



FRAMLEIÐSLA Á LAXI Í PATREKSFIRÐI OG TÁLKNAFIRÐI

Viðbót við frummatsskýrslu og kostagreining vegna
14.500 tonna framleiðsluaukningar



Verknúmer: 12308011	SKÝRSLA NR.:	DREIFING:
	ÚTGÁFU NR.:	
	DAGS.: 2019-01-23	<input type="checkbox"/> LOKUÐ TIL
BLAÐSÍÐUR:	<input type="checkbox"/> HÁÐ LEYFI VERKKAUPA	
UPPLAG:		

HEITI SKÝRSLU:

Framleiðsla á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði. Viðbót við frummatsskýrslu og kostagreining vegna 14.500 tonna framleiðsluaukningar.


HÖFUNDAR: Hugrún Gunnarsdóttir, Sigmar A. Steingrímsson	VERKEFNISSTJÓRI: Hugrún Gunnarsdóttir
--	--

UNNIÐ FYRIR: Fjarðalax og Arctic Sea Farm UMSJÓN: Þorsteinn Mátsson og Sigurður Pétursson	SAMSTARFSADILAR:
--	------------------

GERÐ SKÝRSLU/VERKSTIG: Til útgáfu

ÚTDRÁTTUR: Fjarðalax og Arctic Sea Farm leggja hér fram viðbót við frummatsskýrslu og kostagreiningu vegna 14.500 tonna framleiðsluaukningar í Patreks- og Tálknafirði. Úrskurðarnefnd umhverfis- og auðlindamála felldi með úrskurðum sínum úr gildi starfs- og rekstrarleyfi fyrirtækjanna. Markmið með skýrslunni er að bæta úr þeim ágöllum sem nefndin taldi vera á matsskýrslu fyrirtækjanna frá árinu 2016. Í skýrslunni er greint frá forsögu framkvæmdar, fjallað um úrskurð úrskurðarnefndar og þá kosti sem þar eru tilgreindir auk annarra kosta sem ekki eru tilgreindir. Þessir kostir eru greindir og sýnt fram á raunhæfni þeirra. Fjallað er um núll kost og hver verði líklegri þróun umhverfisþátta ef miðað er við ekki verði framhald á rekstri. Lagðir eru fram þrír framkvæmdakostir með tilliti til staðarvals eldissvæða í fjörðunum tveimur og líkleg áhrif þeirra metin.
--

LYKILORÐ ÍSLENSK: Frummatsskýrsla, matsskýrsla, kostagreining.	LYKILORÐ ENSK:
---	----------------

UNDIRSKRIFT VERKEFNISSTJÓRA: 	YFIRFARIÐ AF: SIAS
---	-----------------------



Efnisyfirlit

Efnisyfirlit iii

Myndaskrá iv

Töfluskrá v

1	Inngangur.....	1
1.1	Markmið verkefnisins	1
1.2	Viðbót við frummatsskýrslu og kostagreining.....	2
1.2.1	Málsmeðferð	2
1.2.2	Tímaáætlun matsvinnu	2
1.2.3	Uppbygging skýrslunnar.....	3
2	Forsaga málsins.....	3
2.1	Eldisfyrirtækin	3
2.2	Matsferli 14.500 tonna framleiðsluaukningar í Patreks- og Tálknafirði	3
2.3	Matsskyldufyrirspurn vegna breytingar á framkvæmd	3
2.4	Leyfismál	4
3	Frekari breyting á framkvæmd.....	5
4	Úrskurðir úrskurðarnefndar umhverfis- og auðlindamála.....	5
4.1	Málsmeðferð samkvæmt lögum og fordæmi í kærumálum	6
4.2	Mat á umhverfisáhrifum laxeldis í Patreks- og Tálknafirði	6
4.2.1	Drög að matsáætlun	6
4.2.2	Matsskýrsla	6
4.2.3	Meintur ágalli á mati á umhverfisáhrifum	7
4.3	Niðurstaða úrskurðarnefndar	7
5	Kostir nefndir í úrskurði ÚUA	8
5.1	Mismunandi staðsetning sjókvíaeldis	8
5.1.1	Staðsetning sjókvíaeldis samkvæmt matsskýrslu.....	8
5.1.2	Möguleikar á öðrum staðsetningum sjókvíaeldis.....	9
5.2	Umfang framleiðslu	9
5.3	Aðrar eldisaðferðir.....	10
5.3.1	Ófrjór eldislax	10
5.3.2	Lokaðar eldiskvíar	11
5.3.3	Landeldi.....	12
6	Aðrir kostir en tilgreindir eru í úrskurðum ÚUA	12
6.1	Aðrar eldisaðferðir.....	12
6.1.1	Úthafskvíar	12
6.2	Aðrar tegundir laxfiska.....	13
7	Núll kostur	13
7.1	Eðliseiginleikar sjávar.....	13
7.2	Botndýralíf.....	13
7.3	Villtir stofnar laxfiska	13
7.3.1	Fisksjúkdómar og laxalús	13
7.3.2	Erfðablöndun.....	14
7.4	Landslag og ásýnd.....	14
7.5	Hagrænir og félagslegir þættir	15
7.6	Aðrar sjávarnytjar	15
7.7	Ferðaþjónusta og útivist	15
7.8	Náttúru- og menningarminjar	15



8	Framkvæmdakostir	16
8.1	Staðarval samkvæmt matsskýrslu	16
8.1.1	Eldissvæði.....	16
8.1.2	Líkleg umhverfisáhrif	17
8.1.2.1	Eðliseiginleikar sjávar.....	17
8.1.2.2	Botndýralíf.....	18
8.1.2.3	Villtir stofnar laxfiska	18
8.1.2.4	Landslag og ásýnd.....	19
8.1.2.5	Samfélag.....	19
8.1.2.6	Aðrar sjávarnytjar	19
8.1.2.7	Ferðapjónusta og útivist	20
8.1.2.8	Náttúru- og menningarminjar	20
8.1.2.9	Samlegðaráhrif	20
8.2	Breytt tilhögun eldissvæða í Patreksfirð 2018	22
8.2.1	Tilfærsla eldissvæða	22
8.2.2	Umhverfisþættir til umfjöllunar	22
8.2.3	Grunnástand.....	25
8.2.4	Líkleg umhverfisáhrif	25
8.2.4.1	Botndýralíf.....	25
8.2.4.2	Villtir stofnar laxfiska – sjúkdómar og laxalús	26
8.3	Breytt tilhögun eldissvæða í Tálknafirði 2019.....	27
8.3.1	Tilfærsla eldissvæðis og niðurfelling tveggja svæða.....	27
8.3.2	Umhverfisþættir til umfjöllunar	28
8.3.3	Grunnástand.....	31
8.3.3.1	Straumar	31
8.3.3.2	Botndýralíf.....	32
8.3.3.3	Landslag og ásýnd.....	33
8.3.3.4	Aðrar sjávarnytjar	33
8.3.4	Líkleg umhverfisáhrif	34
8.3.4.1	Botndýralíf.....	34
8.3.4.2	Villtir stofnar laxfiska – sjúkdómar og laxalús	35
8.3.4.3	Landslag og ásýnd.....	36
8.3.4.4	Aðrar sjávarnytjar	36
8.4	Samanburður framkvæmdakosta.....	36
8.4.1	Botndýralíf.....	36
8.4.2	Villtir stofnar laxfiska – sjúkdómar og laxalús	36
8.4.3	Landslag og ásýnd í Tálknafirði.....	37
8.4.4	Aðrar sjávarnytjar í Tálknafirði.....	37
9	Niðurstaða kostagreiningar og viðbótar við frummatsskýrslu	39
10	Heimildir	41
Viðaukar 43		

Myndaskrá

Mynd 2.1	Eldissvæði Arctic Sea Farm og Fjarðalax í Patreks- og Tálknafirði samkvæmt starfs- og rekstrarleyfum sem gefin voru út 2016 og 2017.....	4
Mynd 8.1	Staðarval samkvæmt matsskýrslu frá árinu 2016	17
Mynd 8.2	Breytt staðsetning eldissvæða Arctic Sea Farm og Fjarðalax í Patreksfirði, við Eyri og Kvígindisdal.....	22
Mynd 8.3	Til vinstri: Tilflutningur sjávar á 15 m dýpi við Kvígindisdal í Patreksfirði. Til hægri: Tilflutningur sjávar á 15 m dýpi við Eyri í Patreksfirði, sjá Viðauka 2.....	25



Mynd 8.4	Breytt staðsetning eldissvæða í Tálknafirði. Eldi Arctic Sea Farm verður staðsett við Hvannadal í stað Akravíkur áður og eldissvæði Fjarðalax lögð af við Sveinseyri og Suðureyri.	28
Mynd 8.5	Vindrósir í Tálknafirði samkvæmt reiknuðu vindafari. Athuga að vindur blæs inn að miðju.31	
Mynd 8.6	Vindur og straumar í Tálknafirði við Hvannadal. Til vinstri: Vindrós (vindátt og vindstyrkur) samkvæmt mælingum á nálægri veðurathugunarstöð (ath. vindur blæs inn að miðju). Í miðju: Tilflutningur sjávar á 5 m dýpi (yfirborðssjór) við Hvannadal. Til hægri: Tilflutningur sjávar á 15 m dýpi við Hvannadal. Veðurmælingar og straummælingar gerðar á tímabilinu 3.7. til 2.8. 2018, sjá Viðauka 3.	32
Mynd 8.7	Straumar í Tálknafirði við Laugardal. Til vinstri: Tilflutningur sjávar á 5 m dýpi (yfirborðssjór). Til hægri: Tilflutningur sjávar á 15 m dýpi. Straummælingar gerðar á tímabilinu 10.3. til 9.4.2016, sjá Viðauka 4.	32
Mynd 8.8	Botndýpi (m) í Tálknafirði. Rammarnir tveir sýna mögulega staðsetningu kvía á eldissvæðinu við Hvannadal. Sjá Viðauka 3.....	33
Mynd 8.9	Nýting strandsvæða í Tálknafirði og Patreksfirði. Mynd úr matsskýrslu.	34

Töfluskrá

Tafla 8.1	Yfirlit yfir niðurstöðu matsskýrslu og Skipulagsstofnunar um umhverfisáhrif 14.500 tonna aukningar á framleiðslu á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði. Skipulagsstofnun notaði vægiseinkunnin „nokkuð neikvæð“ en að öðru leyti sömu vægiseinkunnir og í matsskýrslu.	21
Tafla 8.2	Yfirlit yfir umhverfisþætti sem fjallað var um í mati á umhverfisáhrifum 14.500 tonna aukningar á framleiðslu á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði og niðurstaða matsskýrslu fyrir hvern þátt. Vegna breytingar á framkvæmd í Patreksfirði er greint hvaða umhverfisþætti er þörf á að fjalla um og meta líkleg áhrif breytingar.	23
Tafla 8.3	Yfirlit yfir umhverfisþætti sem fjallað var um í mati á umhverfisáhrifum 14.500 tonna aukningar á framleiðslu á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði og niðurstaða matsskýrslu fyrir hvern þátt. Vegna breytingar á framkvæmd í Tálknafirði er greint hvaða umhverfisþætti er þörf á að fjalla um og meta líkleg áhrif breytingar.	29
Tafla 8.4	Yfirlit yfir niðurstöðu matsskýrslu um umhverfisáhrif 14.500 tonna aukningar á framleiðslu á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði og umhverfisáhrif breyttrar tilhögunar eldis í Patreksfirði og Tálknafirði með tilliti til þeirrar framkvæmdar sem kynnt var í matsskýrslu á sínum tíma.	38



1 Inngangur

Fjarðalax og Arctic Sea Farm standa sameiginlega að endurskoðun hluta mats á umhverfisáhrifum 14.500 tonna framleiðsluaukningar á laxi í sjókvíum í Patreks- og Tálknafirði. Framkvæmdin hefur undangengist mat á umhverfisáhrifum og fyrir liggur matsskýrsla og álit Skipulagsstofnunar frá árinu 2016. Á grundvelli niðurstöðu matsins og álits Skipulagsstofnunar voru gefin út starfs- og rekstrarleyfi í lokaárs 2017 til beggja fyrirtækja. Fjarðalaxi var veitt starfs- og rekstrarleyfi til framleiðslu 10.700 tonna af laxi í sjókvíum í Patreks- og Tálknafirði og Arctic Sea Farm var veitt starfs- og rekstrarleyfi til framleiðslu á 6.800 tonna framleiðslu á laxi í sjókvíum í Patreks- og Tálknafirði. Ákvarðanir Umhverfisstofnunar og Matvælastofnunar um starfs- og rekstrarleyfi voru kærðar til úrskurðarnefndar umhverfis- og auðlindamála (ÚUA) í janúar 2018. Með úrskurðum sínum frá því í september 2018 felldi ÚUA úr gildi starfs- og rekstrarleyfi beggja fyrirtækja á þeim grunni að gera hefði þurfti frekari grein fyrir valkostum áður en unnt sé að taka afstöðu til leyfisumsókna sem fyrirtækjunum voru veittar. Það felur í sér að setja þarf fram viðbót við frummatsskýrslu og kostagreiningu en að öðru leyti stendur áfram matsskýrsla framkvæmdaraðila og álit Skipulagsstofnunar.

Til að bæta úr þeim annmörkum sem ÚUA taldi vera á matsskýrslu leggja Fjarðalax og Arctic Sea Farm hér fram viðbót við frummatsskýrslu og kostagreiningu vegna framkvæmdarinnar, en umfjöllunin miðast við núverandi þekkingu, reynslu og þá eldistækni sem fyrir hendi er í dag. Í skýrslunni er greint frá forsögu framkvæmdar, fjallað um úrskurð ÚUA og þá kosti sem þar eru tilgreindir auk annarra kosta sem rétt þykir að fjalla um. Þessir kostir eru greindir og sýnt fram á raunhæfni þeirra til að bæta úr þeim annmörkum sem ÚUA taldi vera á matsskýrslu. Lagðir eru fram þrjú framkvæmdakostir með tilliti til staðarvals eldissvæða í fjörðunum tveimur og líkleg áhrif þeirra metin.

Fjarðalax og Arctic Sea Farm eru framkvæmdaraðilar og Verkís hefur haft umsjón með gerð skýrslunnar.

1.1 Markmið verkefnisins

Eins og fram kemur í matsskýrslu Fjarðalax og Arctic Sea Farm frá árinu 2016 um 14.500 tonna framleiðsluaukningu á laxi í Patreks- og Tálknafirði þá áforma fyrirtækin að framleiða alls 17.500 tonn af laxi á ári í Patreks- og Tálknafirði.¹ Árleg heildarframleiðsla Fjarðalax verður þá að meðaltali 10.700 tonn og Arctic Sea Farm áformar að meðalársframleiðsla verði 6.800 tonn í fjörðunum tveimur. Sameiginlegur heildarlífmassi í eldiskvíum verður ekki meiri ein 20.000 tonn á hverjum tíma.

Í matsskýrslu kemur fram að fyrirtækin leggja áherslu á umhverfisvænt fiskeldi og er fiskeldi í hefðbundnum sjókvíum sá kostur sem fellur best að þeim áherslum. Fyrirtækin vinna að því að afla sér alþjóðlegrar umhverfissvottunar samkvæmt staðli Aquaculture Stewardship Council (ASC), sem er ein þekktasta umhverfissvottunin þegar kemur að fiskeldi.

Markmið viðbótar við frummatsskýrslu og kostagreiningar er að lagfæra þá ágalla sem ÚUA taldi vera á matsskýrslu fyrirtækjanna frá árinu 2016.

¹ Fjarðalax og Arctic Sea Farm. 2016. Framleiðsla á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði. Aukning um 14.500 tonn í kynslóðaskiptu eldi. Mat á umhverfisáhrifum – matsskýrsla. Skoðað þann 21.01.2019 á <http://www.skipulag.is/media/attachments/Umhverfismat/1156/Sj%C3%B3kv%C3%ADaeldi%20Fjar%C3%B0alax%20og%20Arctic%20Sea%20Farm%20%C3%AD%20Patreksfir%C3%B0i%20og%20T%C3%A1lknafir%C3%B0i-matssk%C3%BDrsla.pdf>



1.2 Viðbót við frummatsskýrslu og kostagreining

1.2.1 Málsmæðferð

Aukin framleiðsla á laxi í sjókvíum í Patreksfirði og Tálknafirði hefur undirgengist mat á umhverfisáhrifum. Fyrir liggur matsskýrsla Fjarðalax og Arctic Sea Farm, dags. 6 maí 2016¹ og álit Skipulagsstofnunar, dags. 23. september 2016.²

Breyting á framkvæmdinni, er varðaði færslu tveggja eldissvæða fyrirtækjanna í Patreksfirði, var tilkynnt til Skipulagsstofnunar á árinu 2018, til ákvörðunar um matsskyldu. Markmið tilfærslunnar var að kvíastæði lægju meira þvert á straumstefnu fjarðarins, en reynsla af eldinu hefur leitt í ljós að það bætir eldisumhverfi og um leið eldiskilyrði og sjúkdómavarnir. Samkvæmt ákvörðun stofnunarinnar frá 11.4.2018 var framkvæmdin ekki háð mati á umhverfisáhrifum.³

Með úrskurði sínum hefur ÚUA felld úr gildi starfs- og rekstrarleyfi fyrirtækjanna og komist að þeirri niðurstöðu að gera þurfi frekari grein fyrir valkostum áður en unnt er að taka afstöðu til leyfisumsókna fyrirtækjanna. Til að svara því er hér sett fram viðbót við frummatsskýrslu og kostagreining en að öðru leyti standa áfram matsskýrsla framkvæmdaraðila og álit Skipulagsstofnunar.

Viðbót við frummatsskýrslu og kostagreining tekur mið af málsmæðferð 12. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000, sem tilgreinir að mæðferð máls skuli vera samkvæmt 8.-11. gr., eftir því sem við á. Þar sem gera þarf frekari grein fyrir valkostum en matsskýrsla og álit standa áfram er ekki tilefni til að fylgja málsmæðferð samkvæmt 8. gr. laganna, þ.e. gerð matsáætlunar. Vegna endurskoðaðs mats er nú lögð fram viðbót við frummatsskýrslu og kostagreining og verður um hana fjallað samkvæmt 9. til 11. gr. laganna um frummatsskýrslu, matsskýrslu og álit Skipulagsstofnunar. Er þetta í samræmi við niðurstöðu Skipulagsstofnunar í umsögn sinni til atvinnu- og nýsköpunarráðuneytisins um umsóknir Arctic Sea Farm og Fjarðalax um rekstrarleyfi til bráðabirgða, dags. 22. október 2018, en þar stendur⁴:

„Nægilegt sé að leggja fram frummatsskýrslu sem hlýtur málsmæðferð samkvæmt 9.-11. gr. laganna. Hvað varðar efni skýrslunnar, þá muni hið endurskoðaða umhverfismat eingöngu beinast að þeim þáttum sem tilgreindir eru í úrskurðum úrskurðarnefndarinnar, þ.e. tilteknum valkostum og mun því ný frummatsskýrsla/matsskýrsla eingöngu beinast að þeim þáttum og eftir atvikum öðrum þeim atriðum sem framkvæmdaraðilar telja tilefni til að gera grein fyrir. Sama á við það álit sem Skipulagsstofnun gefur út í lok þessa ferlis. Að öðru leyti standi áfram matsskýrsla framkvæmdaraðila frá 6. maí 2016 og álit Skipulagsstofnunar frá 23. september 2016.“

1.2.2 Tímaáætlun matsvinnu

Eftirfarandi tímaáætlun er sett fram vegna viðbótar við frummatsskýrslu og kostagreiningar sjókvíaeldis Fjarðalax og Arctic Sea Farm í Patreks- og Tálknafirði.

- Viðbót við frummatsskýrslu og kostagreiningu skilað til Skipulagsstofnunar í janúar 2019.
- Athugun Skipulagsstofnunar lýkur í mars 2019.
- Endanlegri skýrslu skilað til Skipulagsstofnunar í apríl 2019.
- Álit Skipulagsstofnunar birt lok apríl eða í byrjun maí 2019.

² Skipulagsstofnun. 2016. Aukin framleiðsla á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði um 14.500 tonn. Álit um mat á umhverfisáhrifum. Skoðað þann 21.01.2019 á <http://www.skipulag.is/media/attachments/Umhverfismat/1154/201507066.pdf>

³ Skipulagsstofnun. 2018. Breyting á staðsetningu eldissvæða Arctic Sea Farm og Fjarðalax í Patreksfirði. Ákvörðun um matsskyldu. Skoðað 23.01.2019 á http://www.skipulag.is/media/attachments/Umhverfismat/1287/%C3%81kv%C3%B6r%C3%B0un_201803081.pdf

⁴ Skipulagsstofnun. 2018. Umsögn um umsóknir Arctic Sea Farm og Fjarðalax um rekstrarleyfi til bráðabirgða fyrir laxeldi í Patreks- og Tálknafirði. Bréf til atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytis, dags. 22. október 2018.



1.2.3 Uppbygging skýrslunnar

Í skýrslu um viðbót við frummatsskýrslu og kostagreiningu verður fjallað um forsögu framkvæmdar, matsferli og leyfismál, úrskurð ÚUA og þá kosti sem þar eru tilgreindir auk annarra kosta sem ekki er fjallað um þar. Settir eru fram framkvæmdakostir staðarvals og núll kostur og líkleg áhrif þeirra metin. Að lokum er dregin saman niðurstaða viðbótar við frummatsskýrslu og kostagreiningar.

2 Forsaga málsins

2.1 Eldisfyrirtækin

Fyrirtækið Fjarðalax var stofnað árið 2009 og hefur stundað kynslóðaskipt eldi í Patreks- og Tálknafirði frá árinu 2010, en sama ár fékk fyrirtækið rekstrarleyfi fyrir árlegu eldi á 3.000 tonnum af laxi í Patreks- og Tálknafirði með kynslóðaskiptu eldi. Á árinu 2016 fékk Fjarðalax síðan starfs- og rekstrarleyfi til 10.700 tonna laxeldis í Patreks- og Tálknafirði. Fjarðalax sameinaðist síðan Arnarlaxi á árinu 2016 og er dótturfélag Arnarlax. Fjarðalax hefur alið þrjár kynslóðir laxa í Patreks- og Tálknafirði frá því að rekstur sjókvældisins hófst og setti út fjórðu kynslóðina út í Patreksfjörð sumarið 2018. Fjarðalax hefur hafið undirbúning að útsetningu nýrrar kynslóðar í Tálknafjörð sumarið 2019.

Fyrirtækið Arctic Sea Farm var stofnað árið 2007 og hefur stundað sjókvældi í Dýrafirði og Önundarfirði frá árinu 2009. Líkt og Fjarðalax fékk félagið á árinu 2016 starfs- og rekstrarleyfi fyrir 6.800 tonna laxeldi í Patreks- og Tálknafirði. Fyrirtækið hefur enn sem komið er ekki hafið rekstur sjókvældis í Patreks- og Tálknafirði en hefur hafið undirbúning að útsetningu sinnar fyrstu kynslóðar sumarið 2019. Í seiðaeldisstöð Arctic Smolt, systurfyrirtækis Actic Sea Farm, í Tálknafirði eru seiði sem fyrirhugað er að setja þar í sjó næsta vor. Búið er að panta eldisbúnað og annan tækjabúnað sem honum tengist vegna útsetningar seiða í Tálknafjörð sumarið 2019.

2.2 Matsferli 14.500 tonna framleiðsluaukningar í Patreks- og Tálknafirði

Undirbúningur á matsferli Fjarðalax og Arctic Sea Farm hófst árið 2012 og á árinu 2013 tilkynntu fyrirtækin fyrirhugað fiskeldi sitt til Skipulagsstofnunar. Í nóvember 2013 féllst Skipulagsstofnun á ósk beggja fyrirtækja, um að hefja vinnu við matsáætlun fyrirhugaðs fiskeldis í Patreksfirði og Tálknafirði í samræmi við IV. kafla laga um mat á umhverfisáhrifum í stað þess að stofnunin ákvarðaði um matsskyldu framkvæmdarinnar. Á árinu 2014 óskuðu Fjarðalax og Arctic Sea Farm eftir við Skipulagsstofnunar að fyrirtækin fengju að vinna sameiginlega að umhverfismati og féllst Skipulagsstofnun á þá málsmeðferð. Í júní 2014 skiluðu fyrirtækin inn sameiginlegri matsáætlun vegna mats á umhverfisáhrifum 14.500 tonna framleiðsluaukningar í Patreks- og Tálknafirði og unnu matið sameiginlega á árunum 2014-2016. Ákvörðun Skipulagsstofnunar um matsáætlunina var birt þann 3.12.2014. Frummatsskýrsla var lögð fram til Skipulagsstofnunar þann 30.9.2015 og endanlegri matsskýrslu um framleiðsluaukningu á laxi í Patreks- og Tálknafirði um 14.500 tonn var síðan skilað til Skipulagsstofnunar þann 9.5.2016. Álit Skipulagsstofnunar var birt þann 23.9.2016.

2.3 Matsskyldufyrirspurn vegna breytingar á framkvæmd

Í mars 2018 tilkynntu Arctic Sea Farm og Fjarðalax til Skipulagsstofnunar fyrirhugaða breytingu á staðsetningum tveggja eldissvæða fyrirtækjanna í Patreksfirði, við Eyri og Kvíngindisdal, til ákvörðunar um matsskyldu.⁵ Samkvæmt ákvörðun stofnunarinnar var framkvæmdin ekki háð mati á umhverfisáhrifum.⁶

⁵ Akvaplan-niva. 2018. Breytingar á staðsetningu tveggja eldissvæða í Patreksfirði, Vesturbyggð. Bréf til Skipulagsstofnunar, dags. 21.03.2018.

⁶ Skipulagsstofnun. 2018. Breyting á staðsetningu eldissvæða Arctic Sea Farm og Fjarðalax í Patreksfirði. Ákvörðun um matsskyldu, dags. 11.04.2018.

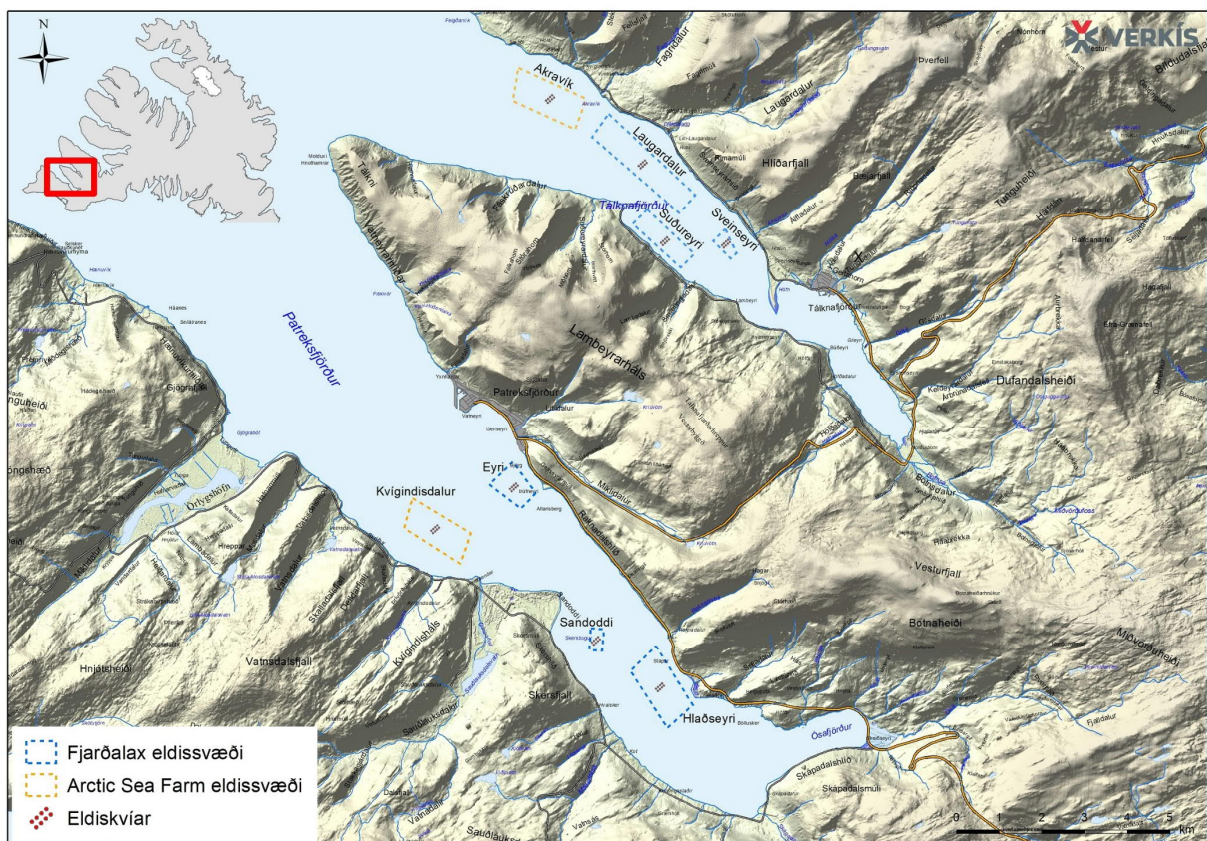


2.4 Leyfismál

Fjarðalax og Arctic Sea Farm sóttu um starfsleyfi og rekstrarleyfi til laxeldis í Patreks- og Tálknafirði í júlí 2016, Fjarðalax vegna 10.700 tonna ársframleiðslu og Arctic Sea Farm vegna 6.800 tonna ársframleiðslu. Í desember 2016 gaf Umhverfisstofnun út starfsleyfi til fyrirtækjanna fyrir framleiðslunni og Matvælastofnun rekstrarleyfi fyrir samsvarandi framleiðslu á árinu 2017.

Samkvæmt leyfunum var Fjarðalaxi heimilt, að framleiða 10.700 tonn af laxi á ári og ala á eldissvæðunum Hlaðseyri, Sandodda og Þúfneyri í Patreksfirði (sjókvíaeldissvæði P) og eldissvæðunum Sveinseyri, Suðureyri og Laugardal í Tálknafirði (sjókvíaeldissvæði T), sjá Mynd 2.1. Miða átti við meðalframleiðslu á þriggja ára tímabili. Samkvæmt rekstrarleyfi var Fjarðalaxi heimilt að framleiða 5.350 tonn af laxi á hverju sjókvíaeldissvæði. Hámarkslífmassi mátti vera 12.200 tonn á hverjum tíma.

Samsvarandi var Arctic Sea Farm heimilt að framleiða 6.800 tonn af laxi á ári og ala á eldissvæðunum við Kvígindisdal í Patreksfirði (sjókvíaeldissvæði P) og Arkavík í Tálknafirði, (sjókvíaeldissvæði T) eða 3.400 tonn á hvoru eldissvæði fyrir sig, sjá Mynd 2.1. Miða átti við meðalframleiðslu á þriggja ára tímabili. Hámarkslífmassi mátti vera 7.800 tonn á hverjum tíma.



Mynd 2.1 Eldissvæði Arctic Sea Farm og Fjarðalax í Patreks- og Tálknafirði samkvæmt starfs- og rekstrarleyfum sem gefin voru út 2016 og 2017.

Ákvörðun um útgáfu starfsleyfis og rekstrarleyfis til handa Fjarðalaxi og Arctic Sea Farm var kærð til ÚUA, með bréfum dags. 14. og 16. janúar 2018. Var þess krafist að ákvarðanirnar yrðu felldar úr gildi.

Þann 25. maí 2018 sóttu Fjarðalax um tímabundna undanþágu frá starfsleyfi til umhverfis- og auðlindaráðuneytis vegna breytingar á eldissvæði við Eyri í Patreksfirði. Ákvörðun Skipulagsstofnunar lá þá fyrir um að breytingin væri ekki háð mati á umhverfisáhrifum, eins og fram hefur komið í kafla 2.3. Þar sem setja þyrfti út seiði í byrjun júní 2018 og áður en auglýsingatími vegna nýs starfsleyfis rynni út óskaði Fjarðalax eftir undanþágu frá starfsleyfi. Umhverfis- og auðlindaráðuneytið veitti Fjarðalax undanþágu frá starfsleyfi þann 5. júní 2018.



Þann 27. september 2018 féllst ÚUA á kröfur kæranda og felldi úr gildi ákvarðanir Matvælastofnunar um veitingu rekstrarleyfis fyrir framleiðslu á laxi í Patreks- og Tálknafirði til Fjarðalax og Arctic Sea Farm. ÚUA felldi einnig úr gildi ákvarðanir Umhverfisstofnunar þann 4. október 2018 um veitingu starfsleyfis til framleiðslunnar.

Í kjölfar úrskurðar ÚUA sóttu Arctic Sea Farm og Fjarðalax þann 10. október 2018 um útgáfu rekstarleyfis til bráðabirgða til atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytis. Tilgangur umsóknarinnar var að skapa svigrúm til að leysa úr málinu fyrir dómstólum eða að bæta úr þeim meintu ágöllum sem ÚUA taldi vera á umhverfismati framkvæmdarinnar.

Þann 5. nóvember 2018 veitti atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytið fyrirtækjunum undanþágu frá rekstrarleyfi og umhverfisráðuneytið undanþágu frá starfsleyfi til bráðabirgða. Leyfin miða að framleiðsluáætlunum fyrirtækjanna á þessu tímabili og samkvæmt leyfunum er Fjarðalaxi heimilt að framleiða 3.400 tonn af laxi, 3.200 tonn á eldissvæði við Eyri í Patreksfirði og 200 tonn á eldissvæði við Laugardal í Tálknafirði. Leyfður hámarkslífmassi er 3.400 tonn. Arctic Sea Farm er heimilt samkvæmt bráðabirgðaleyfum að framleiða 600 tonn af laxi á eldissvæðum fyrirtækisins í Patreks- og Tálknafirði. Gildistími bráðabirgðaleyfanna er 10 mánuðir frá útgáfu þess.

3 Frekari breyting á framkvæmd

Reynsla Fjarðalax af laxeldi í sjókvíum við Hlaðseyri í Patreksfirði og umhverfisvöktun þar hefur ekki staðist væntingar fyrirtækisins.⁷ Eldissvæðið er ekki talið geta borið þá framleiðslu sem áform voru um. Þar sem fyrirtækin leggja áherslu á að stunda sjálfbært laxeldi og lágmarka umhverfisáhrif frá starfsemi þá er ekki gert ráð fyrir að eldi á þeirri staðsetningu verði framhaldið. Fyrirtækin vilja endurskoða staðsetningu eldissvæða innst í firðinum og fyrirhuga að færa þau svæði til í samræmi við áherslubreytingar gagnvart fóðrun, þróun eldisbúnaðar og þá reynslu sem skapast hefur af eldinu. Nánar er fjallað um forsendur fyrrum staðarvals eldissvæða í Patreks- og Tálknafirði í kafla 5.1.1. Áhersla er á að kanna aðrar staðsetningar í Patreksfirði með tilliti til umhverfis- og smítálags og aukinnar velferðar eldisfisks. Fyrirtækin hafa hafið undirbúning að gagnaöflun vegna þeirrar breytingar. En áður en niðurstaða um vænlegar staðsetningar liggur fyrir þarf að gera frekari rannsóknir og mælingar til að staðfesta eiginleika mögulegra staðsetninga og jafnframt greina möguleg umhverfisáhrif s.s. áhrif á ásýnd og aðra nýtingu í firðinum í samvinnu við hagsmunaaðila og viðeigandi stofnanir og sveitarfélög. En að svo stöddu liggur ekki fyrir niðurstaða um heppilegar staðsetningar.

4 Úrskurðir úrskurðarnefndar umhverfis- og auðlindamála

ÚUA hefur fjallað um kærur á starfs- og rekstrarleyfi Arctic Sea Farm og Fjarðalax í Patreks- og Tálknafirði. Alls voru kærur málin fjögur (úrskurðir nr. 3, 4, 5 og 6 /2018) en í öllum málunum var umfjöllun og niðurstaða ÚUA samhljóða.

Í úrskurðum segir að meginágreiningur í kærur málunum lúti að því „hvort byggt verði á fyrirliggjandi mati á umhverfisáhrifum sem kærndur halda fram að sé haldið annmörkum þar sem ekki hafi verið fjallað um valkosti framkvæmdarinnar, s.s. notkun geldfisks, eldi á landi, eldi í lokuðum sjókvíum eða minna sjókvíaeldi.“ Úrskurðarnefndin féllst á sjónarmið kæranda um að mat á umhverfisáhrifum aukinnar framleiðslu á laxi í Patreks- og Tálknafirði hafi verið annmörkum háð og því ekki fullnægjandi undirstaða leyfa til framkvæmdanna. Felldi nefndin úr gildi rekstrar- og starfsleyfi Arctic Sea Farm fyrir 6.800 tonna og Fjarðalax fyrir 10.700 tonna ársframleiðslu á laxi í sjókvíum í Patreks- og Tálknafirði. Hér á eftir verður rakið efnislega á hvaða forsendum nefndin komst að þessari niðurstöðu.

⁷ Gallo, Cristian og Margrét Thorsteinsson. 2017. Vöktun á botndýralíf við fiskeldiskvíar. Hlaðseyri 2016. Lokaskýrsla. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 23-17.



4.1 Málsmeðferð samkvæmt lögum og fordæmi í kærumálum

Í niðurstöðu ÚUA var vísað í markmið laga um mat á umhverfisáhrifum framkvæmda, tilmæli laganna um málsmeðferð og fordæmi í dóma- og úrskurðarframkvæmd. Felur það efnislega í sér eftirfarandi:

- Markmið laga um mat á umhverfisáhrifum framkvæmda er m.a. að draga eins og kostur er úr neikvæðum umhverfisáhrifum framkvæmda.
- Lögin mæli fyrir um ákveðna málsmeðferð, m.a. að ávallt skal gera grein fyrir helstu möguleikum sem til greina koma og umhverfisáhrifum þeirra og bera þá saman.
- Í samræmi við tilskipun Evrópusambandsins 97/11/EB á framkvæmdaraðili að gera grein fyrir helstu möguleikum sem hann hafi kannað og til greina komi, svo sem varðandi tilhögun og staðsetningu. Í skýringum með lagaákvæði um frummatsskýrslu segi að þessi tilmæli tilskipunarinnar séu ein helsta forsendan fyrir því að raunveruleg umhverfisáhrif hinnar fyrirhuguðu framkvæmdar séu metin.
- Í tillögu að matsáætlun skal eftir því sem við á koma fram upplýsingar um mögulega framkvæmdakosti sem til greina komi, m.a. núll kost, þ.e. að aðhafast ekkert, greina frá umfangi og tilhögun annarra kosta og staðsetningu þeirra.
- Í frummatsskýrslu skal, eftir því sem við á, koma fram yfirlit yfir valkosti sem gerð er grein fyrir í skýrslunni, svo sem aðra kosti varðandi tæknilega útfærslu framkvæmdar eða starfsemi, aðra staðarvalkosti eða núll kost. Einnig skuli, eftir því sem við á, koma fram samanburður á umhverfisáhrifum þeirra kosta sem kynntir eru og rökstuðningur fyrir vali framkvæmdaraðila að teknu tilliti til umhverfisáhrifa.
- Í dóma- og úrskurðarframkvæmd hefur verið staðfest að þegar á skorti að fylgt sé lagafyrirmælum um samanburð umhverfisáhrifa valkosta eða þau séu sniðgengin geti eftir atvikum verið um ógildingarannmarka að ræða.

4.2 Mat á umhverfisáhrifum laxeldis í Patreks- og Tálknafirði

Í úrskurðinum er rakin málsmeðferð mats á umhverfisáhrifum aukinnar framleiðslu Fjarðalax og Arctic Sea Farm á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði um 14.500 tonn. Bendir ÚUA efnislega á eftirfarandi atriði varðandi valkosti í mati á umhverfisáhrifum framkvæmdaraðila.

4.2.1 Drög að matsáætlun

ÚUA segir eftirfarandi um drög að matsáætlun:

1. Í drögum að matsáætlun er „*m.a. tilgreint hver staðsetning eldisins verði, framleiðsluáðferð tiunduð, tegundir sem aldar verði og af hvaða stofni, hönnun sjókvía, tilhögun flutninga á seiðum, hvaða fóður sé fyrirhugað að nota o.fl.*“
2. „*Í kafla um umfang og áherslur umhverfismats [í drögum að matsáætlun] segir jafnframt að umhverfisáhrif vegna fiskeldis séu að miklu leyti háð eldisbúnaði, notkun hans og verklagi við framkvæmd og taki framkvæmd og skipulag umhverfismats tillit til þessa.*“
3. Nefndin segir að „*í kafla um gögn [komi fram] að í frummatsskýrslu verði lýsing á grunnástandi umhverfis og jafnframt mat og lýsing á umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar. Verði stuðst við tiltæk rannsóknargögn og nýrra gagna aflað eftir þörfum. Er af lestri matsáætlunar ljóst að tilvitnuð gögn eiga við um þá einu tilhögun framkvæmdar sem framkvæmdaraðili leggur til.*“

4.2.2 Matsskýrsla

ÚUA bendir á að í kafla um valkosti í matsskýrslu segi:

„*Framkvæmdaraðilar setja aðeins fram einn valkost vegna fyrirhugaðrar framkvæmdar. Sjókvíaeldi í Patreks- og Tálknafirði er mikilvægur hlekkur í uppbyggingu sjókvíaeldis Fjarðalax og Arctic Sea Farm, eins og lýst var í kafla 1. Eini raunhæfi möguleikinn á uppbyggingu sjálfbærs og vistvæns sjókvíaeldis á Vestfjörðum er, að mati fyrirtækjanna, kynslóðaskipt eldi með hvíld svæða. Fyrirtækin*



hafa undanfarin misseri unnið greiningarvinnu sem miðar að því að finna heppileg eldissvæði sem uppfylla markmið um rekstraröryggi, umhverfisaðstæður, umhverfisáhrif og samfélagslega þætti. Þetta umhverfismat er hluti af þeirri vinnu.

Eldissvæðin í Patreksfirði og Tálknafirði eru staðsett þannig að þau valdi sem minnstri röskun á annarri starfsemi eða athöfnum, svo sem siglingaleiðum. Jafnframt var staðsetning þeirra ákvörðuð út frá öldufari og hafstraumum til að tryggja bæði rekstraröryggi og tíð sjóskipti. Nú þegar er heimild fyrir 3.000 tonna laxeldi í Patreks- og Tálknafirði. Fyrirhuguð framleiðsluaukning leiðir af sér tilfærslu og stækkun á athafnasvæðum. Til að lágmarka staðbundin umhverfisáhrif er mikilvægt að eldissvæði séu nægjanlega stór til að rúma tilfærslu á staðsetningum eldiskvía innan þeirra.

Með núll kosti verður ekkert af þeim umtalsverða samfélagslega ávinningi sem áður hefur verið lýst. Á hinn bóginn verða ekki neikvæð áhrif á lífríkið og aðra náttúru með þeim valkosti. Ekki er fjallað sérstaklega um áhrif núllkosta í einstökum köflum í umhverfismatsgreiningunni hér að framan.“

Í úrskurði sínum segir ÚUA að í matsskýrslu Fjarðalax og Arctic Sea Farm hafi ekki verið fjallað um aðra valkosti en aðalvalkost framkvæmdaraðila. Því hafi ekki verið gerður neinn samanburður á umhverfisáhrifum mismunandi kosta.

4.2.3 Meintur ágalli á mati á umhverfisáhrifum

ÚUA segir ljóst að framkvæmdaraðili hafi kosið að leggja einungis einn valkost framkvæmdar fram til mats á umhverfisáhrifum og við það hafi Skipulagsstofnun ekki gert athugasemdir. Ekki á neinu stigi málsins hafi verið gerð greining á frekari kostum og umhverfisáhrif þeirra borin saman við umhverfisáhrif aðalvalkosta framkvæmdaraðila. Það er mat ÚUA að þessi málsmeðferð sé ekki í samræmi við lög.

4.3 Niðurstaða úrskurðarnefndar

Efnislega segir í niðurstöðu úrskurðar ÚUA að ekki verði við það unað í mati á umhverfisáhrifum að einungis séu metin umhverfisáhrif eins valkosta. Ekki sé loku fyrir það skotið að einhverjir þeirra valkosta sem kærendur hafi nefnt komi til greina í skilningi laga um mat á umhverfisáhrifum framkvæmda. Geti valkostir t.d. falist í mismunandi staðsetningu, umfangi, tilhögun, tæknilegri útfærslu o.s.frv. Afar ólíklegt sé að ekki finnist a.m.k. einn annar valkostur sem hægt sé að leggja fram til mats svo framarlega sem framkvæmdaraðili sinni þeirri skyldu sinni að gera víðtæka könnun á þeim kostum sem til greina geti komið. Samanburður umhverfisáhrifa fleiri kosta, sem lögbundin krafa sé gerð um, sé í þeim tilgangi að leyfisveitandi geti tekið upplýsta afstöðu að fullrannsökuðu máli til þess að meta hvort eða með hvaða hætti hægt sé að leyfa framkvæmd þannig að skilyrði laga séu uppfyllt.

ÚUA segir að í mati á umhverfisáhrifum laxeldis í sjókvíum í Patreks- og Tálknafirði hafi ekki verið sýnt fram á að enginn annar mögulegur framkvæmdarkostur hafi getað komið til greina í skilningi 2. máls. 1. mgr. 8. gr. (um matsáætlan) og 4. máls. 2. mgr. 9. gr. (um frummatsskýrslu) laga nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum. Það verði að telja verulegan ágalla á matinu að engum öðrum kosti var lýst að öðru leyti en vísað væri til þess að núll kostur hefði engin áhrif í för með sér. Að teknu tilliti til ágallans og markmiða með mati á umhverfisáhrifum gat matsskýrsla Fjarðalax og Arctic Sea Farm og álit Skipulagsstofnunar á henni ekki verið lögmætur grundvöllur fyrir ákvörðun um veitingu leyfa til framkvæmda.

ÚUA segir að samkvæmt stjórnvöldum hafi stjórnvaldi sem veitti hið kærða leyfi (Matvælastofnun vegna rekstrarleyfis og Umhverfisstofnun vegna starfsleyfis) borið skylda til að tryggja að málið væri nægilega upplýst. Í því felist að gæta að því að lögbundið álit Skipulagsstofnunar sé nægilega traustur grundvöllur leyfisveitingar. Í tilfellum hinna kærðu rekstrarleyfa og starfsleyfa Fjarðalax og Arctic Sea Farm taldi ÚUA leyfisveitingarnar háðar slíkum annmörkum að varði ógildingunni starfsleyfisins.

ÚUA felldi úr gildi ákvarðanir Matvælastofnunar um rekstrarleyfi og Umhverfisstofnunar um starfsleyfi til handa Fjarðalaxi og Arctic Sea Farm.



5 Kostir nefndir í úrskurði ÚUA

Í niðurstöðu úrskurða ÚUA segir að ágalli mats á umhverfisáhrifum laxeldisins hafi verið sá að ekki hafi verið metinn annar kostur en aðalvalkostur framkvæmdaraðila. Aðrir kostir hafi ekki verið metnir að öðru leyti en vísað hafi verið til þess að núll kostur hefði engin áhrif í för með sér. Nefndin telur að ekki sé loku fyrir það skotið að einhverjir þeirra valkosta sem kærundur hafi nefnt komi til greina í skilningi laga um mat á umhverfisáhrifum framkvæmda.

Í kærum til úrskurðarnefndarinnar voru tilgreindir eftirtaldir valkostir: Notkun geldfisks (þ.e. ófrjór fiskur), eldi á landi, eldi í lokuðum sjókvíum og minna sjókvíaeldi. Þá telur ÚUA að valkostir geti falist í mismunandi staðsetningu, umfangi, tilhögun og tæknilegri útfærslu.

Hafa verður í huga að mjög mikilvægt er að umfjöllun um kosti við mat á umhverfisáhrifum feli í sér raunverulega valkosti, en þeir ekki settir fram til málamynda. Í eftirfarandi kafla verður fjallað um ofangreinda kosti sem tilgreindir eru í úrskurði ÚUA en til viðbótar einnig um kosti þess að nota aðra laxfiska til sjókvíaeldis og notkun úthafskvía. Fjallað verður um núll kost í kafla 7.

5.1 Mismunandi staðsetning sjókvíaeldis

5.1.1 Staðsetning sjókvíaeldis samkvæmt matsskýrslu

Eins og fram kemur í matsskýrslu frá árinu 2016 var staðsetning eldissvæða í Patreksfirði og Tálknafirði, sem lágu til grundvallar mati á umhverfisáhrifum (aðalvalkostur framkvæmdaraðila), grundvölluð á undangenginni staðarvalsgreiningu. Sú greining var gerð árið 2012 og byggðist á þeim aðferðum sem þá þóttu skynsamlegar, enda voru á þeim tíma engin stjórnvaldsfyrirmæli um hvernig staðarval skyldi unnið. Hér á eftir er gefið yfirlit yfir þau gögn sem lágu fyrir þegar staðarvalsgreiningin fór fram:

- Árið 2002 voru gerðar umhverfissóknir til að meta skilyrði í fjörðunum til fiskeldis. Einnig gerði Hafrannsóknastofnun grunnrannsóknir í Patreksfirði og Tálknafirði á árunum 2008-2010, í samstarfi við framkvæmdaraðila og Atvinnuþróunarfélag Vestfjarða. Í þeim voru m.a. kortlagðar árstímabreytingar í næringarefnum, svifþörungum, lagskiptingu sjávar og botndýralífi auk rannsókna á hafstraumum.⁸
- Landhelgisgæslan og Veðurstofa Íslands hafa reglubundið eftirlit með hafísmyndun við strendur landsins. Einnig hafa Veðurstofa Íslands og Hafrannsóknastofnun vaktað myndun lagnaðarís í Tálknafirði.⁹
- Veðurgögn frá Bjargtöngum í fórum Veðurstofu Íslands. Reynsla heimamanna af öldufari, veðri og vindum í Patreksfirði og Tálknafirði.
- Þekking heimamanna á siglingaleiðum, veiðisvæðum og mögulegum minjasvæðum í Patreksfirði og Tálknafirði.

Forsendur fyrir vali á staðsetningum eldissvæða í Patreksfirði og Tálknafirði, þ.e. aðalvalkosti framkvæmdaraðila, miðuðust m.a. við að eldissvæði væri staðsett þar sem sjávardýpi var nægjanlegt og að þar væru fyrir hendi hafstraumar sem tryggðu endurnýjun sjávar og gott súrefnisflæði að svæðunum. Svæðin voru einnig valin með tilliti til veðráttu, ölduhæðar, lagnaðaríss, siglingaleiða, veiðisvæða og mögulegra minjasvæða. Horft var til fjarlægðar milli eldissvæða og aðgengis að þeim.

Á þessum tíma voru áherslur Fjarðalax og Arctic Sea Farm mismunandi þegar kom að fóðrun eldisfisksins. Arctic Sea Farm gerði ráð fyrir að fóðra eldisfisk frá fóðurþrómmum á sjó en Fjarðalax að fóðra eldisfisk frá fóðurstöðvum í landi. Því þurfti staðarval Fjarðalax að uppfylla það skilyrði að vera nærri landi með mögulegu aðgengi að rafmagni þar. Við val á hentugri staðsetningu var horft til ölduhæðar, staðsetningu fóðurstöðvar, aðgangi að rafmagni í landi og möguleika á að tengja sjókvíar við rafmagn, auk umhverfisaðstæðna við og undir sjókvíum. Kostnaður vegna fóðrunar úr landi var

⁸ Sjá kafla 2.3.3.5 og viðauka 6 í matsskýrslu Arctic Sea Farm og Fjarðalax.

⁹ Sjá kafla 2.3.3.4 í matsskýrslu Arctic Sea Farm og Fjarðalax.



áætlaður minni en með fódrun frá fódurprömmum á sjó. Á þeim tíma töldu forsvarsmenn Fjarðalax að fódrun frá landi væri heilt yfir betri kostur en að fódra frá sjó, en síðan þá hefur þessi tækni þróast.

Búnaðurinn sem Fjarðalax notaði hafði takmarkaða burði til að þola mikið umhverfisálag og einnig þurfti að koma búnaði, starfsfólki og fódri að fódurstöðvunum. Auk þess þurfti að knýja dælu, stjórn- og ljósabúnað með rafmagni. Þetta skýrir að hluta ástæðu þess að eldissvæði Fjarðalax eru innar í fjörðunum þar sem ölduhæð er minni, aðgengi yfirleitt betra og möguleikar voru á að tengjast rafmagni.

Arctic Fish hugðist notast við fódurpramma og miðaði staðsetningar kvíastæða sinna út frá þeirri tækni og eldisbúnaði, sem á þeim tíma miðuðu við að þola ákveðið álag og voru því staðsett eins utarlega í fjörðum og talið var mögulegt. Einnig var haft í huga að súrefnisflæði væri sem best og að straumar væru góðir, en samt ekki meiri en tækjabúnaður þess tíma þoldi. Við greiningu á hentugri staðsetningu eldissvæða í fjörðunum nýttist staðkunnug þekking starfsmanna innan fyrirtækjanna, sem skipstjórnarmenn og sjómenn með langa reynslu af sjósókn á þessu svæði. Einnig höfðu starfsmenn óformlegt samráð við íbúa og kollega á svæðinu. Reynsla og kunnátta þessara aðila, niðurstöður ofangreindra rannsókna og tiltæk opinber gögn, réðu niðurstöðu staðarvals sem kynnt var sem framkvæmdakostur í matsskýrslu árið 2016, sjá kafla 3.1 í matsskýrslu.

5.1.2 Möguleikar á öðrum staðsetningum sjókvíaeldis

ÚUA nefnir í úrskurði sínum að valkostir sem fjalla hefði mátt um í matsskýrslu geti falist í mismunandi staðsetningu eldissvæða. Hér að framan hefur verið fjallað um greiningu á hentugum eldissvæðum í Patreksfirði og Tálknafirði sem gerð var á sínum tíma og leiddi til þeirrar staðsetningar eldissvæða í fjörðunum sem kynnt var sem framkvæmdakostur í matsskýrslu. Með tilliti til fyrirliggjandi grunnrannsókna á svæðinu og þekkingu heimamanna á vindafari, öldufari, lagnaðaris, siglingaleiðum og veiðisvæðum í fjörðunum þóttu aðrir staðsetningarkostir ekki vera raunhæfir á þeim tíma. En einnig vegna þess að áform um fódrun eldisfisks frá fódurstöðvum í landi takmarkaði val á raunhæfum staðsetningum eldissvæða, enda þurftu sjókvíar að vera nærri fódurstöðvum í landi, þar sem rafmagn var aðgengilegt.

Hér hefur verið rakið af hverju einn kostur á útfærslu staðsetninga eldissvæða í Patreksfirði og Tálknafirði var lagður fram til mats á umhverfisáhrifum á sínum tíma og hvers vegna aðrar staðsetningar voru ekki taldar raunhæfar, en í matsskýrslu hefði mátt gera grein fyrir þeirri niðurstöðu. Úr því hefur nú verið bætt.

5.2 Umfang framleiðslu

ÚUA nefnir í úrskurði sínum að valkostir sem fjalla hefði mátt um í matsskýrslu geti falist í mismunandi umfangi framkvæmdar. Fiskeldi í sjó er starfsemi sem þarf að fela í sér mikla hagkvæmni þar sem fjárfestingar á sama eldissvæði krefjast hlutfallslega minni fjárfestingar eftir því sem stærð eldisins verður meira. Það er því hagkvæmast fyrir eldisfyrirtæki að hámarka framleiðslu á hverju eldissvæði í samræmi við það burðarþol sem viðkomandi svæði hefur.

Það tekur tíma að byggja upp fiskeldi til þess að ná að fullnýta burðarþol fjarða/fjarðar en jafnframt er fjárhagslegur ávinningur að ná því marki sem fyrst. Reynslan hefur kennt báðum fyrirtækjunum, Arctic Sea Farm og Fjarðalaxi, að byggja eldið upp í áföngum í átt að fullu burðarþoli. Niðurstöður vöktunar og árangur eldisins ráða því hvernig framvinda uppbyggingarinnar verður. Í varúðarskyni er miðað við að full nýting á burðarþoli verði ekki fyrr en jákvæð reynsla hefur skapast af eldi fyrsta árgangs á viðkomandi eldissvæði.

Umfang eldis er nátengt arðbærni þess og það eru því hagkvæmnissjónarmið sem ráða því að sótt var um allt að 17.500 tonna ársframleiðslu og fulla nýtingu burðarþols til framtíðar. Miðað við markmið fjárfestingar til framkvæmdarinnar þótti óraunhæft að gera ráð fyrir minna umfangi. Í matsskýrslu hefði mátt gera grein fyrir þessum forsendum. Úr því hefur nú verið bætt.



5.3 Aðrar eldisaðferðir

Í eftirfarandi kafla er fjallað um aðra kosti í eldi en hefðbundið eldi í sjókvíum. Umfjöllunin byggir að mestu leyti á álitni sérfræðings í fiskeldi hjá Háskólanum á Hólum um valkosti í laxeldi í Patreks- og Tálknafirði, sjá Viðauka 1.¹⁰ Í álitinu eru bornir saman möguleikar laxeldis í hefðbundnum eldiskvíum, úthafskvíum, lokuðum kvíum og landeldi á sunnanverðum Vestfjörðum. Einnig er fjallað um kosti eldis á ófrjóum laxi (þrílitna) í sjó.

