

BS – ritgerð

Maí 2011

Áhrif Borgarfjarðarbrúar á lífríki og kornastærð í
Borgarfjarðarfjörum

Hrafnhildur Tryggvadóttir



Umhverfiseild

BS – ritgerð

Maí 2011

Áhrif Borgarfjarðarbrúar á lífríki og kornastærð í Borgarfjarðarfjörum

Hrafnhildur Tryggvadóttir



Leiðbeinandi: Gísli Már Gíslason

Landbúnaðarháskóli Íslands
Umhverfiseild

Yfirlýsing höfundar

Hér með lýsi ég því yfir að ritgerð þessi er byggð á mínum eigin athugunum, er samin af mér og að hún hefur hvorki að hluta né í heild verið lögð fram áður til hærri prófgráðu.

Hrafnhildur Tryggvadóttir

Ágrip

Áhrif þverunar Borgarfjarðar með Borgarfjarðarbrú fyrir 30 árum er viðfangsefni þessarar rannsóknar og er um að ræða endurtekningu á sambærilegri úttekt sem gerð var árið 1973. Markmið rannsóknarinnar er tvíþætt; annars vegar að kanna breytingar í fjörlífi og hins vegar að mæla breytingar í kornastærðardreifingu. Tegundafjölbreytileiki er borinn saman, heildarlífþyngd, þéttleiki á einstökum svæðum og þéttleiki einstakra tegunda. Tekin voru 60 fjörusýni á 30 stöðvum og dýr greind til tegunda eða hópa. Fjöldi og þyngd reiknuð á m² í öllum tilfellum og borið saman við fyrri rannsókn. Kornastærðarsýni voru tekin á hverri stöð og kornastærðardreifing borin saman við fyrri rannsókn.

Lífriki hefur breyst með tilkomu Borgarfjarðarbrúar. Tegundafjölbreytileikinn er minni, færri hafrænar tegundir eru á svæðinu, og þéttleiki einkennistegundarinnar er meiri á einstökum svæðum. Heildarlífþyngd hefur minnkað um helming og landrænar tegundir hafa komið inn í litlum mæli. Þrenging vegna brúarinnar hefur valdið því að ferskvatn helst lengur ofan við brú og hindrar sjávarföll upp fjörðinn sem gerir ferskvatnsáhrif í firðinum meiri.

Brúin hægir á útrennsli Hvítár sem veldur uppsöfnun efna ofan við brú og framrennsli sands út fjörðinn er minna. Meðalkornastærð er mjög marktækt grófari á öllum svæðum fjörunnar og silt eða leirufjörur eru ekki lengur á svæðinu.

Þakkir

Leiðbeinanda mínum Gísla Má Gíslasyni þakka ég aðstoð og leiðsögn við sýnatöku, útvegna búnaðar til sýnatöku, aðstoð við greiningu dýra og úrvinnslu gagna. Guðmundur Hallgrímsson veitti aðstoð við sýnatöku á svæði IV, Guðmundur Víðir Helgason veitti aðstoð við greiningu burstaorma, Halldór Pálmar Halldórsson og annað starfsfólk Botndýrastöðvarinnar (BIOICE) í Sandgerði veitti aðstoð við kornastærðargreiningu. Ólafur Arnalds veitti aðstoð við úrvinnslu kornastærðarmælinga. Björn Þorsteinsson veitti aðstoð við dýragreiningu og úrvinnslu gagna, lánaði GPS-tæki og útvegaði höfundu aðstöðu til dýragreiningar. Sigurður Már Einarsson útvegaði tölur um seltumælingar í Borgarfirði. Þessum aðilum er þakkað. Eiginmanni og dætrunum þremur er þökkuð endalaus þolinmæði og áhugi á viðfangsefninu. Höfundur þakkar síðast en ekki síst Vegagerð ríkisins fyrir veittan rannsóknarstyrk

Efnisyfirlit

Yfirlýsing höfundar	iii
Ágrip.....	iv
Þakkir	v
1. Inngangur	1
2. Um byggingu Borgarfjarðarbrúar.....	2
2.1. Áhrif brúarinnar á lífríki	2
3. Efni og aðferðir	2
3.1. Staðsetning.....	2
3.2. Sýnataka.....	3
3.3. Úrvinnsla	3
3.3.1 Greining lífvera	3
3.3.2 Kornastærðargeining	4
3.4. Rannsóknarsvæðið.....	6
3.5. Tölfræði útreikningar.....	6
4. Niðurstöður.....	8
4.1. Lífríki.....	8
4.1.1 Lífríki í fyrri rannsókn.....	9
4.2. Kornastærð.....	9
4.2.1 Kornastærð í fyrri rannsókn	10
5. Niðurstöður einstakra svæða	11
5.1. Svæði I.....	12
5.1.1 Lífríki	12
5.1.2 Lífríki í fyrri rannsókn.....	12
5.1.3 Kornastærð	13
5.1.4 Kornastærð í fyrri rannsókn	13
5.2. Svæði II.....	14
5.2.1 Lífríki	14
5.2.2 Lífríki í fyrri rannsókn.....	14
5.2.3 Kornastærð	15
5.2.4 Kornastærð í fyrri rannsókn	15
5.3. Svæði III	17
5.3.1 Lífríki	17
5.3.2 Lífríki í fyrri rannsókn.....	17
5.3.3 Kornastærð	18
5.3.4 Kornastærð í fyrri rannsókn	19
5.4. Svæði IV	20
5.4.1 Lífríki	20
5.4.2 Lífríki í fyrri rannsókn.....	20
5.4.3 Kornastærð	21
5.4.4 Kornastærð í fyrri rannsókn	21
6. Útbreiðsla einstakra tegunda	22
6.1. Krabbadýr	22
6.2. Skeldýr.....	22
6.3. Ánar (Oligochaeta)	23
6.4. Burstaormar	23
6.5. Aðrar tegundir.....	24
6.6. Tegundir í fyrri rannsókn.....	24
7. Umræður.....	26
8. Ályktanir.....	29

9. Heimildir	30
Viðauki	33

1. Inngangur

Viðfangsefni þessarar úttektar er fjörulíf í Borgarfirði með það að markmiði að rannsaka áhrif þverunar Borgarfjarðar með Borgarfjarðarbrú á kornastærð og lífríki fjörunnar. Rannsókn þessi er endurtekning á rannsókn sem gerð var árið 1973 af Gísla Má Gíslasyni sem liður í undirbúningi að lagningu vegar og brúarsmíði yfir Borgarfjörð. Markmið þeirrar rannsóknar var að afla upplýsinga um vistkerfi fjörunnar, meta gildi þeirra og spá fyrir um afleiðingar vegaf framkvæmdanna (Gísli Már Gíslason, 1973).

Rannsóknir á fjörulífi eru einna helst tengdar undirbúningi að mannvirkjagerð, oftast vegalagningu. Úttektir á vistkerfum í fjörum í nágrenni Borgarfjarðar hafa m.a. verið gerðar í Brynjudalsvogi í Hvalfirði (Gísli Már Gíslason, 1974) og í Grunnafirði í Borgarfirði (Þorleifur Eiríksson, Kristjana Einarsdóttir, Cristian Gallo og Böðvar Þórisson, 2008) til að leggja mat á áhrif vegaf framkvæmda á lífríki. Umhverfissvöktun með endurteknum úttektum eftir framkvæmdir hefur hins vegar verið sjaldgæfari á Íslandi. Þó átti viðamikil umhverfissvöktun sér stað í Gilsfirði þar sem gerðar voru rannsóknir fyrir þverun fjarðarins, eftir að framkvæmdum lauk og svo aftur fimm til sex árum síðar til að meta langtímaáhrif þverunar fjarða á lífríkið allt. (Agnar Ingólfsson 1976, Agnar Ingólfsson og Jörundur Svavarsson 1989, Agnar Ingólfsson 1990).

Í þriðju úttektinni kemur fram að breytingar á lífríki í fjöru og á botni hafa einkum átt sér stað innan vegar, en lítilsháttar breytingar hafa átt sér stað utan vegar (Agnar Ingólfsson, 2005).

Við rannsókn á fjörulífi í Borgarfirði er gerður samanburður á kornastærðardreifingu, tegundasamsetningu og tegundafjölbreytni lífvera ásamt þéttleika einstakra tegunda og lífþyngd. Leitast er við að svara því hvaða breytingar hafi átt sér stað á þessum þáttum með tilkomu brúarinnar og rennslisþrenginga árið 1981 í ljósi þess að komin eru 30 ár frá framkvæmdinni og jafnvægi ætti að ríkja við nýjar aðstæður.

Hér er einungis fjallað um dýralíf í fjörum í Borgarfjarðarfjörum, ekki er fjallað um eða lagt mat á aðra þætti lífríkisins eins og þörungagróður.

2. Um byggingu Borgarfjarðarbrúar

Þegar byggð tók að vaxa í Borgarnesi á síðari hluta 19. aldar var bærinn samgöngumiðstöð fyrir Vestur- og Norðurland og þangað voru reglulegar áætlunarferðir með fólk og varning. Ferðamannastraumur jókst verulega um bæinn eftir hafnarumbætur árið 1930 og allt til ársins 1940, þegar vegur var lagður fyrir Hvalfjörð. Endalok fólksflutninga sjóleiðina í Borgarnes voru árið 1966 en vöruflutningar voru áfram stundaðir sjóleiðina. Með tilkomu Borgarfjarðarbrúar breyttust allar samgöngur á svæðinu, þessi mikla samgöngubót landleiðarinnar olli því að allir sjóflutningar lögðust af. Eftir byggingu brúarinnar jókst mjög sandburður að höfninni og út fjörðinn sem gerði allar siglingar erfiðari viðfangs. Árið 1975 hófst undirbúningur að gerð brúarinnar og 13. september 1981 var brúin vígð. Brúin er 520 metra löng og er önnur lengsta brú landsins á eftir Skeiðarárbrú.

2.1. Áhrif brúarinnar á lífríki

Brúin breytti fleiri þáttum en umferð manna um landið. Ár í Borgarfirði hafa löngum verið miklar lax-og silungsveiðiár og við undirbúning að lagningu brúarinnar var mikilvægi þess að raska sem minnst gönguleiðum þessara fiska ítrekað. Til að loka ekki mikilvægum gönguleiðum laxa var t.a.m. ákveðið að brúa dýpsta ál Hvítár og því er brúin 520m löng. Talið var að slík brú myndi valda minnstri truflun á rennsli árinna og sjávarföllum. Hins vegar var ál sem lá norðanmegin lokað með vegfyllingu Borgarnesmegin við brúna, ál sem áður var mikilvæg gönguleið laxa upp með landinu (Innanríkisráðuneyti, 1994). Með lokun álsins var ljóst að gönguleiðir laxa breyttust og laxinn breytti göngumynstri sínu þótt ekki þyki sannað að það breyti miklu um heildargöngur laxa í Hvítá eða að Borgarfjarðarbrú hafi afgerðandi áhrif á laxveiði á svæðinu (Innanríkisráðuneyti, 1994).

