



TILFÆRSLA ELDISSTARFSEMI OG ELDISSVÆÐA ARNARLAX Í ARNARFIRÐI

Fyrirspurn um matsskyldu
Mat á umhverfisáhrifum



Nóvember 2020



Verknúmer: 12308013	SKÝRSLA NR.: 1	DREIFING: <input checked="" type="checkbox"/> OPIN <input type="checkbox"/> LOKUÐ TIL <input type="checkbox"/> HÁÐ LEYFI VERKKAUPA
	ÚTGÁFU NR.: 1	
	DAGS.: 2020-11-25	
	BLAÐSÍÐUR: 30	
	UPPLAG:	

HEITI SKÝRSLU:
Tilfærsla eldisstarfsemi og eldissvæða Arnarlax í Arnarfirði. Fyrirspurn um matsskyldu. Mat á umhverfisáhrifum.

HÖFUNDAR: Hugrún Gunnarsdóttir, Sigmar A. Steingrímsson, Áki Thoroddsen, Þorsteinn Másson	VERKEFNISSTJÓRI: Hugrún Gunnarsdóttir
---	---

UNNIÐ FYRIR: Arnarlax UMSJÓN: Þorsteinn Másson	SAMSTARFSADILAR:
---	-------------------------

GERÐ SKÝRSLU/VERKSTIG:

ÚTDRÁTTUR:
Arnarlax áformar tilfærslu eldisstarfsemi á eldissvæði við Fossfjörð yfir á eldissvæði við Haganes og breytingu á legu og afmörkun eldissvæðanna við Haganes, Steinanes og Hringisdal. Lögð er fram fyrirspurn til Skipulagsstofnunar til ákvörðunar um matsskyldu vegna breytinga á framkvæmd. Fjallað er um núverandi eldisstarfsemi, fyrirhugaðar breytingar á eldissvæðum og áhrif þeirra á umhverfisþættina ástand sjávar, botnset og botndýralíf, laxfiska m.t.t. laxalúsar og fisksjúkdóma og nytjastofna Arnarfjarðar.

LYKILORÐ ÍSLENSK: Fyrirspurn um matsskyldu, sjókvíaelði.	LYKILORÐ ENSK: Screening document, sea cage fish farming.
--	---

UNDIRSKRIFT VERKEFNISSTJÓRA: 	YFIRFARIÐ AF: Arnór P. Sigfússon
---	--

© Geta skal heimilda sé efni skýrslunnar afritað eða birt með einhverjum hætti.



Efnisyfirlit

Efnisyfirlit ii

Myndaskrá ii

Töfluskrá iii

1	Inngangur	1
1.1	Markmið og forsendur.....	1
1.2	Matskylda.....	1
1.3	Mat á umhverfisáhrifum sjókvíaeldis Arnarlax í Arnarfirði.....	1
1.4	Forsaga og staða laxeldis í Arnarfirði.....	2
1.5	Önnur áform.....	2
1.6	Samráð.....	2
2	Staðhættir og umhverfi	2
2.1	Veður- og vindafar.....	4
2.2	Öldufar.....	4
3	Núverandi starfsemi Arnarlax í Arnarfirði	4
3.1	Framleiðsluáætlun.....	4
3.2	Vöktun og eftirlit eldissvæða.....	6
3.3	Viðbrögð við umhverfisástandi.....	6
4	Fyrirhuguð breyting á eldissvæðum í Arnarfirði	7
4.1	Eldissvæði í Fossfirði.....	8
4.2	Eldissvæði við Haganes.....	8
4.3	Eldissvæði við Steinanes.....	9
4.4	Eldissvæði við Hringsdal.....	10
5	Tillögur Hafrannsóknastofnunar að skiptingu eldissvæða í Arnarfirði	11
6	Skipulag og vernd	12
7	Áhrif breytingar	12
7.1	Ástand sjávar, botnset og botndýralíf.....	12
7.1.1	Flutningur framleiðslu frá eldissvæði í Fossfirði.....	12
7.1.2	Djúplag Arnarfjarðar.....	13
7.2	Laxfiskar - laxalús og fisksjúkdómar.....	17
7.3	Nytjastofnar.....	20
7.3.1	Rækja í Arnarfirði.....	20
7.3.2	Veiðar nytjastofna.....	25
8	Niðurstaða	26
9	Heimildir	28
Viðaukar	30	

Myndaskrá

Mynd 2.1	Eldissvæði Arnarlax í Arnarfirði. Sýnd er afmörkun sjókvíaeldissvæða A, B og C.....	3
Mynd 3.1	Samanlagður áætlaður lífmassi í tonnum á eldissvæðum Arnarlax í Arnarfirði 2020 til 2022.....	5
Mynd 3.2	Samanlagður áætlaður lífmassi í tonnum á eldissvæðum við Haganes og Fossfjörð á tímabilinu 2020 til 2022.	5
Mynd 4.1	Fyrirhuguð breyting eldissvæða við Haganes, Steinanes, Hringsdal og Fossfjörð og fjarlægð milli eldissvæða.....	8
Mynd 4.2	Núverandi eldissvæði við Haganes (gulur reitur) og fyrirhuguð tilfærsla eldissvæðis (blá brotalína) og ásamt svæði fyrir kvísamstæðu (grár reitur).....	9



Mynd 4.3	Núverandi eldissvæði við Steinanes (gulur reitur) og fyrirhuguð tilfærsla eldissvæðis (blá brotalína) ásamt svæði fyrir kvísamstæðu (grár reitur).....	10
Mynd 4.4	Núverandi eldissvæði við Hringsdal (gulur reitur) og fyrirhugað tilfærsla eldissvæðis (blá brotalína) ásamt svæði fyrir kvísamstæðu (grár reitur).....	11
Mynd 7.1	Straumakerfi í Arnarfirði. Hvítar örvar sýna straum á 15 m dýpi, svartar örvar sýna straum á 30 m dýpi og rauðar örvar sýna straum 10 m yfir botni á hverjum stað. Lega eldissvæða Arnarlax er sýnd.....	13
Mynd 7.2	Staðsetning sjómælinga í Arnarfirði til vöktunar á ástandi sjávar.....	14
Mynd 7.3	Fyrirhuguð lega eldissvæðis við Haganes. Botn á meira dýpi en 75 m er auðkenndur með bláum lit. Einnig er sýnt svæði kvísamstæðu innan eldissvæðisins (grár reitur). Innfeld mynd sýnir meginflutning sjávar á 5 m dýpi.....	15
Mynd 7.4	Fyrirhuguð lega eldissvæðis við Steinanes. Botn á meira dýpi en 75 m er auðkenndur með bláum lit. Einnig er sýnt svæði kvísamstæðu innan eldissvæðisins (grár reitur). Innfeld mynd sýnir meginflutning sjávar á 5 m dýpi.....	16
Mynd 7.5	Fyrirhuguð lega eldissvæðis við Hringsdal. Botn á meira dýpi en 75 m er auðkenndur með bláum lit. Einnig er sýnt svæði kvísamstæðu innan eldissvæðisins (grár reitur). Innfeld mynd sýnir meginflutning sjávar á 5 m dýpi.....	16
Mynd 7.6	Niðurstöður lúsatalninga (tíðni kynþroska kvendýr) í eldi Arnarlax í Arnarfirði (öll eldissvæði) frá 1. viku 2018 til 44. viku 2020.....	18
Mynd 7.7	Tíðni meðalfjölda laxalúsa á eldisfiski (kynþroska kvendýr) í Arnarfirði (öll eldissvæði) á þeim tíma árs sem vænta má að laxaseiði og göngusilungur sé á ferð um fjörðinn (júní til september). Tímabil vöktunar er frá 1. viku 2018 til 44. viku 2020.18	
Mynd 7.8	Meginflutningur á vatnsmassa á 5 m dýpi á eldissvæðum við Haganes, Hringsdal og Steinanes.....	20
Mynd 7.9	Útbreiðsla og magn rækju í Arnarfirði, samkvæmt stofnmælingu Hafrannsóknastofnunar. x sýnir stöðvar þar sem engin rækja fékkst.....	21
Mynd 7.10	Dreifing rækjuafla (tonn) í Arnarfirði.....	22
Mynd 7.11	Magn (fjöldi sjómílu ⁻¹) og útbreiðsla þorskseiða (rautt) og þorsks, 1 árs og eldri (grænt), í Arnarfirði.....	23
Mynd 7.12	Magn (fjöldi sjómílu ⁻¹) og útbreiðsla ýsuseiða (rautt) og þorsks, 1 árs og eldri (grænt), í Arnarfirði.....	24
Mynd 7.13	Yfirlit yfir dragnótaveiðar í Arnarfirði á árinu 2018. Mynd tekin úr Veiðafærasjá Hafrannsóknastofnunar.....	26

Töfluskrá

Tafla 3.1	Aðgerðaráætlun og viðbrögð Arnarlax er taka mið af niðurstöðum botnrannsóknna í Arnarfirði.....	7
Tafla 3.2	Niðurstöður úr síðustu botnrannsóknnum á eldissvæðum Arnarlax í Arnarfirði og næsta fyrirhugaða botnsýnataka.....	7
Tafla 7.1	Niðurstöður mælinga á súrefnisstyrk og súrefnismettun við botn Arnarfjarðar í október árin 2016 og 2019.....	14
Tafla 7.2	Stærð svæða fyrir kvísamstæður innan eldissvæða, sjá Mynd 7.3 til Mynd 7.5, meðaldýpi undir þeim og hlutfall (%) hvers svæðis sem er dýpra en 75 m.....	17



1 Inngangur

Arnarlax ehf. og Fjarðalax ehf. hafa sameinað rekstur sinn og við sameininguna hafa starfs- og rekstrarleyfi Fjarðarlax í Patreksfirði, Tálknafirði og Arnarfirði verið færð yfir á rekstraraðilann Arnarlax. Samhliða þessari breytingu á rekstraraðila er gert ráð fyrir að framleiðsla Arnarlax (áður Fjarðalax) í Fossfirði færist yfir á eldissvæði við Haganes með því að sameina starfs- og rekstrarleyfi Arnarlax í Arnarfirði og Fossfirði. Arnarlax hefur jafnframt hug á að breyta legu eldissvæða sinna við Haganes, Steinanes og Hringsdal í Arnarfirði. Breytingin felur í sér að snúa eldissvæðum þannig að hægt verði að staðsetja eldiskvíar betur innan þeirra.

Arnarlax óskar eftir ákvörðun Skipulagsstofnunar á matsskyldu framangreindrar tilfærslu eldisstarfsemi og eldissvæða fyrirtækisins í Arnarfirði.

1.1 Markmið og forsendur

Markmið með tilfærslu eldisstarfsemi og eldissvæða Arnarlax í Arnarfirði er að tryggja betri eldiskilyrði þ.e. jafnari strauma og betra sýrefnisflæði fyrir eldisfisk, minnka möguleg umhverfisáhrif eldisins og bæta hagkvæmni rekstursins.

1.2 Matskylda

Fyrirhuguð breyting fellur í flokk B samkvæmt 13.02 lið í 1. viðauka við lög nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum og er því tilkynningaskyld til Skipulagsstofnunar til ákvörðunar um matsskyldu.

1.3 Mat á umhverfisáhrifum sjókvíaeldis Arnarlax í Arnarfirði

Arnarlax stóð fyrir mati á umhverfisáhrifum 7.000 tonna framleiðsluaukningar sjókvíaeldis í Arnarfirði og var matskýrsla vegna þeirrar framkvæmdar skilað til Skipulagsstofnunar á árinu 2015. Álit Skipulagsstofnunar vegna þeirrar framkvæmdar var birt þann 2. september 2015.^{1,2}

Í álit Skipulagsstofnunar vegna framleiðsluaukningar kom fram að helstu neikvæðu áhrif af fyrirhuguðu eldi fælust í aukinni hættu á að fisksjúkdómar og laxalús berist frá eldinu í villta stofna laxfiska. Einnig að uppsöfnun lífræns úrgangs á botni myndi hafa talsverð neikvæð áhrif á sýrefnisinnihald við botn á takmörkuðu svæði undir eldiskvíum. Í álitinu kom jafnframt fram að áhrif á botndýralíf væru talin talsvert neikvæð á takmörkuðu svæði nærri eldisstað en fjær væru áhrif talin nokkuð neikvæð til óveruleg. Stofnunin lagði til að fylgst yrði með áhrifum eldisins á sýrefnisbúskap í dýpsta hluta Arnarfjarðar og að fyrirtækið tæki þátt í vöktun á sýrefnisstyrk og botndýralífi í botnlagi sjávar í firðinum.

Arnarlax óskaði þann 21. mars 2019 eftir ákvörðun um matsskyldu breytingar á hvíld eldissvæða í Arnarfirði, en breytingin var talin rúmast innan fyrra mats á umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar.³ Samkvæmt ákvörðun Skipulagsstofnunar frá 11. desember 2019 var breyting á hvíld eldissvæða ekki talin líkleg til að hafa í för með sér umtalsverð umhverfisáhrif og því ekki háð mati á umhverfisáhrifum.⁴

Fjarðalax ehf. óskaði þann 16. febrúar 2010 eftir ákvörðun Skipulagsstofnunar um matsskyldu eldis á 3.000 tonnum af laxi í sjókvíum í Arnarfirði. Upphaflega var gert ráð fyrir að eldiskvíar yrðu staðsettar í Fossfirði, Geirþjófsfirði og Dynjandisvogi. Þann 10. febrúar 2011 var ákveðið að gera breytingu á fyrirhugaðri framkvæmd þannig að ársframleiðsla færi fram í sjókvíum í Fossfirði og yrði að meðaltali 1.500 tonn á ári, eða samtals 4.500 tonn yfir þriggja ára tímabil. Samkvæmt ákvörðun

¹ Verkís. 2015. Aukning framleiðslu Arnarlax á laxi í sjókvíum í Arnarfirði um 7.000 tonn á ári. Mat á umhverfisáhrifum. Matskýrsla.

² Skipulagsstofnun. 2015. Aukin framleiðsla Arnarlax á laxi í Arnarfirði um 7.000 tonn. Álit Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum.

³ Verkís. 2019. Arnarlax – Breyting á hvíldartíma eldissvæða í Arnarfirði.

⁴ Skipulagsstofnun. 2019. Breyting á hvíldartíma eldissvæða í Arnarfirði. Ákvörðun um matsskyldu.



Skipulagsstofnunar frá 5. maí 2011 var framkvæmdin ekki talin líkleg til að valda umtalsverðum umhverfisáhrifum og því ekki háð mati á umhverfisáhrifum.⁵

1.4 Forsaga og staða laxeldis í Arnarfirði

Arnarlax og Fjarðalax ehf. hafa starfrækt laxeldi í sjókvíum í Arnarfirði á grundvelli starfsleyfis Umhverfisstofnunar og rekstrarleyfis Matvælastofnunar samkvæmt lögum nr. 71/2008 um fiskeldi. Rekstrarleyfi Arnarlax fyrir 10.000 tonna ársframleiðslu á laxi var veitt á árinu 2016 á sex eldissvæðum í Arnarfirði þ.e. við Haganes, Steinanes, Hringsdal, Kirkjuból, Hlaðsbót og Tjaldaneseyrar. Rekstur sjókvíaeldis Arnarlax í Arnarfirði hófst á árinu 2014 og hefur félagið stundað eldi þar í sex ár. Samkvæmt núgildandi starfs- og rekstrarleyfum Arnarlax í Arnarfirði hefur fyrirtækið rekstrarleyfi til sjókvíaeldis á áðurnefndum sex eldissvæðum þar sem hámarkslífmassi á hverjum tíma má ekki fara yfir 10.000 tonn.⁶

Fjarðarlaxi var veitt rekstrarleyfi fyrir 4.500 tonna framleiðslu á þriggja ára tímabili á laxi á eldissvæði í Fossfirði á árinu 2012 og hóf laxeldi þar á árinu 2014. Fyrirtækið sameinaðist síðan Arnarlaxi á árinu 2016 og hefur Arnarlax síðan farið með stjórn þess félags. Starfsleyfi vegna sjókvíaeldis í Fossfirði var uppfært þann 25. ágúst 2020, þar sem leyfið var fært á rekstraraðilann Arnarlax. Að öðru leyti er starfsleyfið óbreytt. Arnarlax hefur rekstrarleyfi fyrir 4.500 tonna framleiðslu á laxi í Fossfirði á hverjum þremur árum þar sem lífmassi má ekki vera yfir 3.000 tonn á hverjum tíma samkvæmt starfsleyfi.⁷

Samanlagt er Arnarlax með rekstrarleyfi til sjókvíaeldis í Arnarfirði þar sem hámarkslífmassi má ekki fara yfir 13.000 tonn á hverjum tíma í firðinum.

1.5 Önnur áform

Arctic Sea Farm hefur áform um 4.000 tonna eldi á laxi sjókvíum á þremur svæðum í Arnarfirði; í Trostansfirði, við Hvestudal og við Lækjarbót. Fyrirtækið skilaði matsskýrslu til Skipulagsstofnunar þann 25. júlí 2018 og var álit Skipulagsstofnunar birt þann 13. júlí 2020.

1.6 Samráð

Fulltrúar Arnarlax hafa átt þrjá fundi með fulltrúum Hafrannsóknastofnunar vegna fyrirhugaðra breytinga á eldissvæðum Arnarlax í Arnarfirði og vegna tillögu Hafrannsóknastofnunar um skiptingu eldissvæða í Arnarfirði.

Fulltrúar Arnarlax gerðu Hafrannsóknastofnun grein fyrir áformum og ástæðum þess að óskað er eftir breytingum á eldissvæðum í Arnarfirði á fundi með stofnuninni þann 20. apríl s.l. Sambærileg sjónarmið voru einnig reifuð á fundi með fulltrúum stofnunarinnar þann 20. febrúar s.l. þar sem farið var yfir fyrirhugaðar breytingar, möguleg áhrif og ástæður þess að ráðist er í þær.

Þann 7. september gerðu fulltrúar Arnarlax nánari grein fyrir breytingartillögu félagsins við tillögur Hafrannsóknastofnunar um skiptingu eldissvæða í Arnarfirði.

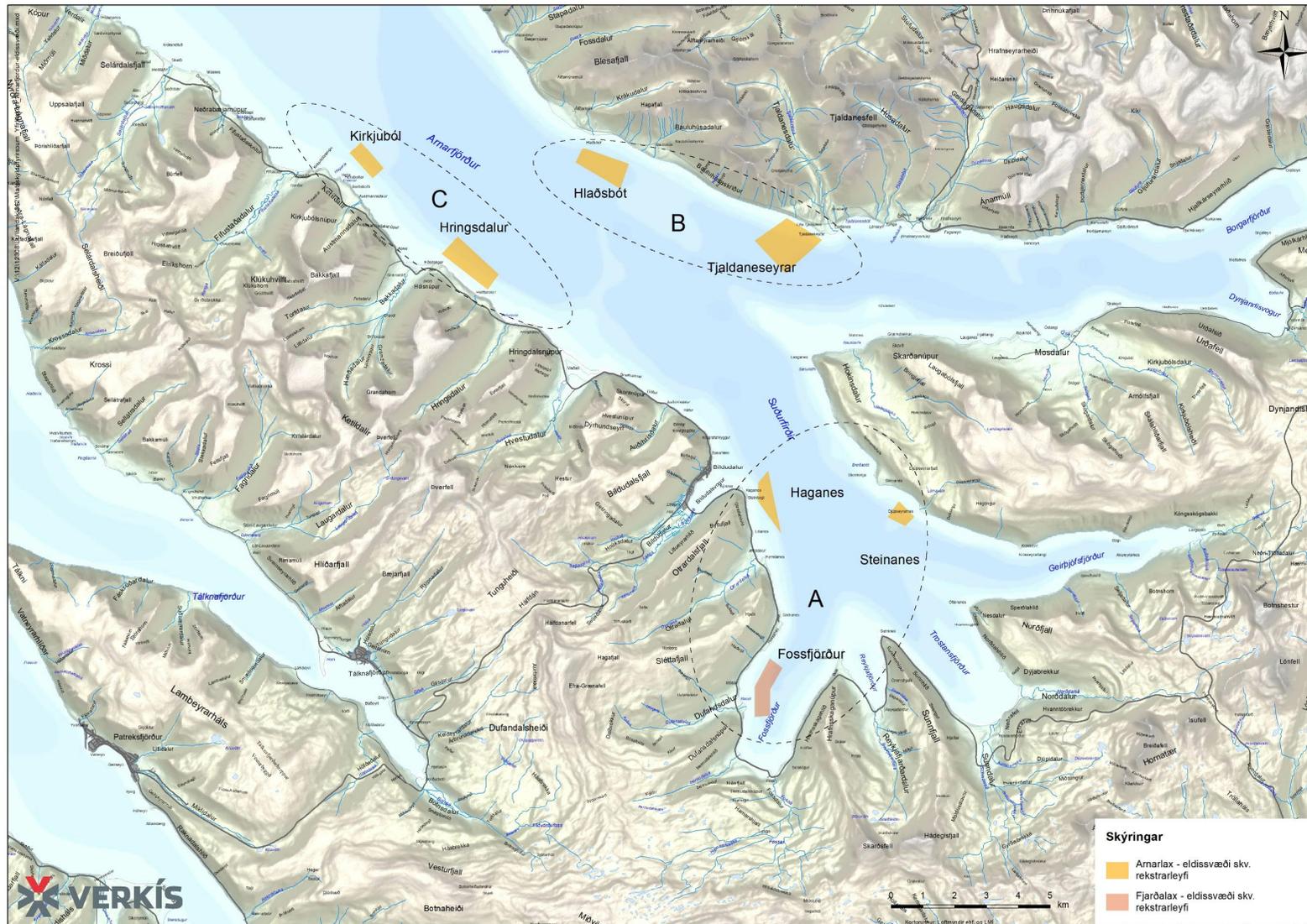
2 Staðhættir og umhverfi

Arnarfjörður er einn af syðri fjörðum Vestfjarða og skerst hann inn í landið í suðaustlæga stefnu. Fjörðurinn er rúmlega 40 km langur og umlukinn háum fjöllum. Innan við miðjan Arnarfjörð, við Langanes, greinist fjörðurinn í tvennt. Norðan við Langanes, sem er í miðju Arnarfjarðar, er Borgarfjörður er liggur beint til austurs. Sunnan Langaness eru Suðurfirðir, en þeir skiptast í Geirþjófsfjörð, Trostansfjörð, Reykjarfjörð, Fossfjörð og Bíldudalsvog, sjá Mynd 2.1.

⁵ Skipulagsstofnun. 2011. Eldi á 1.500 tonnum af laxi, í sjókvíum í Fossfirði. Fjarðalax ehf. Ákvörðun um matsskyldu.

⁶ Matvælastofnun. 2016. Rekstrarleyfi. Arnarlax hf. FE-1105.

⁷ Fiskistofa. 2012. Rekstrarleyfi til fiskeldis. Fjarðalax ehf. IS-36094.



Mynd 2.1 Eldissvæði Arnarlax í Arnarfirði. Sýnd er afmörkun sjókvíaeldissvæða A, B og C.



2.1 Veður- og vindafar

Í Arnarfirði eru suðvestanáttir ríkjandi um í um 50% af árinu og norðaustanáttir ríkjandi 30% af árinu. Einnig er mestur vindhraði samfara þessum áttum. Norðvestanáttir sem blása beint inn fjörðinn eru aftur á móti mjög sjaldgæfar. Innlögn leggur inn Arnarfjörðinn en dalir í firðinum eru almennt skjólgóðir sbr. Hvestudal og Bíldudal. Í Arnarfirði má gera ráð fyrir að 10 mínútna meðalvindur nái að jafnaði 25 m/s í 0,5-1 tilviki á ári að jafnaði. Þegar vindur er hægur og veður svalt leggur loftstrauma gjarnan út Arnarfjörð.⁸

2.2 Öldufar

Niðurstöður Siglingastofnunar á öldufari og ölduhæð í Arnarfirði sýna að áhrif úthafsöldu minnka eftir því sem innar dregur í firðinum.⁹ Í innfjörðum Arnarfjarðar er almennt lítil alda en vegna stærðar fjarðarins geta myndast þar stórar vindöldur sem við ákveðnar aðstæður geta verið háar og krappar. Í fávíðri (> 35 m/s) má má búast við að vindbára geti náð 2-3 metrum utar í Arnarfirði en í suðurfjörðum Arnarfjarðar dregur úr ölduhæðinni.

Samkvæmt líkanaútreikningi vegna staðarúttekta á eldissvæðum Arnarlax í Arnarfirði má búast við að stærstu vindbáru komi úr norðvestri, þær verði lægstar við Haganes (2,0 m) en hæstar við Hringsdal (3,49 m).^{10,11,12} Þannig er umhverfisálag með tilliti til ölduhæðar töluvert minna við Haganes og Steinanes en utar í Arnarfirðinum.

3 Núverandi starfsemi Arnarlax í Arnarfirði

Sjókvaeldis Arnarlax í Arnarfirði er kynslóðaskipt og miðast eldið við þrjú skilgreind sjókvaeldissvæði, A, B, og C, sjá Mynd 2.1. Framleiðslan skiptist á eftirfarandi sjókvaeldissvæði:

- Sjókvaeldissvæði A (eldissvæði við Haganes, Steinanes og Fossfjörð)
- Sjókvaeldissvæði B (eldissvæði við Tjaldaneseyrar og Hlaðsbót)
- Sjókvaeldissvæði C (eldissvæði við Hringsdal og Kirkjuból)

3.1 Framleiðsluáætlun

Arnarlax hefur sett út seiði í sjókvíar á sjókvaeldissvæði A á árinu 2020 eða nánar tiltekið á eldissvæði við Steinanes, Haganes og í Fossfirði. Sett voru út 1.800.000 seiði á eldissvæðið við Steinanes vorið 2020. Meðalþyngd seiða var 170 grömm. Haustið 2020 voru sett út 1.200.000 seiði í sjókvíar á eldissvæði við Haganes og 600.000 seiði á eldissvæði í Fossfirði. Meðalþyngd seiða við útsetningu var 114 grömm. Gert er ráð fyrir að eldisferillinn verði um 21-27 mánuðir og að slátrun eldisfisks hefjist um mitt ár 2022 og verði lokið fyrir árslok sama ár. Eldissvæðin eru öll innan sama sjókvaeldissvæðis og því er útsetning seiða og hvíld eldissvæða samræmd á milli þeirra.

Arnarlax gerir ráð fyrir að flytja eldisfisk sem settur hefur verið út á eldissvæði í Fossfirði yfir á eldissvæði við Haganes þegar búið er að sameina starfs- og rekstrarleyfi félagsins í Arnarfirði. Með þessari breytingu er fyrirtækið þó ekki að fullnýta núverandi framleiðsluheimildir sínar og felur hún ekki í sér breytingu á framleiðslumagni, hvíld eða hámarkslífmassa vegna eldisins.

⁸ Tækniþjónusta Vestfjarða. 2007. Fjórðungssamband Vestfirðinga. Ólíuhreinsunarstöð. Staðarval. Áfangi II. Viðauki nr. 3.

⁹ Ingunn E. Jónsdóttir og Sigurður Sigurðsson. 2007. Vestfirðir. Öldufarsrannsóknir – Áfangaskýrsla. Unnið fyrir Fjórðungssamband Vestfirðinga. Siglingastofnun

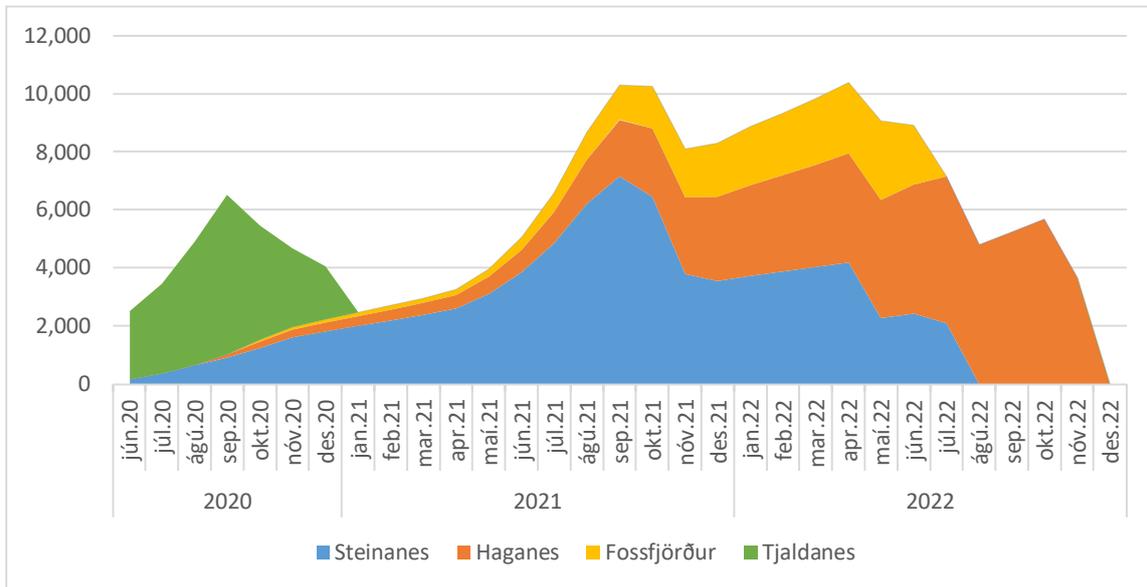
¹⁰ Eriksen, S. D. 2017. Arnarlax hf. Lokalitetsrapport Haganes. Akvaplan-niva rapport nr 8803.

¹¹ Eriksen, S. D. and Gunnarsson, S. 2016. Arnarlax ehf. Lokalitetsrapport Steinanes. Akvaplan-niva rapport nr 8453.02.

¹² Eriksen, S. D. 2016. Arnarlax ehf. Lokalitetsrapport Hringsdalur. Akvaplan-niva rapport nr 8639.01. 35 bls

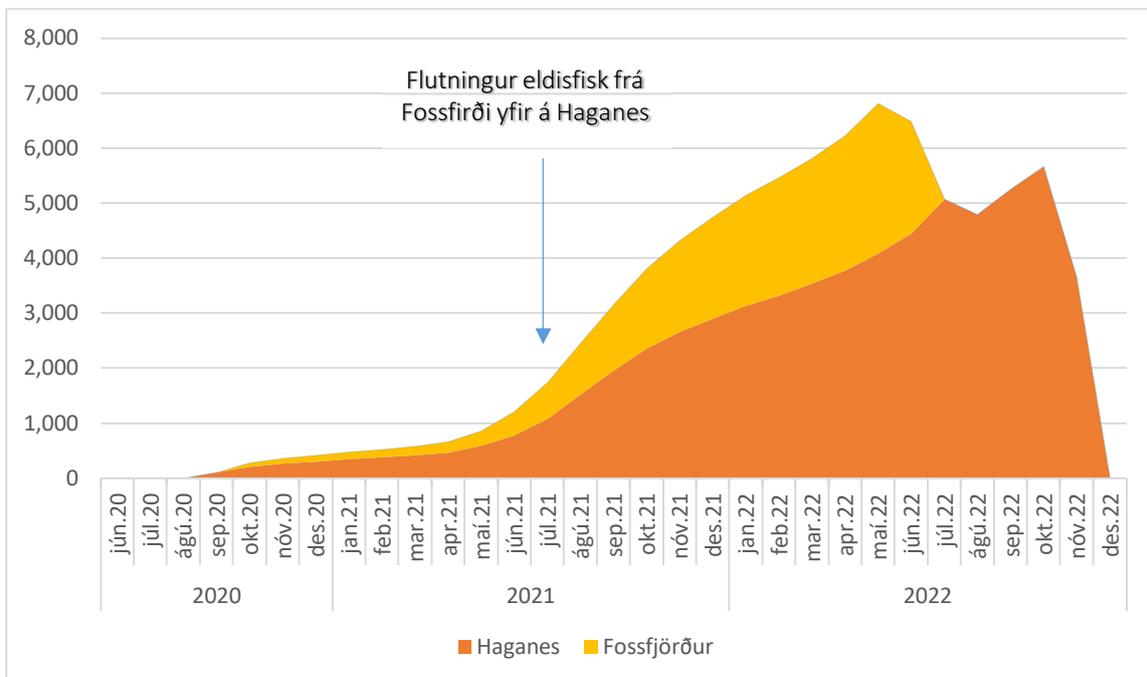


Gert er ráð fyrir að flutningur eldisfisks frá Fossfirði yfir á Haganes fari fram í júlí 2021 þegar sjór er tekinn að hlýna. Með flutningi eldisfisks frá eldissvæði í Fossfirði yfir á eldissvæði við Haganes mun lífmassi aukist á Haganesi í samræmi við það eldismagn sem flutt verður. Áætlaður heildarlífmassi sjókvíaeldis Arnarlax í Arnarfirði samkvæmt framleiðsluáætlun fyrir tímabilið 2020 til 2022 er sýndur á Mynd 3.1.



Mynd 3.1 Samanlagður áætlaður lífmassi í tonnum á eldissvæðum Arnarlax í Arnarfirði 2020 til 2022.

Samkvæmt framleiðsluáætlun mun samanlagður lífmassi eldissvæða Arnarlax í Arnarfirði fara hæst í um 10.000 tonn haustið 2021 og vorið 2022. Samanlagður lífmassi eldissvæða við Haganes og í Fossfirði er sýndur á Mynd 3.2, en hann verður hæstur um 6.800 tonn vorið 2022. Þegar slátrun lýkur á eldissvæði við Haganes verður eldissvæði síðan hvílt að lágmarki í þrjá mánuði eða í samræmi við niðurstöður úr vöktun botnsýnatöku.



Mynd 3.2 Samanlagður áætlaður lífmassi í tonnum á eldissvæðum við Haganes og Fossfjörð á tímabilinu 2020 til 2022.



3.2 Vöktun og eftirlit eldissvæða

Umhverfisvöktun og rannsóknir á eldissvæðum Arnarlax fylgja viðmiðum og kröfum sem gerðar eru í norska staðlinum NS9410:2016. Vöktun fer fram á uppsöfnun á lífrænu kolefni (TOC), köfnunarefni (N), fosfór (P) og súlfíð (H₂S) í botnseti samkvæmt stöðlunum ISO 16665:2014, ISO5667-19:2004 og stöðlum sem settir eru af Aquaculture Stewardship Council (1.1 ASC Salmon Standart, 2012) en Arnarlax hefur öðlast umhverfisstöðvar samkvæmt þeim staðli á framleiðslu sinni. Sýni eru tekin á hverju eldissvæði áður en eldi hefst, einnig þegar hámarkslífmassa er náð og svo þegar eldissvæðið hefur verið hvílt í kjölfar hvernar eldislotu. Vöktunaráætlun tekur jafnframt mið að leiðbeiningum Umhverfisstofnunar og er unnin í samráði við stofnunina. Ársskýrslur vegna vöktunar eldissvæða Arnarlax í Arnarfirði 2018¹³ og 2019¹⁴ eru aðgengilegar á vef Umhverfisstofnunar og í Viðaukum 1 og 2.

Allar sjókvíaeldisstöðvar Arnarlax eru vottaðar samkvæmt staðlinum NS9415:2009 og framkvæmdir eru staðarúttektir á öllum eldissvæðum þar sem koma á fyrir eldisstöðvum. Í slíkri úttekt er lagt mat á umhverfisálag vegna vinda, strauma og öldu á viðkomandi svæðum. Eldisbúnaður á að standast það umhverfisálag sem staðarúttektir gera grein fyrir.

Við rekstur sjókvíaeldisins er fylgst vel með veður- og ölduspá s.s. lofthita, sjávarhita, vindhraða og ísingarhættu. Ef veðurspá gerir ráð fyrir 20 m/s vindhraða er farið ítarlega yfir eldisbúnað á eldissvæðum og ekki er farið með báta úr höfn nema að vel athuguðu máli þar sem öryggi starfsmanna er alltaf haft að leiðarljósi. Þrátt fyrir langvarandi slæm veður síðastliðinn vetur stóð eldisbúnaður þau af sér. Það á líka við um eldisbúnað á eldissvæði við Hringsdal sem er meira útsettur fyrir veðurálagi en búnaður á eldissvæðum við Steinanes og Haganes. Líkur á að slæm vetrarveður hafi neikvæð áhrif í för með sér eru taldar litlar þar sem eldisbúnaður á að þola það umhverfisálag sem skilgreint hefur verið fyrir hvert eldissvæði og búast má við á hverjum stað.

3.3 Viðbrögð við umhverfisástandi

Ef niðurstöður úr botnrannsóknum við eldissvæði Arnarlax leiða í ljós að ástand botns eða botndýralífs er ekki nógu gott er gripið til aðgerða. Aðgerðir miða ýmist að því að lengja hvíldartíma, færa kvíastæði innan eldissvæðis, fækka útsettum seiðum á eldissvæði og draga þannig úr lífmassa eða þá að hætta að nota eldissvæðið. Öll viðbrögð og aðgerðir eru gerðar í samvinnu við Umhverfisstofnun. Viðbrögð við ástandi eldissvæða ráðast af niðurstöðum botnrannsókna. Arnarlax notast við fjögra þrepa mælikvarða í viðbrögðum sínum við ástandi eldissvæða, en sá mælikvarði byggir á norska staðlinum NS9410:2016, sjá Tafla 3.1.

¹³ Snorri Gunnarsson. 2019.. Ársskýrsla vegna vöktunar 2018. Arnarlax hf. Akvaplan niva AS.

¹⁴ Snorri Gunnarsson. 2020. Ársskýrsla vegna vöktunar 2019. Arnarlax hf. Akvaplan niva AS.



Tafla 3.1 Viðbragðsáætlun Arnarlax¹⁵ við ástandi eldissvæða, er tekur mið af niðurstöðum botnrannsóknna í Arnarfirði.

	Niðurstaða úr sýnatöku (MOM-B)	Næstu skref	Mögulegar mótvægisáðgerðir í samvinnu við eftirlitsaðila				
1	Mjög gott	Eðlilegur hvíldartími og lífmassi	Eldi samkvæmt áætlun				
2	Gott	Eðlilegur hvíldartími og lífmassi	Eldi samkvæmt áætlun				
3	Slæmt	Tilkynna eftirlitsaðila		Aukin hvíld eftir slátrun	Færa eldiskvíar innan svæðis	Minnka lífmassa	Hætta að nota svæði/færa eldi á annað svæði
4	Mjög slæmt	Tilkynna eftirlitsaðila		Aukin hvíld eftir slátrun	Færa eldiskvíar innan svæðis	Minnka lífmassa	Hætta að nota svæði/færa eldi á annað svæði

Tafla 3.2 sýnir helstu niðurstöður síðustu botnrannsóknna sem farið hafa fram á eldissvæðum við Haganes, Steinanes og Hringsdal á árunum 2018 til 2020. Ástand eldissvæða hefur verið *Mjög gott* eða *Gott* á þessu tímabili, bæði þegar lífmassi eldissvæða er í hámarki og við lok hvíldar svæðanna og hefur því ekki krafist viðbragða af hálfu Arnarlax sbr. Tafla 3.1. Í töflunni kemur einnig fram hvenær næstu botnrannsóknir eru áformaðar á eldissvæðum við Haganes, Steinanes og Hringsdal.

Tafla 3.2 Niðurstöður úr síðustu botnrannsóknnum á eldissvæðum Arnarlax í Arnarfirði og næsta fyrirhugaða botnsýnataka.

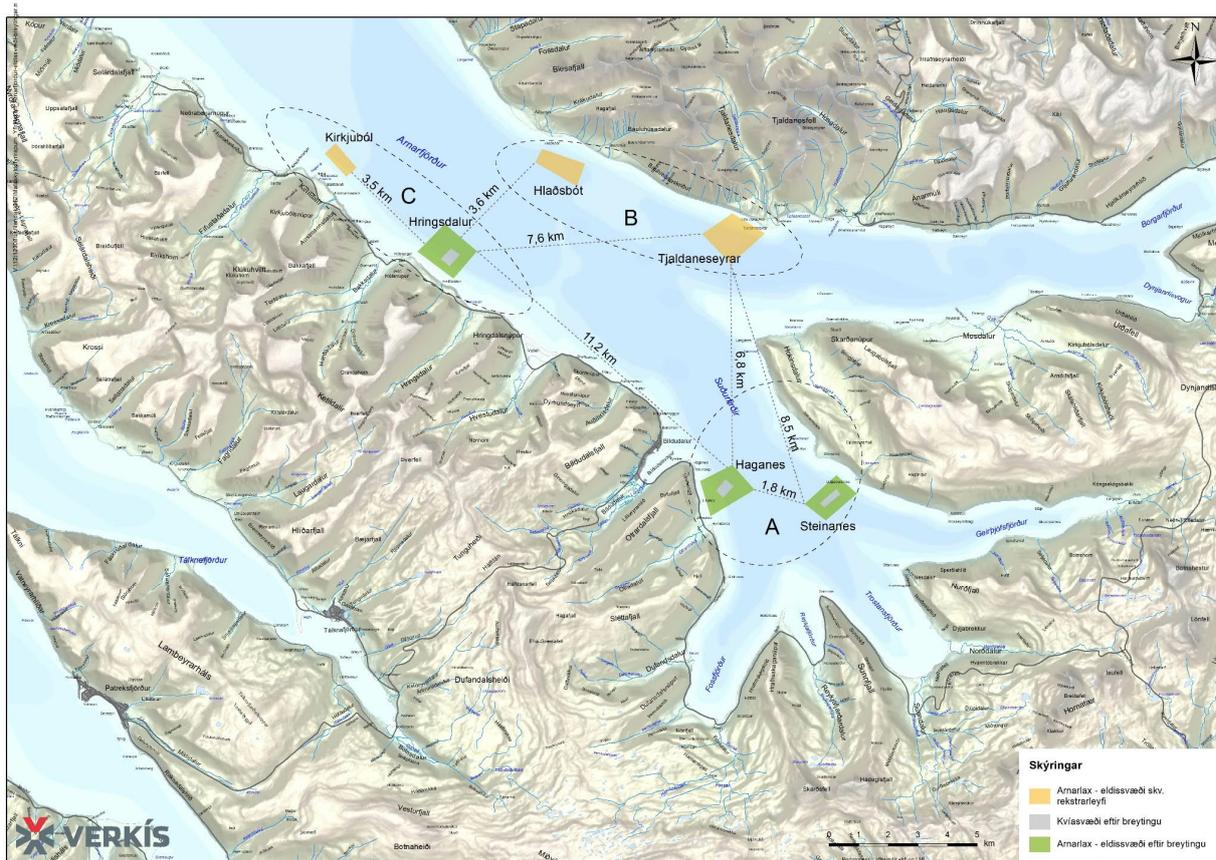
Eldissvæði	Botnrannsókn (MOM-B)	Botnrannsókn (MOM-B)	Næsta botnrannsókn
Haganes	2018: 1 Mjög gott. Hámarks lífmassi	2020: 1 Mjög gott. Hvíldarsýnataka	2022 Hámarks lífmassi
Steinanes	2018: 2 Gott. Hámarks lífmassi	2020: 1 Mjög gott. Hvíldarsýnataka	2021 Hámarks lífmassi
Hringsdalur	2018: 1 Mjög gott. Hvíldarsýnataka	2019: 1 Mjög gott. Hámarks lífmassi	2021 Hvíldarsýnataka

4 Fyrirhuguð breyting á eldissvæðum í Arnarfirði

Fyrirhuguð breyting á eldissvæðum Arnarlax í Arnarfirði felur í sér annars vegar tilfærslu eldisstarfsemi á eldissvæði við Fossfjörð yfir á eldissvæði við Haganes og hins vegar að breyta legu og afmörkun eldissvæðanna við Haganes, Steinanes og Hringsdal, sjá Mynd 4.1. Á myndinni er sýnd fjarlægð milli eldissvæða Arnarlax.

Megin tilgangur þessara breytinga er að hafa kost á því að snúa kvísamstæðum þvert á straumstefnu og tryggja þannig jafnari strauma og betra súrefnisflæði um eldiskvíarnar, minnka möguleg umhverfisáhrif og að rými sé til staðar til að færa eldiskvíar til innan eldissvæðanna ef bregðast þarf við vegna uppsöfnunar lífrænna efna undir kvíunum.

¹⁵ Arnarlax. 2019. Uppfærð viðbragðsáætlun Arnarlax vegna eldissvæða í Arnarfirði. Dags. 14. október 2019.



Mynd 4.1 Fyrirhuguð breyting eldissvæða við Haganes, Steinanes, Hringisdal og Fossfjörð og fjarlægð milli eldissvæða.

4.1 Eldissvæði í Fossfirði

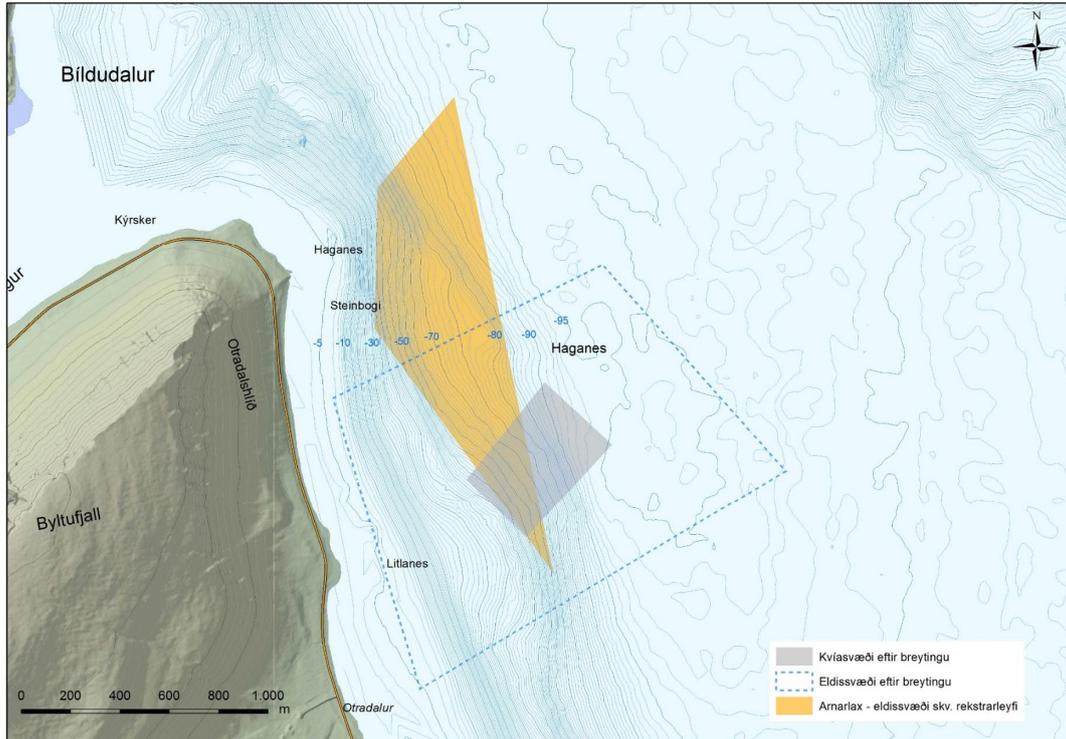
Eldissvæði Arnarlax í Fossfirði er á sjókvíaeldissvæði A. Það er staðsett vestan megin í Fossfirði og byggðist staðsetning þess m.a. á fjarlægð frá landi og að fóðrun eldisfisks færi fram þaðan. Eldissvæðið er í um 300 m fjarlægð frá landi. Við staðsetningu eldissvæðisins var einnig horft til eldiskilyrða og umhverfisálags, en dýpi á eldissvæðinu er víðast 60-80 metrar.¹⁶ Nú er ekki lengur þörf á að fóðra eldisfisks frá landi og hafa forsendur fyrir eldi í Fossfirði því breyst.

Eins og fram hefur komið áformar Arnarlax að færa núverandi eldismagn í Fossfirði yfir á eldissvæði við Haganes. Skilyrði á eldissvæði við Haganes eru talin betri en á eldissvæði í Fossfirði, en auk þess er gert er ráð fyrir að tilfærslan skili sér í jafnari straumum og betra súrefnisflæði fyrir eldisfisk. Einnig hafi það í heild í för með sér minni uppsöfnun lífrænna efna og mögulega minni áhrif á botn- og botndýralíf í firðinum. Stefnt er að flutning eldisfisks frá Fossfirði yfir á Haganes í júlí 2021.

4.2 Eldissvæði við Haganes

Eldissvæðið við Haganes er á sjókvíaeldissvæði A og hefur Arnarlax stundað þar eldi síðan 2014, sjá Mynd 4.2. Með tilfærslu eldisins frá eldissvæði í Fossfirði yfir á eldissvæði við Haganes, er gert ráð fyrir að koma eldiskvíum þannig fyrir að þeim verði raðað þvert á straumstefnu. Með þessu móti verður straumur jafnari í eldiskvíum, en miðað er við að snúa eldisbúnaði þannig að straumur og straumhraði verði sem hagstæðastur eldisfiski og bæti súrefnisflæði í kvíunum. Hæfilegur straumur og gott súrefnisflæði eru mikilvægir þættir til að tryggja velferð og góðan vöxt eldisfisks í kvíunum. Breytingin dregur ennfremur úr smítalagi vegna laxalúsar og fisksjúkdóma í eldinu. Botn undir eldiskvíum við Haganes er víða harður en það bendir til að víða hindri botnstraumur uppsöfnun sets undir eldiskvíum.

¹⁶ Jón Örn Pálsson. 2013. Umhverfisáhrif af 4.500 tonna framleiðsluaukningu á laxi í Fossfirði. Fjarðalax.

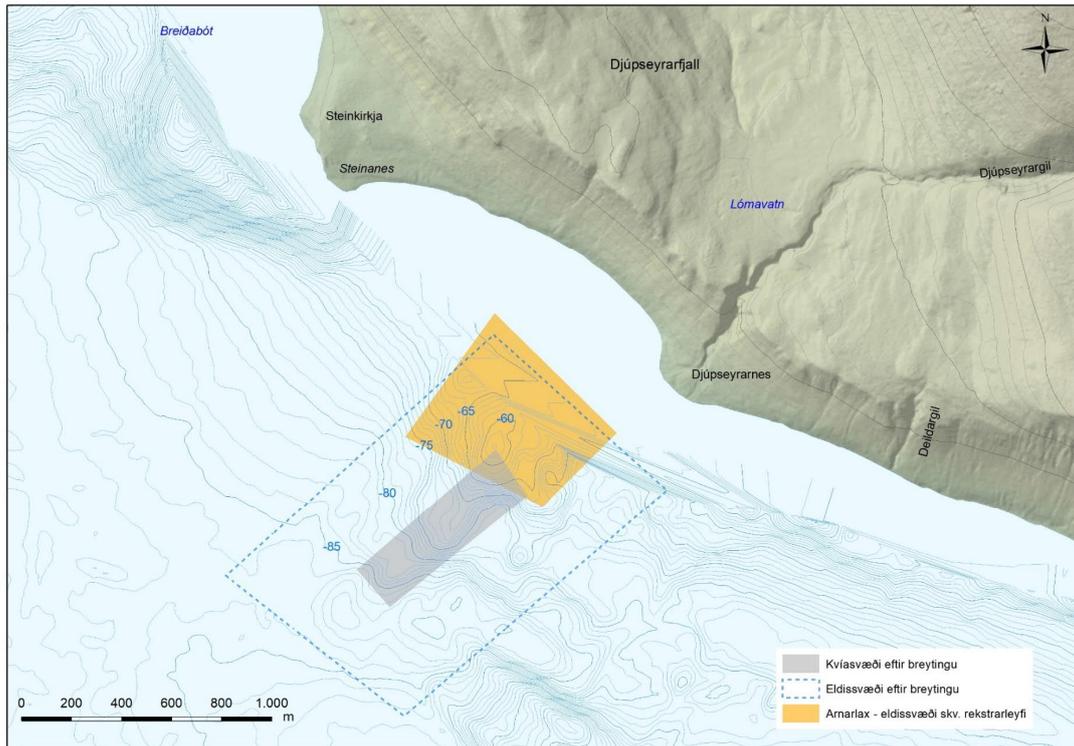


Mynd 4.2 Núverandi eldissvæði við Haganes (gulur reitur) og fyrirhuguð tilfærsla eldissvæðis (blá brotalína) og ásamt svæði fyrir kvísamstæðu (grár reitur).

Eins og sjá má á Mynd 4.2 er gert ráð fyrir að afmörkun eldissvæðisins verði heldur rýmri eftir breytingu. Það þjónar þeim tilgangi að hafa möguleika á að færa kvísamstæðu til innan eldissvæðisins, ef bregðast þarf við vegna uppsöfnunar lífrænna efna eða versnandi ástands botns eða botndýralífs undir eldiskvíum.

4.3 Eldissvæði við Steinanes

Eldissvæði við Steinanes er á sjókvíeldissvæði A og þar hefur Arnarlax stundað eldi frá árinu 2016. Tilfærsla eldissvæðisins miðar við að raða eldiskvíum þvert á straum og straumstefnu til að tryggja gott súrefnisflæði og tryggja þannig betur vöxt og velferð eldisfisks. Gert ráð fyrir að afmörkun eldissvæðisins verði heldur rýmri eftir breytingu, sjá Mynd 4.3. Það er gert í þeim tilgangi að geta fært kvísamstæðu til innan eldissvæðisins, ef bregðast þarf við vegna uppsöfnunar lífrænna efna eða versnandi ástands botns eða botndýralífs undir eldiskvíum.

