um firði (Vegagerðin, 2001; Vegagerðin, 2011a; Vegagerðin, 2011b). Sumar tillögurnar eru almenns eðlis en aðrar sértækar fyrir verkefni af þessum toga (Tafla 4.2).

**Tafla 4.2 Dæmi um mótvægisaðgerðir vegna þverunar fjarða sem kynntar hafa verið í mati á umhverfisáhrifum framkvæmda (Vegagerðin, 2001; Vegagerðin, 2011a; Vegagerðin, 2011b).**

Mótvægisaðgerð	Markmið
Framkvæmdir felldar sem best að umhverfi. Skeringar og fyllingar aðlagaðar landinu umhverfis.	Draga úr neikvæðum áhrifum á landslag.
Fornminjar merktar	Komið í veg fyrir rask á fornminjum.
Samráð við stofnanir, sérfræðinga og hagsmunaaðila um verklag.	Almennt að draga úr neikvæðum áhrifum.
Endurheimt gróðurlendis, þ.á.m. votlendi og birkikjarr.	Draga úr neikvæðum áhrifum á gróður og búsvæði.
Starfsreglur fyrir verktaka.	Draga úr líkum á neikvæðum áhrifum, einkum á verndarsvæðum.
Brúarop sem tryggir full vatnsskipti.	Dregur úr líkum á neikvæðum áhrifum á sjávarföll og þar með lífríki í sjó og fjöru.

Flest af ofangreindum aðgerðum fellur undir sjálfsagt verklag eða lagalegar skyldur. T.d. kveður 35. gr. náttúruverndarlaga nr. 44/1999 á um að við hönnun vega og annarra mannvirkja skuli þess gætt að þau falli sem best að svipmóti lands. Framfylgd þessa ákvæðis getur þó verið anmörkum háð eins og kemur fram í kafla 3.6

Varðandi áhrif í sjó þá hefur hönnun brúarops verið skilgreind sem mótvægisaðgerð. Straumhraði er þó yfirleitt takmarkandi þáttur á stærð brúarops en ekki það að tryggja full vatnsskipti (Sveinn Óli Pálmarsson og Snorri Páll Kjaran, 2011). Þannig má álykta að til þess að tryggja að straumhraði verði ekki meira en 2 m/s, sem er sá straumhraði sem miðað er við að verði að hámarki í brúaropi, þá sé þegar búið að tryggja full vatnsskipti.

Ekki hafa verið kynntar til sögunnar mótvægisaðgerðir sem draga úr áhrifum á strauma eða öldu. Með núverandi hönnun mannvirkja sem felast í vegfyllingum með grjótvörn og brú er ekki hjá því komist að straumar og alda breytist. Ekki er hér farið í umfjöllun um kostnað við aðra hönnun en eins og getið er að framan þekkjast víða erlendis langar brýr yfir þvera firði sem byggðar eru á stólpum, án vegfyllinga. Eftir því sem stærri hluti þverunar er byggður á stólpum dregur úr áhrifum á strauma og öldu.

Við undirbúning framkvæmda sem fela í sér jafn mikið inngrip í náttúru og landslag og raunin er með þverun fjarðar ætti að vera regla að stillt sé upp, til samanburðar á umhverfisáhrifum og arðsemi, raunhæfum valkosti sem ekki felur í sér þverun. Það getur falið í sér að valkosturinn sé jarðgöng þar sem vegur um fjörð geti ekki uppfyllt skilyrði um veghönnunarkröfur.

#### 4.3 Óvissa

Almennt má segja að meiri óvissa fylgir mati á og spám um áhrif framkvæmda vegna þverunar en sé vegur lagður alfarið á landi. Þetta skýrist m.a. af flóknu og illfyrirsjáanlegu samspili eðlisþátta sjávar við líffræðilega þætti sjávar og fjöru (sjá Mynd 3.3).

