



Landeldisstöð Laxeyjar við Viðlagafjöru

Mat á dreifingu frárennslisefna í viðtaka

Unnið fyrir Laxey ehf.

Skýrsla nr. 26.04

Febrúar 2026

Verkfræðistofan Vatnaskil

Síðumúla 28

108 Reykjavík

s. 512-2121

vatnaskil@vatnaskil.is

www.vatnaskil.is

Skýrsla nr: 26.04	Útgefið: Febrúar 2026	Fjöldi síðna: 93	Dreifing: Opin ☒ Lokuð ☐
Heiti skýrslu: Landeldisstöð Laxeyjar við Viðlagafjöru. Mat á dreifingu frárennslisefna í viðtaka.			
Höfundar: Darri Kristmundsson, Sveinn Óli Pálmarsson			
Verkefnisstjóri: Sveinn Óli Pálmarsson			
Útdráttur: Laxey fól Vatnaskilum að meta dreifingu frárennslisefna í viðtaka frá fyrirhugaðri stækkaðri landeldisstöð fyrirtækisins við Viðlagafjöru og meta áhrif á viðtakann. Forsendur Laxeyjar um losun eru varfærnar og miða við langtímamarkmið um dagvöxt eldisfisks og þ.a.l. útgildi í mögulegri dagsfóðrun, en jafnframt að það útgildi verði samhliða standandi lífmassa sem þarf fyrir mun minni dagvöxt til að standa undir fyrirhugaðri ársframleiðslu. Fyrir valkost 1 um 42.000 tonna ársframleiðslu er engu að síður gert ráð fyrir að ársfóðrun verði ekki meiri en 46.000 tonn. Forsendur um efnalosun taka mið af rannsóknum á úrgangsefnum í laxeldi, fræðilegu sambandi milli fóðurnotkunar og súrefnisþarfar og niðurstöðum sýnatöku í frárennslis Laxeyjar. Niðurstöður líkanreikninga gefa til kynna að sjávarstraumar við Vestmannaeyjar séu flóknir og breytilegir, séu undir áhrifum breytilegs dýpis, legu eyjanna, sjávarfalla og öldufars, og geta verið mjög sterkir. Utan við Viðlagafjöru myndast gjarnan stórar iður, rangsælis á aðfalli og réttsælis á útfalli, með tiltölulega háum straumhraða. Straumsviðið hefur ráðandi áhrif á dreifingu og þynningu efna sem berast með frárennslinu við Viðlagafjöru í viðtakann. Niðurstöður um súrefnisbúskap og hitastig í viðtaka gefa til kynna að viðtakinn sé síður viðkvæmur gagnvart fyrirhugaðri losun og hún sé því ólíkleg til að hafa skaðleg áhrif á umhverfið með hliðsjón af kröfum reglugerðar nr. 1450/2025 um fráveitur og skólphreinsun. Samlegðaráhrifa gætir í líkanreikningunum við rennslis fráveitukerfi Vestmannaeyjabæjar. Áhrifin eru þó lítil og koma helst til ef rennur á yfirfalli fráveitunnar í Vestmannaeyjahöfn. Gera má þó áfram ráð fyrir að það náist fram gott ástand efna- og eðlisefnafræðilegra gæðapátta (næringarefna) stærstan hluta tímans og að áhrif á súrefnisbúskap verði lítil. Gott ástand efna- og eðlisefnafræðilegra gæðapátta (næringarefna) fyrir vistfræðilegt ástand strandsjávarhlotsins næst innan við 200 m frá strönd við 99% hlutfallsmörk nitrats fyrir núllkost, við 80% hlutfallsmörk nitrats fyrir valkost 2, og við 70% hlutfallsmörk nitrats fyrir valkost 1. Næst þannig fram gott ástand stærstan hluta tímans fyrir alla valkosti utan 200 m frá útrás og eru því megináhrifin staðbundin. Varfærið mat á virku áhrifsvæði gagnvart vistfræðilegu ástandi strandsjávarhlotsins sýnir að langstærstan hluta tímans, að 90%, má gera ráð fyrir að Góðu ástandi verði náð fyrir valkost 1 innan 400 m út frá strönd, innan 800 m norður með ströndinni og innan 1100 m suður með henni. Áhrifin verða það afmörkuð að ólíklegt er að strandsjavarhlotið nái ekki markmiðum sínum um gott vistfræðilegt ástand út frá efna- og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum (næringarefnum). Að teknu tilliti til þeirrar varfærni sem viðhöfð var við gerð forsendna fyrir losun, myndun grunnástands og skilgreiningu mögulegra samlegðaráhrifaþátta og við framsetningu og túlkun líkanniðurstaðna má gera ráð fyrir að um sé að ræða varfærið áhrifamat á strandsjavarhlotið út frá efna- og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum. Frárennslíð í Viðlagafjöru hefur áhrif á straumsvið í allra næsta nágrenni sínu en ekki nægjanlega til að hafa áhrif á ríkjandi strauma né öldufar. Að sama skapi er frárennslíð ólíklegt til að hafa áhrif á dýpi og botngerð úti fyrir Viðlagafjöru, sem og gerð svæðis milli há- og lágflæðismarka, sbr. gæðapáttaviðmið fyrir vatnsformfræðilega gæðapætti strandsjavarhlota. Losun starfseminnar sem hér hefur verið til skoðunar er því ólíkleg til að hafa áhrif á umhverfismarkmið strandsjavarhlotsins í nágrenni Vestmannaeyja um gott vistfræðilegt ástand með hliðsjón af efna- og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum og vatnsformfræðilegum gæðapáttum.			
Verkkaupi: Laxey ehf.		Tengiliðir verkkaupa: Sigurður Smári Benónýsson	
Lykilorð: Vestmannaeyjar, Viðlagafjara, fiskeldi, landeldi, fráveita, útrás, næringarefni, fosfór, níturat, fosfat, köfnunarefni, BOD, líkangerð, straumlíkan, dreifilíkan.			

Efnisyfirlit

Efnisyfirlit	4
Myndaskrá	6
Töfluskrá	8
1. Inngangur	10
2. Forsendur Laxeyjar	10
2.1. Valkostir	10
2.2. Forsendur um fóðrun og lífmassa gagnvart viðtakareikningum	11
2.3. Efnalosun í viðtakann	12
2.4. Hitastig og selta	14
3. Viðmið gagnvart líkanreikningum	14
3.1. Næringarefni	14
3.2. Uppleyst súrefni, BOD og COD	17
3.3. Samlegðaráhrif	18
3.4. Losunarstaðir	19
3.5. Viðmiðunarpunktar í líkani	19
3.6. Hlutfallsmörk	22
4. Niðurstöður	24
4.1. Sjávarstraumar	24
4.2. Grunnástand við Vestmannaeyjar	29
4.3. Núllkostur	35
4.3.1. Næringarefni (nítat og fosfat)	35
4.3.2. Uppleyst súrefni, BOD og COD	39
4.3.3. Hitastig	43
4.4. Valkostur 2	44
4.4.1. Næringarefni (nítat og fosfat)	44
4.4.2. Uppleyst súrefni, BOD og COD	48
4.4.3. Hitastig	52
4.5. Valkostur 1	53
4.5.1. Næringarefni (nítat og fosfat)	53
4.5.2. Uppleyst súrefni, BOD og COD	58
4.5.3. Hitastig	62
5. Meginþynningarsvæði utan strandar	63
6. Áhrifasvæði frárennslis við Viðlagafjöru	65

7.	Samlegðaráhrif við frárennsli úr fráveitukerfi Vestmannaeyjabæjar	71
8.	Áhrif með hliðsjón af viðmiðum fráveitureglugerðar	73
9.	Vistfræðilegt ástand strandsjávarhlotsins	74
10.	Samantekt helstu niðurstaðna	79
	Varfærnar forsendur	79
	Straumsvið og þynningar- og dreifingargeta viðtaka	79
	Meginþynningarsvæði	79
	Heildarþynningarsvæði næringarefna og annarra uppleystra efna	80
	Samlegðaráhrif	80
	Viðmið fráveitureglugerðar	80
	Viðmiðunarstaðsetningar fyrir næringarefnamælingar í viðtaka	81
	Vistfræðileg markmið vatnshlotsins	81
	Heimildir	83
	Viðauki 1: Öldu- og straumrósir í viðmiðunarpunktum	84
	Viðauki 2: Hlutfallsmörk styrks í NV, NA, SA viðmiðunarpunktum fyrir valkost 1	91

Myndaskrá

Mynd 1. Skipting strandsjávar við Ísland í vistsvæði og vatnshlot (Rakel Guðmundsdóttir o.fl., 2022)	14
Mynd 2. Strandsjavarhlot í nágrenni Vestmannaeyja.....	15
Mynd 3. Fráveitukerfi Vestmannaeyjabæjar á norðurhluta Heimaeyjar í nágrenni hafnarinnar og útrás norðan Eiðis. Fengið af kortavef Vestmannaeyjabæjar https://www.map.is/vestm/	20
Mynd 4: Útrás Laxeyjar í Viðlagafjöru. Fengið af kortavef Vestmannaeyjabæjar https://www.map.is/vestm/	20
Mynd 5: Viðmiðunarpunktar við Viðlagafjöru og í Vestmannaeyjahöfn. Norðaustur (NA) punktar eru svartir, Norðvestur (NV) punktar eru bláir, Suðaustur (SA) punktar eru rauðir, punktur í útjaðri Vestmannaeyjahafnar er bleikur og punktur utan við bæjarútrás norðan Eiðis er grænn.	21
Mynd 6: Staðsetning viðmiðunarpunkta fyrir öldurósir, innri punktur við Viðlagafjöru (V, i), ytri punktur við Viðlagafjöru (V, y), punktur suðvestan af eyjaklasanum (P, SV), punktur sunnan af Heimaey (P, S) og punktur suðaustan af eyjaklasanum (P, SA).	22
Mynd 7: Planmyndir 50% og 99% hlutfallsmarka fyrir styrk fosfats í valkosti 1 ásamt hlutfallsmarkakúrfu í viðmiðunarpunkti NA 200m. Staðsetning viðmiðunarpunktar er merkt með bleikum punkti á planmyndum.	23
Mynd 8. Fjöldi daga samsvarandi til hlutfallsmarka yfir 1, 2, 3, 6 og 12 mánaða tímabil.	24
Mynd 9. Sjávardýpi við Vestmannaeyjar (efst), norðaustan Heimaeyjar (miðja) og í næsta nágrenni Viðlagafjöru (neðst), en útrás þar er merkt með bleikum hring.	26
Mynd 10. Sjávarstraumar í nágrenni Vestmannaeyja á aðfalli (efri) og útfalli (neðri) á stórstraumi á tveimur aðliggjandi dögum (vinstri og hægri) við vaxandi ölduhæð samfara breyttri öldustefnu úr vest-suðvestri í að vera úr suð-suðvestri.	27
Mynd 11. Sjávarstraumar norðaustan Heimaeyjar á aðfalli (á aðfalli (efri) og útfalli (neðri) á stórstraumi á tveimur aðliggjandi dögum (vinstri og hægri) við vaxandi ölduhæð samfara breyttri öldustefnu úr vest-suðvestri í að vera úr suð-suðvestri.	28
Mynd 12. Sjávarstraumar í nágrenni losunarstaðar í Viðlagafjöru á aðfalli (efri) og útfalli (neðri) á stórstraumi á tveimur aðliggjandi dögum (vinstri og hægri) við vaxandi ölduhæð samfara breyttri öldustefnu úr vest-suðvestri í að vera úr suð-suðvestri fyrir valkost 1 (26 m ³ /s).	29
Mynd 13: Hlutfallsmörk í viðmiðunarpunkti í útjaðri hafnar og viðmiðunarpunkti við útjaðar þynningarsvæðis bæjarútrásar (sjá mynd 5) fyrir grunnástand þegar yfirfall í höfninni er virkt 2% tímans. Fyrir viðmiðunarpunkt í höfn er til samanburðar sýnt tilfelli fyrir viðmiðunartímabil þegar ekki rennur á yfirfalli.	31
Mynd 14: Hlutfallsmörk styrks nítrats fyrir grunnástand, með virkt yfirfall í höfn 2% tímans.	32
Mynd 15: Hlutfallsmörk styrks fosfats fyrir grunnástand, með virkt yfirfall í höfn 2% tímans.	33
Mynd 16: Hlutfallsmörk styrks uppleysts súrefnis fyrir grunnástand, með virkt yfirfall í höfn 2% tímans.	34
Mynd 17: Hlutfallsmörk styrks nítrats fyrir núllkost.	36
Mynd 18: Hlutfallsmörk styrks fosfats fyrir núllkost.	37

Mynd 19: Hlutfallsmörk í viðmiðunarpunkti í útjaðri hafnar og viðmiðunarpunkti við bæjarútrás (sjá mynd 5) fyrir núllkost.	38
Mynd 20: Hlutfallsmörk styrks uppleysts súrefnis fyrir núllkost.....	40
Mynd 21: Hlutfallsmörk styrks BOD fyrir núllkost.	41
Mynd 22: Hlutfallsmörk styrks COD fyrir núllkost.	42
Mynd 23: Hlutfallsmörk hitastigs fyrir núllkost.....	43
Mynd 24: Hlutfallsmörk styrks nítrats fyrir valkost 2.....	45
Mynd 25: Hlutfallsmörk styrks fosfats fyrir valkost 2.	46
Mynd 26: Hlutfallsmörk í viðmiðunarpunkti í útjaðri hafnar og viðmiðunarpunkti við bæjarútrás (sjá mynd 5) fyrir valkost 2.....	47
Mynd 27: Hlutfallsmörk styrks uppleysts súrefnis fyrir valkost 2.	49
Mynd 28: Hlutfallsmörk styrks BOD fyrir valkost 2.....	50
Mynd 29: Hlutfallsmörk styrks COD fyrir valkost 2.....	51
Mynd 30: Hlutfallsmörk hitastigs fyrir valkost 2.	52
Mynd 31: Hlutfallsstyrkur nítrats (efri) og fosfats (neðri) í viðmiðunarpunktum við Viðlagafjöru (sjá mynd 5) fyrir valkost 1.	53
Mynd 32: Hlutfallsmörk styrks nítrats fyrir valkost 1.....	55
Mynd 33: Hlutfallsmörk styrks fosfats fyrir valkost 1.	56
Mynd 34: Hlutfallsmörk í viðmiðunarpunkti í útjaðri hafnar og viðmiðunarpunkti við bæjarútrás (sjá mynd 5) fyrir valkost 1.....	57
Mynd 35: Hlutfallsmörk styrks uppleysts súrefnis fyrir valkost 1.....	59
Mynd 36: Hlutfallsmörk styrks BOD fyrir valkost 1.....	60
Mynd 37: Hlutfallsmörk styrks COD fyrir valkost 1.....	61
Mynd 38: Hlutfallsmörk hitastigs fyrir valkost 1.....	62
Mynd 39: Hlutfallsmörk styrks nítrats, fosfats, BOD, COD og uppleysts súrefnis á staðsetningum 60 m til 200 m frá strönd í norðaustur stefnu með 20 m millibili fyrir valkost 1. Til viðmiðunar eru einnig sýnd hlutfallsmörk dýpis á hverri staðsetningu.	64
Mynd 40: Flatarmál svæða innan ástandsflokkamarka fyrir nítrat við mismunandi hlutfallsmörk. Valkostur 1.....	66
Mynd 41: Meðalstyrkur svæða innan ástandsflokkamarka fyrir nítrat við mismunandi hlutfallsmörk. Valkostur 1.....	66
Mynd 42: Hlutfallsmörk fyrir flatarmál svæða innan ástandsflokkamarka fyrir nítrat á hverjum tíma. Valkostur 1.....	68
Mynd 43: Hlutfallsmörk fyrir meðalstyrk nítrats á hverjum tíma innan svæða ástandsflokkamarka. Valkostur 1.....	68
Mynd 44: Styrkur nítrats á smástraumi þegar útbreiðslusvæði er einna stærst og styrkur innan heildaráhrifasvæðis einna mestur (efri) og stórstraumi þegar útbreiðslusvæði er einna minnst og styrkur innan heildaráhrifasvæðis einna lægstur (neðri).	69
Mynd 45: Hlutfallsmörk styrks nítrats fyrir valkost 1 við 50-90% hlutfallsmörk til varfærins mats á virku áhrifasvæði vegna frárennslis við Viðlagafjöru samhliða mögulegri losun úr fráveitukerfi Vestmannaeyjabæjar.	70

Mynd 46. Samantekt á reiknuðum styrk efna í viðmiðunarpunktum í útjaðri hafnar og utan bæjarútrásar norðan Eiðis fyrir mismunandi valkosti samanborið við grunnástand.	72
Mynd 47. Hlutfallsmörk styrks nitrats fyrir grunnástand við 50-90% hlutfallsmörk.	73
Mynd 48. Hlutfallsmörk af reiknuðum meðalstyrk nitrats (vinstri) og fosfats (hægri) í ætluðum fjórum mælipunktum utan við Viðlagafjöru (Tafla 7). Meðaltöl úr öllum mælipunktum (efst), ytri þremur (miðja) og ystu tveimur (neðst).	77
Mynd 49. Hlutfallsmörk af reiknuðum meðalstyrk nitrats (vinstri) og fosfats (hægri) í fjórum viðmiðunarpunktum á NA sniði utan við Viðlagafjöru (Mynd 5). Meðaltöl úr öllum viðmiðunarpunktum (efst), ytri þremur (miðja) og ystu tveimur (neðst).	78
Mynd 50. Öldurósir fyrir viðmiðunartímabilið í viðmiðunarpunktum sbr. mynd 6. Stefna miðar við þá átt sem alda kemur úr.	84
Mynd 51. Straumrósir í NA viðmiðunarpunktum 0 – 400 m frá Viðlagafjöru sbr. mynd 5. Stefna miðar við þá átt sem straumur fer í.	85
Mynd 52. Straumrósir í NA viðmiðunarpunktum 500 – 900 m frá Viðlagafjöru sbr. mynd 5. Stefna miðar við þá átt sem straumur fer í.	86
Mynd 53. Straumrósir í NV viðmiðunarpunktum 0 – 400 m frá NA sniði út frá Viðlagafjöru sbr. mynd 5. Stefna miðar við þá átt sem straumur fer í.	87
Mynd 54. Straumrósir í NV viðmiðunarpunktum 500 – 900 m frá NA sniði út frá Viðlagafjöru sbr. mynd 5. Stefna miðar við þá átt sem straumur fer í.	88
Mynd 55. Straumrósir í SA viðmiðunarpunktum 0 – 400 m frá NA sniði út frá Viðlagafjöru sbr. mynd 5. Stefna miðar við þá átt sem straumur fer í.	89
Mynd 56. Straumrósir í SA viðmiðunarpunktum 500 – 800 m frá NA sniði út frá Viðlagafjöru sbr. mynd 5. Stefna miðar við þá átt sem straumur fer í.	90
Mynd 57: Hlutfallsmörk í viðmiðunarpunktum NV (sjá mynd 5) fyrir valkost 1.	91
Mynd 58: Hlutfallsmörk í viðmiðunarpunktum NA (sjá mynd 5) fyrir valkost 1.	92
Mynd 59: Hlutfallsmörk í viðmiðunarpunktum SA (sjá mynd 5) fyrir valkost 1.	93

Töfluskrá

Tafla 1. Forsendur um ársframleiðslu og mesta frárennsli fyrir valkostina þrjá.	11
Tafla 2. Forsendur um losun næringarefna og súrefnisþarfar fyrir valkosti.	13
Tafla 3. Forsendur um styrk nitrats, fosfats, BOD og COD í útrás sem skoðunin nær til. Gert er ráð fyrir uppleystu köfnunarefni og fosfór á formi nitrats og fosfats.	13
Tafla 4. Strandsjávargildi og umhverfismarkmið (úr vatnavefsjá).	15
Tafla 5. Viðmiðunargildi og mörk milli ástandsflokka fyrir vetrarstyrk nitrats og fosfats og EQR í fullsöltum sjó fyrir vistsvæðið CS2152 (Rakel Guðmundsdóttir o.fl., 2022).	15
Tafla 6. Viðmiðunargildi fyrir vetrarstyrk næringarefna ($\mu\text{mól L}^{-1}$) í janúar til mars fyrir vatnshlot af gerðinni CS2152, strandsjó á vistsvæði 2 sem er opið fyrir öldu (Sólveig R. Ólafsdóttir o.fl., 2019).	16
Tafla 7. Mælingar nitrati og fosfati framkvæmdar á vegum Laxeyjar 6.3.2025 í sjónum utan við Viðlagafjöru.	17

Tafla 8: Forsendur um rennsli og styrk viðmiðunarefna í frárennsli Vestmannaeyjabæjar.	19
Tafla 9: Forsendur um losun viðmiðunarefna í frárennsli Vestmannaeyjabæjar og í Viðlagafjöru m.v. varfærnar forsendur fyrir valkost 1 (sjá kafla 2.2, 2.3).	19
Tafla 10. Flatarmál og meðalstyrkur innan ástandsflokkamarka fyrir nítrat við mismunandi hlutfallsmörk. Valkostur 1.....	65
Tafla 11. Flatarmál og meðalstyrkur innan ástandsflokkamarka fyrir nítrat, valkostur 1. Dæmi um smástraum og stórstraum við hágildi og lággildi nítratsstyrk á heildaráhrifasvæði.....	70

1. Inngangur

Laxey fól Vatnaskilum að meta dreifingu frárennslisefna í viðtaka vegna fyrirhugaðrar stækkunar landeldisstöðvar fyrirtækisins við Viðlagafjöru.

Skoðunin nær til áhrifa af losun frárennslisvatns á uppleyst súrefni og dreifingu líffræðilegrar súrefnisparfar (BOD), efnafræðilegrar súrefnisparfar (COD), nitrats, fosfats og hitastigs. Þar sem vinnsluvatn landeldisstöðvarinnar er af fullri sjávarseltu verða ekki áhrif af frárennslinu á seltu sjávar. Jafnframt eru könnuð möguleg samlegðaráhrif við fráveitu Vestmannaeyjabæjar, en allur iðnaður á því svæði losar sitt frárennsli í þá fráveitu, þ.m.t. núverandi seiðaeldisstöð á vegum Laxeyjar.

Gagnvart líkanreikningunum lagði Laxey fram varfærnar forsendur um mögulega losun sem miða við útgildi í mögulegri dagsfóðrun út frá langtímamarkmiði um 1% dagvöxt standandi lífmassa samhliða því að til staðar væri 20.000 tonna lífmassi yfir viðmiðunartíma reikninganna. Lífmassi af þeirri stærðargráðu er hins vegar viðmið um það sem þarf á ársgrundvelli til að standa undir fyrirhugaðri 42.000 tonna ársframleiðslu (valkostur 1) ef dagvöxtur væri mun hægari, eða sem svarar 0,6%. Hámarksfóðrun á ári miðast við 46.000 tonn (sjá nánar í kafla 2.2).

Forsendur um efnalosun í viðtakann taka mið af rannsóknum á úrgangsefnum í laxeldi, fræðilegu sambandi milli fóðurnotkunar og súrefnisparfar í viðtaka og niðurstöðum sýnatöku í frárennsli Laxeyjar samhliða þeirri framleiðslu sem átt hefur sér stað síðastliðið rúmt ár (sjá nánar í kafla 2.3).

Fjallað er um viðmið gagnvart líkanreikningunum, sér í lagi varðandi styrk næringarefna og súrefnisbúskapar í kafla 3, auk þess sem gerð er grein fyrir viðmiðum gagnvart samlegðaráhrifum sem metin voru, losunarstaði frárennslis og viðmið fyrir úrvinnslu líkanniðurstaðna til stuðnings greiningar á áhrifum losunar frárennslisins í viðtakann.

Í niðurstöðukafla (kafla 4) er gerð grein fyrir því flókna og sterka straumsviði sem ríkir við Vestmannaeyjar og utan Viðlagafjöru ásamt varfærnu mati á grunnástandi sem lagt er til grundvallar við mat á áhrifum fyrirhugaðrar losunar Laxeyjar í viðtakann. Þá er greint frá niðurstöðum dreifingarreikningar fyrir hvern valkost sem er til skoðunar.

Þá er fjallað sérstaklega um greiningu á meginþynningarsvæði utan strandar við Viðlagafjöru (kafla 5) og stærra áhrifasvæði frárennslis við Viðlagafjöru (kafla 6). Samlegðaráhrifum við frárennsli úr fráveitukerfi Vestmannaeyjabæjar eru gerð skil (kafla 7) og þá eru niðurstöður settar í samhengi við kröfur reglugerðar um fráveitur og skólphreinsun nr. 1450/2025 (kafla 8). Enn fremur eru niðurstöður líkanreikninga fyrir næringarefni settar í samhengi við efna- og eðlisefnafræðilega gæðapætti fyrir vistfræðilegt ástand strandsjávarhlota út frá viðmiðum um ástandsflokkun strandsjávar sem Hafrannsóknastofnun hefur útbúið fyrir Umhverfisstofnun í samræmi við lög um stjórn vatnamála nr. 36/2011 (Umhverfisstofnun, 2024). Jafnframt er ályktað um vatnsformfræðilega gæðapætti vatnshlota fyrir vistfræðilegt ástand strandsjávarhlota út frá leiðbeiningum Umhverfisstofnunar (2024), sjá kafla 9. Að lokum eru helstu niðurstöður dregnar saman í kafla 10.

2. Forsendur Laxeyjar

2.1. Valkostir

Lagt er mat á þrjá valkosti sem eru nú til skoðunar hjá Laxey (Efla, 2025), sjá töflu 1. Núllkostur felur í sér að ekki verði ráðist í stækkun umfram hámarksframleiðslu núverandi leyfis (svarar til 11.500 tonna

ársframleiðslu). Hámarksvatnstaka núllkosts er 10.600 L/s. Valkostur 1 svarar til þeirrar hámarksframleiðslu sem Laxey stefnir að, 42.000 tonn á ári, sem krefst hámarksvatnstöku 28.000 L/s. Valkostur 2 svarar síðan til einhvers konar millileiðar með ársframleiðslu 23.500 tonn og hámarksvatnstöku 16.750 L/s. Gert er ráð fyrir að öll vatnstakan skili sér sem frárennsli til viðtakans sem er strandsjórinn utan við Viðlagafjöru. Hins vegar er notað áætlað meðalrennsli til viðtakans í forsendum um losun og viðmiðum gagnvart líkanreikningum eins og nánar er farið yfir hér fyrir neðan. Fjallað verður um valkostina í röð stigvaxandi framleiðslu og losun, þ.e. núllkost, valkost 2 og valkost 1.

Tafla 1. Forsendur um ársframleiðslu og mesta frárennsli fyrir valkostina þrjá.

	Ársframleiðsla t/ári	Hámarks frárennsli [L/s]
Núllkostur	11.500	10.600
Valkostur 2	23.500	16.750
Valkostur 1	42.000	28.000

2.2. Forsendur um fóðrun og lífmassa gagnvart viðtakareikningum

Samband fóðrunar og lífmassa er háð vaxtarhraða fisksins þannig að fyrir hvert 1% í dagvaxtarhraða fisks þarf 10 kg/dag af fóðri fyrir hvert tonn af lífmassa. Eftir því sem dagvaxtarhraði fisksins breytist, breytist dagsfóðrunin í takti við það. Ef dagvaxtarhraði minnkar þarf meiri lífmassa til að standa undir sömu ársframleiðslu. Að sama skapi ef dagvaxtarhraði eykst þá þarf minni lífmassa til að standa undir sömu ársframleiðslu.

Langtímamarkmið Laxeyjar í áframeldinu er að ná fram 1% dagvexti, sem myndi leiða af sér dagsfóðrun upp á 10 kg/dag á hvert tonn af lífmassa. Ef það markmið nær fram að ganga þarf um 12.000 tonna lífmassa á ársgrundvelli til að standa undir 42.000 tonna ársframleiðslu. Dagsfóðrun væri þá 120 tonn/dag og ársfóðrun 43.800 tonn, en áætlanir um hámarksfóðurnotkun á ári gera ráð fyrir um 46.000 tonnum.

Ef hins vegar dagvöxturinn verður hægari af einhverjum orsökum þarf aukinn lífmassa til að standa undir ársframleiðslunni. Þannig myndi dagvöxtur upp á 0,6% leiða af sér dagsfóðrun upp á 6 kg/dag á hvert tonn af lífmassa og að 20.000 tonna lífmassa þyrfti á ársgrundvelli til að standa undir 42.000 tonna ársframleiðslu. Dagsfóðrunin væri eftir sem áður 120 tonn/dag, ársfóðrun 43.800 tonn og áætluð hámarksfóðrun á ári 46.000 tonn.

Þar sem dagvöxtur upp á 0,6% gæti orðið reyndin, samkvæmt viðmiðum Laxeyjar, mun þurfa leyfi fyrir 20.000 tonna lífmassa að meðaltali til að tryggja markmið um ársframleiðslu upp á 42.000 tonn. Ef hins vegar, þegar fram í sækir, langtímamarkmiðum um aukinn dagvöxt yrði náð, þá gæti ársframleiðslan aukist sem því nemur fyrir sama lífmassa að meðaltali. Eðli málsins samkvæmt ríkir óvissa um þessi mál og því leggur Laxey fram varfærnar forsendur til stuðnings viðtakareikningunum og þ.a.l. varfærin viðmið til að leggja mat á möguleg áhrif af starfsemi á viðtakann.

Greining á þeim gögnum sem safnast hafa um fóðurnotkun og lífmassa í framleiðslunni til þessa gefur til kynna að að stærðargráða dagsfóðrunar á hvert tonn lífmassa hafi verið 10 kg/dag/tonn. Nokkur breytileiki var til staðar innan þessarar stærðargráðu á dagsfóðrun yfir viðmiðunartímann sem gögnin

ná yfir, um 14 mánuði. Þannig var fódur 10% þess tíma um 6 kg/dag/tonn eða minni, 30% tímans um 8 kg/dag/tonn eða minni, 50% tímans um 9 kg/dag/tonn eða minni, 70% tímans um 10 kg/dag/tonn eða minni og 90% tímans um 14 kg/dag/tonn eða minni. Mest var fódurinn um 17 kg/dag/tonn.

Með hliðsjón af þessum niðurstöðum og ofangreindum markmiðum gagnvart framleiðslunni til lengri tíma litið var valið, með hliðsjón af varfærni, að miða við 1% dagvöxt og þ.a.l. dagsfódur upp á 10 kg/dag fyrir hvert tonn af lífmassa, samhliða því að það væru til staðar 6.000, 11.000 og 20.000 tonna lífmassi yfir viðmiðunartíma reikninganna fyrir hvern valkostanna, núllkost, valkost 2 og valkost 1. Er þetta óháð því hver ársframleiðsla eða ársfódur yrði og gilda áfram sömu viðmið um hámarksfódur á ári. Með þessu fæst fram varfærið álag á viðtakann að gefnum forsendum um hlutfallslega efnalosun og breytileika áhrifanna yfir viðmiðunartíma fyrir tilstilli breytileika í straumsviði við Vestmannaeyjar.

2.3. Efnalosun í viðtakann

Forsendur Laxeyjar um losun efna í viðtakann byggja annars vegar á rannsóknum á úrgangsefnum í laxeldi sem gera ráð fyrir að 70% af öllu kolefni í fódri berist í umhverfið, 62% af öllu köfnunarefni og 70% af öllum fosfór (Wang o.fl., 2012) og hins vegar á fræðilegu sambandi milli fódurnotkunar og súrefnisþarfar í viðtaka (Boyd, 2008). Því til viðbótar er horft til niðurstaðna sýnatöku sem farið hefur fram í frárennsli Laxeyjar samhliða þeirri framleiðslu sem átt hefur sér stað síðastliðið rúmt ár. Niðurstöður mælinganna voru settar í samhengi við fódurnotkun og lífmassa í framleiðslunni þegar mælingar fóru fram.

Í forsendunum er gert ráð fyrir að fódur í eldi laxfiska innihaldi um 51% kolefni, 7% köfnunarefni og 1% fosfór, og að þurrefni fódurs sé 96%. Jafnframt að 51% af því kolefni skili sér í frárennslisvatn sem uppleyst kolefni en 19% þess skili sér sem kolefni á föstu formi. Einnig að af því köfnunarefni skili sér 48% af því sem uppleyst köfnunarefni en 15% á föstu formi. Af fosfór er gert ráð fyrir að 26% skili sér sem uppleystur fosfór en 44% á föstu formi (Wang o.fl., 2012).

Útreikningur á losun næringarefna samkvæmt þessu (Wang o.fl., 2012) var borinn saman við viðmið um súrefnisþörfina af fódurinu sem berst í umhverfið, 1,3 kg súrefnis á hvert kg af fódri (Boyd, 2008). Til að ná því fram þurfti að hækka losun næringarefnanna um 20% sem er hliðstæður munur við það sem niðurstöður mælinga á frárennslinu gáfu til kynna í samanburði við fræðilegu nálgunina sbr. Wang o.fl. (2012). Með þessari nálgun næst fram innbyrðis samanburður milli fræðilegra nálgana á losun næringarefna og súrefnisþarfar auk þess sem stuðst er við fyrirbyggjandi sýnatöku sem fram hefur farið til þessa á vegum Laxeyjar.

Gert er ráð fyrir að mat á súrefnisþörf vegna fódurleyfanna megi túlka sem efnafræðilega súrefnisþörf (COD) og er stuðst við hlutfall líffræðilegrar súrefnisþarfar (BOD) og COD sem niðurstöður sýnatöku gefa til kynna, 0,24, sem er í samræmi við það sem ætla má út frá fræðum. Sýnatökur vegna súrefnisþarfar eru að öðru leyti of skammt á veg komnar í Viðlagafjöru til að styðjast við þær til forsendu-myndunar og er því stuðst við fræðilegu gildin fengin út frá Boyd (2008), sbr. hér að ofan.

Í grunninn eru forsendur reiknaðar fyrir valkost 1 með viðmið um 20.000 tonna lífmassa að meðaltali og meðalrennsli í frárennsli sem 26.000 L/s. Fyrir valkost 2 og núllkost eru síðan forsendur skalaðar m.t.t. meðalfóðrunar á dag fyrir 1% dagvöxt og 10 kg/dag fódur á hvert tonn lífmassa. Meðalrennsli fyrir þá kosti er metið þannig að hlutfall meðal- og hámarks vatnstöku verði það sama og hlutfall meðal- og hámarks lífmassa. Leiðir þetta af sér að rennsli á hvert tonn lífmassa verður á móta fyrir meðal- og hámarksgildi og einnig í samræmi við þá greiningu sem fór fram á framleiðslugögnum yfir sl. 14 mánuði.

Gert er ráð fyrir að hreinsun fastefnis úr frárennslinu verði um 75%.

Tafla 2 dregur saman forsendur um dagslosun næringarefna og súrefnisþarfar í frárennslu í Viðlagafjöru fyrir þá þrjá valkosti sem eru til skoðunar. Tilsvarandi forsendur um rennsli til þynningar efnanna eru jafnframt gefnar.

Áhrif losunar frárennslisvatns voru metin á uppleyst súrefni í viðtaka og dreifingu líffræðilegrar súrefnisþarfar (BOD), efnafræðilegrar súrefnisþarfar (COD), nitrats, fosfats og hitastigs.

Stuðst er við uppleyst köfnunarefni og fosfór að lokinni síun fyrir líkanreikningana. Gert er ráð fyrir að allt uppleyst köfnunarefni berist í viðtakann á formi nitrats og allt uppleyst fosfór berist í viðtakann á formi fosfats. Þetta er að öllum líkindum varfærin nálgun þar sem óvíst er að hversu miklu leyti uppleyst köfnunarefni sem frá útrásinni kemur sé á formi nitrats og að hversu stórum hluta það er á formi ammóníum og nítríts. Viðmiðunarstyrkur nitrats og fosfats í útrásunum fyrir líkanreikningana er gefinn í töflu 3.

Tafla 2. Forsendur um losun næringarefna og súrefnisþarfar fyrir valkosti.

	Eining	Valkostur 1	Valkostur 2	Núllkostur
Standandi lífmassi	tonn	20.000	11.000	6.000
Fóðrun á lífmassa	kg/dag/tonn	10	10	10
Fóðrun	kg/dag	200.000	110.000	60.000
Rennsli	L/s	26.000	15.400	9.000
Kolefni, uppleyst	kg/dag	59.927	32.960	17.978
Kolefni á föstu formi	kg/dag	5.814	3.198	1.744
Köfnunarefni, uppleyst	kg/dag	7.741	4.258	2.322
Köfnunarefni á föstu formi	kg/dag	605	333	181
Fosfór, uppleyst	kg/dag	599	329	180
Fosfór á föstu formi	kg/dag	264	145	79
Kolefni, heild	kg/dag	65.741	36.158	19.722
Köfnunarefni, heild	kg/dag	8.346	4.590	2.504
Fosfór, heild	kg/dag	863	475	259
Efnafræðileg súrefnisþörf, COD	kg/dag	268.533	147.693	80.560
Líffræðileg súrefnisþörf, BOD	kg/dag	64.448	35.446	19.334

Tafla 3. Forsendur um styrk nitrats, fosfats, BOD og COD í útrás sem skoðunin nær til. Gert er ráð fyrir uppleystu köfnunarefni og fosfór á formi nitrats og fosfats.

Valkostur	Rennsli	Nítrat	Fosfat	BOD	COD
	L/s	μmól/L	μmól /L	mg/L	mg/L
Núllkostur	9.000	213,3	7,5	24,9	103,6
Valkostur 2	15.400	228,6	8,0	26,6	111,0
Valkostur 1	26.000	246,2	8,6	28,7	119,5

2.4. Hitastig og selta

Forsendur framkvæmdaraðila gera ráð fyrir að hitastig frárennslis í útrás verði á bilinu 10 – 12 °C og að það sé ekki háð árstíðabundnum breytingum. Gert er ráð fyrir að hitastig viðtaka sé 12 °C að sumri og 6 °C að vetri. Þar sem hitastig frárennslisins er nánast það sama og áætlað hitastig sjávar að sumri eru einungis metin áhrif frárennslisins á viðtakann að vetri.

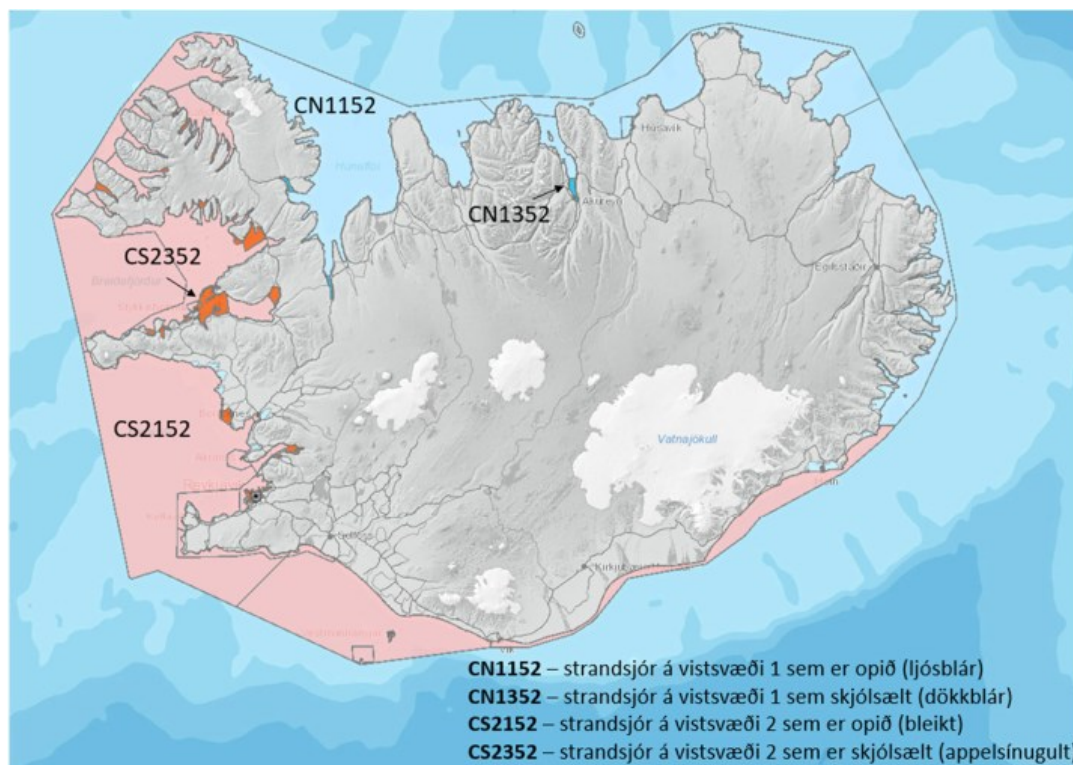
Vinnsluvatn Laxeyjar til framleiðslunnar verður af fullri sjávarseltu og því verða ekki áhrif af frárennslis á sjávarseltu.

3. Viðmið gagnvart líkanreikningum

3.1. Næringarefni

Umhverfis Ísland hafa verið skilgreind tvö vistsvæði byggt á hitastigi sjávar að vetrarlagi. Vistsvæði 1 er fyrir norðan og austur eftir landi þar sem hitastig sjávar er á bilinu 1-4 °C að vetrarlagi en vistsvæði 2 er úti fyrir Vestfjörðum, Suðurlandi og að Suðausturlandi þar sem sjávarhiti að vetri er á bilinu 4-7 °C (mynd 1). Vistsvæðunum er svo skipt eftir því hvort þau séu skjólsæl eða opin fyrir öldu (Rakel Guðmundsdóttir o.fl., 2022).

Vestmannaeyjar tilheyra strandsjávarhlotti 103-1342-C Dyrhólaey að Þorlákshöfn, sem fellur innan vistsvæðis CS2152 (myndir 1 og 2). Umhverfismarkmið þessa strandsjávarhlots er gott vistfræðilegt ástand og gott efnafræðilegt ástand samkvæmt vatnavefsja. Það er ekki talið í hættu (tafla 4).

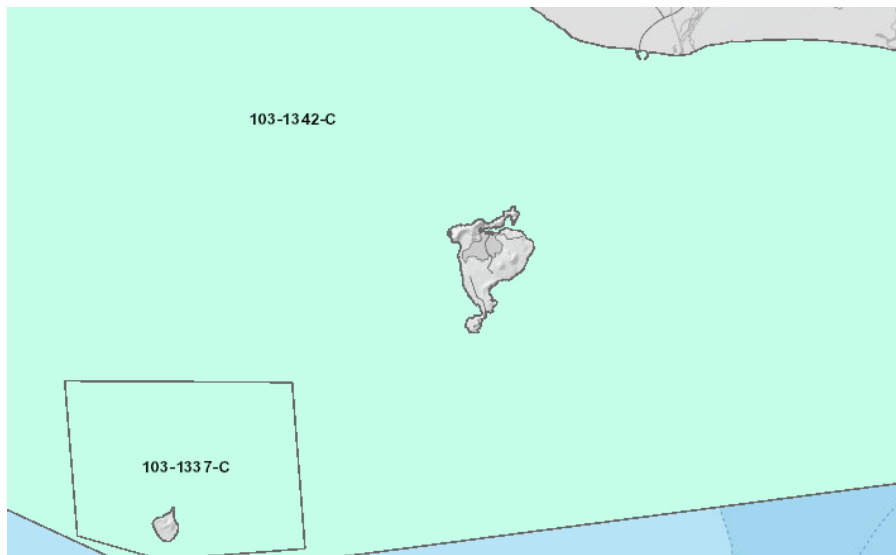


Mynd 1. Skipting strandsjávar við Ísland í vistsvæði og vatnshlot (Rakel Guðmundsdóttir o.fl., 2022)

Tafla 4. Strandsjávarhlot og umhverfismarkmið (úr vatnavefsjá).