5.3.1 Ófrjór eldislax

Með því að nota ófrjóan lax í eldi er að mestu hægt að koma í veg fyrir erfðablöndun eldislaxa við villta stofna laxfiska.¹⁰ Í dag er fjölföldun litninga talin vera ein besta leiðin til þess að búa til ófrjóa einstaklinga.¹¹ Algengast er að lax sé gerður ófrjór með þrýstímeðhöndlun hrognna strax eftir frjóvgun en einnig er hægt er að beita öðrum aðferðum eins og með hitasjokki eða með því að æxla saman tví- og fjórlitna einstaklingum. Með þessum aðgerðum fá frjóvguð hrogn auka litningasett frá hrygnunni og verða það sem kallað er þrílitna, en þeir fiskar sem eru ómeðhöndlaðir eru tvílitna. Fiskur sem er þrílitna telst ekki erfðabreyttur þó hann hafi eitt aukasett af litningi þar sem ekki hefur verið bætt við utanaðkomandi genum í erfðamengi fiskins, enda kemur þrílitnun fyrir hjá lífverum í náttúrunni. Ófrjór, þrílitna fiskur hefur nokkuð verið notaður í eldi á regnbogasílungi en ekki nema að litlu leyti í laxeldi.

Rannsóknir benda til þess að ófrjór þrílitna fiskur sé viðkvæmari fyrir sjúkdómum og umhverfisaðstæðum og að afföll geti verið meiri en hjá frjóum tvílitna eldisfiski. Einnig virðist hryggskekkja og aðrir vaxtargallar vera algengari meðal ófrjórra eldisfiska og sérstaklega eru gallar á hjarta algengari hjá ófrjóum þrílitna laxi en frjóum tvílitna eldislaxi. Þá er aukin tíðni vansköpunar á kviðpoka- og smáseiðastigi enn rannsóknarefni. Þannig getur meðhöndlun hrognna til framleiðslu á þrílitna laxaseiðum haft áhrif á eðlilega þroskun, viðgang og velferð fisksins.

Samspil næringar og umhverfis er enn á rannsóknarstigi fyrir ófrjóan þrílitna lax. Rannsóknir benda til þess að vöxtur ófrjós fisks sé ekki eins góður og vöxtur frjórra fiska, einkum á síðari stigum eldisferilsins og dæmi er um það að hrognafuramleiðandi upplýsi að búast megi við 10% minni lokaþyngd hjá ófrjóum laxi, en frjóum laxi eftir sama tíma í eldi. Hins vegar eru líka til rannsóknir sem benda til þess að vöxtur ófrjórra fiska geti verið a.m.k. jafn góður og frjórra laxa í eldi.

Svo virðist sem kjörhiti til vaxtar ófrjórra laxa sé lægri en hjá frjóum fiski, sem bendir til að ófrjór fiskur gæti hentað vel í eldi við íslenskar aðstæður. Um þessar mundir eru í gangi rannsóknir með þátttöku fiskeldisfyrirtækja á Íslandi, Hafrannsóknastofnunar og Háskólans á Hólum þar sem gera á samanburð á vexti og afkomu þrílitna og tvílitna laxa í eldi við Ísland. Niðurstöður munu fást á næstu árum og munu veita mikilvægar upplýsingar um hversu vel þrílitna lax hentar í eldi í sjó hér við land. Stofnfiskur hefur hafið framleiðslu á ófrjóum hrognum og er Fiskeldi Austfjarða hf. komið með um 250.000 seiði af þrílitna fiski, sem fyrirtækið stefnir að setja í sjó næsta vor.¹²

Reynsla af eldi á ófrjóum þrílitna laxi bendir fremur til að hann sé síður heppilegur til eldis en ómeðhöndlaður fiskur, bæði hvað varðar vöxt og lífslíkur. Reynsla af eldi á ófrjóum þrílitna laxi hér við land er enn sem komið er mjög lítil. Enn eru ýmiskonar vandamál óleyst við eldi á ófrjóum þrílitna laxi, allt frá meðferð hrognna, frumfóðrun seiða, seltuþol fisksins og vöxt fram að sláturstærð. Þess vegna verður ekki séð að notkun á ófrjóum þrílitna laxi til eldis geti talist sambærilegur valkostur á þessum tíma og eldi á frjóum laxi.

¹⁰ Helgi Þór Thorarensen. 2018. Sérfræðiálit um valkosti í laxeldi í Patreks- og Tálknafirði. Greinargerð.

¹¹ Guðrún Marteinsdóttir, Heiðrún Guðmundsdóttir, Sigurður Guðjónsson, Anna K. Daniélsdóttir, Þóroddur F. Þóroddsson og Leo Guðmundsson. 2007. Áhrif eldis á umhverfi og villta stofna. Háskóli Íslands, Umhverfisstofnun, Veiðimálastofnun, Hafrannsóknastofnun og Skipulagsstofnun. Lokaskýrsla vegna AVS-verkefnisins.

¹² Fiskeldi Austfjarða hf. 2018. Samanburður valkosta í tengslum við matsskýrslu vegna 20.800 tonna eldis í Beru- og Fáskrúðsfirði. Mat á umhverfisáhrifum. Skoðað á vef Umhverfisstofnunar þann 25.1.2018: <https://www.ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/i-auglysingu/2018/Vi%C3%B0b%C3%B3t%20um%20valkosti.pdf>



Til viðbótar við aðferðir með fjölföldun litninga eru einnig aðrar aðferðir í þróun til að hindra kynþroska hjá eldisfiski. Þar má nefna þróun bóluafnis, samanber þróunarverkefnið SALMONSTERILE sem unnið er hjá Norsku Hafrannsóknastofnuninni.^{13,14}

Bíða verður niðurstöðu rannsókna og reynslu af tilraunaeldi á ófrjóum þrílitna laxi á næstu árum áður en hægt verður að svara hvort slíkt eldi sé raunhæfur og sambærilegur valkostur við eldi á frjóum eldislaxi.

5.3.2 Lokaðar eldiskvíar

Eldi með lokuðum eldiskvíum er eldisaðferð sem er enn á rannsókna- og þróunarstigi. Hér er um að ræða nánast fljótandi eldisker sem eðli málsins samkvæmt gefa ekki mikið eftir við straumum eða veðri og verða því að vera staðsettar í góðu skjóli. Ýmsar útfærslur af slíkum eldiskvíum liggja fyrir, en til eru bæði sveigjanlegar kvíar, sem eru nokkurs konar lokaðir pokar eða stífar kvíar sem eru nánast fljótandi eldisker. Sveigjanlegu pokana er einungis hægt að nota þar sem er gott skjól, en ekki þar sem straumar eru miklir eða veður eru erfið.

Tilraunir á lokuðum eldiskerfum eru komnar lengst í Noregi. Slík kerfi eru venjulega staðsett innan skerjagarða þar sem dýpi er mikið, yfirleitt meira en 40 m, þannig að hægt sé að dæla djúpsjó inn í lokuðu kerfin. Margar útgáfur eru til af lokuðum eldiskerfum, en þau sem eru að fullu lokuð krefjast þess að öllum sjó sé dælt inn í kerfið, oftast súrefnisbættur og að öllum lífrænum úrgangi sé safnað saman og fluttur burt frá eldissvæði.

Einnig eru til ýmsar útfærslur á hálf lokuðum kerfum þar sem hluti af lífrænum úrgangi fellur út í umhverfið líkt og t.d. er greint frá í matsáætlun Akvafuture fyrir Eyjafjörð þar sem áætlað er að yfir þriðjungur lífræns úrgangs fari út í umhverfið.¹⁵ Slík kerfi hafa auðvitað áhrif á viðtakann sem og mögulega smithættu við umhverfið. Það er þó sammerkt með þessum hálf lokuðu kerfum að þau krefjast að dýpi sé gott á eldisstað og oft er miðað við að það sé yfir 30-40 m. Þó svo að hálf lokuð kerfi geti venjulega þolað meiri ölduhæð en algerlega lokuð kerfi þá er með núverandi tækni og í samræmi við búnaðarstaðla NS9415 ekki til kerfi sem þola meira en 1,5-2 m ölduhæð. Í Patreks- og Tálknafiðri er varla hægt að finna slík svæði og sannarlega ekki þar sem dýpi er meira en 30 metrar.

Dæla þarf sjó í kvíar og hafa aðgang að raforku á hverjum stað. Lokað kerfi krefst dælingar á sjó, íblöndun súrefnis og upptöku á lífrænum úrgangi sem fellur til. Vatni eða sjó þarf að dæla af 20-30 m dýpi, neðan lúsabeltis. Vatnshiti mun því ekki ná yfirborðsvatnshita sumarsins og því verður meðalhiti innan ársins heldur lægri en í hefðbundinni sjókví og það hefur neikvæð áhrif á vaxtarhraða eldisfisksins. Niðurstöður tilrauna í Noregi hafa leitt í ljós að hægt er að koma í veg fyrir lúsasmit í lokuðum eldiskvíum.¹⁶ Það liggur hins vegar ekki fyrir hvernig verður að reka slíkar eldiskvíar í fjörðum hér við land.

Áætlað er að eldiskostnaður sé um 23% hærri en í kvíaeldi. Hins vegar liggja ekki fyrir upplýsingar um stofn- og rekstrarkostnað sem byggja á beinni reynslu né um vöxt eldisfisks. Þessi eldisaðferð er enn á þróunarstigi og getur ekki talist kostur á sama hátt og landeldi og sjókvíaeldi þar sem forsendur rekstrar liggja fyrir og tækni er þekkt. Auk þess samræmist slík eldistækni ekki þeim markmiðum Arctic Sea Farm og Fjarðalax að stunda fiskeldi í samræmi við ASC staðalinn. Forsendur núverandi eldistækni lokaðra sjókvía gera ráð fyrir mjög skjólgóðum svæðum með mikið dýpi (yfir 30 m), en ljóst er að slík svæði er ekki að finna í Patreks- og Tálknafirði.

¹³ Ragnar Jóhannsson, Sigurður Guðjónsson, Agnar Steinarrson og Jón Hlöðver Friðriksson. 2017. Áhættumat vegna mögulegrar erfðablöndunar milli eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi. Haf- og Vatnarrannsóknir, HV 2017-027.

¹⁴ Vargelius, A. og Edvardsen, R.B. 2015. Endrer laksegener for å få steril fisk. Havforskningsrapporten 2015 Ressurser, miljø og akvakultur på kysten og i havet. Fisken og havet, særnummer 1-2015:18-19.

¹⁵ Akvafuture ehf. 2018. Laxeldi í lokuðum sjókvíum í Eyjafirði. Tillaga að matsáætlun fyrir allt að 20.000 tonna framleiðslu.

¹⁶ Nilsen A, Nielsen KV, Biering E, Berheim A. 2017. Effective protection against sea lice during the production of Atlantic salmon in floating enclosures. Aquaculture. 2017;466: 41–50.



5.3.3 Landeldi

Á Íslandi er til staðar nokkuð löng reynsla af landeldi bæði á laxi og bleikju. Í dag er framleiðsla á laxi í landeldi upp í markaðsstærð um 1.500 – 2.000 tonn og gert er ráð fyrir að sú framleiðsla muni aukast eitthvað á næstu árum.¹⁷ Silfurstjarnan í Öxarfirði stefnir að tvöföldun sinnar stöðvar og Matorka í Grindavík er með áform um aukningu úr 3.000 tonnum í 6.000 tonn vegna framleiðslu á laxi og bleikju í landeldi. Þessi eldisaðferð hefur ýmsa kosti fram yfir sjókvíaeldið eins og að hægt er að viðhalda kjörskilyrðum til vaxtar. Einnig er hægt að minnka hættu á smiti laxalúsar með því að taka sjó á nægilegu dýpi eða meðhöndla inntaksvatn sérstaklega. Á móti kemur að vatnsstreymi þarf að vera nægilegt til tryggja að eldisfiskur fái fullnægjandi súrefni. Eldisfiskar losa bæði koldíoxíð (CO₂) og ammoníak (NH₃) út í vatnið, en of hár styrkur þessara efna getur dregið úr vexti eldisfisks og jafnvel valdið dauða. Í flestum landeldisstöðvum hér á landi eru svokölluð gegnumstreymiskerfi þar sem hluti vatnsins er endurnýttur og hægt er að fjarlægja NH₃ með lífhreinsun. Afföll geti verið minni í landeldi en sjókvíaeldi en vissulega geta sjúkdómar líka komið þar upp.

Í landeldisstöðvum á Íslandi er vatnsnotkun um 26 L fyrir hvert kg af laxi sem framleitt er. Til að ala 17.500 tonn af laxi þyrfti um 10-15 m³/s af 10°C heitu vatni. Sú orka sem þyrfti til að dæla vatni er meiri en helmingur af raforkuframleiðslu Mjólkárirkjunar auk þess að raforkuflutningskerfi á Vestfjörðum myndi ekki anna slíkri orkuþörf.

Stofnkostnaður vegna gegnumstreymiskerfis í landeldi er mun hærri en í hefðbundnu kvíaeldi og til að reka slíkar stöðvar þarf umtalsverða orku, bæði rafmagn til dælingar og súrefnisframleiðslu. Eins þarf jarðvarma til þess að kjöreldishiti geti verið sem næst 8-12°C. Í nýlegri skýrslu frá Noregi er borinn saman kostnaður við mismunandi aðferðir í laxeldi.¹⁸ Þar kemur fram að áætluð heildarorkuþörf í gegnumstreymiskerfi í landeldi er 6-9 kw á kg framleitt. Ef miðað er við þær forsendur þyrfti alla orku Mjólkárirkjunar til eldisins, en gert er ráð fyrir að raforka yrði einnig notuð til upphitunar. Til að hita sjó í kjöreldishita þarf umtalsvert magn af heitu vatni og rannsóknir ÍSOR benda til að ekki sé nægur jarðhiti á Vestfjörðum til að anna slíkri þörf.¹⁹ Landeldi er fýsilegur kostur á svæðum þar sem gott aðgengi er að jarðhita.

Forsendur til þess að stunda landeldi á laxi á sunnanverðum Vestfjörðum eru ekki fyrir hendi þar sem hvorki er nægilegt rafmagn né jarðhiti fyrir hendi á sunnanverðum Vestfjörðum til að framleiða 17.500 tonn af laxi. Auk þess væri slíkur kostur ekki í samræmi við umhverfisvæna eldisafurðaframleiðslu sem fyrirtækin eru að vinna að og landeldi er í raun önnur framkvæmd með allt annan viðtaka en sjóeldi.

Hér hefur verið rakið hvers vegna ofangreindar eldisaðferðir, aðrar en hefðbundið eldi í sjókvíum, samrýmast ekki markmiðum framkvæmdarinnar. Um þær var ekki fjallað í matsskýrslu frá árinu 2016, en úr því hefur nú verið bætt.

6 Aðrir kostir en tilgreindir eru í úrskurðum ÚUA

6.1 Aðrar eldisaðferðir

6.1.1 Úthafskvíar

Í dag er sjókvíaeldi á Íslandi einungis stundað í fjörðum þar sem nægilegt skjól er fyrir úthafsöldu.²⁰ Við suðurströnd landsins er hitastig hærra en á Vestfjörðum og Austfjörðum en þar væri eldi með úthafskvíum útilokað vegna skjólleysis. Í Noregi hefur verið gerð tilraun með sjókví fyrir lax sem á að

¹⁸ Bjørndal T, Holte E.A, Hilmarsen Ø, Tusvik A. 2018. Analyse av lukka opprett av laks – Landbasert og i sjø: Produksjon, økonomi og risiko Sluttrapport FHF Prosjekt 901442. Trondheim.

¹⁹ Ásmundsson, R.K, Þorsteinsson E. 2010. Tækifæri til varmavirkjunar á Vestfjörðum : varmadætur og samnýting varma. Reykjavík; 2010. ISOR-2010-045.

²⁰ Helgi Þór Thorarensen. 2018. Sérfræðiálit um valkosti í laxeldi í Patreks- og Tálknafirði. Greinargerð.



standast úthafsöldur.²¹ Ef slíkar tilraunir gefa góða raun gæti skapast tækifæri til fiskeldis við suðurströndina og þá fjarri laxveiðiám. Þessi eldisaðferð er enn á rannsókn- og þróunarstigi og getur þar að leiðandi ekki talist raunhæfur kostur fyrir laxeldi á Vestfjörðum. Þar fyrir utan væri ólíklegt að slíkum kvíum yrði komið fyrir á Vestfjörðum heldur yrði líklega horft til svæða þar sem hitaskilyrði eru ákjósanlegri til laxeldis.

6.2 Aðrar tegundir laxfiska

Arctic Sea Farm hefur reynslu af eldi á regnbogasilungi og það skal ekki útilokað að slíkt eldi gæti verið raunhæfur kostur ef breytingar verða í umhverfi og/eða á markaðsaðstæðum. Samkvæmt reynslu fyrirtækisins henta umhverfisaðstæður hér á Íslandi betur kuldaþolnari laxfiskum af Saga stofni en þeim stofni regnbogasilungs sem Matvælastofnun hefur leyft innflutning fyrir. Einnig eru markaðsaðstæður þannig að bæði verð sem og stöðuleiki í eftirspurn gerir eldi á laxi betri kost en eldi á regnbogasilungi í dag.

7 Núll kostur

Í matsskýrslu Arctic Sea Farm og Fjarðalax vegna aukinnar framleiðslu á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði frá 2016 kom fram að með núll kosti yrði ekkert af þeim umtalsverða samfélagslega ávinningi sem fjallað var um í mati á umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar, en á hinn bóginn yrðu ekki neikvæð áhrif á lífríkið og aðra náttúru. ÚUA telur þetta ófullnægjandi þar sem ekki sé fjallað sérstaklega um áhrif núll kosts í einstökum köflum í mati á umhverfisáhrifum.

Núll kostur er að ekki verði framhald á rekstri eldisfyrirtækjanna Arctic Sea Farm og Fjarðalax í Patreksfirði og Tálknafirði. Í eftirfarandi umfjöllun verður gerð grein fyrir líklegri þróun umhverfisþáttar ef starfsemi í laxeldi hættir miðað við upplýsingar um grunnástand eins og lýst var í matsskýrslu. Varðandi hagræn og félagsleg áhrif framkvæmdarinnar er einnig stuðst við nýjar upplýsingar frá Byggðastofnun.

7.1 Eðliseiginleikar sjávar

Grunnupplýsingar sýna að eðlisþættir sjávar og plöntusvif í Patreksfirði og Tálknafirði fylgja hefðbundnum árstíðaferlum eins og þeim hefur verið lýst í öðrum fjörðum landsins. Í mati á umhverfisáhrifum voru áhrif á eðlisþætti sjávar og plöntusvif í firðinum metin óveruleg og afturkræf ef starfsemi yrði hætt. Sama niðurstaða á við nú ef starfseminni verður ekki framhaldið.

7.2 Botndýralíf

Reynslan af núverandi eldi sýnir að uppsöfnun lífrænna leyfa takmarkast við setbotn í nágrenni eldiskvía og sýnir vöktun að áhrif geta verið talsvert neikvæð við eldiskvíar. Í mati á umhverfisáhrifum voru áhrif aukinnar framleiðslu metin talsvert neikvæð, þau verði staðbundin og afturkræf. Ef ekki verður framhald á rekstri eldisfyrirtækjanna er líklegt að botndýralíf á eldisstað þróist til upprunalegs ástands. Niðurfelling starfseminnar mun því líklega hafa **talsvert jákvæð** áhrif á botndýralíf undir eldissvæðum í fjörðunum.

7.3 Villtir stofnar laxfiska

7.3.1 Fisksjúkdómar og laxalús

Í matsskýrslu segir að fisksjúkdómar sem komið hafi upp í íslensku sjókvíaeldi séu af völdum baktería, en veirusjúkdómar séu óþekktir. Eldisfiskur sé bólusettur gegn bakteríusjúkdómum öðrum en nýrnaveiki, reglulega sé skimað fyrir nýrnaveikismiti og sýni af eldisfiski send reglulega til greiningar

²¹ Eiriksson T, Moodley Leon, Helgason GV, Lilliendahl K, Halldórsson HP, Bamber S, et al. 2017. Estimate of organic load from aquaculture - a way to increased sustainability. Reykjavík; 2017. doi:10.13140/RG.2.2.14202.29123.



sem liður í vöktun á smiti í eldisfiski. Í mati á umhverfisáhrifum var framkvæmdin talin valda óverulegum áhrifum sjúkdóma hjá villtum laxfiskum.

Í matsskýrslu kemur fram að sjóbirtingur veiðist á ósasvæði Botnsár í Ósafirði inn af Patreksfirði og í Sauðlauksdalsá í Patreksfirði, en undantekning sé að lax veiðist í veiðivatni í Patreksfirði. Í Tálknafirði veiðist sjóbirtingur helst í Botnsá og einstaka lax einnig, en í ánni eru búsvæði fyrir slíka fiska. Í rannsókn á umfangi lúsasmits meðal villtra laxfiska í Patreksfirði og Tálknafirði hafi sjóbirtingar verið með að meðaltali 1,6 lús/fisk og bleikja 0,3 lús/fisk. Fylgst hefur verið með laxalús á eldisfiski í Patreksfirði og Tálknafirði og var smit fiska eftir 17 til 24 mánuði í eldi mest um 0,1 lús/fisk. Fram kemur að samkvæmt rannsóknum í Noregi þurfi minnst 11 laxalýs á gönguseiði til að valda þeim alvarlegum skaða og jafnvel dauða. Í mati á umhverfisáhrifum var framkvæmdin talin valda óverulegum áhrifum laxalúsar á villta laxfiska.

Bakterían sem veldur nýrnaveiki er útbreidd á meðal laxfiska í náttúrunni og laxalús er sníkjudýr sem lifir í sjó og leggst á villta laxfiska. Ef eldisstarfsemi hættir verður slíkt ástand eftir sem áður viðvarandi. Með því að fjarlægja eldisfisk úr fjörðunum mun ekki lengur vera hætt á að smit magnist á eldissvæðum og berist þaðan með tilheyrandi hættu fyrir villta laxfiska. Gera má ráð fyrir að niðurfelling starfseminnar muni því hafa **nokkuð jákvæð** áhrif á villta laxfiska með tilliti til sjúkdóma og laxalúsar.

7.3.2 Erfðablöndun

Í matsskýrslu kemur fram að eldissvæði í Patreksfirði og Tálknafirði séu í meira en 100 km fjarlægð frá laxveiðiám, en minni laxveiðiár séu í 50 til 100 km fjarlægð, innst í Ísafjarðardjúpi og á Barðaströnd. Laxveiði í ám á Vestfjörðum sé breytilegri en almennt gerist í öðrum landshlutum, sem bendi til þess að umhverfisskilyrði í hafi ráði miklu um stofnstærð. Þá segir í matsskýrslu að þekkt sé að lax veiðist í Sunndalsá í Arnarfirði og Botnsá í Tálknafirði. Fram kemur að lax hrygni í Botnsá og þremur ám í Arnarfirði (Dufansdalsá, Sunndalsá og Hofsa), en lax hrygni ekki í ám í Patreksfirði. Líklegt sé að hrygning laxa sé nýtilkomin á þessu svæði. Út frá aldri laxaseiða eru leiddar líkur að því að þau verði ekki rakin til hrygningar stökulaxa í viðkomandi ám. Fram kemur að eldislax slapp úr kvíum Fjarðalax í Patreksfirði um vetur árið 2013 og sumarið eftir veiddust laxar við ósa áa í firðinum. Staðfest hefur verið að það var eldisfiskur og líklegt talið að hann hafi komið úr framangreindri slyasleppingu. Enginn eldislax hafi veiðst utan Patreksfjarðar. Í mati á umhverfisáhrifum var framkvæmdin talin valda óverulegum áhrifum á erfðir villtra laxfiska.

Hafrannsóknastofnun hefur metið áhættu vegna mögulegrar erfðablöndunar milli eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi. Telur stofnunin ásætlanlegt að leyfa 50.000 tonn af laxi á Vestfjörðum, sem m.a. felur í sér heimilað laxeldi í Patreksfirði og Tálknafirði. Helsta ástæðan fyrir því er sú að eldissvæðin eru í mikilli fjarlægð frá helstu laxveiðiám og laxeldi er bannað á mjög stórum hluta strandlengju Íslands. Með þetta í huga má gera ráð fyrir að neikvæð áhrif laxeldis Arctic Sea Farm og Fjarðalax hafi fram til þessa verið óveruleg á laxastofna í helstu laxveiðiám landsins. Verði starfseminni hætt verður þeirri óvissu eytt.

Vísbendingar eru um að lax sé að ná fótfestu í ám nærri eldinu í Patreksfirði og Tálknafirði. Ef það gengur eftir má gera ráð fyrir að ár á svæðinu beri litla stofna. Verði laxeldið lagt niður mun hætt á erfðablöndun ekki vera til staðar vegna þeirrar starfsemi. Niðurfelling starfseminnar mun líklega hafa **nokkuð jákvæð** áhrif á villta laxa með tilliti til erfðablöndunar.

7.4 Landslag og ásýnd

Í mati á umhverfisáhrifum voru áhrif aukinnar framleiðslu metin óveruleg á landslag og ásýnd og þau afturkræf. Ef ekki verður framhald á starfseminni verða eldiskvíar og búnaður þeim tengdum ekki lengur sýnilegur. Því munu áhrif á landslag og ásýnd hverfa. Niðurfelling starfseminnar mun því hafa **nokkuð jákvæð** áhrif.



7.5 Hagrænir og félagslegir þættir

Í matsskýrslu segir að allt bendi til að vaxandi fiskeldi á svæðinu muni hafa verulega jákvæð áhrif á samfélagið. Í samantekt Byggðastofnunar til forsætisráðuneytis vegna niðurfellingar starfs- og rekstrarleyfa eldisfyrirtækjanna kemur fram að töluverðra áhrifa gætir af uppbyggingu fiskeldis á sunnanverðum Vestfjörðum.²² Fiskeldið hafi skapað um 160-170 störf og afleidd störf eru talin vera um 150 og launatekjur námu á árinu 2017 um 1,4 milljarði. Til samanburðar áætla Vinnuálastofnun að í heildina sé vinnuafli í Vesturbyggð og Tálknafjarðarhreppi ríflega 700 manns. Byggðastofnun telur að ef starfsemi eldisfyrirtækjanna verði hætt yrði það gríðarlegt áfall fyrir samfélagið á Vestfjörðum.

Gera má ráð fyrir að starfsemi fyrirtækjanna hafi áhrif á nokkur hundruð fjölskyldur á Vestfjörðum. Einnig hafa fjárfestingar eldisfyrirtækja verið miklar við uppbyggingu eldisins s.s. vegna seiðaeldis, eldisbúnaðar o.fl. Áhrif hafa verið talsvert jákvæð fyrir íbúapróun, atvinnulíf og efnahag á sunnanverðum Vestfjörðum. Verði ekki framhald á rekstri eldisstarfseminnar má búast við að áhrif á samfélag á sunnanverðum Vestfjörðum verði **verulega neikvæð**.

7.6 Aðrar sjávarnytjar

Í matsskýrslu var stuðst við niðurstöður skráningar á nýtingu í Patreksfirði og Tálknafirði, sem unnið var á sínum tíma af sveitarfélögum á Vestfjörðum. Nýting strandsvæða fjarðanna vörðuðu eftirtalda þætti: Siglingar, veiðar, hlunnindanýtingu (æðarvarp), útivist og vernd (náttúruminjaskrá, hverfisvernd skv. skipulagi). Staðsetning eldissvæða í fjörðunum hafi verið valin með tilliti til siglingaleiða. Í mati á umhverfisáhrifum voru áhrif framkvæmdarinnar metin óveruleg á siglingar, innviði, veiðar og aðra starfsemi. Aukin þjónusta og umsvif vegna eldisins geti styrkt aðra starfsemi og þannig haft talsverð jákvæð áhrif.

Þó áhrif starfseminnar séu óveruleg á nýtingu strandsvæða fjarðanna er mögulegt að aðgengi batni við það að fjarlægja eldiskvíar og búnað þeim tengdum ef starfsemi yrði hætt, einkum þeirra sem nýta sér siglingaleiðir um Tálknafjörð. Verði ekki framhald á rekstri eldisstarfseminnar er líklegt að það hafi **nokkuð jákvæð** áhrif á sjávarnytjar.

7.7 Ferðaþjónusta og útivist

Í matsskýrslu var m.a. stuðst við niðurstöður könnunar á nýtingu ferðaþjónustufyrirtækja á strandsvæðum Vestfjarða. Samkvæmt þeim munu eldiskvíar hafa óveruleg áhrif á ásýnd, ímynd fjarðanna og upplifun ferðamanna.

Verði ekki framhald á rekstri eldisfyrirtækjanna og að eldiskvíar hverfi úr fjörðunum má gera ráð fyrir að áhrif á ferðaþjónustu og útivist verði **nokkuð jákvæð**.

7.8 Náttúru- og menningarminjar

Í matsskýrslu kemur fram að gerð hafi verið samantekt á neðansjávarminjum í Tálknafirði og Patreksfirði. Ekki sé líklegt að minjar finnist á botni undir eldissvæðum. Engin friðlýst svæði eru í fjörðunum en þeim tengist tvö svæði á náttúruminjaskrá; Þórislíðarfjall utan við norðanverðan Tálknafjörð og Hafnarvaðall í Örlygshöfn í Patreksfirði. Framkvæmdin var talin hafa óveruleg áhrif á náttúru- og menningarminjar.

Áhrif á náttúru- og menningarminjar eru talin **óveruleg** ef ekki verður framhald á rekstri eldisfyrirtækjanna.

Hér hefur verið lagt mat á áhrif núll kostar, þ.e. að ekki verði framhald á rekstri eldisfyrirtækjanna Arctic Sea Farm og Fjarðalax í Patreksfirði og Tálknafirði. Um hann var ekki fjallað á fullnægjandi hátt í matsskýrslu frá árinu 2016 að áliti ÚUA, en úr því hefur nú verið bætt.

²² Byggðastofnun. 2018. Minnisblað. Blikur á lofti í atvinnulífi Vestfjarða. Dags. 3.10.2018.



8 Framkvæmdakostir

Í eftirfarandi kafla eru settir fram 3 framkvæmdakostir út frá staðarvali eldissvæða og líkleg umhverfisáhrif þeirra metin. Í fyrsta lagi er settur fram kostur samkvæmt staðarvali er sett var fram í matsskýrslu árið 2016, í öðru lagi samkvæmt staðarvali með breytti tilhögun eldissvæða í Patreksfirði samkvæmt matsskyldufyrirspurn árið 2018 og í þriðja lagi samkvæmt breytti staðsetningu eldissvæðis í Tálknafirði og niðurlagningu tveggja eldissvæða þar.

8.1 Staðarval samkvæmt matsskýrslu

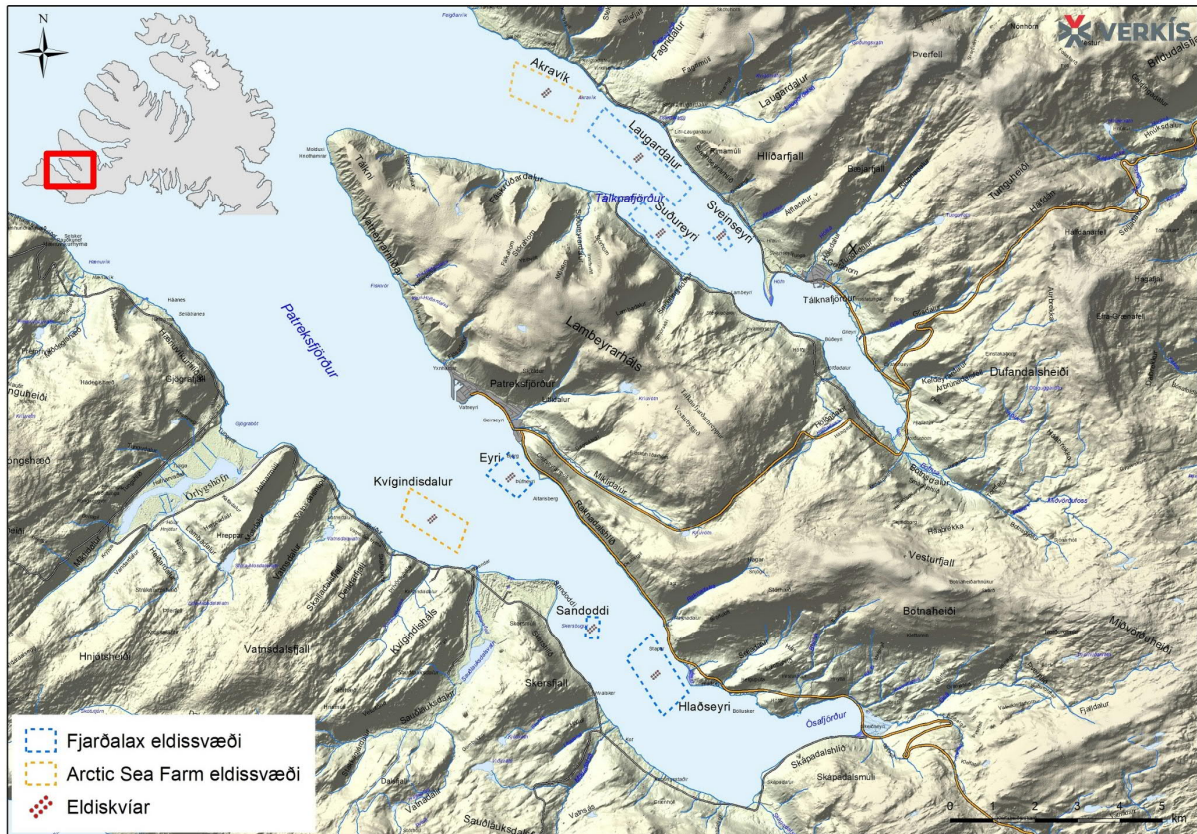
Hér verður fjallað í almennum orðum um niðurstöður matsskýrslu um líkleg umhverfisáhrif aukinnar framleiðslu á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði um 14.500 tonn og niðurstöður í álitu Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar.

Í álitu Skipulagsstofnunar voru vægiseinkunnir notaðar á sama hátt og gert var í matsskýrslu en einni vægiseinkunn bætt við, nokkuð neikvæð, sem fellur á milli vægiseinkunnanna óveruleg og talsvert neikvæð áhrif. Nokkuð neikvæð áhrif fela í sér að áhrifin eru staðbundin og ná ekki yfir umfangsmikið svæði, áhrifasvæðið nýtur ekki verndar eða er á annan hátt viðkvæmt fyrir breytingum og áhrifin geta verið varanleg eða óafturkræf.

8.1.1 Eldissvæði

Samkvæmt matsskýrslu eru eldissvæði staðsett fremur innarlega í Patreksfirði og Tálknafirði, varin fyrir verstu veðrum og í skjóli fyrir norðlægum og norðaustlægum vindáttum. Sjávardýpi á þeim stöðum er nægjanlegt og talið að hafstraumar tryggi endurnýjun sjávar og súrefni á eldissvæðum. Aðrir þættir sem höfðu áhrif á staðarval voru ölduhæð, lagnaðarís, siglingaleiðir, veiðisvæði, möguleg minjasvæði, fjarlægð milli eldissvæða og aðgengi að rafmagni í landi. Á þessum tíma var búið að reisa fóðurstöðvar á Hlaðseyri og í Laugardal og verið að hefja byggingu slíkrar aðstöðu við Eyri (Þúfneyri).

Eldissvæði Fjarðalax voru sex; við Laugardal, Suðureyri og Sveinseyri í Tálknafirði og við Eyri, Hlaðseyri og Sandodda í Patreksfirði, sjá Mynd 8.1. Eldissvæði Arctic Sea Farm voru tvö; við Akravík í norðanverðum Tálknafirði og við Kvígindisdal í sunnanverðum Patreksfirði.



Mynd 8.1 Staðarval samkvæmt matsskýrslu frá árinu 2016

8.1.2 Líkleg umhverfisáhrif

Í eftirfarandi köflum er farið yfir niðurstöðu matsskýrslu og Skipulagsstofnunar um umhverfisáhrif þeirrar framkvæmdar sem kynnt var í skýrslunni. Samantekt niðurstaðna með tilliti til vægiseinkunna er einnig sýnd í Tafla 8.1.

8.1.2.1 Eðliseiginleikar sjávar

Samkvæmt matsskýrslu benda mælingar á sjófræði fjarðanna sterklega til þess að 20.000 tonna framleiðsla í fiskeldi muni hafa óveruleg áhrif á súrefnisinnihald sjávar og þar með **óveruleg** áhrif á vistkerfi og lífríki í Patreks- og Tálknafirði. Komi fram neikvæð áhrif verða þau afturkræf og tímabundin. Samkvæmt matsskýrslu getur framkvæmdin haft staðbundin bein áhrif á magn uppleystra næringarefna í sjó. Komi fram slík áhrif verða þau tímabundin og afturkræf. Vegna nauðsynlegs niðurbrots efnasambanda í aðgengilegu næringarefni fyrir þörunga, munu hafstraumar og þynningaráhrif af þeirra völdum gera það að verkum að hugsanlegur staðbundinn þörungavöxtur (plöntusvif) verður **óverulegur** og því er talin lítil hætt á ofauðgun vegna uppleystra næringarefna frá fiskeldinu.

Skipulagsstofnun segir í álit sínu að talsvert neikvæð áhrif verði á súrefni á takmörkuðu svæði undir eldiskvíum og styrkur uppleystra næringarefna sjávar aukist á stærra svæði út frá eldiskvíum. Áhrifin verði því staðbundin og nái ekki yfir umfangsmikið svæði. Þegar fullri framleiðsla Fjarðalax og Arctic Sea Farm verður náð má gera ráð fyrir að á hverju ári verði hámarkslífmassi eldisfisks um 20.000 tonn. Því telur Skipulagsstofnun að áhrif eldisins á ástand sjávar í Patreksfirði og Tálknafirði verði **nokkuð neikvæð**. Áhrifin verði afturkræf ef starfseminni verði hætt.



8.1.2.2 Botndýralíf

Lífrænn úrgangur og fódurleifar undir kvíunum og næst þeim munu hafa tímabundin neikvæð áhrif á vistkerfið á hafsbotni. Þrátt fyrir markvissa stýringu á nýtingu eldissvæða og hvíld þeirra að lokinni slátrun má búast við að áhrifin verði **talsvert neikvæð** á staðbundnu svæði. Gert er ráð fyrir að áhrifin verði afturkræf.

Skipulagsstofnun telur að áhrif á botndýralíf verði **talsvert neikvæð** á takmörkuðu svæði nærri eldisstað, en fjær verði áhrifin **nokkuð neikvæð til óveruleg**. Áhrifin eru afturkræf ef starfseminni verður hætt og fóðrun lýkur.

8.1.2.3 Villtir stofnar laxfiska

Sjúkdómar og laxalús

Samkvæmt matsskýrslu verða áhrif smitsjúkdóma á villta laxfiskastofna **óveruleg** vegna fyrirbyggjandi verklags eldisaðila og vegna góðrar stöðu sjúkdómamála hérlandis og að eldisseiði séu bólusett. Komi til þess að villtur fiskur sýkist af völdum smits frá eldisfiski verða áhrifin líklega afturkræf.

Í matsskýrslu segir að laxalús á eldislaxi berist upprunalega frá villtum laxfiskum en smit frá eldi geti haft bein en afturkræf áhrif á villta laxfiskastofna. Að teknu tilliti til almennra óhagstæðra umhverfisskilyrða fyrir laxalús, skipulags laxeldisins, lágrar smittíðni meðal villtra laxfiskastofna og tiltækra mótvægisáðgerða, er talið að lítil hættu sé á að villtir laxfiskar skaðist af laxalús vegna uppbyggingar laxeldisins. Áhrifin verði **óveruleg**.

Skipulagsstofnun segir í áliti sínu að ef sjúkdómur eða laxalús brýst út á stöku eldissvæði og á þeim tíma sem sjóbirtingur dvelur í sjó, geti áhrif eldis Fjarðalax og Arctic Sea Farm orðið **nokkuð neikvæð** á laxfiska næst eldissvæðinu, vegna eðli yfirborðsstrauma í Patreksfirði og Tálknafirði. Áhrifin ráðist þó af því hvort mótvægisáðgerðir koma í veg fyrir að smit berist í villta laxfiska frá upptökustað. Áhrifin geta hins vegar orðið **talsvert neikvæð** ef sjúkdómur eða laxalús dreifist um víðáttumeira svæði, t.d. milli árgangasvæða, og nái að sýkja stærri hluta villtra laxfiska í fjörðunum. Yfirborðsstraumar í fjörðunum eru þó þannig að litlar líkur eru taldar á að sjúkdómar berist milli Patreksfjarðar og Tálknafjarðar. Líklegt er að áhrifin verði tímabundin og afturkræf ef mótvægisáðgerðir koma í veg fyrir frekara smit.

Niðurstaða Skipulagsstofnunar var sú að helstu neikvæðu áhrif fyrirhugaðs fiskeldis Fjarðalax og Arctic Sea Farm í Patreksfirði og Tálknafirði muni felast í áhrifum á fisksjúkdóma, laxalús og náttúrulega stofna laxfiska. Þannig felast helstu neikvæðu áhrif framkvæmdanna m.a. í aukinni hættu á að sjúkdómar og laxalús berist frá eldinu í villta laxfiskastofna, einkum sjóbirting, sem dvelur í sjó í Patreksfirði og Tálknafirði hluta úr ári.

Erfðablöndun

Í matsskýrslu segir að stokolax getur haft bein áhrif á erfðamengi villtra laxastofna, en til þess að marktækar erfðabreytingar komi fram á tilteknum laxastofni er að stöðugt (í áraraðir) berist nýtt erfðaefni frá kynþroska eldislaxum. Í skýrslunni er sett fram áætlun um hámarksfjölda eldislaxa sem sleppa muni úr eldiskvíum, samkvæmt reynslutölum og rannsóknum frá norsku laxeldi og víðar.²³ Áætlaður fjöldi stokolaxa sem leita muni í laxár, bendir ekki til þess að framkvæmdin skapi verulega hættu og muni skaða villta laxastofna með erfðablöndun.

Í matsskýrslu segir að til að koma í veg fyrir hugsanlega erfðablöndun þarf að leggja mikla áherslu á að laxaseiði sleppi ekki á fyrsta ári og að fullorðinn lax sleppi ekki í lok eldistímans, þegar stutt er í kynþroska. Mestar lífslíkur eru á seiðum sem sleppa snemma sumars eða löxum sem sleppa seint, skömmu fyrir kynþroska. Lax sem sleppur seint hefur minni hæfni til hrygningar en stokolax sem hefur aðlagast dvöl í villtri náttúru. Sleppingar á fullorðnum laxi uppgötvast í allflestum tilvikum tímanlega og mögulegt er að ráðast í átak til endurveiði og vöktun á stokolaxi í nærliggjandi ám. Nýlega sloppnir eldislaxar þekkjast einnig oft auðveldlega frá villtum laxi. Heildarniðurstaðan er sú að virkasta átakið til

²³ Tafla 5.10 í matsskýrslu Fjarðalax og Arctic Sea Farm frá 2016.



að fyrirbyggja erfðablöndun er að hindra sleppingar smáseiða snemma sumars. Af því sem framan segir um fyrirbyggjandi aðgerðir gegn slyssleppingum, staðsetningar eldissvæða og litla hæfni eldislaxa til að búa til harðgerð afkvæmi, eru í taldar litlar líkur á að framkvæmdin skaði villta laxastofna með erfðablöndun. Í heildina eru því þessi áhrif metin **óveruleg** og afturkræf.

Skipulagsstofnun telur að samkvæmt reynslu af laxeldi í sjókvíum hér við land og erlendis sé ekki hægt að gera ráð fyrir að eldisfiskur sleppi ekki úr kvíum, þrátt fyrir að stöðugt sé unnið að því að bæta verklag og búnað við sjókvíaeldi. Margföldun á umfangi fyrirhugaðs eldis í Patreksfirði og Tálknafirði skapar hættu á að óhöpp verði tíðari og umfang slyssleppinga verði meira en reynslan sýnir. Þá er ekki hægt að útiloka að strokufiskar leiti út fyrir Patreksfjarðarflóa og syndi til hafs eða leiti upp í ár í nærliggjandi fjörðum, allt eftir því hvar laxinn er staddur á lífsferli sínum þegar hann sleppur úr eldi. Það er mat Skipulagsstofnunar að hættan sé meiri ef óhapp verður þegar stutt er í að strokufiskurinn nái kynþroska og því líklegra að hann leiti í ár, en minni ef eldislaxinn syndir til hafs því einungis um 5% laxa endurheimtist í ám eftir sjávardvöl. Þótt far strokulaxa úr eldi fyrir nokkrum árum virðist hafa takmarkast við Patreksfjörð, er líklegt að sú mikla aukning sem er áformuð á framleiðslu í fjörðunum feli í sér meiri hættu á að lax sleppi úr eldiskvíunum og að áhrifa eldisins geti orðið vart utan Patreksfjarðarflóa, með tilheyrandi hættu á að eldislax blandist villtum laxastofnum.

8.1.2.4 Landslag og ásynd

Í matsskýrslu segir að eldissvæðin verða sýnileg víða í fjörðunum en ekkert svæði verður fyrir verulegri breytingu á ásynd eða ímynd. Svæðin sem verða fyrir einna mestum sjónrænum áhrifum eru Raknadalshlíð í Patreksfirði og Laugardalur og Suðueyri í Tálknafirði en áhrifin geta þó ekki talist talsverð þar sem þau eru tímabundin og að fullu afturkræf. Áhrif á þéttbýlið á Patreksfirði verða fremur lítil og á Tálknafirði verða áhrifin sama og engin. Líklegt er að ímynd þéttbýlisstaðanna haldist óbreytt. Ekki er líklegt eldissvæðin hafi teljandi áhrif á ímynd eða útivistargildi gönguleiða eða útivistarsvæða. Eldissvæði geta haft áhrif á ímynd hverfisverndarsvæðisins á Suðueyri í Tálknafirði, en áhrif á önnur hverfisverndarsvæði og svæði á náttúruminjaskrá verða óveruleg eða hverfandi. Í heildina verða áhrif á landslag og ásynd **óveruleg** og afturkræf.

Skipulagsstofnun telur að þegar horft er frá strönd beri eldismannvirkin við hafflötinn og frá því sjónarhorni sjáist þau takmarkað, nema þar sem eldiskvíar eru skammt undan landi, svo sem af útivistarsvæði við Sandodda í Patreksfirði og Laugardal í Tálknafirði. Hins vegar er ljóst að eldismannvirki verða áberandi þar sem horft verður yfir hafflötinn af fjalli næst eldissvæðum. Skipulagsstofnun telur að sjónræn áhrif verði helst í námunda við eldissvæði hverju sinni, en takmörkuð á öðrum hlutum Patreksfjarðar og Tálknafjarðar og sjónræn áhrif verði því **nokkuð neikvæð**.

8.1.2.5 Samfélag

Í matsskýrslu segir að allt bendir til að vaxandi fiskeldi á svæðinu muni hafa **verulega jákvæð** áhrif á samfélagið. Aukin atvinna, verðmætasköpun og margfeldisáhrif af eldinu hafa nú þegar átt þátt í að snúa við neikvæðri íbúáþróun á svæðinu og búast má við að frekari uppbyggingin leiði til enn jákvæðari þróunar. Samfélagið getur tekið við talsverðri íbúafjölgun áður en efla þarf núverandi innviði. Skortur á húsnæði og lélegar samgöngur eru þeir þættir sem helst geta haft neikvæð áhrif á uppbyggingarmöguleikana. Margt bendir þó til að aukin tiltrú fólks á svæðið og atvinnumöguleika þess ýti undir bætt ástand. Komi til þess að núverandi væntingar um uppbyggingu í fiskeldi gangi ekki eftir má búast við því að áhrifin vegna þess geti orðið talsvert neikvæð.

Skipulagsstofnun er ekki kunnugt um að rannsókn hafi verið gerð á samfélagslegum áhrifum fiskeldis á Vestfjörðum og er því ekki mögulegt að fullyrða um áhrif fiskeldisins á íbúáþróun.

8.1.2.6 Aðrar sjávarnytjar

Í matsskýrslu segir að fyrirhugað eldi mun hafa óveruleg áhrif á siglingar, innviði, veiðar og aðra starfsemi sem hér er fjallað um. Áhrifin verða að mestu leyti afturkræf ef fiskeldið hættir af einhverjum



orsökum. Aukin þjónusta og umsvif vegna eldisins getur einnig styrkt aðra starfsemi og þannig haft **talsverð jákvæð** áhrif.

Skipulagsstofnun segir að eldi muni þrengja að siglingaleiðum um Tálknafjörð, en samkvæmt matsskýrslu hefur siglingaöryggi verið tryggt í samráði við viðeigandi stofnanir. Gerð hefur verið grunnskráning á sjávarnytjum í Patreksfirði og Tálknafirði og samkvæmt henni er sjóstangaveiði og æðarnytjar í nágrenni eldissvæða í fjörðunum. Gera má ráð fyrir að eldið muni draga að botnfisk og því verði sjóstangaveiði ekki fyrir neikvæðum áhrifum. Hins vegar er óvissa um áhrif framkvæmdarinnar á hlunnindanýtingu af æðarvarpi. Stofnunin telur að fiskeldið muni ekki hafa veruleg neikvæð áhrif á siglingaleiðir eða aðra starfsemi í Patreksfirði og Tálknafirði, en til fiskeldisins þarf rými sem nýtist ekki til annars á meðan starfsemin er í gangi.

8.1.2.7 Ferðaþjónusta og útivist

Eldiskvíarnar munu hafa óveruleg áhrif á ásýnd og ímynd fjarðanna. Kannanir benda auk þess til að breytt ásýnd muni ekki hafa neikvæð áhrif á upplifun ferðamanna á svæðinu. Eldiskvíarnar munu ekki trufla mikið aðgengi og umferð ferðamanna í fjörðunum. Niðurstaðan er því sú að áhrif á ferðaþjónustu og útivist verða **óveruleg** og að mestu afturkræf. Aukin þjónusta og umsvif vegna eldisins getur einnig styrkt ferðaþjónustu á svæðinu og þannig haft jákvæð áhrif.

Skipulagsstofnun segir að ferðamenn sem sækja Vestfirði heim koma fyrst og fremst í þeim tilgangi að ganga um svæðið og njóta útsýnis. Fiskeldi við núverandi aðstæður hefur neikvæð áhrif á ásýnd og náttúrulegt umhverfi Vestfjarða en þó ekki nægilega mikil til að spilla viðhorfi þeirra til landsvæðisins. Vísbendingar eru þó um að aukið umfang fiskeldis muni hafa enn frekar neikvæð áhrif á upplifun ferðamanna á landslagi svæðisins og náttúrulegu yfirbragði þess.

8.1.2.8 Náttúru- og menningarmínjar

Í matsskýrslu segir að botnfestingar kunna að hafa bein áhrif á ókunn skipsflök eða fornminjar á hafsbótnei. Botnfall frá eldiskvíum mun hafa óbein áhrif á hugsanlegar fornminjar sem kunna að finnast næst eldiskvíum. Vægi slíkra áhrifa er talin **óveruleg** í ljósi þess að engar þekktar fornminjar eru innan afmarkaðra eldissvæða. Aðstæður verða skoðaðar áður en kvíar verða festar og brugðist verður við með viðeigandi hætti, í samráði við Minjastofnun Íslands, ef minjar koma í ljós.

Í matsskýrslu segir að framkvæmdin kemur ekki til með að hafa bein áhrif á verndarsvæði eða gildi þeirra, og því eru áhrifin metin **óveruleg**.

Skipulagsstofnun segir að áhrif á náttúru- og menningarmínjar verði **óveruleg**.

8.1.2.9 Samlegðaráhrif

Í matsskýrslu segir að aukin umsvif í sjókvíaelði eru í heildina talin mjög jákvæð fyrir samfélagið. Áhrif á vistkerfi fjarða eða á stofnerðasamsetningu á villtum laxastofnun eru talin **óveruleg**.

Skipulagsstofnun segir að að hafa beri í huga að eldið mun leggjast saman við annað starfrækt og áformað laxeldi í Arnarfirði og Ísafjarðardjúpi. Skipulagsstofnun telur að eftir því sem laxeldi dreifist víðar um firði Vestfjarða og heildarumfang framleiðslunnar vex sé líklegt að hætta aukist á að eldislaxar nái að hrygna í vestfirskum ám og hafi möguleika á að blanda erfðaefni við villtan lax. Stofnunin telur að ef blendingar ná fótfestu í viðkomandi laxastofni verði áhrifin varanleg og óafturkræf.

Stofnunin segir að auk fyrirhugaðrar framkvæmdar Fjarðalax og Arctic Sea Farm er eldi í sjókvíum starfrækt eða fyrirhugað í flestum fjörðum Vestfjarða. Skipulagsstofnun telur að með þessu fyrirkomulagi muni eldismannvirki víða blasa við vegfarendum og útivistarfólki þegar horft er til fjarðanna, einkum af fjalli. Ásýnd fjarðanna og upplifun ferðalanga muni því breytast til hins verra frá því sem áður var á stórum hluta Vestfjarða. Því telur Skipulagsstofnun líklegt að samlegð framkvæmdanna muni leiða til talsvert neikvæðra sjónrænna áhrifa og neikvæðrar upplifunar ferðamanna og útivistarfólks sem leið eigi um Vestfirði.



Framleiðsla á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði
Viðbót við frummatsskýrslu og kostagreining vegna 14.500
tonna framleiðsluaukningar

Tafla 8.1 Yfirlit yfir niðurstöðu matsskýrslu og Skipulagsstofnunar um umhverfisáhrif 14.500 tonna aukningar á framleiðslu á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði. Skipulagsstofnun notaði vægiseinkunnin „nokkuð neikvæð“ en að öðru leyti sömu vægiseinkunnir og í matsskýrslu.

Umhverfisþættir		Verulega jákvæð	Talsvert jákvæð	Óveruleg	Nokkuð neikvæð	Talsvert neikvæð	Verulega neikvæð	Ekki bein afstaða
Eðliseiginleikar sjávar	Matsskýrsla			x				
	Skipulagsstofnun				x			
Botndýralíf	Matsskýrsla					x		
	Skipulagsstofnun			x	x	x		
Villtir laxfiskar								
- Sjúkdómar	Matsskýrsla			x				
	Skipulagsstofnun				x	x		
- Laxalús	Matsskýrsla			x				
	Skipulagsstofnun				x	x		
- Erfðablöndun	Matsskýrsla			x				
	Skipulagsstofnun							x
Landslag og ásýnd	Matsskýrsla			x				
	Skipulagsstofnun				x			
Samfélag	Matsskýrsla	x						
	Skipulagsstofnun							x
Aðrar sjávarnytjar	Matsskýrsla		x	x				
	Skipulagsstofnun							x
Ferðaþjónusta og útivist	Matsskýrsla			x				
	Skipulagsstofnun							x
Menningarminjar	Matsskýrsla			x				
	Skipulagsstofnun			x				
Verndarsvæði	Matsskýrsla			x				
	Skipulagsstofnun			x				



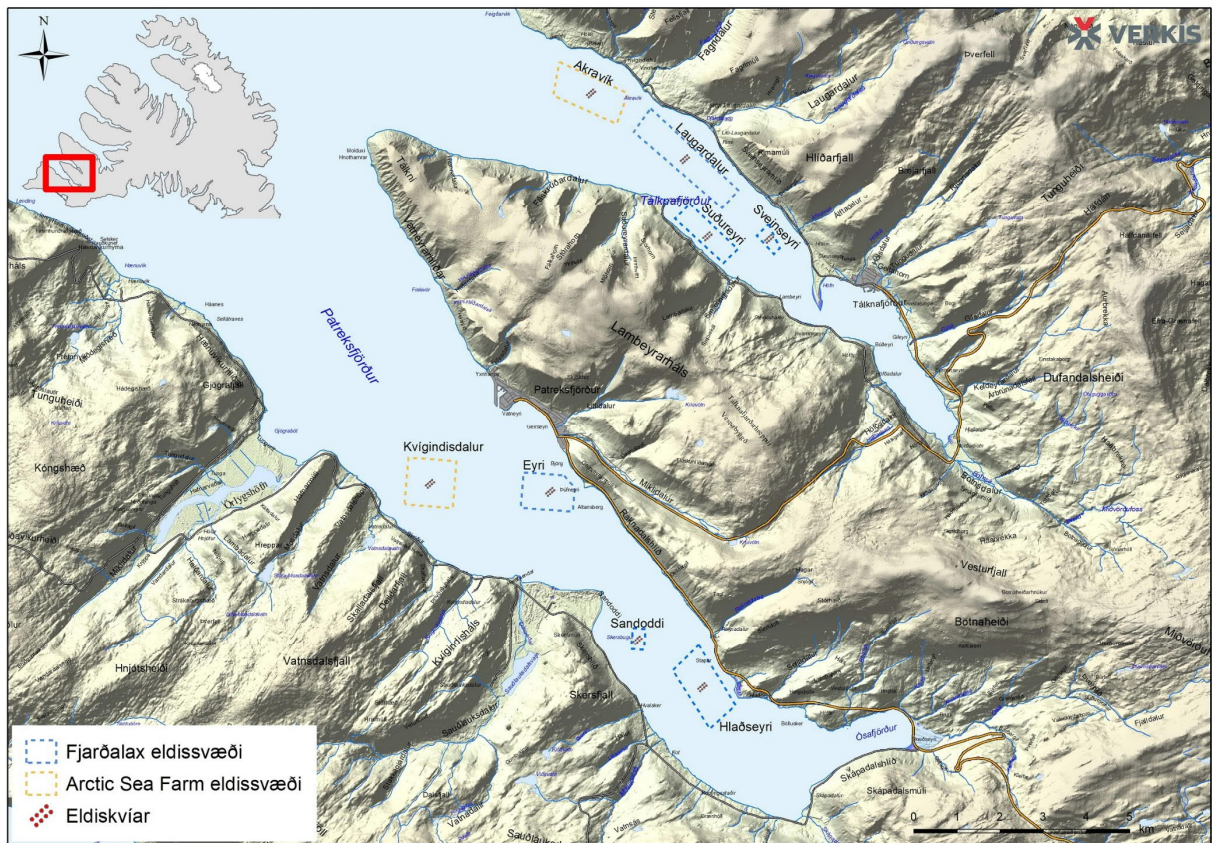
8.2 Breytt tilhögun eldissvæða í Patreksfirði 2018

Í mars 2018 tilkynntu Arctic Sea Farm og Fjarðalax til Skipulagsstofnunar fyrirhugaða breytingu á staðsetningum eldissvæða fyrirtækjanna í Patreksfirði til ákvörðunar um matsskyldu, sjá kafla 2.3. Niðurstaða stofnunarinnar var að breyting á staðsetningu eldissvæðanna skyldi ekki háð mati á umhverfisáhrifum.