Af þeim rannsóknum sem gerðar hafa verið hér á landi má ráða að þveranir í Gilsfirði og Borgarfirði hafa haft talsverðar breytingar í för með sér (Agnar Ingólfsson, 2007; Hrafnhildur Tryggvadóttir, 2011). Hins vegar virðast áhrif þverunar í Önundarfirði og í Dýrafirði á lífríki vera óveruleg (Böðvar Þórisson og Þorleifur Eiríksson, 2008; Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson, 2008a og 2008b). Mælingar Mannvits á sjávarföllum í Kolgrafarfirði og í Dýrafirði sýna fram á áhrif þverana á sjávarföll en afleidd áhrif þessara breytinga virðast ekki merkjanleg í Dýrafirði (Mannvit, 2011).

Þær rannsóknir sem þegar liggja fyrir hafa treyst þann þekkingargrunn sem má nota til að taka ákvarðanir um hvort þvera eigi fjörð. Á hverjum tíma getur verið tilhneiging til að álykta sem svo að öllum spurningum hafi verið svarað þó svo að síðar komi í ljós að svo var ekki. Agnar Ingólfsson (2007) ályktar t.d. eftir rannsóknir sínar í Gilsfirði að ófyrirsjáanlegar breytingar megi rekja m.a. til:

- ▶ þekkingarskorts, á tegundum lífvera og lífverusamfélögum og umhverfi þeirra,
- ▶ ófullnægjandi samskipta, milli hönnuða/verkfræðinga og vistfræðinga.

Sýnt hefur verið ítrekað fram á að óvissa er óhjákvæmileg í spám um áhrif framkvæmda (Tennøy o.fl., 2006). Þess vegna þarf að leggja áherslu á óvissu í mati á umhverfisáhrifum og eins þegar kemur að ákvarðanatöku um framkvæmdir og leyfisveitingar. Annars vegar þarf að leitast við að lágmarka óvissu með rannsóknum. Hins vegar þarf að gera á skýran hátt grein fyrir þeirri óvissu og ósvörðu spurningum sem staðið er frammi fyrir.

#### 4.4 Matsspurningar

Við undirbúning framkvæmda sem fela í sér þverun fjarða þarf að svara tilteknum lykilsurningum eða matsspurningum varðandi möguleg áhrif framkvæmdanna á umhverfi sitt (sjá Tafla 4.3).

Fyrir alla umhverfisþætti og spár um áhrif á þá þarf einnig að leggja mat á eftirfarandi:

- ▶ Er fyrirsjáanlegt að hægt verði að spá fyrir um áhrif á umhverfisþátt með fullnægjandi hætti?
- ▶ Er hægt að bregðast við fyrirsjáanlegum umhverfisáhrifum með mótvægisáðgerðum?
- ▶ Er hægt að bregðast við óvissu í spá um áhrif t.d. með vöktun og áætlun um viðbrögð komi í ljós að spár standast ekki?
- ▶ Er hægt að nýta frekari rannsóknir á þeim þverunum sem þegar hefur verið ráðist í til að draga af þeim lærdóm?

#### 4.5 Eftirfylgni, vöktun og viðbragðsáætlun

Hönnunarforsendur, grunnrannsóknir, mat á umhverfisáhrifum og framkvæmd hafa þróast með hliðsjón af þeirri reynslu sem fengist hefur af þverun fjarða hér á landi. Þær rannsóknaniðurstöður sem liggja fyrir úr rannsóknum í Önundarfirði, Dýrafirði, Borgarfirði og Gilsfirði veita nokkra leiðsögn um hvað megi telja lykिल्þætti sem hafa þarf í huga við áætlanagerð og undirbúning framkvæmda sem fela í sér þverun fjarða.



Tafla 4.3 Matsspurningar við undirbúning framkvæmda sem fela í sér þverun fjarða.