3. Efni og aðferðir

Aðferðir sem notaðar voru í þessari rannsókn byggja að mestu leyti á þeim aðferðum sem notaðar voru í fyrri rannsókn á Borgarfjarðarfjörum (Gísli Már Gíslason, 1973) til að gera samanburð sem raunhæfastan

3.1. Staðsetning

Viðfangsefni rannsóknarinnar eru Borgarfjarðarfjörur, allt frá Straumeyri upp að Kistuhöfða sunnan megin, og norður með firðinum og niður fyrir brú allt að Englendingavík. Kort sem lagt var til grundvallar er handteiknað kort sem birtist í fyrri skýrslu (Gísli Már Gíslason,

1973). Leitast var við að fara á sömu stöðvar og áður eins og þær voru staðsettar á fyrrgreindu korti, en nú voru teknir GPS punktar til að auðvelda slíka rannsókn ef hún verður endurtekin. Sýnataka fór fram á 30 stöðvum á 20 stöðum í fjörum Borgarfjarðar. Borgarfjarðarfjörum er skipt upp í fjögur svæði á grundvelli fyrri rannsóknar; svæði I er svæði neðan við brú, efst í fjörum sunnanmegin og samanstandur af tveimur stöðvum. Svæði II er svæði neðan brúar, norðan og sunnanmegin. Svæði III nær frá Borgarfjarðarbrú inn að Kistuhöfða að sunnanverðu og frá Bóndhólsvík og niður að brú að norðanverðu. Svæði IV er innsti hluti Borgarfjarðar norðan og sunnanmegin. Skipting fjarðarins í svæði og staðsetning einstakra stöðva er sýnd á mynd 1.

3.2. Sýnataka

Tvö sýni voru tekin á hverri stöð og einn metri mældur á milli sýnatökustaða í stefnu fjörunnar. Notaðir voru járnrammar 20x20 cm og 10 cm háir, þeir sömu og notaðir voru í fyrri rannsókn. Þeim var stungið niður í fjöruna og grafið niður á 15 cm dýpi og sýnum safnað í ílát. Fjörusýnin síðar skuluð gegnum sigti með möskvastærð 1 mm og dýrin tínd úr. Dýrin voru svæfð í veikri alkahólblöndu og geymd í 70% alkahólblöndu til greiningar síðar.

Kornastærðarsýni voru tekin á hverri stöð. Tekin voru 5x5x10cm sýni mitt á milli dýrasýnanna, sýnin geymd íláti til frekari greiningar síðar. Á þessum stað voru teknir GPS punktar til að kortleggja rannsóknarsvæðið.

Sýnataka fór fram á stórstraumsfjöru og nálægt háflóði dagana 15. og 16. júlí, 12., 13. og 15. ágúst, og dagana 23.-27. ágúst. Veður var bjart og stillt alla sýnatökudagana utan 15. ágúst en þá var rok og rigning. Sýnataka í fyrri rannsókn fór fram í maí og tók tvo daga.

3.3. Úrvinnsla

Dýrin voru greind til tegunda eða ættar í víðsjá á rannsóknarstofu Landbúnaðarháskóla Íslands á Hvanneyri. Þau dýr sem þurftu greiningu sérfræðinga voru greind á rannsóknarstofum Háskóla Íslands við Aragötu og í Öskju. Til greiningar var notast við handbækur (Agnar Ingólfsson, Hrefna Sigurjónsdóttir, Karl Gunnarsson og Eggert Pétursson, 1986 og Ingimar Óskarsson, 1982), greiningarlykil yfir stókrabba (Agnar Ingólfsson, 1978), og burstaorma (Arnbór Garðarsson, óbirt gögn).

3.3.1 Greining lífvera

Krabbadýr, skeldýr og burstaormar voru greind til tegunda. Þráðorma, stökkmor, rykmý og könguló var ekki unnt að greina til tegunda en þessi dýr voru í mjög litlu magni.

Fjöldi einstaklinga hversrar tegundar í hverju sýni voru taldir. Dýrin voru sett á þerripappír þar til geymsluvökvinn var að mestu horfinn og síðan vigtuð á rafmagnsvog með 0,01 g nákvæmni. Hver tegund og safnflokkur voru veginn sér.

Við útreikninga í fullnaðarúrvinnslu var alls staðar miðað við fjölda og þyngd á fermetra. Var þá tekið meðaltal af sýnunum (hvort $0,04 \text{ m}^2$) og margfaldað með 25.

Ef ekki var unnt að greina dýr til tegunda, þá voru þau greind í flokk (Classis) eða ætt (Familia) dýra. Hver safnflokkur var talin sem tegund. Einstaklingar hvers safnsflokks voru taldir og notaðir í útreikningum fjölda og þyngdar á fermetra.

3.3.2 Kornastærðargeining

Kornastærð var greind í samræmi við *Folk and Ward* aðferð, aðferð sem gjarnan er notuð við kornastærðargreiningu og hentar vel við samanburð á fjölbreyttum kornastærðarsýnum (Simon J. Blott og Kenneth Pye, 2001).

Sýni voru þurrkuð í hitaskáp við 120°C þar til þau voru orðin þurr, þá hrist í gegnum 6 sigti með möskvastærðum 4mm, 2 mm, 1mm, 0,500 mm, 0,250 mm, 0,125 mm, 0,063mm og $<0,063\text{mm}$. Við það skiptist sýnið í 6 hluta, korn með meira þvermál en 4mm, með þvermál 4-2mm, 2-1mm, 1-0,500mm, 0,500-0,250mm, 0,250-0,125mm, 0,125-0,063mm, og korn með þvermál minna en 0,063 mm. Í fyrri rannsókn voru sýnin hrist í gegnum fjögur sigti.

Hver kornastærðarflokkur var veginn með rafmagnsvog með 0,01g nákvæmni

Kornastærðargreiningin fór fram dagana 11. og 12. janúar 2011 á Botndýrastöðinni (BIOICE) í Sandgerði.

Gögn um kornastærð voru slegin inn í GRADISTAT v8.0 sem er aðgengilegt á internetinu án endurgjalds (Kenneth Pye Associates Ltd., á.á.). Þetta forrit reiknar og flokkar

kornastærðarsýni eftir mismunandi aðferðum. Með því er hægt að greina á fljótlegan hátt stærðardreifingu korna úr hefðbundnum mæliaðferðum s.s. sigtun. Forritið er viðbót við

Microsoft Excel og gefur möguleika á að setja inn eigin upplýsingar, m.a. fjölda og

möskvastærð sigta. Þar sem fjöldi og möskvastærð við sigtun á kornastærðarsýnum er skipt í fleiri flokka en í fyrri rannsókn, voru fyrri gögn einnig slegin inn í forritið og það látið greina þau gögn í sambærilega flokka. Tafla 1 sýnir nánari útskýringu á hverri kornastærðarflokkun.

Tafla 1. Kornastærðarskali sem notaður er í *GRADISTAT* v 8.0 forritinu, gerður af Udden (1914) og Wentworth (1922).

Kornastærð		Lýsing	
phi	mm		
		Mjög gróft	} Stórgrýti
-10	1024	Gróft	
-9	512	Meðal	
-8	256	Fínt	
-7	128	Mjög fínt	
-6	64	Mjög gróft	
-5	32	Gróft	
-4	16	Meðal	
-3	8	Fínt	
-2	4	Mjög fínt	
-1	2	Mjög gróft	} Sandur
0	1	Gróft	
1	500	Meðal	
2	250	Fínt	
3	125	Mjög fínt	
4	63	Mjög gróft	
5	31	Gróft	
6	16	Meðal	
7	8	Fínt	
8	4	Mjög fínt	
9	2		

3.4. Rannsóknarsvæðið

Rannsóknarsvæðið nær yfir allar fjörur í Borgarfirði og var valið með hliðsjón af fyrri rannsókn sem gerð var árið 1973. Leitast var við að staðsetja þær stöðvar sem þá voru notaðar eftir korti sem birt er í þeirri skýrslu (Gísli Már Gíslason, 1973). Svæðið nær frá Straumeyri og inn fyrir Hvanneyri að sunnanverðu og frá Englendingavík neðst í Borgarnesi að Bóndhólsvík að norðanverðu. Sýni voru tekin af 30 stöðvum og er lega þeirra sýnd á mynd 1 og staðsetningar með GPS punktum í töflu 2. Staðsetning er skráð með Isnet93 hnitakerfinu. Fjörurnar eru að mestu leyti sandfjörur, ein stöð flokkast sem siltfjara, en sú stöð er staðsett innst í sunnanverðum firðinum við Kistu. Grófustu fjörurnar eru sunnanmegin innan við brú þar sem um malarfjörur er að ræða.

Tafla 2. GPS punktar teknir á sýnatökustöðvum í Borgarfjarðarfjörum 2010 skráð eftir hnitakerfi ISNET93.

GPS Punktar			GPS Punktar		
Stöð	E	N	Stöð	E	N
1A	359957	451558	11	365654	453637
1B	360011	451496	12	364578	452230
2	360240	451793	13	366600	451332
3A	360332	452063	14	366569	451048
3B	360352	451973	15A	363154	450343
3C	360375	451884	15B	363161	450409
4A	361463	453313	16A	362365	450260
4B	361623	454004	16B	362389	450355
4C	361785	454526	17A	362052	450321
5	362589	453863	17B	362107	450386
6	362690	454727	18A	360787	449458
7	362907	455223	18B	360732	449535
8	363857	455430	19A	366004	448977
9	364166	456050	19B	360022	448972
10	366931	455059	20	359560	451632

3.5. Tölfræði útreikningar

Til að bera saman niðurstöður mælinga á kornastærð var gert Kí-Kvaðratpróf á meðalkornastærð milli mælinga. Einfalt t-próf var gert í Excel á meðalfjölda og þyngd dýra milli svæða II og III .

Borgarfjarðarfjörur, sýnatökustaðir og skipting í svæði í úttekt 2010



Mynd 1. Kort af Borgarfjarðarfjörum

4. Niðurstöður

4.1. Lífríki

Sjá má heildarfjölda einstakra tegunda og hópa á hverri stöð milli rannsókna í töflu 12 í viðauka. Tafla 13 í viðauka sýnir samanburð á fundarstöðum tegunda og hópa eftir svæðum milli rannsókna.

