



LANDELDI Á LAXI, BLEIKJU OG REGNBOGASILUNGI Í ÖLFUSI – 20.000 TONNA ELDI Á ÁRI

Viðaukahefti



VIÐAUKAR

- Viðauki A** **Minnisblað Vatnaskila – Landeðisstöð Thor landeðis vestan Þorlákshafnar. Mat á áhrifum fyrirhugaðrar vatnstöku**
- Viðauki B** **Minnisblað EFLU – Áhrif fráveitu á viðtaka**
- Viðauki C** **Minnisblað EFLU – mat á áhrifum á jarðmyndanir**
- Viðauki D** **Minnisblað Fornleifafræðistofu - Fornleifaskráning í landi Þorlákshafnar vegna áform Thors landeðis**
- Viðauki E** **Minnisblað Mannvits – Minnisblað um borholur á reit Thors landeðis**

VIÐAUKI A

**MINNISBLAÐ VATNASKILA - LANDELISSTÖÐ THOR
LANDELDIS VESTAN ÞORLÁKSHAFNAR. MAT Á ÁHRIFUM
FYRIRHUGAÐRAR VATNSTÖKU**



Landeldisstöð Thor landeldis vestan Þorlákshafnar

Mat á áhrifum fyrirhugaðrar vatnstöku

Unnið fyrir Thor landeldi ehf.

Skýrsla nr. 23.06

Desember 2023

Verkfræðistofan Vatnaskil

Síðumúli 28

108 Reykjavík

s. 512-2121

vatnaskil@vatnaskil.is

www.vatnaskil.is

Skýrsla nr: 23.06	Útgefið: Desember 2023	Fjöldi síðna: 46	Dreifing: Opin <input checked="" type="checkbox"/> Lokuð <input type="checkbox"/>
Heiti skýrslu: Landeldisstöð Thor landeldis vestan Þorlákshafnar. Mat á áhrifum fyrirhugaðrar vatnstöku.			
Höfundar: Eric M. Myer, Jean-Claude C. Berthet, Sveinn Óli Pálmarsson			
Verkefnisstjóri: Sveinn Óli Pálmarsson			
Útdráttur: <p>Greint er frá niðurstöðum líkanreikninga til mats á áhrifum fyrirhugaðrar vatnstöku Thor landeldis vestan Þorlákshafnar, eins og henni er lýst í umsagnar- og matsferli (Efla, 2023), á grunnvatnsauðlindina. Fyrirtækið stefnir á að framleiða allt að 20.000 tonn á ári af laxi, bleikju eða regnbogasilungi og sækist eftir að vinna allt að 500 L/s af fersku vatni og 15.000 L/s af jarðsjó við full afköst (Efla, 2023).</p> <p>Við úrlausn verkefnisins var stuðst við rennislíkan Vatnaskila af svæðinu sem m.a. hefur verið nýtt við greiningar á áhrifum samtvinnaðrar vinnslu á fersku og söltu vatni. Líkanið var uppfært með nýlegum jarðfræði- og vatnafarsgögnum til bættrar spágetu þess. Til að meta möguleg áhrif vinnslunnar var skilgreint grunnástand sem miðar við núverandi vinnslu á svæðinu (tilfelli 1). Þannig eru áhrif fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) metin í samanburði við grunnástandið. Enn fremur er skilgreind viðmiðunarvinnsla allra fyrirhugaðra vinnsluaðila á svæðinu sem hafið hafa umsagnar- og matsferli að einhverju marki og Skipulagsstofnun heldur utan um ætlað vinnslumagn. Samlegðaráhrif allra þessara vinnsluaðila (tilfelli 3) eru metin með samanburði við grunnástandið, en út frá mjög takmörkuðum upplýsingum um mögulega útfærslu vatnstöku þessara aðila.</p> <p>Áhrifasvæði fyrirhugaðrar vatnstöku Thor landeldis vestan Þorlákshafnar markast í grunninn af merkjanlegum niðurdrætti grunnvatnsborðs vegna vinnslu þeirra. Reiknaður 10 cm niðurdráttur teygir sig inn til landsins að Hlíðarendafjalli (tilfelli 2). Þegar horft er til samlegðar við aðra vinnsluaðila (tilfelli 3) teygir 10 cm niðurdráttur sig lengra inn til landsins, að Geitafelli og Þrengslunum og við lindir IWH reiknast þá um 30 cm niðurdráttur.</p> <p>Mestar seltubreytingar verða innan lóðar Thor landeldis með tilkomu vinnslu þeirra, þar sem selta eykst yfir 25% (prómillstig) rétt fyrir neðan blandlagið. Seltuaukning á sér stað ofan við dýpri vinnsluholur Thor landeldis, ofan u.þ.b. 25 m u.s., þar sem selta eykst um allt að 10-15%. Vinnsluselta dýpri hola Thor landeldis verður að jafnaði 29% samkvæmt þessum reikningum. Heildarfærskvatnstaka verður um sexfalt það sem lagt er upp með. Samlegðaráhrif við aðra mögulega framtíðarvatnstöku leiðir sömuleiðis af sér umtalsverða heildarfærskvatnstöku sem nauðsynlegt verður að takmarka með mótvægisáðgerðum.</p> <p>Með rannsóknum sem framundan eru hjá Thor landeldi mun verða aflað gagna sem að líkindum munu nýtast vel við að hanna frumútfærslu vinnslutilhögunar og ná fram markmiðum um lágmarkun heildarfærskvatnstöku. Rannsóknir fyrirtækisins hingað til sem nýttar eru í greiningunni nú styðja við þá sýn, auk þess sem ætla má að samvinna vinnsluaðila á svæðinu sem þegar er komin á vegna rannsókn- og vöktunar utan lóða þeirra muni skila verulegri framþróun.</p> <p>Leggja þarf áherslu á vöktun auðlindarinnar á vinnslusvæði Thor landeldis sem og hjá öðrum vinnsluaðilum auk sameiginlegrar vöktunar utan lóða þeirra. Sá samstarfsgrundvöllur sem þegar er kominn á milli vinnsluaðila svæðisins til að standa að slíkrri vöktun er líklegur til að sinna því hlutverki vel.</p>			
Verkkaupi: Thor landeldi ehf.		Tengiliðir verkkaupa: Halldór Ragnar Gíslason, Jónatan Þórðarson	
Lykilorð: Ölfus, Þorlákshöfn, fiskeldi, vatnafarslíkan, vatnsból, grunnvatn, jarðsjór, jarðsjávarvinnsla			

Efnisyfirlit

Efnisyfirlit	4
Myndaskrá	6
Töfluskrá	7
1. Inngangur	8
2. Uppfærsla grunnvatnslíkans.....	8
3. Forsendur um uppbyggingu	9
4. Vatnsvinnslutilfelli	11
5. Niðurstöður líkanreikninga.....	13
5.1. Niðurdráttur	14
5.1.1. Tilfelli 2, Thor landeldi	14
5.1.2. Tilfelli 3, samlegð með öðrum vinnsluaðilum	15
5.2. Seltubreytingar	16
5.2.1. Tilfelli 2, Thor landeldi	16
5.2.2. Tilfelli 3, samlegð með öðrum vinnsluaðilum	26
6. Mat á áhrifum fyrirhugaðrar vinnslu	34
6.1. Vinnslusvæði Thor landeldis.....	34
6.2. Vinnslusvæði Geo Salmo.....	35
6.3. Vinnslusvæði First Water	35
6.4. Vinnslusvæði starfandi fiskeldisfyrirtækja austast á Hafnarnesi	35
6.5. Vatnsból sveitarfélagsins	35
6.6. Lindarsvæði Icelandic Water Holdings.....	36
6.7. Lindarsvæðið við Hlíðarvatn.....	36
7. Mótvægisáðgerðir	36
7.1. Þörfin á mótvægisáðgerðum.....	36
7.2. Mat á virkni mótvægisáðgerða.....	37
8. Vöktun auðlindarinnar	38
9. Stjórn vatnamála – umhverfismarkmið	39
9.1. Viðmið fyrir gæðapætti grunnvatns	40
9.1.1. Magnstaða	40
9.1.2. Efnafræðilegt ástand	41
9.2. Grunnástand.....	41
9.2.1. Magnstaða	41
9.2.2. Efnafræðilegt ástand	42

9.3.	Áhrif af tilkomu Thor landeldis.....	43
9.3.1.	Magnstaða	43
9.3.2.	Efnafræðilegt ástand	43
9.4.	Áhrif af samlegð með annarri framtíðarvinnslu	44
9.4.1.	Magnstaða	44
9.4.2.	Efnafræðilegt ástand	44
	Heimildaskrá	46

Myndaskrá

Mynd 1: Lóð Thor landeldis og fyrirhuguð vinnslusvæði ásamt staðsetningum borhola.....	11
Mynd 2: Reiknaður niðurdráttur grunnvatnsborðs vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2).....	15
Mynd 3: Reiknaður niðurdráttur grunnvatnsborðs vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3).	16
Mynd 4: Reiknuð seltuaukning 15 m u.s. vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2).....	19
Mynd 5: Hæsta reiknaða seltubreyting í grunnvatni vegna tilfellis 2.....	20
Mynd 6: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í þversniði 1 í gegnum Íspór.....	20
Mynd 7: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í þversniði 2 í gegnum Arnarlax.....	21
Mynd 8: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í þversniði 3 í gegnum Laxar.	21
Mynd 9: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í þversniði 4 í gegnum First Water.	22
Mynd 10: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í þversniði 5 í gegnum Thor landeldi.	22
Mynd 11: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í sniði 6 í gegnum Geo Salmo.	23
Mynd 12: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í þversniði 7 um norðurhluta lóða landeldisfyrirtækjanna.	23
Mynd 13: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í þversniði 8 um suðurhluta lóða landeldisfyrirtækjanna.....	24
Mynd 14: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í þversniði 9 vestan af Geo Salmo.	24
Mynd 15: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í þversniði 10 í nágrenni Ness.	25
Mynd 16: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í þversniði 11 austan af Hlíðarvatni.....	25
Mynd 17: Reiknuð seltuaukning 15 m u.s. vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3).	28
Mynd 18: Hæsta reiknaða seltubreyting í grunnvatni vegna tilfelli 3.	28
Mynd 19: Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 1 í gegnum Íspór.....	29
Mynd 20: Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 2 í gegnum Arnarlax.....	29
Mynd 21: Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 3 í gegnum Laxar.	30
Mynd 22: Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 4 í gegnum First Water.	30
Mynd 23: Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 5 í gegnum Thor landeldi.	31

Mynd 24. Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 6 í gegnum Geo Salmo.	31
Mynd 25. Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 7 um norðurhluta lóða landeldisfyrirtækjanna.....	32
Mynd 26. Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 8 um suðurhluta lóða landeldisfyrirtækjanna.....	32
Mynd 27. Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 9 vestan Geo Salmo.	33
Mynd 28. Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 10 í nágrenni Ness.	33
Mynd 29. Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 11 austan af Hlíðarvatni.....	34
Mynd 30. Grunnvatnshlotin Selvogsstraumur 3, nr. 104-290-G (efri) og Ölfusstraumur 3, nr. 103-268-G (neðri). Úr vatnavefsjá.....	40

Töfluskrá

Tafla 1. Vinnslutilfelli vegna greiningar.	12
Tafla 2. Yfirlit yfir reiknaða ferskvatns- og jarðsjávarvinnslu vinnsluaðila, tilfelli 1.	14
Tafla 3. Lýsing á þversniðum fyrir seltubreytingar.	17
Tafla 4. Yfirlit yfir reiknaða ferskvatns- og jarðsjávarvinnslu vinnsluaðila, tilfelli 2.	19
Tafla 5. Yfirlit yfir reiknaða ferskvatns- og jarðsjávarvinnslu vinnsluaðila, tilfelli 3.	27
Tafla 6. Gæðakröfur fyrir mengunarefni í grunnvatnshlotum.	41

1. Inngangur

Í ákvörðun Skipulagsstofnunar um vinnslu og framsetningu umhverfisskýrslu Thor landeldis við Keflavík vestan Þorlákshafnar vegna uppbyggingar á allt að 20.000 tonna landeldi á laxi, bleikju eða regnbogasilungi kemur fram að gera þurfi grein fyrir áhrifum á grunnvatn vegna fyrirhugaðrar vatnsvinnslu (Skipulagsstofnun, 2023) sem nemur allt að 500 L/s af fersku vatni og allt að 15.000 L/s af jarðsjó við full afköst.

Við úrlausn verkefnisins var stuðst við grunnvatnslíkan Vatnaskila af svæðinu sem beitt hefur m.a. við mat á viðbrögðum grunnvatnsauðlindarinnar við vatnstöku á fersku og söltu vatni við Þorlákshöfn s.l. fimm ár (Vatnaskil, 2018, 2019a, 2019b, 2021 og 2022a). Um er að ræða tiltölulega flókið grunnvatnskerfi sem er í jarðlögum með margbreytilega eiginleika, þar sem eðlisléttara ferskvatn rennur frá landi til sjávar ofan á þyngri jarðsjó sem berst inn undir land. Á mótum þeirra myndast skilflötur eða blandlag fersk- og saltvatns, sem leitast við að vera í jafnvægi. Ýmsir þættir geta haft áhrif á það jafnvægi, þ.m.t. vinnsla ferskvatns og jarðsjávar. Líkanið heldur utan um alla þessa áhrifaþætti þannig að unnt er að leggja mat á áhrif vinnslu ferskvatns, ísalts vatns og jarðsjávar á auðlindina.

Í eftirfarandi umfjöllun er greint frá niðurstöðum líkanreikninganna með áherslu á þær breytingar sem ætla má að fyrirhuguð vinnsluaukning geti haft á ástand auðlindarinnar. Lagt var mat á möguleg áhrif vegna vatnstöku Thor landeldis á skilgreint grunnástand grunnvatnskerfisins. Jafnframt voru metin hugsanleg samlegðaráhrif við aðra mögulega framtíðarvatnstöku. Eðli málsins samkvæmt eru líkanreikningarnir bundnir óvissu sér í lagi varðandi seltustig vegna skorts á mælingum. Ætla má þó að greiningin gefi engu að síður góða mynd af viðbrögðum grunnvatnskerfisins við vatnstöku við Þorlákshöfn og þeim breytingum sem ætla megi að verði í niðurdrætti grunnvatnsborðs og seltu grunnvatns. Frekari mælingar á svæðinu tengdar rekstri vinnslustöðva og vöktun auðlindarinnar munu styðja við þessa mynd og hjálpa til við að minnka óvissu þegar fram líður.

2. Uppfærsla grunnvatnslíkans

Undirstöður grunnvatnslíkans af strandsvæðinu við Þorlákshöfn er rennislíkan Vatnaskila af Suðvesturlandi, sem hefur verið í þróun í ríflega 40 ár og hefur verið beitt við lausn ýmissa vatnafræðilegra verkefna (Vatnaskil, 2022b). Mikið af gögnum ganga inn í líkanið til að skapa traustan vatnafarsgrunn og eru þau notuð bæði við útreikninga reiknilíkansins og til samanburðar við niðurstöður þess. Þannig tekur rennislíkanið tillit til veðurfars, vatnafars, landslags, yfirborðsgerðar og jarðfræði.

Til að ná markmiðum um heilsteyptan skilning á öllum vatnafarsþáttum og flutningi vatns eftir vatnsviðinu samanstendur rennislíkanið af tveimur aðskildum líkönum, annars vegar yfirborðslíkani og hins vegar grunnvatnslíkani. Hvort fyrir sig er sérhæft í að líkja eftir ákveðnum hluta af vatnshringrásinni. Yfirborðslíkanið líkir eftir ferli úrkomu sem afrennsli annars vegar til farvega á yfirborði, og hins vegar til grunnvatns. Grunnvatnslíkanið fær írennsli til grunnvatnsgeymis frá yfirborðslíkani, og líkir eftir flæði þess í grunnvatnsleiðurum og framkomu í lindum og á strandsvæðum. Á strandsvæði við Þorlákshöfn hermir grunnvatnslíkanið bæði rennsli ferskvatns og jarðsjávar og þrýstijafnvægi milli þeirra.

Vatnafarsmælingar við Þorlákshöfn, sér í lagi á seltu og hitastigi grunnvatns ásamt grunnvatnshæð, eru almennt séð takmarkaðar, sérstaklega ef horft er til þess mikla magns sem þegar er unnið á svæðinu og ennfremur er sóst eftir að vinna þar. Enn fremur hefur gagnasöfnun tengd vinnslu

grunnvatnsins verið takmörkuð og liggur ekki ljóst fyrir hvernig söguleg vinnsla hefur þróast né fyllilega hvernig vinnslufyrirkomulag er í dag. Þó hefur bæst nokkuð í safn vatnafarsmælinga og upplýsingar safnast um hluta vatnstökunnar á síðustu fimm árum samhliða vatnafarsrannsókn á vegum sveitarfélagsins Ölfuss og uppbyggingu landeldisfyrirtækja í nágrenni Þorlákshafnar. Grunnvatnslíkanið hefur verið uppfært í skrefum yfir þetta tímabil með nýlegum gögnum sem hafa verið tiltæk á hverjum tíma sem leitt hefur til stigvaxandi aukinnar þekkingar á grunnvatnsauðlindinni við Þorlákshöfn.

Við vinnu fyrir Thor landeldi nú var líkanið uppfært með nýlegum gögnum frá landeldisfyrirtækjum (Geo Salmó, First Water og Löxum) og Veðurstofu Íslands. Um er að ræða jarðlagagreiningar byggðar á svarfsýnum úr nýjum borholum ásamt mælingum á rafleiðni (sem eru notaðar til að meta seltu) og hitastigi grunnvatns ásamt grunnvatnshæð. Jafnframt greiningar úr dæluprófum. Vitað er um frekari gögn sem ekki hafa borist eða gögn sem ekki hafa verið greind að nægjanlegu marki til að taka inn í líkanið, en engu að síður var mikið unnið með nýtingu þessara gagna nú.

Að auki lét Thor landeldi framkvæma vatnafarsmælingar í gömlum rannsóknar- og vinnsluholum á þeirra lóð við Keflavík (Mannvit, 2023a) ásamt því að bora nýja rannsóknarholu (FR-02). Hóla FR-02 er staðsett norðarlega á lóðinni og var boruð niður á 132 m dýpi og er þar með ein af dýpstu holunum á svæðinu. Með svarfgreiningum úr holunni var aflað dýrmætra upplýsinga um skiptingu jarðlaga, sér í lagi í dýpri hluta grunnvatnskerfisins. Holan er ótvírætt ein mikilvægasta viðbót síðari tíma gagnvart þekkingaruppbyggingu svæðisins, sér í lagi hvað varðar jarðfræðiuþplýsingar og til mats á halla blandlagsins frá ströndinni.

Vel útfærð jarðlagagreining úr nýju holunni leyfði endurmat á eldri jarðfræðigögnum austar á svæðinu, sér í lagi á lóðum Íspór og Arnarlax. Leiddi þetta af sér skýrari heildarmynd af jarðlögum meðfram ströndinni. Almenn séð má ætla að þetta hafi leitt til bættrar skilgreiningar á legu og lekt einstakra jarðlaga í líkaninu í nágrenni vinnslusvæðanna. Nýting þessara nýju gagna í líkangerðinni leiðir enn fremur í ljós þörfina á sams konar upplýsingum út eftir ströndinni við önnur vinnslusvæði auk frekari kortlagningu jarðlaga og legu blandlags norðan lóða vinnsluaðila.

Síritamælingar fóru fram í FR-02 á rafleiðni og hitastigi grunnvatns ásamt grunnvatnshæð í eldri rannsóknarholu FR-01 og nýju holunni FR-02 (Mannvit, 2023b). Sjávarfallaáhrif í sveiflu grunnvatnshæðar voru greind sérstaklega til að fá gróft mat á leiðni og geymslustuðli efri jarðlaga. Prófil mælingar af rafleiðni og hitastigi grunnvatns í holum FR-01 og FR-02 voru einnig framkvæmdar og gefa þær góða mynd af halla blandlags inn til landsins innan lóðar (Mannvit, 2023b).

Hugmyndalíkanið af grunnvatnskerfinu við Þorlákshöfn var uppfært með ofangreindum gögnum og grunnvatnslíkanið uppfært í kjölfarið til samræmis. Stigið hefur verið stórt og gott skref við uppfærslu líkansins sem almennt séð er nú betur í stakk búið til að meta áhrif vatnstöku við Þorlákshöfn, auk þess sem skýrari sýn hefur fengist á forgangsröðun viðbótargagna til að bæta líkanið enn frekar.

3. Forsendur um uppbyggingu

Forsendur Thor landeldis um uppbyggingu og ýmsa þætti er snúa að fyrirhuguðum rannsóknum og undirbúningi að útfærslu vinnslutilhögunar á fersku vatni og jarðsjó eru eftirfarandi:

Fyrirhuguð grunnvatnsvinnsla Thor landeldis við full afköst er allt að 500 L/s af fersku vatni og allt að 15.000 L/s af jarðsjó. Markmið Thor landeldis er að vinna ferskt vatn úr grynri holu við norðurjaðar lóðar og eins saltan jarðsjó og unnt er úr dýpri holu við suðurjaðar lóðar og utan hennar (Mynd 1).

Sveitarfélagið hefur þegar fallist á áform um borun utan lóðar og styður þannig vinnsluaðila við að ná fram markmiðum sínum.

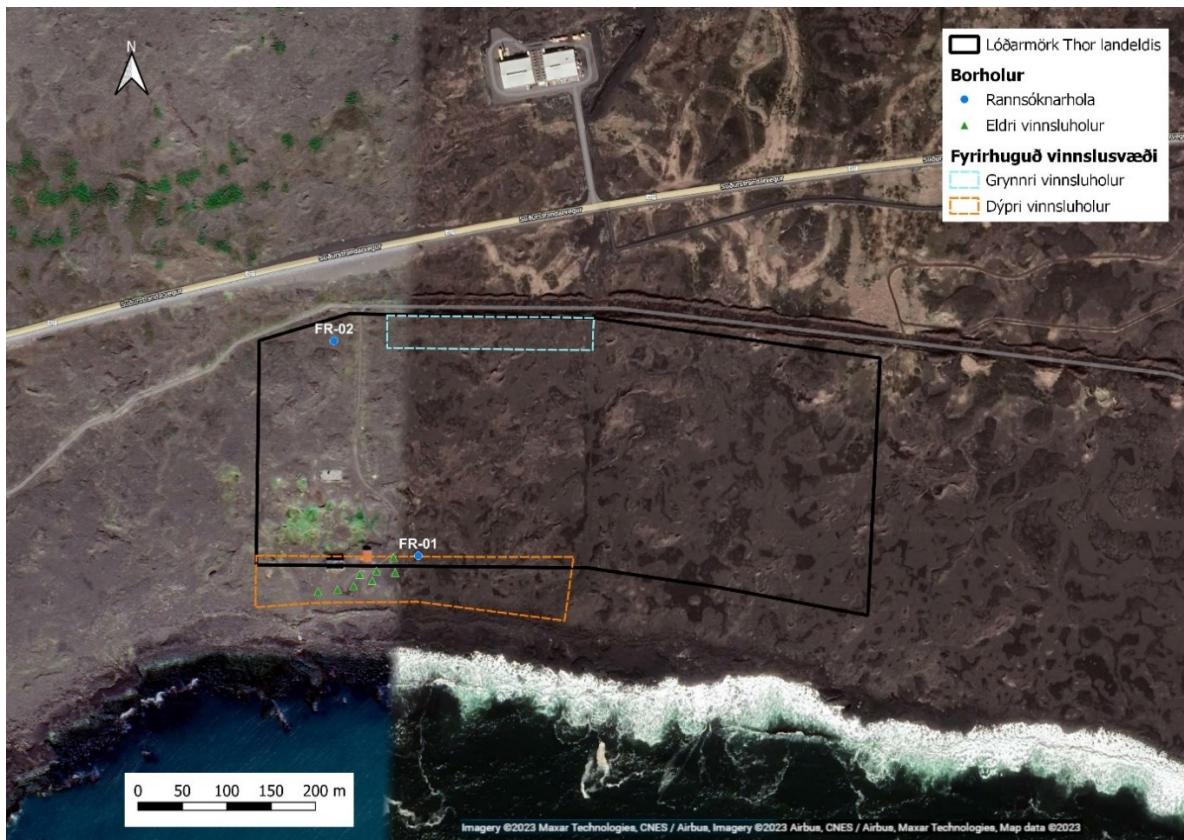
Thor landeldi hyggst nýta þau rannsóknargögn sem þegar eru til ásamt þeim sem eru væntanleg á næstu mánuðum til undirbúnings frumútfærslu vinnslutilhögunar sinnar á fersku vatni og jarðsjó. Undirbúningurinn mun innifela en ekki takmarkast við uppfærslu rennislíkans svæðisins með þessum gögnum. Síritamælingar á rafleiðni og hitastigi grunnvatns ásamt grunnvatnshæð fara ennþá fram í rannsóknarholum FR-01 og FR-02 og stefnt er að því að halda þeim áfram til að safna langtímagögnum m.a. til greiningar á árstíðarsveiflum í grunnvatnskerfinu. Undirbúningur er nú þegar hafinn við framkvæmd dæluþrófs sem mun án efa gefa af sér mikilvæg gögn um eiginleika jarðlaga og hegðun grunnvatnskerfisins við vatnstöku. Enn fremur má ætla að þessi gögn muni styðja vel við ákvörðun um næstu rannsóknarskref til að undirbyggja útfærslu vinnslutilhögunar.

Rannsóknirnar munu þannig leiða af sér frumútfærslu vinnslutilhögunar sem tekur til fjölda vinnsluhola, staðsetningar þeirra ásamt útfærslu, sér í lagi dýpis og fóðringardýpis. Jafnframt mun liggja til grundvallar frumútfærslunni það svigrúm sem fyrirtækið mun hafa við staðsetningu vinnsluholanna í samráði við sveitarfélagið. Thor landeldi setur sér það markmið að læra af hverju skrefi sem tekið er í borun rannsóknar- og vinnsluhola og aðlaga hönnun vinnslufyrirkomulags eftir þörfum til að tryggja bæði þá eiginleika vinnsluvatns sem fyrirtækið sækist eftir og til lágmörkunar áhrifanna af vinnslunni.

Thor landeldi leggur enn fremur mikið upp úr vöktun vatnafars samhliða uppbyggingu sinni, bæði inni á lóð sinni og utan hennar. Liður í vöktun innan lóðar verður heildstætt utanumhald allrar vinnslu, með síritun á meginþáttum svo sem vinnslumagni, hitastigi og rafleiðni vinnsluvatns úr vinnsluholum. Jafnframt síritun vatnsborðs, hitastigs og rafleiðni í vöktunarholum innan lóðar ásamt reglubundnum prófílmælingum í þeim á hitastigi og rafleiðni. Vöktunarholur verða með raufaðri fóðringu yfir allt dýpi sitt og þannig opnar til fullrar greiningar á eiginleikum vatns á hvaða dýpi sem er. Fjöldi vöktunarhola og önnur útfærsla þeirra, s.s. dýpi, mun ákvarðast samhliða framangreindum rannsóknnum og ákvörðun vinnslufyrirkomulags. Vöktunargögn verða gerð aðgengileg svo þau nýtist til líkangerðar á svæðinu og til mats á ástandi auðlindarinnar hverju sinni.

Vöktun utan lóðar fyrirtækisins verður gerð í samvinnu við aðra vinnsluaðila á svæðinu. Í takti við kröfur og leiðbeiningar Orkustofnunar, stjórnsýslustofnunar nýtingarleyfa á svæðinu, hefur samstarf vinnsluaðila á svæðinu verið tryggt með stofnun félagsins Hydros ehf., sem Thor landeldi er stofnaðili að. Félaginu er ætlað að standa að sameiginlegri vöktun á vatnsvinnslu þeirra aðila sem nýta ferskt og salt grunnvatn á svæðinu sem og viðbrögðum og stöðu grunnvatnsauðlindarinnar við þeirri vinnslu.

Félagið mun þannig standa að borun rannsóknar- og vöktunarhola utan lóða vinnsluaðila til söfnunar jarðlagagreininga byggða á svarfgreiningu úr borun, ásamt mælingu vatnafarsþátta til kortlagningar auðlindarinnar. Jafnframt mun félagið tryggja uppsetningu og rekstur vöktunarkerfis ásamt sameiginlegum gagnabanka þar sem haldið verður utan um alla meginvatnafarsþætti tengda vöktuninni. Útfærsla á fyrirkomulagi sameiginlegra vöktunarhola og gagnasöfnuninni tekur mið af því að allir vinnsluaðilar munu standa að heildstæðri og ítarlegri vöktun innan eigin lóða, auk þess að unnt verður að aðlaga útfærsluna að mögulega breyttum þörfum eftir því sem þekking á auðlindinni og viðbrögðum hennar við vinnslu eykst. Í heildina litið mun þannig myndast haldgóður rannsóknar- og vöktunargrunnur til að þróa vatnstöku á svæðinu áfram til framtíðar og tryggja vöktun auðlindarinnar.



Mynd 1: Lóð Thor landeldis og fyrirhuguð vinnslusvæði ásamt staðsetningum borhola.

4. Vatnsvinnslutilfelli

Við líkanreikningana var horft til núverandi og fyrirhugaðrar vatnstöku í nágrenni Þorlákshafnar vegna starfsemi landeldisfyrirtækja, átöppunarverksmiðju Icelandic Water Holdings (IWH) og vatnsbóla Sveitarfélagsins Ölfuss. Sett voru upp vinnslutilfelli til að skilgreina grunnástand auðlindarinnar, meta áhrif fyrirhugaðrar vatnstöku Thor landeldis á það ástand og meta samlegðaráhrif allrar fyrirhugaðrar vinnslu við Þorlákshöfn.

Samkvæmt leiðbeiningum Skipulagsstofnunar er grunnástandið skilgreint út frá núverandi vinnslu fyrirliggjandi fyrirtækja á svæðinu, eins vel og hún kann að vera þekkt. Kallast þetta tilfelli 1 og er heildarvinnsla þess rúmir $7 \text{ m}^3/\text{s}$ (tafla 1). Reynt var að afla upplýsinga um núverandi vatnstöku fiskeldisfyrirtækja en einungis bárust gögn frá Löxum og First Water. Þar sem nýleg vinnslugögn lágu ekki fyrir, þurfti að áætla núverandi vatnstöku annarra aðila, þ.e. Arnarlax á Laxabraut 5 (áður Náttúra) og Eldisstöðvarinnar Íspórs á Nesbraut 25 ásamt öðrum ferskvatnsvinnsluaðilum norðan Suðurstrandarvegjar með notkun fyrirliggjandi upplýsinga t.a.m. úr matsferlum og hjá Skipulagsstofnun og Orkustofnun.

Tilfelli 1 hefur töluvert minni vatnstöku en það grunntilfelli sem reiknað var með í skýrslu Vatnaskila frá 2022 vegna fyrirhugaðrar vatnstöku Geo Salmo (Vatnaskil, 2022a) í matsferli fyrirtækisins. Þá var horft til grunnástands sem skilgreint var skv. viðmiðum Skipulagsstofnunar á þeim tíma út frá fyrirhugaðri vinnslu fyrirliggjandi fyrirtækja á svæðinu sem þegar höfðu fengið brautargengi í gegnum matsferli eða verið skilgreind í nýtingarleyfum. Var heildarvinnsla þess tilfellis $19,3 \text{ m}^3/\text{s}$ (Vatnaskil, 2022a). Ekki lá þó fyrir á þeim tíma hversu nærri þáverandi vinnsla fyrirtækjanna hefði farið að þá

fyrirhugaðri vinnslu. Hefur þetta eflaust ráðið nokkru gagnvart áherslum Skipulagsstofnunar nú og þeim leiðbeiningum að miða grunnástand við vinnslu sem næst því sem gerist í dag. Við ákvörðun tilfelli 1 nú hefur verið reynt að skilgreina ætlaða hámarksvatnstöku fyrir hvert fyrirtæki til þess að vera í samræmi við þá vatnstöku sem skilgreind er í tilfellum 2 og 3 samkvæmt upplýsingum frá Skipulagsstofnun.