Umhverfisþættir	Matsspurning
Vatn og sjór	Hefur framkvæmd áhrif á vistkerfi ferskvatns eða fiskgengd? Hefur framkvæmd áhrif á framburð straumvatns til sjávar? Hefur framkvæmd áhrif á samspil sjávar og ferskvatns t.d. við myndun og viðhald leira? Hefur framkvæmd áhrif á setflutninga, strauma, öldu og/eða sjávarföll?
Land og jarðvegur	Hefur framkvæmdin áhrif á jarðveg s.s. vegna hættu á rofi í skeringum?
Landslag og jarðmyndanir	Hefur framkvæmd áhrif á svæði sem njóta verndar m.a. vegna landslags t.d. skv. sérlægum? Hefur framkvæmdin bein eða óbein áhrif á svæði sem falla undir 37. gr. náttúruverndarlaga um landslagsvernd s.s. sjávarfitja og leira? Skerðir framkvæmd stór samfelld víðerni? Verður skerðing á jarðmyndunum með mikið verndargildi? Mun framkvæmdin leiða til samlegðaráhrifa á landslag með hliðsjón af áhrifum fyrri framkvæmda?
Vistkerfi / lífríki	Veldur framkvæmd raski á svæði sem nýtur verndar vegna alþjóðlegra skuldbindinga eða íslenskrar löggjafar? Skerðir framkvæmdin mikilvæg vistkerfi á landi s.s. votlendi eða birkiskóga? Skerðir framkvæmdin mikilvæg vistkerfi í sjó eða fjöru s.s. þaraskóga, leirur eða sjávarfitjar? Ógnar framkvæmdin tegundum á válista? Geta breytingar á eðlisþáttum sjávar leitt af sér breytingar á búsvæðum eða lífsskilyrðum lífvera? Eru vistkerfi á svæðinu líkleg til að vera viðkvæm fyrir umhverfisbreytingum?
Fornminjar / menningararfleifð	Er hættu á röskun sögulegra byggða / fornleifa / mannvistarlandslags?
Landnotkun	Skerðir framkvæmdin möguleika til útivistar og ferðamennsku, á sjó og/eða landi? Tekur framkvæmd tillit til útivistargildis svæðis? Er framkvæmd í samræmi við rétt almennings til frjáls aðgengis að náttúru landsins? Stuðlar framkvæmd að sjálfbærri nýtingu auðlinda?

Samkvæmt upplýsingum frá Kristjáni Kristjánssyni, forstöðumanni veghönnunardeildar Vegagerðarinnar hefur einkum tvennt breyst í hönnunarforsendum Vegagerðarinnar varðandi þveranir:

- ▶ Straumhraði: Nú er miðað við að straumhraði í brúaropi verði minni en eða jafn 2 m/sek. Fyrri viðmiðanir voru 2,5 m/sek og jafnvel meiri hraði. Nú eru brúarop miðuð við fyrirfram ákveðinn kóta á botni í brúaropi. Botnhæð í brúaropi miðast við að hægt sé að vinna botninn í þeirri hæð og tryggja hann gegn rofi með efni af hæfilegum kornastærðum. Því lægri straumhraði því viðráðanlegra er rofið. Minni straumhraði og minna rof þýða hvoru tveggja stærra brúarop og lengri býr. Þessi lækkun straumhraða dregur líka úr botnrofi meðfram þveruninni og hugsanlegum setflutningum. Lækkun straumhraða auðveldar siglingar (kayakar, minni bátar) undir býr og hefur líklega minni truflandi áhrif á fiskgengd.
- ▶ Staðarval þverana: Athuganir Náttúrustofu Vestfjarða benda til að óæskilegt sé að þvera leirur. Best sé að vegur sé annað hvort á þurru fyrir fjarðarbotn eða þverunin komi utan við leiruna. Leirurannsóknir eru nýttar til að velja þá leið, sem minnstu tjóni veldur á lífríki leirunnar á leiðinni af þurra landinu yfir fjöruna og út fyrir leiruna.