Nr.	Heiti	Umhverfismarkmið		
		Vistfræðilegt	Efnafræðilegt	Áhætta
103-1342-C	Dyrhólaey að Þorlákshöfn	Gott	Gott	Ekki í hættu

Fyrir hvert vistsvæði hafa verið skilgreind vistfræðileg viðmið sem nýtt eru til ástandsflokkunar strandsjávar. Helstu áhyggjur vegna köfnunarefnis og fosfórs eru vegna hugsanlegrar ofauðgunar ef næringarefni safnast upp. Nokkur breytileiki er í styrk næringarefna við Ísland eftir árstíðum en styrkur þeirra er í hámarki í lok vetrar þegar minni upptaka er af næringarefnum (Unnsteinn Stefánsson og Jón Ólafsson 1991). Viðmiðunargildi fyrir næringarefni fyrir vistsvæðið CS2152 eru sýnd í töflu 5 og eru þau lögð til grundvallar mati á áhrifum frárennslis Laxeyjar á næringarefni við Vestmannaeyjar. Til að taka af vafa í umfjöllun skýrslunnar þegar vísað er til þessara viðmiðunarmarka eru þau að jafnaði rituð með hástaf, þ.e. viðmið um Mjög gott, Gott og Ekki viðunandi ástand.


Mynd 2. Strandsjávarhlot í nágrenni Vestmannaeyja.

Tafla 5. Viðmiðunargildi og mörk milli ástandsflokkar fyrir vetrarstyrk nitrats og fosfats og EQR í fullsöltum sjó fyrir vistsvæðið CS2152 (Rakel Guðmundsdóttir o.fl., 2022).

Vistsvæði	Næringarefni	Vetrarstyrkur [μmól/L]	Vetrarstyrkur [μmól/L] – Ástandsflokkar			Vistfræðilegt gæðahlutfall, EQR		
		Viðmið	Mjög gott	Gott	Ekki viðunandi	Mjög gott	Gott	Ekki viðunandi
CS2152	Nítrat - NO ₃	13,1	<15,8	15,8-19,6	>19,6	1,0-0,83	<0,83-0,67	<0,67
	Fosfat - PO ₄	0,87	<1,0	1,0-1,3	>1,3	1,0-0,83	<0,83-0,67	<0,67

Viðmiðunargildi fyrir næringarefni (tafla 5) við áhrifamat vatnshlota (Umhverfisstofnun, 2024) byggja á reiknuðum meðalstyrk þeirra úr gögnum frá janúar til mars, en árlegur hámarksstyrkur er um miðjan vetur þegar upptaka svifþörunga er hverfandi (Sólveig R. Ólafsdóttir o.fl., 2019). Fyrir vatnshlot af gerðinni CS2152, þ.e. strandsjó á vistsvæði 2 sem er opið fyrir öldu, byggja viðmiðunargildin á mælingum á næringarefnum í Faxaflóa á árunum 2005-2012, utarlega á Breiðafirði á árunum 2008-2011 og í Patreksfirði og Tálknafirði á árinu 2011 (tafla 6).

Tafla 6. Viðmiðunargildi fyrir vetrarstyrk næringarefna ($\mu\text{mol L}^{-1}$) í janúar til mars fyrir vatnshlot af gerðinni CS2152, strandsjó á vistsvæði 2 sem er opið fyrir öldu (Sólveig R. Ólafsdóttir o.fl., 2019).

Mælingar	Nítrat	Fosfat
Faxaflói 2005-2012	$12,8 \pm 0,6$ n = 107	$0,86 \pm 0,06$ n = 101
Breiðafjörður 2008-2011	$13,1 \pm 0,6$ n = 27	$0,87 \pm 0,05$ n = 27
Patreksfjörður og Tálknafjörður 2011	$13,5 \pm 0,8$ n = 100	$0,89 \pm 0,03$ n = 100

Þar sem gögnin sem liggja til grundvallar viðmiðunargildunum eru takmörkuð ber að hafa það í huga þegar niðurstöður eru skoðaðar (Sólveig R. Ólafsdóttir o.fl., 2019). Engar mælingar eru frá hafsvæðinu við suðurströnd landsins til stuðnings viðmiðunargildunum. Meðalgildi fyrir nítrat og fosfat á hverju svæði lækka eftir því sem sunnar dregur (tafla 6). Óvíst er hversu mikið er hægt að ráða í það en ljóst má þó vera að ef einungis mælingar frá Faxaflóa væru lagðar til grundvallar væru viðmiðunargildin lægri.

Mælingar á nitrati og fosfati í sjónum utan við Viðlagafjöru eru til úr einum leiðangri á vegum Laxeyjar (tafla 7). Mikill breytileiki einkennir mælingarnar með hliðsjón af fjarlægð frá strönd auk þess sem þær spanna vítt svið, milli 10,5 og 20,2 $\mu\text{mol/L}$ fyrir nítrat og 0,21 og 0,68 $\mu\text{mol/L}$ fyrir fosfat. Fjærst strönd fékkst fram hæsta gildið á nítrat en það lægsta á fosfati. Meðalgildi mælinganna er 16,2 $\mu\text{mol/L}$ fyrir nítrat og 0,40 $\mu\text{mol/L}$ fyrir fosfat. Ljóst er að þessi gildi eru í töluverðu ósamræmi við þær mælingar sem lagðar hafa verið til grundvallar viðmiðunargilda á vegum Hafrannsóknarstofnunar (Sólveig R. Ólafsdóttir o.fl., 2019).

Jafnframt þarf að hafa í huga að þegar mælingarnar fóru fram var framleiðsla mjög stutt á veg komin hjá Laxey, hafði staðið yfir í ríflega þrjá mánuði og var lífmassi þegar mælingarnar fóru fram einungis 160 tonn. Dagsfóðrun á þeim tíma var um 11 kg/dag á hvert tonn lífmassa, eða um 1.760 kg/dag, og meðalrennsli í frárennsli var um 2.800 L/s. Leiðir það af sér að losun uppleysts köfnunarefnis var 68 kg/dag og uppleysts fosfórs 5 kg/dag. Ef gert er ráð fyrir að allt uppleyst köfnunarefni sé á formi nitrats og allt uppleyst fosfór á formi fosfats má þannig ætla að losun nitrats hafi verið um 56 mmól/s og fosfats 2 mmól/s. Sömuleiðis að styrkur nitrats í frárennslinu hafi verið um 20 $\mu\text{mol/L}$ og styrkur fosfats 0,7 $\mu\text{mol/L}$. Eins og farið er yfir í niðurstöðukaflanum að neðan (kafla 4) má gera ráð fyrir mjög mikilli og hraðri þynningu næringarefnanna þegar þau komast í viðtakann, svo nemi stærðargráðum. Því verður að teljast ólíklegt að frárennsli vegna framleiðslu Laxeyjar hafi haft einhver teljandi áhrif á þær mælingar sem fóru fram í viðtakanum þann 6.3.2025 (tafla 7).

Viðmið Hafrannsóknastofnunar ganga út frá að næringarefnasýni sem safnað er í opnum vatnshlotum að vetri þurfi ekki að sía þar sem áhrif frá þörungum og öðrum lífrænum ögnum eru hverfandi og gert er ráð fyrir að öll næringarefni sú uppleyst. Hins vegar sé sýn á vetrarsýnum nauðsynleg í grunnum vatnshlotum sem gruggast auðveldlega og eru jafnvel undir álagi af mannavöldum (Rakel Guðmundsdóttir o.fl., 2022). Ekki liggja fyrir frekari upplýsingar um sýnatökuna sem fór fram 6.3.2025 og meðhöndlun sýnanna né forsendur um hvort sérstakrar meðhöndlunar þurfi almennt á svæðinu. Í öllu falli eru ekki nægjanlegar forsendur til að styðjast við þessar mælingar fyrir viðmiðunarstyrk í viðtakanum fyrir líkanreikningana og eru því viðmiðunargildi Hafrannsóknastofnunar (tafla 5) notuð sem bakgrunnsgildi í líkanreikningunum.

Tafla 7. Mælingar nítrati og fosfati framkvæmdar á vegum Laxeyjar 6.3.2025 í sjónum utan við Viðlagafjöru.

Fjarlægð frá strönd (m)	Nítrat ($\mu\text{mól L}^{-1}$)	Fosfat ($\mu\text{mól L}^{-1}$)
100	19,4	0,21
200	14,5	0,37
500	20,2	0,32
900	10,5	0,68

Viðmiðunargildi Hafrannsóknastofnunar og flokkun á mjög góðu, góðu og ekki viðunandi ástandi eru innbyrðis háð þar sem farið er að tillögum sem þróaðar voru á vettvangi Osló-Parísarsamkomulagsins (OSPAR, 2001, 2003) þar sem næringarefnaálag er metið út frá vetrargildum. Þar er svæði talið lítt mengað ef aukning í vetrarstyrk uppleysts köfnunarefnis og fosfórs fer ekki yfir 50% af vetrarstyrk miðað við fullsaltan sjó á sama svæði (Steinunn Rósa Ólafsdóttir o.fl., 2019). Þannig eru mörk um ekki viðunandi ástand 50% hærri en viðmiðunarstyrkur í viðmiðum Hafrannsóknastofnunar (tafla 5).

3.2. Uppleyst súrefni, BOD og COD

Rannsóknir á vegum Hafrannsóknastofnunar á súrefnisstyrk grunnsævis við Ísland benda til þess að súrefnisstyrkur sé almennt tiltölulega hár (Sólveig Rósa Ólafsdóttir o.fl., 2019). Í nágrenni Vestmannaeyja þar sem hafstraumar eru sterkir og vindhraði almennt hár má allt eins gera ráð fyrir hlutfallslega mikilli virkni endurnýjunar súrefnis samanborið við önnur strandsvæði við Ísland. Til myndunar grunnástands í líkaninu fyrir súrefnisbúskap var skilgreint jafnvægisástand að sumri fyrir súrefnisþörf og súrefnisendurnýjun á jaðri líkansins og um yfirborð við áætlaðan meðalvindhraða 5 m/s og hitastig sjávar 12 °C, þannig að meðalsúrefnismettun í líkani sé um 90%, eða ríflega 7,6 mg/L.

Til að mæta óvissu í ákvörðun grunnástands og leggja fram varfærið mat á mögulegum áhrifum losunarinnar við Viðlagafjöru á súrefnisbúskap sjávar utan við fjöruna er gert ráð fyrir að súrefnismettun í frárennslisvatni við Viðlagafjöru sé 50% þrátt fyrir að jafnan sé virk súrefnisbæting í eldisvatni landeldisfyrirtækja. Að jafnaði er hærri súrefnisþörf á botni (SOD) í nágrenni fráveituútrása samanborið við ytra umhverfi útrásanna. Gert er því ráð fyrir að við losunarsvæðin utan Viðlagafjöru og norðan Eiðis geti hækkunin numið allt að stærðargráðu. Að sama skapi og að teknu einnig tilliti til hafnarstarfseminnar er gert ráð fyrir að hækkunin geti numið allt að 40% á hafnarsvæði Vestmannaeyjabæjar.

Reglugerð nr. 1450/2025 um fráveitur og skólphreinsun setur fram viðmið fyrir síður viðkvæm svæði fyrir fráveituvíðtaka í Viðauka III við reglugerðina. Þannig getur sjór eða hafsvæði talist síður viðkvæmt svæði ef losun skólps hefur ekki skaðleg áhrif á umhverfið vegna formfræðilegra, vatnafræðilegra eða annarra sérstakra aðstæðna í vatninu. Getur þetta átt við opna flóa, ármynni og annan strandsjó þar sem endurnýjun vatns er mikil og ekki hætta á ofauðgun eða súrefnisþurrð eða ólíklegt talið að ofauðgun eða súrefnisþurrð verði vegna losunar frá þéttbýli. Algengt er að miða við 6 mg súrefnis á lítra (6 mg/L) sem lágmark til að engin áhrif kunni að vera á lífríki en ef súrefnisstyrkur fellur undir 2 mg/L telst það jafnan til súrefnisþurrðar sem getur haft alvarleg áhrif og leitt til dauða lífvera. Í samhengi við sumartilfellið sem er til skoðunar þá svarar 6 mg/L súrefnisstyrkur til 70% mettunarstyrks og 2 mg/L til 12% mettunarstyrks.

3.3. Samlegðaráhrif

Taka þarf tillit til mögulegra samlegðaráhrifa við fráveitu Vestmannaeyjabæjar sem losar stærstan hluta frárennslis bæjarins norðan Eiðis á Heimaey, við Dranga (mynd 3). Smærri útrás er vestan til á Heimaey, norðan Ofanleitishamars. Með hliðsjón af varfærni er gert ráð fyrir við útreikninga að útrásin norðan Ofanleitishamars sé óvirk og allt frárennslí fari um útrás norðan við eyna en geti þó skilað sér að hluta til hafnar um yfirföll eða af öðrum orsökum í ljósi þétttriðins nets fráveitumannvirkja við höfnina (mynd 3). Til einföldunar er gert ráð fyrir að um yfirföll geti verið að ræða sem geti verið virk hluta tímans.

Miðað er við að frárennslíð svari til 31.502 persónueininga (pe) með hliðsjón af nýjustu stöðuskýrslu fráveitumála fyrir árið 2024, sem m.a. tiltekur að allur iðnaður í nágrenni hafnarinnar losi í fráveitukerfið þ.m.t. seiðaeldisstöð á vegum Laxeyjar (Umhverfis- og orkustofnun, 2025).

Til að nýta þessi viðmið gagnvart forsendum reikninga er miðað við vatnsnotkun sem svarar til 270 L/pe/d, losun köfnunarefnis 17,5 g/pe/d, losun fosfórs 1,8 g/pe/d, losun BOD₅ 60 g/pe/d og hlutfall BOD/COD sem 0,2. Með hliðsjón af varfærni er gert ráð fyrir að allt köfnunarefni í frárennslí sé uppleyst og á formi nítrats og að allt fosfór sé uppleyst og á formi fosfats. Styrk viðmiðunarefna í frárennslí má sjá í töflu 8.

Samanburður á losun á tímaeiningu (sekúndu) milli frárennslis í bænum og varfærnar forsendur um losun við Viðlagafjöru m.v. valkost 1 (sjá kafla 2.2, 2.3) er dreginn fram í töflu 9. Þrátt fyrir lægri styrkgildi í frárennslisvatni í Viðlagafjöru er losunin þar margföld á við það sem gerist í bænum, lægst elleuföld fyrir fosfat, fjórtánföld fyrir nítrat og u.þ.b. þrjátíuföld fyrir BOD og COD.

Í hermunum er gert ráð fyrir að útrásin við Eiði sé virk fyrir allt frárennslí Vestmannaeyjabæjar stærstan hluta tímans. Þá er gert ráð fyrir að á samfelldu tímabili, svarandi til 2% tímans, að útrásin anní ekki öllu frárennslinu eða af öðrum ástæðum er einungis að hluta virk. Þá eru yfirföll í höfn virkjuð til að taka við helmingi af frárennslinu, skiptist þá frárennslíð jafnt á milli yfirfalls og útrásar. Samkvæmt fráveitureglugerð mega yfirföll vera virk allt að 5% tímans. Þótt ekkert liggi fyrir um hvort þetta fyrirkomulag kunni að endurspegla raunverulega atburði í fráveitukerfi bæjarins, má ætla að það gefi góða hugmynd um hvort gera megi ráð fyrir einhverjum samlegðaráhrifum milli losunar frárennslis í Viðlagafjöru og losunar í fráveitu bæjarins og þá hvort ástæða kunni að vera til að vakta slík áhrif. Nær þetta bæði til mögulegrar samlegðar við hafnarsvæðið og svæðisins norðan Eiðis.

Í öllum tilfellum líkanreikninga, með hliðsjón af varfærni, er gert ráð fyrir að hitastig frárennslisvatns úr fráveitu bæjarins sé 12 °C.

Tafla 8: Forsendur um rennsli og styrk viðmiðunarefna í frárennsli Vestmannaeyjabæjar.

		Rennsli [m ³ /s]	Köfnunarefni [mg/L]	Nítrat [μmól/L]	Fosfór [mg/L]	Fosfat [μmól/L]	BOD [mg/L]	COD [mg/L]
Frárennsli bænum	frá	0,1	64,8	4630	6,7	215	222,2	1111,0

Tafla 9: Forsendur um losun viðmiðunarefna í frárennsli Vestmannaeyjabæjar og í Viðlagafjöru m.v. varfærnar forsendur fyrir valkost 1 (sjá kafla 2.2, 2.3).

	Rennsli [m ³ /s]	Nítrat [mmól/s]	Fosfat [mmól/s]	BOD [g/s]	COD [g/s]
Frárennsli frá bænum	0,1	456	21,2	21,9	109,4
Frárennsli frá Viðlagafjöru	26	6400	223,7	745,9	3108,0
Hlutfall Viðlagafjara/bær	260	14	11	34	28

3.4. Losunarstaðir

Fráveituvatni frá eldiskerjum er veitt til sjávar í Viðlagafjöru um svokallaðan hamarshaus, sem er stokkur sem endar í brimvarnargarði (mynd 4). Til að endurspegla hamarshausinn er útrás í líkani komið fyrir í fjörukambinum, og rennslinu leyft að finna sér leið til sjávar.

Gert er ráð fyrir að fráveituvatni frá Vestmannaeyjabæ sé veitt til sjávar norðan Eiðis og hluta tímans í Vestmannaeyjahöfn, sbr. umfjöllun að framan.

Staðsetning útrásarenda Laxeyjar ásamt annarra útrásarenda var áætluð út frá loftmyndum.

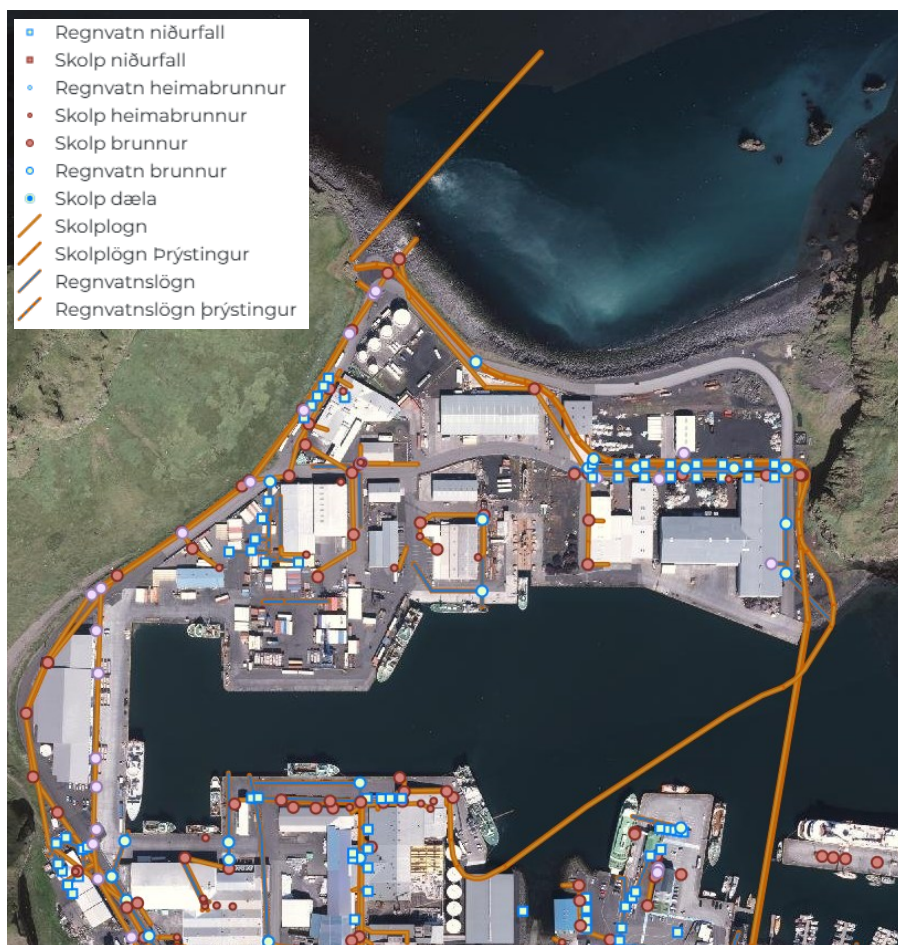
3.5. Viðmiðunarpunktar í líkani

Til stuðnings greiningunni er í niðurstöðukafla fjallað um styrk efna sem og straumhraða og stefnu í ákveðnum viðmiðunarstaðsetningum sem gert verður grein fyrir hér.

Sökum þess hversu flókið straumsviðið við Vestmannaeyjar er, getur verið gagnlegt að skilgreina viðmiðunarpunkta í líkani til sérstakrar skoðunar til að ná utan um breytileikann sem er til staðar. Viðmiðunarpunktar eru skilgreindir út frá Viðlagafjöru og er þeim skipt í þrjár stefnur. Fyrst eru skilgreindir punktar í beinni línu norðaustur (NA) út frá fjörunni, frá 200 m fjarlægð frá fjöru í 1100 m, með 100 m millibili.

Sams konar punktasöfn eru skilgreind út frá 200 m NA punktinum, annars vegar í norðvestur (NV) í 0 m – 1000 m fjarlægð frá NA sniði, og hins vegar í suðaustur (SA) í 0 – 1000 m fjarlægð frá NA sniði, hvoru tveggja með 100 m millibili.

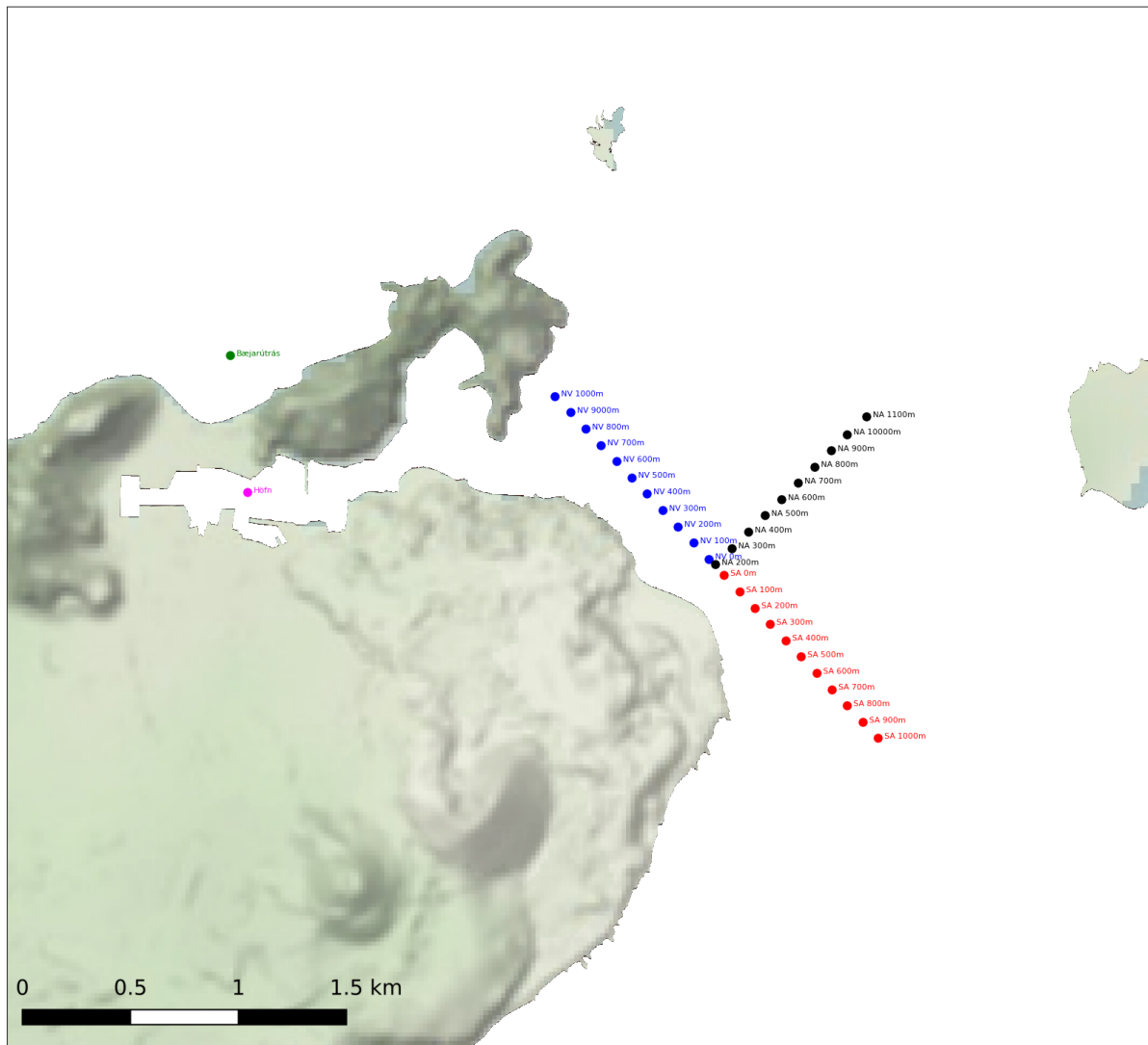
Jafnframt er sýndur viðmiðunarpunktur í útjaðri Vestmannaeyjahafnar, sem jafnframt er í útjaðri þynningarsvæðis frárennslis af yfirfalli í höfninni. Samsvarandi er einnig sýndur punktur í útjaðri þynningarsvæðis bæjarútrásar norðan Eiðis. Punktarnir nýtast m.a. til stuðnings þess að meta grunnástand og möguleg samlegðaráhrif við losun frárennslis við Viðlagafjöru. Yfirlit af þessu má sjá á mynd 5.



Mynd 3. Fráveitukerfi Vestmannaeyjabæjar á norðurhluta Heimaeyjar í nágrenni hafnarinnar og útrás norðan Eiðis. Fengið af kortavef Vestmannaeyjabæjar <https://www.map.is/vestm/>.

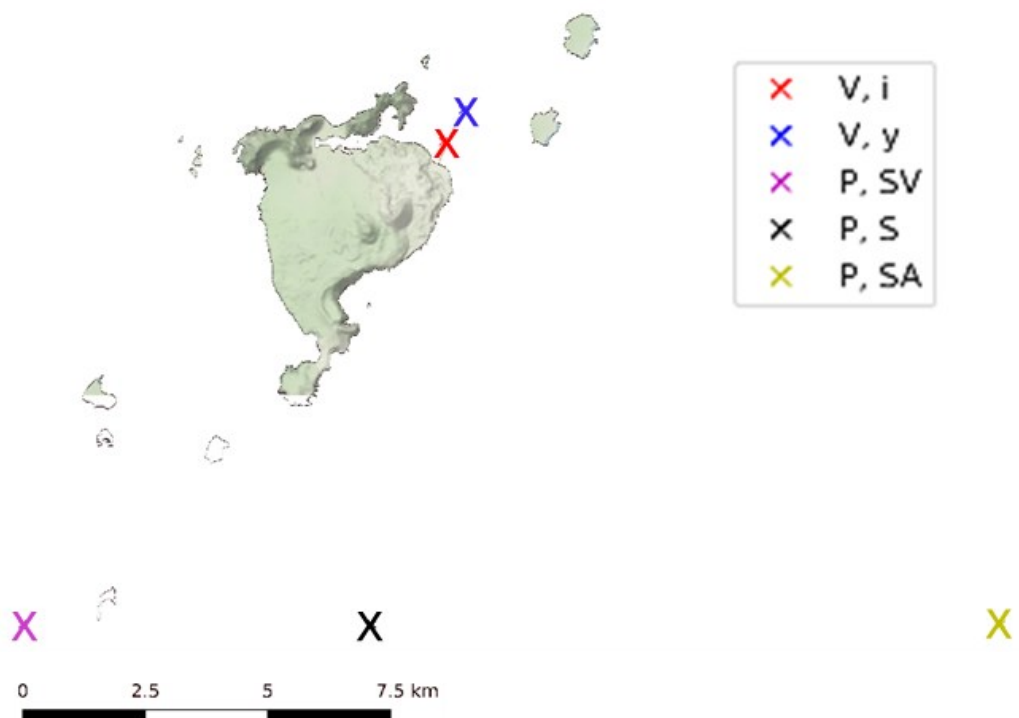


Mynd 4: Útrás Laxeyjar í Viðlagafjöru. Fengið af kortavef Vestmannaeyjabæjar <https://www.map.is/vestm/>.



Mynd 5: Viðmiðunarpunktar við Viðlagafjöru og í Vestmannaeyjahöfn. Norðaustur (NA) punktar eru svartir, Norðvestur (NV) punktar eru bláir, Suðaustur (SA) punktar eru rauðir, punktur í útjaðri Vestmannaeyjahafnar er bleikur og punktur utan við bæjarútrás norðan Eiðis er grænn.

Til að styðja við greiningu á straum- og öldusvið í stærra samhengi eru fimm aðrir punktar valdir, sjá mynd 6. Þrír þeirra eru 9 km sunnan Vestmannaeyja, og tveir eru 0,5 km og 1,2 km í norðaustur út frá Viðlagafjöru.



Mynd 6: Staðsetning viðmiðunarpunkta fyrir öldurósir, innri punktur við Viðlagafjöru (V, i), ytri punktur við Viðlagafjöru (V, y), punktur suðvestan af eyjaklasanum (P, SV), punktur sunnan af Heimaey (P, S) og punktur suðaustan af eyjaklasanum (P, SA).

3.6. Hlutfallsmörk

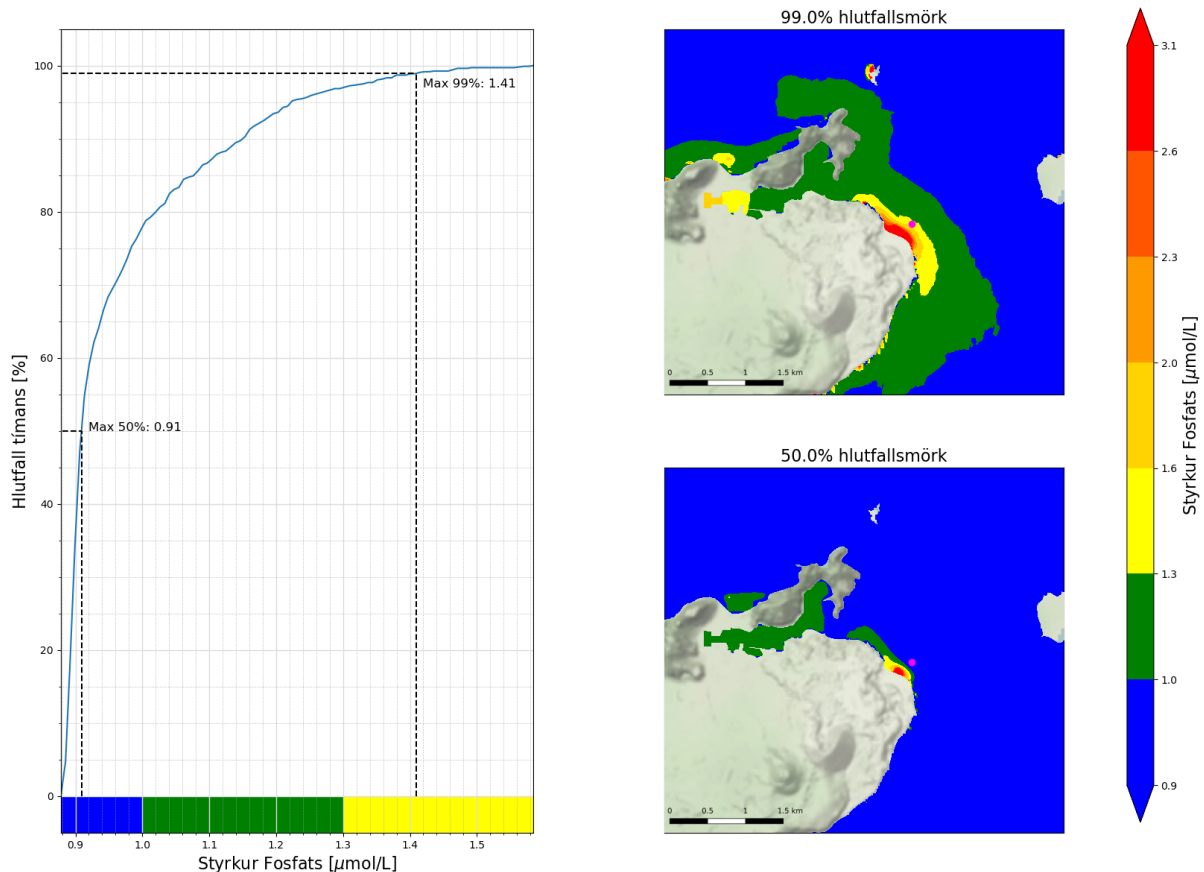
Útreikningar sýna mikinn breytileika í tíma auk þess sem styrkur getur verið mjög breytilegur eftir staðsetningu. Því er notast við hlutfallsmörk til að gera grein fyrir tímaháðum þætti styrks á hverjum stað. Hlutfallsmörkin segja til um hlutfall tímans sem við höfum tiltekið styrkgildi eða lægra.

Á mynd 7 má sjá dæmi um hlutfallsmörk. Sýndar eru planmyndir fyrir 50% og 99% hlutfallsmörk á styrk fosfats í valkosti 1, ásamt hlutfallsmarkakúrfu í mælipunkti NA 200m (sjá mynd 5).

Hér samsvara 50% hlutfallsmörk því að helming viðmiðunartímans er styrkur fosfats jafn mikill eða lægri en sá sem sjá má á planmyndinni á hverjum stað. Af hlutfallsmarkakúrfunni má lesa fyrir 50% hlutfallsmörk að í punkti NA 200m væri styrkur fosfats 0,91 $\mu\text{mol/L}$ eða lægri um helming tímans.

Sömuleiðis má sjá að 99% hlutfallsmörk samsvara því að 99% viðmiðunartímans er styrkur fosfats jafn mikill eða lægri en sá sem sjá má á planmyndinni á hverjum stað. Af hlutfallsmarkakúrfunni má lesa fyrir 99% hlutfallsmörk að í punkti NA 200m væri styrkur fosfats 1,41 $\mu\text{mol/L}$ eða lægri 99% tímans.

Við frekari túlkun þessara niðurstaðna þarf að hafa í huga að viðmiðið og þ.a. bakgrunnsstyrkur miðast við vetrargildi eins og þau eru skilgreind fyrir áhrifamat vatnshlota (Umhverfisstofnun, 2024). Mætti þannig mögulega túlka hlutfallsmörkin sem hlutfall af þeim tíma sem þau vetrargildi eru talin geta átt við, yfir hávetur, en viðmiðunargildin eru meðaltal þriggja mánaða, janúar til mars (Sólveig R. Ólafsdóttir o.fl., 2019), sjá umfjöllun í kafla 3.1. Ef tekið er mið af þremur mánuðum svara 50% hlutfallsmörk til um 46 daga en 99% hlutfallsmörk til 91 dags (mynd 8).

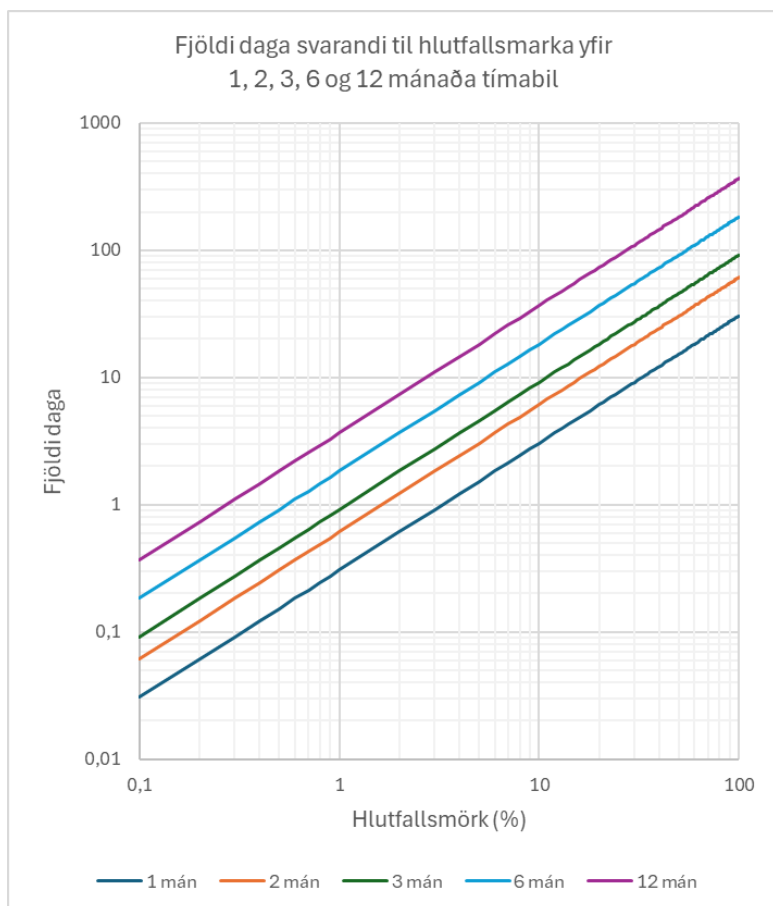


Mynd 7: Planmyndir 50% og 99% hlutfallsmarka fyrir styrk fosfats í valkosti 1 ásamt hlutfalls-markakúrfu í viðmiðunarpunkti NA 200m. Staðsetning viðmiðunarpunktar er merkt með bleikum punkti á planmyndum.

Hlutfallsmörkin segja til um hlutfall tímans sem við höfum tiltekið styrkgildi eða lægra. Hér að framan var tekið dæmi um efni sem við leitumst við að meta hversu hár styrkur þess geti orðið og setja í samhengi við viðmið. Horfum við því sérstaklega til efri hluta hlutfallsmarka. Á þetta við um næringar-efnin, níturat og fosfat, hitastig og súrefnisþörf (BOD og COD). Fyrir styrk súrefnis hins vegar þurfum við að horfa til mögulegra lággilda þess, og því er horft sérstaklega til neðri hluta hlutfallsmarka.

Viðmiðunartímabil er sumar fyrir mat á súrefnisbúskap, þegar ætla má að hitastig sjávar sé hvað hæst og lægsta súrefnismettun ríkir. Ef það tímabil væri t.a.m. látið gilda fyrir 2 mánuði síðsumars, myndi 1% hlutfallsmörk samsvara því að styrkur súrefnis væri jafn eða lægri en viðkomandi styrkgildi í um 0,6 daga eða um 14 klst. Að sama skapi svara 10% hlutfallsmörk til 6 daga á viðmiðunartímabilinu (mynd 8).

Hlutfallsmörk gefa þó ekki til kynna um hversu samfelldur tíminn sem þau tilgreina er. Þannig tryggja t.a.m 10% hlutfallsmörk yfir 2 mánaða viðmiðunartímabil ekki samfellda 6 daga af tilsvarandi styrk súrefnis eða lægra, heldur er um að ræða uppsafnaðan tíma sem þeim styrk er náð yfir viðmiðunartímabilið.



Mynd 8. Fjöldi daga samsvarandi til hlutfallsmarka yfir 1, 2, 3, 6 og 12 mánaða tímabil.

4. Niðurstöður

4.1. Sjávarstraumar

Samspil margbreytilegs sjávardýpis við eyjaklasann og þrengingar milli eyjanna (mynd 9) við sjávarfallastrauma og síbreytilegt öldufar leiðir til þess að straumsvið er flókið og breytilegt í nágrenni Vestmannaeyja. Á mynd 50 eru dregnar saman öldurósir í viðmiðunarpunktum sbr. mynd 6 fyrir viðmiðunartímabil greiningarinnar. Sunnan af Vestmannaeyjum eru suðvestanáttir algengastar auk þess sem þær hafa hæstu ölduhæðirnar. Vest-suðvestlægar áttir eru algengar í suðvesturpunkti (P, SV) en ekki eins algengar í hinum tveimur (P, S; P, SA) og virðist vestlæg alda sveigjast þar og leiða frekar til suðvestlægar stefnu. Suð-suðvestlægar öldustefnur eru ámóta algengar á öllum sunnanpunktunum. Aldan sveigist enn frekar um Heimaey og má sjá að utan Viðlagafjöru (punktur V,i) er suðaustlæg átt langalgengust, en aust-suðaustlæg átt er einnig algeng. Þar hefur ölduhæð einnig fallið mjög verulega frá því sem er sunnan Heimaeyjar. Þegar utar er farið frá Viðlagafjöru (punktur V, y) er ölduhæð töluvert hærri og öldustefna verður bæði suðaustlæg og norðvestlæg. Öldusveigja vestan við Heimaey ratar því hluta tímans norður fyrir eyna og berst til suðausturs í gegnum Faxasund. Má búast við markverðum áhrifum að þessu öldufari á straumsviðið.

Draga má fram tíðnigreiningu á straumsviðinu utan við Viðlagafjöru með ámóta hætti, eða með straumrósum í NA viðmiðunarpunktum (myndir 51 og 52), NV viðmiðunarpunktum (myndir 53 og 54)

og SA viðmiðunarpunktum (myndir 55 og 56). Sjá mynd 5 fyrir staðsetningu viðmiðunarpunktanna. Ólíkt við öldurósir, þar sem stefna miðar við þá átt sem aldan kemur úr, miða straumrósirnar við þá átt sem straumur fer í. Næst landi er veikur straumur almennt til aust-suðausturs, meðfram landi (mynd 51). Þegar utar dregur eykst straumhraði fljótt og straumstefna verður algeng til norðvesturs. Þegar utar en 400 m er farið í norðausturátt frá strönd fer suðlæg átt straums að verða algeng með auknum straumhraða. Verður straumsviðið mun einsleitara en nær strönd með ríkjandi áttir á aðfalli og útfalli (mynd 52).

Þegar farið er eftir NV sniði (myndir 53, 54) sést nokkur breytileiki en þó verður norðvestlæg stefna straums algengust. Eftir því sem utar dregur eftir sniðinu minnkar straumhraði og straumstefna verður norðlægari.