Tilfelli 2 er skilgreint út frá tilfelli 1 að viðbætti fyrirhugaðri vinnslu Thor landeldis. Heildarvinnsla tilfelli 2 er um 22,6 m³/s og er því rúmlega þreföldun á vinnslu tilfelli 1 (Tafla 1). Til samanburðar við framangreint mat frá 2022 (Vatnaskil, 2022a), þá var svokallað tilfelli 2 þá einnig grunntilfelli að viðbætti vinnslu þess framkvæmaaðila sem þá myndi bætast við (Geo Salmo). Hins vegar var vinnslan í grunntilfellinu þá mun hærri og þar af leiðandi var heildarvinnsla tilfelli 2 þá mun hærri, eða um 38,9 m³/s. Sjálfsgagt er að hafa þetta í huga ef verið að gera samanburð milli niðurstaðna. Jafnframt að tilfelli 2 þá hafði um tvöfalt hærri vinnslu en þáverandi tilfelli 1, samanborið við að það hlutfall í núverandi mati er rúmlega þrefalt.

Tilfelli 3 er skilgreint til að bera kennsl á samlegðaráhrif mögulegrar vinnslu við Þorlákshöfn og er þá verið að horfa á vinnslu þeirra aðila sem þegar hafa hafið matsferli skv. Skipulagsstofnun. Samkvæmt leiðbeiningum Skipulagsstofnunar er heildarvinnsla tilfelli 3 rúmlega 69,7 m³/s sem er um tífold vinnsla tilfelli 1 (Tafla 1). Sjálfsgagt er hér, líkt og vegna tilfelli 2 að framan, að hafa í huga að til samanburðar á mati frá 2022 var vinnsla þáverandi tilfelli 3 um 66,3 m³/s og var þar af leiðandi einungis ríflega þrefalt það sem þáverandi grunntilfelli miðaði við.

Tafla 1. Vinnslutilfelli vegna greiningar.

Starfsstöð	Staðsetning	Vatnstaka (L/s)					
		Tilfelli 1		Tilfelli 2		Tilfelli 3	
		Grynnri	Dýpri	Grynnri	Dýpri	Grynnri	Dýpri
Íspór	Nesbraut 25	500	1.500	500	1.500	700	6.500
Arnarlax (áður Náttúra)	Laxabraut 5	340	420	340	420	340	420
Laxar	Laxabraut 9-11	5	2.500	5	2.500	375	5.000
First Water (áður Landeldi)	Laxabraut 15-27	50	1.000	50	1.000	700	20.000
Thor landeldi	Laxabraut 35-41	0	0	500	15.000	500	15.000
Geo Salmo	Laxabraut 45-61	0	0	0	0	1.000	18.500
Laxar	Fiskalón	167	0	167	0	167	0
Laxar	Bakki	167	0	167	0	167	0
Samherji	Núpar	300	0	300	0	300	0
Icelandic Water Holding	Hlíðarendi	70	0	70	0	70	0
Heild:		1.649	5.420	2.149	20.420	4.319	65.420

Gert er ráð fyrir að nýjar dýpri vinnsluholur fiskeldisfyrirtækja verði staðsettar syðst innan lóða og/eða utan lóða nær strandlengjunni, um 100 m djúpar og fóðraðar a.m.k. niður á u.þ.b. 50 m dýpi. Gert er ráð fyrir að grynri holur verði staðsettar nyrst innan lóða fyrirtækjanna og verði ekki meira en 20-25 m djúpar.

5. Niðurstöður líkanreikninga

Við mat á áhrifum vinnslu Thor landeldis við Þorlákshöfn er sérstaklega horft til áhrifa vinnslunnar á niðurdrátt grunnvatnsborðs og seltubreytingar frá grunnástandi (tilfelli 1). Annars vegar er matið fyrir tilfelli 2 þegar vinnsla Thor landeldis leggst við vinnsluna í tilfelli 1 og hins vegar fyrir tilfelli 3 þar sem allir vinnsluaðilar sem skilgreindir hafa verið (sbr. að framan) eru teknir til starfa.

Til að styðja við þetta mat er auk seltubreytinga í grunnvatnsauðlindinni lagt gróft mat á mögulega seltu vinnsluvatns hvers vinnsluaðila. Mat á vinnsluseltu þeirra vinnsluaðila á Nesbraut og Laxabraut sem skilgreindir eru í tilfelli 1 (Tafla 1) er að finna í Tafla 2, þar sem öll gildi eru námunduð að næstu heiltölu. Þetta mat leyfir samanburð í umfjölluninni að neðan um áhrif tilfella 2 og 3, til að finna megi gróft samhengi þess vatns sem unnið er og uppruna þess, þ.e. hvort það komi að vinnslusvæðinu sem fullferskt vatn frá landi eða fullsalt vatn frá sjó. Eðli málsins samkvæmt er þetta mat háð þeim forsendum sem inn í líkanreikningana hafa gengið um fyrirkomulag vinnslu á hverjum stað, þ.m.t. staðsetningu vinnsluhola og fóðringardýpi hola.

Tilfelli 1 gerir þannig ráð fyrir að núverandi grynri vinnsla First Water upp á 50 L/s sé með 2% seltu, en dýpri vinnsla upp á 1.000 L/s hafi um 32% seltu og þ.a.l. dragi um 80 L/s af fersku vatni í gegnum dýpri vinnsluholurnar. Þessi vinnsluselta dýpri vinnslu er þokkalega í takti við það sem talið er vera í núverandi vinnslu fyrirtækisins. Heildarfærskvatnvinnsla er því um 2,5-föld á við það sem forsendur um vatnsvinnslu gefa til kynna (Tafla 1) og einungis fæst fram um 92% af þeim jarðsjó sem gert var ráð fyrir.

Að sama skapi má sjá að reiknuð selta dýpri vinnslu Laxa er um 31% sem er að vissu marki í samræmi við þær vísbendingar sem liggja fyrir um núverandi vinnslu fyrirtækisins. Reiknað er þannig með að um 262 L/s af fersku vatni komi upp með dýpri vinnslu, stærðargráðum hærra en sem gert er ráð fyrir að komi upp um grynri vinnsluholur.

Vísbendingar liggja fyrir um skýran seltuvott í núverandi grynri vinnslu Arnarlax og Íspórs. Endurspeglar reiknað seltustig í grynri holum það, þó svo vænta má að það sé nokkru hærra en mælingar myndu segja til um, væru þær til staðar. Reikna má engu að síður með að tilfellið geri ágætlega grein fyrir núverandi aðstæðum. Þar sem seltustig grynri vinnslu reiknast hátt hjá Arnarlax og Íspóri vegur það upp á móti heildarfærskvatnvinnslu sem verður nokkuð lægri en gert hefur verið ráð fyrir að komi upp um grynri vinnsluholur.

Reiknuð vinnsluselta dýpri vinnslu hjá Arnarlax og Íspóri, 33 og 34% gefur til kynna að lítillegt magn af ferskvatni komi upp með vinnslunni. Er þetta í nokkrum takti við þær vísbendingar sem fyrir liggja um vinnsluna á þessum stöðum, þó ætla megi að ferskvatnið ætti að vera einhverju meira hlutfallslega.

Tafla 2. Yfirlit yfir reiknaða ferskvatns- og jarðsjávarvinnslu vinnsluaðila, tilfelli 1.

Vinnslu- aðili	Grynnri vinnsla				Dýpri vinnsla				Heildarvinnsla		
	Vinnsla (L/s)	Selta (‰)	Ferskt (L/s)	Jarðsjór (L/s)	Vinnsla (L/s)	Selta (‰)	Ferskt (L/s)	Jarðsjór (L/s)	Vinnsla (L/s)	Ferskt (L/s)	Jarðsjór (L/s)
First Water	50	2	47	3	1.000	32	80	920	1.050	127	923
Laxar	5	1	5	0	2.500	31	262	2.238	2.505	266	2.238
Arnarlax (áður Náttúra)	340	8	260	80	420	33	27	393	760	287	473
Íspór	500	14	296	204	1.500	34	43	1.457	2.000	340	1.660
Heild	895		609	286	5.420		411	5.008	6.315	1.020	5.294

Þessir þættir eru einungis dregnir hér fram til að skapa skýran grunn til að meta möguleg áhrif af starfsemi Thor landeldis og er mögulegt mótvægi við þessum aðstæðum utan umfjöllunarefnis hér eða þá að hve miklu leyti þær kunna að breytast eftir því sem gagnasöfnun á svæðinu vindur fram og óvissan í líkangerðinni minnkar. Sama á við um þær aðstæður sem tilfelli 1 dregur fram á Hafnarnesi, t.a.m. með allnokkra seltu grynnri vinnslu Arnarlax og Íspórs. Þessar tölur eru bundnar mikilli óvissu vegna gagnaskorts á Hafnarnesinu, en þær ríma við niðurstöður fyrri greininga Vatnaskila (2019a, 2019b og 2021) sem gáfu til kynna að horfa þurfi til ferskvatnsöflunar norðar í landi fyrir Íspór, Arnarlax og Laxa ef fyrirhuguð uppbygging á svæðinu gengur eftir. Vinnsla þessara aðila á fersku vatni utan sinna lóða er utan umfjöllunarefnis hér og því einfaldlega gert ráð fyrir að vinnslan fari fram með þeim hætti sem skilgreint var í umsagnar- og matsferli þótt ljóst megi vera að einhverjar breytingar þurfi að verða á vinnslufyrirkomulaginu.

5.1. Niðurdráttur

Niðurdráttur vegna vatnstöku er reiknaður m.v. breytingar sem verða á vatnsborði frá grunnástandi (tilfelli 1) vegna vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) og þegar horft er til samlegðar við aðra fyrirhugaða vatnsvinnslu (tilfelli 3).

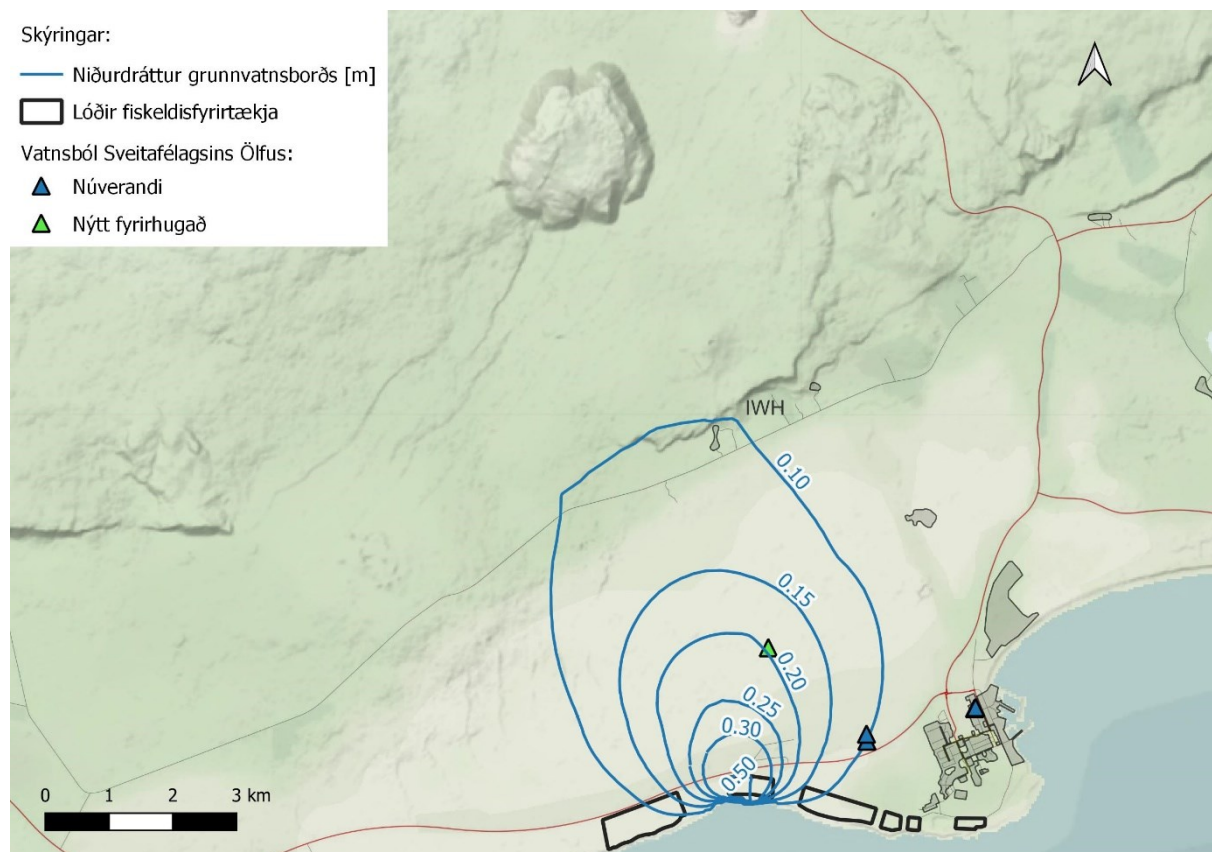
5.1.1. Tilfelli 2, Thor landeldi

Reiknaður niðurdráttur niður að 10 cm vegna vinnslu Thor landeldis er sýndur á Mynd 2. Niðurdrátturinn er mestur innan lóðar Thor landeldis og nær hann að 70 cm á hluta hennar. Útmörk 10 cm niðurdráttar teygja sig inn á lóðir Geo Salmo og First Water. Inn til landsins, teygir 10 cm niðurdráttur sig um 5,5 km í norður, að Hlíðarendafjalli. Niðurdráttur við núverandi vatnsból sveitarfélagsins á Hafnarsandi reiknast um 10 cm. Við fyrirhugað framtíðarvatnsból sveitarfélagsins skv. aðalskipulagi reiknast niðurdráttur nálægt 20 cm. Við lóð IWH reiknast minna en 10 cm niðurdráttur.

Með stigvaxandi uppbygginu Thor landeldis í fyrirhuguðum áföngum uppbyggingarinnar má reikna með að lögun jafngildislína niðurdráttar grunnvatnsborðs verði með ámóta hætti og hér er greint frá við lokafasa uppbyggingarinnar. Hins vegar munu gildi jafngildislínanna stigaukast eftir því sem uppbygginguninni vindur fram.

Að sama skapi má ætla að áhrifa vegna meðalvinnslu á hverju stigi uppbyggingarinnar verði á móta og hámarksvinnslu á sama tíma þar sem meðalvinnsla fyrir alla áfanga uppbyggingarinnar er áætluð 90% af hámarksvinnslunni, og á það bæði við ferskvatnstöku sem og jarðsjávarvinnslu.

Við mat á áhrifum fyrirhugaðrar vatnstöku Geo Salmo (Vatnaskil, 2022a) var fjallað um mögulegan mun milli áhrifa vatnstökunnar við svæðisbundna lágstöðu og hástöðu vegna mismunandi stöðu innan vatnsára og milli þeirra. Niðurstaðan af þeirri greiningu var að mjög lítill munur reyndist af reiknuðum niðurdrætti við þessar mismunandi aðstæður. Draga má þá ályktun að sama mun eiga við í tilfalli Thor landeldis.



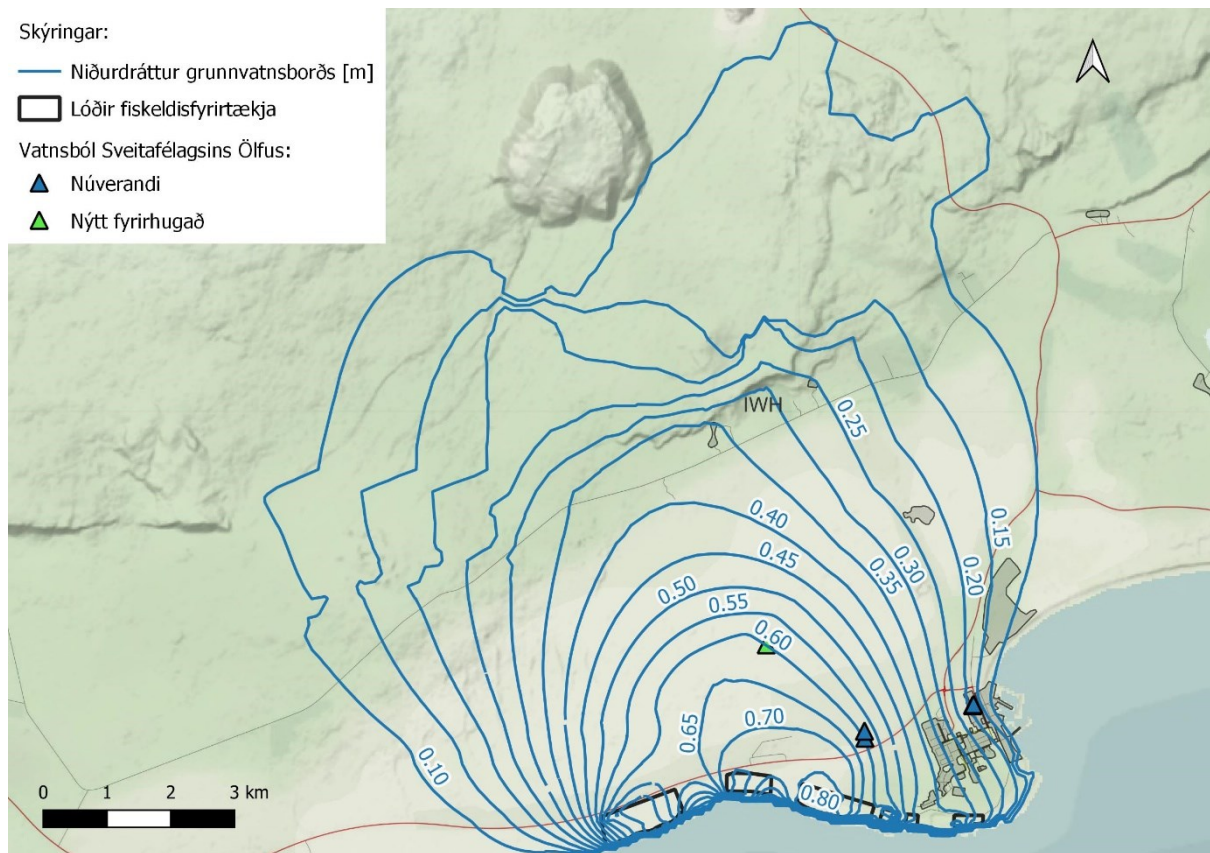
Mynd 2: Reiknaður niðurdráttur grunnvatnsborðs vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfalli 2).

5.1.2. Tilfalli 3, samlegð með öðrum vinnsluaðilum

Reiknaður niðurdráttur vegna samlegðar við vinnslu annarra vinnsluaðila í nágrenni Þorlákshafnar er sýndur á Mynd 3. Niðurdrátturinn er mestur innan lóða Geo Salmo, Thor landeldis og First Water þar sem fyrirhuguð er mest vinnsla. Niðurdráttur innan lóðar Thor landeldis reiknast um 90 cm. Innan lóða Geo Salmo og First Water er niðurdráttur um 70-80 cm. Útmörk 10 cm niðurdráttar teygir sig yfir stóran hlut af Hafnarsandi og upp að og meðfram Geitafelli. Niðurdráttur við núverandi vatnsból sveitarfélagsins á Hafnarsandi reiknast um 60 cm og við Unubakka reiknast niðurdráttur um 15-20 cm. Við fyrirhugað framtíðarvinnslusvæði sveitarfélagsins skv. aðalskipulagi reiknast niðurdráttur um 60 cm.

Óverulegur niðurdráttur reiknast við Hlíðarvatn, sem þiggur vatn sitt úr lindum, og rennslið inn í vatnið reiknast óbreytt vegna fyrirhugaðrar vinnslu við Þorlákshöfn. Allt að 30 cm niðurdráttur reiknast innan lóðar IWH sem gæti þýtt lækkað rennsli í lindum. Veruleg óviss ríkir þó um lindarsvæði IWH þar sem gögn þaðan hafa ekki skilað sér inn í matsvinnuna hér. Ástæða er til að skoða þetta nánar samhliða uppbyggingu á svæðinu og vöktun vatnafars.

Mikilvægt er því að fylgjast með mögulegum áhrifum fyrirhugaðrar vinnslu á fjarsvæði vinnslu-svæðanna. Sjálfsgagt er í því samhengi að hafa í huga að framtíðarvatnsvinnsla gæti orðið enn meiri en hér er reiknað með ef tekið er jafnframt tillit til ýmissar hugsanlegrar starfsemi sem hefur verið til skoðunar en er ekki enn komin í kynningar- og matsferli (Vatnaskil, 2021).



Mynd 3: Reiknaður niðurdráttur grunnvatnsborðs vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3).

5.2. Seltubreytingar

Seltubreytingar eru reiknaðar m.v. breytingar á seltu frá tilfelli 1 sem er skilgreint sem grunnástand. Í umfjölluninni er vísað til breytinga til hækkunar eða lækkunar um tiltekin mörg prómill (%) og er þar verið að vísa til prómillstiga, hliðstætt við prósentustig.

5.2.1. Tilfelli 2, Thor landeldi

Reiknaðar seltubreytingar 15 m u.s. vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis eru sýndar á Mynd 4. Þetta dýpi er í neðri hluta ætlaðrar ferskvatnsöflunar á svæðinu. Alls staðar er um seltuaukningu að ræða á þessu dýpi nema á og við lóð Thor landeldis. Seltuaukingin á þessu dýpi á sér stað meðfram

strandlengjunni vestur fyrir lóð Geo Salmo og austur fyrir Hafnarnesið. Ef horft er hins vegar til mestu seltubreytinga sem reiknaðar eru yfir allt dýpið (Mynd 5) má sjá að seltubreytingar teygja sig almennt séð lengra til vesturs og austurs, sem og inn til landsins.

Á Mynd 4 og Mynd 5 eru dregnar fram grænar brotalínur sem greina frá legu þversniða. Lýsing þversniða eru í gefnar í Tafla 3.

Tafla 3. Lýsing á þversniðum fyrir seltubreytingar.

Þversnið	Lýsing
1	Liggur frá sjó um vinnslusvæði Íspórs og um miðja byggðina í Þorlákshöfn
2	Liggur frá sjó um vinnslusvæði Arnarlax og um vestanverða byggðina í Þorlákshöfn
3	Liggur frá sjó um vinnslusvæði Laxa og vestan við byggðina
4	Liggur frá sjó um lóð First Water og um vatnsból sveitarfélagsins á Hafnarsandi
5	Liggur frá sjó um lóð Thor landeldis inn til landsins til norðurs
6	Liggur frá sjó um land Geo Salmo inn til landsins til norð-norðvesturs
7	Liggur eftir norðurhluta lóða landeldisfyrirtækja. Þar sem þversniðið tekur stefnubreytingum í plani er sýnt á myndum með lóðréttum gráum brotalínum.
8	Liggur um suðurhluta lóða landeldisfyrirtækjanna nærri dýpri vinnsluholum þeirra. Þar sem þversniðið tekur stefnubreytingum í plani er sýnt á myndum með lóðréttum gráum brotalínum.
9	Liggur frá sjó inn til landsins vestan af Geo salmo
10	Liggur frá sjó inn til landsins í nágrenni Ness
11	Liggur frá sjó inn til landsins austan af Hlíðarvatni

Myndir 6-16 sýna reiknaðar seltubreytingar í framangreindum þversniðum fyrir tilfelli 2.

Mesta seltubreyting reiknast í nágrenni við Thor landeldi (Mynd 5). Þversnið 5 varpar nánara ljósi á þessar breytingar. Innan lóðar Thor landeldis á 40-70 m u.s. lækkar selta rétt fyrir neðan blandlagið yfir 25‰ (Mynd 10). Seltulækkun yfir 15‰ teygir sig til norðurs frá lóðinni um 2 km niður á 100 m u.s. Um er að ræða áhrif af dýpri vinnslu Thor landeldis sem dregur ferskara vatn úr blandlaginu til sín. Seltuaukning á sér hins vegar stað ofan við dýpri vinnsluholur Thor landeldis, ofan u.þ.b. 25 m u.s., þar sem selta eykst um allt að 10-15‰ (Mynd 10).

Sams konar seltuaukning teygir sig til austurs og varpar snið 4 frekara ljósi á það (Mynd 9). Seltuaukningin verður við blandlagið vegna hækkunar þess og það virðist teygjast aðeins meira á því. Þegar innar til lands er komið verða seltubreytingarnar ýmist til aukningar eða lækkunar seltu en þó í blandlaginu. Seltubreytingar verða því á vinnslusvæði First Water, en líkt og að neðan er nánar greint frá virðast þessar seltubreytingar í blandlaginu ekki hafa merkanleg áhrif á seltu vinnsluvatns First Water. Reiknað er með að vinnsludýpi þeirra sé annað hvort fyrir ofan eða neðan breytingarnar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis. Svipaða sögu er að segja þegar enn austar er farið, þ.e. seltubreytingar verða eftir blandlaginu við vinnslusvæði Laxa (Mynd 8), Arnarlax (Mynd 7) og Íspórs (Mynd 6).

Umtalsverð seltulækkun einhvers staðar með dýpi teygir sig í vestur frá Thor landeldi að lóðamörkum Geo Salmo (Mynd 5) og er hegðunin um margt svipuð og sést í þversniði 5 (Mynd 10) þ.e. eftir blandlaginu. Þar vestan af koma mestu seltubreytingar til af seltuaukningu. Engu að síður getur verið samhliða seltulækkun og líkt og á svæðinu austan af Thor landeldi eiga þessar breytingar sér stað eftir blandlaginu eins og sést í þversniði 6 í gegnum lóð Geo Salmo (Mynd 11). Þegar enn vestar er farið verða áfram seltubreytingar við blandlagið en þær minnka mikið og eru vart merkjanlegar í þversniði 10 í nágrenni Ness (Mynd 15) og engar breytingar reiknast austan Hlíðarvatns (Mynd 16).

Ef horft er til þversniða sem ganga í gegnum norðurhluta (Mynd 12) og suðurhluta (Mynd 13) lóða landeldisfyrirtækja má sjá að seltubreytingar út fyrir blandlag eru að mestu bundnar við lóð Thor landeldis og nágrenni hennar.

Reiknaðar seltubreytingar við núverandi vatnsból Sveitarfélagsins Ölfuss á Hafnarsandi og Unubakka (Mynd 5) liggja eftir blandlaginu sem liggur djúpt og fjarri vinnsludýpi vatnsbólanna (Mynd 6 og Mynd 9). Gefur það því til kynna að vinnsla Thor landeldis muni ekki hafa áhrif á seltu neysluvatns í Þorlákshöfn (Mynd 4).

Niðurstöður benda jafnframt til þess að með því vinnslufyrirkomulagi Thor landeldis sem hér er gert ráð fyrir náist markmið um vinnslu fullfersks vatns í grynri holum (Tafla 4). Hins vegar verður selta í dýpri vinnsluholum þeirra um 29% að meðaltali sem þýðir að þáttur ferskvatns úr dýpri holum verður 16%. Má ætla að þetta sé töluvert frá settu marki gagnvart vinnsluseltu jarðsjávar auk þess sem ætluð ferskvatnstaka eykst sexfalt (Tafla 4) á við það sem lagt er upp með (Tafla 1).

Svipaða sögu er að segja um þau viðmið sem liggja að baki vinnslu annarra aðila í tilfelli 2. Þau áhrif eru þó að langmestu leyti þegar komin fram í tilfelli 1 og breytir því vinnsla Thor landeldis litlu um samsetningu vinnsluvatns First Water, Laxa, Arnarlax og Íspórs.

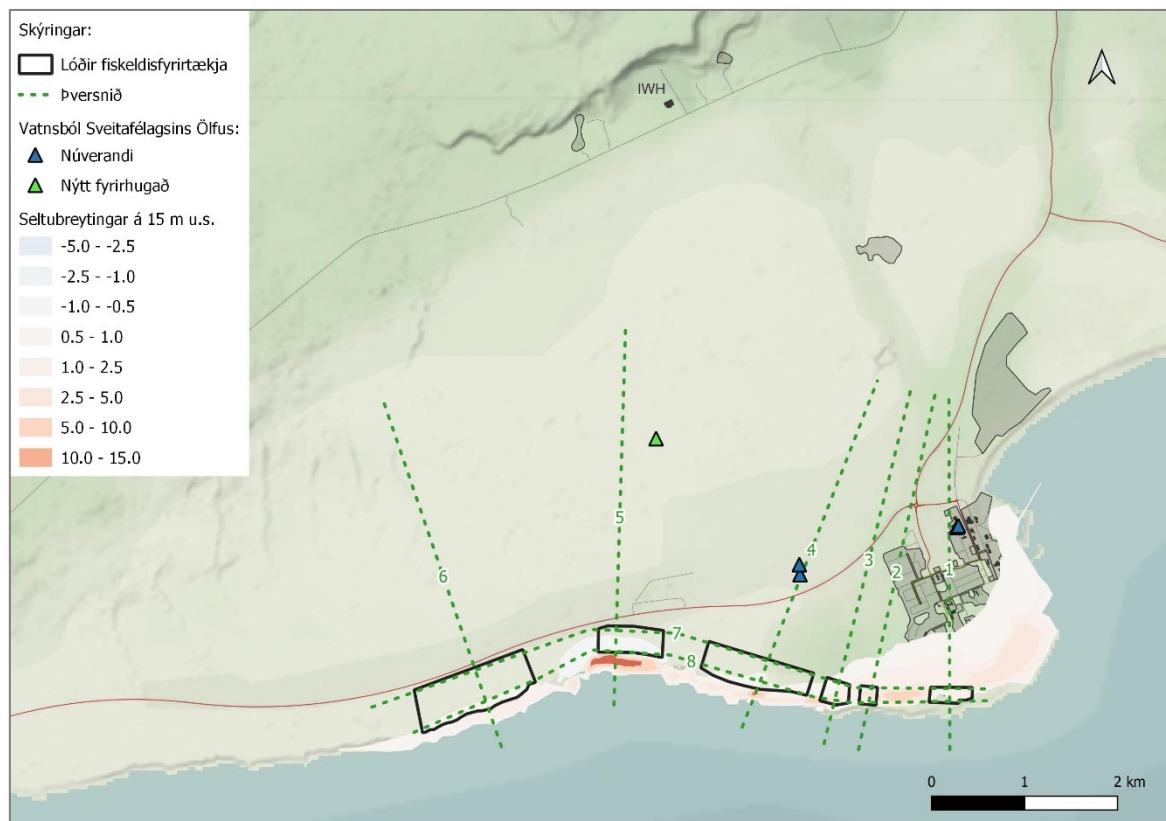
Með stigvaxandi uppbygginu Thor landeldis í fyrirhuguðum áföngum uppbyggingarinnar má reikna með að seltubreytingar samhliða aðlögun að nýju jafnvægi blandlagsins verði með ámóta hætti og hér er greint frá við lokafasa uppbyggingarinnar, þó með stigvaxandi mismun frá grunnástandi eftir því sem uppbygginguninni vindur fram.

Að sama skapi má ætla að áhrifa vegna meðalvinnslu á hverju stigi uppbyggingarinnar verði ámóta og hámarksvinnslu á sama tíma þar sem meðalvinnsla fyrir alla áfanga uppbyggingarinnar er áætluð 90% af hámarksvinnslunni, og á það bæði við ferskvatnstöku sem og jarðsjávarvinnslu.