Alls komu lífverur í sýni á 20 stöðvum; 8 tegundir og 5 safnflokkar. Meðalfjöldi tegunda á stöð var 1,1, flestar tegundir fundust á stöð 19B (4), og fæstar 0 á 10 stöðvum (1B,3A,6,7,10,11,13,14, 16A og 19A). Meðalfjöldi dýra á m² var 392 +/- 77 (1 staðalskekkja). Mestur fjöldi var 1913 dýr á m² á stöð 3C og fast á hæla fylgdi stöð 20 með 1900 dýr á m², minnstur fjöldi var 0 á 10 stöðvum. Meðalþyngd allra lífvera á m² var 14,25 +/- 3,23g (1 staðalskekkja). Mest þyngd mældist 75,3 g á stöð 3B en þar vógu sandskeljar (*Mya arenaria*) 40,3g. Minnst þyngd mældist 0 g á stöðvum 1B,3A,6,7,8,10,11,13,14, 16A,18A og 19A. Þannig voru tvær stöðvar þar sem fundust lífverur í litlum mæli en þyngd mældist ekki (8 og 18A). Burstaormar finnast í mestum mæli og er tegundin leiruskeri (*Nereis diversicolor*) mest áberandi. Hlutfall hans af heildarfjölda dýra var 91%, hlutfall hans af fjölda burstaorma 99 %. Aðrar tegundir burstaorma sem fundust voru sandmaðkur (*Arenicola marina*) sem fannst á tveimur stöðvum, leirupreifill (*Polydora quadrilobata*) sem fannst á einni stöð og lónapreifill (*Pygospio elegans*) sem fannst á þremur stöðvum. Þó fannst talsvert af tómun rörum sem ógerningur var að greina hvaða tegund tilheyrðu.

Þau krabbadýr sem fundust voru fjöruflóin *Gammarus zaddachi* og bogkrabbi (*Carcinus maenas*).

Ein tegund skeldýra kom í sýni, sandskel (*Mya arenaria*) en ummerki um krækling (*Mytilus edulis*) var þó að sjá á stöðvum á svæði I.

Knattmor (Colembola) af ættinni Sminthuridae kom í sýni á einni stöð, sem og rykmýslirfa og könguló sem ekki var unnt að greina til tegundar.

Ánar (*Oligochaeta*) komu í sýni á einni stöð, þráðormar á þremur og óákvarðaðir ormar á einni stöð.

4.1.1 Lífríki í fyrri rannsókn

Lífverur fundust í sýnum af 25 stöðvum, nafngreindar voru 12 tegundir. Meðalfjöldi dýra á m² var 246 +/- 52 (1 staðalskekkja). Mestur fjöldi var 988 (stöð 4A) og minnstur 0 á fimm stöðvum.

Þá mældist meðalþyngd lífvera á m² 32,7 +/- 25,9g. Mest þyngd mældist 778,5 g (stöð 19A) en þar vógu sandskeljar (*Mya arenaria*) 772,6 g. Minnst þyngd mældist 0 g á stöðvum.

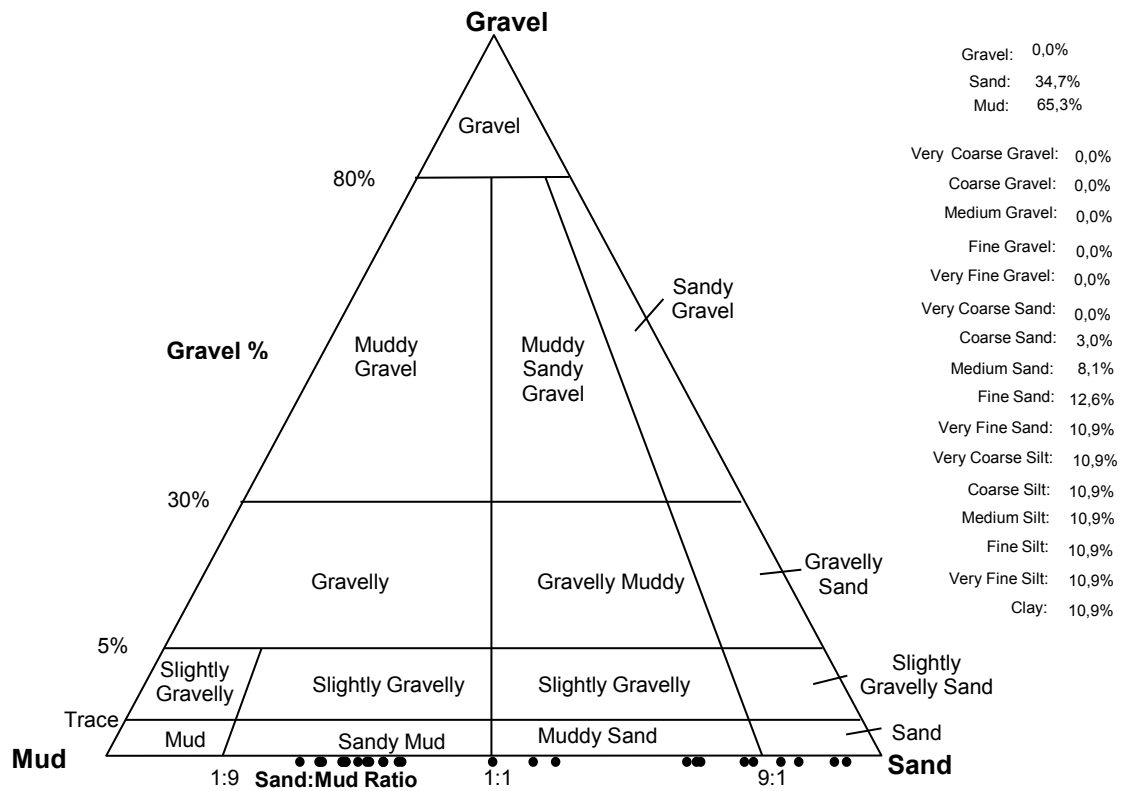
7,8,9,11 og 13.

Í fyrri rannsókn var einstaklingsfjöldi burstaorma 85% allra dýra. Fjöldi leiruskera (*Nereis diversicolor*) var 72% af heildarfjölda dýra og 84% allra burstaorma sem fundust.

Marflóategundir sem fundust voru *Gammarus zaddachi* (7 stöðvar), *Pseudalibrotus littoralis* (4) og *Gammarus oceanicus* (2). Meðalfjöldi tegunda á stöð var 2,2 og þá fundust mest 9 tegundir á stöð.

4.2. Kornastærð

Fjörur Borgarfjarðar eru sandfjörur. Samkvæmt flokkunarskala sem notaður er í GRADISTAT v 8.0 forritinu og miðast við Folk and Ward aðferð, flokkast eitt sýni sem silt, allar aðrar stöðvar flokkast sem sand,- eða malarfjörur. 63, 5% fjörunnar er sandur og 36% er leðja (Mynd 2). Malarfjörur teljast þær fjörur sem hafa meðalkornastærð 2-64 mm, sandfjörur hafa meðalkornastærð 63 µm – 2 mm, siltfjörur hafa meðalkornastærð 2– 63 µm og leirfjörur eru fjörur með kornastærð að meðaltali minni 2 µm.



Mynd 3. Dreifing kornastærðar í sýnum tekin í Borgarfjarðarfjörum árið 1973. Punktarnir tákna sýni einstakra stöðva og hvar á kornastærðarskala hvert sýni flokkast. Borgarfjarðarfjörur innihalda 65,3% silt. Nánari skýringar á stærð einstakra flokka má sjá í töflu 1.

5. Niðurstöður einstakra svæða

Firðinum var skipt í fjögur svæði á grundvelli fyrri rannsóknar, stöðvar staðsettar og númeraðar í samræmi við þá rannsókn. Sjá má heildarfjölda einstakra tegunda og hópa á hverri stöð milli rannsókna í töflu 12 í viðauka. Tafla 13 í viðauka sýnir samanburð á fundarstaðum tegunda og hópa eftir svæðum milli rannsókna.

5.1. Svæði I

Svæðið er efsta svæði malarfjörunnar milli Straumeyrar og Seleyrar. Tvær stöðvar voru á þessu svæði, 18A og 19A.

5.1.1 Lífríki

Á þessu svæði fannst knattmor (Colembola) af ættinni Sminthuridae á stöð 18A. Fjöldi einstaklinga á m² var 25 en þyngd mældist ekki. Brot af kræklingi (*Mytilus edulis*) kom í sýni og var sjáanlegt í fjöruborðinu auk þess sem brot af Sandskel (*Mya arenaria*) voru einnig sjáanleg á svæðinu.

5.1.2 Lífríki í fyrri rannsókn

Í fyrri rannsókn voru nafngreindar 7 tegundir á þessu svæði og fjöldi einstaklinga á m² var 376 á stöð 19A og 39 á 18A. Þyngd á m² var 95,1g á 19A og 0,6g á 18A. Meðalfjöldi á m² var 208. Samanburð má sjá í töflu 3.

Tafla 3. Samanburður á fjörlífi í Borgarfjarðarfjörum árin 1973 og 2010 á svæði I. Taflan byggir á 4 sýnum af 2 stöðvum milli Seleyrar og Straumeyrar.

	Magn á m ²							
	Stöð 18 A				Stöð 19 A			
	Fjöldi		Þyngd (g)		Fjöldi		Þyngd (g)	
	1973	2010	1973	2010	1973	2010	1973	2010
KRABBADÝR								
<i>Gammarus zaddachi</i>	13		0,25					
<i>Gammarus oceanicus</i>					25		1	
<i>Jaera marina</i>	13				150		0,12	
SKELDÝR								
<i>Mytilus edulis</i>					138		92,62	
<i>Littorina saxatilis</i>	13		0,38		25		1,38	
BURSTAORMAR								
<i>Nereis diversicolor</i>					25			
<i>Fabricia sabella</i>					13			
AÐRAR TEGUNDIR								
Collembola Sminthuridae		50						
Alls dýr	39	50	0,63	0	376	0	95,12	0
	1973	2010						
Meðalfjöldi á m ²	208	25						
Meðalþyngd á m ²	47,9							

5.1.3 Kornastærð

Hér er um malarfjörur að ræða. Samkvæmt skilgreiningu Gradistat v.8.0 er stöð 18A mjög fín mül en þar flokkast 52,4 % af heildarsýni sem mül, 45,6% er sandur og 2,0% er leðja. Stöð 19A flokkast sem fín mül, þar mælist 75,4 % sýnis sem mül, 23,9% er sandur og 0,7% er leðja.

5.1.4 Kornastærð í fyrri rannsókn

Kornastærð á þessu svæði í fyrri rannsókn var aðeins mæld á annarri stöðinni, 19A, þar sem meira en 65% af þyngd sýnisins var korn yfir 0,55 mm í þvermál. Þegar þau gögn eru skoðuð í GRADISTAT v8.0 flokkast kornastærðarsýnið fyrir stöð 19A sem grófur sandur; 92,5 % sýnis er á stærðarbilinu 63µm-2 mm eða sandur og 7,5% sýnis mælist með kornastærð undir 63µm í þvermál eða silt.

Þar sem fá sýni voru tekin á svæðinu, eitt árið 1973 og tvö árið 2010 er ekki gerður tölfræðisamanburður, en tafla 4 sýnir skilgreiningu á kornastærð og meðalkornastærð á hverri stöð.

Tafla 4. Taflan sýnir samanburð á kornastærðardreifingu á svæði I 1973 og 2010 og birtir skilgreiningu skv. GRADISTAT v8.0 og meðalkornastærð á einstökum stöðvum.