Hér verður fjallað um efni matsskyldufyrirsagnarinnar sem Skipulagsstofnun byggði ákvörðun sína á og eðli tilfærslu eldissvæða lýst. er Gerð er greining á því hvaða umhverfispætti tilfærsla eldissvæða er líkleg til að hafa áhrif á með hliðsjón af matsskýrslu. Líkleg áhrif breyttrar tilhögunar eldissvæða eru metin með tilliti til þeirrar framkvæmdar sem kynnt var í matsskýrslu á sínum tíma.

8.2.1 Tilfærsla eldissvæða

Færa átti tvö eldissvæði í firðinum, annars vegar eldissvæði Fjarðalax við Eyri og hins vegar eldissvæði Arctic Sea Farm við Kvígindisdal, sjá Mynd 8.2. Einnig var lögum svæðanna breytt og þau stækkuð lítillega. Gert var ráð fyrir að kvíar snúi þvert á straumstefnu.



Mynd 8.2 Breytt staðsetning eldissvæða Arctic Sea Farm og Fjarðalax í Patreksfirði, við Eyri og Kvígindisdal.

8.2.2 Umhverfispættir til umfjöllunar

Hér verður gerð grein fyrir umhverfispáttum sem um var fjallað í matsskýrslu og helstu niðurstöður matsins fyrir hvern þátt. Vegna breytingar á framkvæmdinni er metið hvaða umhverfispættir verði mögulega fyrir áhrifum vegna hennar. Niðurstaða þess leiðir af sér hvaða umhverfispættir verða metnir vegna breyttrar framkvæmdar, sjá Tafla 8.2.



Tafla 8.2 Yfirlit yfir umhverfisþætti sem fjallað var um í mati á umhverfisáhrifum 14.500 tonna aukningar á framleiðslu á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði og niðurstaða matsskýrslu fyrir hvern þátt. Vegna breytingar á framkvæmd í Patreksfirði er greint hvaða umhverfisþætti er þörf á að fjalla um og meta líkleg áhrif breytingar.

Umhverfisþáttur	Niðurstaða umhverfismats	Breytt framkvæmd
Eðliseiginleikar sjávar	Í matsskýrslu kemur m.a. fram að eðlisþættir sjávar og plöntusvif í Patreksfirði og Tálknafirði fylgja hefðbundnum árstíðaferlum eins og þeim hefur verið lýst í öðrum fjórðum landsins.	Ekki er um að ræða breytingu á umfangi framkvæmdar og mun áætlað magn lífrænna efna frá fiskeldinu haldast óbreytt. Færsla eldissvæða er ekki talin hafa áhrif á eðliseiginleika sjávar.
Botndýralíf	Í matsskýrslu kemur m.a. fram að reynslan af núverandi eldi sýni að uppsöfnun lífrænna leyfa takmarkist við setbotn í nágrenni eldiskvía og vöktun sýni að áhrif geta verið talsvert neikvæð við eldiskvíar.	Ekki var um að ræða breytingu á umfangi framkvæmdar og mun magn lífrænna efna frá fiskeldinu haldast óbreytt. Hins vegar er gert ráð fyrir að breyta afstöðu eldiskvía til straumstefnu sem gera má ráð fyrir að breyti dreifingu lífrænna efna frá eldinu og uppsöfnun þeirra á sjávarbotni. Talið er að breyting á framkvæmd geti haft áhrif á botndýralíf.
Villtir laxfiskastofnar (sjúkdómar og laxalús)	Í matsskýrslu kemur m.a. fram að sjóbirtingur veiðist á ósasvæði Botnsár í Ósafirði inn af Patreksfirði og í Sauðlauksdalsá í Patreksfirði, en undantekning sé að lax veiðist í veiðivatni í Patreksfirði. Í matsskýrslu segir að eldisfiskur sé bólusettur gegn bakteríusjúkdómum öðrum en nýrnaveiki, reglulega sé skimað fyrir nýrnaveikismiti og sýni af eldisfiski send reglulega til greiningar sem liður í vöktun á smiti í eldisfiski. Umfang lúsasmits meðal sjóbirtinga á svæðinu hefur mælst 1,6 lús/fisk og 0,3 lús/fisk hjá bleikju. Fylgst hefur verið með laxalús á eldisfiski í Patreksfirði og Tálknafirði og var smit fiska eftir 17 til 24 mánuði í eldi mest um 0,1 lús/fisk.	Tilfærsla á eldissvæðum felur ekki í sér breytingu á umfangi framkvæmdar. Hins vegar er gert ráð fyrir að breyta afstöðu eldiskvía með tilliti til straumstefnu sem gera má ráð fyrir að breyti smitálagi innan eldissvæðis og dreifingu fisksjúkdóma og laxalúsar frá eldinu. Talið er að breyting á framkvæmd geti haft áhrif á sjúkdóma og laxalús meðal villtra laxfiska á svæðinu.
Villtir laxfiskastofnar (erfðablöndun)	Í matsskýrslu kemur m.a. fram að eldissvæði í Patreksfirði og Tálknafirði séu í meira en 100 km fjarlægð frá laxveiðiám, en minni laxveiðiár séu í 50 til 100 km fjarlægð, innst í Ísafjarðardjúpi og á Barðaströnd. Laxveiði í ám á Vestfjörðum sé breytilegri en almennt gerist í öðrum landshlutum, sem bendi til þess að umhverfisskilyrði í hafi ráði miklu um stofnstærð. Lax veiðist í Sunndalsá í Arnarfirði og einnig í Botnsá í Tálknafirði þar sem lax hrygni. Lax hrygni ekki í ám í Patreksfirði. Líklegt sé að eldislax sem veiddist við ár í Patreksfirði hafi líklega komið úr slyasleppingu úr kvíum Fjarðalax í Patreksfirði um vetur árið 2013. Enginn eldislax hafi veiðst utan Patreksfjarðar.	Ekki er um að ræða breytingu á umfangi framkvæmdar og magn eldisfisks það sama og fjallað var um í mati á umhverfisáhrifum. Kröfur varðandi eldiskvíar og búnað eru þær sömu og áður, þ.e. staðallinn NS 9415. Færsla eldissvæða er ekki talin hafa áhrif á erfðablöndun.



Framleiðsla á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði
Viðbót við frummatsskýrslu og kostagreining vegna 14.500
tonna framleiðsluaukningar

Umhverfispáttur	Niðurstaða umhverfismats	Breytt framkvæmd
Landslag og ásýnd	Í matsskýrslu kemur m.a. fram að eldissvæðin verða sýnileg víða í fjörðunum en einna mest frá Raknadalshlíð í Patreksfirði. Áhrif á þéttbýlið á Patreksfirði verða fremur lítil og líklegt að ímynd staðarins haldist óbreytt. Ekki er líklegt eldissvæðin hafi teljandi áhrif á ímynd eða útivistargildi gönguleiða eða útivistarsvæða.	Eldissvæði við Eyri (Þúfneyri) og Kvígindisdal voru færð til, lögum svæðanna breytt og þau stækkuð lítillega. Ný staðsetning svæðis við Eyri skaraðist verulega við þá fyrri, en ný staðsetning svæðis við Kvígindisdal við norðurenda fyrra svæðis. Eftir tilfærsluna voru nýju eldissvæðin innan sama landslagsrýmis og fyrri svæði (sjá töflu 5.12 í matsskýrslu). Færsla eldissvæða er ekki talin hafa áhrif á landslag og ásýnd.
Hagrænir og félagslegir þættir	Í matsskýrslu segir m.a. að allt bendi til að vaxandi fiskeldi á svæðinu muni hafa verulega jákvæð áhrif á samfélagið. Fyrirtækin áætla að 120 manns þurfi til að framleiða 20.000 tonn af eldislaxi í fjörðunum tveimur og 100 vegna vinnslu og þökkunar afurða. Afleidd störf eru áætluð um 190. Samtals má því búast við að starfsmannafjöldi vegna eldis í fjörðunum tveimur verði ríflega 400.	Ekki er um að ræða breytingu á umfangi framkvæmdar og fjallað var um í mati á umhverfisáhrifum. Mismunandi útfærsla á staðsetningu eldissvæða breytir ekki starfsemi. Ekki talin hafa áhrif á hagræna og félagslega þætti.
Aðrar sjávarnytjar	Í matsskýrslu segir m.a. að fyrirhugað eldi muni hafa óveruleg áhrif á siglingar, innviði, veiðar og aðra starfsemi. Áhrifin verða að mestu leyti afturkræf ef fiskeldið hættir af einhverjum orsökum.	Eldissvæði við Eyri (Þúfneyri) og Kvígindisdal voru færð til, lögum svæðanna breytt og þau stækkuð lítillega. Ný staðsetning svæðis við Eyri skaraðist verulega við þá fyrri, en ný staðsetning svæðis við Kvígindisdal við norðurenda fyrra svæðis. Eftir tilfærsluna voru nýju eldissvæðin að miklu leyti á sama stað og samkvæmt matsskýrslu. Færsla eldissvæða er ekki talin hafa áhrif á aðrar sjávarnytjar í Patreksfirði.
Ferðaþjónusta og útivist	Í matsskýrslu var m.a. stuðst við niðurstöður könnunar á nýtingu ferðaþjónustufyrirtækja á strandsvæðum Vestfjarða. Eldiskvía munu hafa óveruleg áhrif á ásýnd og ímynd fjarðanna og ekki hafa neikvæð áhrif á upplifun ferðamanna á svæðinu.	Ný staðsetning eldissvæða í Patreksfirði felur ekki í sér breytingu á fjölda eldiskvía frá því sem gert var ráð fyrir í matsskýrslu. Ekki heldur hvað varðar skipulag eldisins, svo sem tilfærsla eldiskvía milli svæða og hvíld eldissvæða. Ekki er því um að ræða breytingu á umfangi framkvæmdar sem fjallað var um í mati á umhverfisáhrifum. Færsla eldissvæða er ekki talin hafa áhrif á upplifun ferðamanna og þar með á ferðaþjónustu og útivist í Patreksfirði.
Náttúru- og menningarminjar	Í matsskýrslu kemur m.a. fram að ekki sé líklegt að minjar finnist á botni undir eldissvæðum, sjá mynd 5.31 í matsskýrslu. Engin friðlýst svæði eru í Patreksfirði en í firðinum er svæði á náttúruminjasrá, þ.e. Hafnarvaðall í Örlygshöfn í Patreksfirði, sjá mynd 5.32 í matsskýrslu.	Ný staðsetning svæðis við Eyri skaraðist verulega við þá fyrri, en ný staðsetning svæðis við Kvígindisdal við norðurenda fyrra svæðis. Færsla eldissvæða er ekki talin hafa áhrif á náttúruminjar né menningarminjar.

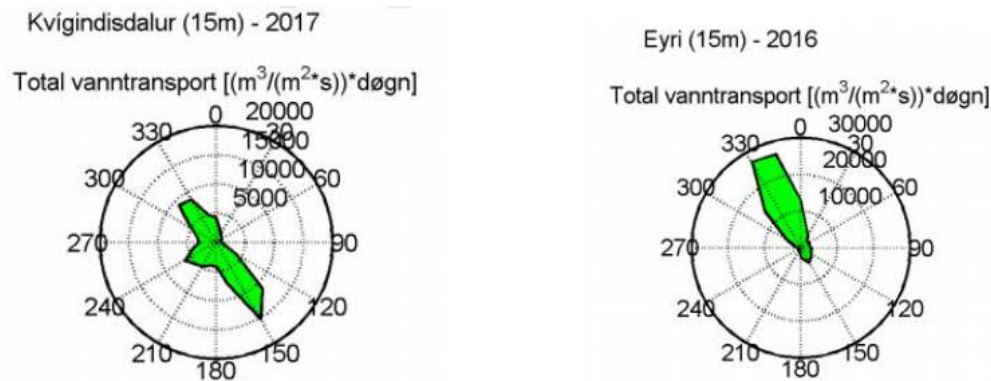


Ekki er um að ræða breytingu á umfangi framkvæmdar og myndi magn lífrænna efna frá fiskeldinu haldast óbreytt. Ef undan er skilin tilfærsla á staðsetningu tveggja eldissvæða í Patreksfirði er breytt framkvæmd að öðru leyti óbreytt frá því að matið fór fram. Vegna tilfærslu eldissvæða í Patreksfirði eru hér metin áhrif á eftirfarandi umhverfisþætti: Botndýralíf og villtir stofnar laxfiska vegna sjúkdóma og laxalúsar.

8.2.3 Grunnástand

Vísað er í kafla 5.2 í matsskýrslu varðandi lýsingu á grunnástandi sjávar í Patreksfirði. Frá því að matið fór fram voru gerðar sérstakar straummælingar á eldissvæðum við Kvígindisdal og Eyri vegna fyrirhugaðrar tilfærslu svæðanna, sjá Viðauka 2.

Straumur á 15 m dýpi fyrir Kvígindisdal er að meðaltali 4,4 cm/s. Þar af eru 5,6 % af mæligildum > 10 cm/s, 56,7 % af mæligildum eru á milli 10 og 3 cm/s, 31,2 % af mæligildum eru á milli 3 og 1 cm/s og 6,5 % af mæligildum eru < 1cm/s. Megin tilflutningur sjávar á þessu dýpi er inn fjörðinn, sjá Mynd 8.3. Fyrir Eyri eru meðal straumhraði á 15 m dýpi aðeins hærri en við Eyri eða að meðaltali 5,2 cm/s. Þar af eru 9,5 % af mæligildum > 10 cm/s, 60,4 % af mæligildum eru á milli 10 og 3 cm/s, 25,5 % af mæligildum eru á milli 3 og 1 cm/s og 4,6 % af mæligildum eru < 1 cm/s. Megin tilflutningur sjávar á þessu dýpi er út fjörðinn, sjá Mynd 8.3.



Mynd 8.3 Til vinstri: Tilflutningur sjávar á 15 m dýpi við Kvígindisdal í Patreksfirði. Til hægri: Tilflutningur sjávar á 15 m dýpi við Eyri í Patreksfirði, sjá Viðauka 2.

8.2.4 Líkleg umhverfisáhrif

Í eftirfarandi köflum er fjallað um líkleg áhrif breyttrar tilhögunar eldissvæða við Eyri og Kvígindisdal í Patreksfirði með tilliti til þeirrar framkvæmdar sem kynnt var í matsskýrslu á sínum tíma.

8.2.4.1 Botndýralíf

Arctic Sea Farm og Fjarðalax telja að með því að snúa kvíum við Kvígindisdal og Eyri þvert á straumstefnu verði meiri dreifing lífræns efnis frá eldinu miðað við það fyrirkomulag sem gert var ráð fyrir í matsskýrslu. Almennt sýna niðurstöður vöktunar á eldissvæðum í fjörðum landsins að fiskeldi í sjókvíum hefur áhrif á lífríki botns á afmörkuðu svæði og um 100 m frá eldiskvíum gætir áhrifa lítið eða ekki.^{24,25,26} Niðurstöðurnar eru í samræmi við rannsóknir í Fossfirði í Arnarfirði sem gefa til kynna að

²⁴ Cristian Gallo og Margrét Thorseteinsson. 2017. Lokaskýrsla fyrir Haganes. Laxeldi í sjó 2014-2016. Náttúrustofa Vestfjarða. NV nr. 3-17. 28 bls.

²⁵ Böðvar Þórisson, Cristian Gallo, Eva Dögg Jóhannsdóttir. 2015. Vöktun á botndýralífi við fiskeldiskvíar í Fossfirði 2011 - 2014. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 2-15, 25 bls.

²⁶ Eiriksson T, Moodley Leon, Helgason GV, Lilliendahl K, Halldórsson HP, Bamber S, et al. 2017. Estimate of organic load from aquaculture - a way to increased sustainability. Reykjavík; 2017. doi:10.13140/RG.2.2.14202.29123



mest af fóðurleifum falli til botns undir sjókvíum og 20 m frá kvíum hafi um 50% fóðurleifa botnfallið.²⁷ Þá hefur nýleg rannsókn leitt í ljós að 50 m frá sjókvíum er lífmassi baktería í seti ekki marktækt hærri en á botni enn fjær eldisstað.²⁸ Einnig má benda á að staðall ASC afmarkar áhrifasvæði eldis 30 m frá eldisstað.

Staðfest er að Patreksfjörður er að jafnaði vel blandaður og súrefnisinnihald hátt, en lægstur súrefnisstyrkur í mesta dýpi fjarðarins á haustmánuðum.²⁹ Að hausti, í október, hefur súrefnisstyrkur við botn Patreksfjarðar mælst almennt um og yfir 70%.³⁰ Botnstraumar í nágrenni fyrirhugaðra eldissvæða eru sterkir, sjá kafla 5.2 í matsskýrslu. Fyrirhuguð eldissvæði verða ekki staðsett yfir dýpsta hluta Patreksfjarðar þar sem styrkur súrefnis mælist lægstur á haustmánuðum.

Ný staðsetning kvía þvert á straumstefnu leiðir til meiri dreifingar á úrgangi og er líkleg til að hafa jákvæð áhrif á uppsöfnun lífræns efnis á botni miðað við fyrra skipulag eldissvæðanna. Færslan mun ekki auka lífrænt álag í firðinum. Eftir sem áður mun stærsti hluti efnisins falla til botns undir og í næsta nágrenni eldiskvía. Því má enn gera ráð fyrir að áhrif laxeldisins á botndýralíf verði talsvert neikvæð á takmörkuðu svæði nærri eldisstað, en fjær verði áhrifin nokkuð neikvæð til óveruleg. Með tilliti til matsskýrslu er líklegt að áhrif breyttrar tilhögunar verði **óveruleg**. Áhrifin eru afturkræf ef starfsemi verður hætt og fóðrun lýkur.

8.2.4.2 Villtir stofnar laxfiska – sjúkdómar og laxalús

Ef kvíar liggja langsum á straumstefnu, eins og óbreytt framkvæmd gerir ráð fyrir, er hætt við því að staðbundnar aðstæður myndist innan eldiskvíar fyrir eldisfisk þar sem straumur er takmarkaður á einum stað en á öðrum stöðum mikill. Hæfilegur straumur sem víðast í eldiskvíum tryggir aðgengi að ferskum sjó sem ber með sér súrefni til eldisfisks. Hentugur straumur og góður styrkur súrefnis eru mikilvægir þættir til að tryggja velferð og vöxt eldisfiska. Nýlega eldiskvía þvert á straumstefnu er líkleg til að skapa slík skilyrði og draga úr smitálagi vegna sjúkdóma og laxalúsar innan eldiseiningar en einnig á milli eldiseininga.

Fjarðalax og Arctic Sea Farm hafa aflað sér alþjóðlegrar umhverfsvottunar samkvæmt staðli ASC fyrir starfsemi sína. Stefnt er að því að fá eldissvæði við Kvígindisdal og Eyri vottuð. Staðallinn gerir kröfur um að fjöldi kynþroska lúsa fari ekki yfir ákveðin mörk en leyfir einnig ábyrga meðhöndlun með lyfjum með það í huga að vernda villta laxfiska. Eins og þekkt er kom upp lúsasmit í eldi Fjarðalax í Tálknafirði og Matvælastofnun heimilaði fyrirtækinu í júní 2018 að meðhöndla eldisfiskinn með lyfi til að ná tókum á ástandinu. Mótvægisáðgerðin kom í veg fyrir frekara smit innan eldisins og að smit bærist mögulega í villta laxfiska á svæðinu um sumarið. Í þessu fellst staðfesting á ábyrgum viðbrögðum og viðeigandi mótvægisáðgerðum eldisfyrirtækja.

Rannsóknir sem ekki lágu fyrir á þeim tíma sem matið fór fram staðfesta að við Kvígindisdal eru straumar nærri yfirborði í meginatriðum með landi inn fjörðinn, en straumurinn gagnstæður við Eyri og í átt að mynni fjarðarins. Með hliðsjón af mótvægisáðgerðum eldisfyrirtækjanna og straumum í Patreksfirði eru takmarkaðar líkur á að sjúkdóma- og lúsasmit berist með straumum frá einu eldissvæði til annars. Þá er breytt framkvæmd líkleg til að hafa jákvæð áhrif á velferð eldisfisks, styrkja mótstöðu fisksins gegn sjúkdómsvöldum og draga úr smitálagi innan eldissvæða. Þar af leiðandi er fyrirhuguð framkvæmd líkleg til að draga úr smitálagi á villta laxfiska miðað við fyrri tilhögun eldisins. Með tilliti til matsskýrslu er líklegt að áhrif breyttrar tilhögunar verði **nokkuð jákvæð** á villta laxfiska í firðinum með tilliti til sjúkdóma og laxalúsar.

²⁷ Allison, A. M. 2012. Organic accumulation under salmon aquaculture cages in Fossfjörður, Iceland. Háskólinn á Akureyri. MS ritgerð, 69 bls. Sótt þann 11.12.2018 á //hdl.handle.net/1946/12272

²⁸ Mayor, D. J., Gray, N. B., Hattich, G. S. I. and Thornton, B. 2017. Detecting the presence of fish farm-derived organic matter at the seafloor using stable isotope analysis of phospholipid fatty acids. Scientific Reports, 7: 5146.

²⁹ Hafrannsóknastofnun. 2015. Greinargerð: Mat á burðarþoli Patreks- og Tálknafjarðar m.t.t. sjókvíaeldis. Skoðað 28.01.2019 á <http://www.lf.is/wp-content/uploads/2016/03/MataburdaryoliPatreks-ogTalknafj..pdf>

³⁰ Sjá t.d. töflu 5.3 í matsskýrslu.



8.3 Breytt tilhögun eldissvæða í Tálknafirði 2019

Hér verður gerð grein fyrir nýjum kosti á staðsetningu eldissvæðis Arctic Sea Farm í Tálknafirði og áformum Fjarðalax um að leggja af tvö eldissvæði í firðinum. Um þennan kost hefur ekki verið fjallað samkvæmt lögum um mat á umhverfisáhrifum. Því á Skipulagsstofnun eftir að taka afstöðu til neðangreindar tilhögunar eldissvæðanna með tilliti til niðurstöðu mats á umhverfisáhrifum aukinnar framleiðslu á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði um 14.500 tonn frá árinu 2016.

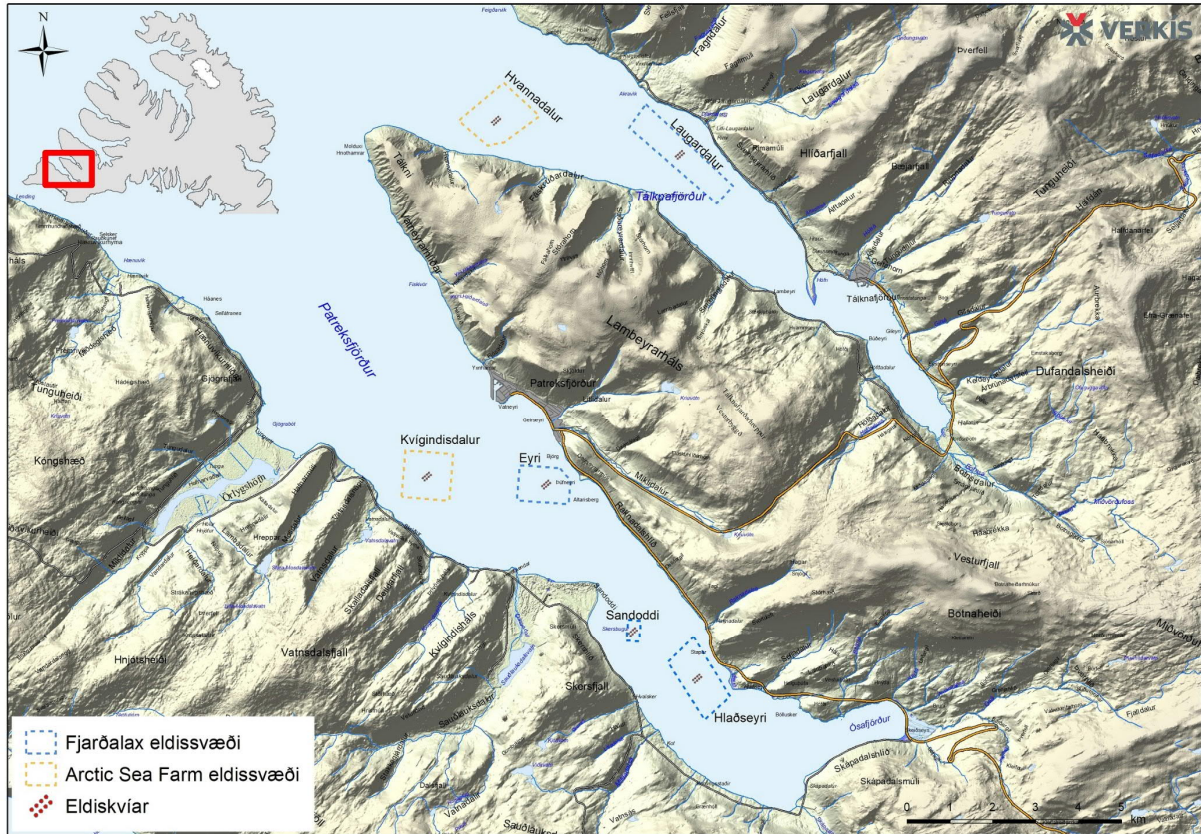
Hér verður eðli tilfærslu eldissvæða lýst og gerð greining á því hvaða umhverfisþætti tilfærsla eldissvæða er líkleg til að hafa áhrif á með hliðsjón af matsskýrslu. Fjallað er um grunnástand viðkomandi umhverfisþátta í Tálknafirði og líkleg áhrif breyttrar tilhögunar eldissvæða eru metin með tilliti til þeirrar framkvæmdar sem kynnt var í matsskýrslu á sínum tíma.

8.3.1 Tilfærsla eldissvæðis og niðurfelling tveggja svæða

Arctic Sea Farm áformar að færa núverandi eldissvæði fyrirtækisins við Akurvík, norðarlega í Tálknafirði, þvert yfir fjörðinn til suðurs og á stað utan við Hvannadal, sjá Mynd 8.4. Færsla eldissvæðisins við Akurvík til Hvannadals byggir á nýrri staðarúttekt, sem unnin var samkvæmt staðlinum NS 9415:2009, sem meðal annars felur í sér áhættugreiningu, sjá Viðauka 3. Gert er ráð fyrir að kvíar á eldissvæðinu snúi þvert á straumstefnu.

Einnig er fyrirætlun Fjarðalax að leggja niður tvö af þremur eldissvæðum sínum í Tálknafirði. Eldissvæðin við Sveinseyri og Suðureyri verði aflögð, en eldi á vegum Fjarðalax verði áfram á svæði utan við Laugardal, sjá Mynd 8.4. Eins og fram kemur í kafla 8.1.1 voru eldissvæði Fjarðalax valin með fódrun úr landi í huga. Núverandi stefna fyrirtækisins er að fódra frá sjó og vera með eldissvæði þar sem straumar og sjóskipti eru góð.

Áður var miðað við að staðsetja eldissvæði þar sem væri betra skjól fyrir eldisbúnað og aðgengi að fódurstöð í landi. Í dag er eldisbúnaður hannaður til að þola meira umhverfisálag. Nú er því almenn áhersla á að staðsetja eldissvæði utar í fjörðum, en þess þó gætt að umhverfisaðstæður séu vel innan marka þess sem eldisbúnaður þolir. Einnig er tekið tillit til kröfu yfirvalda um lágmarksfjarlægð á milli eldissvæða óskyldra aðila og hagsmuna annarra aðila sem nýta viðkomandi fjörð, svo sem siglingar. Við staðarval er þess einnig gætt að botn sé hallandi undir sjókvíum þannig að minni hættu sé á því að lífræn efni safnist fyrir á botninum. Í ljósi þessa áherslubreytinga er ólíklegt að eldissvæðin við Sveinseyri og Suðureyri verði notuð.



Mynd 8.4 Breytt staðsetning eldissvæða í Tálknafirði. Eldi Arctic Sea Farm verður staðsett við Hvannadal í stað Akravíkur áður og eldissvæði Fjarðalax lögð af við Sveinseyri og Suðureyri.

8.3.2 Umhverfispættir til umfjöllunar

Hér verður gerð grein fyrir umhverfispáttum sem um var fjallað í matskýrslu og helstu niðurstöður matsins fyrir hvern þátt. Vegna breytingar á framkvæmdinni er metið hvaða umhverfispættir verði mögulega fyrir áhrifum vegna hennar. Niðurstaða þess leiðir af sér hvaða umhverfispættir verða metnir vegna breyttrar framkvæmdar, sjá Tafla 8.3.



Tafla 8.3 Yfirlit yfir umhverfisþætti sem fjallað var um í mati á umhverfisáhrifum 14.500 tonna aukningar á framleiðslu á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði og niðurstaða matsskýrslu fyrir hvern þátt. Vegna breytingar á framkvæmd í Tálknafirði er greint hvaða umhverfisþætti er þörf á að fjalla um og meta líkleg áhrif breytingar.

Umhverfisþáttur	Niðurstaða umhverfismats	Breytt framkvæmd
Eðliseiginleikar sjávar	Í matsskýrslu kemur m.a. fram að eðlisþættir sjávar og plöntusvif í Patreksfirði og Tálknafirði fylgja hefðbundnum árstíðferlum eins og þeim hefur verið lýst í öðrum fjórðum landsins.	Ekki er um að ræða breytingu á umfangi framkvæmdar og mun áætlað magn lífrænna efna frá fiskeldinu haldast óbreytt. Færsla eldissvæða er ekki talin hafa áhrif á eðliseiginleika sjávar.
Botndýralíf	Í matsskýrslu kemur m.a. fram að reynslan af núverandi eldi sýni að uppsöfnun lífrænna leyfa takmarkist við setbotn í nágrenni eldiskvía og vöktun sýni að áhrif geta verið talsvert neikvæð við eldiskvíar.	Ekki er um að ræða breytingu á umfangi framkvæmdar og mun magn lífrænna efna frá fiskeldinu haldast óbreytt. Hins vegar verður eitt eldissvæði fært á nýja staðsetningu þar sem aðstæður á botni kunna að vera aðrar en á fyrri staðsetningu. Tvö svæði verða lögð niður, við Sveinseyri og Suðureyri, sem breyta mun álagi á botndýralíf í Tálknafirði. Talið er að breyting á framkvæmd geti haft áhrif á botndýralíf.
Villtir laxfiskastofnar (sjúkdómar og laxalús)	Í matsskýrslu kemur m.a. fram að sjóbirtingur veiðist í Tálknafirði helst í Botnsá og einstaka lax einnig, en í ánni eru búsvæði fyrir slíka fiska. Í matsskýrslu segir að eldisfiskur sé bólusettur gegn bakteríusjúkdómum öðrum en nýrnaveiki, reglulega sé skimað fyrir nýrnaveikismiti og sýni af eldisfiski send reglulega til greiningar sem liður í vöktun á smiti í eldisfiski. Umfang lúsasmits meðal sjóbirtinga á svæðinu hefur mælst 1,6 lús/fisk og 0,3 lús/fisk hjá bleikju. Fylgst hefur verið með laxalús á eldisfiski í Patreksfirði og Tálknafirði og var smit fiska eftir 17 til 24 mánuði í eldi mest um 0,1 lús/fisk.	Breytt tilhögun felur ekki í sér breytingu á umfangi framkvæmdar. Hins vegar er gert ráð fyrir að færa eldissvæði til Hvannadals þar sem straumaðstæður eru aðrar en á núverandi stað við Akravík. Breyta á afstöðu kvía með tilliti til straumstefnu á eldissvæðum í Tálknafirði sem gera má ráð fyrir að breyti smitálagi innan eldissvæðis og dreifingu fisksjúkdóma og laxalúsar frá eldinu. Þá er gert ráð fyrir að fella niður tvö eldissvæði í firðinum. Talið er að breyting á framkvæmd geti haft áhrif á sjúkdóma og laxalús meðal villtra laxfiska á svæðinu.
Villtir laxfiskastofnar (erfðablöndun)	Í matsskýrslu kemur m.a. fram að eldissvæði í Patreksfirði og Tálknafirði séu í meira en 100 km fjarlægð frá laxveiðiám, en minni laxveiðiár séu í 50 til 100 km fjarlægð, innst í Ísafjarðardjúpi og á Barðaströnd. Laxveiði í ám á Vestfjörðum sé breytilegri en almennt gerist í öðrum landshlutum, sem bendi til þess að umhverfisskilyrði í hafi ráði miklu um stofnstærð. Lax veiðist í Sunndalsá í Arnarfirði og einnig í Botnsá í Tálknafirði þar sem lax hrygni. Lax hrygni ekki í ám í Patreksfirði. Líklegt sé að eldislax sem veiddist við ár í Patreksfirði hafi mögulega komið úr slyasleppingu úr kvíum Fjarðalax í Patreksfirði um vetur árið 2013. Enginn eldislax hafi veiðist utan Patreksfjarðar.	Ekki er um að ræða breytingu á umfangi framkvæmdar og magn eldisfisks það sama og fjallað var um í mati á umhverfisáhrifum. Kröfur varðandi eldiskvíar og búnað eru þær sömu og áður, þ.e. staðallinn NS 9415. Færsla eldissvæða er ekki talin hafa áhrif á erfðablöndun.



Framleiðsla á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði
Viðbót við frummatsskýrslu og kostagreining vegna 14.500
tonna framleiðsluaukningar

Umhverfispáttur	Niðurstaða umhverfismats	Breytt framkvæmd
Landslag og ásýnd	Í matsskýrslu kemur m.a. fram að eldissvæði í Tálknafirði verða mest sýnileg frá Laugardal og Suðueyri. Áhrif á þéttbýlið á Tálknafirði verða sama og engin og líklegt að ímynd staðarins haldist óbreytt. Ekki er líklegt eldissvæðin hafi teljandi áhrif á ímynd eða útivistargildi gönguleiða eða útivistarsvæða.	Eldissvæði við Akurvík í Tálknafirði verður fært yfir fjörðinn og ný staðsetning þess verður við Hvannadal. Tvö svæði verða lögð niður, við Sveinseyri og Suðureyri. Færsla eldissvæða er talin hafa áhrif á landslag og ásýnd.
Hagrænir og félagslegir þættir	Í matsskýrslu segir að allt bendi til að vaxandi fiskeldi á svæðinu muni hafa verulega jákvæð áhrif á samfélagið. Fyrirtækin áætla að 120 manns þurfi til að framleiða 20.000 tonn af eldislaxi í fjörðunum tveimur og 100 vegna vinnslu og þökkunar afurða. Afleidd störf eru áætluð um 190. Samtals má því búast við að starfsmannafjöldi vegna eldis í fjörðunum tveimur verði ríflega 400.	Ekki er um að ræða breytingu á umfangi framkvæmdar og fjallað var um í mati á umhverfisáhrifum. Mismunandi útfærsla á staðsetningu eldissvæða breytir ekki umfangi starfseminnar. Færsla eldissvæða er ekki talin hafa áhrif á hagræna og félagslega þætti.
Aðrar sjávarnytjar	Í matsskýrslu segir m.a. að fyrirhugað eldi muni hafa óveruleg áhrif á siglingar, innviði, veiðar og aðra starfsemi. Áhrifin verða að mestu leyti afturkræf ef fiskeldið hættir af einhverjum orsökum.	Eldissvæði verður fært yfir fjörðinn og tvö eldissvæði verða lögð niður. Færsla eldissvæða er talin geta haft áhrif á aðrar sjávarnytjar í Tálknafirði.
Ferðaþjónusta og útivist	Í matsskýrslu var m.a. stuðst við niðurstöður könnunar á nýtingu ferðaþjónustufyrirtækja á strandsvæðum Vestfjarða. Eldiskvíar munu hafa óveruleg áhrif á ásýnd og ímynd fjarðanna og ekki hafa neikvæð áhrif á upplifun ferðamanna á svæðinu.	Á hverjum tíma verða tvö eldissvæði í notkun í Tálknafirði, eitt fyrir hvort eldisfyrirtækið eins og gert var ráð fyrir í matsskýrslu. Sami fjöldi kvía verður notaður og gert var ráð fyrir í matsskýrslu, þó eldissvæði við Sveinseyri og Suðureyri verði lögð niður. Breyting á framkvæmd er ekki talin hafa áhrif á upplifun ferðamanna og þar með á ferðaþjónustu og útivist í Tálknafirði.
Náttúru- og menningarminjar	Í matsskýrslu kemur m.a. fram að ekki sé líklegt að minjar finnist á botni undir eldissvæðum, sjá mynd 5.31 í matsskýrslu. Engin friðlýst svæði eru í Tálknafirði en í firðinum er svæði á náttúruminjaskrá, þ.e. Þórislíðarfjall utan við norðanverðan Tálknafjörð, sjá mynd 5.32 í matsskýrslu.	Náttúru- og menningarminjar eru ekki á eldissvæðum við Sveinseyri og Suðureyri. Færsla á eldissvæði yfir að Hvannadal mun ekki varða náttúru- og menningarminjar. Færsla eldissvæða er ekki talin hafa áhrif á náttúruminjar né menningarminjar í Tálknafirði.



Ekki er um að ræða breytingu á umfangi framkvæmdar og myndi magn lífrænna efna frá fiskeldinu haldast óbreytt. Vegna tilfærslu eins eldissvæðis í Tálknafirði og niðurfellingar tveggja annarra eldissvæða er, eins og fram kemur í Tafla 8.3, talin þörf á að meta áhrif á eftirfarandi umhverfisþætti: Botndýralíf, villta stofna laxfiska vegna sjúkdóma og laxalúsar, landslag og ásynd og aðrar sjávarnytjar.

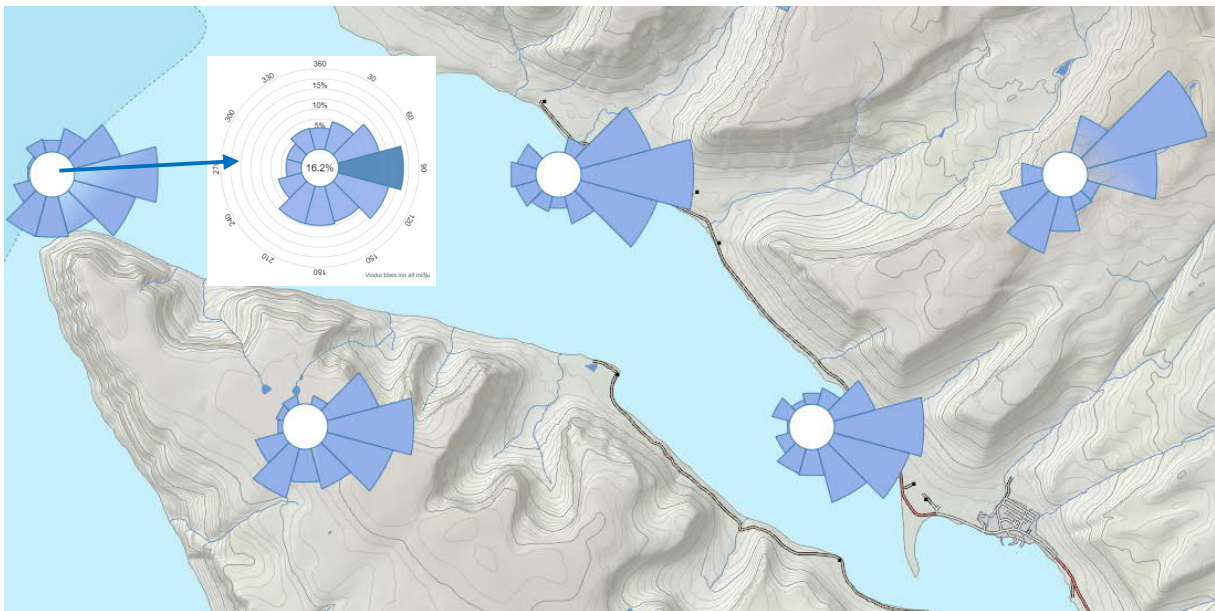
8.3.3 Grunnástand

8.3.3.1 Straumar

Vísað er í kafla 5.2 í matsskýrslu varðandi lýsingu á grunnástandi sjávar í Tálknafirði. Frá því að matið fór fram voru gerðar sérstakar straummælingar á eldissvæðum við Hvannadal vegna fyrirhugaðrar tilfærslu eldissvæðis og á eldissvæði Fjarðalax við Laugardal, sjá Viðauka 3 og 4.

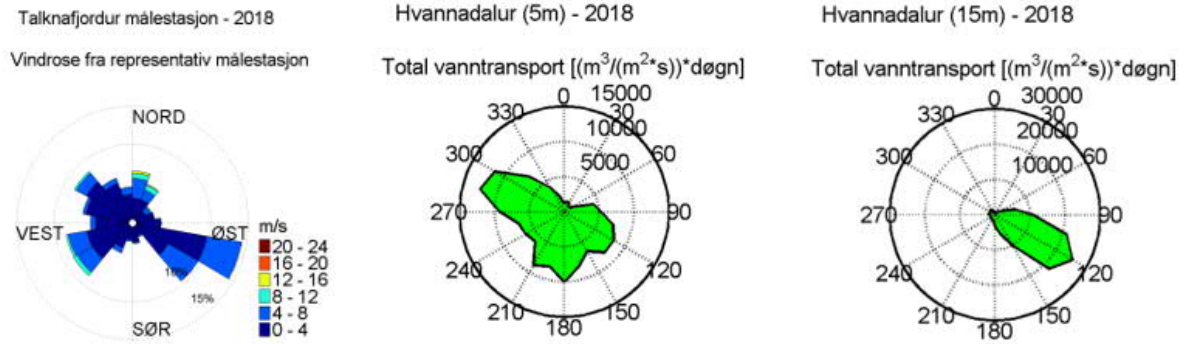
Vindur hefur áhrif á strauma við yfirborð sjávar en sterkan vind úr sömu átt í lengri tíma þarf til að hafa áhrif á dýpri strauma. Austlægar vindáttir eru ríkjandi á svæðinu, en meira skjól úr öðrum áttum og vindar úr vestri ekki algengir, sjá Mynd 8.5. Við Hvannadal er flutningur sjávar við yfirborð í samræmi við þetta og meginflutningur yfirborðssjávar til NV, með landi og út fjörðinn. Dýpra er flutningur sjávar í gagnstæða átt, þ.e. til ASA, sjá Mynd 8.6. Straumur á 15 m dýpi við Hvannadal er að meðaltali 4,9 cm/s. Þar af eru 7,5 % af mæligildum > 10 cm/s, 62,1 % af mæligildum eru á milli 10 og 3 cm/s, 25,7 % af mæligildum eru á milli 3 og 1 cm/s og 4,7 % af mæligildum eru < 1cm/s. Megin tilflutningur sjávar á þessu dýpi er inn fjörðinn.

Samkvæmt niðurstöðum straummælinga á eldissvæði Fjarðalax við Laugardal er tilflutningur sjávar á þeim stað til NV og út úr firðinum, bæði við yfirborð og dýpra, sjá Mynd 8.7. Við Laugardal er meðal straumhraði á 15 m dýpi 4,2 cm/s. Þar af eru 6,6 % af mæligildum > 10 cm/s, 49,0 % af mæligildum eru á milli 10 og 3 cm/s, 36,4 % af mæligildum eru á milli 3 og 1 cm/s og 7,9 % af mæligildum eru < 1 cm/s.

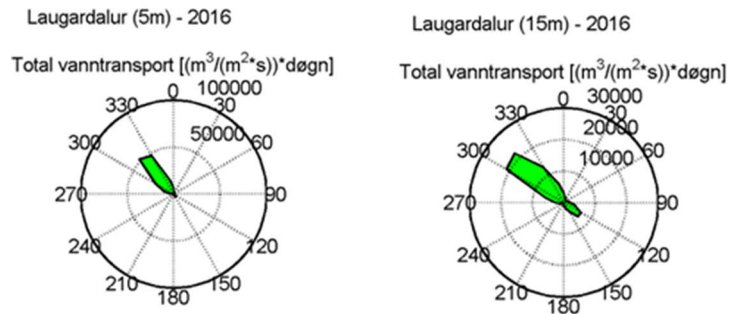


Mynd 8.5 Vindrósir í Tálknafirði samkvæmt reiknuðu vindafari. Athuga að vindur blæs inn að miðju.³¹

³¹ Vindatlas Veðurstofu Íslands. Skoðað þann 20.01.2019 á <http://www.vindatlas.vedur.is/#>



Mynd 8.6 Vindur og straumar í Tálknafirði við Hvannadal. Til vinstri: Vindrós (vindátt og vindstyrkur) samkvæmt mælingum á nálægri veðurathugunarstöð (ath. vindur blæs inn að miðju). Í miðju: Tilflutningur sjávar á 5 m dýpi (yfirborðssjór) við Hvannadal. Til hægri: Tilflutningur sjávar á 15 m dýpi við Hvannadal. Veðurmælingar og straummælingar gerðar á tímabilinu 3.7. til 2.8. 2018, sjá Viðauka 3.

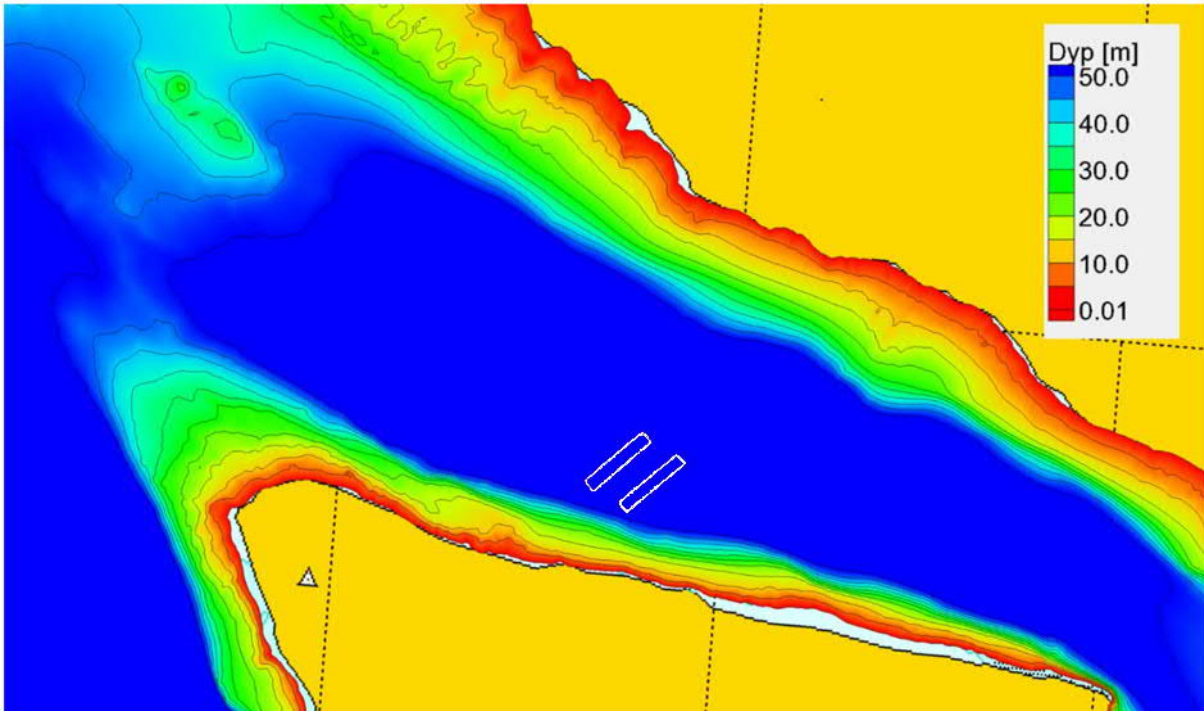


Mynd 8.7 Straumar í Tálknafirði við Laugardal. Til vinstri: Tilflutningur sjávar á 5 m dýpi (yfirborðssjór). Til hægri: Tilflutningur sjávar á 15 m dýpi. Straummælingar gerðar á tímabilinu 10.3. til 9.4.2016, sjá Viðauka 4.

8.3.3.2 Botndýralíf

Dýpi undir eldissvæði við Hvannadal er 54-57 m og botnset er leir, en mögulega skeljasandur á botni næst landi, sjá Mynd 8.8. Fínt set eða leir er ríkjandi botngerð í Patreksfirði og Tálknafirði og eitt botndýrasamfélag er á leirbotni í báðum fjörðunum, sem einkennist af tegundum sem algengar eru í fjörðum landsins.³²

³² Steinunn Hilma Ólafsdóttir. 2015. Benthic communities in Tálknafjörður and Patreksfjörður. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun, Hafrannsóknir nr. 179.



Mynd 8.8 Botndýpi (m) í Tálknafirði. Rammarnir tveir sýna mögulega staðsetningu kvía á eldissvæðinu við Hvannadal. Sjá Viðauka 3.³³

8.3.3.3 Landslag og ásjón

Varðandi lýsingu á grunnástandi vegna landslags og ásjónar vísast í kafla 5.5 í matsskýrslu. Í Tálknafirði hafa verið skilgreind fjögur landslagsrými: Innsti hluti fjarðarinnar, svæði sem þéttbýlið Tálknafjörður tilheyrir, svæði utan Sveinseyrar og ysti hluti Tálknafjarðar. Fyrirhuguð breyting á framkvæmd varðar tvö síðast tölðu landrýmin.

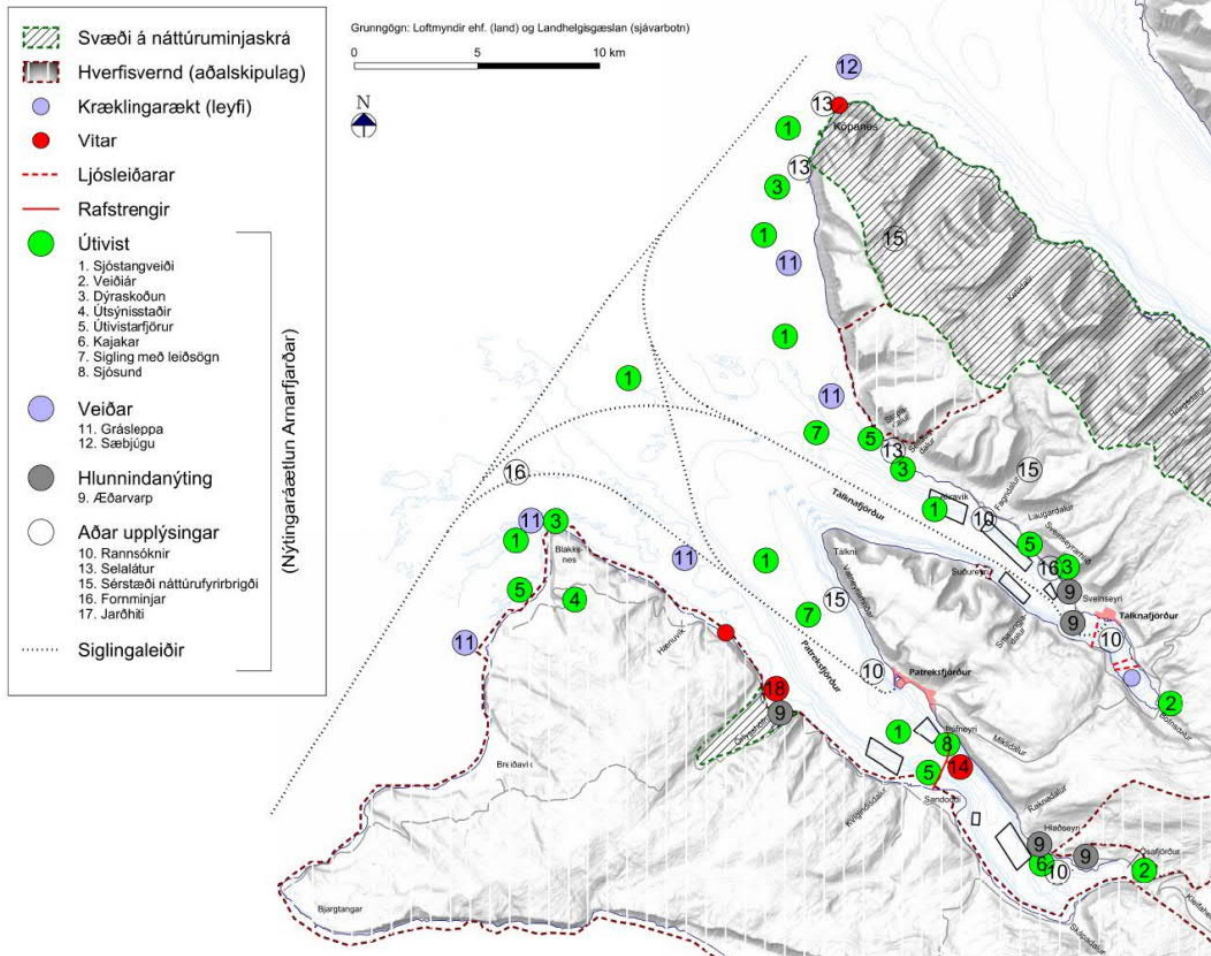
Tilfærsla eldissvæðis Arctic Sea Farm að Hvannadal varðar landslagsrými í ysta hluta Tálknafjarðar. Samkvæmt matsskýrslu er búseta og sumarhús við ströndina að norðanverðu en að sunnanverðu er aðeins sumarhús á Suðureyri. Að norðanverðu liggur fáfárin vegur um landslagsrýmið út með firðinum og endar við Akravík. Enginn vegur er að sunnanverðu í rýminu. Í gildandi aðalskipulagi er gert ráð fyrir gönguleiðum milli Tálkna og Suðureyrar og upp úr dölum að norðanverðu. Að norðanverðu eru útivistarfjörur og áhugavert dýralíf. Suðureyri nýtur hverfisverndar vegna sérstæðs fuglalífs, gróðurs, útivistargildis og söguminja.

Niðurfelling eldissvæða Fjarðalax varðar landslagsrými utan Sveinseyrar, skammt norðan við þéttbýlið Tálknafjörður. Samkvæmt matsskýrslu er búseta og fiskeldi á landi í námunda við Sveinseyri og sumarhús er á Suðureyri. Um landslagsrýmið að norðanverðu liggur fáfárin vegur út með firðinum, þar eru útivistarfjörur og áhugavert dýralíf og einnig æðarvarp. Að sunnanverðu er gert ráð fyrir gönguleiðum í landslagsrýminu samkvæmt gildandi aðalskipulagi.

8.3.3.4 Aðrar sjávarnytjar

Varðandi lýsingu á grunnástand sjávarnytja í Patreksfirði og Tálknafirði vísast í kafla 5.7 í matsskýrslu. Fram kemur að sveitarfélög á Vestfjörðum hafa skráð sjávarfengda nýtingu í fjörðunum. Niðurstöðurnar má sjá á Mynd 8.9.

³³ Thomas Heggem og Steinar Dalheim Eriksen. 2019. Arctic Fish, Lokalitetsrapport Hvannadalur. Akvaplan – niva AS Rapport: 60201.05.



Mynd 8.9 Nýting strandsvæða í Tálknafirði og Patreksfirði. Mynd úr matsskýrslu.

8.3.4 Líkleg umhverfisáhrif

Í eftirfarandi köflum er fjallað um líkleg áhrif breyttrar tilhögunar eldis í Tálknafirði, þ.e. tilfærslu eldissvæðis og niðurfellingu tveggja eldissvæða, með tilliti til þeirrar framkvæmdar sem kynnt var í matsskýrslu á sínum tíma.

8.3.4.1 Botndýralíf

Fyrir liggur að þar sem eldissvæði við Hvannadal mun verða er leirbotn og á slíkum botni er eitt botndýrasamfélag í Patreksfirði og Tálknafirði, sem einkennist af tegundum sem algengar eru í fjörðum landsins, samanber kafla 8.3.3.2.