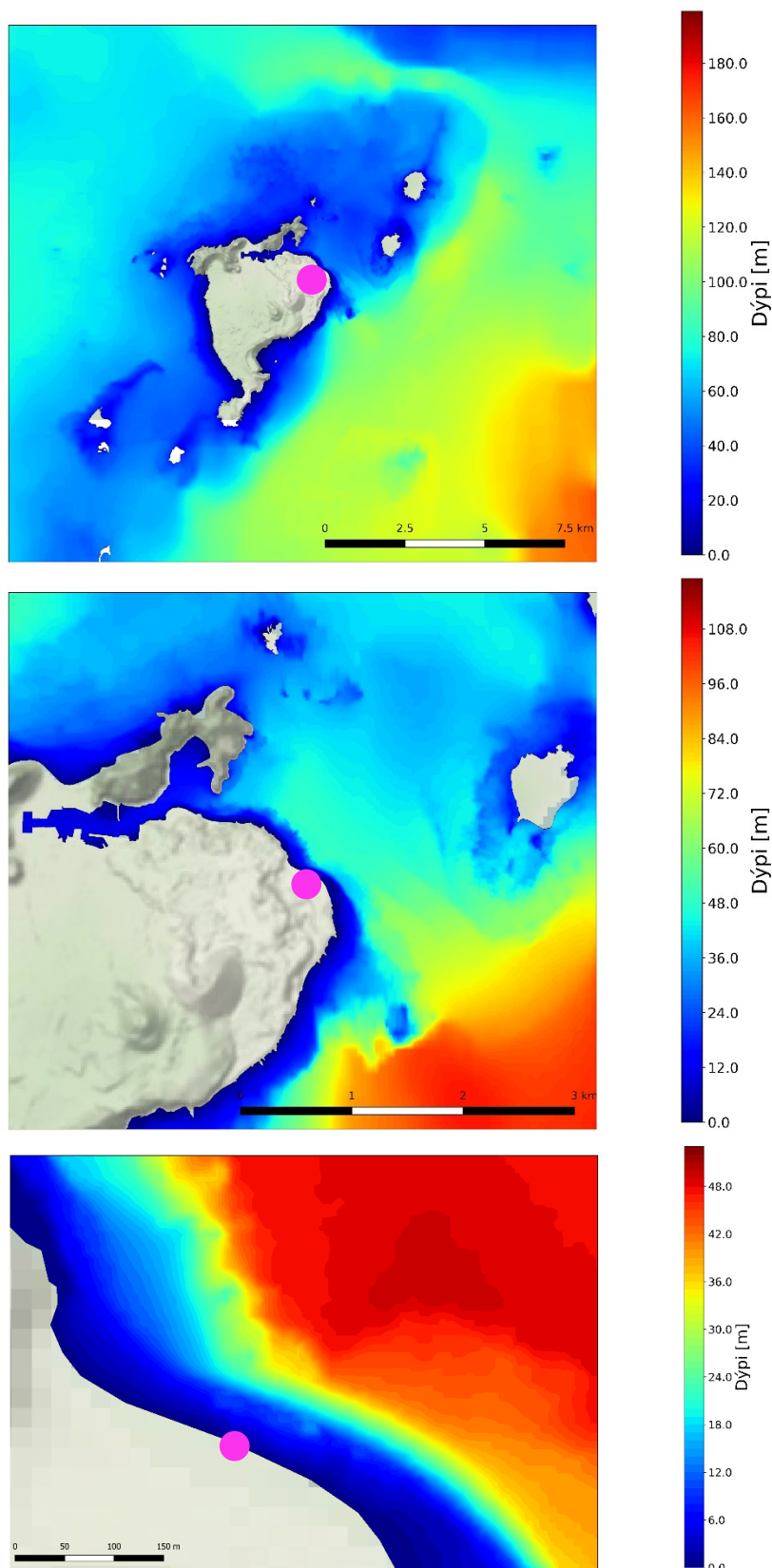
Þegar farið er eftir SA sniði (myndir 55 og 56) sést nokkur breytileiki, sérstaklega næst NA sniðinu með norðvestlægar áttir algengastar og eykst straumhraði eftir því sem austar dregur. Þegar enn utar er farið eftir sniðinu verður straumur einsleitari og fer að bera keim af ystu punktunum á NA sniði, en þó með lægri straumhraða.

Hér að neðan er tekið dæmi um aðfall og útfall á stórstreymi á tveimur aðliggjandi dögum þegar ríkjandi alda snýst frá því að vera úr vest-suðvestri í það að vera úr suð-suðvestri samhliða aukinni ölduhæð úr 0,75 m í 1,7 m.

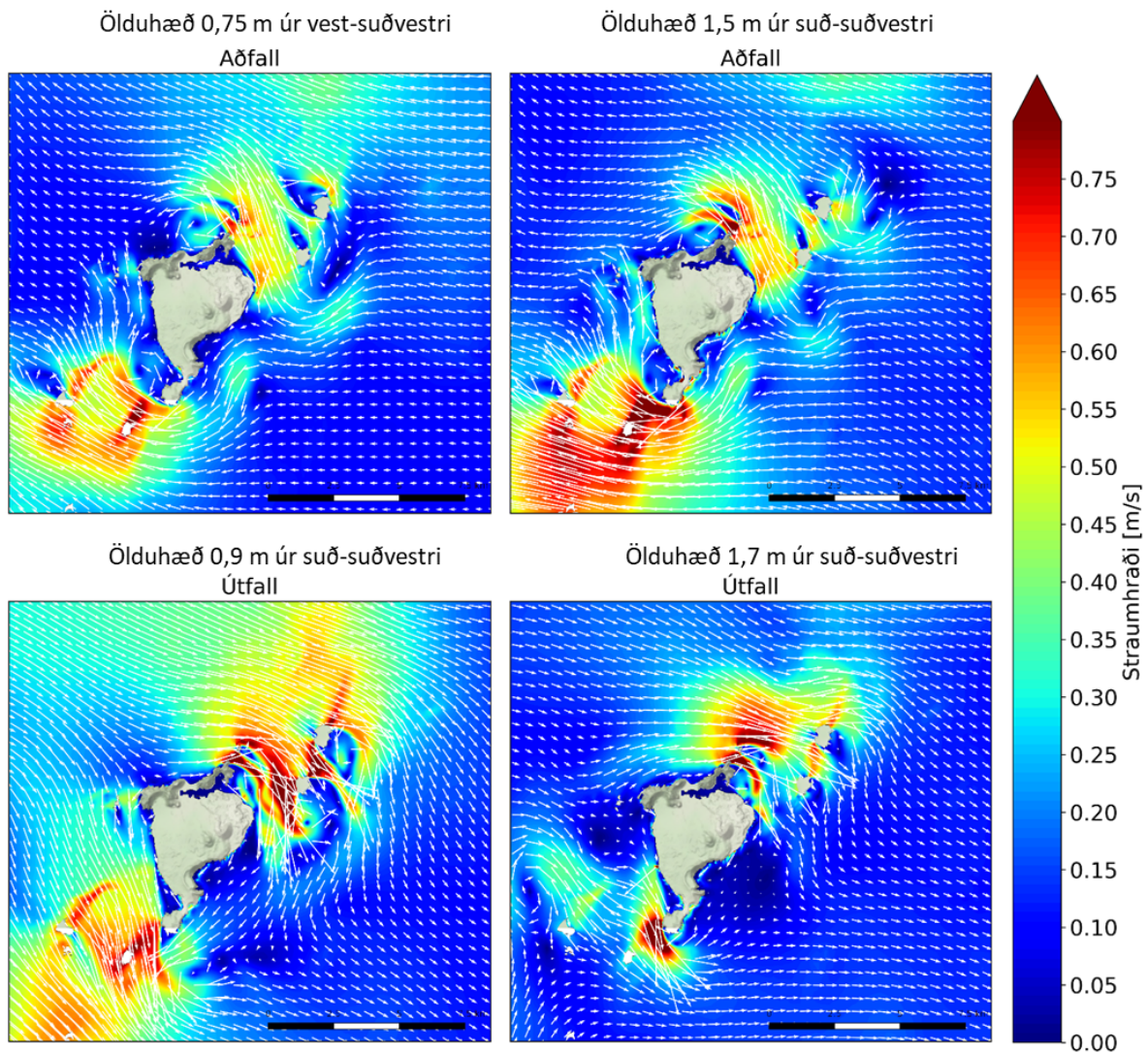
Straumhraði tekur verulegum breytingum á grynningum og er stórauðinn milli eyjanna (mynd 10). Á fyrra aðfallinu er ölduhæð 0,75 m úr vest-suðvestri og eru sterkir straumar á grynningunum og milli eyjanna. Samanborið við næsta aðfall hins vegar er straumhraði þó mun minni þar sem vestlæga aldan heldur að einhverju marki á móti aðfallsstraumnum. Á næsta útfalli hefur ölduhæð hækkað í 0,9 m og er orðin suðlægari. Sterkur straumur er norðaustan Heimaeyjar og mun hærri en á næsta útfall þegar ölduhæð hefur hækkað í 1,7 m en er áfram úr suð-suðvestri. Aukinn máttur öldunnar á seinna útfallinu virðist halda að einhverju marki halda á móti útfallsstraumnum. Áhrif breytilegrar ölduhæðar og öldustefnu geta þannig verið mjög verulega á straumsviðið í kringum Vestmannaeyjar.

Ef sérstaklega er horft til svæðisins norðaustan Heimaeyjar fyrir sömu tilfelli sést vel hvernig sterkir straumrastir liggja milli eyjanna og stórar iður myndast víða (mynd 11). Eins hve tiltölulega stutt er frá Viðlagafjöru í sterkan straum bæði á aðfalli og útfalli, en í næsta nágreppi Viðlagafjöru myndast stórar iður. Á aðfalli myndast stór rangsælis iða með ríkjandi straum til suðausturs nálægt strönd og straumhraða nærri 15 – 20 cm/s (mynd 12). Í ytri hluta hringiðunnar fjær landi er straumhraði mun hærri, allt að 55 – 60 cm/s, heldur meiri á seinna aðfallinu. Á útfalli myndast hins vegar stór réttsælis iða með ríkjandi straum til norðvesturs nálægt strönd. Á seinna útfallinu hefur iðan færst í heild sinni til norðvesturs og í stað þess að það sé ríkjandi norðvestan straumur við Viðlagafjöru líkt og á fyrra útfallinu, skiptist straumurinn þar og fer að hluta til til suðausturs (mynd 12). Straumhraði er mjög breytilegur á þessu iðusvæði og tekur einnig breytingum milli daga.

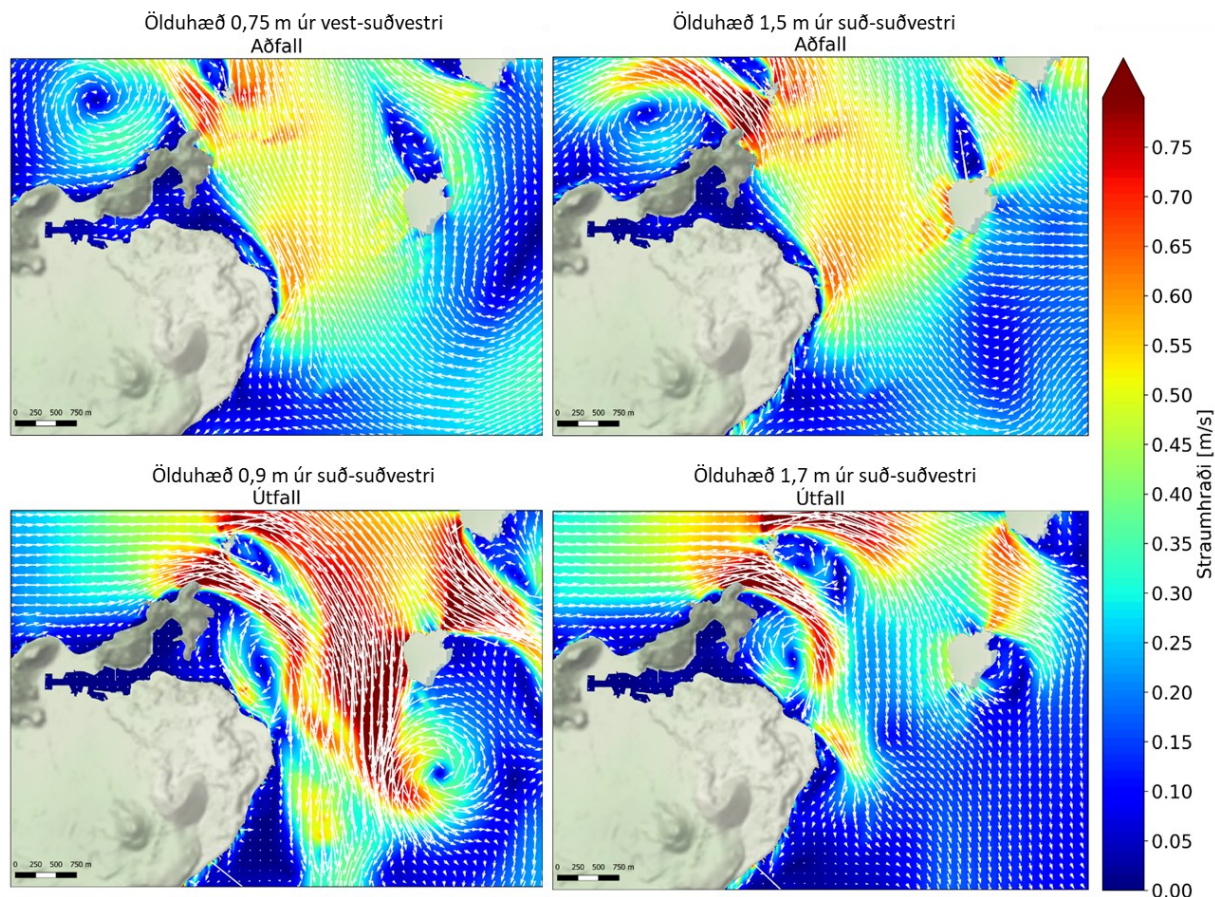
Þessi straumhegðun hefur ráðandi áhrif á færslu efna sem berast með frárennslinu í Viðlagafjöru. Og heilt yfir hefur þetta flókna og almennt sterka straumsvið úti fyrir Viðlagafjöru og við Vestmannaeyjar eðli málsins samkvæmt talsverð áhrif á dreifingu og þynningu efna í viðtakanum líkt og lýsingin hér á eftir ber með sér. Á framangreindum straumhraðamyndum er sýnt tilfellið þegar rennsli um útrás í Viðlagafjöru er 26 m³/s (valkostur 1).



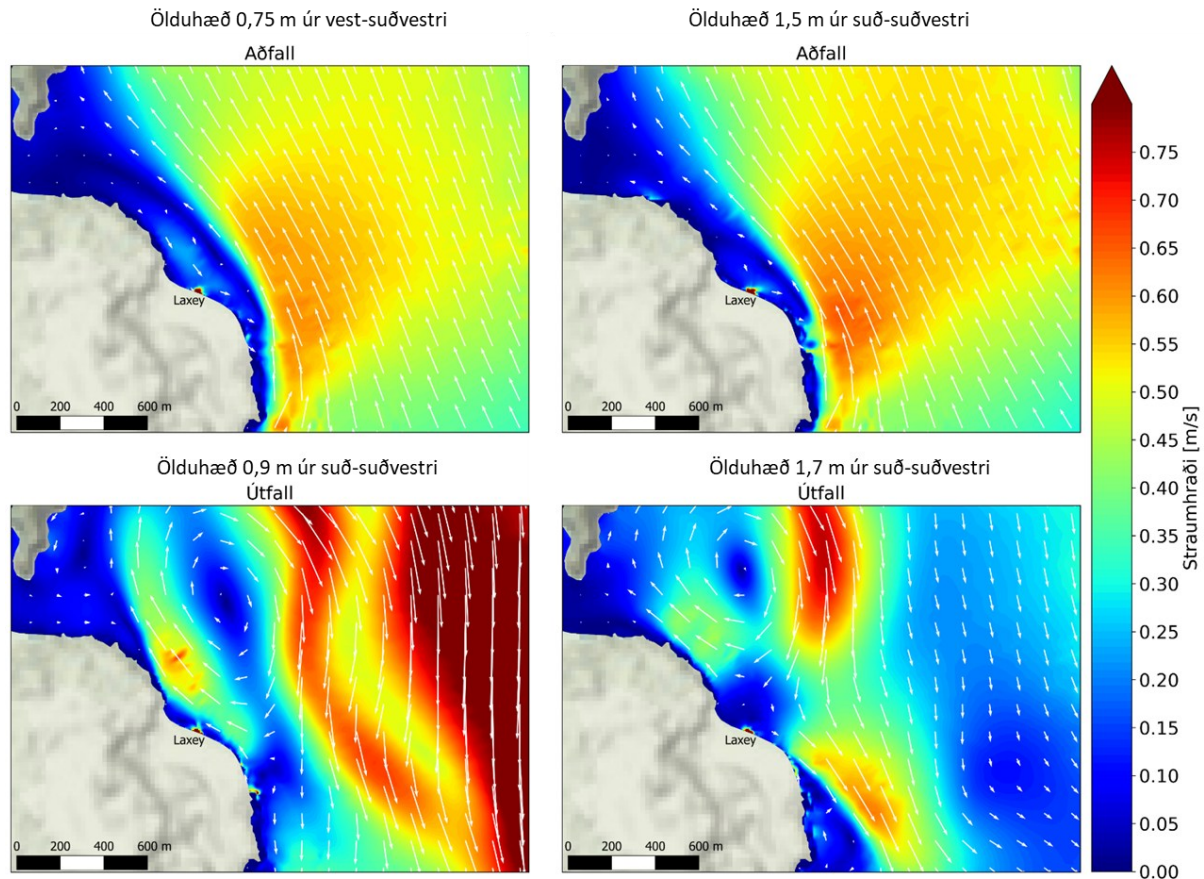
Mynd 9. Sjávardýpi við Vestmannaeyjar (efst), norðaustan Heimaeyjar (miðja) og í næsta nágrenni Viðlagafjöru (neðst), en útrás þar er merkt með bleikum hring.



Mynd 10. Sjávarstraumar í nágrenni Vestmannaeyja á aðfalli (efri) og útfalli (neðri) á stórstraumi á tveimur aðliggjandi dögum (vinstri og hægri) við vaxandi ölduhæð samfara breyttri öldustefnu úr vest-suðvestri í að vera úr suð-suðvestri.



Mynd 11. Sjávarstraumar norðaustan Heimaeyjar á aðfalli (á aðfalli (efri) og útfalli (neðri) á stórstraumi á tveimur aðliggjandi dögum (vinstri og hægri) við vaxandi ölduhæð samfara breyttri öldustefnu úr vest-suðvestri í að vera úr suð-suðvestri.



Mynd 12. Sjávarstraumar í nágrenni losunarstaðar í Viðlagafjöru á aðfalli (efri) og útfalli (neðri) á stórstraumi á tveimur aðliggjandi dögum (vinstri og hægri) við vaxandi ölduhæð samfara breyttri öldustefnu úr vest-suðvestri í að vera úr suð-suðvestri fyrir valkost 1 ($26 \text{ m}^3/\text{s}$).

4.2. Grunnástand við Vestmannaeyjar

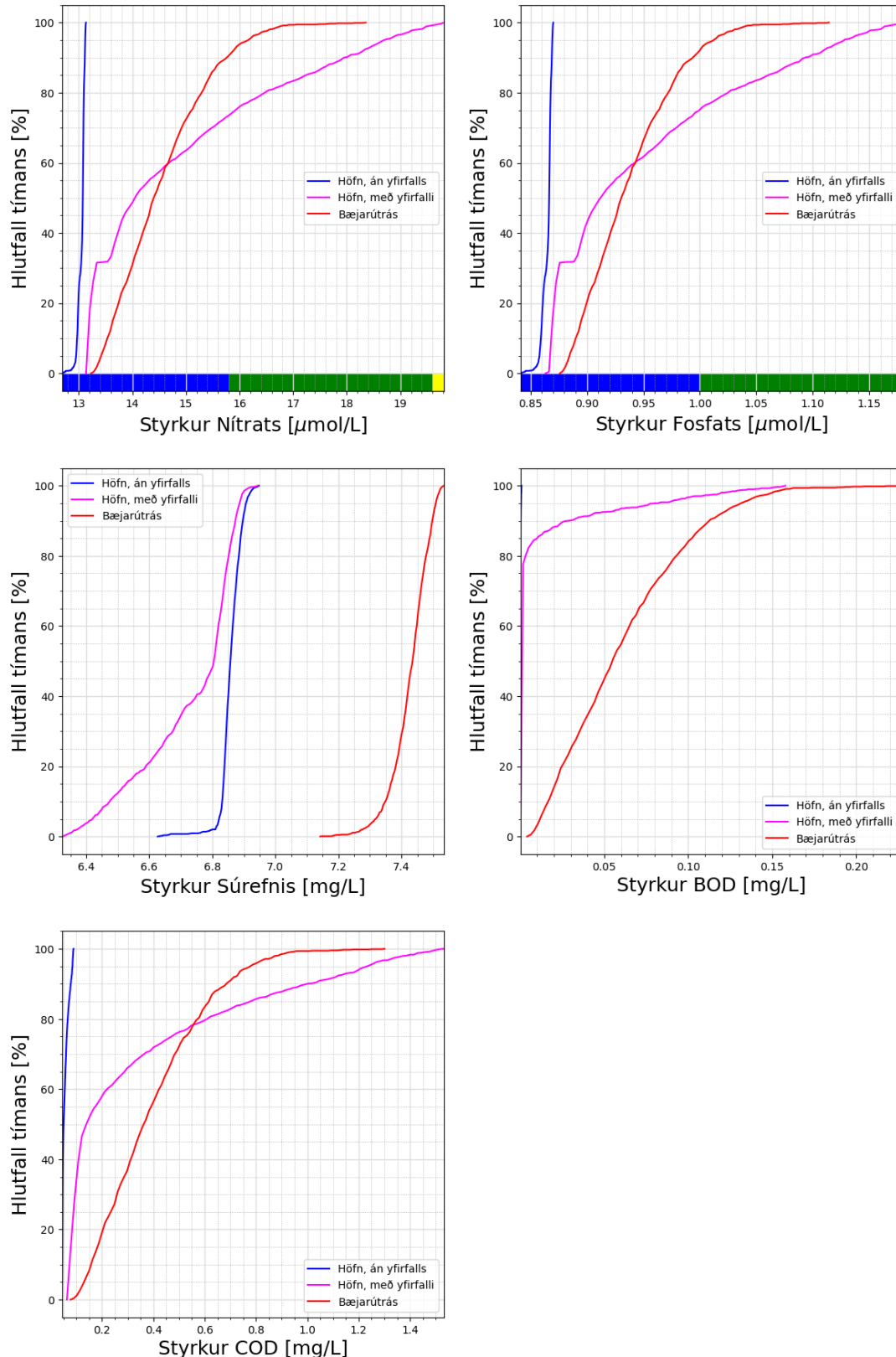
Grunnástand er reiknað í líkani þar sem tekið er tillit til frárennslis í bæjarútrás norðan Eiðis og rennslis um yfirfall fráveitukerfisins í Vestmannaeyjahöfn hluta tímans. Gert er ráð fyrir að allt frárennslis berist út um fráveituútrás að jafnaði, fyrir utan að samfellt yfir tímabil svarandi til 2% tímans þá fari 50% frárennslisins um yfirfall í höfn, sbr. umfjöllun í kafla 3.3.

Á mynd 13 má sjá hlutfallsmörk í viðmiðunarpunkti í útjaðri Vestmannaeyjahafnar ásamt viðmiðunarpunkti við útjaðar þynningarsvæðis bæjarútrásarinnar (sjá mynd 5). Til að sjá áhrif losunarinnar um yfirfall í höfninni á grunnástandið er gerður samanburður við viðmiðunartímabil þegar ekki rennur á yfirfalli. Án rennslis á yfirfalli í höfn er styrkur næringarefna nítrats og fosfats það sama og bakgrunnsgildi. 50% hlutfallsstyrkur súrefnis er $6,86 \text{ mgO}_2/\text{L}$, sem samsvarar um 80% metnun við sumaraðstæður, og er ávallt yfir $6,6 \text{ mgO}_2/\text{L}$, sem samsvarar 77% metnun við sumaraðstæður. Til viðmiðunar er miðað við að jafnaði 90% metnun á þessum tíma þegar fjær dregur frá Vestmannaeyjum. Styrkur BOD og COD er lágur í báðum viðmiðunarpunktum.

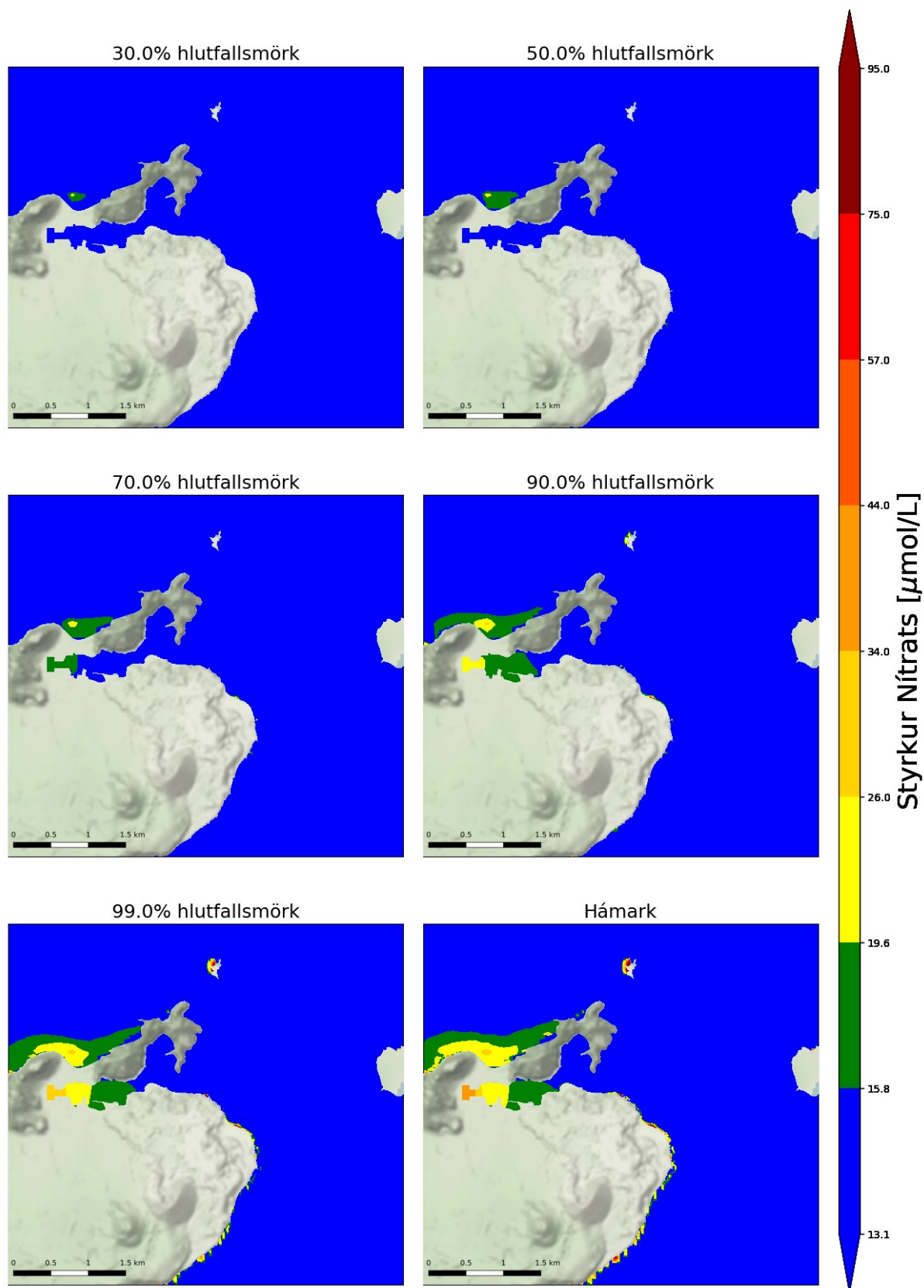
Hlutfallsmörk fyrir nítrat, fosfat og uppleyst súrefni við grunnástand við Vestmannaeyjar má sjá á myndum 14, 15 og 16. Myndirnar gefa til kynna áhrif af losun í viðtakann úr fráveitukerfi bæjarins við grunnástand.

Sett í samhengi við viðmiðunarpunkt í útjaðri hafnarinnar, þá er grunnástand skilgreint með virku yfirfalli 2% tímans og er þá 50% hlutfallsstyrkur nítrats um 14,0 $\mu\text{mol/L}$, 50% hlutfallsstyrkur fosfats um 0,91 $\mu\text{mol/L}$, og hvoru tveggja nær nánast alltaf viðmiði um Gott ástand (mynd 13). 50% hlutfallsstyrkur súrefnis er 6,8 mgO_2/L , sem samsvarar um 79% mettun við sumaraðstæður, og er ávallt yfir 6,3 mgO_2/L , sem samsvarar um 74% mettun við sumaraðstæður. Styrkur BOD og COD eykst merkjanlega innan hafnar með virku yfirfalli, en styrkgildin eru þó tiltölulega lág (mynd 13).

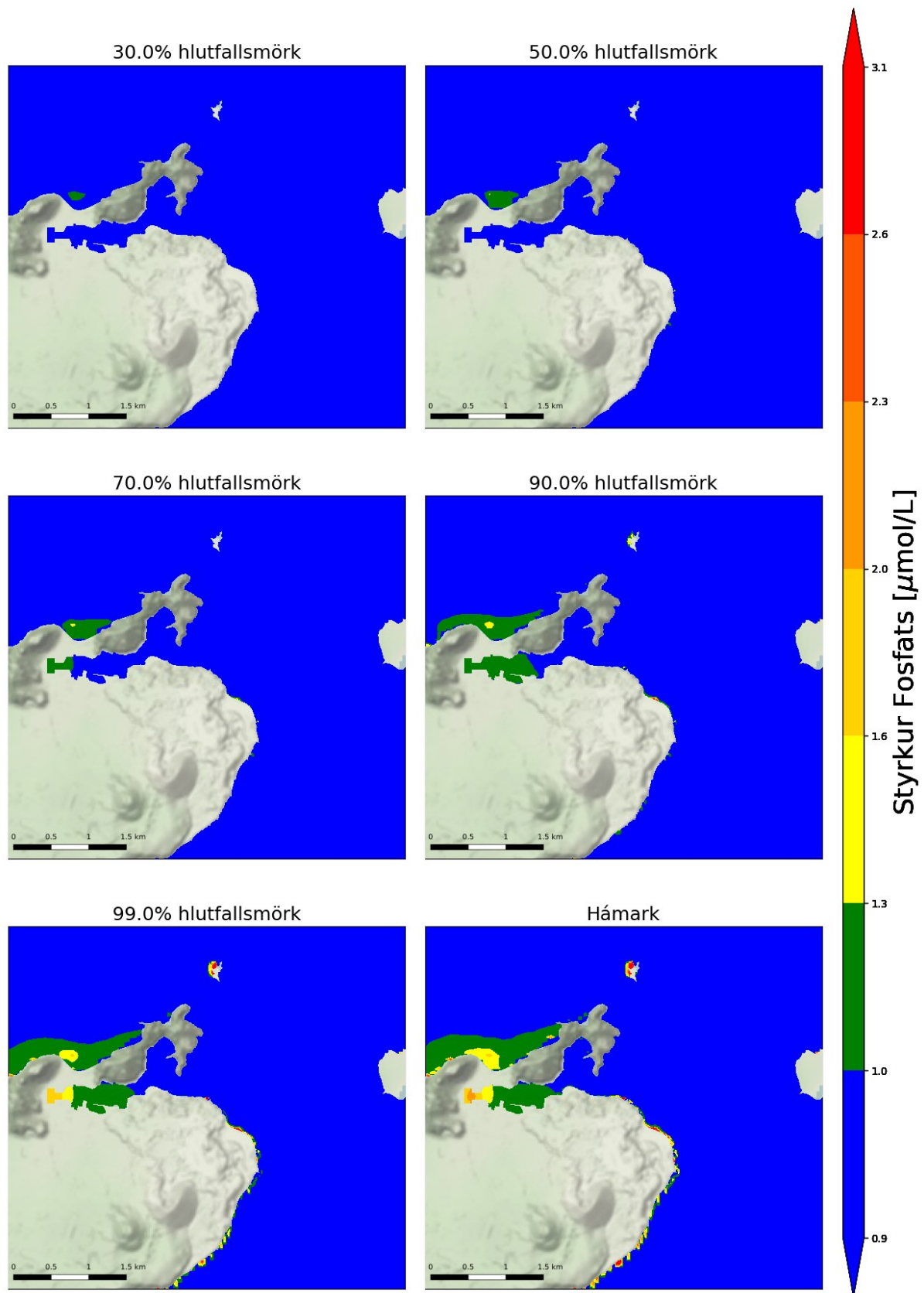
Fyrir viðmiðunarpunkt utan fráveituútrásar er 50% hlutfallsstyrkur nítrats um 14,4 $\mu\text{mol/L}$, 50% hlutfallsstyrkur fosfats um 0,93 $\mu\text{mol/L}$, og hvoru tveggja nær alltaf viðmiði um Gott ástand (mynd 13). 50% hlutfallsstyrkur súrefnis er rúmlega 7,4 mgO_2/L , sem samsvarar um 87% mettun við sumaraðstæður, og er ávallt yfir 7,1 mgO_2/L , sem samsvarar um 83% mettun við sumaraðstæður. Styrkgildi BOD og COD eru tiltölulega lág (mynd 13).



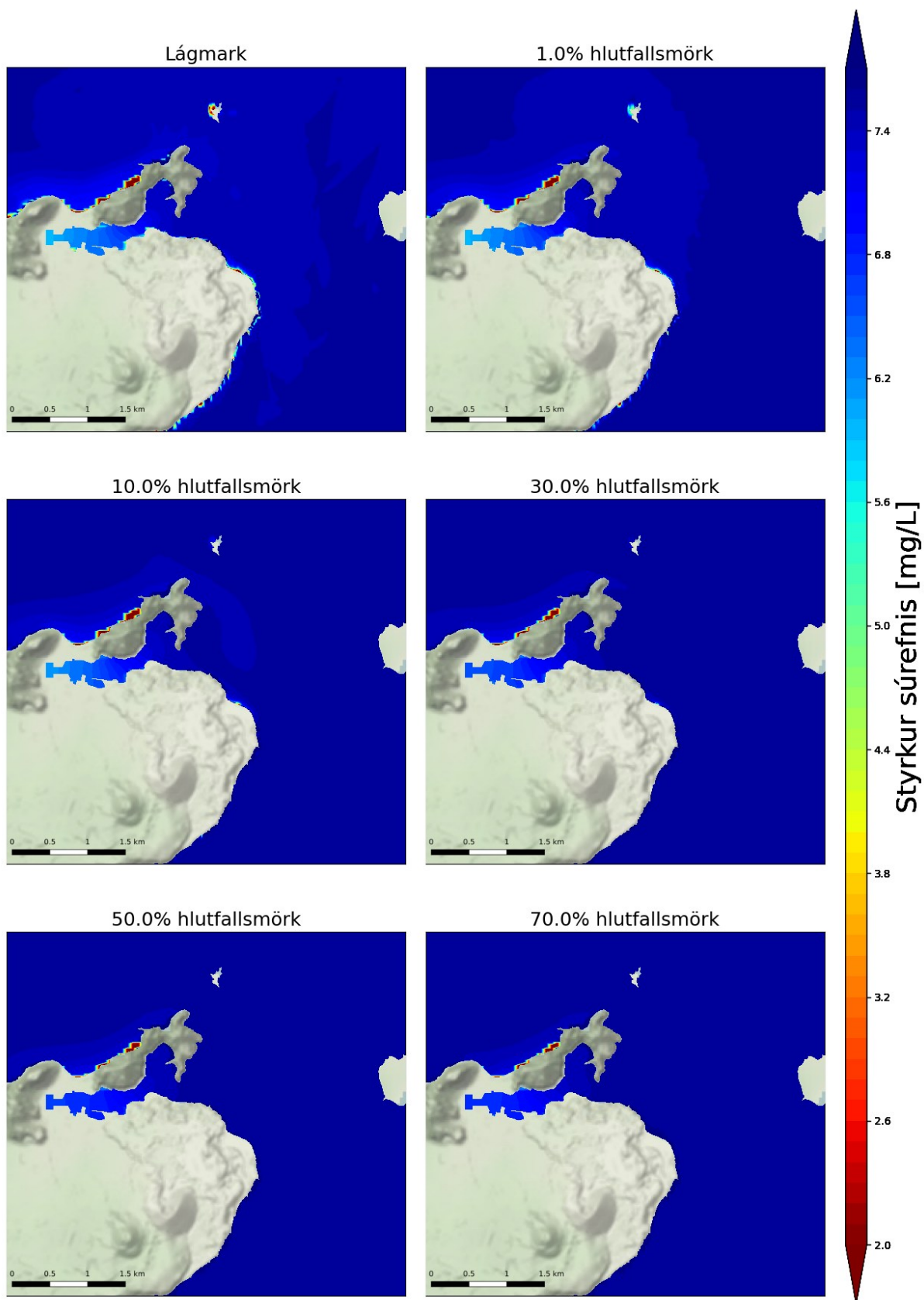
Mynd 13: Hlutfallsmörk í viðmiðunarpunkti í útjaðri hafnar og viðmiðunarpunkti við útjaðar þýnningarsvæðis bæjarútrásar (sjá mynd 5) fyrir grunnástand þegar yfirfall í höfninni er virkt 2% tímans. Fyrir viðmiðunarpunkt í höfn er til samanburðar sýnt tilfelli fyrir viðmiðunartímabil þegar ekki rennur á yfirfalli.



Mynd 14: Hlutfallsmörk styrks nitrats fyrir grunnástand, með virkt yfirfall í höfn 2% tímans.



Mynd 15: Hlutfallsmörk styrks fosfats fyrir grunnástand, með virkt yfirfall í höfn 2% tímans.



Mynd 16: Hlutfallsmörk styrks uppleysts súrefnis fyrir grunnástand, með virkt yfirfall í höfn 2% tímans.

4.3. Núllkostur

4.3.1. Næringarefni (níturat og fosfat)

Hámarksgildi styrks nitrats ná viðmiði um Gott ástand um 300 m út frá strönd, en viðmiðið næst innan 200 m við 99% hlutfallsmörk.

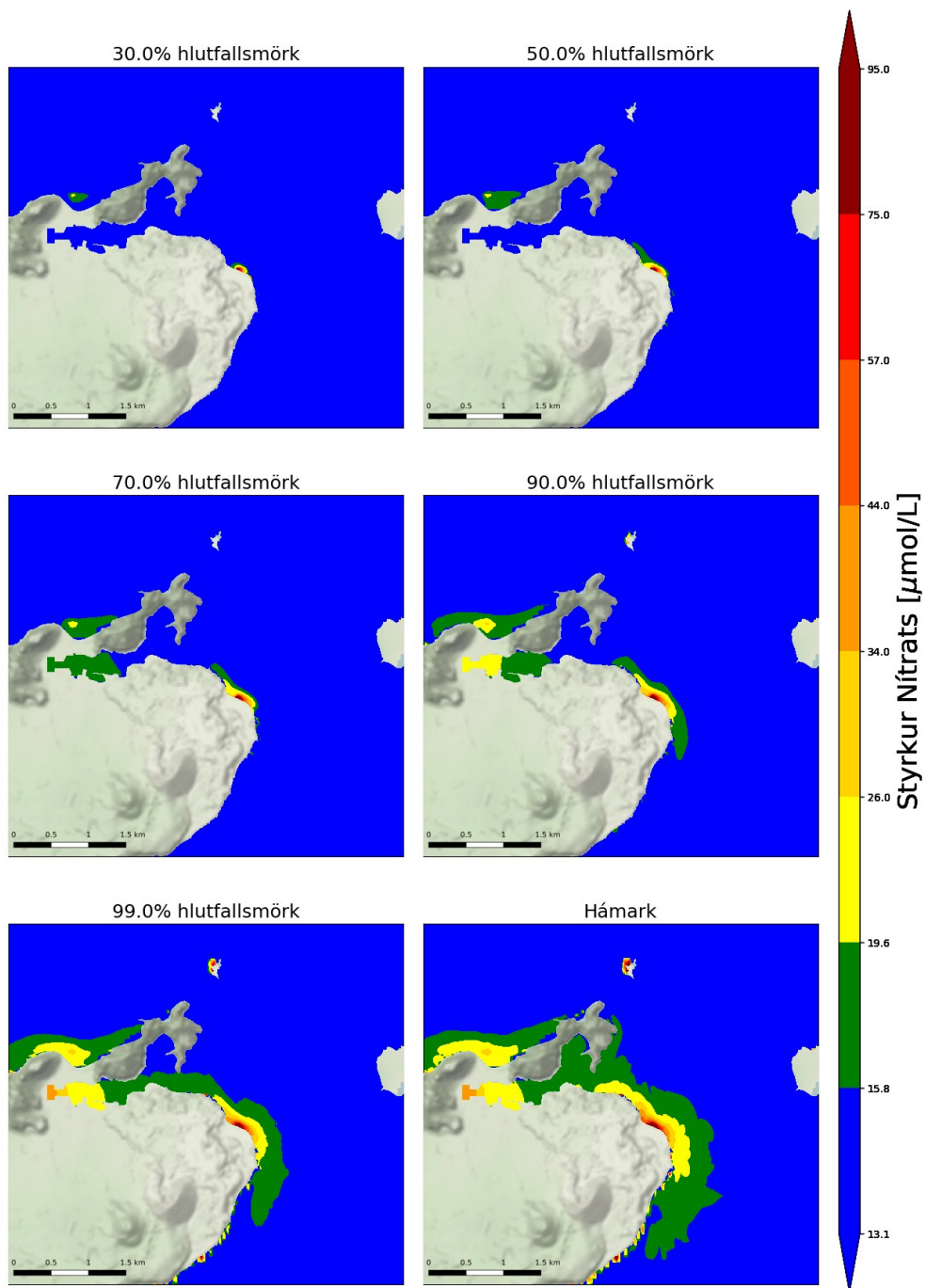
Meðfram strönd næst viðmið um Gott ástand við 50% hlutfallsmörk innan 200 m í báðar áttir meðfram strönd, en fyrir hámarksgildi næst viðmiðið um 800 m sunnan með strönd og 1 km norðan með strönd.

Samlegðaráhrifa gætir við höfn, en utan hafnarsvæðis að Klettsnefi ríkir þó alltaf Gott ástand. Við 93% hlutfallsmörk næst Gott ástand í viðmiðunarpunkti á ytri jaðri hafnar (þ.e. 7% tímans næst ekki viðmiðið), sem annars nær ávallt þessu viðmiði fyrir grunnástand.

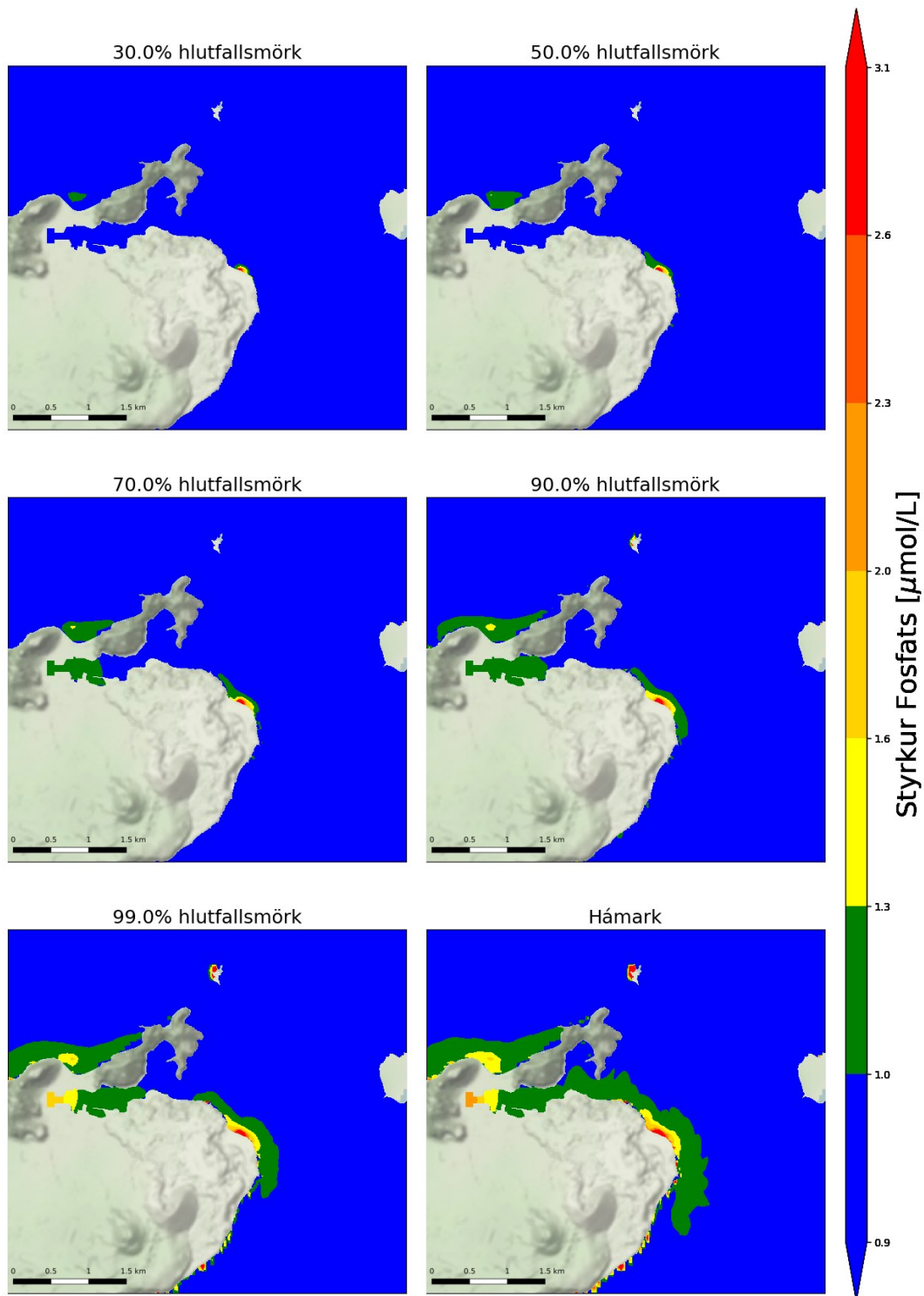
Hámarksgildi styrks fosfats nær viðmiði um Gott ástand innan 200 m út frá strönd.