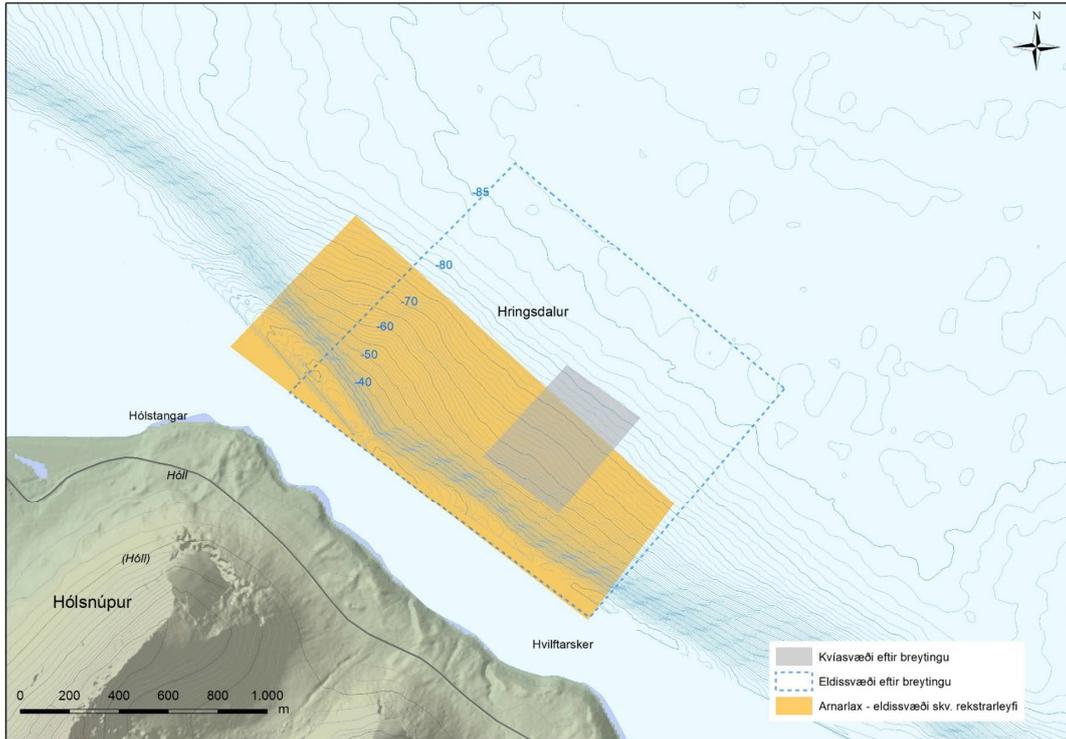


Mynd 4.3 Núverandi eldissvæði við Steinanes (gulur reitur) og fyrirhuguð tilfærsla eldissvæðis (blá brotalína) ásamt svæði fyrir kvíasamstæðu (grár reitur).

4.4 Eldissvæði við Hringsdal

Eldissvæði við Hringsdal er á sjókvíeldissvæði C og hefur Arnarlax stundað eldi þar frá árinu 2016. Enginn eldisfiskur er á eldissvæði við Hringsdal sem stendur en miðað er við að þar verði hægt að koma eldiskvíum fyrir þannig að þær snúi þvert á straum og straumstefnu, í þeim tilgangi að tryggja betra súrefnisflæði og bæta vöxt og velferð eldisfisks.

Eins og sjá má á Mynd 4.4 er gert ráð fyrir að afmörkun eldissvæðisins verði heldur rýmri eftir breytingu. Það þjónar þeim tilgangi að geta fært kvíasamstæðu til innan eldissvæðisins, ef sú staða kæmi upp að bregðast þurfi við vegna uppsöfnunar lífrænna efna eða versnandi ástands botns eða botndýralífs undir eldiskvíum.



Mynd 4.4 Núverandi eldissvæði við Hríngsdal (gulur reitur) og fyrirhugað tilfærsla eldissvæðis (blá brotalína) ásamt svæði fyrir kvísamstæðu (grár reitur).

5 Tillögur Hafrannsóknastofnunar að skiptingu eldissvæða í Arnarfirði

Hafrannsóknastofnun kynnti þann 12 júní 2020 tillögu að skiptingu Arnarfjarðar í eldissvæði á grundvelli burðarþols og bestu heildarnýtingar mögulegra eldissvæða.¹⁷ Í skýrslunni er gerð tillaga að skiptingu fjarðarins í eldissvæði ásamt því að gera annars vegar tillögu að hámarkslífmassa á hverju eldissvæði og hins vegar að hámarkslífmassa á hverju sjókvíaeldissvæði. Stofnunin leggur til að hámarkslífmassi á sjókvíaeldissvæði A, þar sem eldissvæði Arnarlax við Haganes, Steinanes og Fossfjörð eru staðsett, verði 15.000 tonn. Jafnframt leggur stofnunin til að hámarkslífmassi á eldissvæðinu við Steinanes verði ekki meiri en 7.000 tonn og að hámarkslífmassi á sameinuðu eldissvæði sem nær frá Haganesi og inn í Fossfjörð verði ekki meiri en 7000 tonn á hverjum tíma.

Hafrannsóknastofnun sendi Skipulagsstofnun tillöguna til kynningar þann 3. júlí 2020 í samræmi við 4. gr. a. laga nr. 71/2008 um fiskeldi. Kynningartíma tillögu Hafrannsóknastofnunar lauk þann 7. ágúst s.l. (Skipulagsstofnun, 2020)

Í athugasemdum Arnarlax við tillögu Hafrannsóknastofnunar, dags. þann 6. júlí 2020, er bent á að það sé reynsla félagsins að lega sjókvía þvert á straum auki vöxt, fiskivelferð og fyrirbyggi uppsöfnun óæskilegra lífrænna efna frá eldinu. Forsenda þess að hægt sé að staðsetja sjókvíar á sem bestan hátt með tilliti til straumstefnu er að eldissvæðin séu nægjanlega stór að umfangi. Í öðru lagi þurfi lega og stærð eldissvæða að vera með þeim hætti að hægt sé að færa eldisbúnað til á eldissvæðinu ef bregðast þurfi við uppsöfnun lífrænna efna undir kvíum. Í þriðja lagi er bent á að akkeri og festingar eldiskvíar eru innan afmarkaðs eldissvæðis, en þær ná yfirleitt töluvert langt út frá sjókvíunum sjálfum. Lífræn efni falli þar með ekki til botns á mesta dýpi í útjaðri eldissvæðis, heldur á grynna svæði. Í fjórða lagi bendir Arnarlax á að reynsla fyrirtækisins af eldi á eldissvæðinu við Haganes gefi til kynna að svæðið hentar vel til eldis en niðurstöður vöktunar á eldissvæðinu styðja það.

¹⁷ Hafrannsóknastofnun. 2020. Tillaga að skiptingu Arnarfjarðar í eldissvæði á grundvelli burðarþols og bestu mögulegu heildarnýtingu eldissvæða. Hafnarfjörður: Hafrannsóknastofnun.



6 Skipulag og vernd

Samkvæmt skipulagslögum nr. 123/2010 takmarkast aðalskipulag sveitarfélaga við línu sem liggur 115 m utan við stórstraumsfjöruborð (netlög). Á strandsvæðinu utan þess (netalaga) er engin skipulagsáætlun í gildi. Nú er unnið er að gerð strandsvæðaskipulags á Vestfjörðum og sett hefur verið fram lýsing á gerð skipulagsins.¹⁸ Í strandsvæðaskipulaginu verður sett fram stefna og ákvarðanir stjórnvalda um framtíðarnýtingu og vernd svæðisins. Strandsvæðisskipulagið mun leggja grunn að leyfisveitingum fyrir framkvæmdum og annarri starfsemi á því svæði sem skipulagið tekur til.

Engin friðlýst svæði eru í sjó í Arnarfirði og engin svæði á náttúruminjasrá eru í nálægð við eldissvæði.

7 Áhrif breytingar

Í matsskýrslu Arnarlax frá árinu 2015 var lagt mat á áhrif 7.000 tonna framleiðsluaukningar á eftirfarandi umhverfispætti: Ástand sjávar og strandsvæða, botndýralíf, annað sjávarlíf (svif- og botnþörungur, nytjastofnar, laxfiskar og sjávarspendýr), fugla, ásynnd, samfélag og sjávar- og strandnýtingu. Þá liggur fyrir að forsendur áætlunar um burðarþol Arnarfjarðar er að helmingur fasts úrgangs frá eldisstarfsemi lendi í botnlagi fjarðarins þ.e.a.s. fyrir neðan þröskuldsdýpi (60 m).¹⁹

Breyting á framangreindri framkvæmd felur í sér flutning eldis frá eldissvæði í Fossfirði yfir á eldissvæði við Haganes og breytta legu og afmörkun eldissvæða við Haganes, Steinanes og Hringisdal. Engin breyting verður á framleiðslumagni, hámarkslífmassa eða hvíld eldissvæða.

Færsla eldissvæðis á meira dýpi getur haft þau áhrif að meira af úrgangi falli í botnlag Arnarfjarðar og lækki þannig súrefnisstyrk sjávar í þeim hluta fjarðarins. Ný lega eldisþyrpinga, þvert á straumstefnu, er líkleg til að draga úr smítalagi vegna laxalúsar og smitsjúkdóma, miðað við núverandi fyrirkomulag. Þá þarf einnig að horfa til þess að upp hafa komið tilvik þar sem þurft hefur að nota lúsalyf í eldi í Arnarfirði, sem kann að hafa eitrunaráhrif m.a. á rækju. Mögulegt er að breytt framkvæmd hafi önnur áhrif en um var fjallað í umhverfismati varðandi ástand botnsjávar og botndýralíf þar, laxalús og sjúkdóma og einnig nytjastofna Arnarfjarðar vegna notkunar á lúsalyfjum í eldinu.

Í eftirfarandi köflum eru metin líkleg áhrif fyrirhugaðrar breytingar á ástand sjávar, botnset og botndýralíf, laxfiska með tilliti til laxalúsar og fisksjúkdóma og á nytjastofna sjávar.

7.1 Ástand sjávar, botnset og botndýralíf

Með tilliti til burðarþols Arnarfjarðar telur Hafrannsóknastofnun æskilegt að eldissvæði í firðinum séu staðsett þannig að úrgangur frá eldinu lendi ekki allur á hafsbotni neðan við 75 m dýpi.²⁰ Breytt tilhögun eldissvæða Arnarlax mun ekki leiða til annars umfangs á lífrænum úrgangi frá eldinu en um var fjallað á sínum tíma í umhverfismati laxeldis fyrirtækisins. Hins vegar mun breytt staðsetningu eldissvæða mögulega leiða til þess að dreifing lífræns úrgangs frá eldinu verði önnur neðan við 75 m dýpi en lýst var í umhverfismatinu. Þá er gert ráð fyrir að framleiðsla Arnarlax í Fossfirði færir yfir á eldissvæðið við Haganes. Um þessi atriði verður nú fjallað með tilliti til ástands sjávar, botnsets og botndýralífs.

7.1.1 Flutningur framleiðslu frá eldissvæði í Fossfirði

Eins og fram hefur komið verður núverandi eldismagn í Fossfirði fært yfir á eldissvæði við Haganes. Tillaga Hafrannsóknastofnunar að skiptingu Arnarfjarðar í eldissvæði, sem nú er til meðferðar, byggir á burðarþolsmati frá árinu 2015. Samkvæmt tillögunni þolir sjókvíaeldissvæði A allt að 15.000 tonna hámarkslífmassa, en innan svæðisins hefur eldi verið stundað við Haganes, Steinanes og í Fossfirði. Skilgreind eru þrjú eldissvæði innan sjókvíaeldissvæðis A og eitt þeirra nær yfir núverandi eldissvæði (sjókvíaeldisstöðvar) við Haganes og í Fossfirði (nefnd undirsvæði í tillögunni) og leggur stofnunin til að

¹⁸ Skipulagsstofnun. 2020. Lýsing fyrir gerð strandsvæðaskipulags. Vestfirðir. Strandsvæðaskipulag.

¹⁹ Hafrannsóknastofnun. 2020. Tillaga að skiptingu Arnarfjarðar í eldissvæði á grundvelli burðarþols og bestu mögulegu heildarnýtingu eldissvæða. Hafnarfjörður: Hafrannsóknarstofnun.

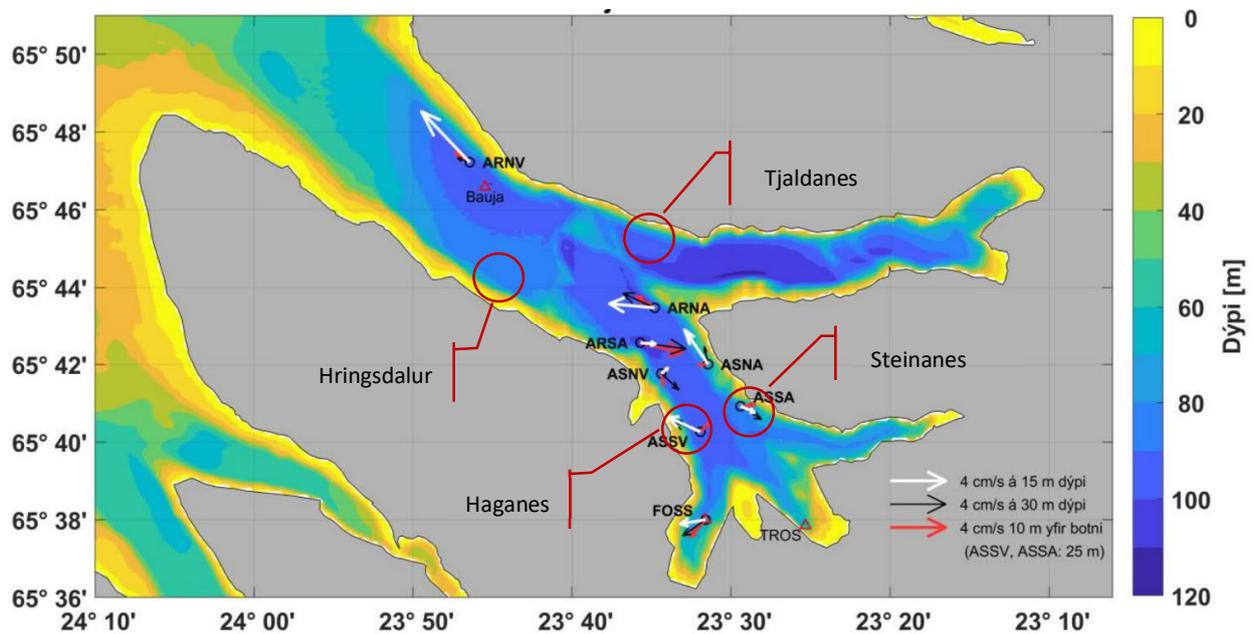
²⁰ Hafrannsóknastofnun. 2015. Greinargerð: Bráðabirgðamat á burðarþoli Arnarfjarðar m.t.t. sjókvíaeldis. Reykjavík: Hafrannsóknarstofnun.

hámarkslífmassi eldissvæðisins verði 7.000 tonn.²¹ Framleiðsluáætlun Arnarlax gerir ráð fyrir að framleiðslan við Haganes rúmist innan þeirra marka, sjá Mynd 3.2. Þó leyfilegt framleiðslumagn í Fossfirði færast yfir á Haganes er því ekki um að ræða aukinn lífmassa á sjókvíaeldissvæði A. Álag á vistkerfi Arnarfjarðar ætti því ekki að verða umfram áætlað burðarþol fjarðarins.

7.1.2 Djúplag Arnarfjarðar

Í fjörðum þar sem þröskuldur er við mynni fjarðar getur verið tvísýnt um endurnýjun sjávar og súrefnis í botnlagi þeirra. Arnarfjörður hefur slíkan eiginleika. Vegna fiskeldis í firðinum þarf því sérstaklega að gæta þess að lífríki í botnlaginu skaðist ekki á því tímabili sem lágmarksstyrkur súrefnis í dýpstu hluta fjarðarins varir, í byrjun vetrar ár hvert.

Hringrás meðalstraums í Arnarfirði er almennt þannig að sjór berst inn í fjörðinn sunnan til og út úr honum að norðan. Almennt er straumstefnan áþekkt á öllum dýpum en í innfjörðum Arnarfjarðar eru dæmi þess að sjór flytjist í eina átt við yfirborð en aðra átt niður við botn, sjá Mynd 7.1.



Mynd 7.1 Straumakerfi í Arnarfirði. Hvítar örvar sýna straum á 15 m dýpi, svartar örvar sýna straum á 30 m dýpi og rauðar örvar sýna straum 10 m yfir botni á hverjum stað.²² Lega eldissvæða Arnarlax er sýnd.

Meðan á árvissri lagskipting stendur er straumur í botnlagi Arnarfjarðar minni en í sjávarlögum þar fyrir ofan.²³

Mælingar Hafrannsóknastofnunar, sem gerðar voru í september 2016, leiddu í ljós að fyrir neðan 70 metra dýpi í Arnarfirði var súrefnismettun sjávar 51-68 %²⁴ og við náttúrulegar aðstæður getur styrkur súrefnis við botn orðið lægstur um 3 ml/l síðla hausts í suðurfjörðum Arnarfjarðar.²⁵ Álitid er að við svo lágan styrk fari tegundafjölbreytileiki botndýra minnkandi.²⁶

²¹ Hafrannsóknastofnun. 2020. Tillaga að skiptingu Arnarfjarðar í eldissvæði á grundvelli burðarþols og bestu mögulegu heildarnýtingu eldissvæða. Hafnarfjörður: Hafrannsóknarstofnun.

²² Hafrannsóknastofnun. 2020. Tillaga að skiptingu Arnarfjarðar í eldissvæði á grundvelli burðarþols og bestu heildarnýtingar eldissvæða. Hafnarfjörður: Hafrannsóknarstofnun.

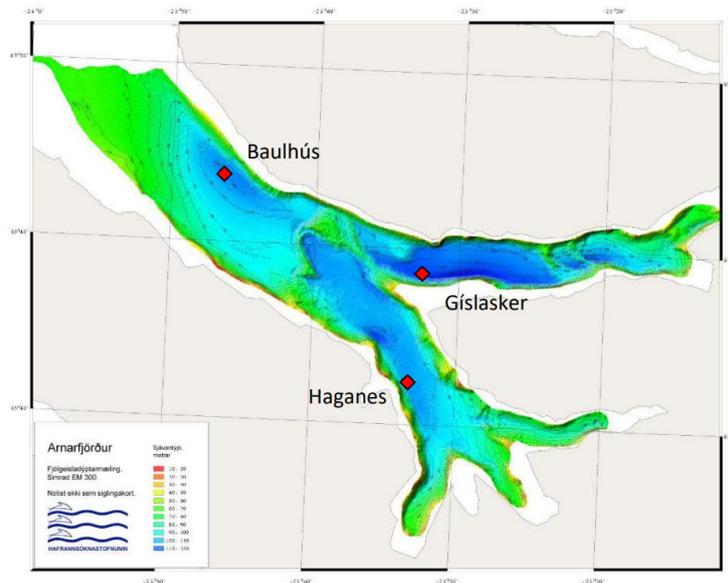
²³ Hafrannsóknastofnun. 2015. Greinargerð: Bráðabirgðamat á burðarþoli Arnarfjarðar m.t.t. sjókvíaeldis. Reykjavík: Hafrannsóknarstofnun.

²⁴ Sólveig R. Ólafsdóttir, Alice Benoit-Cattin og Magnús Danielsen. 2017. Endurnýjun næringarefna nærri botni í Arnarfirði og Ísafjarðardjúpi. Reykjavík: Hafrannsóknarstofnun, HV 2017-035.

²⁵ Hafrannsóknastofnun. 2015. Greinargerð: Bráðabirgðamat á burðarþoli Arnarfjarðar m.t.t. sjókvíaeldis. Reykjavík: Hafrannsóknarstofnun.

²⁶ Buhl-Mortensen, L. Aure, J. Alve, E., Oug, E. & Husum K. 2006. Effects of hypoxia on fjordfauna: The bottomfauna and environment in fjords on the Skagerrak coast. *Fisken og Havet* 3:108 p.

Fylgst er með ástandi sjávar á þremur staðsetningum í Arnarfirði á þeim tíma árs sem súrefnisstyrkur djúpsjávar er lægstur, sjá Mynd 7.2.



Mynd 7.2 Staðsetning sjómælinga í Arnarfirði til vöktunar á ástandi sjávar.

Súrefnisástand við botn var áþekkt árin 2016 og 2019, en seinna árið var ástandið þó verra í Borgarfirði (Gíslasker), sjá Tafla 7.1. Samkvæmt þessu má álykta að ekki hafi komið fram merki um að eldisstarfsemi hafi raskað náttúrulegu ástandi botnsjávar í Arnarfirði.

Tafla 7.1 Niðurstöður mælinga á súrefnisstyrk og súrefnismettun við botn Arnarfjarðar í október árin 2016 og 2019.^{27,28}

Mælistaður	Dýpi (m)	2016		2019	
		Súrefnisstyrkur (ml/l)*	Súrefnismettun (%)	Súrefnisstyrkur (ml/l)	Súrefnismettun (%)
Baulhús	100	3,78	56	3,61	52
Gíslasker	115	3,78	55	2,88	41
Haganes	100	3,36	49	5,21	76

* Í Margrét Thorsteinsson og Cristian Gallo (2017) er styrkur í mg/l. 1 mg/l = 0.700 ml/l (<http://ocean.ices.dk/Tools/UnitConversion.aspx>)

Reglulega er fylgst með ástandi sjávar, botnsets og botndýralífs undir kvíum á eldissvæðum Arnarlax, bæði þegar lífmassi er í hámarki og við lok hvíldartíma. Við mat á ástandi eldissvæða eru notaðir vísar í samræmi við norska staðalinn NS 9410:2016 og ASC-staðalinn.

Niðurstöður vöktunar í lok hvíldartíma við Haganes í maí 2020 sýndu að botnset var enn nokkuð hlaðið lífrænu efni en ekki merki um áhrif mengunar á lífríki botnsins. Ástand á svæði næst eldiskvíum (e. local impact zone)²⁹ flokkaðist sem mjög gott og engin vísitengund fyrir mengun var meðal tíu algengustu tegunda botndýra. Súrefnismettun við botn var 98%.³⁰

Í lok hvíldar á eldi við Hringsdal árið 2018 reyndist botnset næst eldiskvíum nokkuð hlaðið lífrænu efni og vísitengundir fyrir mengun voru meðal tíu algengustu tegunda botndýra. Eftir sem áður flokkaðist

²⁷ Margrét Thorsteinsson og Cristian Gallo. 2017. Súrefnismælingar í Arnarfirði 2016 - október og desember. Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 08-17.

²⁸ Margrét Thorsteinsson. 2019. Súrefnismæling 18. október 2019. Arnarlax (Arnarfjörður). Patreksfjörður: Náttúrustofa Vestfjarða, NVG nr. 05-19.

²⁹ Staðallinn NS 9410:2016 skilgreinir „local impact Zone (C1)“ sem svæði við eldiskvíar og næsta nágrenni þeirra. Á því svæði fellur til mest af lífrænum úrgangi frá eldinu.

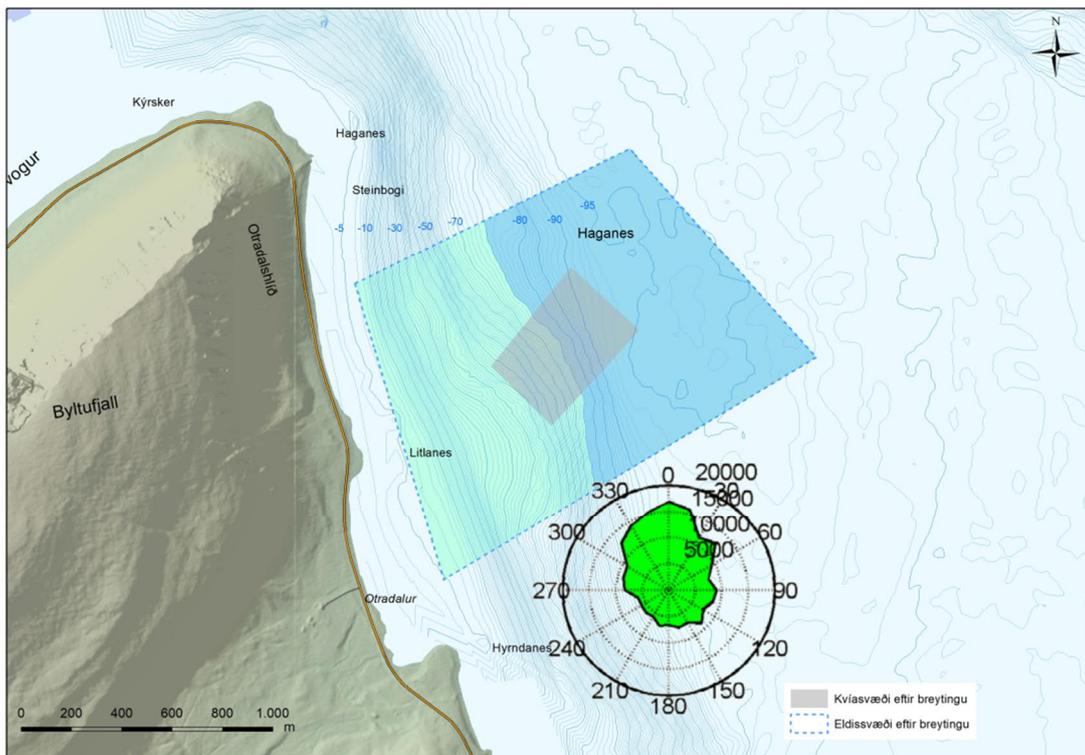
³⁰ Hans-Petter Mannvik og Snorri Gunnarsson. 2020. Arnarlax hf. C-survey (fallow period) Haganes, 2020. Akvaplan-niva report nr. 62253.01.

ástandið sem mjög gott samkvæmt viðmiðum NS 9410:2016.³¹ Vegna bilunar í mælíbúnaði fengust ekki niðurstöður um ástand sjávar við botn.

Eins og við Haganes og Hringsdal var botnset nokkuð hlaðið lífrænu efni í lok hvíldar á eldissvæðinu við Steinanes. Engin vísitengund um mengun var á meðal tíu algengustu botndýranna. Ástand næst eldiskvíum flokkaðist sem mjög gott. Súrefnismettun við botn var 90%.³²

Vöktun á eldi Arnarlax í Arnarfirði fram til þessa leiðir í ljós að lífrænn úrgangur frá eldinu safnast upp á botni undir sjókvíum og nokkra tugi metra frá þeim.^{33,34} Í lok eldislotu hefur fjölbreytni botndýralífs hrakað innan áhrifasvæðis eldisins og töluverð fjölgun orðið innan tegunda sem þola vel skert súrefnisástand. Áhrif á botndýralíf hafa því orðið talsvert neikvæð á takmörkuðu svæði nærri eldisstað, en fjær hafa áhrifin verið nokkuð neikvæð til óveruleg eða engin. Eins og rakið hefur verið hér að framan hefur ástand botnsins náð sér að mestu áður en ný eldislota hefst og ekki eru merkjanleg áhrif eldisins í djúplagi Arnarfjarðar, samanber Tafla 7.1.

Hafrannsóknastofnun telur æskilegt að úrgangur frá eldinu lendi ekki allur á hafsbotni neðan við 75 m dýpi. Sá hluti sjávarbotns þar sem dýpi er meira en 75 m undir nýjum staðsetningum eldissvæða má sjá á Mynd 7.3 til Mynd 7.5. Meðaldýpi undir hinum nýju eldissvæðum verður nokkuð meira en á núverandi svæðum. Innan eldissvæðanna er einnig skilgreint svæði fyrir kvísamstæður sem til stendur að leggja þvert á straumstefnu. Helmingur kvísamstæða við Haganes og Steinanes verða þar sem dýpi er meira en 75 m en hlutfallið er mun lægra við Hringsdal, sjá Tafla 7.2.



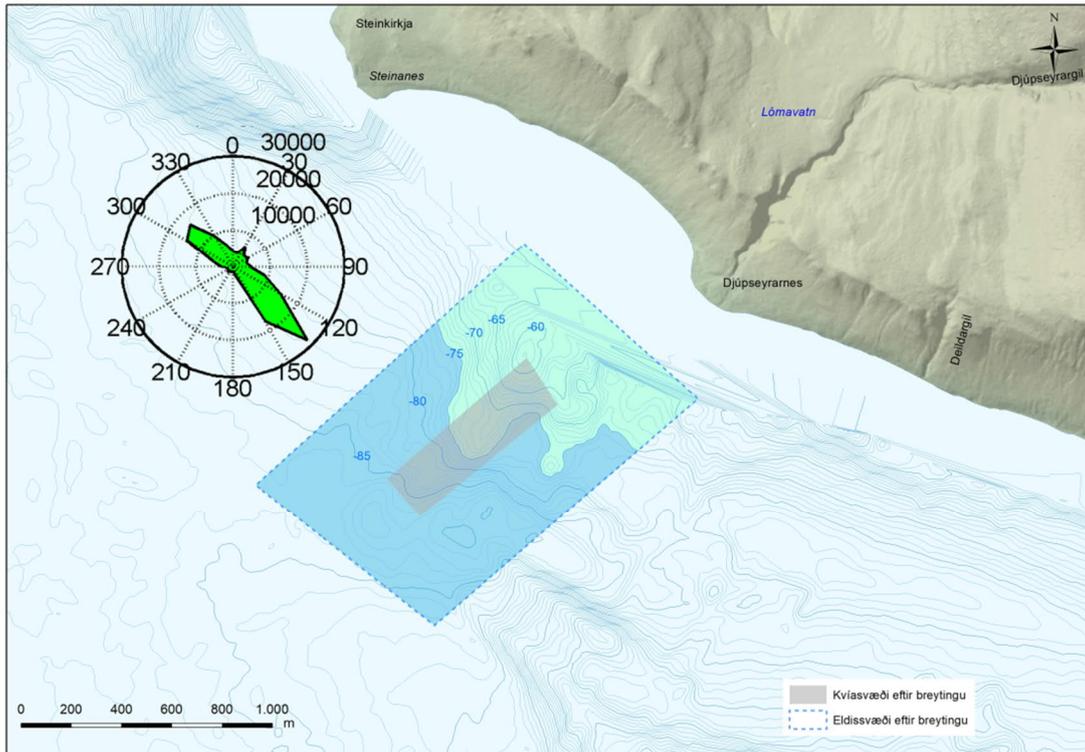
Mynd 7.3 Fyrirhuguð lega eldissvæðis við Haganes. Botn á meira dýpi en 75 m er auðkenndur með bláum lit. Einnig er sýnt svæði kvísamstæðu innan eldissvæðisins (grár reitur). Innfeld mynd sýnir meginflutning sjávar á 5 m dýpi.

³¹ Hans-Petter Mannvik og Snorri Gunnarsson. 2019. Arnarlax. ASC- og C-undersøkelse Hringsdalur, 2018. Akvaplan-niva report nr. 60320.01.

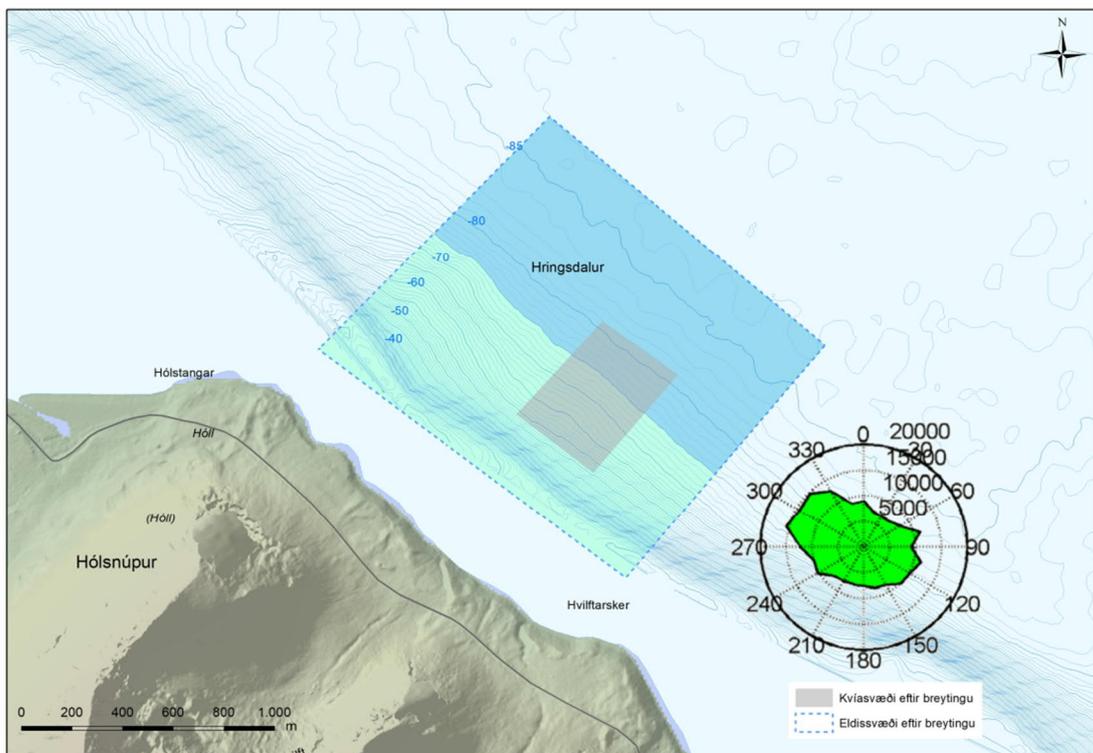
³² Roger Velvin og Snorri Gunnarsson. 2020. Arnarlax C-survey (fallow period) Steinanes, 2020. Akvaplan-niva report nr. 62254.01.

³³ Snorri Gunnarsson 2020. Ársskýrsla vegna vöktunar 2019. Arnarlax hf. Akvaplan-niva AS.

³⁴ Snorri Gunnarsson. 2019. Ársskýrsla vegna vöktunar 2018. Arnarlax hf. Akvaplan niva AS:



Mynd 7.4 Fyrirhuguð lega eldissvæðis við Steinanes. Botn á meira dýpi en 75 m er auðkenndur með bláum lit. Einnig er sýnt svæði kvíasmæðu innan eldissvæðisins (grár reitur). Innfeld mynd sýnir meginflutning sjávar á 5 m dýpi.



Mynd 7.5 Fyrirhuguð lega eldissvæðis við Hringisdal. Botn á meira dýpi en 75 m er auðkenndur með bláum lit. Einnig er sýnt svæði kvíasmæðu innan eldissvæðisins (grár reitur). Innfeld mynd sýnir meginflutning sjávar á 5 m dýpi.



Tafla 7.2 Stærð svæða fyrir kvíasamstæður innan eldissvæða, sjá Mynd 7.3 til Mynd 7.5, meðaldýpi undir þeim og hlutfall (%) hvers svæðis sem er dýpra en 75 m.

Eldissvæði	Svæði kvíasamstæðu		
	Flatarmál (m ²)	Meðaldýpi (m)	Hlutfall >75 m (%)
Haganes	181.874	76	55
Steinanes	154.048	75	50
Hringsdalur	191.773	71	36

Fóðurnotkun í eldinu verður óbreytt frá því sem nú er og ekki eru merki um áhrif eldisins í djúplagi Arnarfjarðar, eins og áður segir. Reynslan er að megnið af fóðurleifum fellur til botns stutt frá eldiskvíum og straumar í efstu lögum sjávar ráða miklu um hvert lífrænn úrgangur frá kvíum dreifist, sem á endanum lendir á sjávarbotni. Í Arnarfirði er meginflutningur yfirborðssjávar með landi og því má gera ráð fyrir að lífrænt efni frá eldinu falli til botns nokkurn vegin samsíða dýpislínum. Því er líklegt að hluti efnisins falli til botns þar sem dýpi er meira en 75 m. Vöktun á ástandi sjávar, botnseti og botndýralífi á eldissvæðum er hluti af eftirliti með starfsemi Arnarlax og mun leiða í ljós hvort nýtt fyrirkomulag á kvíaþyrpingum hafi áhrif á ástand botnsjávar. Arnarlax vinnur eftir viðbragðsáætlun sem tekur mið af niðurstöðu botnsýnarannsóknna þegar lífmassi eldisins er í hámarki. Ef til þess kemur að niðurstöður eru óásættanlegar verður ráðist í viðeigandi aðgerðir í samráði við eftirlitsaðila, sjá Tafla 3.1.

7.2 Laxfiskar - laxalús og fisksjúkdómar

Framleiðsla í eldinu verður óbreytt og hætta á lúsasmiti ætti því ekki að vera öðruvísi en um hefur verið fjallað í umhverfismati, með tilliti til umfangs. Tilfærsla eldisstarfsemi frá Fossfirði yfir á Haganes og breytt lega kvíasamstæða við Haganes, Steinanes og Hringsdal hefur það að markmiði að bæta velferð eldisfisksins og draga úr smithættu innan sjókvía og hættu á að smit berist milli kvía.

Arnarlax hefur lagt áherslu á að fyrirbyggja dreifingu og smit laxalúsar frá eldi fyrirtækisins og fylgist náið með lús í eldinu. Við lúsatalningar og vöktun á lúsasmiti í sjókvíum er notast við leiðbeiningar Matvælastofnunar og kröfur ASC staðalsins (Aquaculture Stewardship Council (ASC), 2012) vegna laxalúsar. Dýralæknir og fisksjúkdómafræðingur hafa verið fyrirtækjunum til ráðgjafar í þessu efni og hafa þessir sérfræðingar komið að þjálfun starfsfólks við greiningar á laxalús og fiskilús á eldisfiski.

Til að draga úr hættu á lúsasmiti í eldi Arnarlax hefur verið notast við hrognkelsaseiði til aflúsunar eldisfisks í sjókvíum við Haganes og Steinanes. Niðurstöður hafa reynst jákvæðar í baráttu gegn laxalús.^{35,36,37} Minna var af lús í kvíum með hrognkelsum samanborið við kvíar án þeirra. Virðist sambýli hrognkelsa og eldisfisks ganga vel. Svokallað lúsapils, sem er dúkur með fínriðnum netmöskvum sem nær niður á um 10 m dýpi, hefur einnig verið notuð á flestum eldissvæðum Arnarlax í Arnarfirði. Í ljós hefur komið að búnaðurinn hindrar streymi yfirborðslags sjávar inn í kvíar og dregur þannig úr nýsmiti laxalúsar.

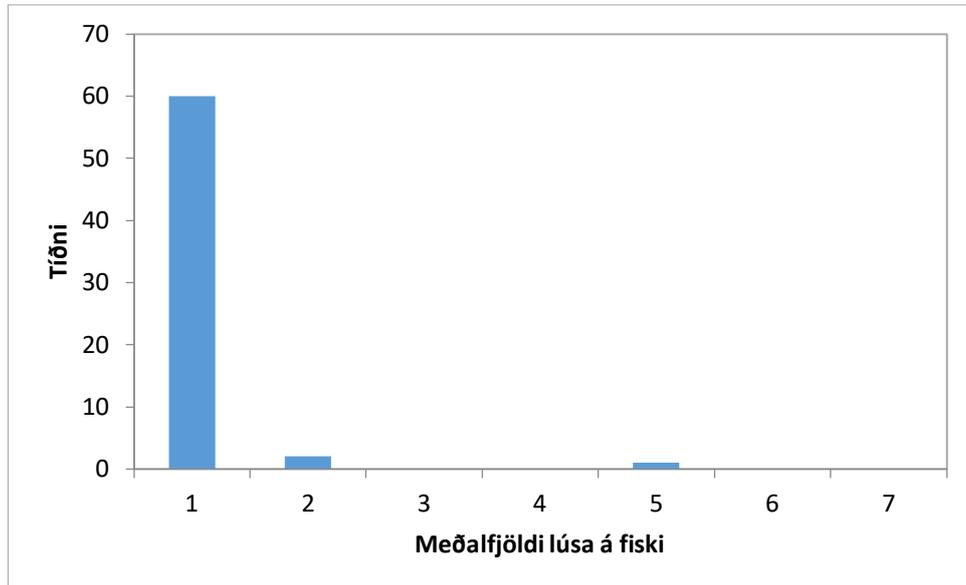
Arnarlax hefur fengið vottun á eldissvæði við Haganes, Hringsdal og Steinanes á grundvelli ASC-staðalsins. Staðallinn gerir kröfur um að fjöldi kynþroska lúsa fari ekki yfir ákveðin mörk en leyfir einnig ábyrga meðhöndlun með lyfjum með það í huga að vernda villta laxfiska. Samkvæmt niðurstöðum

³⁵ Imsland, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A. 2014. The use of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) to control sea lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestations in intensively farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 425-426, 18-23.

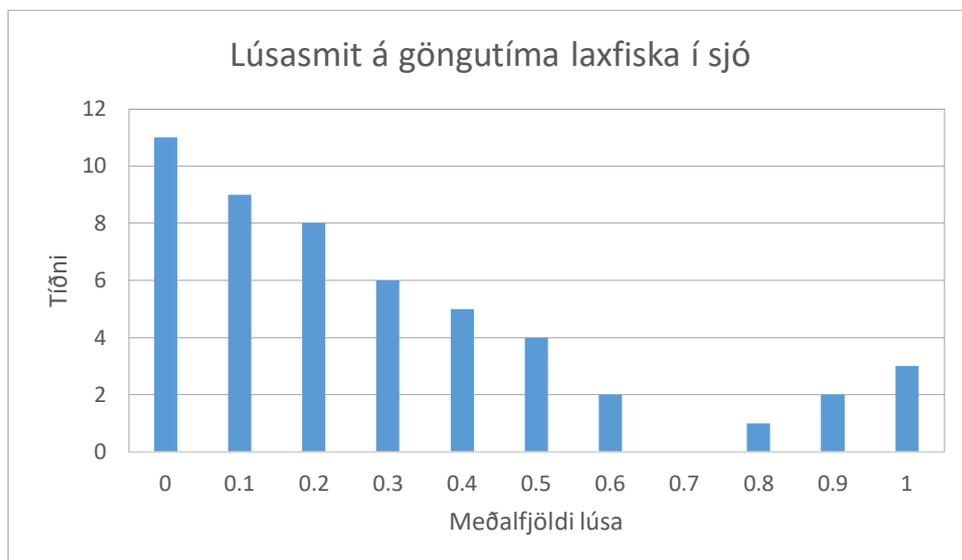
³⁶ Imsland, A.K., Reynolds, P., Nytrø, A.V., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Jónsdóttir, Ó.D.B., Emaus, P.A., Elvegård, T.A., Lemmens, S.C.A., Rydland, R., Jonassen, T.M. 2016. Effects of lumpfish size on foraging behaviour and co-existence with sea lice infected Atlantic salmon in sea cages. *Aquaculture* 465, 19-27.

³⁷ Imsland, A.K., Hanssen, A., Reynolds, P., Nytrø, A.V., Jonassen, T.M., Hangstad, T.A., Elvegård, T.A., Urskog, T.C., Mikalsen, B. 2018. It works! Lumpfish can significantly lower sea lice infections in large scale salmon farming *Biology Open* 7, 7, bio036301. doi:10.1242/bio.036301.

lúsatalningar á eldissvæðum í Arnarfirði frá byrjun árs 2018 er undantekning að fleiri en ein kynþroska kvenlús finnst á eldislaxi, að meðaltali, sjá Mynd 7.6. Almennt eru göngur laxaseiða til sjávar og sjávardvöl göngusilungs á tímabilinu júní til september. Á þeim hluta árs var algengast að meðalfjöldi lúsa á eldisfiski væri undir 0,1 kynþroska kvenlús og í meira en helmingi tilfella á bilinu 0 til 0,2, sjá Mynd 7.7. Viðmið ASC er 0,1 kynþroska kvenlús á hvern fisk á göngutíma laxfiska.



Mynd 7.6 Niðurstöður lúsatalninga (tíðni kynþroska kvendýra) í eldi Arnarlax í Arnarfirði (öll eldissvæði) frá 1. viku 2018 til 44. viku 2020.³⁸



Mynd 7.7 Tíðni meðalfjölda laxalúsa á eldisfiski (kynþroska kvendýr) í Arnarfirði (öll eldissvæði) á þeim tíma árs sem vænta má að laxaseiði og göngusilungur sé á ferð um fjörðinn (júní til september). Tímabil vöktunar er frá 1. viku 2018 til 44. viku 2020.³⁹

Í júní 2018 heimilaði Matvælastofnun að meðhöndla eldisfisk í kvíum við Steinanes með lyfi til að ná tókum á laxalúsasmiti í eldinu. Mótvægisáðgerðin kom í veg fyrir frekara smit innan eldisins og að smit

³⁸ Vefur Arnarlax. Upplýsingar um eldissvæði sem eru í ASC umsóknarferli eða hafa fengið vottun. Sótt þann 12.11.2020 á <https://www.arnarlax.is/is/gaedi>

³⁹ Vefur Arnarlax. Upplýsingar um eldissvæði sem eru í ASC umsóknarferli eða hafa fengið vottun. Sótt þann 12.11.2020 á <https://www.arnarlax.is/is/gaedi>



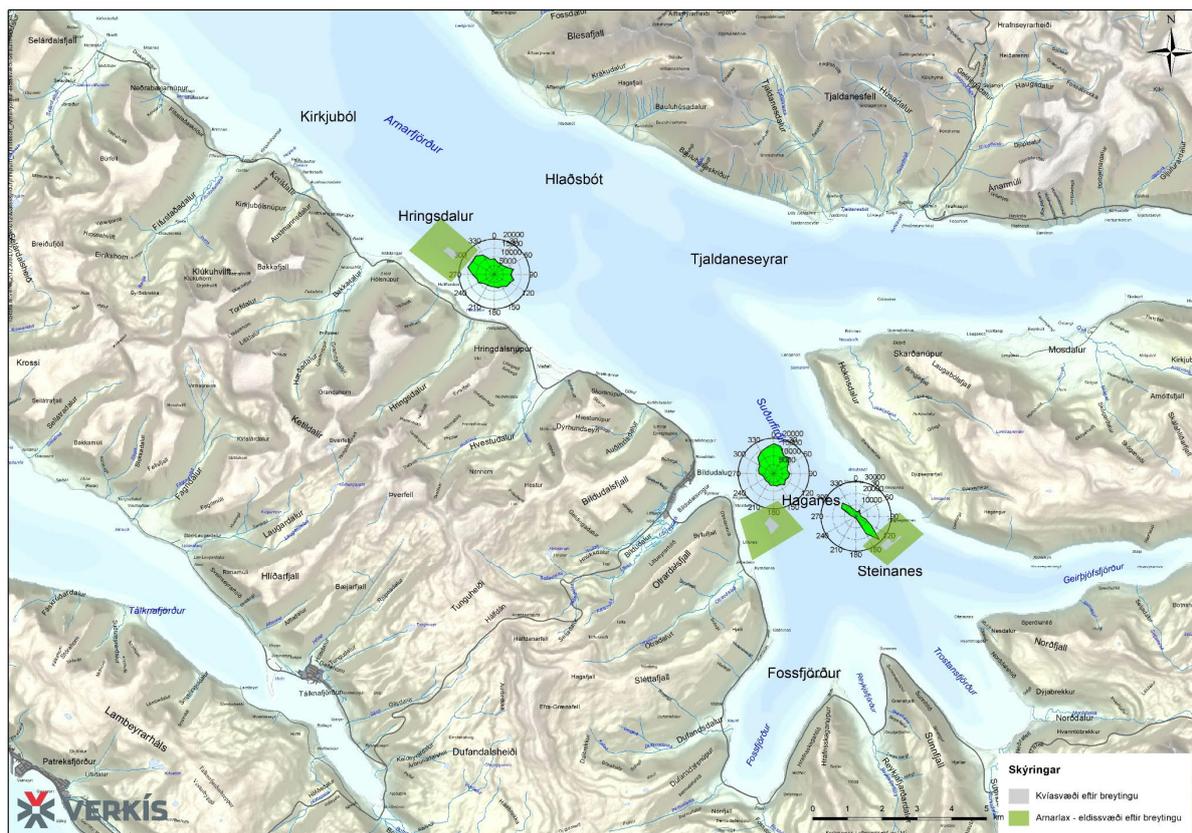
bærist mögulega í villta laxfiska á svæðinu um sumarið. Um þetta er fjallað nánar í kafla 7.3 um nytjastofna. Útsetning seiða verður áfram samræmd þannig að sjókvíaeldissvæði verður hvílt í heild sinni í að lágmarki þrjá mánuði.

Mikilvægur þáttur í starfsemi eldisfyrirtækja er að bæta velferð eldisfisks. Hæfilegur straumur og góður styrkur súrefnis eru mikilvægir þættir til þess að tryggja velferð og góðan vöxt laxins. Megin straumstefna í Arnarfirði er inn fjórðinn að sunnan og út að norðan. Straumar við yfirborð sjávar á eldissvæðum eru 6,5 til 9,9 cm/s (meðalstraumur á 5 m dýpi) og meginflutningur sjávar nokkurn veginn samsíða landi, sjá Tafla 7.3, Mynd 7.8 og Viðauka 3. Núverandi fyrirkomulag á eldinu er að leggja kvíasamstæðu með straumstefnu, sem getur skapað mismunandi straumaaðstæður í kvíum eftir því hvar þær eru staðsettar í samstæðunni. Ætlunin er að breyta þessu fyrirkomulagi og leggja kvíasamstæður þvert á straumstefnu. Þannig skapast jafnari aðstæður í kvíum sem tryggja eldisfiski betra aðgengi að ferskum og súrefnisríkum sjó í hverri sjókví. Þetta fyrirkomulag mun einnig draga úr þeirri hættu að smit berist frá einni kví til annarrar, hvort sem væri vegna laxalúsar, bakteríu eða veirusmits. Þetta fyrirkomulag er því líklegt til að draga úr smitálagi innan viðkomandi eldissvæðis.

Í ljósi þessa er tilfærsla eldissvæða, þar sem kvíasamstæður verða staðsettar þvert á straumstefnu, líkleg til að auka velferð eldisfisksins og draga úr hættu á að sjúkdómar eða laxalús breiðist út á eldissvæði og þar með minnka líkur á meðhöndla þurfi fiskinn vegna laxalúsar.

Tafla 7.3 Yfirborðsstraumar og tilflutningur sjávar við yfirborð á eldissvæðum í Arnarfirði, sjá Viðauka 3.

Eldissvæði	Meðalstraumur (cm/s)		Mestur straumur (cm/s)		Meginflutningur sjávar (stefna)
	5 m	15 m	5 m	15 m	5m
Haganes	9,9	9,1	32	34	A/SA og N
Steinanes	6,5	5,5	26	22	SA og NV
Hringsdalur	9,2	9,0	33	15	SA og NV



Mynd 7.8 Meginflutningur á vatnsmassa á 5 m dýpi á eldissvæðum við Haganes,⁴⁰ Hringisdal⁴¹ og Steinanes.⁴²

7.3 Nytjastofnar

7.3.1 Rækja í Arnarfirði

Reynsla er komin af eldinu og fyrir liggur að nota hefur þurft lúsalyf til þess að halda aftur af laxalús í eldiskvíum. Mögulegt er að sú aðgerð hafi haft áhrif á nytjastofna í Arnarfirði. Tilfærsla eldissvæða og breytt lega kvíasamstæða hefur m.a. það markmið að draga úr hættu á að laxalús verði vandamál í eldinu og að meðhöndla þurfi eldisfiskinn með lúsalyfi. Gangi það eftir má gera ráð fyrir að síður þurfi að nota lyf gegn lúsinni og dragi úr áhrifum eldisins á nytjastofna í Arnarfirði.

Vísitala rækjustofnsins í Arnarfirði hefur verið lægri frá árinu 2005 en áratugi þar á undan, en enginn sterkur árgangur hefur mælst síðustu árin.⁴³ Veiði á rækju hefur að sama skapi minnkað og frá árinu 2009 hefur mestur aflur verið sóttur á tiltölulega lítið svæði innanlega í firðinum.⁴⁴ Árin 2019 og 2020 var allur aflinn frá Borgarfirði, sjá Mynd 7.10. Talið er að útbreiðsla rækjunnar ráðist af því að meira hefur verið af ýsu og þorski í utanverðum Arnarfirði síðastliðin ár, en samfara færslu rækju inn Arnarfjörð jókst þéttleiki hennar innst í firðinum.⁴⁵

⁴⁰ Eriksen, S.D. 2017. Arnarlax hf. Lokalitetsrapport Haganes. Akvaplan-niva report no 8803.01.

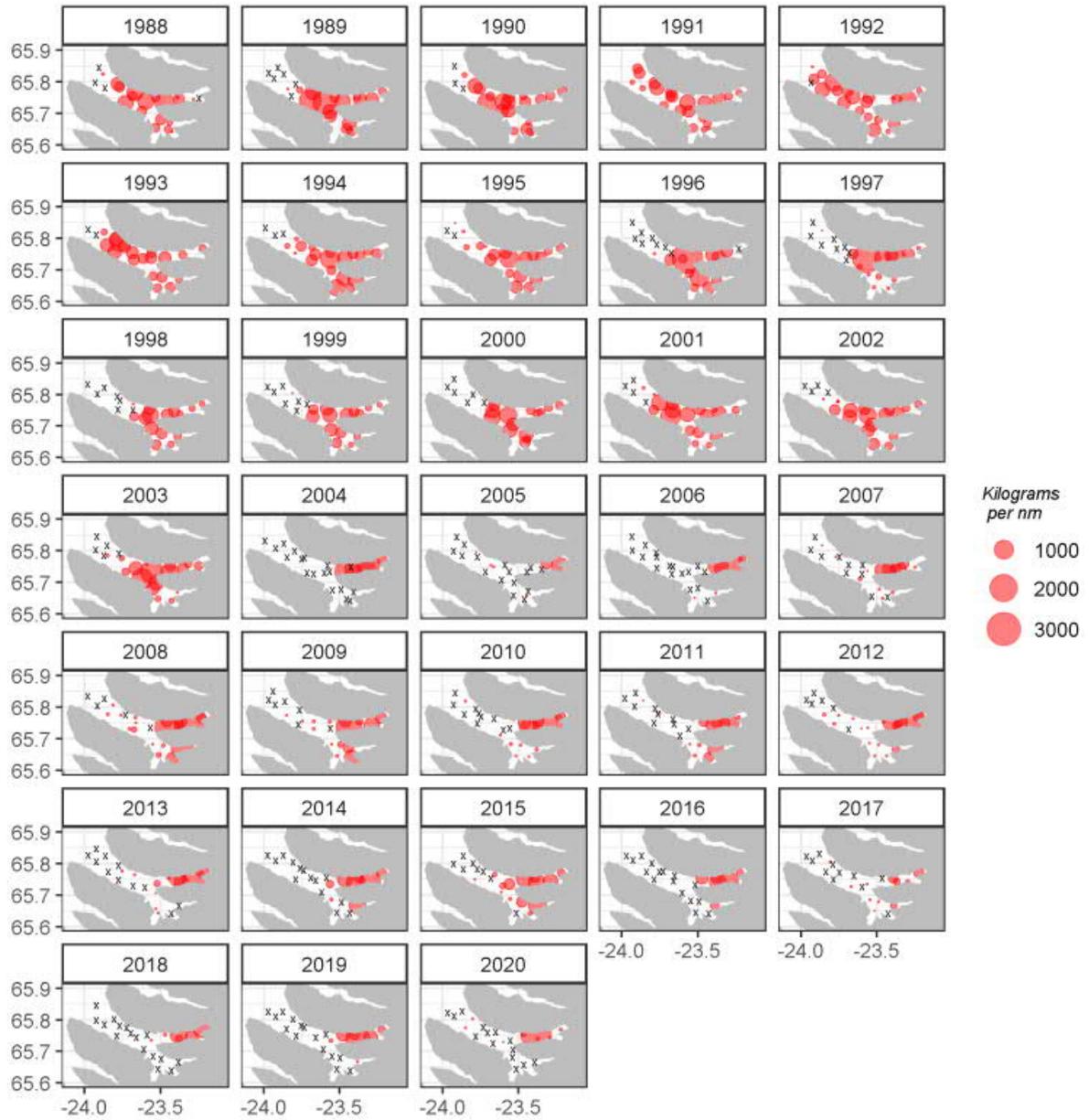
⁴¹ Eriksen, S.D. 2016. Arnarlax hf. Lokalitetsrapport Hringisdalur. Akvaplan-niva report no 8639.01.