Í úrskurði sínum um lagningu Vestfjarðarveggar yfir Gilsfjörð setti skipulagsstjóri og síðar umhverfisráðherra það skilyrði að Vegagerðin fylgist með þeim umhverfisáhrifum sem framkvæmdin kynni að valda, svo hægt væri að bera saman núverandi spár um breytingar á náttúrunni og viðbrögð umhverfisins í raun eftir framkvæmd (Skipulagsstofnun, 1994). Þetta gerði Vegagerðin með því að setja af stað rannsóknir á áhrifum þverunarinnar (Agnar Ingólfsson, 2007). Að sama skapi stóð Vegagerðin fyrir rannsóknum Náttúrustofu Vestfjarða í Önundar- og Dýrafirði til að sannreyna hver áhrif hefðu orðið á náttúrufarsþætti þar (Böðvar Þórisson og Þorleifur Eiríksson, 2008; Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson, 2008a og 2008b).

Almennt ætti óvissa að ýta undir það að í tengslum við leyfisveitingar sé sett af stað vöktun til að fylgjast með áhrifum í kjölfar framkvæmda. Einnig ætti það almennt að vera markmið framkvæmdaraðila að framkvæmdinni sé fylgt eftir og sannreynt hvernig til hefur tekist við mat á og spá um áhrif framkvæmdarinnar. Leiði vöktun í ljós að raunáhrif framkvæmda eru önnur en spáð var fyrir um getur þurft að bregðast við því með einhverjum hætti.

## 5 Samantekt

Framkvæmdaáætlanir sem fela í sér þverun fjarða byggja undantekningalítið á rökum um minni tíðni umferðarslysa, skemmri ferðatíma og styttingu vegalengda. Erfiðleikar við að finna annað ásættanlegt vegstæði m.a. vegna hættu á ofanflóðum styðja slíkar áætlanir.

Með auknum kröfum um umferðaröryggi hefur umfang vegamannvirkja aukist. Við byggingu vegar sem uppfyllir öll skilyrði um umferðaröryggi og hönnunarhraða getur því reynst erfitt að nota eldri veglínur fyrir nýjan veg í firði. Ný veglína getur haft í för með sér umtalsvert nýtt rask.

Rannsóknir hafa sýnt fram á allt frá óverulegum að verulegum umhverfisáhrifum vegna þverana. Þeir umhverfisþættir sem helst verða fyrir áhrifum af þverun eru:

- ▶ Eðlisþættir sjávar þ.m.t. sjávarföll, straumar, selta og alda
- ▶ Lífríki fjöru og sjávar, bæði með beinu raski og sem afleiðing af breytingum á eðlisþáttum sjávar
- ▶ Jarðmyndanir
- ▶ Landslag

Við undirbúning þverunarframkvæmda fara fram rannsóknir á þeim umhverfisþáttum sem taldir eru líklegir til að verða fyrir áhrifum. Þetta er nauðsynlegt til að meta og spá fyrir um

umhverfisáhrif. Í þessum grunnrannsóknum hefur ekki verið mikil áhersla á rannsóknir á samspil eðlisþátta sjávar og lífríkis. Þetta er þrátt fyrir það mat sérfræðinga sem fram kemur í þessari skýrslu að mjög skorti á rannsókni á þessu sviði hér á landi og því sé mikil óvissa um áhrif þverana á þetta samspil.

Mikil umræða hefur verið um vatnsskipti í tengslum við þverunarframkvæmdir og virðist nú sem svo að sjálfsagt þyki að tryggja full vatnsskipti við slíkar framkvæmdir. Full vatnsskipti eru skilgreind sem svo að ekki verða breytingar á sjávarföllum við þverun. Ekki hefur verið sannreynt hvort þetta er raunin allsstaðar en mat sérfræðinga er að séu full vatnsskipti og lítil breyting á útslagi sjávarfalla eftir þverun þá verði afleiðingar á lífríki oft lítt merkjanlegar.

Ekki er hægt að fullyrða hvort umhverfisáhrif af þverun fjarðar eða uppbyggingu vegar fyrir fjörð eru meiri. Þetta er háð aðstæðum á hverjum stað. Almenn tilla þröngir og brattir firðir með litlu undirlendi frekar á þverun.