Meðfram strönd næst viðmið um Gott ástand við um 70% hlutfallsmörk innan 200 m í hvora átt meðfram strönd, en fyrir hámarksgildi næst viðmiðið í um 400 m fjarlægð í hvora átt meðfram strönd.

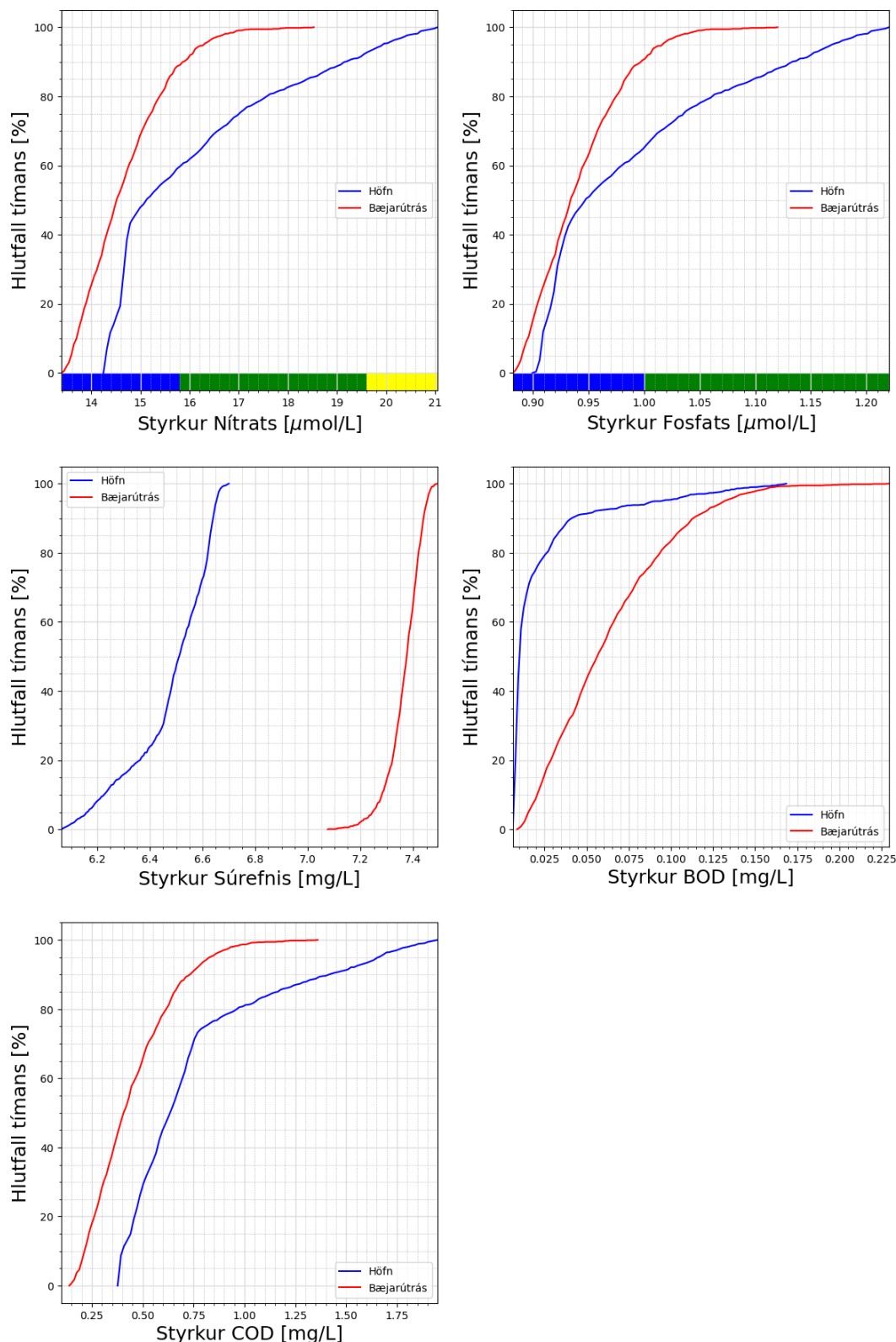
Samlegðaráhrif í viðmiðunarpunkti í útjaðri hafnar (mynd 19) samanborið við grunnástand (mynd 13) eru lítilleg en viðmið um Gott ástand næst þó 95% tímans. Mjög lítilla samlegðaráhrifa gætir utan við bæjarútrásina norðan Eiðis.



Mynd 17: Hlutfallsmörk styrks nítrats fyrir núllkost.



Mynd 18: Hlutfallsmörk styrks fosfats fyrir núllkost.



Mynd 19: Hlutfallsmörk í viðmiðunarpunkti í útjaðri hafnar og viðmiðunarpunkti við bæjarútrás (sjá mynd 5) fyrir núllkost.

4.3.2. Uppleyst súrefni, BOD og COD

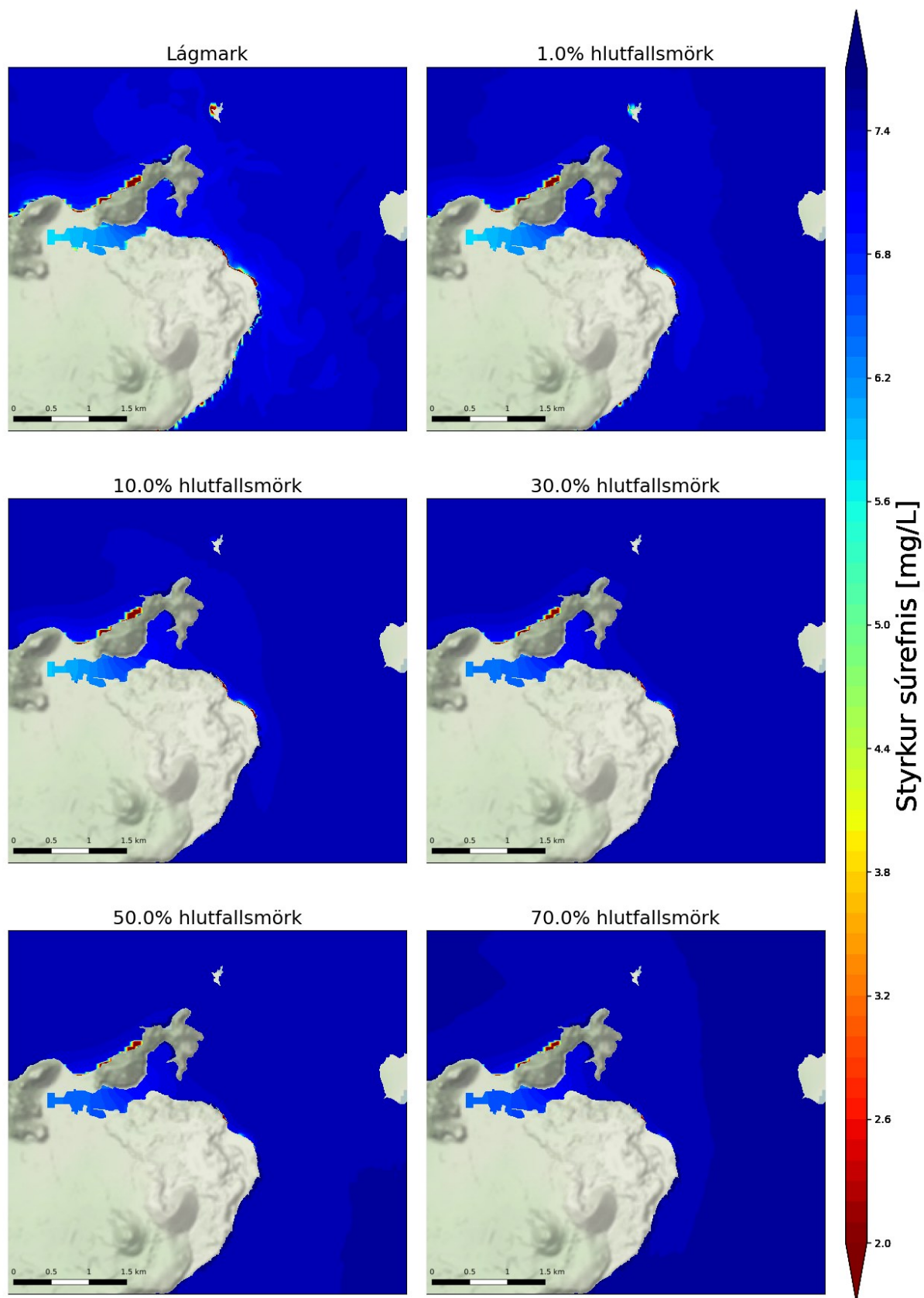
Hlutfallsmörk styrks uppleysts súrefnis fyrir núllkost má sjá á mynd 20. Styrkur er ávallt yfir viðmiði 6 mg O₂/L utar en 200 m frá útrás.

Samlegðaráhrifa gætir í viðmiðunarpunkti í útjaðri Vestmannaeyjahafnar (mynd 19), en þar reiknast súrefnisstyrkur hæst 6,7 mg O₂/L fyrir núllkost, samanborið við 6,95 mg O₂/L við grunnástand (mynd 13). 50% hlutfallsstyrkur súrefnis í höfn er um 6,5 mg O₂/L samanborið við 6,8 mg O₂/L við grunnástand. Styrkur 1% hlutfallsmarka innan hafnar fellur úr um 6,3 mg O₂/L við grunnástand í um 6,1 mg O₂/L fyrir núllkost.

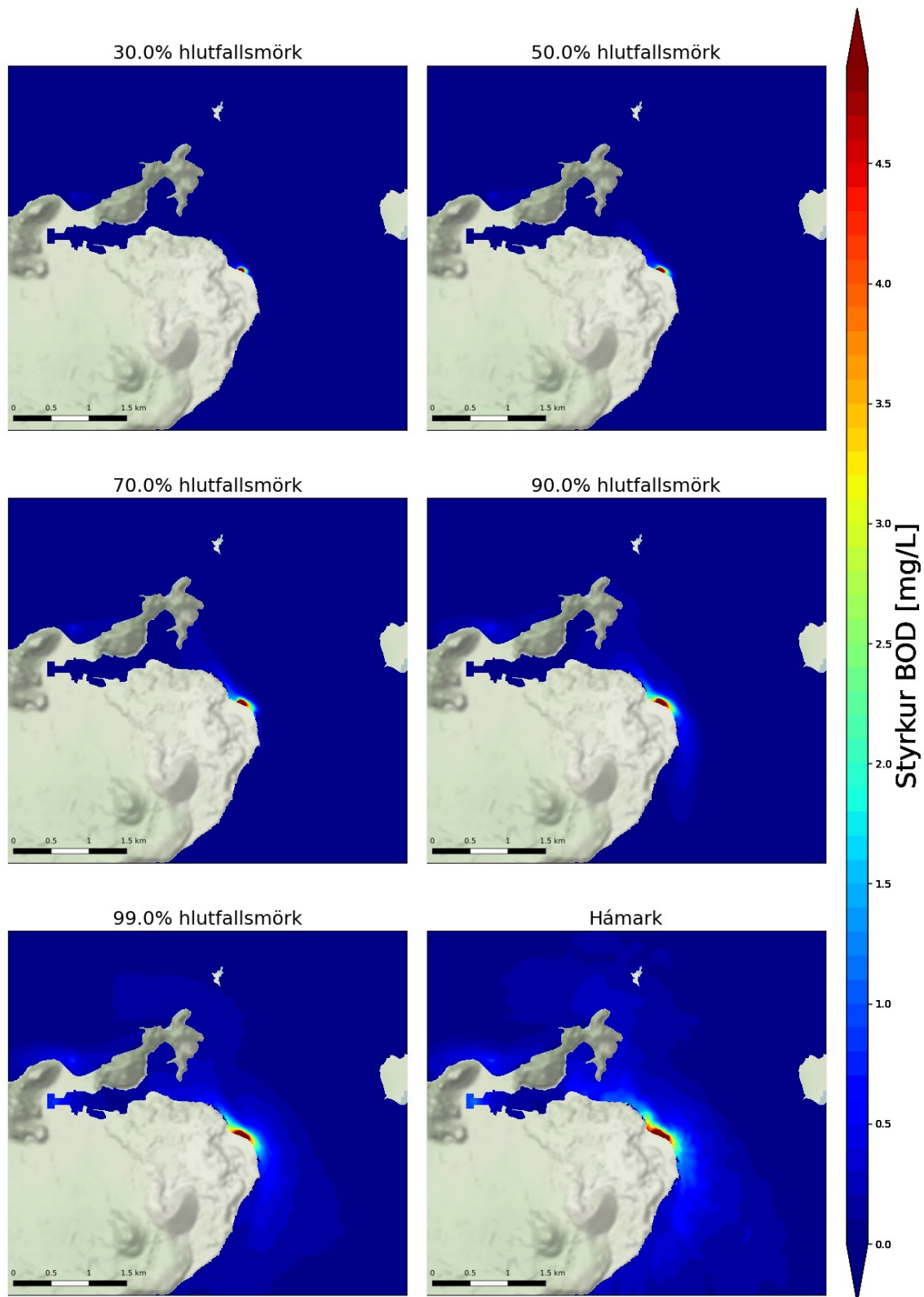
Lítillegra samlegðaráhrifa gætir einnig utan við bæjarútrásina norðan Eiðis. Lægstu gildi eru nánast óbreytt og hæstu gildi mjög svipuð samanborið við grunnástand en dreifing hlutfallsmarka breytist. Þannig er t.a.m. 7,4 mg O₂/L gildi sem næst við 30% hlutfallsmörk fyrir grunnástand, næst við 60% hlutfallsmörk fyrir núllkost. Súrefnisstyrkur er þó eftir sem áður vel yfir viðmiðum um 6 mg O₂/L (Mynd 19).

Hlutfallsmörk styrks BOD má sjá á mynd 21. Styrkur er ávalt undir 5 mg/L utar en 200 m frá útrás út frá strönd, sem og í báðar áttir meðfram strönd. Samlegðaráhrifa gætir í viðmiðunarpunkti í útjaðri Vestmannaeyjahafnar, sem kemur sér í lagi fram í styrk á uppleystu súrefni, sbr. að ofan, en má einnig merkja í lítillaga aukinni styrkukningu í BOD (mynd 19). Þótt lítillegra samlegðaráhrifa gætir utan við fráveituútrás bæjarins norðan Eiðis í súrefnisstyrk, eru þau óveruleg fyrir BOD (mynd 19).

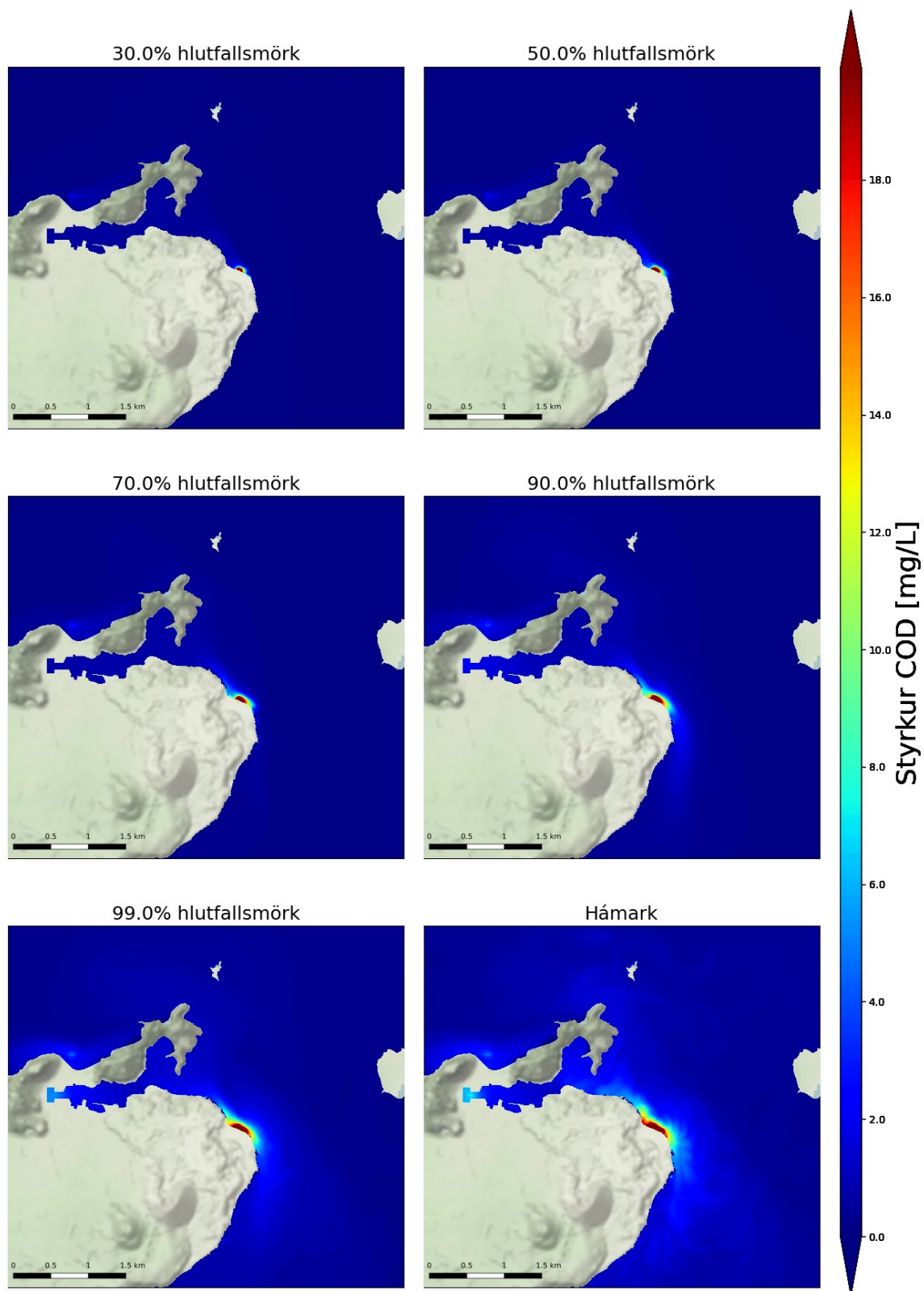
Hlutfallsmörk styrks COD má sjá á mynd 22. Styrkur er ávalt undir 20 mg/L utar en 200 m frá útrás út frá strönd, sem og meðfram strönd í báðar áttir. Samlegðaráhrifa gætir í viðmiðunarpunkti í útjaðri Vestmannaeyjahafnar, sem kemur sér í lagi fram í styrk á uppleystu súrefni, sbr. að ofan en má einnig merkja í styrkukningu í COD fyrir öll hlutfallsmörk (mynd 19). Er hlutfallsleg aukning mun meiri en fyrir BOD. Fyrir hæstu mörk er munurinn um 50% (myndir 13 og 19). Samlegðar gætir einnig utan við fráveituútrás bæjarins norðan Eiðis, nema áhrifin eru mun minni (mynd 19).



Mynd 20: Hlutfallsmörk styrks uppleysts súrefnis fyrir núllkost.



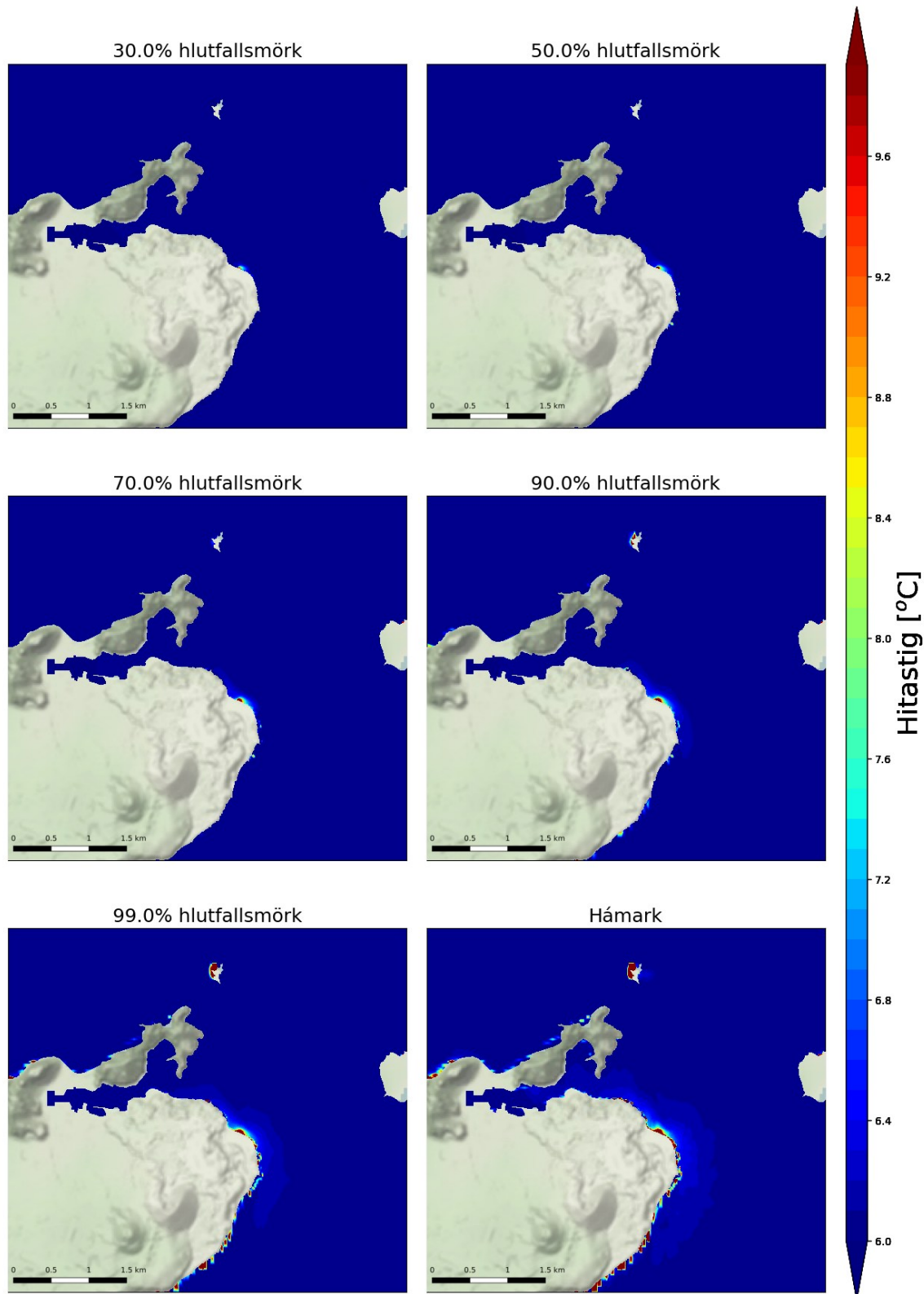
Mynd 21: Hlutfallsmörk styrks BOD fyrir núllkost.



Mynd 22: Hlutfallsmörk styrks COD fyrir núllkost.

4.3.3. Hitastig

Hitastigsaukning er staðbundin nálægt útrás, og er innan við 2°C utar en 200 m frá útrás bæði út frá strönd og meðfram strönd. Engrar samlegðar gætir fyrir hitastig.



Mynd 23: Hlutfallsmörk hitastigs fyrir núllkost.

4.4. Valkostur 2

4.4.1. Næringarefni (níttrat og fosfat)

Hámarksgildi styrks nitrats ná viðmiði um Gott ástand í um 500 m fjarlægð út frá strönd, en viðmiðið næst innan 200 m við um 80% hlutfallsmörk.

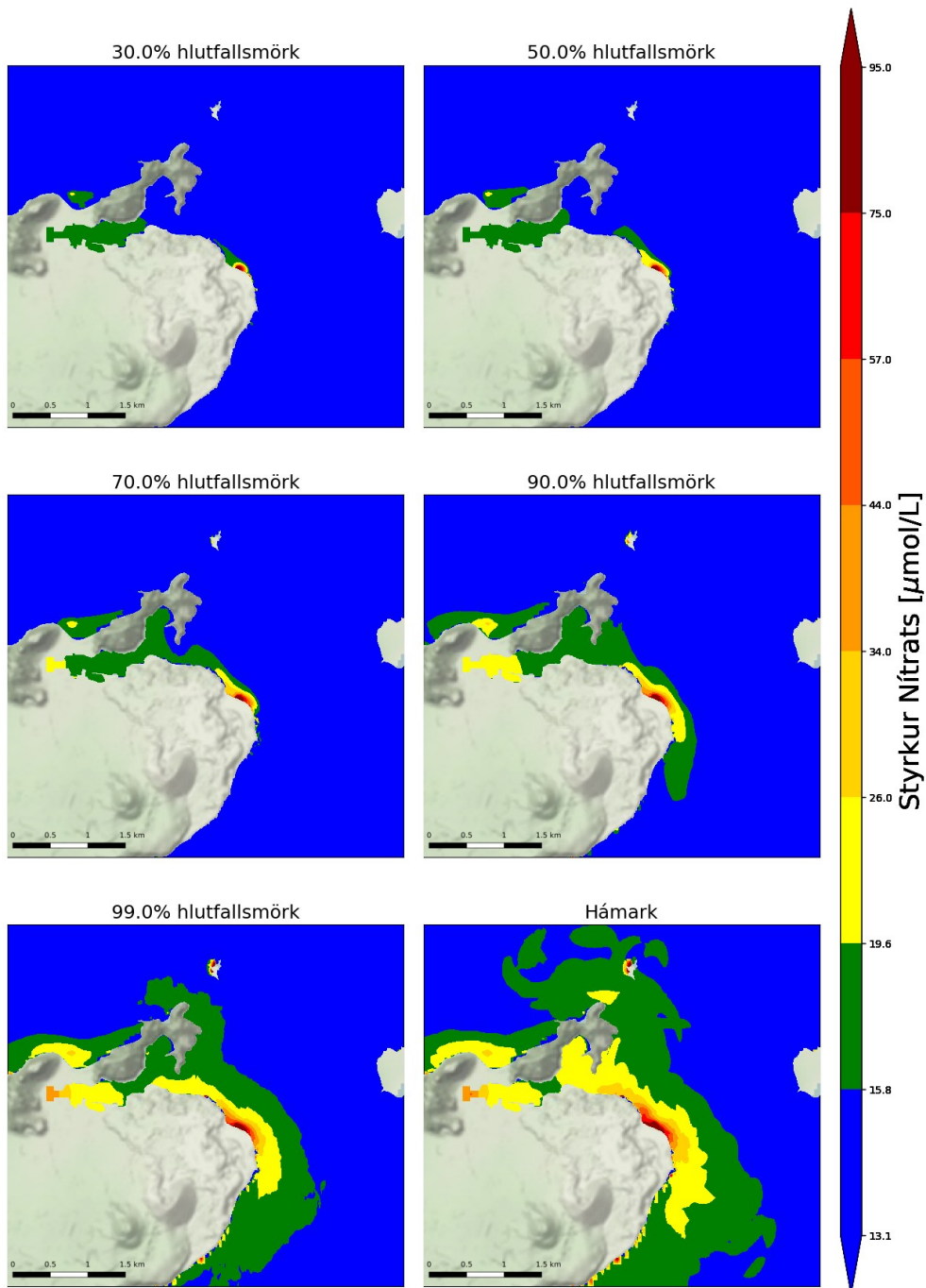
Meðfram strönd næst viðmið um gott ástand við 50% hlutfallsmörk innan 400 m í báðar áttir, en fyrir hámarksgildi næst viðmiðið innan 1,3 km, í útjaðri Faxasunds, og um 1,75 km suður með strönd.

Samlegðaráhrifa gætir við höfn, en við 80% hlutfallsmörk næst Gott ástand í viðmiðunarpunkti innan hafnar, þar sem annars ríkir ávallt Gott ástand.

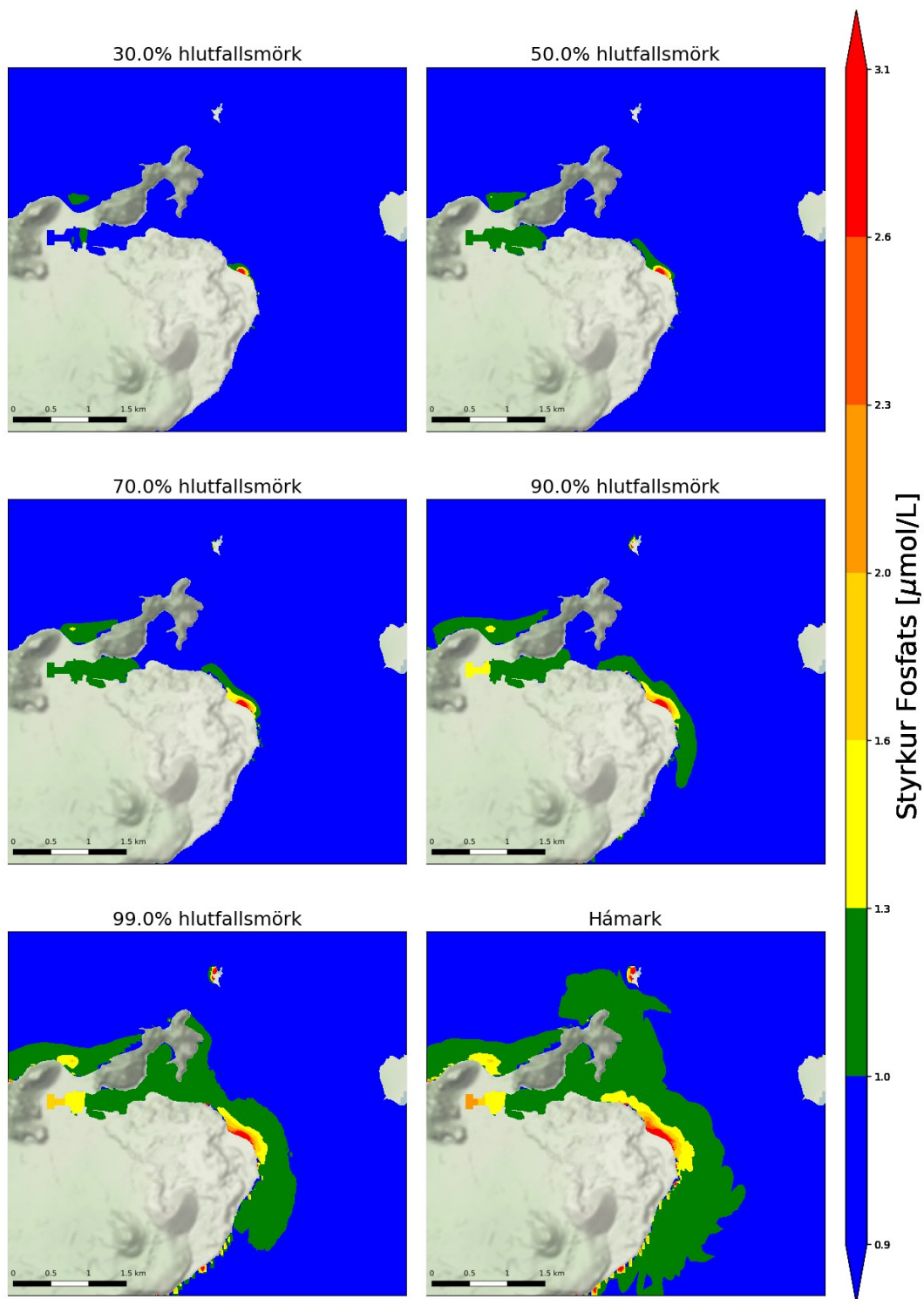
Hámarksgildi styrks fosfats nær viðmiði um Gott ástand innan 300 m út frá strönd.

Meðfram strönd næst viðmið um Gott ástand við 50% hlutfallsmörk innan 200 m í hvora átt meðfram strönd, en fyrir hámarksgildi næst viðmiðið í um 700 m fjarlægð suður með strönd og 900 m norður með strönd.

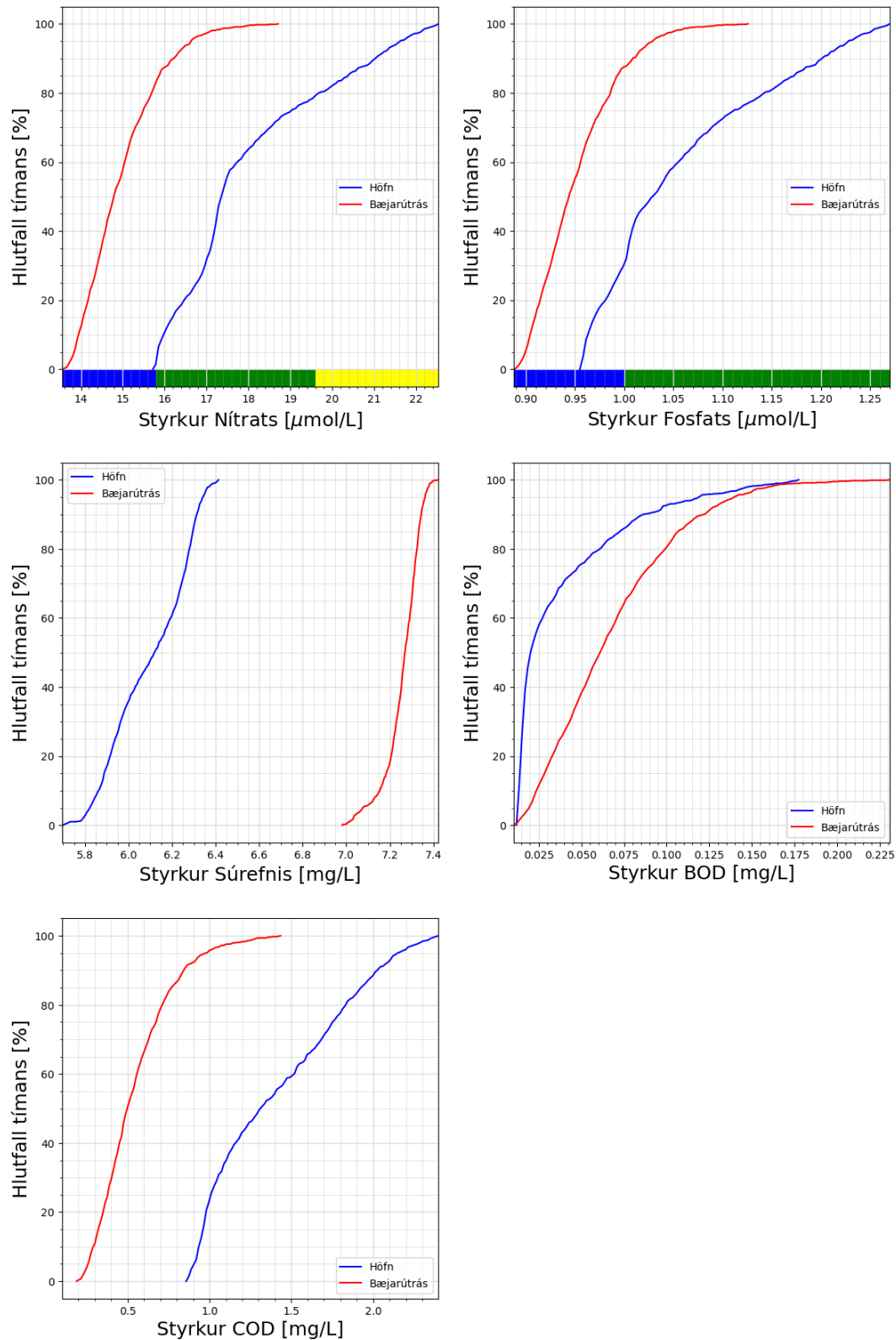
Samlegðaráhrif í viðmiðunarpunkti í útjaðri hafnar (mynd 26) samanborið við grunnástand (mynd 13) eru merkjanleg en viðmið um Gott ástand næst þó 80% tímans. Mjög lítilla samlegðaráhrifa gætir utan við bæjarútrásina norðan Eiðis fyrir bæði níttrat og fosfat.



Mynd 24: Hlutfallsmörk styrks nitrats fyrir valkost 2.



Mynd 25: Hlutfallsmörk styrks fosfats fyrir valkost 2.



Mynd 26: Hlutfallsmörk í viðmiðunarpunkti í útjaðri hafnar og viðmiðunarpunkti við bæjarútrás (sjá mynd 5) fyrir valkost 2.

4.4.2. Uppleyst súrefni, BOD og COD

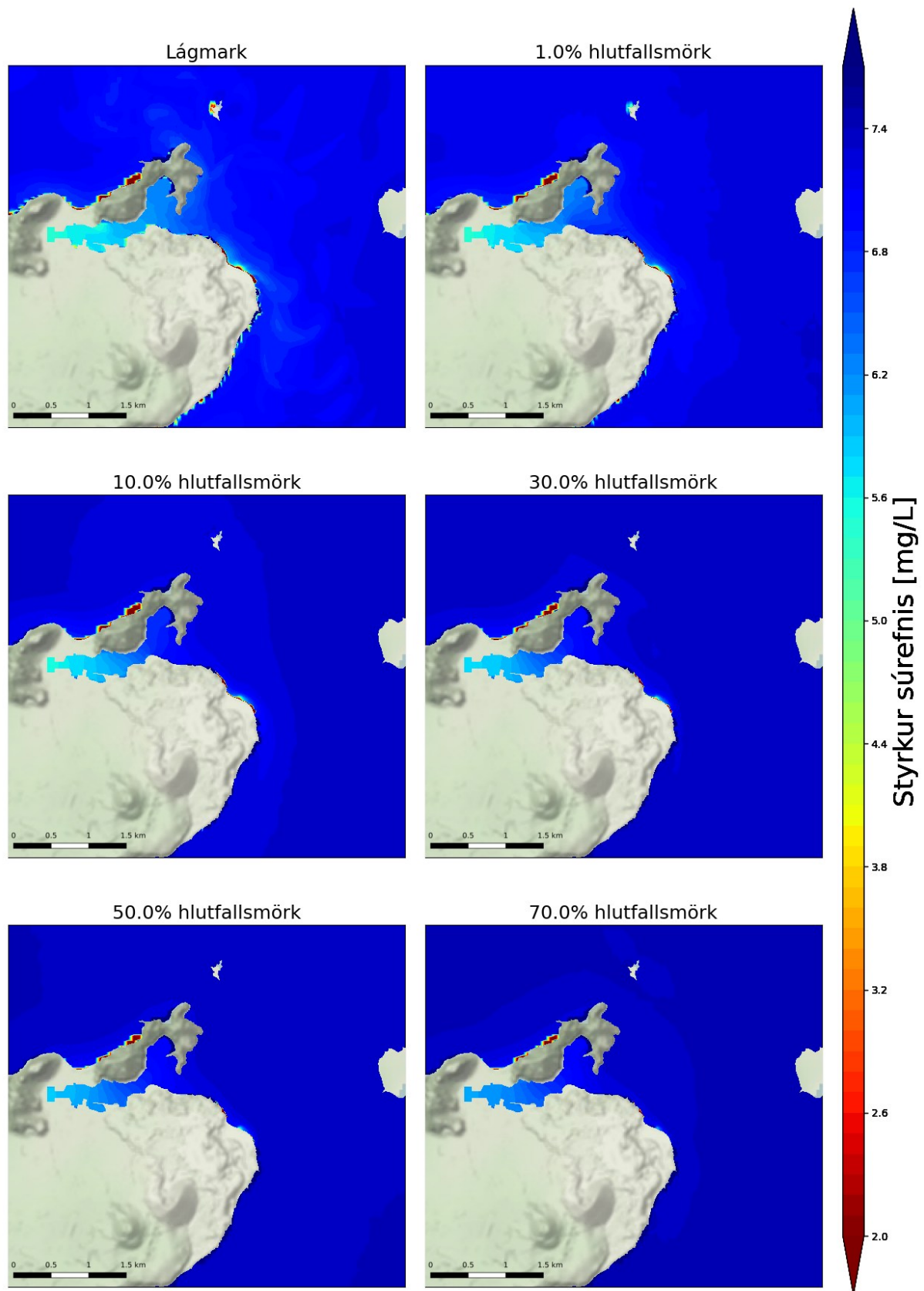
Hlutfallsmörk styrks uppleysts súrefnis fyrir valkost 2 má sjá á mynd 27. Súrefnisstyrkur nær ávallt viðmiði 6 mg O₂/L innan 200 m frá útrás.

Samlegðaráhrifa gætir í viðmiðunarpunkti í útjaðri Vestmannaeyjahafnar (mynd 26), en þar reiknast súrefnisstyrkur hæst 6,4 mg O₂/L fyrir valkost 2, samanborið við 6,95 mg O₂/L við grunnástand (mynd 13). 50% hlutfallsstyrkur súrefnis í höfn er um 6,1 mg O₂/L samanborið við 6,8 mg O₂/L við grunnástand. Styrkur 1% hlutfallsmarka innan hafnar fellur úr um 6,3 mg O₂/L við grunnástand í um 5,7 mg O₂/L fyrir valkost 2.