⁴² Eriksen, S.D og Snorri Gunnarsson. 2016. Arnarlax hf. Lokalitetsrapport Steinanes. Akvaplan-niva report no 8453.02.

⁴³ Ingibjörg G. Jónsdóttir, Guðmundur Skúli Bragason, Stefán H. Brynjólfsson Anika K. Guðlaugsdóttir og Unnur Skúladóttir (2017). Yfirlit yfir rækjurannsóknir við Ísland, 1988–2015. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun, HV2017-007

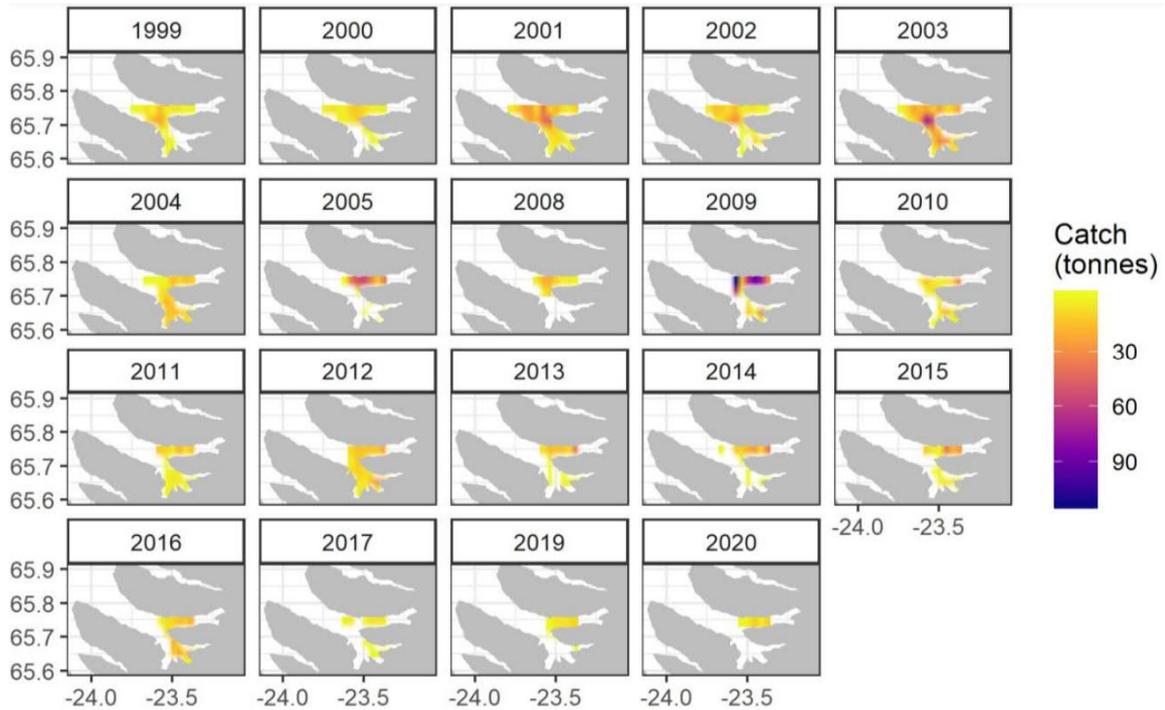
⁴⁴ Hafrannsóknastofnun. 2020. Shrimp in Arnarfjörður - Rækja í Arnarfirði *Pandalus borealis*. MFRI Assessment Reports 2020.

⁴⁵ Ingibjörg G. Jónsdóttir, Guðmundur Skúli Bragason, Stefán H. Brynjólfsson Anika K. Guðlaugsdóttir og Unnur Skúladóttir. 2017. Yfirlit yfir rækjurannsóknir við Ísland, 1988–2015. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun, HV2017-007



Mynd 7.9 Útbreiðsla og magn rækju í Arnarfirði, samkvæmt stofnmælingu Hafrannsóknastofnunar. Á myndinni merkir x stöðvar þar sem engin rækja fékkst.⁴⁶

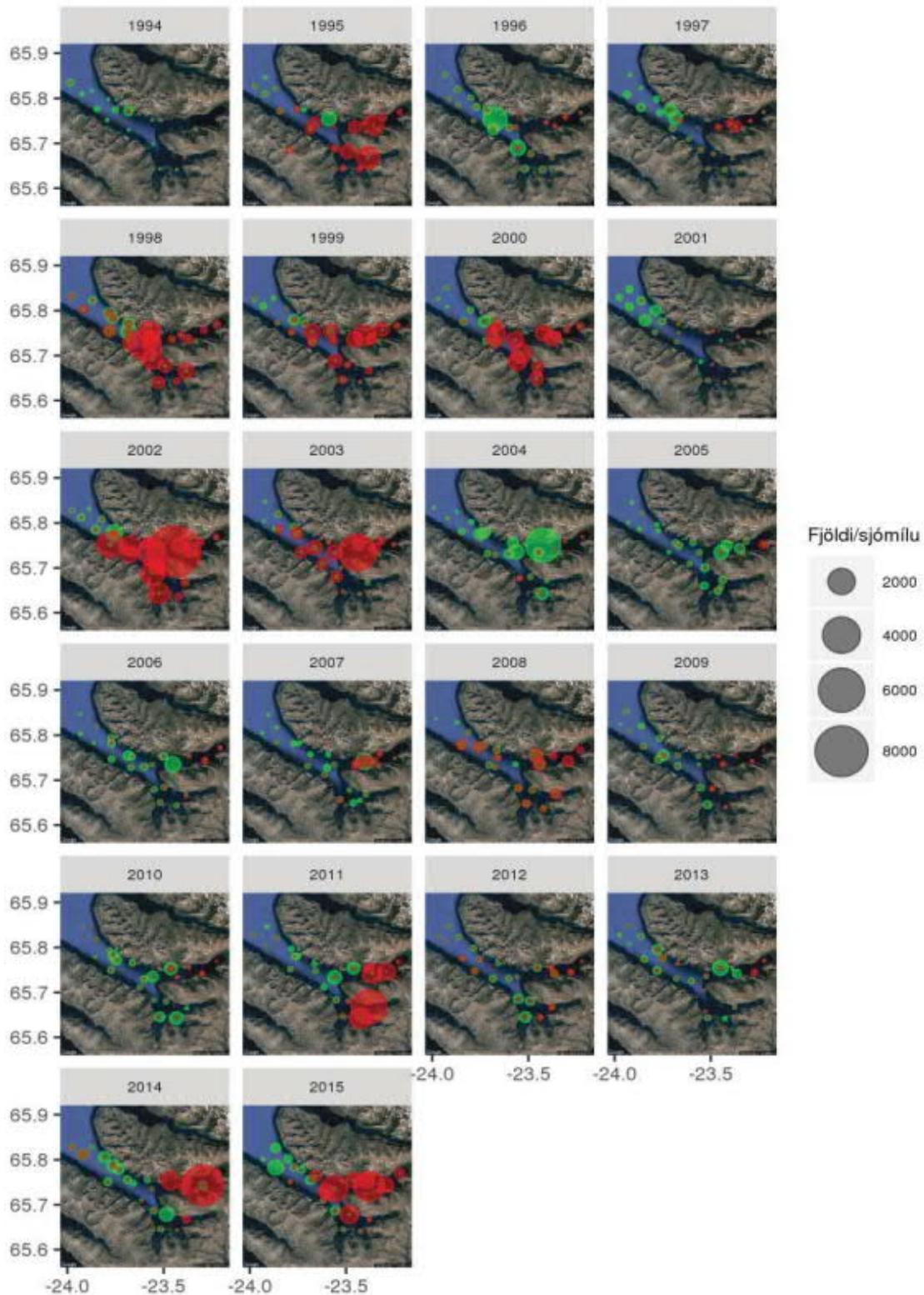
⁴⁶ Hafrannsóknastofnun. 2020. Shrimp in Arnarfjörður - Rækja í Arnarfirði *Pandalus borealis*. MFRI Assessment Reports 2020.



Mynd 7.10 Dreifing rækjuafla (tonn) í Arnarfirði.⁴⁷

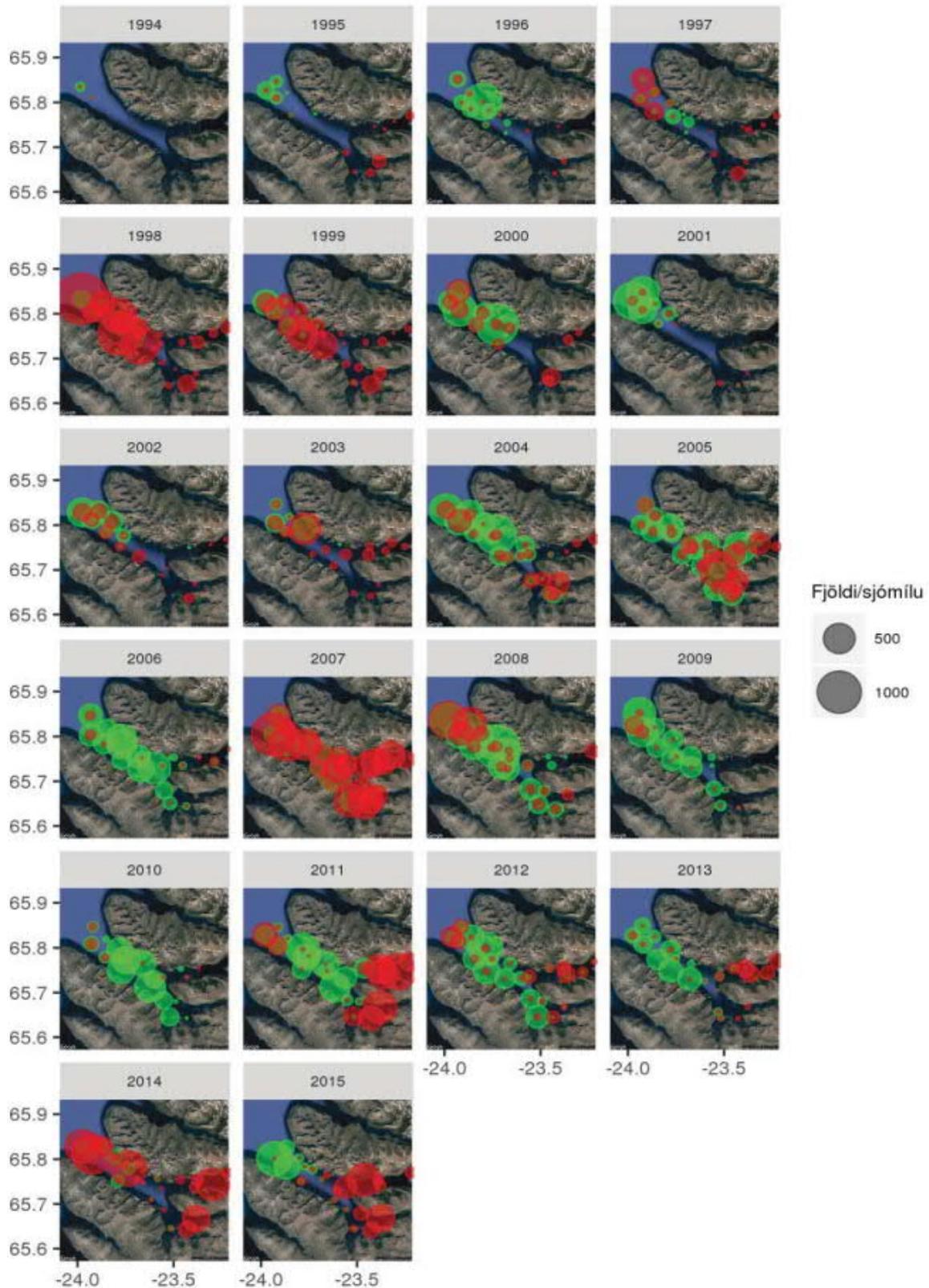
Á svipaðan hátt og rækjan hefur ungvíði þorsks helst haldið sig í innanverðum Arnarfirði, sjá Mynd 7.11. Hins vegar hafa ýsuseiði verið dreifð um allan fjörðinn, sjá Mynd 7.12.

⁴⁷ Hafrannsóknastofnun. 2020. Shrimp in Arnarfjörður - Rækja í Arnarfirði *Pandalus borealis*. MFRI Assessment Reports 2020.



Mynd 7.11 Magn (fjöldi sjómílu⁻¹) og útbreiðsla þorskseiða (rautt) og þorsks, 1 árs og eldri (grænt), í Arnarfirði.⁴⁸

⁴⁸ Ingibjörg G. Jónsdóttir, Guðmundur Skúli Bragason, Stefán H. Brynjólfsson Anika K. Guðlaugsdóttir og Unnur Skúladóttir. 2017. Yfirlit yfir rækjurannsóknir við Ísland, 1988–2015. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun, HV2017-007



Mynd 7.12 Magn (fjöldi sjómílu⁻¹) og útbreiðsla ýsuseiða (rautt) og þorsks, 1 árs og eldri (grænt), í Arnarfirði.⁴⁹

⁴⁹ Ingibjörg G. Jónsdóttir, Guðmundur Skúli Bragason, Stefán H. Brynjólfsson Anika K. Guðlaugsdóttir og Unnur Skúladóttir. 2017. Yfirlit yfir rækjurannsóknir við Ísland, 1988–2015. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun, HV2017-007.



Í júní 2018 heimilaði Matvælastofnun að meðhöndla eldisfisk í kvíum við Steinanes með lyfinu Alpha Max til að ná niður laxalús í eldinu.⁵⁰ Aftur heimilaði stofnunin notkun á Alpha Max, og einnig Slice, haustið 2019, en þá vegna fjölda fiskilúsar. Mótvægisáðgerðin kom í veg fyrir frekara smit innan eldisins og að smit bærist mögulega í villta laxfiska á svæðinu um sumarið. Virka efni Alpha Max er deltamethrin, en helmingunartími þess í sjó er tvær til fjórar klukkustundir. Helmingunartími annarra algengra aflúsunarefna, svo sem vetnisperoxíðs og azamethiphos, er talinn í dögum. Deltamethrin hefur áhrif á taugaboð og getur leitt til lómunar eða dauða lífvera. Leysni deltamethrin er lítil og því líklegt að efnið tengist ögnum í sjónum sem setjast á sjávarbotn. Nýlega hefur birst rannsókn, sem hafði það markmiði að kanna m.a. áhrif deltamethrin á stóra kampalampa með því að útsetja dýrin fyrir efninu í styrk sem ráðlagður er til lúsameðhöndlunar og í dvínandi styrk til að líkja eftir þynningu efnisins með aukinni fjarlægð frá sleppistað. Reyndist efnið vera mjög eitrad þrátt fyrir verulega þynningu á ráðlögðum styrk til meðhöndlunar á eldislaxi. Þó verður að hafa í huga að tilraunin var gerð í rannsóknastofu en ekki í náttúrunni, þar sem straumfræðilegar aðstæður á hverjum stað ráða því hve hratt aflúsunarefni þynnist í vatnssúlunni og hversu langt það ferðast með sjómassanum.

Lyf sem notuð eru gegn laxalús fara út í umhverfið og berast í vatnssúlunni frá eldinu og hluti þess botnfellur og safnast fyrir á hafsbotni. Til botns fellur einnig úrgangur frá fiskum sem inniheldur restar af lyfjum.⁵¹ Lyfin verða því aðgengileg fyrir lífverur á hafsbotni, svo sem rækju, sem étin eru af fiskungviði. Aðalfæða þorsks í Arnarfirði er rækja og ýmsar fisktegundir en fæða ýsunnar er meira blönduð, en burstormar, ljósáta og rækja eru mikilvægur hluti fæðu hennar.⁵²

Þó tilraunir á rannsóknastofu sýni fram á neikvæð áhrif laxalúsalyfja á aðrar lífverur sjávar, er erfitt að mæla áhrifin í vistkerfinu. Ýmsir utanaðkomandi þættir skipta hér máli svo sem sjávarstraumar sem dreifa og þynna lyfjastyrkinn. Á þeim tíma sem eldisfiskur var meðhöndlaður með lúsalyfjum við Steinanes hélt rækjan sig í innanverðum Borgarfirði, sjá Mynd 7.9. Yfirborðsstraumur sjávar við Steinanes liggur með landi til suðausturs í átt að Geirþjófsfirði og við Tjaldanes streymir yfirborðssjór með landi út Arnarfjörð, sjá Mynd 7.1. Því er ólíklegt að lyf hafi borist inn í Borgarfjörð, þar sem rækjustofn Arnarfjarðar heldur sig. Einnig þarf að hafa í huga að helmingunartími deltamethrin í sjó er einungis nokkrar klukkustundir, eins og áður segir.

Ósennilegt er að rækja Arnarfjarðar hafi orðið fyrir áhrifum lyfja sem beitt var til þess að ráða niðurlögum lúsa í eldi Arnarlax í firðinum. Líklegt er að staðsetning kvísamstæða, þvert á straumstefnu, muni í framtíðinni draga úr hættu á að laxalús verði að vandamáli í eldinu í Arnarfirði, samanber umfjöllun í kafla 7.2. Samfara því munu minnka líkur á að meðhöndla þurfi fisk með lúsalyfjum. Því er líklegt að breytingin muni hafa þær afleiðingar að minna álag verði á lífverur á botni Arnarfjarðar, þar með talið rækju.

7.3.2 Veidar nytjastofna

Rækjuveiðar hafa á síðustu áratugum verið mikilvægustu veiðar nytjategunda í Arnarfirði. Eins og greinir frá í kafla 7.3 hefur veiði á rækju minnkað síðustu ár og hefur aflinn verið mestur innarlega í firðinum og allur í Borgarfirði á árunum 2019 og 2020. Eins og sjá má á Mynd 7.10 hefur rækjuveiði á árunum 2016 til 2017 verið stunduð í nálægð við eldissvæði við Steinanes, en ekki nálægt eldissvæðum við Hringsdal og Haganes. Tilfærsla eldissvæðis við Steinanes er ekki talin hafa för með neikvæð áhrif umfram það sem nú er á rækjuveiði við Steinanes.

Af öðrum nytjategundum í Arnarfirði veiðist mest af þorski og ýsu. Mest er veitt á dragnót og línu.⁵³ Samkvæmt niðurstöðum mats á umhverfisáhrifum 7.000 tonna framleiðsluaukningar eldis í Arnarfirði var eldissvæði við Hringsdal talið skarast við sóknarsvæði línu- og dragnótarbáta og eldissvæði við

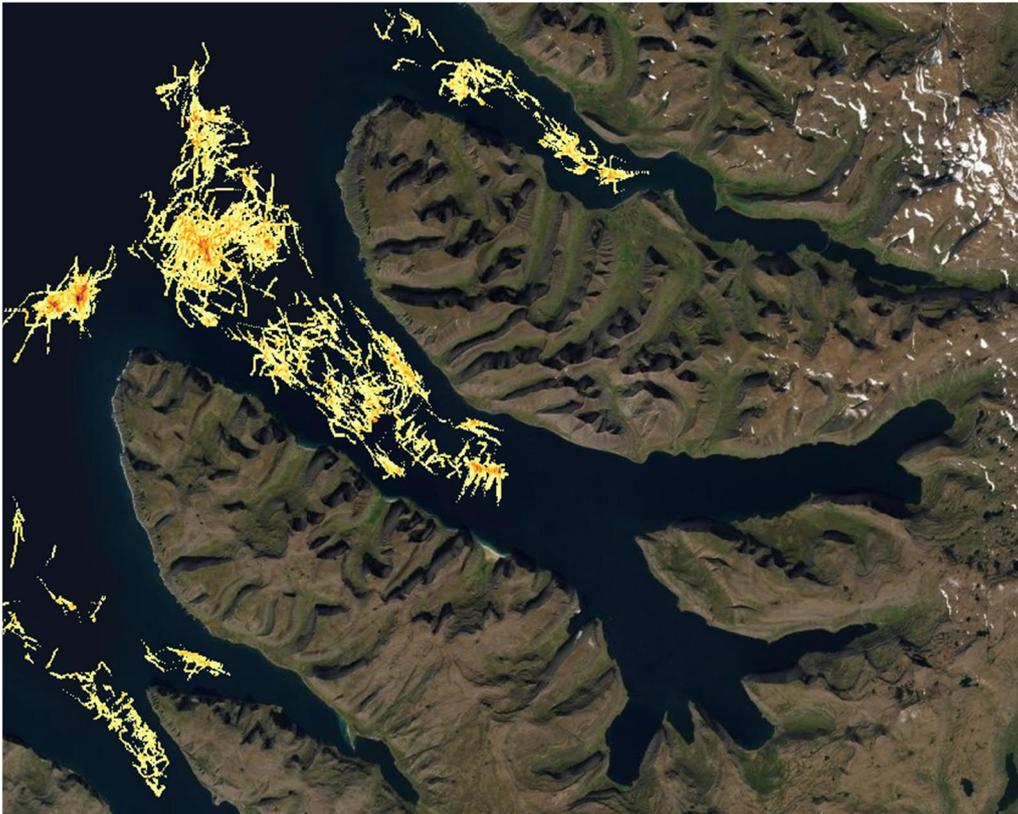
⁵⁰ Ingibjörg G. Jónsdóttir og Guðrún G. Þórarinsdóttir. 2019. Lyf gegn laxalús: virkni, áhrif og notkun. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun, HV 2019-56.

⁵¹ Ingibjörg G. Jónsdóttir og Guðrún G. Þórarinsdóttir. 2019. Lyf gegn laxalús: virkni, áhrif og notkun. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun, HV 2019-56.

⁵² Ingibjörg G. Jónsdóttir, Guðmundur Skúli Bragason, Stefán H. Brynjólfsson Anika K. Guðlaugsdóttir og Unnur Skúladóttir. 2017. Yfirlit yfir rækjurannsóknir við Ísland, 1988–2015. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun, HV2017-007.

⁵³ Hafrannsóknastofnun. 2020. Arnarfjörður. Tekið af vef Hafrannsóknastofnunar 18.11.2020: <https://www.hafogvatn.is/is/rannsoknir/fjar-darannsoknir/veftfirdir/arnarfjordur>.

Steinanes skarast við sóknarsvæði botntrollsveiða. Einnig að siglingaleiðir þjónustubáta gætu haft áhrif á lagningu veiðafæri á borð við línu. Í álitni Skipulagsstofnunar kemur fram að gjöfulustu veiðislóðir séu í dýpri hluta fjarðarins og í mynni hans, en ekki nálægt landi þar sem fyrirhugað eldi yrði staðsett. Áhrif á fiskveiðar voru metin nokkuð neikvæð. Á Mynd 7.13 sem sótt var á vef Hafrannsóknastofnunar má sjá dreifingu línu – og dragnótaveiða í Arnarfirði á árinu 2018. Helstu línu- og dragnótarsvæði eru ekki nálægt eldissvæðum við Steinanes og Haganes og hefur breytt lega kvísamstæðu því ekki áhrif þar. Eldissvæði við Hringsdal er í nálægð við veiðisvæði en ólíklegt er talið að breytt lega kvísamstæðu muni þrengja mikið að þeim veiðisvæðum.



Mynd 7.13 Yfirlit yfir dragnótaveiðar í Arnarfirði á árinu 2018. Mynd tekin úr Veiðafærasjá Hafrannsóknastofnunar.⁵⁴

8 Niðurstaða

Breyting á framkvæmd felur í sér flutning á eldisstarfsemi frá eldissvæði í Fossfirði yfir á eldissvæði við Haganes og breytta legu og afmörkun eldissvæða við Haganes, Steinanes og Hringsdal. Engin breyting verður á framleiðslumagni, hámarkslífmassa eða hvíld eldissvæða Arnarlax.

Metin eru áhrif breytinga á framkvæmd á ástand sjávar, botnset og botndýralíf, laxfiska m.t.t. laxalúsar og fisksjúkdóma og á nytjastofna sjávar m.t.t. lúsalyfja og veiða.

Ástand sjávar, botnset og botndýralíf

Færsla leyfilegs framleiðslumagns í Fossfirði yfir á eldissvæði við Haganes felur ekki í sér aukinn lífmassa á sjókvíaeldissvæði A. Álag á vistkerfi Arnarfjarðar ætti því ekki að verða umfram áætlað burðarþol fjarðarins. Breytt staðsetning eldissvæða við Haganes, Steinanes og Hringsdal mun mögulega leiða til þess að dreifing lífræns úrgangs frá eldinu verði önnur neðan við 75 m dýpi en lýst var í umhverfismatinu.

⁵⁴ Hafrannsóknastofnun. 2020. Veiðafærasjá: <https://veidar.hafogvatn.is/>



Út frá fyrirliggjandi mælingum á súrefnisástandi sjávar í Arnarfirði má álykta að ekki séu merki um að eldisstarfsemin hafi raskað náttúrulegu ástandi djúplags í Arnarfirði. Fóðurnotkun verður óbreytt frá því sem nú er og sýnir reynslan af eldinu að megnið af fóðurleifum fellur til botns stutt frá eldiskvíum. Straumar í efstu lögum sjávar ráða miklu um hvert lífrænn úrgangur frá kvíum dreifist. Meginflutningur yfirborðssjávar er með landi og því má gera ráð fyrir að lífrænt efni frá eldinu falli til botns nokkurn vegin samsíða dýpislínum. Því er líklegt að hluti efnisins falli til botns þar sem dýpi er meira en 75 m. Vöktun á ástandi sjávar, botnseti og botndýralífi á eldissvæðum mun leiða í ljós hvort breytt lega kvísamstæða innan eldissvæðanna hafi áhrif á ástand botnsjávar. Arnarlax vinnur eftir viðbragðsáætlun sem tekur mið að niðurstöðum botnrannsókna. Ef niðurstöður eru óásættanlegar verður ráðist í viðeigandi aðgerðir í samráði við eftirlitsaðila

Laxfiskar - laxalús og fisksjúkdómar

Arnarlax leggur áherslu á að fyrirbyggja dreifingu og smit laxalúsar frá eldi fyrirtækisins og hefur fylgst náið með lús í eldinu. Fyrirtækið hefur tvisvar fengið heimild Matvælastofnunar til að meðhöndla eldisfisk í kvíum í Arnarfirði, annars vegar vegna laxalúsar og fiskilúsar hins vegar.

Framleiðsla í eldinu verður óbreytt og hættu á lúsasmiti ætti því ekki að vera öðruvísi með tilliti til umfangs. Tilfærsla eldisstarfsemi frá Fossfirði yfir á Haganes og breytt lega kvísamstæða við Haganes, Steinanes og Hringsdal hefur það að markmiði að bæta velferð eldisfisksins og draga úr smithættu innan sjókvía og hættu á að smit berist milli kvía. Ætlunin er að tryggja eldisfiski betra aðgengi að ferskum og súrefnisríkum sjó í hverri sjókví. Þetta fyrirkomulag mun einnig draga úr þeirri hættu að smit berist frá einni kví til annarrar, hvort sem væri vegna laxalúsar, bakteríu- eða veirusmits. Þetta fyrirkomulag er því líklegt til að draga úr smitálagi innan viðkomandi eldissvæðis.

Nytjastofnar

Tilfærsla eldisstarfsemi frá Fossfirði yfir á Haganes og breytt lega kvísamstæða hefur meðal annars það að markmiði að draga úr hættu á lúsasmiti og að lágmarka þörf á að meðhöndla þurfi eldisfisk með lúsalyfi.

Talið er ólíklegt að rækjustofn Arnarfjarðar hafi orðið fyrir áhrifum þess að lúsalyfjum var beitt í eldi Arnarlax í firðinum. Líklegt er að breytt lega kvísamstæða, þvert á straumstefnu, muni draga úr hættu á lúsasmiti í eldinu í Arnarfirði. Samfara því munu minnka líkur á að meðhöndla þurfi fisk með lúsalyfjum. Því er líklegt að minna álag verði á lífverur á botni Arnarfjarðar, þar með talið rækju.

Tilfærsla eldissvæða er ekki talin hafa neikvæð áhrif á rækjuveiði í Arnarfirði umfram það sem nú er. Veiðisvæði annarra nytjastofna í firðinum t.d. þorsks og ýsu eru ekki nálægt eldissvæðum við Haganes og Steinanes. Því er ólíklegt að breytt lega kvísamstæðu hafi áhrif þar. Eldissvæði við Hringsdal er í nálægð við veiðisvæði en ólíklegt er talið að breytt lega kvísamstæðu muni þrengja að þeim veiðisvæðum.



9 Heimildir

- Arnarlax. 2019. Uppfærð viðbragðsáætlun Arnarlax vegna eldissvæða í Arnarfirði. Dags. 14. október 2019.
- Buhl-Mortensen, L. Aure, J. Alve, E., Oug, E. & Husum K. 2006. Effects of hypoxia on fjordfauna: The bottomfauna and environment in fjords on the Skagerrak coast. *Fisken og Havet* 3:108 p.
- Eriksen, S. D. and Gunnarsson, S. 2016. Arnarlax ehf. Lokalitetsrapport Steinanes. Akvaplan-niva rapport nr 8453.02.
- Eriksen, S. D. 2016. Arnarlax ehf. Lokalitetsrapport Hringsdalur. Akvaplan-niva rapport nr 8639.01. 35 bls
- Eriksen, S. D. 2017. Arnarlax hf. Lokalitetsrapport Haganes. Akvaplan-niva rapport nr 8803.01.
- Fiskistofa. 2012. Rekstrarleyfi til fiskeldis. Fjarðalax ehf. IS-36094.
- Hafrannsóknastofnun. 2015. Greinargerð: Bráðabirgðamat á burðarpoli Arnarfjarðar m.t.t. sjókvíaldis. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun.
- Hafrannsóknastofnun. 2020. Shrimp in Arnarfjörður - Rækja í Arnarfirði *Pandalus borealis*. MFRI Assessment Reports 2020.
- Hafrannsóknastofnun. 2020. Tillaga að skiptingu Arnarfjarðar í eldissvæði á grundvelli burðarpols og bestu mögulegu heildarnýtingu eldissvæða. Hafnarfjörður: Hafrannsóknastofnun.
- Hans-Petter Mannvik og Snorri Gunnarsson. 2019. Arnarlax. ASC- og C-undersøkelse Hringsdalur, 2018. Akvaplan-niva report nr. 60320.01.
- Hans-Petter Mannvik og Snorri Gunnarsson. 2020. Arnarlax hf. C-survey (fallow period) Haganes, 2020. Akvaplan-niva report nr. 62253.01.
- Imsland, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A. 2014. The use of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) to control sea lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestations in intensively farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 425-426, 18-23.
- Imsland, A.K., Reynolds, P., Nytrø, A.V., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Jónsdóttir, Ó.D.B., Emaus, P.A., Elvegård, T.A., Lemmens, S.C.A., Rydland, R., Jonassen, T.M. 2016. Effects of lumpfish size on foraging behaviour and co-existence with sea lice infected Atlantic salmon in sea cages. *Aquaculture* 465, 19-27.
- Imsland, A.K., Hanssen, A., Reynolds, P., Nytrø, A.V., Jonassen, T.M., Hangstad, T.A., Elvegård, T.A., Urskog, T.C., Mikalsen, B. 2018. It works! Lumpfish can significantly lower sea lice infections in large scale salmon farming *Biology Open* 7, 7, bio036301. doi:10.1242/bio.036301.
- Ingibjörg G. Jónsdóttir, Guðmundur Skúli Bragason, Stefán H. Brynjólfsson Anika K. Guðlaugsdóttir og Unnur Skúladóttir. 2017. Yfirlit yfir rækjurannsóknir við Ísland, 1988–2015. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun, HV2017-007.
- Ingibjörg G. Jónsdóttir og Guðrún G. Þórarinsdóttir. 2019. Lyf gegn laxalús: virkni, áhrif og notkun. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun, HV 2019-56.
- Ingibjörg G. Jónsdóttir og Guðrún G. Þórarinsdóttir. 2019. Lyf gegn laxalús: virkni, áhrif og notkun. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun, HV 2019-56.
- Ingunn E. Jónsdóttir og Sigurður Sigurðsson. 2007. Vestfirðir. Öldufarsrannsóknir – Áfangaskýrsla. Unnið fyrir Fjórðungssamband Vestfirðinga. Siglingastofnun.
- Jón Örn Pálsson. 2013. Umhverfisáhrif af 4.500 tonna framleiðsluaukningu á laxi í Fossfirði. Fjarðalax.
- Margrét Thorsteinsson og Cristian Gallo. 2017. Súrefnismælingar í Arnarfirði 2016 - október og desember. Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 08-17.
- Margrét Thorsteinsson. 2019. Súrefnismæling 18. október 2019. Arnarlax (Arnarfjörður). Patreksfjörður: Náttúrustofa Vestfjarða, NVG nr. 05-19.



Matvælastofnun. 2016. Rekstrarleyfi. Arnarlax hf. FE-1105. Roger Velvin og Snorri Gunnarsson. 2020. Arnarlax C-survey (fallow period) Steinanes, 2020. Akvaplan-niva report nr. 62254.01.

Skipulagsstofnun. 2011. Eldi á 1.500 tonnum af laxi, í sjókvíum í Fossfirði. Fjarðalax ehf. Ákvörðun um matsskyldu.

Skipulagsstofnun. 2015. Aukin framleiðsla Arnarlax á laxi í Arnarfirði um 7.000 tonn. Álit Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum.

Skipulagsstofnun. 2019. Breyting á hvíldartíma eldissvæða í Arnarfirði. Ákvörðun um matsskyldu. Skipulagsstofnun.

Skipulagsstofnun. 2020. Lýsing fyrir gerð strandsvæðaskipulags. Vestfirðir. Strandsvæðaskipulag. Snorri Gunnarsson. 2019. Ársskýrsla vegna vöktunar 2018. Arnarlax hf. Akvaplan niva AS.

Snorri Gunnarsson 2020. Ársskýrsla vegna vöktunar 2019. Arnarlax hf. Akvaplan-niva AS.

Sólveig R. Ólafsdóttir, Alice Benoit-Cattin og Magnús Danielsen. 2017. Endunýjun næringarefna nærri botni í Arnarfirði og Ísafjarðardjúpi. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun, HV 2017-035.

Tækniþjónusta Vestfjarða. 2007. Fjórðungssamband Vestfirðinga. Olíuhreinsunarstöð. Staðarval. Áfangi II. Viðauki nr. 3. september 2002.

Verkís. 2015. Aukning framleiðslu Arnarlax á laxi í sjókvíum í Arnarfirði um 7.000 tonn á ári. Mat á umhverfisáhrifum. Matsskýrsla.

Verkís. 2019. Arnarlax – Breyting á hvíldartíma eldissvæða í Arnarfirði.

Vefsíður

Arnarlax. 2020. Upplýsingar um eldissvæði sem eru í ASC umsóknarferli eða hafa fengið vottun. Sótt þann 12.11.2020 á <https://www.arnarlax.is/is/gaedi>

Hafrannsóknastofnun. 2020. Arnarfjörður. Sótt af vef Hafrannsóknastofnunar þann 18.11.2020: <https://www.hafogvatn.is/is/rannsoknir/fjardarannsoknir/vestfirdir/arnarfjordur>.

Umhverfisstofnun. 2020. Sótt af vef Umhverfisstofnunar þann 19.11.2020: <https://ust.is/library/Skrar/Einstaklingar/Mengandi-Starfssemi/Fiskeldi/V%c3%b6ktunask%c3%bdrsla%202019.pdf>



Viðaukar

- Viðauki 1** **Ársskýrsla vegna vöktunar 2019. Arnarlax hf.**
- Viðauki 2** **Ársskýrsla vegna vöktunar 2018. Arnarlax hf.**
- Viðauki 3** **Staðarúttektir eldissvæða við Haganes, Steinanes og Hringsdal**

Viðauki 1 Ársskýrsla vegna vöktunar 2019. Arnarlax hf.

Akvaplan-niva AS

Rådgivning og forskning

innen miljø 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; Vöktunarskýrsla Arnarlax hf.

Vár ref: 60123

Konsulent: Snorri Gunnarsson

Mobil: +354 862 7535

E-post: sgu@akvaplan.niva.no

Dato: Kópavogur 27.04 2019

Ársskýrsla vegna vöktunar 2019

Arnarlax hf.

Snorri Gunnarsson

27.04 2020

EFNISYFIRLIT

Inngangur	3
Ágrip af niðurstöðum	5
Botndýrarannsóknir.....	5
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíaeldissvæði Tjaldaneseyrar, Arnarfirði: Arnarlax ASC/ and C-survey Tjaldaneseyrar 2019. Hans-Petter Mannvik og Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS report 60976.01.....	5
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíaeldissvæði Tjaldaneseyrar, Arnarfirði: Tjaldaneseyrar, Arnarlax hf forundersøkelse (B-undersøkelse) mars 2019. Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS rapport B 60976.01	6
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíaeldissvæði Laugardal, Tálknafirði: Arnarlax C-survey at fish farming site Laugardalur 2019. Hans-Petter Mannvik og Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS report 60938.01..	6
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíaeldissvæði Laugardalur, Arnarfirði: Arnarlax B-survey local impact zone, Laugardalur, May 2019 (fallow period). Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS B report 60938.	7
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíaeldissvæði Hringsdalur, Arnarfirði: Arnarlax ehf. ASC/C-survey Hringsdalur 2019. Hans-Petter Mannvik og Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS report 61656.02. .	8
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíaeldissvæði Hringsdalur, Arnarfirði: Arnarlax B-bottom survey, November 2019 (maximum biomass survey). Arnþór Gústavsson. Akvaplan-niva AS B report 661656.B01.....	9
Vöktun á súrefni í Arnarfirði: Súrefnisskýrsla Arnarfjörður 2019, unnið fyrir Arnarlax. Margrét Thorsteinsson. nV nr. 02-20	9
Heimildir	11

INNGANGUR

Í samræmi við kafla 5 gr. 5.1 í starfsleyfi ber rekstraraðila að vakta helstu umhverfispætti í nágrenni kvíanna og meta álag á umhverfið sem starfsemin veldur. Niðurstöðum úr þessum athugunum er skilað inn til yfirvalda í sérstökum vöktunarskýrslum sem fjalla um hverja rannsókn eða athugun fyrir sig. Í samræmi við grein 4.3 í starfsleyfum Arnarlax til framleiðslu laxi á sjókvíaeldisstæðum í Arnarfirði (UST 2016, nr. FE-1105) og í starfsleyfi Arnarlax til framleiðslu á laxi í Patreks- og Tálknafirði (UST 2017, nr. FE-1125), ber Arnarlaxi einnig að skila árlega vöktunarskýrslu (fyrir 1. maí) með yfirliti yfir niðurstöður þessara mælinga og skráninga.

Í þessari ársskýrslu vöktunar sem nær yfir tímabilið frá 1. janúar 2019 til 31. desember 2019 er gerð stuttlega grein fyrir þeim vöktunarrannsóknum á botndýralífi í og við eldiskvíar Arnarlax á Patreksfirði, Tálknafirði og Arnarfirði. Þessar rannsóknir voru unnar í samræmi við vöktunaráætlun Arnarlax. Þá er einnig gerð grein fyrir niðurstöðum úr súrefnismælingum sem Náttúrustofa Vestfjarða sinnir á þremur sniðum í Arnarfirði.

Arnarlax ehf. (kt. 580310-0600) hefur starfsleyfi (útgefið 15. febrúar 2016) fyrir framleiðslu á 10.000 tonnum af laxi á ári í sjókvíum á þremur sjókvíaeldissvæðum sem ná til sex staðsetninga í Arnarfirði (UST 2016).

Fjarðalax (kt. 641109-1770) sem er að fullu í eigu Arnarlax ehf hefur starfsleyfi (útgefið 28. ágúst 2019) fyrir framleiðslu á 10.700 tonnum af laxi á ári í sjókvíum í Patreksfirði og Tálknafirði sem ná til fjögurra sjókvíaeldissvæða í þessum fjörðum (UST 2017).

Svæðin þrjú í Arnarfirði, Patreksfirði og Tálknafirði eru eftirfarandi:

Sjókvíaeldissvæði A (Haganes og Steinanes)

Sjókvíaeldissvæði B (Tjaldaneseyrar og Hlaðsbót)

Sjókvíaeldissvæði C (Hringsdalur og Kirkjuból)

Sjókvíaeldissvæði í Patreksfirði (Hlaðseyri, Sandoddi og Eyri/Þúfnaeyri)

Sjókvíaeldissvæði í Tálknafirði (Laugardalur)

Í vöktunaráætlun sem er í gildi er lýst tveimur megin gerðum rannsókna sem miða að því að vakta ástand á botndýralífi í og við eldiskvíar. Annars vegar punktsýnataka eða svokölluð B-rannókn þar sem tekin eru botnsýni undir eldiskvíum og hins vegar C-rannsókn þar sem tekin eru sýni bæði við eldiskvíar og í næsta nágrenni þeirra (með áherslu á svæði undan megin straumstefnu). Í C-rannsókn er um ýtarlegri úrvinnslu sýna að ræða bæði hvað snertir gerð botnsets og nákvæma greiningu botndýra. C-rannsóknir eru framkvæmdar eftir atvikum við eftirfarandi aðstæður: Grunnssýnataka (botnrannsókn útfærð áður en fiskur er settur á eldissvæði í fyrsta skipti – á við um nýtt eldissvæði). Lokasýnataka (rannsókn gerð í kringum slátrun eða þegar lífmassi í kvíum er í hámarki). Hvíldarsýnataka (botnrannsókn gerð eftir hvíld svæðis áður en fiskur er settur út á eldissvæði sem hafa verið í hvíld) sem alla jafna er eingöngu B-rannsókn.

Á því tímabili sem þessi ársskýrsla tekur yfir voru framkvæmdar þrjár C-rannsóknir á jafnmörgum eldissvæðum og samhlíða gerðar þrjár B-rannsóknir á þessum sömu eldissvæðum. Í tveimur tilvikum var um hvíldarsýnatöku að ræða og í einu tilviki sýnataka við hámarkslífmassa. Fylgt var þeim viðmiðum og aðferðafræði sem koma fram í norska staðli NS 9410:2016 varðandi C og B rannsóknir og viðmiðum í *ISO 16665:2014* og *ISO 5667-19:2004* stöðlum. Einnig var umhverfisvöktun hagað þannig að sýnatökur úrvinnsla og skýrslugerð uppfyllti kröfur sem gerðar eru til umhverfisvottunar hjá Aquaculture Stewardsip Council – ASC staðlinum (ASC 2012; 2013). Rannsóknir þessar á uppsöfnun lífræns úrgangs á sjávarbotni fiskeldissvæða uppfylla einnig kröfur sem gerðar eru í *ISO 12878:2012* staðlinum. Varðandi tíðni og eðli vöktunar hefur Arnarlax gengið lengra en ISO 12878 staðall segir til um og framkvæmt C-rannsóknir jafnframt eftir hvíld svæða sem aukasýnataka. Þetta hefur verið gert meðal annars í því skini að afla góðra gagna um ástand botnsets og botndýralífs á eldissvæðum fyrirtækisins í uppbyggingarfasa sjókvíaeldis. Yfirvöld hafa ekki skilgreint þröskuldsgildi sem hægt væri að vísa til við úrvinnslu á vöktunarmælingum og ákvarða þannig ástand svæða sbr. ISO 12878. Hér hefur því verið notast við viðmiðunargildi úr norska staðli NS 9410:2016 til viðmiðunar. Því ber að taka þeim ályktunum með fyrirvara þar sem viðmiðunargildi hafa ekki verið stöðluð fyrir íslenskar aðstæður.

Eftirfarandi tafla sýnir þær rannsóknir sem unnar voru á árinu 2019.

Staðsetning	Dags. sýnatöku	Ástæða sýnatöku
Tjaldanes, Arnarfjörður	07.03 2019	Hvíldarsýnataka (ASC/C-rannsókn)
Tjaldanes, Arnarfjörður	07.03 2019	Hvíldarsýnataka (B-rannsókn)
Laugardalur, Tálknafjörður	27.05 2019	Hvíldarsýnataka (ASC/C-rannsókn)
Laugardalur, Tálknafjörður	27.05 2019	Hvíldarsýnataka (B-rannsókn)
Hringsdalur, Arnarfjörður	19.11 2019	Hámarkslífmassi (ASC/C-rannsókn)
Hringsdalur, Arnarfjörður	19.11 2019	Hámarkslífmassi (B-rannsókn)

ÁGRIP AF NIÐURSTÖÐUM

BOTNDÝRARANNSÓKNIR

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI TJALDANESEYRAR, ARNARFIRÐI: ARNARLAX ASC/ AND C-SURVEY TJALDANESEYRAR 2019. HANS-PETTER MANNVIK OG SNORRI GUNNARSSON. AKVAPLAN-NIVA AS REPORT 60976.01.

Tjaldaneseyrar – Megin niðurstöður úr botndýrarannsókn, C- rannókn/NS 9410 (2016)			
Vistfræðilegur stuðull botndýralíf nEQR (0-1)		Fjölbreytileikastuðull H' (Shannon Wiener)	
nEQR C1 (stöð næst kvíum)	0,519	H' C11	1,72
nEQR C2 (stöð fjærst kvíum)	0,524	H' C2	1,74
nEQR C3	0,579	H' C3	2,09
nEQR C4 (Dýpsta stöð)	0,468	H' C4	1,38
nEQR C5	0,594	H' C5	3,02
Dagsetning sýnatöku:	07.03.2019	Dagsetning skýrslu	11.09 2019
Athugasemdir vegna annarra þátta (botnset, pH/Eh, súrefni)			nTOC frá 23,4 til 35,3. Kopar 48,0 á stöð C1. Redox jákvætt á öllum stöðvum. Súrefnisgildi góð í allri vatnssúlu.

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku (C-rannsókn) sem framkvæmd var 7. mars 2019. Tekin voru botnsýni á fimm stöðvum í mismunandi fjarlægð frá kvíabyrpingu (80-500 m). Um var að ræða "Hvíldarsýnatöku" en á sýnatökudegi hafði sjókvíaeldissvæðið staðið tómt án laxa í kvíum í um tvö ár. Niðurstöður gefa vísbendingar um nokkuð lífrænt álag á svæðinu sbr. gildi fyrir heildarmagn lífræns kolefnis (TOC) en í ljósi þess að svæðið hefur verið tvö ár í hvíld má leiða að því líkum að hér sé að nokkru leyti um náttúrulegt ástand að ræða. Redoks gildi voru jákvæð á öllum sýnatökustöðvum. Ekki eru merki um álag á botndýrafánu og nEQR (vistfræðilegur stuðull) bendir til miðlungs góðs ástands (Veiledar 02:2018) á öllum stöðvum. Fjölbreytileikastuðull (H') botndýra var lægri en 3 á öllum stöðvum nema stöð C5 (H'=3,02). Engar vísitengundir um lífrænt álag greindust á meðal topp tíu algengustu burstaorma á sýnatökustöðvum. Súrefnismettun var góð í allri vatnssúlu og mettnun var um 100% við botn.

Ekki liggja fyrir eldri niðurstöður úr botndýrarannsóknnum sem hægt er að bera saman við niðurstöður þessarar rannsóknar. Við eldi á fyrri kynslóðum var sjókvíastöð nokkru nær landi en fyrirhuguð sjókvíastöð næstu kynslóðar hefur verið flutt nokkuð utar í fjörðinn. Því er erfitt að bera fyrri rannsóknir (Gallo and Thorsteinsson, 2017) beint saman við þessar niðurstöður. Í fyrri rannsókn komu fram neikvæð redox gildi á sýnatökustöðvum næst sjókvíum Fjölbreytileikastuðull í fyrri rannsókn var á bilinu 1.37 – 2.27 sem tónar nokkuð við niðurstöður rannsóknar í mars 2019. Eins og áður sagði er erfitt að bera niðurstöður úr rannsókn 2019 saman við fyrri rannsókn þar sem eldissvæði hefur verið flutt til frá því sem áður var og í fyrri rannsókn

voru erfiðleikar með að afla botnsýna vegna harðs botns. Í núverandi rannsókn sem gerð er eftir um tveggja ára hvíldartíma og því nokkurs konar grunnrannsókn má segja að ástand virðist gott á svæðinu. Nokkrar vísbendingar eru um lífrænt álag án greinilegra neikvæðra áhrifa á botndýralíf.

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI TJALDANESEYRAR, ÁRNARFIRÐI: TJALDANESEYRAR, ÁRNARLAX HF FORUNDERSØKELSE (B-UNDERSØKELSE) MARS 2019. SNORRI GUNNARSSON. AKVAPLAN-NIVA AS RAPPORT B 60976.01 .

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku við og undir kvíastæði (punktmæling B-botnrannsókn) sem framkvæmd var 7. mars á eldissvæði við Tjaldaneseyrar. Fyrirhugað sjókvíastæði liggur nokkuð utar í firðinum en fyrra sjókvíastæði lá auk þess sem svæðið hefur verið í hvíld í um 2 ár. Því er um eins konar grunnrannsókn á svæðinu að ræða. Eldissvæðið fær 1 í einkunn (skalinn er 1-4) eða "Mjög gott". Allar 11 sýnatökustöðvar fengu einkunn 1 „mjög gott“ fyrir parametra II og III (pH/redox og skynmat). Botngerð á sýnatökusvæðinu var nokkuð breytileg með misþykku lagi af mjúkri leðju, mól og skeljasandi og aðeins bar á hörðum botni einkum á grynnri enda svæðis nær landi. Heildareinkun svæðis er 1 "Mjög gott" ástand (sbr. leiðbeiningar og viðmið í NS 9410:2016).

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI LAUGARDAL, TÁLKNAFIRÐI: ÁRNARLAX C-SURVEY AT FISH FARMING SITE LAUGARDALUR 2019. HANS-PETTER MANNVIK OG SNORRI GUNNARSSON. AKVAPLAN-NIVA AS REPORT 60938.01.

Laugardalur – Megin niðurstöður úr botndýrarannsókn, C- rannsókn/NS 9410 (2016)			
Vistfræðilegur stuðull botndýralíf nEQR (veileder 02.2018)		Fjölbreytileikastuðull H' (Shannon Wiener)	
nEQR C1 (stöð næst kvíum)	0,610	H' C11	2,98
nEQR C2 (stöð fjærst kvíum)	0,604	H' C2	2,76
nEQR C3	0,672	H' C3	3,27
nEQR C4 (Dýpsta stöð)	0,567	H' C4	2,46
nEQR C5	0,604	H' C5	2,71
nEQR C6	0,716	H' C6	4,26
Dagsetning sýnatöku:	27.05.2019	Dagsetning skýrslu	23.09 2019
Athugasemdir vegna annarra þátta (botnset, pH/Eh, súrefni)			nTOC frá 21,7 til 33,2. Kopar frá 29,7 – 38,0 mg/kg. Redox jákvætt á öllum stöðvum. Súrefnisgildi góð í allri vatnssúlu.

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku (C-rannsókn) sem framkvæmd var 27. maí 2019. Tekin voru botnsýni á seks stöðvum í mismunandi fjarlægð frá kvíabyrpingu (35-745 m).

Um var að ræða "Hvildarsýnatöku" en á sýnatökudegi hafði sjókvíaeldissvæðið staðið tómt án laxa í kvíum í um átta mánuði. Áður hafa verið aldar tvær kynslóðir eldisfisks á svæðinu.

Niðurstöður gefa vísbendingar um nokkuð lífrænt álag á svæðinu sbr. gildi fyrir heildarmagn lífræns kolefnis (nTOC) frá 21,7 -33,2 mg/kg (gott til miðlungs ástandi sbr. veileder 02:2018). Kopar gildi voru á bilinu frá 29,7 – 38,0 mg/kg sem er innan náttúrlegra gilda við strendur landsins. Redoks gildi voru jákvæð á öllum sýnatökustöðvum. Engar vísitengundir um lífrænt álag greindust á meðal topp tíu algengustu burstaorma á sýnatökustöðvum og nEQR (vistfræðilegur stuðull) bendir til góðs til miðlungs góðs ástands (Veileder 02:2018). Fjölbreytileikastuðull (H´) botndýra var lægri en yfir 3 á öllum stöðvum C3, og C5 en rétt undir 3 á öðrum stöðvum.. Súrefnismettun var góð í allri vatnssúlu og mettnun var um 80% við botn.

Í fyrri C rannsókn sem gerð var árið 2017 (Velvin og Gunnarsson, 2018) við hámarks lífmassa voru niðurstöður áþekkar því sem kom fram í hvíldarsýnatöku árið 2019. Þetta á bæði við um vísbendingar um lífrænt álag og ástand botndýra. Í rannsókn 2019 sem gerð er eftir um átta mánaða hvíldartíma og má segja að ástand virðist nokkuð gott á svæðinu bæði hvað snertir lífrænt álag og ástand botndýralífs.

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI LAUGARDALUR, ARNARFIRÐI: ARNARLAX B-SURVEY LOCAL IMPACT ZONE, LAUGARDALUR, MAY 2019 (FALLOW PERIOD). SNORRI GUNNARSSON. AKVAPLAN-NIVA AS B REPORT 60938.

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku fyrir útsetningu seiða (hvíldarsýnataka) við og undir kvíastæði (punktmæling B- botnrannsókn) sem framkvæmd var 27. Maí 2019 á eldissvæði Laugardal á Tálknafirði. Aldar hafa verið tvær kynslóðir eldisfisks svæðinu og ein kynslóð á svæði sem liggur nokkuð vestar en núverandi kvíastæði.