Eins og segir í kafla 8.2.4.1 sýna niðurstöður vöktunar á eldissvæðum í fjörðum landsins að fiskeldi í sjókvíum hefur áhrif á lífríki botns á afmörkuðu svæði og um 100 m frá eldiskvíum gæti áhrifa lítið eða ekki. Niðurstöðurnar eru í samræmi við rannsóknir í Fossfirði í Arnarfirði sem gefa til kynna að mest af fódurleifum falli til botns undir sjókvíum og 20 m frá kvíum hafi um 50% fódurleifa botnfallið. Þá hefur nýleg rannsókn leitt í ljós að 50 m frá sjókvíum er lífmassi baktería í seti ekki marktækt hærri en á botni enn fjær eldisstað. Einnig má benda á að staðall ASC afmarkar áhrifsvæði eldis 30 m frá eldisstað. Heimildir sem vísað er til má finna neðanmáls í kafla 8.2.4.1.

Reynsla af fiskeldi í Patreksfirði og Tálknafirði er almennt sú að áhrif uppsöfnunar lífrænna leifa frá sjókvíaldi á botndýralíf takmarkast við setbotn í næsta nágrenni við kvíar.³⁴ Það er vel þekkt að batamerki koma fram nokkrum mánuðum eftir að fódurinn lýkur en líklegt er að nokkur ár þurfi að líða

³⁴ Böðvar Þórisson, Cristian Gallo og Eva Dögg Jóhannesdóttir. 2015. Vöktun á botndýralífi við fiskeldiskvíar út af Laugardal í Tálknafirði 2013-14. Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 33-13.



þar til botndýrasamfélag nái upprunalegu ástandi á ný.^{35, 36, 37} Því má gera ráð fyrir að botndýralíf undir eldiskvíum muni enn bera einkenni raskaðs ástands þegar eldi hefst á ný á eldisstað.

Með því að staðsetja kvíar Arctic Sea Farm og Fjarðalax þvert á straumstefnu má ætla að lífræn efni frá eldinu dreifist betur og þynnist yfir stærra svæði en með því fyrirkomulagi sem gert var ráð fyrir í matsskýrslu frá árinu 2016. Gangi þetta eftir er líklegt að eldi við Hvannadal leiði til þess að neikvæð áhrif á botndýr, vegna uppsöfnunar á lífrænu efni, verði minni miðað við fyrra skipulag eldissvæða í Tálknafirði. Færslan er því ekki líkleg til að auka lífrænt álag í firðinum. Eftir sem áður mun stærsti hluti efnisins falla til botns undir og í næsta nágrenni eldiskvía og því má gera ráð fyrir að áhrif laxeldis við Hvannadal á botndýralíf verði talsvert neikvæð á takmörkuðu svæði nærri eldisstað, en fjær verði áhrifin nokkuð neikvæð til óveruleg. Áhrifin eru afturkræf ef starfseminni verður hætt og fóðrun lýkur.

Niðurfelling eldissvæða við Sveinseyri og Suðureyri felur í sér að áhrif laxeldis Fjarðalax verður í framtíðinni bundið við eitt svæði, þ.e. Laugardal. Stærð eldisvæðisins er þó nægileg til þess að hægt sé að færa eldiskvíar til milli eldislota ef þess er talin þörf vegna botndýralífs á svæðinu. Í heildina mun álag á botndýralíf í Tálknafirði minnka með nýrri tilhögun og áhrif af því verði varanleg. Með tilliti til matsskýrslu er líklegt að áhrif breyttrar tilhögunar verði **talsvert jákvæð** fyrir botndýralíf Tálknafjarðar.

8.3.4.2 Villtir stofnar laxfiska – sjúkdómar og laxalús

Á haustmánuðum 2017 fór að bera á lús í laxeldi Fjarðalax við Laugardal í Tálknafirði, en á þeim tíma var slátrun þegar hafin. Í mars 2018 var ljóst að lúsin hafði náð að fjölga sér yfir vetrarmánuðina. Á þessum tíma hafði Fjarðalax hafið undirbúning á ASC vottun fyrir eldissvæðið sem gerir kröfur um að fjöldi kynþroska lúsa fari ekki yfir ákveðin mörk en leyfir ábyrga meðhöndlun með lyfjum með það í huga að vernda villta laxfiska.

Við eftirlit Matvælastofnunar um vorið sáust greinileg merki um að lús sem lifað hafði af veturinn var lífvænleg, farin að tímgastr og merki voru um nýsmit. Tilraunir til að hreinsa fiskinn af lús höfðu ekki skilað árangri og taldi stofnunin ljóst að ef ekki yrði farið í aflúsun á þessu stigi yrði lúsasmit orðið óásættanlegt á þeim tíma sem villtir laxfiskar dvelja í sjó, síðla sumars og haust. Þann 26.06.2018 tilkynnti Matvælastofnun að stofnunin hafi heimilað Fjarðalaxi að beita lyfjameðhöndlun gegn laxalús á eldissvæðinu við Laugardal.

Yfirborðsstraumar í Tálknafirði, sem bera sjúkdóma- og lúsasmit frá laxeldi, eru í meginatriðum með landi út fjörðinn. Ef Arctic Sea Farm hefði verið með eldi á staðsetningu við Akurvík, þegar laxalús varð vandamál við Laugardal má gera ráð fyrir að smit hefði borist frá því eldi til eldisfisks við Akurvík. Með flutningi eldissvæðis Arctic Sea Farm yfir fjörðinn til Hvannadals minnka líkur á að smit berist þaðan og yfir fjörðinn til Laugardals og öfugt. Með því að staðsetja eldissvæði fyrirtækjanna sitt hvoru megin fjarðar er líklegt að umtalsvert dragi úr hættu á að sjúkdóma- og lúsasmit berist frá einu eldissvæði til annars og skapi þannig aukna hættu fyrir villta laxfiska sem dvelja í Tálknafirði.

Með því að leggja af eldissvæði við Sveinseyri og Suðureyri verða eldissvæðin einungis tvö í Tálknafirði. Sú ráðstöfun einfaldar stýringu á eldi óskyldra aðila í firðinum og dregur úr þeirri hættu að smitsjúkdómar og laxalús magnist upp í firðinum, sem gæti haft neikvæðar afleiðingar fyrir villta laxfiskastofna á svæðinu.

Með tilliti til matsskýrslu er líklegt að áhrif breyttrar tilhögunar verði **talsvert jákvæð** fyrir villta laxfiska á svæðinu með tilliti til sjúkdóma og laxalúsar.

³⁵ Keeley, N. B., Macleod, C. K., Hopkins, G. A. and Forrest, B. M. 2014. Spatial and temporal dynamics in macrobenthos during recovery from salmon farm induced organic enrichment: When is recovery complete? Marine Pollution Bulletin, 80(1–2), 250–262.

³⁶ Zhulay, I., Reiss, K. and Reiss, H. 2015. Effects of aquaculture following on the recovery of macrofauna communities. Marine Pollution Bulletin, 97(1–2), 381–390.

³⁷ Keeley, N. B., Forrest, B. M. and Macleod, C. K. 2015. Benthic recovery and re-impact responses from salmon farm enrichment: Implications for farm management. Aquaculture, 435, 412–423.



8.3.4.3 Landslag og ásjúnd

Tilfærsla eldissvæðis Arctic Sea Farm frá Akravík, sem staðsett er við norðurströnd Tálknafjarðar, suður yfir fjörðinn að Hvannadal varðar landslagsrými í ysta hluta Tálknafjarðar. Að norðanverðu er búseta og sumarhús við ströndina en að sunnanverðu er aðeins sumarhús á Suðureyri. Að norðanverðu eru útivistarfjörur og áhugavert dýralíf og á skipulagi eru gönguleiðir upp úr dölum að norðanverðu.

Niðurfelling eldissvæða Fjarðalax varðar landslagsrými utan Sveinseyrar. Samkvæmt matsskýrslu er búseta og fiskeldi á landi utan Sveinseyrar og sumarhús á Suðureyri. Að norðanverðu æðarvarp, útivistarfjörur og áhugavert dýralíf og á skipulagi eru gönguleiðir um svæðið.

Samkvæmt matsskýrslu var gert ráð fyrir að sýnileiki eldissvæða í Tálknafirði yrði mestur á svæðinu við Suðureyri og Laugardal. Með breytingu á framkvæmd mun ásjúnd eldissvæðis séð frá Suðureyri hverfa en ásjúnd óbreytt varðandi Laugardal.

Með tilliti til matsskýrslu er líklegt að áhrif breyttrar tilhögunar verði **nokkuð jákvæð** á landslag og ásjúnd. Áhrifin verða varanleg með tilliti til þeirra svæða sem lögð verða niður, en afturkræf ef fiskeldið verður lagt niður við Hvannadal og Laugardal.

8.3.4.4 Aðrar sjávarnytjar

Samkvæmt matsskýrslu eru eldissvæði við Sveinseyri og Suðureyri ekki í árekstri við aðrar sjávarnytjar, en þó er æðarvarp við Sveinseyri. Ekki er líklegt að ný staðsetning eldissvæðis við Hvannadal verði í siglingaleið um Tálknafjörð, sbr. mynd 5.28 í matsskýrslu.

Í matsskýrslu segir að fyrirhugað eldi muni hafa óveruleg áhrif á siglingar, innviði, veiðar og aðra starfsemi. Breytt framkvæmd í Tálknafirði breytir þar ekki um.

Með tilliti til matsskýrslu er líklegt að áhrif breyttrar tilhögunar verði **óveruleg** á aðrar sjávarnytjar. Áhrifin verða afturkræf ef fiskeldið hættir.

8.4 Samanburður framkvæmdakosta

Í eftirfarandi kafla er gerður samanburður á áhrifum mismunandi framkvæmdakosta á þá umhverfisþætti sem fjallað hefur verið um í köflum 1.1 og 8.3. Sett er fram vægi áhrifa breyttrar tilhögunar eldis í Patreksfirði og Tálknafirði með tilliti til þeirrar framkvæmdar sem kynnt var í matsskýrslu á sínum tíma. Einnig eru settar fram niðurstöður í matsskýrslu, sjá kafla 8.1, og greiningar á áhrifum núll kostar miðað við upplýsingar um grunnástand eins og lýst var í matsskýrslu, sjá kafla 7. Samanburðurinn er einnig settur fram í Tafla 8.4.

8.4.1 Botndýralíf

Áhrif á botndýralíf voru metin **talsvert neikvæð** á botni við eldissvæði samkvæmt matsskýrslu. Áhrif núll kostar eru talin vera **talsvert jákvæð**.

Í Patreksfirði og Tálknafirði stendur til að breyta staðsetning kvíapýrpinga á eldissvæðum miðað við fyrirkomulag í matsskýrslu. Í framtíðinni verða þær settar niður þvert á straumstefnu á eldissvæðum sem er líklegt er að leiði til meiri dreifingar á úrgangi og hafi jákvæð áhrif á uppsöfnun lífræns efnis á botni miðað við skipulag eldiskvía samkvæmt matsskýrslu. Eftir sem áður mun stærsti hluti efnisins falla til botns undir og í næsta nágrenni eldiskvía. Með tilliti til matsskýrslu má því gera ráð fyrir að vegna breyttrar framkvæmdar í Patreksfirði verði áhrif laxeldisins á botndýralíf **óveruleg**.

Sama á við í Tálknafirði en niðurfelling eldissvæða við Sveinseyri og Suðureyri mun hins vegar minnka heildarálag á botndýralíf í Tálknafirði og það ástand verði varanlegt. Með tilliti til matsskýrslu eru því áhrif af breyttri framkvæmd talin vera **talsvert jákvæð** fyrir botndýralíf Tálknafjarðar.

8.4.2 Villtir stofnar laxfiska – sjúkdómar og laxalús

Í matsskýrslu eru áhrif aukinnar framleiðslu í laxeldi talin vera **óveruleg** á villta laxfiskastofna varðandi sjúkdóma og laxalús. Áhrif núll kostar eru talin vera **nokkuð jákvæð**.



Vegna breyttrar tilhögunar eldisins í Patreksfirði voru gerðar straummælingar á viðkomandi eldissvæðum sem staðfesta að við Kvígindisdal, sunnan fjarðar, eru straumar nærri yfirborði í meginatriðum með landi inn fjörðinn, en straumurinn gagnstæður með norðurlandinu við Eyri og í átt að mynni fjarðarins. Staðsetning kvíapyrpinga þvert á straum, sem ekki hefur verið gert fram til þessa, er líkleg til að hafa jákvæð áhrif á velferð eldisfisks, styrkja mótstöðu fisksins gegn sjúkdómsvöldum og draga úr smitálagi innan eldissvæða. Þar af leiðir að fyrirhugað framkvæmd er líkleg til að draga úr smitálagi á villta laxfiska miðað við fyrri tilhögun eldisins. Með tilliti til matsskýrslu er breytt staðsetning eldissvæðis í Patreksfirði talin hafa **nokkuð jákvæð** áhrif á villta laxfiska í firðinum með tilliti til sjúkdóma og laxalúsar.

Vegna breyttrar tilhögunar eldisins í Tálknafirði verða kvíapyrpingar lagðar þvert á straum á eldissvæðum við Hvannadal og Laugardal. Sú breyting er líkleg til að hafa jákvæð áhrif á velferð eldisfisks, styrkja mótstöðu fisksins gegn sjúkdómsvöldum og draga úr smitálagi innan eldissvæða. Færa á núverandi eldissvæði Arctic Sea Farm við Akurvík og yfir fjörðinn að Hvannadal. Nýjar mælingar sýna að yfirborðsstraumar eru í meginatriðum með landi út fjörðinn á báðum eldissvæðunum. Með því að staðsetja eldissvæði fyrirtækjanna sitt hvoru megin fjarðar er líklegt að umtalsvert dragi úr hættu á að sjúkdóma- og lúsasmit berist frá einu eldissvæði til annars og sýki villta laxfiska sem dvelja í Tálknafirði. Einnig stendur til að leggja af eldissvæði við Sveinseyri og Suðureyri. Í framtíðinni verða því einungis tvö eldissvæði í Tálknafirði. Sú ráðstöfun einfaldar stýringu á eldi óskyldra aðila í firðinum og dregur úr þeirri hættu að smitsjúkdómar og laxalús magnist upp í firðinum. Með tilliti til matsskýrslu eru áhrif af breyttri framkvæmd í Tálknafirði talin vera **talsvert jákvæð** fyrir villta laxfiska á svæðinu með tilliti til sjúkdóma og laxalúsar.

8.4.3 Landslag og ásýnd í Tálknafirði

Í matsskýrslu eru áhrif aukinnar framleiðslu í laxeldi talin vera **óveruleg** á landslag og ásýnd fjarðanna. Áhrif núll kostar eru talin vera **nokkuð jákvæð**.

Ekki var talin þörf á að meta áhrif breyttrar tilhögunar eldisins í Patreksfirði á þennan umhverfisþátt. Samkvæmt matsskýrslu var gert ráð fyrir að sýnileiki eldissvæða í Tálknafirði yrði mestur á svæðinu við Suðureyri og Laugardal. Með breytingu á framkvæmd mun ásýnd eldissvæðis við Suðureyri hverfa en ásýnd óbreytt varðandi Laugardal. Með tilliti til matsskýrslu eru áhrif af breyttri framkvæmd talin vera **nokkuð jákvæð** á landslag og ásýnd.

8.4.4 Aðrar sjávarnytjar í Tálknafirði

Í matsskýrslu eru áhrif aukinnar framleiðslu í laxeldi talin vera **óveruleg** á siglingaleiðir, innviði, veiðar og aðra starfsemi í fjörðunum. Áhrif núll kostar eru talin vera **nokkuð jákvæð**.

Ekki var talin þörf á að meta áhrif breyttrar tilhögunar eldisins í Patreksfirði á þennan umhverfisþátt.

Í matsskýrslu segir að fyrirhugað eldi muni hafa óveruleg áhrif á aðrar sjávarnytjar. Breytt framkvæmd í Tálknafirði breytir þar ekki um. Með tilliti til matsskýrslu verða áhrif þar líklega **óveruleg** á aðrar sjávarnytjar.

Framangreindar breytingar á þeirri framkvæmd sem kynnt var í matsskýrslu eru hver um sig líklegar til að draga úr neikvæðum áhrifum laxeldis í Patreksfirði og Tálknafirði. Með því að leggja niður tvö eldissvæði í Tálknafirði og færa eldissvæði í Patreksfirði og Tálknafirði verða samlegðaráhrif þess líklega þau að neikvæð áhrif á botndýralíf og villta laxfiskastofna svæðisins verði minni en samkvæmt því skipulagi sem lýst er í matsskýrslu.



Framleiðsla á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði
Viðbót við frummatsskýrslu og kostagreining vegna 14.500
tonna framleiðsluaukningar

Tafla 8.4 Yfirlit yfir niðurstöðu matsskýrslu um umhverfisáhrif 14.500 tonna aukningar á framleiðslu á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði og umhverfisáhrif breyttrar tilhögunar eldis í Patreksfirði og Tálknafirði með tilliti til þeirrar framkvæmdar sem kynnt var í matsskýrslu á sínum tíma.

Umhverfisþættir		Verulega jákvæð	Talsvert jákvæð	Nokkuð jákvæð	Óveruleg	Nokkuð neikvæð	Talsvert neikvæð	Verulega neikvæð
Botndýralíf	Matsskýrsla						x	
	Núll kostur		x					
	Breytt tilhögun í Patreksfirði				x			
	Breytt tilhögun í Tálknafirði		x					
Vilttir laxfiskar								
- Sjúkdómar	Matsskýrsla				x			
	Núll kostur			x				
	Breytt tilhögun í Patreksfirði			x				
	Breytt tilhögun í Tálknafirði		x					
- Laxalús	Matsskýrsla				x			
	Núll kostur			x				
	Breytt tilhögun í Patreksfirði			x				
	Breytt tilhögun í Tálknafirði		x					
Landslag og ásýnd	Matsskýrsla				x			
	Núll kostur			x				
	Breytt tilhögun í Tálknafirði			x				
Aðrar sjávarnytjar	Matsskýrsla				x			
	Núll kostur			x				
	Breytt tilhögun í Tálknafirði				x			



9 Niðurstaða kostagreiningar og viðbótar við frummatsskýrslu

Með viðbót við frummatsskýrslu og kostagreiningu hefur verið bætt úr þeim annmörkum sem ÚUA taldi vera á matsskýrslu. Hefur verið horft til þeirra atriða sem tilgreindir eru í úrskurði ÚUA en einnig er fjallað um aðra kosti sem ekki eru tilgreindir í úrskurðinum og settir eru fram þrír framkvæmdakostir og líkleg áhrif þeirra metin. Jafnframt voru hafðar til hliðsjónar leiðbeiningar Skipulagsstofnunar.³⁸

Staðarval samkvæmt matsskýrslu

Hér að framan hefur verið fjallað um greiningu á hentugum eldissvæðum í Patreksfirði og Tálknafirði sem gerð var á sínum tíma og leiddi til þeirra staðsetningar eldissvæða í fjörðunum sem kynnt var sem framkvæmdakostur í matsskýrslu. Á þeim tíma þóttu aðrir staðsetningarkostir ekki vera raunhæfir með tilliti til fyrirbyggjandi rannsókna, þekkingu heimamanna og takmarkana sem skapaðist af því að sjókvíar þurftu að vera nærri fóðurstöðvum í landi, þar sem rafmagn var aðgengilegt.

Umfang eldis

Varðandi mögulega umfjöllun um minna umfang framkvæmdarinnar hefur komið fram að umfang eldis er nátengt arðbærni þess og það eru því hagkvæmnissjónarmið sem ráða því að sótt var um leyfi fyrir allt að 17.500 tonna ársframleiðslu og fulla nýtingu burðarþols til framtíðar. Miðað við markmið fjárfestingar til framkvæmdarinnar þykir ekki raunhæft að gera ráð fyrir minna umfangi.

Aðrar eldisaðferðir

Niðurstöður sérfræðiálits, sem um var fjallað að framan, eru þær að aðrar eldisaðferðir sem eru nefndir sem kostir í úrskurði ÚUA þykja ekki raunhæfir enn þann dag í dag og þar að auki uppfylla þeir kostir ekki markmið framkvæmdarinnar, sem er að ala lax í sjókvíum á umhverfisvænan hátt:

- Eldi á ófrjóum laxi í sjó er enn á rannsóknastigi og ýmiskonar vandamál óleyst allt frá meðferð hrogna, við frumfóðrun seiða, seltuþol fisksins og vöxt fram að sláturstærð.
- Eldi í lokuðum eldiskvíum er enn á þróunarstigi. Ekki liggur fyrir þekking á því hvernig lokaðar eldiskvíar henta í fjörðum hér við land né þekking á vexti og viðkomu eldisfisks. Kostnaður við eldið er áætlaður umtalsvert hærri miðað við hefðbundið sjókvíaeldi. Rekstrarforsendur slíks eldis er ekki hægt að meta fyrr en úr þessum óvissuþáttum hefur verið bætt. Einnig er ljóst að þær umhverfisaðstæður sem eru forsendur núverandi eldistækni lokaðra sjóeldiskerfa s.s. skjólsæl svæði með miklu dýpi eru ekki fyrir hendi í Patreks- og Tálknafirði.
- Forsendur til þess að stunda landeldi á laxi á sunnanverðum Vestfjörðum eru ekki fyrir hendi þar sem hvorki er nægilegt rafmagn né jarðhiti fyrir hendi á sunnanverðum Vestfjörðum til að framleiða 17.500 tonn af laxi.

Til viðbótar kostum sem fjallað er um í úrskurði ÚUA hefur einnig verið fjallað um eldi í úthafskvíum og notkun annarra tegunda laxfiska til fiskeldis:

- Laxeldi í úthafskvíum er enn á rannsókn- og þróunarstigi og getur þar að leiðandi ekki talist raunhæfur kostur fyrir laxeldi á Vestfjörðum.
- Samkvæmt reynslu Arctic Sea Farm eru umhverfisaðstæður í sjó við Ísland hentugri til eldis á kuldapólnari laxfiskum en þeim stofni regnbogasilungs sem Matvælastofnun hefur leyft innflutning fyrir.

Núll kostur

Gerð er grein fyrir líklegri þróun umhverfisþátta ef miðað er við ekki verði framhald á rekstri eldisfyrirtækjanna í Patreks- og Tálknafirði. Almenn má gera ráð fyrir fremur jákvæðum áhrifum núll kosts á umhverfisþætti en hins vegar má búast við að áhrif verði verulega neikvæð fyrir samfélag á sunnanverðum Vestfjörðum.

³⁸ Umsögn Skipulagsstofnunar um umsóknir Arctic Sea Farm og Fjarðalax um rekstrarleyfi til bráðabirgða fyrir laxeldi í Patreks- og Tálknafirði. Bréf til atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytis, dags. 22. október 2018.



Framkvæmdakostir

Samanburður á þremur mismunandi framkvæmdakostum, sbr. kafla 8.1 til 8.3, leiðir til þeirrar niðurstöðu að fyrirhugaðar breytingar á eldissvæðum frá því sem kynnt var í matsskýrslu eru líklegar til að draga úr neikvæðum áhrifum laxeldis í Patreksfirði og Tálknafirði. Jafnframt að samlegðaráhrif þeirra breytinga verði líklega þau að neikvæð áhrif á botndýralíf og villta laxfiskastofna svæðisins verði minni en samkvæmt því skipulagi sem lýst er í matsskýrslu.

Niðurstaða

Með þessari greinargerð hefur verið bætt úr þeim annmörkum sem ÚUA taldi vera á þeirri matsskýrslu sem Skipulagsstofnun byggði álit sitt á. Þeir kostir sem tilgreindir eru í úrskurði nefndarinnar eru ekki taldir tæknilega mögulegir og/eða samrýmast markmiðum framkvæmdarinnar. Samanburður þriggja mismunandi framkvæmdakosta hefur leitt í ljós að fyrirhugaðar breytingar á eldissvæðum í fjörðunum tveimur eru líklegar til að draga úr neikvæðum áhrifum laxeldis í Patreks- og Tálknafirði.

Fjarðalax og Arctic Sea Farm lögðu áherslu á umhverfisvænt eldi í matsskýrslu sinni. Í dag er eldi með hefðbundnum sjókvíum með lágan þéttleika eldisfiska og litla raforkuþörf betri kostur út frá viðmiðum umhverfisvæns eldis heldur en lokuð eldiskerfi í sjó eða landi. Fyrirtækin hafa aflað sér alþjóðlegrar umhverfisvottunar samkvæmt staðli ASC (Aquaculture Stewardship Council) fyrir starfsemi sína. Fyrirtækin telja mikilvægt að þær eldisaðferðir sem félögin starfrækja séu í samræmi við þann stranga umhverfisstaðal.



10 Heimildir

- Akvafuture ehf. 2018. Laxeldi í lokuðum sjókvímum í Eyjafirði. Tillaga að matsáætlun fyrir allt að 20.000 tonna framleiðslu.
- Akvaplan-niva. 2018. Breytingar á staðsetningu tveggja eldissvæða í Patreksfirði, Vesturbyggð. Bréf til Skipulagsstofnunar, dags. 21.03.2018.
- Allison, A. M. 2012. Organic accumulation under salmon aquaculture cages in Fossfjörður, Iceland. Háskólinn á Akureyri. MS ritgerð, 69 bls. Sótt þann 11.12.2018 á //hdl.handle.net/1946/12272
- Ásmundsson R.K, Þorsteinsson E. 2010. Tækifæri til varmavirkjunar á Vestfjörðum : varmadælur og samnýting varma. Reykjavík; 2010. ISOR-2010-045.
- Bjørndal T, Holte E.A, Hilmarsen Ø, Tusvik A. 2018. Analyse av lukka opprett av laks – Landbasert og i sjø: Produksjon, økonomi og risiko Sluttrapport FHF Prosjekt 901442. Trondheim.
- Böðvar Þórisson, Cristian Gallo, Eva Dögg Jóhannsdóttir. 2015. Vöktun á botndýralífi við fiskeldiskvíar í Fossfirði 2011 - 2014. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 2-15, 25 bls.
- Byggðastofnun. 2018. Minnisblað. Blikur á lofti í atvinnulífi Vestfjarða. Dags. 3.10.2018.
- Böðvar Þórisson, Cristian Gallo og Eva Dögg Jóhannsdóttir. 2015. Vöktun á botndýralífi við fiskeldiskvíar út af Laugardal í Tálknafirði 2013-14. Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 33-13.
- Cristian Gallo og Margrét Thorseteinsson. 2017. Lokaskýrsla fyrir Haganes. Laxeldi í sjó 2014-2016. Náttúrustofa Vestfjarða. NV nr. 3-17. 28 bls.
- Eiríksson T, Moodley Leon, Helgason GV, Lilliendahl K, Halldórsson HP, Bamber S, et al. 2017. Estimate of organic load from aquaculture - a way to increased sustainability. Reykjavík; 2017. doi:10.13140/RG.2.2.14202.29123.
- Fiskeldi Austfjarða hf. 2018. Samanburður valkosta í tengslum við matsskýrslu vegna 20.800 tonna eldis í Beru- og Fáskrúðsfirði. Mat á umhverfisáhrifum.
- Fjarðalax og Arctic Sea Farm. 2016. Framleiðsla á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði. Aukning um 14.500 tonn í kynslóðaskiptu eldi. Mat á umhverfisáhrifum – matsskýrsla.
- Guðrún Marteinsdóttir, Heiðrún Guðmundsdóttir, Sigurður Guðjónsson, Anna K. Daníelsdóttir, Þóroddur F. Þóroddsson og Leo Guðmundsson. 2007. Áhrif eldis á umhverfi og villta stofna. Háskóli Íslands, Umhverfisstofnun, Veiðimálastofnun, Hafrannsóknastofnun og Skipulagsstofnun. Lokaskýrsla vegna AVS-verkefnisins.
- Helgi Þór Thorarensen. 2018. Sérfræðiálit um valkosti í laxeldi í Patreks- og Tálknafirði. Greinargerð.
- Keeley, N. B., Macleod, C. K., Hopkins, G. A. and Forrest, B. M. 2014. Spatial and temporal dynamics in macrobenthos during recovery from salmon farm induced organic enrichment: When is recovery complete? Marine Pollution Bulletin, 80(1–2), 250–262.
- Keeley, N. B., Forrest, B. M. and Macleod, C. K. 2015. Benthic recovery and re-impact responses from salmon farm enrichment: Implications for farm management. Aquaculture, 435, 412–423.
- Mayor, D. J., Gray, N. B., Hattich, G. S. I. and Thornton, B. 2017. Detecting the presence of fish farm-derived organic matter at the seafloor using stable isotope analysis of phospholipid fatty acids. Scientific Reports, 7: 5146.
- Nilsen A, Nielsen KV, Biering E, Berheim A. 2017. Effective protection against sea lice during the production of Atlantic salmon in floating enclosures. Aquaculture. 2017;466: 41–50.
- Ragnar Jóhannsson, Sigurður Guðjónsson, Agnar Steinarsson og Jón Hlöðver Friðriksson. 2017. Áhættumat vegna mögulegrar erfðablöndunar milli eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi. Haf- og Vatnarannsóknir, HV 2017-027.



- Skipulagsstofnun. 2016. Aukin framleiðsla á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði um 14.500 tonn. Álit um mat á umhverfisáhrifum, dags. 23.09.2016.
- Skipulagsstofnun. 2018. Breyting á staðsetningu eldissvæða Arctic Sea Farm og Fjarðalax í Patreksfirði. Ákvörðun um matsskyldu, dags. 11.04.2018.
- Skipulagsstofnun. 2018. Umsögn um umsóknir Arctic Sea Farm og Fjarðalax um rekstrarleyfi til bráðabirgða fyrir laxeldi í Patreks- og Tálknafirði. Bréf til atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytis, dags. 22. október 2018.
- Steinunn Hilma Ólafsdóttir. 2015. Benthic communities in Tálknafjörður and Patreksfjörður. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun, Hafrannsóknir nr. 179.
- Thomas Heggem og Steinar Dalheim Eriksen. 2019. Arctic Fish, Lokalitetsrapport Hvannadalur. Akvaplan – niva AS Rapport: 60201.05.
- Umsögn Skipulagsstofnunar um umsóknir Arctic Sea Farm og Fjarðalax um rekstrarleyfi til bráðabirgða fyrir laxeldi í Patreks- og Tálknafirði. Bréf til atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytis, dags. 22. október 2018.
- Vargelius, A. og Edvardsen, R.B. 2015. Endrer laksegener for å få steril fisk. Havforskningsrapporten 2015 Ressurser, miljø and akvakultur på kysten og i havet. Fisken og havet, særnummer 1-2015:18-19.
- Vindatlas Veðurstofu Íslands skoðað þann 20.01.2019 á <http://www.vindatlas.vedur.is/#>
- Zhulay, I., Reiss, K. and Reiss, H. 2015. Effects of aquaculture fallowing on the recovery of macrofauna communities. Marine Pollution Bulletin, 97(1–2), 381–390.



Viðaukar

- Viðauki 1 Sérfræðiálit Helga Thoreneseesen um valkosti í laxeldi í Patreks- og Tálknafirði.**
- Viðauki 2 Greinargerð um breytingu á staðsetningu tveggja eldssvæða í Patreksfirði, vegna fyrirspurnar til Skipulagsstofnunar um matsskyldu.**
- Viðauki 3 Akvaplán-níva. 2019. Lokalitetsráttport Hvannadalur.**
- Viðauki 4 Akvaplán-níva. 2016. Lokalitetsráttport Laugardalur.**

Viðauki 1 Sérfræðialit Helga Thoreneseesen um valkosti í laxeldi í Patreks- og Tálknafirði.

Sérfræðialit um valkosti í laxeldi í Patreks- og Tálknafirði

Helgi Þór Thorarensen



2018

Útdráttur

Í þessu sérfræðiálitni eru bornir saman möguleikar á umfangsmiklu laxeldi (17.500 tonn á ári) í hefðbundnum kvíum, úthafskvíum, lokuðum kvíum, landeldi með gegnumstreymi og landeldi í endurnýtingarkerfum á sunnanverðum Vestfjörðum. Einnig er rætt sérstaklega um kosti þess að ala ófrjóum þrílitna lax í kvíum.

Heimsframleiðsla á laxi hefur aukist mjög mikið undanfarna áratugi, en síðustu ár hefur hægt á vextinum. Í öllum núverandi framleiðslulöndum er gert ráð fyrir að framleiðslan muni halda áfram að aukast á næstu árum. Eftirspurn eftir laxi fer vaxandi, en hægari vöxtur í laxeldi hefur orðið til þess að verð á laxi er fremur hátt núna og hefur verið undanfarin misseri.

Meira en 99% laxeldis í heiminum fer fram í kvíum og horfur eru á að svo verði áfram enn um sinn. Sé rétt staðið að kvíaeldi er það heppilegur valkostur fyrir framleiðslu á laxi. Kostir kvíaeldis eru einkum þeir að bæði stofn- og framleiðslukostnaður eru mun lægri en í eldi með öðrum aðferðum. Færð eru rök fyrir því að eldi í hefðbundnum kvíum sé eini raunhæfi kosturinn í laxeldi á sunnanverðum Vestfjörðum. Með því að ala ófrjóan fisk, er hægt að draga verulega úr hættu á erfðablöndun eldislax við villtan lax. Nýhafnar eru tilraunir með eldi á 3N fiski hér á landi bæði í kerjum og í kvíum. Gangi þær tilraunir vel kann eldi á 3N laxi að verða raunhæfur valkostur í fiskeldi í framtíðinni.

Nú standa yfir prófanir á nýjum tegundum kvía í Noregi. Annars vegar úthafskvíar, sem hægt er að staðsetja á opnu hafi og hins vegar lokaðar kvíar í nokkrum mismunandi útfærslum. Kosturinn við lokaðar kvíarnar er að í þeim er hægt að komast hjá vandamálum vegna lúsar. Báðar þessar leiðir í kvíaeldi eru þó á prófunarstigi sem stendur. Ekki er hægt að líta á þær sem raunhæfan kost í eldi því reynsla af rekstri þeirra liggur ekki fyrir.

Á Íslandi er löng reynsla af landeldi á bæði laxi og bleikju. Hér eru einu fiskeldisstöðvarnar í heiminum sem hafa skilað hagnaði af eldi á laxi í kerjum. Íslenskar fiskeldisstöðvar nota s.k. gegnumstreymiskerfi þar sem vatn er endurnýtt að hluta. Til að reka þessar stöðvar þarf umtalsverða orku, bæði rafmagn til dælingar og súrefnisframleiðslu og eins þarf jarðvarma þannig að eldishiti geti verið sem næst 8-12 °C. Hvorugt er fyrir hendi á sunnanverðum Vestfjörðum og þess vegna er aleldi á laxi í landeldiskerfum ekki raunhæfur kostur fyrir eldi á 17.500 tonnum af laxi á ári á svæðinu.

Endurnýtingakerfi eru notuð víða við seiðaframleiðslu á laxi og hafa yfirleitt reynst nokkuð vel þó að enn sé verið að þróa kerfin. Ein slík framleiðslueining er nú starfandi í Tálknafirði. Full ástæða er fyrir íslensk laxeldisfyrirtæki að skoða möguleika á að setja upp fleiri slíkar stöðvar til seiðaframleiðslu, sem staðsetja mætti nærri kvíaeldisstöðvum. Nokkrar stöðvar hafa verið byggðar þar sem þessari tækni er beitt til áframeldis á laxi, en með takmörkuðum árangri. Erfitt hefur reynst að viðhalda stöðugum vatnsgæðum, ótímabær kynþroski er vandamál (20-100% hænga verða kynþroska áður en sláturstærð er náð) og vöxtur fisksins hefur verið minni en ætlað var. Endurnýtingarstöðvarnar eru langdýrasti kosturinn af þeim sem nefndir eru hér að ofan, bæði stofnkostnaður og framleiðslukostnaður eru mjög háir. Lítil von er til að endurnýtingarstöðvar byggðar á Vestfjörðum hafi einhvern samkeppnisgrundvöll við hefðbundið kvíaeldi vegna hærri framleiðslukosnaðar (meira en 40% hærri en í kvíaeldi) og takmarkaðs aðgengis að áreiðanlegri orku. Eldi á laxi í endurnýtingarkerfum er því ekki raunhæfur kostur á Vestfjörðum.

Inngangur

Úrskurðarnefnd Umhverfis- og auðlindamála felldi nýlega úr gildi rekstar- og starfsleyfi tveggja laxeldisfyrirtækja í Tálknafirði og Patreksfirði. Þetta var gert m.a. á grundvelli þess að ekki voru reifaðar aðrar mögulegar eldisaðferðir en eldi í kvíum í matsáætlun eða umhverfismati, sem starfs- og rekstrarleyfin byggðu á. Hér að neðan verður fjallað um möguleika á eldi á laxi á þessu svæði. Möguleikarnir sem teknir eru til skoðunar, aðrir en hefðbundið eldi í kvíum, eru: Eldi í lokuðum kvíum, eldi í úthafskvíum og eldi í kerjum á landi (landeldi), í gegnumrennsliskerfum eða í endurnýtingarkerfum. Einnig er fjallað sérstaklega um kosti þess að ala ófrjóan þrílitna lax í kvíum.

Atlantshafslax er alinn í fersku vatni þar til fiskurinn kemst í sjógöngubúning (smoltar). Þessi hluti eldisferilsins fer jafnan fram í kerjum á landi og stendur gjarnan yfir í 10-16 mánuði. Eftir að laxaseiðin hafa smoltað eru þau flutt í sjó þar sem þau eru alin í markaðsstærð. Þessi hluti eldisferilsins tekur yfirleitt 12-24 mánuði og fer eldistíminn eftir stærð útsettra smolta og sjávarhita. Í þessu álitni er fjallað um möguleika á eldi á laxi frá því að smolt eru sett í sjó og þar til fiskar ná markaðsstærð.

Árið 2017 voru framleidd um 2.2 milljónir tonna af Atlantshafslaxi í heiminum [1,2] og meira en 99% voru framleidd í eldiskvíum. Eftirspurn eftir laxi er mikil og fer vaxandi. Ástæður þess eru nokkrar: Fólksfjölgun, stækkandi millistétt með rýmri fjárráð t.d. í Asíu og síðan almennar breytingar á neyslumynstri þar sem fólk sækir meira í að neyta fiskmetis vegna hollustu. Þó að framleiðsla á laxi hafi aukist mikið síðast liðin 40 ár, þá hefur heldur dregið úr vextinum að undanförunu. Ástæðan er m.a. takmarkanir stjórnvalda á útgáfu nýrra leyfa. Þrátt fyrir það er gert ráð fyrir að framleiðsla á laxi haldi áfram að aukast á næstu árum. Þar sem framboð hefur ekki haldið í við eftirspurn hefur verið á laxi verið gott undan farin ár og hagnaður fyrirtækja umtalsverður [1,3]. Þetta hefur orðið hvati fyrir margvíslega þróunarvinnu með búnað og tækni sem tengist eldinu og gæti aukið framleiðslu enn frekar. Þó laxeldi hafi almennt gengið mjög vel undanfarin ár eru fyrirtækin að kljást við ýmis brýn vandamál sem tengjast eldinu. Má þar nefna afföll í kvíum, sem stafa m.a. af vandræðum vegna laxalúsar. Þetta er sérstaklega vandamál í Skotlandi og Noregi þar sem afföll eru að meðaltali nærri 15%¹.

Ekki eru til áreiðanlegar tölur um heimsframleiðslu á laxi í lokuðum kvíum eða í landeldi. Á Íslandi eru framleidd um 1.500-2.000 tonn af laxi á ári í landeldi. Framleiðslan mun aukast á næstu árum því nokkur fyrirtæki ráðgera að hefja framleiðslu á laxi eða auk núverandi framleiðslu. Silfurstjarnan í Öxarfirði hefur óskað eftir að tvöfalda framleiðslu á laxi og Matorka í Grindavík ráðgerir aukningu úr 3.000 tonnum í 6.000 tonn á ári af bleikju, regnbogasilungi og laxi. Stækkunin er enn í skipulagsferli. Nýsamþykkt er matsáætlun fyrirtækisins Landeldis um byggingu 5000 tonna stöðvar til eldis á laxfiskum í Þorlákshöfn. Í Danmörku eru tvö fyrirtæki sem framleiða lax í landeldi í endurnýtingarkerfum og er áætluð samanlögð framleiðslugeta þeirra 3-3500 tonn á ári. Hvorugt þessara fyrirtækja hefur þó náð þessum framleiðslumarkmiðum. Kuterra² stöðin í Kanada og Jurassic Salmon³ í Póllandi framleiða minna en 300-400 tonn af laxi á ári hvor stöð. Áform eru um viðamikil landeldi á laxi í Bandaríkjunum, í Flórída og í Maine, en engin þessara stöðva hefur hafið framleiðslu. Þó voru hrogn nýverið keypt frá Íslandi fyrir stöðina í Flórída, sem er í byggingu. Í Noregi hafa verið veitt leyfi til að framleiða um 56.000 tonn í landeldi⁴. Flest eru þessi áform ennþá á teikniborðinu eða í leit að fjármögnun. Fredrikstad seafood AS⁵ gerir ráð fyrir að slátra laxi úr landeldisstöð á næsta ári,

¹ <https://www.ssb.no/en/fiskeoppdrett/>

² <http://www.kuterra.com/>

³ <http://jurassicsalmon.pl/en/>

⁴ Fiskeridirektoratet <https://www.fiskeridir.no/>

⁵ <http://www.nordicaquafarms.com/>

en ekki er ljóst hversu mikið það verður. Fyrirtækið hefur leyfi fyrir um 2.500 tonna framleiðslu. Tilraunaleyfi hafa verið veitt fyrir rúmlega 10.920 tonna lífmassa í lokuðum kvíum í Noregi, en framleiðslan er mun minni. Þess vegna er hægt að segja með nokkurri vissu að núverandi framleiðsla á laxi í landeldi eða lokuðum kvíum sé innan við 10.000 tonn á ári. Hins vegar er mögulegt að hlutdeild þessara framleiðsluáferða muni aukast eitthvað á næstu áratugum [4].

Eldi í kvíum

Hefðbundnar kvíar

Kostir við laxeldi í kvíum eru ýmsir. Stofnkostnaður við eldiskvíar er mun lægri en við aðra eldiskosti [5]. Jafnframt er framleiðslukostnaður mun lægri í kvíum en í landeldi eða lokuðum kvíum [5] því ekki þarf að dæla vatni og starfsmannakostnaður á hverja framleidda einingu er lægri en í landeldi. Hins vegar má líka benda má á ýmsa kosti sem lokaðar kvíar og landeldi hafa umfram kvíaeldi. Líkur á slysasleppingum eru meiri í kvíum en í landeldi þó vissulega séu dæmi um að fiskur sleppi úr landeldisstöðvum, eins og nýlegt dæmi hér á landi sýnir⁶. Með meiri hættu á slysasleppingum aukast lýkur á erfðablöndun eldisfiska við villta stofna. Minni líkur eru á lúsasmiti í lokuðum kvíum [6] og landeldi en í hefðbundnum kvíum. Smitsjúkdómahætta er minni í landeldi en í kvíum, einkum í endurnýtingarkerfum þar sem hægt er að meðhöndla inntaksvatn. Engu að síður hafa sjúkdómar komið upp í landeldi, bæði í gegnumrensliskerfum og endurnýtingarkerfum. Við laxeldi, líkt og eldi á öðrum hryggdýrum, fellur til lífrænn úrgangur á föstu formi, bæði saur frá fiskinum og eins ótíð fóður. Lífrænu föstu agnirnar sem falla til botns brotna niður á nokkrum vikum⁷ ef þess er gætt að hvíla kvíaból milli kynslóða. Rannsóknir fyrirtækisins Rorum benda einmitt til að áhrifa frá eldinu gæti á tiltölulega litlu svæði í kringum kvíarnar og að lífræn úrgangur brotni hratt niður [7]. Í landeldi og í sumum útfærslum af lokuðum kvíum er hægt að safna saman föstum úrgangi og þetta hann með síun og að þessu leyti eru umhverfisáhrif af þessum eldisformum minni en af kvíaeldi. Hins vegar er ennþá óljóst hvað ætti að gera á við úrgang frá landeldi þó ýmsir möguleikar komi til greina, svo sem áburðarframleiðsla eða framleiðsla á gasi, en fyrst um sinn yrði hann væntanlega urðaður. Hluti af úrgangi frá fiskeldi er uppleystur, bæði sem uppleyst lífræn efni og sem koldíoxíð og ammóníak frá fiskinum. Í kvíaeldi þynnist uppleysti hlutinn upp í sjó. Jafn mikið myndast af uppleystum úrgangi í lokuðum kvíum og landeldi, sem fer beint í viðtaka eins og í kvíaeldi.

Lagaraminn um fiskeldi tekur á ofangreindum vanköntum á kvíaeldi. Kröfur um gæði eldisbúnaðar eru þær sömu hér og í Noregi. Burðarþolsmat Hafrannsóknastofnunar áætla hversu mikið fiskeldi getur verið á tilteknu svæði án þess að ofauðgun verði vandamál eða úrgangur safnist fyrir. Gerðar eru kröfur um að fylgst sé með uppsöfnun lífrænna efna í kringum kvíarnar og kvíaból hvíld milli eldiskynslóða svo efnin hafi tíma til þess að brotna niður. Hafrannsóknastofnun hefur einnig gert áhættumat á blöndun eldislax við villta stofna. Umfang fiskeldis á tilteknu svæði er miðað við að hætta á blöndun sé undir ásættanlegum mörkum og Hafrannsóknastofnun fylgist einnig með fjölda eldisfiska í ám nærri laxeldiskvíum.

Ramminn um kvíaeldið, þ.e. burðarþolsmatið, áhættumatið og eftirlitskerfið eiga að tryggja að hægt sé að stunda kvíaeldi á laxi án þess að skaða náttúruna eða stefna hagsmunum annarra atvinnugreina í hættu. Að sjálfsögðu þarf að gera strangar kröfur til eldisins, og sé það gert, er

⁶ <https://kvotinn.is/regnbogasilungur-sleppur-ur-eldi/>

⁷

https://www.rorum.is/utgefid_efni/Eiriksson_Th_Moodley_L_Gudmundur_Vidir_Helgason_GV_Lilliendahl_K_H_alldor_Palmar_Halldorsson_HP_Bamber_S_Jonsson_GS_Thodarson_J_and_Agustsson_Th_2017_Estimate_of_organic_load_from_aquaculture_RORUM_2017_011/

kvíaeldi góður valkostur fyrir laxeldi. The Aquaculture Stewardship Council (ASC) er vottunaraðili fyrir fiskeldi sem vottað hefur fiskeldisstöðvar á Íslandi. ASC er systurstofnun The Marine Stewardship Council og World Wildlife Fund (WWF) er einn þátttakenda í verkefninu.

Eldi á þrílitna fiski í kvíum

Hægt er að koma að mestu í veg fyrir erfðablöndun eldislaxa við villta stofna með því að nota ófrjóan lax í eldinu. Laxinn er yfirleitt gerður þrílitna með þrýstímeðhöndlun hroгна strax eftir frjóvgun. Við það fá fósturin auka litningasett frá hrygnunni og verða það sem kallað er þrílitna (3N) en ómeðhöndlaðir fiskar eru tvílitna (2N). Þó 3N fiskur hafi eitt aukasett af litningum telst hann ekki erfðabreyttur því ekki hefur verið bætt við utanaðkomandi genum í erfðamengi fisksins. Þrílitna fiskur er nokkuð notaður í regnbogasilungselði, en að litlu leyti í laxeldi. Þrílitnun kemur fyrir í náttúrunni hjá „öllum“ lífverum og aðferðin er vel þekkt í matvælaframleiðslu, t.d. í ostrurækt, allir bananar eru 3N og ýmsir aðrir ávextir sem gerðir eru steinalausir með þessari aðferð.

Þó að 3N fiskar séu ófrjóir og eigi þess vegna ekki að geta blandast villtum stofnum er ekki þar með sagt að 3N fiskar geti ekki haft áhrif á villta stofna. Þannig er ekki víst að allur meðhöndlaður fiskur verði 3N og ófrjór þó hroгнаframleiðendur telji sig þó geta náð nærri 100% árangri við þrílitnunina⁸. Þrátt fyrir að vera ófrjóir, mynda 3N hængar kynkirtla og geta leitað á hrygningastöðvar sleppi þeir úr eldi [8] og komið þar tvílitna hrygnum til þess að hrygna á sama hátt og tvílitna hængar [9] og trufað æxlunaratferli.

Margt bendir til þess að 3N fiskur standi sig ekki jafn vel í eldi og 2N fiskur og því hafa fiskeldisfyrirtæki haft lítinn áhuga á að nota 3N lax í eldi [10]. Niðurstöður ýmissa rannsókna styðja þetta. Þrílitna fiskur virðist viðkvæmari fyrir sjúkdómum og erfiðum umhverfisaðstæðum en 2N fiskur og afföll 3N fisks geta verið meiri [10]. Hryggskekkingja og aðrir vaxtargallar virðast vera algengari hjá 3N en 2N fiski og sérstaklega eru gallar á hjarta algengari hjá 3N fiski [11–14] þannig að þrílitnun getur haft áhrif á eðlilega þroskun, viðgang og velferð fisksins. Samspil næringar og umhverfis er enn á rannsóknarstigi fyrir 3N lax. Sumar rannsóknir benda til þess að vöxtur 3N fisks sé ekki eins góður og vöxtur 2N fisks, einkum á síðari stigum eldisferilsins [15,16] og hroгнаframleiðandinn Aquagen gefur upp að búast megi við 10% minni lokabyngd hjá 3N laxi en 2N laxi eftir sama tíma í eldi⁹. Auk þess er aukin tíðni vansköpunar á kviðpoka- og smáseiðastigi enn rannsóknarefni. Allt þetta bendir fremur til þess að 3N fiskur standi sig síður í eldi. Hins vegar eru líka rannsóknir sem benda til þess að vöxtur 3N fiska geti verið a.m.k. jafn góður og 2N fiska [17]. Kjörhiti til vaxtar 3N lax virðist lægri en hjá 2N fiski sem bendir til að 3N fiskur gæti hentað vel í eldi við íslenskar aðstæður þegar leyst hefur verið úr ýmsum vandamálum sem tengjast eldinu. Nú er að hefjast stórt rannsóknaverkefni með þátttöku fiskeldisfyrirtækja, Hafrannsóknastofnunar og Háskólans á Hólum þar sem borinn er saman vöxtur og afkoma 3N og 2N laxa í eldi við Ísland. Niðurstöður þessa verkefnis, sem fást á næstu árum, munu afla mikilvægra upplýsinga um hversu vel 3N fiskur hentar í eldi hér við land.

Þegar meta á hvort rétt sé að fara í eldi á 3N fremur en 2N laxi þarf að meta annars vegar umhverfislegan ávinninginn af því að ala ófrjóan fisk og hins vegar hærri framleiðslukostnað (vegna aukinna affalla eða minni framleiðslu) fiskeldisfyrirtækja, sjónarmið dýravelferðar og hversu vel markaðir eru tilbúnir til þess að taka við 3N laxi, en lítið er vitað um síðast talda atriðið. Það er ekki umdeilt að notkun á 3N laxi myndi draga úr hættu á erfðablöndun eldislaxa við villta stofna. Hins vegar er ekki ljóst hversu alvarleg ógn eldi frá frjóum laxi er við villta stofna [18] þó að einhver erfðablöndun ætti ekki að valda óafturkræfum skaða [19]. Þannig gerir áhættumat

⁸ <https://aquagen.no/en/products/salmon-eggs/product-documentation/sterile-salmon/>

⁹ <https://aquagen.no/en/products/salmon-eggs/product-documentation/sterile-salmon/>

Hafrannsóknastofnunar¹⁰ ráð fyrir að 4% blöndun sé ásættanleg, en niðurstöðir Castellani o.fl. [19] benda til þess að allt að 10% blöndun hafi ekki langvarandi áhrif á villta stofna. Mikilvægt er að átta sig á því að mat á áhrifum erfðablöndunar eldislaxa við villta stofna er að mestu byggt á líkönunum en ekki beinum mælingum og ýmsum spurningum er enn ósvarað í því sambandi [18]. Það þýðir þó ekki að hætta vegna erfðablöndunar sé ekki fyrir hendi. Eðlilegt er að tekið verði tillit til annarra atriða svo sem verndargildi stofna í ám, þ.e. hefur laxastofn verið ræktaður upp í á með sleppingum eða er um náttúrulega stofna að ræða. Einnig er mikilvægt að fylgjast vandlega með göngum eldisfiska í ár til þess að hægt sé að grípa í taumana stefni erfðablöndum villtum stofnum í hættu.

Reynsla af eldi á 3N laxi bendir fremur til að 3N fiskur sé ekki jafn heppilegur til eldis og 2N fiskur, bæði hvað varðar vöxt og lífslíkur. Reynsla af eldi á 3N laxi er lítil og enn sem komið mjög lítil við íslenskar aðstæður. Enn eru ýmiskonar vandamál óleyst við eldi á 3N laxi, allt frá meðferð hroigna, við frumfóðrun, seltuþol og fram að sláturstærð. Þess vegna verður ekki séð að notkun á 3N laxi til eldis geti talist sambærilegur valkostur við eldi á 2N laxi. Hins vegar munu niðurstöður rannsókna og reynsla af tilraunaeldi á 3N fiski á næstu árum leiða í ljós hvort eldi á 3N laxi er raunhæfur og sambærilegur valkostur við eldi á 2N fiski. Sé það tilfellið er sjálfsagt að gera kröfu um að allur lax í kvíum við Ísland verði 3N.

Úthafskvíar

Kvíaeldi er núna einungis stundað í fjörðum þar sem er nægilegt skjól frá úthafsöldum. Fiskeldi við Suðurstönd Íslands, þar sem hitastig er heppilegra til laxeldis en á Vestfjörðum eða Austfjörðum, er því útilokað vegna skjólleysis. Nýlega var sett á flot í Noregi¹¹ stór kví fyrir lax sem gerð er til að standast úthafsöldur. Takist þessi tilraun vel, gætu opnast möguleikar á fiskeldi við Suðurströndina eða fjarri laxveiðiám. Hins vegar eru slíkar úthafskvíar ennþá á rannsókna- og þróunarstigi og geta þess vegna ekki talist raunhæfur valkostur fyrir fiskeldi á Vestfjörðum. Mjög ólíklegt má telja að slíkum kvíum yrði valinn staður út af Vestfjörðum, en mun betra er að staðsetja þær þar sem hitaskilyrði eru heppilegri fyrir laxeldi.

Lokaðar kvíar

Lokaðar kvíar eru mjög áhugaverður valkostur, en þær eru einnig á rannsókna- og þróunarstigi. Til eru ýmsar útfærslur af þessum kvíum bæði sveigjanlegar, sem eru e.k. lokaðir pokar, eða stífar, sem eru nánast fljótandi eldisker¹². Sveigjanlegir pokar þola ekki mikinn straum eða veður og þarf staðsetningin að vera í góðu skjóli. Stífar kvíar, sem fyrirtækið Akva Future ráðgerir að prófa á Íslandi eiga að þola allt að 2 m ölduhæð¹³. Dæla þarf vatni í kvíarnar og í sumum útfærslum er hægt að safna úrgangi. Dælingin byggir á aðgangi að raforku á hverjum stað, en er ekki mjög orkufrek í ljósi tiltölulega lítillar lyftihæðar. Dælingin þarf að fara fram af nokkru dýpi, neðan hugsanlegs lúsabeltis (20-30 metrar hafa verið nefndir) ef koma á í veg fyrir lúsasmit. Það þýðir að lokaðar kvíar munu ekki ná í yfirborðsvatnshita sumarsins. Því verður meðal árshiti í lokuðum kvíum talsvert lægri en í opinni kví og það hefur verulega neikvæð áhrif á vaxtarhraða laxa í íslenskum sjó. Akva Future stefnir samt sem áður að því að prófa lokaðar kvíar í Ísafjarðardjúpi og í Eyjafirði.

¹⁰ https://www.hafogvatn.is/static/files/Gamli_vefur/hv2017_027.pdf

¹¹ <https://www.salmar.no/en/>

¹²

https://www.fhf.no/media/157255/terjesen_ctrlaqua_fhf_ikke_medikamentell_lusbekjemp_070217_for_net.pdf

¹³

http://www.skipulag.is/media/attachments/Umhverfismat/1266/Mats%C3%A1%C3%A6tlun_AkvaFuture_Eyjafir%C3%B0i.pdf

Tilraunir sem gerðar hafa verið í Noregi sýna að líkur á lúsasmiti í lokuðum kvíum eru litlar [6]. Það á hins vegar eftir að koma í ljós hversu vel gengur að hemja þær í fremur litlum og óvörðum fjörðum á Íslandi. Eldiskostnaður er áætlaður um 563 kr·kg⁻¹ sem er um 23% hærri en í kvíaeldi [5]. Hins vegar skortir upplýsingar um vöxt fiska og stofn- og rekstarkostnað sem byggðar eru á beinni reynslu af eldi í lokuðum kvíum fremur en áætlunum. Áhugavert verður að fylgjast með þróun og prófun á þessum búnaði, en hann er ennþá á þróunarstigi og getur því ekki talist valkostur á sama hátt og kvíaeldi eða landeldi þar sem tæknin er þekkt og forsendur rekstar liggja fyrir.