	Skilgreining skv. Gradistat v8.0. 1973	2010	Meðal kornastærð á stöð (µm)	
			1973	2010
18A	*	Mjög fín mül		2116,1
19A	Grófur sandur	Fín mül	512,9	4259,1

*sýni ekki tekið

5.2. Svæði II

Svæði II er svæði fjörunnar neðan við brú norðan- og sunnanmegin. Þar voru teknar 9 stöðvar eða 18 sýni (Mynd 1).

5.2.1 Lífríki

Meðalfjöldi tegunda á stöð var 1,2, mestur fjöldi tegunda var 4 á stöð 19B og minnstur fjöldi var 0 á 1B og 3A. Þrjár tegundir voru nafngreindar. Meðalfjöldi á m² var 886 +/- 178 (1 staðalskekkja) og mestur fjöldi einstaklinga á m² á stöð mældist 1913 einstaklingar á stöð 3C. Fast á eftir fylgdi stöð 20 með 1900 einstaklinga. Minnstur fjöldi einstaklinga var 0, á stöðvum 1B og 3A.

Meðalþyngd á m² mældist 32,8g +/- 7,8g (staðalskekkja), mest þyngd mældist 75,3g á stöð 3B en það skýrist að mestu af því að þar komu tvær sandskeljar (*Mya arenaria*) í sýni. Næstmest þyngd mældist á stöð 20 eða 54g og minnst þyngd á stöð 0 g á stöðvum 1B og 3A.

Af þeim stöðvum þar sem einhverjar lífverur fundust var leiruskeri (*N. diversicolor*) mest áberandi, en hann fannst í 100% tilfella þeirra stöðva og 78% af öllum stöðvum sem kannaðar voru. Sú tegund var 99% af heildarfjölda allra tegunda á svæðinu og 75% af heildarþyngd. Fjöldi annarra tegunda samanlagt er því um 1% af heildarfjölda og 25% af heildarþyngd. Sandskel (*Mya arenaria*) var með 22% tíðni og skipaði 0,5 % af heildarfjölda dýra, en vóg 20% af heildarþyngd allra dýra. Sandmaðkur (*arenicola marina*) var með 11% tíðni en skipaði 0,3% af heildarfjölda dýra og vóg 5% af heildarþyngd.

Þráðormar voru með 11% tíðni, skipuðu 0,16% af heildarfjölda allra dýra en vigtuðust ekki.

5.2.2 Lífríki í fyrri rannsókn

Í fyrri rannsókn var meðalfjöldi tegunda á stöð 3,1, mestur fjöldi tegunda 9 og minnst fannst 1 tegund á stöð. Meðalfjöldi á m² var 399 +/- 92 (1 staðalskekkja) mestur fjöldi einstaklinga 813 á stöð 20 og minnstur 26 á stöð 1B. Meðalþyngd var 90,4g +/- 86g á m², mest þyngd 778,5g (stöð 19B) og næst mest þyngd 11,1g (stöð 20). Minnst þyngd var 1g (stöð 1B og 2).

Mest áberandi var leiruskeri með 100% tíðni, 70% af heildarfjölda einstaklinga og 5% af heildarþyngd. Sandskel (*Mya arenaria*) fannst á einni stöð, hún hafði því 11% tíðni en vegna stærðar sinnar var hún 95% af heildarþyngd dýra á svæðinu en 1% af heildarfjölda.

Þrjár aðrar tegundir voru yfir 2% af heildarfjölda. Tafla 5 birtir samanburð milli rannsókna.

Tafla 5. Samanburður á fjörulífi í Borgarfjarðarfjörum árin 1973 og 2010 á svæði II. Taflan byggir á 18 sýnum af 9 stöðvum neðan við Borgarfjarðarbrú. Meðalfjöldi og meðalþyngd á m² ásamt staðalskekki (SE) eru sýnd fyrir báðar rannsóknir.

	Tíðni stöðva %				Meðalmagn á m ²						% af heildarþyngd	
	1973		2010		1973		2010		1973		2010	
	fjöldi	SE	fjöldi	SE	þyngd g	SE	þyngd g	SE	þyngd g	SE	1973	2010
KRABBADÝR												
<i>Pseudalibrotus littoralis</i>	33	8,4	5,5				0,19	0,16			0,21	
<i>Gammarus zaddachi</i>	22	2,9	1,9				0,01	0,01			0,02	
<i>Gammarus oceanicus</i>	11	2,8	2,8				0,10	0,10			0,11	
SKELDÝR												
<i>Mytilus edulis</i>	11	1,4	1,4				0,01	0,01			0,02	
<i>Mya arenaria</i>	11	22	4,2	4,2	4,17	3,03	85,85	85,85	6,50	4,80	94,92	19,84
BURSTAORMAR												
<i>Nereis diversicolor</i>	100	78	278,0	88,5	877,8	178,3	4,12	1,35	24,71	5,15	4,56	75,40
<i>Pygospio elegans</i>	33		52,8	29,6			0,04	0,02			0,05	
<i>Polydora quadrilobata</i>	22		43,1	40,1			0,11	0,11			0,12	
<i>Arenicola marina</i>	11	11	1,4	1,4	2,78	1,91			1,56	1,24		4,75
Capitellidae	11		1,4	1,4								
AÐRAR TEGUNDIR												
Óákvarðaðir ormar	22		2,9	1,9								
Þráðormar		11			1,39	1,39			0,003	0,003		0,01
Alls			399,3	91,9	886,11	177,82	90,43	86,02	32,77	7,84	100	100

5.2.3 Kornastærð

Á svæði II er kornastærðin skilgreind sem sandur. Fjögur sýni flokkast sem finn sandur (1A, 1B, 2 og 18B), meðalgrófur sandur er á stöð 3A, og mjög finn sandur er á stöðvum 3B, 3C, 19B og 20. Hlutfall sands í sýnum á svæðinu er frá 57,3% á stöð 3A upp í 99,2 % á stöð 2. Hlutfall silts í sýnum mældist mest á stöð 19B eða 36,5% , á stöð 20 eða 36,1% og á stöð 3C eða 34,4%.

5.2.4 Kornastærð í fyrri rannsókn

Í fyrri rannsókn voru korn með þvermál minna en 0,16 mm um 50% af sýnum, nema á stöð 1B. Þar var um grófari korn að ræða en 47,7% korna voru yfir 0,55 mm og 29,0% á bilinu 0,55 - 0,30 mm í þvermál. Á stöð 3A var 52,4% korna á bilinu 0,30 mm – 0,16 mm og 27,8% á bilinu 0,55 – 0,30 mm í þvermál.

Kornastærðargögn sem eru flokkuð eftir GRADISTAT v8.0 forritinu sýna að kornastærðardreifing var önnur í fyrri rannsókn. Silt mældist yfir 50% af heildarþyngd sýna í

sex sýnum, minnst 51,3% (stöð 1A) og mest 73,2% á stöð 19B. Sandur mælist mest 90,9% af heildarþyngd sýnis á stöð 1B og er yfir 50% af heildarþyngd sýna á stöðvum 2 og 3A. Tafla 6 sýnir samanburð á kornastærðardreifingu í fjöru á svæði II milli rannsókna.

Tafla 6. Taflan sýnir samanburð á kornastærðardreifingu á svæði II 1973 og 2010 og birtir skilgreiningu skv. GRADISTAT v8.0 og meðalkornastærð á einstökum stöðvum. Það er mjög marktækur munur á meðalkornastærð milli rannsókna ($\chi^2 = 314$, $ft=8$, $P= 0,000$).

	Skilgreining skv. Gradistat		Meðal kornastærð á stöð (μm)	
	1973	2010	1973	2010
1A	Mjög gróft silt	Fínn sandur	61,09	147,6
1B	Meðal sandur	Fínn sandur	445,4	235,0
2	Mjög fínn sandur	Fínn sandur	89,53	176,5
3A	Fínn sandur	Meðal sandur	233,7	424,0
3B	Mjög gróft silt	Mjög fínn sandur	33,91	110,8
3C	Mjög gróft silt	Mjög fínn sandur	41,22	118,1
18B	Mjög gróft silt	Fínn sandur	37,06	208,4
19B	Gróft silt	Mjög fínn sandur	30,94	78,59
20	Mjög gróft silt	Mjög fínn sandur	39,89	103,9

5.3. Svæði III

Svæðið nær frá Borgarfjarðarbrú inn að Kistuhöfða að sunnanverðu og frá Bóndhólsvík og niður að brú að norðanverðu. Á því eru 12 stöðvar eða 24 sýnatökustaðir.

5.3.1 Lífríki

Meðalfjöldi tegunda á stöð var 1,6, mest fundust 3 tegundir á stöðvum 12 og 15B og færstar tegundir 0 á stöðvum 6 og 16. Sex tegundir voru nafngreindar.

Meðalfjöldi á m² var 242 +/- 74 (1 staðalskekkja), mestur fjöldi mældist á stöð 12 eða 1188 einstaklingar, næst mesti fjöldi einstaklinga fannst á stöð 15A eða 700.

Meðalþyngd á m² mældist 10,98 +/- 3,80g (1 staðalskekkja), mest þyngd mældist 45,8g á stöð 15B sem skýrist að mestu af því að þar kom bogkrabbi (*Carcinus maenas*) í sýni. Næst mest þyngd mældist á stöð 16B eða 28,3g. Minnst þyngd á var á stöðvum 6 og 16 eða 0g.

Af þeim stöðvum þar sem lífverur fundust, fannst leiruskeri (*N. diversicolor*) mest eða í 90% tilfella og í 75% allra stöðva sem kannaðar voru. Sú tegund var 95% af heildarfjölda allra tegunda á svæðinu og tæplega 81% af heildarþyngd allra lífvera.

Burstaormurinn lónapreifill (*Pygospio elegans*) var 1,3% af heildarfjölda og sandmaðkur (*Arenicola marina*), leirupreifill (*Polydora quadrilobata*), bogkrabbi (*Carcinus maenas*), köngulól, þráðormar og ógreindir ormar skipuðu 0,4 % af heildarfjölda hver flokkur.

Bogkrabbi (*Carcinus maenas*) mældist tæp 19% af heildarþyngd allra dýra, þrátt fyrir einungis 8% tíðni og 0,4% af heildarfjölda lífvera. Ef bogkrabbinn er tekin út úr útreikningum þá vegur *N. diversicolor* 99,7% af heildarlífþyngd.

Þegar svæði II og III eru borin saman með t-prófi mælist mjög marktækur munur. Það eru mjög marktækt fleiri dýr á m² (P<0,001) og mjög marktækt meiri lífþyngd á svæði II en á svæði III (P=0,001).

5.3.2 Lífríki í fyrri rannsókn

Í fyrri rannsókn var meðaltegundafjöldi 2,1 á stöð, mest 3 tegundir og minnst 1, fimm tegundir voru nafngreindar. Meðalfjöldi einstaklinga á m² var 278 +/- 90, mestur fjöldi 988 (stöð 4) og minnstur 38 (stöð 6 og 15A). Meðalþyngd á m² var 5,9 +/- 1,6 g, mest þyngd var 16,5g og minnst 0,2 g á stöð 5a.