Eldissvæðið fær 1 í einkunn (skalinn er 1-4) eða ástand "Mjög gott". Af 20 sýnatökustöðvum fengu 16 stöðvar einkunn 1 „mjög gott“ og 4 stöðvar einkunn 2 „gott“ fyrir parametra II og III (pH/redox og skynmat). Niðurstöður benda til fremur lítils lífræns álags á svæðinu í heild sinni en vísbendingar um að uppsöfnun lífrænna leifa sé meiri á vestari hluta svæðis undan straumstefnu þar sem mesta dýpi er. Í samanburði við fyrri B-rannsókn árið 2017 (Gunnarsson, 2019) sem gerð var við hámarkslífmassa var heildarástand svæðisins metið "Mjög gott" (sbr. leiðbeiningar og viðmið í NS 9410:2016) en þó komu þar fram sterkari vísbendingar um nokkuð lífrænt álag á vestari hluta sjókvísvæðis og því virðist ástandi heldur hafa færst til betri vegar eftir hvíld.

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI HRINGSDALUR, ARNARFIRÐI: ARNARLAX EHF. ASC/C-SURVEY HRINGSDALUR 2019. HANS-PETTER MANNVIK OG SNORRI GUNNARSSON. AKVAPLAN-NIVA AS REPORT 61656.02.

Hringsdalur – Megin niðurstöður úr botndýrarrannsókn, C- rannókn/NS 9410 (2016)			
Vistfræðilegur stuðull botndýralíf nEQR (veileder 02.2018)		Fjölbreytileikastuðull H' (Shannon Wiener)	
nEQR Hr1 (stöð næst kvíum)	0,262	H' Hr11	0,96
nEQR Hr2 (stöð fjærst kvíum)	0,637	H' Hr2	3,42
nEQR Hr3	0,284	H' Hr3	1,50
nEQR Hr4 (Dýpsta stöð)	0,256	H' Hr4	1,39
nEQR Hr5	0,642	H' Hr5	4,07
Dagsetning sýnatöku:	19.11.2019	Dagsetning skýrslu	21.01 2020
Athugasemdir vegna annarra þátta (botnset, pH/Eh, súrefni)			nTOC frá 26,5 til 58,1. Kopar frá 27,2 – 35,0 mg/kg. Redox jákvætt á öllum stöðvum. Súrefnisgildi góð í allri vatnssúlu.

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku (C-rannsókn) sem framkvæmd var 19. nóvember 2019. Tekin voru botnsýni á 5 stöðvum í mismunandi fjarlægð frá kvíaþyrpingu (30-500 m). Um var að ræða sýnatöku við "hámarkslífmassa" en um er að ræða aðra kynslóð eldisfisks á svæðinu.

Niðurstöður gefa vísbendingar um nokkuð lífrænt álag á svæðinu einkum á stöð Hr1 sem var næst kvíaþyrpingu en þar var gildi fyrir heildarmagn lífræns kolefnis (nTOC) 58,1 mg/kg en lægri gildi á öðrum stöðvum. Kopar gildi voru á bilinu frá 26,5 – 35,0 mg/kg sem er innan náttúrlegra gilda við strendur landsins. Redoks gildi voru jákvæð á öllum sýnatökustöðvum. Vísbendingar um röskun á botndýralífi komu fram fyrir stöðvar Hr1, Hr3 og Hr4 þar sem fjölbreytileikastuðull H' < 1.5 og nEQR (vistfræðilegur stuðull) vær < 0.3. Á stöðvum Hr 2 og Hr5 var fjölbreytileikastuðull > 3.0 og nEQR > 0.6. Samkvæmt viðmiðum í NS 9410:2016 er botndýrasamfélag á stöð Hr1 (stöð næst eldiskvíum) metið sem ástand 2 "Gott". Burstaormurinn *Capitella capitata* (vísitengund um lífræna mengun) var ríkjandi tegund á stöðvum Hr1, Hr3 og Hr4 og var á meðal topp tíu algengustu tegunda á stöðvum Hr2 og Hr5. Súrefnismettun var góð í allri vatnssúlu með metnun um 92% við botn.

Í samanburði við fyrri C-rannsókn fyrir útsetningu seiða (Hvíldarsýnataka) sem gerð var í maí árið 2018 (Gunnarsson og Mannvik, 2019) sem og í samanburði við C-rannsókn sem gerð var við hámarkslífmassa fyrri kynslóðar við Hringsdal í nóvember 2017 (Velvin og Gunnarsson, 2018) virðist sem lífrænt álag hafi heldur aukist einkum á stöðvum næst sjókvíum.

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI HRINGSDALUR, ARNARFIRÐI: ARNARLAX B-BOTTOM SURVEY, NOVEMBER 2019 (MAXIMUM BIOMASS SURVEY). ARNÞÓR GÚSTAVSSON. AKVAPLAN-NIVA AS B REPORT 661656.B01.

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku við hámarkslífmassa við og undir kvíastæði (punktmæling B- botnrannsókn) sem framkvæmd var 1. nóvember 2019 á eldissvæðinu Hringsdalur í Arnarfirði. Þetta er önnur kynslóð eldisfisks á svæðinu.

Eldissvæðið fær heildareinkunn eða ástand 1 (skalinn er 1-4) eða "Mjög gott". Af 16 sýnatökustöðvum fengu 10 stöðvar einkunn 1 „mjög gott“, 3 stöðvar einkunn 2 „gott“ og 3 stöðvar einkunn 3 "slæmt" fyrir parametra II og III (pH/redox og skynmat). Sýnatökustöðvar sem fengu ástand "slæmt" eru einkum á suðvestur horni sjókvíastöðvar þar sem búast má við mestri uppsöfnun á lífrænu seti miðað við straumstefnu.

Í samanburði við fyrri B-rannsókn árið 2017 (Gunnarsson, 2019) sem gerð var við hámarkslífmassa var heildarástand svæðisins einnig metið með ástand 1 "Mjög gott" en þar komu þó fram vísbendingar um nokkuð lífrænt álag á vestari hluta sjókvíastæðis. Við hvíldarsýnatöku sem gerð var í maí 2018 virtist ástand heldur hafa færst til betri vegar (Gunnarsson, 2018). Ástandið virðist því standa nokkuð í stað á milli B-rannsókna við hámarkslífmassa við Hringsdal.

VÖKTUN Á SÚREFNI Í ARNARFIRÐI: SÚREFNISKÝRSLA ARNARFJÖRÐUR 2019, UNNIÐ FYRIR ARNARLAX. MARGRÉT THORSTEINSSON. NV NR. 02-20 .

Að beiðni Arnarlax hefur Náttúrustofa Vestfjarða tekið saman árlegt yfirlit yfir súrefnis- hita og seltumælingar sem Náttúrustofan framkvæmir í Arnarfirði fyrir árið 2019. Náttúrustofa Vestfjarða hóf vöktun á þremur stöðvum í Arnarfirði árið 2016 og hefur gert svo síðan.

Mæling á súrefni, hita og seltu var gerð 7. mars og 18. október árið 2019 en ekki náðist að framkvæma mælingu í desember vegna óhagstæðra veðurskilyrða. Mælt var á þrem stöðvum; við Baulhús sem er í ytri hluta Arnarfjarðar og við Gíslasker og Haganesi sem er í innri hluta Arnarfjarðar.

Niðurstöður mælinga sem gerðar voru 7. mars sýndu lítinn mun á mælingum upp vatnssúluna. Súrefnisstyrkur var hár eða yfir 7 ml/l við sjávarbotninn á öllum stöðvum. Hitastig við sjávarbotninn var lágt eða 1,5°C og seltustig 34,3% á öllum stöðvum.

Niðurstöður mælinga sem gerðar voru 18. október sýndu töluverðan mun á mælingum upp vatnssúluna. Súrefnisstyrkur var hár við yfirborðið eða yfir 6,51 ml/l en lágur við botninn við Gíslasker 2,88 ml/l og við Baulhús 3,61 ml/l. Við Haganes hins vegar var frekar hár súrefnisstyrkur við sjávarbotninn eða 5,21 ml/l. Hitastig við sjávarbotninn var 5,9°C við Baulhús og Haganes en 5,2°C við Gíslasker. Seltustig við sjávarbotninn var 34,5% á öllum stöðvum.

Súrefnisástand var gott á öllum stöðvum í mælingum 2019 nema við Gíslasker 18. október, súrefnisstyrkur þar mældist 2,88 ml/l og var rétt undir 3 ml/l mörkum og hefur því áhrif á

tegundafjölbreytileika botndýra samkvæmt flokkun Buhl-Mortensen o.fl (2006). Niðurstöður vöktunar milli ára hafa sýnt mun á súrefnisstyrk við sjávarbotninn á milli ytri og innri hluta Arnarfjarðar. Súrefnisstyrkur við Baulhús sem er nær fjarðarmynni hefur frá 2016 mælst hærrí en innar í firðinum við Gíslasker og Haganes þar til 2019 þá mælist súrefnisstyrkurinn hæst við Haganes.

HEIMILDIR

Buhl-Mortensen, L. Aure, J. Alve, E., Oug, E. & Husum K. 2006. Effects of hypoxia on fjordfauna: The bottomfauna and environment in fjords on the Skagerrak coast. *Fisken og Havet* 3:108 p.

Direktoratgruppen, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. *Veileder* 02:2018. 139 s.

Gallo, C. and Thorsteinsson, M., 2017. Vöktun á fiskeldi við Tjaldaneseyrar. Lokaskýrsla 2017, Unnið fyrir Arnarlax. NV nr. 24-17.

Gunnarsson, S. 2019. Tjaldaneseyrar, Arnarlax hf. Forundersøkelse (B-undersøkelse) mars 2019. APN B rapport 60976.01. 18 s

Gunnarsson, S. 2018. Arnarlax hf. B-undersøkelse, november 2017 Hringsdalur. APN rapport 9187.02. 17 s

Gunnarsson, S. 2018. Arnarlax hf. B-undersøkelse, mai 2018 Hringsdalur (undersøkelse ved brakklegging). APN B rapport 60320.01. 19 s

Gunnarsson, S. 2019. Arnarlax. B-undersøkelse ved Laugardalur. APN B rapport 9207.01 22 s

Gustavsson, A. 2020. Hringsdalur, Arnarlax hf. B-bottom survey, November 2019 (maximum biomass survey). APN report 61656.B01 19 s

ISO 5667-19, 2004. Guidance on sampling of marine sediments.

ISO 16665, 2005. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macro fauna.

NS 9410, 2016. Norsk standard for miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.

Mannvik, H-P. og Gunnarsson, S., 2019. Arnarlax ASC- and C-survey Tjaldaneseyrar. APN report 60976.01 39 s

Mannvik H-P. og Gunnarsson, S., 2019. Arnarlax. ASC- og C-undersøkelse Hringsdalur, 2018. APN-rapport 60320.01.

Mannvik H-P. og Gunnarsson, S., 2020. Arnarlax efh. ASC- and C-survey Hringsdalur, 2019. APN-rapport 61656.02.

Thorsteinsson, M., 2020. Súrefnisskýrsla Arnarfjörður 2019. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 02-20. 14 s.

Velvin, R. og Gunnarsson, S., 2018b. Arnarlax ASC- og C-undersøkelse Laugardalur 2017. APN C rapport 9207.01. 20 s

Velvin, R. og Gunnarsson, S., 2018. Arnarlax. ASC- og C-undersøkelse Hringsdalur, 2017. APN-rapport 9187.01.



Viðauki 2 Ársskýrsla vegna vöktunar 2018. Arnarlax hf.

Akvaplan-niva AS
Rådgivning og forskning

innen miljø 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; Vöktunarskýrsla Arnarlax hf.
Vár ref: 60123

Konsulent: Snorri Gunnarsson
Mobil: +354 862 7535

E-post: sgu@akvaplan.niva.no

Dato: Kópavogur 27.04 2019

Ársskýrsla vegna vöktunar 2018

Arnarlax hf.

Snorri Gunnarsson

Apríl 2019

EFNISYFIRLIT

Inngangur	3
Ágrip af niðurstöðum	5
Botndýrarannsóknir.....	5
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíældissvæði Hringsdal, Arnarfirði: Arnarlax ASC/ og C-undersøkelse Hringsdalur 2018. Hans-Petter Mannvik og Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS rapport 60320.01.	5
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíældissvæði Hringsdal, Arnarfirði: Arnarlax hf B-undersøkelse, mai 2018 Hringsdalur. Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS rapport	6
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíældissvæði Eyri, Patreksfirði: Arnarlax ASC/ og C-undersøkelse Eyri 2018. Hans-Petter Mannvik og Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS rapport 60033.01.	6
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíældissvæði Haganes, Arnarfirði: Arnarlax ASC/ og C-undersøkelse Haganes 2018. Hans-Petter Mannvik og Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS rapport 60528.01.	7
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíældissvæði Haganes, Arnarfirði: Arnarlax hf B-undersøkelse, september 2018 Haganes. Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS rapport	8
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíældissvæði Steinanes, Arnarfirði: Arnarlax ASC/ og C-undersøkelse Steinanes 2018. Hans-Petter Mannvik og Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS rapport 60526.01. ...	9
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíældissvæði Steinanes, Arnarfirði: Arnarlax hf B-undersøkelse, september 2018 Steinanes. Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS rapport	10
Vöktun á súrefni í Arnarfirði: Súrefnisskýrsla Arnarfjörður. Margrét Thorsteinsson. nV nr. 7-19	10
Sjósýnatökur niðurstöður	11
Heimildir.....	13

INNGANGUR

Í samræmi við kafla 5 gr. 5.1 í starfsleyfi ber rekstraraðila að vakta helstu umhverfispætti í nágrenni kvíanna og meta álag á umhverfið sem starfsemin veldur. Niðurstöðum úr þessum athugunum er skilað inn yfirvalda í sérstökum vöktunarskýrslum sem fjalla um hverja rannsókn eða athugun fyrir sig. Í samræmi við grein 4.3 í starfsleyfum Arnarlax til framleiðslu laxi á sjókvíaeldisstæðum í Arnarfirði (UST 2016, nr. FE-1105) og í starfsleyfi Arnarlax til framleiðslu laxi í Patreks- og Tálknafirði (UST 2017, nr. FE-1125), ber Arnarlaxi einnig að skila árlega vöktunarskýrslu (fyrir 1. maí) með yfirliti yfir niðurstöður þessara mælinga og skráninga.

Í þessari ársskýrslu vöktunar sem nær yfir tímabilið frá 1. janúar 2018 til 31. desember 2018 er gerð stuttlega grein fyrir þeim vöktunarrannsóknum á botndýralífi í og við eldiskvíar Arnarlax á Patreksfirði, Tálknafirði og Arnarfirði. Þessar rannsóknir voru unnar í samræmi við vöktunaráætlun fyrir tímabilið 2018 til 2023 fyrir þessi svæði sem skilað var inn til Umhverfisstofnunar á vormánuðum 2018. Þá er einnig gerð grein niðurstöðum úr súrefnismælingum sem Náttúrustofa Vestfjarða sinnir á þremur sniðum í Arnarfirði. Að lokum er gerð grein fyrir niðurstöðum vöktunar á mettun súrefnis á þremur djúpsvæðum í Arnarfirði og niðurstöðum úr greiningu á fosfór og köfnunarefni í sjósýnum sem tekin voru við eldissvæði Laugardal, Haganes og Steinanes.

Arnarlax hf. (kt. 580310-0600) hefur starfsleyfi (útgefið 15. febrúar 2016) fyrir framleiðslu á 10.000 tonnum af laxi á ári í sjókvíum á þremur sjókvíaeldissvæðum sem ná til sex staðsetninga í Arnarfirði (UST 2016).

Arnarlax hefur einnig starfsleyfi (útgefið 13. Desember 2017) í gegnum Fjarðalax ehf. (kt. 580310-0600) fyrir framleiðslu á 10.700 tonnum af laxi á ári í sjókvíum í Patreksfirði og Tálknafirði sem ná til sex sjókvíeldisstæða í þessum fjörðum (UST 2017).

Svæðin þrjú í Arnarfirði eru eftirfarandi:

Sjókvíaeldissvæði A (Haganes og Steinanes)

Sjókvíaeldissvæði B (Tjaldaneseyrar og Hlaðsbót)

Sjókvíaeldissvæði C (Hringsdalur og Kirkjuból)

Sjókvíaeldissvæði í Patreksfirði (Hlaðeyri, Sandoddi og Eyri/Þúfnaeyri)

Sjókvíaeldissvæði í Tálknafirði (Sveinseyri, Suðureyri og Laugardalur)

Í vöktunaráætlun sem er í gildi er lýst tveimur megin gerðum rannsókna sem miða að því að vakta ástand á botndýralífi í og við eldiskívar. Annars vegar punktsýnataka eða svokölluð B-rannókn þar sem tekin eru botnsýni undir eldiskívum og hins vegar C-rannsókn þar sem tekin eru sýni bæði við eldiskívar og í næsta nágrenni þeirra (með áherslu á svæði undan megin straumstefnu). Í C-rannsókn er um ýtarlegri úrvinnslu sýna að ræða bæði hvað snertir gerð botnsets og nákvæma greiningu botndýra. C-rannsóknir eru framkvæmdar eftir atvikum við eftirfarandi aðstæður: Grunn-sýnataka (botnrannsókn útfærð áður en fiskur er settur á eldissvæði í fyrsta skipti – á við um nýtt eldissvæði). Lokasýnataka (rannsókn gerð í kringum slátrun eða þegar lífmassi í kvíum er í hámarki). Hvíldarsýnataka (botnrannsókn gerð eftir hvíld svæðis áður en fiskur er settur út á eldissvæði sem hafa verið í hvíld) sem alla jafna er eingöngu B-rannsókn. Eins og áður er bent á hefur Arnarlax gengið lengra en ISO 12878 staðall segir til um og framkvæmt C-rannsóknir jafnframt eftir hvíld svæða sem aukasýnataka. Þetta hefur verið gert meðal annars í því skini að afla góðra gagna um ástand botnsets og botndýralífs á eldissvæðum fyrirtækisins.

Á því tímabili sem þessi ársskýrsla tekur yfir voru framkvæmdar þrjár C-rannsóknir á jafnmörgum eldissvæðum og samhliða gerðar þrjár B-rannsóknir á þessum sömu eldissvæðum. Jafnframt var framkvæmd ein grunnrannsókn á eldissvæði Eyri í Patreksfirði. Við þessar rannsóknir var fylgt þeim viðmiðum og aðferðafræði sem koma fram í norska staðli NS 9410:2016 varðandi C og B rannsóknir og við umhverfisrannsóknir var fylgt aðferðafræði með vísan til ISO 16665:2014 og ISO 5667-19:2004 staðla. Einnig var umhverfisvöktun hagað þannig að sýnatökur úrvinnsla og skýrslugerð uppfyllti kröfur sem gerðar eru til umhverfisvottunar hjá Aquaculture Stewardsip Council – ASC staðlinum (ASC 2012; 2013). Rannsóknir þessar á uppsöfnun lífræns úrgangs á sjávarbotni fiskeldissvæða uppfylla einnig kröfur sem gerðar eru í ISO 12878:2012 staðlinum. Varðandi tíðni og eðli vöktunar hefur Arnarlax gengið lengra en ISO 12878 staðall segir til um og framkvæmt C-rannsóknir jafnframt eftir hvíld svæða sem aukasýnataka. Þetta hefur verið gert meðal annars í því skini að afla góðra gagna um ástand botnsets og botndýralífs á eldissvæðum fyrirtækisins. Yfirvöld hafa ekki skilgreint þröskuldsgildi sem hægt væri að vísa til við úrvinnslu á vöktunarmælingum og ákvarða þannig ástand svæða sbr. ISO 12878. Hér hefur því verið notast við viðmiðunargildi úr norska staðli NS 9410:2016 til viðmiðunar. Þeim einkunum ber þó að taka með fyrirvara þar sem viðmiðunargildi hafa ekki verið stöðluð fyrir íslenskar aðstæður.

Eftirfarandi tafla sýnir þær rannsóknir sem unnar voru á árinu 2018.

Staðsetning	Dags. sýnatöku	Ástæða sýnatöku
Hringsdalur, Arnarfjörður	16.05 2018	Hvíldarsýnataka (ASC/C)
Hringsdalur, Arnarfjörður	16.05 2018	Hvíldarsýnataka (B-rannsókn)
Eyri, Patreksfjörður	17.05 2018	Grunnsýnataka
Haganes, Arnarfjörður	05.09 2018	Lokasýnataka (ASC/C)
Haganes, Arnarfjörður	05.09 2018	Lokasýnataka (B-rannsókn)
Steinanes, Arnarfjörður	25.09 2018	Lokasýnataka (ASC/C)
Steinanes, Arnarfjörður	25.09 2018	Lokasýnataka (B-rannsókn)

ÁGRIP AF NIÐURSTÖÐUM

BOTNDÝRARANNSÓKNIR

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI HRINGSDAL, ARNARFIRÐI: ARNARLAX ASC/ OG C-UNDERSØKELSE HRINGSDALUR 2018. HANS-PETTER MANNVIK OG SNORRI GUNNARSSON. AKVAPLAN-NIVA AS RAPPORT 60320.01.

Hringsdalur – Megin niðurstöður úr botndýrarannsókn, C- rannókn/NS 9410 (2016)			
Vistfræðilegur stuðull botndýralíf nEQR (0-1)		Fjölbreytileikastuðull H' (Shannon Wiener)	
nEQR Hr1 (stöð næst kvíum)	0,442	H' Hr1	2,53
nEQR Hr2 (stöð fjærst kvíum)	0,631	H' Hr2	3,56
nEQR Hr3	0,612	H' Hr3	3,15
nEQR Hr4 (Dýpsta stöð)	0,593	H' Hr4	3,19
nEQR Hr5	0,541	H' Hr5	2,83
Dagsetning sýnatöku:	16.05.2018	Dagsetning skýrslu	28.09.2018
Athugasemdir vegna annarra þátta (botnset, pH/Eh, súrefni)			TOC frá 25,5 til 31,9 (Gott til miðlungs gott) Eh jákvætt á öllum stöðvum.

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku (ASC/C botnrannsókn) sem framkvæmd var 16. maí 2018. Tekin voru botnsýni á fimm stöðvum í mismunandi fjarlægð frá kvíabyrpingu (25-500 m). Um var að ræða "Hvíldarsýnatöku" en Hringsdalur hafði staðið tómur án laxa í kvíum í ca. 10 vikur við sýnatöku. Niðurstöður sýndu að nokkuð lífrænt álag er í nágrenni kvía sbr. gildi fyrir heildarmagn lífræns kolefnis (TOC) en þó ber að merkja að TOC gildi voru hæst á stöð fjærst kvíum (Hr2) þannig að hér er að nokkru leyti um náttúrulegt ástand að ræða. Redoks gildi voru jákvæð á öllum sýnatökustöðvum. Fjölbreytileikastuðull (H') botndýra var lægri en 3 á stöðvum Hr1 og Hr5 og nEQR (vistfræðilegur stuðull) var einnig lægri á þessum tveimur stöðvum (miðlungs gott ástand). Á öðrum stöðvum gaf nEQR stuðull til kynna gott ástand botndýralífs. Á öllum stöðvum nema Hr2 greindust vísitögundir burstaorma fyrir uppsöfnun á lífrænu botnseti. Skv. Staðli NS 9410:2016 er ástand botndýralífs á stöð Hr1 (stöð næst sjókvíaeldisstöð) með einkunn 1 (mjög gott ástand).

Í samanburði við niðurstöður úr fyrri C-rannsókn fyrir Hringsdal sem framkvæmd var við hámarks lífmassa (Velvin og Gunnarsson, 2018a) benda þessar niðurstöður ekki til mikilla breytinga á ástandi botnssets og botndýralífs á milli mælinga. Heildarmagn á lífrænu kolefni (TOC) er svipað á milli mælinga. Fjölbreytileikastuðull (H') og vistfræðilegur stuðull (nEQR) er einnig svipaður á milli sýnatökudaga að undanskildu að stöð 5 kemur betur út nú en í fyrri sýnatöku hvað bæði gildi snertir. Það eru vísbendingar um að vísitögundum á uppsöfnun lífræns úrgangs (sbr. Capitella capitata og Oligochaeta indet) hafi eitthvað aukist að þéttleika á sýnatökustöðvum.

Almennt benda þessar niðurstöður til að ástand botndýrasamfélaga í nágrenni eldiskvía sé gott á Hringsdal.

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI HRINGSDAL, ARNARFIRÐI: ARNARLAX HF B-UNDERSØKELSE, MAI 2018 HRINGSDALUR. SNORRI GUNNARSSON. AKVAPLAN-NIVA AS RAPPORT.

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku við og undir kvíastæði (punktmæling B-botnrannsókn) sem framkvæmd var 16. maí á eldissvæði við Hringsdal (eftir um 10 vikna hvíld á svæði). Eldissvæðið fær 1 í einkunn (skalinn er 1-4) eða "Mjög gott". Af sekstán sýnatökustöðvum fengu átta stöðvar einkunn 1 „mjög gott“ sjö stöðvar fengu einkunn 2 „gott“ og ein stöð fékk einkunn 3 „slæmt“. Almennt gefa niðurstöður þessarar rannsóknar til kynna nokkuð lífrænt álag á nærsvæði sjókvíaeldisstöðvar, einkum á syðri hluta svæðis nær landi. Samanburður við niðurstöður úr fyrri B-rannsókn árið 2017 við hámarks lífmassa (Gunnarsson, 2018) gefur til kynna svipað ástand botnsets og birtist þá.

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI EYRI, PATREKSFIRÐI: ARNARLAX ASC/ OG C-UNDERSØKELSE EYRI 2018. HANS-PETTER MANNVIK OG SNORRI GUNNARSSON. AKVAPLAN-NIVA AS RAPPORT 60033.01.

Eyri - Megin niðurstöður úr botndýrarannsókn C- rannókn/NS 9410 (2016)			
Vistfræðilegur stuðull botndýralíf nEQR (0-1)		Fjölbreytileikastuðull H' (Shannon Wiener)	
nEQR Ey 1 (stöð næst kvíum)	0,569	H' Ey 1	2,50
nEQR Ey 2 (stöð fjærst kvíum)	0,718	H' Ey 2	4,21
nEQR Ey 3	0,564	H' Ey 3	2,47
nEQR Ey 4 (dýpsta stöð)	0,618	H' Ey 4	2,99
nEQR Ey 5	0,525	H' Ey 5	2,15
nEQR Ey 6	0,554	H' Ey 6	2,61
nEQR Ey 7	0,699	H' Ey 7	4,16
Dagsetning sýnatöku:	17.05.2018	Dagsetning skýrslu	12.02.2019
Athugasemdir vegna annarra þátta (botnset, pH/Eh, súrefni)			TOC frá 27,8 to 30,7 mg/g (miðlungs gildi) Redoks jákvæð gildi á öllum stöðvum O2-aðstæður góðar í allri vantssúlu

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku (ASC/C botnrannsókn) sem framkvæmd var 17. maí 2018. Tekin voru botnsýni á sjö stöðvum í mismunandi fjarlægð frá kvíaþyrpingu (25-1000 m). Um var að ræða "grunnsýnatöku" sem á að lýsa grunnástandi ósnortins eldissvæðis. Súrefnismettun mældist há frá yfirborði að botni. Redoks (gildi fyrir möguleika á oxun/afoxun) í botnseti voru jákvæð á öllum sýnatökustöðvum. Mæld gildi fyrir heildarmagn lífræns kolefnis (TOC) voru nokkuð há miðað við að hér er um grunnsýnatöku að ræða á ósnortnu svæði og set reyndist vera fremur fínkornótt. Þessar niðurstöður gefa til kynna nokkuð lífrænt álag á svæðinu.

Fjölbreytileikastuðull var lægstur á Ey 5 (2,15) en hæstur á Ey 2 (4,21). Vistfræðilegur stuðull (nEQR) fjórum stöðvum (Ey 1, Ey 3, Ey 5 og Ey 6) gaf til kynna nokkuð álag á botndýralíf (miðlungs gott ástand) en á öðrum stöðvum (Ey 2, Ey 4, Ey 7) var nEQR stuðull hærri en 0,6 sem gefur til kynna gott ástand botndýralífs. Skv. Staðli NS 9410:2016 er ástand botndýralífs á stöðvum næst sjókvíaeldsisstöð Ey1 með einkunn 1 (mjög gott ástand) og Ey2 (gott ástand). Ekki greindust neinar vísitæðir um lífrænt álag (s.s. *Capitella capitata*) sem ríkjandi tegundir á neinni botnsýnatökustöð.

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI HAGANES, ARNARFIRÐI: ARNARLAX ASC/
OG C-UNDERSØKELSE HAGANES 2018. HANS-PETTER MANNVÍK OG SNORRI GUNNARSSON.
AKVAPLAN-NIVA AS RAPPORT 60528.01.

Haganes – Megin niðurstöður úr botndýrarannsókn, C- rannókn/NS 9410 (2016)			
Stuðull botndýralíf nEQR (0-1)		Fjölbreytileikastuðull H' (Shannon Wiener)	
nEQR C1 (stöð næst kvíum)	0.562	H' C1	3.07
nEQR C2 (stöð fjærst kvíum)	0.567	H' C2	2.03
nEQR C3	0.381	H' C3	1.71
nEQR C4 (dýpsta stöð)	0.561	H' C4	2.18
nEQR C5	0.555	H' C5	2.42
Dagsetning sýnatöku:	05.09.2018	Dagsetning skýrslu	27.02.2019
Athugasemdir vegna annarra þátta (botnset, pH/Eh, súrefni)			nTOC frá 23,1 - 30.7 mg/g (miðlungs gildi) Eh jákvæð gildi á öllum sýnatökustöðvum. O ₂ - aðstæður í lægri kanti í kaldara botnsjávarlagi.

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku (ASC/C botnrannsókn) sem framkvæmd var 5. september 2018. Tekin voru botnsýni á fimm stöðvum í mismunandi fjarlægð frá kvíabyrpingu (30-1000 m). Um var að ræða „lokasýnatöku“ sem taka ber fyrir slátrun úr kvíum þegar hámarkslífsmassi er til staðar. Súrefnismettun mældist um 86 % við yfirborð en var lægri eða um 52 % í kaldara botnlagi sjávar. Mæld redoks gildi í botnseti voru jákvæð á öllum sýnatökustöðvum. Niðurstöður gefa til kynna nokkra uppsöfnun sbr. mæld gildi fyrir heildarmagn lífræns kolefnis (TOC) en þau þó lægst (23.1 mg/g) fyrir sýnatökustöð C1 (næst eldiskvíum). Vistfræðilegur stuðull (nEQR) var rétt undir 0,6 á öllum stöðvum sem flokkast sem meðal gott ástand skv. NS 9410:2016 sbr. indeks í viðauka 02:2018). Fjölbreytileikastuðull (H') var yfir 3 á stöð C1 en undir 3 á öðrum stöðvum eða á bilinu 1,7 – 2,4. Skv. NS 9410:2016 er ástand botndýralífs á stöðvum næst kvíastæðum (C1 og C3) metið með einkunn 1 „mjög gott“ (miljøtilstand 1 >meget god>). Það voru greindar vísitæðir fyrir uppsöfnun á lífrænu seti á meðal 10 algengustu burstaorma á stöðvum C1 og C3 en ekki á öðrum sýnatökustöðvum.

Botndýralíf var fremur fábreytt á öllum sýnatökustöðvum. Á sýnatökustöð C1 var ríkjandi vísitægund um uppsöfnun lífræns úrgangs burstaormur af tegundinni *Capitella capitata*. Sami burstaormur var einnig á meðal 10 algengustu tegunda á stöð C5 (130 m fjarlægð frá kvíum) en aðeins var um fáa einstaklinga tegundarinnar að ræða. Á hinum stöðvunum fjórum var einkum um að ræða tegundir burstaorma sem flokkast sem hlutlausar eða þolnar gagnvart lífrænni mengun.

Til eru gögn úr eldri botndýrarannsóknum sem gerðar voru á Haganesi árin 2014 og 2016 (Gallo og Thorsteinsson, 2017). Fjölbreytileikastuðull úr rannsókn sem gerð var árið 2016 (sýni tekin við hámarkslífmassa- "lokasýnataka") var nokkru lægri (0.41 – 1.93) en í núverandi botndýrarannsókn árið 2018 sem tekinn við hámarkslífmassa. Einnig var framkvæmd C-rannsókn á Haganesi fyrir útsetningu laxasmolta árið 2017 (Velvin og Eriksen, 2018) og eru niðurstöður úr núverandi C-rannsókn svipaðar um margt svipaðar og koma fram þar. Heildarmagn á lífrænu kolefni (nTOC) er nokkuð líkt í báðum athugunum. Fjöldi einstaklinga og tegunda af burstaormum hefur aukist frá árinu 2017 og þá einkum á stöð C1 næst sjókvíaeldisstöðinni (fjöldi einstaklinga frá 430 í 2521 og fjöldi tegunda úr 26 í 54).

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI HAGANES, ARNARFIRÐI: ARNARLAX HF B-UNDERSØKELSE, SEPTEMBER 2018 HAGANES. SNORRI GUNNARSSON. AKVAPLAN-NIVA AS RAPPORT.

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku við og undir kvíastæði (punktmæling B-botnrannsókn) sem framkvæmd var 16. maí 2018 á eldissvæði við Haganes sem framkvæmd var við hámarkslífmassa á svæðinu. Eldissvæðið fær 1 í einkunn (skalinn er 1-4) eða "Mjög gott" skv. NS 9410:2016. Af tólf sýnatökustöðvum fengu níu stöðvar einkunn 1 „mjög gott“, ein stöð fékk einkunn 3 „slæmt“ og tvær stöðvar fengu einkunn 4 „mjög slæmt“. Um helmingur af sýnatökustöðvum eða 6 af 12 voru skilgreindar sem harður botn (klettar eða grjót). Á svæðinu er nokkur uppsöfnun á lífrænu seti einkum á dýpri hluta eldissvæðisins. Í fyrri B-rannsókn (Moe og Ottesen, 2013; rannsókn á ósnortnu svæði) fékk svæðið heildareinkunn 1 „mjög gott“. Þrátt fyrir að heildareinkunn í núverandi rannsókn fyrir svæðið sé einnig ástand „mjög gott“ þá eru skýrar vísbendingar um aukið lífrænt álag á svæðinu þar sem ekki er harður botn einkum á dýpri hluta svæðis fjær landi. Í næstu B-rannsókn mætti leggja meiri áherslu á sýnatöku á því svæði.

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI STEINANES, ARNARFIRÐI: ARNARLAX ASC/
OG C-UNDERSØKELSE STEINANES 2018. HANS-PETTER MANNVIK OG SNORRI GUNNARSSON.
AKVAPLAN-NIVA AS RAPPORT 60526.01.

Steinanes - Megin niðurstöður úr botndýrarannsókn C- rannókn/NS 9410 (2016)			
Stuðull botndýralíf nEQR (0-1)		Fjölbreytileikastuðull H' (Shannon Wiener)	
nEQR C1 (stöð næst kvíum)	0.515	H' C1	2.16
nEQR C2 (stöð fjærst kvíum)	0.584	H' C2	2.50
nEQR C3	0.566	H' C3	2.91
nEQR C4 (dýpsta stöð)	0.536	H' C4	2.54
nEQR C5	0.535	H' C5	2.74
nEQR Cref 1	0.490	H' Cref 1	1.86
nEQR Cref 2	0.502	H' Cref 2	2.19
nEQR C ref 3	0.516	H' Cref 3	1.93
Dagsetning sýnatöku:	25.09.2018	Dagsetning skýrslu	25.04.2019
Athugasemdir vegna annarra þátta (botnset, pH/Eh, súrefni)			TOC frá 28,3 - 44,5 mg/g Redoks jákvæður á öllum sýnatökustöðvum. O ₂ - aðstæður í lægri kanti í botnlagi sjávar

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku (ASC/C botnrannsókn) sem framkvæmd var 25. september 2018. Samkvæmt kröfum í ASC staðli (og um leið kröfur í ISO 12878 uppfylltar) voru tekin botnsýni á fimm stöðvum í mismunandi fjarlægð frá kvíabyrpingu (25-500 m) en að beiðni Arnarlax voru að auki greind botndýr á þremur auka „viðmiðunarstöðvum“ Cref 1 – Cref 3 staðsettar í 1000 – 1500 m fjarlægt frá sjókvíastöð. Um var að ræða „lokasýnatöku“ sem taka ber fyrir slátrun úr kvíum þegar hámarkslífsmassi er til staðar. Súrefnismettun mældist um 90 % við yfirborð en var lægri eða um 54 % niður við botn. Mæld redoks gildi í botnseti voru jákvæð á öllum sýnatökustöðvum. Í samanburði við norskar aðstæður voru mæld gildi fyrir heildarmagn lífræns kolefnis (TOC) um miðlungs góð á 6 stöðvum, „slæmt“ á stöð C1 og „mjög slæmt“ á stöð C5. Vistfræðilegur stuðull (nEQR) var undir 0,6 á öllum stöðvum sem flokkast sem meðal gott ástand skv. NS 9410:2016 sbr. indeks í viðauka 02:2018. Fjölbreytileikastuðull (H') var undir 3 á öllum stöðvum eða á bilinu 1,9 – 2,9 (lægstur á auka viðmiðunarstöð Cref 3). Skv. NS 9410:2016 er ástand botndýralífs á stöðvum næst kvíastæðum (C1 og C3) metið með einkunn 1 „mjög gott“ (miljötíland 1 „meget god“). Ekki greindust neinar vísitæmdir um lífræna megnu í botnseti (s.s. *Capitella capitata*) sem ríkjandi tegundir á neinni botnsýnatökustöð.

Ef niðurstöður úr þessari botndýrarannsókn við hámarkslífsmassa eru bornar saman við Grunnrannsókn sem framkvæmd var á ósnortnu svæði, Steinanes, árið 2018 (Mannvik og Eriksen, 2018) má sjá að heildarmagn lífræns kolefnis í núverandi rannsókn eru áþekk þeim gildum sem mæld voru í grunnrannsókn. Fjölbreytileikastuðull (H') hefur aukist á stöðvum sem tilheyra C/ASC rannsókn (C1-C5) sem afleiðing af eldi fyrstu kynslóðar á Steinanesi og fjöldi einstaklinga og tegunda eykst á milli ára.

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI STEINANES, ARNARFIRÐI: ARNARLAX HF B-UNDERSØKELSE, SEPTEMBER 2018 STEINANES. SNORRI GUNNARSSON. AKVAPLAN-NIVA AS RAPPORT.

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku við og undir kvíastæði (punktmæling B-botnrannsókn) sem framkvæmd var við hámarkslífmassa á svæðinu Steinanes í Arnarfirði þann 25. maí 2018. Mælanlegt botnset náðist á öllum sýnatökustöðvum að einni stöð undanskilinni (skilgreint sem harður botn) og algeng botngerð var blanda af leir, mól og skeljasandi. Eldissvæðið fær heildareinkunn 2 (skalinn er 1-4) eða "gott" skv. NS 9410:2016. Einkunnir einstakra sýnatökustöðva voru nokkuð breytilegar innans svæðisins. Af fimmtán sýnatökustöðvum fengu fimm stöðvar einkunn 1 „mjög gott“, tvær stöðvar fengu einkunn 2 „gott“, fjórar stöðvar fengu einkunn 3 „slæmt“ og fjórar stöðvar fengu einkunn 4 „mjög slæmt“. Á öllum stöðvum fundust botndýr einkum burstaormar (nema á stöð með hörðum botni).

Á svæðinu er nokkur uppsöfnun á lífrænu seti einkum á þeim hluta eldissvæðis sem liggur nær landi. Þetta skýrist meðal annars af því að ekki var haldinn fiskur í þremur ystu kvímum á Steinanesi og því mest lífrænt álag á svæði nær landi. Í samanburði við niðurstöður úr fyrri B-rannsókn (óbirtar niðurstöður) sem var hluti af grunnsýnatöku á ósnortnu svæði árið 2017 og gaf heildareinkunn 1 („mjög gott ástand“). Ástand svæðisins hefur því hrakað nokkuð við eldi á þessari fyrstu kynslóð laxa á svæðinu.

VÖKTUN Á SÚREFNI Í ARNARFIRÐI: SÚREFNISSKÝRSLA ARNARFJÖRÐUR. MARGRÉT THORSTEINSSON. NV NR. 7-19.

Að beiðni Arnarlax hefur Náttúrustofa Vestfjarða tekið saman árlegt yfirlit yfir súrefnismælingar sem Náttúrustofan framkvæmir í Arnarfirði. Náttúrustofa Vestfjarða hóf vöktun á þremur dýpstu stöðum í Arnarfirði árið 2016.

Mæling á súrefni, hita og seltu var gerð 30. janúar, 5. október og 14. desember árið 2018. Mælt var á þrem stöðum; út af Baulhús, við Gíslasker og út af Haganesi.

Niðurstöður mælinga sem gerðar voru 30. janúar sýndu háan súrefnisstyrk við sjávarbotninn (5,34-6,59 ml/l), hitastig við botninn var lágt (1,8-2,1°C) og seltustig var það sama á öllum stöðvum 34,6%. Niðurstöður mælinga sem gerðar voru 5. október sýndu lágan súrefnisstyrk við sjávarbotninn (3,66-3,77 ml/l). Hitastig lækkaði um (2,8-3,4°C) frá yfirborði að botni og var frekar lágt við botninn (3,7-4,5°C), seltustig við botninn var (34,3-34,4‰). Mesti munur á hita- og seltustigi upp vatnssúluna var við Gíslasker. Niðurstöður mælinga sem gerðar voru 14. desember sýndu að súrefnisstyrkur við sjávarbotninn var hærri við Baulhús og Gíslasker (7,05-7,43 ml/l) en Haganes (5,75 ml/l). Hitastig lækkaði með dýpi á öllum stöðvum um (0,2-0,5°C) og var (4,2-4,6°C) við botninn. Seltustig við botninn var (34,4-34,5‰).

Mælingar á súrefnisstyrk við sjávarbotninn 2018 sýna sama ferli í tíma og síritamælingar Hafrannsóknastofnunar 2014. Sem felst í háu súrefnisgildi 30. janúar sem síðan lækkar 5. október

og er aftur orðið hátt 14. desember. Súrefnisstyrkur mælist hærri árið 2018 en 2014 og fór ekki niður fyrir 3 ml/l og mælist lægst við 3,5 ml/l í síritamælingum Hafrannsóknastofnunar frá 8. október 2018 til apríl 2019 í nágrenni Baulhús.

SJÓSÝNATÖKUR NIÐURSTÖÐUR

Tekin voru sjósýni við eldisvæði Laugardal í Tálknafirði í 17. apríl 2018. Sýnin voru send samdægurs til efnagreiningar hjá Sýni ehf í Kópavogi. Sýni voru tekin á fjórum staðsetningum: Við kví, 30-50 m frá kvíum, 100 m frá kvíum og 500 m frá kvíum. Mælt var heildarmagn af köfnunarefni (N mg/L) og heildarmagn fosfór (P mg/L). Niðurstöður sýndu að fosfór gildi voru lægri en 0.05 mg/L á öllum sýnatökustöðvum og að fyrir köfnunarefni voru mæligildi lægri en 0.5 mg/L í öllum tilfellum

Laugardalur. 17.04 2018	Við kví	30-50 m frá kví	100 m frá kví	500 m frá kví
Heildar fosfór (P) mg/L	0.04	0.04	0.03	0.05
Heildar köfnunarefni (N) mg/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

Tekin voru sjósýni við eldisvæði Haganes í Arnarfirði í 26. nóvember 2018. Sýnin voru send samdægurs til efnagreiningar hjá Sýni ehf í Kópavogi. Sýni voru tekin á fjórum staðsetningum: Við kví, 30-50 m frá kvíum, 100 m frá kvíum og 500 m frá kvíum. Mælt var heildarmagn af köfnunarefni (N mg/L) og heildarmagn fosfór (P mg/L). Niðurstöður sýndu að fosfór gildi voru eilítið hærri á tveimur stöðvum næst kvíum en sú hækkun en er óveruleg. Fyrir köfnunarefni voru mæligildi lægri en 0.5 mg/L í öllum tilfellum

Haganes. 26.11 2018	Við kví	30-50 m frá kví	100 m frá kví	500 m frá kví
Heildar fosfór (P) mg/L	0.10	0.07	0.05	0.04
Heildar köfnunarefni (N) mg/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

Tekin voru sjósýni við eldisvæði Steinanes í Arnarfirði í 26. nóvember 2018. Sýnin voru send samdægurs til efnagreiningar hjá Sýni ehf í Kópavogi. Sýni voru tekin á fjórum staðsetningum: Við kví, 30-50 m frá kvíum, 100 m frá kvíum og 500 m frá kvíum. Mælt var heildarmagn af köfnunarefni (N mg/L) og heildarmagn fosfór (P mg/L). Niðurstöður sýndu að fosfór gildi voru lág einkum ef litið er til árstíma og fyrir köfnunarefni voru mæligildi lægri en 0.5 mg/L í öllum tilfellum nema á stöð fjærst kvíum þar sem heildarköfnunarefni mældist 1.4 mg/L.

Steinanes. 26.11 2018	Við kví	30-50 m frá kví	100 m frá kví	500 m frá kví
Heildar fosfór (P) mg/L	<0.01	<0.01	0.04	0.04
Heildar köfnunarefni (N) mg/L	<0.5	<0.5	<0.5	1.4

HEIMILDIR

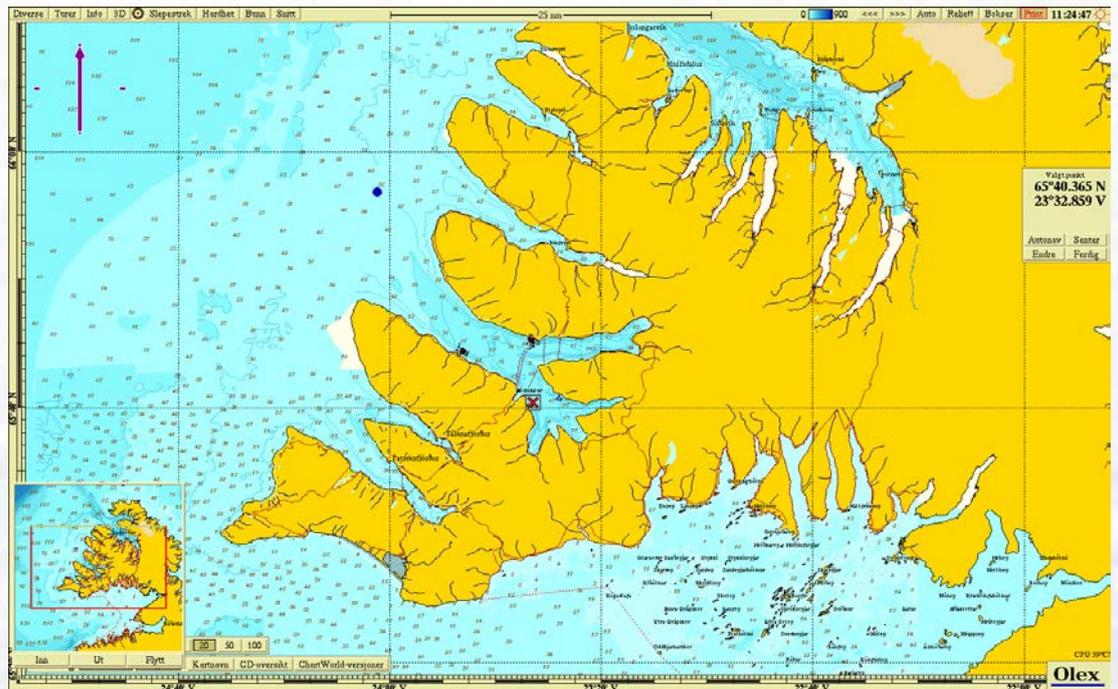
- Buhl-Mortensen, L. Aure, J. Alve, E., Oug, E. & Husum K. 2006. Effects of hypoxia on fjordfauna: The bottomfauna and environment in fjords on the Skagerrak coast. *Fisken og Havet* 3:108 p.
- Cristian G. og Thorsteinsson, M., 2017. *Lokaskýrsla fyrir Haganes – Laxeldi í sjó 2014-2016*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 3-17.
- Gunnarsson, S. 2018. Arnarlax hf. B-undersøkelse, september 2018 Haganes. APN rapport. 17 s
- Gunnarsson, S. 2018. Arnarlax hf. B-undersøkelse, november 2017 Hringsdalur. APN rapport 9187.02. 17 s
- Gunnarsson, S. 2018. Arnarlax hf. B-undersøkelse, september 2018 Steinanes. APN rapport. 17 s
- NS 9410, 2016. Norsk standard for miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.
- Mannvik, H-P. og Eriksen, S.D., 2018b. Arnarlax ASC- og C-undersøkelse Steinanes 2017. APN rapport 8951.01. 20 s
- Mannvik, H-P. og Gunnarsson, S., 2018. Arnarlax ASC- og C-undersøkelse Hringsdalur 2018. APN rapport 60320. 01 19 s
- Mannvik, H-P. og Gunnarsson, S., 2019. Arnarlax ASC- og C-undersøkelse Eyri 2018. APN rapport 60033. 01. 21 s
- Mannvik, H-P. og Gunnarsson, S., 2019. Arnarlax ASC- og C-undersøkelse Haganes 2018. APN rapport 60528. 01. 21 s
- Mannvik, H-P. og Gunnarsson, S., 2019. Arnarlax ASC- og C-undersøkelse Steinanes 2018. APN rapport 60526. 01. 21 s.
- Thorsteinsson, M., 2019. Súrefnisskýrsla Arnarfjörður 2018. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 7-19. 12 s.
- Moe, A.M. og Ottesen, K. 2013. Environmental monitoring (MOM B) at finfish farm site Haganes. October 2013. Helgeland Havbrukstasjon AS, report nr. AR131125C
- Moe, A.A., & Ottesen, K.K.S., 2013. Environmental monitoring (MOM B) at finfish farm site Hringsdalur. Helgeland Havbruksstasjon AS. 28 s
- Thorsteinsson, M. og Gallo, C., 2018. Súrefnisskýrsla Arnarfjörður 2017. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 9-18.
- Velvin, R. og Eriksen, S.D., 2018. Arnarlax ASC- og C-undersøkelse Haganes 2017. APN rapport 8952.01. 20 s
- Velvin, R. og Gunnarsson, S., 2018a. Arnarlax ASC- og C-undersøkelse Hringsdalur 2017. APN rapport 9187.01. 20 s
- Velvin, R. og Gunnarsson, S., 2018b. Arnarlax ASC- og C-undersøkelse Laugardalur 2017. APN rapport 9207.01. 20 s
- Pórisson, B., Gallo, C. og Jóhannsdóttir, E.D., 2015. Vöktun á botndýralífi við fiskeldiskvíar út af Laugardal í Tálknafirði 2013-14. Náttúrustofa Vestfjarða, NAVE rapport NV. Nr.10-15.



Viðauki 3 Staðarúttektir eldissvæða við Haganes, Steinanes og Hringsdal

Arnarlax hf

Lokalitetsrapport Haganes



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 Arnarlax hf Lokalitetsrapport Haganes	
Forfatter(e) / Author(s) Steinar Dalheim Eriksen	Akvaplan-niva rapport nr / report no 8803.01
	Dato / Date 17.03.2017
	Antall sider / No. of pages 15 + Vedlegg
	Distribusjon / Distribution Gjennom Oppdragsgiver
(Oppdragsgiver) / Client Arnarlax hf 465 Bildudal Island	Oppdragsg. referanse / Client's reference Gaute Hilling
Sammendrag / Summary Akvaplan-niva AS har gjennomført en lokalitetsundersøkelse av lokaliteten Haganes iht. de krav som stilles i NS 9415:2009 – Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Modelleringen viser en største bølgehøyde på anlegget; H_{s50} år på 2,0 meter med tilhørende pikperiode på 5,0 sekunder. Maks strømhastighet med 50 års returperiode er satt til 58 cm/s på 5 m og 62 cm/s på 15 m dyp.	
Prosjektleder / Project manager  Steinar Dalheim Eriksen	Kvalitetskontroll / Quality control  Kristine Steffensen

© 2017 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	4
2.3 Skipsgenererte bølger	5
2.4 Bunndata	5
2.5 Strømmålinger	5
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.....	12
5 INSTRUMENTBESKRIVELSE.....	14
6 LITTERATURLISTE.....	15
7 VEDLEGG	16
7.1 Strømmålinger	16
7.1.1 Oppbygging av strømmålerrikk.....	16
7.1.2 Måling 5 meters dyp	16
7.1.3 Måling 15 meters dyp	21
7.2 Anleggsområde og bunnkartlegging.....	26
7.3 Beregning istabell	27
7.4 Bølgemodelleringsresultater, Haganes (Island), med CMS-Wave (Harendza et al, 2017):.....	28
7.5 Strømdata fra Helgeland Havbruksstasjon AS	31

Forord

Foreliggende undersøkelser er gjennomført av Akvaplan-niva AS på oppdrag fra Arnarlax hf. i forbindelse med deres drift ved lokalitet Haganes. Akvakulturanlegget ligger i indre del av Arnarfjörður, Vestfjordene på Island. Bedriften ønsker få gjennomført en lokalitetsundersøkelse med tilhørende akkreditert lokalitetsrapport.

Undersøkelsen bygger på metodikk i henhold til Norsk Standard, NS 9415:2009 – Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.

Undersøkelsene er gjennomført og rapportert av Steinar Dalheim Eriksen, 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-forskrift og Akvaplan-niva AS sine interne prosedyrer for prosjektgjennomføring og kvalitetssikring.