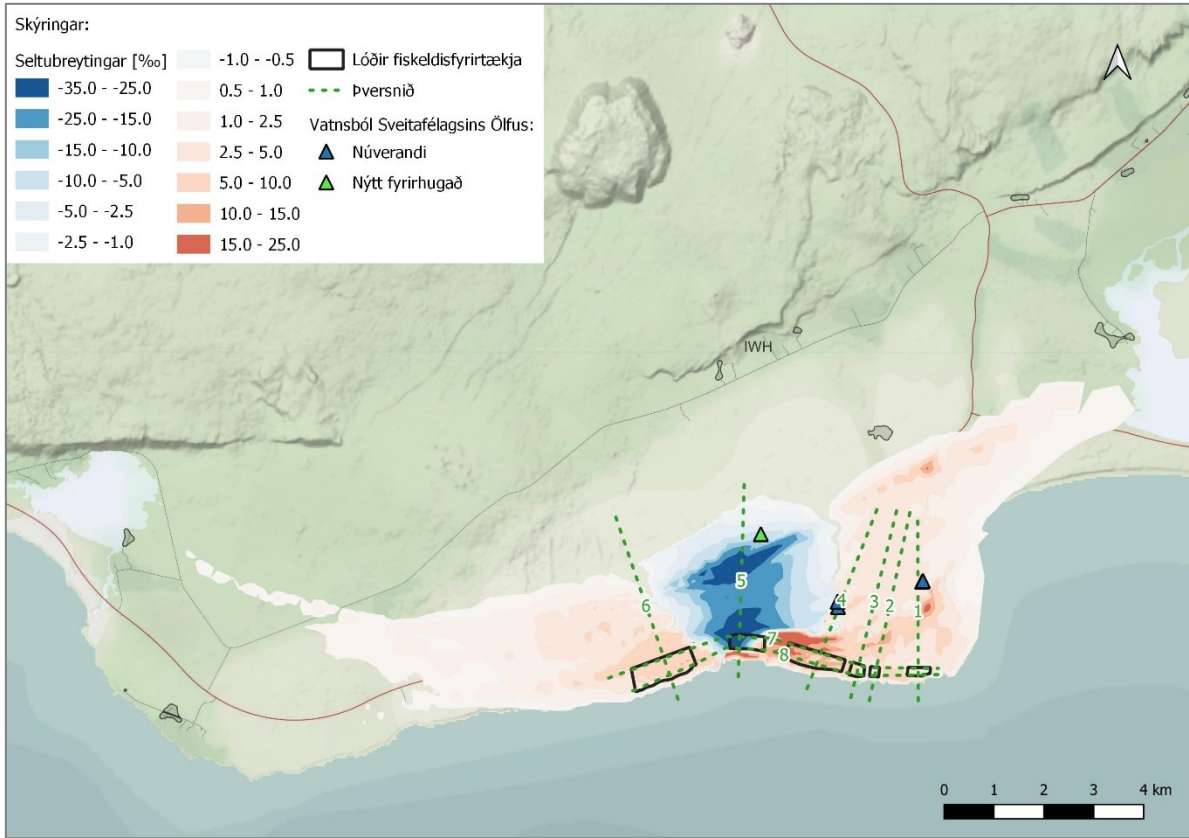
Við mat á áhrifum fyrirhugaðrar vatnstöku Geo Salmo (Vatnaskil, 2022a) var fjallað um mögulegan mun milli áhrifa vatnstökunnar við svæðisbundna lágstöðu og hástöðu vegna mismunandi stöðu innan vatnsára og milli þeirra. Niðurstaðan af þeirri greiningu var að mjög lítill munur reyndist af reiknuðum niðurdrætti við þessar mismunandi aðstæður og enn fremur að hnikun í seltubreytingum reyndist lítil. Draga má þá ályktun að sama mun eiga við í tilfelli Thor landeldis.

Tafla 4. Yfirlit yfir reiknaða ferskvatns- og jarðsjávarvinnslu vinnsluaðila, tilfelli 2.

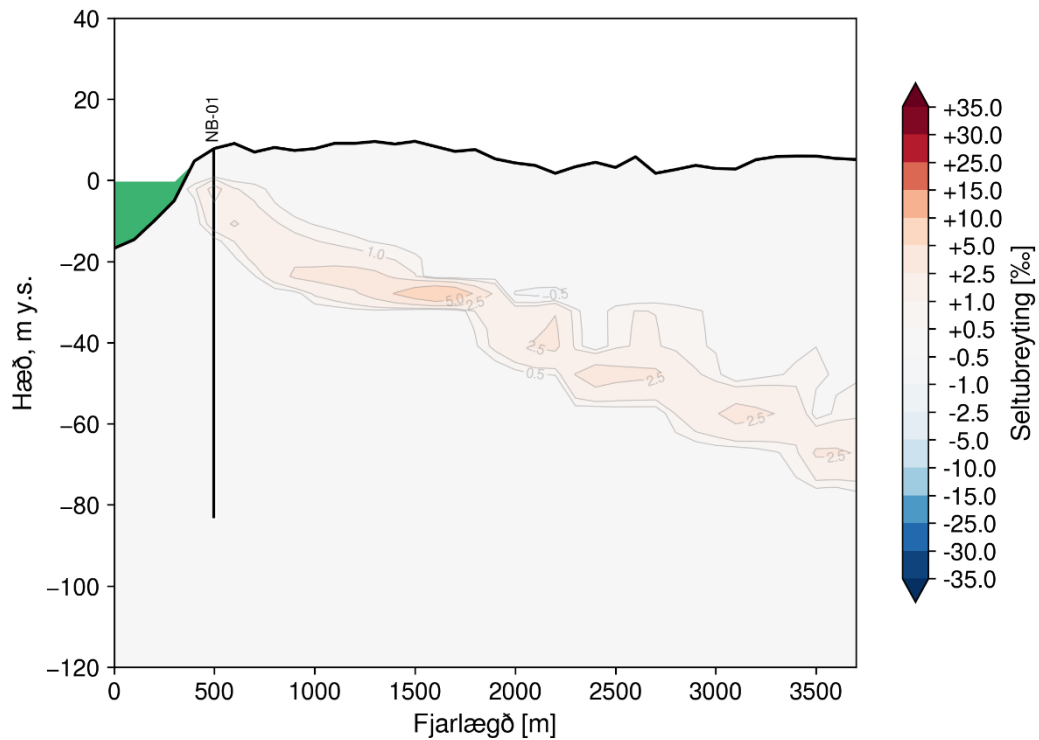
Vinnsluaðili	Grynri vinnsla				Dýpri vinnsla				Heildarvinnsla		
	Vinnsla (L/s)	Selta (‰)	Ferskt (L/s)	Jarðsjór (L/s)	Vinnsla (L/s)	Selta (‰)	Ferskt (L/s)	Jarðsjór (L/s)	Vinnsla (L/s)	Ferskt (L/s)	Jarðsjór (L/s)
Thor landeldi	500	0	499	1	15.000	29	2.423	12.577	15.500	2.922	12.578
First Water	50	2	47	3	1.000	33	59	941	1.050	105	945
Laxar	5	1	5	0	2.500	32	228	2.271	2.505	233	2.271
Arnarlax (áður Náttúra)	340	9	250	90	420	33	20	400	760	270	490
Íspór	500	16	275	225	1.500	34	36	1.464	2.000	311	1.689
Heild	1.395		1.075	320	20.420		2.766	17.653	21.815	3.842	17.973



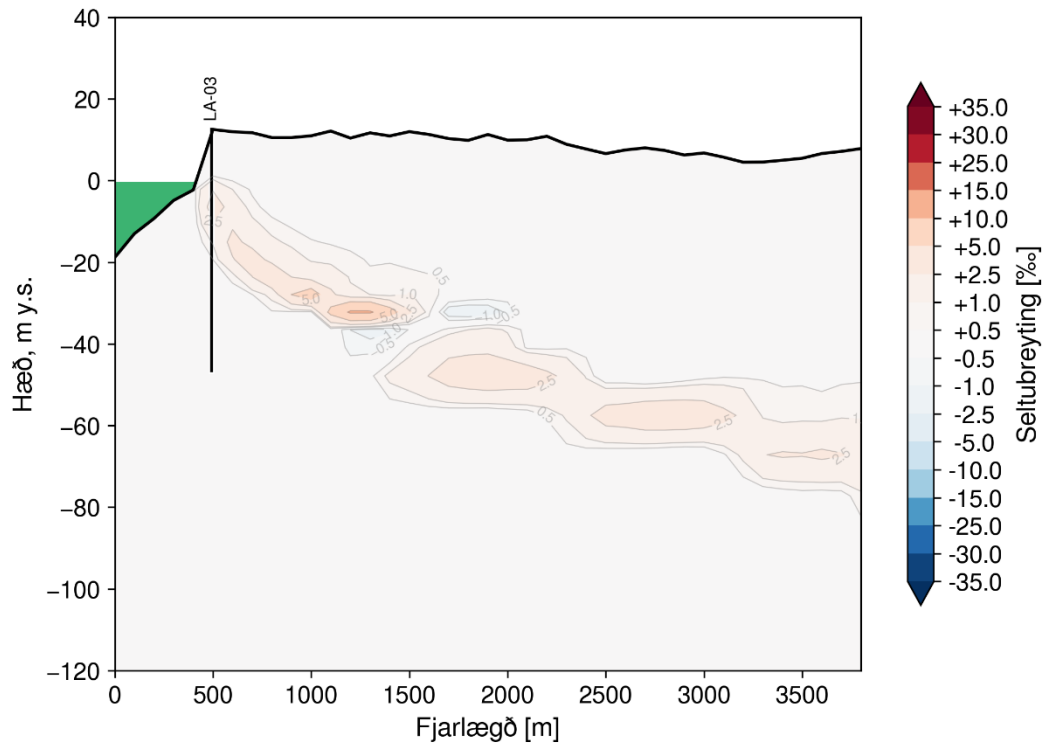
Mynd 4: Reiknuð seltuaukning 15 m u.s. vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2).



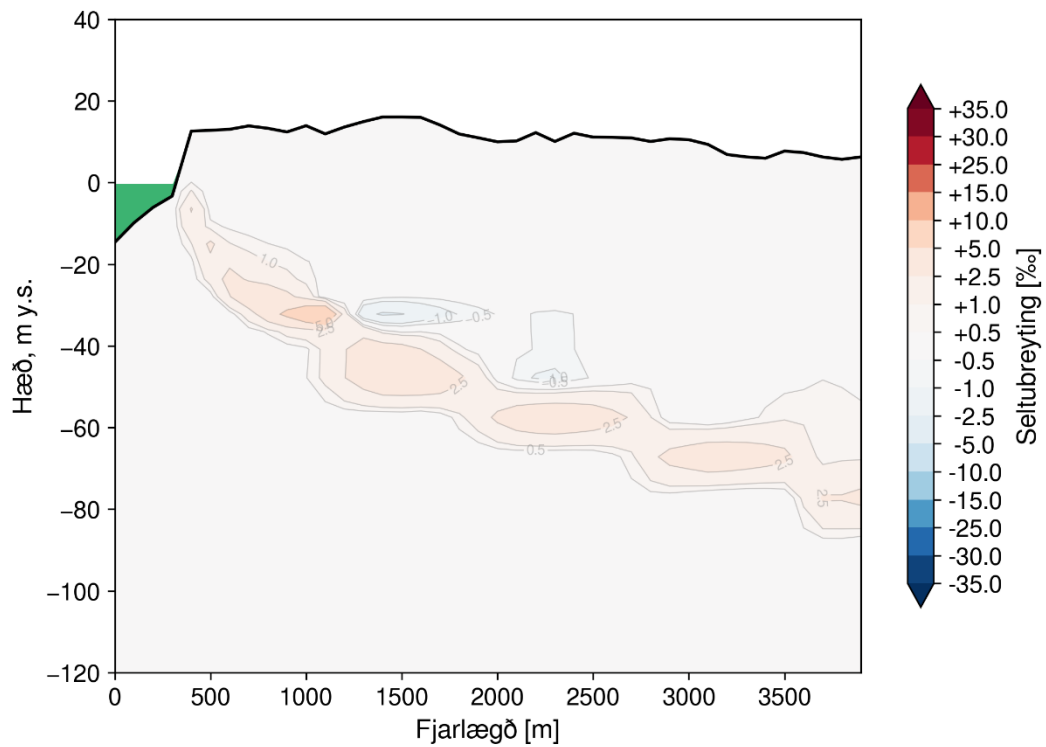
Mynd 5: Hæsta reiknaða seltubreyting í grunnvatni vegna tilfellis 2.



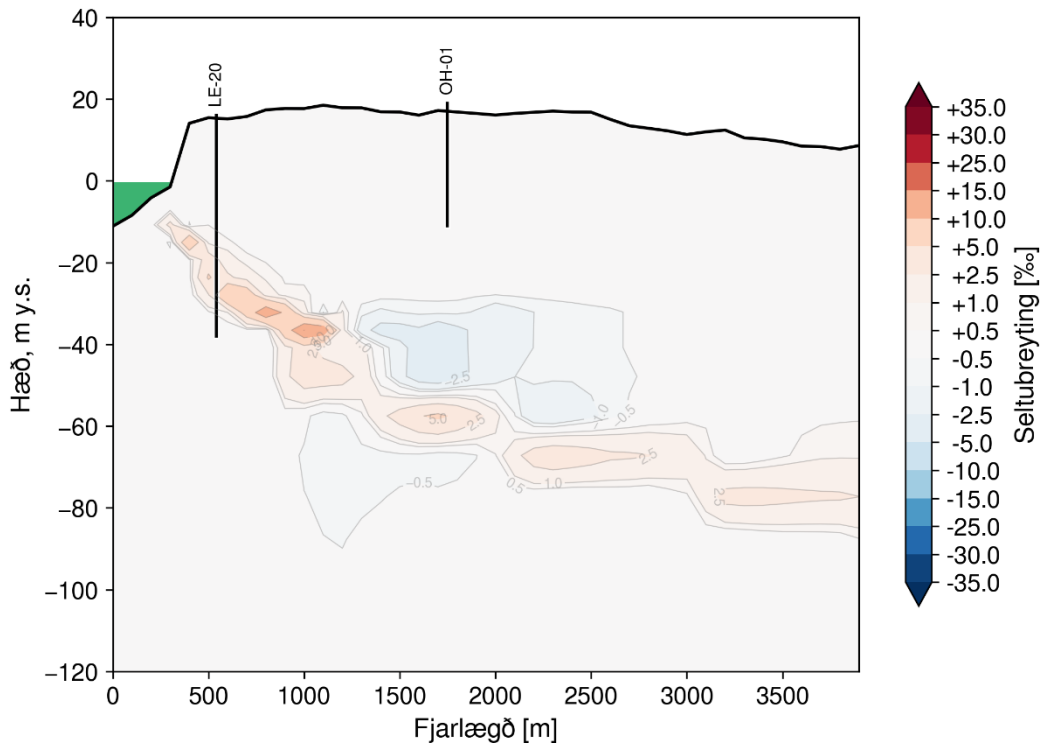
Mynd 6: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í þversniði 1 í gegnum Ísbór.



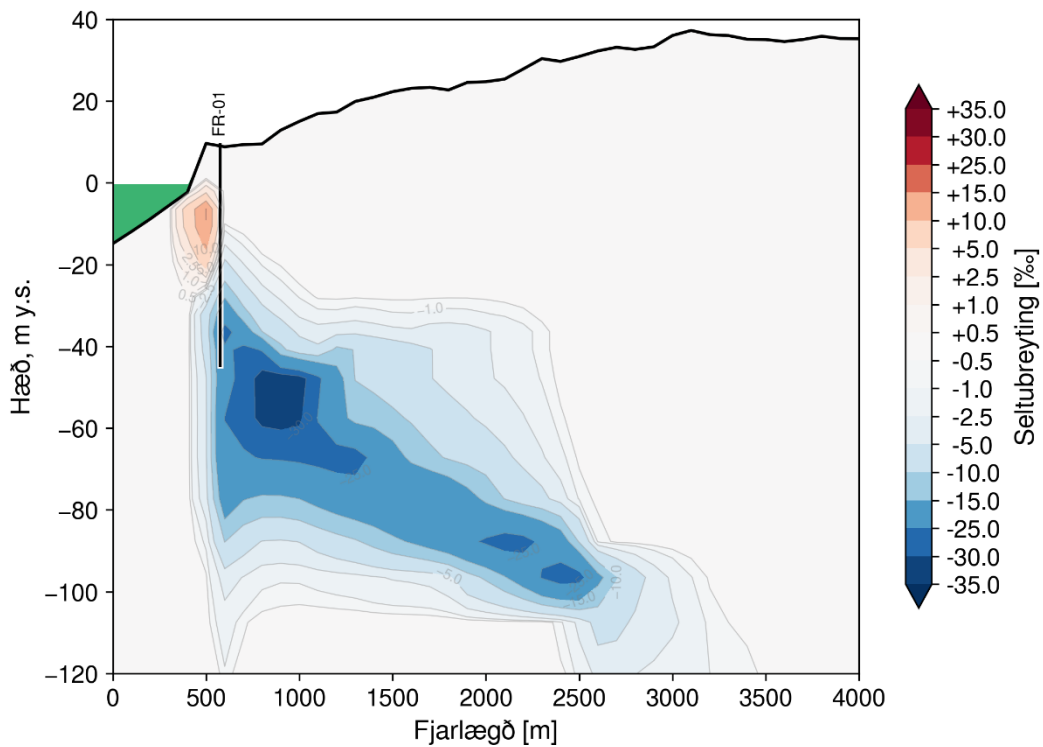
Mynd 7: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í þversniði 2 í gegnum Arnarlax.



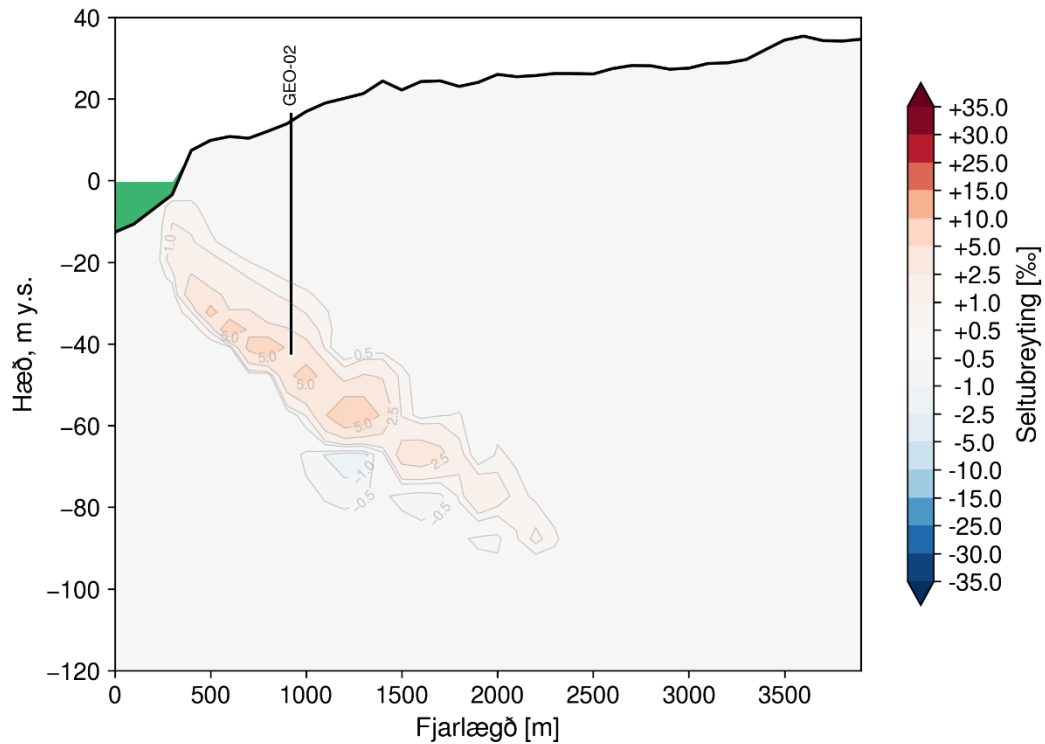
Mynd 8: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í þversniði 3 í gegnum Laxar.



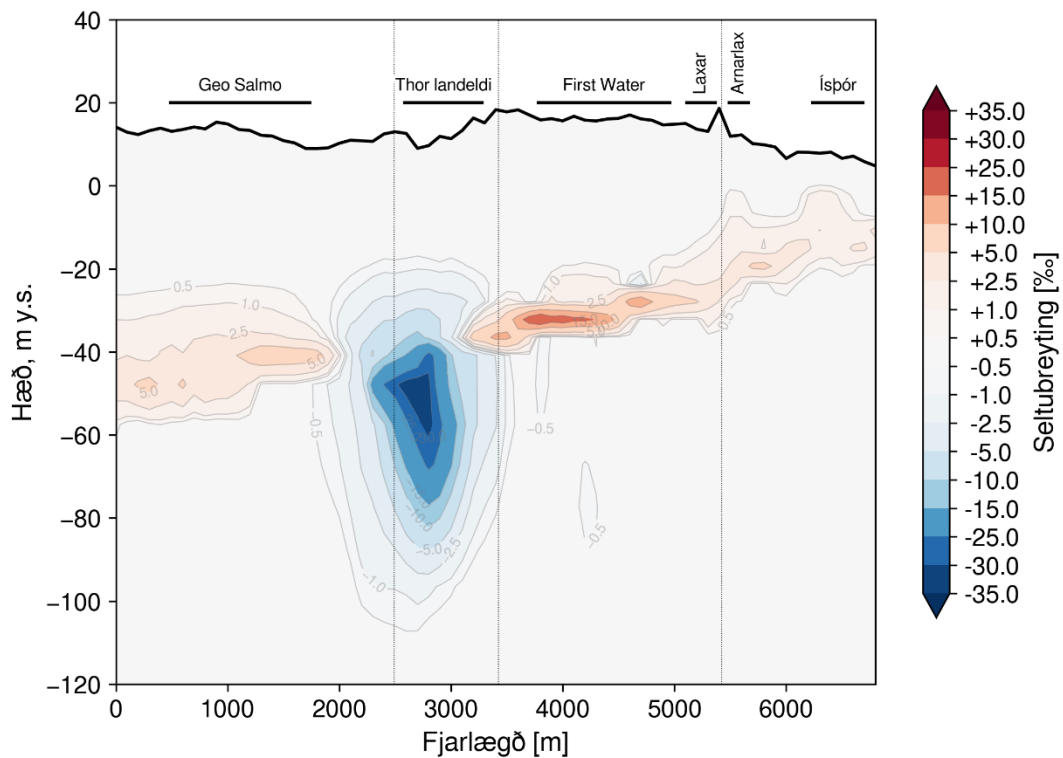
Mynd 9: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfalli 2) í þversniði 4 í gegnum First Water.



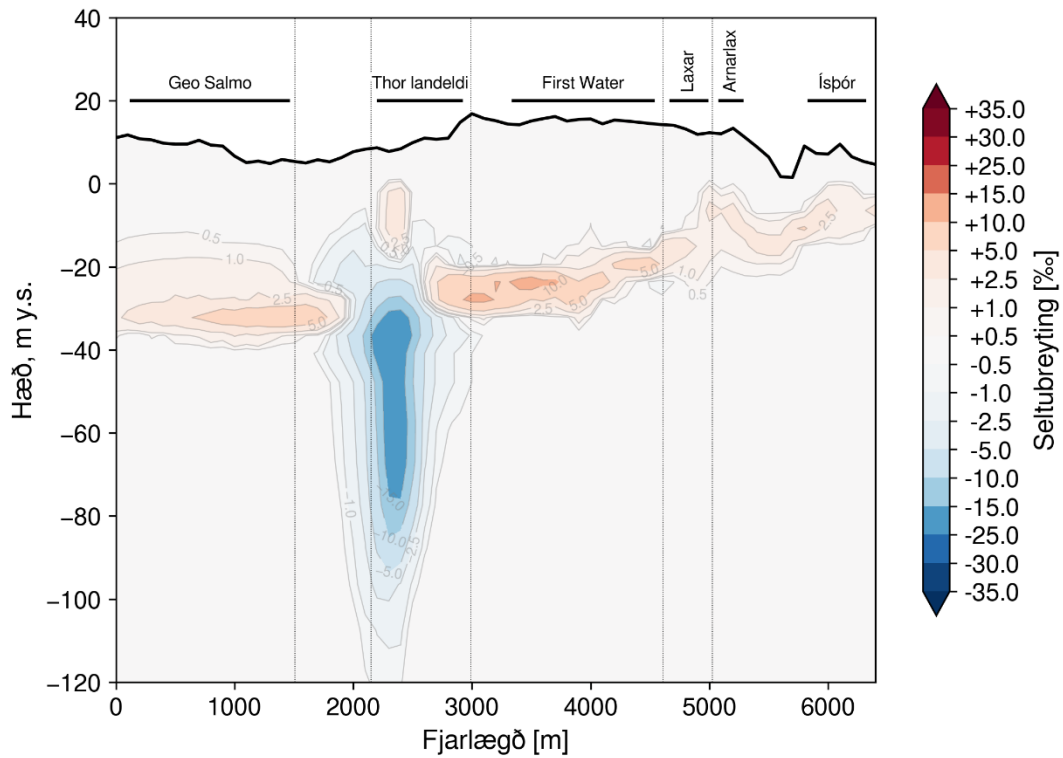
Mynd 10: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfalli 2) í þversniði 5 í gegnum Thor landeldi.



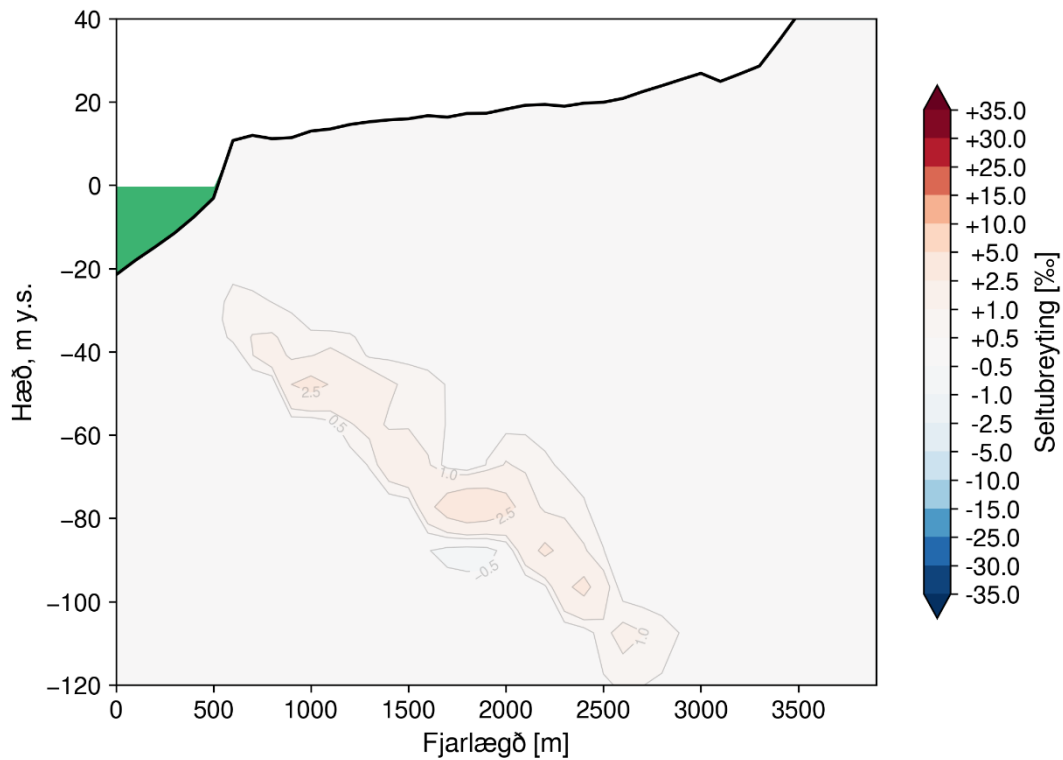
Mynd 11: Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í sniði 6 í gegnum Geo Salmó.



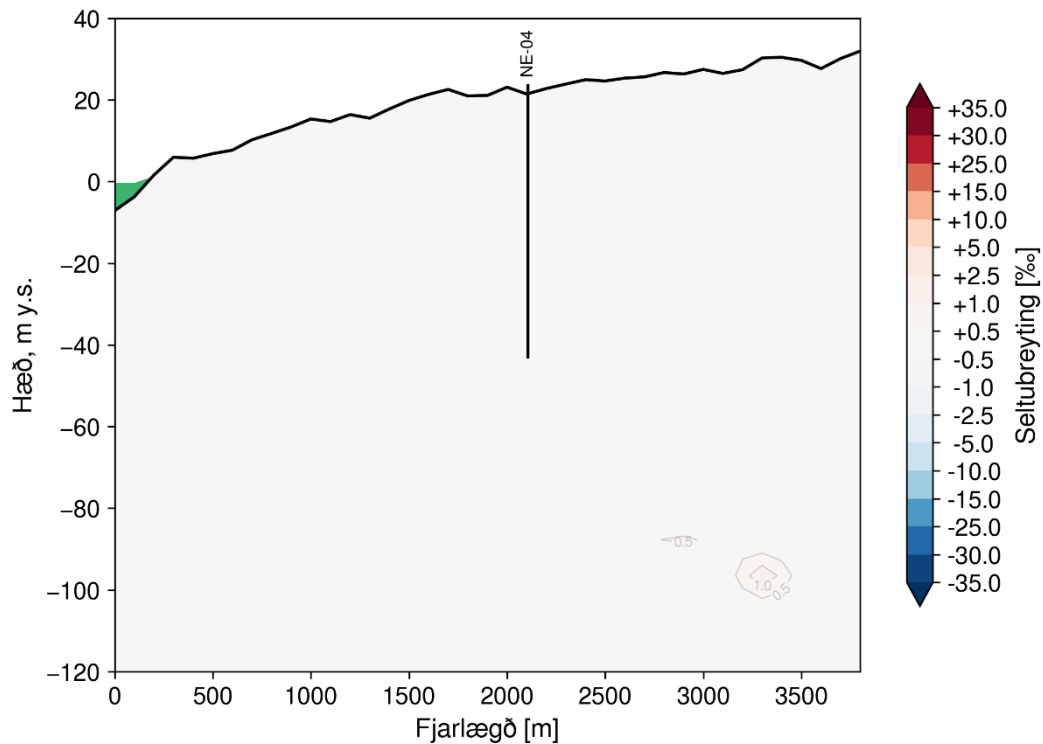
Mynd 12. Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í þversniði 7 um norðurhluta lóða landeldisfyrirtækjanna.



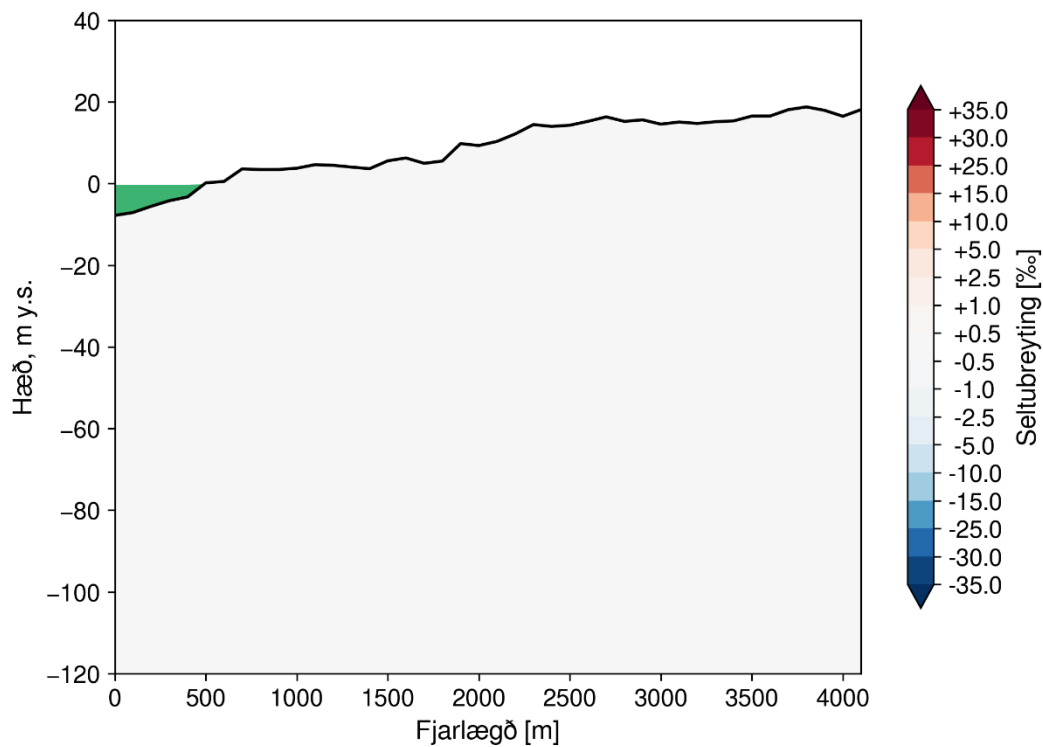
Mynd 13. Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í þversniði 8 um suðurhluta lóða landeldisfyrirtækjanna.



Mynd 14. Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) í þversniði 9 vestan af Geo Salmo.



Mynd 15. Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfalli 2) í þversniði 10 í nágrenni Ness.



Mynd 16. Reiknaðar seltubreytingar vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis (tilfalli 2) í þversniði 11 austan af Hlíðarvatni.

5.2.2. Tilfelli 3, samlegð með öðrum vinnsluaðilum

Reiknaðar seltubreytingar 15 m u.s. vegna skilgreindrar samlegðarvinnslu við Þorlákshöfn eru sýndar á Mynd 17. Selta eykst verulega umfram það sem gerðist í tilfelli 2 (Mynd 4) meðfram standlengjunni. Ef horft er til mestu seltubreytinga sem reiknaðar eru yfir allt dýpið (Mynd 18) má sjá að seltubreytingar teygja sig almennt séð lengra til vesturs og austurs, sem og inn til landsins líkt og í tilfelli 2 (Mynd 5). Seltubreytingar verða þó meiri og stærð þess svæðis sem verður fyrir verulegri seltulækkun stækkar umtalsvert.