Leiruskeri (*N. diversicolor*) var hér einkennistegund með 92% tíðni, 83% af heildarfjölda og 97% af heildarþyngd. Ánar höfðu 42 % tíðni, voru 10% af fjölda og 2% af heildarþyngd.

Marflóin *Gammarus zaddachi* hafði 25% tíðni, var 4% af heildarfjölda og 1% af

heildarþyngd. Aðrar tegundir höfðu 8% tíðni en voru minna en 1% af heildarfjölda og heildarþyngd. Samanburð á lífríki á svæði III má sjá í töflu 7.

Tafla 7. Samanburður á fjörulífi í Borgarfjarðarfjöllum árin 1973 og 2010 á svæði III. Taflan byggir á 24 sýnum af 12 stöðvum ofan við Borgarfjarðarbrú. Meðalfjöldi og meðalþyngd á m² ásamt staðalskekkju (SE) eru sýnd fyrir báðar rannsóknir.

	Tíðni stöðva %				Meðalmagn á m ²				% af heildarþyngd					
	1973		2010		1973		2010		þyngd		1973		2010	
	1973	2010	fjöldi	SE	fjöldi	SE	þyngd g	SE	g	SE	1973	2010	1973	2010
KRABBADÝR														
<i>Pseudalibrotus littoralis</i>	8		2,1	2,1			0,03	0,03					0,52	
<i>Gammarus zaddachi</i>	25	8	11,5	7,1	2,08	1,44	0,08	0,05	0,01	0,01	1,40	0,09		
<i>Carcinus maenas</i>		8			1,04	1,04			2,08	2,08			18,99	
OLIGOCHAETA	42		29,3	19,7			0,09	0,04			1,54			
BURSTAORMAR														
<i>Nereis diversicolor</i>	92	75	230,5	93,0	230,21	74,01	5,77	1,66	8,87	2,51	97,19	80,78		
<i>Pygospio elegans</i>	8	25	1,1	1,1	3,13	1,72								
<i>Fabricia sabella</i>	8		1,1	1,1										
<i>Polydora quadrilobata</i>		8			1,04	1,04								
<i>Arenicola marina</i>		8			1,04	1,04			0,02	0,02			0,14	
AÐRAR TEGUNDIR														
Óákvarðaðir ormar	8	8	2,1	2,1	1,04	1,04								
Þráðormar		8			1,04	1,04								
Könguló		8			1,04	1,04								
Alls			277,7	89,7	241,67	74,46	5,94	1,65	10,98	3,80	100,65	100,00		

5.3.3 Kornastærð

Sandur er megin kornastærð á svæði III. Fimm stöðvar eru skilgreindar með kornastærðina finn sandur, (4A, 4B, 5, 6 og 15B), þrjár mjög finn sandur (4C, 12, 15A), á 16B er mjög grófur sandur og þrjár stöðvar eru skilgreindar sem mjög fin möl (16A, 17A og 17B). Stöðvar sem falla í flokkana finn og mjög finn sandur eru með yfir 50% korna í stærðinni 63 µm – 2 mm, mest á stöð 5 þar sem þessi kornastærðarflokkur mældist 87,4% af sýninu. Korn sem eru minni en 63 µm í þvermál eru mest 47% af heildarsýni á stöð 4C. Stöðvar með grófari kornastærð eru sunnanmegin fjarðarins og þar mælist hlutfall korna í flokknum möl (2-64 mm) yfir 50% af sýnunum, minnst 52,9% á stöð 16B og mest 67,7% á stöð 17B. Þar mælast korn undir 63 µm í þvermál minnst 4,4 % (stöð 17A) og mest 9,6% (stöð 16B) af sýni.

5.3.4 Kornastærð í fyrri rannsókn

Kornastærð í fyrri rannsókn á þessu svæði er lík kornastærð á svæði II með um 75% af kornunum með minna þvermál en 0,16 mm, nema á stöðvum 15B (55,5%) og á stöðvum 5 og 6 þar sem leiran er talsvert grófari.

Kornastærðarflokkun samkvæmt GRADISTAT v8.0 flokkar sýni af þessu svæði í leðjuflokka í fyrri rannsókn. Mjög gróft silt mælist á fjórum stöðvum (4A, 4B, 15A og 16A), gróft silt mælist sömuleiðis á fjórum stöðvum (4C, 12, 17A og 17B) finn sandur á stöðvum 5 og 6, og mjög finn sandur á stöð 15B.

Á stöðvum sem flokkast sem silt, er hlutfall leðju mest 80% af heildarþyngd sýnis (stöð 12) og minnst 67,5% á stöð 16A. Sandsýnin hafa hlutfall af sandi yfir 50% af heildarþyngd, mest 79% í sýni 5 og minnst 54,7 % á stöð 15B (tafla 8).

Tafla 8. Taflan sýnir samanburð á kornastærðardreifingu á svæði III 1973 og 2010 og birtir skilgreiningu skv. GRADISTAT v8.0 og meðalkornastærð á einstökum stöðvum. Það er mjög marktækur munur á meðalkornastærð milli rannsókna. ($\chi^2 = 2330$, $ft=6$, $P= 0,000$).

	Skilgreining skv Gradistat 1973	2010	Meðal kornastærð á stöð (μm)	
			1973	2010
4*	Mjög gróft silt	Mjög finn sandur	32,5	117,6
5	Finn sandur	Finn sandur	193,1	217,6
6	Finn sandur	Finn sandur	179,0	174,2
12	Gróft silt	Mjög finn sandur	25,92	103,7
15*	Mjög gróft silt	Finn sandur	50,3	130,3
16*	Mjög gróft silt	Mjög grófur sandur	37,1	1959
17*	Gróft silt	Mjög fin möl	29,38	3807

*Sýni á stöðvum 4A-C, 15A og B, 16A og B og 17A og B voru sameinuð og reiknuð út að nýju í GRADISTAT v.8.0 þar sem gildi voru of mörg fyrir Kí –Kvaðrat próf.

5.4. Svæði IV

Svæðið er Andakílsárós og svæðið fyrir innan Kistuhöfða. Á því eru 7 stöðvar og 14 sýnatökustaðir. Svæðið er nánast snautt af lífi.

5.4.1 Lífríki

Meðalfjöldi tegunda á stöð var 0,4, mestur fjöldi á stöð var 2 tegundir á stöð 9 og minnstur fjöldi var 0, á stöðvum 7, 10, 11, 13 og 14. Engin tegund var nafngreind.

Meðalfjöldi á m² var 121, mestur fjöldi mældist á stöð 9 eða 838 einstaklingar á m², næst mesti fjöldi einstaklinga á stöð var á stöð 8 þar sem fjöldinn var 13 einstaklingar. Á öðrum stöðvum fannst engin lífvera, þ.e. á stöðvum 7, 10, 11, 13 og 14.

Heildarþyngd allra lífvera á svæðinu mældist 1,7 g. Meðalþyngd á m² mældist 0,12 +/- 0,09 g (1 staðalskekkja), mest þyngd var 0,85 g á stöð 9. Þyngd lífvera mældist ekki á öðrum stöðvum enda um mjög smávaxin dýr að ræða og í litlum mæli.

Af þeim stöðvum þar sem lífverur fundust voru ánar (Oligochaeta) í miklum meirihluta en þeir fundust í miklum mæli á einni stöð (9). Þannig höfðu þeir 14% tíðni en skipuðu 97% af heildarfjölda allra lífvera. Rykmýslirfur og þráðormar höfðu sömuleiðis 14% tíðni en voru 1,5% af heildarfjölda lífvera, hvort um sig.

Ánar (Oligochaeta) voru einu lífverurnar á þessu svæði sem vigtuðust, og því eru þeir 100% af heildarþyngd allra lífvera á svæðinu.

5.4.2 Lífríki í fyrri rannsókn

Meðaltegundafjöldi á stöð árið 1973 var 0,3 mest 1 tegund (st.10 og 14) og minnst 0 (st.7,8,9,11 og 13). Nafngreindar voru 2 tegundir.

Meðalfjöldi á m² var 4 +/- 2, mestur fjöldi einstaklinga á m² 13 og fæstir einstaklingar 0 (stöðvar 7,8,9,11 og 13). Meðalþyngd á m² var 0,1 +/- 0,1 g, mest þyngd mældist 0,4 g minnst 0 (st 7,8,9,11 og 13). Í fyrri rannsókn komu aðeins marflær í sýnin á þessu svæði, tegundirnar *Pseudalibrotus littoralis* og *Gammarus zaddachi* (Tafla 9).

Tafla 9. Samanburður á fjörulífi í Borgarfjarðarfjörum árin 1973 og 2010 á svæði IV. Taflan byggir á 14 sýnum af 7 stöðvum innst í Borgarfirði. Meðalfjöldi og meðalþyngd á m² ásamt staðalskekkju (SE) eru sýnd fyrir báðar rannsóknir.

	Tíðni stöðva %				meðalmagn á m ²				% af heildarþyngd		
	1973		2010		1973		2010		1973	2010	
	1973	2010	fjöldi	SE	Fjöldi	SE	þyngd g	SE	þyngd g	SE	
KRABBADÝR											
<i>Pseudolibrotus littoralis</i>	14		1,9	1,9			0,05	0,05			75
<i>Gammarus zaddachi</i>	14		1,9	1,9			0,02	0,02			25
OLIGOCHAETA		14			117,9	98,7			0,12	0,09	100
AÐRAR TEGUNDIR											
Rykmý		14			1,8	1,8					
Þráðormar		14			1,8	1,8					
Alls			3,7	2,3	121,4	100,3	0,07	0,05	0,12	0,09	100 100

5.4.3 Kornastærð

Á þessu svæði var þvermál korna almennt lítið. Fjórar stöðvar flokkast sem finn sandur (7,8,9 og 10), tvær flokkast sem mjög finn sandur (13 og 14,) og ein flokkast sem mjög gróft silt (11). Sandur (stærð 63µm- 2mm í þvermál) mælist minnst 59% af sýni (stöð 13) og mest 76,9% (stöð 8). Leir (stærð undir 63µm í þvermál) mælist frá 20,8% (stöð 8) upp í 40,0% af sýni á stöð 14.

5.4.4 Kornastærð í fyrri rannsókn

Í fyrri rannsókn er kornastærðin breytileg á þessu svæði. Á norðurströndinni frekar gróf (sandur) en á suðurströndinni er hlutdeild korna með minna en 0,16 mm í þvermál yfir 90% nema á stöð 11 þar sem korn með stærra þvermál en 0,55 er 46,1%.

Kornastærðarflokkun fyrri rannsóknar sem sett er í GRADISTAT v8.0 forritið sýnir að kornastærðin er breytileg á þessu svæði. Allt frá grófum sandi (stöð 9) niður í gróft silt (10,13 og 14). Meðalgrófur sandur er flokkun á tveimur stöðvum (8 og 11) og finn sandur á einni (stöð 7). Á stöðvum sem flokkast sem silt er hlutfall korna með minna en 63µm í þvermál mest 76,7% (stöð 10) og minnst 73,7%, (stöðvar 13 og 14). Sandstöðvarnar hafa hátt hlutfall af kornum frá 63µm-2mm, mest 96,7% (stöð 9) og minnst 79,7% (stöð 7). Samanburð á kornastærðardreifingu á svæði IV má sjá í töflu 10.