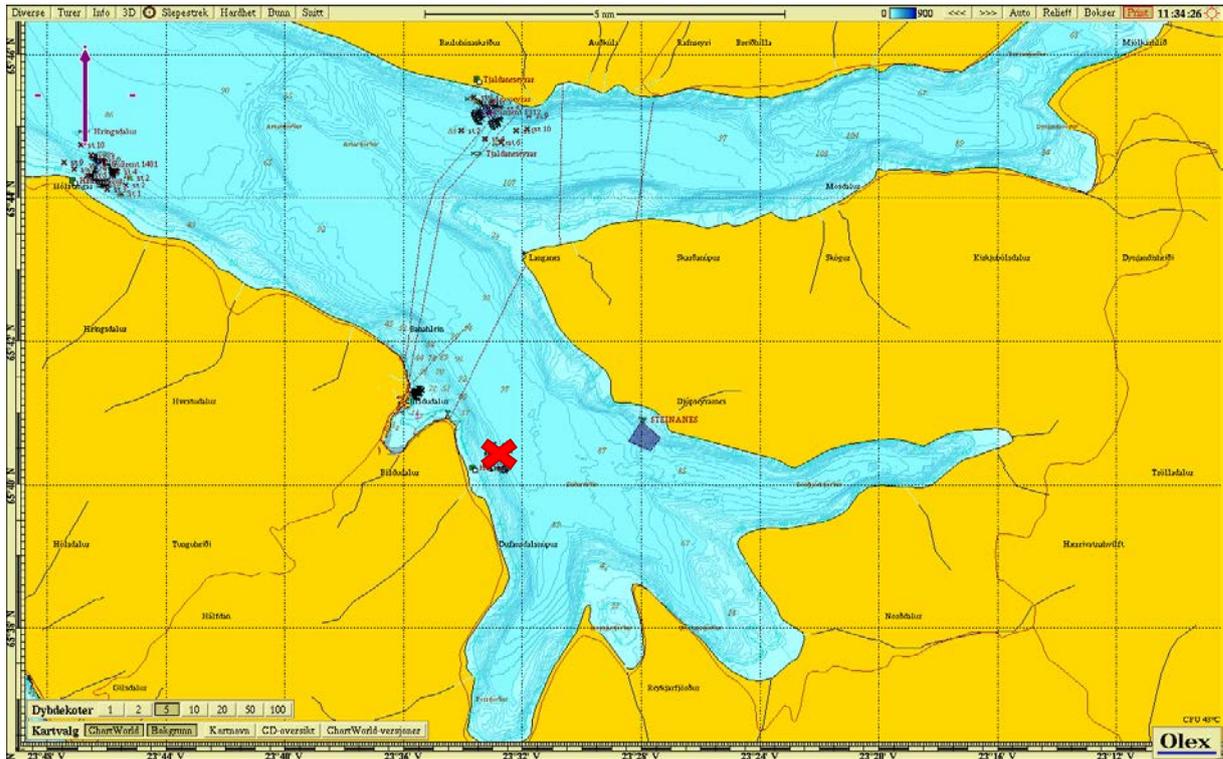
Tromsø den 17.03.2017



Steinar Dalheim Eriksen
Prosjektleder

1 Innledning

Akvaplan-niva AS har på oppdrag fra Arnarlax hf. foretatt en akkreditert lokalitetsundersøkelse på lokaliteten Haganes. Undersøkelsen er utført i henhold til NS 9415:2009. Lokaliteten ligger i Vesturbyggð kommune i Arnarfjörður, i Vestfjordene på Island (*Figur 1*).

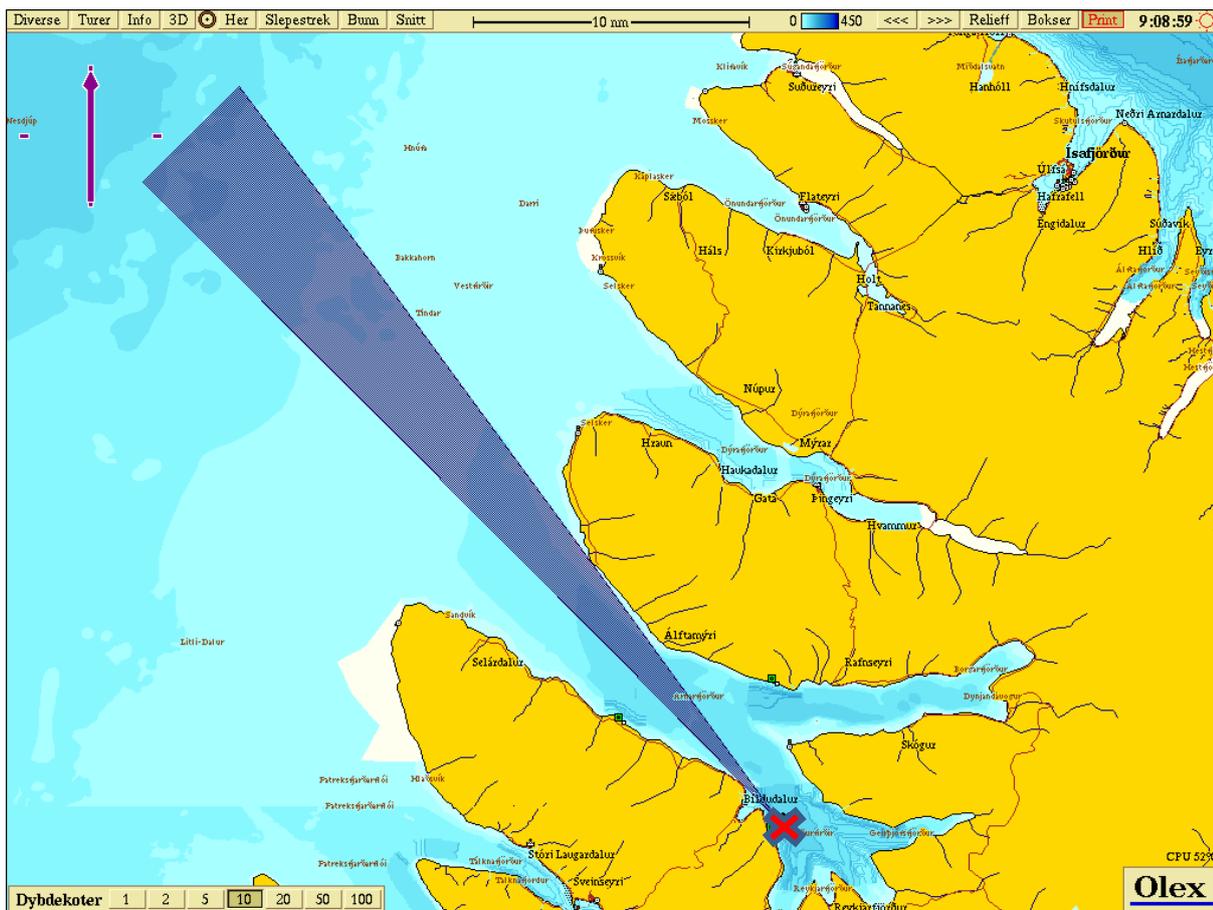


Figur 1 Oppgitt plassering av lokalitet Haganes ved rødt kryss på sjøkart Olex.

2 Metode

2.1 Vindgenererte bølger

Det er ikke gjennomført bølgemålinger i området rundt Haganes og det er derfor gjort modellering av bølgehøyde på lokaliteten. Modellen CMS-Wave (Costal Modeling System) er benyttet til å kartlegge bølgeeksponeringen for vindbølger fra alle retninger (0-360 grader). Lokaliteten er mest eksponert for bølger fra 330-345 grader, nordvest (*Figur 2*).



Figur 2 Største bølgeeksponering på lokalitet Haganes. Blå skravur viser retning av største bølger mot anlegget. Lokaliteten Haganes ligger ved rødt kryss.

2.2 Havsjø

Lokaliteten har åpen sektor til hav fra nordvest. I henhold til prosedyre for lokalitetsundersøkelse skal det gjennomføres havsjømodellering dersom lokaliteten har nær tilknytning til hav, eller større fjord med lysåpning til hav. Det er beregnet havsjø og kombinerte bølger fra sørvest til nord-nordøst (285 - 15 grader) ved hjelp av modellen CMS-Wave (Costal Modelling System).

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, WAM (Reistad m.fl., 2011). Dersom strøm inkluderes antas denne å være konstant med dypet.

Modellen bruker en endelig element-metode med et kartesisk grid. En godt kartlagt batymetri (bunntopografi) er en forutsetning for å få gode simuleringer. 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

Oppsummering av resultater fra beregningene er gitt i kapittel 3.

For mer detaljert fremstilling av metode og resultater henvises til det til rapport Havbølgemodelleringer for lokalitet Haganes, Vesturbyggð, Island (Harendza et al, 2017).

2.3 Skipsgenererte bølger

Lokaliteten ligger i indre del av Arnarfjörður, et område hvor det kan forekomme noe skipstrafikk. Båstørrelsen er lasteskip på opp mot 70 meter. Det er foretatt en vurdering av beregnet bølgehøyde i forhold til avstand og størrelse på passerende skip. Det forventes ikke bølger som overskrider lokalt generert vind- og havsjø (Hilling, pers med).

2.4 Bunndata

Bunntopografi er utført av The Icelandic Coast Guard (ICG) Hydrographic Department. Kartleggingen er utført med multistrålelodd. Oppløsningen på datasett oppfyller kravet i NS 9415:2009 og har en oppløsning tettere enn 10 x 10 meter avstand mellom målepunkter.

Kvalitetssikring av data er gjort av Akvaplan-niva AS, data er importert i OLEX for vurdering av akvakulturområdet.

2.5 Strømmålinger

Strømmåling på 5 og 15 meters dyp ble utført med Nortek Aquadopp Profiler 400 kHz av Helgeland Havbruksstasjon AS i perioden 22.10 – 22.11.2013. Instrumentene var innstilt på registrering av strømhastighet og strømrretning med 10 minutters intervall (se vedlegg 7.5).

Målingene ble utført i posisjon 65°40,428 N / 23°32,780 V. Kvalitetssikring av data og framstilling av grafikk ble foretatt av Akvaplan-niva AS.

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.

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 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 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 nord (360 grader) med returstrøm mot øst (90 grader) og sørøst (150 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 9,9 cm/s. 4,8 % av målingene er mellom 30 og 20 cm/s, 39,2 % av målingene er mellom 20 og 10 cm/s, 48,4 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 6,7 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 0,8 % av målingene er < 1 cm/s.

Resultatene fra strømmåling på 15 meters dyp viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er definert mot nord (345-360 grader) med en mindre returstrøm mot øst (90 grader) og sørøst (150 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 9,1 cm/s. 2,4 % av målingene er mellom 30 og 20 cm/s, 36,7 % av målingene er mellom 20 og 10 cm/s, 52,1 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 7,6 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 1,1 % av målingene er < 1 cm/s.

Maksimal strømhastighet i den målte perioden på 5 og 15 m var henholdsvis 31,6 (≈ 32) og 33,6 (≈ 34) cm/s, noe som tilsvarer 58 og 62 cm/s ved 50 års returperiode for de respektive dyp. Strømmålingene er vurdert sammen med lokalkjente og det konkluderes med at de er representative med hensyn til årstidsvariasjon (Hilling, pers med).

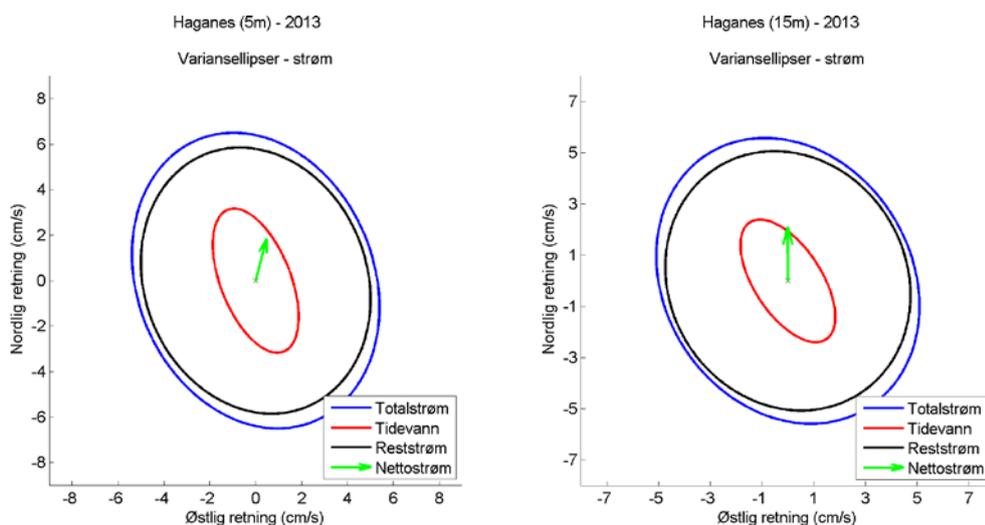
3.2 Tidevannsstrøm

I hovedsak er strøm i Islandske fjorder styrt av tidevannsstrømmen. Tidevannsforskjellen mellom høy og lavvann utgjør gjerne 1,5 – 2 m (Briem, 2000), men det varierer sterkt hvor store de sykliske endringene er innenfor gitte tidsperioder (en tidevannsperiode eller en månefase). *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* viser at det estimerte tidevannet kan forklare henholdsvis 13,9 % og 13,1 % i Ø-V-retning, og 19,1 % og 17,6 % i N-S-retning av variabiliteten i strømmen. Dette gjenspeiles i *Figur 3*, hvor man ser at ellipsen til tidevannet er forholdsvis liten sammenlignet med variansellipsen til totalstrømmen. Dette indikerer at tidevannet har betydning, men er ikke en dominerende faktor i strømbildet.

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

Retning på strømkomponent	Dyp	
	5 m	15 m
Øst-Vest	13,9 %	13,1 %
Nord-Sør	19,1 %	17,6 %



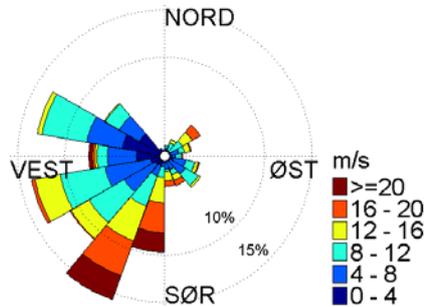
Figur 3 Variansellipse for totalstrøm (blå), tidevannsstrøm (rød) og reststrøm (sort) på 5 og 15 m. Variansellipsen viser størrelsen av ett standardavvik av variansen, både i retning og størrelse. Den blå kurven viser variansellipsen til totalstrømmen og den røde kurven viser variansellipsen til tidevannskomponenten av strømmen. Den sorte variansellipsen viser reststrømmen, dvs. den strømmen som ikke kan forklares av tidevannet. Resultatene er estimert fra strømdata i hele måleperioden. 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 Bjargtangar værstasjon på Vest-Island (Figur 4). Målestasjon ligger 48 km sørvest i Vesterbygda og vil være mer eksponert for vind fra flere retninger. Likevel vurderes denne som representativ ut fra nærhet og eksponering. Bıldudalur værstasjon ligger nærmere lokaliteten, men måler bare 16 meter over havnivå og inne i Bıldudalur. Stasjonen ligger skjernet fra vesentlige retninger, spesielt fra vest og nordvest, som ansees viktig for Haganes. Vindrosen viser at høyeste vindhastigheter er registrert mot sør, sørvest og vest.

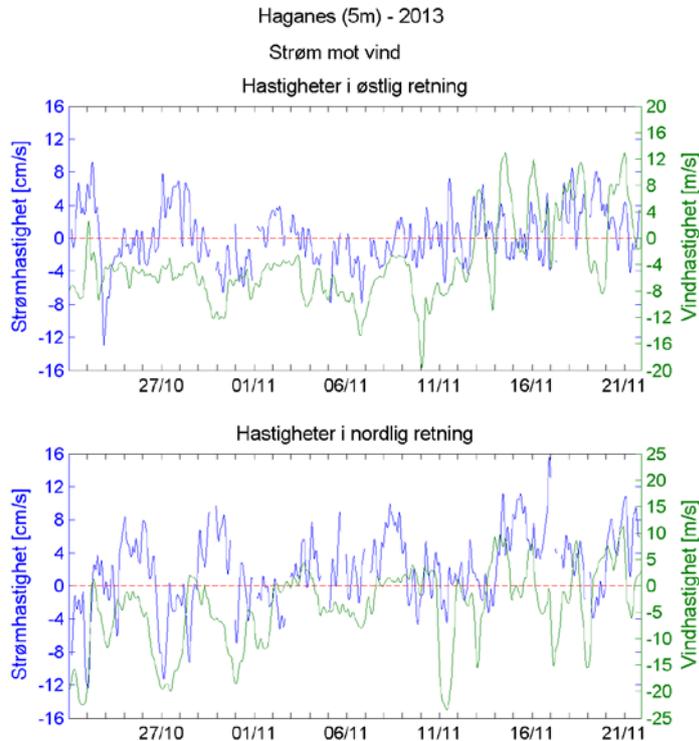
Haganes (5m) - 2013

Vindrose fra representativ målestasjon



Figur 4. Vindrose for observasjoner gjort ved målestasjon Bjargtangar i måleperioden 22.10 – 22.11.2013. 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 vindstyrke innenfor hver enkelt sektor. Figuren viser hvilken retning vinden går mot.

I perioden oktober/november 2013 ble det målt en del vind i området. Flere ganger i løpet av perioden ble det målt vinder med hastigheter godt over 10 m/s. Det ble i tillegg registrert flere korte perioder med vind over 20 m/s. Høyeste registrering var 25,5 m/s den 12. november fra nordøst mot sørvest. De sterkeste vinder er registrert fra nordøstlige retninger (Figur 4).



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 med vind. Det er periodevis godt sammenheng mellom sterk vind og overflatedrift. Lokalteten ligger noe skjernet for vind

fra vest, men mer eksponert for vind fra de andre retningene. Samlet vurdering av målestasjonens plassering i forhold til lokalitet, tilser at vind har betydning for overflatestrømmen i området.

3.4 Utbrudd av kyststrøm

Kyststrømmen er ikke relevant for Island, det kan derimot Øst-Grønlandsstrømmen være. Øst-Grønlandstrømmen kommer ned på vestsiden av Island. Dette er en kald strøm som holder seg i de dypere vannlag. Strømdata mottatt fra kunde inneholdt ikke informasjon om temperatur i vannsøylen. Vi kan derfor ikke vurdere eventuell innvirkning på strøm fra Øst-Grønlandsstrømmen.

3.5 Vårflom og snø- og issmelting

Ved stor tilførsel av ferskvann fra smeltende is og snø, kan vannhastigheten øke vesentlig i en fjord. Dette inntreffer som regel på vår og tidlig sommer. Strømmålingene ved Haganes ble utført i oktober/november, en periode hvor det normalt ikke forekommer snø- og issmeltinger. Lufttemperaturen målt ved Bjartanger værstasjon var under 5 grader i hele måleperioden med et temperaturgjennomsnitt på 2,0 grader. Det er ferskvannstilførsel i indre del av fjorden. Med hensyn til avstand til lokalitet er det lite sannsynlig at ferskvannstilførselen hadde noen påvirkning på strømmålingene (Moe, 2014).

3.6 Bølgemodellering

Største modellerte vindbølge er 2,0 meter og kommer fra nord-nordvest (345 grader) med pikperiode 5,0 sekunder (*Tabell 2*).

Største modellerte havbølge er 1,14 meter og kommer fra nordvest (315 grader) med pikperiode 10,0 sekunder.

Største modellerte kombinasjonsbølge med havdønning og vind er 1,72 meter og kommer fra nordvest (330 grader) med pikperiode 10,0 sekunder.

For mer detaljer om bølgemodellering se vedlegg 7.4

3.7 Bunntype

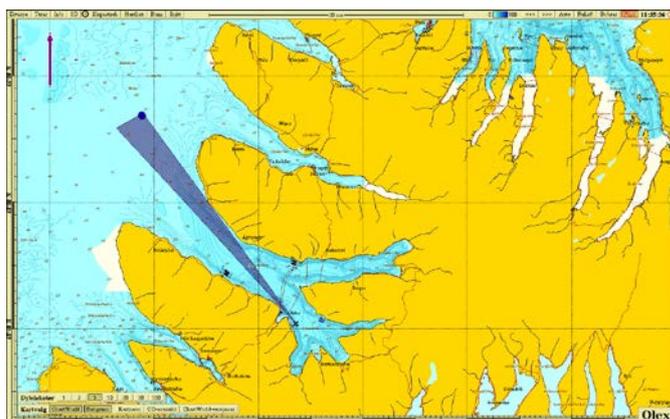
Site report Haganes (Moe, 2014) beskriver bunntypen tilknyttet anleggsområdet som henholdsvis silt, leire og grus med innblanding av skjellsand. Vurdering av bunndata på Olex viser jevn bunn uten større steiner, fjellrygger eller lignende som kan medføre gnag på fortøyningslinjer. Likevel bør anleggets fortøyninger inspiseres med ROV eller tilsvarende teknologi for å avdekke fare for gnag etter utlegging.

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

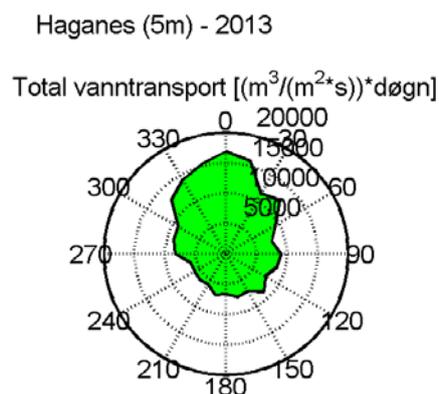
Lokalitet: Haganes							Vindbølger (CMS)				Havbølger (CMS)				Havdønning og vind (CMS)						
Strøm (5 m)							Vind							10 års retur				50 års retur			
Retning (grader)	Maks (cm/s)	10 års retur	50 års retur	Maks (cm/s)	10 års retur	50 års retur	Retning vind, bølger (grader)	10 års retur	50 års retur	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)		
0	31	50	57	30	49	55	180	27	29	1,12	3,6	1,24	4,0								
15	27	44	49	29	48	54	195	27	29	0,66	3,0	0,73	3,3								
30	25	41	46	27	45	50	210	24	26	0,39	2,3	0,43	2,6								
45	23	37	42	22	36	41	225	26	29	0,37	2,4	0,41	2,7								
60	23	37	42	25	42	47	240	26	29	0,33	2,3	0,37	2,6								
75	27	45	50	22	35	40	255	26	29	0,32	2,3	0,36	2,6								
90	22	36	40	22	36	41	270	26	29	0,30	2,3	0,33	2,6								
105	26	42	48	23	38	42	285	26	29	0,30	2,4	0,33	2,7	0,63	12,9	0,70	14,3	0,62	12,9	0,69	14,3
120	26	42	47	22	36	40	300	23	25	0,59	6,0	0,66	6,7	0,88	12,9	0,98	14,3	0,93	9,0	1,03	10,0
135	23	38	43	30	50	56	315	21	24	1,25	6,0	1,39	6,7	1,03	9,0	1,14	10,0	1,43	9,0	1,59	10,0
150	26	43	48	28	46	52	330	24	26	1,64	6,0	1,82	6,7	0,94	9,0	1,04	10,0	1,55	9,0	1,72	10,0
165	25	42	47	25	42	47	345	27	30	1,80	4,5	2,00	5,0	0,73	12,9	0,81	14,3	0,77	9,0	0,86	10,0
180	25	41	46	24	40	45	0	28	31	1,76	4,4	1,95	4,9	0,43	12,9	0,48	14,3	0,50	12,9	0,55	14,3
195	23	38	43	20	33	37	15	28	31	1,35	4,0	1,50	4,4	0,22	15,0	0,24	16,7	1,06	3,8	1,18	4,2
210	27	45	50	19	31	34	30	28	31	1,08	3,4	1,20	3,8								
225	26	43	48	21	35	39	45	28	31	1,00	3,1	1,11	3,4								
240	22	37	41	21	34	38	60	28	31	1,00	3,1	1,11	3,4								
255	30	49	55	27	44	49	75	28	31	1,14	3,4	1,27	3,8								
270	29	48	54	25	41	46	90	28	31	1,41	4,0	1,57	4,4								
285	24	39	44	27	44	49	105	28	31	1,59	4,2	1,77	4,7								
300	26	43	49	34	55	62	120	26	29	1,44	4,1	1,60	4,5								
315	32	52	58	27	44	50	135	27	29	1,40	4,1	1,56	4,5								
330	28	47	52	28	47	52	150	27	29	1,23	3,8	1,37	4,2								
345	25	41	46	27	45	50	165	27	29	1,22	3,8	1,35	4,2								
Maks	32	52	58	34	55	62	Maks	28	31	1,80	6,0	2,00	6,7	1,03	15,0	1,14	16,7	1,55	12,9	1,72	14,3

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 nordvest (*Figur 6* og *Tabell 2*), 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 lokalitet er mot nord-nordvest (*Figur 7*). Det er derfor sannsynlig at ising kan inntreffe.



Figur 6 Bølgeeksponering for lokalitet Haganes.



Figur 7 Hovedstrømretning 5 meter.

Resultater fra beregningene tilsier at det er liten fare for at det kan oppstå ising som vil påføre anlegget skade. Likevel bør visse forholdsregler tas. Dersom det oppstår temperatur/vindkombinasjoner i henhold til *Tabell 4* som tilsier ising iverksetter oppdretter sin etablerte prosedyre.

Ferskvannstilførsel fra land er kilde til dravis i fjorder på nordlige del av Island. I indre del av de tilknyttede fjordene er det i løpet av vinteren fare for isdannelse som kan komme i drift. Arnarlax har etablerte rutiner på å sjekke isforhold i kalde perioder med lite vind. Dette for å være i forkant dersom noe is løsner og driver ut fjorden. Det er ingen fare for innfrysing av anlegget (Hilling, pers med).

5 Instrumentbeskrivelse

Strømmålingene er utført ved hjelp av Aquadopp Profiler 400 kHz fra Nortek AS (vedlegg kap. 7.5). Strømmåleren måler strømstyrke og strømrøtning samt temperatur på instrumentdyp. Målerne var innstilt på registrering av strømhastighet og røtning med 10 minutters intervall og resultatene fremkommer i egen Site report (Moe, 2014)

Motatt rådata fra strømmålingene analyseres i egen strømprgram, 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 Helgeland Havbruksstasjon AS.

Bunntkartlegging er utført av The Icelandic Coast Guard (ICG) Hydrographic Department.

Tegning av anlegget er utført ved hjelp av OLEX.

6 Litteraturliste

Briem J, 2000. Straummælingar í Berufirði 3. – 31. júlí 2000. Ikke publisert, Hafrannsóknastofnun: 9 bls

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

Harendza, A. & Leikvin, Ø., 2017. Havbølgemodelleringer for lokalitet Haganes, Vesturbyggð, Island. Akvaplan-niva AS rapport 8721.01

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

Moe, A. A 2014 Site report of Haganes, Helgeland Havbruksstasjon AS rapport nr AR1402A

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.

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

Reistad, M., Breivik, Ø., Haakenstad, H., Aarnes, O.J., Furevik, B. and Bidlot, J.-R., 2011. A high resolution hindcast of wind and waves for the North Sea, the Norwegian Sea, and the Barents Sea. Journal of Geophysical Research, Vol. 116, C05019, doi:10.1029/2010JC006402, 2011

Personlige meddelelser: Gaute Hilling, COO Sea Water Arnarlax.

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.

Icelandic Meteorological Office <http://en.vedur.is/>

7 Vedlegg

7.1 Strømmålinger

7.1.1 Oppbygging av strømmålerrigg.

I fremlagte site report Haganes (Moe 2014) fremgår ikke informasjon om hvordan målerrigg er oppbygd eller hvilket dyp profilmåler har stått på. Det har ikke lyktes å få denne informasjonen fra utførende selskap. Ut fra vår kvalitetssjekk av fremlagt rådata ser vi at måler har stått på gjennomsnittlig dyp på 24 meter og lest oppover i vannsøylen.

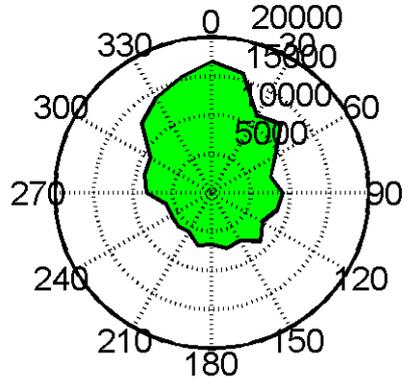
7.1.2 Måling 5 meters dyp

Oppsummering resultater Haganes 5 meter

	Strøm (cm/s)
Max	31.6
Min	0.2
Gj.snitt	9.9
% av målinger > 60 cm/s	0
% av målinger < 60 > 50 cm/s	0
% av målinger < 50 > 40 cm/s	0
% av målinger < 40 > 30 cm/s	0.1
% av målinger < 30 > 20 cm/s	4.8
% av målinger < 20 > 10 cm/s	39.2
% av målinger < 10 > 3 cm/s	48.4
% av målinger < 3 > 1 cm/s	6.7
% av målinger < 1 cm/s	0.8
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	19.9
Residual strøm	2
Residual retning	10
Varians	28.7
Standardavvik	5.4
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.2

Haganes (5m) - 2013

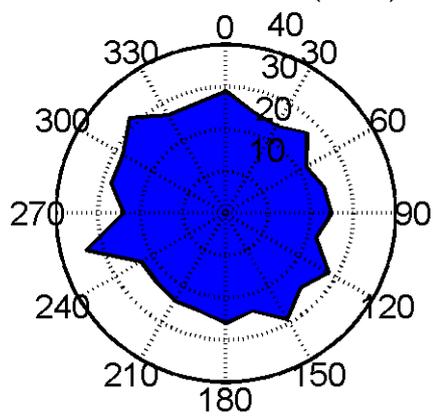
Total vanntransport [(m³/(m²*s))*døgn]



Total vanntransport

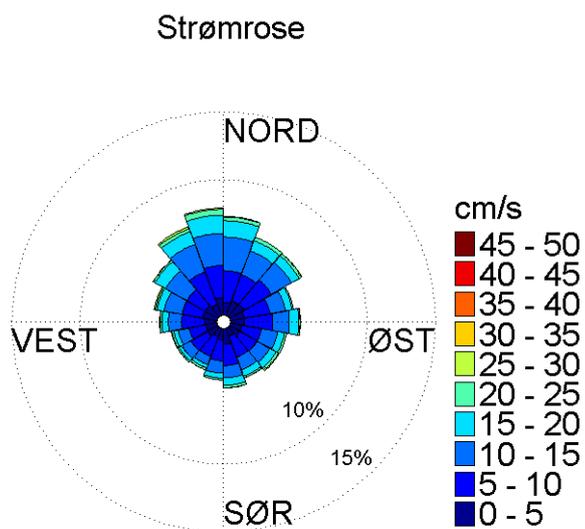
Haganes (5m) - 2013

Maksimumsstrøm (cm/s)

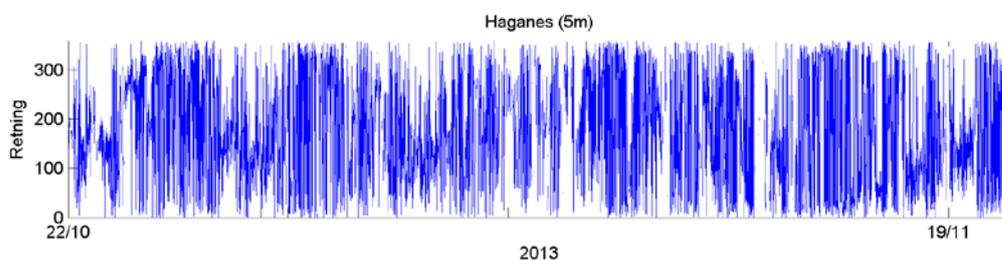


Maksimal hastighet

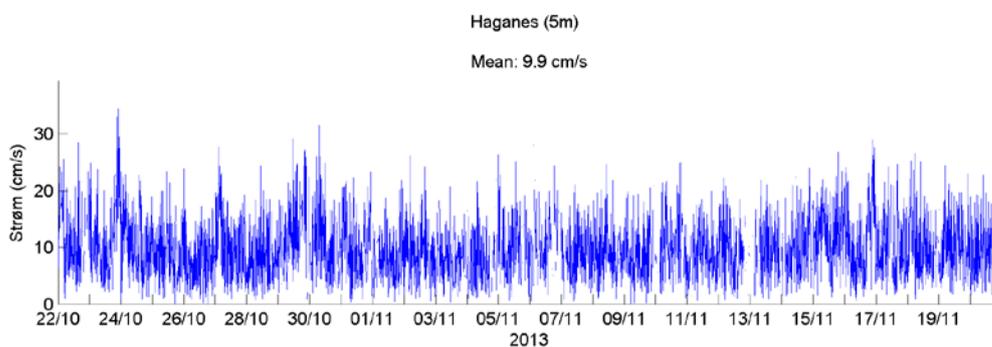
Haganes (5m) - 2013



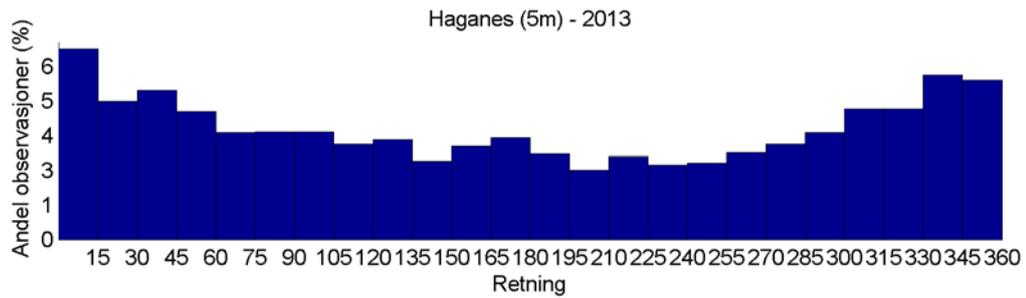
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



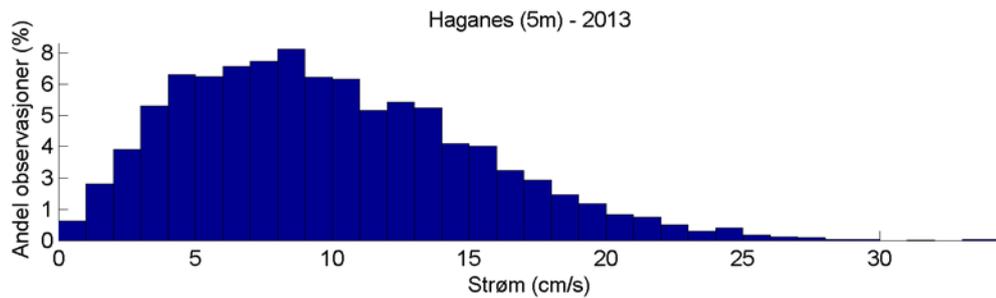
Retning vs. tid



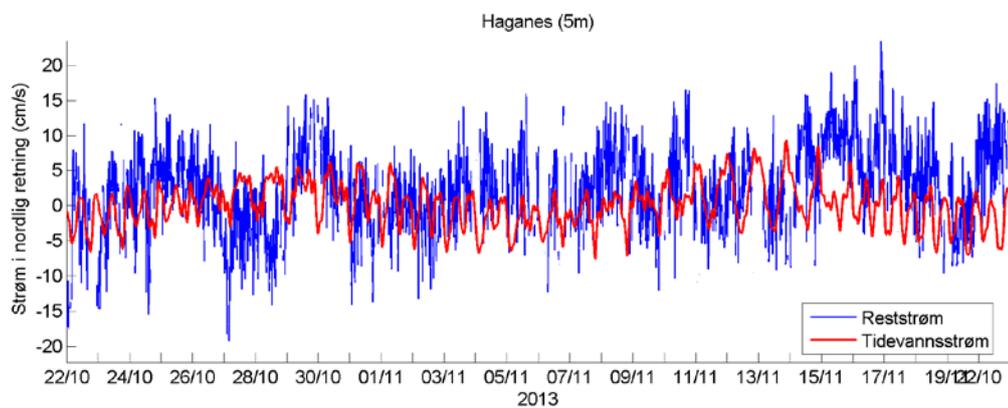
Strømhastighet (tidsserieplott)



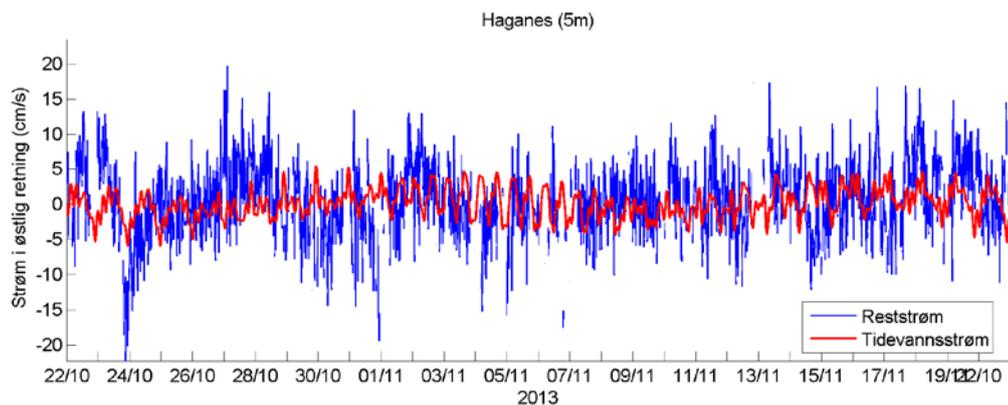
Retningshistogram



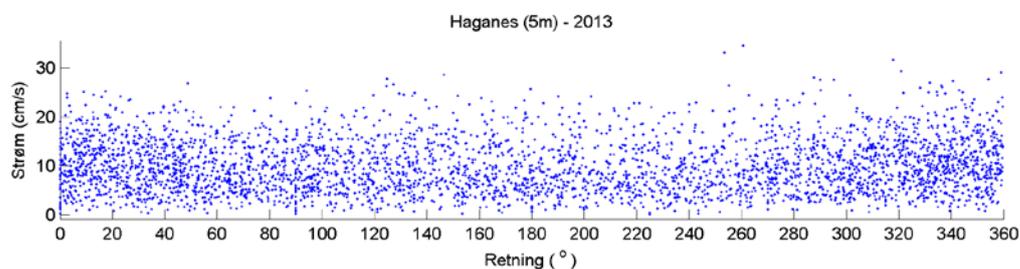
Strømstyrkehistogram



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	273	29	16918.3	564.1
7.5 - 22.4	234	25.1	15836.7	528
22.5 - 37.4	196	24.1	11541.3	384.8
37.5 - 52.4	209	26.9	12476.3	416
52.5 - 67.4	170	21.9	9309.9	310.4
67.5 - 82.4	143	23.7	7774.5	259.2
82.5 - 97.4	170	25.3	9083.1	302.8
97.5 - 112.4	144	21.9	8609.6	287.1
112.5 - 127.4	127	27.7	7476.2	249.3
127.5 - 142.4	148	24.9	8829.8	294.4
142.5 - 157.4	121	28.6	7116.7	237.3
157.5 - 172.4	132	23.8	7448.5	248.3
172.5 - 187.4	127	25.6	6651.6	221.8
187.5 - 202.4	128	24.2	7006.4	233.6
202.5 - 217.4	108	24.2	5858.9	195.3
217.5 - 232.4	112	22.8	6095.3	203.2
232.5 - 247.4	115	22.9	5952.9	198.5
247.5 - 262.4	106	34.5	5966.6	198.9
262.5 - 277.4	142	24.4	8311.4	277.1
277.5 - 292.4	149	28	8866.9	295.6
292.5 - 307.4	159	27.6	9040.2	301.4
307.5 - 322.4	191	31.6	12674.9	422.6
322.5 - 337.4	222	26.9	14142.6	471.5
337.5 - 352.4	226	27.2	15346.8	511.7

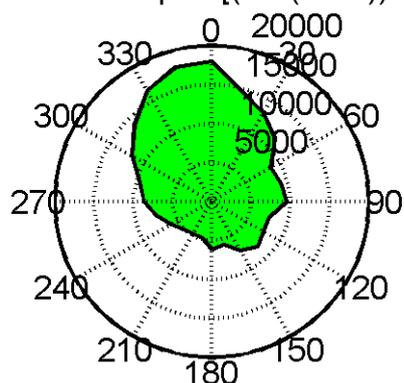
7.1.3 Måling 15 meters dyp

Oppsummering resultater Haganes 15 meter

	Strøm (cm/s)
Max	33.6
Min	0.1
Gj.snitt	9.1
% av målinger > 60 cm/s	0
% av målinger < 60 > 50 cm/s	0
% av målinger < 50 > 40 cm/s	0
% av målinger < 40 > 30 cm/s	0
% av målinger < 30 > 20 cm/s	2.4
% av målinger < 20 > 10 cm/s	36.7
% av målinger < 10 > 3 cm/s	52.1
% av målinger < 3 > 1 cm/s	7.6
% av målinger < 1 cm/s	1.1
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	17.8
Residual strøm	2.4
Residual retning	360
Varians	23.7
Standardavvik	4.9
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.26

Haganes (15m) - 2013

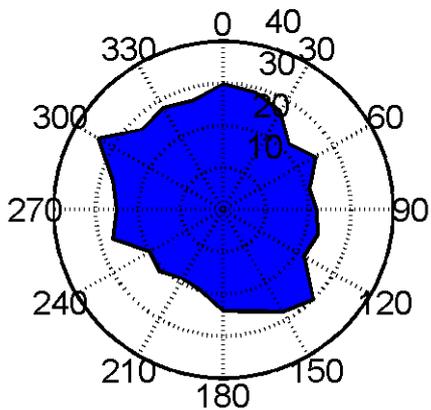
Total vanntransport $[(m^3/(m^2*s))*døgn]$



Total vanntransport

Haganes (15m) - 2013

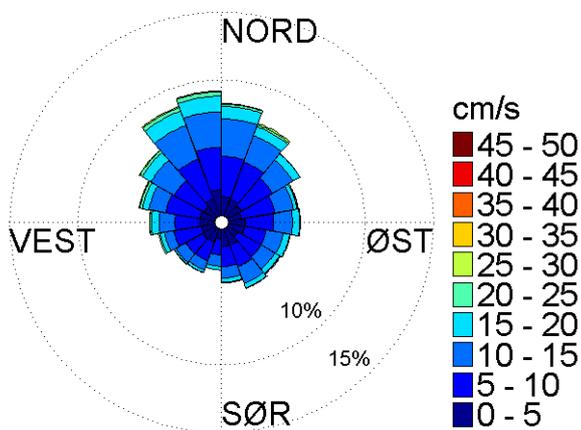
Maksimumsstrøm (cm/s)



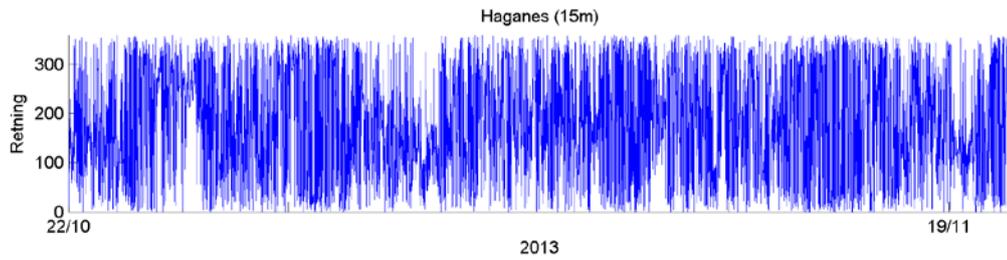
Maksimal hastighet

Haganes (15m) - 2013

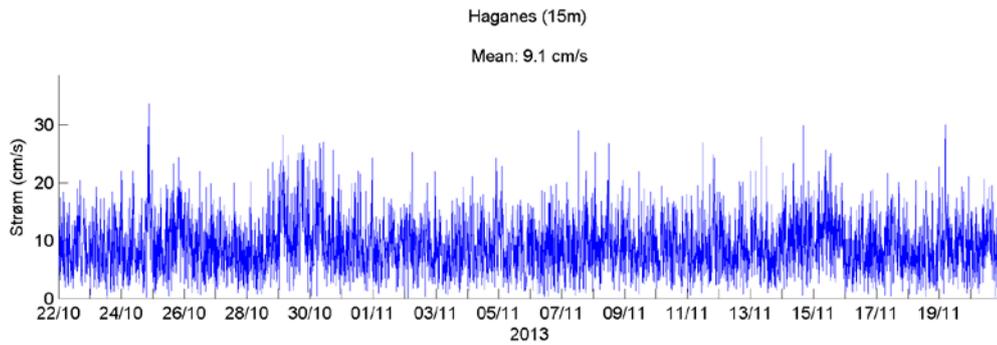
Strømrose



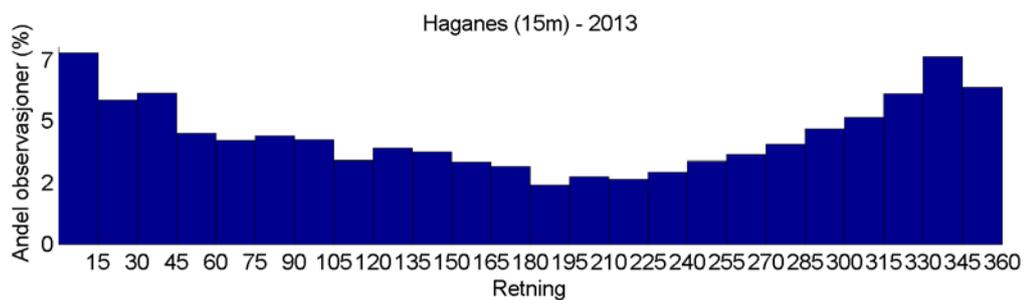
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



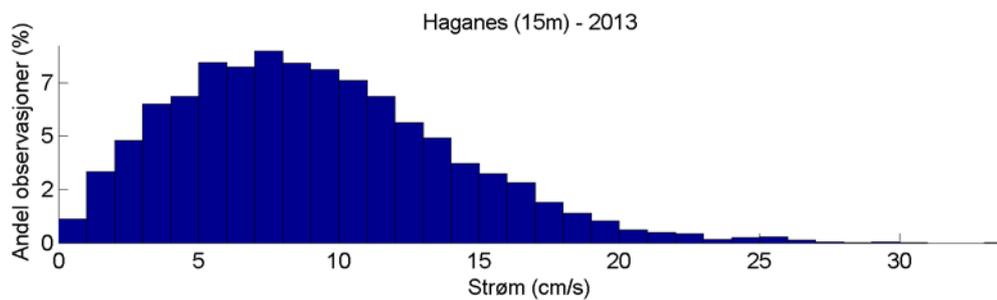
Retning vs. tid



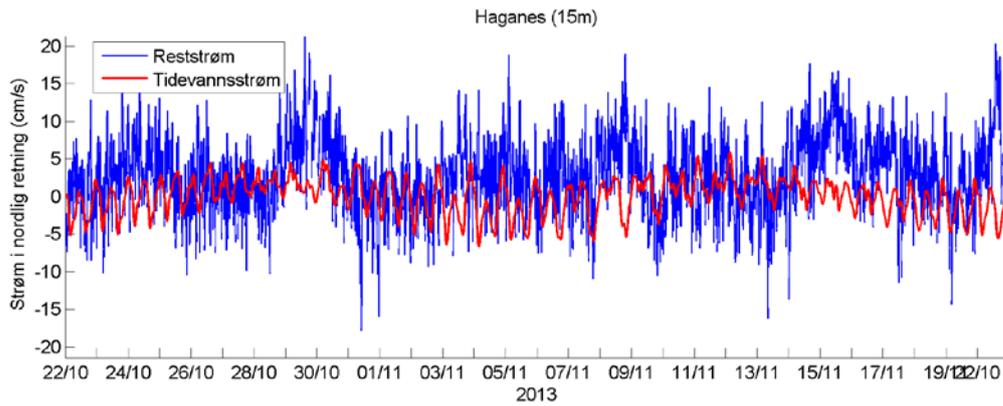
Strømhastighet (tidsserieplott)



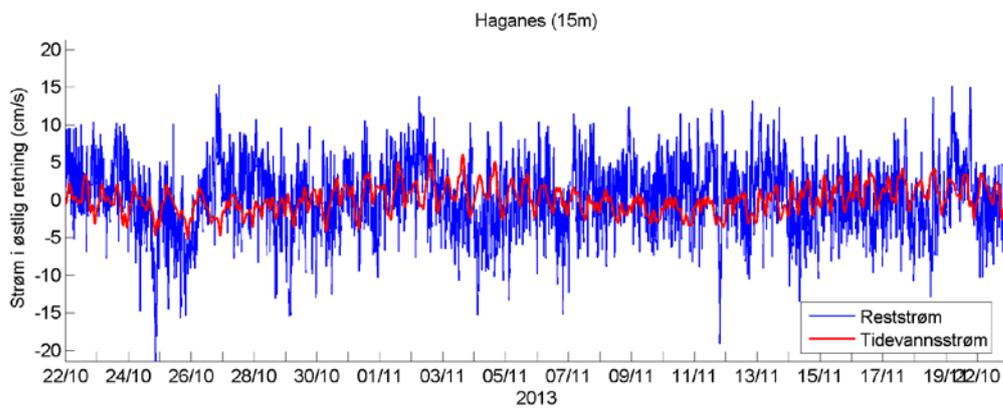
Retningshistogram



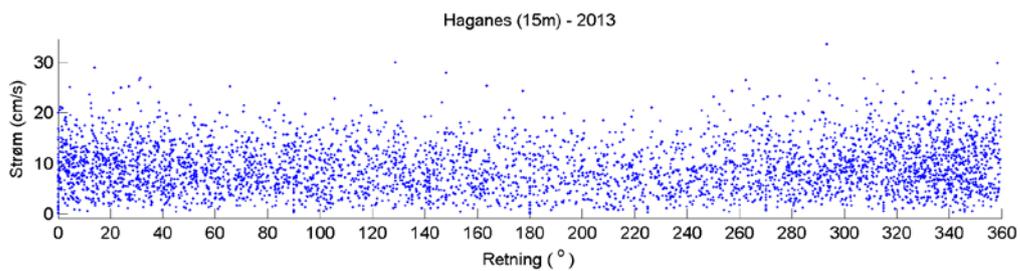
Strømstyrkehistogram



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.

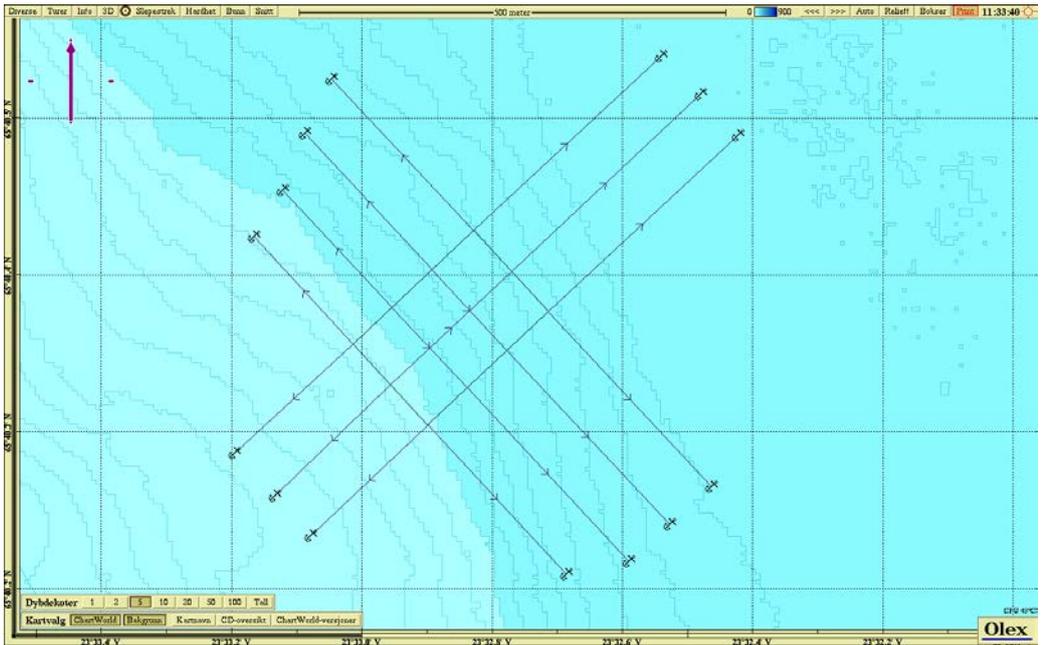


Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning

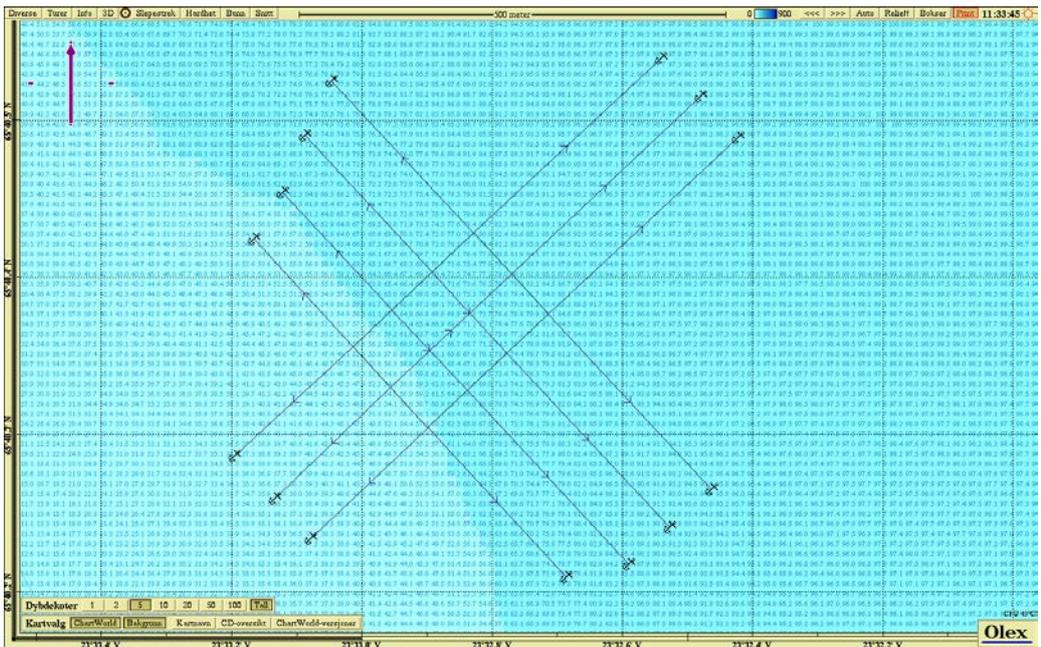
Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

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	300	29.9	17995	600
7.5 - 22.4	254	29.1	14695.2	490
22.5 - 37.4	233	27	13119.5	437.4
37.5 - 52.4	213	22.1	11407	380.3
52.5 - 67.4	165	25.2	8713	290.5
67.5 - 82.4	169	21.5	9104.5	303.6
82.5 - 97.4	185	22	9543.7	318.2
97.5 - 112.4	147	22.9	7636	254.6
112.5 - 127.4	141	21.6	7653.7	255.2
127.5 - 142.4	168	30	8261.3	275.4
142.5 - 157.4	134	27.9	7293.5	243.2
157.5 - 172.4	126	25.4	5800.7	193.4
172.5 - 187.4	126	24.3	6153.9	205.2
187.5 - 202.4	95	19.9	4857.3	161.9
202.5 - 217.4	107	18.6	4776	159.2
217.5 - 232.4	107	21.1	5056	168.6
232.5 - 247.4	129	20.5	5942.6	198.1
247.5 - 262.4	134	26.5	7217.3	240.6
262.5 - 277.4	157	24.8	8651.5	288.4
277.5 - 292.4	177	26.5	9545.1	318.2
292.5 - 307.4	202	33.6	11725.1	390.9
307.5 - 322.4	223	26.9	13967.2	465.7
322.5 - 337.4	271	28.3	16456.3	548.7
337.5 - 352.4	304	27	17878.1	596.1

7.2 Anleggsområde og bunnkartlegging



Bunnkartlegging med oppgitt anleggsområde ved lokalitet Haganes. Ekvidistanse 5 m.