Spár um umhverfisáhrif eru háðar óvissu. Sé ekki unnt að svara spurningum um áhrif framkvæmdar þarf að upplýsa um hvort óvissa sé fyrir hendi og leyfisveitanda verður að vera óvissan ljós. Hann getur þá tekið upplýsta ákvörðun. Fyrirliggjandi óvissa í spám um umhverfisáhrif framkvæmdar ætti að ýta undir það að sett sé af stað vöktun í tengslum við leyfisveitingu. Einnig ætti almennt að vera markmið að sannreynt sé hvernig til hefur tekist við mat á og spá um áhrif framkvæmda. Leiði vöktun í ljós að raunáhrif framkvæmda eru önnur en spáð var fyrir um getur þurft að bregðast við því.

Að öllu jöfnu liggja fyrir áætlanir um umferðarmagn, kostnað og arðsemi framkvæmda af því tagi sem hér eru til umfjöllunar. Að öðrum kosti er yfirleitt ekki lagt af stað með verkefnið. Það er síðan í höndum stjórnvalda að vega og meta arðsemi, áhrif á samfélagslega þætti og náttúrufarsþætti, hvort réttlætanlegt er að leggja út í framkvæmd og hvort leita eigi annarra valkosta. Þannig geti verið hægt að réttlæta minni arðsemi framkvæmdakosts með minni neikvæðum umhverfisáhrifum.

## 6 Heimildir

Agnar Ingólfsson, 1976. *Forkönnun á lífríki Gilsfjarðar, Þorskafjarðar, Djúpaþfjarðar, Gufufjarðar og nærliggjandi fjarða*. Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr. 8.

Agnar Ingólfsson, 2007. *The near-closure of a lagoon in western Iceland: how accurate were predictions of impacts on environment and biota?* Journal of Coastal Conservation, 11:75-90.

Agnar Ingólfsson, 2010. *Náttúruverndargildi íslensku fjörunnar og aðsteðjandi hættur*. Náttúrufræðingurinn, 79: 19-28.

Beach, D., 2002. *Coastal Sprawl: The Effects of Urban Design on Aquatic Ecosystems in the United States*. Arlington, VA: Pew Oceans Commission.

Böðvar Þórisson og Þorleifur Eiríksson, 2008. *Dýralíf í Önundarfirði og Dýrafirði: Fuglar*. Áfangaskýrsla 5. Styrkt af Rannsóknarráði Vegagerðarinnar. NV- nr. 19-08.

Böðvar Þórisson og Þorleifur Eiríksson, 2011. *Greinargerð um fjarðarþveranir og rannsóknir fram til ársins 2011*. Unnið fyrir Vegagerðina. Náttúrustofa Vestfjarða.

DAL Science and Engineering, 2003. *The Influence of the Garden Island Causeway on the Environmental Values of the Southern End of Cockburn Sound*. Prepared for Cockburn Sound Management Council. Report No. 02/247/2.

Guðríður Þorvarðardóttir, 1999. *Verndaráætlun Breiðafjarðar 2000-2004*. Breiðafjarðarnefnd og Umhverfisstofnun.

Halldór Björnsson, Árný E. Sveinbjörnsdóttir, Anna K. Daníelsdóttir, Árni Snorrason, Bjarni D. Sigurðsson, Einar Sveinbjörnsson, Gísli Viggósson, Jóhann Sigurjónsson, Snorri Baldursson, Sólveig Þorvaldsdóttir og Trausti Jónsson. 2008. *Hnattrænar loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi – Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar*. Umhverfisstofnun.

Hreinn Haraldsson, 2007. *Vestfjarðavegur um Gufudalssveit – jarðgangavalkostur*. Framkvæmdafréttir. Vegagerðin, 2.tbl. bls 6-7.

IUCN, 2004. *The IUCN Red list of threatend species*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources

Kaly, U.L. og Jones, G.P., 1993. *Tabiteuea Atoll Linkages Project: Ecological impact assessment of causeway construction/rehabilitation*. For: Snowy Mountains Engineering Corporation.