Tafla 10. Taflan sýnir samanburð á kornastærðardreifingu á svæði IV 1973 og 2010 og birtir skilgreiningu skv. GRADISTAT v8.0 og meðalkornastærð á einstökum stöðvum. Það er mjög marktækur munur á meðalkornastærð milli rannsókna ($\chi^2 = 530$, $df=6$, $P=0,000$).

Skilgreining skv Gradistat

Meðal kornastærð á stöð (µm)

stöð	1973	2010	1973	2010
7	Fínn sandur	Fínn sandur	200,7	131,8
8	Meðal sandur	Fínn sandur	377,5	166,0
9	Grófur sandur	Fínn sandur	546,8	160,5
10	Gróft silt	Fínn sandur	28,14	153,8
11	Meðal sandur	Mjög gróft silt	408,3	62,32
13	Gróft silt	Mjög fínn sandur	30,52	106,5
14	Gróft silt	Mjög fínn sandur	30,45	80,76

6. Útbreiðsla einstakra tegunda

Dýr voru greind til alls 13 tegunda eða safnhópa. Margar þessara tegunda fundust á mjög fáum stöðvum eða í mjög litlu magni. Sum þessara dýra eru mjög smávaxin og gera má ráð fyrir að stærstur hluti þeirra hafi skolast niður í gegnum sigti með 1 mm möskvastærð. Þau eru því ekki tekin með í fullnaðarútreikninga á samanburði milli rannsókna en hér verður gerð lítilliga grein fyrir hverri tegund eða ætt dýra sem greindust. Fjöldi eintaka sem fundust á hverri stöð er gefinn upp í sviga aftan við númer stöðvar. Sjá má heildarfjölda einstakra tegunda og hópa á hverri stöð milli rannsókna í töflu 12 í viðauka. Tafla 13 í viðauka sýnir samanburð á fundarstöðum tegunda og hópa eftir svæðum milli rannsókna.

6.1. Krabbadýr

Fjörufló (*Gammarus zaddachi*). Fannst á einni stöð 17A (2)

Gammarus spp. eru marflær sem skríða um á hlið og synda en stökkva ekki. Litur er margvíslegur en oftast brúnleitar. Lengd 2,5 cm (Agnar Ingólfsson o.fl., 1986). Fjöruflær eru afar algengar í íslenskum fjörum og þessa tegund fjöruflóa er einkum að finna í árósum hér við land (Agnar Ingólfsson 1990).

Bogkrabbi (*Carcinus maenas*). Fannst á einni stöð 15B (1).

Bogkrabbar finnast bæði í fjöru og á sjávarbotni neðan fjörunnar. Bogkrabbar halda sig eingöngu í fjöru á sumrin og er einkum um að ræða smávaxin dýr. Veðurfar í fjörunni er síbreytilegt og bogkrabbar þola ekki vetrarveður fjörunnar og flytja sig allir niður úr fjörunni þegar haustar þar sem búsvæðin eru stöðugri. Bogkrabbi finnst einkum við Suð-Vesturland þar sem sjávarhiti er hæstur hér við land (Agnar Ingólfsson, 1990).

6.2. Skeldýr

Sandskel (*Mya arenaria*). Fannst á tveimur stöðvum 3B (2) og 19B(1).

Sandskel er ljósleit og getur verið nokkuð stórvaxin eða 9 cm (Agnar ofl 1986). Nokkuð algeng hér við land, þó er mest af henni við Faxaflóa og á Suð-austurlandi. Liggur grafin í leirur, oft talsvert djúpt og algengustu búsvæði hennar eru við árósa (Agnar Ingólfsson 1990).

6.3. Ánar (*Oligochaeta*)

Fundust á stöð 9 (66). Oft mjög smávaxin dýr sem erfitt er að greina. Ánar finnast þó í skjóllitlum sandfjörum þar sem þeir hafast við milli sandkorna og finnast oft langt undir yfirborði fjörunnar. Þeir finnast einnig í leirum en þá halda þeir sig nálægt yfirborði, þar sem súrefnisskortur kemur í veg fyrir að þeir lifi af djúpt í leirunum (Agnar Ingólfsson, 1990).

6.4. Burstaormar

Leiruskeri (*Nereis diversicolor*). Fannst á sextán stöðvum. 1A (55), 2 (80), 3B (129), 3C (153), 4A (12), 4B (1), 4C (3), 5 (3), 12 (93), 15A (56), 15B (23), 16B (15), 17B (15), 18B (45), 19B (18), 20 (152).

Leiruskeri er einkennistegund árósa en hann finnst eingöngu grafinn ofan í leirur lóna og árósa. Leiruskerinn er margliða ormur, allir liðir með fóttotur og bursta. Marglitur með dökka kjálka sem líkjast klóm sem eru staðsettir á koki og ormurinn getur sett út úr sér (Agnar Ingólfsson o.fl. 1986).

Leirupreifill (*Polydora quadrilobata*). Fannst á einni stöð 12 (1).

Líkist talsvert lónapreifli og finnst á svipuðum búsvæðum en er stærri og sjaldgæfari. (Agnar Ingólfsson ofl 1986)

Lónapreifill (*Pygospio elegans*). Fannst á stöðvum 5 (1), 12 (1) og 15B (1) Þess utan fundust nokkur tóm rör sem ætla má að séu þeirra en þau voru ekki talin með. Lónapreifill er hvítleitur burstaormur um 15 mm að lengd. Hann finnst gjarnan í miklu magni á yfirborði leðju á leirufjörum og er algengur í árósum og sjávarlónum. Hann liggur í sandpípum sem stundum standa upp úr leðjunni (Agnar Ingólfsson ofl., 1986).

Sandmaðkur (*Arenicola marina*). Fannst á tveimur stöðvum; 17A (1), 19B (2). Þar sem sandmaðkur grefur sig mjög djúpt ofan leirurnar er eðlilegt að hann skili sér ekki í sýnin sem tekin eru niður á 15 cm dýpi. Sandmaðkshraukar voru sýnilegir á stöðvum 1A og 19B.

Sandmaðkur er stórvaxinn, grænleitur eða rauðbrúnn og getur orðið allt að 15cm langur fullvaxinn. Hann grefur sig djúpt niður í leirurnar og yfir göngum hans sjást leðjulengjur í hraukum. Það eru því þessir hraukar frekar en ormurinn sjálfur sem gefa til kynna algengi hans (Agnar Ingólfsson ofl 1986, Agnar Ingólfsson, 1990).

6.5. Aðrar tegundir

Þráðormar, (*Nematoda*): greindust í sýnum af stöðvum 4Bi (1) og 19Bi (1). Þar sem þráðormar eru mjög smávaxnir má telja líklegt að þeir hafi skolest í einhverju mæli í gegnum sigtið.

Knattmor (*Collembola Sminthuridae*) fannst á stöð 18A(4).

Knattmor er af ættbálki skordýra sem kallast mordýr eða stökkmor. Þetta eru smá jarðvegsdýr, 0,5-5 mm á lengd sem finnast víða í jarðvegi (Náttúrufræðistofnun Íslands, á.á.3) 2011). Líklegt má teljast að dýrið hafi borist í sýni ofan af landi.

Könguló (*Araneae*) fannst í sýni 16Bi (1) Ekki var unnt að greina dýrið til tegundar.

Köngulær eru af ætt innan ættbálksins áttfætla sem skipa flokk smádýra innan fylkingar liðdýra (*Arthropoda*) (Náttúrufræðistofnun Íslands, á.á.2).

Rykmýslirfa (*Chironomidae*), fannst á stöð 9i. Ekki var unnt að greina dýrið til tegundar.

Hér á landi eru 80 tegundir rykmýs þekktar og margar þeirra eru mjög miklilvægar í vistkerfum vatna (Náttúrufræðistofnun Íslands, á.á.1).

Ógreindir ormar fundust á stöð 4Aii(1).

6.6. Tegundir í fyrri rannsókn

Fleiri tegundir eða hópar fundust árið 1973; hrúðurkarls (*Balanus balanoides*) varð vart, marflóategundirnar *Pseudalibrotus littoralis*, *Gammarus duebeni* og *Gammarus oceanicus* fundust sem og burstaormategundin *Fabricia sabella* og ormar af ættinni *Capitaellidae*. Þá fundust kræklingur (*Mytilus edulis*), Klettadoppa (*Littorina saxatilis*) og hveldýr (*Hydrozoa*). Tegundir sem fundust í báðum rannsóknum voru marflóin *Gammarus zaddachi*, sandskel (*Mya arenaria*) og fjórar tegundir burstaorma: *N. diversicolor*, *Pygospio elegans*, *Polydora quadrilobata* og *Arenicola marina*, auk ána og þráðorma (Tafla 11).

Tafla 11. Tegundalisti. Tegundir/hópar sem fundust í fjöruúttektum árin 1973 og 2010

1973	2010
Hydrozoa	
Krabbadýr	
<i>Gammarus zaddachi</i> Sexton	<i>Gammarus zaddachi</i> Sexton
<i>Pseudalibrotus littoralis</i> (Krøyer)	
<i>Gammarus duebeni</i> Lilljeborg	
<i>Gammarus oceanicus</i> Segerstråle	
<i>Balanus balanoides</i> (L.)	
<i>Jaera marina</i> (Fabricius)	
Skeldýr	
<i>Mya arenaria</i> L. Sandskel	<i>Mya arenaria</i> L. Sandskel
<i>Mytilus edulis</i> L. Kræklingur	<i>Carcinus maenas</i> Bogkrabbi
<i>Littorina saxatilis</i> (Olivi). Klettadoppa	
Burstaormar	
<i>Nereis diversicolor</i> O.F. Müller	<i>Nereis diversicolor</i> O.F. Müller
<i>Pygospio elegans</i> Claparede.	<i>Pygospio elegans</i> Claparede.
<i>Polydora quadrilobata</i> Jacobi	<i>Polydora quadrilobata</i> Jacobi.
<i>Arenicola marina</i> (L.) Sandmaðkur	<i>Arenicola marina</i> (L.)
Capitellidae Genus sp	
<i>Fabricia sabella</i> (Ehrenberg)	
Óákvarðaðir ormar	Óákvarðaðir ormar
Oligochaeta (ánar)	
Þráðormar	
Aðrar tegundir	
	Chironomidae (Rykmýslirfa)
	Araneae (Könguló)
	Collembola Sminthuridae (Knattmor)

7. Umræður

Fjörur skiptast í flokka eftir búsvæðagerðum þeirra. Megineinkenni árósa er að selta er lægri en selta sjávar, og minnkar eftir því sem innar dregur í árósum. Tegundum í árósum fækkar eftir því sem innar dregur og seltan er minni. (Agnar Ingólfsson, 1990). Lífverur í árósum hafa aðlagast sveiflukenndum aðstæðum; selta sveiflast með sjávarföllum og árstíðum og munur er á seltu á stór og smá streymi. Hitastig er og sveiflukenndara í árósum, framburður er mikill og straumar geta valdið miklum sveiflum í aðstæðum. Árósar eru oft skjólsælir, súrefnisríkir og fæðuríkir. (Agnar Ingólfsson, 1975) Einkennistegundir árósa eru burstaormurinn *N.diversicolor* og fjöruflærnar *Gammarus zaddachi* og *Pseudalibrotus littoralis* (Agnar Ingólfsson, 1975 og 1990).