Bunnkartlegging med oppgitt anleggsområde ved lokalitet Haganes. Ekvidistanse 5m. Dybder i tall.

7.3 Beregning istabell

Tabellen er basert på Guest Et al sin formel: $PPR = \frac{Va(Tf-Ta)}{1+0,3(Tw-Tf)}$

- PPR = isprediktor
- Va = vindfart (m/s)
- Tf = frysepunkt til sjøvann (-1,7 °C)
- Ta = lufttemperatur
- Tw = sjøtemperatur

Resultater som fremkommer ved bruk av overnevnte formel for kombinasjon av lufttemperatur, vindhastighet, sjøtemperatur og sjøtemperaturs frysepunkt.

Sjøvannstemp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Vind (m/sek)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Lufttemperatur	0	0	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-4	-4	-5	-5	-6	-6	-7	-7	-8	-8	-8	-9	-9	-10	-10	-11	-11	-12	-12	-13	-13	-14	-14
	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-6	-6	-6	
	-2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	-3	0	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	11	
	-4	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12	13	13	14	15	15	16	17	17	18	18	19
	-5	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	26	27
	-6	1	2	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	29	30	31	32	33	34	36
	-7	1	3	4	6	7	9	10	12	13	15	16	18	19	20	22	23	25	26	28	29	31	32	34	35	37	38	40	41	42	44
	-8	2	3	5	7	9	10	12	14	16	17	19	21	23	24	26	28	30	31	33	35	37	38	40	42	44	45	47	49	50	52
	-9	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
	-10	2	5	7	9	11	14	16	18	21	23	25	28	30	32	34	37	39	41	44	46	49	51	54	57	59	62	64	66	69	71
	-11	3	5	8	10	13	15	18	21	23	26	28	31	33	36	39	41	44	46	49	51	54	57	59	62	64	67	69	72	75	77
	-12	3	6	9	11	14	17	20	23	26	28	31	34	37	40	43	46	48	51	54	57	60	63	65	68	71	74	77	80	83	85
	-13	3	6	9	12	16	19	22	25	28	31	34	37	41	44	47	50	53	56	59	62	66	69	72	75	78	81	84	87	91	94
	-14	3	7	10	14	17	20	24	27	31	34	37	41	44	48	51	54	58	61	65	68	71	75	78	82	85	88	92	95	99	102
	-15	4	7	11	15	18	22	26	29	33	37	40	44	48	51	55	59	62	66	70	73	77	81	85	88	92	96	99	103	107	
	-16	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	43	47	51	55	59	63	67	71	75	79	83	87	91	95	99	103	107	111	115	
	-17	4	8	13	17	21	25	30	34	38	42	46	51	55	59	63	68	72	76	80	85	89	93	97	101	106	110	114	118	123	
	-18	5	9	14	18	23	27	32	36	41	45	50	54	59	63	68	72	77	81	86	90	95	99	104	108	113	117	122	126	131	
	-19	5	10	14	19	24	29	33	38	43	48	53	57	62	67	72	76	81	86	91	96	100	105	110	115	119	124	129	134	139	
	-20	5	10	15	20	25	30	35	40	45	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	136	142	147	
	-21	5	11	16	21	27	32	37	43	48	53	59	64	69	75	80	85	91	96	101	107	112	117	123	128	133	139	144	149	155	
	-22	6	11	17	22	28	34	39	45	50	56	62	67	73	79	84	90	95	101	107	112	118	123	129	135	140	146	151	157	163	
	-23	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	88	94	100	106	112	118	124	129	135	141	147	153	159	165	171	
	-24	6	12	18	25	31	37	43	49	55	62	68	74	80	86	92	99	105	111	117	123	129	136	142	148	154	160	166	172	179	
	-25	6	13	19	26	32	39	45	51	58	64	71	77	84	90	97	103	109	116	122	129	135	142	148	154	161	167	174	180	187	
	-26	7	13	20	27	34	40	47	54	60	67	74	81	87	94	101	107	114	121	128	134	141	148	154	161	168	175	181	188	195	
	-27	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133	140	147	154	161	168	175	182	189	196	203	
	-28	7	15	22	29	36	44	51	58	65	73	80	87	94	102	109	116	124	131	138	145	153	160	167	174	182	189	196	203	211	
	-29	8	15	23	30	38	45	53	60	68	75	83	90	98	106	113	121	128	136	143	151	158	166	173	181	189	196	204	211	219	
	-30	8	16	23	31	39	47	55	63	70	78	86	94	102	109	117	125	133	141	149	156	164	172	180	188	195	203	211	219	227	
	-31	8	16	24	32	40	49	57	65	73	81	89	97	105	113	121	130	138	146	154	162	170	178	186	194	202	210	219	227	235	
	-32	8	17	25	33	42	50	59	67	75	84	92	100	109	117	126	134	142	151	159	167	176	184	193	201	209	218	226	234	243	
	-33	9	17	26	35	43	52	61	69	78	86	95	104	112	121	130	138	147	156	164	173	182	190	199	208	216	225	233	242	251	
	-34	9	18	27	36	45	54	62	71	80	89	98	107	116	125	134	143	152	161	170	178	187	196	205	214	223	232	241	250	259	
	-35	9	18	28	37	46	55	64	74	83	92	101	110	120	129	138	147	156	166	175	184	193	202	212	221	230	239	248	258	267	

Verdier som tilsvare ingen, noe, moderat, kraftig og ekstrem ising.

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/m2/time)	0	0,8-6,0	6-17	17-34	>34

Ved å plote inn data fra langtidsstatistikk, det vil si antall observasjoner av kombinasjon av temperatur og vindstyrke, i fargematriksen over kan man lese ut estimert mengde ising for en gitt temperatur/vindkombinasjon.

7.4 Bølgemodelleringsresultater, Haganes (Island), med CMS-Wave (Harendza et al, 2017):

Tabell 4 er en sammenfatning av Tabell 1 (kun havdønninger), Tabell 2 (kun vind) og Tabell 3 (kombinasjon av vind og havdønninger).

Tabell 3: CMS-Wave modellresultater for signifikant bølgehøyde (H_s) fra hjørnepunktene til anlegget og bølgeperioden (T_p) ved lokaliteten Haganes. Det er her kun kjørt med innkommende havbølger og ingen vind.

Hjørnepunkt													
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]	0.39	0.21											
Bølgehøyde, V (H_s) [m]	0.39	0.21											
Bølgehøyde, Ø (H_s) [m]	0.48	0.24											
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]	0.48	0.24											
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	14.3	16.7											
Bølge- og vindretning	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°	
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]								0.57	0.78	0.89	0.82	0.64	
Bølgehøyde, V (H_s) [m]								0.57	0.79	0.91	0.83	0.65	
Bølgehøyde, Ø (H_s) [m]								0.7	0.98	1.14	1.04	0.81	
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]								0.7	0.98	1.14	1.04	0.81	
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]								14.3	14.3	10.0	10.0	14.3	

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

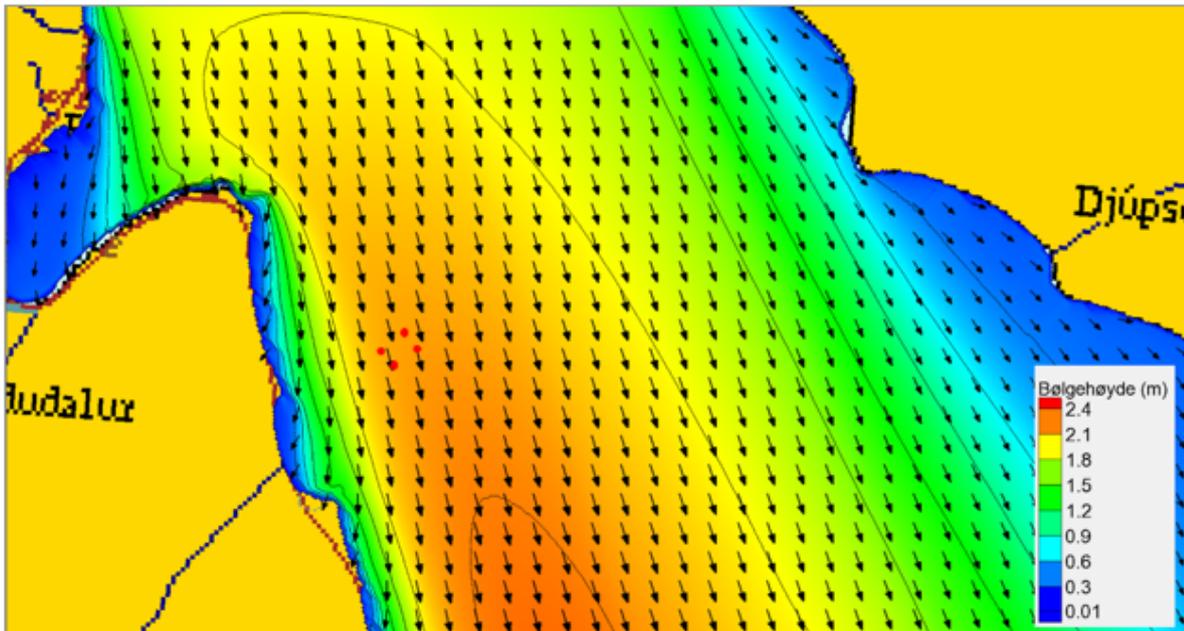
Hjørnepunkt													
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]	1.95	1.5	1.2	1.11	1.11	1.27	1.55	1.77	1.6	1.52	1.35	1.3	
Bølgehøyde, V (H_s) [m]	1.95	1.48	1.2	1.1	1.11	1.27	1.57	1.76	1.58	1.5	1.33	1.3	
Bølgehøyde, Ø (H_s) [m]	1.91	1.44	1.15	1.05	1.06	1.22	1.48	1.75	1.6	1.56	1.37	1.35	
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]	1.91	1.4	1.15	1.05	1.06	1.22	1.51	1.75	1.58	1.54	1.35	1.34	
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	4.9	4.4	3.8	3.4	3.4	3.8	4.4	4.7	4.5	4.5	4.2	4.2	
Bølge- og vindretning	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°	
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]	1.06	0.51	0.38	0.38	0.34	0.32	0.3	0.28	0.51	1.08	1.59	1.99	
Bølgehøyde, V (H_s) [m]	1.1	0.55	0.38	0.38	0.34	0.33	0.31	0.28	0.52	1.11	1.6	1.99	
Bølgehøyde, Ø (H_s) [m]	1.2	0.65	0.43	0.41	0.36	0.34	0.32	0.32	0.66	1.39	1.81	2.00	
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]	1.24	0.73	0.43	0.41	0.37	0.36	0.33	0.33	0.66	1.39	1.82	2.00	
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	4	3.3	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6	2.7	6.7	6.7	6.7	5.0	

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

Hjørnepunkt												
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Bølgehøyde. NV (H_s) [m]	0.46	1.18										
Bølgehøyde. V (H_s) [m]	0.46	1.14										
Bølgehøyde. Ø (H_s) [m]	0.55	1.14										
Bølgehøyde. SØ (H_s) [m]	0.55	1.1										
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	14.3	4.2										
Bølge- og vindretning	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde. NV (H_s) [m]								0.58	0.83	1.24	1.42	0.7
Bølgehøyde. V (H_s) [m]								0.58	0.84	1.23	1.44	0.72
Bølgehøyde. Ø (H_s) [m]								0.69	1.03	1.58	1.71	0.86
Bølgehøyde. SØ (H_s) [m]								0.69	1.03	1.59	1.72	0.86
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]								14.3	10.0	10.0	10.0	10.0

Tabell 6: CMS-Wave modellresultater for signifikant bølgehøyde (H_s) fra hjørnepunktene til anlegget og bølgeperioden (T_p) ved lokaliteten Haganes. Her er største bølgehøyder med tilhørende perioder valgt for de ulike retninger. uansett drivkrefter.

Hjørnepunkt												
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Bølgehøyde. NV (H_s) [m]	1.95	1.5	1.2	1.11	1.11	1.27	1.55	1.77	1.6	1.52	1.35	1.3
Bølgehøyde. V (H_s) [m]	1.95	1.48	1.2	1.1	1.11	1.27	1.57	1.76	1.58	1.5	1.33	1.3
Bølgehøyde. Ø (H_s) [m]	1.91	1.44	1.15	1.05	1.06	1.22	1.48	1.75	1.6	1.56	1.37	1.35
Bølgehøyde. SØ (H_s) [m]	1.91	1.4	1.15	1.05	1.06	1.22	1.51	1.75	1.58	1.54	1.35	1.34
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	4.9	4.4	3.8	3.4	3.4	3.8	4.4	4.7	4.5	4.5	4.2	4.2
Bølge- og vindretning	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde. NV (H_s) [m]	1.06	0.51	0.38	0.38	0.34	0.32	0.3	0.58	0.83	1.24	1.55	1.99
Bølgehøyde. V (H_s) [m]	1.1	0.55	0.38	0.38	0.34	0.33	0.31	0.58	0.84	1.23	1.6	1.99
Bølgehøyde. Ø (H_s) [m]	1.2	0.65	0.43	0.41	0.36	0.34	0.32	0.7	1.03	1.58	1.81	2.00
Bølgehøyde. SØ (H_s) [m]	1.24	0.73	0.43	0.41	0.37	0.36	0.33	0.7	1.03	1.59	1.82	2.00
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	4	3.3	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6	14.3	14.3	10.0	6.7	5.0



Figur X: CMS-Wave-modellering ved lokaliteten Haganes i Vesturbyggð kommune i Island, med vindgenererte bølger som kommer fra nord/nordvest (345 grader). Det er fra denne retningen at størst bølgehøyde inntreffer ved anleggets området (2.04 m) ved kun vind. Bølgeretning er indikert med pilenes retning. Signifikant bølgehøyde (H_s) er gitt med fargekonturer, og fargeskala er nederst til venstre. Hjørnepunktene til anleggets området er markert med fire rødt sirkler.

7.5 Strømdata fra Helgeland Havbruksstasjon AS

Site report: Haganes, Vestur-Barðastrandarsýsla County

Helgeland Havbruksstasjon AS

5. Annex: Documentation and equipment

5.1 – Current measurement

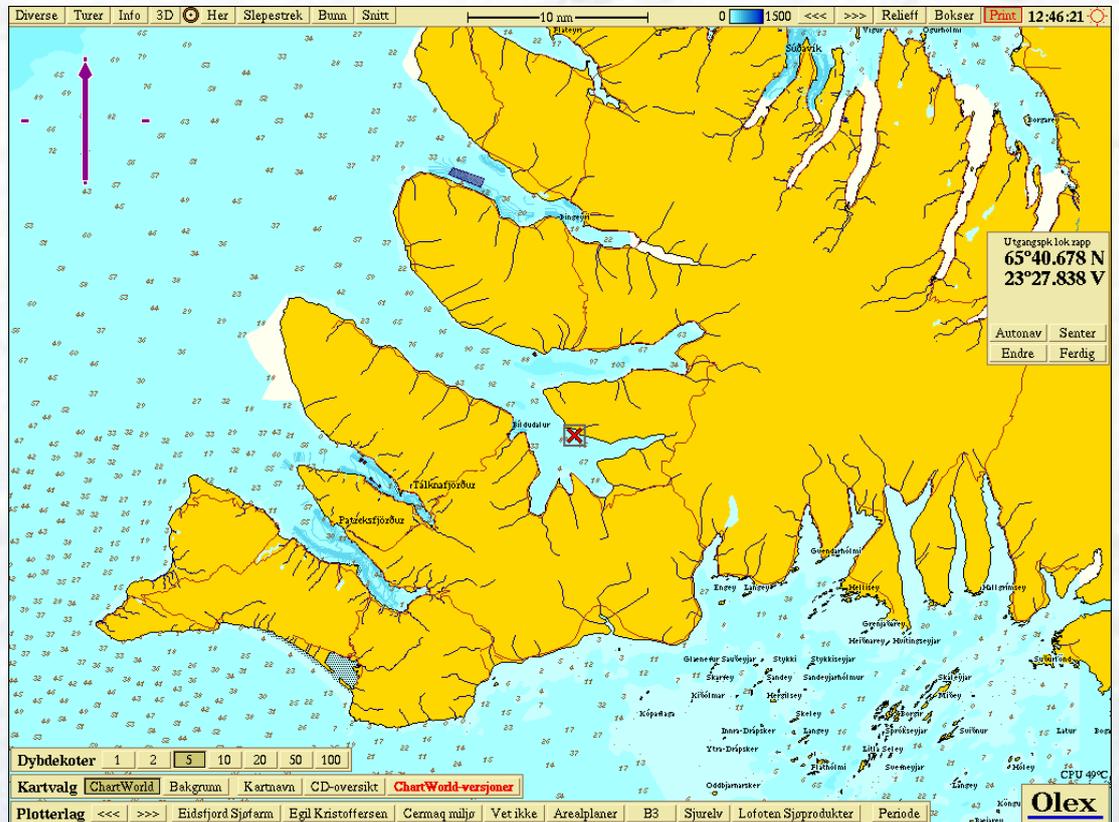
The Current measurement was performed by Helgeland Havbruksstasjon AS, Norway.

Responsible: Are A. Moe

Instrument	
Instrumenttype, modell	
Supplier	Nortek AS
Measuring principle	Sending out acoustic signals and uses the doppler effect to detect current speed direction.
Placement information	
Depth for registration	5+ 15 meter
Rig type	Rig
Position of current meter:	65°40.428 N, 23°32.780 W. Positioned using GPS. Depth was calculated using sonar.
Measurement intervall	10 minutes
Average periode	En minute entry in an interval of 10 minutes.
Time period registration	
Dato sea launched	22.10.13
Total Measurement period	22.10.13– 22.11.13
File	
File name	Mergetest2A01Helg22Okt.prf
File current report Strømrapport	Haganes Current investigation Surface 1311
Data processing	
Measurement period for print	22.10.13– 22.11.13
Number of measurements in print	4448
Number of days in measurement print	>28
Was any measurements manually removed	No
Was the site in operation in the period	No
Data quality	Good
Instrumentdata	
Calibration	Performed by Nortek AS
Current speed, accuracy	0.5 cm/s
Compass accuracy	± 2 degrees
Compass adjusted for variation by Helgeland Havbruksstasjon AS	No
Temperature, accuracy	± 5/100 °C
Instrument log	Logged at Helgeland Havbruksstasjon AS

Tabell fra "Site report Haganes (Moe, 2014) side 30

Arnarlax hf Lokalitetsrapport Steinanes



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**

Arnarlax ehf

Lokalitetsrapport Steinanes

Forfatter(e) / Author(s)

Steinar Dalheim Eriksen

Snorri Gunnarsson

Akvaplan-niva rapport nr / report no

8453.02

Dato / Date

29.11.2016

Antall sider / No. of pages

15 + Vedlegg

Distribusjon / Distribution

Gjennom Oppdragsgiver

(Oppdragsgiver) / Client

Arnarlax hf

465 Bildudal

Island

Oppdragsg. referanse / Client's reference

Gaute Hilling

Sammendrag / Summary

Akvaplan-niva AS har gjennomført en lokalitetsundersøkelse av lokaliteten Steinanes 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 på 2,82 m med pikperiode på 10,0 sekunder. Maks strømhastighet med 50 års returperiode på 48 cm/s på 5 m og 41 cm/s på 15 m dyp. Det er derfor benyttet justert strømhastighet lik 50 cm/s iht. til NS 9415:2009 for begge dyp.

Rapport 8453.02 erstatter rapport 8453.01. Det er ustedet ny rapport da første rapport ikke var akkreditert.

Prosjektleder / Project manager

Handwritten signature of Steinar Dalheim Eriksen in blue ink.

Steinar Dalheim Eriksen

Kvalitetskontroll / Quality control

Handwritten signature of Kristine Steffensen in blue ink.

Kristine Steffensen

© 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	4
2.3 Skipsgenererte bølger	5
2.4 Bunndata	5
2.5 Strømmålinger	5
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.....	12
5 INSTRUMENTBESKRIVELSE.....	14
6 LITTERATURLISTE.....	15
7 VEDLEGG	16
7.1 Strømmålinger	16
7.1.1 Måling 5 meters dyp	16
7.1.2 Måling 15 meters dyp	21
7.2 Anleggsområde og bunnkartlegging.....	26
7.3 Beregning istabell	27
7.4 Bølgemodelleringsresultater Steinanes med CMS-Wave:	28

Forord

Foreliggende undersøkelser er gjennomført av Akvaplan-niva AS etter oppdrag fra Arnarlax ehf. i forbindelse med arbeidet med å etablere lokalitet Steinanes. Akvakulturanlegget planlegges i Arnarfjordur på nordvest side av Island. Bedriften ønsker få gjennomført en lokalitetsundersøkelse og produsert en lokalitetsrapport.

Undersøkelsen bygger på metodikk i henhold til NS 9415:2009 – Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.

Undersøkelsene er gjennomført og rapportert av Steinar Dalheim Eriksen og Snorri Gunnarsson, 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.

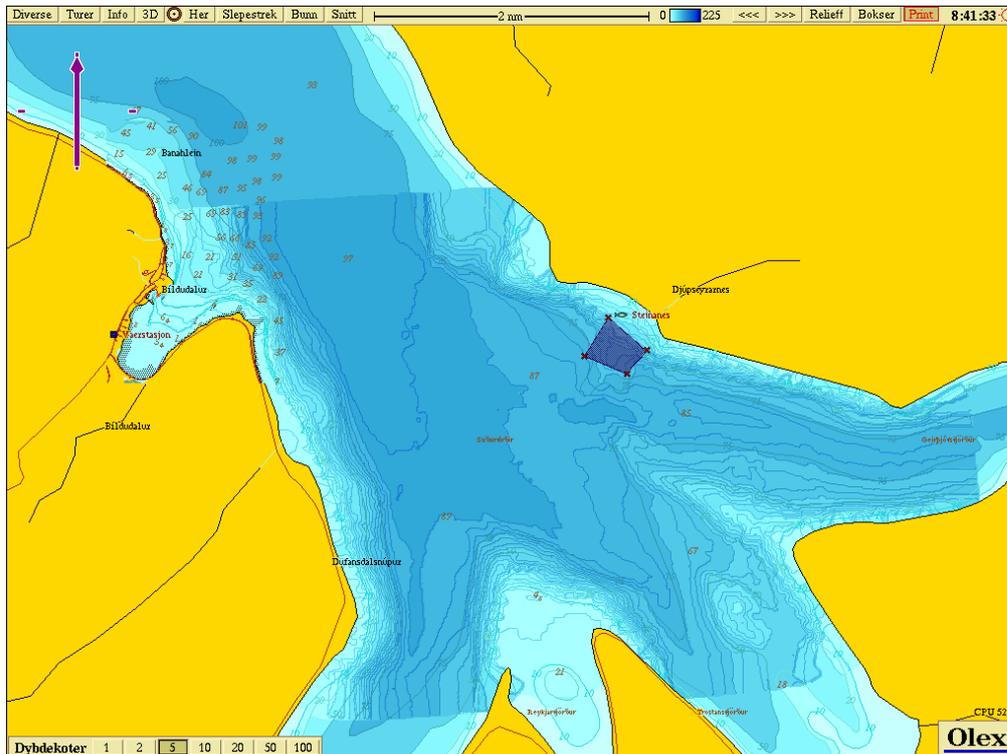
Tromsø den 29.11.2016



Steinar Dalheim Eriksen
Prosjektleder

1 Innledning

Akvaplan-niva AS har på oppdrag fra Arnarlax ehf. foretatt en akkreditert lokalitetsundersøkelse på lokaliteten Steinanes. Undersøkelsen er utført i henhold til NS 9415:2009. Lokaliteten Steinanes ligger i indre del og på nordside av Arnarfjordur, nordvest på Island (Figur 1).

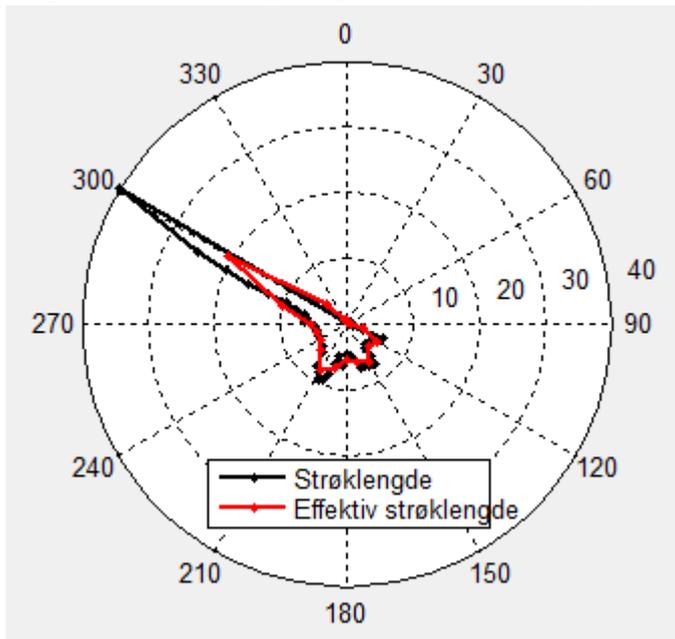


Figur 1 Oppgitt plassering av lokalitet Steinanes på sjøkart Olex.

2 Metode

2.1 Vindgenererte bølger

Det er ikke gjennomført bølgemålinger i området rundt Steinanes og det er derfor gjort modellering av bølgehøyde på lokaliteten. Modellen CMS-Wave (Costal Modeling System) er benyttet til å kartlegge bølgeeksponeringen for vindbølger (se kap 2.2). Lokaliteten er mest eksponert for vind og bølger fra nordvest (Figur 2).



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

2.2 Havsjø

Lokaliteten har åpen sektor mot hav mot vest og nordvest. I henhold til prosedyre for lokalitetsundersøkelse, skal det gjennomføres havsjømodellering dersom lokaliteten har nær tilknytning til hav, eller større fjord med lysåpning til hav. Det er gjennomført vindbølgemodellering fra alle retninger, samt beregnet havsjø og kombinerte bølger fra vest (240 grader) til nord (0 grader) (Tabell 2). Modellen CMS-Wave (Costal Modelling System) er benyttet til å kartlegge bølgeeksponeringen lokaliteten Steinanes.

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, WAM (Reistad m.fl., 2011). Dersom strøm inkluderes antas denne å være konstant med dypet.

Modellen bruker en endelig element-metode med et kartesisk grid. En godt kartlagt batymetri (bunntopografi) er en forutsetning for å få gode simuleringer. 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. Difraksjon (bølgedreining som følge av obstruksjoner)
3. Grunningseffekter (økt bølgehøyde på grunn av redusert gruppehastighet/ bølgelengde; bølgedemping som følge av friksjon mot bunn)
4. Bølge mot bølge, interaksjon

Oppsummering av resultater fra beregningene er gitt i kapittel 3.

For mer detaljer om bølgemodellering se vedlegg 7.4 Bølgemodelleringsresultater Steinanes med CMS-Wave (Leikvin, 2016).

2.3 Skipsgenererte bølger

Lokaliteten ligger i et område uten skipstrafikk. Seilingsleden inn til Bildudalur havn er 5,6 km vest for lokaliteten. Trafikken inn til Bildudalur består av fiskebåter og fraktskip i forbindelse med utvinning kalk i området. Det er foretatt en vurdering av bølgehøyde i forhold til avstand og størrelse på passerende skip. Det forventes ikke bølger som overskrider lokalt generert vind- og havsjø (Sigurdsson, pers med).

2.4 Bunndata

Bunntopografi er utført av The Icelandic Coast Guard (ICG) Hydrographic Department. Kartleggingen er utført med multistrålelodd. Oppløsningen på datasett oppfyller kravet i NS 9415:2009 med maksimalt 10 x 10 m avstand mellom målepunkter.

Kvalitetssikring av data er gjort av Akvaplan-niva AS. Bunndata har en oppløsning bedre enn 10 x 10 m. Tegning av akvakulturområdet er utført i OLEX.

2.5 Strømmålinger

Strømmåling ble foretatt med målere fra Akvaplan-niva AS i perioden 29.8 - 28.9.2016 på 5 og 15 meters dyp. Målerne ble satt ut og tatt opp av personell fra Akvaplan-niva AS. Instrumentene var innstilt på registrering av strømhastighet og strømretning med 10 minutters intervall (se vedlegg). Målingene ble utført i posisjon 65-40.650 N / 23-28.350 V, som vurderes som representativt for 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 strømrosen 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 sørøst (135 grader), med en markant returstrøm mot nordvest (315 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 6,5 cm/s. 1 % av målingene er mellom 30 og 20 cm/s, 18,1 % av målingene er mellom 20 og 10 cm/s, 61 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 17,3 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 2,5 % av målingene er < 1 cm/s.

Resultatene fra strømmåling på 15 meters dyp viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er definert mot sørøst (135 grader) med en markant returstrøm mot nordvest (315 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 5,5 cm/s. 9,8 % av målingene er mellom 20 og 10 cm/s, 64,4 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 21,6 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 4 % av målingene er < 1 cm/s.

Maksimal strømhastighet i den målte perioden på 5 og 15 m var henholdsvis 26,2 (≈ 26) og 22 cm/s, noe som tilsvarer 48 og 41 cm/s for 50 års returperiode for de respektive dyp. I henhold til NS 9415:2009 justeres maksimal strøm på begge dyp 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.

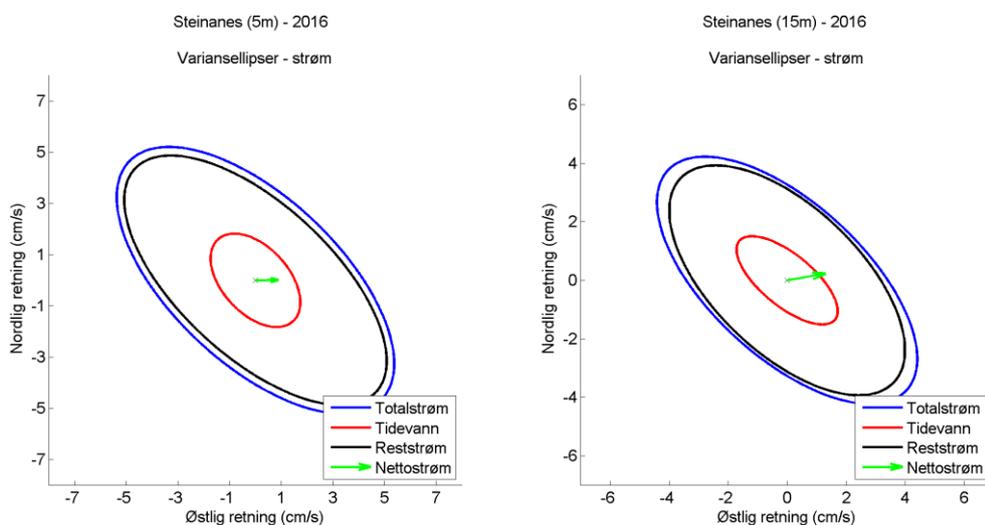
3.2 Tidevannsstrøm

I hovedsak er strøm i Islandske fjorder styrt av tidevannsstrømmen. Tidevannsforskjellen mellom høy og lavvann utgjør gjerne 1,5 – 2 m (Briem, 2000). Men det varierer sterkt hvor store de sykliske endringene er innenfor gitte tidsperioder (en tidevannsperiode eller en månefase). *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* viser at det estimerte tidevannet kan forklare henholdsvis 11 % og 18 % i Ø-V-retning, og 13 % og 14 % i N-S-retning av variabiliteten i strømmen ved lokaliteten. Dette gjenspeiles i *Figur 3*, hvor man ser at ellipsen til tidevannet er forholdsvis liten sammenlignet med variansellipsen til totalstrømmen. Dette viser at tidevannet har betydning, men er ikke en dominerende faktor i strømbildet.

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

Retning på strømkomponent	Dyp	
	5 m	15 m
Øst-Vest	11 %	18 %
Nord-Sør	13 %	14 %



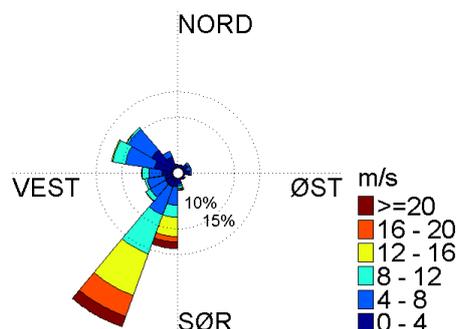
Figur 3 Variansellipse for totalstrøm (blå), tidevannsstrøm (rød) og reststrøm (sort) på 5 og 15 m. Variansellipsen viser størrelsen av ett standardavvik av variansen, både i retning og størrelse. Den blå kurven viser variansellipsen til totalstrømmen og den røde kurven viser variansellipsen til tidevannskomponenten av strømmen. Den sorte variansellipsen viser reststrømmen, dvs. den strømmen som ikke kan forklares av tidevannet. Resultatene er estimert fra strømdata i hele måleperioden. 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 Bjargtangar værstasjon på vest Island (Figur 4). Målestasjon ligger sørvest i Vesterbygda og vil være noe mer eksponert for vind enn lokaliteten, men vurderes som representativ for lokaliteten. Vindrosen viser at høyeste vindhastigheter er registrert mot sørvest.

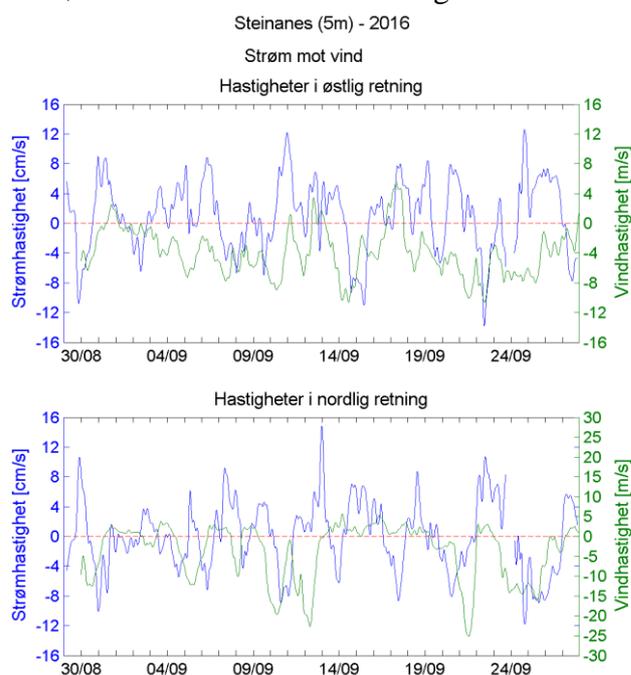
Steinanes (5m) - 2016

Vindrose fra representativ målestasjon



Figur 4. Vindrose for observasjoner gjort ved målestasjon Bjargtangar i måleperioden 29.8.-28.9.2016. Figuren viser hastighet og hvilken retning vinden går mot.

I perioden august/september 2016 ble det målt en del vind i området. Flere ganger i løpet av perioden ble det målt vinder med hastigheter over 10 m/s. Det ble i tillegg registrert flere korte perioder med vind over 20 m/s, med høyeste registrering på 28,2 m/s den 22. september fra nordøst. De sterkeste vinder er registrert fra nord-nordøstlig retninger (Figur 4).



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

Figur 5 viser at strøm på 5 meter har sammenfallende retning med vind. Det er som forventet periodevis godt sammenheng mellom vind og overflatedrift. Lokalteten ligger noe skjermet for vind fra nord, og mer eksponert for vind fra øst/vest. Samlet bilde av resultatene og vurdering av målestasjonens plassering i forhold til lokalitet, tilsier at vind har betydning for strøm i området, spesielt vinder fra vestlig retning.

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 ca. 11,5 °C til 9,5 °C i løpet av måleperioden. Temperaturfallet vurderes som en normal årstidsvariasjon for området.

3.5 Vårflom og snø- og issmelting

Strømmålingene ble gjort i august/september, en periode hvor det normalt ikke forekommer snø- og issmeltinger. Lufttemperaturen målt ved Bjargtanger værstasjon var under 12 grader i hele perioden, med et temperaturgjennomsnitt på 8,7 grader. Det er ingen betydelige ferskvannskilder i området som kan påvirke resultatet.

3.6 Bølgemodellering

Største modellerte vindbølge er 2,59 meter og kommer fra nordvest (315 grader) med pikperiode 6,7 sekunder (*Tabell 2*).

Største modellerte havbølge er 1,90 meter og kommer fra nordvest (315 grader) med pikperiode 12,5 sekunder.

Største modellerte kombinasjonsbølge er 2,82 meter og kommer fra nordvest (315 grader) med pikperiode 10,0 sekunder.

3.7 Bunntype

Fjordundersøkelser tilknyttet anleggsområdet viser at det er mudderbunn med innblanding av grov skjellsand nærmere land (Eiríksson et al, 2010). Batymetrien i Arnarfjordur ved Steinanes skrår fra land og utover i fjorden til dyp på ca. 87 meter. Tilgjengelig anleggsbeskrivelse inneholder ikke plassering av ramme eller fortøyningsliner. Bunnkartlegging viser jevn bunn, uten større steiner, fjellrygger eller lignende som kan medføre gnag på fortøyningsliner. Likevel bør anleggets fortøyninger inspiseres med ROV eller tilsvarende for å avdekke fare for gnag på fortøyningsliner.

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

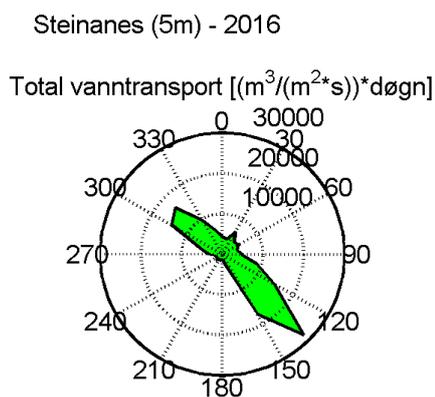
Lokalitet: Steinanes													Vindbølger				Havbølger (CMS)				Havdønning og vind (CMS)				
Strøm (5 m)						Strøm (15 m)					Vind		10 års retur		50 års retur		10 års retur		50 års retur		10 års retur		50 års retur		
Retning (grader)	Maks (cm/s)	10 års retur	50 års retur	Justert 10	Justert 50	Maks (cm/s)	10 års retur	50 års retur	Justert 10	Justert 50	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)
0	15	25	28	26	29	16	26	29	32	36	180	25	28	1,46	3,8	1,62	4,2					1,46	3,8	1,62	4,2
15	19	32	35	33	36	16	26	29	31	35	195	23	26	1,38	3,8	1,53	4,2					1,38	3,8	1,53	4,2
30	15	25	28	26	29	11	18	21	23	25	210	22	24	1,61	4,0	1,79	4,4					1,61	4,0	1,79	4,4
45	12	20	23	21	23	12	19	21	23	26	225	21	24	1,45	4,0	1,61	4,4					1,45	4,0	1,61	4,4
60	12	19	22	20	22	14	22	25	27	31	240	24	27	1,35	3,8	1,50	4,2	0,44	15,0	0,49	16,7	1,35	3,8	1,50	4,2
75	12	20	22	21	23	15	24	27	30	33	255	25	28	1,25	3,3	1,39	3,7	0,59	12,9	0,65	14,3	1,25	3,3	1,39	3,7
90	13	21	23	22	24	15	25	28	30	34	270	23	25	1,15	3,3	1,28	3,7	0,79	11,3	0,88	12,5	1,15	3,3	1,28	3,7
105	17	28	31	28	32	15	25	28	31	34	285	18	20	0,85	6,4	0,94	7,1	1,26	11,3	1,40	12,5	1,37	12,9	1,52	14,3
120	26	42	47	43	49	20	33	37	41	46	300	17	19	2,14	7,5	2,38	8,3	1,64	11,3	1,82	12,5	2,19	9,0	2,43	10,0
135	26	42	48	44	49	22	36	40	44	49	315	21	23	2,33	6,0	2,59	6,7	1,71	11,3	1,90	12,5	2,54	9,0	2,82	10,0
150	18	30	33	31	35	22	36	41	45	50	330	20	22	1,59	6,0	1,77	6,7	1,37	11,3	1,52	12,5	1,74	9,0	1,93	10,0
165	9	16	17	16	18	14	23	26	28	32	345	19	21	0,55	7,5	0,61	8,3	0,90	9,0	1,00	10,0	0,98	12,9	1,09	14,3
180	14	23	26	24	27	7	12	13	15	16	0	20	22	0,26	3,2	0,29	3,6	0,46	12,9	0,51	14,3	0,56	12,9	0,62	14,3
195	12	20	22	21	23	7	11	13	14	16	15	23	26	0,24	2,3	0,27	2,6					0,24	2,3	0,27	2,6
210	15	24	27	25	28	7	11	12	13	15	30	28	31	0,27	2,3	0,30	2,5					0,27	2,3	0,30	2,5
225	21	34	38	35	39	5	9	10	11	12	45	26	29	0,29	2,3	0,32	2,5					0,29	2,3	0,32	2,5
240	15	25	28	26	29	5	8	9	10	11	60	28	31	0,29	2,3	0,32	2,6					0,29	2,3	0,32	2,6
255	21	35	39	36	41	7	11	12	13	15	75	27	30	0,32	2,4	0,35	2,7					0,32	2,4	0,35	2,7
270	21	34	38	35	39	10	16	18	19	22	90	25	28	0,95	3,5	1,06	3,9					0,95	3,5	1,06	3,9
285	22	36	40	37	41	11	18	20	22	24	105	26	29	1,21	3,8	1,34	4,2					1,21	3,8	1,34	4,2
300	26	43	48	45	50	15	24	27	30	33	120	24	27	1,23	3,8	1,37	4,2					1,23	3,8	1,37	4,2
315	21	35	39	36	40	15	24	27	30	33	135	27	30	1,18	3,3	1,31	3,7					1,18	3,3	1,31	3,7
330	12	20	22	20	23	14	23	26	29	32	150	28	31	1,44	3,8	1,60	4,2					1,44	3,8	1,60	4,2
345	10	16	18	17	19	14	23	26	29	32	165	25	28	1,39	3,8	1,54	4,2					1,39	3,8	1,54	4,2
Maks	26	43	48	45	50	22	36	41	45	50	Maks	28	31	2,33	7,5	2,59	8,3	1,71	15,0	1,90	16,7	2,54	12,9	2,82	14,3

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 nordvest (*Figur 6* og *Tabell 2*), 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 lokalitet er mot sørøst, med en forholdsvis kraftig returstrøm mot nordvest (*Figur 7*). Det er derfor sannsynlig at slike forhold kan inntreffe.



Figur 6 Bølgeeksponering for lokalitet Steinanes.



Figur 7 Hovedstrømretning 5 meter.

Resultater fra beregningene tilsier at det er liten fare for at det kan oppstå ising 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 overvåking og eventuell avising.

Ferskvannstilførsel fra land er kilde til dravis i fjorder på nordlige del av Island. Det er ingen store ferskvannskilder i området, men i indre del av de tilknyttede fjordene er det i løpet av vinteren fare for isdannelse, som kan komme i drift. Det kan derfor forekomme noe dravis ved lokaliteten. Det er ingen fare for innfrysing av anlegget (Sigurdsson, pers med).

Det har skjedd, og det bør forventes, at isfjell fra Grønland driver inn mot fjordene nordvest på Island. Islandske myndigheter driver omfattende overvåking av isfjell og sender ut varsel dersom det er fare for at de kan komme inn i fjorder. Det er derfor lite sannsynlig at lokalitet Steinanes rammes av drivende isfjell, men selskapet bør likevel ha etablerte rutiner med tiltak dersom det observeres drivende is eller isfjell.

5 Instrumentbeskrivelse

Strømmålingene er utført ved hjelp av dopplermålere (Seaguard) fra Aanderaa, og metodikk er i henhold til *NS 9425 – 1* og *NS 9425-2*. Strømmåleren måler strømstyrke og strømrretning 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.

Bunntkartlegging er utført av The Icelandic Coast Guard (ICG) Hydrographic Department.

Tegning av anlegget er utført ved hjelp av OLEX.

6 Litteraturliste

Briem J, 2000. Straummælingar í Berufirði 3. – 31. júlí 2000. Ikke publisert, Hafrannsóknastofnun: 9 bls

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

Þorleifur Eiríksson & Böðvar Þórisson, 2010. Botndýrarannsóknir á þremur svæðum í Arnarfirði 2010. Unnid fyrir Fjardalax. Náttúrustofa Vestfjarða, 3-10: 7 bls.

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

Leikvin Ø 2016 Wave modelling for aquaculture site Steinanes in Arnarfjörður, Northwestern Iceland)

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.

Personlige meddelelser: Ómar Sigurdsson, Skipper hos Arnarlax (muntlig informasjon).

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.

Icelandic Meteorological Office <http://en.vedur.is/>

7 Vedlegg

7.1 Strømmålinger

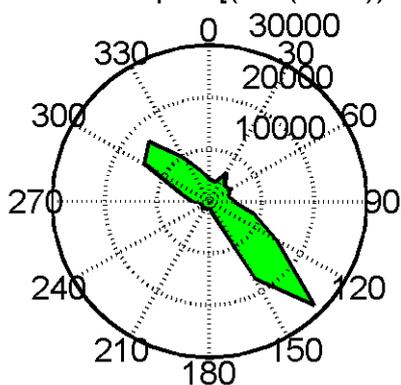
7.1.1 Måling 5 meters dyp

Oppsummering resultater Steinanes 5 meter

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	26.2	12
Min	0.1	9.2
Gj.snitt	6.5	10.6
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger < 60 > 50 cm/s	0	
% av målinger < 50 > 40 cm/s	0	
% av målinger < 40 > 30 cm/s	0	
% av målinger < 30 > 20 cm/s	1	
% av målinger < 20 > 10 cm/s	18.1	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	61	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	17.3	
% av målinger < 1 cm/s	2.5	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	13.7	
Residual strøm	1	
Residual retning	90	
Varians	16.7	0.4
Standardavvik	4.1	0.6
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.15	

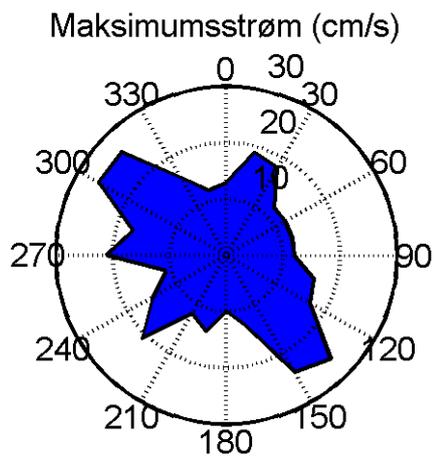
Steinanes (5m) - 2016

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



Total vanntransport

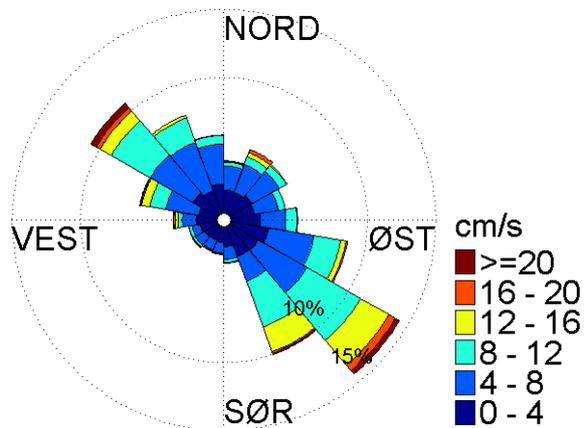
Steinanes (5m) - 2016



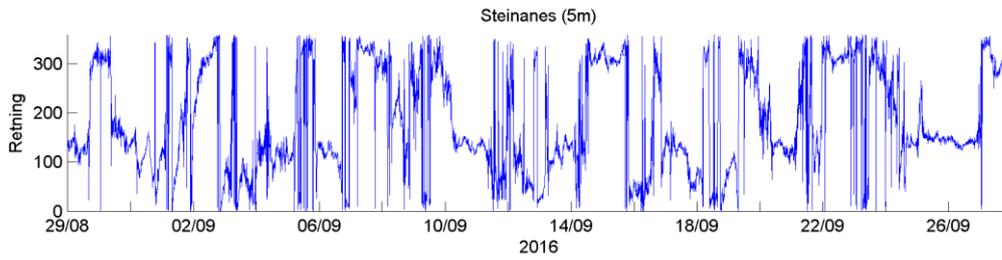
Maksimal hastighet

Steinanes (5m) - 2016

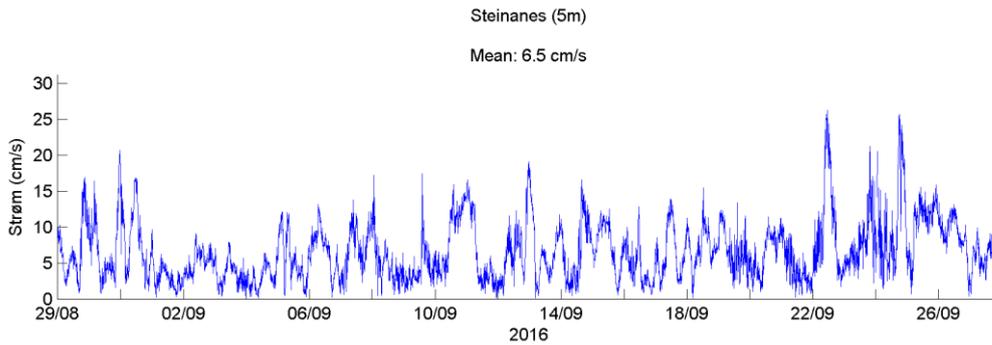
Strømrose



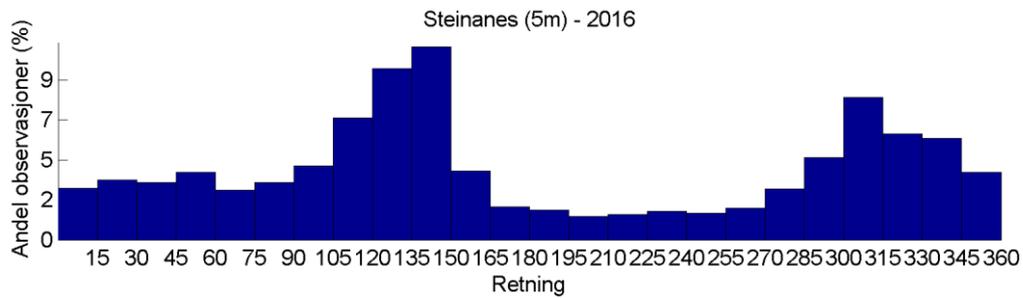
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



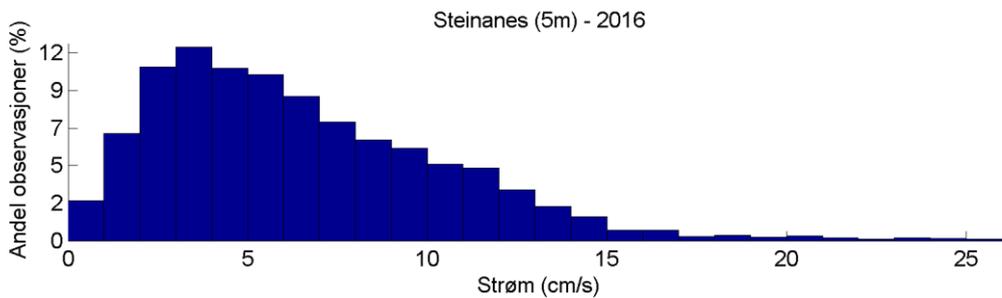
Retning vs. tid



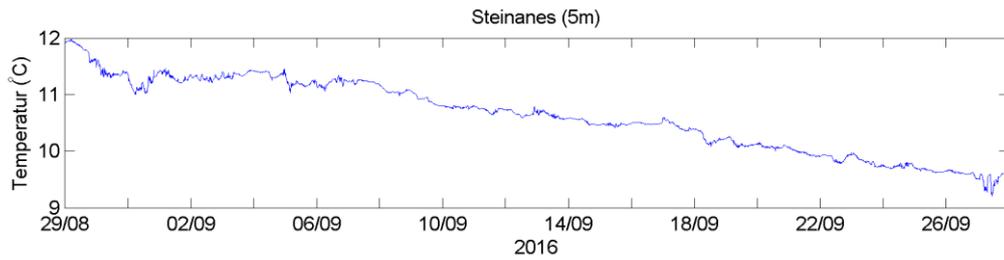
Strømhastighet (tidsserieplott)