Á þversniðsmyndum (Mynd 19 til Mynd 29) sést hvernig seltubreytingar verða vegna samlegðarvinnslu og hvernig mestu seltubreytingar fylgja legu blandlags. Austast hjá Íspóri er reiknuð mesta seltuaukning (allt að 25%) í og fyrir ofan blandlagið (Mynd 19). Seltuaukningin reiknast á dýptarbilinu 0-30 m u.s. og nær um 2 km inn til landsins. Seltuaukningin er líkleg til að valda enn frekari seltuaukningu í grynri vinnsluholum. Í og fyrir neðan blandlagið á dýptarbilinu 30-80 m u.s. reiknast lítilega seltulækkun (allt að 5%) vegna dýpri vinnslu Íspórs. Þegar farið er til vesturs frá Íspóri verður seltuaukning minna áberandi og seltulækkun meira áberandi (Mynd 20 til Mynd 24).

Stærð svæðis með umtalsverða seltulækkun einhvers staðar með dýpi stækkar töluvert frá tilfelli 2 og teygir sig í vestur nærri lóðamörkum Geo Salmo (Mynd 18) og teygist verulega á blandlaginu innan lóðar Geo Salmo (Mynd 24), Thor landeldis (Mynd 23) og mögulega vestur helming lóðar First Water (Mynd 22). Hegðunin austar, út á Hafnarnes, er sumpart svipuð en þó verða seltubreytingarnar mun minni þar sem blandlagið er þegar breitt.

Vestan af lóð Geo Salmo koma mestu seltubreytingar til af seltuaukningu (Mynd 18). Engu að síður getur verið samhliða seltulækkun og eiga þessar breytingar sér stað eftir blandlaginu eins og sést í þversniði 9 vestan af lóð Geo Salmo (Mynd 27). Þegar enn vestar er farið verða áfram seltubreytingar við blandlagið en þær minnka mikið, og samt vel merkjanlegar í þversniði 10 í nágrenni Ness (Mynd 28) og rétt svo merkjanlegar breytingar reiknast austan Hlíðarvatns (Mynd 29) en breytingarnar eru bundndar blandlaginu sem liggur á miklu dýpi og því verða ekki áhrif á Hlíðarvatn.

Ef horft er til þversniða sem ganga í gegnum norðurhluta (Mynd 25) og suðurhluta (Mynd 26) lóða landeldisfyrirtækja má sjá að seltubreytingar út fyrir blandlag er ekki bundnar við lóð Thor landeldis og nágrenni hennar eins og í tilfelli 2 heldur verða frekar regla en undantekning fyrir aðra vinnsluaðila einnig.

Reiknaðar seltubreytingar við núverandi vatnsból Sveitarfélagsins Ölfuss á Hafnarsandi (Mynd 18) liggja eftir blandlaginu sem liggur djúpt og fjarri vinnsludýpi vatnsbóls (Mynd 22). Þar að auki er um seltulækkun að ræða sem skapar ekki hættu gagnvart vatnsbólunni. Hins vegar við vatnsból sveitarfélagsins við Unubakka reiknast seltuaukning í blandlaginu á u.þ.b. 15 m u.s. (Mynd 17 og Mynd 19) sem er þó fyrir neðan vinnsludýpi vinnsluholunnar (5-10 m u.s.). Samkvæmt líkanreikningum verða engar seltubreytingar vinnsluvatns í báðum vatnsbólunum og verður það áfram fullferskt. Gefur það því til kynna að samlegðarvinnsla skv. tilfelli 3 muni ekki hafa áhrif á seltu neysluvatns í Þorlákshöfn. Ætla má að framangreindar niðurstöðum gagnvart vatnsbólunni á Hafnarsandi séu nokkuð vissar, en meiri óvissa ríkir gagnvart Unabakka vegna mögulegrar óvissu í reikningum, sér í lagi gagnvart hversu hátt seltuaukning stígur neðan vatnsbólsins. Því er mælt með að fylgst verði vel með vinnsluseltu þar í framtíðinni samhliða uppbyggingu.

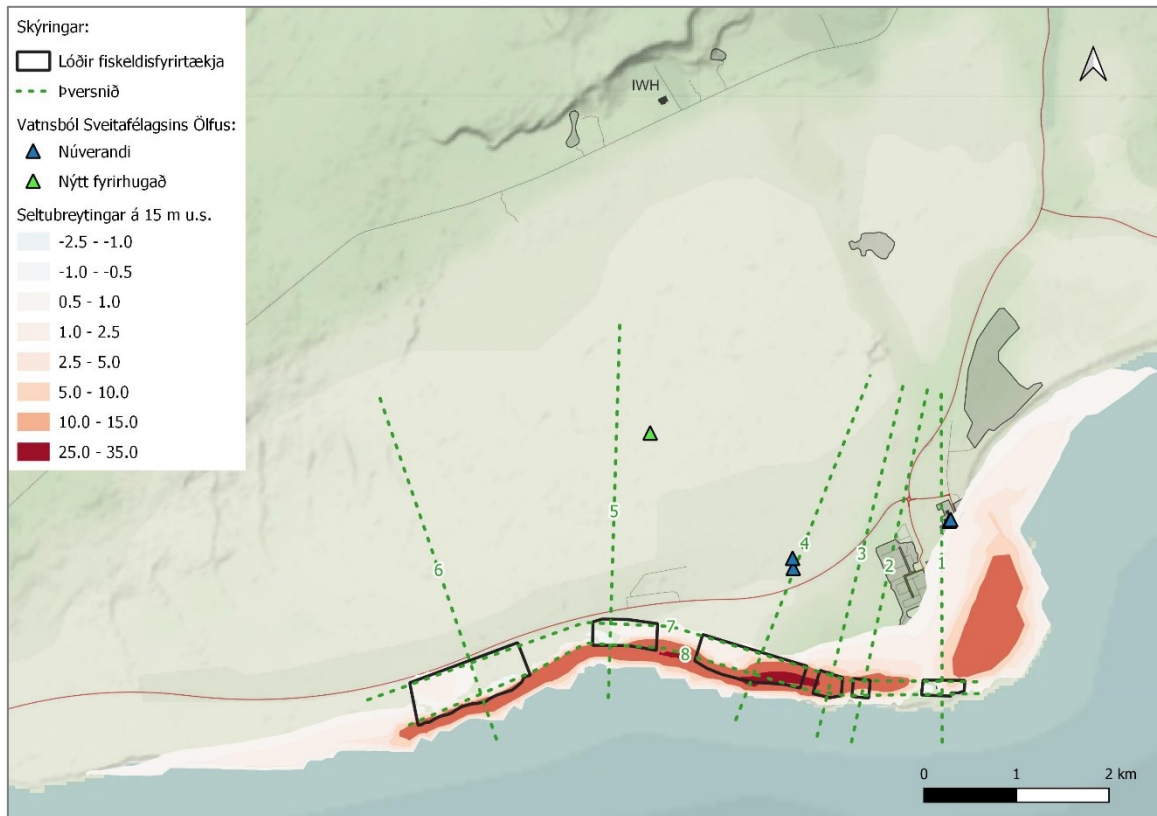
Með þeim forsendum um vinnslufyrirkomulag Thor landeldis sem hér er gert ráð fyrir nást svo gott sem markmið um vinnslu fullfersks vatns í grynri holum (Tafla 5) líkt og í tilfelli 2 (Tafla 4), en lítillægur seltuvottur reiknast í grynri vinnslunni. Þáttur ferskvatns úr dýpri holum er lítillaga lægri en fyrir tilfelli

2 og verður 32% í stað 29%. Vinnsluseltan hækkar þar af leiðandi lítillega en enn er töluvert frávik frá fullsöltum jarðsjó. Ætluð heildarferskvatnstaka verður um 2 m³/s og er því tæplega fjórfalt á við það sem lagt er upp með (Tafla 1). Töluverð frávik eru einnig hjá öðrum vinnsluaðilum frá því sem lagt er upp með í forsendum um vinnslu á fersku vatni og jarðsjó. Almennt séð vinna fiskeldisfyrirtæki vestast á vinnsluvæðinu (Geo Salmo, Thor landeldi og First Water) það mikið ferskvatn úr dýpri vinnsluholum að heildarferskvatnstaka verður þreföld til fjórföld það sem lagt er upp með en hins vegar ná þau að vinna næstum því fullferskt vatn úr grynri vinnsluholum (1%). Hjá fiskeldisfyrirtækjum austast á svæðinu (Íspór, Arnarlax og Laxar) er unnið svo gott sem fullsalt vatn úr dýpri vinnsluholum (35%) en unnið er töluvert salt vatn í grynri vinnsluholum (11-19%).

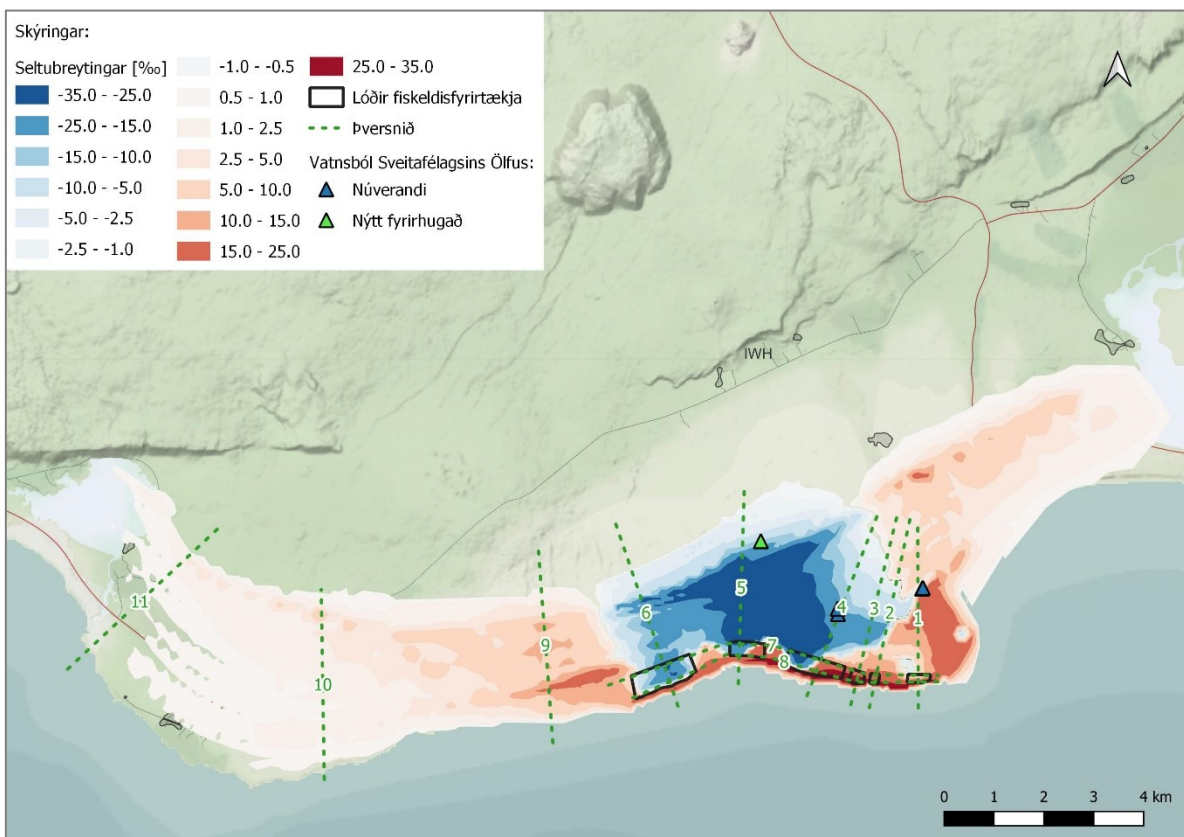
Mjög merkjanlegur munur er á samsetningu vinnsluvatns þessara aðila fyrir tilfelli 3 (Tafla 5) samanborið við tilfelli 2 (Tafla 4) sem var óverulega frábrugðið tilfelli 1 (Tafla 2).

Tafla 5. Yfirlit yfir reiknaða ferskvatns- og jarðsjávarvinnslu vinnsluaðila, tilfelli 3.

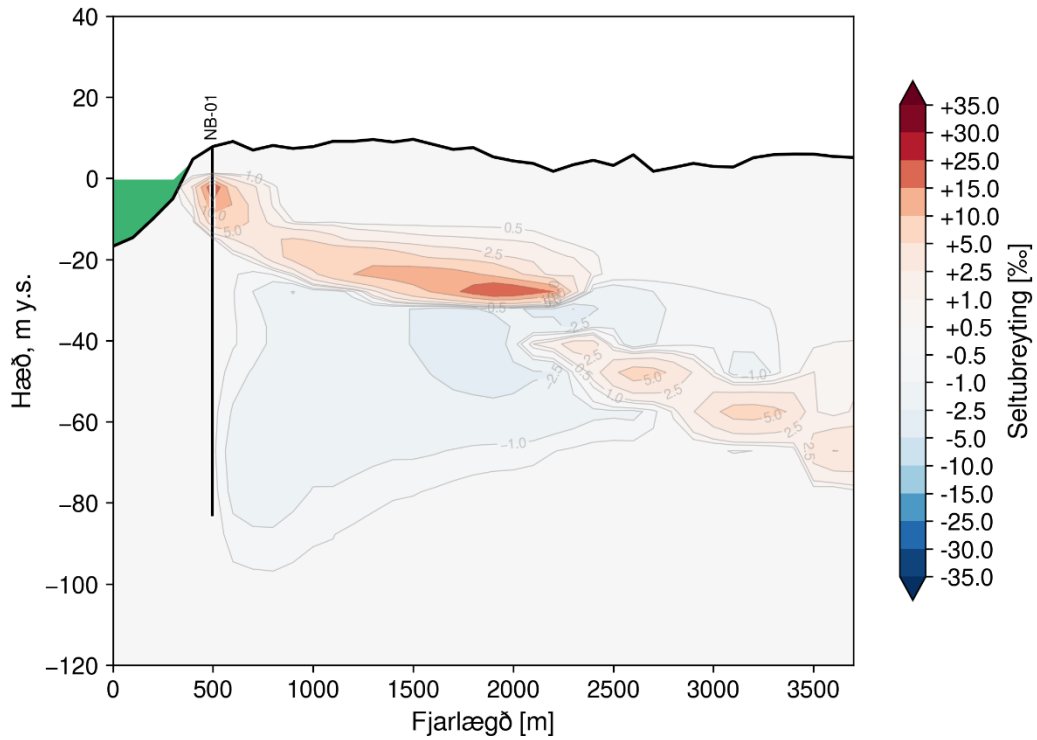
Vinnsluaðili	Grynri vinnsla				Dýpri vinnsla				Heildarvinnsla		
	Vinnsla (L/s)	Selta (‰)	Ferskt (L/s)	Jarðsjór (L/s)	Vinnsla (L/s)	Selta (‰)	Ferskt (L/s)	Jarðsjór (L/s)	Vinnsla (L/s)	Ferskt (L/s)	Jarðsjór (L/s)
Geo Salmo	1.000	1	981	19	18.500	32	1.895	16.605	19.500	2.875	16.624
Thor landeldi	500	1	489	11	15.000	32	1.477	13.523	15.500	1.966	13.534
First Water	700	1	680	20	20.000	32	1.886	18.114	20.700	2.566	18.134
Laxar	375	11	262	113	5000	35	28	4.972	5.375	289	5.086
Arnarlax (áður Náttúra)	340	19	154	186	420	35	0	420	760	154	606
Íspór	700	19	323	377	6.500	35	41	6.459	7.200	365	6.835
Heild	3.615		2.889	726	65.420		5.327	60.093	69.035	8.216	60.819



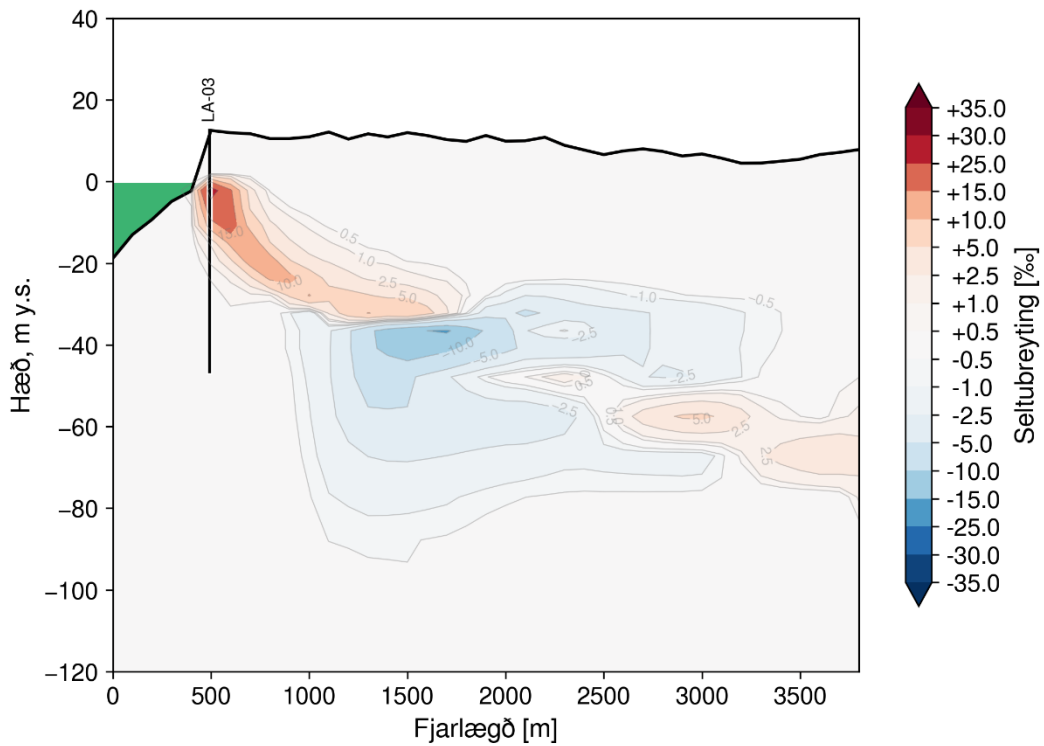
Mynd 17: Reiknuð seltuaukning 15 m u.s. vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3).



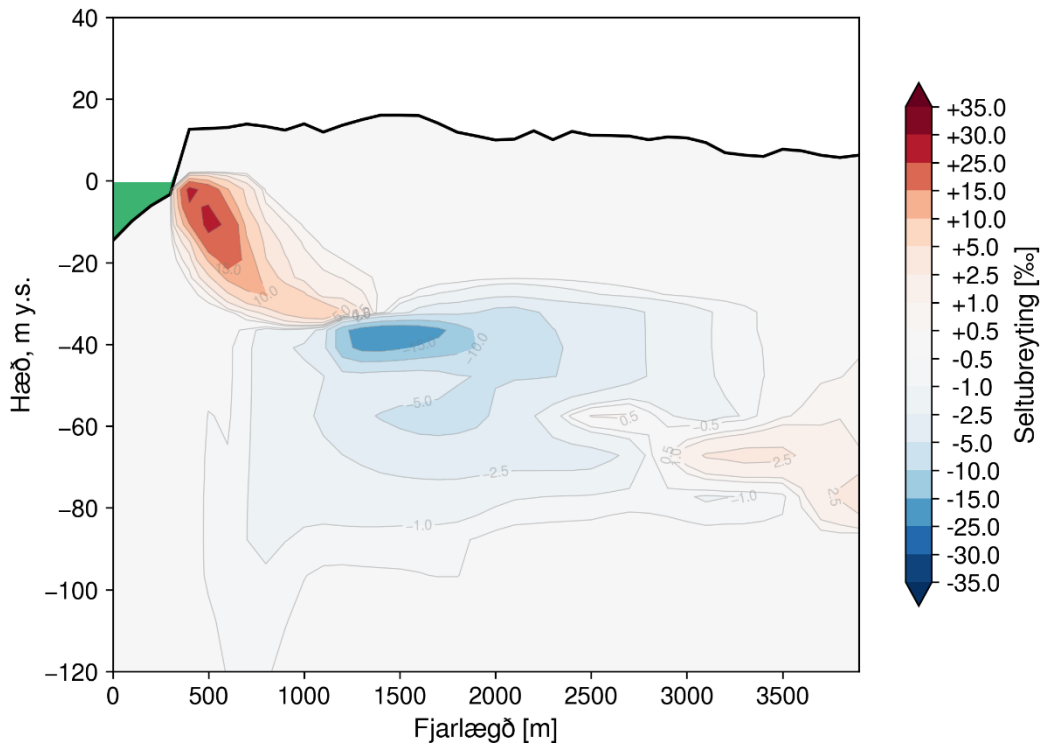
Mynd 18: Hæsta reiknaða seltubreyting í grunnvatni vegna tilfelli 3.



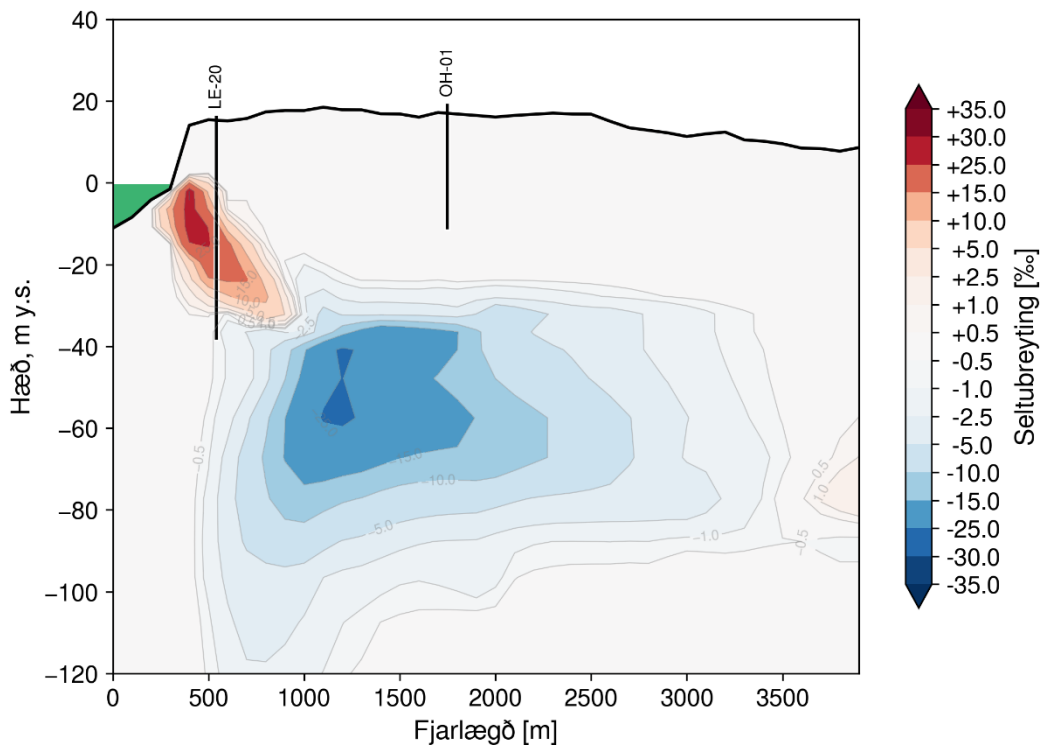
Mynd 19: Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfalli 3) í þversniði 1 í gegnum Íspór.



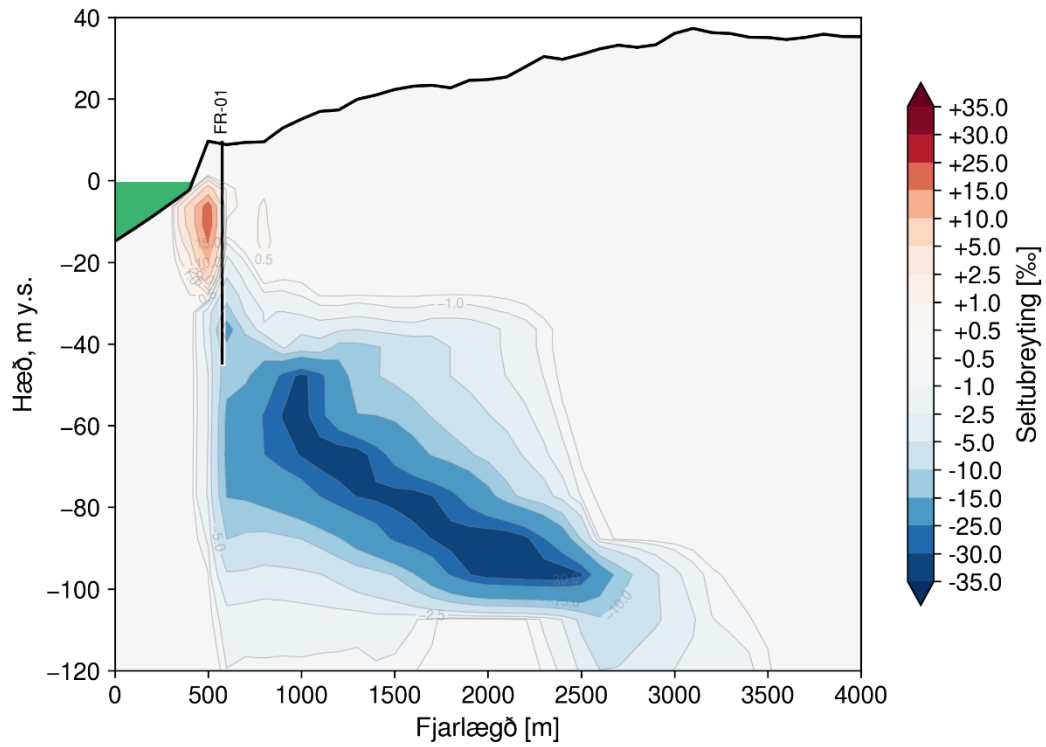
Mynd 20: Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfalli 3) í þversniði 2 í gegnum Arnarlax.



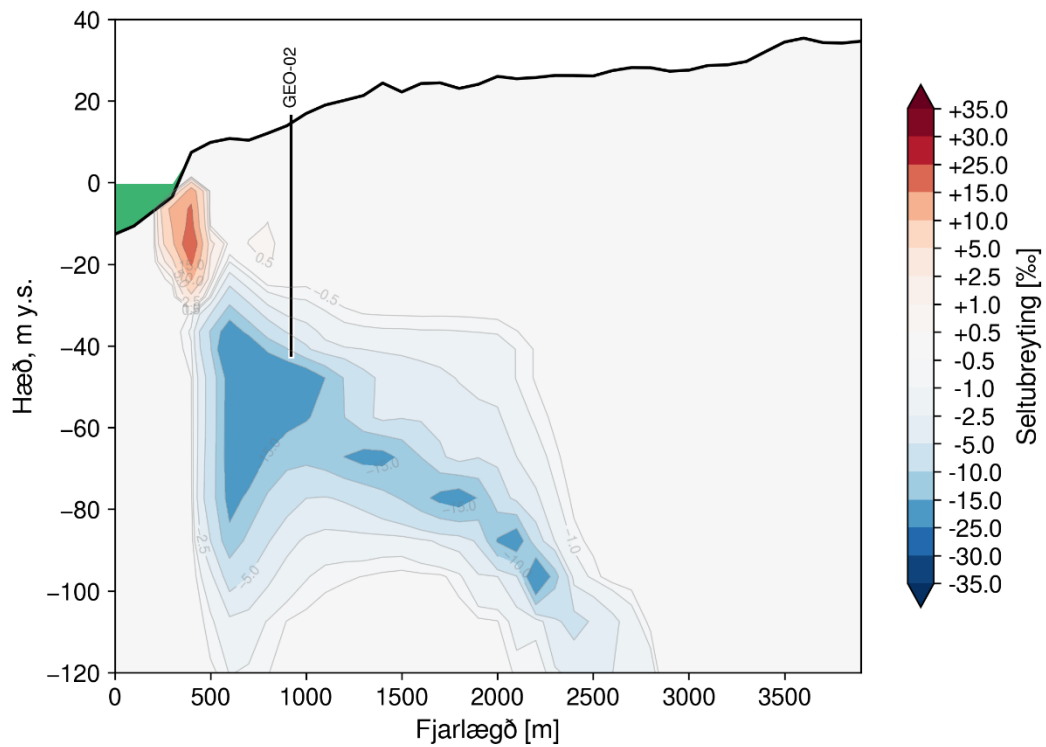
Mynd 21: Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 3 í gegnum Laxar.



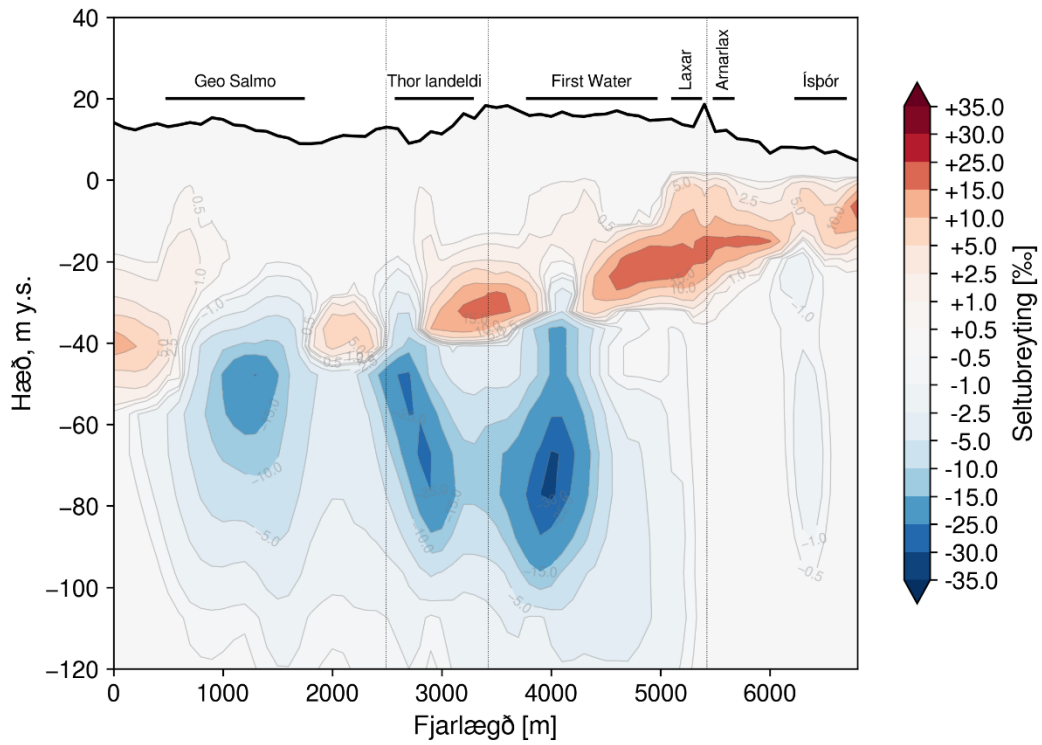
Mynd 22: Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 4 í gegnum First Water.