Dýralíf í Borgarfjarðarfjörum ber merki dýralífs í árósi. Innst á svæðinu er dýralíf mjög fábrotið og tegundum fjölgar þegar utar í fjörðinn dregur. Einkennistegund er burstaormurinn *Nereis diversicolor* og flokka má svæði II og III sem skeraleirur sem eru algengar í árósum þar sem mikils ferskvatns gætir. Nokkuð víðáttumiklar skeraleirur eru t.a.m. í Grunnafirði þar sem eru þær eru mest áberandi innarlega í firðinum þar sem ár koma út í fjörðinn. (Þorleifur Eiríksson ofl., 2008).

Gögn frá Veiðimálastofnun sýna mikinn mun á seltu neðan við Borgarfjarðarbrú þar sem nánast fullri sjávarseltu er náð á háflóði og hins vegar við Ferjukot við Hvítá þar sem seltu gætir varla (Sigurður Már Einarsson, tölvupóstur 4. Apríl 2011; gögn úr seltumælum neðan við Borgarfjarðarbrú og við Ferjukot í Hvítá. Óbirt gögn). Má því ætla að seltustig sé sveiflukennt og að ofarlega í Borgarfirði sé seltustig mjög lágt.

Tegundasamsetning hefur breyst frá fyrri rannsókn. Færri hafrænar tegundir finnast og einkennistegundin *N.diversicolor* er orðin nær algerlega ríkjandi á þeim svæðum þar sem líf finnst. Marflær hafa alveg horfið af innsta svæði fjarðarins og þær finnast í minna mæli á öðrum svæðum fjörunnar. Nú finnast fleiri landrænar tegundir sem bendir til að ferskvatnsáhrif séu enn meiri í firðinum en áður. Þetta eru tegundir sem lifa í ferskvatni en ná stundum ofan í sjó þar sem selta er lág t.d. í árósum eða lónum (Agnar Ingólfsson, 1975). Þegar heildartölur fyrir allar stöðvar eru skoðaðar kemur í ljós að meðalfjöldi dýra á m² er rúmlega 60% meiri árið 2010 en árið 1973.

Nokkrar stöðvar skera sig úr með mikinn þéttleika *N.diversicolor* á einstökum stöðvum, allt stöðvar norðan megin fjarðar á svæði II, þ.e. neðan við brú. Stöðvarnar sem um ræðir eru 2,

3B,20 og 3C en á síðastnefndu stöðinni mældist mestur fjöldi einstaklinga á m². Í fyrri rannsókn var mesti þéttleiki á stöð 4C sem er innan við núverandi brú.

Mjög marktækur munur ($P < 0,001$) mælist nú á svæðum II og III sem ekki var tilfellið í fyrri rannsókn, bæði á fjölda og þyngd sem bendir til að brúin hafi breytt miklu varðandi búsvæði í firðinum. Ein stöð á svæði III sker sig úr með mikinn fjölda *N.diversicolor*, stöð 12.

Lífvana stöðvar eru helmingi fleiri nú en áður og þyngd mælist ekki á rúmlega helmingi fleiri stöðvum. Heildarlífþyngd í fjörum Borgarfjarðar er rúmlega helmingi minni en í fyrri rannsókn og mun jafnari dreifing á fjölda og þyngd lífvera var milli stöðva og milli svæða II og III. Skerðing búsvæða hefur þannig valdið því að skeraleirurnar eru víðáttuminni og lífþyngd þeirra er mun minni.

Þegar lífríki einstakra svæða eru borin saman kemur í ljós að breytingar hafa orðið á nær öllum svæðunum.

Svæði I er malarfjörur sunnan við fjörð, neðan við brú. Þar fannst knattmor (*Collembola: Sminthuridae*) í litlu magni. Ekki er hægt að álykta að það sé þarna vegna breytinga í fjörulífi, líklegra er að það hafi borist í sýni með vindi eða við skolun sýnis. Í fyrri rannsókn fundust á þessu svæði 7 tegundir hafrænna fjörulífvera sem sem þola minnkun á seltu. Meðalkornastærð hefur aukist á svæðinu og grófar sandfjörur hafa þróast í finar malarfjörur. Kræklingur var einkennandi á svæðinu í fyrri rannsókn og hans búsvæði eru almennt í sandfjörum en ekki í malarfjörum. Líklegt má teljast að eftir byggingu brúarinnar nái framburður sands ekki þetta langt niður fyrir brú og því er fjörubeðurinn orðinn grófari og þar ekki lengur ákjósanleg búsvæði.

Á svæði II fundust tæplega þrisvar sinnum færri tegundir í nýju rannsókninni en þeirri eldri, meðalfjöldi tegunda á stöð meira en helmingi minni og nú reynast tvær stöðvar alveg lífvana. Meðalfjöldi einstaklinga á m² er hins vegar meira en helmingi meiri í nýju rannsókninni og mestur fjöldi einstaklinga á stöð er einnig meira en helmingi meiri en í fyrri rannsókn. Fjöldi *N.diversicolor* er nærri fjórfalt meiri en í fyrri rannsókn og telur nú 99% af heildarfjölda en aðrar tegundir finnast varla. Lífþyngd var um þrisvar sinnum meiri í fyrri rannsókn og hluti *N.diversicolor* af heildarþyngd hefur aukist fimmtánfalt milli rannsókna. Hafrænni tegundir eru horfnar af svæðinu og þær tegundir sem finnast eru eingöngu tegundir sem eru sérhæfðar til að lifa í árósum. Þá eru komin svæði innan svæðisins þar sem fjörulíf hefur þurrkast út. Því má álykta að svæði II sem áður hafði á að skipa nokkru af hafrænum

tegundum hafi þróast í þá átt að þar eru nú sambærilegar aðstæður og voru áður innar í firðinum. Líklega gæti áhrifa ferskvatns meira og lengra út fjörðinn en áður.

Fjöldi tegunda eða hópa á svæði III hefur fjölgað lítillega milli rannsókna. *N. diversicolor* er mest áberandi tegundin í báðum rannsóknum, en tíðni hans hefur þó minnkað. Meðalfjöldi á m² var nokkru minni nú en áður en meðalfjöldi tegunda á stöð hefur minnkað um tæpan helming. Minna fannst af marflóm en áður, í flestum tilfellum var um að ræða mjög fá dýr og því lítill þéttleiki.

Lífþyngd var nærri helmingi meiri í nýrri rannsókn og skiptir þar miklu að bogkrabbi sem kom í sýni vegur 19% af heildarþyngd. *N. diversicolor* vegur 81% af heildarþyngd en ef bogkrabbinn er tekin út úr útreikningum þá vegur *N. diversicolor* 99,7% af heildarlífþyngd. Bogkrabbi leitar upp helst upp í fjörur á sumrin (Agnar Ingólfsson, 1975) sem skýrir að öllum líkindum komu hans í sýni í þessari rannsókn en ekki í þeirri fyrri þegar sýnataka fór fram í maí.

Hlutdeild *N. diversicolor* hefur aukist enn frekar eða úr 83% í 95% af heildarfjölda.

Tegundafjölbreytni er minni en áður og hafrænar tegundir finnast í minna mæli. Líkt og á svæði II þá hefur allt fjörulíf horfið á vissum svæðum en einstaka svæði eru með áberandi mikinn þéttleika.

Svæði IV er nánast snautt af lífi og er tegundafjölbreytileikinn svipaður milli rannsókna. Í fyrri rannsókn voru nafngreindar tvær tegundir marflóa en nú fundust landrænni hópar sem ekki voru greindir til tegunda. Ánar (*Oligochaeta*) voru í miklum fjölda á einni stöð (9) og ráða miklu um þann meðalfjölda á m² sem nú mælist. Þeir, ásamt þráðormum og rykmýslirfum, lifa alla jafnan í ferskvatni en geta hafst við á svæði þar sem selta er lítil. Þetta gæti bent til að seltustig hafi lækkað við brúargerðina, enda heldur brúin við ferskvatn úr Hvítá og hindrar innrennsli sjávar inn í fjörðinn innan brúar.

Þessar niðurstöður eru í samræmi við þróun við Gilsfjörð, þar sem áhrif fimm til sex árum eftir þverun fjarðar voru m.a. þau að smá dýr (*Foraminifera*, *Ostracoda* og *Acarina*) voru algengari eftir þverun en fyrir þverun. (Agnar Ingólfsson, 2005).

Kornastærð í fjörum Borgarfjarðar hefur breyst frá árinu 1973. Meðalkornastærð hefur aukist milli rannsókna og Kí-kvaðrat próf gefur til kynna mjög marktækan mun á kornastærð á öllum svæðum. Með brúarsmiðinni þrengdi að rennsli um Borgarfjörð og því er hægara rennsli út úr firðinum. Við það fellur meira af efni innan við brúna og er það sennileg skýring á því að meiri sandur er nú í fjörum en fyrir brúargerð, þegar sandurinn skolaðist lengra út. Kornastærð er breytilegri innan svæða en áður var og nú eru malarfjörur innan við brú þar sem áður voru siltfjörur.

Uppsöfnun sands innan við brú gæti skýrt aukinn fjölda lífvana stöðva á svæðum II og III. Breytingar á rennsli árinna og framburði efna valda einnig breytingum neðan við brú þar sem sandurinn gengur ekki lengur jafn langt út og áður .

Við túlkun þessara niðurstaðna ber að hafa fyrirvara á að sýnataka tók lengri tíma en í fyrri rannsókn sem gerð var á tveimur dögum að vori til og árið 1973 var möskvastærð sigta sem sýni voru síuð gegnum stærri (1,5 mm). Gera má ráð fyrir að sýnatökustaðir séu ekki nákvæmlega þeir sömu. Þá var aðferð við kornastærðargreininguna önnur eins áður var nefnt sem gæti skekkt niðurstöður kornastærðardreifingar að einhverju leyti. Þá ber að hafa í huga náttúrulegan breytileika í árfarvegum og að ekki var hugað að veðurfarsþáttum eins og lofthita.

8. Ályktanir

Þverun Borgarfjarðar hefur leitt til minni tegundafjölbreytni í fjörulífi bæði ofan og neðan við brú og breytingum á kornastærð. Almenn er minni tegundafjölbreytileiki í firðinum , margar hafrænar tegundir eru horfnar en lítils háttar innkoma landrænna tegunda. Þéttleiki er minni en hlutdeild einkennistegundarinnar *N.diversicolor* er meiri. Fleiri stöðvar eru alveg lífvana og kornastærðin er grófari á öllum svæðum, þ.e. meiri sandur er í fjörum ofan við brú en áður og sandur berst ekki lengur jafn langt niður fyrir brú.. Heildarlífþyngd hefur minnkað um helming . Ferskvatnsáhrif eru meiri í firðinum og hann því orðinn minna ísaltur en áður.