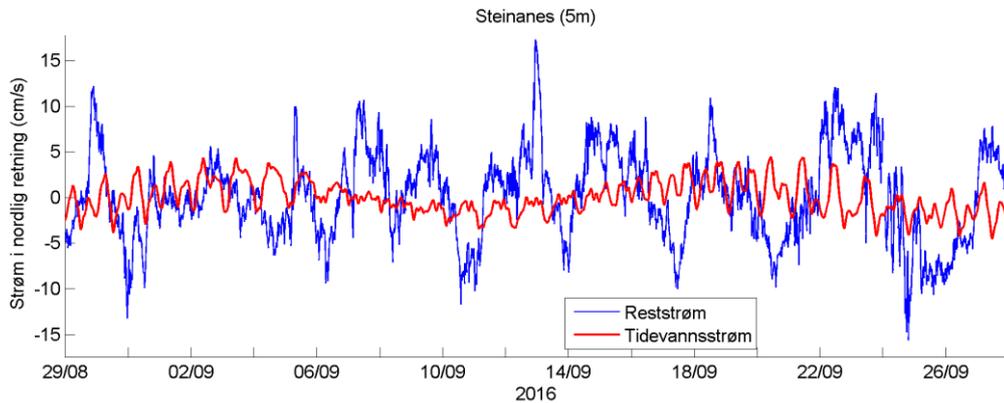
Retningshistogram



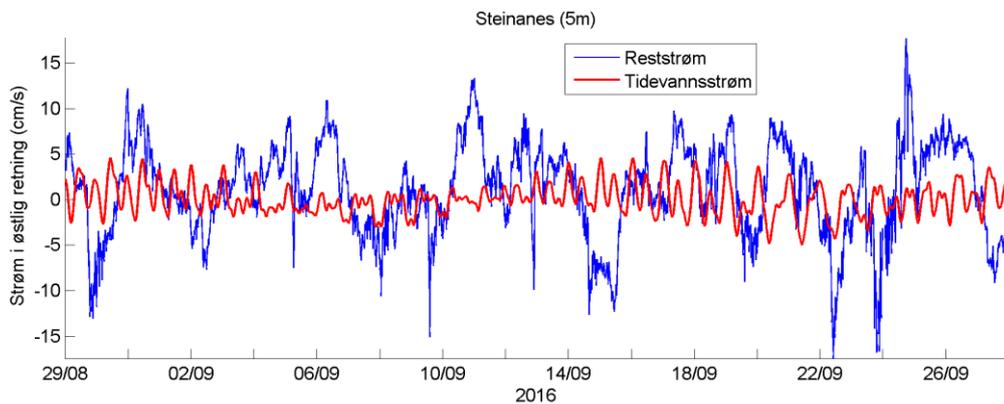
Strømstyrkehistogram



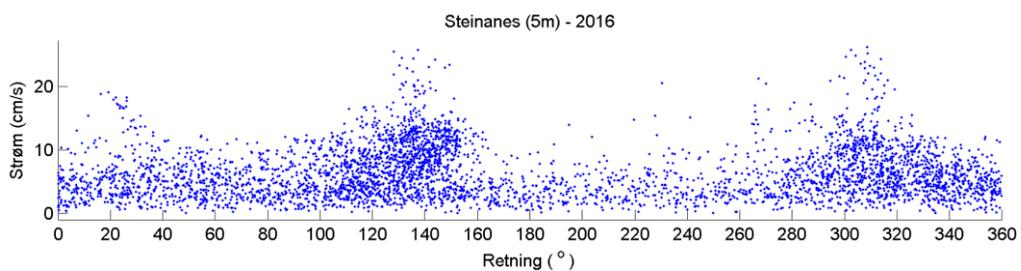
Temperatur



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	164	13.1	4365.3	145.5
7.5 - 22.4	119	19.1	3893.9	129.8
22.5 - 37.4	165	18.3	6322.3	210.8
37.5 - 52.4	133	11.6	4182.8	139.5
52.5 - 67.4	157	12.3	4670.5	155.7
67.5 - 82.4	132	11.7	3808.5	127
82.5 - 97.4	157	12.3	4702.2	156.8
97.5 - 112.4	242	16.5	8646.4	288.3
112.5 - 127.4	350	16.8	14752.7	491.9
127.5 - 142.4	513	25.7	28164.6	939
142.5 - 157.4	335	24.2	17125.7	571
157.5 - 172.4	102	12.8	2912.8	97.1
172.5 - 187.4	66	9.7	1362.5	45.4
187.5 - 202.4	67	13.9	1684.4	56.2
202.5 - 217.4	64	12.1	1543.7	51.5
217.5 - 232.4	67	20.6	1966.2	65.6
232.5 - 247.4	70	15.1	1701.2	56.7
247.5 - 262.4	68	11	1730.1	57.7
262.5 - 277.4	98	21.3	3484.8	116.2
277.5 - 292.4	162	17.4	5811.9	193.8
292.5 - 307.4	295	25.8	14392.1	479.8
307.5 - 322.4	335	26.2	16343.2	544.9
322.5 - 337.4	254	15.5	9744.3	324.9
337.5 - 352.4	199	11.9	6103.6	203.5

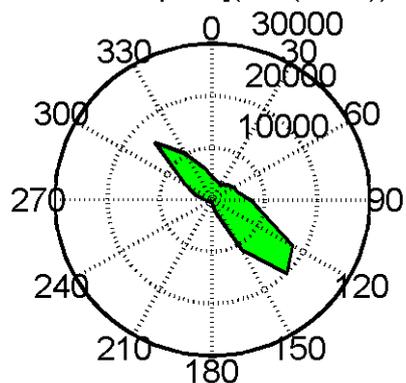
7.1.2 Måling 15 meters dyp

Oppsummering resultater Steinanes 15 meter

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	22	11.8
Min	0.1	9.5
Gj.snitt	5.5	10.5
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger < 60 > 50 cm/s	0	
% av målinger < 50 > 40 cm/s	0	
% av målinger < 40 > 30 cm/s	0	
% av målinger < 30 > 20 cm/s	0.2	
% av målinger < 20 > 10 cm/s	9.8	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	64.4	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	21.6	
% av målinger < 1 cm/s	4	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	12.3	
Residual strøm	1.5	
Residual retning	80	
Varians	11.1	0.3
Standardavvik	3.3	0.5
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.27	

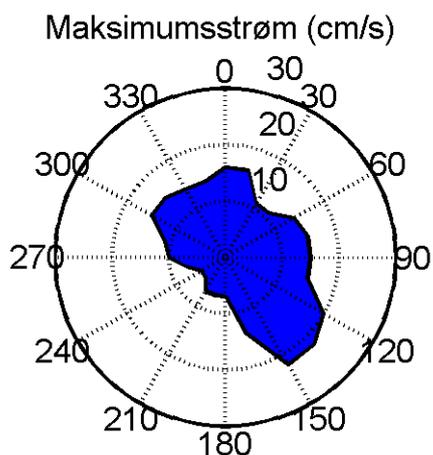
Steinanes (15m) - 2016

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



Total vanntransport

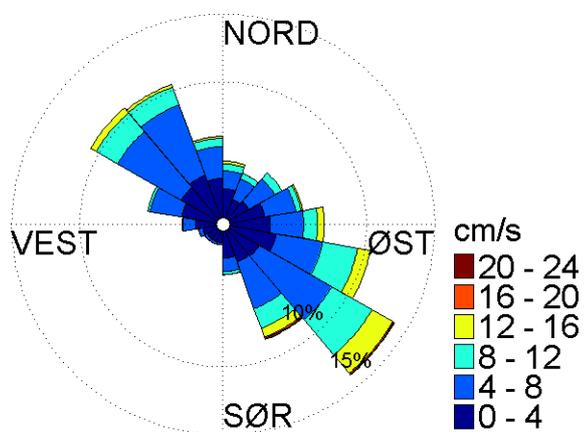
Steinanes (15m) - 2016



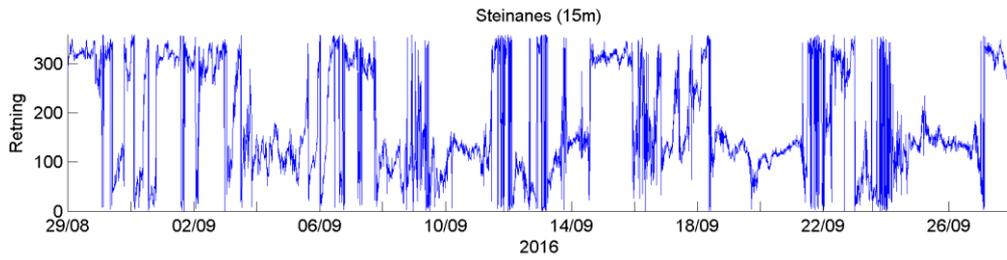
Maksimal hastighet

Steinanes (15m) - 2016

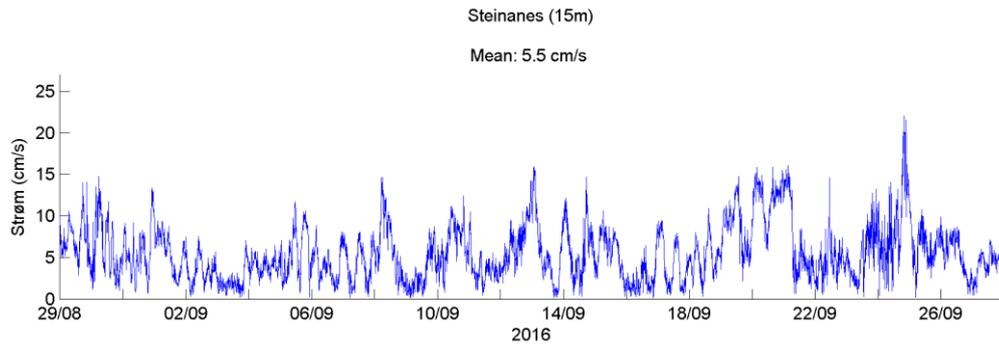
Strømrose



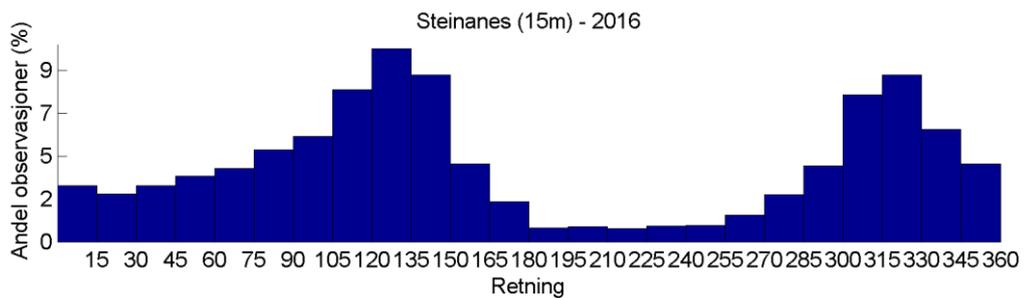
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



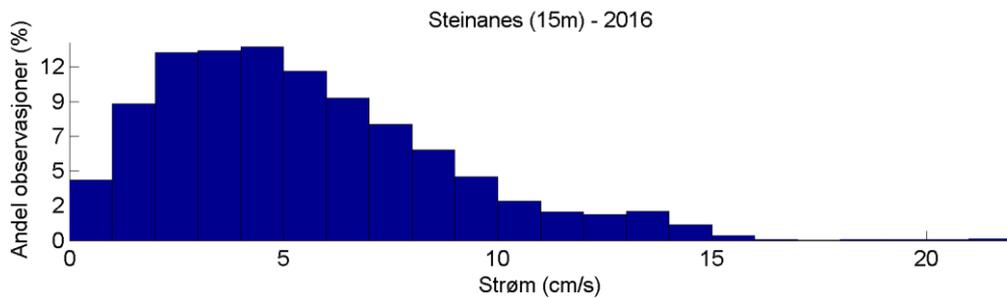
Retning vs. tid



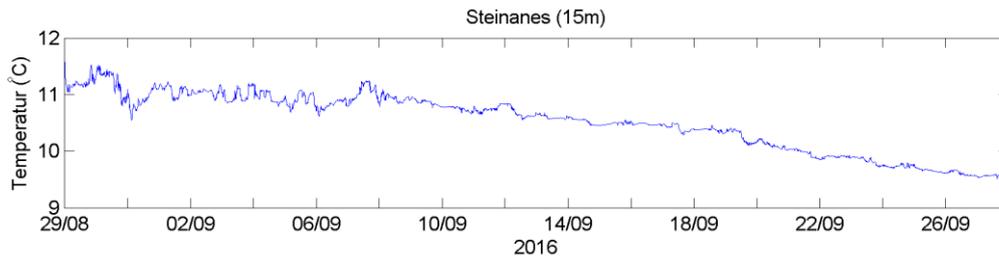
Strømhastighet (tidsserieplott)



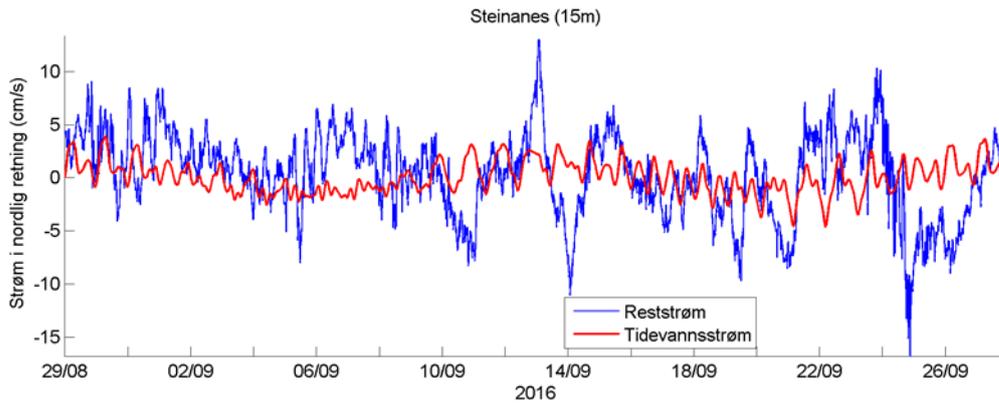
Retningshistogram



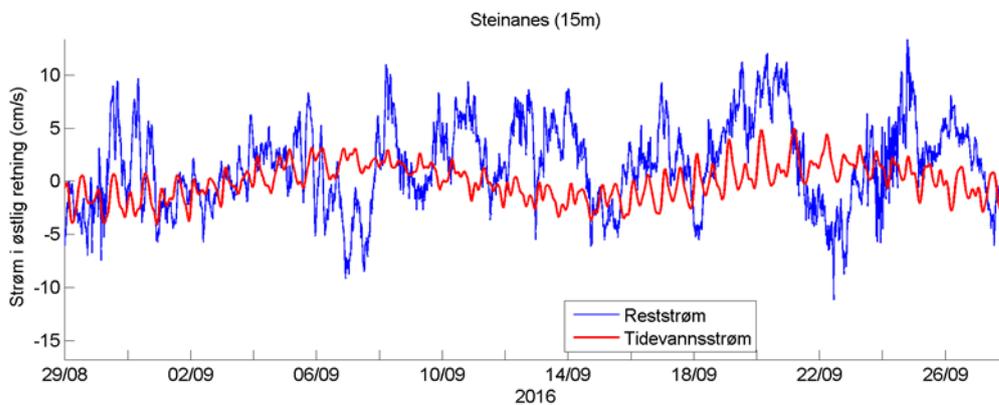
Strømstyrkehistogram



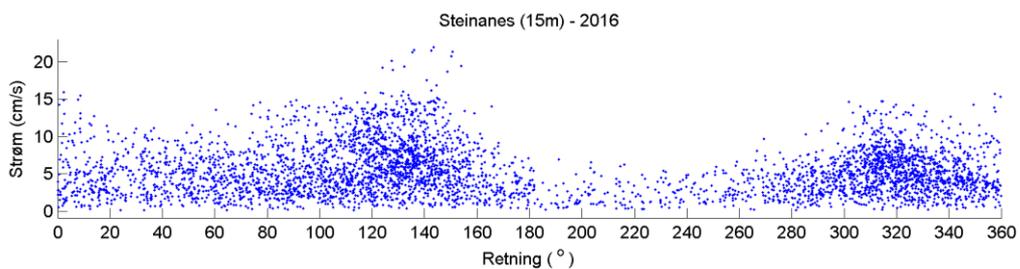
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 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.

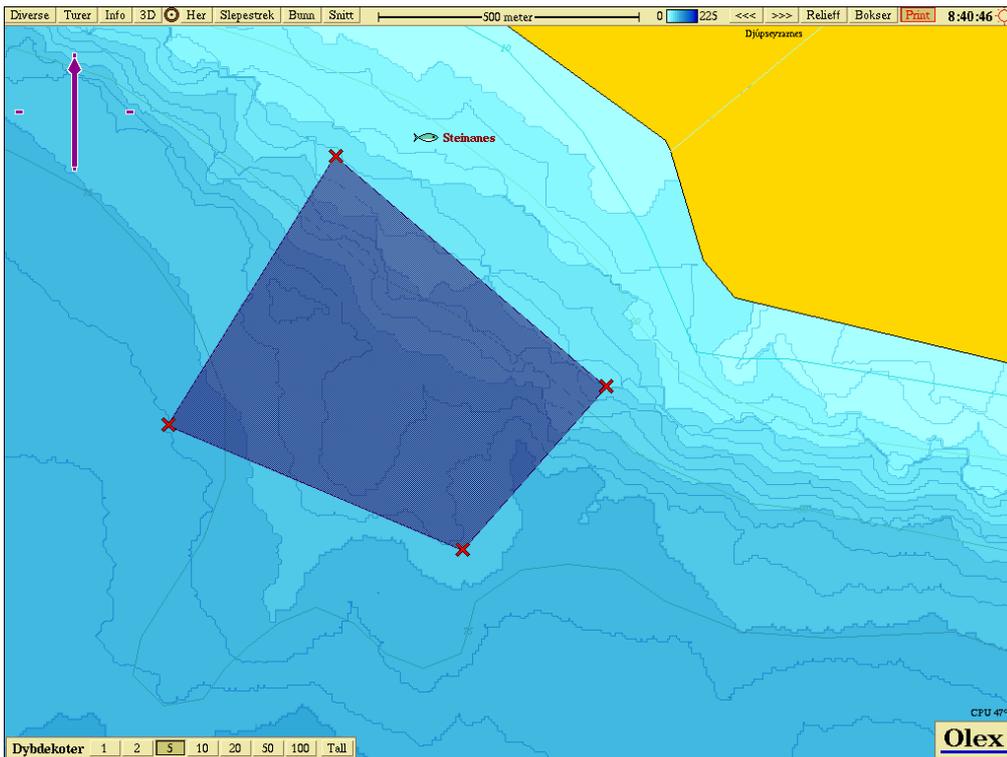


Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning

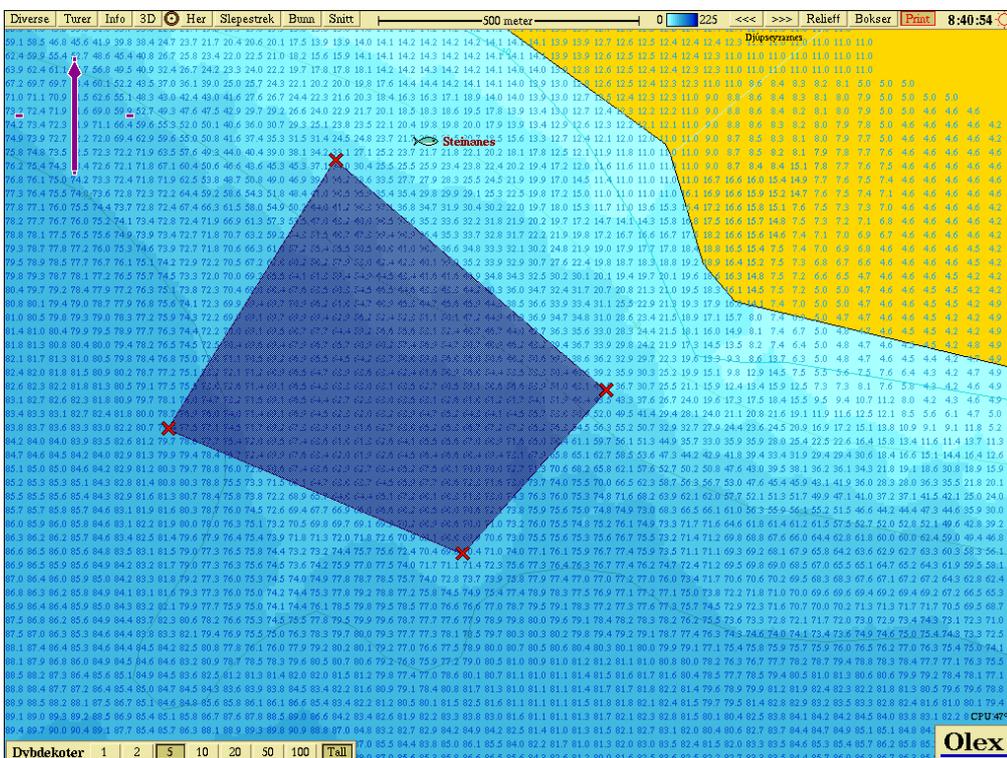
Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

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	146	15.9	4411.8	147.1
7.5 - 22.4	133	15.5	3700.9	123.4
22.5 - 37.4	113	11.1	3377.5	112.6
37.5 - 52.4	137	11.5	4002.2	133.4
52.5 - 67.4	163	13.5	4678.4	156
67.5 - 82.4	181	14.6	5141	171.4
82.5 - 97.4	228	14.9	7318.6	244
97.5 - 112.4	285	15.1	9972.2	332.5
112.5 - 127.4	413	20.1	17692.2	589.9
127.5 - 142.4	459	21.6	20098.5	670.1
142.5 - 157.4	286	22	11163.5	372.2
157.5 - 172.4	111	14	2847.4	94.9
172.5 - 187.4	63	7.2	1211.2	40.4
187.5 - 202.4	30	6.9	355.8	11.9
202.5 - 217.4	36	6.6	591.9	19.7
217.5 - 232.4	32	5.4	454.9	15.2
232.5 - 247.4	38	4.9	585.5	19.5
247.5 - 262.4	47	6.6	874	29.1
262.5 - 277.4	83	9.6	1769.2	59
277.5 - 292.4	152	10.7	3365.7	112.2
292.5 - 307.4	206	14.6	6205.5	206.9
307.5 - 322.4	418	14.7	15489.8	516.4
322.5 - 337.4	329	14.1	10251.6	341.8
337.5 - 352.4	231	14.2	6416.1	213.9

7.2 Anleggsområde og bunnkartlegging



Bunnkartlegging med oppgitt anleggsområde ved lokalitet Steinanes. Ekvidistanse 5 m.



Bunnkartlegging med oppgitt anleggsområde ved lokalitet Steinanes. Ekvidistanse 5m. Dybder i tall.

7.3 Beregning istabell

Tabellen er basert på Guest Et al sin formel: $PPR = \frac{Va(T_f - T_a)}{1 + 0,3(T_w - T_f)}$

- PPR = isprediktor
- Va = vindfart (m/s)
- Tf = frysepunkt til sjøvann (-1,7 °C)
- Ta = lufttemperatur
- Tw = sjøtemperatur

Resultater som fremkommer ved bruk av overnevnte formel for kombinasjon av lufttemperatur, vindhastighet, sjøtemperatur og sjøtemperaturs frysepunkt.

Sjøvannstemp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Vind (m/sek)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Lufttemperatur	0	0	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-4	-4	-5	-5	-6	-6	-7	-7	-8	-8	-8	-9	-9	-10	-10	-11	-11	-12	-12	-13	-13	-14	-14	-15
	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-6	-6	-6	-6	-6	
	-2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	
	-3	0	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11
	-4	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12	13	13	14	15	15	16	17	17	18	18	19	20
	-5	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	26	27	28
	-6	1	2	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	29	30	31	32	33	34	36	37
	-7	1	3	4	6	7	9	10	12	13	15	16	18	19	20	22	23	25	26	28	29	31	32	34	35	37	38	40	41	42	44	45
	-8	2	3	5	7	9	10	12	14	16	17	19	21	23	24	26	28	30	31	33	35	37	38	40	42	44	45	47	49	50	52	54
	-9	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	63
	-10	2	5	7	9	11	14	16	18	21	23	25	28	30	32	34	37	39	41	44	46	48	50	53	55	57	60	62	64	66	69	71
	-11	3	5	8	10	13	15	18	21	23	26	28	31	33	36	39	41	44	46	49	51	54	57	59	62	64	67	69	72	75	77	80
	-12	3	6	9	11	14	17	20	23	26	28	31	34	37	40	43	46	48	51	54	57	60	63	65	68	71	74	77	80	83	85	88
	-13	3	6	9	12	16	19	22	25	28	31	34	37	41	44	47	50	53	56	59	62	66	69	72	75	78	81	84	87	91	94	97
	-14	3	7	10	14	17	20	24	27	31	34	37	41	44	48	51	54	58	61	65	68	71	75	78	82	85	88	92	95	99	102	105
	-15	4	7	11	15	18	22	26	29	33	37	40	44	48	51	55	59	62	66	70	73	77	81	85	88	92	96	99	103	107	110	114
	-16	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	43	47	51	55	59	63	67	71	75	79	83	87	91	95	99	103	107	111	115	119	122
	-17	4	8	13	17	21	25	30	34	38	42	46	51	55	59	63	68	72	76	80	85	89	93	97	101	106	110	114	118	123	127	131
	-18	5	9	14	18	23	27	32	36	41	45	50	54	59	63	68	72	77	81	86	90	95	99	104	108	113	117	122	126	131	135	140
	-19	5	10	14	19	24	29	33	38	43	48	53	57	62	67	72	76	81	86	91	96	100	105	110	115	119	124	129	134	139	143	148
	-20	5	10	15	20	25	30	35	40	45	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	136	142	147	152	157
	-21	5	11	16	21	27	32	37	43	48	53	59	64	69	75	80	85	91	96	101	107	112	117	123	128	133	139	144	149	155	160	165
	-22	6	11	17	22	28	34	39	45	50	56	62	67	73	79	84	90	95	101	107	112	118	123	129	135	140	146	151	157	163	168	174
	-23	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	88	94	100	106	112	118	124	129	135	141	147	153	159	165	171	177	182
	-24	6	12	18	25	31	37	43	49	55	62	68	74	80	86	92	99	105	111	117	123	129	136	142	148	154	160	166	172	179	185	191
	-25	6	13	19	26	32	39	45	51	58	64	71	77	84	90	97	103	109	116	122	129	135	142	148	154	161	167	174	180	187	193	200
	-26	7	13	20	27	34	40	47	54	60	67	74	81	87	94	101	107	114	121	128	134	141	148	154	161	168	175	181	188	195	201	208
	-27	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133	140	147	154	161	168	175	182	189	196	203	210	217
	-28	7	15	22	29	36	44	51	58	65	73	80	87	94	102	109	116	124	131	138	145	153	160	167	174	182	189	196	203	211	218	225
	-29	8	15	23	30	38	45	53	60	68	75	83	90	98	106	113	121	128	136	143	151	158	166	173	181	189	196	204	211	219	226	234
	-30	8	16	23	31	39	47	55	63	70	78	86	94	102	109	117	125	133	141	149	156	164	172	180	188	195	203	211	219	227	235	242
	-31	8	16	24	32	40	49	57	65	73	81	89	97	105	113	121	130	138	146	154	162	170	178	186	194	202	210	219	227	235	243	251
	-32	8	17	25	33	42	50	59	67	75	84	92	100	109	117	126	134	142	151	159	167	176	184	193	201	209	218	226	234	243	251	259
	-33	9	17	26	35	43	52	61	69	78	86	95	104	112	121	130	138	147	156	164	173	182	190	199	208	216	225	233	242	251	259	268
	-34	9	18	27	36	45	54	62	71	80	89	98	107	116	125	134	143	152	161	170	178	187	196	205	214	223	232	241	250	259	268	277
	-35	9	18	28	37	46	55	64	74	83	92	101	110	120	129	138	147	156	166	175	184	193	202	212	221	230	239	248	258	267	276	285

Verdier som tilsvare ingen, noe, moderat, kraftig og ekstrem ising.

Isprediktor	Ingen	Noe	Moderat	Kraftig	Ekstrem
Israte (cm/time)	0	<0,7	0,7-2,0	2,0-4,0	>4,0
Israte (kg/m2/time)	0	0,8-6,0	6-17	17-34	>34

Ved å plote inn data fra langtidsstatistikk, det vil si antall observasjoner av kombinasjon av temperatur og vindstyrke, i fargematriksen over kan man lese ut estimert mengde ising for en gitt temperatur/vindkombinasjon.

7.4 Bølgemodelleringsresultater Steinanes med CMS-Wave:

Tabell 4 er en sammenfatning av Tabell 1 (kun havdønninger), Tabell 2 (kun vind) og Tabell 3 (kombinasjon av vind og havdønninger).

Tabell 3: CMS-Wave modellresultater for signifikant bølgehøyde (H_s) fra hjørnepunktene til anlegget og bølgeperioden (T_p) ved lokaliteten Steinanes. Det er her kun kjørt med innkommende havbølger.

Hjørnepunkt												
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]	0.28											
Bølgehøyde, SV (H_s) [m]	0.51											
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]	0.44											
Bølgehøyde, NØ (H_s) [m]	0.28											
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	14.3											
Bølge- og vindretning	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]					0.31	0.40	0.51	0.83	1.07	1.10	0.85	0.55
Bølgehøyde, SV (H_s) [m]					0.49	0.65	0.88	1.40	1.82	1.90	1.52	1.00
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]					0.43	0.57	0.78	1.25	1.63	1.70	1.35	0.88
Bølgehøyde, NØ (H_s) [m]					0.31	0.40	0.53	0.87	1.14	1.17	0.91	0.59
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]					16.7	14.3	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	10.0

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

Hjørnepunkt												
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]	0.21	0.21	0.24	0.26	0.26	0.25	0.38	0.77	1.15	1.30	1.51	1.54
Bølgehøyde, SV (H_s) [m]	0.29	0.27	0.29	0.31	0.32	0.34	0.98	1.34	1.37	1.31	1.60	1.44
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]	0.28	0.27	0.30	0.32	0.32	0.35	1.06	1.31	1.27	1.19	1.46	1.42
Bølgehøyde, NØ (H_s) [m]	0.23	0.24	0.27	0.30	0.29	0.26	0.71	1.10	1.24	1.19	1.33	1.46
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	3.6	2.6	2.5	2.5	2.6	2.7	3.9	4.2	4.2	3.7	4.2	4.2
Bølge- og vindretning	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]	1.62	1.53	1.79	1.60	1.44	1.34	1.19	0.82	1.76	1.48	0.83	0.27
Bølgehøyde, SV (H_s) [m]	1.47	1.41	1.68	1.49	1.31	1.21	1.19	0.94	2.38	2.59	1.77	0.61
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]	1.43	1.34	1.55	1.58	1.42	1.27	1.28	0.92	2.27	2.32	1.44	0.39
Bølgehøyde, NØ (H_s) [m]	1.51	1.38	1.55	1.61	1.50	1.39	1.28	0.86	1.91	1.63	0.88	0.27
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	4.2	4.2	4.4	4.4	4.2	3.7	3.7	7.1	8.3	6.7	6.7	8.3

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

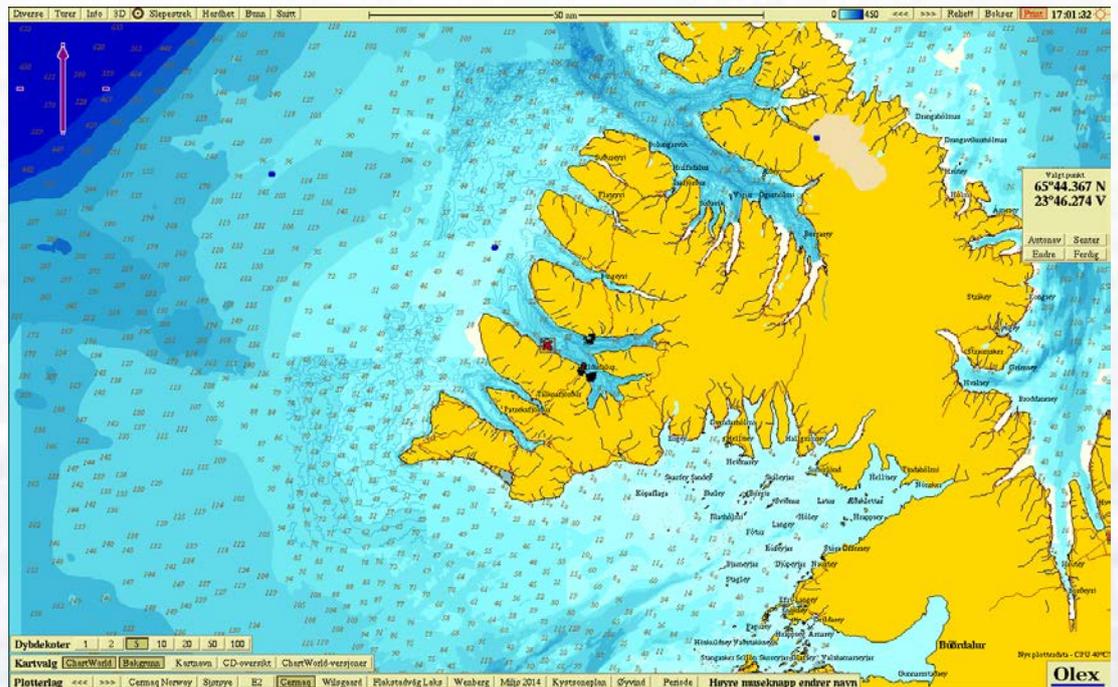
Hjørnepunkt												
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]	0.44											
Bølgehøyde, SV (H_s) [m]	0.70											
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]	0.62											
Bølgehøyde, NØ (H_s) [m]	0.46											
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	14.3											
Bølge- og vindretning	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]					1.21	0.50	0.64	0.95	1.60	1.59	1.02	0.62
Bølgehøyde, SV (H_s) [m]					1.23	0.76	1.04	1.52	2.43	2.82	1.93	1.09
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]					1.33	0.69	0.92	1.36	2.24	2.51	1.66	0.94
Bølgehøyde, NØ (H_s) [m]					1.32	0.51	0.66	1.00	1.73	1.73	1.07	0.64
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]					3.7	14.3	14.3	14.3	10.0	10.0	10.0	14.3

Tabell 6: CMS-Wave modellresultater for signifikant bølgehøyde (H_s) fra hjørnepunktene til anlegget og bølgeperioden (T_p) ved lokaliteten Steinanes. Her er største bølgehøyder med tilhørende perioder valgt for de ulike retninger, uansett drivkrefter.

Hjørnepunkt												
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]	0.44	0.21	0.24	0.26	0.26	0.25	0.38	0.77	1.15	1.30	1.51	1.54
Bølgehøyde, SV (H_s) [m]	0.70	0.27	0.29	0.31	0.32	0.34	0.98	1.34	1.37	1.31	1.60	1.44
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]	0.62	0.27	0.30	0.32	0.32	0.35	1.06	1.31	1.27	1.19	1.46	1.42
Bølgehøyde, NØ (H_s) [m]	0.46	0.24	0.27	0.30	0.29	0.26	0.71	1.10	1.24	1.19	1.33	1.46
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	14.3	2.6	2.5	2.5	2.6	2.7	3.9	4.2	4.2	3.7	4.2	4.2
Bølge- og vindretning	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]	1.62	1.53	1.79	1.60	1.44	1.34	1.19	0.95	1.60	1.59	1.02	0.62
Bølgehøyde, SV (H_s) [m]	1.47	1.41	1.68	1.49	1.31	1.21	1.19	1.52	2.43	2.82	1.93	1.09
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]	1.43	1.34	1.55	1.58	1.42	1.27	1.28	1.36	2.24	2.51	1.66	0.94
Bølgehøyde, NØ (H_s) [m]	1.51	1.38	1.55	1.61	1.50	1.39	1.28	1.00	1.73	1.73	1.07	0.64
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	4.2	4.2	4.4	4.4	4.2	3.7	3.7	14.3	10.0	10.0	10.0	14.3

Arnarlax hf

Lokalitetsrapport Hringsdalur



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 Arnarlax ehf Lokalitetsrapport Hringsdalur	
Forfatter(e) / Author(s) Steinar Dalheim Eriksen	Akvaplan-niva rapport nr / report no 8639.01
	Dato / Date 25.01.2016
	Antall sider / No. of pages 15 + Vedlegg
	Distribusjon / Distribution Gjennom Oppdragsgiver
(Oppdragsgiver) / Client Arnarlax hf 465 Bildudal Island	Oppdragsg. referanse / Client's reference Gaute Hilling
Sammendrag / Summary Akvaplan-niva AS har gjennomført en lokalitetsundersøkelse av lokaliteten Hringsdalur 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 i kombinasjon med havdønninger og vind på 5,30 meter med pikperiode på 14,3 sekunder. Maks strømhastighet med 50 års returperiode på 60 cm/s på 5 m og 61 cm/s på 15 m dyp.	
Prosjektleder / Project manager  Steinar Dalheim Eriksen	Kvalitetskontroll / Quality control  Kristine Steffensen

© 2017 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	4
2.3 Skipsgenererte bølger	5
2.4 Bunndata	5
2.5 Strømmålinger	5
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 issmelting	10
3.6 Bølgemodellering	10
3.7 Bunntype.....	10
4 ISLAST.....	12
5 INSTRUMENTBESKRIVELSE.....	14
6 LITTERATURLISTE.....	15
7 VEDLEGG	16
7.1 Strømmålinger	16
7.1.1 Måling 5 meters dyp	16
7.1.2 Måling 15 meters dyp	21
7.2 Anleggsområde og bunnkartlegging.....	26
7.3 Beregning istabell	27
7.4 Bølgemodelleringsresultater, Hringsdalur (Island), med CMS-Wave:	28
7.5 Strømdata fra Helgeland Havbruksstasjon AS	31

Forord

Foreliggende undersøkelser er gjennomført av Akvaplan-niva AS på oppdrag fra Arnarlax hf. i forbindelse med deres drift ved lokalitet Hringsdalur. Akvakulturanlegget ligger i ytre del av Arnarfjordur på nordvest side av Island. Bedriften ønsker få gjennomført en lokalitetsundersøkelse og produsert en lokalitetsrapport.

Undersøkelsen bygger på metodikk i henhold til NS 9415:2009 – Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.

Undersøkelsene er gjennomført og rapportert av Steinar Dalheim Eriksen, 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-forskrift og Akvaplan-niva AS sine interne prosedyrer for prosjektgjennomføring og kvalitetssikring.

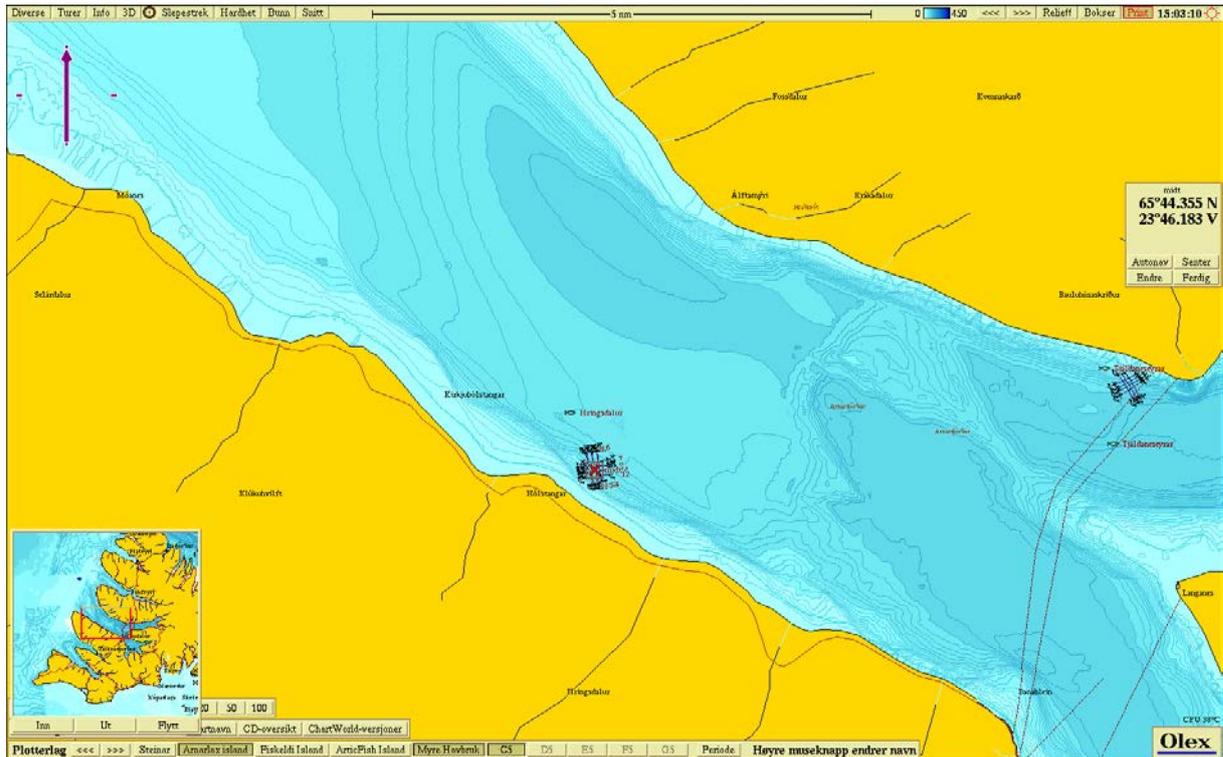
Tromsø den 25.01.2017



Steinar Dalheim Eriksen
Prosjektleder

1 Innledning

Akvaplan-niva AS har på oppdrag fra Arnarlax hf. foretatt en akkreditert lokalitetsundersøkelse på lokaliteten Hringsdalur. Undersøkelsen er utført i henhold til NS 9415:2009. Lokaliteten Hringsdalur ligger i ytre del og på sørsiden av Arnarfjordur, nordvest på Island (*Figur 1*).

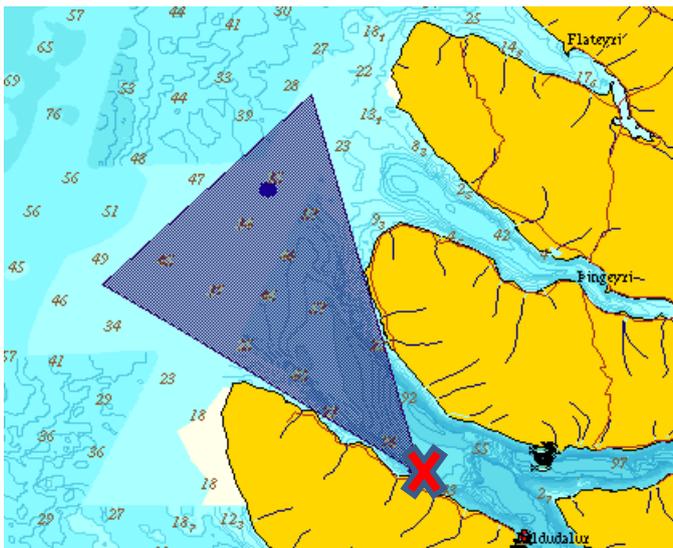


Figur 1 Oppgitt plassering av lokalitet Hringsdalur ved rødt kryss på sjøkart Olex.

2 Metode

2.1 Vindgenererte bølger

Det er ikke gjennomført bølgemålinger i området rundt Hringsdalur og det er derfor gjort modellering av bølgehøyde på lokaliteten. Modellen CMS-Wave (Costal Modeling System) er benyttet til å kartlegge bølgeeksponeringen for vindbølger (se kap 2.2). Lokaliteten er mest eksponert for bølger fra nordvest (*Figur 2*).



Figur 2 Største bølgeeksponering på lokalitet Hringsdalur. Skravert felt viser retning av største bølger mot anlegg. Hringsdalur ligger ved rødt kryss. Kart fra Olex

2.2 Havsjø

Lokaliteten har åpen sektor til hav fra nordvest. I henhold til prosedyre for lokalitetsundersøkelse, skal det gjennomføres havsjømodellering dersom lokaliteten har nær tilknytning til hav, eller større fjord med lysåpning til hav. Det er gjennomført vindbølgeomellering fra alle retninger, samt beregnet havsjø og kombinerte bølger fra sørvest til nord (240-360 grader). Modellen CMS-Wave (Costal Modelling System) er benyttet til å kartlegge bølgeeksponeringen på lokaliteten Hringsdalur.

CMS-Wave er en todimensjonal bølgeomellering 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 bølgeomellering, WAM (Reistad m.fl., 2011). Dersom strøm inkluderes antas denne å være konstant med dypet.

Modellen bruker en endelig element-metode med et kartesisk grid. En godt kartlagt batymetri (bunntopografi) er en forutsetning for å få gode simuleringer. 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. Grunningseffekter (økt bølgehøyde på grunn av redusert gruppehastighet/ bølgelengde; bølgedemping som følge av friksjon mot bunn)
4. Bølge mot bølge, interaksjon

Oppsummering av resultater fra beregningene er gitt i kapittel 3.

For mer detaljert fremstilling av metode og resultater henvises til det til rapport "Wave modelling for aquaculture site Hringsdalur in Arnarfjörður, Northwestern Iceland" (Leikvin, 2017).

2.3 Skipsgenererte bølger

Lokaliteten ligger i et område med noe skipstrafikk. Seilingsleden inn til Bildudalur havn går forbi lokaliteten. Trafikken inn til Bildudalur består av fiskebåter og fraktskip i forbindelse med utvinning av kalk i området. Større skip på 60-70 meter benyttes for å hente kalksekker i havnen for transport til Europa. Det er foretatt en vurdering av beregnet bølgehøyde i forhold til avstand og størrelse på passerende skip. Det forventes ikke bølger som overskrider lokalt generert vind- og havsjø (Hilling, pers med).

2.4 Bunndata

Bunnkartlegging er utført av The Icelandic Coast Guard (ICG) Hydrographic Department. Kartleggingen er utført med multistrålelodd. Oppløsningen på datasett oppfyller kravet i NS 9415:2009 med maksimalt 10 x 10 m avstand mellom målepunkter.

Kvalitetssikring av data er gjort av Akvaplan-niva AS. Bunndata har en oppløsning bedre enn 10 x 10 m. Tegning av akvakulturområdet er utført i OLEX.

2.5 Strømmålinger

Strømmåling ble av Helgeland Havbruksstasjon AS i perioden 10.1 - 9.2.2014 på 5 og 15 meters dyp. Instrumentene var innstilt på registrering av strømhastighet og strømrretning med 10 minutters intervall (se kap 7.5 vedlegg). Målingene ble utført i posisjon 65-44.420 N / 23-46.086 V. Kvalitetssikring av data og framstilling av grafikk ble foretatt av Akvaplan-niva AS. Fremlagte Site rapport (Moe, 2014) og rådata fra strømmålingene er funnet troverdig.

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.

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 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 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 (285-315 grader) med en markant returstrøm mot sørøst (105-135 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 9,2 cm/s. 3,1 % av målingene er mellom 30 og 20 cm/s, 35,4 % av målingene er mellom 20 og 10 cm/s, 52,8 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 7,6 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 0,9 % av målingene er < 1 cm/s.

Resultatene fra strømmåling på 15 meters dyp viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er definert mot nordvest (285-315 grader) med en markant returstrøm mot sørøst (90-125 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 9,0 cm/s. 2,8 % av målingene er mellom 30 og 20 cm/s, 34,7 % av målingene er mellom 20 og 10 cm/s, 53,6 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 7,8 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 0,9 % av målingene er < 1 cm/s.

Maksimal strømhastighet i den målte perioden på 5 og 15 m var henholdsvis 32,6 og 32,9 cm/s, noe som tilsvarer 60 og 61 cm/s for 50 års returperiode for de respektive dyp. Strømmålingene er vurdert sammen med lokalkjente og det konkluderes med at de er representative med hensyn til årstidsvariasjon.

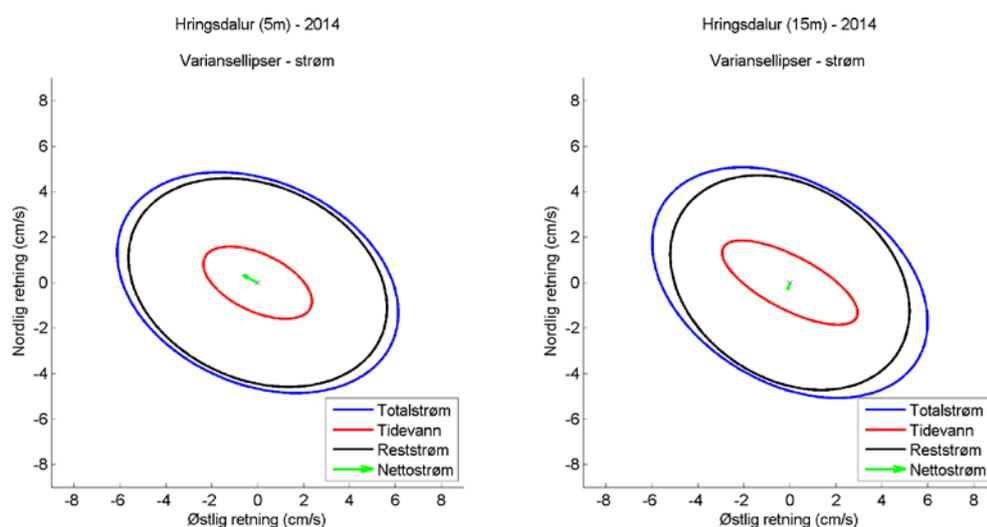
3.2 Tidevannsstrøm

I hovedsak er strøm i Islandske fjorder styrt av tidevannsstrømmen. Tidevannsforskjellen mellom høy og lavvann utgjør gjerne 1,5 – 2 m (Briem, 2000). Men det varierer sterkt hvor store de sykliske endringene er innenfor gitte tidsperioder (en tidevannsperiode eller en månefase). *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* viser at det estimerte tidevannet kan forklare henholdsvis 15,4 % og 24,6 % i Ø-V-retning, og 11 % og 13,4 % i N-S-retning av variabiliteten i strømmen. Dette gjenspeiles i *Figur 3*, hvor man ser at ellipsen til tidevannet er forholdsvis liten sammenlignet med variansellipsen til totalstrømmen. Dette viser at tidevannet har betydning, men er ikke en dominerende faktor i strømbildet.

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

Retning på strømkomponent	Dyp	
	5 m	15 m
Øst-Vest	15,4 %	24,6 %
Nord-Sør	11 %	13,4 %



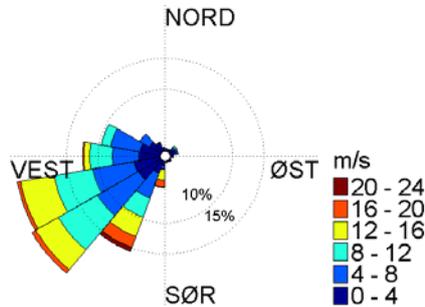
Figur 3 Variansellipse for totalstrøm (blå), tidevannsstrøm (rød) og reststrøm (sort) på 5 og 15 m. Variansellipsen viser størrelsen av ett standardavvik av variansen, både i retning og størrelse. Den blå kurven viser variansellipsen til totalstrømmen og den røde kurven viser variansellipsen til tidevannskomponenten av strømmen. Den sorte variansellipsen viser reststrømmen, dvs. den strømmen som ikke kan forklares av tidevannet. Resultatene er estimert fra strømdata i hele måleperioden. 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 Bjargtangar værstasjon på vest Island (Figur 4). Målestasjon ligger 48 km sørvest i Vesterbygda og vil være mer eksponert for vind enn lokaliteten, men vurderes som mest representativ for lokaliteten. Bildudalur - weather station sligger nærmere lokalitet, men ligger bare 16 meter over havnivå og inne i Bildudalur. Stasjonen ligger dermed skjernet fra enkelte retninger, og spesielt fra vest som vurderes som vesentlig for Hringdalur. Vindrosen viser at høyeste vindhastigheter er registrert mot sørvest.

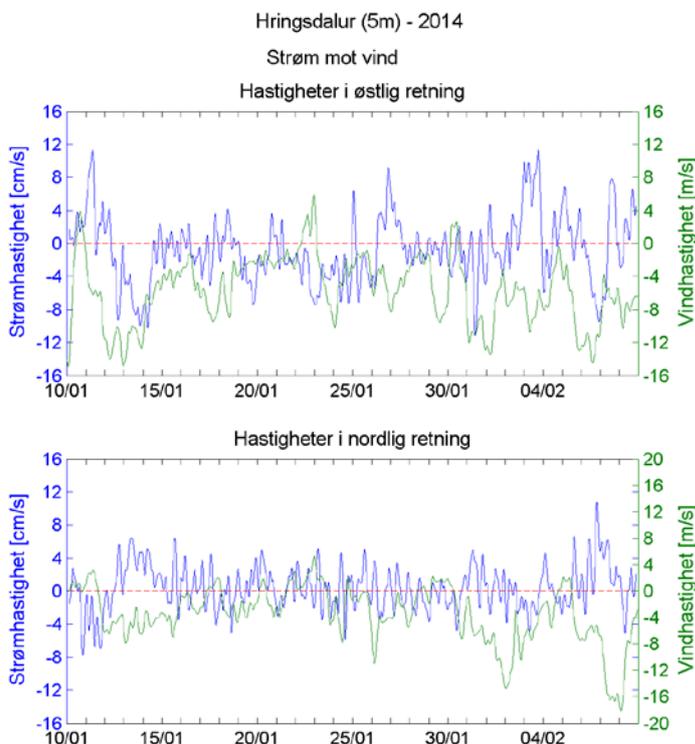
Hringsdalur (5m) - 2014

Vindrose fra representativ målestasjon



Figur 4. Vindrose for observasjoner gjort ved målestasjon Bjargtangar i måleperioden 10.1.- 9.2.2014. Figuren viser hastighet og hvilken retning vinden går mot.

I perioden januar/februar 2014 ble det målt en del vind i området. Flere ganger i løpet av perioden ble det målt vinder med hastigheter godt over 10 m/s. Det ble i tillegg registrert flere korte perioder med vind rundt 20 m/s, med høyeste registrering på 20,8 m/s den 8. februar fra nordøst. De sterkeste vinder er registrert fra nord-nordøstlig retninger (Figur 4).



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

Figur 5 viser at strøm på 5 meter har sammenfallende retning med vind i både vestlig, nordlig og sørlige retninger. Det er periodevis godt sammenheng mellom sterk vind og overflatedrift i disse retningene. Lokaliteten ligger noe skjernet for vind fra sør, men mer eksponert for vind

fra øst/vest og nord. Samlet vurdering av målestasjonens plassering i forhold til lokalitet, tilser at vind har betydning for overflatestrøm i området.

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 målerdypet var ca. 2 °C i måleperioden. Temperaturen vurderes som normal for årstid i området.