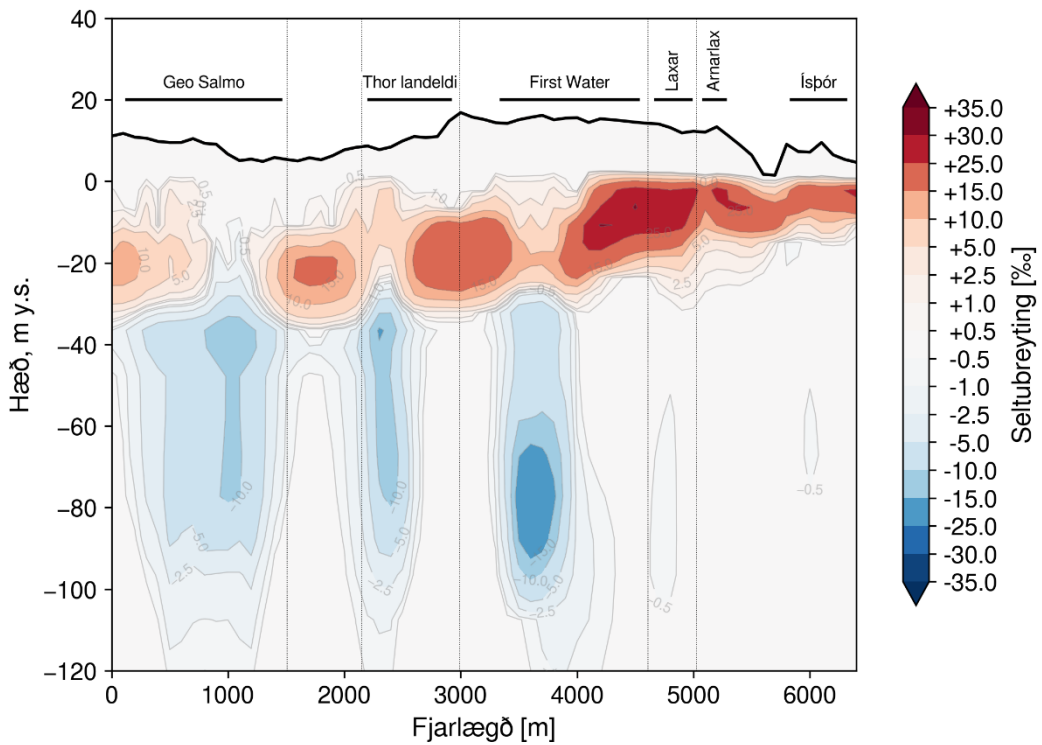
Mynd 23: Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 5 í gegnum Thor landeldi.



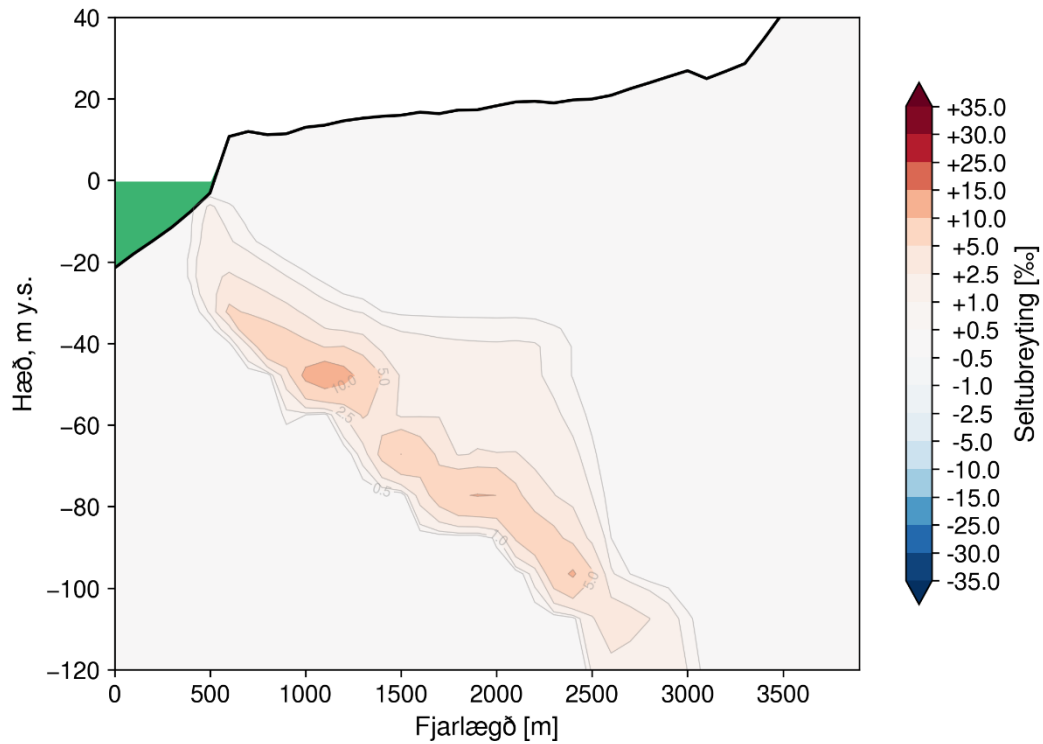
Mynd 24: Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 6 í gegnum Geo Salmo.



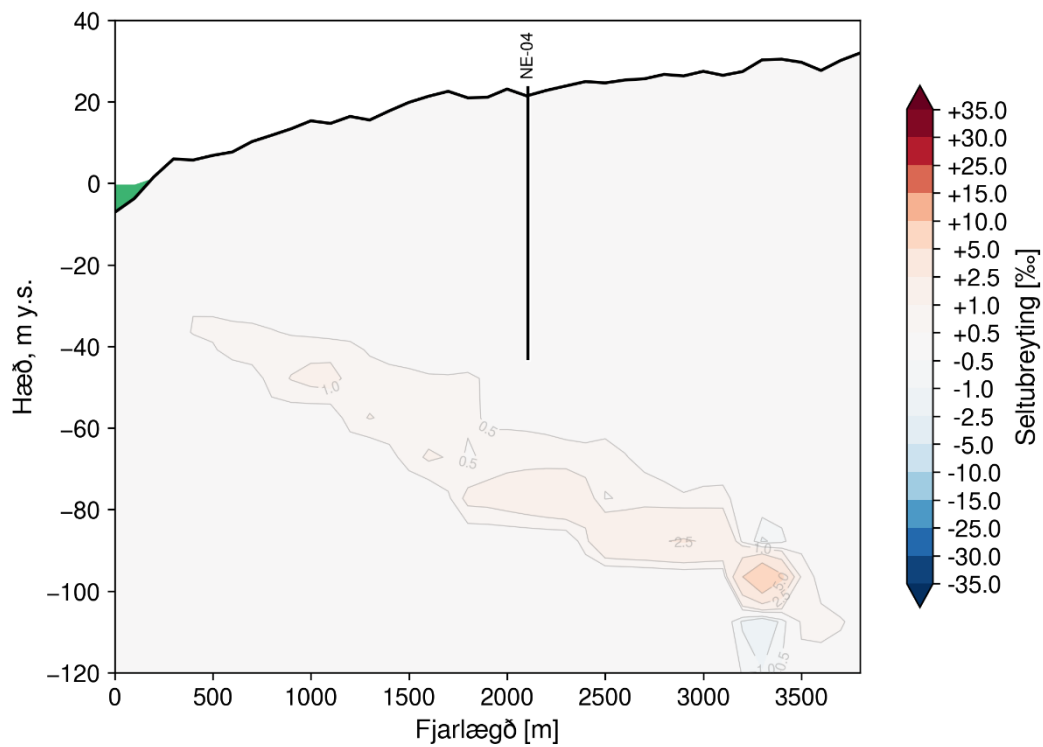
Mynd 25. Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfalli 3) í þversniði 7 um norðurhluta lóða landeldisfyrirtækjanna.



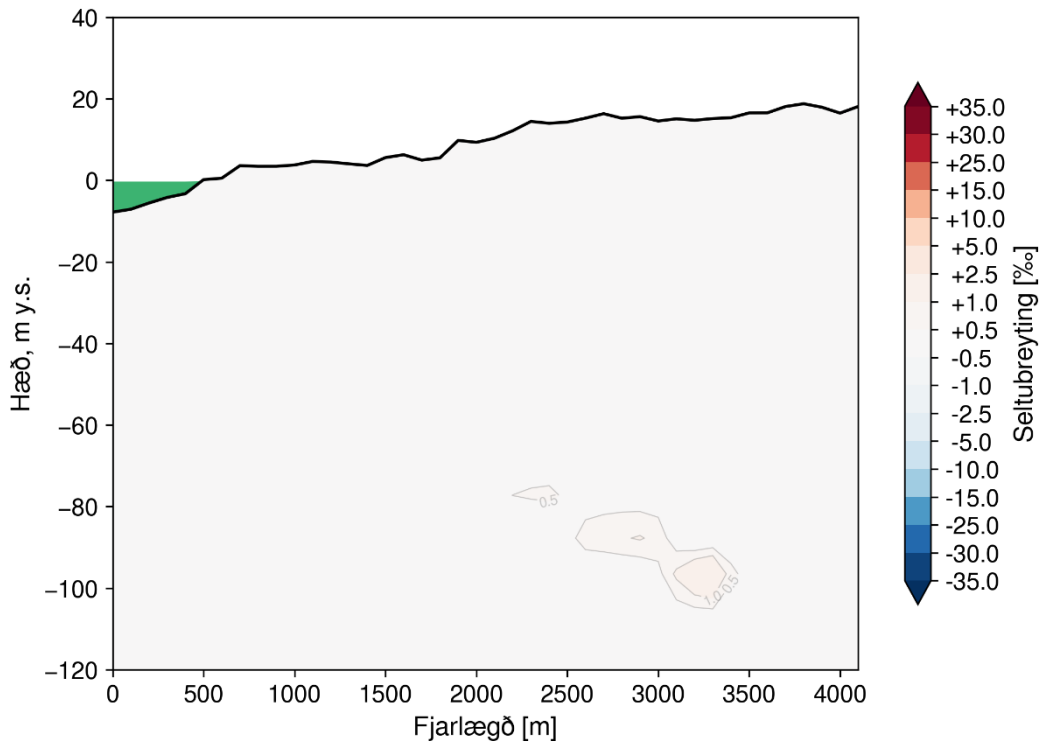
Mynd 26. Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfalli 3) í þversniði 8 um suðurhluta lóða landeldisfyrirtækjanna.



Mynd 27. Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 9 vestan Geo Salmo.



Mynd 28. Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 10 í nágrenni Ness.



Mynd 29. Reiknaðar seltubreytingar vegna samlegðarvinnslu (tilfelli 3) í þversniði 11 austan af Hlíðarvatni.

6. Mat á áhrifum fyrirhugaðrar vinnslu

Áhrifasvæði fyrirhugaðrar vatnstöku Thor landeldis vestan Þorlákshafnar markast í grunninn af merkjanlegum niðurdrætti grunnvatnsborðs vegna vinnslu þeirra (Mynd 2). Útbreiðsla niðurdráttar eykst verulega þegar frekari framtíðarvinnsla er lögð við fyrirhugaða vinnslu Thor landeldis í samlegðartilfallinu (Mynd 3). Niðurdrátturinn berst þá út frá vinnslusvæðunum og teygja útmörk 10 cm niðurdráttar sig yfir stóran hluta af Hafnarsandi og upp að og meðfram Geitafelli (mynd 3).

6.1. Vinnslusvæði Thor landeldis

Niðurdráttur miðað við grunnástand reiknast um 70 cm á lóð Thor landeldis þegar þeirra vinnsla er lögð við (Mynd 2). Niðurdrátturinn á lóðinni verður um 90 cm á lóðinni þegar tekið er tillit til samlegðaráhrifa annarrar mögulegrar viðbótarvinnslu.

Mestu seltubreytingar verða innan lóðar Thor landeldis með tilkomu vinnslu þeirra, þar sem selta eykst yfir 25% (prómillstig) rétt fyrir neðan blandlagið. Seltuaukning á sér stað ofan við dýpri vinnsluholur Thor landeldis, ofan u.þ.b. 25 m u.s., þar sem selta eykst um allt að 10-15%. Vinnsluselta dýpri hola Thor landeldis verður að jafnaði 29% samkvæmt þessum reikningum (Tafla 4), sem leiðir af sér að um 16% dýpri vinnslunnar kemur úr ferskvatnskerfinu eða um 2,4 m³/s.

Samanlagt við 0,5 m³/s ferskvatnsvinnslu úr grynni holum má ætla að heildarferskvatnstaka Thor landeldis verði um 2,9 m³/s miðað við fyrirliggjandi forsendur, ríflega sexfalt það sem lagt er upp með.

Samlegðarvinnslan leiðir af sér að seltan eykst en magn heildarferskvatns minnkar um þriðjung og verður nærri fjórfalt það sem forsendur um ferskvatnstöku gera ráð fyrir (Tafla 5).

6.2. Vinnslusvæði Geo Salmo

Með tilkomu vinnslu Thor landeldis ber á niðurdrætti nálægt 15 cm við lóð Geo Salmo og allt að 10 cm á hluta lóðar þeirra (Mynd 2). Þegar vinnsla annarra bætist við í samlegðarvinnslu reiknast niðurdráttur á lóð Geo Salmo um 70 cm (Mynd 3). Innifelur það vinnslu Geo Salmo.

Með tilkomu vinnslu Thor landeldis reiknast yfir 2,5% seltuhækkun á dýptarbilinu 25-70 m u.s. meðfram blandlaginu. Miðað við dýptarbil grynri hola Geo Salmo og niðurstöður í Tafla 5 er tilkoma vinnslu Thor landeldis ólíklegt til að hafa áhrif á möguleika Geo Salmo til að vinna fullferskt vatn í grynri holum sínum.

Greining á samlegðartilfellinu gefur til kynna að selta dýpra vinnsluvatnsins verði um 32% og þ.a.l. muni um 10% vatnsins vera ferskt að uppruna eða um 1,9 m³/s.

6.3. Vinnslusvæði First Water

Með tilkomu vinnslu Thor landeldis ber á niðurdrætti nálægt 15 cm við lóð First Water og allt að 10 cm á hluta lóðar þeirra (Mynd 2). Þegar vinnsla annarra bætist við í samlegðarvinnslu reiknast niðurdráttur á lóð Landeldis um 80 cm. Innifelur það vinnsluaukningu First Water.

Tilkoma vinnslu Thor landeldis virðist ekki hafa áhrif á möguleika First Water til að vinna fullferskt vatn í grynri holum sínum (Tafla 4). Selta dýpri vinnslu First Water eykst lítillega en áfram væri fyrirtækið að vinna um 6% af fersku vatni í dýpri holum sínum.

Að teknu tilliti til samlegðarvinnslu lækkar selta lítillega í dýpri vinnslu First Water (Tafla 5), verður 32%, sem leiðir af sér að um 9% af fersku vatni kemur upp um dýpri vinnsluholur eða um 1,9 m³/s.

6.4. Vinnslusvæði starfandi fiskeldisfyrirtækja austast á Hafnarnesi

Óverulegur niðurdráttur reiknast innan lóða starfandi fiskeldisfyrirtækja austast á Hafnarnesi (Laxar, Arnarlax og Íspór) með tilkomu vinnslu Thor landeldis (Mynd 2). Þegar vinnsla annarra bætist við í samlegðarvinnslu verður niðurdráttur 30-60 cm á lóðunum (Mynd 3).

Selta eykst um allt að 5% á 15 m u.s. við grynri vinnsluholur Laxa, Arnarlax og Íspórs með tilkomu vinnslu Thor landeldis (Mynd 4). Seltubreyting í vinnsluvatni þeirra verður hins vegar engin (Laxar) eða lítil (Arnarlax og Íspór) þegar borin eru saman tilfelli 1 (Tafla 2) og tilfelli 2 (Tafla 4). Fyrir tilfelli 1 er gert ráð fyrir að ekki sé unnt að vinna fullferskt vatn í grynri holum Arnarlax og Íspórs að jafnaði og breytist það ekki með tilkomu vinnslu Thor landeldis. Nánar má sjá umfjöllun um seltu í grynri vinnsluholum Íspórs, Arnarlax og Laxa vegna aukinnar vinnslu Laxa og Íspórs í fyrri greinargerðum (Vatnaskil 2019a; Vatnaskil 2019b). Fullfersku vatni til þessara fyrirtækja þarf því að afla fjarri lóða þeirra.

Við samlegðarvinnslu eykst selta umtalsvert í grynri holum Laxa og Arnarlax, en lítillega hjá Íspóri (Tafla 5). Hjá Löxum kemur 70% ferskt vatn upp úr þeim holum, en einungis um 45% hjá Arnarlax og Íspóri.

6.5. Vatnsból sveitarfélagsins

Með tilkomu vinnslu Thor landeldis reiknast niðurdráttur í núverandi vatnsbóli sveitarfélagsins á Hafnarsandi um 10 cm. Við vatnsbólið á Unubakka reiknast óverulegur niðurdráttur. Við nýtt fyrirhugað vatnsból sveitarfélagsins (skv. gildandi aðalskipulagi Ölfuss) verður niðurdráttur hins vegar um 20 cm. Hér er ekki reiknað með mögulegum niðurdrætti vegna vinnslunnar í þessu framtíðarvatnsbóli

sveitarfélagsins. Með tilkomu frekari vinnslu sem skilgreind er í samlegðarvinnslu reiknast niðurdráttur um 60 cm í núverandi vatnsbólí sveitarfélagsins á Hafnarsandi og um 20 cm í Unubakka. Við framtíðarvatnsból sveitarfélagsins (skv. aðalskipulagi) reiknast um 60 cm niðurdráttur.

Engar breytingar í seltu reiknast í núverandi vatnsbólum sveitarfélagsins á Hafnarsandi og Unubakka með tilkomu vinnslu Thor landeldis né með samlegðarvinnslu. Vatnsbólíð í Unnabakka er þó talið vera á viðkvæmari stað gagnvart mögulegri framtíðarseltuaukningu og því er ráðlegt að fylgjast vel með vinnsluseltu í vatnsbólínu samhliða uppbyggingunni á svæðinu.

6.6. Lindarsvæði Icelandic Water Holdings

Reiknaður niðurdráttur við lóð IWH er minni en 10 cm með tilkomu vinnslu Thor landeldis en verður allt að 30 cm með samlegðarvinnslu og því er möguleiki á að einhverra áhrifa gæti gætt á því lindarsvæði. Hafa ber þó í huga að ekki hafa fengist neinar mælingar úr lindum IWH til staðfestingar líkansins á þeim þætti (Vatnaskil, 2021) sem eykur á óvissu um möguleg áhrif.

6.7. Lindarsvæðið við Hlíðarvatn

Á lindarsvæðinu við Hlíðarvatn reiknast óverulegur niðurdráttur með tilkomu vinnslu Thor landeldis (Mynd 2) og í samlegðartilfelli (Mynd 3).

Lítillig seltuaukning reiknast rúma 10 km í vestur að Hlíðarvatni innan strandlengjunnar með tilkomu vinnslu Thor landeldis (Mynd 5) og verður seltuaukningin nokkru meiri við samlegðarvinnsluna (Mynd 18). Seltubreytingarnar eru hins vegar bundnar við blandlagið sem liggur á miklu dýpi og því má ætla að engin áhrif verði á Hlíðarvatn. Hafa ber hér einnig í huga að seltubreytingarnar eru einungis lítillegar og ráðast mögulega að miklu leyti til af því jafnvægi sem blandlagið er að finna sér á öllu svæðinu vegna vinnslunnar í nágrenni Þorlákshafnar. Þótt reiknaðar breytingar í átt til Hlíðarvatns séu þetta litlar er ástæða til að horfa til vöktunar í áttina að því svæði samhliða aukinni vatnstöku á svæðinu.

7. Mótvægisáðgerðir

7.1. Þörfin á mótvægisáðgerðum

Ekki eru fordæmi fyrir viðlíka grunnvatnsvinnslu á einu svæði á landinu og hér er fjallað um. Viðbrögð grunnvatnskerfisins eru veruleg við vinnslunni og koma fram á mismunandi stigum uppbyggingar eins og fyrri greinargerðir gefa til kynna (Vatnaskil, 2018, 2019a, 2019b, 2021 og 2022a) og sú greining sem hér hefur farið fram undirstrikar. Mikilvægt er við túlkun niðurstaðna að hafa í huga stöðu gagnasöfnunar á svæðinu og líkanagerðarinnar, en hvoru tveggja vindur fram eftir því sem skref eru tekin í uppbyggingaráformunum og vöktunarskrefum á auðlindinni. Þannig má ætla að viðbótarrannsóknagögn sem vænta má frá Thor landeldi á næstunni muni styðja vel við þá framþróun. Sama á við ef gögn halda áfram að skila sér frá öðrum fyrirtækjum á svæðinu samhliða þeirri uppbyggingu.

Mikilvægt er að hafa í huga að greiningarnar sem hér hafa verið kynntar byggja á forsendum um fyrirkomulag vatnstöku vinnsluaðila sem mögulega kunna að vera eitthvað frábrugðnar því sem stefnt er að í uppbyggingarskrefunum. Gjarnan er töluvert svigrúm við að breyta og aðlaga vinnslufyrirkomulag til að lágmarka áhrif starfseminnar og tryggja henni það vatn sem hún þarfnast. Forsendur Thor landeldis við sína uppbyggingu (kafli 3) endurspeglar þetta.

Með vinnslufyrirkomulagi er gjarnan verið að vísa í fjölda vinnsluhola, staðsetningu þeirra, heildardýpi og fóðringardýpi auk þess hversu mikið er stefnt á að taka upp úr hverri holu. Margir þættir geta haft

áhrif á þetta, þ.m.t. stærð lóða vinnsluaðila og svigrúm innan og utan lóða fyrir holustaðsetningar með hliðsjón af heildarskipulagi starfseminnar. Skipulag sveitarfélagsins og skilgreining lóðanna hefur eðli málsins samkvæmt mikið um þetta að segja. Með hliðsjón af þeim niðurstöðum líkanreikninga sem hér eru kynntar má ætla að svigrúm til staðsetningar dýpri hola sem næst ströndu og grynri hola sem fjærst ströndu gæti verið ákjósanlegt fyrir hina almennu uppbyggingu á svæðinu. Forsendur Thor landeldis gera ráð fyrir að slíkt svigrúm verði til staðar við uppbyggingu þeirra (kafla 3).

Heilt yfir leiðir sú uppbygging sem hér hefur verið til skoðunar til þess að mikið af fersku vatni er tekið úr auðlindinni í því vinnslufyrirkomulagi sem skilgreint hefur verið miðað við fyrirliggjandi forsendur. Nauðsynlegt markmið allra vinnsluaðila verður að takmarka eins og kostur er vinnslu ferskvatns í dýpri vinnsluholum sínum og einungis sækjast eftir því magni ferskvatns sem þörf er á gagnvart starfseminni til vinnslu úr grynri holu. Möguleg stöðutaka vinnsluaðila um leyfi fyrir ferskvatnstöku langt umfram þarf leiðir til vandkvæða til framtíðar litið við þá auðlindastjórnun sem óhjákvæmilega þarf að fara fram á svæðinu.

Hönnun dýpri vinnslu þarf að hafa framangreind markmið að leiðarljósi og þarf að meta virkni mögulegra mótvægisáðgerða. Slíkar áðgerðir gætu m.a. falið í sér að dreifa dýpri vinnsluholum eins og hægt er, staðsetja holur eins nálægt ströndu eins og ráðrúm leyfir og síkka fóðringar hola eins og kostur er. Staðsetning hola nærri ströndu kallar á samtal við sveitarfélagið og mögulega skilgreiningu helgunarsvæðis fyrir starfsemina utan lóða. Eins og fram kom í kafla 3 hefur Sveitarfélagið Ölfus þegar gefið vilyrði fyrir slíku svigrúmi fyrir Thor landeldi og eru fordæmi nú þegar fyrir slíku í nágrenni Þorlákshafnar, t.d. vegna nýrra borhola hjá Löxum frá 2019 og 2021.

Breytingar í dýpi og fóðringu borhola til að ná fram hærri vinnsluseltu gætu mögulega leitt af sér minni gæfni þeirra ef þannig hittist á gagnvart vatnsgefandi jarðlögum, sem leitt gæti til fjölgunar vinnsluhola. Skoða þarf þetta vel og meta í hverju tilviki, en þetta gæti reynst mikilvægur liður í að lágmarka það magn ferskvatns sem kæmi úr dýpri vinnsluholum. Liður í mati á þessu er að greina sem best gæfni jarðlaga og hvaðan vatn er að mestu sótt inn í vinnsluholu í því lagi. Til dæmis, við borun nýrrar holu Thor landeldis, FR-02, voru vísbendingar um góða lekt í dýpri jarðlögum milli u.þ.b. 60-100 m u.s. Fyrirhugað dælupróf og boranir munu varpa betur ljós á lektina og hvort hægt verður að vinna vatn úr dýpri hluta af þessum dýptarbili og þar með lágmarka upptöku ferskvatns ofan frá. Ástæða er til að kanna jarðfræðina með sama hætti annars staðar þar sem það hefur ekki verið gert og meta raunhæfnina við að vinna úr dýpri jarðlögum.

Ef stuðst er við þau þrjú vinnslutilfelli sem hér hafa verið lögð til grundvallar greiningunni sem eins konar áfanga í uppbyggingu svæðisins má vera ljóst að nauðsynlegt er að huga að mótvægisáðgerðum í takti við það sem að ofan er lýst í hverjum áfanga. Þannig má sjá út frá grunnástandinu (tilfelli 1) sem skilgreint er til að fá mat á mögulegum áhrifum fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis, að ætla má að við núverandi aðstæður geti heildarferskvatnstaka verið rúmlega 1 m³/s (Tafla 2).

7.2. Mat á virkni mótvægisáðgerða

Meta þarf virkni a.m.k. eftirtalinna fjögurra mótvægisáðgerða: 1) Lítil, jafnvel engin grynri vatnstaka innan lóða Laxa, Arnarlax og Íspórs; 2) ferskvatnstaka til handa þessum aðilum fari fram fjarri lóðum þeirra; 3) ferskvatnsþörf skilgreind sem næst raunverulegri þörf; 4) endurskilgreining á fyrirkomulagi dýpri vinnslu núverandi fiskeldisfyrirtækja til að tryggja sem minnst ferskvatn í þessari vatnstöku, t.a.m. með því að dýpka og/eða endurfóðra núverandi holur, eða hugsanlega bora nýjar holur sunnan lóða með hentugra dýpi og fóðrunardýpi eftir því sem við á.

Gagnvart þeim áfanga þegar kemur til vinnslu Thor landeldis (tilfelli 2) þarf sér í lagi að hafa að leiðarljósi að lágmarka heildarfervatnstöku fyrirtækisins eins og mögulegt er. Að óbreyttu, miðað við fyrirliggjandi forsendur, verður heildarfervatnstaka ríflega 3,5 föld á við það sem stefnt er að.

Veruleg tækifæri felast hins vegar í þeim rannsóknum sem eru framundan hjá fyrirtækinu. Byggt á þeirri reynslu sem þegar er komin í rannsóknum, sér í lagi með borun á holu FR-02 og þeim greiningum sem henni hefur fylgt, má ætla að áfram verða tekin stór skref í kortlagningu á auðlindinni og viðbrögðum hennar við áraun. Sér í lagi munu fyrirhuguð dælupróf á lóð Thor landeldis gegna mikilvægu hlutverki á þessari vegferð auk borun vinnsluhæfrar djúprar borholu sem fóðruð verður ofan u.þ.b. 60-70 m u.s. en útlit er fyrir að jarðlög neðan þess dýpis geti verið lek og vatnsgefandi byggt á borgögnum úr FR-02.

Að undangenginni uppfærslu líkansins með hliðsjón af fyrirhuguðum rannsóknargögnum, þarf að meta virkni a.m.k. eftirtalinnna þriggja mótvægisáðgerða: 1) Dreifingu vinnsluhola; 2) breytt heildardýpi og fóðringardýpi vinnsluhola; 3) ferskvatnsþörf skilgreind sem næst raunverulegri þörf ef við á; 4) endurskilgreining á fyrirkomulagi vinnslu annarra vinnsluáðila, sbr. að ofan, þ.m.t. möguleg færsla ferskvatnstöku áðila á Hafnarnesi.

Framangreind vinna mun leiða af sér frumútfærslu vinnslutilhögunar. Frekari lærdóm má síðan draga af hverju viðbótarskrefi sem tekið er í átt að hönnun vinnslufyrirkomulagsins og stýra því í þá átt að lágmarka heildarfervatnstökuna. Er þetta í takti við þær forsendur sem Thor landeldi hefur lagt fram gagnvart sinni uppbyggingu (kafla 3).

Reikna má með að niðurstöður greininga á virkni ofangreindra mótvægisáðgerða vegna núverandi ástands (tilfelli 1) og uppbyggingaráfanga svarandi til tilfellis 2 muni leggja grunninn að þeim mótvægisáðgerðum sem skoða þarf gagnvart framtíðartilfellinu sem tilfelli 3 lýsir. Til mikils er að vinna gagnvart bæði möguleikum vinnsluáðila að fá það vatn sem þeir þurfa og til handa lágmarkunar á umhverfisáhrifum vatnsvinnslunnar.

8. Vöktun auðlindarinnar

Við Þorlákshöfn er takmarkað til af mælingum, sér í lagi ef horft er til þess mikla magns sem fyrirhugað er að vinna á svæðinu. Leiðir þetta m.a. af sér nokkra óvissu við að spá fyrir um áhrif vinnslunnar sem og við mat á líklegri vinnsluseltu fyrirtækjanna. Stórt skref var hins vegar stigið við uppfærslu líkans fyrir núverandi mat með nýtingu nýrra gagna, sér í lagi rannsóknargagna frá Thor landeldi, Geo Salmo og First Water. Með aukinni uppbyggingu á svæðinu munu jafnframt koma fram mikilvæg gögn til að fylla inn í þessa mynd. Enn fremur er mikilvægt að vakta auðlindina bæði á nærsvæði og fjarsvæði framkvæmdanna samhliða uppbyggingunni.

Innan lóðar þarf að fara fram heildstætt utanumhald allrar vinnslu, með síritun á meginþáttum svo sem vinnslumagni, hitastigi og rafleiðni vinnsluvatns úr vinnsluholum. Jafnframt síritun vatnsborðs, hitastigs og rafleiðni í vöktunarholum innan lóðar ásamt reglubundnum prófílmælingum í þeim á hitastigi og rafleiðni. Vöktunarholur þurfa að hafa raufaða fóðringu yfir allt dýpi sitt og vera þannig opnar til fullrar greiningar viðmiðunarþátta yfir dýpi sitt. Fjöldi vöktunarhola og önnur útfærsla þeirra, s.s. dýpi, mun ákvarðast samhliða framangreindum rannsóknum og ákvörðun vinnslufyrirkomulags. Vöktunargögn þurfa að nýtist til líkangerðar á svæðinu og til mats á ástandi auðlindarinnar hverju sinni. Er þetta í takti við forsendur Thor landeldis um uppbyggingu sína (kafla 3).

Vöktun í þessum anda er þegar hafin með prófílmælingum í holum FR-01 og FR-02 auk síritamælinga í holunum á hitastigi, rafleiðni og vatnborðshæð.

Vöktun utan lóðar fyrirtækisins verður gerð í samvinnu við aðra vinnsluaðila á svæðinu í gegnum nýstofnað félag, Hydros ehf., sem ætlað er að standa að sameiginlegri vöktun á vatnsvinnslu þeirra aðila sem nýta ferskt og salt grunnvatn á svæðinu sem og viðbrögðum og stöðu grunnvatnsauðlindarinnar við þeirri vinnslu (sjá nánar í kafla 3).

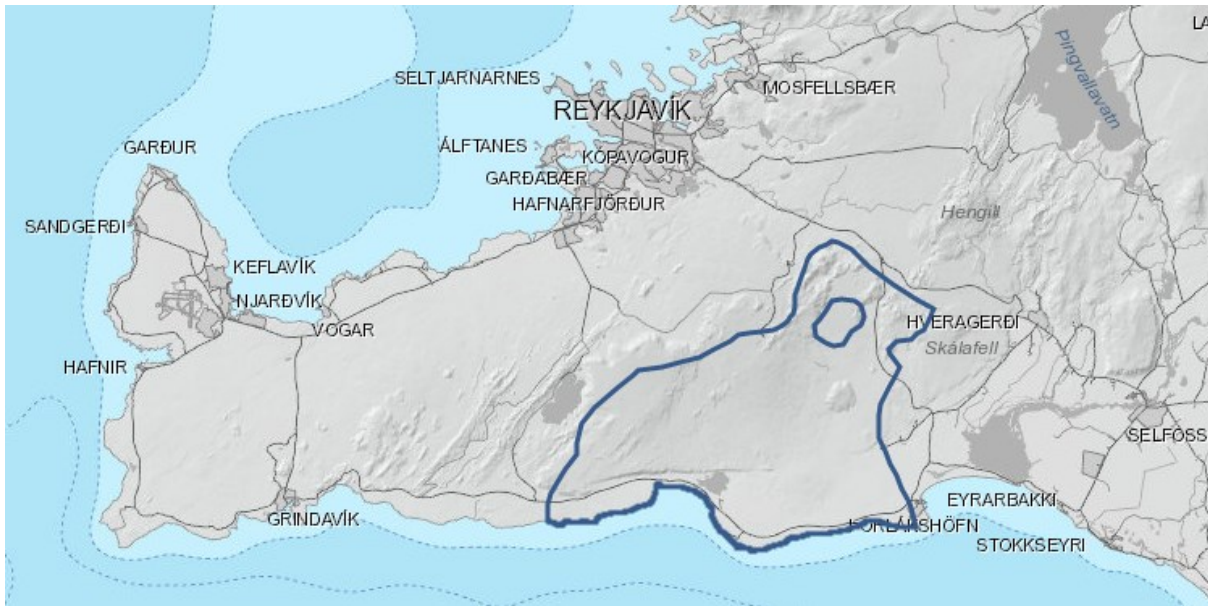
Þegar hefur verið hugað að fyrstu skrefum sameiginlegrar vöktunar á vegum Hydros. Tekið hefur verið mið af niðurstöðum fyrirliggjandi rannsókna og ábendinga um gagnaskort gagnvart rannsókn á auðlindinni. Gert er ráð fyrir að lært verði af hverju skrefi og aðlögun gerð að frekari skrefum eftir þörfum. Fyrstu skrefum er forgangsraðað á þann hátt að styðja við uppbygginguna framundan og greina möguleg áhrif hennar tiltölulega snemma, áður en hugsanlegra áhrifa færi að gæta fjær vinnslu-svæðunum. Jafnframt er lagt upp með að safna nauðsynlegum jarðfræðiupplýsingum til að greina sem best jarðlög sem áhrif hafa á vinnslumöguleika.