Kristinn Haukur Skarphéðinsson, 2005. *Ernir og vegagerð í Djúpaþfirði*. Unnið fyrir Vegagerðina. NÍ-05004.

Mannvit, 2011. *Sjávarfallamælingar í Kolgrafarþfirði og Dýrafirði*. Unnið fyrir Vegagerðina.

McQuaid C.D. og G.M. Branch, 1985. *Trophic structure of rocky intertidal communities: response to wave action and implications for energy flow*. Marine ecology – progress series, Vol. 22: bls. 153-161.

Náttúrufræðistofnun Íslands 2000. *Válisti 2*. Fuglar. 103 bls.

Náttúrufræðistofnun Íslands, 2009. Vestfjarðavegur, stjórnsýslukæra, umsögn. Bréf til umhverfisstofnunar, dags. 11. september 2009.

Rose, E., 2001. *The Dynamics of Flow Between Cockburn Sound and Sepia Depresion*. Thesis for the degree of Bachelor of Engineering from the Department of Environmental Engineering, at the University of Western Australia.

Skipulagsstofnun, 1994. *Úrskurður Skipulagsstjóra ríkisins vegna lagningar Vestfjarðavegar nr. 60 um Gilsfjörð*.

Skipulagsstofnun, 2005. *Leiðbeiningar um flokkun umhverfisþátta, viðmið, einkenni og vægi umhverfisáhrifa*. Útgefið desember 2005.

Sveinn Óli Pálmarsson og Snorri Páll Kjaran, 2011. *Umfjöllun um vatnsskipti í fjörðum og setflutninga vegna vegna fyrirhugaðra þverana í Kjálkafirði og Mjóafirði*. Verkfræðistofan Vatnaskil. Dags. 3. maí 2011.

Tennøy A., J. Kværner og K.I. Gjerstad, 2006. *Uncertainty in environmental impact assessment predicitions: the need for better communication and more transparency*. Impact Assessment and Project Appraisal, 24, 1: bls. 45-56.

Traian C. Leu, 2010. *Methods for monitoring juvenile fish in variable coastal habitats. The effect of a bridge construction on gadoid numbers in Mjóifjörður, Iceland*. Master's thesis from University of Akureyri. Faculty of Business and Science. University Centre of the Westfjords.

Vegagerðin, 2001. *Snæfellsnesvegur um Kolgrafarþfirði í Eyrarsveit og Helgafellssveit*. Matskýrsla.

Vegagerðin, 2011a. *Axarvegur (939), Hringvegur (1) í Skriðdal og Hringvegur (1) um Berufjarðarbotn*. Matsskýrsla.

Vegagerðin, 2011b. *Vestfjarðavegur (60): Milli Eiðis í Vattarfirði og Þverár í Kjálkafirði í Reykhólahreppi og Vesturbyggð*. Matsskýrsla

Vegagerðin, Reykjavíkurborg og Línuhönnun, 2004. *Sundabraut 1. áfangi*. Mat á umhverfisáhrifum. Matsskýrsla.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2011. *Kerlingarfjörður, Kjálkafjörður og Mjóifjörður. Straumlíkan*. Unnið fyrir Vegagerðina.

VSÓ Ráðgjöf, 2009. *Þverun Grunnafjarðar. Greinargerð um helstu umhverfisáhrif*. Unnið fyrir Vegagerðina.

Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson, 2008a. *Dýralíf í Önundarfirði og Dýrafirði*. Áfangaskýrsla 3. Rannsóknir á botndýrum í Dýrafirði. Styrkt af Rannsóknarráði Vegagerðarinnar. NV- nr. 08-08.

Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson, 2008b. *Dýralíf í Önundarfirði og Dýrafirði*. Áfangaskýrsla 4. Rannsóknir á fjörum í Önundar- og Dýrafirði. Styrkt af Rannsóknarráði Vegagerðarinnar. NV- nr. 21-08.