3.5 Vårflom og snø- og issmelting

Strømmålingene ble gjort i januar/februar, en periode hvor det normalt ikke forekommer snø- og issmeltinger. Lufttemperaturen målt ved Bjartanger værstasjon var under 5 grader i hele måleperioden med et temperaturgjennomsnitt på 2,3 grader. Det er ferskvannstilførsel i indre del av fjorden. Med hensyn til avstand til lokalitet er det lite sannsynlig at ferskvannstilførselen hadde noen påvirkning på strømmålingene (Moe, 2014).

3.6 Bølgemodellering

Største modellerte vindbølge er 3,49 meter og kommer fra nordvest (330 grader) med pikperiode 8,3 sekunder (*Tabell 2*).

Største modellerte havbølge er 4,60 meter og kommer fra nordvest (330 grader) med pikperiode 14,3 sekunder.

Største modellerte kombinasjonsbølge med havdønning og vind er 5,30 meter og kommer fra nordvest (330 grader) med pikperiode 14,3 sekunder.

For mer detaljer om bølgemodellering se vedlegg 7.4 Bølgemodelleringsresultater Hringsdalur med CMS-Wave

3.7 Bunntype

Site report Hringsdalur (Moe, 2014) beskriver bunntypen tilknyttet anleggsområdet som henholdsvis silt med innblanding av sand og mudder. Det er også beskrevet fjellbunn mot land. Rapport fra Eiríksson et al, 2010 viser til undersøkelser på forskjellige steder i Arnarfjordur, hvor grabbprøver viser høyt innslag av mudderbunn i fjorden. Vurdering av bunndata viser jevn bunn uten større steiner, fjellrygger eller lignende som kan medføre gnag på fortøyningslinjer. Likevel bør anleggets fortøyninger inspiseres med ROV eller tilsvarende teknologi for å avdekke fare for gnag.

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

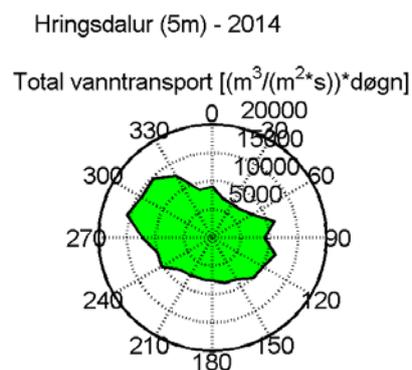
Lokalitet: Hringisdalur								Vindbølger (CMS)				Havbølger (CMS)				Havdønning og vind (CMS)					
Strøm (5 m)			Strøm (15 m)					Vind		10 års retur		50 års retur		10 års retur		50 års retur		10 års retur		50 års retur	
Retning (grader)	Maks (cm/s)	10 års retur	50 års retur	Maks (cm/s)	10 års retur	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)
0	20	33	37	22	36	41	180	30	33	0,41	2,5	0,45	2,8								
15	20	33	37	24	40	45	195	34	37	0,33	2,4	0,37	2,7								
30	20	33	37	21	34	38	210	34	37	0,33	2,4	0,37	2,7								
45	19	31	34	17	28	31	225	34	37	0,36	2,4	0,40	2,7								
60	26	44	49	23	37	42	240	34	37	0,43	2,6	0,48	2,9	1,35	15,0	1,50	16,7	1,08	15,0	1,20	16,7
75	29	49	54	30	49	55	255	34	37	0,53	2,6	0,59	2,9	1,59	12,9	1,77	14,3	1,49	12,9	1,66	14,3
90	31	51	58	26	42	47	270	27	30	0,54	8,2	0,60	9,1	1,78	12,9	1,98	14,3	1,80	12,9	2,00	14,3
105	33	54	60	33	54	61	285	27	30	0,77	7,3	0,85	8,1	2,59	12,9	2,88	14,3	2,51	12,9	2,79	14,3
120	26	43	48	26	43	48	300	27	30	1,64	6,0	1,82	6,7	3,47	12,9	3,86	14,3	3,34	12,9	3,71	14,3
135	27	44	49	27	44	50	315	27	30	2,66	6,9	2,95	7,7	4,13	12,9	4,59	14,3	4,39	12,9	4,88	14,3
150	28	46	52	24	40	45	330	27	30	3,14	7,5	3,49	8,3	4,14	12,9	4,60	14,3	4,77	12,9	5,30	14,3
165	25	40	45	25	41	46	345	27	30	2,89	8,2	3,21	9,1	3,92	12,9	4,35	14,3	4,39	12,9	4,88	14,3
180	23	37	42	25	42	47	0	27	30	1,83	6,9	2,03	7,7	3,02	12,9	3,36	14,3	3,28	12,9	3,64	14,3
195	20	33	37	25	41	46	15	23	26	1,77	4,3	1,97	4,8	2,03	15,0	2,25	16,7	2,23	15,0	2,48	16,7
210	26	43	48	22	37	41	30	23	26	1,69	4,1	1,88	4,5	1,17	15,0	1,30	16,7	1,37	15,0	1,52	16,7
225	19	31	35	19	32	35	45	25	28	1,69	4,2	1,88	4,7								
240	22	36	41	21	34	38	60	25	28	1,81	4,3	2,01	4,8								
255	26	43	48	25	41	46	75	25	28	1,98	4,5	2,20	5,0								
270	28	46	52	27	44	49	90	25	28	1,79	5,0	1,99	5,6								
285	25	41	46	28	46	52	105	25	28	1,66	4,3	1,84	4,8								
300	26	44	49	29	47	53	120	23	26	1,59	4,8	1,77	5,3								
315	26	43	48	29	47	53	135	22	24	1,28	4,8	1,42	5,3								
330	26	42	47	30	50	56	150	22	24	0,81	2,9	0,90	3,2								
345	26	44	49	23	39	43	165	24	26	0,57	2,5	0,63	2,8								
Maks	33	54	60	33	54	61	Maks	34	37	3,14	8,2	3,49	9,1	4,14	15,0	4,60	16,7	4,77	15,0	5,30	16,7

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 nordvest (*Figur 6* og *Tabell 2*), 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 lokalitet er mot nordvest-sørøst (*Figur 7*). Det er derfor sannsynlig at slike forhold kan inntreffe.



Figur 6 Bølgeeksponering for lokalitet Hringisdalur.



Figur 7 Hovedstrømretning 5 meter.

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

Ferskvannstilførsel fra land er kilde til drivis i fjorder på nordlige del av Island. Det er ingen store ferskvannskilder i området, men i indre del av de tilknyttede fjordene er det i løpet av vinteren fare for isdannelse, som kan komme i drift. Det kan derfor forekomme noe drivis i indre deler av fjorden. I fjordene på nordvestsiden av Island kan det en sjelden gang forekomme drivende isflak og mindre isfjell som driver inn fra Grønland. Islandske myndigheter har omfattende overvåkning av isfjell og sender ut varsel ved slike observasjoner. Det er derfor lite sannsynlig at lokalitet Hringisdalur rammes av drivende isfjell uten tid til å forberede tiltak. Selskapet bør ha etablerte rutiner med tiltak dersom det observeres drivende is eller isfjell. Det er ingen fare for innfrysing av anlegget.

5 Instrumentbeskrivelse

Strømmålingene er utført ved hjelp av Aquadopp Profiler 400 kHz fra Nortek AS (kap. 7.5). Strømmåleren måler strømstyrke og strømrretning samt temperatur på instrumentdyp. Målerne var innstilt på registrering av strømhastighet og retning med 10 minutters intervall og resultatene fremkommer i egen Site report (Moe, 2014)

Motatt rådata 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 rensset 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 1/2-times intervall.

Kalibrering av målere er gjennomført iht. leverandørs anbefaling. Historikk over kalibrering lagres internt hos Helgeland Havbruksstasjon AS.

Bunntkartlegging er utført av The Icelandic Coast Guard (ICG) Hydrographic Department.

Tegning av anlegget er utført ved hjelp av OLEX.

6 Litteraturliste

Briem J, 2000. Straummælingar í Berufirði 3. – 31. júlí 2000. Ikke publisert, Hafrannsóknastofnun: 9 bls

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

Þorleifur Eiríksson & Böðvar Þórisson, 2010. Botndýrarannsóknir á þremur svæðum í Arnarfirði 2010. Unnid fyrir Fjardalax. Náttúrustofa Vestfjarða, 3-10: 7 bls.

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

Leikvin Ø 2017 Wave modelling for aquaculture site Hringsdalur in Arnarfjörður, Northwestern Iceland)

Moe, A. A 2014 Site report of Hringsdalur, Helgeland Havbruksstasjon AS rapport nr AR1402B

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.

Personlige meddelelser: Gaute Hilling, COO Sea Water Arnarlax (muntlig informasjon).

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.

Icelandic Meteorological Office <http://en.vedur.is/>

7 Vedlegg

7.1 Strømmålinger

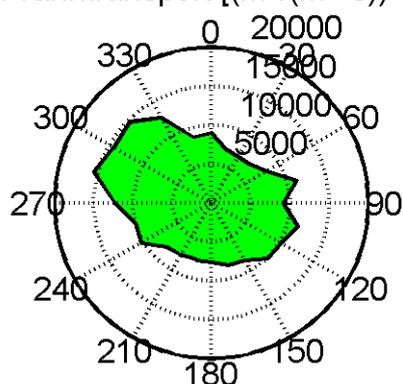
7.1.1 Måling 5 meters dyp

Oppsummering resultater Hringsdalur 5 meter

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	32.6	7
Min	0.2	1.6
Gj.snitt	9.2	1.8
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger < 60 > 50 cm/s	0	
% av målinger < 50 > 40 cm/s	0	
% av målinger < 40 > 30 cm/s	0	
% av målinger < 30 > 20 cm/s	3.1	
% av målinger < 20 > 10 cm/s	35.4	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	52.8	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	7.6	
% av målinger < 1 cm/s	0.9	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	18.2	
Residual strøm	0.8	
Residual retning	298	
Varians	24.5	0
Standardavvik	4.9	0.2
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.09	

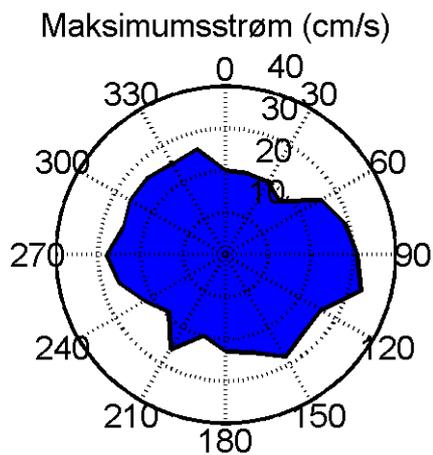
Hringsdalur (5m) - 2014

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



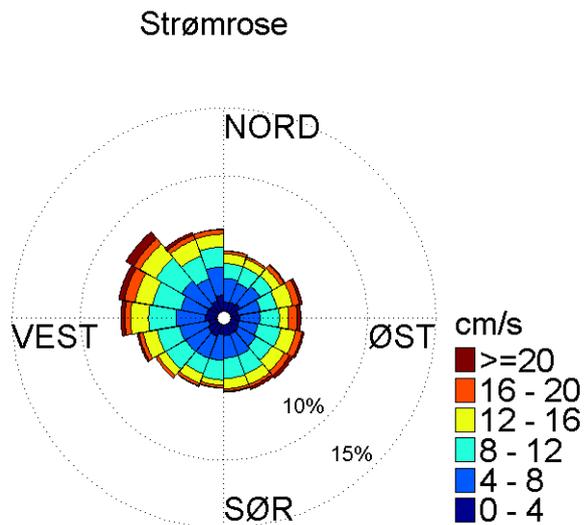
Total vanntransport

Hringsdalur (5m) - 2014

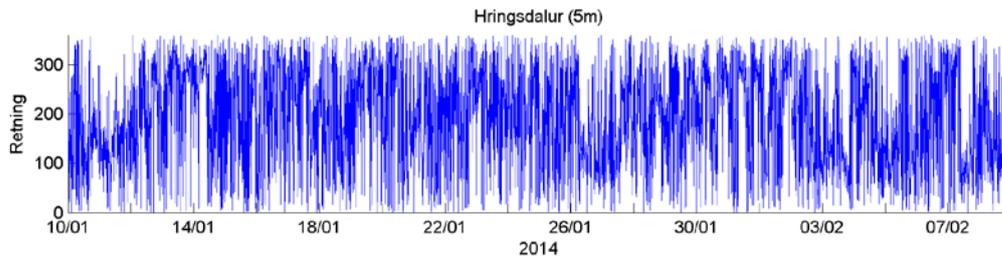


Maksimal hastighet

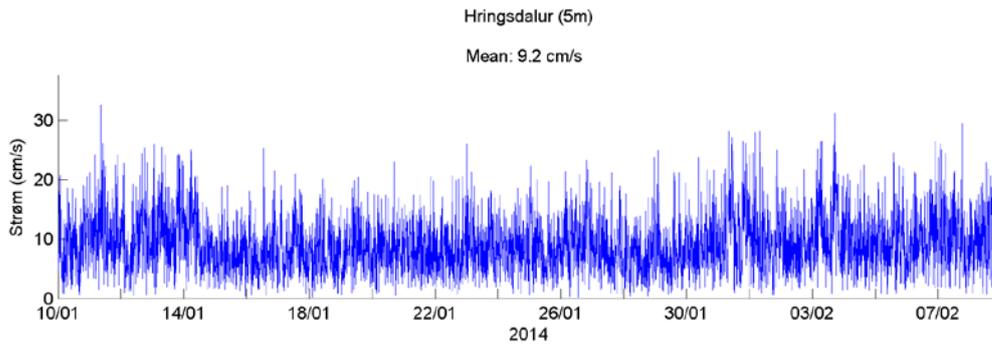
Hringsdalur (5m) - 2014



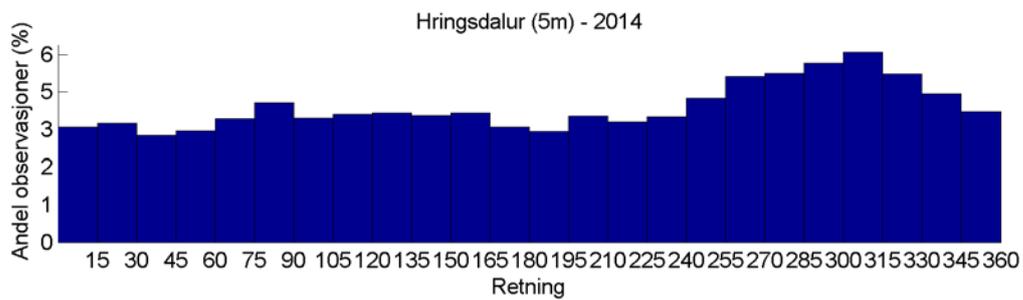
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



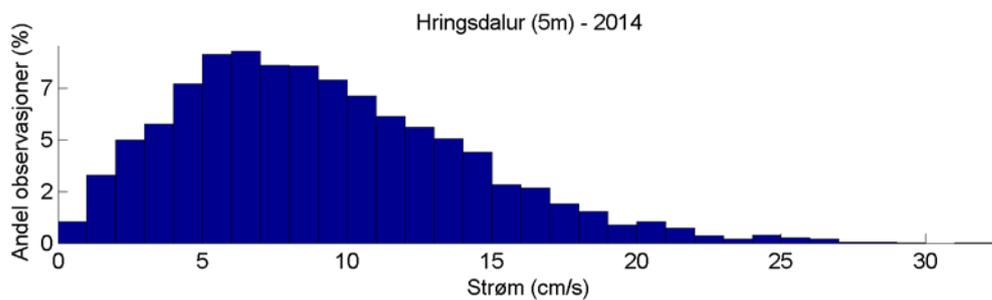
Retning vs. tid



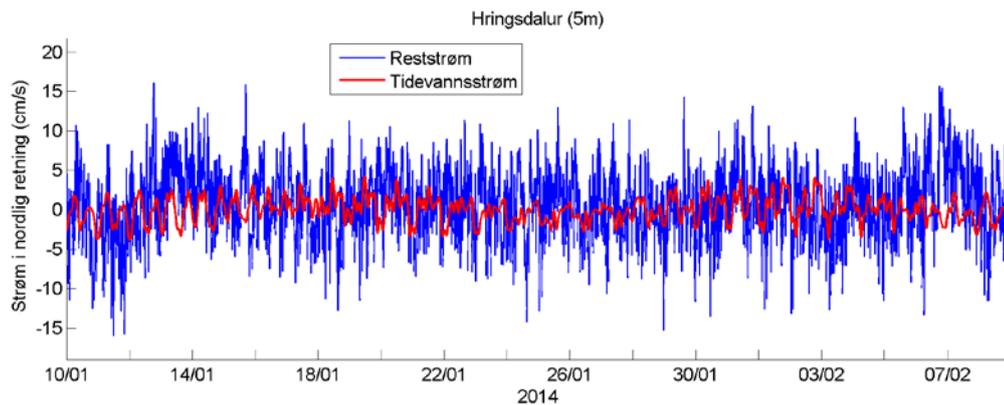
Strømhastighet (tidsserieplott)



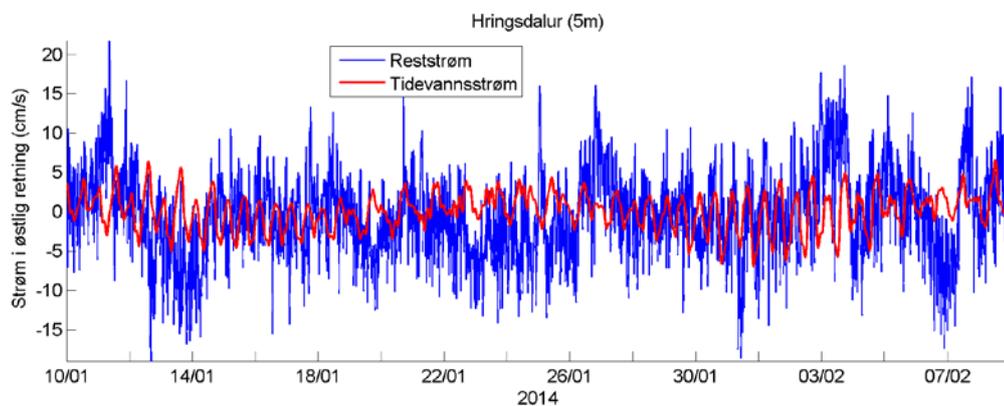
Retningshistogram



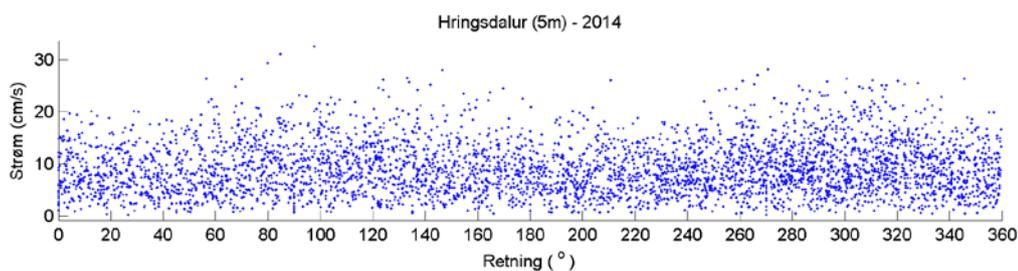
Strømstyrkehistogram



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	19.9	9011	300.4
7.5 - 22.4	146	20.1	7144	238.2
22.5 - 37.4	140	20.1	6860.8	228.7
37.5 - 52.4	149	18.5	7043	234.8
52.5 - 67.4	154	26.4	8175	272.6
67.5 - 82.4	181	29.4	11297	376.7
82.5 - 97.4	161	31.1	9172.3	305.8
97.5 - 112.4	183	32.6	11409.4	380.4
112.5 - 127.4	173	26.2	10328.9	344.4
127.5 - 142.4	172	26.5	10093.3	336.5
142.5 - 157.4	162	28	8541	284.8
157.5 - 172.4	155	24.5	8290.2	276.4
172.5 - 187.4	160	22.5	7668.6	255.7
187.5 - 202.4	163	20.1	7595.2	253.2
202.5 - 217.4	157	26.1	7754.7	258.6
217.5 - 232.4	169	18.8	8070	269.1
232.5 - 247.4	202	21.9	10365.4	345.6
247.5 - 262.4	175	25.9	10041.9	334.8
262.5 - 277.4	219	28.1	12331.5	411.1
277.5 - 292.4	248	25	15476.5	516
292.5 - 307.4	243	26.4	14368.8	479.1
307.5 - 322.4	234	26.1	14732.7	491.2
322.5 - 337.4	217	25.5	12671.1	422.5
337.5 - 352.4	179	26.4	8756.3	291.9

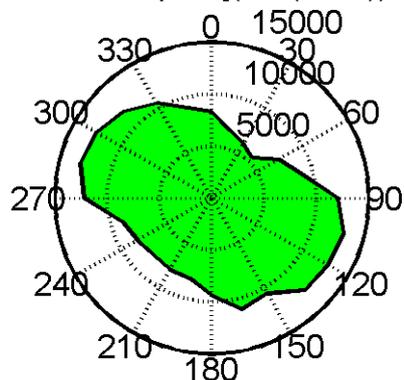
7.1.2 Måling 15 meters dyp

Oppsummering resultater Hringsdalur 15 meter

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	32.9	7
Min	0.1	1.6
Gj.snitt	9	1.8
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger < 60 > 50 cm/s	0	
% av målinger < 50 > 40 cm/s	0	
% av målinger < 40 > 30 cm/s	0	
% av målinger < 30 > 20 cm/s	2.8	
% av målinger < 20 > 10 cm/s	34.7	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	53.6	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	7.8	
% av målinger < 1 cm/s	0.9	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	18.1	
Residual strøm	0.3	
Residual retning	196	
Varians	23.9	0
Standardavvik	4.9	0.2
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.03	

Hringsdalur (15m) - 2014

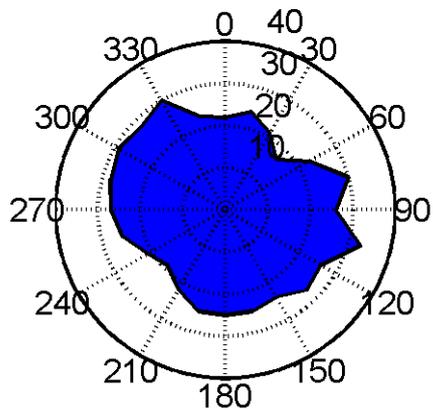
Total vanntransport $[(m^3/(m^2*s))*døgn]$



Total vanntransport

Hringsdalur (15m) - 2014

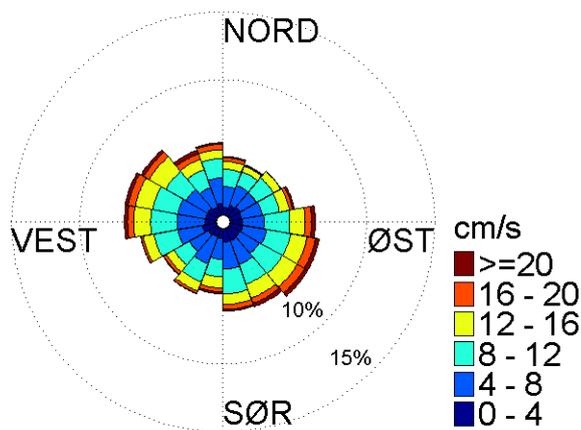
Maksimumsstrøm (cm/s)



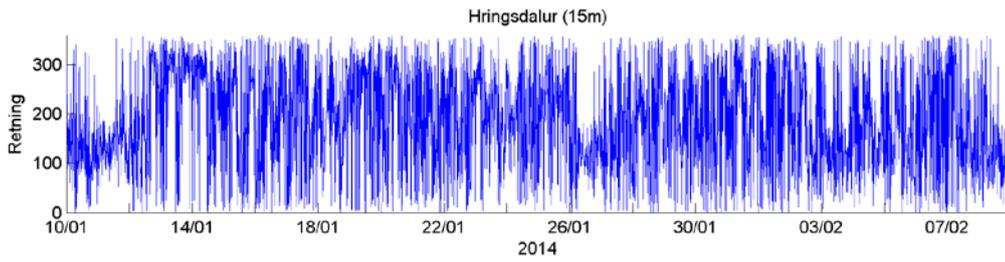
Maksimal hastighet

Hringsdalur (15m) - 2014

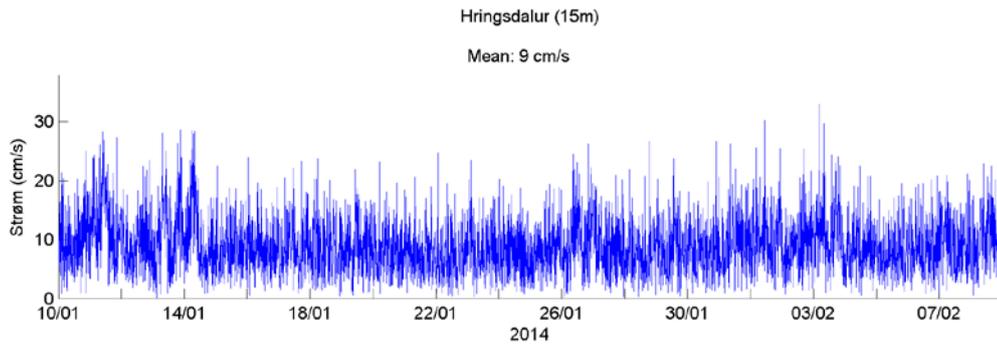
Strømrose



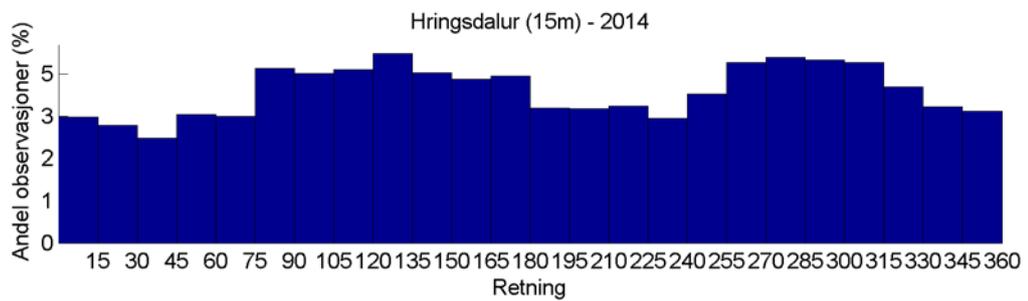
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



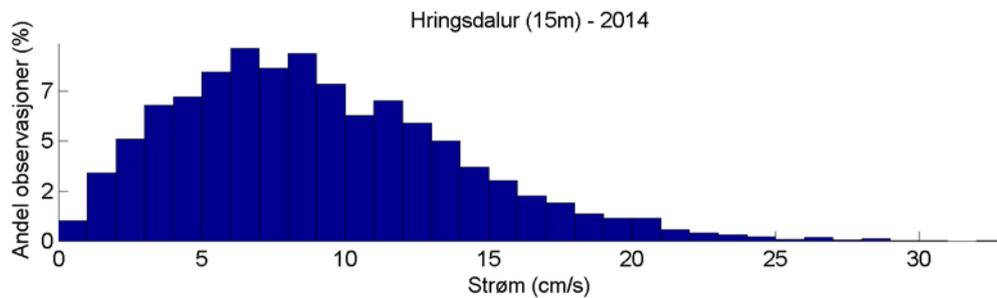
Retning vs. tid



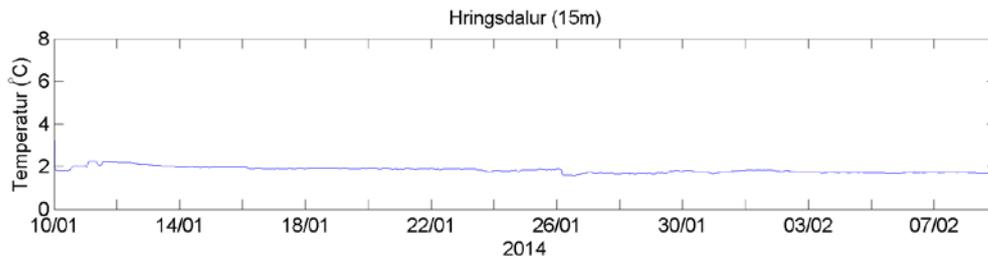
Strømhastighet (tidsserieplott)



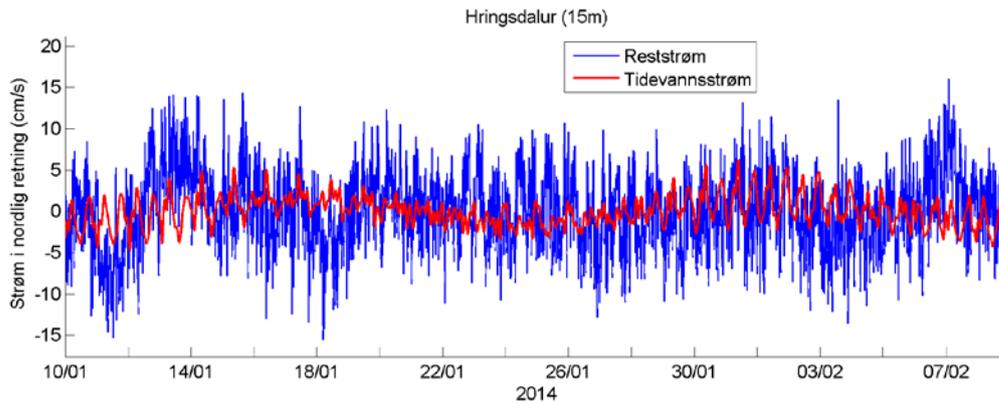
Retningshistogram



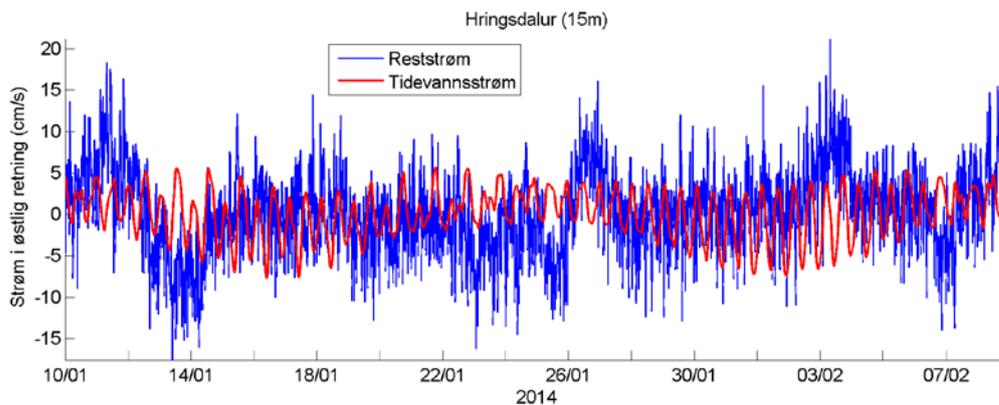
Strømstyrkehistogram



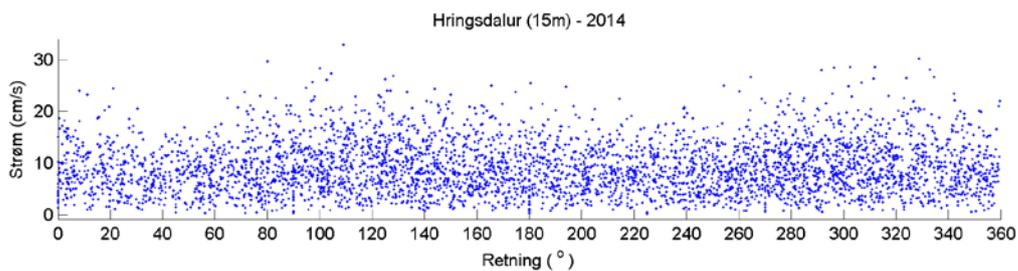
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 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.

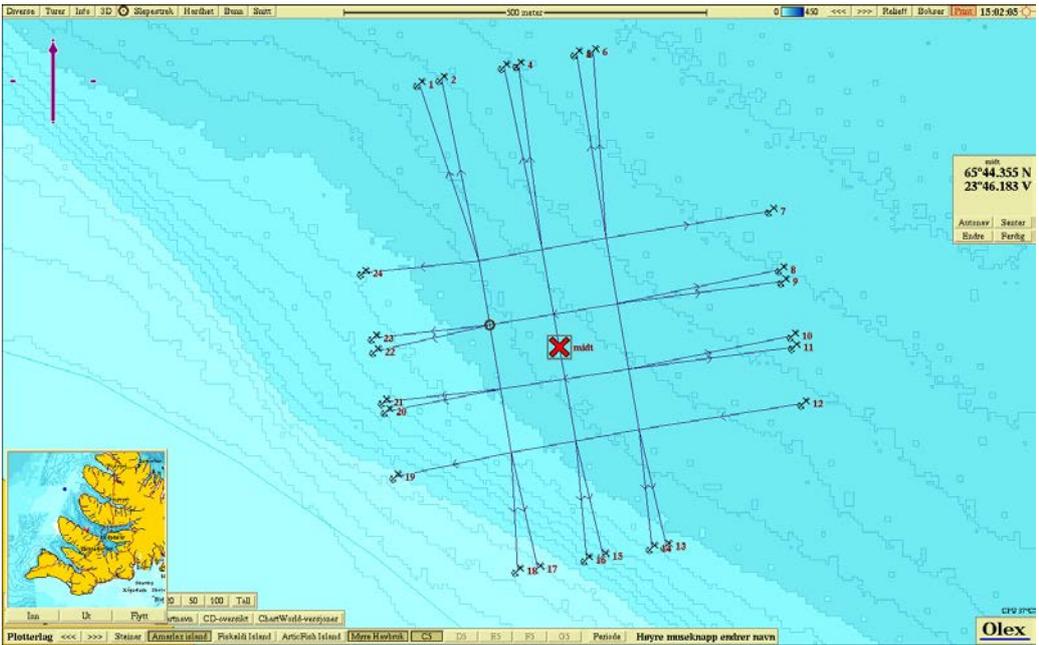


Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning

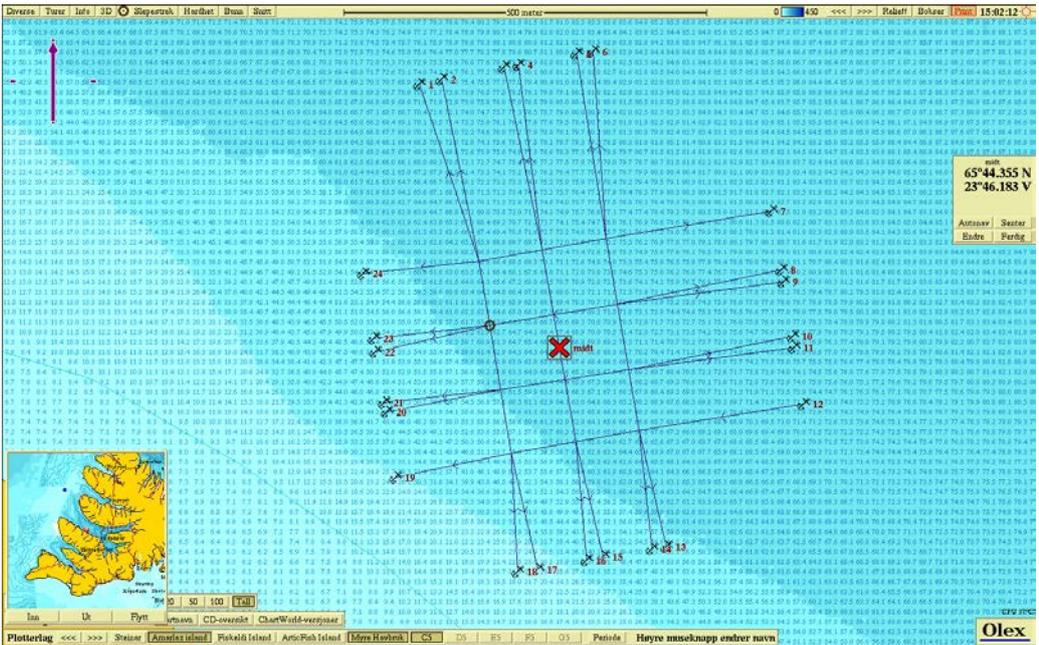
Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

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	162	22	8275.3	275.9
7.5 - 22.4	128	24.4	6733.8	224.5
22.5 - 37.4	134	20.5	6051.9	201.8
37.5 - 52.4	119	16.9	5492.6	183.1
52.5 - 67.4	154	22.5	7431	247.8
67.5 - 82.4	171	29.6	8925	297.6
82.5 - 97.4	214	25.6	12070.9	402.5
97.5 - 112.4	220	32.9	13032.5	434.5
112.5 - 127.4	205	26.2	12830.1	427.8
127.5 - 142.4	220	26.8	12526.5	417.6
142.5 - 157.4	189	24.3	10610.5	353.8
157.5 - 172.4	204	25	11093.6	369.9
172.5 - 187.4	177	25.4	9405.5	313.6
187.5 - 202.4	165	24.7	8043.4	268.2
202.5 - 217.4	154	22.4	7970.3	265.7
217.5 - 232.4	155	19.1	7764.3	258.9
232.5 - 247.4	167	20.7	8158.5	272
247.5 - 262.4	182	24.9	8854.5	295.2
262.5 - 277.4	218	26.6	12179.7	406.1
277.5 - 292.4	227	28	13004.3	433.6
292.5 - 307.4	210	28.5	12699.2	423.4
307.5 - 322.4	207	28.5	11854.3	395.2
322.5 - 337.4	174	30.2	10544.1	351.6
337.5 - 352.4	164	23.4	8931.8	297.8

7.2 Anleggsområde og bunnkartlegging



Bunnkartlegging med oppgitt anleggsområde ved lokalitet Hringsdalur. Ekvidistanse 5 m.



Bunnkartlegging med oppgitt anleggsområde ved lokalitet Hringsdalur. Ekvidistanse 5m. Dybder i tall.

7.3 Beregning istabell

Tabellen er basert på Guest Et al sin formel: $PPR = \frac{Va(Tf-Ta)}{1+0,3(Tw-Tf)}$

- PPR = isprediktor
- Va = vindfart (m/s)
- Tf = frysepunkt til sjøvann (-1,7 °C)
- Ta = lufttemperatur
- Tw = sjøtemperatur

Resultater som fremkommer ved bruk av overnevnte formel for kombinasjon av lufttemperatur, vindhastighet, sjøtemperatur og sjøtemperaturs frysepunkt.

Sjøvannstemp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Vind (m/sek)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Lufttemperatur	0	0	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-4	-4	-5	-5	-6	-6	-7	-7	-8	-8	-8	-9	-9	-10	-10	-11	-11	-12	-12	-13	-13	-14	-14	
	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-6	-6	-6	-6	-6		
	-2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	
	-3	0	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	
	-4	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12	13	13	14	15	15	16	17	17	18	18	19	20
	-5	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	26	27	28
	-6	1	2	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	29	30	31	32	33	34	36	37
	-7	1	3	4	6	7	9	10	12	13	15	16	18	19	20	22	23	25	26	28	29	31	32	34	35	37	38	40	41	42	44	45
	-8	2	3	5	7	9	10	12	14	16	17	19	21	23	24	26	28	30	31	33	35	37	38	40	42	44	45	47	49	50	52	54
	-9	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	63
	-10	2	5	7	9	11	14	16	18	21	23	25	28	30	32	34	37	39	41	44	46	49	51	54	57	59	62	64	66	69	71	74
	-11	3	5	8	10	13	15	18	21	23	26	28	31	33	36	39	41	44	46	49	51	54	57	59	62	64	67	69	72	75	77	80
	-12	3	6	9	11	14	17	20	23	26	28	31	34	37	40	43	46	48	51	54	57	60	63	65	68	71	74	77	80	83	85	88
	-13	3	6	9	12	16	19	22	25	28	31	34	37	41	44	47	50	53	56	59	62	66	69	72	75	78	81	84	87	91	94	97
	-14	3	7	10	14	17	20	24	27	31	34	37	41	44	48	51	54	58	61	65	68	71	75	78	82	85	88	92	95	99	102	105
	-15	4	7	11	15	18	22	26	29	33	37	40	44	48	51	55	59	62	66	70	73	77	81	85	88	92	96	99	103	107	110	114
	-16	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	43	47	51	55	59	63	67	71	75	79	83	87	91	95	99	103	107	111	115	119	122
	-17	4	8	13	17	21	25	30	34	38	42	46	51	55	59	63	68	72	76	80	85	89	93	97	101	106	110	114	118	123	127	131
	-18	5	9	14	18	23	27	32	36	41	45	50	54	59	63	68	72	77	81	86	90	95	99	104	108	113	117	122	126	131	135	140
	-19	5	10	14	19	24	29	33	38	43	48	53	57	62	67	72	76	81	86	91	96	100	105	110	115	119	124	129	134	139	143	148
	-20	5	10	15	20	25	30	35	40	45	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	136	142	147	152	157
	-21	5	11	16	21	27	32	37	43	48	53	59	64	69	75	80	85	91	96	101	107	112	117	123	128	133	139	144	149	155	160	165
	-22	6	11	17	22	28	34	39	45	50	56	62	67	73	79	84	90	95	101	107	112	118	123	129	135	140	146	151	157	163	168	174
	-23	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	88	94	100	106	112	118	124	129	135	141	147	153	159	165	171	177	182
	-24	6	12	18	25	31	37	43	49	55	62	68	74	80	86	92	99	105	111	117	123	129	136	142	148	154	160	166	172	179	185	191
	-25	6	13	19	26	32	39	45	51	58	64	71	77	84	90	97	103	109	116	122	129	135	142	148	154	161	167	174	180	187	193	200
	-26	7	13	20	27	34	40	47	54	60	67	74	81	87	94	101	107	114	121	128	134	141	148	154	161	168	175	181	188	195	201	208
	-27	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133	140	147	154	161	168	175	182	189	196	203	210	217
	-28	7	15	22	29	36	44	51	58	65	73	80	87	94	102	109	116	124	131	138	145	153	160	167	174	182	189	196	203	211	218	225
	-29	8	15	23	30	38	45	53	60	68	75	83	90	98	106	113	121	128	136	143	151	158	166	173	181	189	196	204	211	219	226	234
	-30	8	16	23	31	39	47	55	63	70	78	86	94	102	109	117	125	133	141	149	156	164	172	180	188	195	203	211	219	227	235	242
	-31	8	16	24	32	40	49	57	65	73	81	89	97	105	113	121	130	138	146	154	162	170	178	186	194	202	210	219	227	235	243	251
	-32	8	17	25	33	42	50	59	67	75	84	92	100	109	117	126	134	142	151	159	167	176	184	193	201	209	218	226	234	243	251	259
	-33	9	17	26	35	43	52	61	69	78	86	95	104	112	121	130	138	147	156	164	173	182	190	199	208	216	225	233	242	251	259	268
	-34	9	18	27	36	45	54	62	71	80	89	98	107	116	125	134	143	152	161	170	178	187	196	205	214	223	232	241	250	259	268	277
	-35	9	18	28	37	46	55	64	74	83	92	101	110	120	129	138	147	156	166	175	184	193	202	212	221	230	239	248	258	267	276	285

Verdier som tilsvare ingen, noe, moderat, kraftig og ekstrem ising.

Isprediktor	Ingen	Noe	Moderat	Kraftig	Ekstrem
Isklasse	Ingen	Noe	Moderat	Kraftig	Ekstrem
Israte (cm/time)	0	<0,7	0,7-2,0	2,0-4,0	>4,0
Israte (kg/m2/time)	0	0,8-6,0	6-17	17-34	>34

Ved å plote inn data fra langtidsstatistikk, det vil si antall observasjoner av kombinasjon av temperatur og vindstyrke, i fargematriksen over kan man lese ut estimert mengde ising for en gitt temperatur/vindkombinasjon.

7.4 Bølgemodelleringsresultater, Hringsdalur (Island), med CMS-Wave:

Inngangsdata til bølgemodelleringene er funnet/ valgt med konservativ metode.

Tabell 4 er en sammenfatning av Tabell 1 (kun havdønninger), Tabell 2 (kun vind) og Tabell 3 (kombinasjon av vind og havdønninger).

Tabell 3: CMS-Wave modellresultater for signifikant bølgehøyde (H_s) fra hjørnepunktene til anlegget og bølgeperioden (T_p) ved lokaliteten Hringsdalur. Det er her kun kjørt med innkommende havbølger og ingen vind.

Hjørnepunkt												
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]	3.36	2.13	1.22									
Bølgehøyde, V (H_s) [m]	3.31	2.25	1.30									
Bølgehøyde, Ø (H_s) [m]	2.80	1.71	0.98									
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]	2.50	1.63	0.94									
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	14.3	16.7	16.7									
Bølge- og vindretning	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]					1.50	1.77	1.98	2.88	3.86	4.59	4.10	4.35
Bølgehøyde, V (H_s) [m]					1.39	1.51	1.57	2.32	3.17	3.89	4.60	4.10
Bølgehøyde, Ø (H_s) [m]					1.34	1.61	1.82	2.65	3.54	4.16	4.09	3.75
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]					1.23	1.35	1.42	2.07	2.76	3.30	3.36	3.22
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]					16.7	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3

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

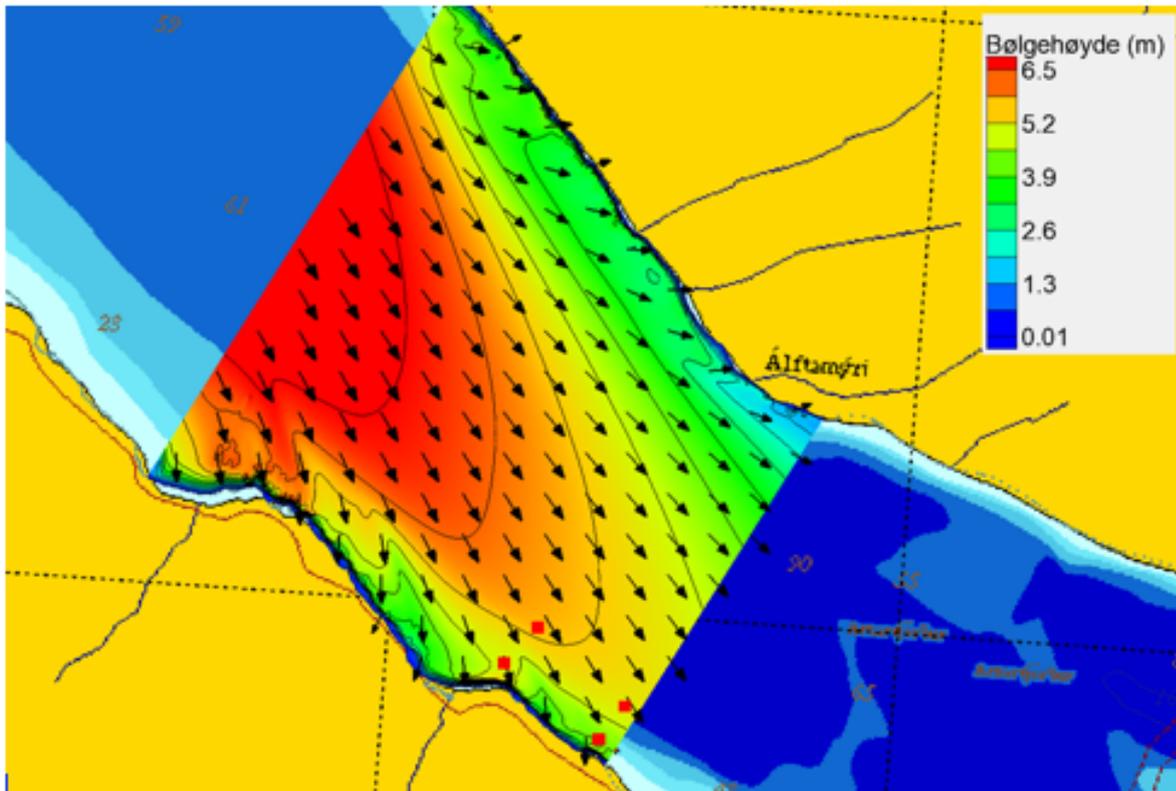
Hjørnepunkt												
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]	1.88	1.84	1.7	1.7	1.9	2.05	1.99	1.84	1.77	1.42	0.9	0.63
Bølgehøyde, V (H_s) [m]	2.03	1.97	1.88	1.8	1.93	2.15	1.92	1.71	1.48	0.85	0.35	0.32
Bølgehøyde, Ø (H_s) [m]	1.84	1.81	1.74	1.79	1.92	2.11	1.99	1.72	1.67	1.28	0.55	0.54
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]	1.92	1.91	1.82	1.88	2.01	2.2	1.89	1.64	1.26	0.64	0.37	0.36
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	7.7	4.8	4.5	4.7	4.8	5.0	5.6	4.8	5.3	5.3	3.2	2.8
Bølge- og vindretning	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]	0.45	0.37	0.37	0.4	0.48	0.59	0.6	0.85	1.82	2.95	3.49	3.21
Bølgehøyde, V (H_s) [m]	0.29	0.28	0.29	0.29	0.29	0.3	0.31	0.53	1.12	2.21	3.04	3.16
Bølgehøyde, Ø (H_s) [m]	0.43	0.34	0.34	0.35	0.34	0.35	0.49	0.77	1.73	2.93	3.37	2.76
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]	0.32	0.28	0.28	0.28	0.26	0.25	0.29	0.49	1.06	2.08	2.72	2.54
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	2.8	2.7	2.7	2.7	2.9	2.9	9.1	8.1	6.7	7.7	8.3	9.1

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

Hjørnepunkt												
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]	3.57	2.41	1.45									
Bølgehøyde, V (H_s) [m]	3.64	2.48	1.52									
Bølgehøyde, Ø (H_s) [m]	2.94	1.97	1.17									
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]	2.69	1.83	1.12									
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	14.3	16.7	16.7									
Bølge- og vindretning	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]					1.20	1.66	2.0	2.79	3.71	4.88	5.30	4.88
Bølgehøyde, V (H_s) [m]					1.04	1.44	1.63	2.28	3.04	4.01	4.69	4.74
Bølgehøyde, Ø (H_s) [m]					1.08	1.49	1.81	2.54	3.38	4.51	4.83	4.14
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]					0.92	1.25	1.44	2.01	2.63	3.46	3.95	3.69
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]					16.7	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3

Tabell 6: CMS-Wave modellresultater for signifikant bølgehøyde (H_s) fra hjørnepunktene til anlegget og bølgeperioden (T_p) ved lokaliteten Hringsdalur. Her er største bølgehøyder med tilhørende perioder valgt for de ulike retninger, uansett drivkrefter.

Hjørnepunkt												
Bølge- og vindretning	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]	3.57	2.41	1.7	1.7	1.9	2.05	1.99	1.84	1.77	1.42	0.9	0.63
Bølgehøyde, V (H_s) [m]	3.64	2.48	1.88	1.8	1.93	2.15	1.92	1.71	1.48	0.85	0.35	0.32
Bølgehøyde, Ø (H_s) [m]	2.94	1.97	1.74	1.79	1.92	2.11	1.99	1.72	1.67	1.28	0.55	0.54
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]	2.69	1.91	1.82	1.88	2.01	2.2	1.89	1.64	1.26	0.64	0.37	0.36
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	14.3	16.7	16.7	4.7	4.8	5.0	5.6	4.8	5.3	5.3	3.2	2.8
Bølge- og vindretning	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
Bølgehøyde, NV (H_s) [m]	0.45	0.37	0.37	0.4	1.50	1.77	2.0	2.88	3.86	4.88	5.30	4.88
Bølgehøyde, V (H_s) [m]	0.29	0.28	0.29	0.29	1.39	1.51	1.63	2.32	3.17	4.01	4.69	4.74
Bølgehøyde, Ø (H_s) [m]	0.43	0.34	0.34	0.35	1.34	1.61	1.82	2.65	3.54	4.51	4.83	4.14
Bølgehøyde, SØ (H_s) [m]	0.32	0.28	0.28	0.28	1.23	1.35	1.44	2.07	2.76	3.46	3.95	3.69
Lengste bølgeperiode ved anlegg (T_p) [s]	2.8	2.7	2.7	2.7	16.7	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3



Figur X: CMS-Wave-modellering ved lokaliteten Hringisdalur i Vesturbyggð kommune i Island med fokus på nærområdene. Hjørnepunktene til anleggets området er markert med fire røde firkanter. Havbølger som kommer fra nord/nordvest (330 grader). Det er fra denne retningen at størst bølgehøyde inntreffer ved anleggets området (5.3 m) ved kombinert sjøtilstand. Bølgeretning er indikert med pilenes retning. Signifikant bølgehøyde (H_s) er gitt med fargekonturer, og fargeskala er høyre til venstre.

7.5 Strømdata fra Helgeland Havbruksstasjon AS

Site report: Hringsdalur, Vestur-Barðastrandarsýsla County

Helgeland Havbruksstasjon AS

5. Annex: Documentation and equipment

5.1 – Current measurement

The Current measurement was performed by Helgeland Havbruksstasjon AS, Norway.

Responsible: Are A. Moe

Instrument	
Instrumenttype, modell	
Supplier	Nortek AS
Measuring principle	Sending out acoustic signals and uses the doppler effect to detect current speed direction.
Placement information	
Depth for registration	5+ 15 meter
Rig type	Rig
Position of current meter:	65°44.420 N, 23°46.086 W. Positioned using GPS. Depth was calculated using sonar.
Measurement intervall	10 minutes
Average periode	En minute entry in an interval of 10 minutes.
Time period registration	
Date sea launched	10.01.14
Total Measurement period	10.01.14– 17.02.14
File	
File name	Upper01.prf
File current report Strømrapport	Hringsdalur Current Investigation Surface 1402
Data processing	
Measurement period for print	10.01.14– 17.02.14
Number of measurements in print	5442
Number of days in measurement print	>28
Was any measurements manually removed	No
Was the site in operation in the period	No
Data quality	Good
Instrumentdata	
Calibration	Performed by Nortek AS
Current speed, accuracy	0.5 cm/s
Compass accuracy	± 2 degrees
Compass adjusted for variation by Helgeland Havbruksstasjon AS	No
Temperature, accuracy	± 5/100 °C
Instrument log	Logged at Helgeland Havbruksstasjon AS

30

Tabell fra "Site report Hringsdalur (Moe, 2014) side 30