Landeldi

Landeldi hefur ýmsa kosti umfram kvíaeldið. Hægt er að viðhalda kjörskilyrðum til vaxtar í landeldi þótt nauðsynlegt kunni að vera að hita eða kæla eldisvatnið, allt eftir aðstæðum á hverjum stað. Það þarf þó umtalsverða orku í landeldi bæði til dælingar og hitunar. Hægt er að stýra súrefnismettun í vatni og öðrum vatnsgæðapáttum. Þessir vatnsgæðapáttir geta orðið takmarkandi í kvíaeldi og dregið úr vexti á vissum tímum árs [20]. Einnig er hægt er að forðast vandamál vegna laxalúsar í landeldi með því að taka sjó af nægilegu dýpi eða meðhöndla inntaksvatnið sérstaklega.

Þegar fiskar eru aldir í kerjum þarf vatnsstreymi að vera nægilegt til að tryggja að fiskurinn fái nægilegt súrefni [21]. Með því að bæta súrefni í eldisvatnið, með loftun eða með íblöndun á hreinu súrefni, er hægt að draga verulega úr vatnspörf í fiskeldi. Jafnframt því að taka súrefni úr vatninu, losa fiskarnir koldíoxíð (CO₂) og ammóníak (NH₃) í vatnið, en í of háum styrk geta bæði þessi efni dregið úr vexti og valdið dauða fiskanna [21]. Styrkur CO₂ og NH₃ hækkar þegar dregið er úr vatnsskiptum í kerjum [22]. Hægt er að losa hluta af CO₂ úr vatninu með sérstökum lofturum, en þeir eru algengir í íslenskum fiskeldisstöðvum. Stóru landeldisstöðvarnar á Íslandi nota þessa aðferð til að draga úr heildar vatnsnotkun við eldi á laxi og bleikju í kerjum. Þessi eldiskerfi eru yfirleitt nefnd gegnumstreymiskerfi, jafnvel þó hluti vatnsins sé endurnýttur.

Hægt er að draga enn frekar úr vatnsnokun með því að endurnýta vatnið, en þá þarf að fjarlægja NH₃ með s.k. lífhreinsum. Það eru ílát eða ker með fylliefnum sem hafa mikið yfirborð miðað við rúmmál. Á yfirborðinu vaxa sérstakar örverur sem brjóta NH₃ niður í nítrít og síðan nítrat. Síðarnefnda efnið er ekki hættulegt fiskum svo vitað sé. Með því að bæta lífhreinsi í eldiskerfið ásamt öðrum búnaði til þess m.a. að fjarlægja grugg og stýra sýrustigi (pH) er hægt að endurnýta eldisvatnið. Kerfi þar sem notaðir eru lífhreinsar eru kölluð endurnýtingarkerfi (e. Recirculation Aquaculture Systems, RAS). Vatnsnotkun í endurnýtingarkerfum er mun minni en í gegnumstreymiskerfum, hversu mikið minni fer eftir hönnun og tæknibúnaði.

Gengnumstreymiskerfi

Stóru landeldisstöðvarnar á Reykjanesi og í Öxarfirði, sem byggðar voru í kringum 1990, voru allar byggðar sem gegnumstreymisstöðvar. Í seinni tíma endurbótum og viðbótum við þessar stöðvar er vatn endurnýtt að hluta (50-75%) án þess að notaður sé lífhreinsir, en vatnsskipti eru enga að síður nægileg til að styrkur NH₃ takmarkar ekki vöxt. Þessi aðferð er notuð í stöð Matorku í Grindavík og að hluta í Silfurstjörnunni í Öxarfirði og Íslandsbleikju á Stað í Grindavík.

Mikil reynsla er af þessari eldisaðferð á Íslandi, meiri en á nokkrum öðrum stað í heiminum, og forsendur þessarar eldisaðferðar eru vel þekktar svo sem stofn- og rekstarkostnaður. Lax hefur verið framleiddur í Silfurstjörnunni í Öxarfirði frá upphafi tíunda áratugarins og eldið hefur verið arðbært þegar verð á laxi er hátt eins og nú er. Væntanlega er Silfurstjarnan eina landeldisstöðin í heiminum sem nokkru sinni hefur skilað hagnaði af matfiskeldi á laxi. Silfurstjarnan nær eldislaxi frá smoltstærð í markaðsstærð á einu ári með því að hita eldisvatn í 10 °C með jarðhita. Svipaðar eldisaðferðir eru notaðar í stöð Matorku.

Stofnkostnaður gegnumstreymiskerfa er mun hærri en í hefðbundnu kvíaeldi [5]. Ker, dælur, lagnir og aðrir innviðir kosta margfalt meira en kvíar. Endanlegur munur á kostnaði við landeldi og kvíaeldi fer þó einnig eftir verði á eldisleyfum, aðgengi að vatni til upphitunar o.fl. þannig að munurinn getur verið breytilegur eftir aðstæðum á hverjum stað. Á Vestfjörðum er meðalhiti sjávar rúmlega 5 °C og þar er lítið framboð á jarðhita. Þegar eldishiti er 5 °C þyrfti að byggja allt að helmingi stærri stöð til þess að ná sömu framleiðslu og við 10 °C, því vöxtur er umtalsvert hægari við lægra hita.

Rekstkostnaður gegnumstreymisstöðva er mun meiri en í kvíaeldi því dæla þarf öllu vatni, auk annarar meðhöndlunar. Einnig er mannhald meira í landsstöðvum en í kvíaeldi því stöðugt eftirlit þarf með fiskinum. Á móti kemur að afföll geta verið minni í landeldi en í kvíaeldi þó vissulega geti sjúkdómar líka komið upp í landeldisstöðvum eins og dæmin sýna. Af samtölum við íslenska fiskeldismenn má ráða að framleiðslukostnaður í landeldi sé á bilinu 500-600 kr·kg⁻¹ og það stemmir nokkuð vel við norskar tölur [5] um mat á framleiðslukostnaði í landeldi. Til samanburðar má nefna að meðalframleiðslukostnaður í kvíaeldi í Noregi er um 450 kr·kg⁻¹ þannig að landeldi getur einungis keppt við kvíaeldi ef verð á laxi er hátt.

Vatnsnotkun í landeldisstöðvum á Íslandi er um 26 L fyrir hvert kg af laxi sem framleitt er. Það þýðir að til þess að ala 17.500 tonn af laxi á ári þyrfti 10-15 m³·s⁻¹ af 10 °C heitu vatni. Orkan sem þyrfti til þess að dæla þessu vatni upp í loftara er ámóta mikil og raforkuframleiðsla Mjólkárviðvirkjunar og núverandi raforkuflutingskerfi á sunnanverðum Vestfjörðum annar ekki þessari orkuþörf nema með umtalsverðum endurbótum. Í nýrri skýrslu frá Noregi er heildarorkuþörf í gegnumstreymiskerfi áætluð enn hærri eða 6-9 kw·kg⁻¹ framleitt [5] og sé það tilfellið þyrfti nærri tvöfalda orku Mjólkarviðvirkjunar til eldisins, en þá er að vísu gert ráð fyrir að raforka yrði einnig notuð til upphitunar.

Til að hita sjó í kjöreldishita (10-12 °C) þyrfti umtalsvert magn af heitu vatni (t.d. 1 m³·s⁻¹ af 65 °C heitu vatni). Rannsóknir ÍSOR benda til þess að ekki sé nægur jarðhiti á sunnanverðum Vestfjörðum til að sinna þessari þörf [23]. Ef ekki tækist að hita vatnið og það væri nærri meðalhita sjávar á þessum slóðum, 5-6 °C, þyrfti 50-100% meira rennsli því hægari vöxtur við lægra hitastig kallaði á meira eldisrými, meiri lífmassa og þar með meira vatnsrennsli. Lengri eldistími eykur áhættu í rekstrinum. Landeldi á þeim forsendum sem lýst er hér að ofan er fýsilegt á svæðum þar sem aðgengi er að jarðhita og reynslan sýnir að eldið er hagkvæmt ef verð á laxi er hátt eins og nú er. Það eru hins vegar ekki forsendur til að stunda landeldi á laxi í gegnumstreymiskerfi á sunnanverðum Vestfjörðum vegna skorts á raforku og hita.

Endurnýtingarkerfi

Mikil framþróun hefur orðið í endurnýtingartækni fyrir fiskeldi síðustu 10-20 árin. Mörg fyrirtæki, t.d. Dönsk¹⁴ og norsk¹⁵, bjóða hönnun og byggingu á fiskeldisstöðvum þar sem þessari tækni er beitt. Endurnýtingartækni er notuð í framleiðslu á laxasmoltum áður en þau eru sett í sjó. Nær öll smolt sem framleidd eru í Færeyjum koma úr endurnýtingakerfum og eins eru flestar nýjar seiðaeldisstöðvar sem reistar eru í Noregi endurnýtingarstöðvar. Aukinn áhugi er á að setja stærri smolt (>250 g og allt upp í 1 kg) úti kvíar en áður var (<100 g). Í Færeyjum eru flest smolt 250g eða stærri¹⁶, s.k. stórseiði. Útsetning á stærri smoltum hefur ýmsa kosti því hægt er að stytta eldistímann í sjó og minnka þannig líkur á lúsasmiti og þörf fyrir lúsameðhöndlun. Rannsóknir sýna að fiskur af þessari stærð, sem sleppur úr kvíum, hefur mjög skertar lífslíkur í sjó og því minni hætta á erfðablöndun við villta stofna af hans völdum [24–26]. Styttri eldistími í sjó býður upp á meiri framleiðslu á hverju kvíabóli. Einnig má búast má við að laxinn standi sig betur við kaldar aðstæður eftir því sem hann er stærri. Þessi aðferð, sem nýtir bæði kosti landeldis og hefðbundins kvíaeldis, er

¹⁴ <https://www.billundaquaculture.com/> -

¹⁵ <http://www.akvagroup.com/home>

¹⁶ <https://www.kyst.no/article/storsmolt-reduserer-produksjonstiden-i-sjoe-betraktelig-for-hiddenfjord/>

áhugaverð fyrir íslenska laxeldismenn því sjávarhiti er lágur hér við land og vöxtur fremur hægur, en jarðhiti og gott aðgengi að vatni skapa góða möguleika á stórseiðaframleiðslu.

Byggðar hafa verið nokkrar fiskeldisstöðvar til þess að ala lax í markaðsstærð í endurnýtingarkerfum. Fyrirtækin, sem standa að baki þessum stöðvum, eru fremur spör á upplýsingar um kostnað og vandamál í eldinu, en ljóst er að ekki hefur allt gengið sem skyldi. Kuterra stöðin í Kanada er undantekning frá þessu, en fyrirtækið hefur birt niðurstöður rekstarreikninga og aðrar upplýsingar um eldið¹⁷. Niðurstaða Kuterra verkefnisins var að tekjur kæmst nærri því að hafa upp í eldiskostnað, en gætu ekki greitt niður stofnkostnað. Rétt er þó að taka fram að stöðin er fremur lítil (300-400 tonn á ári) og býður því upp á litla stærðarhagkvæmni. Tvær stöðvar eru á Jótlandi. Fyrirtækið Langsands Laks var stofnað 2011 og er í eigu Atlantic Sapphire Denmark A/S, sama fyrirtækis og hyggur á umfangsmikla framleiðslu á laxi í Flórída. Þetta fyrirtæki hefur aldrei skilað hagnaði¹⁸. Fyrirtækið Danish Salmon var stofnað 2013 og það hefur ekki heldur skilað hagnaði, en segja má að tap þess fari minnkandi¹⁹. Öll þessi fyrirtæki hafa hlotið styrki í einhverju formi við uppbyggingu, ýmist beina styrki eða sem skattaávilnanir. Ekki liggja fyrir upplýsingar um rekstur Jurassic Salmon í Póllandi, enda er starfsemin tiltölulega nýhafin (2015). Það að ekkert af þessum fyrirtækjum hefur skilað hagnaði bendir til þess að ekki sé rekstargrundvöllur fyrir framleiðslu á laxi í endurnýtingarkerfum þrátt fyrir að verð á laxi hafi verið mjög hátt undanfarin ár. Í áðurnefndri norski skýrslu [5], þar sem borinn var saman framleiðsla á laxi í kvíum og í landeldisstöðvum með endurnýtingu er gert ráð fyrir að framleiðslukostnaður í endurnýtingakerfum sé um 640 kr·kg⁻¹ á meðan verð á laxi er um 750-800 kr·kg⁻¹. Það er því greinilegt að framleiðslukostnaður í dönsku stöðvunum er hærri en þetta, og framleiðslan ekki arðbær, a.m.k. ekki ennþá. Það er einnig athyglisvert að tap er á rekstrinum þrátt fyrir að að stöðvarnar telji að hægt sé að fá hærra verði fyrir laxinn heldur en fæst fyrir lax úr kvíaeldis-stöðvum.

Ýmis vandamál hafa komið upp í rekstri endurnýtingastöðva, bæði tæknileg og líffræðileg, sem skýra slæma afkomu. Háan framleiðslukostnað hjá þessum fyrirtækjum má m.a. rekja til þess að framleiðslan er minni en áætlað var og eins hafa orðið ýmis áföll í rekstrinum eins og fjöldadauði fiska vegna lélegra vatnsgæða²⁰²¹. Ótímabær kynþroski, einkum hjá hængum (20-100%), hefur valdið vandræðum, en líklegt er að hægt sé að komast hjá þeim vanda með eldi á hreinum hrygnustofnum. Vöxtur á laxi í endurnýtingakerfum hefur ekki verið eins góður og áætlað var miðað við hitastig, sérstaklega á síðari stigum eldissins, þannig að fiskurinn hefur ekki náð sömu stærð og fiskur úr eldiskvíum. Ekki er alveg ljóst hvað veldur lélegri vexti, en það hefur neikvæð áhrif á reksturinn bæði vegna þess að framleiðslan er minni og vegna þess að betra verð fæst fyrir stærri fisk. Þessar laxeldisstöðvar eru vissulega brautryðjendur á sínu sviði og ekki er óeðlilegt að erfiðlega gangi með rekstur þeirra í upphafi á meðan tæknin er í þróun og reynslu er safnað. Endurnýtingartækni hefur þróast hratt undanfarið og alls ekki er útilokað að hún verði góður kostur í laxeldi í framtíðinni. Hins vegar er ekki hægt að líta á aleldi á laxi í endurnýtingarkerfum sem raunhæfan kost á Vestfjörðum.

Fiskeldi í endurnýtingakerfum þarf mun minna vatn en sambærilegt eldi í gegnumstreymiskerfum. Hiti sem myndast við hringrásardælingu innandyra getur dugað til þess að lyfta eldishita í kjörhita fyrir lax. Að þessu leyti gæti eldi í endurnýtingarkerfum verið heppilegra á Vestfjörðum en eldi í gegnumstreymiskerfum. Hins vegar er stofnkostnaður endurnýtingarstöðva mun hærri en gegnumstreymisstöðva vegna þess að ætla þarf rými fyrir lífhreinsa og einnig þarf að byggja yfir kerin

¹⁷ <http://www.kuterra.com/industry-development/>

¹⁸ <https://estatistik.dk/>

¹⁹ <https://estatistik.dk/>

²⁰ <https://www.intrafish.com/aquaculture/1300754/danish-land-based-salmon-farm-reports-mass-death>

²¹ <https://salmonbusiness.com/mass-mortality-in-ras-solved/>

til þess að halda hita. Orkukostnaður vegna dælingar er svipaður í endurnýtingar- og gegnumstreymiskerfum [5] og eins og nefnt var hér að framan er vafasamt hvort hægt er að útvega þá orku sem þyrfti til þess að ala 17.500 tonn af laxi á ári.

Vegna minni vatnsnotkunar er hægt að staðsetja endurnýtingarstöðvar mun víðar en gegnumstreymistöðvar eða kvíaeldisstöðvar. Þannig væri mögulega hægt að staðsetja endurnýtingastöðvar nærri stórum markaði, t.d. í Bandaríkjunum, og komast hjá því að greiða háan flutningskostnað frá afskekktum kvíaeldisstöðvum í Noregi, Færeyjum eða Íslandi. Lægri flutningskostnaður gæti náð að veða upp á móti 40% hærri framleiðslukostnaði í endurnýtingarkerfum og skapað fyrirtækjunum þannig samkeppnisstöðu gegn hefðbundnu kvíaeldi. Þetta er einmitt hluti af viðskiptalíkani stöðvanna í Flórída og Maine. Fyrirtæki sem framleiddi lax í endurnýtingarkerfum á Vestfjörðum þyrfti hins vegar að greiða hærri framleiðslukostnað og sama flutningskostnað og kvíaeldisstöð á sama svæði og staði því mjög hálloka í samkeppni við hefðbundið laxeldi.


Niðurstaða

Aðferðir og rekstrarforsendur fyrir eldi á laxi í hefðbundnum kvíum liggja þegar fyrir. Þar að auki er komin reynsla af því að ala lax á Íslandi með þessari aðferð. Laxeldi í kvíum, eins og önnur matvælaframleiðsla, hefur óhjákvæmilega áhrif á umhverfið. Hins vegar getur regluramminn um fiskeldi ásamt virku eftirliti tryggt að hægt sé er ala lax í kvíum hér við land án þess að villtum stofnum eða hagsmunum þeirra sem þá nýta sé stefnt í hættu. Á þessum forsendum er kvíaeldi á laxi á sunnanverðum Vestfjörðum góður valkostur í fiskeldi. Hugsanlega mætti í framtíðinni draga enn frekar úr umhverfisáhrifum af fiskeldi með því að ala ófrjóan fisk og minnka þannig hættu á erfðablöndun eldislax við villtan lax. Nú standa yfir tilraunir með eldi á ófrjóum þrílitna fiski bæði í kerjum og í kvíum. Gangi þær tilraunir vel kann eldi á 3N laxi að verða raunhæfur valkostur í fiskeldi í framtíðinni, en sem stendur ríkir ýmis óvissa um eldi á 3N laxi þannig að það getur ekki talist raunhæfur valkostur.

Gangstætt hefðbundnu kvíaeldi, eru úthafskvíar og lokaðar kvíar enn á þróunarstigi. Auk þess væri eðlilegra að staðsetja úthafskvíar á hlýrri svæðum en á Vestfjörðum, t.d. við Suðurströndina. Vegna skorts á jarðhita og raforku er landeldi á laxi í gegnumstreymiskerfum á Vestfjörðum svipuðum þeim og eru á Reykjanesi og í Öxarfirði ekki raunhæfur valkostur. Áframeldi á laxi í endurnýtingarkerfum er einnig á þróunarstigi og ekkert fyrirtæki hefur enn skilað hagnaði úr slíku eldi. Þar að auki er vafasamt að vöð er á nægri raforku á Vestfjörðum til eldis í endurnýtingarkerfum. Þess vegna er eldi á laxi í endurnýtingarkerfum á Vestfjörðum ekki raunhæfur valkostur. Verði laxeldi í endurnýtingarkerfum raunhæfur valkostur í framtíðinni er líklegra að stöðvarnar verði staðsettar nærri stórum mörkuðum eða við útflutningshafnir, en ekki á svæðum eins og Vestfjörðum þar sem þarf að greiða háan kostnað til að flytja fiskinn á markað.

Allar forsendur um stofn- og framleiðslukostnað í kvíaeldi liggja þegar fyrir. Sömu forsendur skortir fyrir aðrar eldisaðferðir á laxi auk þess sem óljóst er hversu vel þær muni duga til laxeldis. Þess vegna er kvíaeldi eini raunhæfi valkosturinn við að ala 17.500 tonn á ári af laxi á sunnanverðum Vestfjörðum.

Hólar, 4. desember, 2018


Helgi Thorarensen

Heimildir

1. Marine Harvest. Salmon Farming Industry Handbook 2018. 2018. doi:10.1215/00031283-2008-003
2. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. [Internet]. Rome; doi:10.1016/j.jpedsurg.2012.03.068
3. Leitz R. Best Ideas 2018 , Hosted by MOI Global Bakkafrost (Oslo : BAKKA). 2018.
4. PwC. Sustainable growth towards 2050 PwC Seafood Barometer 2017 [Internet]. 2017. Available: <https://www.pwc.no/no/publikasjoner/pwc-seafood-barometer-2017.pdf>
5. Bjørndal T, Holte EA, Hilmarsen Ø, Tusvik A. ANALYSE AV LUKKA OPPDRETT AV LAKS – LANDBASERT OG I SJØ : PRODUKSJON , ØKONOMI OG RISIKO SLUTTRAPPORT FHF PROSJEKT 901442. Trondheim; 2018.
6. Nilsen A, Nielsen KV, Biering E, Berheim A. Effective protection against sea lice during the production of Atlantic salmon in floating enclosures. *Aquaculture*. The Authors; 2017;466: 41–50. doi:10.1016/j.aquaculture.2016.09.009
7. Eiríksson T, Moodley Leon, Helgason GV, Lilliendahl K, Halldórsson HP, Bamber S, et al. Estimate of organic load from aquaculture - a way to increased sustainability. Reykjavik; 2017. doi:10.13140/RG.2.2.14202.29123
8. Cotter D, O'Donovan V, O'Maoiléidigh N, Rogan G, Roche N, Wilkins NP. An evaluation of the use of triploid Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in minimising the impact of escaped farmed salmon on wild populations. *Aquaculture*. 2000;186: 61–75. doi:10.1016/S0044-8486(99)00367-1
9. Fjelldal PG, Wennevik V, Fleming IA, Hansen T, Glover KA. Triploid (sterile) farmed Atlantic salmon males attempt to spawn with wild females. *Aquac Environ Interact*. 2014;5: 155–162. doi:10.3354/aei00102
10. Benfey TJ. Triploid Atlantic salmon: current status and future prospects. *ICES C*. 2009;2009/Q:11.
11. Fraser TWK, Mayer I, Hansen T, Poppe TT, Skjaeraasen JE, Koppang EO, et al. Vaccination and triploidy increase relative heart weight in farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *J Fish Dis*. 2015;38: 151–160. doi:10.1111/jfd.12216
12. Fraser TWK, Hansen T, Skjæraasen JE, Mayer I, Sambraus F, Fjelldal PG. The effect of triploidy on the culture performance, deformity prevalence, and heart morphology in Atlantic salmon. *Aquaculture*. 2013;416–417: 255–264. doi:10.1016/j.aquaculture.2013.09.034
13. Amoroso G, Adams MB, Ventura T, Carter CG, Cobcroft JM. Skeletal anomaly assessment in diploid and triploid juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and the effect of temperature in freshwater. *J Fish Dis*. 2016;39: 449–466. doi:10.1111/jfd.12438
14. Fraser TWK, Fleming MS, Poppe TT, Hansen T, Fjelldal PG. The effect of ploidy and incubation temperature on survival and the prevalence of aplasia of the septum transversum in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *J Fish Dis*. 2014;37: 189–200. doi:10.1111/jfd.12091
15. Taylor JF, Bozzolla P, Frenzl B, Matthew C, Hunter D, Migaud H. Triploid Atlantic salmon growth is negatively affected by communal ploidy rearing during seawater grow-out in tanks. *Aquaculture*. 2014;432: 163–174. doi:10.1016/j.aquaculture.2014.05.014

16. Fraser TWK, Hansen T, Skjæraasen JE, Mayer I, Sambraus F, Fjellidal PG. The effect of triploidy on the culture performance, deformity prevalence, and heart morphology in Atlantic salmon. *Aquaculture*. Elsevier B.V.; 2013;416–417: 255–264. doi:10.1016/j.aquaculture.2013.09.034
17. Oppedal F, Taranger GL, Hansen T. Growth performance and sexual maturation in diploid and triploid Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in seawater tanks exposed to continuous light or simulated photoperiod. *Aquaculture*. 2003;215: 145–162.
18. Glover KA, Solberg MF, McGinnity P, Hindar K, Verspoor E, Coulson MW, et al. Half a century of genetic interaction between farmed and wild Atlantic salmon: Status of knowledge and unanswered questions. *Fish Fish*. 2017;18: 890–927. doi:10.1111/faf.12214
19. Castellani M, Heino M, Gilbey J, Araki H, Svåsand T, Glover KA. Modeling fitness changes in wild Atlantic salmon populations faced by spawning intrusion of domesticated escapees. *Evol Appl*. 2018;11: 1010–1025. doi:10.1111/eva.12615
20. Bergheim a, Gausen M, Nass a, Holland P, Krogedal P, Crampton V. A newly developed oxygen injection system for cage farms. *Aquac Eng*. 2006;34: 40–46. doi:10.1016/j.aquaeng.2005.04.003
21. Thorarensen H, Farrell AP. The biological requirements for post-smolt Atlantic salmon in closed-containment systems. *Aquaculture*. 2011;312. doi:10.1016/j.aquaculture.2010.11.043
22. Ragnar Jóhannsson Helgi Thorarensen Ólafur Ögmundarson. Betri nýting vatns í bleikjueldi. 2010; 93. Available: <http://www.matis.is/media/matis/utgafa/26-10-1722-Orkusparnadur-i-fiskeldi-Lokaskýrsla.pdf>
23. Ásmundsson RK, Þorsteinsson E. Tækifæri til varmavirkjunar á Vestfjörðum : varmadætur og samnýting varma [Internet]. Reykjavík; 2010. Available: <http://www.os.is/gogn/Skyrslur/ISOR-2010/ISOR-2010-045.pdf>
24. Skilbrei OT. Reduced migratory performance of farmed Atlantic salmon post-smolts from a simulated escape during autumn. *Aquac Environ Interact*. 2010;1: 117–125. doi:10.3354/aei00013
25. Skilbrei OT. Adult recaptures of farmed Atlantic salmon post-smolts allowed to escape during summer. *Aquac Environ Interact*. 2010;1: 147–153. doi:10.3354/aei00017
26. Skilbrei OT, Heino M, Svåsand T. Using simulated escape events to assess the annual numbers and destinies of escaped farmed Atlantic salmon of different life stages from farm sites in Norway. *ICES J Mar Sci*. 2015;72: 670–685.

Viðauki 2 Greinargerð um breytingu á staðsetningu tveggja eldssvæða í Patreksfirði, vegna fyrirspurnar til Skipulagsstofnunar um matsskyldu.

Akvaplan-niva AS
Ráðgjafning og forskning

innen miljøl og akvakultur
Org.nr: NO 937 375 158 MVA

www.akvaplan.niva.no

Norge – Island – Frankrike – Russland – Spania

Islands-kontoret (svaradresse)
Akralind 4

201 Kópavogur
Tlf: +354 564 5820

Kt. 700402 -7030

Deres ref; Staðsetning eldissvæða
Vár ref: Arctic Sea Farm/Arnarla

Konsulent: Snorri Gunnarsson
Mobil: +354 862 7535

E-post: sgu@akvaplan.niva.no

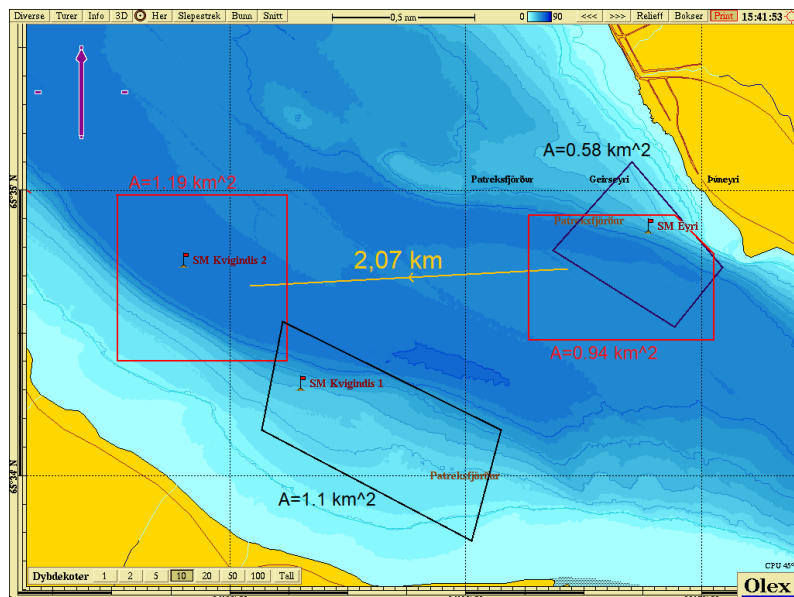
Dato: Kópavogur 21.03 2018

Móttakandi:

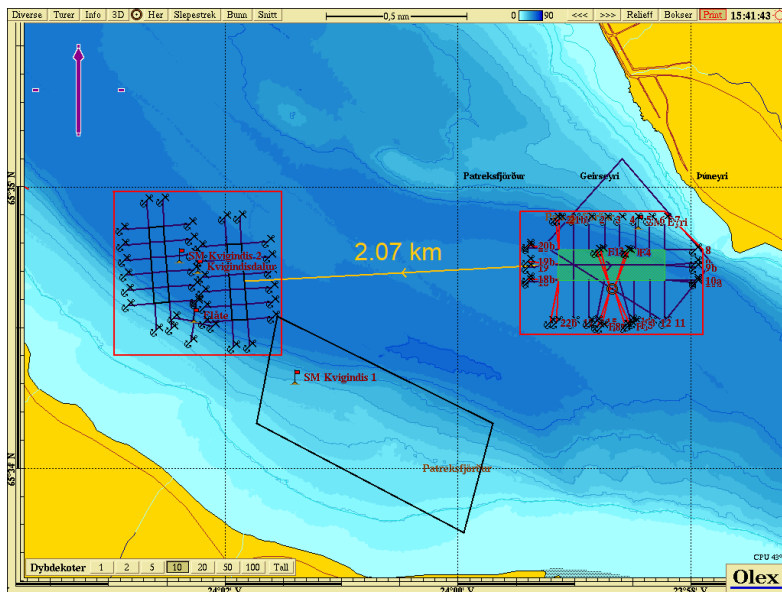
Jakob Gunnarsson, sviðsstjóri umhverfismat
Egill Þórarinnsson, sérfræðingur - sviðs umhverfismats
Skipulagsstofnun
Borgartún 7b
105 Reykjavík

Erindi vegna: Breytingar á staðsetningu tveggja eldissvæða í Patreksfirði, Vesturbyggð.

Að beiðni eldisfyrirtækjanna Arnarlax (eiganda Fjarðalax) og Arctic Sea Farm er tíundað hér í stuttu máli hvers vegna æskilegt er að breyta legu eldiskvía á eldissvæðum fyrirtækjanna, annars vegar Eyri (Fjarðalax) og hins vegar Kvígindisdal (Arctic Sea Farm) sbr. myndir 1 og 2. Hnitsetningar á núverandi svæðum og breyttum svæðum eru gefin upp í viðauka aftast í skýrslu. Kvíastæðum verður snúið þannig að þau liggja meira þvert á megin straumstefnu fjarðarins. Kynntar eru í stuttu máli niðurstöður straummælinga á svæðinu og fjallað um hvaða þættir koma helst til álita við staðsetningu kvíastæða og hvers vegna þessar breytingar eru æskilegar bæði vegna minni umhverfisáhrifa og jákvæðra áhrifa á velferð eldisfisks.

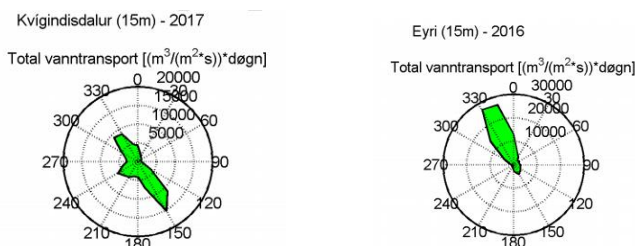


Mynd 1. Tillögur Arnarlax og Arctic Sea Farm að breyttum legustæðum sjókvía við Eyri (hægra megin á mynd norðan til í firði) og Kvígindisdal (vinstra megin á mynd sunnan til í firði). Svartir kassar tákna núverandi eldissvæði en rauðir kassar sýna tillögur að nýrri legu eldissvæða. Á myndinni kemur fram fjarlægð á milli kvíabýrpinga (2.07 km). Einnig eru tilgreind flatarmál svæða sem breytast við þessa tillögu fyrir Eyri úr 0.58 km² í 0.94 km² og fyrir Kvígindisdal úr 1.1 km² í 1.19 km².



Mynd 2. Tillögur Arnarlax og Arctic Sea Farm að breyttum legustæðum sjókvía við Eyri (hægra megin á mynd norðan til í firði) og Kvígvindisdal (vinstra megin á mynd sunnan til í firði). Svartir kassar tákna núverandi eldissvæði en rauðir kassar sýna tillögur að nýrri legu eldissvæða. Á myndinni kemur fram fjarlægð á milli kviþyrpinga (2.07 km) sem helst óbreytt frá núverandi skipulagi. Báðum kviþyrpingum er snúið meira þvert á megin straumstefnu fjarðanna og á meira dýpi.

Vindafar hefur nokkur áhrif á strauma í efstu lögum sjávar auk þess sem sjávarföll hafa umtalsverð áhrif en stóra myndin er sú að streymi sjávar um strendur landsins er almennt þannig að jarðsnúningur ræður miklu. Með ströndum umhverfis Ísland liggur svonefndur strandsjór réttisælis um landið. Megin stefna strandsjárvarins við Ísland er þannig að innstreymi virðist vera hægra megin fjarðar þegar horft er inn fjörðinn en útstreymi vinstra megin (Steingrímur Jónsson, 2004). Bæði Arnarlax og Arctic Sea Farm hafa látið framkvæma straummælingar á svæðum sínum (Heggem 2017a og 2017b). Niðurstöður úr þeim styðja þessa mynd af megin straumstefnu í Patreksfirði, inn fjörðinn að sunnan og út fjörðinn norðan megin. Á mynd 3 má sjá niðurstöður straummælinga af 15 m dýpi annars vegar sunnan megin í firðinum við Kvígvindisdal og hins vegar norðan megin við Eyri. Megin straumstefna á 15 m dýpi við Kvígvindisdal liggur í stefnu suðaustur (150 gráður) og fyrir Eyri er megin straumstefna í norð-norðvesturátt (330-345 gráður).



Mynd 3. Myndin sýnir megin flutning á vatnsmassa á 15 m dýpi fyrir Kvígvindisdal annars vegar og Eyri hins vegar.

Í staðarúttektum (Heggem 2017a og 2017b) kemur fram að straumhraði á 15 m dýpi fyrir Kvígvindisdal er að meðaltali 4,4 cm/s. Þar af eru 5,6 % af mæligildum > 10 cm/s, 56,7 % af mæligildum eru á milli 10 og 3 cm/s, 31,2 % af mæligildum eru á milli 3 og 1 cm/s og 6,5 % af mæligildum eru < 1cm/s. Fyrir Eyri eru meðal straumhraði á 15 m dýpi aðeins hærrí eða að meðaltali 5,2 cm/s. Þar af eru 9,5 % af mæligildum >

10 cm/s, 60,4 % af mæligildum eru á milli 10 og 3 cm/s, 25,5 % af mæligildum eru á milli 3 og 1 cm/s og 4,6 % af mæligildum eru < 1 cm/s.

Þegar kvíabyrpingu er valin staður þarf að taka tillit til margra þátta. Skilyrði þurfa að vera hentug til eldis hvað eðlisþætti snertir, skoða þarf hagsmunaaðrekstra við aðra sem nýta firði og taka tillit til siglingaleiða. Tryggja þarf að búnaður þoli umhverfisálag á eldissvæði. Í lögum um fiskeldi (reglugerð 1170/2015) er kveðið á um hvaða kröfur búnaður þarf að uppfylla sem nýttur er til sjókvíaeldis og í því sambandi vísað til norska staðalsins NS 9415:2009 (Flytende oppdrettsanlegg). Þar er kveðið á um að fyrirtækin þurfi að meta umhverfisálag á eldissvæði (Staðarúttektarskýrsla) og gera matsgreiningu festinga sem byggir á niðurstöðum staðarúttektar og sýnir að búnaður sem setja skal upp standist kröfur í norska staðlinum. Jafnframt þarf öllum búnaði að fylgja vöruvottun.

Til viðbótar því að uppfylla ofangreind skilyrði þá þarf einnig og ekki síður að taka tillit til líffræðilegra þátta þegar lega kvíaeldisþyrpingar er ákvörðuð. Eldisfyrirtæki vilja koma sjókvíum fyrir þannig að þau valdi sem minnstum umhverfisáhrifum og einnig að hámarka velferð eldisfisksins og tryggja sem bestan vöxt. Hér spila margir þættir inn í s.s. botnlag og gerð, dýpi, sjávarhiti, straumar og vatnsskipti.

Varðandi botnlag þá er reynt að velja sjókvíum stað þar sem botnlag er þannig að ekki sé hætt á því að lífræn úrgangsefni safnist fyrir. Því er æskilegt að hallandi landslag sé undir botni og í nágrenni sjókvía. Æskilegt sjávardýpi ræðst meðal annars af því hvernig búnaður er settur upp en algengt er að nætur í kvíum risti niður á 15-20 m dýpi og því þarf að tryggja að vel "lofti" undir og í þeim tilfellum er æskilegt að dýpi sé að lágmarki 30 m undir kvíum. Ný lega kvíastæða bæði á Kvígingisdal og Eyri uppfylla betur skilyrði um aukið dýpi undir kvíum.

Að lágmarka umhverfisáhrif og bæta velferð eldisfisks eru mikilvægir þættir sem eldisfyrirtæki leggja áherslu á. Eins og fram kom að ofan liggur megin straumstefna inn fjörðinn að sunnan og út að norðan. Með því að snúa kvíabyrpingum á báðum eldissvæðum meira þvert á straumstefnu er markmiðum um minni umhverfisáhrif og aukna velferð eldisfisks mætt. Úrgangsefni frá eldinu í formi fóðurleifa og saurs berast með straumum. Stærstur hluti fellur til botns undir og í næsta nágrenni eldiskvía. Með því að snúa eldiskvíum meira þvert á straumstefnu er frekar tryggt að úrgangsefni safnist ekki upp í miklum mæli á afmörkuðu svæði. Með því að snúa kvíabyrpingu frekar þvert á straumstefnu aukast einnig líkur á því að straumafar verði jafnara í öllum eldiskvíum. Ef kvíar liggja langsum á straumstefnu er hættara við því að innan þyrpingar myndist punktar þar sem straumur verður afar lítill en á öðrum stöðum afar mikill. Hæfilegur straumur sem víðast í eldiskvíum tryggir aðgengi að ferskum sjó sem ber með sér nauðsynlegt súrefni til eldisfisksins. En hæfilegur straumur og góður styrkur súrefnis eru báðir mikilvægir þættir til þess að tryggja velferð og góðan vöxt laxfiska. Ný lega eldisþyrpinga meira þvert á straumstefnu myndi einnig draga úr smitálagi hvort sem væri vegna laxalús, bakteríu eða veirusmits á milli einstakra eldiseininga innan kvíabyrpingar.

Eins og fram hefur komið hér að ofan þá mun tillaga Arnarlax og Arctic Sea Farm að breyttu legustæði eldiskvía við Kvígingisdal og Eyri meira þvert á megin straumstefnu að öllum líkindum hafa í för með sér marghátuð jákvæð áhrif á mikilvæga þætti s.s. minni umhverfisáhrif og bættu velferð eldisfisks.

Kópavogur 21.03 2018


Snorri Gunnarsson

Heimildir

NS 9415:2009. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.

Steingrímur Jónsson 2004. Sjávarhiti, straumar og súrefni í sjónum við strendur Íslands. Í: Björn Björnsson & Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstj.), Þorskeldi á Íslandi. Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit 111: 9-20.

Thomas Heggem. 2017a. Arnarlax hf., Lokalitetsrapport Eyri. Akvaplan-niva AS Rapport nr. 8999.01. 33 bls.

Thomas Heggem. 2017b. Arctic Sea Farm hf., Lokalitetsrapport Kvígindisdalur. Akvaplan-niva AS Rapport nr. 9170.01. 33 bls.

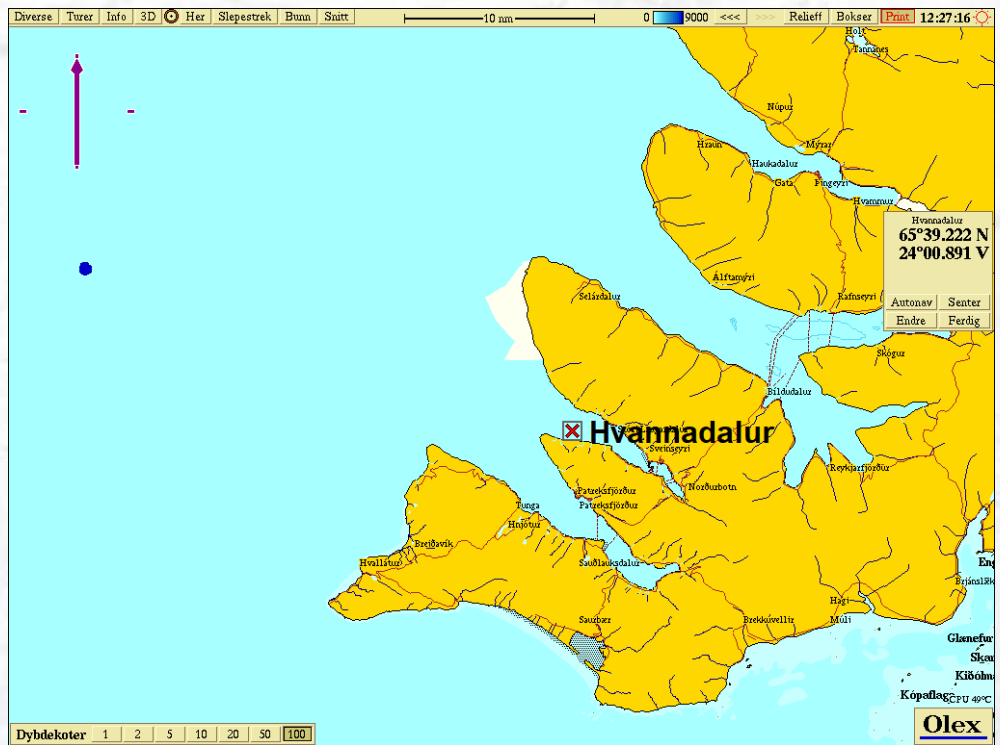
Viðauki: Hnitsetningar á núverandi svæðum og breyttum svæðum.

Eldissvæði	Horn-punktar	Núverandi svæði	Breytt eldissvæði skv. tillögu
Eyri (Arnarlax)	1.	65° 34.790 N og 23° 59.260 V	65° 34.912 N og 23° 59.463 V
	2.	65° 35.100 N og 23° 58.590 V	65° 34.912 N og 23° 58.224 V
	3.	65° 34.730 N og 23° 57.820 V	65° 34.775 N og 23° 57.895 V
	4.	65° 34.520 N og 23° 58.230 V	65° 34.474 N og 23° 57.895 V
	5.		65° 34.474 N og 23° 59.463 V
Kvígindisdalur (Arctic Sea Farm)	1.	65° 34.160 N og 24° 01.730 V	65° 34.983 N og 24° 02.953 V
	2.	65° 34.540 N og 24° 01.550 V	65° 34.983 N og 24° 01.512 V
	3.	65° 34.160 N og 23° 59.700 V	65° 34.401 N og 24° 01.512 V
	4.	65° 33.770 N og 23° 59.950 V	65° 34.401 N og 24° 02.953 V

Viðauki 3 Akvaplan-niva. 2019. Lokalitetsrapport Hvannadalur.

Arctic Fish

Lokalitetsrapport Hvannadalur



NORSK
AKKREDITERING
INSP 013

This page is intentionally left blank

Akvaplan-niva AS

Rådgivning og forskning innen miljø og akvakultur

Org.nr: NO 937 375 158 MVA

Framsenteret

9296 Tromsø

Tlf: 77 75 03 00, Fax: 77 75 03 01

www.akvaplan.niva.no



Rapporttittel / Report title Arctic Fish, Lokalitetsrapport Hvannadalur	
Forfatter(e) / Author(s) Thomas Heggem	Akvaplan-niva rapport nr / report no 60201.05
	Dato / Date 09.01.2019
	Antall sider / No. of pages 20 + vedlegg
	Distribusjon / Distribution Gjennom oppdragsgiver
Oppdragsgiver / Client Arctic Fish Aðalstræti 20, 400 Ísafjörður Island	Oppdragsg. referanse / Client's reference Stein Ove Tveiten
Sammendrag / Summary Akvaplan-niva har gjennomført en lokalitetsundersøkelse av lokaliteten Hvannadalur iht. de krav som stilles i NS 9415:2009 – Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Modelleringen viser at lokaliteten har en største bølgehøyde med 50 års returperiode på 5,05 m, med pikperiode på 10,0 s og maks strømhastighet med 50 års returperiode på 50 cm/s på 5 og 15 meters dyp. Rapporten erstatter APN-60201.03, grunnet forandring i eierskap til lokaliteten. Dette i henhold til samarbeidet mellom Arctic Fish og Arctic Sea. Begge parter er enige om endringen. Det er også foretatt mindre endringer.	
Prosjektleder / Project manager  Thomas Heggem	Kvalitetskontroll / Quality control  Steinar Dalheim Eriksen

© 2018 Akvaplan-niva AS. Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten (tekstutsnitt, figurer, tabeller, konklusjoner, osv.) eller gjengivelse på annen måte, er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Akvaplan-niva AS.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	2
1 INNLEDNING	3
2 METODE	4
2.1 Bølgemodellering	4
2.1.1 Modelloppsett	5
2.1.2 Inngangsdata til modellen CMS-Wave.....	5
2.2 Skipsgenererte bølger	8
2.3 Bunndata	8
2.4 Strømmålinger	9
3 RESULTATER.....	10
3.1 Strømmålinger	10
3.2 Tidevannsstrøm	10
3.3 Vindgenerert strøm	11
3.4 Utbrudd av kyststrøm	13
3.5 Vårflom og snø- og ismelting	13
3.6 Bølgemodellering	13
3.7 Bunntype.....	13
4 ISLAST.....	16
5 INSTRUMENTBESKRIVELSE.....	18
6 LITTERATURLISTE.....	20
7 VEDLEGG	21
7.1 Strømmålinger	21
7.1.1 Oppbygging strømmålerrigg	21
7.1.2 Måling 5 meters dyp	22
7.1.3 Måling 15 meters dyp	27
7.2 Anleggsteigning og bunnkartlegging.....	32
7.3 Beregning istabell	33
7.4 Havsjømodellering	34

Forord

Foreliggende undersøkelser er gjennomført av Akvaplan-niva AS etter oppdrag fra Arctic Fish. I forbindelse med utlegging av nytt anlegg på lokalitet Hvannadalur i Tálknafjarðarhreppur kommune i Vestfirðir landsdel på Island ønsket bedriften å få gjennomført en lokalitetsundersøkelse og produsert en lokalitetsrapport.

Undersøkelsen er gjennomført i henhold til NS 9415:2009 – Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift

Undersøkelsene er gjennomført og rapportert av Thomas Heggem, Akvaplan-niva AS.

Akkreditert virksomhet: Akvaplan-niva AS er akkreditert gjennom ISO/IEC 17020:2012. Følgende standarder, forskrifter og prosedyrebeskrivelser er benyttet: NS 9415, NYTEK-forskriften og Akvaplan-niva AS sine interne prosedyrer for prosjektgjennomføring og kvalitetssikring.

Tromsø den 24.09.2018



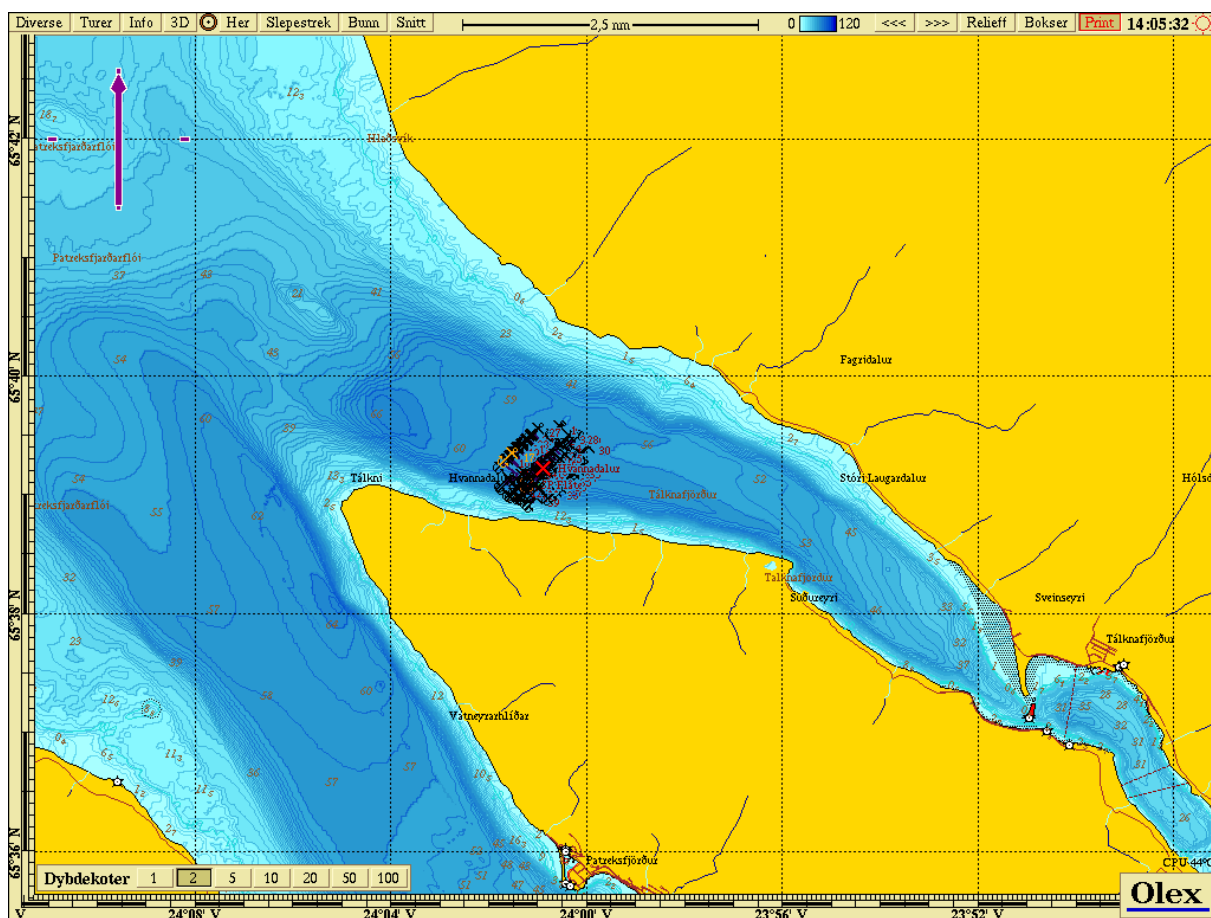
Thomas Heggem

Prosjektleder

1 Innledning

Akvaplan-niva AS har på oppdrag fra Arctic Fish, foretatt en lokalitetsundersøkelse på lokaliteten Hvannadalur. Undersøkelsen er utført i henhold til NS 9415:2009: *Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.*

Lokaliteten Hvannadalur ligger i Tálknafjörður i Tálknafjarðarhreppur kommune, Vestfirðir (Figur 1).



Figur 1 Plassering av lokalitet Hvannadalur på sjøkart fra Olex..

2 Metode

2.1 Bølgemodellering

Lokaliteten har en sektor direkte mot åpent hav i vest. Dette er ut av munningen i Tálknafjörður, og det er ingen skjermingsforhold før Grønland. Kriterium 1 angående havsjø i prosedyre for lokalitetsundersøkelse sier at det skal gjennomføres havsjømodellering dersom lokaliteten har nær tilknytning til hav eller større fjord med lysåpning til hav. Dersom det er tvil kan kriterium 2 anvendes. Kriterium 2 sier at det gjøres en skjønnsmessig vurdering av fysisk oseanograf for behov for modellering. For lokalitet Hvannadalur ble både kriterium 1 og 2 hensyntatt. Modellen CMS-Wave (Coastal Modeling System Wave model) er benyttet til å kartlegge bølgeeksponeringen for havdønninger, vindgenererte bølger og kombinasjonen av disse for bølger fra 240 til 30 grader. Fra resterende himmelretninger er det kun simulert med lokalgenerert vindsjø.

CMS-Wave er en todimensjonal bølgemodell som kan simulere forplantning og demping av havdønninger inn mot kystnære strøk. Vind og strøm kan inkluderes i simuleringene. Kildekoden til CMS-Wave er skrevet og vedlikeholdt av U.S. Army Corps of Engineers (Sanchez m.fl., 2012). Modellen bruker SMS (www.aquaveo.com) som grafisk brukergrensesnitt. Inngangsdata er bunntopografi, innkommende bølger (høyde, retning og energispekter), vindstyrke og vindretning. Modellen antar konstante grensebetingelser (vind, bølger, strøm) og beregner en statisk, konstant løsning (steady state). Inngående bølgespektrum på den ytre rand er gitt av en regional bølgemodell, NORA10 (Reistad m.fl., 2011).

Modellen bruker en endelig element-metode med et kartesisk grid. Modellen beregner kvantitativt endring i bølgeparametre (bølgehøyde, retning og spektralfordeling) når bølgen beveger seg fra havet og inn mot grunt vann ved kysten (typisk < 40 m dyp).

Bølgeeffekter som inkluderes i modellsimuleringene er:

1. Refraksjon (dreining av bølger som følge av endret vanndybde og strøm)
2. Diffraksjon (bølgedreining som følge av obstruksjoner)
3. Grunningeffekter (økt bølgehøyde på grunn av redusert gruppehastighet/ bølgelengde; bølgedemping som følge av friksjon mot bunn)
4. Bølge mot bølge, interaksjon
5. Bølgegenerering på grunn av vind
6. Refleksjon

2.1.1 Modelloppsett

Simuleringer har blitt kjørt fra alle retninger, oppdelt i 15 grader per sektor. Det forventes betydelig bidrag fra havdønninger og vindgenererte bølger fra nordvestlig retning. Derfor har modellen blitt kjørt for vest/nordvestlige til nordlige retninger med kun innkommende havdønninger, med kun vind og med kombinasjonen av disse to. For andre retninger har modellen blitt kjørt med kun vind.

For å dekke alle retningssektorer har det blitt benyttet to ulike grid av beregningsceller for bølgemodellering i dette oppsettet. Griddene beregner bølger fra:

1. vest-nordvest ($240^{\circ} - 330^{\circ}$)
2. nordvest-nord ($300^{\circ} - 30^{\circ}$)
3. alle retninger ($0^{\circ} - 360^{\circ}$)

Figur 4 viser en oversikt over alle griddene i modellområdet. Griddene dekker til sammen alle de 24 retningssektorene mellom 0 og 360 grader (15 graders oppløsning).

Griddene overlapper hverandre mer eller mindre. Ved eventuell overlapping presenteres kun resultatene fra simuleringene med største bølgehøyder i denne rapporten.

Modellen har to kartesisk griddet med oppløsning $60 \times 60 \text{ m}^2$ og $20 \times 20 \text{ m}^2$ store celler. Kombinasjonen av store og finere griddet ble benyttet for simulering av havdønninger, vind fra havet og kombinasjon av disse to i vest-nordvestlige og nordvest-nordlige retningen, dvs. ved lysåpningen (offshore). Det store griddet med grovere oppløsning ble benyttet for simuleringer på regionale skala og resultater er brukt som inngangsdata for det fine, høyoppløste griddet. Fineste griddet blitt nøstet inn i det grovere modellgriddet og dekker et mindre område i umiddelbar nærhet til lokaliteten.

I alle andre retninger benyttes kun det høyoppløste, fine griddet fra vest-nordvest. Simuleringen for dette griddet er med fokus på vind fra landet (onshore).

Dekningsområdene til det grove og de finere griddene er illustrert i Figur 4, hvor de som hører sammen er illustrert med samme farge. Et utsnitt av beregningscellene med 20 m oppløsning ved lokaliteten Hvannadalur er vist i Figur 2. **Error! Reference source not found.**

Dersom havstrømmer i nærområdet til lokaliteten forventes å være betydelig mindre enn 1 m/s, vil de ifølge Smith m.fl. (1998) ikke bidra til betydelige endringer i transformasjonen av havbølger. Ut ifra maksimumsverdier til havstrømmene målt nær overflaten ved lokaliteten vurderes det om havstrømmer ikke skal inkluderes i simuleringene.

Bølgebrytning er ikke inkludert i modellsimuleringene. Det vurderes som en konservativ tilnærming for bølgehøyden å ikke inkludere bølgebrytning, da denne effekten forårsaker ytterligere reduksjon av bølgeenergi.

2.1.2 Inngangsdata til modellen CMS-Wave

2.1.2.1 Bunndata

En godt kartlagt batymetri (bunntopografi) er en forutsetning for å få gode simuleringer. CMS-Wave interpolerer mellom dybdataene på et kartesisk grid (oppløsning 10-100 m).

Bunnmålinger som ligger til grunn for batymetrien i griddet er kombinasjon av data innkjøpt fra hydrografisk avdeling til den islandske kystvakten (<http://www.lhg.is>) og data fra EMODnet Bathymetry portal (<http://www.emodnet-hydrography.eu>). Sistnevnte er benyttet i områder som ikke er dekket av data fra den islandske kystvakt. Det er valgt å legge til grunn et dyp på 3 m over sjøkartnull i hele modellområdet, som omtrentlig tilsvarer situasjon med springflo.