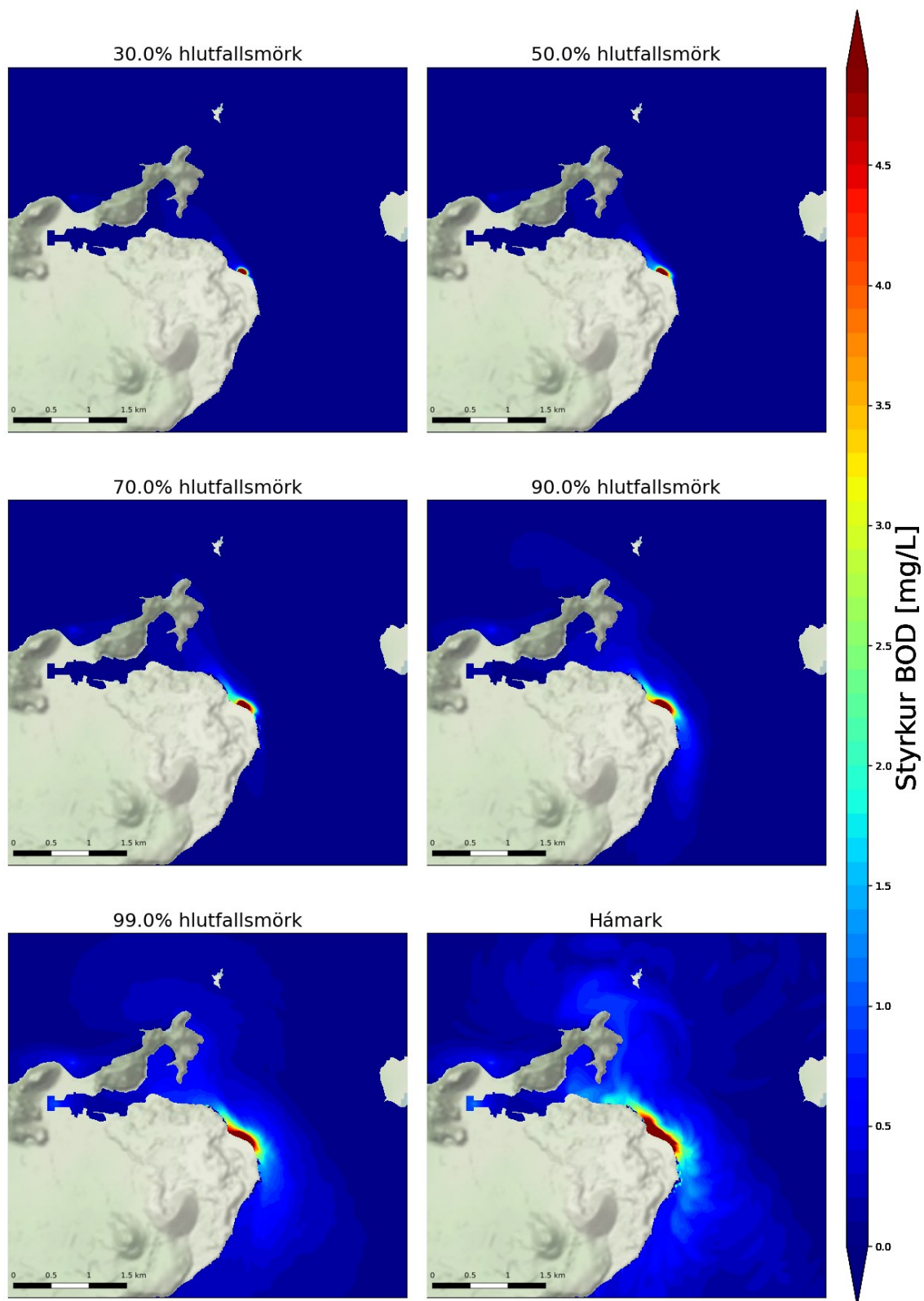
Samlegðaráhrifa gætir einnig utan við bæjarútrásina norðan Eiðis, en lægstu gildi falla úr 7,15 mg O₂/L við grunnástand í um 7 mg O₂/L fyrir valkost 2, og hæstu gildi falla úr 7,55 mg O₂/L við grunnástand í 7,45 mg O₂/L fyrir valkost 2 sem er gildi sem næst við 30% hlutfallsmörk fyrir grunnástand. Súrefnisstyrkur er þó eftir sem áður vel yfir viðmiðum um 6 mg O₂/L.

Hlutfallsmörk styrks BOD má sjá á mynd 28. Styrkur er ávallt undir 5 mg/L utar en 200 m frá útrás út frá strönd. Meðfram strönd næst þetta viðmið innan 200 m í hvora átt við 50% hlutfallsmörk, en fyrir hámarksgildi innan 300 m í hvora átt. Samlegðaráhrifa gætir í viðmiðunarpunkti í útjaðri Vestmannaeyjahafnar, sem kemur sér í lagi fram í styrk á uppleystu súrefni, sbr. að ofan, en má einnig merkja í styrk aukningu í BOD fyrir öll hlutfallsmörk (mynd 26). Sama er að segja um samlegð utan við fráveituútrás bæjarins norðan Eiðis, nema áhrifin eru mun minni og heilt yfir lítil (mynd 26).

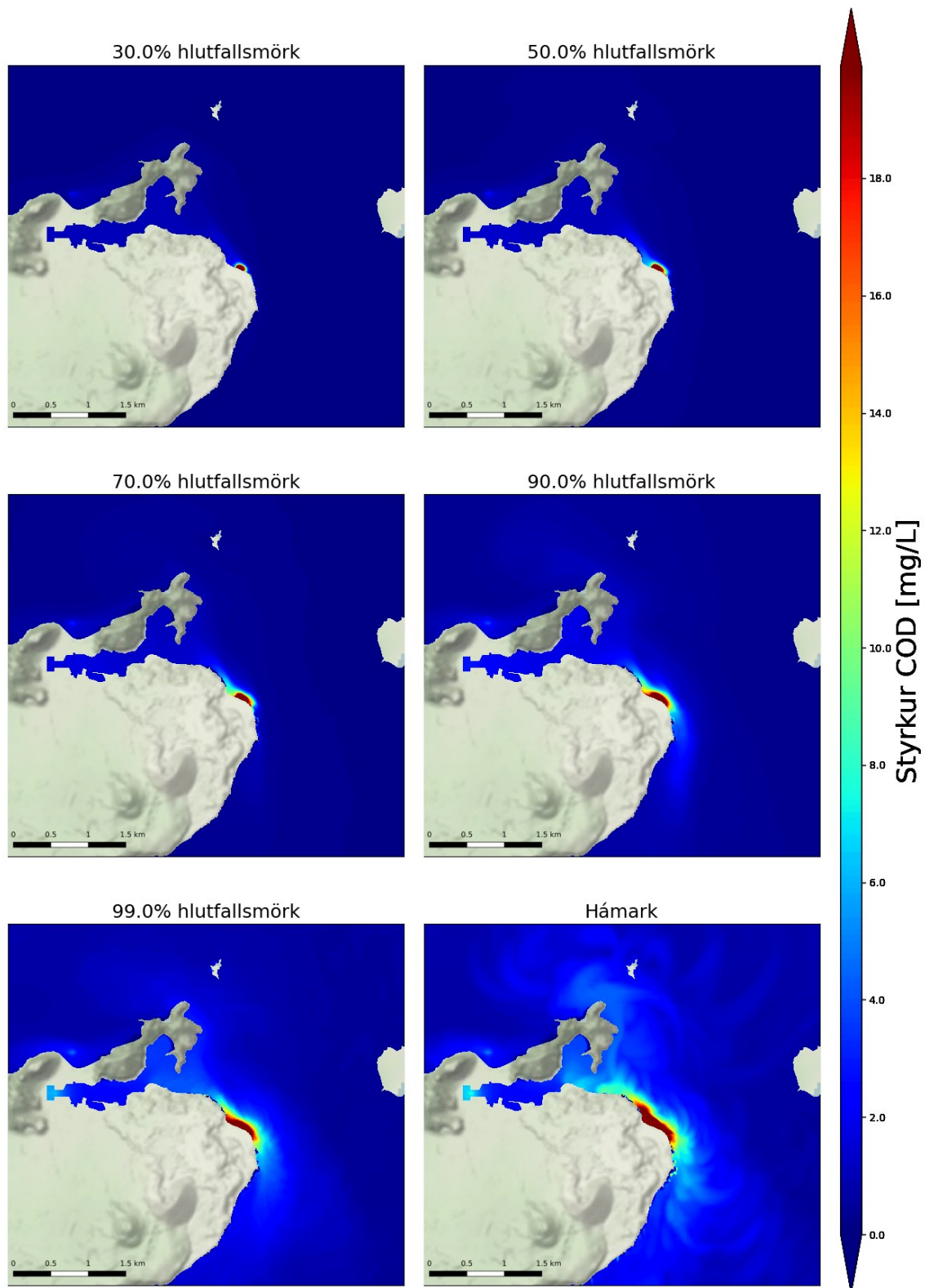
Hlutfallsmörk styrks COD má sjá á mynd 29. Styrkur fellur ávallt undir 20 mg/L innan við 200 m frá útrás út frá strönd. Meðfram strönd næst þetta viðmið í undir 200 m í hvora átt við 50% hlutfallsmörk, en fyrir hámarksgildi í um 300 m í hvora átt. Samlegðaráhrifa gætir í viðmiðunarpunkti í útjaðri Vestmannaeyjahafnar, sem kemur sér í lagi fram í styrk á uppleystu súrefni, sbr. að ofan en má einnig merkja í styrk aukningu í COD fyrir öll hlutfallsmörk (mynd 26). Er hlutfallsleg aukning mun meiri en fyrir BOD og er um stærðargráðu aukning fyrir lægstu hlutfallsmörk en mun minni fyrir efri hlutfallsmörk. Fyrir hæstu mörk er munurinn um 70% (myndir 13 og 26). Samlegðar gætir einnig utan við fráveituútrás bæjarins norðan Eiðis, nema áhrifin eru mun minni (mynd 26).



Mynd 27: Hlutfallsmörk styrks uppleysts súrefnis fyrir valkost 2.



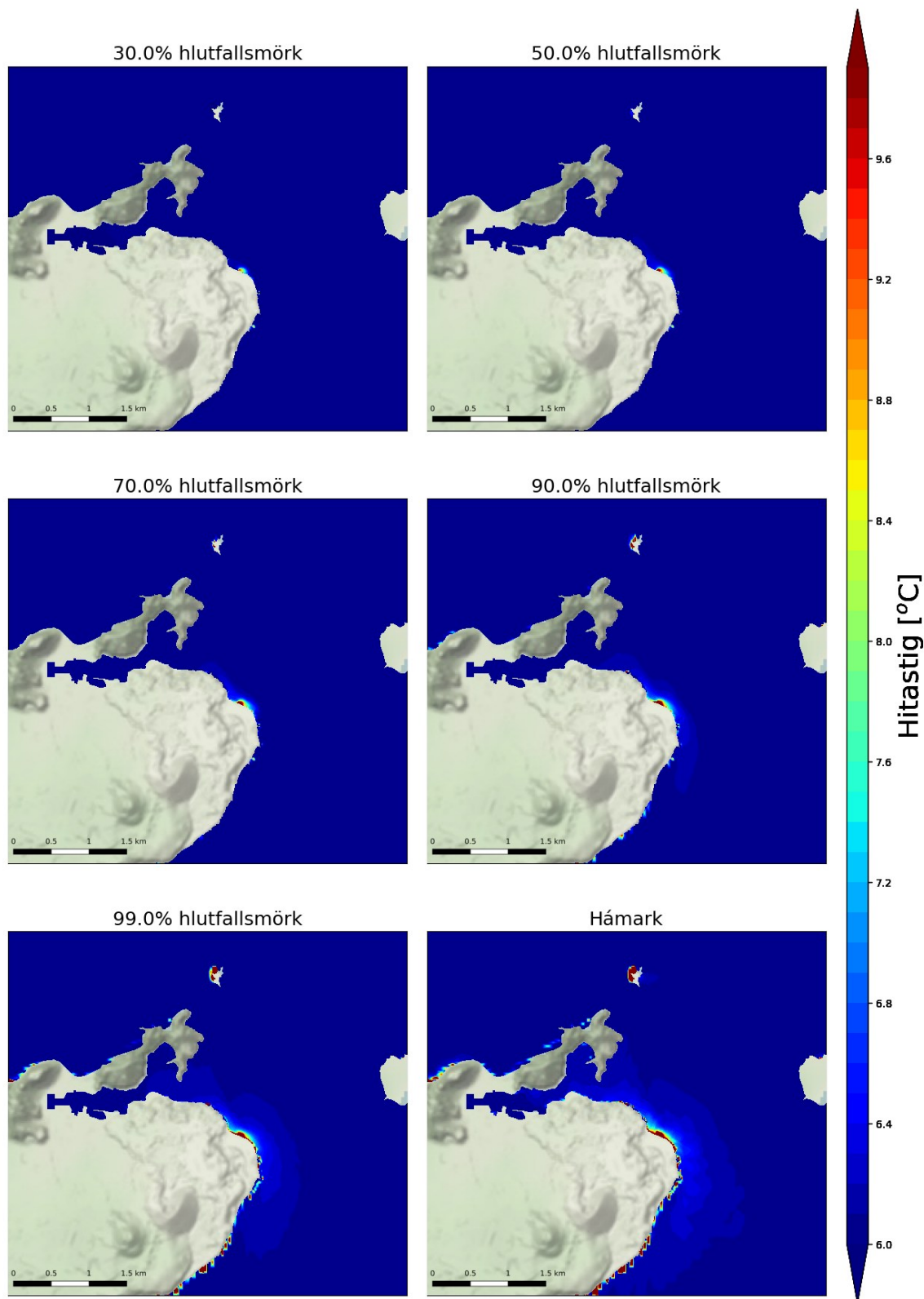
Mynd 28: Hlutfallsmörk styrks BOD fyrir valkost 2.



Mynd 29: Hlutfallsmörk styrks COD fyrir valkost 2.

4.4.3. Hitastig

Hitastigsaukning er staðbundin nálægt útrás, og er innan við 2°C utar en 200 m frá útrás bæði út frá strönd og meðfram strönd. Engrar samlegðar gætir fyrir hitastig.



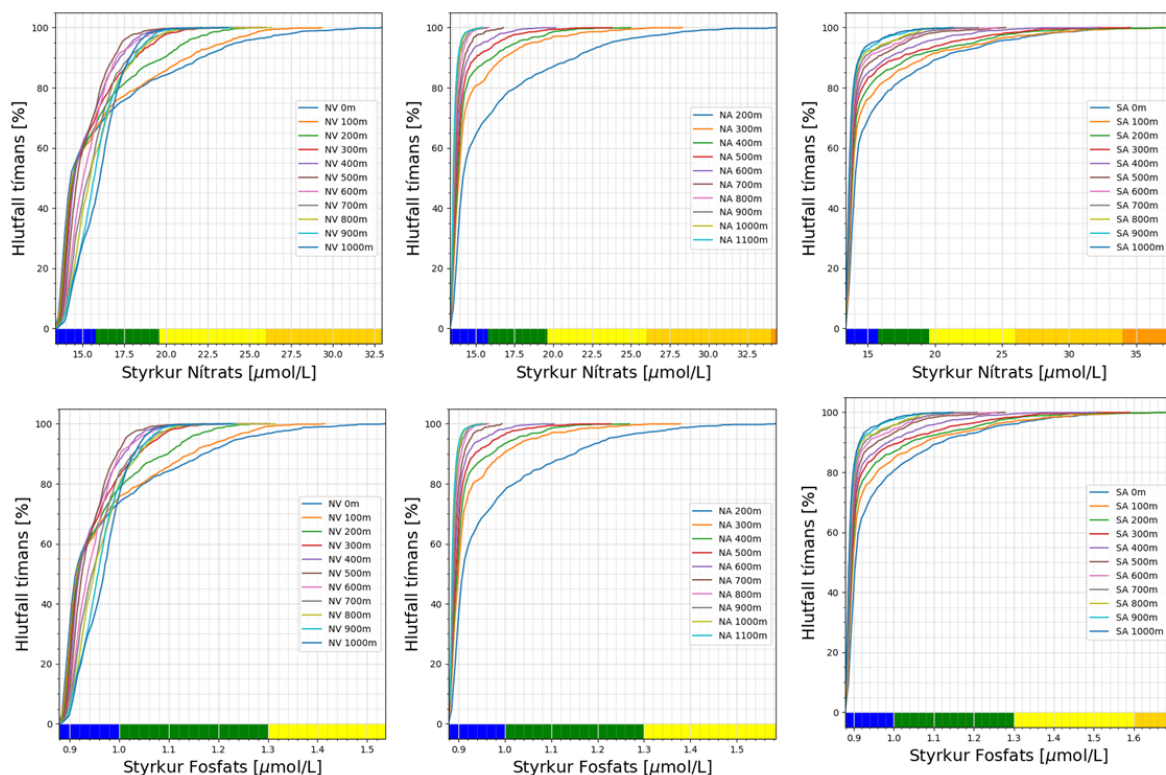
Mynd 30: Hlutfallsmörk hitastigs fyrir valkost 2.

4.5. Valkostur 1

4.5.1. Næringarefni (níttrat og fosfat)

Á mynd 31 má sjá hlutfallsmörk styrks næringarefna í viðmiðunarpunktum af mynd 5. Myndin er samsett úr myndum úr viðauka 2 til samantektar og samanburðar. Nánar er hægt að lesa af myndunum í viðaukanum. Almennt séð má sjá að þýnningarmáttur viðtakans er mikill og styrkur fellur hratt út frá útrásinni. Þó má greina mun á hegðun í þýnningu eftir viðmiðunarsniði, en samfellda aukna þýnningu má sjá eftir því sem utar dregur í norðaustur (út frá strönd) og suðaustur (meðfram strönd). Verður þannig styrkur lægri eftir því sem utar dregur fyrir öll hlutfallsmörk. Ef farið er meðfram strönd til norðvesturs hins vegar, þá er þessu öfugt farið fyrir hlutfallsmörk 60% og undir, þar sem styrkur hækkar eftir því sem fjær útrás er farið til norðvesturs. Fyrir hærri hlutfallsmörk er þetta heldur flóknara og misjafnt hvar hæstu styrkgildi er að finna, en fyrir allra hæstu hlutfallsmörkin eru hæstu gildin í næsta nágrenni útrásarinnar en þau lægstu 500 m frá NA sniðinu.

Þetta má væntanlega skýra að miklu leyti með því flókna straumsviði sem ríkir milli Viðlagafjöru og Faxasunds og sterkra hringiða sem myndast í því, ólíkt því sem gerist austan Viðlagafjöru þar sem straumar á aðfalli og útfalli eru einsleitari (sjá kafla 4.1).



Mynd 31: Hlutfallsstyrkur nitrats (efri) og fosfats (neðri) í viðmiðunarpunktum við Viðlagafjöru (sjá mynd 5) fyrir valkost 1.

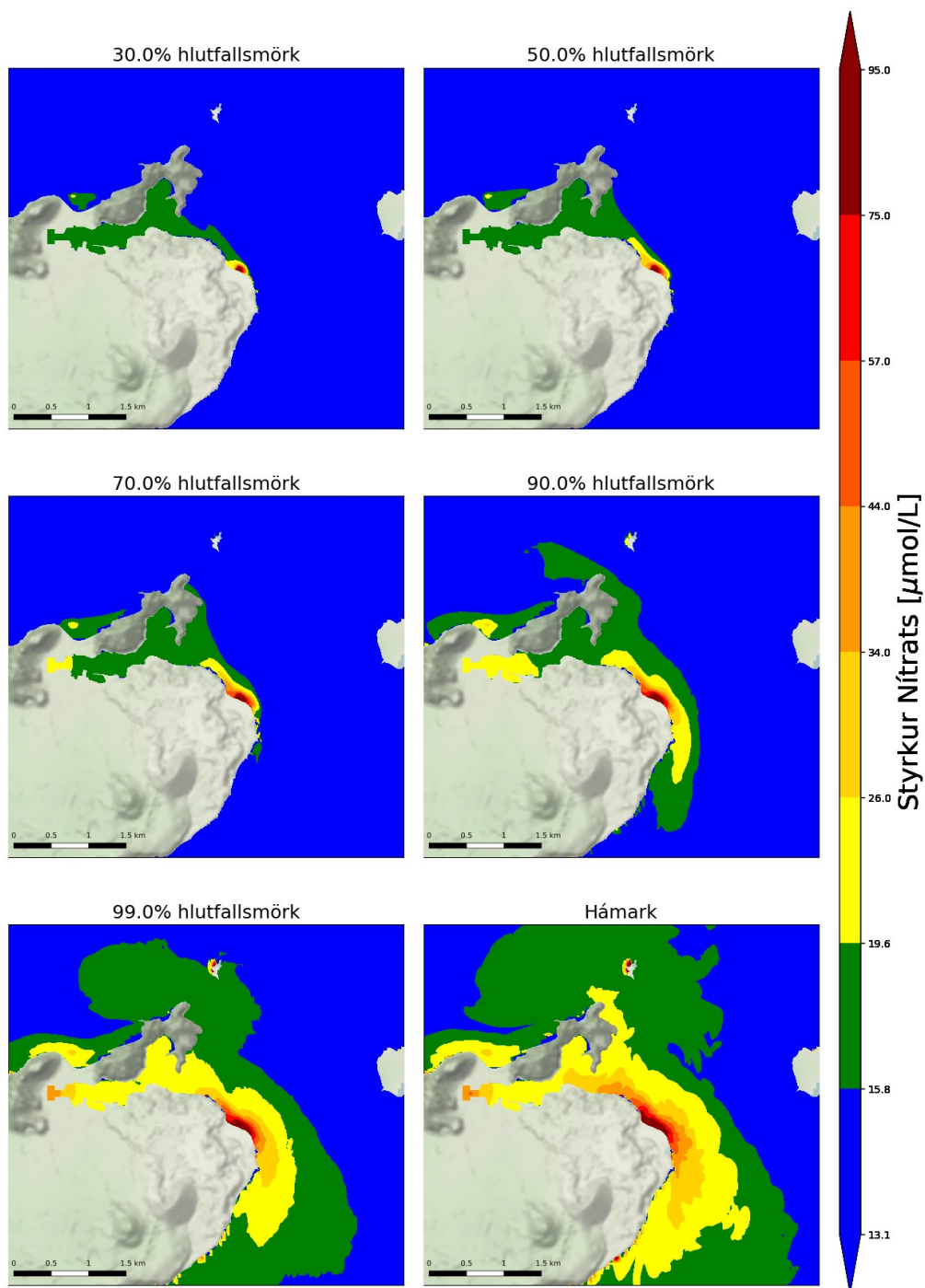
Hámarksgildi styrks nitrats ná viðmiði um Gott ástand innan 700 m út frá strönd, en viðmiðið næst innan 200 m við 70% hlutfallsmörk (mynd 32).

Meðfram strönd næst viðmiðið við 50% hlutfallsmörk innan 550 m norður með ströndinni og innan 300 m suður með henni, en fyrir hámarksgildi næst viðmiðið innan 2 km, norðan strandar við Faxa-sund, og um 3 km suður með strönd.

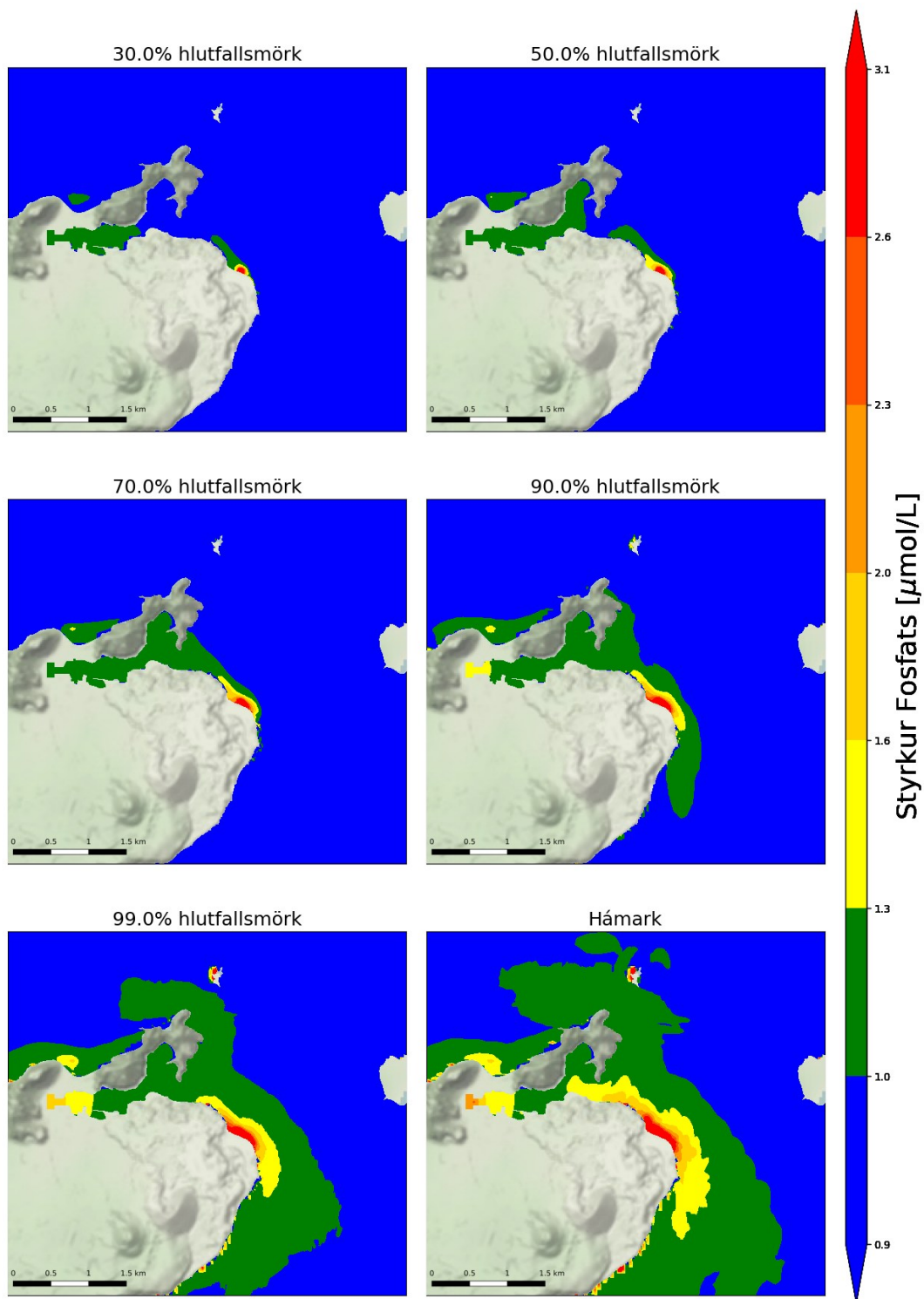
Hámarksgildi styrks fosfats nær viðmiði um Gott ástand innan 500 m út frá strönd, en viðmiðið næst innan 200 m við um 80% hlutfallsmörk (mynd 33).

Meðfram strönd næst viðmiðið við 50% hlutfallsmörk innan 300 m norður með strönd og innan 250 m suður með strönd, en fyrir hámarksgildi næst viðmiðið innan 1,5 km í hvora átt meðfram strönd.

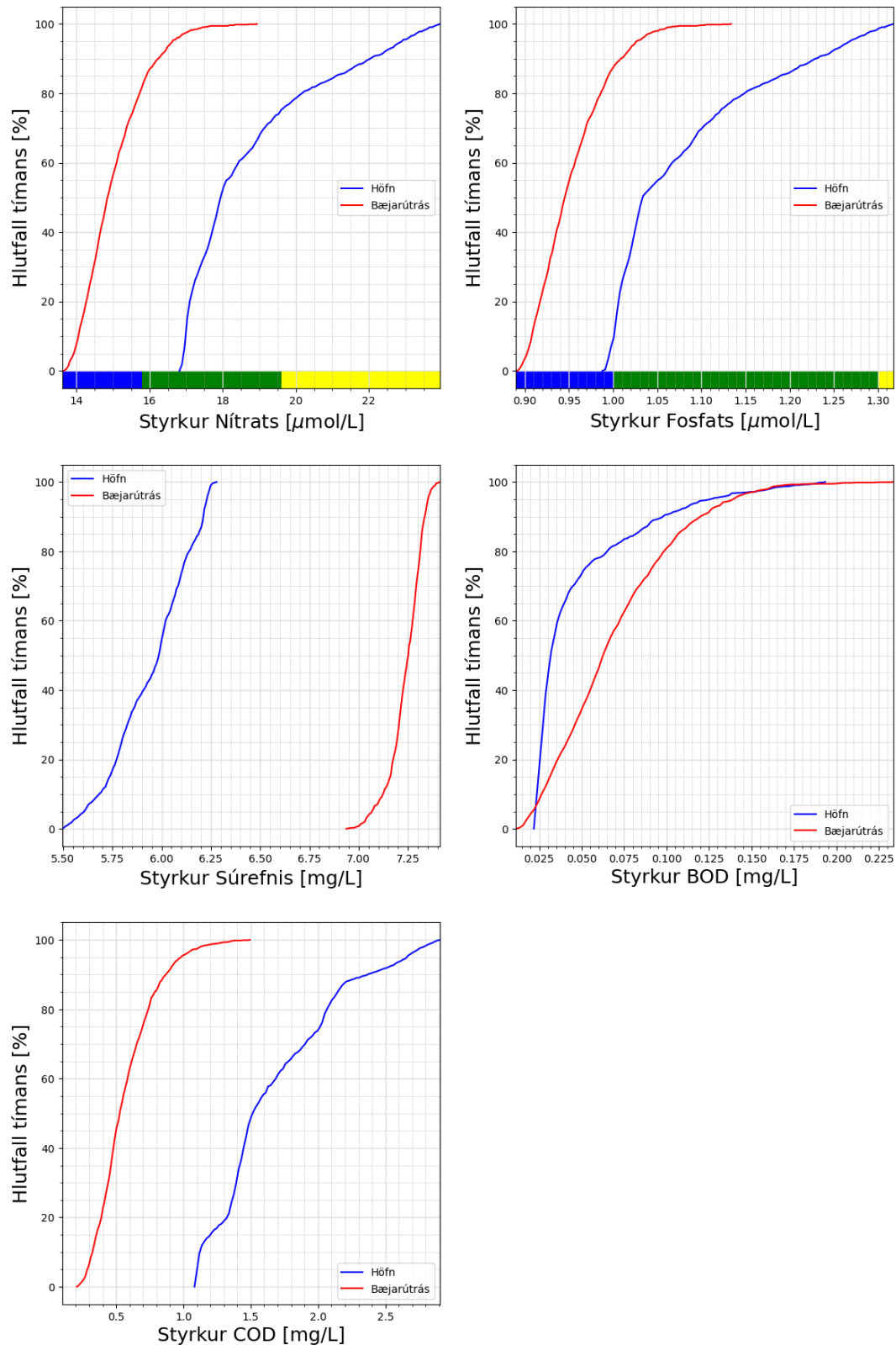
Samlegðaráhrif í viðmiðunarpunkti í útjaðri hafnar (mynd 34) samanborið við grunnástand (mynd 13) eru nokkur en viðmið um Gott ástand næst þó 75% tímans fyrir nítrat og 97,5% tímans fyrir fosfat. Til samanburðar ríkir þar nánast alltaf Gott ástand í grunnástandi. Merkjanlegra samlegðaráhrifa gætir utan við bæjarútrásina norðan Eiðis.



Mynd 32: Hlutfallsmörk styrks nítrats fyrir valkost 1.



Mynd 33: Hlutfallsmörk styrks fosfats fyrir valkost 1.



Mynd 34: Hlutfallsmörk í viðmiðunarpunkti í útjaðri hafnar og viðmiðunarpunkti við bæjarútrás (sjá mynd 5) fyrir valkost 1.

4.5.2. Uppleyst súrefni, BOD og COD

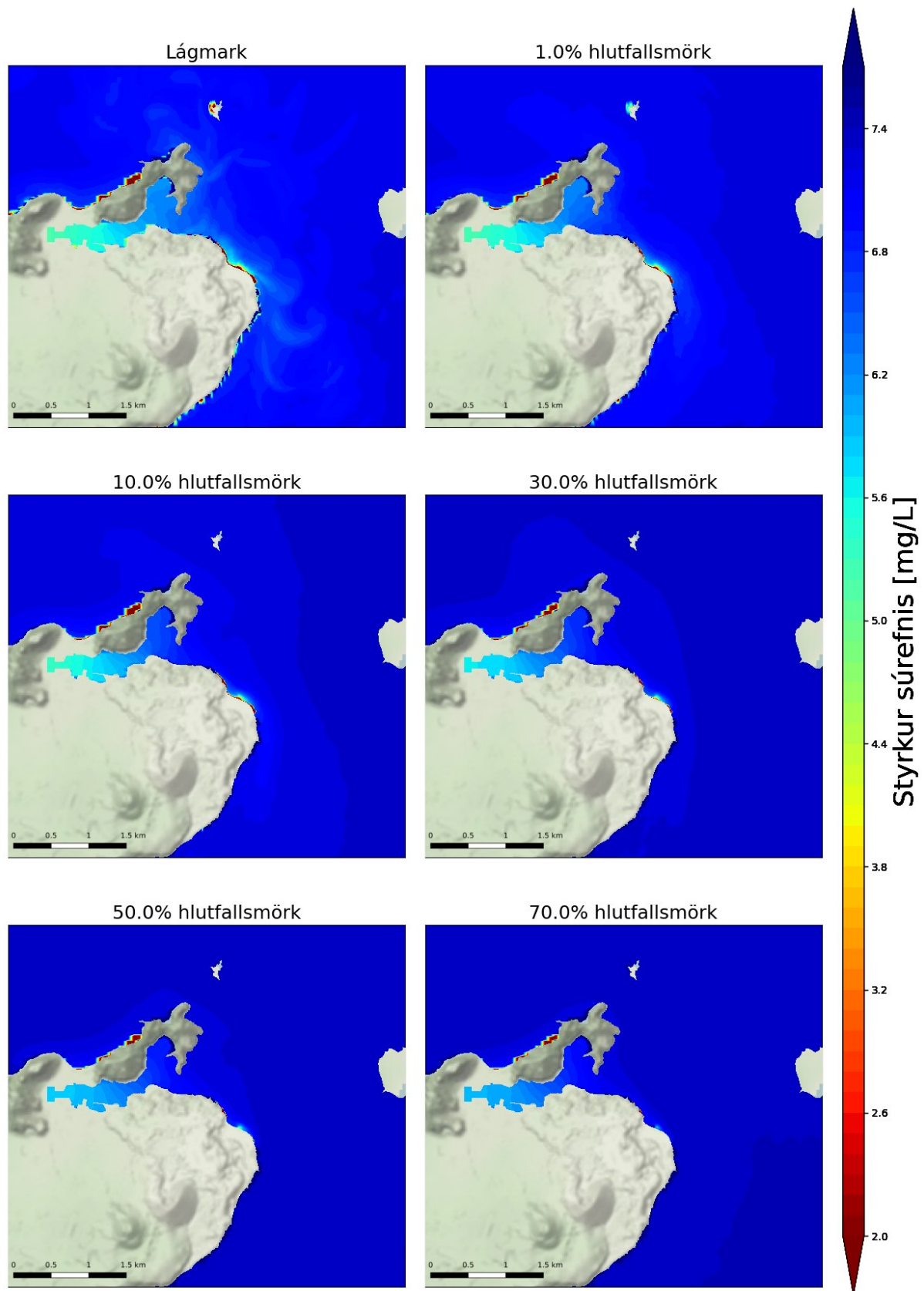
Hlutfallsmörk styrks uppleysts súrefnis má sjá á mynd 35. Styrkur nær viðmiði 6 mg O₂/L innan 200 m frá útrás út frá strönd. Meðfram strönd næst viðmiðið 200 m í hvora átt við 50% hlutfallsmörk, en fyrir hámarksgildi næst viðmiðið innan um 300 m í hvora átt meðfram strönd.

Samlegðaráhrifa gætir í viðmiðunarpunkti í útjaðri Vestmannaeyjahafnar (mynd 34), en þar reiknast súrefnisstyrkur hæst 6,28 mg O₂/L fyrir valkost 1, samanborið við 6,95 mg O₂/L við grunnástand (mynd 13). 50% hlutfallsstyrkur súrefnis í höfn er um 5,98 mg O₂/L samanborið við 6,8 mg O₂/L við grunnástand. Styrkur 1% hlutfallsmarka innan hafnar fellur úr um 6,3 mg O₂/L við grunnástand í um 5,5 mg O₂/L fyrir valkost 1.

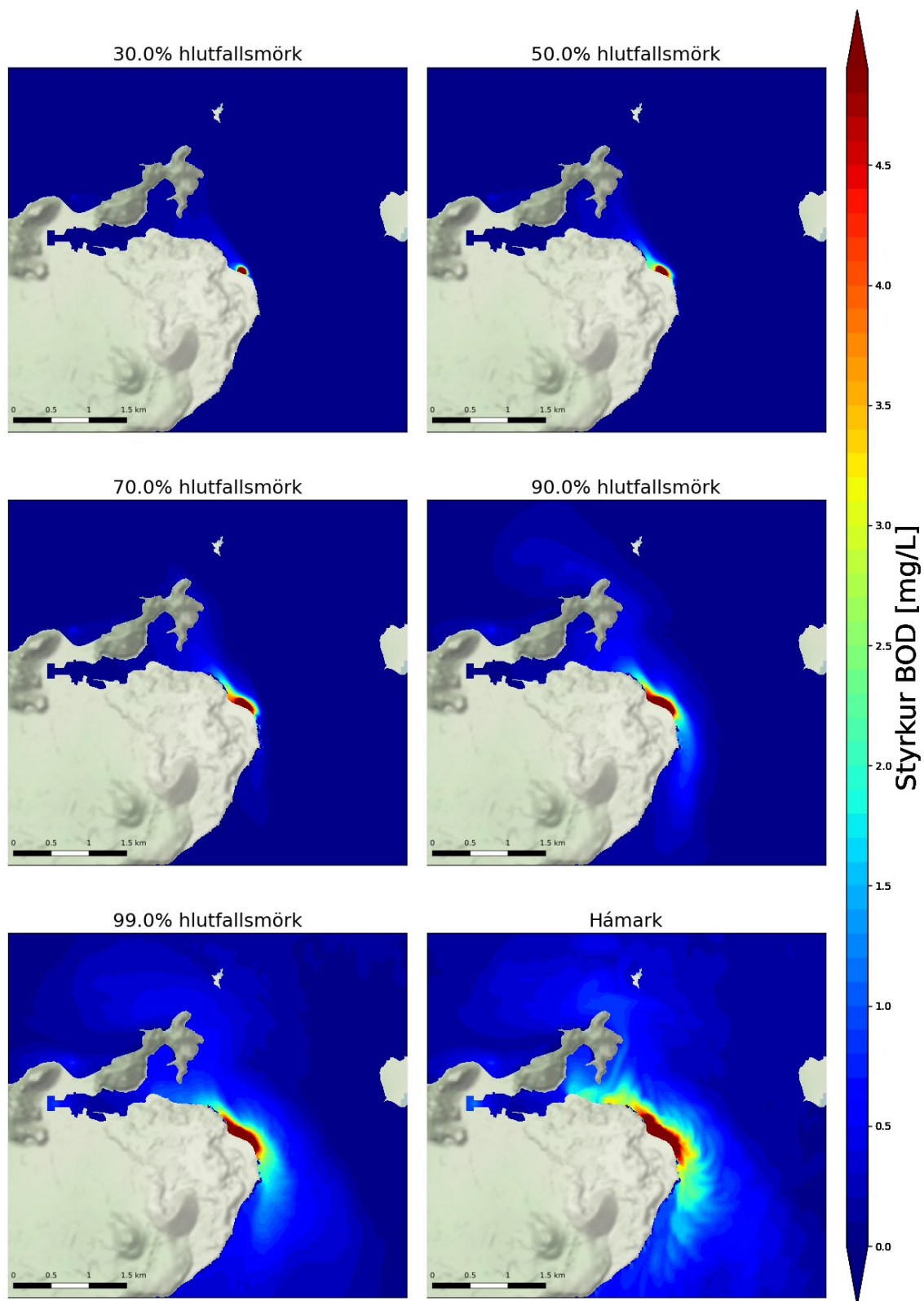
Samlegðaráhrifa gætir einnig utan við bæjarútrásina norðan Eiðis, en lægstu gildi falla úr 7,15 mg O₂/L við grunnástand í 6,95 mg O₂/L fyrir valkost 1, og hæstu gildi falla úr 7,55 mg O₂/L við grunnástand í 7,4 mg O₂/L fyrir valkost 1 sem er gildi sem næst við 30% hlutfallsmörk fyrir grunnástand. Súrefnisstyrkur er þó eftir sem áður vel yfir viðmiðum um 6 mg O₂/L.

Hlutfallsmörk styrks BOD má sjá á mynd 36. Styrkur er ávallt undir 5 mg/L innan 200 m frá útrás út frá strönd. Meðfram strönd má ætla að því viðmiði sé náð innan 200 m í hvora átt við 50% hlutfallsmörk, en fyrir hámarksgildi nær þynningarsvæðið innan 350 m í báðar áttir meðfram strönd. Samlegðaráhrifa gætir í viðmiðunarpunkti í útjaðri Vestmannaeyjahafnar, sem kemur sér í lagi fram í styrk á uppleystu súrefni, sbr. að ofan, en má einnig merkja í styrkukningu í BOD fyrir öll hlutfallsmörk (mynd 34). Sama er að segja um samlegð utan við fráveituútrás bæjarins norðan Eiðis, nema áhrifin eru mun minni (mynd 34).

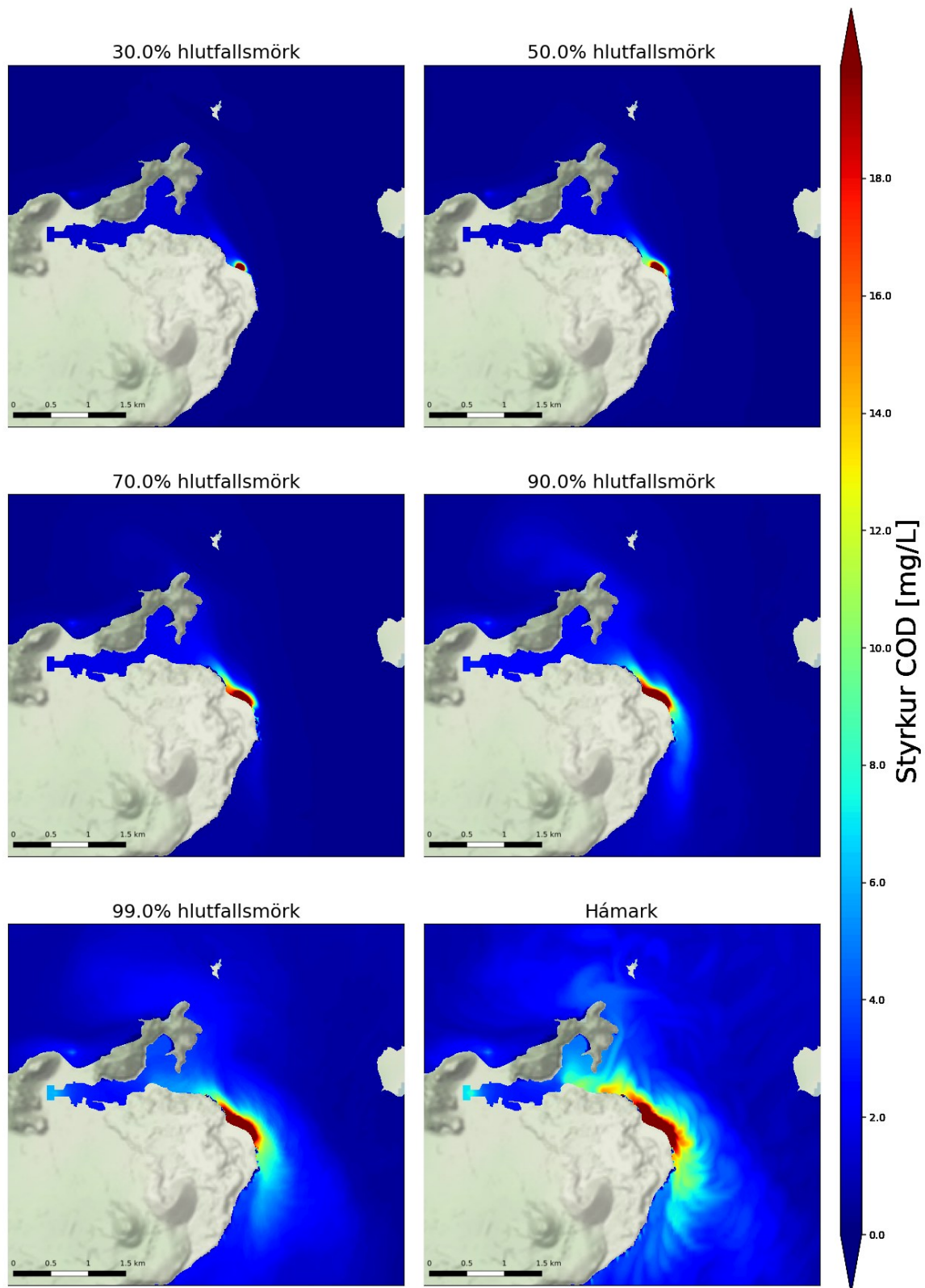
Hlutfallsmörk styrks COD má sjá á mynd 37. Styrkur er ávallt undir 20 mg/L í meira en 200 m frá útrás út frá strönd. Meðfram strönd má ætla að því viðmiði sé náð innan 200 m í hvora átt við 50% hlutfallsmörk, en fyrir hámarksgildi innan um 400 m meðfram strönd í báðar áttir. Samlegðaráhrifa gætir í viðmiðunarpunkti í útjaðri Vestmannaeyjahafnar, sem kemur sér í lagi fram í styrk á uppleystu súrefni, sbr. að ofan en má einnig merkja í styrkukningu í COD fyrir öll hlutfallsmörk (mynd 34). Er hlutfallsleg aukning mun meiri en fyrir BOD og er um stærðargráðu aukning að 50% hlutfallsmörkum en mun minni fyrir efri hlutfallsmörk. Fyrir hæstu mörk er munurinn tvöfaldur (myndir 13 og 34). Samlegðar gætir einnig utan við fráveituútrás bæjarins norðan Eiðis, nema áhrifin eru mun minni (mynd 34).