Gert er enn fremur ráð fyrir að hvert fiskeldisfyrirtæki haldi úti rannsóknum og vöktun innan sinna lóða, greini jarðlög og vatnafar og haldi utan um vinnslu sína og eiginleika vinnsluvatns. Vöktunin innifeli m.a. hitastig og rafleiðni vinnsluvatns, síritaða vatnshæð ásamt hitastigi og rafleiðni á ákveðnu dýpi og reglulegar prófílmælingar á hitastigi og rafleiðni.

Niðurstöður gefa til kynna að með frekari uppbyggingu vatnsfrekrar starfsemi við Þorlákshöfn þarf að vakta helstu lindarsvæði á fjarsvæði vatnsvinnslunnar, þ.m.t. við Hlíðarvatn og við Hlíðarendafjall nærri vinnslusvæði IWH. Framangreind vöktun á vegum Hydros mun draga fram möguleg áhrif á auðlindina af þeirri uppbyggingu sem er framundan og þannig leggja frekar línuna um hvernig best gæti verið staðið að framtíðarvöktun á fjarsvæði vinnslunnar.

9. Stjórn vatnamála – umhverfismarkmið

Framkvæmdasvæði Thor landeldis er innan grunnvatnshlotanna Selvogsstraums 3 og Ölfusstraums 3 (Mynd 30). Flatarmál þessara vatnshlota er 414,1 km² (Selvogsstraumur 3) og 42,3 km² (Ölfusstraumur 3). Umhverfismarkmið þessara grunnvatnshlota er að hafa góða magnstöðu og gott efnafræðilegt ástand. Áhætta er óskilgreind.



Mynd 30. Grunnvatnshlotin Selvogsströumur 3, nr. 104-290-G (efri) og Ölfusströumur 3, nr. 103-268-G (neðri). Úr vatnavefsja.

9.1. Viðmið fyrir gæðabætti grunnvatns

Samkvæmt vöktunaráætlun vatnaáætlunar 2022-2027 gilda eftirfarandi viðmið varðandi gæðabætti grunnvatns:

1. Magnstaða
2. Efnafræðilegir vöktunarbættir

9.1.1. Magnstaða

Magnstaða grunnvatns er skilgreind í reglugerð nr. 535/2011 sem mælikvarði á það hversu mikil áhrif, bein eða óbein, vatnstaka hefur haft á grunnvatnshlot. Magnstaðan er því mælikvarði á ástand grunn-

vatnshlotsins en ekki mæling á vatnsstöðu sem slíka (Veðurstofan, 2019). Magnstaða grunnvatnsins er metin þannig að hæð vatnsborðs í grunnvatnshlotinu skal vera þannig að meðalvatnstaka á ári til langs tíma er ekki meiri en grunnvatnsauðlindin sem er tiltæk. Magnstaða er annaðhvort flokkuð sem góð eða slök.

9.1.2. Efnafraeðilegt ástand

Við mat á efnafraeðilegu ástandi grunnvatnshlota eru jafnframt tveir flokkar, þar sem efnafraeðilegt ástand er metið gott eða að vatnshlotið nái ekki góðu efnafraeðilegu ástandi. Samkvæmt Viðauka II í Vöktunaráætlun vatnaáætlunar 2022-2027 eru breytur til að ákvarða efnafraeðilegt ástand grunnvatns annað hvort:

- Rafleiðni, nítrat og styrkur virkra efna í varnarefnum ásamt umbrots-, niðurbrots- og myndefnum þeirra, hafi þau verið losuð á vatnasviði vatnshlotsins, gæðakröfur fyrir grunnvatn (Tafla 6), eða
- Arsen, kadmíum, blý, kvikasilfur, ammóníum, klóríð, sulfat, nítrít og fosfat auk summu tríkóetýlens og tetraklóretýlens (tafla 2-3 í Viðauka II í Vöktunaráætlun vatnaáætlunar 2022-2027). Efni þessi hafa viðmiðunar- og viðsnúningsgildi.

Tafla 6. Gæðakröfur fyrir mengunarefni í grunnvatnshlotum.

Mengandi efni	Gæðakröfur
Nítröt	25 mg/L
Rafleiðni	Bendir ekki til innstreymis salts vatns eða annar inn í grunnvatnshlotið
Virk efni í varnarefnum, þ.m.t. viðeigandi umbrots-, niðurbrots- og myndefni þeirra	0,1 µg/L 0,5 µg/L (samtals) ¹⁾

- 1) Samtals: Summa allra einstakra varnarefna sem finnast og eru magngreind í vöktunarferlinu, þ.m.t. þau umbrots-, niðurbrots- og myndefni þeirra sem skita máli. Sjá töflu 2-3 í Viðauka II í Vöktunaráætlun vatnaáætlunar 2022-2027.

9.2. Grunnástand

Grunnástand vatnshlotsins sem miðað er við í matinu nú er framangreint tilfelli 1, sem ætlað er að greina frá eins konar núverandi ástandi sem er samanburðarhæft við tilfelli 2 og tilfelli 3 sem greina frá viðbótarvinnslu. Samanlagt ná grunnvatnshlotin sem hér eru til umfjöllunar yfir mjög stórt svæði. Hins vegar er fókussvæðið nú strandsvæðið við og vestan Þorlákshafnar.

9.2.1. Magnstaða

Gróft mat á rennsli fersks grunnvatns frá landi til sjávar í vatnshlotunum er um 1 m³/s/km eftir strandlínunni, nema á Hafnarnesi þar sem rennslið er metið 0,3 m³/s/km (Vatnaskil, 2018). Landfræðilegar aðstæður geta útskýrt minna grunnvatnsrennsli á Hafnarnesi en einnig getur það haft áhrif að grunnvatnsskil milli Selvogs- og Ölfusstraums liggja nokkurn veginn í gegnum svæðið (Vatnaskil, 2018).

Nánari ákvörðun á þessum aðstæðum á Hafnarnesi hefur ekki farið fram, né endurmat á mögulegu einingarrennsli fersks grunnvatns til sjávar eftir strandlengjunni.

Ef horft er til þessara viðmiða mætti segja að mjög gróft séð sé núverandi starfsemi eftir u.þ.b. 2 km strandlengjunnar þar sem ætla má að um $1 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}$ renni til sjávar og eftir u.þ.b. 2 km þar sem einingarrennslið er metið $0,3 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}$. Saman tekið er því stærðargráða $3 \text{ m}^3/\text{s}$ af fersku vatni á leið til sjávar eftir þessu svæði.

Heildarfærskvatnstaka fiskeldisfyrirtækja í dag er metin skv. tilfelli 1 sem allt að $1 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tafla 2), sem er undir því sem ætla má að sé á ferðinni af fersku vatni við vinnslusvæðin. Hafa skal þó í huga að stór hluti (um 40%) þessa ferska vatns kemur upp með jarðsjávarvinnslunni í dýpri holum. Ætla má enn fremur að núverandi vinnsla hafi óveruleg áhrif á hæð grunnvatnsborðs inn til landsins og í vatnshlotinu sem slíku. Grunnvatnshæðarbreytingar verða þó óhjákvæmilega í næsta nágrenni vatnsvinnslunnar sem er rétt ofan strandlengjunnar og því má segja að þau áhrif eru bundin við nánasta strandsvæðið. Enn fremur eru engin áhrif af starfseminni á lindir og yfirborðsvatn, og eru þ.a.l. engin áhrif á vistkerfi.

Áhrif núverandi starfsemi á grunnvatnsborð eru bundin nærsvæði starfseminnar og teygja þau sig því ekki um vatnshlotið og hafa þannig ekki afleiðd áhrif á aðra starfsemi eða vatnafar á fjarsvæði starfseminnar. Núverandi starfsemi hefur því ekki áhrif á umhverfismarkmið vatnshlotsins með hliðsjón af magnstöðu.

9.2.2. Efnafraeðilegt ástand

Ekki liggja fyrir upplýsingar um nokkur framangreindra efna (kafla 9.1.2) fyrir framkvæmdasvæðið og væntanlega ekki fyrir vatnshlotið í heild sinni. Ekki er þó útilokað að einhver þeirra kunna að hafa verið mæld vegna t.a.m. Hellsheiðarvirkjunar, en það verður að teljast utan viðfangsefnis núverandi mats. Hins vegar liggja fyrir upplýsingar um rafleiðni og seltu þar sem það hefur verið tengt meginviðfangefni vatnstökuaðila á svæðinu gagnvart því að afla hentugs vatns fyrir þeirra starfsemi. Að auki umhverfist sú starfsemi sem fyrir er á svæðinu og sú starfsemi sem fyrirhuguð er af Thor landeldi af beinni grunnvatnstöku en engri efnalosun í grunnvatn. Allt frárennsli frá starfseminni er leitt til sjávar. Því liggur beinna við að horfa til flokks a) að ofan gagnvart viðmiðunarbreytum, og þá í raun einungis til viðmiðunarinnar um rafleiðni, þar sem aðrir þættir í Tafla 6 eiga ekki við.

Þótt ætla megi að skilgreint grunnástand sé að nokkru marki frábrugðið ætluðu náttúrulegu ástandi hvað snertir jafnvægisstöðu blandlags eftir svæðinu vegna þeirrar vatnsnýtingar sem þegar hefur farið fram, má vera ljóst að í báðum tilfellum er um svæði að ræða þar sem bæði ferkst og salt grunnvatn er til staðar og á milli þeirra er blandlag með ísöltu vatni sem stöðugt leitast eftir að ná einhvers konar jafnvægi vegna sjávarstöðubreytinga, írennissveiflna eða vinnslu. Þó svo sú vatnstaka sem þegar hefur farið fram hafi án efa breytt þessu jafnvægi að einhverju marki, verður almennir eðliseiginleigar strandsvæðisins að teljast meira og minna þeir sömu. Því til viðbótar má telja að þeir vinnsluaðilar sem þegar eru til staðar á svæðinu nái að vinna það vatn sem þeir þurfa með þeim eiginleikum (t.a.m. seltu) sem þeir þurfa.

Áhrif núverandi starfsemi á efnafraeðilegt ástand eru bundin seltubreytingum í blandlagi og þ.a.l. á jafnvægisástand þess, sem jafnframt er undir áhrifum fleiri þátta s.s. sjávarfalla og írennslis til grunnvatns. Hins vegar eru áhrifin bundin við strandsvæðið, þ.e. nærsvæði starfseminnar og teygja áhrif sig ekki inn til landsins með áhrifum á drykkjarvatnstöku né annarrar starfsemi í vatnshlotinu. Núverandi starfsemi hefur því ekki áhrif á umhverfismarkmið vatnshlotsins með hliðsjón af efnafraeðilegu ástandi.

9.3. Áhrif af tilkomu Thor landeldis

Framangreint tilfelli 2 greinir frá áhrifum af tilkomu Thor landeldis samanborið við grunnástand (tilfelli 1).

9.3.1. Magnstaða

Niðurdráttur grunnvatnsborðs vegna fyrirhugaðrar vinnslu Thor landeldis verður mestur innan þeirra eigin lóðar og er hann metinn allt að 70 cm. Á nærsvæði vinnslunnar er reiknaður niðurdráttur allt að 30 cm, en reiknaður 10 cm niðurdráttur teygir sig inn á nærliggjandi lóðir og inn til landsins norður að Hlíðarendafjalli.

Ef horft er til útbreiðslu 10 cm niðurdráttar (Mynd 2) þá má gróft séð segja að við núverandi lengd eftir strandlengjunni þar sem starfsemi er, bætist við nálægt 2 km og því með hliðsjón af metnu einingarrennsli eftir strandlengjunni (kafla 9.2.1) bætist við u.þ.b. 2 m³/s við það ferskvatn sem er á leið til sjávar þar sem starfsemi fer fram (sjá umfjöllun í kafla 9.2.1). Saman tekið er því stærðargráða 5 m³/s af fersku vatni á leið til sjávar eftir þessu svæði starfseminnar.

Heildarferskvatnstaka er metin skv. tilfelli 2 sem nálægt 3,8 m³/s, með ríflega fjórðung af því unnið úr grynnri vinnsluholum, rest í dýpri holum samhliða jarðsjávarstöku (Tafla 4). Veruleg tækifæri eru í því fyrir Thor landeldi að standa að rannsóknum sínum og undirbúningi vinnslufyrirkomulags síns með þeim hætti að sem minnst af fersku vatni komi upp um jarðsjávarholur. Raunhæfar forsendur eru til staðar með skilgreindum mótvægisáðgerðum (kafla 7) að ná því markmiði. Væri þannig unnið að því að minnka umtalsvert heildarferskvatnstökuna svo hún yrði vel undir því sem ætla má að sé á ferðinni af fersku vatni við vinnslusvæðin.

Ekki liggja fyrir forsendur til að meta hvort reiknaður niðurdráttur í átt að lindarsvæðum við Hlíðarendafjall sé nægjanlegur til að hafa áhrif á rennsli í lindum og þ.a.l. á yfirborðsvatn. Að sama skapi liggja ekki fyrir forsendur til að setja slík hugsanleg áhrif í samhengi við það vatnsmagn sem tekið er til átöppunar á vegum IWH né fyrirhugaðrar stækkunar þeirrar framleiðslu. Ekki liggja því fyrir vísbendingar um hvort áhrif kunna að vera af starfseminni á lindir og yfirborðsvatn og þ.a.l. á vistkerfi.

Áhrif af tilkomu Thor landeldis eru þannig aðallega á nærsvæði fyrirhugaðrar starfsemi þeirra og verða ekki fyrirséð markverð afleið áhrif á aðra starfsemi eða vatnafar á fjarsvæði starfseminnar. Tilkoma Thor landeldis er því ólíkleg til að hafa áhrif á umhverfismarkmið vatnshlotsins með hliðsjón af magnstöðu náí fyrirhugaðar mótvægisáðgerðir fram að ganga.

9.3.2. Efnafræðilegt ástand

Líkt og fyrir grunnástand (tilfelli 1) og ætlað náttúrulegt ástand (kafla 9.2.2) verður með tilkomu Thor landeldis (tilfelli 2) áfram um að ræða strandsvæði þar sem bæði ferskt og salt grunnvatn er til staðar og á milli þeirra blandlag með ísöltu vatni sem stöðugt leitast eftir að ná einhvers konar jafnvægi vegna sjávarstöðubreytinga, írenslissveiflna og vinnslu. Sú vatnstaka sem fyrirhuguð er með tilkomu Thor landeldis mun leiða af sér breytingar á því jafnvægi, takmarkað við strandsvæðið, líkt og spáð er fyrir um í kafla 5.2.1. Enn fremur má ætla skv. niðurstöðunum að núverandi vinnsluáðilar á svæðinu muni áfram vinna vatn af svipuðum seltueiginleikum og áður. Þetta á einnig við um drykkjarvatnstöku sveitarfélagsins, sem verður ekki fyrir áhrifum af viðbótarvinnslunni með tilkomu Thor landeldis.

Áhrif af tilkomu Thor landeldis á efnafræðilegt ástand utan sinnar lóðar eru bundin seltubreytingum í blandlagi og þ.a.l. á jafnvægisástand þess, sem jafnframt er undir áhrifum fleiri þátta s.s. sjávarfalla og írenslis til grunnvatns. Hins vegar eru áhrifin á þeirra eigin lóð með þeim hætti að verulega teygist á

blandlaginu samhliða mikilli upptöku fersks vatns um djúpar jarðsjávarholur, sem ráðast þarf að með mótvægisáðgerðum sbr. umfjöllun að ofan um magnstöðu. Engu að síður eru áhrifin bundin við strandsvæðið, þ.e. nærsvæði starfseminnar og teygja áhrif sig ekki inn til landsins með áhrifum á drykkjarvatnstöku né annarrar starfsemi í vatnshlotinu. Núverandi starfsemi hefur því ekki áhrif á umhverfismarkmið vatnshlotsins með hliðsjón af efnafræðilegu ástandi.

9.4. Áhrif af samlegð með annarri framtíðarvinnslu

Framangreint tilfelli 3 greinir frá áhrifum af samlegð fyrirhugaðrar framtíðarvinnslu á svæðinu samanborði við grunnástand (tilfelli 1).

9.4.1. Magnstaða

Niðurdráttur grunnvatnsborðs vegna samlegðar við vinnslu annarra vinnsluaðila í nágrenni Þorlákshafnar verður mestur (um 70-90 cm) innan lóða Geo Salmo, Thor landeldis og First Water þar sem fyrirhuguð er mest vinnsla. Á nærsvæði vinnslunnar er reiknaður niðurdráttur allt að 70 cm, en reiknaður 10 cm niðurdráttur teygir sig yfir stóran hlut af Hafnarsandi og upp að og meðfram Geitafelli. Niðurdráttur við núverandi vatnsból sveitarfélagsins á Hafnarsandi reiknast um 60 cm og við Unubakka reiknast niðurdráttur um 15-20 cm. Við fyrirhugað framtíðarvinnslusvæði sveitarfélagsins skv. aðalskipulagi reiknast niðurdráttur um 60 cm (sjá kafla 5.1.2).

Ef horft er til útbreiðslu 10 cm niðurdráttar (Mynd 3) teygir hann sig út eftir ströndinni sem svara u.þ.b. til viðbótar 4 km til vesturs og austurs m.v. tilfelli 2 (Mynd 2) og núverandi starfsemi sem nær austur að Íspóri. Nær þetta því til svæðis sem ætla má að um 11-12 m³/s af fersku vatni sé á leið til sjávar. Hins vegar teygir starfsemin sjálf sig einungis til rúmlega 6 km, þar sem ætla megi að 5-6 m³/s af fersku vatni sé á leið til sjávar.

Heildarfærskvatnstaka er metin skv. tilfelli 3 sem nálægt 8,2 m³/s, með ríflega þriðjung af því unnið úr grynnri vinnsluholum, rest í dýpri holum samhliða jarðsjávarstöðu (Tafla 5). Veruleg tækifæri eru í því fyrir alla vinnsluaðila að standa vel að rannsóknum sínum og þróun vinnsluútfærslu á svæðinu svo tryggja megi að sem minnst af fersku vatni komi upp um jarðsjávarholur. Að öðrum kosti má ætla að sækja þurfi ferska vatnið af töluvert stærra svæði meðfram strandlengjunni en starfsemin nær yfir.

Ekki liggja fyrir forsendur til að meta hvort reiknaður niðurdráttur í átt að lindarsvæðum við Hlíðar-endaþjall sé nægjanlegur til að hafa áhrif á rennsli í lindum og þ.a.l. á yfirborðsvatn. Að sama skapi liggja ekki fyrir forsendur til að setja slík hugsanleg áhrif í samhengi við það vatnsmagn sem tekið er til átöppunar á vegum IWH né fyrirhugaðrar stækkunar þeirrar framleiðslu. Ekki liggja því fyrir vísbendingar um hvort áhrif kunna að vera af starfseminni á lindir og yfirborðsvatn og þ.a.l. á vistkerfi.

Áhrif af samlegð mögulegrar framtíðarvinnslu á svæðinu eru mest á nærsvæði fyrirhugaðrar starfsemi. Engu að síður treygir niðurdráttur sig nokkuð víða og endurspeglar metin heildarfærskvatnstaka það. Þau tækifæri sem felast í mögulegum mótvægisáðgerðum eru líkleg til að minnka ferskvatnstökuna og að slíkum aðgerðum undangengnum í uppbyggingarferlinu standa vonir til þess að ekki verði gengið nærri umhverfismarkmiðum vatnshlotsins með hliðsjón af magnstöðu.

9.4.2. Efnafræðilegt ástand

Líkt og fyrir grunnástand (tilfelli 1) og ætlað náttúrulegt ástand (kafla 9.2.2) verður með tilkomu samlegðar með annarri fyrirhugaðri framtíðarvinnslu (tilfelli 3) áfram um að ræða strandsvæði þar sem bæði ferskt og salt grunnvatn er til staðar og á milli þeirra blandlag með ísöltu vatni sem stöðugt leitast eftir að ná einhvers konar jafnvægi vegna sjávarstöðubreytinga, írennslissveiflna og vinnslu. Sú

vatnstaka sem fyrirhuguð er slíkri framtíðarvinnslu mun leiða af sér breytingar á því jafnvægi, takmarkað við strandsvæðið, líkt og spáð er fyrir um í kafla 5.2.2. Engu að síður verða seltubreytingar án tillits til mótvægisáðgerða það miklar að núverandi vinnsluaðilar á svæðinu eru ólíklegir til að vinna áfram vatn af svipuðum seltueiginleikum og áður. Sér í lagi er líklegt að horfa þurfi til ferskvatnsvinnslu innar til landsins fyrir starfseminu yst á Hafnarnesi. Drykkjarvinnsla sveitarfélagsins er þó líkleg til að verða óbreytt og ekki undir áhrifum með tilkomu þessarar framtíðarvinnslu. Óvissa ríkir þó gagnvart vatnsbólinu í Unubakka, en fyrirhugað framtíðarvatnsból sveitarfélagsins skv. aðalskipulagi verður ekki fyrir áhrifum af vinnslunni.

Þau tækifæri sem felast í mögulegum mótvægisáðgerðum (kafla 7) eru líkleg til að bæta þessar aðstæður svo vinnsluaðilar á svæðinu nái sínum markmiðum um vinnslumagn og seltueiginleika vinnsluvatns og að slíkum áðgerðum undangengnum í uppbygginarferlinu standa vonir til þess að ekki verði gengið nærri umhverfismarkmiðum vatnshlotsins með hliðsjón af efnafræðilegu ástandi.

Heimildaskrá

Efla, 2023. **Landeldi á laxi, bleikju og regnbogasilungi í Ölfusi – 20.000 tonna eldi á ári. Matsáætlun.** Unnið fyrir Thor landeldi ehf.

Mannvit, 2023a. **Minnisblað um borholur á reit Thor Landeldis.** 26. október 2023.

Mannvit, 2023b. **Minnisblað um mælingar og vöktun.** 14. desember 2023.

Skipulagsstofnun, 2023. **20.000 tonna landeldi Thors landeldis í Ölfusi. Álit um matsáætlun.** 13. október 2023.

Vatnaskil, 2018. **Greining á grunnvatnsauðlindinni í nágrenni Þorlákshafnar. Líkanreikningar til mats á færslu vatnsbóls sveitarfélagsins og skipulagi vegna uppbyggingar fiskeldis.** Unnið fyrir Sveitarfélagið Ölfus. Desember 2018. Skýrsla 18.09.

Vatnaskil, 2019a. **Eldisstöð Íspórs í Þorlákshöfn. Mat á áhrifum aukinnar vatnstöku.** Unnið fyrir Eldisstöðina Íspór. Desember 2019. Skýrsla 19.12.

Vatnaskil, 2019b. **Eldisstöð Laxa Fiskeldis í Þorlákshöfn. Mat á áhrifum aukinnar vatnstöku.** Unnið fyrir Laxa Fiskeldi ehf. Nóvember 2019. Skýrsla 19.11.

Vatnaskil, 2021. **Nýting og stjórnun grunnvatnsauðlindar í nágrenni Þorlákshafnar. Líkangerð til stuðnings skipulagningu vatnstöku.** Unnið fyrir Sveitarfélagið Ölfus. Júní 2021. Skýrsla 21.03.

Vatnaskil, 2022a. **Landeldisstöð Geo Salmo vestan Þorlákshafnar. Mat á áhrifum fyrirhugaðrar vatnstöku.** Unnið fyrir Geo Salmo ehf. Október 2022. Skýrsla 22.11.

Vatnaskil, 2022b. **Höfuðborgarsvæði. Árleg endurskoðun rennislíkans.** Unnið fyrir Samtök sveitarfélaga á höfuðborgarsvæðinu. Desember 2022. Skýrsla 22.14.

VIÐAUKI B MINNISBLAÐ EFLU – ÁHRIF FRÁVEITU Á VIÐTAKA

MINNISBLAÐ

SKJALALYKILL

103110-MIN-001-V03

DAGS.

11.12.2023

SENDANDI

Majid Eskafi

MÁLEFNI

Mat á dreifingu mengunar frá fyrirhugaðri útrás

VERKHEITI

MÁU fyrir landeldi í Ölfusi – Áhrif fráveitu á viðtaka**VERKKAUPI**

Thor landeldi hf.

DREIFING

Aron Geir Eggertsson

EFNISYFIRLIT

MYNDASKRÁ	2
TÖFLUSKRÁ 3	
1. INNGANGUR	4
2. FORSENDUR OG VIÐMIÐ	4
3. LÍKANGERÐ	6
3.1. Straumahraði	6
3.2. Selta	7
3.3. Sjávarhiti	10
3.4. Uppleyst súrefni-lífræn súrefnisþörf (BOD)	13
3.5. Köfnunarefni	16
3.6. Fosfór	19
3.7. Næmni fyrir vindi	22
4. SAMANTEKT	22
4.1. Straumahraði	23
4.2. Selta	23
4.3. Hitastig	23
4.4. Uppleyst súrefni-lífræn súrefnisþörf	23
4.5. Köfnunarefni	23
4.6. Fosfór	23
4.7. Áhrif vinds	23
5. HEIMILDIR	24

MYNDASKRÁ

MYND 3.1 Líkansviðið fyrir uppgerð.	6
MYND 3.2 Sjávarstraumar í nágrenni losunarstaða á aðfalli (efri) og útfalli (neðri) á stórstraumi, stærð í (m/s).	7
MYND 3.3 Reiknuð seltu breyting. Litaskali er frá hvítt til blátt þar sem hvítur litur sýnir lægstu reiknuðu seltu vegna útrásarinnar en blátt sýnir seltu í viðtakanum. Áfangi 1	8
MYND 3.4 Reiknuð seltu breyting. Litaskali er frá hvítt til blátt þar sem hvítur litur sýnir lægstu reiknuðu seltu vegna útrásarinnar en blátt sýnir seltu í viðtakanum. Áfangi 2	8
MYND 3.5 Reiknuð seltu breyting. Litaskali er frá hvítt til blátt þar sem hvítt litur sýnir lægstu reiknuðu seltu vegna útrásarinnar en blátt sýnir seltu í viðtakanum. Fullur rekst	9
MYND 3.6 Hæsta reiknaða hitastig. Litaskali nær frá bláu yfir í rautt þar sem blár litur sýnir umhverfishita við strönd en rauður sýnir hámarkshitabreytingu af völdum frárennslisins. Áfangi 1	11
MYND 3.7 Hæsta reiknaða hitastig. Litaskali nær frá bláu yfir í rautt þar sem blár litur sýnir umhverfishita við strönd en rauður sýnir hámarkshitabreytingu af völdum frárennslisins. Áfangi 2	11
MYND 3.8 Hæsta reiknaða hitastig. Litaskali nær frá bláu yfir í rautt þar sem blár litur sýnir umhverfishita við strönd en rauður sýnir hámarkshitabreytingu af völdum frárennslisins.	12
MYND 3.9 Dreifing lífrænnar súrefnisparfar. Áfangi 1	14
MYND 3.10 Dreifing lífrænnar súrefnisparfar. Áfangi 2	14
MYND 3.11 Dreifing lífrænnar súrefnisparfar. Fullur rekstur	15
MYND 3.12 Hæsti reiknaði styrkur köfnunarefnis. Áfangi 1	17

MYND 3.13 Hæsti reiknaði styrkur köfnunarefnis. Áfangi 2 _____	17
MYND 3.14 Hæsti reiknaði styrkur köfnunarefnis. Fullur rekstur _____	18
MYND 3.15 Hæsti reiknaði styrkur fosfórs. Áfangi 1 _____	20
MYND 3.16 Hæsti reiknaði styrkur fosfórs. Áfangi 2 _____	20
MYND 3.17 Hæsti reiknaði styrkur fosfórs. Fullur rekstur _____	21
MYND 3.18 Meðalvindhraði eftir mánuðum yfir tímabilið 2011-2020 fyrir Þorlákshöfn; Mynd [6]. _____	22

TÖFLUSKRÁ

TAFLA 1 Forsendur um styrk mengunarefna í útrásum sem skoðunin nær til. Til samanburðar er sýnd áætluð losun mengunar á framleitt tonn (t). _____	5
TAFLA 2 Umhverfismörk fyrir næringarefni og lífræn efni í djúpum vötnum til verndar lífríkis [1]. _____	5

1. Inngangur

Í þessum kafla er greint er frá niðurstöðum líkanreikninga til mats á áhrifum fyrirhugaðrar fráveitu Thor landeldi hf. vestan Þorlákshafnar. Skoðunin nær til áhrifa af losun frárennslisvatns á uppleystu súrefni og dreifingu líffræðilegrar súrefnisþarfar (BOD), köfnunarefnis, fosfórs, straumhraða og straumstefnu, hitastigs og seltu. Jafnframt eru könnuð samlegðaráhrif með öðrum útrásum á svæðinu.

2. Forsendur og viðmið

Við mat á uppleystu súrefni var tekið tillit til líffræðilegrar súrefnisþarfar(BOD), en ekki var sérstaklega tekið tillit til áhrifa styrks og dreifingar köfnunarefnis og fosfórs á súrefnisstyrk í reikningum.

Engar mælingar liggja fyrir um súrefnisþörf á botni svæðisins (SOD) en súrefnisþörf setefna getur legið á nokkuð breiðu bili í strandsjó. Til viðmiðunar er valið að miða við $1,8 \text{ g/m}^2/\text{d}$. Ekki er gert ráð fyrir bakgrunnsgildi BOD í viðtakanum þar sem ekki lágu fyrir forsendur til skilgreiningar þeirra og því er horft til styrkukningar BOD í greiningunum í stað eiginlegs styrks.

Rennslistölur, styrktölur, hitastig og selta fyrir Thor landeldi var uppgöfin af verkkaupa og byggja styrktölur næringarefna á útreikningum skv. leiðbeiningum um ákvörðun á losun köfnunarefnis og fosfórs úr fóðri í sjókvíældi frá Umhverfisstofnun að teknu tilliti til 70% hreinsunar á fastefnum. Í öllum tilfellum er gert ráð fyrir að hitastig frárennslisvatns sé $9 \text{ }^\circ\text{C}$ og selta sé 32 ppt.

Gert er ráð fyrir að útrásarendi væri staðsettur í fjörunni fyrir miðri lóð Thors landeldi.

Mikil óvissa er fólgin í BOD gildum þar sem tiltölulega fáar mælingar liggja fyrir. Einnig er mikill breytileiki í mældum gildum og ekki liggja fyrir upplýsingar um framleiðslu eða vatnsnotkun á sama tíma. Ekki voru því taldar nægilegar forsendur til að meta BOD gildi að teknu tilliti til framleiðslumagns.

Forsendur um styrk mengunarefna í útrásum og losun mengunar á framleitt tonn í þremur áföngum fyrir Thór Landeldi (bláhrár) ásamt öðrum fiskeldisstöðvum á svæðinu eru sýndar í tafla 1.

TAFLA 1 Forsendur um styrk mengunarefna í útrásum sem skoðunin nær til. Til samanburðar er sýnd áætluð losun mengunar á framleitt tonn (t).