Til að meta frekari áhrif af þverun Borgarfjarðar með Borgarfjarðarbrú á vistkerfi væri þarft að gera úttektir á fleiri þáttum lífríkis eins og þörungagróðri, fuglalífi og göngum laxfiska upp fjörðinn. Þá væri fróðlegt að taka botnsýni til að skoða lífríki á botni fjarðarins.

9. Heimildir

Agnar Ingólfsson og Jörundur Svavarsson (1989). Forkönnun á lífríki Gilsfjarðar. *Fjölrit Líffræðistofnunar Háskólans nr. 26.*

Agnar Ingólfsson, Hrefna Sigurjónsdóttir, Karl Gunnarsson og Eggert Pétursson (1986). *Fjörulíf*. Reykjavík: Ferðafélag Íslands.

Agnar Ingólfsson (1975). Lífríki fjörunnar. *Sérprentun úr Riti Landverndar, 4. Votlendi.*

Agnar Ingólfsson (1978). Greiningarlykill yfir stókrabba (Malacostraca) í fjörum. *Fjölrit Líffræðistofnunar Háskólans nr. 11.*

Agnar Ingólfsson (1990). *Íslenskar fjörur*. Reykjavík: bókaútgáfan Bjallan hf.

Agnar Ingólfsson (2005). Umhverfissrannsóknir í Gilsfirði. Þriðja rannsóknarlota: Ástand umhverfis og lífríkis fimm til sex árum eftir þverun fjarðarins. *Fjölrit Líffræðistofnunar Háskólans nr. 74.*

Agnar Ingólfsson (1976). Forkönnun á lífríki Gilsfjarðar, Þorskafjarðar, Djúpafjarðar, Gufufjarðar og nærliggjandi fjarða. *Fjölrit Líffræðistofnunar Háskólans nr. 8.*

Agnar Ingólfsson (1990). Athuganir á rauðbrystingum í Gilsfirði í maí 1990. *Fjölrit Líffræðistofnunar Háskólans nr. 29.*

Gísli Már Gíslason (1973). *Fjörulíf í Borgarfirði –könnun í maí 1973*. Reykjavík: Háskóli Íslands.

Gísli Már Gíslason (1974). *Fjörulíf í Brynjudalsvogi –könnun í marz og maí 1973*. Reykjavík: Háskóli Íslands.

Ingimar Óskarsson (1982). *Skeldýrafána Íslands*, 3. útg. Reykjavík: Leiftur.

Innanríkisráðuneytið (1994). *Matsnefnd eignarnámsbóta, úrskurður 30. desember 1994*.
<http://www.rettarheimild.is/DomsOgKirkjumala/MatsnefndEignarnamsbota/nr/1309>

Kenneth Pye Associates Ltd. (á.á). *Gradistat*. Skoðað 5. mars 2011 á
<http://www.kpal.co.uk/gradistat.html>

Landmælingar Íslands (2011). Strandlínuþekja úr IS50V 3.0 vektorgrunni Landmælinga Íslands.

Landmælingar Íslands (2011). Vatnafarspekja úr IS50V 3.0 vektorgrunni Landmælinga Íslands.

Landmælingar Íslands (2011). SPOT4 loftmynd

Landmælingar Íslands (2002-2007). Spot4, mosaic myndir.

Náttúrufræðistofnun Íslands (á.á. 1). *Rykmy*.Skoðað 15. apríl 2011 á
<http://www.ni.is/dyralif/smadyr/rykmy>

Náttúrufræðistofnun Íslands (á.á. 2). *Ættbálgar áttfætlna*. Skoðað 15. apríl 2011 á
<http://www.ni.is/dyralif/smadyr/tegundiroglifshaettir/attfaetlur/aettbalkarattfaetlna>

Náttúrufræðistofnun Íslands (á.á. 3) *Mordýr*. Skoðað 15.apríl 2011 á
<http://www.ni.is/dyralif/smadyr/tegundiroglifshaettir/skordyr/aettbalkar/mordyr>

Simon J. Blott og Kenneth Pye (2001). Gradistat: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26,1237-1248.

Þorleifur Eiríksson, Kristjana Einarsdóttir, Cristian Gallo og Böðvar Þórisson (2008). *Leirur í Grunnafirði*. Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarða.

Myndaskrá

Mynd 1. Kort af Borgarfjarðarfjörum	7
Mynd 2: Dreifing kornastærðar í sýnum tekin í Borgarfjarðarfjörum árið 2010.....	10
Mynd 3. Dreifing kornastærðar í sýnum tekin í Borgarfjarðarfjörum árið 1973.....	11

Töfluskrá

Tafla 1. Kornastærðarskali sem notaður er í <i>GRADISTAT</i> v 8.0 forritinu,	5
Tafla 2. GPS punktar teknir á sýnatökustöðvum í Borgarfjarðarfjörum 2010.....	6
Tafla 3. Samanburður á fjörulífi í Borgarfjarðarfjörum árin 1973 og 2010 á svæði I.	12
Tafla 4. Taflan sýnir samanburð á kornastærðardreifingu á svæði I 1973 og 2010.....	13
Tafla 5. Samanburður á fjörulífi í Borgarfjarðarfjörum árin 1973 og 2010 á svæði II.....	15
Tafla 6. Taflan sýnir samanburð á kornastærðardreifingu á svæði II 1973 og 2010	16
Tafla 7. Samanburður á fjörulífi í Borgarfjarðarfjörum árin 1973 og 2010 á svæði III.....	18
Tafla 8. Taflan sýnir samanburð á kornastærðardreifingu á svæði III 1973 og 2010.....	19
Tafla 9. Samanburður á fjörulífi í Borgarfjarðarfjörum árin 1973 og 2010 á svæði IV.	21
Tafla 10. Taflan sýnir samanburð á kornastærðardreifingu á svæði IV 1973 og 2010.....	21
Tafla 11. Tegundalisti .Tegundir/hópar sem fundust í fjöruúttektum árin 1973 og 2010.....	25
Tafla 12. Samanburður á fjölda dýra á m ² á einstökum stöðvum í Borgarfjarðarfjörum	33
Tafla 13 Tegundir sem fundust í rannsóknum árið 1973 og 2010 flokkaðar eftir svæðum.	35

Viðauki

Tafla 12. Samanburður á fjölda dýra á m² á einstökum stöðvum í Borgarfjarðarförum í maí 1973 og júlí/ágúst 2010.

Svæði I

	73 18A	10 18A	73 19A	10 19A
<i>Neris diversicolor</i>			25	
<i>Gammarus zaddachi</i>	13			
<i>Gammarus oceanicus</i>			25	
<i>Jaera marina</i>	13		150	
<i>Mytilus edulis</i>			138	
<i>Littorina saxatilis</i>	13		25	
<i>Fabricia sabella</i>			13	
Colembola Sminthuridae		50		
Fjöldi tegunda	3	1	5	0

Svæði II

	73 1A	10 1A	73 1B	10 1B	73 2	10 2	73 3A	10 3A	73 3B	10 3B	73 3C	10 3C	73 18B	10 18B	73 19B	10 19B	73 20	10 20
<i>Neris diversicolor</i>	13	688	138		50	1000	238		712	1613	200	1913	88	563	350	225	713	1900
<i>Pseudalibrotus littoralis</i>					13						50							
<i>Gammarus zaddachi</i>					13								13					
<i>Gammarus oceanicus</i>															25			
<i>Jaera marina</i>																		
<i>Mytilus edulis</i>															13			
<i>Mya arenaria</i>									25						38	13		
<i>Littorina saxatilis</i>																		
<i>Pygospio elegans</i>			250										100		125		100	
<i>Polydora quadrilobata</i>													363		25			
<i>Arenicola marina</i>			13														25	
<i>Fabricia sabella</i>																		
Colembola Sminthuridae																		
Þráðormar																	13	
Fjöldi tegunda	1	1	3	0	3	1	1	0	1	2	2	1	4	1	6	4	2	1

Tafla 12 frh. Samanburður á fjölda dýra á m² á einstökum stöðvum á svæði II í Borgarfjarðarförum í maí 1973 og júlí/ágúst 2010.

Svæði III

	73_4A	10_4A	73_4B	10_4B	73_4C	10_4C	73_5	10_5	73_6	10_6	73_12	10_12	73_15A	10_15A	73_15B	10_15B	73_16A	10_16A	73_16B	10_16B	73_17A	10_17A	73_17B	10_17B
<i>Neris diversicolor</i>	988		788	13	50	38	225	38	38		38	1163	63	700	88	288	38		250	188	38		225	188
<i>Pseudalibrotus littoralis</i>								25																
<i>Gammarus zaddachi</i>					50														75		13	25		
<i>Pygospio elegans</i>							13	13				13				13								
<i>Polydora quadrilobata</i>												13												
<i>Arenicola marina</i>																						13		
<i>Fabricia sabella</i>			13																					
Þráðormar				13																				
Óákvarðaðir		13																						
<i>Carcinus maenas</i>																13								
Könguló																					13			
Fjöldi tegunda	1	2	2	2	2	1	3	2	1	0	1	3	1	1	1	3	1	0	2	2	2	2	1	1

Svæði IV

	73_7	10_7	73_8	10_8	73_9	10_9	73_10	10_10	73_11	10_11	73_13	10_13	73_14	10_14
<i>Pseudalibrotus littoralis</i>														13
<i>Gammarus zaddachi</i>							13							
Þráðormar			13											
Könguló						13								
Rykmýslirfa						825								
Oligochaeta														
Fjöldi tegunda	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0

Tafla 13. Tegundir sem fundust í rannsóknum árið 1973 og 2010 flokkaðar eftir svæðum.

	Svæði I		Svæði II		Svæði III		Svæði IV	
	1973	2010	1973	2010	1973	2010	1973	2010
Hydrozoa	x							
<i>Gammarus zaddachi</i>	x		x		x	x	x	
<i>Pseudalibrotus littoralis</i>			x		x		x	
<i>Gammarus oceanicus</i>	x		x					
<i>Jaera marina</i>	x							
<i>Fabricia sabella</i>	x				x			
<i>Carcinus maenas</i>						x		
<i>Mytilus edulis</i>	x		x					
<i>Mya arenaria</i>			x	x				
<i>Littorina saxatilis</i>	x							
<i>Nereis diversicolor</i>	x		x	x	x	x		
<i>Polydora quadrilobata</i>			x		x	x		
<i>Pygospio elegans</i>			x		x	x		
Capitellidae Genus sp			x					
<i>Arenicola marina</i>			x	x		x		
Oligochaeta					x			x
Nematoda				x		x		x
Collembola Sminthuridae		x						
Araneae						x		
Chironomidae								x
Ógreindir			x		x	x		