Mynd 35: Hlutfallsmörk styrks uppleysts súrefnis fyrir valkost 1.



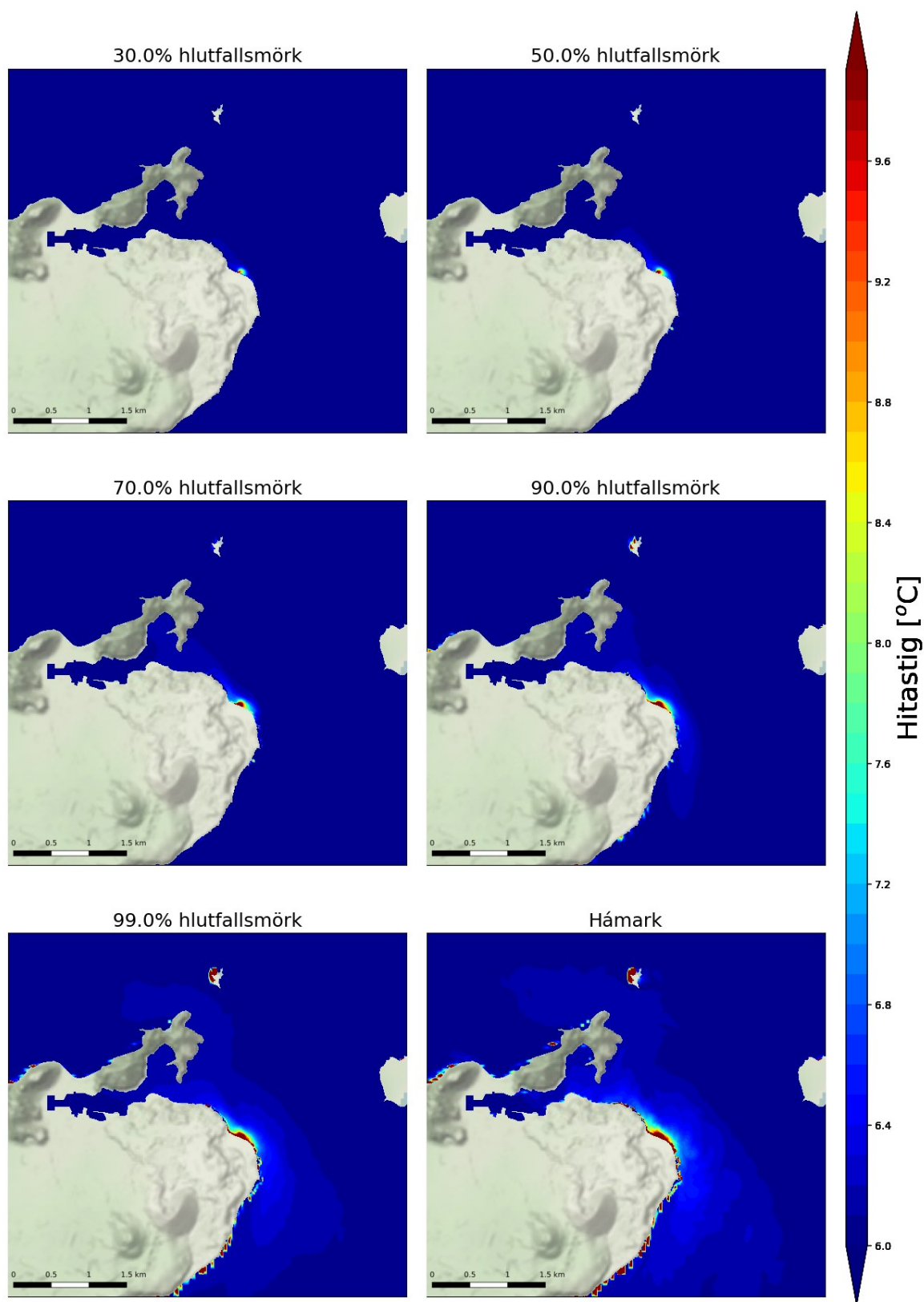
Mynd 36: Hlutfallsmörk styrks BOD fyrir valkost 1.



Mynd 37: Hlutfallsmörk styrks COD fyrir valkost 1.

4.5.3. Hitastig

Hitastigsaukning að vetri er staðbundin nálægt útrás, og er innan við 2°C utar en 200 m frá útrás bæði út frá strönd og meðfram strönd. Engrar samlegðar gætir fyrir hitastig.



Mynd 38: Hlutfallsmörk hitastigs fyrir valkost 1.

5. Meginþynningarsvæði utan strandar

Meginþynningarsvæði utan við Viðlagafjöru er það svæði þar sem upphafsstyrkur efna í frárennslis fellur hraðast, með veldisvexti. Á mynd 39 má sjá hlutfallsmörk styrks efna á staðsetningum 60 m til 200 m frá strönd í norðaustur stefnu með 20 m millibili fyrir valkost 1. Til viðmiðunar eru einnig sýnd hlutfallsmörk dýpis á hverri staðsetningu. Hér er horft til valkostar 1 þar sem hann gengur lengst og ákvarðast stærst meginþynningarsvæði út frá honum.

Styrkur nitrats í útrás fyrir valkost 1 er 246,2 $\mu\text{mól/L}$, fosfats 8,6 $\mu\text{mól/L}$, BOD 28,7 mg/L og COD 119,5 mg/L (tafla 3) auk þess sem miðað er við 50% súrefnismettun í frárennslis sem svarar til 4,3 mg/L. Styrkur fellur mjög verulega innan 100 m frá strönd og hægist þá töluvert á viðbótarþynningu. Í 200 m fjarlægð hefur styrkur fallið að mestu miðað við frárennslisgildi og hefur þá hægt enn frekar á viðbótarþynningu. Í öllum hlutfallsmörkum hefur styrkur fallið um stærðargráður frá frárennslisgildum. Meginþynningarsvæðið liggur á bilinu 100 – 200 m frá strönd. Þynning efna úti fyrir strönd Viðlagafjöru er þannig mjög veruleg og hröð og á bæði botndýpið utan strandar þátt í því (mynd 39) og straumsviðið (sjá kafla 4.1).

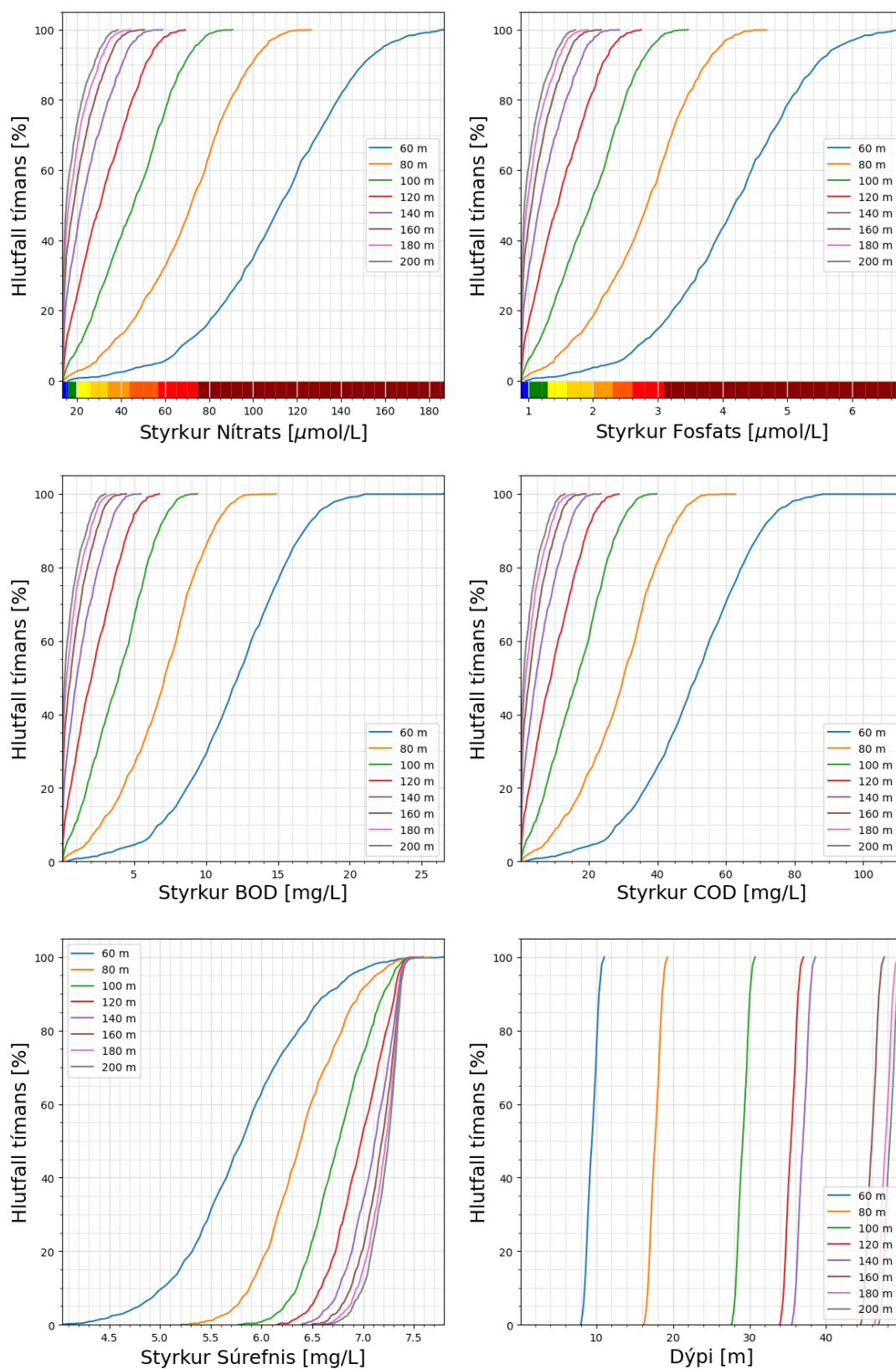
Viðmiðunarmörk nitrats um gott ástand, 19,6 $\mu\text{mól/L}$, er 8% af styrk nitrats í útrás og bakgrunnsstyrkurinn 13,1 $\mu\text{mól/L}$ er um 5% af styrk í útrás fyrir valkost 1. Styrkviðmiði um gott ástand er náð 10% tímans 100 m frá strönd, 20% tímans 120 m frá strönd, 40% 140 m frá strönd, 50% tímans 160 m frá strönd, 65% tímans 180 m frá strönd og 80% tímans 200 m frá strönd (mynd 39).

Viðmiðunarmörk fosfats um gott ástand, 1,3 $\mu\text{mól/L}$, er 15% af styrk fosfats í útrás og bakgrunnsstyrkurinn 0,87 $\mu\text{mól/L}$ er um 10% af styrk í útrás fyrir valkost 1. Styrkviðmiði um gott ástand er náð 15% tímans 100 m frá strönd, 35% tímans 120 m frá strönd, 60% 140 m frá strönd, 75% tímans 160 m frá strönd, 85% tímans 180 m frá strönd og 90% tímans 200 m frá strönd (mynd 39).

Styrkur nitrats í viðtakanum ræður því um hvar viðmið nást um gott ástand út frá styrk næringarefna.

Ekki liggja fyrir sambærileg viðmið fyrir BOD, COD eða uppleyst súrefni. Hins vegar er algengt að miða við 6 mg súrefnis á lítra (6 mg/L) sem lágmark til að engin áhrif kunni að vera á lífríki en ef súrefnisstyrkur fellur undir 2 mg/L telst það jafnan til súrefnisþurrðar sem getur haft alvarleg áhrif og leitt til dauða lífvera. Súrefnisstyrkur er nánast alltaf yfir viðmiðunartímann yfir 6 mg/L 100 m frá strönd og 50% tímans er súrefnisstyrkur þar 6,8 mg/L eða lægri. Súrefnisstyrkur er 6 mg/L eða lægra um 17% tímans 80 m frá strönd og 65% tímans 60 m frá strönd. 50% tímans er súrefnisstyrkur hins vegar 6,4 mg/L eða lægri 80 m frá strönd og 5,8 mg/L eða lægri 60 m frá strönd. Viðmiði um 6 mg/L súrefnisstyrk er því náð í tiltölulega stuttri fjarlægð frá strönd og eykst súrefnisstyrkur tiltölulega hratt í átt að bakgrunnsgildi, en stærstan hluta tímans hægist á aukningunni á milli 100 og 200 m fjarlægðar frá strönd. Ætla má því að engin áhrif verði á lífríki af völdum súrefnisstyrks.

Styrkur BOD og COD lækkar að sama skapi hratt þegar fjær strönd er farið og fer að hægjast aðeins eftir 100 m og heldur meira þegar nær 200 m er komið. 50% hlutfallsmörk BOD við 100 m er um 4 mg/L, en þeim styrk er náð 100% tímans í 180 m fjarlægð frá strönd. Að sama skapi eru 80% hlutfallsmörk BOD við 100 m tæplega 6 mg/L, og er þeim styrk náð 100% tímans 140 m frá strönd. Er það nærri fimmföld þynning á við það sem er í útrásinni. Á meginþynningarsvæðinu er hlutfall BOD og COD áþekkt því sem er í útrásinni, þ.e. 0,24, og því eiga sömu mörk við um COD og BOD að teknu tilliti til þessa hlutfalls. Til einföldunar eru efri mörk á litarsköllum niðurstöðumynda miðuð við 5 mg/L fyrir BOD og 20 mg/L fyrir COD til að gefa hugmynd um það svæði þar sem mesta þynning fer fram.



Mynd 39: Hlutfallsmörk styrks nítrats, fosfats, BOD, COD og uppleysts súrefnis á staðsetningum 60 m til 200 m frá strönd í norðaustur stefnu með 20 m millibili fyrir valkost 1. Til viðmiðunar eru einnig sýnd hlutfallsmörk dýpis á hverri staðsetningu.

6. Áhrifasvæði frárennslis við Viðlagafjöru

Af framangreindum niðurstöðum má ráða að styrkur nitrats skilgreinir einna helst áhrifasvæði frárennslisins við Viðlagafjöru með hliðsjón af fyrirbyggjandi viðmiðum gagnvart vistfræðilegu ástandi strandsjávvarhlotsins. Útmörk mögulegs áhrifasvæðis að teknu tilliti til samlegðaráhrifa, með hliðsjón af ástandsflokkamörkum fyrir nítat, sjást þá út frá hlutfallsmörkum styrks nitrats (mynd 32). Flatarmál svæðis sem hefur hærri styrk en 15,8 $\mu\text{mol/L}$ (neðri ástandsflokkamörk fyrir Gott ástand) og flatarmál svæðis sem hefur hærri styrk en 19,6 $\mu\text{mol/L}$ (ástandsflokkamörk fyrir Ekki viðunandi ástand) er reiknað fyrir mismunandi hlutfallsmörk (tafla 10, mynd 40).

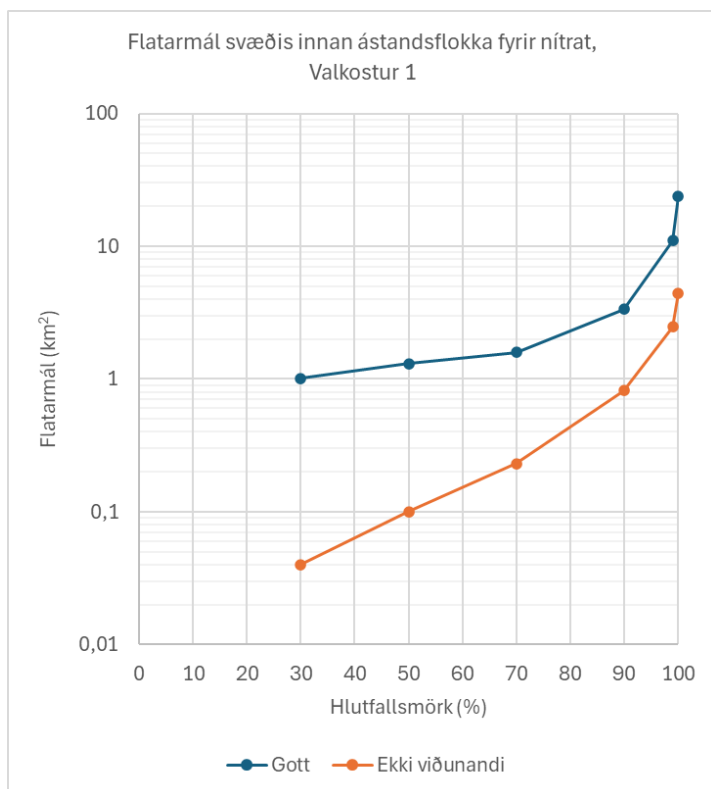
Flatarmál svæðis sem hefur styrk nitrats hærri en 15,8 $\mu\text{mol/L}$, og nær því ekki viðmiðunarmörkum fyrir Mjög gott ástand, er mjög breytilegt eftir því hvaða hlutfallsmörk eru til viðmiðunar. Það hefur veldisvöxt með hækkandi hlutfallsmörkum (mynd 40) og nær allt að 23,9 km² fyrir hámarkið (100% hlutfallsmörk). Flatarmál svæðis sem hefur styrk nitrats hærri en 19,6 $\mu\text{mol/L}$, og nær því ekki viðmiðunarmörkum fyrir Gott ástand, hefur sömuleiðis veldisvöxt með hækkandi hlutfallsmörkum (mynd 40) og nær allt að 4,4 km² fyrir hámarkið (100% hlutfallsmörk).

Meðalstyrkur nitrats innan svæða sem hafa styrk nitrats hærri en 15,8 $\mu\text{mol/L}$ vex lítillega að 70% hlutfallsmörkum en lækkar þá aftur lítillega. Meðalstyrkur nitrats innan svæða sem hafa styrk nitrats hærri en 19,6 $\mu\text{mol/L}$ lækkar hins vegar markvert og nær línulega með hækkandi hlutfallsmörkum (mynd 41). Vægi meginþynningarsvæðanna næst strönd minnkar eftir því sem svæðin stækka og taka yfir bæði stærra flatarmál og rúmmál.

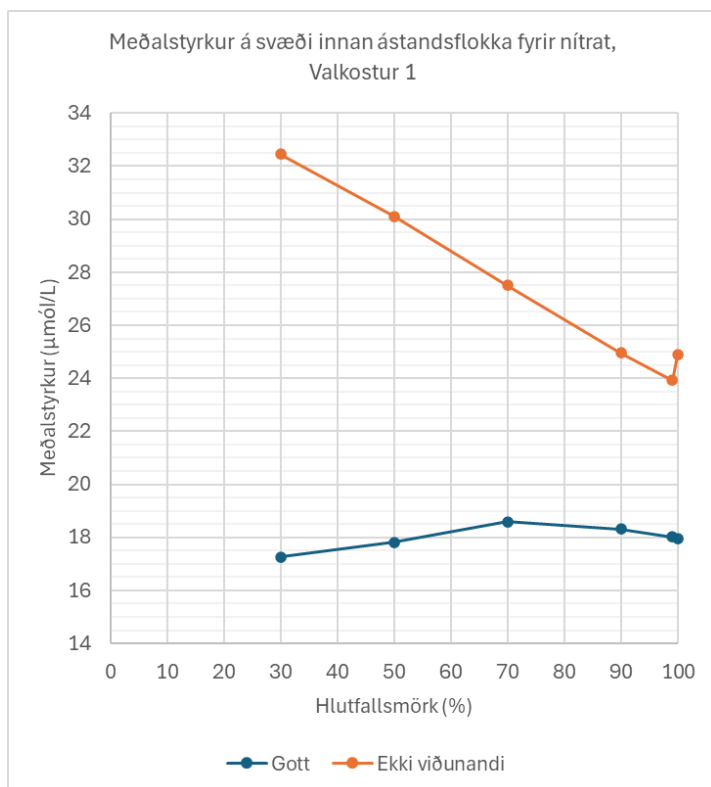
Tafla 10. Flatarmál og meðalstyrkur innan ástandsflokkamarka fyrir nítat við mismunandi hlutfallsmörk. Valkostur 1.

Hlutfallsmörk (%)	Flatarmál og meðalstyrkur innan ástandsflokkamarka fyrir nítat, valkostur 1			
	Gott (*)		Ekki viðunandi	
	Viðmið >15,8 $\mu\text{mol/L}$:		Viðmið >19,6 $\mu\text{mol/L}$:	
	Flatarmál (km ²)	Meðalstyrkur ($\mu\text{mol/L}$)	Flatarmál (km ²)	Meðalstyrkur ($\mu\text{mol/L}$)
30	1,01	17,26	0,04	32,45
50	1,30	17,82	0,10	30,10
70	1,59	18,59	0,23	27,51
90	3,34	18,31	0,82	24,95
99	11,04	18,02	2,47	23,92
100	23,88	17,95	4,43	24,89

(*) Flatarmál miðað við ástandsflokkamörk við Gott ástand inniheldur einnig flatarmál fyrir flokk Ekki viðunandi.



Mynd 40. Flatarmál svæða innan ástandsflokkamarka fyrir nítrat við mismunandi hlutfallsmörk. Valkostur 1.



Mynd 41. Meðalstyrkur svæða innan ástandsflokkamarka fyrir nítrat við mismunandi hlutfallsmörk. Valkostur 1.

Flatarmál svæða sem ríkja á hverjum tíma yfir viðmiðunartímann og hafa annars vegar hærri styrk en 15,8 $\mu\text{mól/L}$ (neðri ástandsflokkamörk fyrir Gott ástand) og hins vegar hærri styrk en 19,6 $\mu\text{mól/L}$ (ástandsflokkamörk fyrir Ekki viðunandi ástand) eru mun minni en flatarmál tengt hlutfallsmörkum gefa til kynna.

Þannig verður flatarmál svæðis á hverjum tíma sem hefur styrk nitrats hærri en 15,8 $\mu\text{mól/L}$, og nær því ekki viðmiðunarmörkum fyrir Mjög gott ástand, minnst um 1,1 km^2 , mest um 4,0 km^2 og hefur miðgildi 1,75 km^2 (mynd 42). Mesta flatarmál á hverjum tíma er þannig stærðargráðu minna en hámarkið við 100% hlutfallsmörk gefur til kynna, þ.e. 23,9 km^2 og er nær því að vera á móta stórt og flatarmál við ríflega 90% hlutfallsmörk (tafla 10). Að sama skapi er miðgildi flatarmáls á hverjum tíma nálægt því að svara til flatarmáls við 70% hlutfallsmörk og lægsta gildið við 30% hlutfallsmörk (tafla 10).

Flatarmál svæðis á hverjum tíma sem hefur styrk nitrats hærri en 19,6 $\mu\text{mól/L}$, og nær því ekki viðmiðunarmörkum fyrir Gott ástand, er minnst um 0,05 km^2 , mest um 1,0 km^2 og hefur miðgildi 0,25 km^2 (mynd 42). Mesta flatarmál á hverjum tíma er þannig meira en stærðargráðu minna en hámarkið við 100% hlutfallsmörk gefur til kynna, þ.e. 4,4 km^2 og er nær því að vera á móta stórt og flatarmál við ríflega 90% hlutfallsmörk (tafla 10). Að sama skapi er miðgildi flatarmáls á hverjum tíma nálægt því að svara til flatarmáls við 70% hlutfallsmörk og lægsta gildið við 30% hlutfallsmörk (tafla 10).

Hágildi virks flatarmáls áhrifasvæðis er því nálægt því að vera nálægt flatarmáli 90% hlutfallsmarkastyrks nitrats og miðgildi virks flatarmáls er nálægt flatarmáli 70% hlutfallsmarkastyrks nitrats.

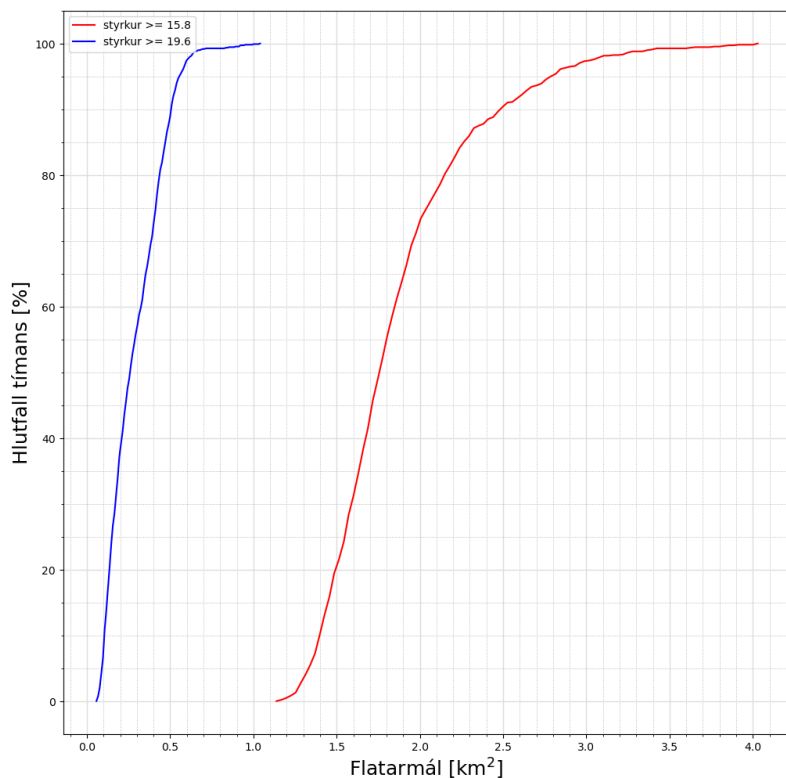
Af þessu má ráða að það það margbreytilega, flókna og sterka straumsvið sem ríkir við Vestmannaeyjar leiðir af sér að heildaráhrifasvæði er nærri stærðargráðu stærra en virkt áhrifasvæði sem er til staðar yfir viðmiðunartímann.

Ef horft er til hlutfallsmarkastyrks nitrats innan svæðanna hér að framan sem metin eru út frá viðmiðunarmörkum (mynd 43), þá er styrkurinn á bilinu 17 – 20 $\mu\text{mól/L}$, með miðgildi 18 $\mu\text{mól/L}$, fyrir svæði sem hafa á hverjum tíma styrk nitrats hærri en 15,8 $\mu\text{mól/L}$, og ná því ekki viðmiðunarmörkum fyrir Mjög gott ástand. Að sama skapi er meðalstyrkurinn á bilinu 22 – 31,5 $\mu\text{mól/L}$, með miðgildi 25,8, fyrir svæði sem hafa á hverjum tíma styrk nitrats hærri en 19,6 $\mu\text{mól/L}$, og ná því ekki viðmiðunarmörkum fyrir Gott ástand. Þessi meðalstyrkgildi eru ekkert fjarri því sem metið er fyrir hlutfallsmörk heildaráhrifasvæðis (mynd 41, tafla 10).

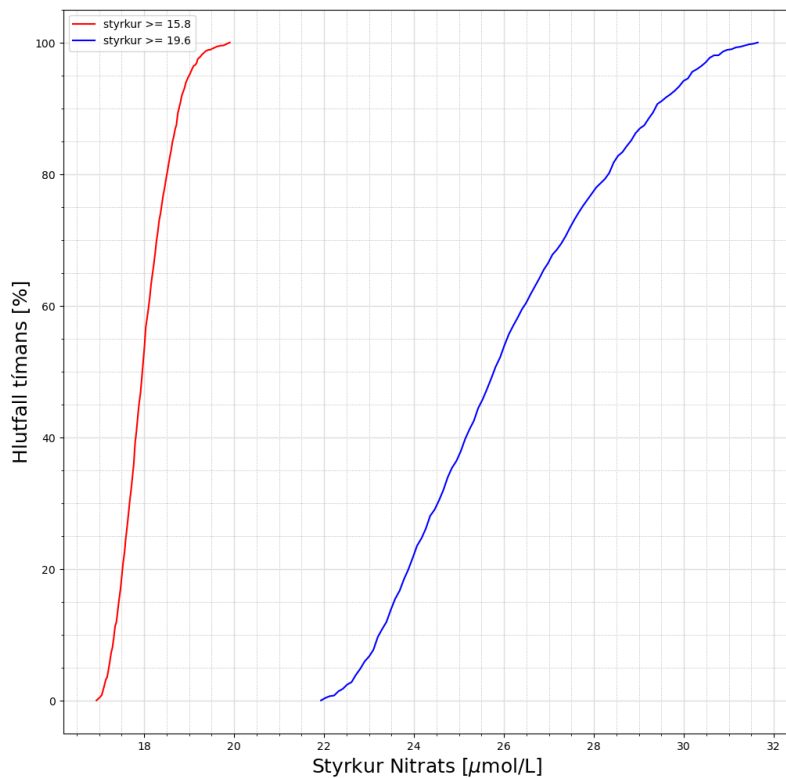
Dæmi um tímabil á smástraumi og stórstraumi við ríkjandi suðvestlæga öldu varpa frekara ljósi á þetta (tafla 11, mynd 44). Í tilfelli smástraumsins reiknast einna hæsti meðalstyrkur nitrats á heildaráhrifasvæðinu eins og það er markað með 100% hlutfallsmörkum (hámarki). Í tilfelli stórstraumsins reiknast einna lægsti meðalstyrkur nitrats á heildaráhrifasvæðinu.

Flatarmál á smástraumnum fyrir svæði með hærri styrk en 15,8 $\mu\text{mól/L}$ er 3,4 – 4 km^2 , sem er með því mesta sem gerist yfir viðmiðunartímann (mynd 42). Tilsvarende flatarmáli fyrir svæði með hærri styrk en 19,6 $\mu\text{mól/L}$ er 0,4 – 0,6 km^2 , sem er nálægt því mesta sem gerist yfir viðmiðunartímann (mynd 42). Fæst hér ágætt mat hvernig möguleg svæði geta verið með hliðsjón af viðmiðunarmörkum um Gott og Ekki viðunandi ástand þegar flatarmál slíkra svæða er einna stærst.

Flatarmál á stórstraumnum fyrir svæði með hærri styrk en 15,8 $\mu\text{mól/L}$ er 1,2 – 1,3 km^2 , sem er með því lægsta sem gerist yfir viðmiðunartímann (mynd 42). Tilsvarende flatarmáli fyrir svæði með hærri styrk en 19,6 $\mu\text{mól/L}$ er 0,06 – 0,09 km^2 , sem er sömuleiðis nálægt því lægsta sem gerist yfir viðmiðunartímann (mynd 42). Fæst hér ágætt mat hvernig möguleg svæði geta verið með hliðsjón af viðmiðunarmörkum um Gott og Ekki viðunandi ástand þegar flatarmál slíkra svæða er einna minnst.



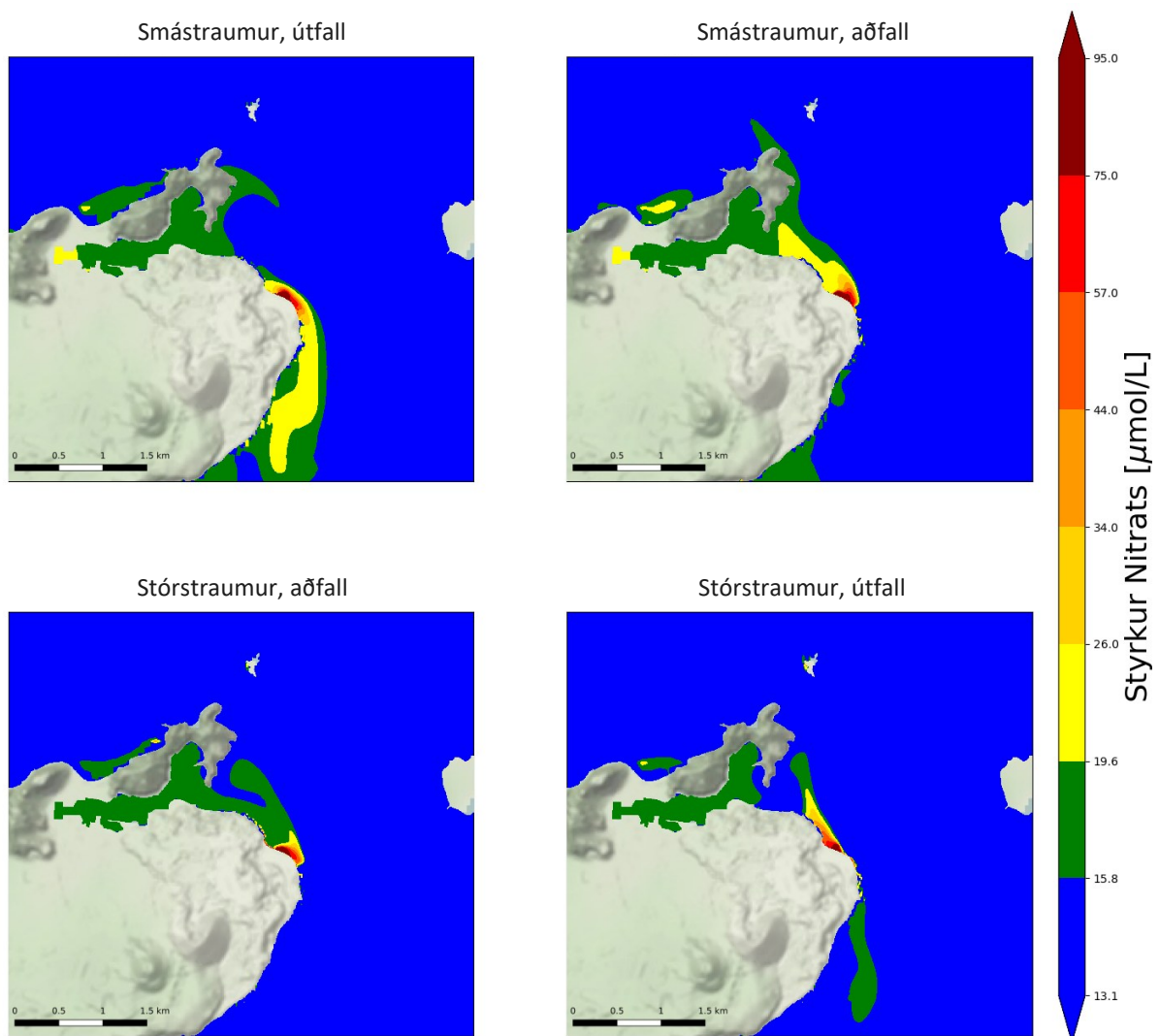
Mynd 42. Hlutfallsmörk fyrir flatarmál svæða innan ástandsflokkamarka fyrir nítrat á hverjum tíma. Valkostur 1.



Mynd 43. Hlutfallsmörk fyrir meðalstyrk nitrats á hverjum tíma innan svæða ástandsflokkamarka. Valkostur 1.

Meðalstyrkur nitrats á svæði með hærri styrk en $15,8 \mu\text{mol/L}$ er mjög svipaður á smástraumnum og stórstraumnum. Á svæði með hærri styrk en $19,6 \mu\text{mol/L}$ er meðalstyrkur heldur hærri í tilfelli stórstraumsins og kann það að helgast af því hversu lítið flatarmál svæðisins er á stórstraumnum auk þess sem það liggur á mun grynna svæði sem leiðir af sér mun minna hlutfallslegt rúmmál sem áhrif hefur á meðalstyrk svæðisins.

Saman tekið þarf því að horfa til til 50-90% hlutfallsmarka styrks nitrats fyrir valkost 1 (mynd 32) til að leggja varfærið mat á virkt áhrifasvæði sem hefur betri skírskotun til samfelldra dreifinga nitrats á hverjum tíma. Mynd 45 dregur þessi hlutfallsmörk sérstaklega saman. Það margbreytilega, flókna og sterka straumsvið sem ríkir við Vestmannaeyjar leiðir af sér að heildaráhrifasvæðið sem afmarkast af 100% hlutfallsmörkum (mynd 32) verður nærri stærðargráðu stærra en virkt áhrifasvæði. Kemur það að mestu leyti til að við þau hlutfallsmörk verða lítil ef nokkur tengsl við samfellda dreifingu nitrats á hverjum tíma. Ber því að horfa til framangreinds virks áhrifasvæðis frárennslisins við Viðlagafjöru að teknu tillit til mögulegra samlegðaráhrifa gagnvart mati á vistfræðilegu ástandi strandsjávvarhlotsins.

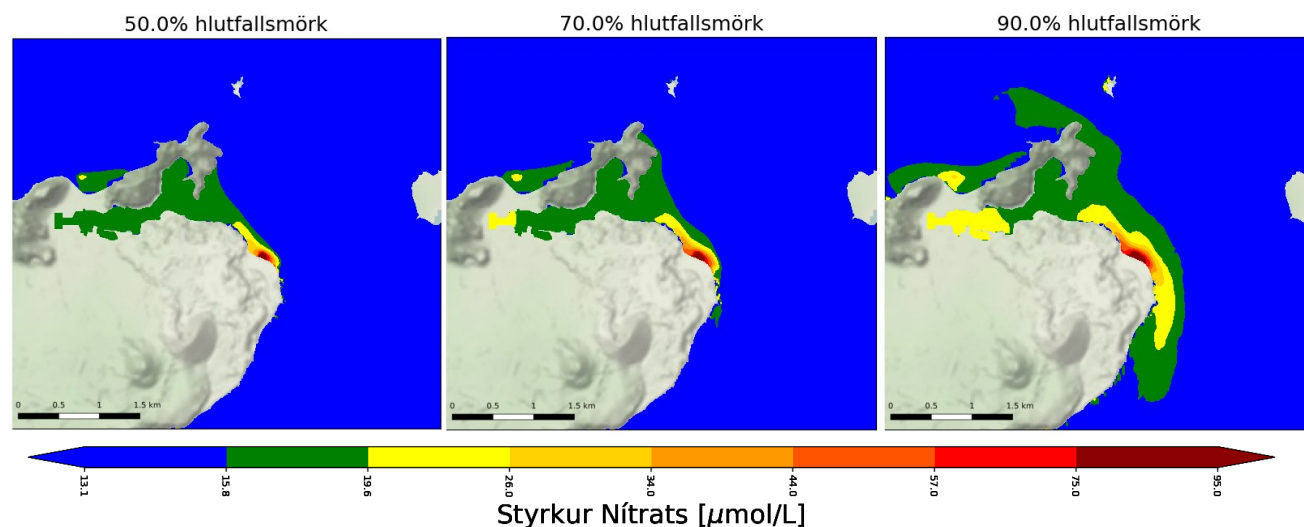


Mynd 44. Styrkur nitrats á smástraumi þegar útbreiðslusvæði er einna stærst og styrkur innan heildaráhrifasvæðis einna mestur (efri) og stórstraumi þegar útbreiðslusvæði er einna minnst og styrkur innan heildaráhrifasvæðis einna lægstur (neðri).

Tafla 11. Flatarmál og meðalstyrkur innan ástandsflokkamarka fyrir nítrat, valkostur 1. Dæmi um smástraum og stórstraum við hággildi og lággildi nítratsstyrk á heildaráhrifasvæði.

Meðalstyrkur nítrats á heildaráhrifasvæði	Sjávarföll		Flatarmál og meðalstyrkur innan ástandsflokkamarka fyrir nítrat, valkostur 1			
	Straumur	Aðfall /Útfall	Gott (*)		Ekki viðunandi	
			Viðmið >15,8 $\mu\text{mol/L}$		Viðmið >19,6 $\mu\text{mol/L}$	
			Flatarmál (km ²)	Meðalstyrkur ($\mu\text{mol/L}$)	Flatarmál (km ²)	Meðalstyrkur ($\mu\text{mol/L}$)
Hággildi, um 14,3 $\mu\text{mol/L}$ (Gott) um 16 $\mu\text{mol/L}$ (Ekki viðunandi)	Smástraumur	Útfall	3,40	17,78	0,63	21,97
		Aðfall	4,00	17,32	0,36	24,66
Lággildi, um 13,6 $\mu\text{mol/L}$ (Gott) um 14,2 $\mu\text{mol/L}$ (Ekki viðunandi)	Stórstraumur	Aðfall	1,31	17,51	0,06	30,39
		Útfall	1,24	17,59	0,09	27,86

(*) Flatarmál miðað við ástandsflokkamörk við Gott ástand inniheldur einnig flatarmál fyrir flokk Ekki viðunandi.



Mynd 45. Hlutfallsmörk styrks nítrats fyrir valkost 1 við 50-90% hlutfallsmörk til varfærins mats á virku áhrifasvæði vegna frárennslis við Viðlagafjöru samhliða mögulegri losun úr fráveitukerfi Vestmannaeyjabæjar.

7. Samlegðaráhrif við frárennsli úr fráveitukerfi Vestmannaeyjabæjar

Í köflunum að framan um niðurstöður fyrir mismunandi valkosti er fjallað um möguleg samlegðaráhrif frárennslis við Viðlagafjöru við frárennsli úr fráveitukerfi Vestmannaeyjabæjar. Mynd 46 dregur saman niðurstöður um reiknaðan styrk efna í viðmiðunarpunktum í útjaðri hafnar og utan bæjarútrásar norðan Eiðis fyrir mismunandi valkosti samanborið við grunnástand.

Samlegðaráhrifa gætir fyrir alla valkosti á báðum viðmiðunarstöðum. Áhrifin eru þó mjög lítil, nánast hverfandi, fyrir núllkost utan fráveituútrásar og eru áhrifin fyrir þann kost í útjaðri hafnarinnar tiltölulega lítil. Áhrifin aukast eftir því sem losun eykst í frárennsli við Viðlagafjöru og eru þau að stóru leyti komin fram í valkosti 2 samanborið við hvernig þau verða í valkosti 1.