	HÁMARKS FRAMLEIÐSLA	RENNSLI	KÖFNUNAREFNI		FOSFÓR		BOD	
	t/ári	m ³ /s	mg/L	kg/t	mg/L	kg/t	mg/L	kg/t
Thor landeldi (fullur rekstur)	20.000	15,50	1,39	34,00	0,16	3,90	3,40	67,00
Thor landeldi (áfanga 2)	12.500	9,70	1,39	34,00	0,16	3,90	3,40	67,00
Thor landeldi (áfanga 1)	5.000	3,90	1,39	34,00	0,16	3,90	3,40	67,00
Geo Salmo	24.000	18,50	1,79	43,5	0,22	5,40	3,00	73,00
Landeldi	20.000	19,00	1,24	37,10	0,16	4,70	3,00	90,00
Laxar fiskeldi	2.500	4,00	0,67	34,00	0,12	6,30	1,00	51,00
Íspór	1.800	2,80	0,68	34,00	0,13	6,30	3,00	150,00
Arnarlax	1.200	8,20	0,15	31,60	0,03	6,00	3,00	647,00

Umhverfismörk fyrir ástand vatns hafa verið skilgreind í reglugerð um varnir gegn mengun vatns [1]. Umhverfismörk fyrir næringarefni og lífræn efni í vatni til verndar lífríki fyrir þau efni sem eru til umræðu hér má sjá í tafla 2.

TAFLA 2 Umhverfismörk fyrir næringarefni og lífræn efni í djúpum vötnum til verndar lífríkis [1].

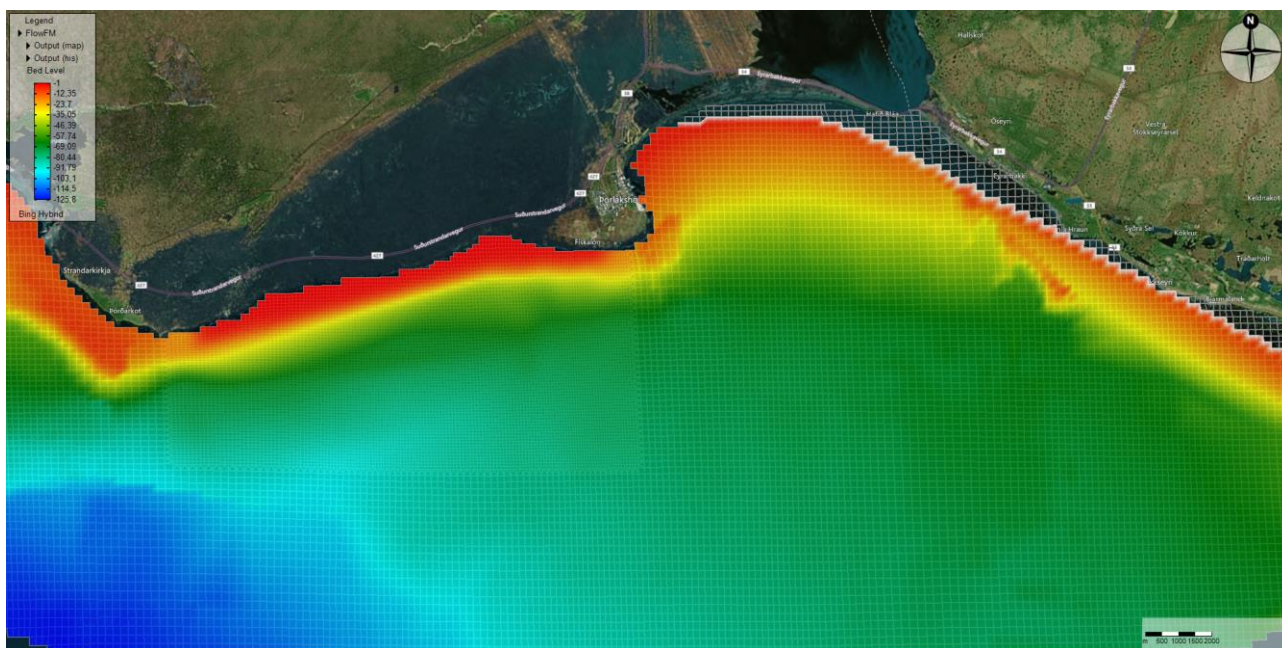
UMHVERFISMARKAFLOKKUR	I	II	III	IV	V
Skýringar	Næringar- fátækt	Lágt næringar- efnagildi	Næringar- efnaríkt	Næringar- efnaauðugt	Ofauðugt
BOD (mg/L)	<1,50	1,50-3,00	3,00-6,00	6,00-10,00	>10,00
Heildar köfnunarefni (mg/L)	<0,30	0,30-0,75	0,75-1,50	1,50-2,50	>2,50
Heildar fosfór (mg/L)	<0,01	0,01-0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10

Reglugerð um fráveitur og skólþ tilgreinir að auki að súrefnisnotkun (BOD5) má ekki vera yfir 4 mg súrefnis/l, súrefnismettun má ekki fara undir 70% eða 6 mg súrefnis/l og 50% tímans þarf súrefni að vera yfir 9 mg/L. Hámarkshitabreyting af völdum frárennslis má ekki vera hærri en 2 °C [2].

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 [3]. Viðmiðunargildi fyrir vetrarstyrk næringarefna [4] fyrir svæðið er um 12-13,4 μmól/L fyrir níturat (NO₃) og um 0,8 – 0,92 μmól/L fyrir fosfat (PO₄) sem hægt er að yfirfæra sem áætluð bakgrunnsgildi köfnunarefnis (N) um 0,175 mg/L (umhverfismarkaflokkur I) og fosfórs (P) um 0,027 mg/L (umhverfismarkaflokkur II).

3. Líkangerð

Hluti af líkansvæðinu (þ.e.a.s. model domain) er sýndur á mynd 3.1. Dýptarmælingar eru af skornum skammti á þessu svæði en dýptargrunnur líkansins var þó uppfærður með tiltækum gögnum. Dýptargögn frá Landhelgisgæslunni eru notuð til að þróa líkanið í þessu verkefni.

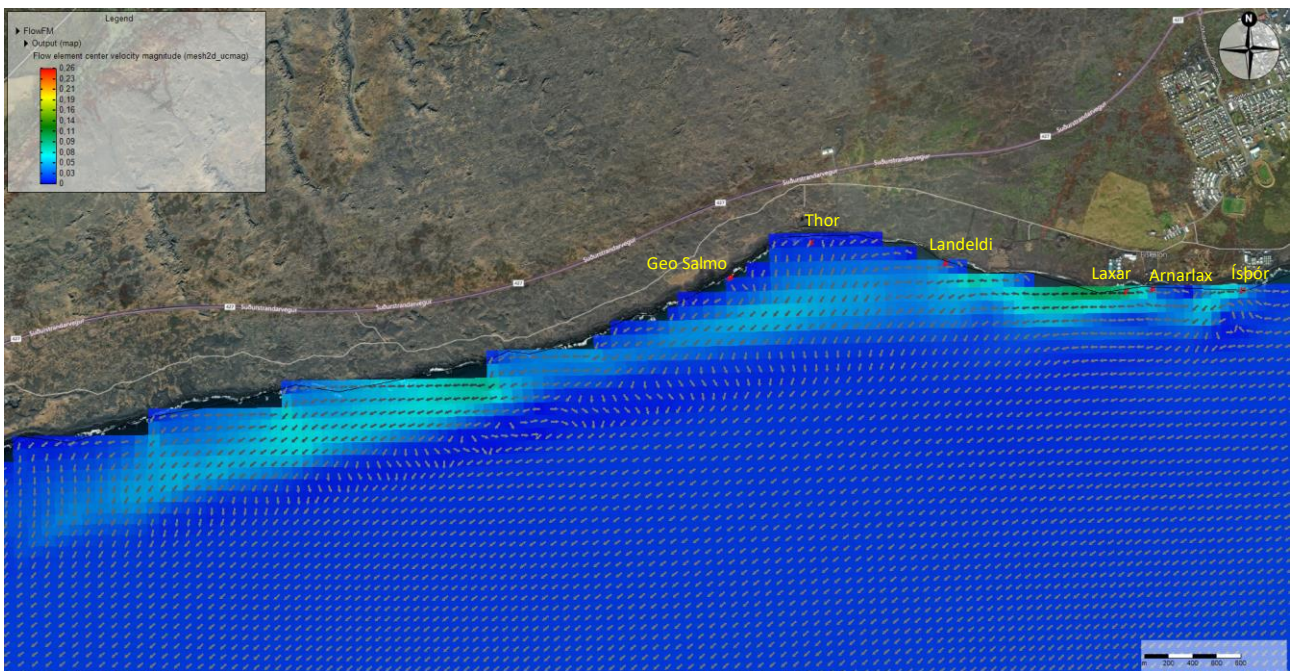
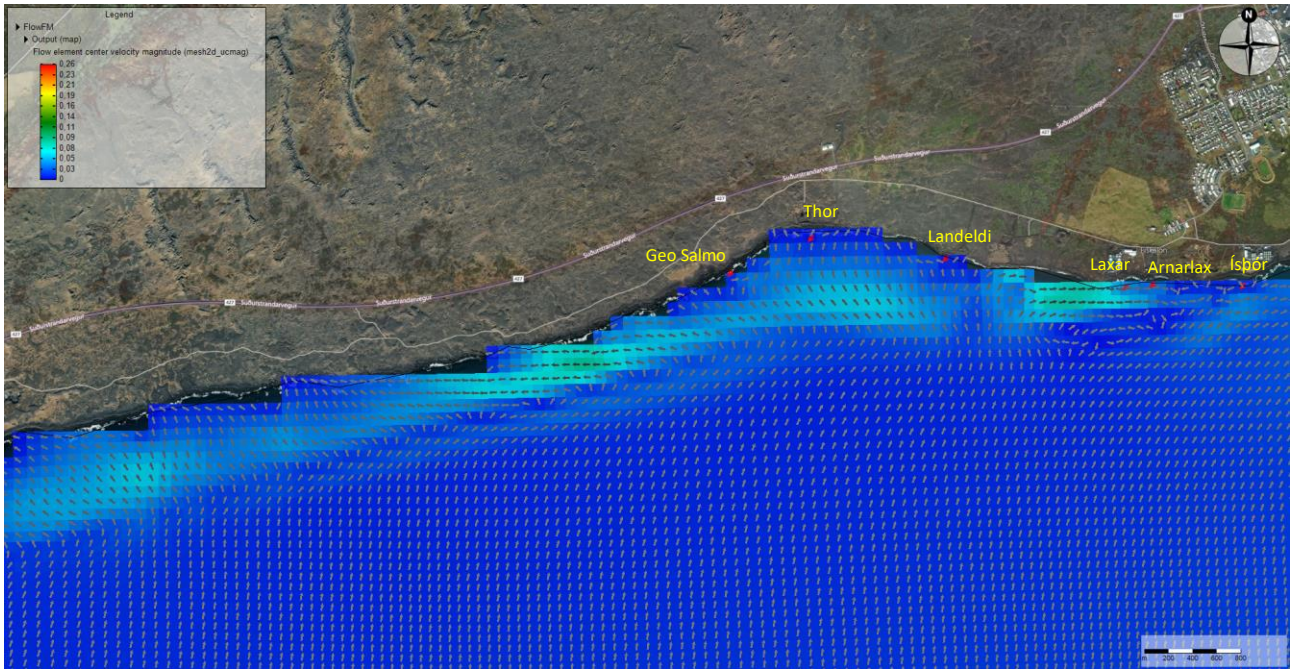


MYND 3.1 Líkansviðið fyrir uppgerð.

3.1. Straumhraði

Sjávarstraumurinn fylgir strandlínunni. Straumhraði er mestur nærri útrásunum sjálfum eins og sjá má á mynd 3.2. Niðurstöður líkanreikninga gefa til kynna að straumaðstæður nærri fyrirhugaðri útrás fyrirtækisins séu sambærilegar því sem gerist lengra frá ströndinni. Straumhraði án útrásar reiknast um 7 cm/s en staðbundið um 15 cm/s næst strönd.

Mynd 2 sýnir straumhraða við framkvæmdarasvæðið. Útskýringar sýna straumhraða í m/s þar sem dökkblár litur táknar minnstan straumhraða og rauður litur táknar mestan. Örvagnar á myndinni tákna straumstefnu.



MYND 3.2 Sjávarstraumar í nágrenni losunarstaða á aðfalli (efri) og útfalli (neðri) á stórstraumi, stærð í (m/s).

3.2. Selta

Mesta seltu breytingin er reiknuð í kringum útrásina og er um 32%. Selta eykst eftir strandlengjunni einkum austan megin við lóð Thors Landeldis. Frárennsli hefur lægri seltu en viðtakinn en í um 870 m fjarlægð frá útrás Thor landeldi hefur sjór náð fullri seltu að nýju.

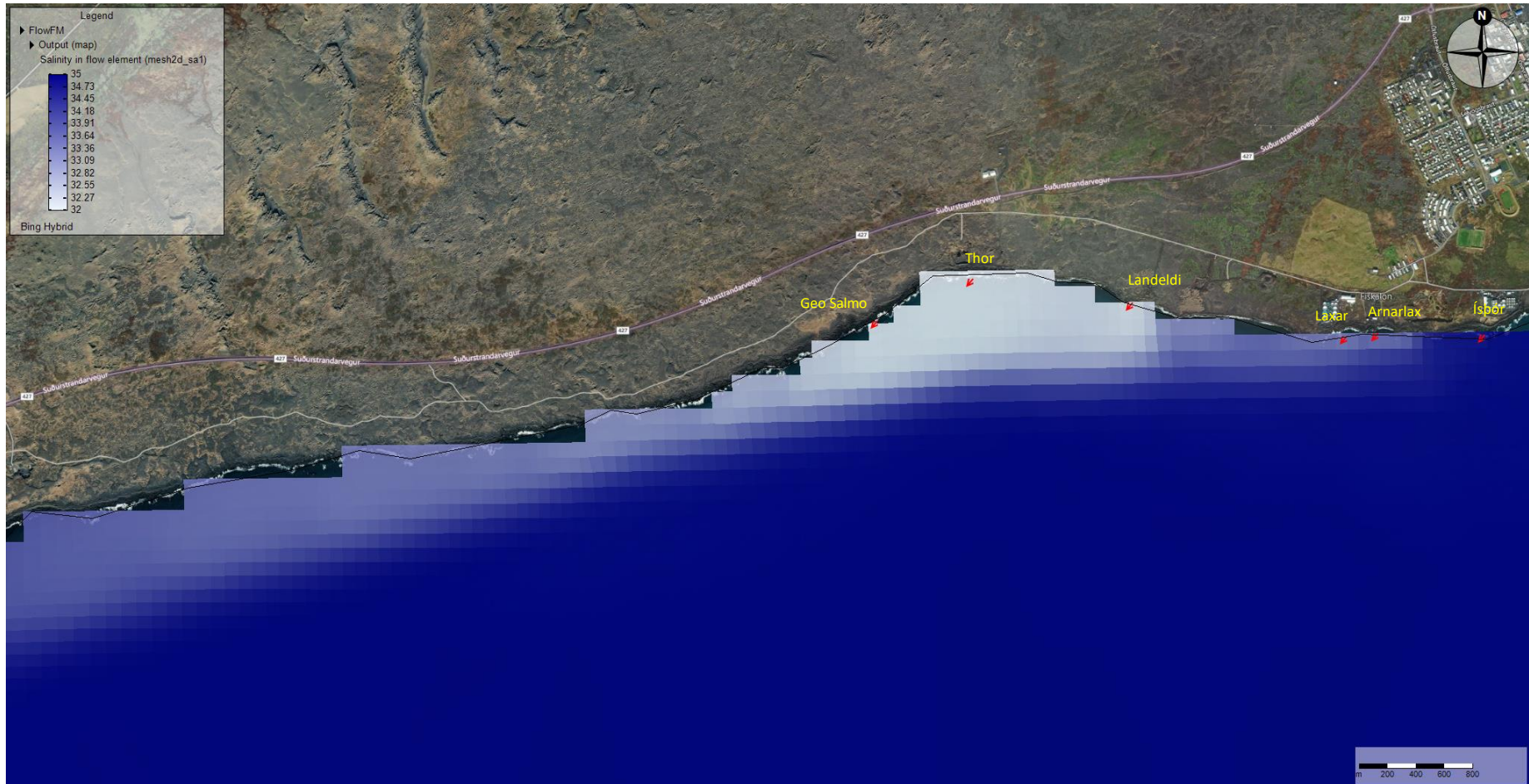
Við mat á áhrifum útrásarinnar á seltu var gert ráð fyrir að selta í viðtakanum væri 35 ppt. Eins og sést á mynd 3.3 - mynd 3.5, er lægsta reiknaða selta í viðtakanum um 32 ppt en útrásarvatn þynnist nokkuð hratt og er komið í fulla seltu í um 870 m fjarlægð. Í fanga 1 og 2 eru áhrif seltu breytinga meðfram strandlengjunni hverfandi.



MYND 3.3 Reiknuð seltu breyting. Litaskali er frá hvítu til blátt þar sem hvítur litur sýnir lægstu reiknuðu seltu vegna útrásarinnar en blátt sýnir seltu í viðtakanum. Áfangi 1



MYND 3.4 Reiknuð seltu breyting. Litaskali er frá hvítu til blátt þar sem hvítur litur sýnir lægstu reiknuðu seltu vegna útrásarinnar en blátt sýnir seltu í viðtakanum. Áfangi 2

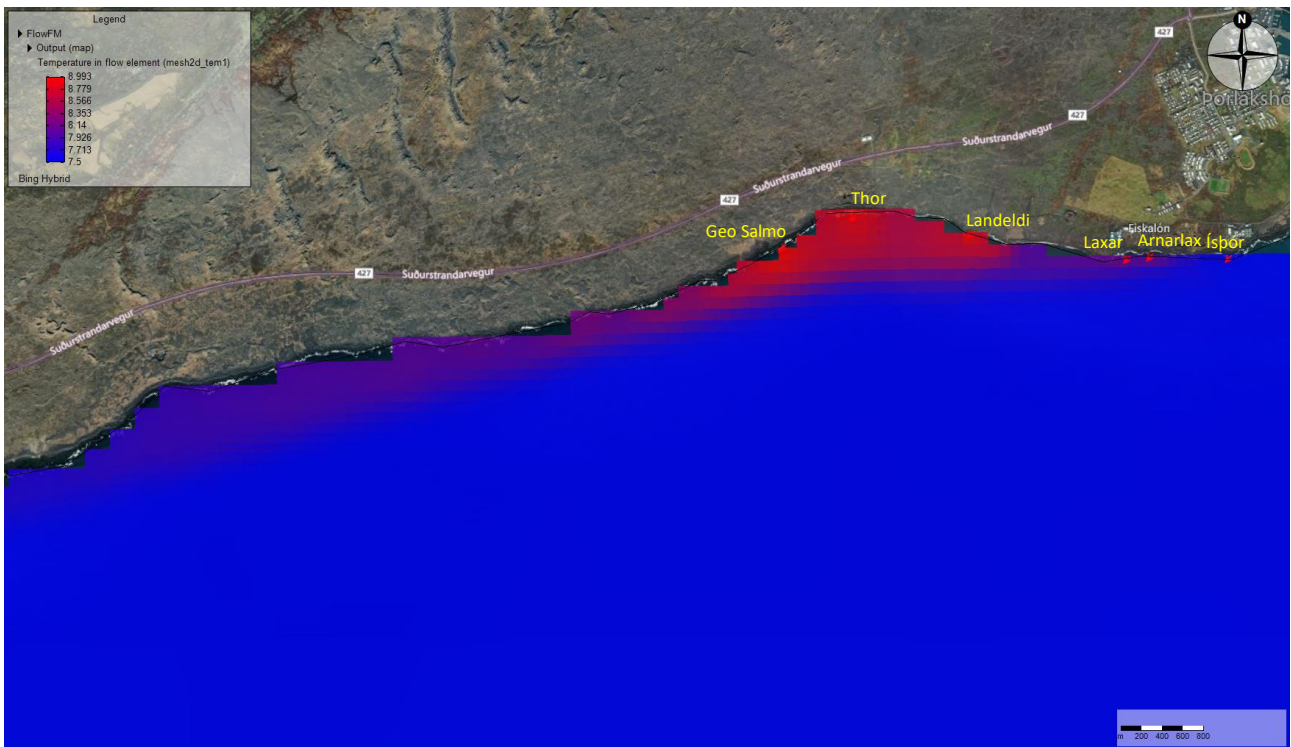


MYND 3.5 Reiknuð seltu breyting. Litaskali er frá hvítt til blátt þar sem hvítt litur sýnir lægstu reiknuðu seltu vegna útrásarinnar en blátt sýnir seltu í viðtakanum. Fullur rekst

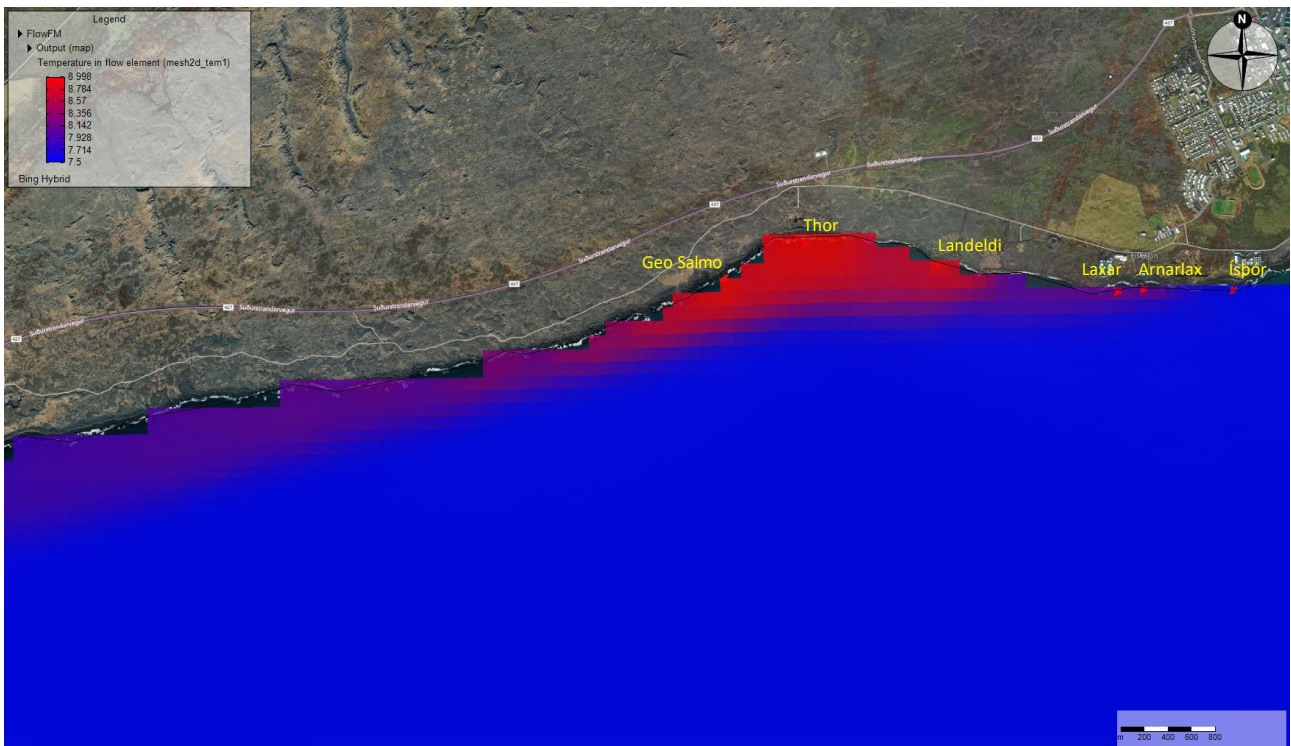
3.3. Sjávarhiti

Við mat á áhrifum á hitastig var miðað við að meðalhiti sjávar væri 7,5°C. Gert er ráð fyrir að þetta verði meðalhiti sjávar á svæðinu yfir eitt ár [5]. Hæsta reiknaða hitastig næst útrásarendanum er um 9 °C en lækkar hratt þegar það kemur í viðtakann, eins og sjá má á mynd 3.8.

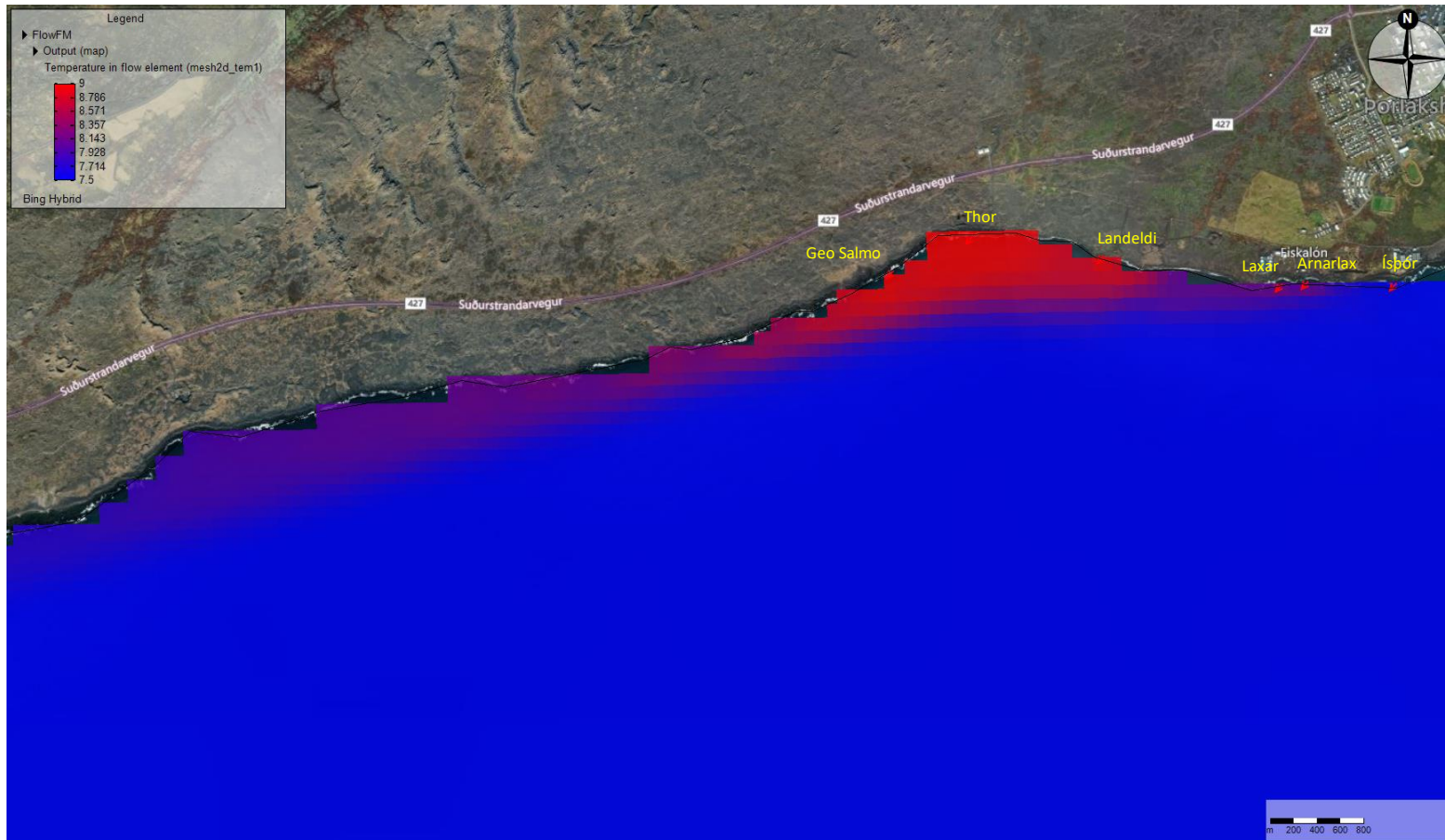
Hæsta reiknaða gildi í viðtaka er reiknað vera meira en 8 °C í kringum útrásir og meðfram strandlengjunni í 1. og 2. áfanga og fullum rekstri. Þetta er því minni en um 2°C hitahækkun. Sjávarhiti lækkar hratt undan ströndinni. Á veturna, þegar sjávarhiti fer niður í um 6 °C, sýna niðurstöður líkansins að hitabreytingar í 550 m til sjávar eru minni en 2 °C. Hámarkshitabreyting af völdum frárennslis má ekki vera hærri en 2 °C skv. reglugerð um fráveitur og skólp [2]. Ekki var tekið tillit til vindkælingar eða breytinga í hitastigi sjávar vegna geislunar um yfirborð sjávar.



MYND 3.6 Hæsta reiknaða hitastig. Litaskali nær frá bláu yfir í rautt þar sem blár litur sýnir umhverfishita við strönd en rauður sýnir hámarkshitabreytingu af völdum frárennslisins. Áfangi 1



MYND 3.7 Hæsta reiknaða hitastig. Litaskali nær frá bláu yfir í rautt þar sem blár litur sýnir umhverfishita við strönd en rauður sýnir hámarkshitabreytingu af völdum frárennslisins. Áfangi 2



MYND 3.8 Hæsta reiknaða hitastig. Litaskali nær frá bláu yfir í rautt þar sem blár litur sýnir umhverfishita við strönd en rauður sýnir hámarkshitabreytingu af völdum frárennslisins.

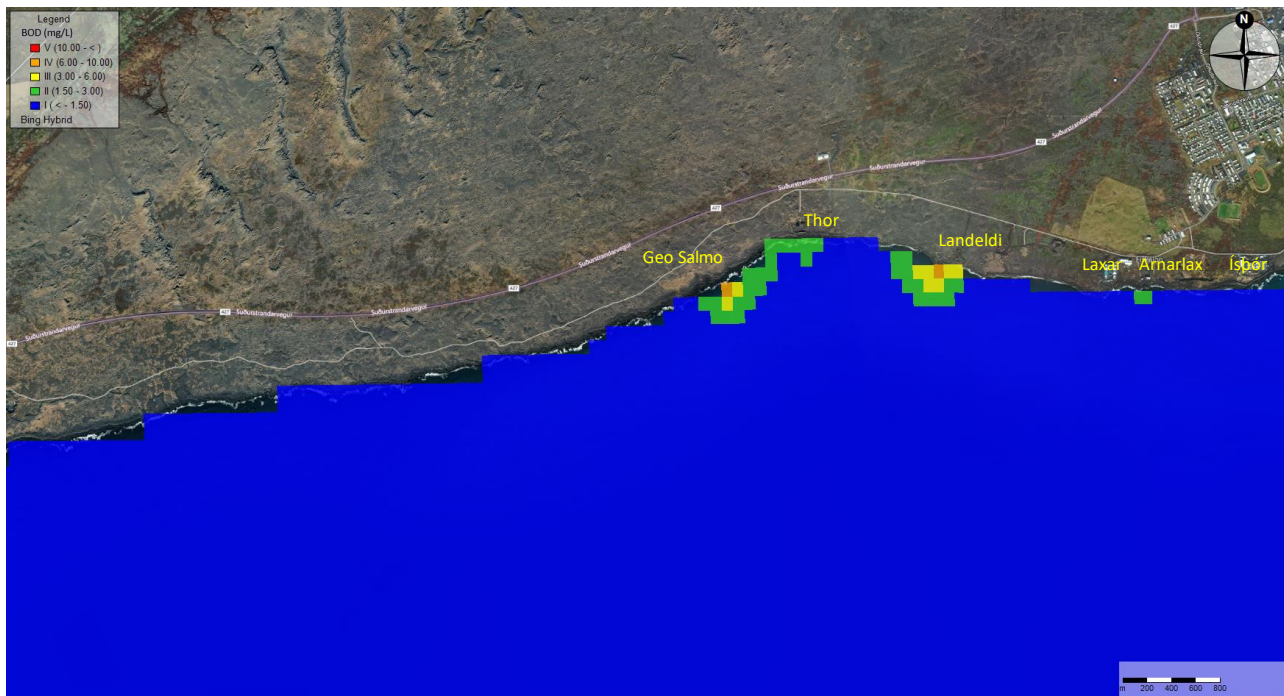
12/24

Hitastigssveiflur í sjó eru nokkuð breytilegar eftir árstíðum, sérstaklega nærri fjörum og grynningum. Við mat á áhrifum hitastigs var miðað við að meðalhiti sjávar væri 7,5 °C en yfir vetrartímenn, þegar hitastig sjávar er lægra, má búast við að hitastig muni staðbundið fara yfir viðmið um hámarks hitastigshækkun vegna útrásar skv. reglugerð um fráveitur og skólp [2].