2.1.2.2 Vindhastighet

Vindhastigheten i modellområdet er beregnet ut fra modellsimuleringer.

Det foreligger ikke måledata fra det aktuelle området for lokaliteten Hvannadalur, og derfor er det søkt støtte fra den meteorologiske modellen Harmonie (Nawri m.fl., 2017). Modellen Harmonie har oppløsning 2.5 km, og resultater for 36 år foreligger. Modellresultater er levert av Islandsk Meteorologisk Institutt (Veðurstofa Íslands) (www.vedur.is).

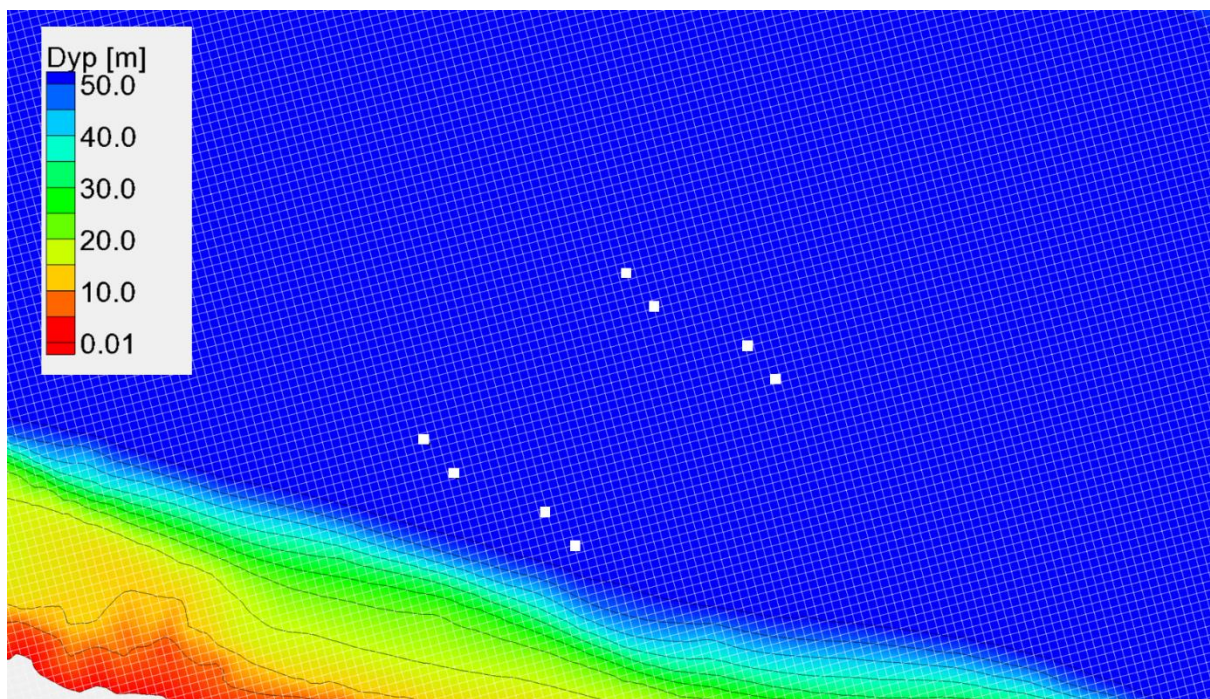
2.1.2.3 Bølgehøyde

Innkommende bølger til modellområdet, som beregnes i denne studien med CMS-Wave, er hentet fra Meteorologiske institutts (met.no) regionale modell NORA10 (Reistad m.fl., 2011). Denne modellen dekker først og fremst Nordsjøen, Norskehavet (inkludert Island) og Barentshavet. Met.no har beregnet verdier med 50-års returperiode fra dette regionale nøstede modelloppsett av bølgemodellen WAM (The global ocean Wave prediction Model). Met.no's modell har horisontal romlig oppløsning på ca. 10 km og retningsoppløsning på 30°. Resultater er innhentet fra ett modellpunkt til den regionale bølgemodellen, som ligger ved den nordvestlige randen til det store og grove gridområdet (oppløsning 60x60 m²) som blir simulert i denne studien (se Figur 4). Dette gridpunktet i met.no's modell har koordinater 66°04.8'N og -24°40.8'V, og bølgeverdiene her antas som representative for bølger som kommer inn fra Danmarkstredet, dypområdet mellom Grønland og Island. Resultatene har blitt brukt som grensebetingelse til CMS-Wave-simuleringene i dette prosjektet (Vedlegg 7.4).

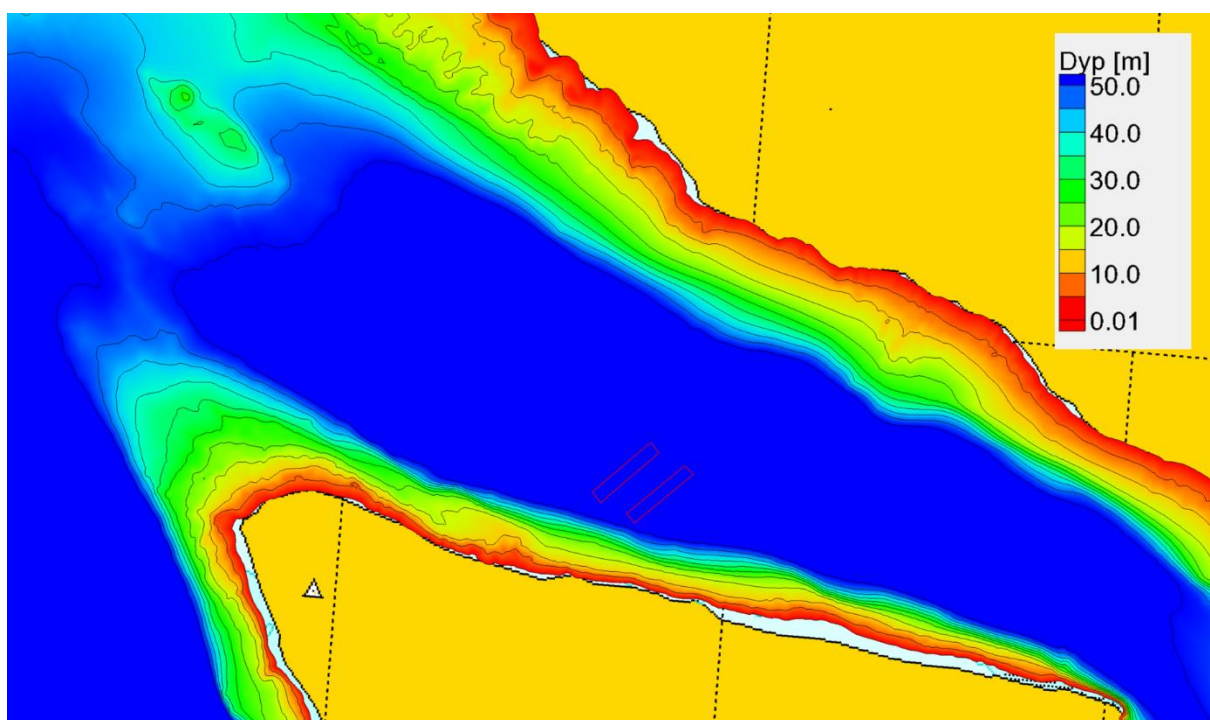
Ifølge valideringer utført av Met.no (Aarnes, 2017) gir NORA10-modellen omtrent 10 % for lave verdier på vestkysten av Island. Årsaken til dette er at NORA10-modellens ytre render er plassert vest for Island, og relativt nær modellpunktet det hentes resultater fra. NORA10-modellen henter sine grensebetingelser fra ECMWF (ERA-Interim), som er kjent for å ha noe for lave ekstremverdier i det aktuelle området, spesielt for høye signifikante bølgehøyder. For å kompensere for disse antatt noe lave ekstremverdiene, er det lagt inn en økning på 10 % i de signifikante bølgehøyder på vestkysten av Island som er hentet fra NORA10-modellen.

I CMS-Wave-modelleringene fra nordvestlige retninger antas det at et bølgetog starter ute på havet og kommer inn mot lokaliteten fra nordvestlige retninger med bølgehøyde og periode som spesifisert i Vedlegg 7.4.

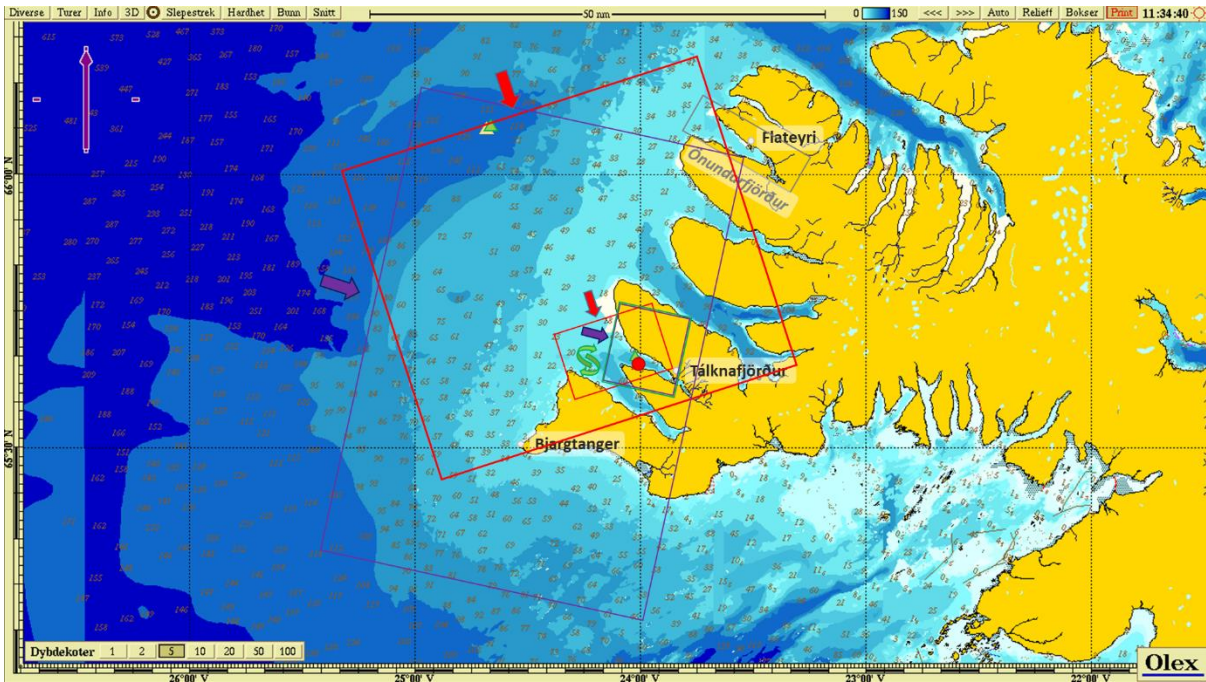
Error! Reference source not found. og Figur 3 viser bunntopografi i nærområdet til lokaliteten og modellgitteret som er satt opp i beregning.



Figur 2 Illustrasjon av det kartesiske 20 m x 20 m gitteret (i hvite ruter) brukt i CMS-Wave-modelleringene. Bunntopografien er avtegnet i farger, med skala fra 0.01 til 50 m. Fargeskala er vist oppe til venstre (kartkilde for bakgrunnskart er Olex). Anleggets plassering er markert med 4 hvite prikker i hjørnepunktene for de to rammene.



Figur 3 Bunnkart med inntegnet ramme for anlegg.. Bunntopografien er avtegnet i farger, med skala fra 0.01 til 50 m. Fargeskala er vist oppe til venstre (kartkilde: www.olex.no)



Figur 4 Modellområde for CMS-Wave-simuleringene rammet inn i lilla (vest-nordvestlige grid; stor og nøstet), rødt (nord-nordvestlige grid, stor og nøstet) og grønn (alle retninger) med piler som viser hvilken side av griddet inngangsdata (vind og/eller havbølger) kommer inn. Lokaliteten Hvannadalur er indikert med et rødt punkt og inngangsdata fra den regionale bølgemodellen NORA10 fra met.no og den meteorologiske modellen Harmonie er vist henholdsvis med gul og grønn trekanter (kartkilde: www.olex.no).

Oppsummering av resultater fra beregningene er gitt i kapittel 3. Inngangsdata og bilderresultater er også vedlagt i Vedlegg 7.4. For mer detaljert fremstilling av metode og resultater henvises det til rapport (Harendza, 2018).

2.2 Skipsgenererte bølger

Lokaliteten ligger i et område med lite skipstrafikk. Det er foretatt en vurdering av bølgehøyde i forhold til avstand og størrelse på passerende skip (forbåter og fiskebåter), og det forventes ikke bølger som overskrider lokalgenerert vindsjø (Hilling, pers med).

2.3 Bunndata

Bunnskartlegging er utført av The Icelandic Coast Guard (ICG) Hydrographic Department. Oppmålingene er gjort med multistråle ekkolodd Reson SeaBat 8101. Ekkoloddet har en frekvens på 240 kHz og kartlegger bunnområder fra 5 til 500 meter. Oppløsning er på under 10x10m og samlet sender loddet ut 101 ståler opptil 30 ganger per sekund. Horisontal dekningsvinkel er på 150°, vertikal strålevidde er 1,5°. Tegning av anlegget er utført i OLEX av Aqualine AS.

Kvalitetssikring av data er gjort av Akvaplan-niva AS. Registrering av bunndata er gjort iht. krav i NS 9415:2009. Oppløsningen på data tilfredsstiller kravene i standarden.

2.4 Strømmålinger

Strømmåling ble foretatt med målere fra Akvaplan-niva AS i perioden 03.07.2018-09.08.2018 på 5 og 15 meters dyp. Fra disse målingen er det presentert en 30 dagers dataserie (03.07.2018-02.08.2018) Målerne var innstilt på registrering av strømhastighet og strømrretning med 10 minutters intervall (se vedlegg). Målingene ble utført i posisjon N65°39,122, V24°00,772, som vurderes som representativt for hele lokaliteten. Kvalitetssikring av data og framstilling av grafikk ble foretatt av Akvaplan-niva AS. Begge strømmålingene er utført samtidig i samme forøyningsrigg.

I følge NS 9415:2009 skal man estimere forventede ekstremverdier for lokaliteten. Dette beregnes ved å multiplisere høyest registrerte strømhastighet i måleperioden med angitte multiplikasjonsfaktorer på 1,65 og 1,85 for henholdsvis 10 og 50 års returperiode. NS 9415:2009 sier: *”Hvis høyeste dimensjonerende strømhastighet med en returperiode på 50 år, basert på en måling i én måned blir lavere enn 50 cm/s, skal den dimensjonerende strømhastigheten (50 års returperiode) på lokaliteten uansett settes til 50 cm/s. De andre verdiene i strømmosen skal økes prosentvis tilsvarende”*.

For å skille ut tidevannskomponenten av strømmen ble det foretatt en harmonisk analyse av strømmen. Strømhastigheten ble først midlet over ½-time for å fjerne målestøy fra tidsserien før analysen ble utført. Tidevannsestimatet og variansen til tidevann sammenlignet med variansen til totalstrømmen er beregnet fra perioden 03.07.2018-07.08.2018.

Resultatene fra den harmoniske analysen ble brukt til å reprodusere tidevannsbidraget i måleserien ved hjelp av en tidevannsmodell (Codiga, 2011). Totalstrømmen er midlet over ½-timer før variansellipsene estimeres, slik at variansen for de to komponentene er estimert på samme grunnlag. Variansellipsene viser ett standardavvik av variansen til a) alle målingene og b) den reproduserte tidevannskomponenten. Varians forklart kan estimeres fra korrelasjonen (r) mellom totalstrøm og tidevannsstrøm og regnes ut fra formelen:

$$\text{Varians forklart} = [\text{korrelasjonskoeffesient}(\text{fart_tidevann}, \text{fart_totalstrom})]^2.$$

Dette gir et mål på hvor mye av den totale variansen som kan forklares ved estimerte tidevannskomponenten. Det er viktig å notere seg at disse ellipsene ikke er en klassisk tidevansellipse men en variansellipse av tidevannskomponenten til strømmen, og videre at tidevannet er estimert fra en modell og ikke faktiske målinger.

3 Resultater

Resultatene fra modellering av bølger og strøm er presentert i Tabell 2. Strømresultatene er justerte iht. NS 9415:2009 kapittel 5.2.3 og presentert med hensyn til kjøring av lastkombinasjoner (NS 9415:2009 kapittel 6.7).

3.1 Strømmålinger

Resultatene fra strømmåling på 5 meters dyp viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er diffuse mot nordvest (285-300 grader) med en todelt returstrøm mot sør og sørøst (180 og 120 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 5,7 cm/s. 0,3 % av målingene er > 20 cm/s, 10,3 % av målingene er > 10 cm/s, 68,0 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 18,5 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 3,2 % av målingene er < 1cm/s.

Resultatene fra strømmåling på 15 meters dyp viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er klart definert mot sørøst (120 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 4,9 cm/s. 0,1 % av målingene er > 20 cm/s, 7,5 % av målingene er > 10 cm/s, 62,1 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 25,7 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 4,7 % av målingene er < 1cm/s.

Maksimal strømhastighet i den målte perioden på 5 og 15 m var henholdsvis 25,8 og 21,3 cm/s, noe som tilsvarer 48 og 39 cm/s for 50 års returperiode for de respektive dyp. I henhold til NS 9415:2009 blir strømhastigheten med 50 års returperiode satt til 50 cm/s på begge dyp. Strømmålingene er vurdert sammen med lokalkjente og det konkluderes med at de er representative med hensyn til årstidsvariasjon (Hilling, pers med).

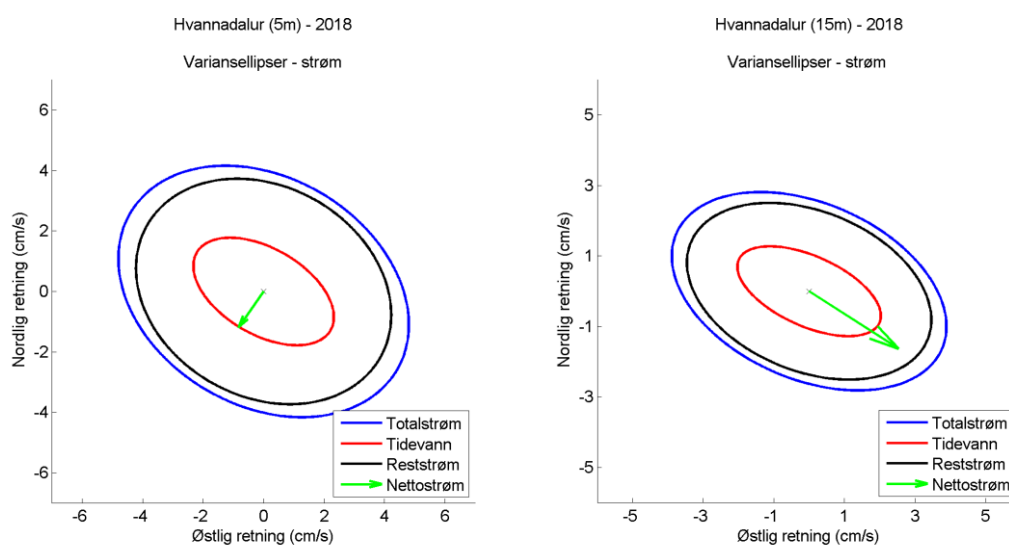
3.2 Tidevannsstrøm

Strømmålingene som er utført på lokaliteten viser at tidevannskomponenten er liten i forhold til reststrømmen. *Tabell 1* viser resultater fra variansanalysen for 5 og 15 m dyp. Variansforklart for tidevann er et statistisk tall på hvor mye av den totale variansen i vannet som kan forklares ut fra tidevannet.

Tallene i Tabell 1 er forholdsvis små, for 5 m og 15 m dyp kan det estimerte tidevannet forklare henholdsvis 22,8 % og 21,2 % i Ø-V-retning, og 19,6 % og 20,6% i N-S-retning av variabiliteten i strømmen på denne lokaliteten. Dette gjenspeiles i Figur 5, hvor man ser at ellipsen til tidevannet er forholdsvis liten sammenlignet med variansellipsen til totalstrømmen. Dette viser at tidevannet ikke er en dominerende faktor i strømbildet, men gir et viktig bidrag.

Tabell 1 Varians forklart for tidevannskomponenten av varians i totalstrømmen (tall i prosent)

Retning på strømkomponent	Dyp	
	5 m	15 m
Øst-Vest	22,8 %	21,2 %
Nord-Sør	19,6 %	20,6 %



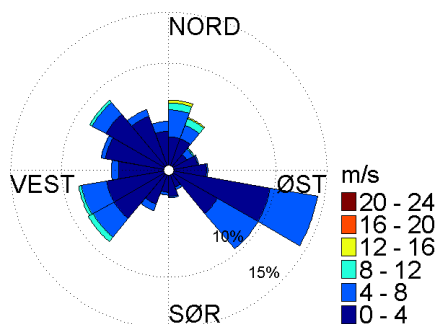
Figur 5 Variansellipse for totalstrøm (blå), tidevannsstrøm (rød) og reststrøm (sort) på 5 og 15 m. Variansellipsen viser størrelsen av ett standardavvik av variansen, både i retning og størrelse. Den blå kurven viser variansellipsen til totalstrømmen og den røde kurven viser variansellipsen til tidevannskomponenten av strømmen. Den sorte variansellipsen viser reststrømmen, dvs. den strømmen som ikke kan forklares av tidevannet. Resultatene er estimert fra strømdata i måleperioden 03.07.2018-07.08.2018. Den grønne pilen viser nettostrøm i samme perioden.

3.3 Vindgenerert strøm

Vindgenerert strøm vil i hovedsak gjøre seg gjeldende for resultater fra målinger på 5 meter da vindpåvirkning i vannsøylen avtar med dyp. For at strøm på 15 meter skal påvirkes nevneverdig er det nødvendig med sterk vind fra samme retning over lengre perioder. Dette ser man sjeldent inne i fjorder og kystnære strøk hvor anlegg er lokalisert. Det er hentet ut vinddata fra *Icelandic Meteorological Office* for Talknafjordur værstasjon (Figur 6). Målestasjon ligger 9,5 km øst av lokaliteten. Stasjonen ligger lengre inn i fjorden enn lokaliteten, og vil dermed være noe mer skjermet for vind fra vest. Fra resterende retninger er skjermingsforholdene tilsvarende, med skjerming for vind fra nord og sør, og noe mer eksponert fra øst. Vindrosen viser at høyeste vindhastighet er registrert mot nord.

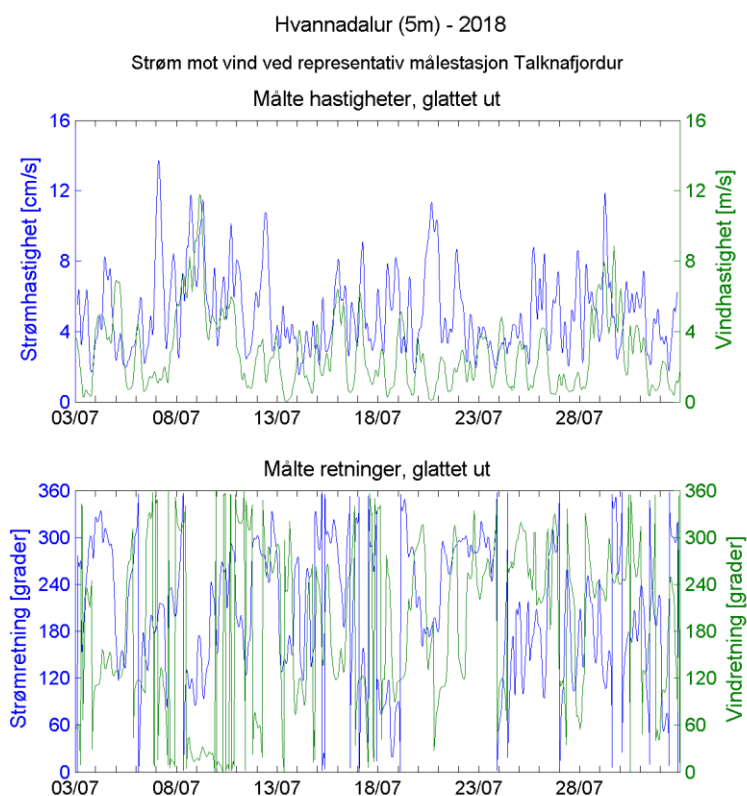
Talknafjordur målestasjon - 2018

Vindrose fra representativ målestasjon



Figur 6 Vindrose for observasjoner gjort ved målestasjon Talknafjordur i måleperioden 3.7. – 2.8.2018. Figuren viser hastighet og hvilken retning vinden går mot.

I perioden juli/august 2018 var det i hovedsak relativt rolige vindforhold med kun en periode (8.-10.7) hvor det var registrert vind over 10 m/s (Figur 7).



Figur 7 Normaliserte hastigheter og retninger for strøm/vindvind i måleperioden

Figur 7 viser at høye strømhastigheter periodevis sammenfaller med høy vindhastighet. I disse periodene er både retningen på strøm og vind stabil og samsvarer noe. Lokaliteten ligger skjermet for vind direkte fra nord og sør, noe skjermet for vind fra øst og mer eksponert for vind fra vest. Fra denne retningen er det åpen lysåpning helt til Grønland. Samlet bilde av

resultatene og vurdering av stasjonens plassering i forhold til lokalitet tilser at vind har hatt betydning for strøm i området i måleperioden.

3.4 Utbrudd av kyststrøm

Plutselig innblanding av kyststrømmen er lite relevant for Island, da de fleste fjordene ikke har terskler. På begge dyp har temperaturen steget jevnt i måleperioden, med små variasjoner +/- 0,5 grader. På 5 meters dyp har temperaturen gått fra 7,6 til 10,8 °C, mens på 15 meters dyp har temperaturen gått fra 7,4 til 10,1 °C. Lufttemperaturen har variert noe i løpet av måleperioden, uten at dette har hatt noen påvirkning på vanntemperaturen. Det er derfor ingenting som indikerer plutselig innblanding av kyststrøm på disse dypene.

3.5 Vårflom og snø- og ismelting

Strømmålingene ble gjort i juli/august, en periode hvor det normalt ikke forekommer større snø- og ismeltinger som kan ha hatt innvirkning på resultatene. Lufttemperaturen var over 0 grader i hele perioden, med et temperaturgjennomsnitt på 10,1 grader. Det er ingen betydelige ferskvannskilder i området som kan påvirke resultatet.

3.6 Bølgemodellering

Største modellerte vindbølge er 3,52 meter og kommer fra nordvest (300 grader) med pikperiode 8,3 s (*Tabell 3*).

Største modellerte havdønning er 4,91 meter og kommer fra nordvest (300 grader) med pikperiode 14,3 s (*Tabell 3*).

Største modellerte kombinasjonsbølge (havadønning og vind) er 5,05 meter og kommer fra nordvest (300 grader) med pikperiode 10,3 s (*Tabell 3*).

Mot vest-nordvest har Tálknafjörður en åpen sektor mot åpent hav frem til Grønland. Når bølger kommer rett fra denne retningen er det dybdeforhold og innsnevring av fjorden som vil stå for reduksjon av bølgeenergi. Det er ingen skjær eller holmer i denne retningen som kan skjerme lokaliteten, og dermed blir den signifikante bølgehøyden stor fra disse retningene. Ved mer nordlige og nordøstlige retninger er det refraksjon av havdønninger som påvirker lokaliteten.

Vindbølgene er også størst fra denne retningen, som er som forventet. Fra mer østlige retninger er de også relativt store, da det er en lang strøklengde i denne sektoren innover i fjorden. Resultatene fra havsjømodelleringer er som forventet og blir dermed vurdert som troverdige.

3.7 Bunntype

I følge personer med lokalkunnskap består bunnen under anlegget av mudder, men mulighet for skjellsand i nærheten av land (Gunnarsson, pers. med). Dypet under rammen varierer fra 54-57 meter. Dypet varierer slakt ut fra land, med ingen steinutspring. Det er derfor liten risiko for gnag på fortøyningslinene, men det anbefales å visuelt kontrollere dette med ROV eller tilsvarende teknologi etter utlegg av anlegg.

Tabell 2 Maksimal strømhastighet. Retning for vind og bølger er angitt slik at de kan avleses sammen med strøm.

Lokalitet: Hvannadalur										
Retning (grader)	Strøm (5 m)					Strøm (15 m)				
	Maks (cm/s)	10 års retur	50 års retur	Justert 10	Justert 50	Maks (cm/s)	10 års retur	50 års retur	Justert 10	Justert 50
0	8	14	16	15	16	8	13	14	16	18
15	9	15	17	16	18	6	10	12	13	15
30	12	19	21	20	22	6	10	11	12	14
45	10	17	19	17	20	9	15	17	19	21
60	10	17	19	18	20	16	27	30	34	38
75	17	28	32	30	33	17	28	32	36	40
90	21	34	38	36	40	19	31	35	40	45
105	23	38	43	40	45	19	32	35	40	45
120	26	43	48	45	50	19	31	35	40	45
135	25	41	46	43	48	21	35	39	45	50
150	16	26	30	28	31	13	22	25	28	31
165	16	26	29	27	31	14	22	25	28	32
180	15	25	28	26	29	12	20	22	25	28
195	14	23	26	24	27	10	17	19	21	24
210	17	27	31	29	32	11	19	21	24	27
225	15	25	28	26	29	12	20	22	25	28
240	14	23	25	24	27	11	18	20	23	26
255	17	28	31	29	32	11	19	21	24	27
270	18	29	33	31	34	11	19	21	24	27
285	14	23	25	24	27	11	18	20	23	26
300	15	25	28	26	30	9	14	16	18	20
315	19	31	35	33	37	10	17	19	21	23
330	12	19	22	20	23	8	13	14	16	18
345	16	26	29	27	31	6	10	11	13	14
Maks	26	43	48	45	50	21	35	39	45	50

Tabell 3 Resultater fra bølgemodellering. Retning for vind og bølger er angitt slik at de kan avleses sammen med strøm. Her er det tatt ut bølgeresultater for anleggshjørnene. Det er den største eksponeringen som er fremstilt i tabellen.

Lokalitet:	Hvannadalur		Vindbølger				Havbølger (CMS)				Havdønning og vind (CMS)			
	Vind		10 års retur		50 års retur		10 års retur		50 års retur		10 års retur		50 års retur	
Retning vind, bølger (grader)	10 års retur	50 års retur	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)
180	32	35	0.37	2.4	0.41	2.7								
195	32	35	0.37	2.4	0.41	2.7								
210	31	35	0.41	2.5	0.46	2.8								
225	31	34	0.48	2.5	0.53	2.8								
240	31	34	0.53	8.2	0.59	9.1	2.55	15.0	2.83	16.7	2.05	15.0	2.28	16.7
255	31	34	1.15	8.2	1.28	9.1	3.02	12.9	3.36	14.3	2.73	12.9	3.03	14.3
270	31	34	2.28	6.4	2.53	7.1	3.33	12.9	3.70	14.3	3.43	12.9	3.81	14.3
285	30	34	3.03	6.4	3.37	7.1	4.02	12.9	4.47	14.3	4.37	12.9	4.86	14.3
300	27	30	3.17	7.5	3.52	8.3	4.42	12.9	4.91	14.3	4.55	9.0	5.05	10.0
315	26	29	2.87	7.5	3.19	8.3	4.24	12.9	4.71	14.3	4.11	12.9	4.57	14.3
330	34	38	2.53	7.5	2.81	8.3	3.81	12.9	4.23	14.3	3.67	12.9	4.08	14.3
345	41	46	1.95	5.3	2.17	5.9	3.84	12.9	4.27	14.3	3.22	12.9	3.58	14.3
0	46	51	1.52	3.3	1.69	3.7	3.69	12.9	4.10	14.3	2.96	12.9	3.29	14.3
15	50	55	1.44	3.1	1.60	3.4	3.51	15.0	3.90	16.7	2.48	15.0	2.76	16.7
30	50	55	1.38	3.1	1.53	3.4	3.18	15.0	3.53	16.7	2.12	15.0	2.36	16.7
45	50	55	1.38	3.1	1.53	3.4								
60	50	55	1.33	3.3	1.48	3.7								
75	50	55	1.49	3.8	1.65	4.2								
90	49	54	1.65	4.3	1.83	4.8								
105	44	49	1.67	4.3	1.85	4.8								
120	36	40	1.46	4.3	1.62	4.8								
135	32	36	0.81	3.3	0.90	3.7								
150	32	35	0.50	2.5	0.56	2.8								
165	32	35	0.40	2.5	0.44	2.8								
Maks	50	55	3.17	8.2	3.52	9.1	4.42	15.0	4.91	16.7	4.55	15.0	5.05	16.7

Tabell 5 Påslag av is for de ulike sonene.

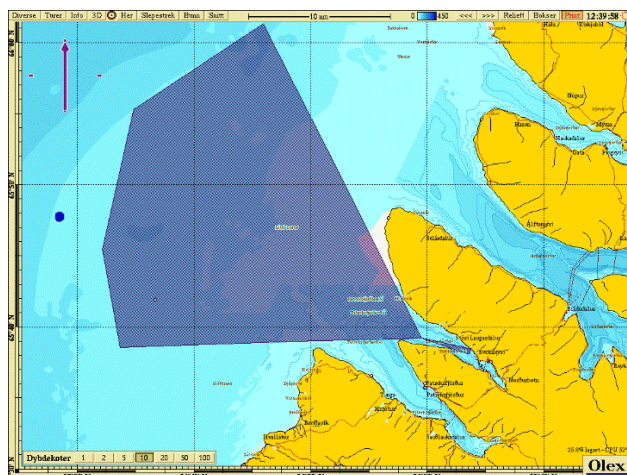
Isprediktor					
Isklasse	Ingen	Noe	Moderat	Kraftig	Ekstrem
Israte (cm/time)	0	<0,7	0,7-2,0	2,0-4,0	>4,0
Israte (kg/m ² /time)	0	0,8-6,0	6-17	17-34	>34

Tabell 4 viser at det ikke har vært observert vind/temperaturkombinasjoner som kan medføre ekstrem eller kraftig ising. Videre viser tabellen at det i løpet av perioden på 10 år har blitt gjort 2 observasjoner som tilsier fare for moderat ising. Ved moderat ising vil estimert ispåslag være 0,7-2,0 cm/t, noe som tilsvarer en isvekt mellom 6 og 17 kg/m²/time.

Lokaliteten er eksponert for vind og bølger fra nordøst (Figur 8 og Tabell 3), og dermed mest utsatt for ising ved kulde og sterk vind fra samme retning. Bryting av vindgenererte bølger som sammenfaller med sterk vind og lave temperaturer fra samme retning kan medføre at det dannes sjøsprøyting. Hovedstrømretningen på lokalitet er mot nordøst (Figur 9) og det er derfor sannsynlig at slike forhold kan inntreffe.

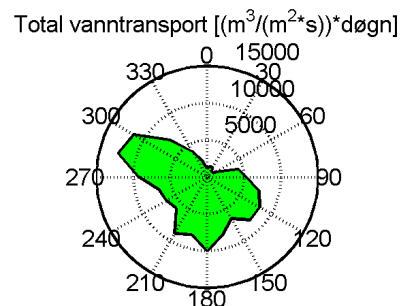
Resultater fra beregningene underbygger uttalelse om at det er liten fare for at det kan oppstå ising på anlegget som vil påføre anlegget skade. Likevel bør visse forholdsregler tas. Dersom det oppstår temperatur/vindkombinasjoner i henhold til Tabell 4 som tilsier moderat eller kraftig ising må oppdretter iverksette tiltak for overvåkning og eventuell avising.

Det er ingen fare for innfrysing av anlegget. Det har skjedd tidligere, og det kan forventes at isfjell fra Grønland driver inn mot fjordene nordvest på Island. Islandske myndigheter driver omfattende overvåkning av isfjell og sender ut varsel dersom det er fare for at de kan komme inn i fjorder. Det er derfor lite sannsynlig at lokaliteten rammes av drivende isfjell uten tid til å forberede tiltak. Selskapet bør ha etablerte rutiner med tiltak dersom det observeres drivende is eller isfjell (Hilling, pers med).



Figur 8 Bølgeeksponering for lokalitet Hvannadalur.

Hvannadalur (5m) - 2018



Figur 9 Hovedstrømretning 5 meter.

5 Instrumentbeskrivelse

Strømmålingene er utført ved hjelp av Seaguard punktdopplermålere fra Aanderaa, og metodikk er i henhold til NS 9425 – 1.

Tabell 6. Instrumentbeskrivelse

Måledyp	5	15
Type måler	Aanderaa	Aanderaa
Modell	Seaguard 4420	Seaguard 4420
Målerprinsipp	Punktdoppler	Punktdoppler
Serienr	702	1319
Nøyaktighet	± 1 %	± 1 %
Oppløsning	0,1 mm/s	0,1 mm/s
Responsområde	0 – 3 m/s	0 – 3 m/s
Varighet midlingsperiode	2,5 min	2,5 min
Antall rådatamålinger pr. aggregert dataverdi	4	4
Modifikasjon	Ingen	Ingen
Kalibrering	APN-logg	APN-logg
Instrumentlogg	APN-logg	APN-logg

Resultatene fra strømmålingene analyseres i egen strømprogram, AdFontes. Gjennom AdFontes gjøres det først en grovrens hvor alle punkter som ligger utenfor faste kriterier anbefalt av produsent, samt at alle datapunkter der trykksensoren har registrert målinger over 2 m fra overflaten (instrument ikke vært i vann) fjernes fra dataserien. Data kvalitetssjekkes visuelt via AdFontes. Logg over rensed data blir lagret hos Akvaplan-niva AS.

Resultatene som presenteres er direkte overført fra rådata. Det utføres ingen reduksjon av støy eller datakompresjon. Tidevannet er filtrert med ½-times intervall.

Kalibrering av målere er gjennomført iht. leverandørs anbefaling. Historikk over kalibrering lagres internt hos Akvaplan-niva.

Bunnkartlegging er utført med multistrålelodd, og er levert av The Icelandic Coast Guard (ICG) Hydrographic Department. Tegning av anlegget er utført ved hjelp av OLEX.

6 Litteraturliste

Codiga, D.L. Unified Tidal Analysis and Prediction Using the UTide Matlab Functions (2011)

Harendza, A., 2018. Havbølgeomodelleringer for lokalitet Hvannadalur, Tálknafjarðarhreppur, Island 2018. Akvaplan-niva AS, rapport 60340.01.

Jensen Ø. 2006 SINTEF rapport: Islaster-isvekst og forslag til tiltak.

NS-EN 1991-1-4. Eurokode 1: Laster på konstruksjoner – Del 1-4: Allmenne laster – Vindlaster.

NS 9415:2009. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.

NS 9425-1. 1999. Oseanografi – Del 1. Strømmålinger i faste punkter.

Personlige meddelelser: Gaute Hilling, Arnarlax hf

Personlige meddelelser: Snorri Gunnarsson, Akvaplan-niva AS.

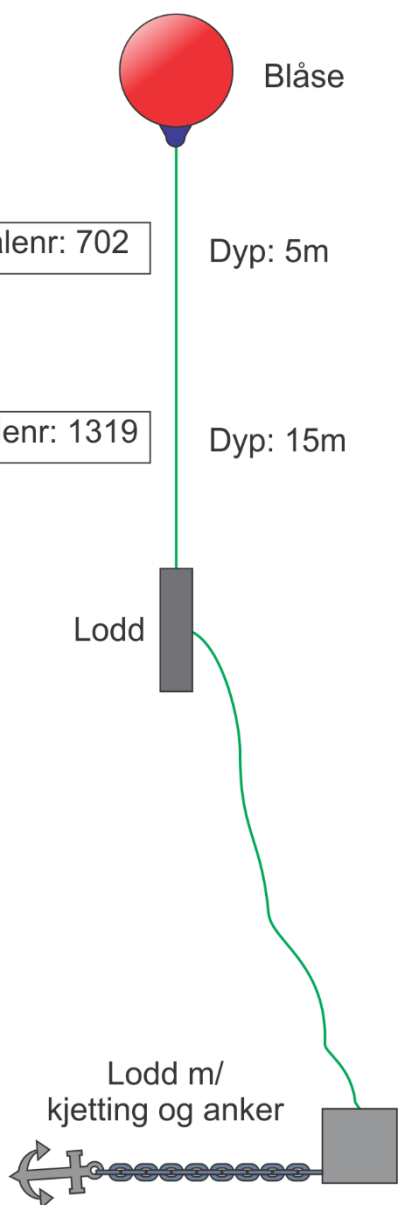
Superstructure spray and ice accretion on a large U.S. Coast Guard cutter C.C. Ryerson, U.S. Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, New Hampshire, USA. Received 14 October 1993. Accepted 23 February 1994. Available online 16 March 2000.

<http://en.vedur.is/>

7 Vedlegg

7.1 Strømmålinger

7.1.1 Oppbygging strømmålerrigg



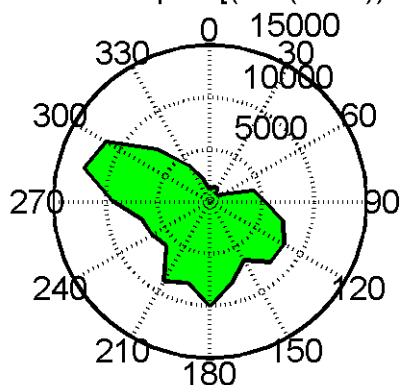
7.1.2 Måling 5 meters dyp

Oppsummering resultater Hvannadalur 5 meter

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	25.8	10.8
Min	0.2	7.6
Gj.snitt	5.7	9
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger > 50 cm/s	0	
% av målinger > 40 cm/s	0	
% av målinger > 30 cm/s	0	
% av målinger > 20 cm/s	0.3	
% av målinger > 10 cm/s	10.3	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	68	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	18.5	
% av målinger < 1 cm/s	3.2	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	11.7	
Residual strøm	1.6	
Residual retning	215	
Varians	11.1	0.6
Standardavvik	3.3	0.7
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.28	

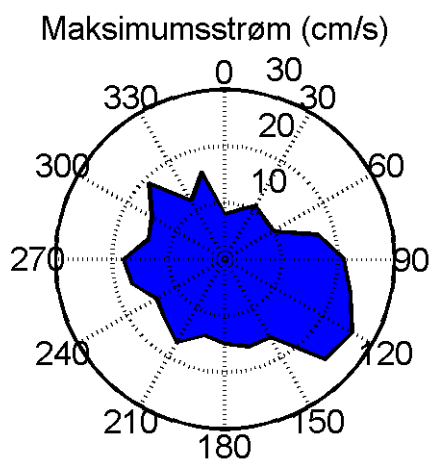
Hvannadalur (5m) - 2018

Total vanntransport $[(m^3/(m^2*s))*døgn]$



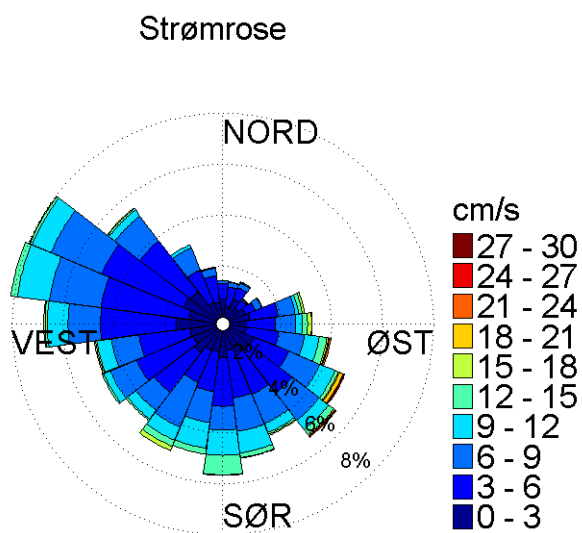
Total vanntransport

Hvannadalur (5m) - 2018

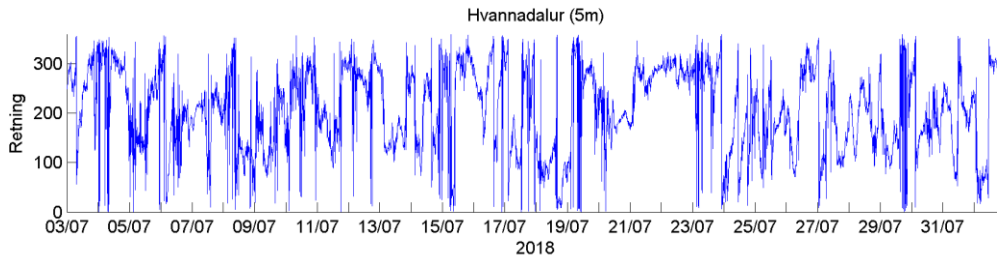


Maksimal hastighet

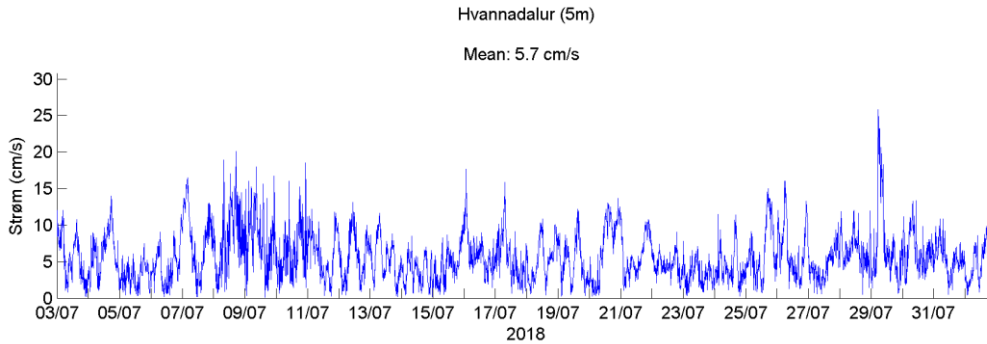
Hvannadalur (5m) - 2018



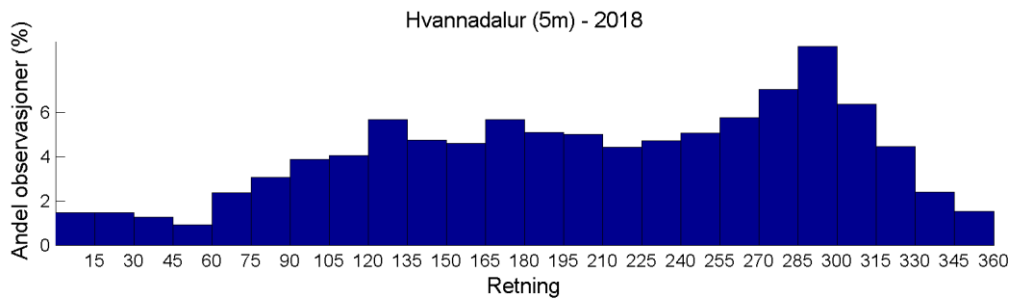
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



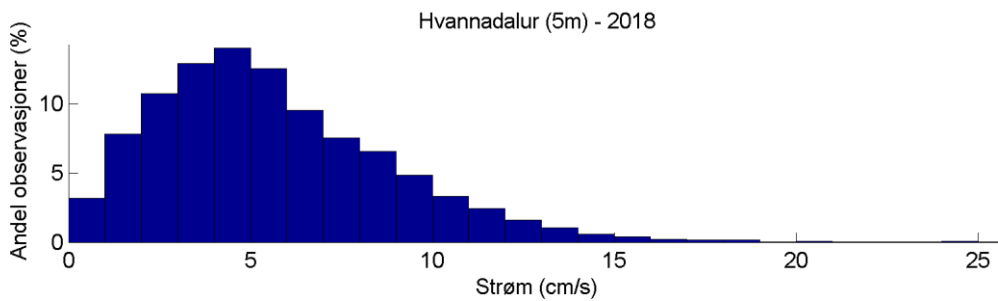
Retning vs. tid



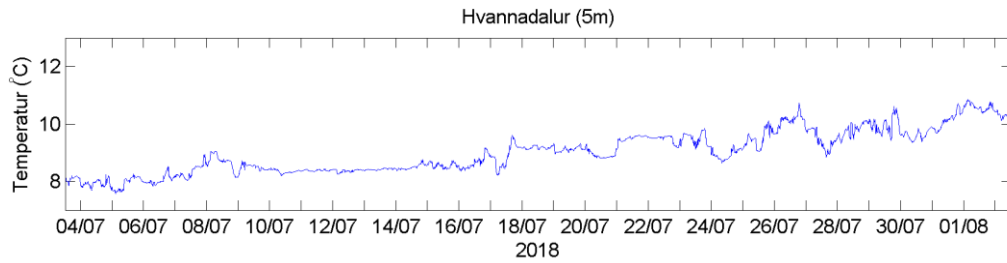
Strømhastighet (tidsserieplott)



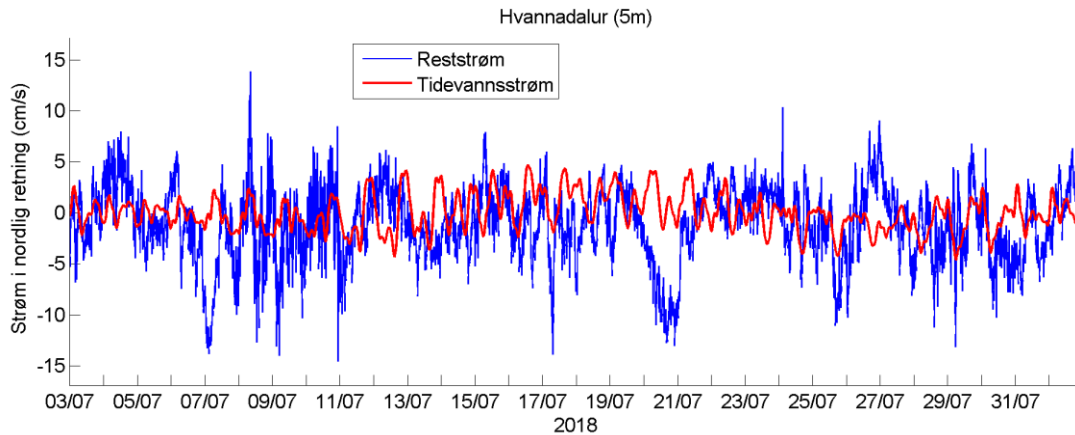
Retningshistogram



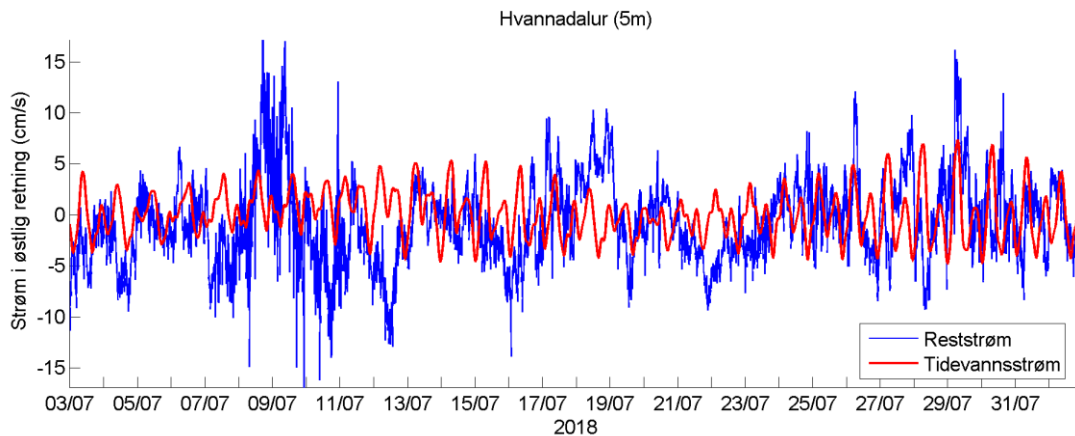
Strømstyrkehistogram



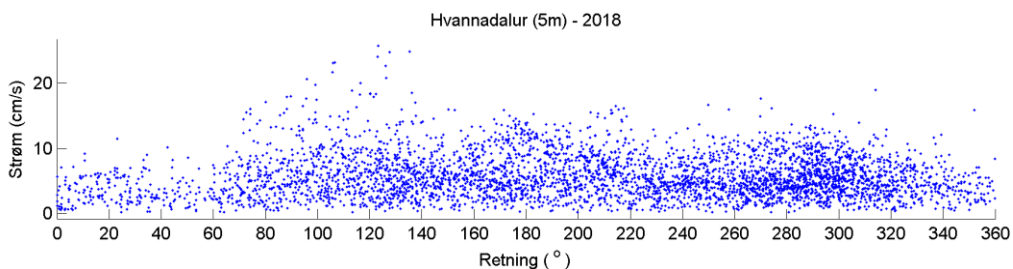
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning

Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m ³ /(s m ²))	Vanntransport per døgn (m ³ /(s m ²))
352.5 - 7.4	63	8.4	1211.5	40.4
7.5 - 22.4	61	9.2	1523.9	50.8
22.5 - 37.4	66	11.5	1449.3	48.3
37.5 - 52.4	43	10.1	858.6	28.6
52.5 - 67.4	60	10.3	1291.2	43.1
67.5 - 82.4	129	17.1	4252.5	141.8
82.5 - 97.4	140	20.6	5273.2	175.8
97.5 - 112.4	173	23.2	7273.7	242.5
112.5 - 127.4	209	25.8	8199.2	273.4
127.5 - 142.4	232	24.9	8256.8	275.3
142.5 - 157.4	193	16	6490	216.4
157.5 - 172.4	219	15.9	8117.7	270.7
172.5 - 187.4	244	15.2	10012	333.8
187.5 - 202.4	210	13.9	8078.4	269.3
202.5 - 217.4	222	16.5	8835.3	294.6
217.5 - 232.4	196	14.9	5960.5	198.7
232.5 - 247.4	210	13.7	6423.2	214.2
247.5 - 262.4	208	16.7	6743	224.8
262.5 - 277.4	292	17.7	9318.4	310.7
277.5 - 292.4	349	13.7	12501.1	416.8
292.5 - 307.4	344	15.3	11510.1	383.8
307.5 - 322.4	238	18.9	7115	237.2
322.5 - 337.4	133	11.7	3948.8	131.7
337.5 - 352.4	86	15.8	2135.9	71.2

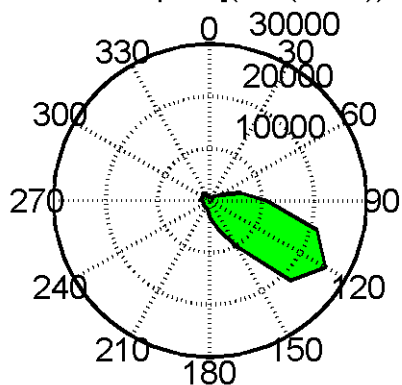
7.1.3 Måling 15 meters dyp

Oppsummering resultater Hvannadalur 15 meter

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	21.3	10.1
Min	0	7.4
Gj.snitt	4.9	8.6
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger > 50 cm/s	0	
% av målinger > 40 cm/s	0	
% av målinger > 30 cm/s	0	
% av målinger > 20 cm/s	0.1	
% av målinger > 10 cm/s	7.5	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	62.1	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	25.7	
% av målinger < 1 cm/s	4.7	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	11.1	
Residual strøm	3.3	
Residual retning	123	
Varians	9.8	0.3
Standardavvik	3.1	0.5
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.67	

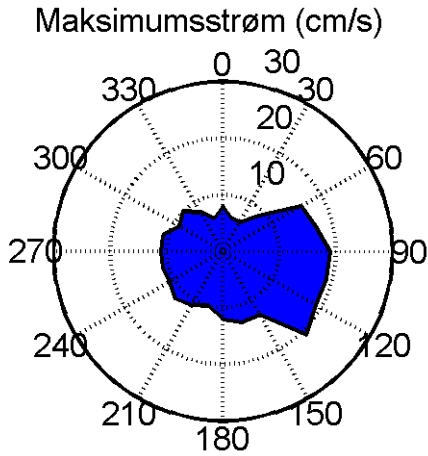
Hvannadalur (15m) - 2018

Total vanntransport $[(m^3/(m^2*s))*døgn]$



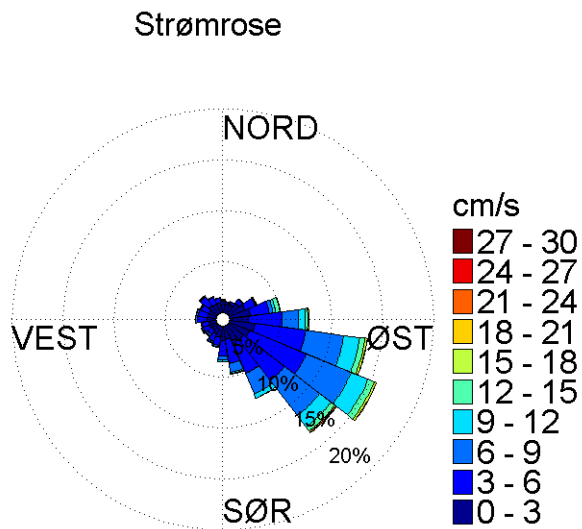
Total vanntransport

Hvannadalur (15m) - 2018

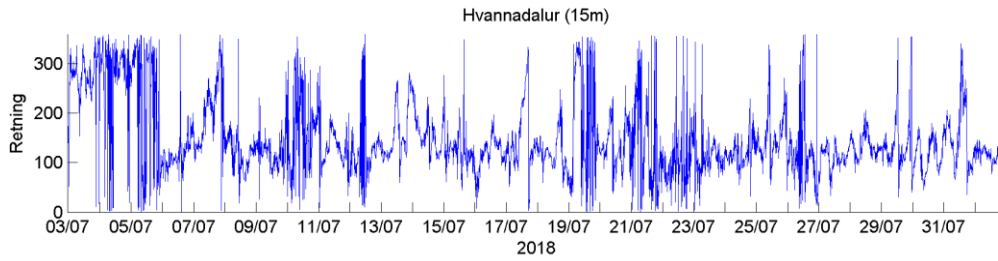


Maksimal hastighet

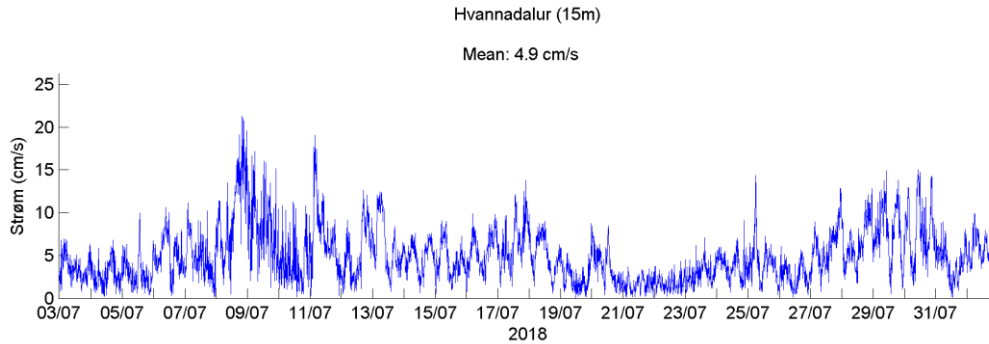
Hvannadalur (15m) - 2018



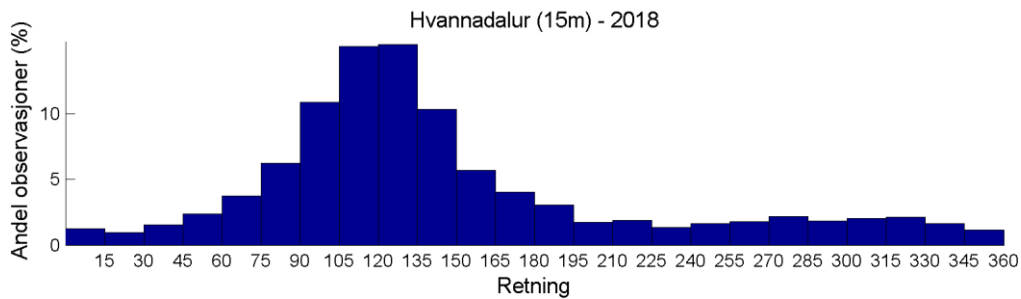
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



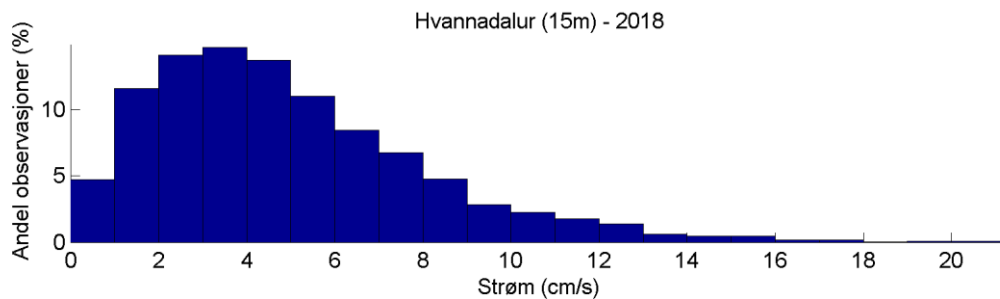
Retning vs. tid



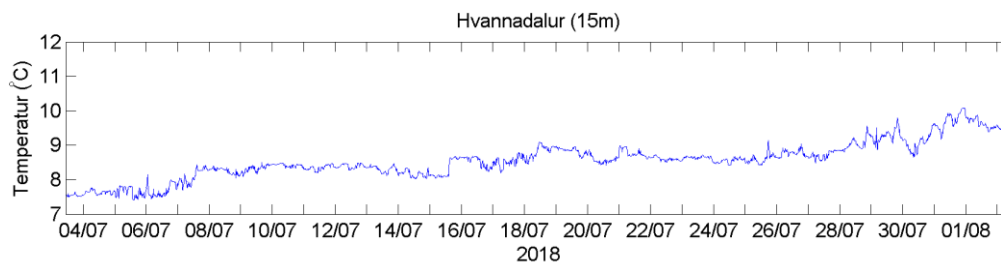
Strømhastighet (tidsserieplott)



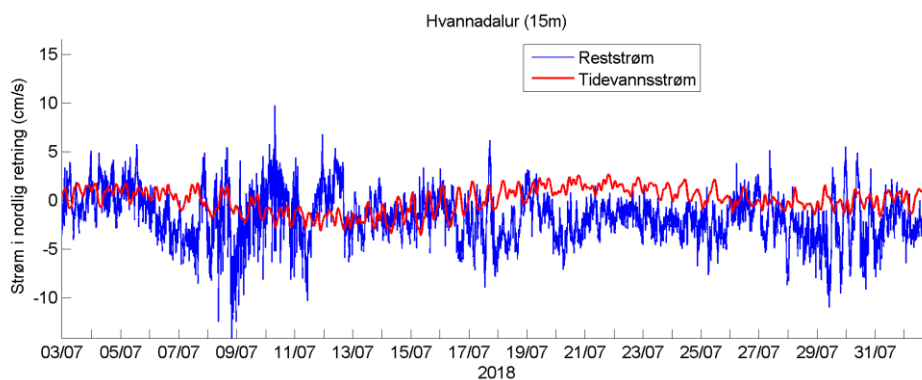
Retningshistogram



Strømstyrkehistogram

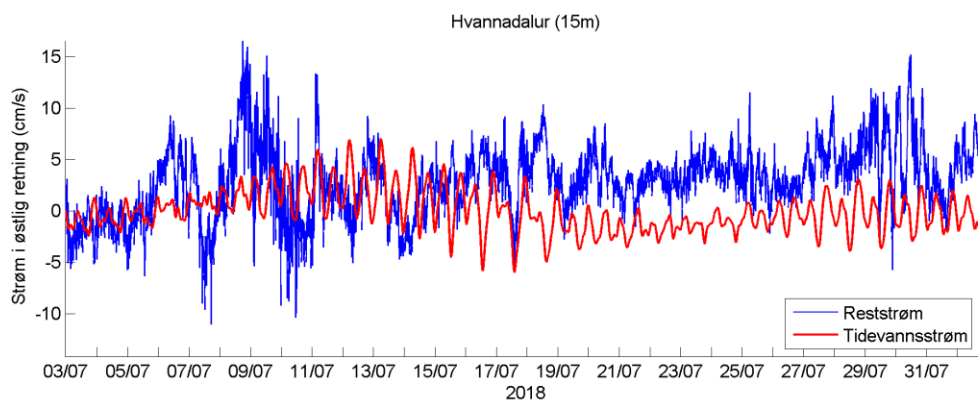


Temperatur

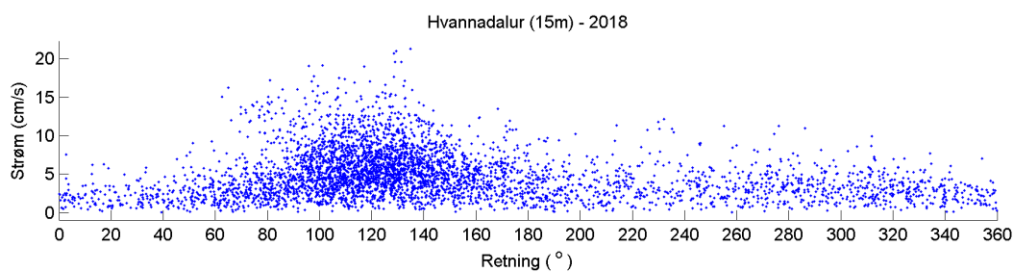


Estimert

tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 15 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 15 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.