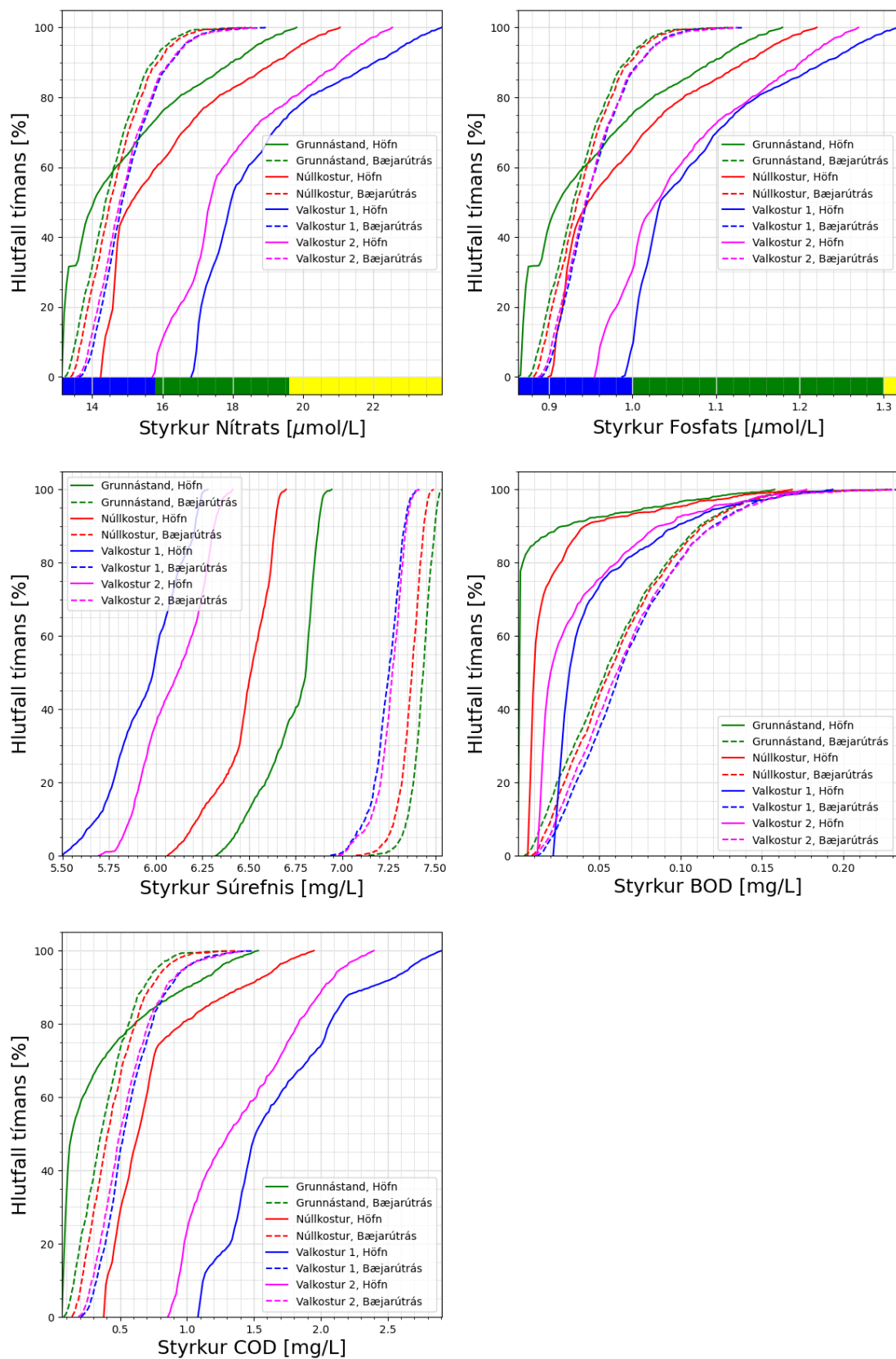
Styrkur næringarefna er þó alltaf innan marka um Gott ástand utan fráveituútrásar og súrefnisstyrkur er alltaf yfir 7 mg O₂/L. Í útjaðri hafnarinnar er styrkur næringarefna að stærstum hluta tímans innan marka um Gott ástand og styrkur súrefnis að stærstum hluta tímans yfir viðmiði um 6 mg O₂/L. Lægst fer súrefnisstyrkurinn í viðmiðunarpunkti í útjaðri hafnar í 5,7 mg O₂/L fyrir valkost 2 og 5,5 mg O₂/L fyrir valkost 1. Súrefnisstyrkur er því tiltölulega hár þrátt fyrir varfærnar forsendur gagnvart líkanreikningunum (sjá kafla 2 og 3). Að teknu tillit þeirra forsendna má því ætla að áhrif uppbyggingar við Viðlagafjöru verði lítil á súrefnisbúskap á hafnarsvæðinu.

Hlutfallsmörk styrks nitrats fyrir valkost 1 við 50-90% hlutfallsmörk gefa varfærið mat á virku áhrifsvæði vegna frárennslis við Viðlagafjöru samhliða mögulegri losun úr fráveitukerfi Vestmannaeyjabæjar (mynd 45, kafli 6). Mynd 47 dregur saman hliðstæð hlutfallsmörk fyrir grunnástand (kafli 4.2) til samanburðar. Miðgildi reikninganna (50% hlutfallsmörk) gefa jafnar líkur á að styrkur nitrats sé hærri eða lægri. Þannig gefa myndir með 50% hlutfallsmörkum fyrir grunnástand (mynd 47) og valkost 1 (mynd 45) góða hugmynd um hvers vænta má ef varfærin sviðsmynd fyrir valkost 1 (sjá kafla 2.2 og 2.3) gengur eftir samanborið við það sem almennt mætti búast við í dag að teknu tilliti til varfærinna forsendna (sjá kafla 3.3).

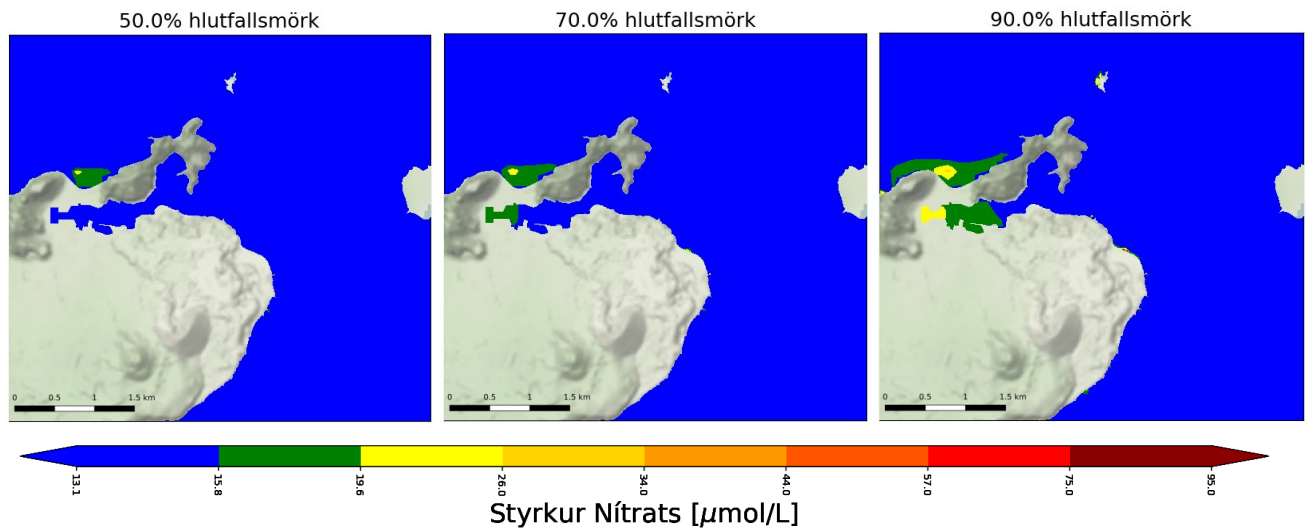
Þannig gætir samlegðar 50% tímans á hafnarsvæðinu en þó innan marka um gott ástand (mynd 45). Í viðmiðunarpunktinum í útjaðri hafnarinnar reiknast nítatstyrkur 18 µmól/L eða lægri 50% tímans að teknu tilliti til valkostar 1 (mynd 46).

Fyrir 70% hlutfallsmörk reiknast styrkur nitrats innst á hafnarsvæðinu yfir mörkum viðmiðs um Gott ástand að teknu tilliti til valkostar 1 (mynd 45), en þar reiknast styrkur innan marka viðmiðs um Gott ástand fyrir grunnástand (mynd 47). Í viðmiðunarpunktinum í útjaðri hafnarinnar ríkir þó áfram viðmið um Gott ástand við 70% hlutfallsmörk (mynd 46). Minni hluta tímans og við enn hærri hlutfallsmörk, að 90%, reiknast styrkur nitrats á öllu hafnarsvæðinu yfir viðmiði um Gott ástand að teknu tilliti til valkostar 1 (mynd 45), en slíkt ástand er einungis til staðar innst í höfninni fyrir grunnástand. Á restinni á hafnarsvæðinu næst viðmið um Gott ástand fyrir grunnástand (mynd 47).

Að teknu tilliti til varfærinna forsendna gagnvart grunnástandi (sjá kafla 3.3) og losun í frárennsli við Viðlagafjöru (sjá kafla 2 og 3) auk varfærinna framsetningar um virkt áhrifsvæði losunar og þ.a.l. samlegðaráhrifa við allt að 90% hlutfallsmörk má álykta að samlegðaráhrif verði líklegast væg og tímabundin tengt því að hluti fráveituvatn fari á yfirfalli í höfn í stað þess að berast um fráveituútrás norðan Eiðis.



Mynd 46. Samantekt á reiknuðum styrk efna í viðmiðunarpunktum í útjaðri hafnar og utan bæjarútrásar norðan Eiðis fyrir mismunandi valkosti samanborið við grunnástand.



Mynd 47. Hlutfallsmörk styrks nítrats fyrir grunnástand við 50-90% hlutfallsmörk.

8. Áhrif með hliðsjón af viðmiðum fráveitureglugerðar

Reglugerð nr. 1450/2025 um fráveitur og skólphreinsun setur fram viðmið fyrir síður viðkvæm svæði fyrir fráveituvíðtaka í Viðauka III við reglugerðina. Þannig getur sjór eða hafsvæði talist síður viðkvæmt svæði ef losun skólps hefur ekki skaðleg áhrif á umhverfið vegna formfræðilegra, vatnafræðilegra eða annarra sérstakra aðstæðna í vatninu. Getur þetta átt við opna flóa, ármynni og annan strandsjó þar sem endurnýjun vatns er mikil og ekki hætta á ofauðgun eða súrefnisþurrð eða ólíklegt talið að ofauðgun eða súrefnisþurrð verði vegna losunar frá þéttbýli.

Algenft er að miða við 6 mg súrefnis á lítra (6 mg/L) sem lágmark til að engin áhrif kunni að vera á lífríki en ef súrefnisstyrkur fellur undir 2 mg/L telst það jafnan til súrefnisþurrðar sem getur haft alvarleg áhrif og leitt til dauða lífvera.

Á meginþynningarsvæði frárennslisins utan strandar við Viðlagafjöru er viðmiði um 6 mg/L súrefnisstyrk náð í tiltölulega stuttu fjarlægð frá strönd, eða í um 100 m fjarlægð. Þótt stærstan hluta tímans hægist á styrkukningu súrefnisins á milli 100 og 200 m fjarlægðar frá strönd, eykst súrefnisstyrkur tiltölulega hratt þar fyrir utan í átt að bakgrunnsgildi (sjá kafla 5).

Styrkur BOD og COD eykst að hluta tímans meira meðfram strönd heldur en út frá henni (myndir 36 og 37) og teygja áhrif sig að hafnarsvæðinu og Faxasundi. Leiðir þetta af sér samlegðaráhrif við frárennslis fráveitukerfi bæjarins og lækkar súrefnisstyrkur á þessum svæðum í takti við það (mynd 35). Að teknu tilliti til varfærinna forsendna gagnvart líkanreikningunum (sjá kafla 2 og 3) má þó ætla að áhrif uppbyggingar við Viðlagafjöru verði lítil á súrefnisbúskap á hafnarsvæðinu og óveruleg í nágrenni við fráveituútrás bæjarins norðan Eiðis (sjá kafla 7).

Hitastig frárennslisins hefur einungis áhrif á viðtakann í allra næsta nágrenni við útrásina. Fyrir valkost 1 er innan við 2°C hitastigsaukning utar en 200 m frá útrás bæði út frá strönd og meðfram strönd. Engrar samlegðar gætir fyrir hitastig við frárennslis fráveitukerfi bæjarins.

Má því ætla að viðtakinn sé síður viðkvæmur gagnvart fyrirhugaðri losun sem ólíkleg er til að hafa skaðleg áhrif með hliðsjón af kröfum reglugerðar nr. 1450/2025 um fráveitur og skólphreinsun.

9. Vistfræðilegt ástand strandsjávarhlotsins

Umhverfismarkmið strandsjávarhlotsins í nágrenni Vestmannaeyja eru gott vistfræðilegt ástand og gott efnafræðilegt ástand (tafla 4). Samkvæmt framangreindum niðurstöðum er það styrkur nítrats í viðtakanum sem gengur lengra gagnvart viðmiðum en styrkur fosfats og ræður því um hvar viðmið nást um Gott ástand efna- og eðlisefnafræðilegra gæðapátta (næringarefna) fyrir vistfræðilegt ástand strandsjávarhlotsins.

Hefur þetta væntanlega mikið til með það að gera að forsendur líkanreikninganna gera ráð fyrir nærri þrettánfaldri losun uppleysts köfnunarefnis samanborið við losun uppleysts fosfórs (tafla 2). Að auki er gert ráð fyrir að allt uppleyst köfnunarefni sé á formi nítrats, þar sem ekki liggja fyrir forsendur um hver hlutfallsleg skipting kann að vera milli ammóníum, nítríts og nítrats. Þekkt er þó í fiskeldi að uppleyst köfnunarefni sé á mismunandi formi í eldisvökvanum þótt uppleystur fosfór sé líklegur til að vera að mestu á formi fosfats. Forsendan um að allt uppleyst köfnunarefni sé á formi nítrats er því varfærin og ber að túlka niðurstöður með tilliti til þess.

Það næst fram viðmið um Gott ástand efna- og eðlisefnafræðilegra gæðapátta (næringarefna) fyrir vistfræðilegt ástand strandsjávarhlotsins innan við um 200 m frá strönd við 99% hlutfallsmörk nítrats fyrir núllkost, við 80% hlutfallsmörk nítrats fyrir valkost 2, og við 70% hlutfallsmörk nítrats fyrir valkost 1. Næst þannig fram viðmið um Gott ástand stærstan hluta tímans fyrir alla valkosti utan 200 m frá útrás og eru því megináhrifin staðbundin. Ef horft er nánar á niðurstöður fyrir valkost 1 sem hefur mestu losunina, þá er styrkviðmiði um Gott ástand náð 50% tímans 160 m frá strönd og 80% tímans 200 m frá strönd (mynd 39). Meginþynningarsvæði næringarefna er því í næsta nágrenni strandarinnar (sjá kafla 5).

Hvar útbreiðslusvæði liggur á hverjum tíma er líklegt til að vera síbreytilegt vegna straumsviðsins sem ríkir utan við Heimaey (sjá kafla 6). Horfa þarf hins vegar á virkt áhrifasvæði styrks nítrats fyrir valkost 1 (mynd 45) til að leggja varfærið mat á heildarþynningarsvæði næringarefnanna. Afmarkast það við myndir af styrk milli 50-90% hlutfallsmarka (sjá kafla 6).

Miðgildi reikninganna (50% hlutfallsmörk) á hverjum stað gefa jafnar líkur á að styrkur nítrats sé hærri eða lægri á þeim stað. Þannig gefa myndir með 50% hlutfallsmörkum fyrir grunnástand (mynd 47) og valkost 1 (mynd 45) góða hugmynd um hvers vænta má ef varfærin sviðsmynd fyrir valkost 1 (sjá kafla 2.2 og 2.3) gengur eftir samanborið við það sem almennt mætti búast við í dag að teknu tilliti til varfærinna forsendna (sjá kafla 3.3). Styrkviðmiði um Gott ástand yrði náð 50% tímans 160 m frá strönd, innan 550 m norður með ströndinni og innan 300 m suður með henni fyrir valkost 1. Gera má ráð fyrir að þetta sé almennt þynningarsvæði næringarefnanna.

Líkleg ytri mörk heildarþynningarsvæðis næringarefnanna, þar sem þynning færi fram minni hluta tímans fyrir varfærna sviðsmynd fyrir valkost 1, miðar þá við 90% hlutfallsmörk. Næst þá viðmið um Gott ástand innan 400 m út frá strönd, innan 800 m norður með ströndinni og innan 1100 m suður með henni (mynd 45).

Samlegðaráhrif við frárennslis fráveitu bæjarins norðan Eiðis eru lítil og er styrkur næringarefna utan fráveituútrásar alltaf innan marka viðmiðs um Gott ástand (sjá kafla 7). Möguleg samlegðaráhrif við losun frárennslis um yfirföll fráveitu í Vestmannaeyjahöfn gætu orðið heldur meiri á þeim tímum sem

renna kann á yfirfalli. Þótt áhrifatími slíks yfirfallsrennslis sé margfalt lengri en sá tími sem rennur á yfirfalli má ætla að samlegðaráhrif verði væg og tímabundin auk þess sem viðmiði um Gott ástand yrði náð stærstan hluta tímans (sjá kafla 7).

Þær mælingar sem voru gerðar á vegum Laxeyjar á nitrati og fosfati í mars 2025 voru gerðar í 100, 200, 500 og 900 m fjarlægð frá strönd (tafla 7). Líkt og fjallað er um í kafla 3.1 var ekki unnt að styðjast við mæligildin í núverandi greiningu. Hins vegar er hægt að styðjast við þessar fjarlægðir mælipunkta frá strönd og gera ráð fyrir að þær staðsetningar svari vel til viðmiðunarpunkta á NA sniði (mynd 5). Enn fremur má reikna meðaltöl reiknaðs styrks nitrats og fosfats í mælipunktunum á hverjum tíma yfir viðmiðunartíma reikninganna og bera saman við mörk ástandsflokka fyrir vetrarstyrk nitrats og fosfats (tafla 5).

Mynd 48 sýnir hlutfallsmörk af reiknuðum meðalstyrk nitrats og fosfats í mælipunktunum fjórum. Meðaltöl eru reiknuð fyrir reiknuð gildi í öllum fjórum punktum, en einnig til samanburðar eru reiknuð meðaltöl ef punkti næst landi (100 m fjarlægð) er sleppt og ef tveimur punktum næst landi (100 og 200 m) er sleppt. Meðalstyrkur lækkar mjög veruleg við það að sleppa innstu punktum í meðaltalinu, sérstaklega fyrir nitrát. Í ljósi niðurstaðna um meginþynningarsvæði utan strandar (kafla 5) þarf þetta ekki að koma á óvart. Mælipunktur í 100 m fjarlægð frá strönd er innan meginþynningarsvæðis en 200 m í útjaðri þess (sjá kafla 5). Viðmið um þynningarsvæði eru jafnan þess eðlis að þar megi styrkur vera umfram umhverfismörk og því skekkja gildin í mælipunktum í 100 og 200 m fjarlægð verulega meðaltölin sem og þau hlutfallsmörk sem reiknuð eru út frá þeim.

Þrátt fyrir varfærnar forsendur líkt og að framan hefur verið rakið, reiknast meðaltöl styrks fosfats í öllum mælipunktum nánast alltaf innan viðmiðs um Gott ástand, fyrir alla valkosti. Það sama er ekki að segja um nitrát þar sem styrkur í mælipunktinum á þynningarsvæðinu í 100 m fjarlægð frá strönd vegur það þungt. Viðmiðinu er þó alltaf náð fyrir núllkost og 98% tímans fyrir valkost 2. Fyrir valkost 1 næst viðmiðið meirihluta tímans, við 75% hlutfallsmörk.

Ef styrkgildi úr mælipunkti í 100 m fjarlægð eru ekki tekin með í meðaltalsútreikningana, reiknast meðaltöl nitrats nánast alltaf innan viðmiðs um Gott ástand, fyrir alla valkosti. Fyrir núllkost falla meðaltöl nitrats reyndar alltaf innan viðmiðs um Mjög gott ástand og 97% tímans fyrir valkost 2. Fyrir valkost 1 falla meðaltöl nitrát innan viðmiðs um Mjög gott ástand 84% tímans. Áfram reiknast meðaltöl fosfats alltaf innan viðmiðs um Gott ástand og nánast alltaf innan viðmiðs um Mjög gott ástand fyrir valkost 2 og alltaf fyrir núllkost.

Enn skerpist á þessari mynd ef styrkgildi í mælipunkti í 200 m fjarlægð eru ekki heldur tekin með í meðaltalsútreikningana. Sést jafnframt enn betur hvernig lögun á hlutfallsmarkakúrfunum verður jafnari og hlutfallslega líkari milli valkosta þar sem mælipunktar á meginþynningarsvæði eru ekki lengur teknir með.

Mynd 49 sýnir síðan hvernig hlutfallsmörk meðaltala styrks nitrats og fosfats gætu litið út ef aðrir fjórir viðmiðunarpunktar væru fyrir valinu, þ.e. í 300, 500, 700 og 900 m fjarlægð frá strönd. Á sama hátt og að framan er næmni könnuð fyrir því að fella styrkgildi úr innri viðmiðunarpunktum út úr meðaltalinu. Meðalstyrkgildi nitrats falla alltaf innan viðmiðs um Mjög gott ástand fyrir núllkost og valkost 2, en 95% tímans fyrir valkost 1, ef allir viðmiðunarpunktarnir eru inni. Einungis lítillæg næmni er fyrir því að taka styrkgildi úr innri punktum út úr meðaltalinu. Sama er að segja í tilfelli fosfats.

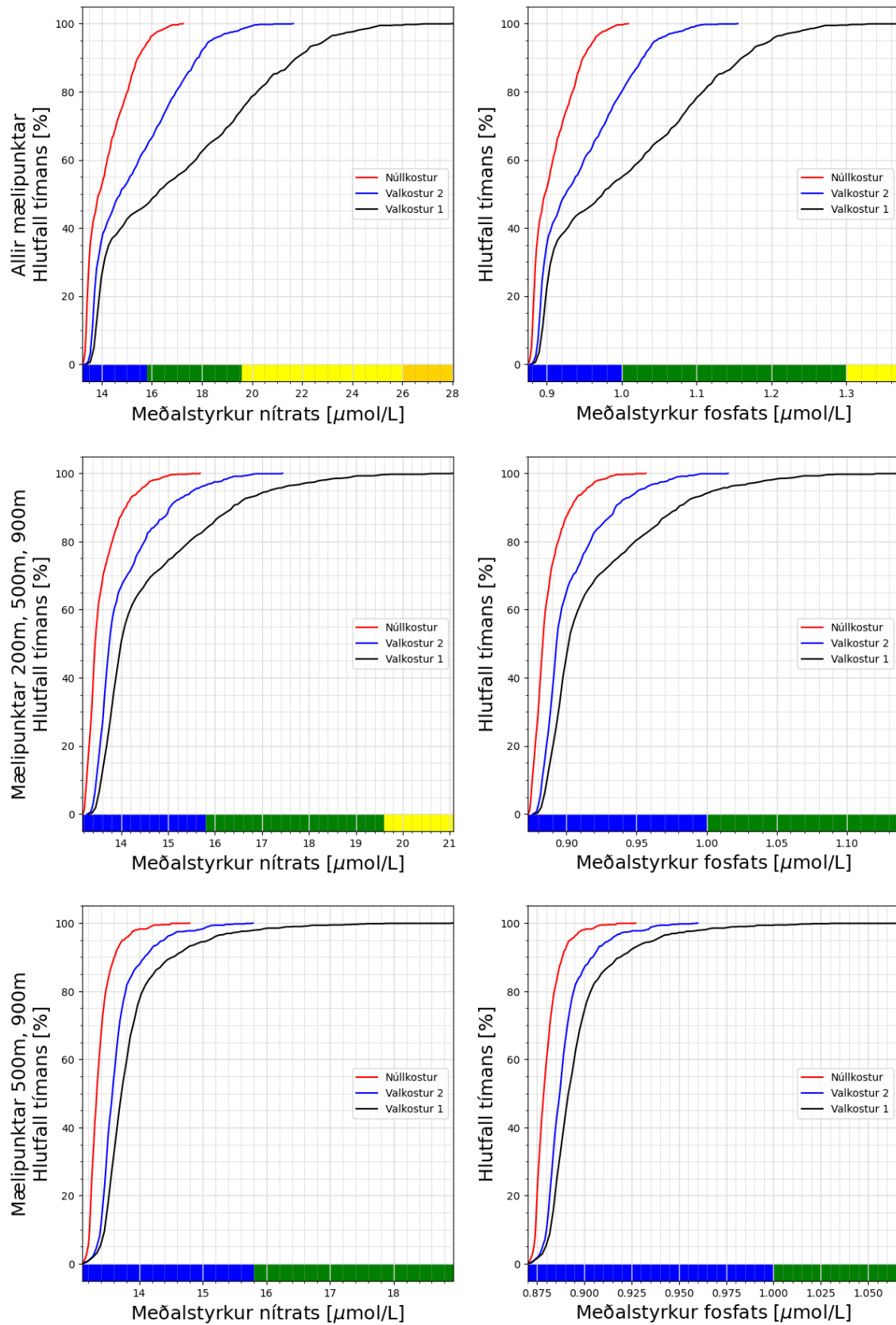
Af framansögðu má ætla að fyrirhuguð losun Laxeyjar í Viðlagafjöru sé líkleg til að hafa áhrif á strand-svæðið norðaustan og austan Heimaeyjar, þó þannig að viðmið um Gott ástand efna- og eðlisefnafræðilegra gæðapátta (næringarefna) náist fyrir vistfræðilegt ástand strandsjávarhlotsins á stærstum hluta svæðisins.

Má þannig ætla að áhrifin verði það afmörkuð við næsta nágrenni strandar norðausturhluta Heimaeyjar að ólíklegt sé að strandsjávarhlotið nái ekki markmiðum sínum um gott vistfræðilegt ástand út frá efna- og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum (næringarefnum). Á þetta við þó svo að þær útgildis forsendur um fóðrun og lífmassa sem liggja til grundvallar næðu fram að ganga og þrátt fyrir að gert sé ráð fyrir að allt uppleyst köfnunarefni í frárennsli sé á formi nitrats.

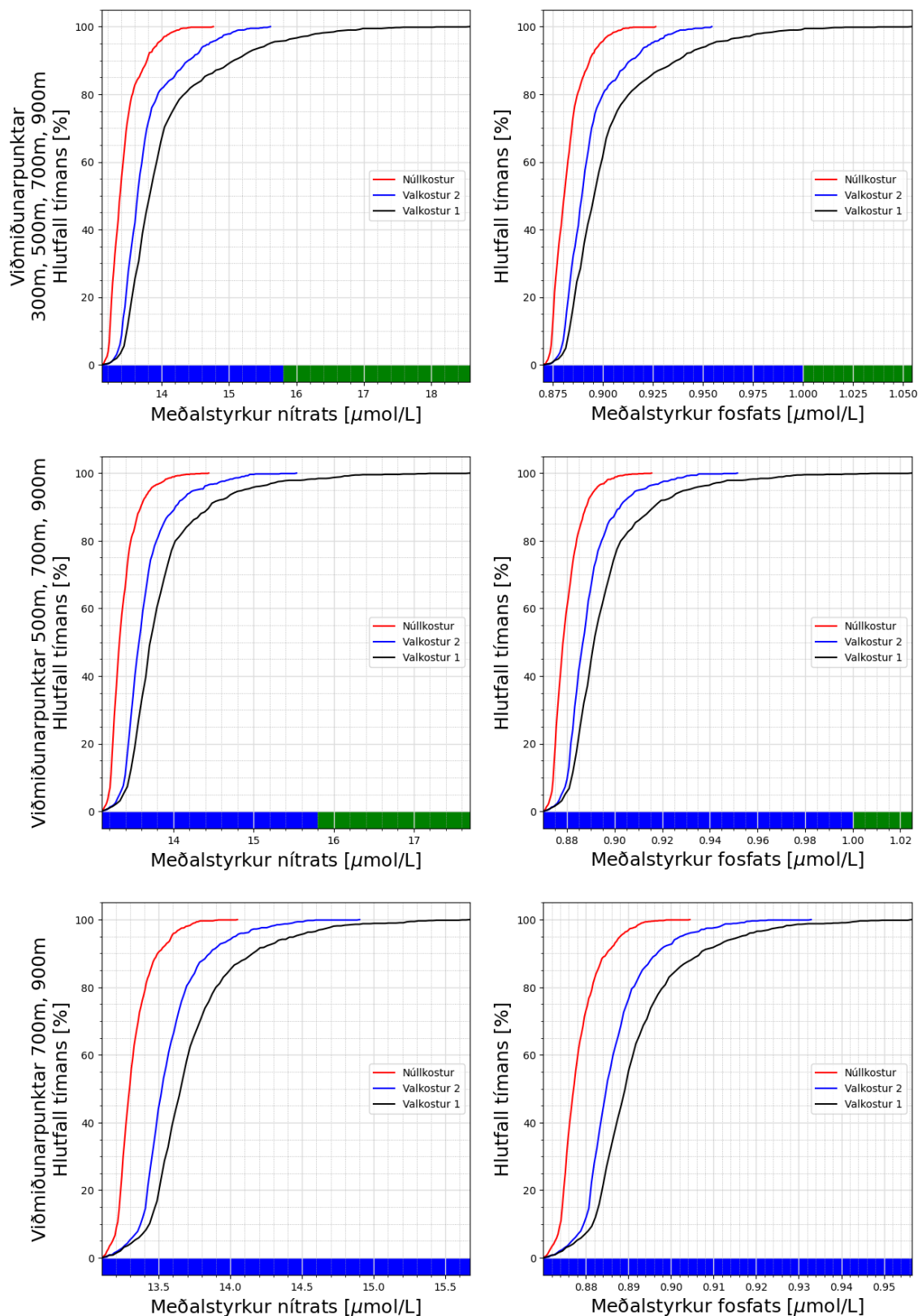
Að teknu tilliti til þeirrar varfærni sem viðhöfð var við gerð forsendna fyrir losun (kaflí 2), myndun grunnástands og skilgreiningu mögulegra samlegðaráhrifaþátta (kaflí 3) og við framsetningu og túlkun líkaniðurstaðna (kaflar 4, 6, 7 og 8) verður að teljast að um sé að ræða varfærið áhrifamat á strand-sjávarhlotið út frá efna- og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum.

Frárennslið í Viðlagafjöru hefur áhrif á straumsvið í allra næsta nágrenni sínu en ekki nægjanlega til að hafa áhrif á ríkjandi strauma né öldufar. Að sama skapi er frárennslið ólíklegt til að hafa áhrif á dýpi og botngerð úti fyrir Viðlagafjöru, sem og gerð svæðis milli há- og lágflæðismarka, sbr. gæðapáttaviðmið fyrir vatnsformfræðilega gæðapætti strandsjávarhlota (Umhverfisstofnun, 2024).

Frárennsli starfseminnar sem hér hefur verið til skoðunar er því ólíklegt til að hafa áhrif á umhverfis-markmið strandsjávarhlotsins í nágrenni Vestmannaeyja um gott vistfræðilegt ástand með hliðsjón af efna- og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum og vatnsformfræðilegum gæðapáttum.



Mynd 48. Hlutfallsmörk af reiknuðum meðalstyrk nitrats (vinstri) og fosfats (hægri) í ætluðum fjórum mælipunktum utan við Viðlagafjöru (Tafla 7). Meðaltöl úr öllum mælipunktum (efst), ytri þremur (miðja) og ystu tveimur (neðst).



Mynd 49. Hlutfallsmörk af reiknuðum meðalstyrk nitrats (vinstri) og fosfats (hægrei) í fjórum viðmiðunarpunktum á NA sniði utan við Viðlagafjöru (Mynd 5). Meðaltöl úr öllum viðmiðunarpunktum (efst), ytri þremur (miðja) og ystu tveimur (neðst).

10. Samantekt helstu niðurstaðna

Varfærnar forsendur

Forsendur um losun efna í viðtakann eru varfærnar (kaflí 2). Þær miða við langtímamarkmið um dagvöxt (1%) eldisfisks og þ.a.l. útgildi í mögulegri dagsfóðrun, en jafnframt að það útgildi verði samhliða standandi lífmassa sem þarf fyrir mun minni dagvöxt (0,6%) til að standa undir fyrirhugaðri ársframleiðslu. Er þetta óháð því hver ársframleiðsla eða ársfóðrun yrði og gilda áfram sömu viðmið um hámarksfóðrun á ári. Með þessu fæst fram varfærið álag á viðtakann.

Gert er ráð fyrir að allt uppleyst köfnunarefni berist í viðtakann á formi nitrats og allt uppleyst fosfór berist í viðtakann á formi fosfats. Þetta er að öllum líkindum varfærin nálgun þar sem óvíst er að hversu miklu leyti uppleyst köfnunarefni sem frá útrásinni kemur sé á formi nitrats og að hversu stórum hluta það er á öðru formi, s.s. ammóníum og nítríts.

Einnig eru viðmið gagnvart líkanreikningum varfærin eftir því sem við á. Til að mæta óvissu í ákvörðun grunnástands og leggja fram varfærið mat á mögulegum áhrifum losunarinnar við Viðlagafjöru á súrefnisbúskap sjávar utan við fjöruna er gert ráð fyrir að súrefnismettun í frárennslisvatni við Viðlagafjöru sé 50% þrátt fyrir að jafnan sé virk súrefnisbæting í eldisvatni landeldisfyrirtækja. Gagnvart myndun grunnástands og skilgreiningu mögulegra samlegðaráhrifaþátta við frárennslí úr fráveitukerfi Vestmannaeyjabæjar er gert ráð fyrir að allt köfnunarefni í frárennslí sé uppleyst og á formi nitrats og að allt fosfór sé uppleyst og á formi fosfats. Tekið er tillit til mögulegs rennslis úr fráveitukerfinu á yfirfalli í Vestmannaeyjahöfn og gert er ráð fyrir að hitastig fráveituvatnsins sé 12 °C (kaflí 3).

Straumsvið og þynningar- og dreifingargeta viðtaka

Við Vestmannaeyjar eru sterkir, síbreytilegir sjávarstraumar vegna flókins samspils legu eyjanna og sjávarbotns, sjávarfallastrauma og öldufars. Straumsviðið hefur mikil áhrif á þynningu og dreifingu efna sem í sjóinn berast.

Þau efni sem berast með frárennslí í Viðlagafjöru til sjávar þynnast mjög hratt þegar komið er í viðtakann og má ætla að meginþynningarsvæðið sé innan um 200 m fjarlægðar frá ströndinni. Hvert sjávarstraumar dreifa síðan efninu er mjög háð aðstæðum í straumsviðinu hverju sinni. Er þannig útbreiðslusvæði efnanna almennt séð (50% tímans) tiltölulega stutt frá útrás. Töluverð frávik geta verið frá því minni hluta tímans og dreifist þá efnið víðar í viðtakanum. Efnin staldra þó tiltölulega stutt þar við og telur aukinn styrkur umfram viðmið til lítils hluta tímans.

Það er því ekki einungis þynningargeta viðtakans sem er veruleg heldur einnig geta hans til að dreifa efni greiðlega frá upptakasvæði sínu og koma því tiltölulega hratt fjarri því svæði. Víða þar sem styrkur næringarefna reiknast hæstur á hverjum stað yfir viðmiðunartímabilið kemur það til vegna þessarar hröðu dreifingar sem einkennir straumsviðið. Telja þau hágildi til lítils hluta tímans, jafnvel örsmæðarbrotts hans.

Meginþynningarsvæði

Styrkur fellur mjög verulega innan 100 m frá strönd og hægist þá töluvert á viðbótarþynningu. Í 200 m fjarlægð hefur styrkur fallið um stærðargráður frá frárennslisgildum og hefur þá hægt enn frekar á viðbótarþynningu. Mörk meginþynningarsvæðis liggja því á bilinu 100 – 200 m frá strönd. Þynning efna úti fyrir strönd Viðlagafjöru er þannig mjög veruleg og hröð og á bæði botndýpið utan strandar þátt í því og straumsviðið.

Á meginþýnningarsvæðinu er viðmiði um 6 mg/L súrefnisstyrk náð í tiltölulega stuttri fjarlægð frá strönd, eða í um 100 m fjarlægð. Þótt stærstan hluta tímans hægist á styrkukningu súrefnisins á milli 100 og 200 m fjarlægðar frá strönd, eykst súrefnisstyrkur tiltölulega hratt þar fyrir utan í átt að bakgrunnsgildi (sjá kafla 5). Ætla má því að engin áhrif verði á lífríki af völdum súrefnisstyrks.

Heildarþýnningarsvæði næringarefna og annarra uppleystra efna

Metið var að a.m.k. 10% tímans mætti telja slík hágildi næringarefnastyrks ekki tilkomin vegna reglubundinnar samfelldrar dreifingar næringarefna frá útrás. Tölfræðin endurspeglar þá einstaka hágildi sem til koma að mestu leyti vegna ósamfelldrar dreifingar næringarefna. Þó svo að hægt sé að telja slíkt svæði til heildaráhrifasvæðis, þá hefur það lítið með raunlosun að gera og hvernig vöktun svæðis gæti endurspeglað áhrif af losun. Til þess þarf að horfa til virks áhrifasvæðis sem verður stærðargráðu minna að flatarmáli en heildaráhrifasvæðið (kafla 6).

Áhrifasvæði, þar sem almennt má búst við að styrkur næringarefna gæti verið yfir mörkum, ákvarðast af miðgildi reikninganna (50% hlutfallsmörk) á hverjum stað. Þar eru jafnar líkur á að styrkur næringarefna sé hærri eða lægri en miðgildið. Segja mætti jafnframt að það sé almennt þýnningarsvæði næringarefnanna. Líkleg ytri mörk heildarþýnningarsvæðis næringarefnanna, þar sem þýnning færi fram lítinn hluta tímans miðar þá við 90% hlutfallsmörk styrks næringarefna. Framangreind lýsing á jafnframt við um önnur uppleyst efni, þ.m.t. um mælikvarða á súrefnisþörf, BOD og COD.

Niðurstöður gefa til kynna að fyrir varfærna sviðsmynd fyrir valkost 1 verði almennt þýnningarsvæði næringarefna að viðmiðunarmörkum um Gott ástand innan 160 m frá strönd, innan 550 m norður með ströndinni og 300 m suður með henni. Jafnframt að ytri mörk heildarþýnningarsvæðis fyrir sömu viðmiðunarmörk verði innan 400 m frá strönd, innan 800 m norður með ströndinni og innan 1100 m suður með henni. Stærðir samsvarandi svæða fyrir aðra valkosti eru minni í takti við minni losun í þeim valkostum.

Samlegðaráhrif

Samlegðaráhrif eru merkjanleg í reikningunum við frárennsli úr fráveitukerfi bæjarins og lækkar súrefnisstyrkur á þessum svæðum í takti við það. Að teknu tilliti til varfærinna forsendna gagnvart líkanreikningunum (sjá kafla 2 og 3) má þó ætla að áhrif uppbyggingar við Viðlagafjöru verði lítil á súrefnisbúskap á hafnarsvæðinu og óveruleg í nágrenni við fráveituútrás bæjarins norðan Eiðis. Samlegðaráhrif gagnvart styrk næringarefna verða líklega væg og tímabundin og verður viðmiði um Gott ástand náð stærstan hluta tímans. Engrar samlegðar gætir fyrir hitastig við frárennsli úr fráveitukerfi bæjarins.

Viðmið fráveitureglugerðar

Reglugerð nr. 1450/2025 um fráveitur og skólphreinsun setur fram viðmið fyrir síður viðkvæm svæði fyrir fráveituvíðtaka í Viðauka III við reglugerðina. Þannig getur sjór eða hafsvæði talist síður viðkvæmt svæði ef losun skólps hefur ekki skaðleg áhrif á umhverfið vegna formfræðilegra, vatnafræðilegra eða annarra sérstakra aðstæðna í vatninu. Getur þetta átt við opna flóa, ármynni og annan strandsjó þar sem endurnýjun vatns er mikil og ekki hætta á ofauðgun eða súrefnisþurrð eða ólíklegt talið að ofauðgun eða súrefnisþurrð verði vegna losunar frá þéttbýli.

Þar sem styrkur næringarefna fellur mjög hratt og súrefnisstyrkur hækkar hratt í átt að bakgrunnsgildi innan meginþýnningarsvæðisins, sem einungis nær til um 100 – 200 m fjarlægðar frá ströndinni, má búast við að almenn hætta á ofauðgun í viðtakanum sé ólíkleg og að súrefnisþurrðar muni ekki gæta.

Má því ætla að viðtakinn sé síður viðkvæmur gagnvart fyrirhugaðri losun sem ólíkleg er til að hafa skaðleg áhrif með hliðsjón af kröfum reglugerðar nr. 1450/2025 um fráveitur og skólphreinsun.

Viðmiðunarstaðsetningar fyrir næringarefnamælingar í viðtaka

Þær mælingar sem voru gerðar á vegum Laxeyjar á nitrati og fosfati í mars 2025 voru gerðar í 100, 200, 500 og 900 m fjarlægð frá strönd. Miðað við niðurstöður líkanreikninganna má ætla að mælipunktur í 100 m fjarlægð verði innan meginþynningarsvæðis og mælipunktur í 200 m fjarlægð verði á jaðri meginþynningarsvæðis. Þarf að hafa það í huga við túlkun mögulegra framtíðarmælinga á þeim viðmiðunarstöðum. Þannig eru mælingarnar þar líklegar til að gagnast til vöktunar á meginþynningarsvæði og mögulegs samanburðar við vöktunarmælingar utar í viðtakanum, en viðmið um þynningarsvæði eru jafnan þess eðlis að þar megi styrkur vera umfram umhverfismörk.

Ef tekin væru engu að síður meðaltöl af styrk næringarefna úr sýnum teknum á öllum mælipunktum myndu gildin úr innstu punktunum líklega skekkja verulega meðaltölin. Hversu mikið er erfitt að segja og gæti vegið þungt hversu varfærin forsendan er um að allt uppleyst köfnunarefni sé á formi nitrats.

Þrátt fyrir varfærnar forsendur gefa líkanniðurstöður til kynna að meðaltöl af styrk fosfats úr öllum mælipunktum séu líkleg til að verða alltaf innan viðmiðs um Gott ástand, fyrir alla valkosti. Fyrir nitrát er viðmiðinu alltaf náð fyrir núllkost, nánast alltaf fyrir valkost 2 og stærstan hluta tímans fyrir valkost 1.

Ef styrkmælingum af meginþynningarsvæði er haldið utan meðaltala til mögulegs mats á ástandi vatnshlotsins má telja líklegt að slík meðaltöl verði alltaf innan viðmiðunarmarka fyrir Gott ástand og gjarnan innan marka fyrir Mjög gott ástand (sjá kafla 9).

Vistfræðileg markmið vatnshlotsins

Umhverfismarkmið strandsjávarhlotsins í nágrenni Vestmannaeyja eru gott vistfræðilegt ástand og gott efnafræðilegt ástand. Skilgreindir gæðapættir fyrir mat á vistfræðilegu ástandi strandsjávarhlota eru líffræðilegir gæðapættir, efna- og eðlisefnafræðilegir gæðapættir og vatnsformfræðilegir gæðapættir (Umhverfisstofnun, 2024). Næringarefni (nitrát og fosfat) teljast til efna- og eðlisefnafræðilegra gæðapátta strandsjávarhlota (sjá kafla 3.1). Til vatnsformfræðilegra gæðapátta teljast sjávarföll (stefna ríkjandi strauma; ölduhrif) og formfræði (breytileiki í dýpt; kornastærð og gerð sjávarbotns; gerð svæðis milli há- og lágflæðismarka).

Efna- og eðlisefnafræðilegir gæðapættir

Í ljós framangreindrar samantektar helstu niðurstaðna verður að teljast líklegt að megináhrif af fyrirhugaðri losunar Laxeyjar í Viðlagafjöru verði staðbundin og meginþynningarefni næringarefna verði í næsta nágrenni strandarinnar. Jafnframt að ytri mörk heildarþynningarsvæðis geti teygst sig í nokkur hundruð metra út frá strönd, sem og meðfram henni, en þynningin þar verði orðin það mikil að mælingar eru líklegar til að gefa niðurstöður innan viðmiða um Gott ástand fyrir alla valkosti og jafnvel Mjög gott ástand, sér í lagi fyrir núllkost og valkost 2.

Má þannig ætla að áhrifin verði það afmörkuð við næsta nágrenni strandar norðausturhluta Heimaeyjar að ólíklegt sé að strandsjávarhlotið nái ekki markmiðum sínum um gott vistfræðilegt ástand út frá efna- og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum (næringarefnum). Á þetta við þó svo að þær útgildis forsendur um fóðrun og lífmassa sem liggja til grundvallar næðu fram að ganga og þrátt fyrir að gert sé ráð fyrir að allt uppleyst köfnunarefni í frárennsli sé á formi nitrats.