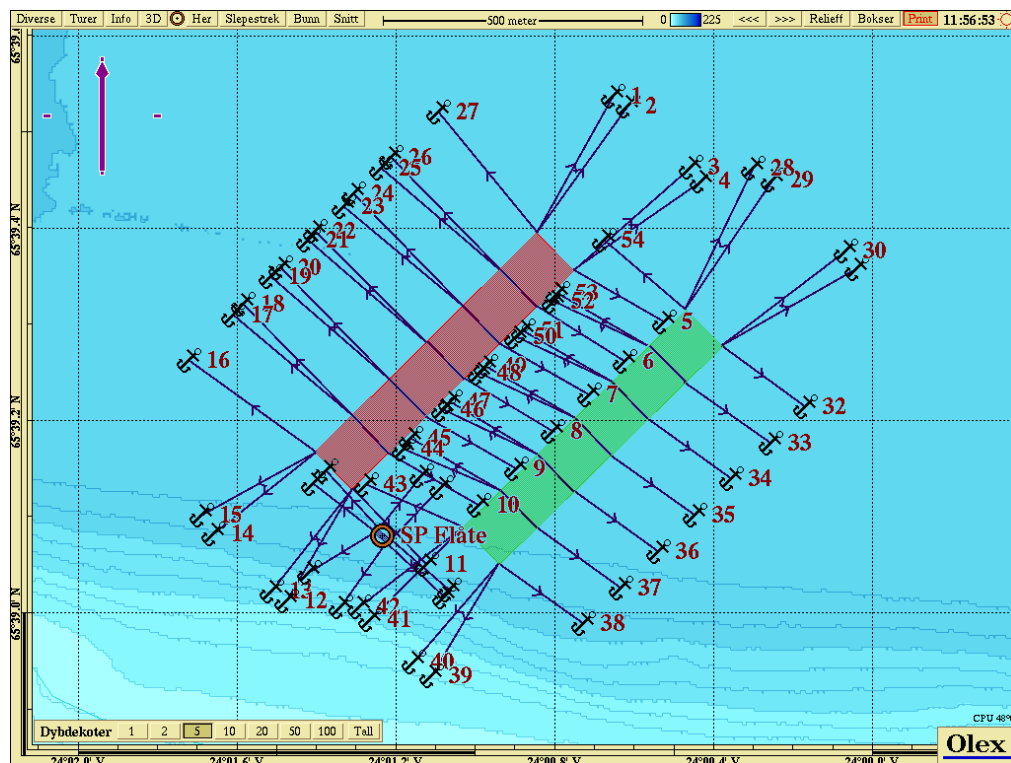


Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning

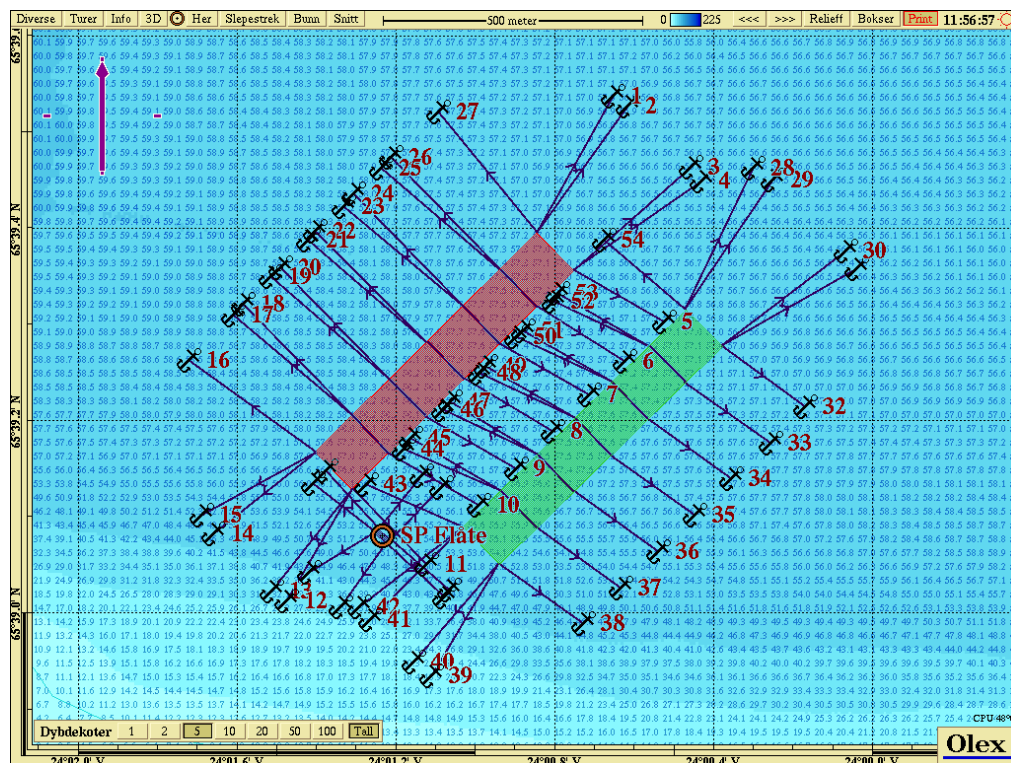
Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m ³ /(s m ²))	Vanntransport per døgn (m ³ /(s m ²))
352.5 - 7.4	57	7.6	730	24.3
7.5 - 22.4	47	6.3	624.4	20.8
22.5 - 37.4	54	5.9	723.8	24.1
37.5 - 52.4	81	9	1253.5	41.8
52.5 - 67.4	128	16.2	2357.2	78.5
67.5 - 82.4	216	17.2	6032.3	201
82.5 - 97.4	338	19	11024.9	367.3
97.5 - 112.4	583	19.1	21185.5	705.9
112.5 - 127.4	678	19	25531.3	850.7
127.5 - 142.4	583	21.3	21743	724.4
142.5 - 157.4	333	13.3	10288.4	342.8
157.5 - 172.4	207	13.5	5612.3	187
172.5 - 187.4	150	12	3581.4	119.3
187.5 - 202.4	91	10.2	1804.1	60.1
202.5 - 217.4	83	11.3	1717.8	57.2
217.5 - 232.4	65	12.1	1538.8	51.3
232.5 - 247.4	69	10.9	1520.6	50.7
247.5 - 262.4	66	11.3	1283.4	42.8
262.5 - 277.4	89	11.3	1949.3	64.9
277.5 - 292.4	85	11	1694.1	56.4
292.5 - 307.4	77	8.6	1537.8	51.2
307.5 - 322.4	99	10	1993.6	66.4
322.5 - 337.4	77	7.7	1399.6	46.6
337.5 - 352.4	63	6.1	953.6	31.8

7.2 Anleggstegning og bunnkartlegging



Bunnkartlegging med anleggsplassering av lokalitet Hvannadalur. Ekvidistanse 5 m.



Bunnkartlegging med anleggsplassering av lokalitet Hvannadalur. Ekvidistanse 5m. Dybder i tall.

7.4 Havsjømodellering

For å beregne havdrønninger, vindbølger og kombinasjon av disse, behøves det startbetingelser i CMS-wave. Disse er ekstremverdier av vindhastighet og bølgeparametre med en returperiode på 50 år, og blir spesifisert på randen av gridet. Disse betingelsene er presentert i Tabell 1 til Tabell 4.

Tabell 1: Statistiske ekstremverdier for vind i det grove gridet (det stort modellområdet) for lokaliteten Hvannadalur.

Returperiode 50 år	Vindretning											
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Vindhastighet (m/s)	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	32.2	29.8	29.8	28.6	28.6	28.6	28.6
Returperiode 50 år	Vindretning											
	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Vindhastighet (m/s)	28.6	28.6	31.1	31.1	31.1	31.1	31.1	30.7	27.3	25.4	29.5	30.4

Tabell 2: Statistiske ekstremverdier for vind i modellkjøringene for de finere gridene inne i Reyðarfjörður, ved lokaliteten Hvannadalur.

Returperiode 50 år	Vindretning											
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Vindhastighet (m/s)	50.9	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	54.1	48.5	40.3	35.7	35.1	35.1
Returperiode 50 år	Vindretning											
	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Vindhastighet (m/s)	35.1	35.1	34.6	33.9	33.9	33.9	33.9	33.5	29.5	29.1	37.7	45.5

Tabell 3: Statistiske ekstremverdier for signifikant bølgehøyde (m) med 50 års returnperiode fra met.no's NORA10 hindcast bølgemodell. Posisjonen hvor verdiene er hentet fra er et punkt i det åpne hav (se Figur 1). Verdiene er interpolerte for 15 graders sektorer. Disse retningene samsvarer med retningene for returperioder for vind for de vestlige til nordlige retninger hvor havdønninger er simulert. Tabellen inkluderer også peak-periode, funnet ved typisk relasjon mellom bølgehøyde og -periode i området.

	Bølgeretning										
	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°	0°	15°	30°
Signifikant bølgehøyde [m]	14.0	11.5	9.0	9.0	8.9	8.9	8.9	10.7	12.4	14.2	16.0
Peak-periode [s]	16.4	15.0	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	14.6	15.5	16.5	17.4

CMS-Wave modellresultater for signifikant bølgehøyde (H_s) og bølgeperioden (T_p) i Talknafjordur for lokalitet Hvannadalur. Tabell 7 er en sammenfatning av Tabell 4 (kun havdønninger), Tabell 5 (kombinasjon av vind og havdønninger) og Tabell 6 (kun vind).

Tabell 4: CMS-Wave modellresultater for signifikant bølgehøyde (H_s) fra hjørnepunktene til anlegget og bølgeperioden (T_p) ved lokaliteten Hvannadalur. Det er her kun kjørt med innkommende havbølger og ingen vind.

Hjørnepunkt	Vest										
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde. NV (H_s) [m]	4.10	3.90	3.53	2.83	3.36	3.70	4.47	4.91	4.71	4.23	4.27
Bølgehøyde. NØ (H_s) [m]	4.05	3.85	3.49	2.75	3.28	3.62	4.39	4.85	4.64	4.18	4.22
Bølgehøyde. SØ (H_s) [m]	4.00	3.78	3.43	2.26	2.68	3.00	3.75	4.35	4.30	4.02	4.10
Bølgehøyde. SV(H_s) [m]	4.09	3.87	3.51	2.39	2.83	3.15	3.91	4.46	4.40	4.11	4.19
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	14.3	16.7	16.7	16.7	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3

Hjørnepunkt	Øst										
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde. NV (H_s) [m]	3.96	3.76	3.40	2.67	3.19	3.54	4.30	4.76	4.56	4.10	4.12
Bølgehøyde. NØ (H_s) [m]	3.92	3.72	3.37	2.60	3.11	3.45	4.22	4.71	4.51	4.06	4.08
Bølgehøyde. SØ (H_s) [m]	3.68	3.47	3.16	2.02	2.40	2.70	3.42	4.05	3.98	3.73	3.78
Bølgehøyde. SV(H_s) [m]	3.85	3.64	3.30	2.14	2.55	2.86	3.60	4.25	4.18	3.90	3.96
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	14.3	16.7	16.7	16.7	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3

Tabell 5: CMS-Wave modellresultater for signifikant bølgehøyde (H_s) fra hjørnepunktene til anlegget og bølgeperioden (T_p) ved lokaliteten Hvannadalur. Det er her kjørt med kombinasjon av havdønninger og vind.

Hjørnepunkt	Vest										
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde. NV (H_s) [m]	3.25	2.73	2.32	2.28	3.03	3.81	4.86	5.05	4.54	3.88	3.53
Bølgehøyde. NØ (H_s) [m]	3.21	2.70	2.29	2.22	2.96	3.72	4.78	4.99	4.49	3.82	3.48
Bølgehøyde. SØ (H_s) [m]	3.22	2.71	2.31	1.82	2.45	3.08	4.11	4.72	4.50	4.01	3.51
Bølgehøyde. SV(H_s) [m]	3.29	2.76	2.36	1.92	2.58	3.22	4.27	4.81	4.57	4.08	3.58
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	14.3	16.7	16.7	16.7	14.3	14.3	14.3	10.0	14.3	14.3	14.3

Hjørnepunkt	Øst										
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde. NV (H_s) [m]	3.13	2.63	2.24	2.16	2.88	3.64	4.70	4.90	4.37	3.70	3.39
Bølgehøyde. NØ (H_s) [m]	3.09	2.60	2.21	2.10	2.81	3.54	4.62	4.85	4.32	3.65	3.34
Bølgehøyde. SØ (H_s) [m]	2.97	2.50	2.14	1.63	2.21	2.78	3.80	4.47	4.27	3.73	3.24
Bølgehøyde. SV(H_s) [m]	3.10	2.61	2.22	1.73	2.33	2.94	3.98	4.63	4.39	3.85	3.38
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	14.3	16.7	16.7	16.7	14.3	14.3	14.3	10.0	10.0	14.3	14.3

Tabell 6: CMS-Wave modellresultater for signifikant bølgehøyde (H_s) fra hjørnepunktene til anlegget og bølgeperioden (T_p) ved lokaliteten Hvannadalur. Det er her kun kjørt med vind.

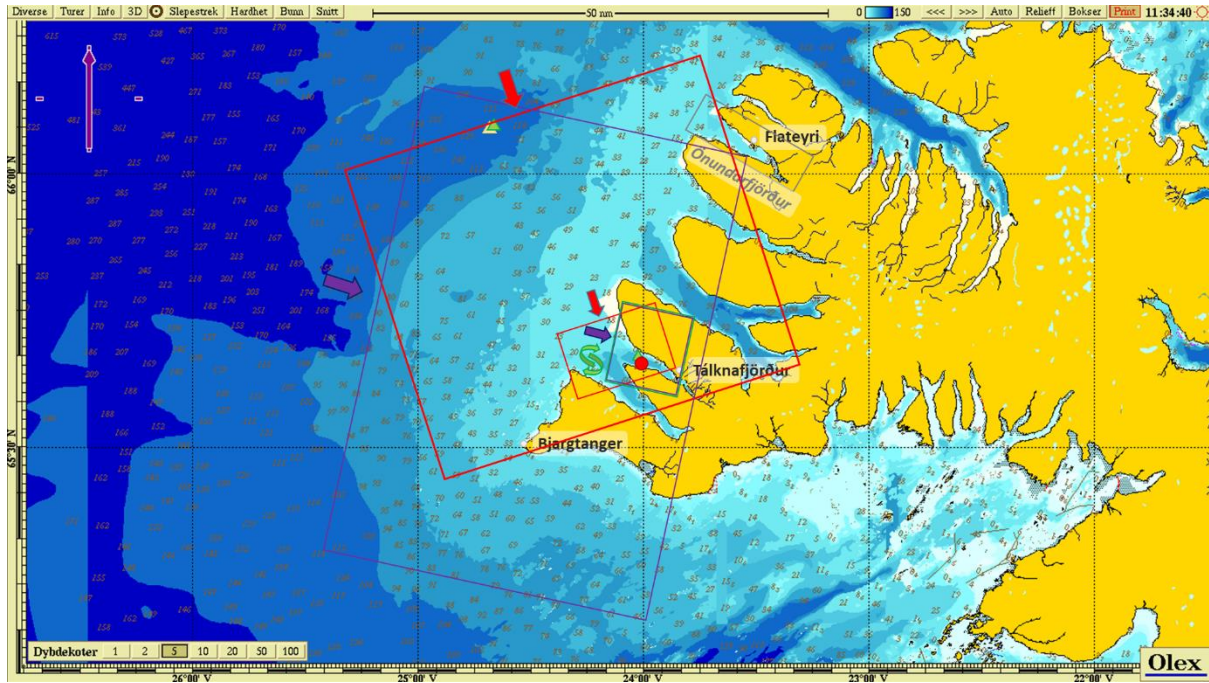
Hjørnepunkt	Vest											
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Bølgehøyde. NV (H_s) [m]	1.37	1.29	1.22	1.23	1.20	1.42	1.63	1.78	1.62	0.90	0.56	0.44
Bølgehøyde. NØ (H_s) [m]	1.39	1.32	1.23	1.25	1.23	1.43	1.64	1.77	1.59	0.87	0.52	0.42
Bølgehøyde. SØ (H_s) [m]	1.62	1.55	1.51	1.52	1.47	1.64	1.83	1.82	1.29	0.47	0.31	0.31
Bølgehøyde. SV(H_s) [m]	1.59	1.52	1.48	1.50	1.45	1.65	1.83	1.85	1.33	0.50	0.33	0.32
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	3.7	3.4	3.4	3.4	3.7	4.2	4.8	4.8	4.8	3.7	2.8	2.8
Bølge- og vindretning	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde. NV (H_s) [m]	0.41	0.41	0.46	0.53	0.59	1.28	2.53	3.37	3.52	2.96	2.40	1.68
Bølgehøyde. NØ (H_s) [m]	0.39	0.39	0.44	0.50	0.57	1.23	2.45	3.33	3.49	2.95	2.37	1.67
Bølgehøyde. SØ (H_s) [m]	0.32	0.32	0.35	0.36	0.46	0.93	1.91	2.90	3.45	3.18	2.79	2.12
Bølgehøyde. SV(H_s) [m]	0.33	0.33	0.36	0.38	0.48	1.00	2.03	2.99	3.49	3.19	2.81	2.17
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	2.7	2.7	2.8	2.8	9.1	9.1	7.1	7.1	8.3	8.3	8.3	5.9

Hjørnepunkt	Øst											
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Bølgehøyde. NV (H_s) [m]	1.37	1.29	1.21	1.23	1.22	1.39	1.61	1.74	1.58	0.88	0.50	0.41
Bølgehøyde. NØ (H_s) [m]	1.39	1.30	1.22	1.26	1.24	1.39	1.62	1.74	1.55	0.84	0.47	0.38
Bølgehøyde. SØ (H_s) [m]	1.69	1.60	1.53	1.53	1.48	1.59	1.81	1.75	1.19	0.42	0.29	0.30
Bølgehøyde. SV(H_s) [m]	1.66	1.58	1.51	1.51	1.47	1.59	1.81	1.78	1.25	0.46	0.30	0.30
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	3.7	3.4	3.4	3.4	3.7	4.2	4.2	4.8	4.8	3.7	2.8	2.8
Bølge- og vindretning	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde. NV (H_s) [m]	0.39	0.38	0.42	0.48	0.55	1.18	2.38	3.30	3.45	2.90	2.26	1.51
Bølgehøyde. NØ (H_s) [m]	0.37	0.37	0.40	0.45	0.53	1.13	2.30	3.25	3.43	2.89	2.23	1.51
Bølgehøyde. SØ (H_s) [m]	0.31	0.31	0.34	0.35	0.41	0.82	1.70	2.73	3.34	3.11	2.69	2.03
Bølgehøyde. SV(H_s) [m]	0.31	0.31	0.34	0.35	0.43	0.87	1.81	2.83	3.41	3.13	2.70	2.03
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	2.7	2.7	2.7	2.8	9.1	9.1	7.1	7.1	8.3	8.3	8.3	5.0

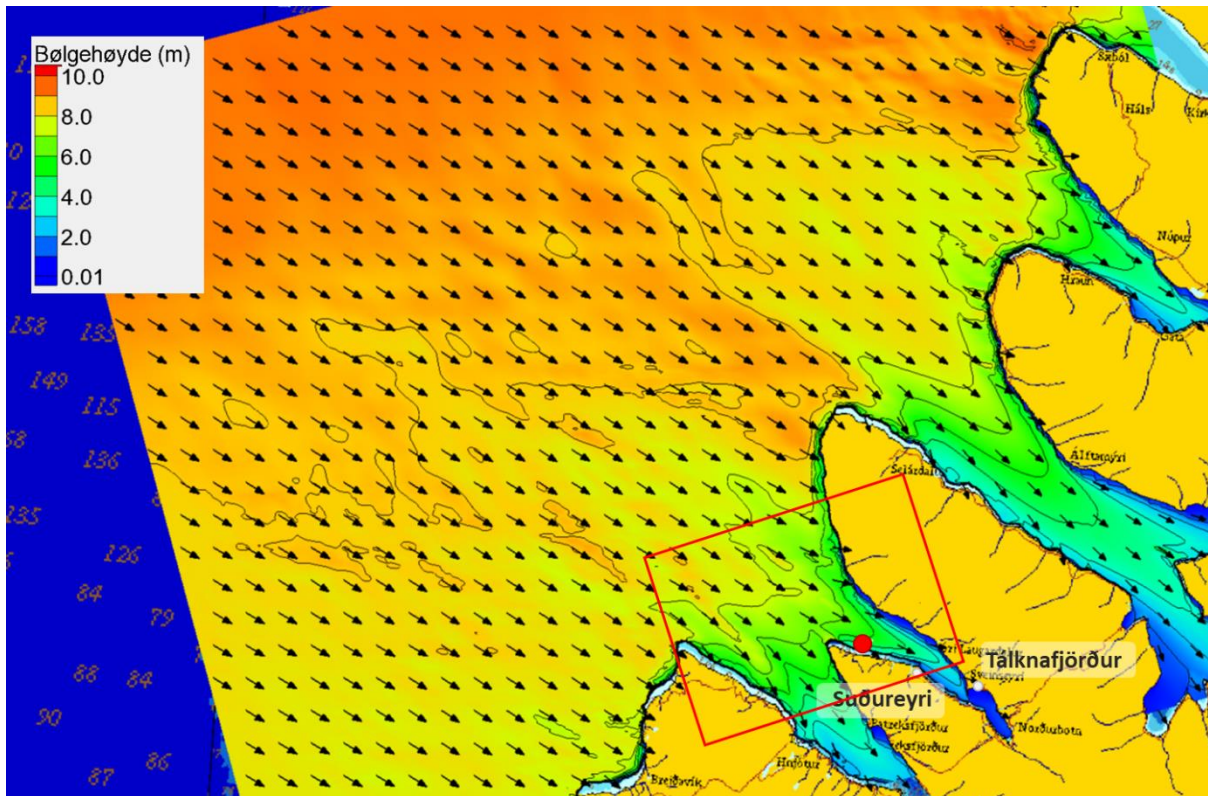
Tabell 7: CMS-Wave modellresultater for signifikant bølgehøyde (H_s) fra hjørnepunktene til anlegget og bølgeperioden (T_p) ved lokaliteten Hvannadalur. Her er største bølgehøyder med tilhørende perioder valgt for de ulike retninger. uansett drivkrefter.

Hjørnepunkt	Vest											
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Bølgehøyde. NV (H_s) [m]	4.10	3.90	3.53	1.23	1.20	1.42	1.63	1.78	1.62	0.90	0.56	0.44
Bølgehøyde. NØ (H_s) [m]	4.05	3.85	3.49	1.25	1.23	1.43	1.64	1.77	1.59	0.87	0.52	0.42
Bølgehøyde. SØ (H_s) [m]	4.00	3.78	3.43	1.52	1.47	1.64	1.83	1.82	1.29	0.47	0.31	0.31
Bølgehøyde. SV(H_s) [m]	4.09	3.87	3.51	1.50	1.45	1.65	1.83	1.85	1.33	0.50	0.33	0.32
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	14.3	16.7	16.7	3.4	3.7	4.2	4.8	4.8	4.8	3.7	2.8	2.8
Bølge- og vindretning	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde. NV (H_s) [m]	0.41	0.41	0.46	0.53	2.83	3.36	3.81	4.86	5.05	4.71	4.23	4.27
Bølgehøyde. NØ (H_s) [m]	0.39	0.39	0.44	0.50	2.75	3.28	3.72	4.78	4.99	4.64	4.18	4.22
Bølgehøyde. SØ (H_s) [m]	0.32	0.32	0.35	0.36	2.26	2.68	3.08	4.11	4.72	4.30	4.02	4.10
Bølgehøyde. SV(H_s) [m]	0.33	0.33	0.36	0.38	2.39	2.83	3.22	4.27	4.81	4.40	4.11	4.19
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	2.7	2.7	2.8	2.8	16.7	14.3	14.3	14.3	10.0	14.3	14.3	14.3

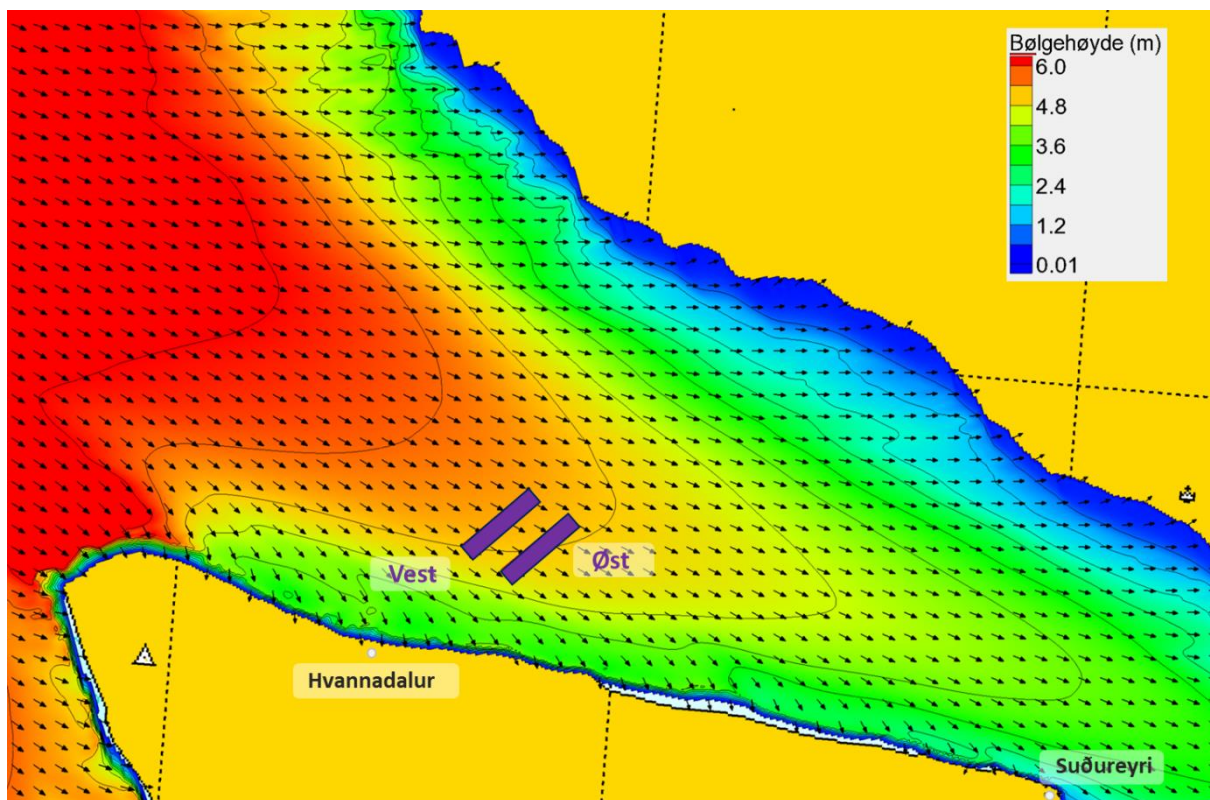
Hjørnepunkt	Øst											
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Bølgehøyde. NV (H_s) [m]	3.96	3.76	3.40	1.23	1.22	1.39	1.61	1.74	1.58	0.88	0.50	0.41
Bølgehøyde. NØ (H_s) [m]	3.92	3.72	3.37	1.26	1.24	1.39	1.62	1.74	1.55	0.84	0.47	0.38
Bølgehøyde. SØ (H_s) [m]	3.68	3.47	3.16	1.53	1.48	1.59	1.81	1.75	1.19	0.42	0.29	0.30
Bølgehøyde. SV(H_s) [m]	3.85	3.64	3.30	1.51	1.47	1.59	1.81	1.78	1.25	0.46	0.30	0.30
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	14.3	16.7	16.7	3.4	3.7	4.2	4.2	4.8	4.8	3.7	2.8	2.8
Bølge- og vindretning	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde. NV (H_s) [m]	0.39	0.38	0.42	0.48	2.67	3.19	3.64	4.70	4.90	4.56	4.10	4.12
Bølgehøyde. NØ (H_s) [m]	0.37	0.37	0.40	0.45	2.60	3.11	3.54	4.62	4.85	4.51	4.06	4.08
Bølgehøyde. SØ (H_s) [m]	0.31	0.31	0.34	0.35	2.02	2.40	2.78	3.80	4.47	3.98	3.73	3.78
Bølgehøyde. SV(H_s) [m]	0.31	0.31	0.34	0.35	2.14	2.55	2.94	3.98	4.63	4.18	3.90	3.96
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	2.7	2.7	2.7	2.8	16.7	14.3	14.3	14.3	10.0	14.3	14.3	14.3



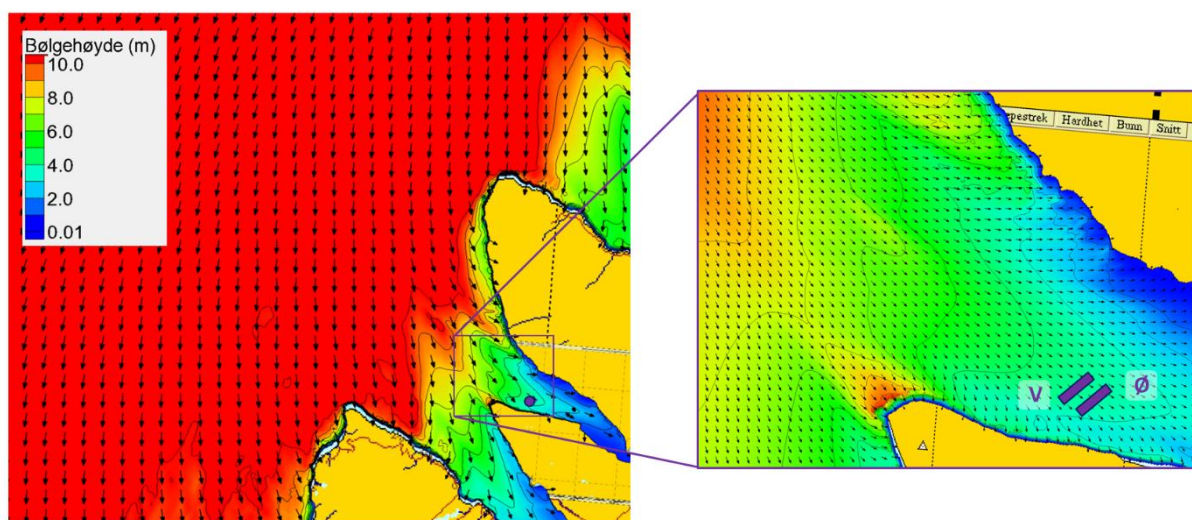
Figur 1: Modellområde for CMS-Wave-simuleringene rammet inn i lilla (vest-nordvestlige grid; stor og nøstet), rødt (nord-nordvestlige grid, stor og nøstet) og grønn (alle retninger) med piler som viser hvilken side av griddet inngangsdata (vind og/eller havbølger) kommer inn. Lokaliteten Hvannadalur er indikert med et rødt punkt og inngangsdata fra den regionale bølgeomodellen NORA10 fra met.no og den meteorologiske modellen Harmonie er vist henholdsvis med gul og grønn trekante (kartkilde: www.olex.no).



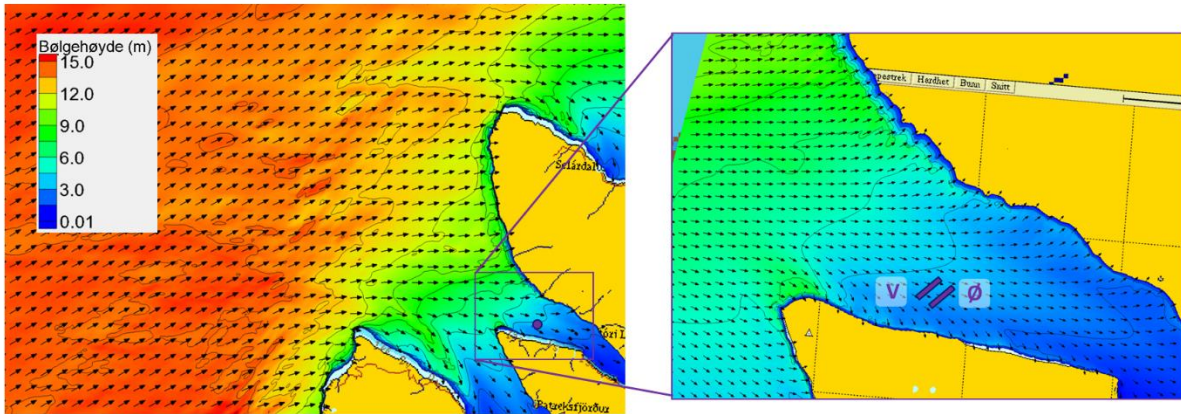
Figur 2: CMS-Wave-modellering ved lokaliteten Hvannadalur (markert med rødt sirkel) i Tálknafjarðarhreppur kommune i Island, med kombinasjon av havdønninger og lokalt vindgenererte bølger som kommer fra nordvest (300 grader). Det er fra denne retningen og med kombinert sjøtilstanden at størst bølgehøyde inntreffer ved anleggets området (5.05 m). Bølgeretning er indikert med pilenes retning. Signifikant bølgehøyde (H_s) er gitt med fargekonturer, og fargeskala er oppe til venstre. Det grove gridet (fargenes omriss) og det fine gridet (lilla liten firkant) er illustrert.



Figur 3: Samme som i Figur 2, men her er det fokus på nærområdet til lokaliteten Hvannadalur, med den nøstede modellkjøringen (se Figur 1). Den østlige og vestlige delen til lokaliteten er markert med to lilla firkanter nede i høyre av figuren. Merk at fargeskalaen opppe til høyre er endret i forhold til Figur 2.



Figur 4: Refraksjon av bølger som kommer fra nordøst, 30 grader. Bølgene endrer retning som følge av batymetrien, og dreier inn mot lokaliteten. Figuren viser stort grid til venstre, nøstet til høyre

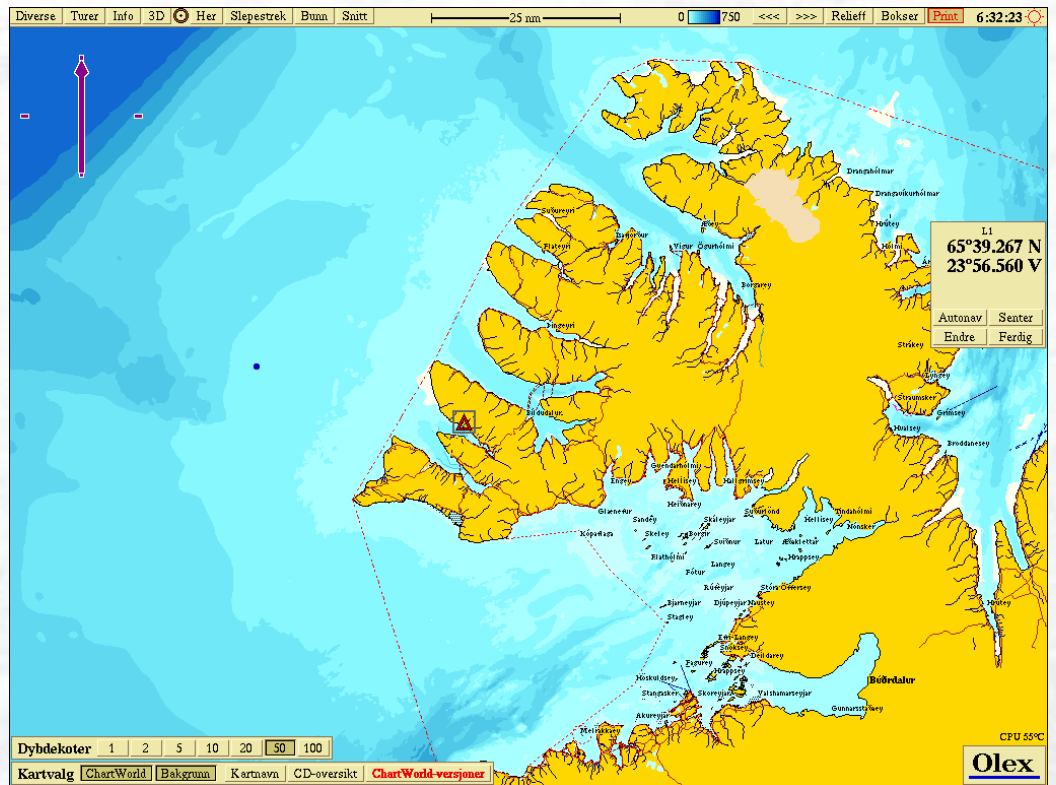


Figur 5: Refraksjon av bølger som kommer fra sørvest, 240 grader. Bølgene endrer retning som følge av batymetrien, og dreier inn mot lokaliteten. Figuren viser stort grid til venstre, nøstet til høyre.

Viðauki 4 Akvaplan-niva. 2016. Lokalitetsrapport Laugardalur.

Fjordalax hf.

Lokalitetsrapport Laugardalur



This page is intentionally left blank

Akvaplan-niva AS

Rådgivning og forskning innen miljø og akvakultur

Org.nr: NO 937 375 158 MVA



Framsenteret

9296 Tromsø

Tlf: 77 75 03 00, Fax: 77 75 03 01

www.akvaplan.niva.no



Rapporttittel / Report title Fjardalax th. Lokalitetsrapport Laugardalur	
Forfatter(e) / Author(s) Kristine Steffensen Snorri Gunnarsson	Akvaplan-niva rapport nr / report no 8180.01
	Dato / Date 19.5.2016
	Antall sider / No. of pages 16 + Vedlegg
	Distribusjon / Distribution Gjennom Oppdragsgiver
(Oppdragsgiver) / Client Fjardalax th. Strandgt. 43 460 Talknafjörður Island	Oppdragsg. referanse / Client's reference Jon Örn Pálsson
Sammendrag / Summary Akvaplan-niva AS har gjennomført en lokalitetsundersøkelse av lokaliteten Laugardalur iht. de krav som stilles i NS 9415:2009 – Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Modelleringen viser at lokaliteten har en største vindbølgehøyde (AdUndas) med 50 års returperiode på 3,65 m med tilhørende pikperiode på 6,3 s og største kombinasjonsbølge (vind og bølge) på 2,42 m med pikperiode på 10,8 s. Maks strømhastighet med 50 års returperiode på 52 cm/s på 5 og 45 cm/s på 15 m dyp. Det er derfor benyttet justert strømhastighet lik 50 cm/s iht. til NS 9415:20090 for strøm på 15 meter.	
Prosjektleder / Project manager  Kristine Steffensen	Kvalitetskontroll / Quality control  Steinar Dalheim Eriksen

© 2016 Akvaplan-niva AS. Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten (tekstutsnitt, figurer, tabeller, konklusjoner, osv.) eller gjengivelse på annen måte, er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Akvaplan-niva AS.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	2
1 INNLEDNING	3
2 METODE	4
2.1 Vindgenererte bølger	4
2.2 Havsjø	5
2.3 Skipsgenererte bølger	5
2.4 Bunndata	5
2.5 Strømmålinger	6
3 RESULTATER.....	7
3.1 Strømmålinger	7
3.2 Tidevannsstrøm	7
3.3 Vindgenerert strøm	8
3.4 Utbrudd av kyststrøm	10
3.5 Vårflom og snø- og ismelting	10
3.6 Bølgemodellering	10
3.7 Bunntype.....	10
4 ISLAST.....	13
5 INSTRUMENTBESKRIVELSE.....	15
6 LITTERATURLISTE.....	16
7 VEDLEGG	17
7.1 Strømmålinger	17
7.1.1 5m dyp	17
7.1.2 15m dyp	22
7.2 Anleggsteigning og bunnkartlegging.....	27
7.3 Beregning istabell	28

Forord

Foreliggende undersøkelser er gjennomført av Akvaplan-niva AS etter oppdrag fra Fjordalax th.. I forbindelse med arbeidet med å etterleve krav i NS 9415:2009 på lokalitet Laugardalur i Tålknafjördur på vestsiden Island ønsket bedriften å få gjennomført en lokalitetsundersøkelse og produsert en lokalitetsrapport.

Undersøkelsen er gjennomført i henhold til NS 9415:2009 – Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift

Undersøkelsene er gjennomført og rapportert av Kristine Steffensen, Akvaplan-niva AS.

Akkreditert virksomhet: Akvaplan-niva AS er akkreditert gjennom ISO/IEC 17020:2012. Følgende standarder, forskrifter og prosedyrebeskrivelser er benyttet: NS 9415, NYTEK-forskriften og Akvaplan-niva AS sine interne prosedyrer for prosjektgjennomføring og kvalitetssikring.

Tromsø den 19.5.2016

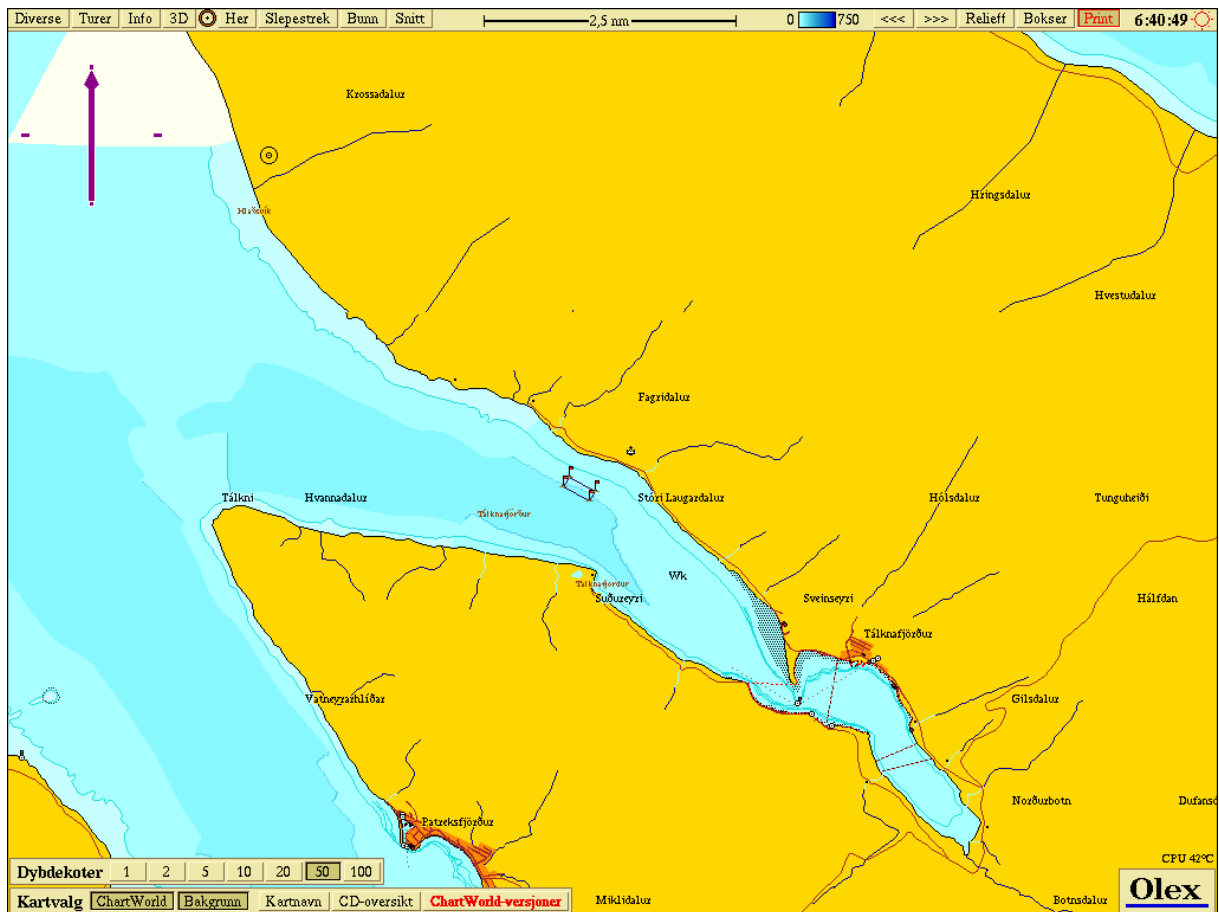


Kristine Steffensen
Prosjektleder

1 Innledning

Akvaplan-niva AS har på oppdrag fra Fjardalx th. foretatt en lokalitetsundersøkelse på lokaliteten Laugardalur. Undersøkelsen er utført i henhold til NS 9415:2009 Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.

Lokaliteten Laugardalur ligger i Tálknafjörður på vestsiden av Island.



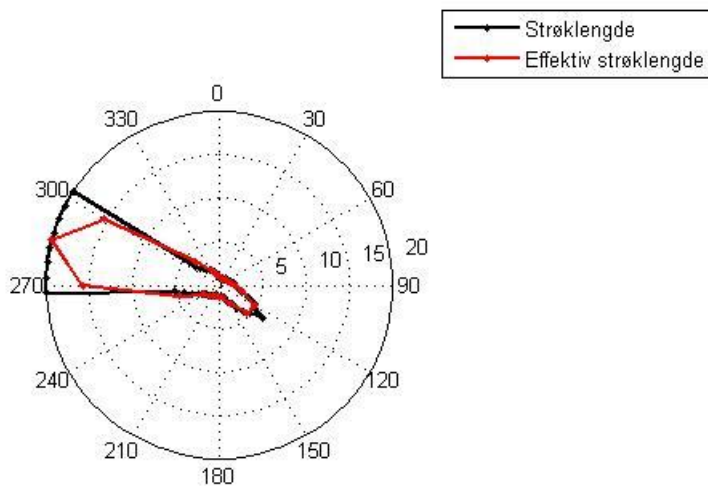
Figur 1 Plassering av lokalitet Laugardalur på sjøkart fra Olex.

2 Metode

2.1 Vindgenererte bølger

Det er ikke gjennomført bølgemålinger i området rundt Laugardalur og det er derfor gjort teoretiske beregninger av bølgehøyde på lokaliteten. Beregningene tar utgangspunkt i at området primært er utsatt for vindgenererte bølger, der bølgehøyden øker tilnærmet proporsjonalt med vindhastigheten og kvadratroten av strøklengden. For beregning av bølgeparametere er det benyttet justert vindhastighet (U_A) (jfr. NS-EN 1991-1-4). Den justerte vindhastigheten er oppgitt med en returperiode på 10 og 50 år med p-verdier på hhv. 0,1 og 0,02.

Strøklengder er beregnet ved hjelp av OLEX. Bølgeberegning er utført i egen bølgemodell AdUndas som er basert på NS-EN 1991-1-4 og formler i kapittel 5.3.1.4 i NS 9415-2009. Den signifikante bølgehøyden (H_s) og pikperioden (T_p) er beregnet ut fra den justerte vindfarten (U_A). Bølgene er tatt ut med 12 graders gjennomsnittlig midling. Lokaliteten er mest eksponert for vind og bølger fra vest-nordvest (*Figur 2*). En svakhet med AdUndas er at den ikke tar hensyn til tidsbegrensning ved beregning av bølgehøyde og pikperiode. På bakgrunn av dette er data fra gjennomført modellering av vindbølger med MIKE21 SW (se kapittel 2.2) for bølger fra 225 – 60 grader tatt med i rapporten.



Figur 2 Største bølgeeksponering på lokalitet Laugardalur. Sort linje viser reell strøklengde, rød linje viser effektiv strøklengde med +/- 12 graders aritmetisk midling.

2.2 Havsjø

Lokaliteten har sektor mot åpent hav ut av Tålkna fjördur. Kriterium 1 under havsjø i prosedyre for lokalitetsundersøkelse sier at det skal gjennomføres havsjømodellering dersom lokaliteten har nær tilknytning til hav eller større fjord med lysåpning til hav. Her vil kriterium 1 være gjeldende og det må gjøres en vurdering av havsjø sin påvirkning på lokaliteten.

Island har en kystlinje som er svært utsatt for bølger. Vei og kyst administrasjonen på Island (Icelandic Road and Coastal Administration) har på vegne av Fjardalax gjennomført en havsjømodellering for Tålkna fjördur. Data fra modellering for bølger fra 225 til 60 grader er brukt i lokalitetsrapport.

Havsjømodellering er gjennomført ved bruk av bølgemodellen MIKE21 SW. Dette er en internasjonalt anerkjent matematisk metode hvor bølgekalkulasjonen er gjort for havbølger og vindbølger fra ulike retninger. MIKE21 SW (shallow water wave) er et program utviklet av DHI i Danmark. Programmet bygger opp et nett laget av trekanter over området som man ønsker å kalkulere. Dybden ved alle trekantenes hjørner i legges inn i modellen. Gridet til modellen er størst ute i havområdene (sidelengde maksimalt 1000 meter) og reduseres jo lengre inn mot land man kommer (sidelengde maksimalt 100 meter). Modellen tar hensyn til refraksjon (dreining av bølger som følge av endret vanndybde og strøm), men ikke diffraksjon (bølgedreining som følge av obstruksjoner). Dette begrunnet i at bunnen i fjorden er tilnærmet flat og refraksjonseffekten vil dominere over diffraksjonseffekten. Grunningseffekt og ikke-lineære bølge mot bølge-interaksjoner er inkludert.