Að teknu tilliti til þeirrar varfærni sem viðhöfð var við gerð forsendna og við framsetningu og túlkun líkanniðurstaðna verður að teljast að um sé að ræða varfærið áhrifamat á strandsjávarhlotið út frá efna- og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum.

Vatnsformfræðilegir gæðapættir

Frárennslið í Viðlagafjöru hefur áhrif á straumsvið í allra næsta nágrenni sínu en ekki nægjanlega til að hafa áhrif á ríkjandi strauma né öldufar. Að sama skapi er frárennslið ólíklegt til að hafa áhrif á dýpi og botngerð úti fyrir Viðlagafjöru, sem og gerð svæðis milli há- og lágflæðismarka.

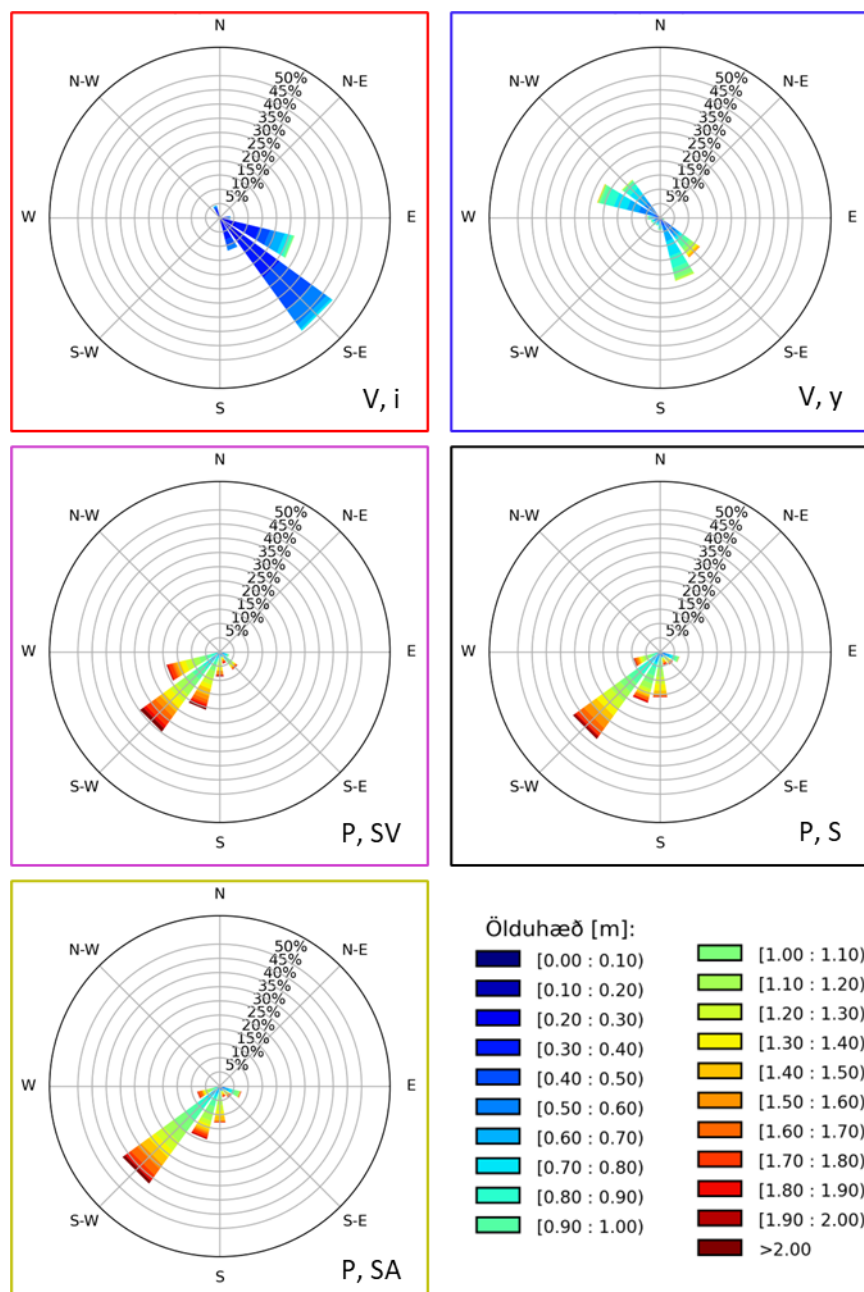
Ólíklegt er því að strandsjávarhlotið nái ekki markmiðum sínum um gott vistfræðilegt ástand út frá vatnsformfræðilegum gæðapáttum.

Heimildir

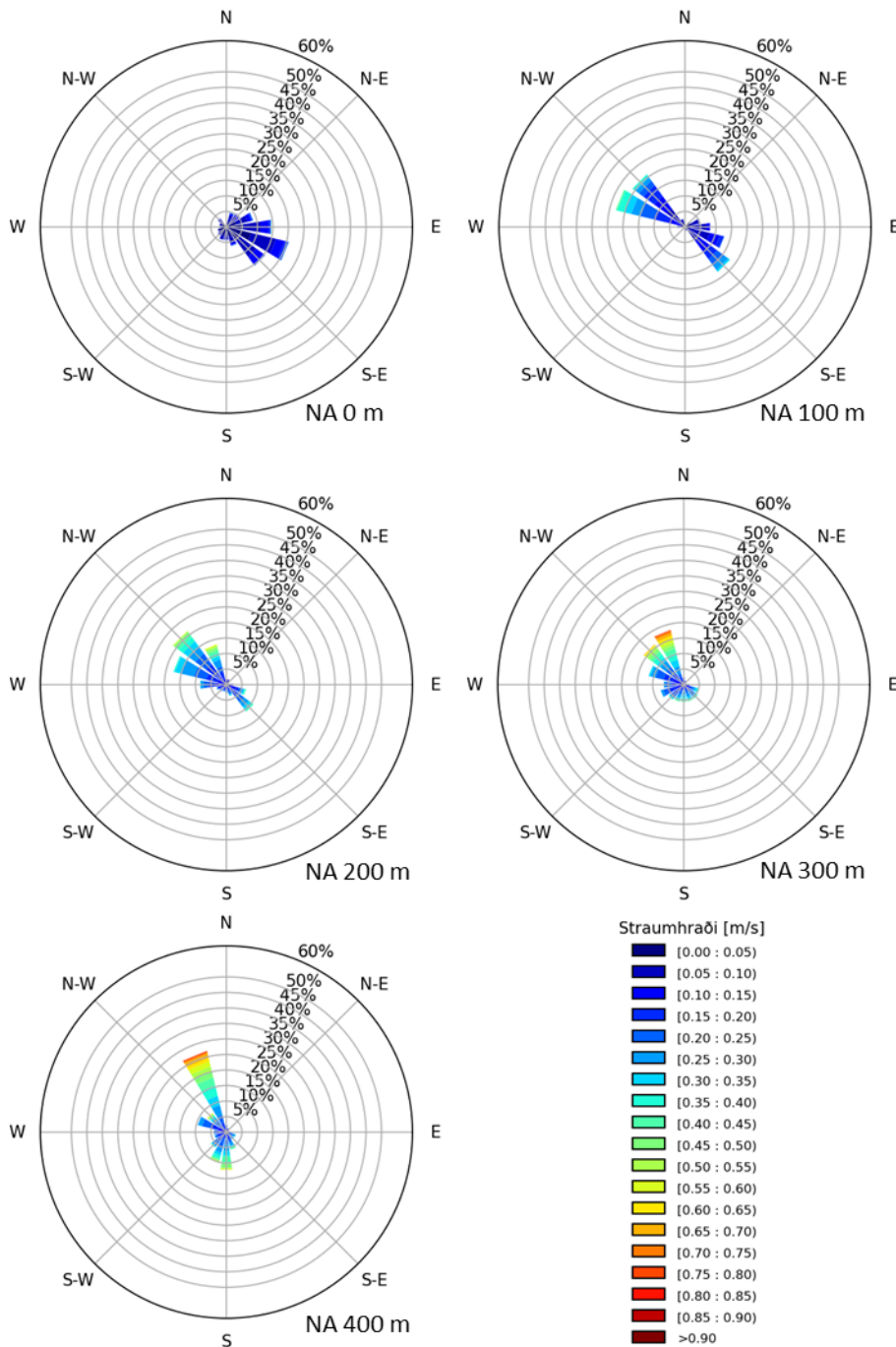
- Boyd, 2008. Calculating the feed oxygen demand (FOD) of aquafeeds. Kasetsart University Fisheries Research Bulletin, vol. 32(3): 26-31.
- Efla, 2025. Stækkun landeldisstöðvar í Vestmannaeyjum – 42.000 tonna eldi á ári. Matsáætlun.
- OSPAR, Commission, 2003. The OSPAR integrated report 2003 on the Eutrophication status of the OSPAR Maritime Area based upon the first application of the Comprehensive Procedure. Includes “baseline/assessment levels used by Contracting Parties and monitoring data (MMC 2003/2/4: OSPAR publication 2003: ISBN: 1 – 904426-25-5).
- OSPAR, 2001. Annex 5: Draft Common Assessment Criteria and their Application within the Comprehensive Procedure og the Common Procedure. Meeting Of The Eutrophication Task Group (Etg), London (Secretariat): 9- 11 October 2001.
- Rakel Guðmundsdóttir, Sólveig R. Ólafsdóttir, Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Pamela Woods, Lilja Gunnarsdóttir, Karl Gunnarssón, Kristinn Guðmundsson og Eydís Salome Eiríksdóttir, 2022. *Vistfræðileg viðmið við ástandsflokkun strandsjávar*. Haf- og vatnarannsóknir, Hafrannsóknastofnun. HV 2022-39. Unnið fyrir Umhverfisstofnun.
- Sólveig R. Ólafsdóttir, 2006. Styrkur næringarefna í hafinu umhverfis Ísland. Hafrannsóknastofnun, fjölrit nr. 122, Reykjavík 2006.
- Sólveig Rósa Ólafsdóttir, Agnes Eydal, Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Kristinn Guðmundsson og Karl Gunnarsson, 2019. *Gæðapættir og viðmiðunaraðstæður strandsjávarvatnshlota/Quality Elements and Reference Conditions of Coastal Water Bodies*. Unnið fyrir Umhverfisstofnun.
- Unnsteinn Stefánsson og Jón Ólafsson, 1991. *Nutrients and fertility of Icelandic waters*. Rit Fiskideildar, 12 (3), 1-56.
- Umhverfisstofnun, 2024. Mat á áhrifum framkvæmda og starfsemi á vatnshlot. Leiðbeiningar fyrir framkvæmdaaðila, rekstraraðila, ráðgjafa og sveitarfélög um hvernig beri að framkvæma mat á áhrifum framkvæmda og starfsemi á vatnshlot. Desember, 2024.
- Umhverfis- og orkustofnun, 2025. *Stöðuskýrsla fráveitumála 2024*.
- Vatnaskil, 2022. Geo Salmo. Mat á dreifingu mengunar frá fyrirhugaðri útrás. Unnið fyrir Geo Salmo. Skýrsla nr. 22.05, júní 2022.
- Vatnaskil, 2024. Landeldisstöð Thor landeldis vestan Þorlákshafnar. Mat á dreifingu mengunar fráveitu í viðtaka. Unnið fyrir Thor landeldi ehf. Skýrsla nr. 24.16, nóvember 2024.
- Wang, X., L. M. Olsen, K. I. Reitan, Y. Olsen, 2012. Discharge of nutrient wastes from salmon farms: enviromental effects, and potential for integrated multi-trophic aquaculture. *Aquaculture Environment Interactions*, Vol. 2: 267-283.

Viðauki 1: Öldu- og straumrósir í viðmiðunarpunktum

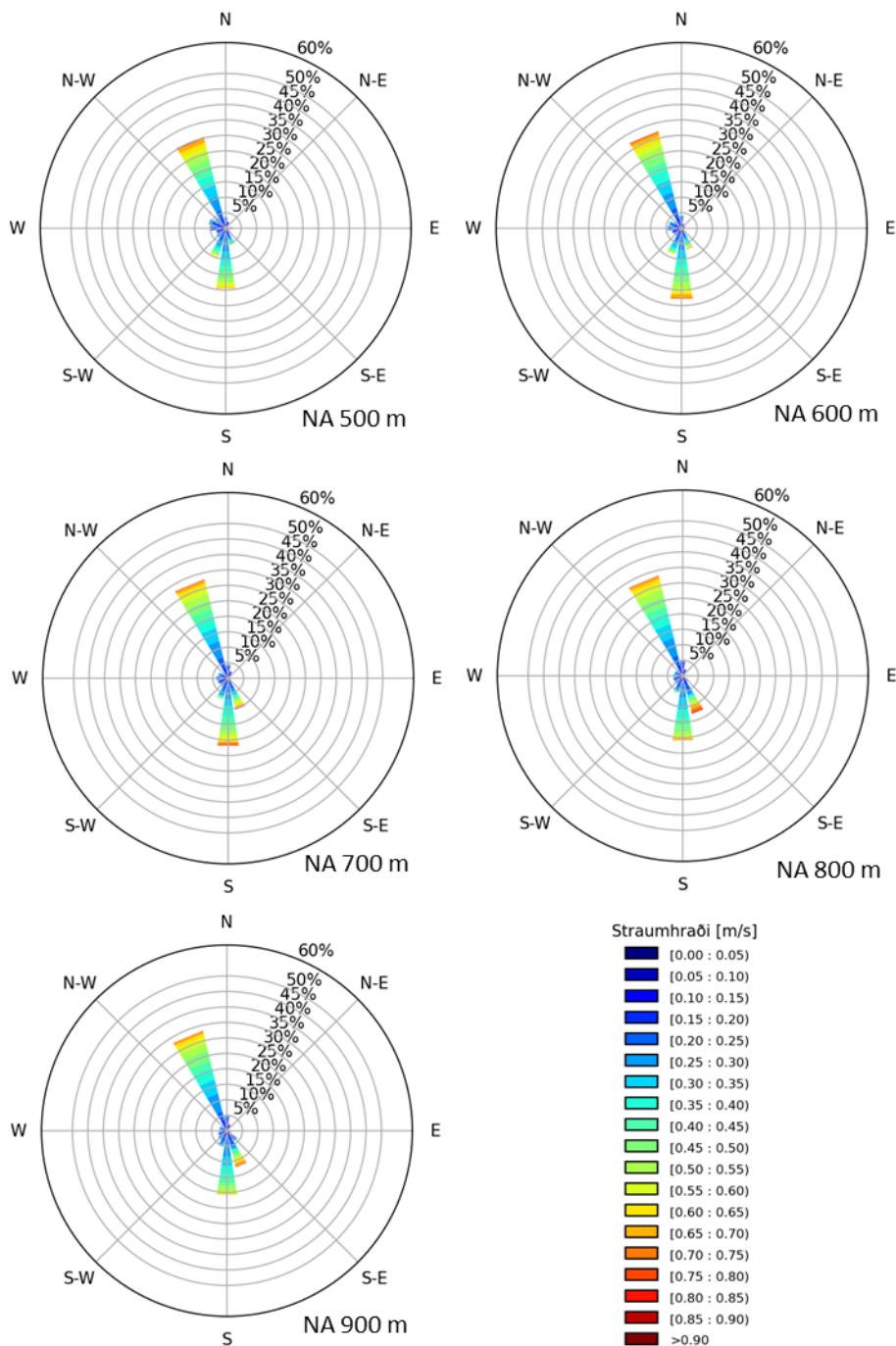
Myndir 50 til 56 sýna öldu- og straumrósir fyrir viðmiðunartímabilið í viðmiðunarpunktum skilgreindum á myndum 5 og 6 í kafla 3.5.



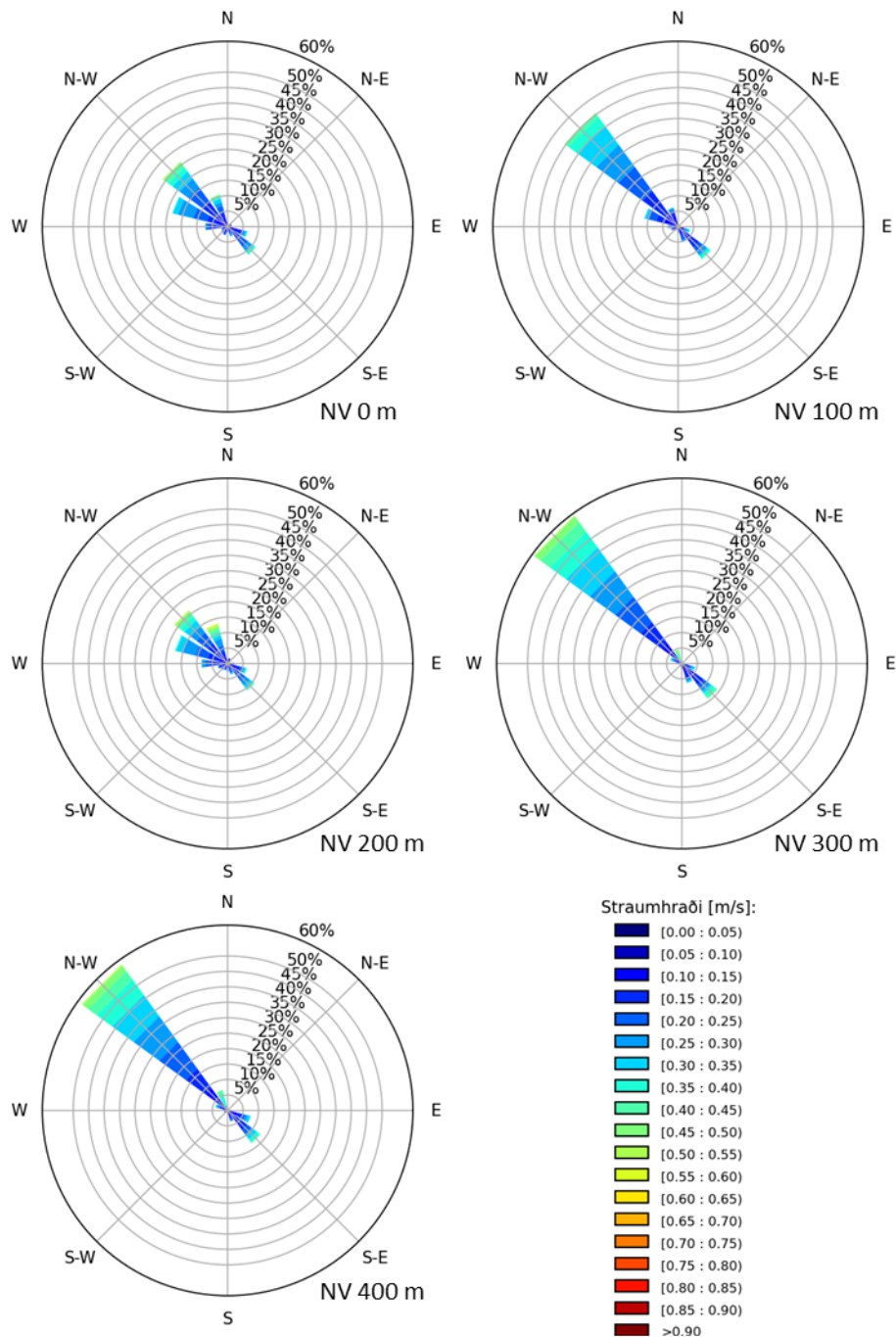
Mynd 50. Öldurósir fyrir viðmiðunartímabilið í viðmiðunarpunktum sbr. mynd 6. Stefna miðar við þá átt sem alda kemur úr.



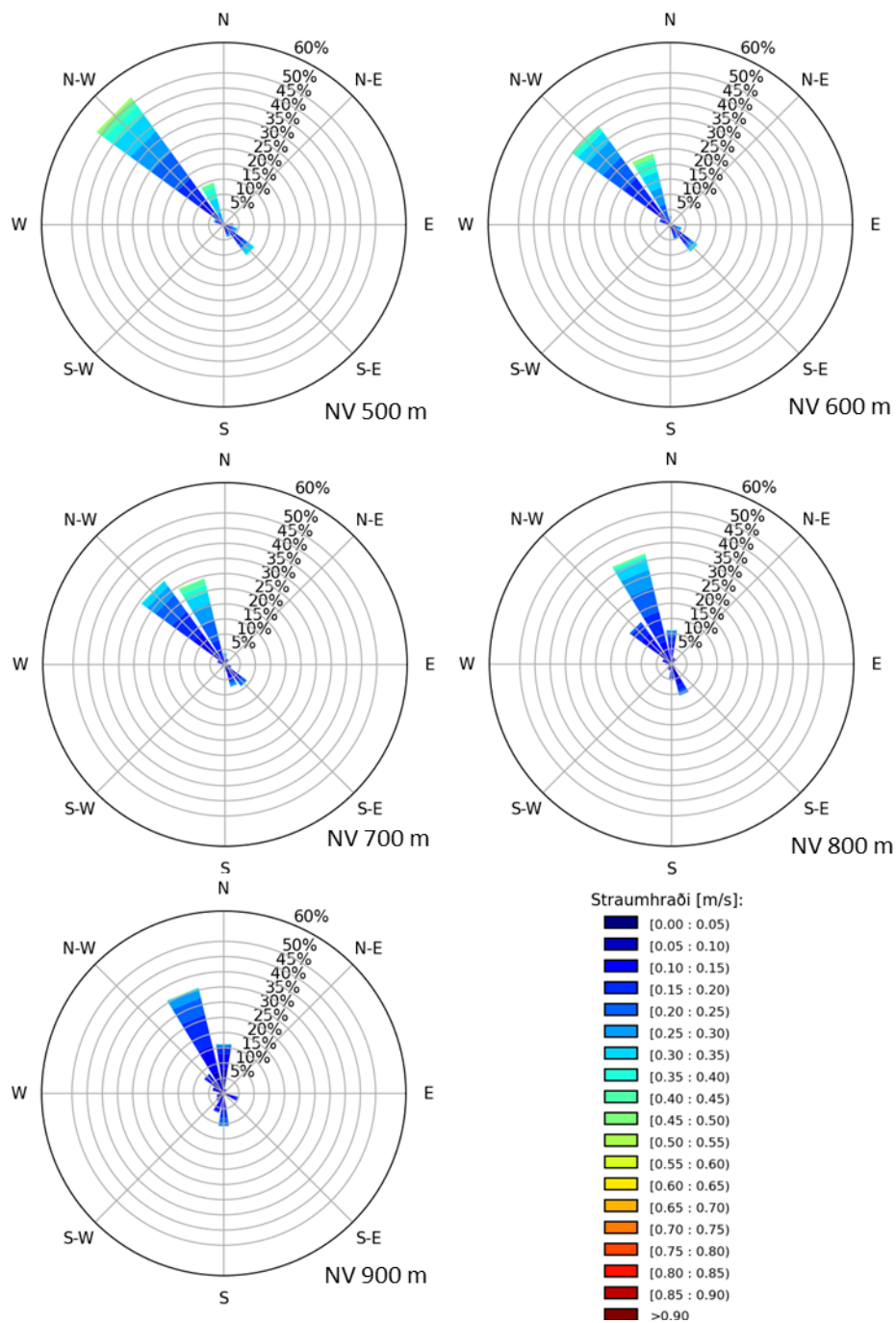
Mynd 51. Straumrósir í NA viðmiðunarpunktum 0 – 400 m frá Viðlagafjöru sbr. mynd 5. Stefna miðar við þá átt sem straumur fer í.



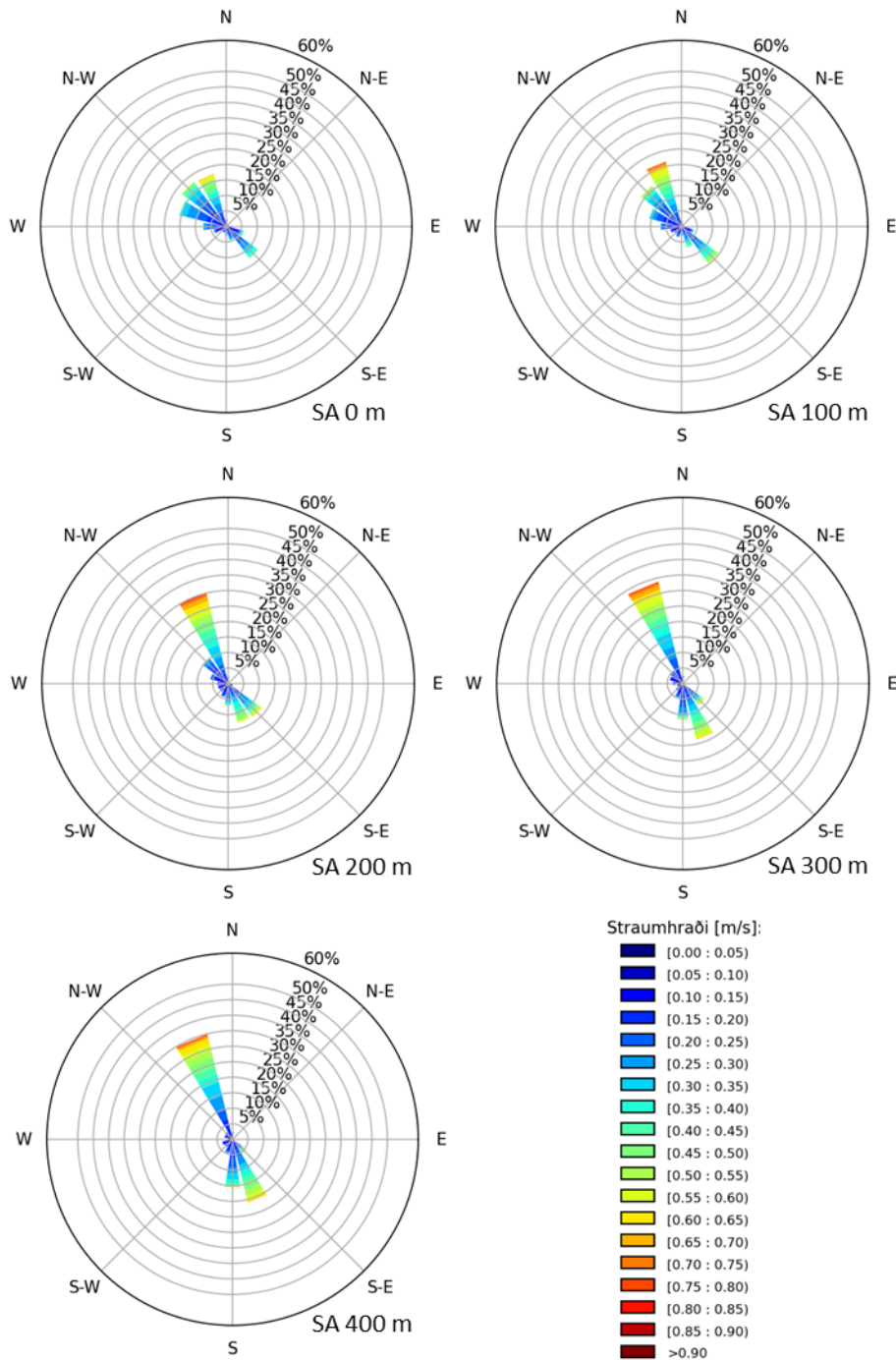
Mynd 52. Straumrósir í NA viðmiðunarpunktum 500 – 900 m frá Viðlagafjöru sbr. mynd 5. Stefna miðar við þá átt sem straumur fer í.



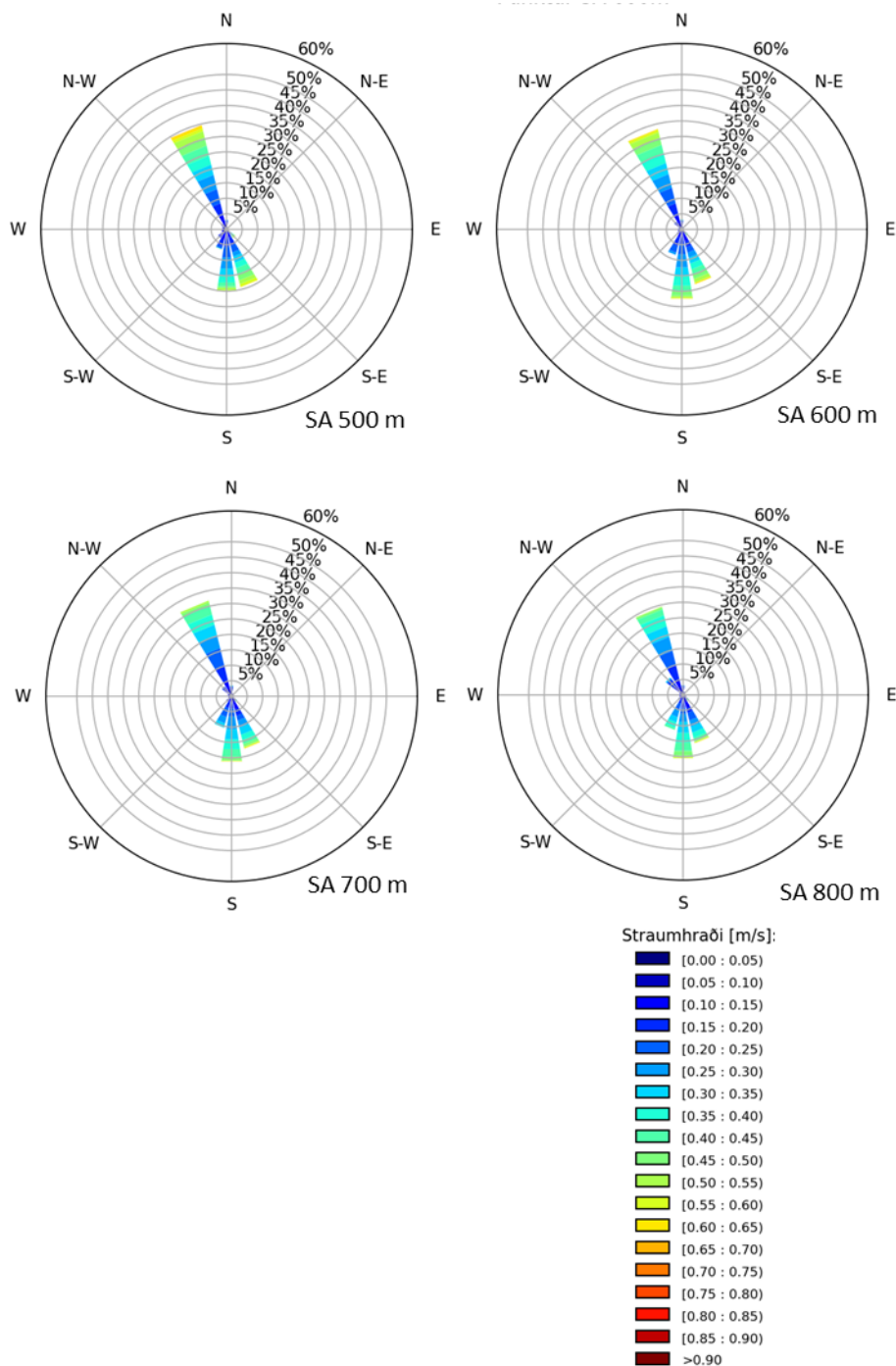
Mynd 53. Straumrósir í NV viðmiðunarpunktum 0 – 400 m frá NA sniði út frá Viðlagafjöru sbr. mynd 5. Stefna miðar við þá átt sem straumur fer í.



Mynd 54. Straumrósir í NV viðmiðunarpunktum 500 – 900 m frá NA sniði út frá Viðlagafjöru sbr. mynd 5. Stefna miðar við þá átt sem straumur fer í.

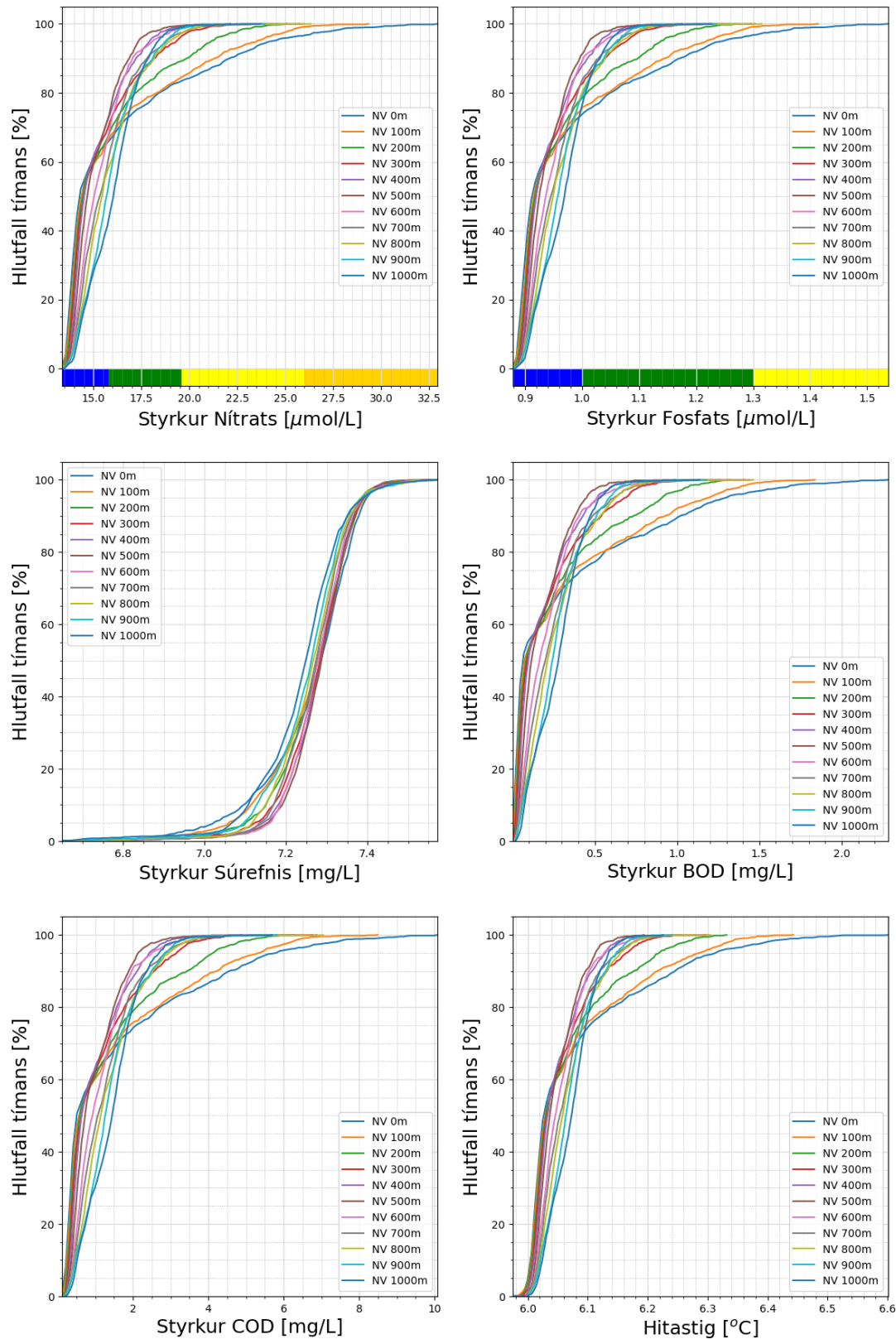


Mynd 55. Straumrósir í SA viðmiðunarpunktum 0 – 400 m frá NA sniði út frá Viðlagafjöru sbr. mynd 5. Stefna miðar við þá átt sem straumur fer í.

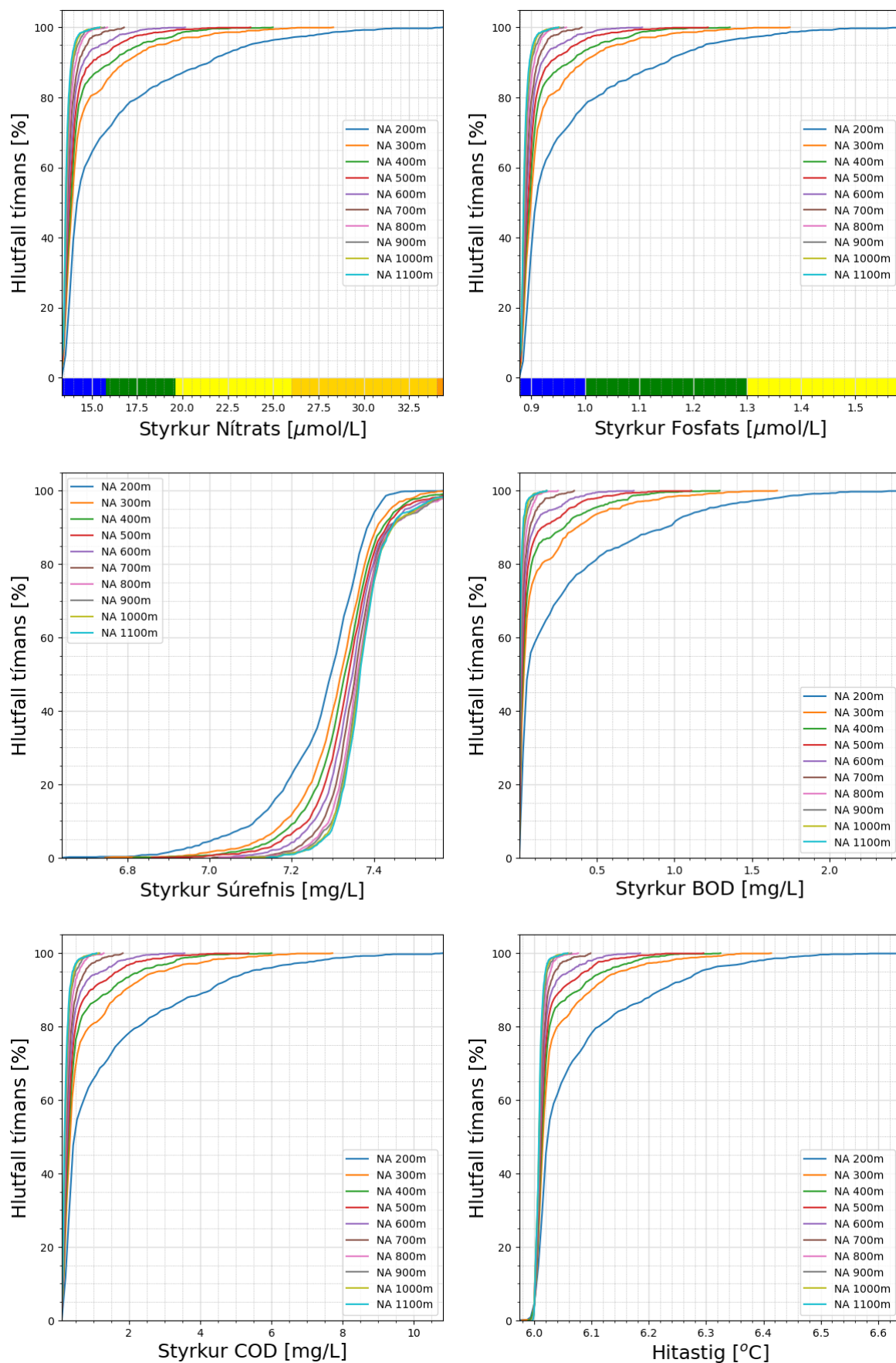


Mynd 56. Straumrósir í SA viðmiðunarpunktum 500 – 800 m frá NA sniði út frá Viðlagafjöru sbr. mynd 5. Stefna miðar við þá átt sem straumur fer í.

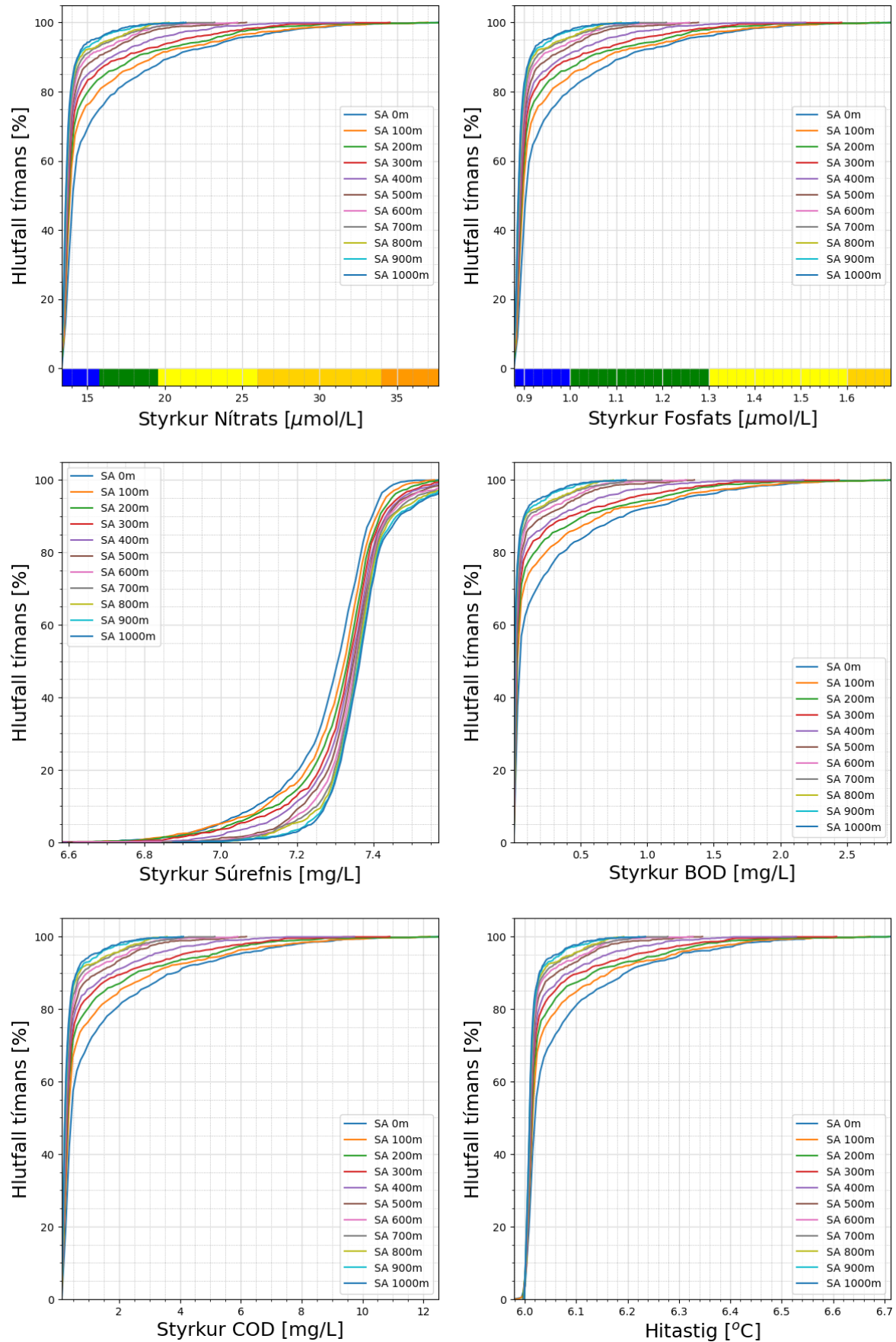
Viðauki 2: Hlutfallsmörk styrks í NV, NA, SA viðmiðunarpunktum fyrir valkost 1



Mynd 57: Hlutfallsmörk í viðmiðunarpunktum NV (sjá mynd 5) fyrir valkost 1.



Mynd 58: Hlutfallsmörk í viðmiðunarpunktum NA (sjá mynd 5) fyrir valkost 1.



Mynd 59: Hlutfallsmörk í viðmiðunarpunktum SA (sjá mynd 5) fyrir valkost 1.