Havbølgeberegningen er basert på langtidsanalyser av data fra The European Centre for Medium-Range Weather Forecasts. Vindkalkulasjonen er basert på langtidsstatistikk fra nærliggende værstasjoner. Det er beregnet vind og bølger med returperiode på 1, 10, 50 og 100 år. I denne rapporten vil det kun resultater fra 10- og 50-års returperiode refereres.

Oppsummering av resultater fra beregningene er gitt i kapittel 3. For mer detaljert fremstilling av metode og resultater henvises det til rapport ("Öldufarsreikingar fyrir Patreksfjörd og Tålkna fjördur", Eliasson, Jonsdottir og Sigurdarson, 2014).

2.3 Skipsgenererte bølger

Lokaliteten ligger i et område med noe skipstrafikk. Seilingsleden er 1000 meter fra lokaliteten. Her passerer alt fra små båter til store fraktskip. Det er foretatt en vurdering av bølgehøyde i forhold til avstand og størrelse på passerende skip, og det forventes ikke bølger som overskrider lokalgenerert vindsjø (Pålsson, pers med).

2.4 Bunndata

Bunndata er levert av kystverket på Island. Oppmålingene er gjort med multistråle ekkolodd Reson SeaBat 8101. Ekkoloddet har en frekvens på 240 kHz og kartlegger bunnområder fra 5 til 500 meter. Oppløsning er på 1,25 cm og samlet sender loddet ut 101 ståler opptil 30 ganger

per sekund. Horisontal dekningsvinkel er på 150°, vertikal strålevidde er 1,5°. Tegning av anlegget er utført i OLEX.

Kvalitetssikring av data er gjort av Akvaplan-niva AS. Registrering av bunndata er gjort iht. krav i NS 9415:2009. Oppløsningen på data er på 10 x 10 meter.

2.5 Strømmålinger

Strømmåling ble foretatt med målere fra Akvaplan-niva AS i perioden 10.3.-9.4.2016 på 5 og 15 meters dyp. Målerne var innstilt på registrering av strømhastighet og strømreretning med 10 minutters intervall (se vedlegg). Målingene ble utført i posisjon 65-39.219 N / 23-55.615 V, som vurderes som representativt for hele lokaliteten. Kvalitetssikring av data og framstilling av grafikk ble foretatt av Akvaplan-niva AS. Begge strømmålingene er utført samtidig i samme fortøyningsrigg.

I følge NS 9415:2009 skal man estimere forventede ekstremverdier for lokaliteten. Dette beregnes ved å multiplisere høyest registrerte strømhastighet i måleperioden med angitte multiplikasjonsfaktorer på 1,65 og 1,85 for henholdsvis 10 og 50 års returperiode. NS 9415:2009 sier: *”Hvis høyeste dimensjonerende strømhastighet med en returperiode på 50 år, basert på en måling i én måned blir lavere enn 50 cm/s, skal den dimensjonerende strømhastigheten (50 års returperiode) på lokaliteten uansett settes til 50 cm/s. De andre verdiene i strømrøsen skal økes prosentvis tilsvarende”*.

For å skille ut tidevannskomponenten av strømmen ble det foretatt en harmonisk analyse av strømmen. Strømhastigheten ble først midlet over ½-time for å fjerne målestøy fra tidsserien før analysen ble utført. Tidevannsestimatet og variansen til tidevann sammenlignet med variansen til totalstrømmen er beregnet fra perioden

Resultatene fra den harmoniske analysen ble brukt til å reprodusere tidevannsbidraget i måleserien ved hjelp av en tidevannmodell (Codiga, 2011). Totalstrømmen er midlet over ½-timer før variansellipsene estimeres, slik at variansen for de to komponentene er estimert på samme grunnlag. Variansellipsene viser ett standardavvik av variansen til a) alle målingene og b) den reproduserte tidevannskomponenten. Varians forklart kan estimeres fra korrelasjonen (r) mellom totalstrøm og tidevannsstrøm og regnes ut fra formelen:

$$\text{Varians forklart} = [\text{korrelasjonskoeffesient}(\text{fart_tidevann}, \text{fart_totalstrom})]^2.$$

Dette gir et mål på hvor mye av den totale variansen som kan forklares ved estimerte tidevannskomponenten. Det er viktig å notere seg at disse ellipsene ikke er en klassisk tidevannsellipse men en variansellipse av tidevannskomponenten til strømmen, og videre at tidevannet er estimert fra en modell og ikke faktiske målinger.

3 Resultater

Resultatene fra modellering av bølger og strøm er presentert i *Tabell 2*. Strømresultatene er justerte iht. NS 9415:2009 kapittel 5.2.3 og presentert med hensyn til kjøring av lastkombinasjoner (NS 9415:2009 kapittel 6.7).

3.1 Strømmålinger

Resultatene fra strømmåling på 5 meters dyp viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er definert mot nordvest (315-330 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 7,1 cm/s. 1,5 % av målingene er > 20 cm/s, 22,1 % av målingene er > 10 cm/s, 60,6 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 15,2 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 2 % av målingene er < 1 cm/s.

Resultatene fra strømmåling på 15 meters dyp viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er definert mot nordvest (300-315 grader) med en svak returstrøm mot sørøst (120 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 4,2 cm/s. 0,3 % av målingene er > 20 cm/s, 6,6 % av målingene er > 10 cm/s, 49 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 36,4 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 7,9 % av målingene er < 1 cm/s.

Maksimal strømhastighet i den målte perioden på 5 og 15 m var henholdsvis 28,3 (≈ 28) og 24,4 (≈ 24) cm/s, noe som tilsvarer 52 og 45 cm/s for 50 års returperiode for de respektive dyp. I henhold til NS 9415:2009 justeres maksimal strøm på 15 meter til 50 cm/s. Strøm i resterende sektorer justeres tilsvarende. Strømmålingene er vurdert sammen med lokalkjente og det konkluderes med at de er representative med hensyn til årstidsvariasjon ((Örn, pers med).

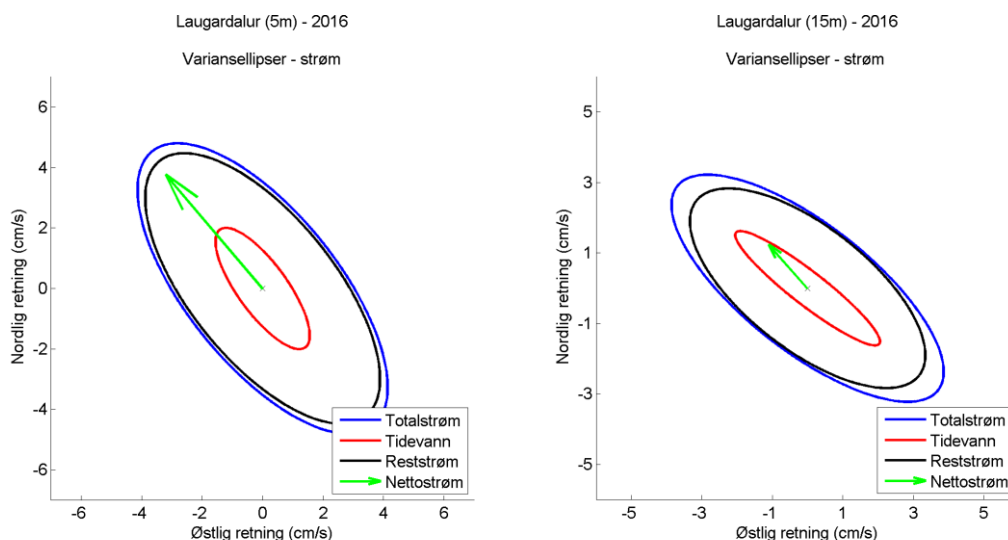
3.2 Tidevannsstrøm

I hovedsak er det meste av strøm i nordnorske fjorder styrt av tidevannsstrømmen. Men det varierer sterkt hvor store de sykliske endringene er innenfor gitt tidsperiode (en tidevannsperiode eller en månefase). Strømmålingene som er utført på lokaliteten viser at tidevannskomponenten er liten i forhold til reststrømmen på 5 meter, men langt større på 15 meter. *Tabell 1* viser resultater fra variansanalysen for 5 og 15 m dyp. Variansforklart for tidevann er et statistisk tall på hvor mye av den totale variansen i vannet som kan forklares ut fra tidevannet.

Tallene i *Tabell 1* er forholdsvis små for strøm på 5 m og relativt store for strøm på 15 m. Tallene sier at det estimerte tidevannet kan forklare henholdsvis 12 % og 25 % i Ø-V-retning, og 13 % og 23 % i N-S-retning av variabiliteten i strømmen på denne lokaliteten. Dette gjenspeiles i *Figur 3*, hvor man ser at ellipsen til tidevannet er forholdsvis liten sammenlignet med variansellipsen til totalstrømmen på 5 meter, men større på 15 meter. Dette viser at tidevannet ikke er en dominerende faktor i strømbildet, men påvirker strømmen på 15 meter.

Tabell 1 Varians forklart for tidevannskomponenten av varians i totalstrømmen (tall i prosent)

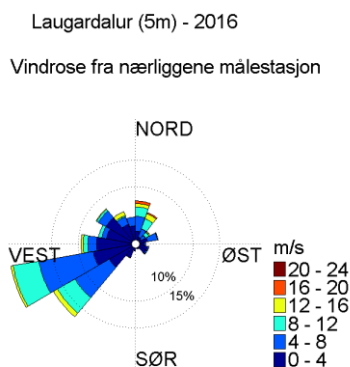
Retning på strømkomponent	Dyp	
	5 m	15 m
Øst-Vest	12 %	25 %
Nord-Sør	13 %	23 %



Figur 3 Variansellipse for totalstrøm (blå), tidevannsstrøm (rød) og reststrøm (sort) på 5 og 15 m. Variansellipsen viser størrelsen av ett standardavvik av variansen, både i retning og størrelse. Den blå kurven viser variansellipsen til totalstrømmen og den røde kurven viser variansellipsen til tidevannskomponenten av strømmen. Den sorte variansellipsen viser reststrømmen, dvs. den strømmen som ikke kan forklares av tidevannet. Resultatene er estimert fra strømdata i måleperioden 10.3.-9.4.2016. Den grønne pilen viser nettostrøm i samme perioden.

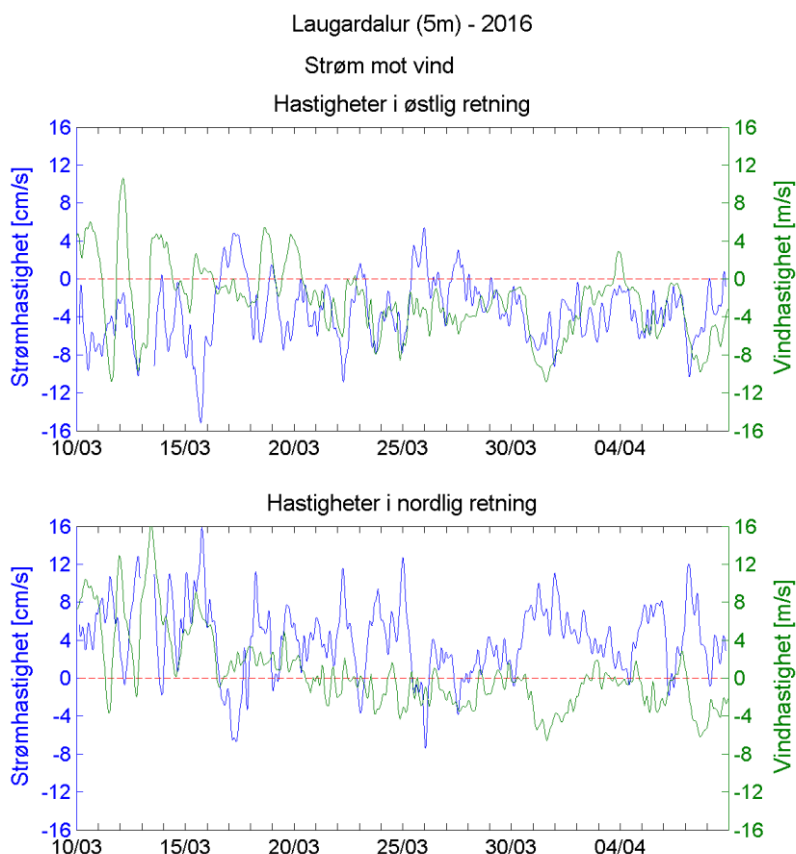
3.3 Vindgenerert strøm

Vindgenerert strøm vil i hovedsak gjøre seg gjeldende for resultater fra målinger på 5 meter da vindpåvirkning i vannsøylen avtar med dyp. For at strøm på 15 meter skal påvirkes nevneverdig er det nødvendig med sterk vind fra samme retning over lengre perioder. Dette ser man sjeldent inne i fjorder og kystnære strøk hvor anlegg er lokalisert. Det er hentet ut vinddata fra Tålknafjordur værstasjon (Figur 4). Målestasjon ligger 5 km lengre inn i fjorden, og vil være noe mindre eksponert for vind fra vest, men data vurderes som relevant for lokaliteten. Vindrosen viser at høyeste vindhastighet er registrert mot sørvest.



Figur 4. Vindrose for observasjoner gjort ved målestasjon Tålkna fjordur i måleperioden 10.3.-9.4.2016. Figuren viser hastighet og hvilken retning vinden går mot.

I perioden mars/april 2016 ble det målt en del vind i området. En gang i løpet av perioden ble det målt vind i nordlig retning med hastighet over 16 m/s. Det ble i tillegg registrert en kort periode med vind opp mot 12 m/s, også dette i nordlig retning (Figur 5).



Figur 5 Normalisert vind- og strømhastighet i øst/vest retning og nord/sør retning.

Figur 5 viser at strøm på 5 meter ofte har sammenfallende retning som vinden. Det er større sammenheng mellom vind i øst/vest retning enn mot nord/sør. Lokaliteten ligger noe skjernet for vind mot nord/sør, men mer eksponert for vind mot øst/vest. Samlet bilde av resultatene og

vurdering av stasjonens plassering i forhold til lokalitet tilser at vind har hatt betydning for strøm i området i måleperioden.

3.4 Utbrudd av kyststrøm

Kyststrømmen er ikke relevant for Island. Øst-Grønlandstrømmen kommer ned på vest siden av Island. Dette er en kald strøm som holder seg i de dypere vannlag. Temperaturen på 5 og 15 meter går fra litt over 1 °C til litt over 2 °C i løpet av måleperioden. Dette vurderes som en normal temperatur for perioden.

3.5 Vårflom og snø- og issmelting

Strømmålingene ble gjort i mars/april, en periode hvor det normalt forekommer snø- og issmeltinger. Det ble ikke registrert is/snøsmelting som kan ha hatt innvirkning på resultatene. Lufttemperaturen var under 10 grader i hele perioden, med et temperaturgjennomsnitt på 3,2 grader. Det er ingen betydelige ferskvannskilder i området som kan påvirke resultatet.

3.6 Bølgemodellering

Største modellerte vindbølge med AdUndas er 3,65 meter og kommer fra vest (285 grader) med pikperiode 6,3 s (*Tabell 3*).

Største modellerte vindbølge med MIKE21 SW er 2,28 meter og kommer fra vest (285 grader) med pikperiode 6,8 s (*Tabell 3*).

Største modellerte kombinerte vind- og bølge er 2,42 meter og kommer fra vest (285 grader) med pikperiode 10,8 s (*Tabell 3*).

3.7 Bunntype

I følge rapport fra Havforskningen (Olafsdøttir, 2015) består bunnen under anlegget av mudder. Batymetrien i Tålknafjordur skrår fra land og utover i fjorden til mask dyp ca. 55 meter. Tilgjengelig anleggsplokk inneholder ikke plassering av fortøyningsliner, men bunnkartlegging av området er studert med tanke på større steiner, fjellrygger eller lignende.

Ved planlegging av liner og utsett av anlegg må man være spesielt oppmerksom på de liner som går ut fra kortsidene av anlegget mot sørøst og nordvest. På begge sidene av anlegget observeres det ujevn bunn som kan medføre gnag på fortøyningsliner.

Tabell 2 Resultater fra strømmåling. Retning for vind og bølger i Tabell 3 er angitt slik at de kan avleses sammen med strøm.

Lokalitet: Laugardalur								
Retning (grader)	Strøm (5 m)			Strøm (15 m)				
	Maks (cm/s)	10 års retur	50 års retur	Maks (cm/s)	10 års retur	50 års retur	Justert 10	Justert 50
0	18	30	34	10	16	18	18	20
15	13	22	24	8	13	14	14	16
30	9	15	17	10	16	18	17	19
45	8	13	14	8	13	14	14	16
60	7	12	13	6	9	11	10	12
75	7	11	13	8	13	14	14	16
90	9	14	16	10	16	18	17	19
105	9	15	16	12	20	23	23	25
120	11	17	19	12	20	23	22	25
135	12	19	21	13	21	23	23	26
150	12	19	22	11	18	21	20	23
165	13	21	24	9	15	17	16	18
180	6	11	12	6	10	11	11	13
195	8	13	15	4	6	7	7	7
210	7	12	13	6	9	10	10	11
225	7	12	14	3	5	6	6	7
240	8	14	16	4	7	8	8	9
255	8	13	15	6	10	11	11	12
270	13	22	25	17	28	31	31	34
285	19	32	36	20	33	37	36	41
300	22	36	41	24	40	45	45	50
315	27	45	50	20	32	36	36	40
330	28	47	52	18	30	34	34	38
345	24	40	45	12	20	22	22	25
Maks	28	47	52	24	40	45	45	50

Tabell 3 Resultater fra bølgemodellering. Retning for vind og bølger er angitt slik at de kan avleses sammen med strøm i Tabell 2.

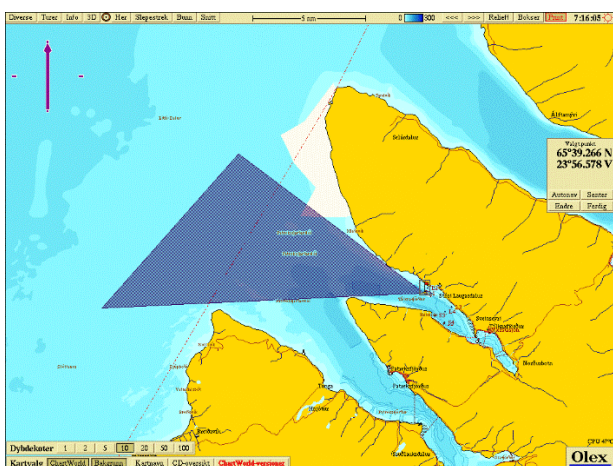
Retning vind, bølger (grader)	Vind		Vindbølger (AdUndas)				Havdønninger og vind MIKE21 SW				Vindbølger MIKE21SW			
	Vind		10 års retur		50 års retur		10 års retur		50 års retur		10 års retur		50 års retur	
	10 års retur	50 års retur	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)
180	23	25	0,62	2,1	0,69	2,3								
195	23	25	0,62	2,1	0,69	2,3								
210	25	28	0,75	2,2	0,83	2,5								
225	25	28	0,81	2,3	0,90	2,6	1,7	8,6	1,93	9,6	1,21	2,5	1,34	2,8
240	25	28	0,92	2,5	1,02	2,8	1,7	8,6	1,93	9,6	1,21	2,5	1,34	2,8
255	29	32	1,60	3,5	1,78	3,9	2,2	9,7	2,42	10,8	2,05	6,1	2,28	6,8
270	29	32	2,92	5,2	3,24	5,8	2,2	9,7	2,42	10,8	2,05	6,1	2,28	6,8
285	29	32	3,29	5,6	3,65	6,3	2,2	9,7	2,42	10,8	2,05	6,1	2,28	6,8
300	19	21	1,71	4,3	1,90	4,8	1,8	9,7	2,05	10,8	1,06	5,6	1,18	6,2
315	19	21	0,86	2,7	0,96	3,1	1,8	9,7	2,05	10,8	1,06	5,6	1,18	6,2
330	19	21	0,61	2,2	0,68	2,4	1,8	9,7	2,05	10,8	1,06	5,6	1,18	6,2
345	23	25	0,61	2,0	0,68	2,3	1,2	6,7	1,33	7,4	0,69	3,4	0,76	3,5
0	23	25	0,53	1,8	0,59	2,1	1,2	6,7	1,33	7,4	0,69	3,4	0,76	3,5
15	23	25	0,50	1,8	0,55	2,0	1,2	6,7	1,33	7,4	0,69	3,4	0,76	3,5
30	23	26	0,51	1,8	0,57	2,0	0,6	2,6	0,69	2,9	0,60	2,5	0,65	2,5
45	23	26	0,55	1,9	0,61	2,1	0,6	2,6	0,69	2,9	0,60	2,5	0,65	2,5
60	23	26	0,59	2,0	0,66	2,2	0,6	2,6	0,69	2,9	0,60	2,5	0,65	2,5
75	28	31	0,84	2,3	0,93	2,6								
90	28	31	0,95	2,5	1,05	2,8								
105	28	31	1,15	2,8	1,28	3,2								
120	24	27	1,28	3,2	1,42	3,6								
135	24	27	1,26	3,2	1,40	3,6								
150	24	27	0,93	2,6	1,03	2,9								
165	23	25	0,65	2,1	0,72	2,4								
Maks	29	32	3,29	5,6	3,65	6,3	2,18	9,7	2,42	10,8	2,05	6,1	2,28	6,8

Tabell 4 viser at det ikke har vært observert vind/temperaturkombinasjoner som kan medføre ekstrem eller kraftig ising. Videre viser tabellen at det i løpet av perioden på 8 år har blitt gjort 2 observasjoner som tilsier fare for moderat ising. Ved moderat ising vil estimert ispåslag være 0,7-2,0 cm/t, noe som tilsvarer en isvekt mellom 6 og 17 kg/m²/time.

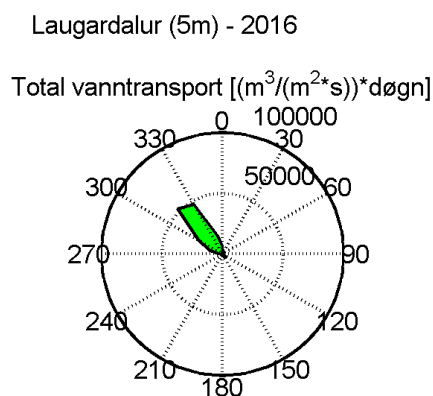
Lokaliteten er eksponert for vind og bølger fra vest/nordvest (Figur 6 og Tabell 3), og dermed mest utsatt for ising ved kulde og sterk vind fra samme retning. Bryting av vindgenererte bølger som sammenfaller med sterk vind og lave temperaturer fra samme retning kan medføre at det dannes sjøsprøytising. Hovedstrømretningen på lokalitetet er mot nordvest (Figur 7) og det er derfor sannsynlig at slike forhold kan inntreffe.

Resultater fra beregningene underbygger uttalelse om at det er liten fare for at det kan oppstå ising på anlegget som vil påføre anlegget skade. Likevel bør visse forholdsregler tas. Dersom det oppstår temperatur/vindkombinasjoner i henhold til Tabell 4 som tilsier moderat eller kraftig ising må oppdretter iverksette tiltak for overvåkning og eventuell avising.

Drivis forekommer ikke på lokaliteten, og det er ingen fare for innfrysing (Pålsson, pers med).



Figur 6 Bølgeeksponering for lokalitet Laugardalur.



Figur 7 Hovedstrømretning 5 meter.

5 Instrumentbeskrivelse

Strømmålingene er utført ved hjelp av punktdopplermålere (Seaguard) fra Aanderaa, og metodikk er i henhold til *NS 9425 – 1*. Strømmåleren måler strømstyrke og strømretning samt temperatur. Måleren registrerer strøm i intervallet 0 til 3 meter per sekund, med en nøyaktighet på +/- 1%. Nøyaktighet på kompasset er +/- 5 grader for opptil 15 graders tilt, og +/- 7,5 grader for 15-35 graders tilt. Målerne var innstilt på registrering av strømhastighet og retning med 10 minutters intervall.

Resultatene fra strømmålingene analyseres i egen strømprogram, AdFontes. Gjennom AdFontes gjøres det først en grovrens hvor alle punkter som ligger utenfor faste kriterier anbefalt av produsent, samt at alle datapunkter der trykksensoren har registrert målinger over 2 m fra overflaten (instrument ikke vært i vann) fjernes fra dataserien. Data kvalitetssjekkes visuelt via AdFontes. Logg over rensede data blir lagret hos Akvaplan-niva AS.

Resultatene som presenteres er direkte overført fra rådata. Det utføres ingen reduksjon av støy eller datakompresjon. Tidevannet er filtrert med ½-times intervall.

Kalibrering av målere er gjennomført iht. leverandørs anbefaling. Historikk over kalibrering lagres internt hos Akvaplan-niva.

Bunnkartlegging er utført med multistrålelodd, og er levert av kystverket på Island.

Tegning av anlegget er utført ved hjelp av OLEX.

6 Litteraturliste

Codiga, D.L. Unified Tidal Analysis and Prediction Using the UTide Matlab Functions (2011)

Jensen Ø. 2006 SINTEF rapport: Islaster-isvekst og forslag til tiltak.

NS-EN 1991-1-4. Eurokode 1: Laster på konstruksjoner – Del 1-4: Allmenne laster – Vindlaster.

NS-EN ISO/IEC 17020:2012. Samsvarsvurdering. Krav til drift av ulike typer inspeksjonsorganer (ISO/IEC 17020:2012)

NS 9415:2009. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.

NS 9425-1. 1999. Oseanografi – Del 1. Strømmålinger i faste punkter.

NS 9425-2 2003. Oseanografi – Del 2. Strømmålinger ved hjelp av ADCP.

Olafsdóttir, S.H., 2015. Benthic communities in Tålknafjörður and Patreksfjörður.

Personlige meddelelser: Jon Örn Pállson, Fjardalax th.

Superstructure spray and ice accretion on a large U.S. Coast Guard cutter C.C. Ryerson, U.S. Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, New Hampshire, USA. Received 14 October 1993. Accepted 23 February 1994. Available online 16 March 2000.

7 Vedlegg

7.1 Strømmålinger

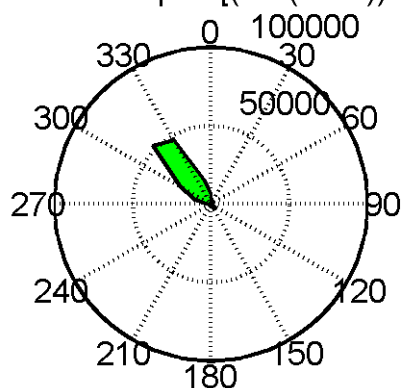
7.1.1 5m dyp

Oppsummering resultater Laugardalur 5 meter

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	28.3	2.7
Min	0.1	1.1
Gj.snitt	7.1	1.8
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger > 50 cm/s	0	
% av målinger > 40 cm/s	0	
% av målinger > 30 cm/s	0	
% av målinger > 20 cm/s	1.5	
% av målinger > 10 cm/s	22.1	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	60.6	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	15.2	
% av målinger < 1 cm/s	2	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	16	
Residual strøm	5.5	
Residual retning	320	
Varsians	20.4	0.2
Standardavvik	4.5	0.4
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.78	

Laugardalur (5m) - 2016

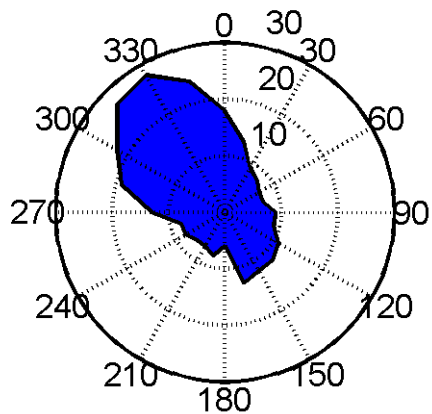
Total vanntransport $[(m^3/(m^2*s))*døgn]$



Total vanntransport

Laugardalur (5m) - 2016

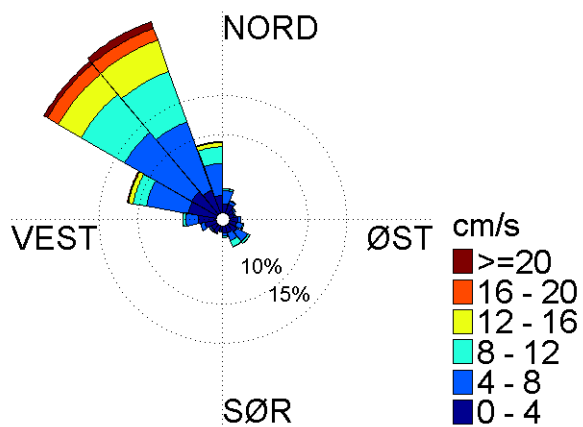
Maksimumsstrøm (cm/s)



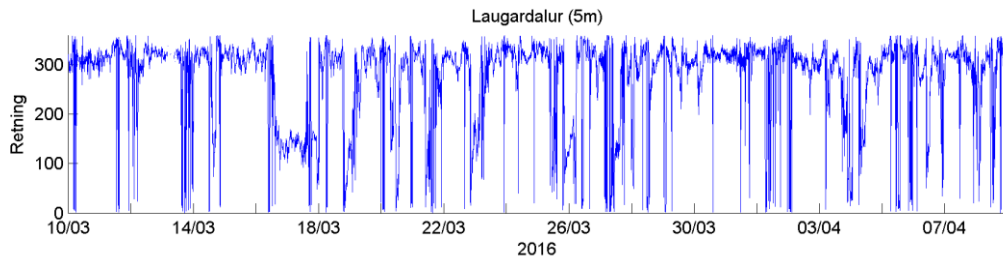
Maksimal hastighet

Laugardalur (5m) - 2016

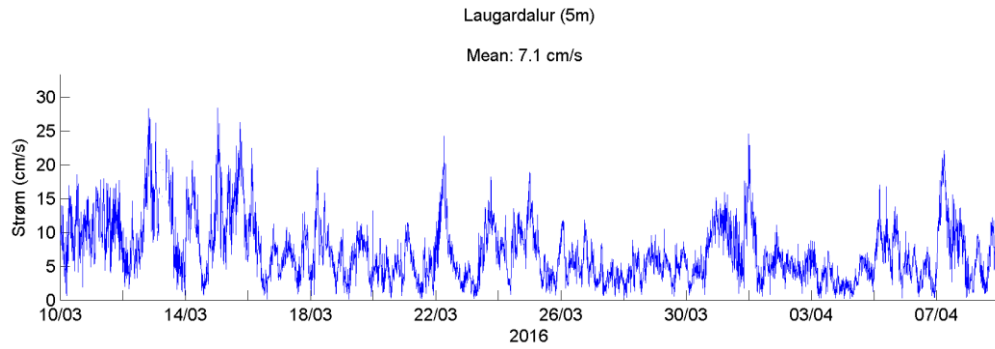
Strømrose



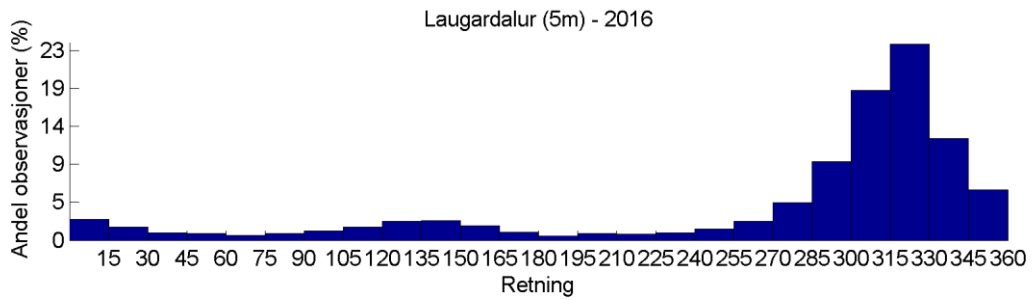
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



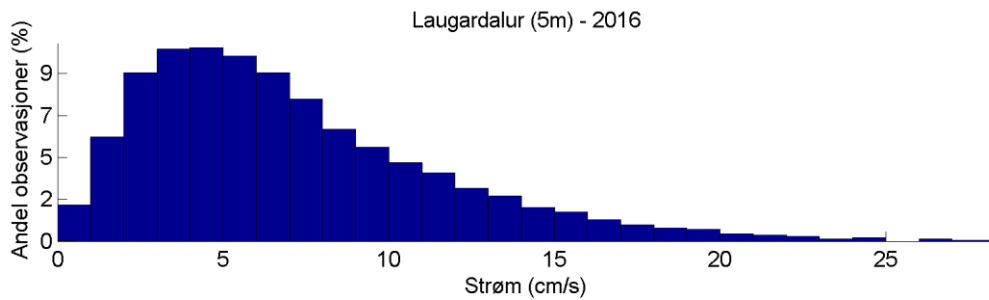
Retning vs. tid



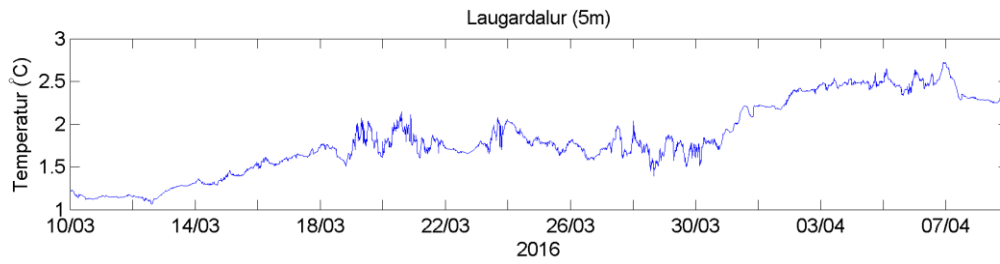
Strømhastighet (tidsserieplott)



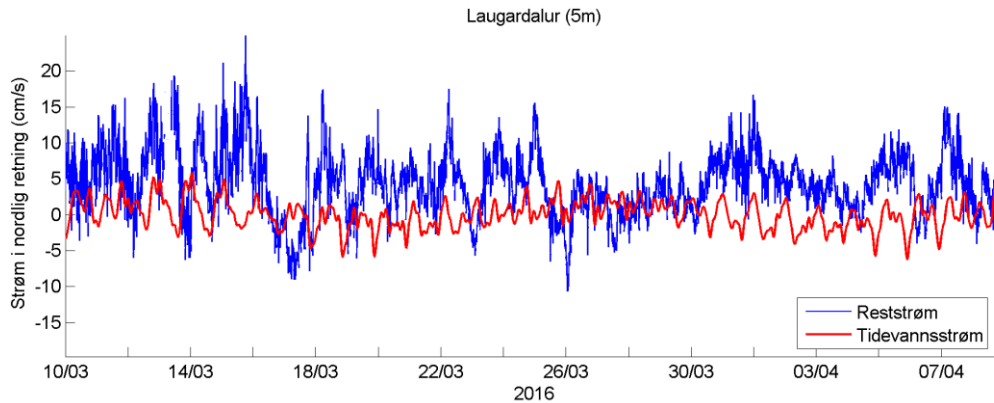
Retningshistogram



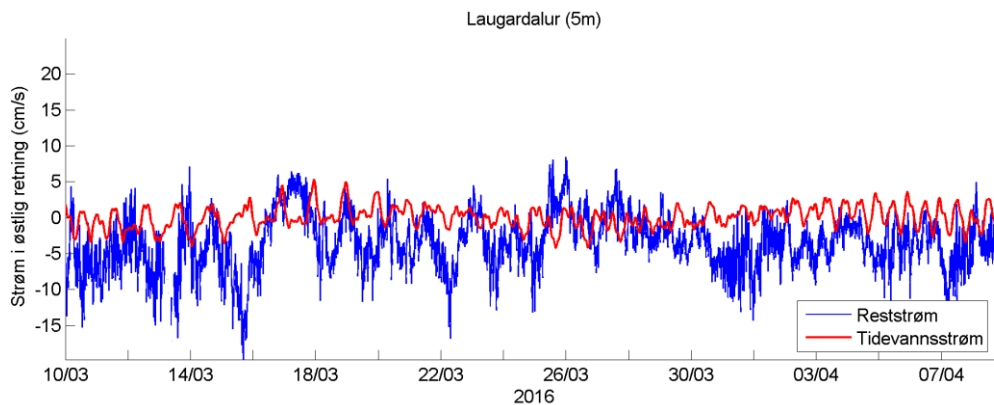
Strømstyrkehistogram



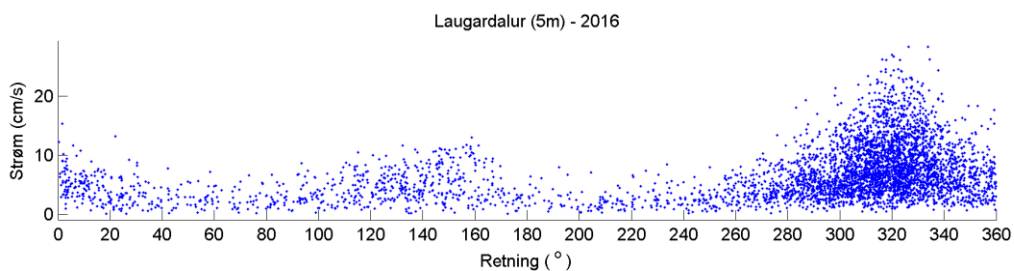
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning

Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m ³ /(s m ²))	Vanntransport per døgn (m ³ /(s m ²))
352.5 - 7.4	178	18.3	6364.3	212.2
7.5 - 22.4	85	13.2	2300.4	76.7
22.5 - 37.4	58	9.3	1199.2	40
37.5 - 52.4	29	7.8	506.4	16.9
52.5 - 67.4	31	7.2	509.3	17
67.5 - 82.4	34	6.8	532.8	17.8
82.5 - 97.4	44	8.6	872.3	29.1
97.5 - 112.4	51	8.8	1087.2	36.2
112.5 - 127.4	84	10.5	2439.5	81.3
127.5 - 142.4	106	11.6	3107.7	103.6
142.5 - 157.4	96	11.8	3476.8	115.9
157.5 - 172.4	60	13	1928.6	64.3
172.5 - 187.4	28	6.4	478.7	16
187.5 - 202.4	24	7.9	352.1	11.7
202.5 - 217.4	41	7.1	494.8	16.5
217.5 - 232.4	33	7.3	597.9	19.9
232.5 - 247.4	45	8.4	779	26
247.5 - 262.4	78	8.1	1572.4	52.4
262.5 - 277.4	139	13.3	3650.9	121.7
277.5 - 292.4	303	19.3	10554.7	351.9
292.5 - 307.4	551	21.9	23386.7	779.7
307.5 - 322.4	975	27	52772	1759.5
322.5 - 337.4	847	28.3	47279.9	1576.4
337.5 - 352.4	363	24.3	15699	523.4

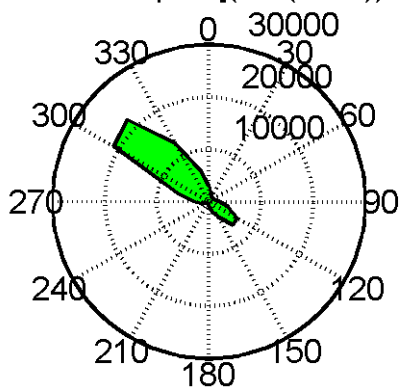
7.1.2 15m dyp

Oppsummering resultater Laugardalur 15 meter

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	24.4	2.5
Min	0.1	1.1
Gj.snitt	4.2	1.8
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger > 50 cm/s	0	
% av målinger > 40 cm/s	0	
% av målinger > 30 cm/s	0	
% av målinger > 20 cm/s	0.3	
% av målinger > 10 cm/s	6.6	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	49	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	36.4	
% av målinger < 1 cm/s	7.9	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	10.9	
Residual strøm	1.8	
Residual retning	318	
Varians	10.9	0.2
Standardavvik	3.3	0.4
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.43	

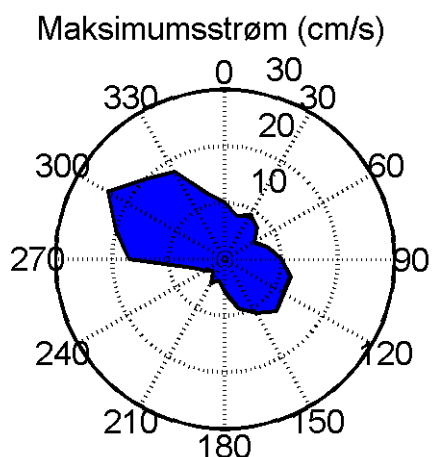
Laugardalur (15m) - 2016

Total vanntransport [(m³/(m²*s))*døgn]



Total vanntransport

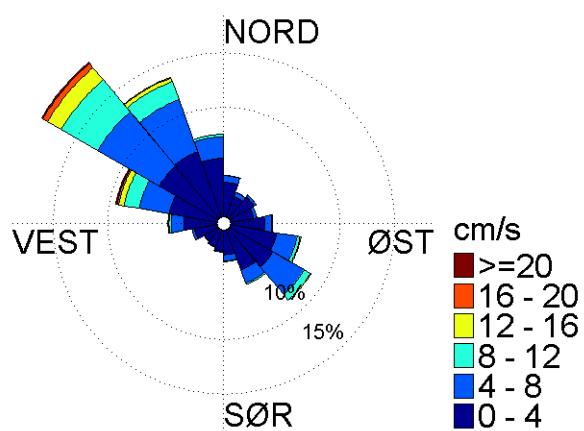
Laugardalur (15m) - 2016



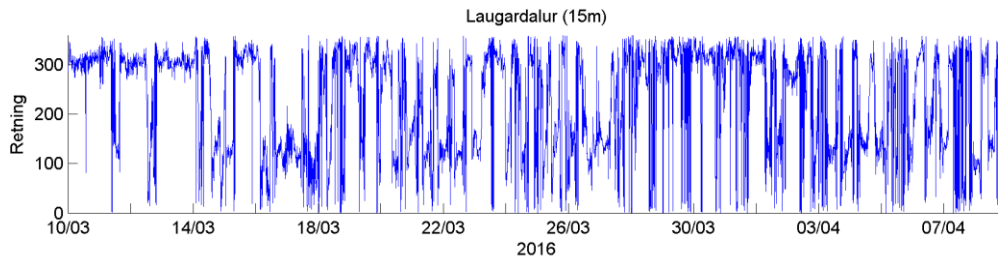
Maksimal hastighet

Laugardalur (15m) - 2016

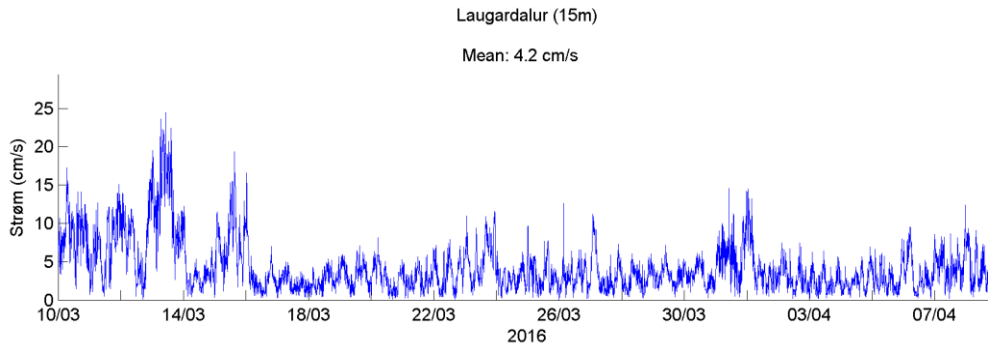
Strømrose



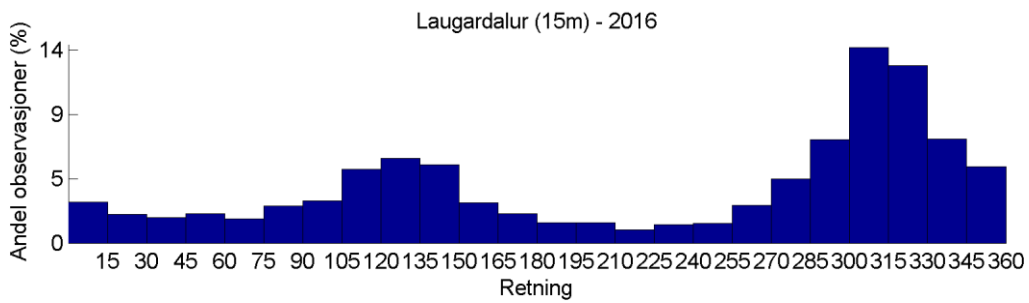
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



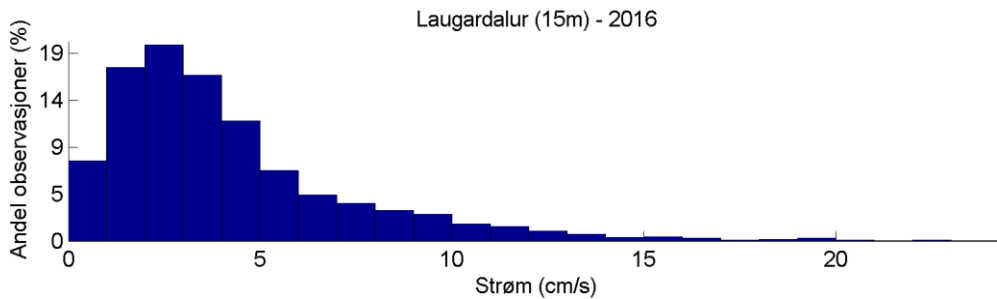
Retning vs. tid



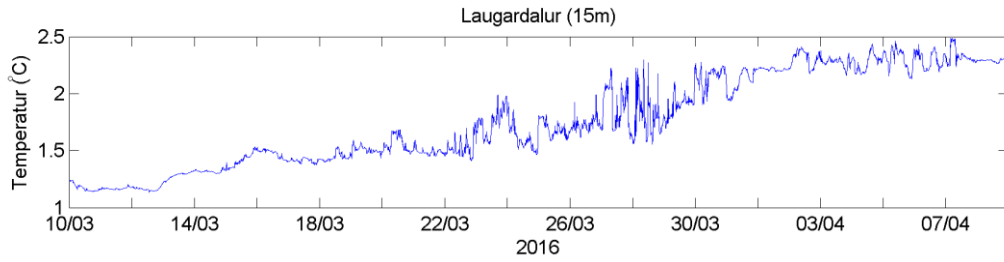
Strømhastighet (tidsserieplott)



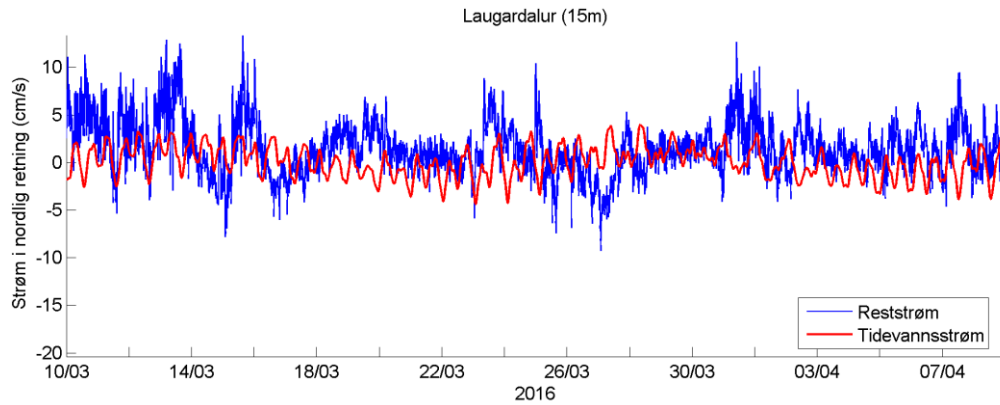
Retningshistogram



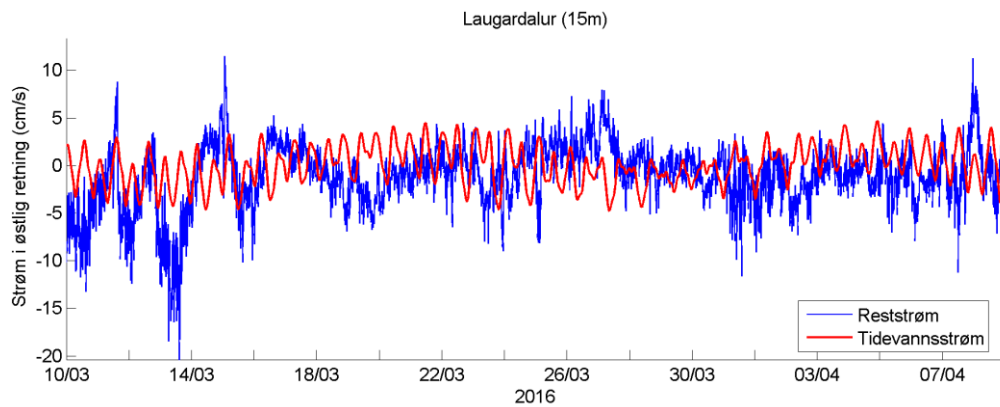
Strømstyrkehistogram



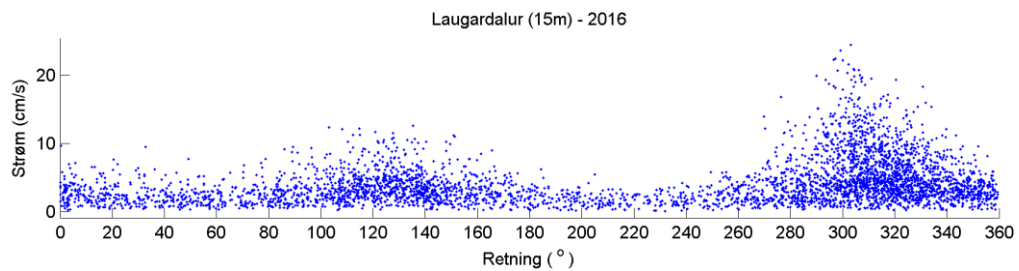
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.

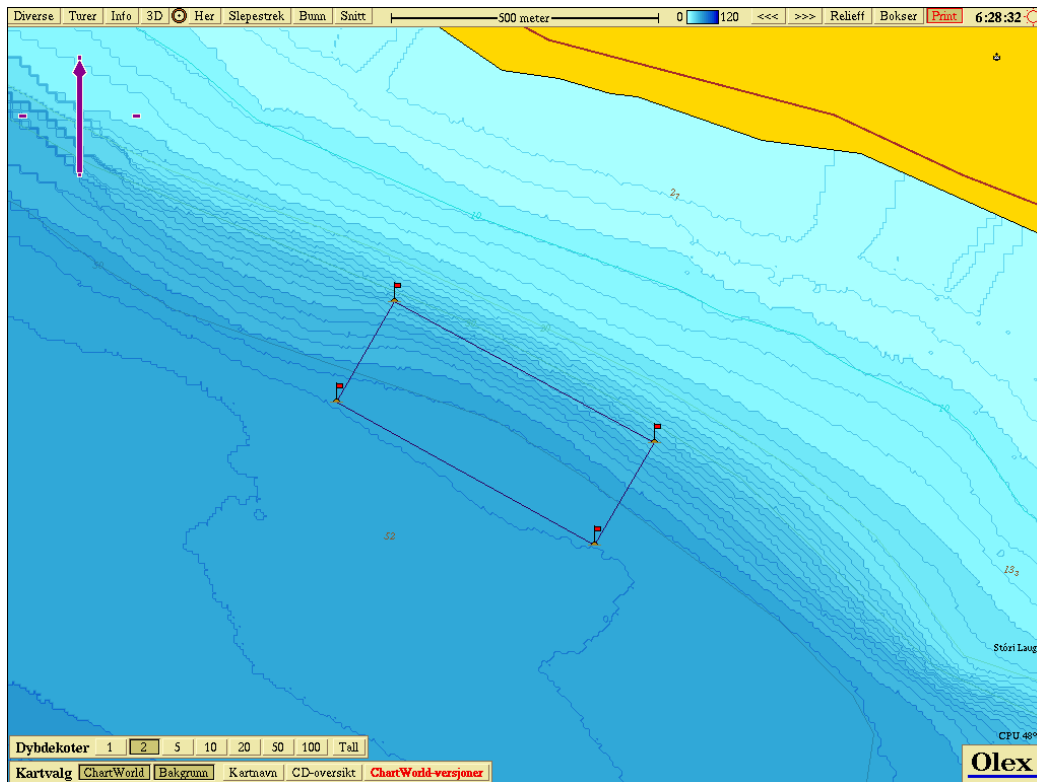


Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning

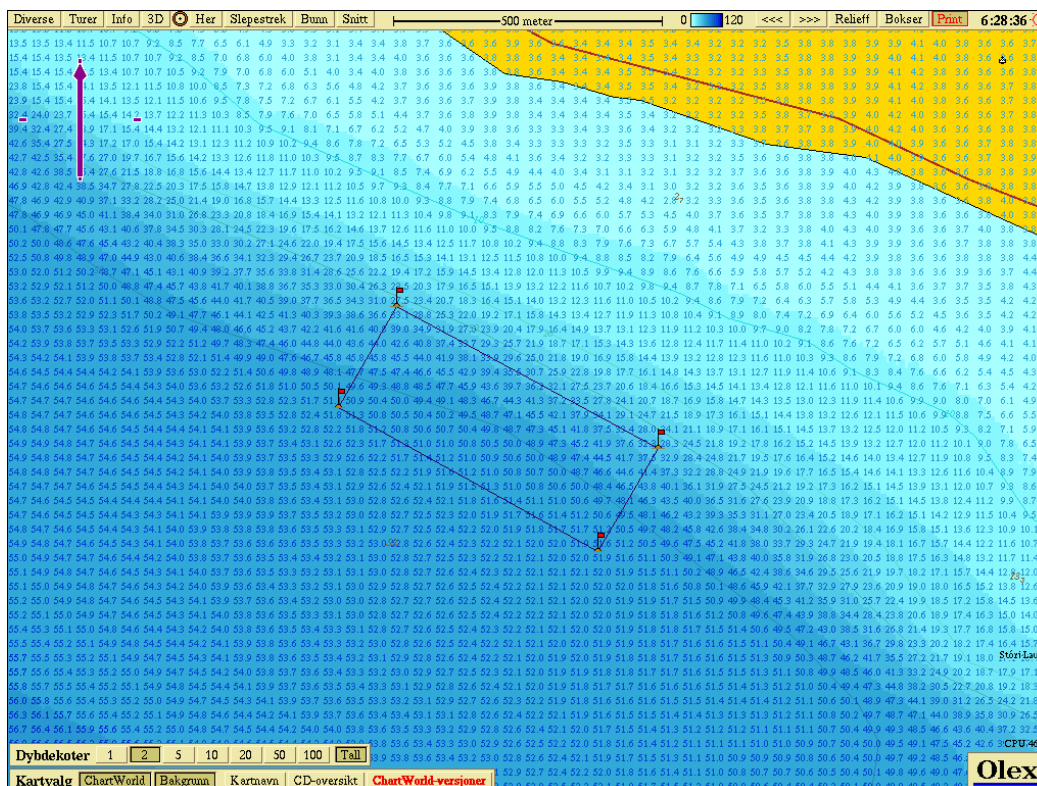
Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m ³ /(s m ²))	Vanntransport per døgn (m ³ /(s m ²))
352.5 - 7.4	180	9.7	3207.5	106.9
7.5 - 22.4	105	7.7	1626.8	54.2
22.5 - 37.4	71	9.5	1021.6	34.1
37.5 - 52.4	87	7.7	1131.7	37.7
52.5 - 67.4	80	5.7	1029.2	34.3
67.5 - 82.4	90	7.7	1261	42
82.5 - 97.4	125	9.5	2255.1	75.2
97.5 - 112.4	187	12.4	3894.7	129.9
112.5 - 127.4	252	12.2	6227.6	207.6
127.5 - 142.4	272	12.6	6469.7	215.7
142.5 - 157.4	167	11.2	3237.9	108
157.5 - 172.4	108	9	2015.7	67.2
172.5 - 187.4	79	6.2	1078.2	35.9
187.5 - 202.4	59	3.6	601.5	20.1
202.5 - 217.4	59	5.5	603.2	20.1
217.5 - 232.4	38	3.3	380.2	12.7
232.5 - 247.4	55	4.2	608.4	20.3
247.5 - 262.4	93	5.8	1430.3	47.7
262.5 - 277.4	151	16.8	2999.8	100
277.5 - 292.4	233	19.9	6317.7	210.6
292.5 - 307.4	503	24.4	21087.7	703.1
307.5 - 322.4	614	19.5	22119.5	737.5
322.5 - 337.4	431	18.4	12815.3	427.3
337.5 - 352.4	274	12.1	6023.8	200.8

7.2 Anleggstegning og bunnkartlegging



Bunnkartlegging med anleggsplassering av lokalitet Laugardalur. Ekvidistanse 5 m.



Bunnkartlegging med anleggsplassering av lokalitet Laugardalur. Ekvidyster i tall.