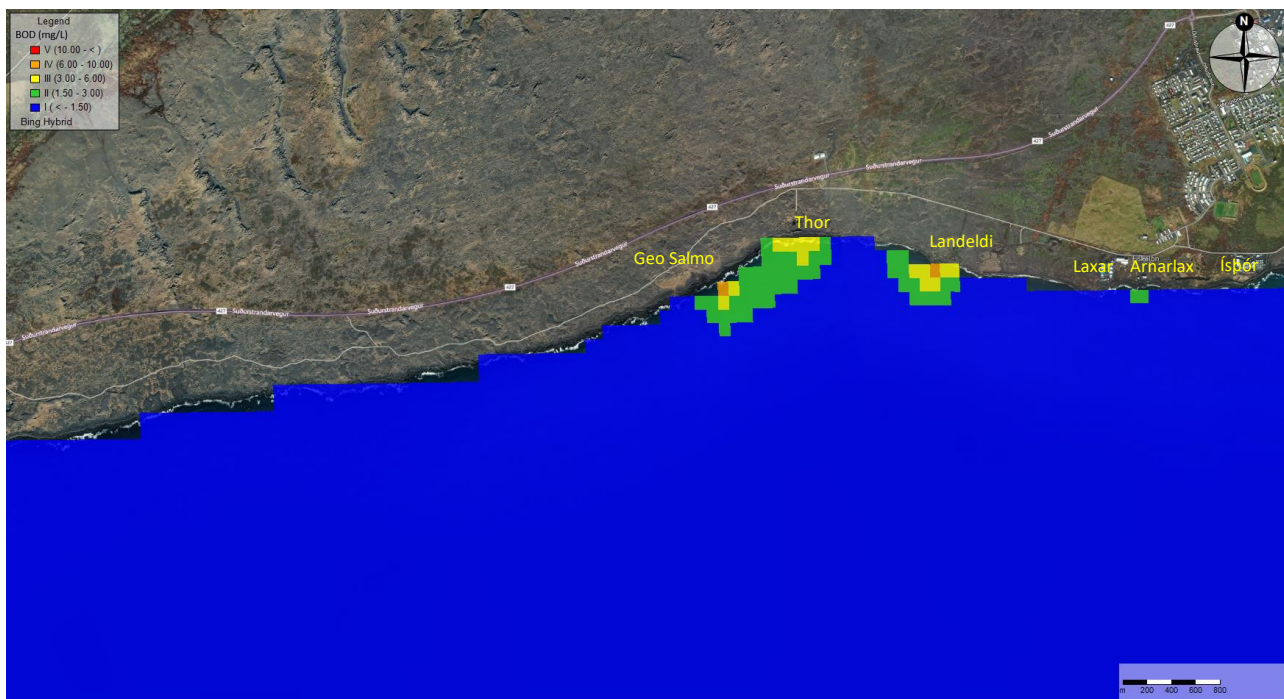
3.4. Uppleyst súrefni-lífræn súrefnisþörf (BOD)

Hlutfallsmörk súrefnisstyrks voru reiknuð miðað við framangreindar forsendur um súrefnisþörf og var miðað við að engin endurnýjun súrefnis sé með vindi, öldu eða straumum. Yfir vetrarmánuðina er vindur nærri eða yfir þeim meðal- hraða sem þarf til að viðhalda súrefnismettun en yfir sumarmánuðina getur meðalvindhraði verið lægri. Súrefnisstyrkur á fjöru lækkar hratt samhliða minnkandi dýpi í líkaninu.

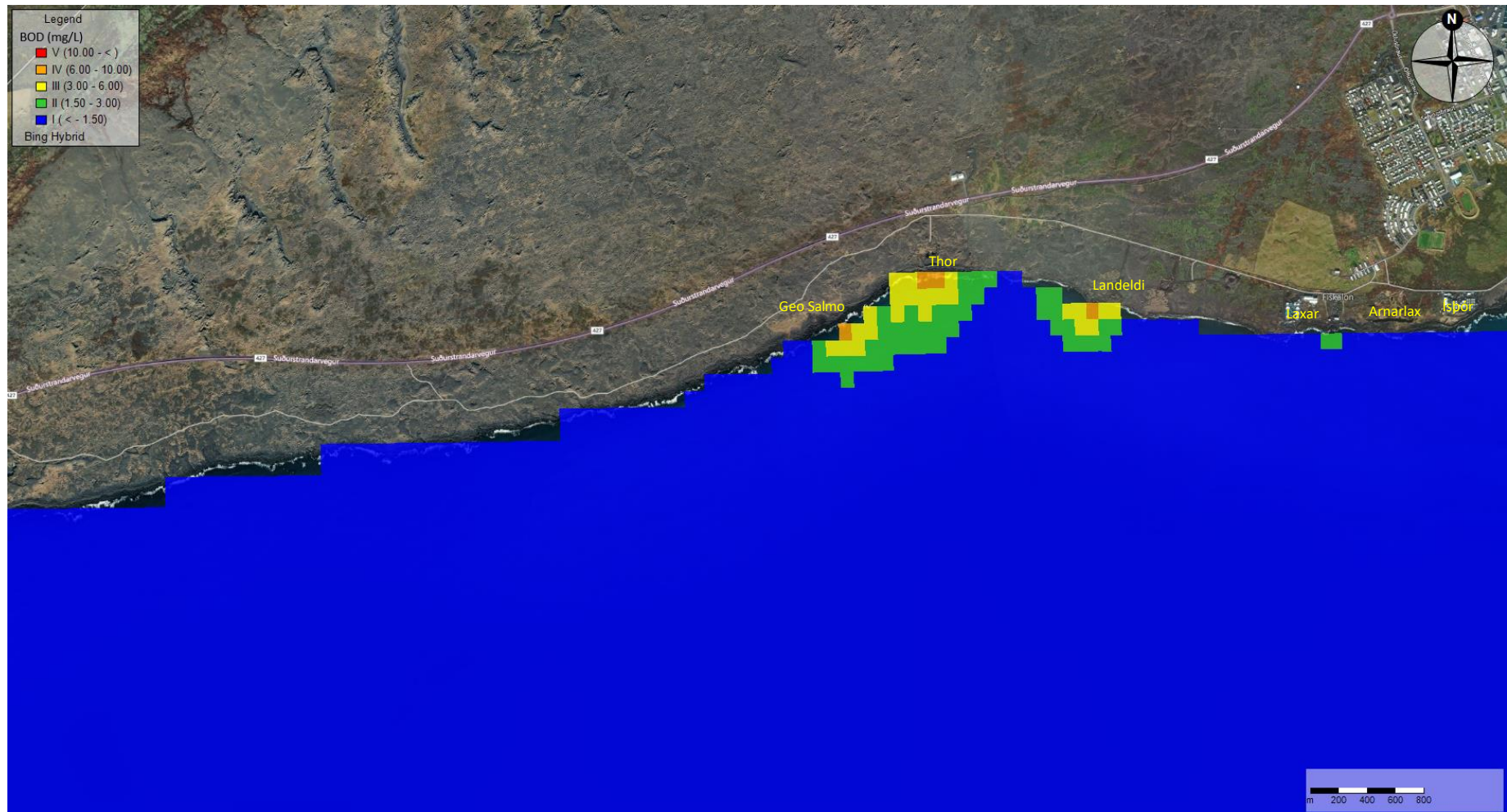
Í fullum rekstri, hæsta reiknaða styrkukning lífrænnar súrefnisþarfar í viðtakanum nærri Thor landeldi er um 2,5 mg O₂/L (umhverfismarkaflokkur II) sem er 62,5% af reglugerðarviðmiði fyrir hæstu leyfilegu súrefnis- notkun BOD₅ (4 mg O₂/L). Breytingar á styrk lífrænna súrefnisþarfa í 1. og 2. áfanga eru hverfandi. Hæsta reiknaða styrkukning er í fjörunni nærri útrásarenda en styrkukningin fellur hratt eftir því sem fjær dregur í viðtakanum eins og sjá má á mynd 3.11. Súrefnismettun reiknast í umhverfismarkaflokkur II og III í um 570 m radíus frá útrásarenda. Í um 570 m fjarlægð hefur styrkur eru samlegðaráhrif því óveruleg við þá starfsemi á svæðinu sem var til skoðunar hér.



MYND 3.9 Dreifing lífrænnar súrefnisparfar. Áfangi 1



MYND 3.10 Dreifing lífrænnar súrefnisparfar. Áfangi 2



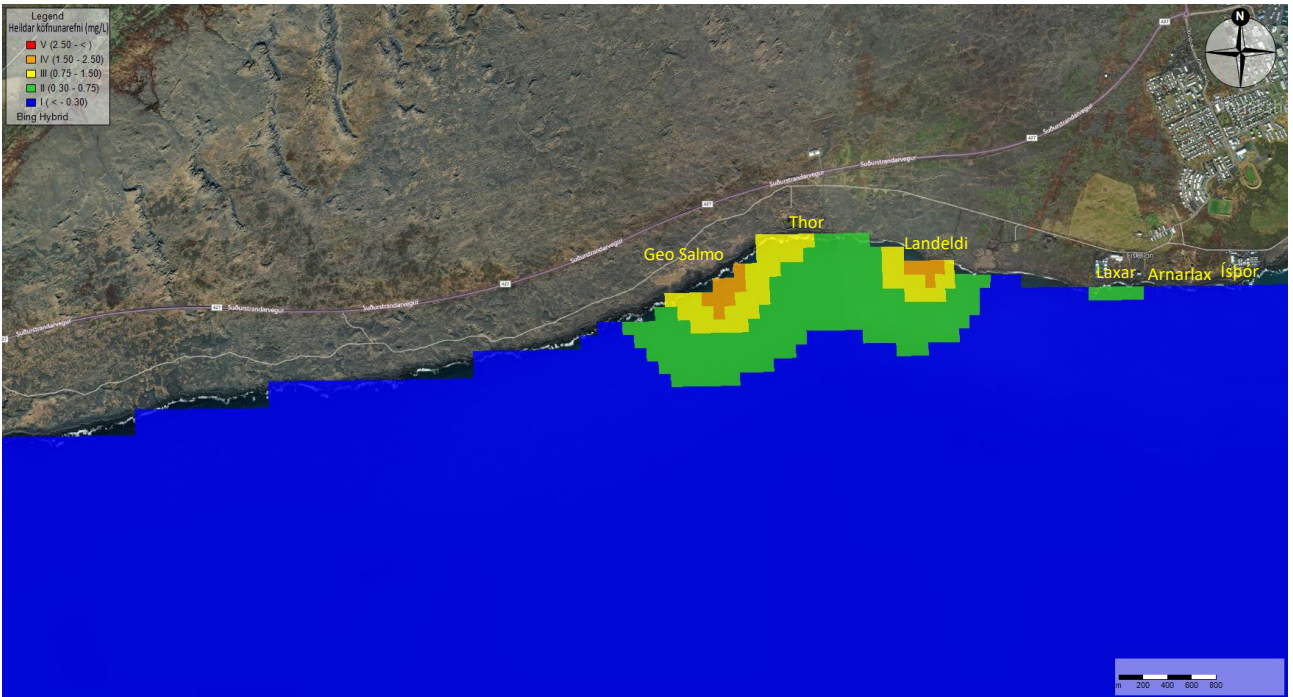
MYND 3.11 Dreifing lífrænnar súrefnisþarfar. Fullur rekstur

Mikil óvissa er í forsendum um súrefnisþörf frá útrásinni og í viðtakanum sem og um súrefnismettun í frárennslinu. Jafnframt er ekki tekið tillit til súrefnisþarfar í vatninu nema vegna súrefnisþarfar við botn sem mun auka álagið í viðtakanum. Þessir þættir geta haft áhrif til frekari lækkunar á súrefnisstyrk.

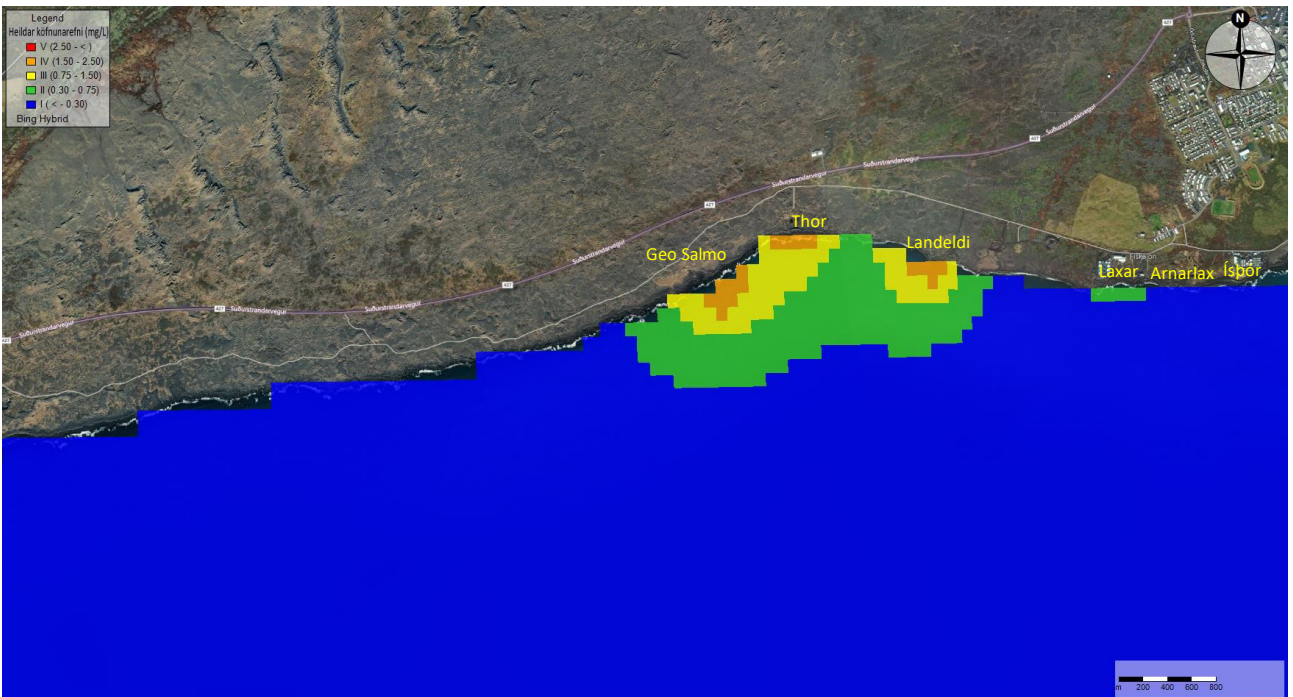
3.5. Köfnunarefni

Staðbundið í kringum útrásina reiknast styrkur köfnunarefnis í umhverfismarkaflokkum II, III og IV. Eins og sýnt er á mynd 3.14, lækkar styrkurinn nokkuð hratt frá útrásinni og hefur aftur fallið niður í umhverfismarkaflokk I í um 950 m fjarlægð frá áætluðum fjörumörkum. Breytingar á styrk köfnunarefnis í áfanga 1 og 2 eru minni en í fullur rekstur.

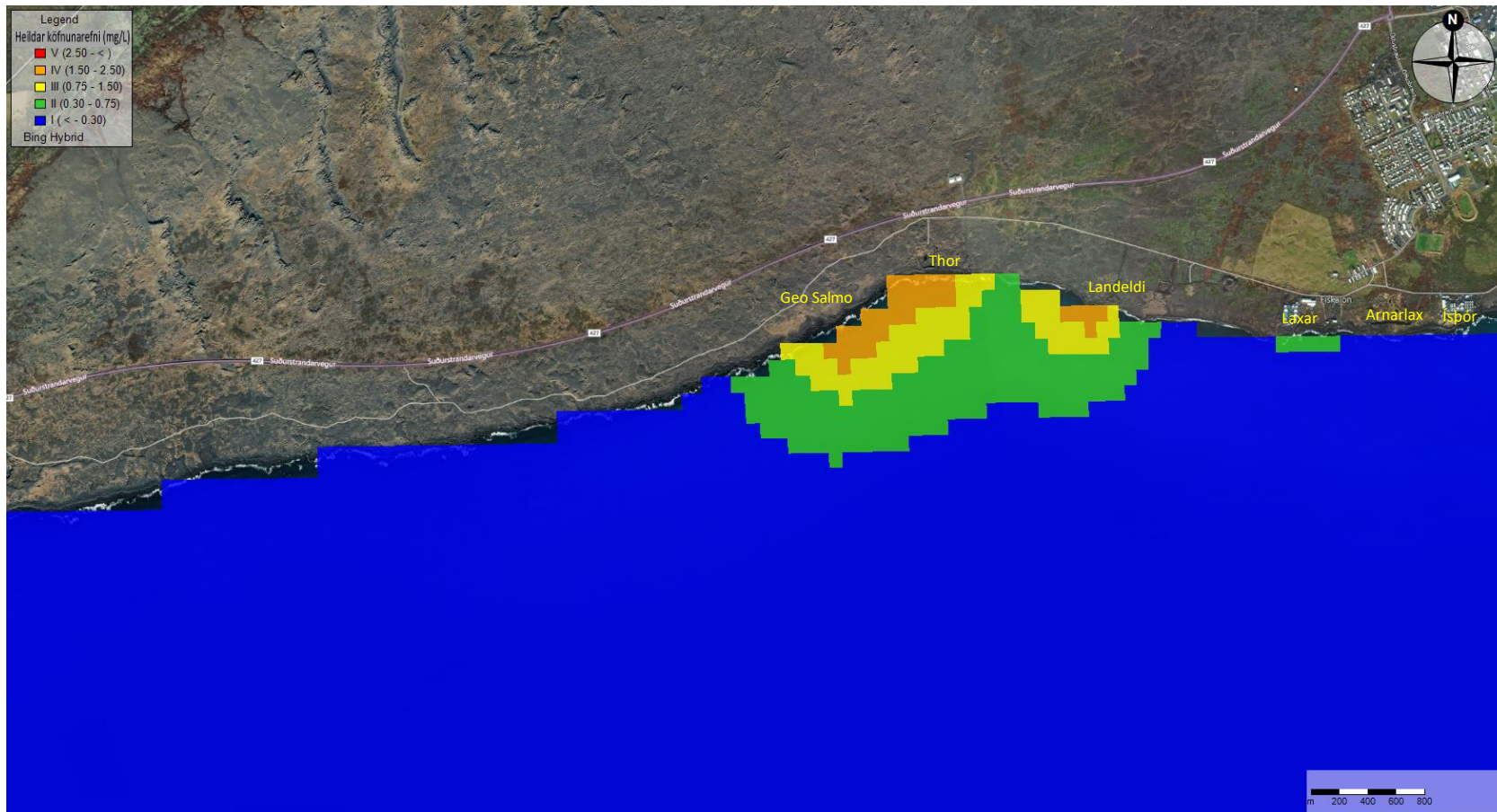
Samanborið við viðmiðunargildi fyrir vetrarstyrk [4] er hæsti reiknaði styrkur stærðargráðu stærri. Viðmiðunargildi fyrir vetrarstyrk er í umhverfismarkaflokki I sem skilgreindur er sem næringarfátækt í reglugerð um varnir gegn mengun vatns en staðbundið aðallega reiknast styrkur köfnunarefnis í flokki II, III og IV.



MYND 3.12 Hæsti reiknaði styrkur köfnunarefnis. Áfangi 1



MYND 3.13 Hæsti reiknaði styrkur köfnunarefnis. Áfangi 2

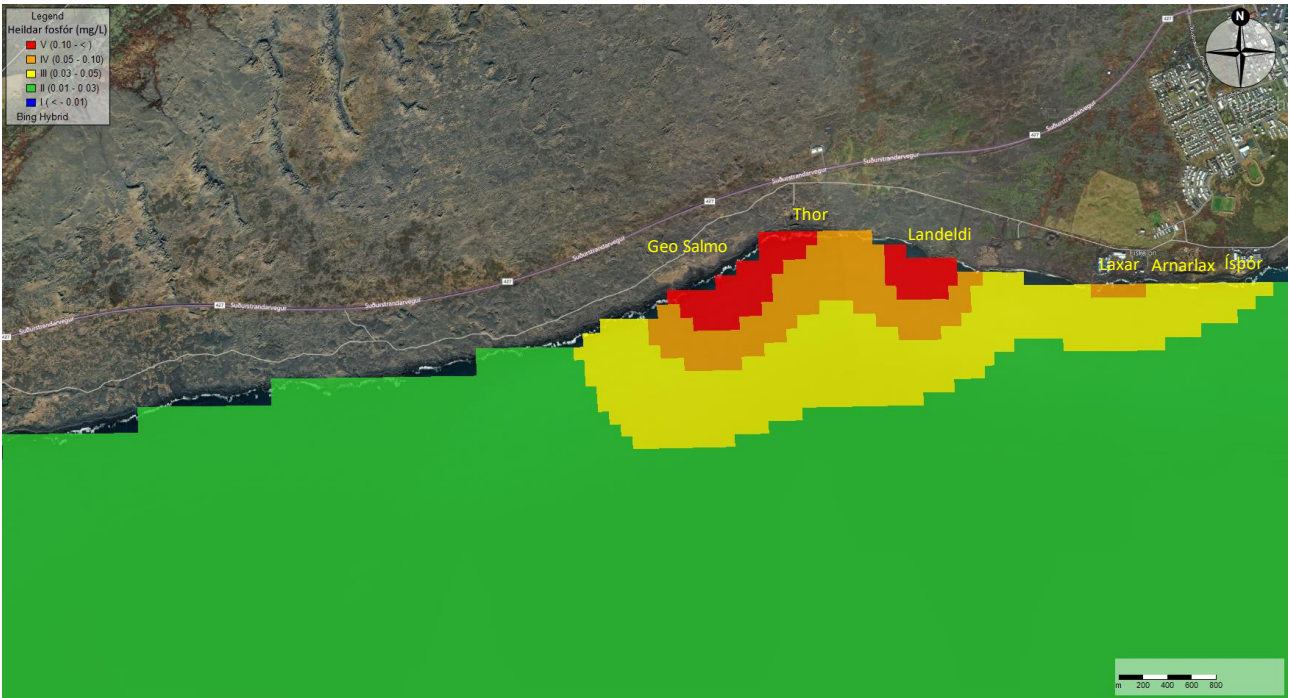


MYND 3.14 Hæsti reiknaði styrkur köfnunarefnis. Fullur rekstur

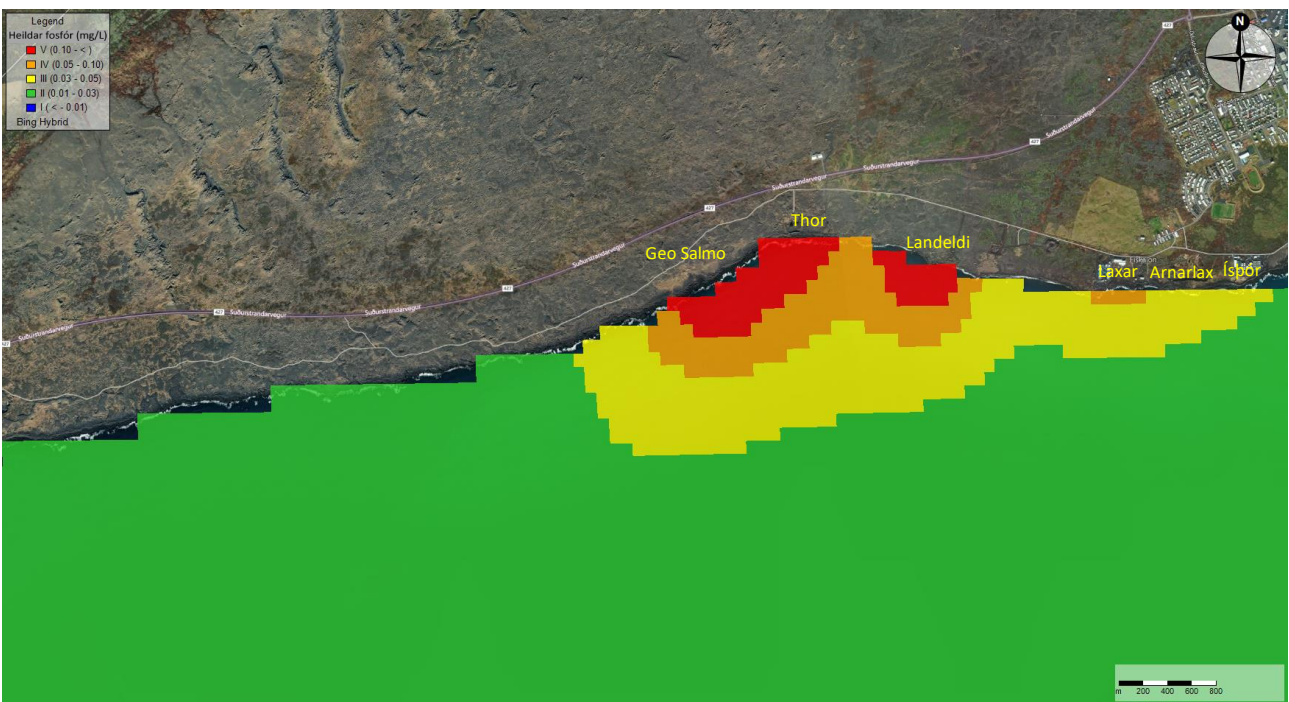
18/24

3.6. Fosfór

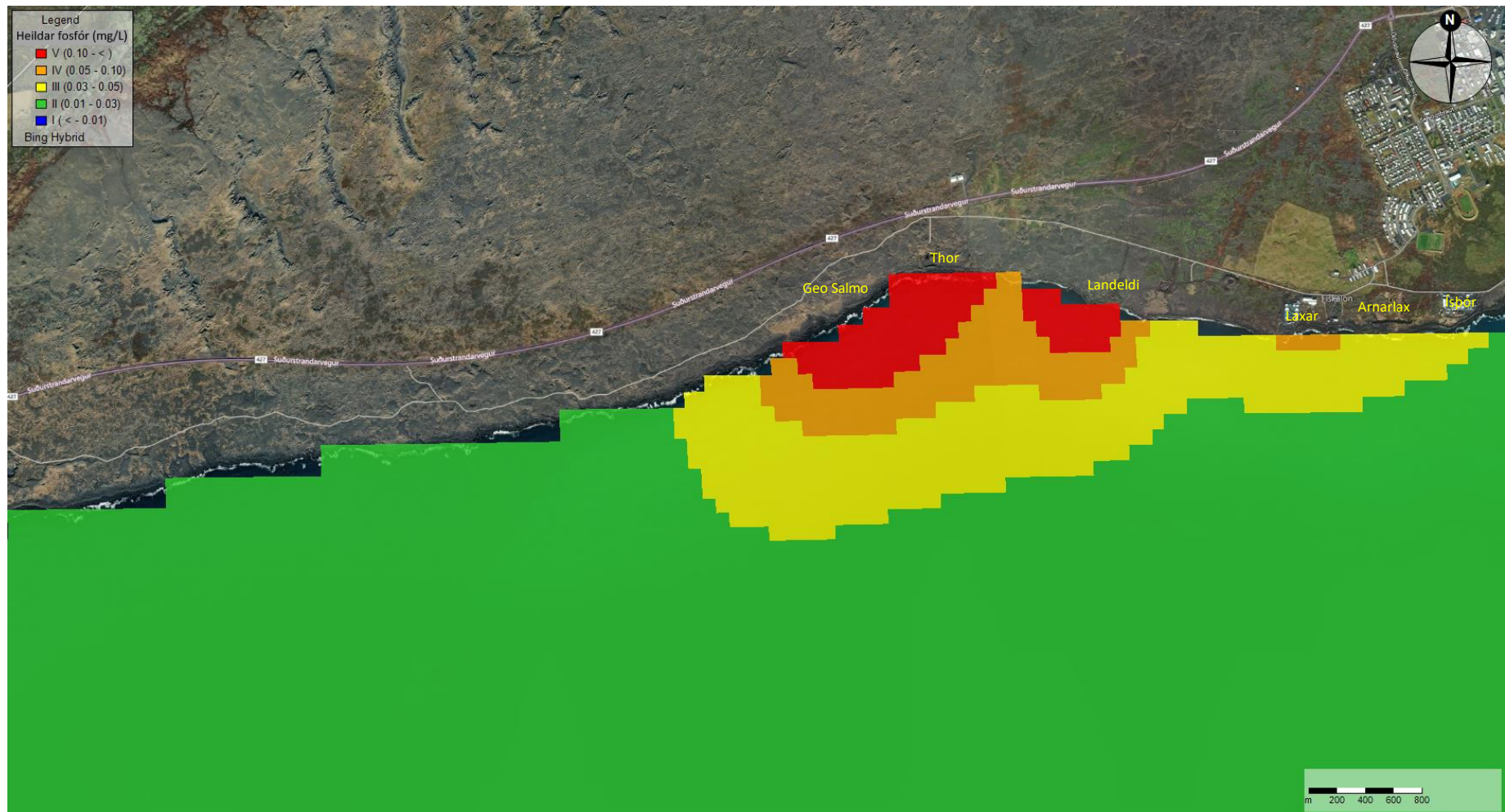
Styrkur fosfórs í frárennslinu er hár og myndi það vatn flokkast í umhverfismarkaflokki V. Eins og sýnt er á mynd 3.17, þá fer nokkuð stórt svæði í umhverfismarkaflokk III en staðbundið í flokk IV og V. Líkanreikningar benda til þess að styrkur fosfórs, að teknu tilliti til bakgrunnsgildis (viðmiðunargildi fyrir vetrarstyrk, [4]), sé nægilega hár til að geta valdið ofauðgun. Ef til ofauðgunar kemur gæti það haft áhrif til aukinnar súrefnisupptöku í viðtakanum, umfram það sem kannað var í þessari skoðun og forsendur voru til að meta. Styrkurinn dvínar frá útrásinni og hefur aftur fallið niður í umhverfismarkaflokk III í um 950 m fjarlægð frá áætluðum fjörumörkum. Breytingar á styrk fosfórs í 1. og 2. áfanga eru minni en í fullri notkun, sbr. mynd 3.15 og mynd 3.16.



MYND 3.15 Hæsti reiknaði styrkur fosfórs. Áfangi 1



MYND 3.16 Hæsti reiknaði styrkur fosfórs. Áfangi 2

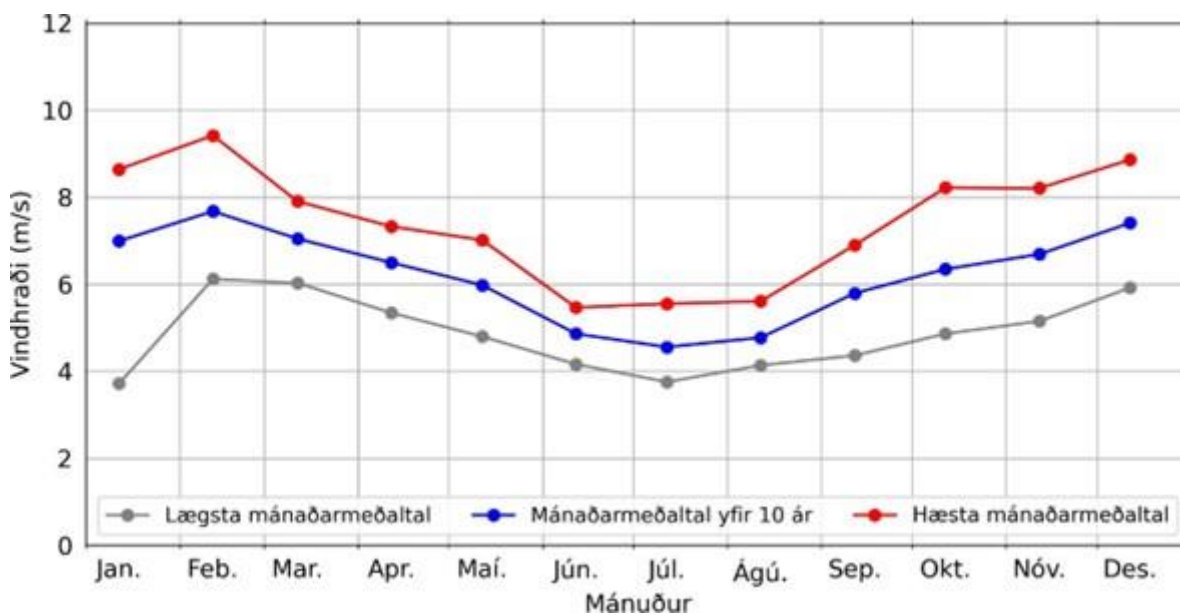


MYND 3.17 Hæsti reiknaði styrkur fosfórs. Fullur rekstur

3.7. Næmni fyrir vindi

Næmnigreining á áhrifum vinds á strauma og þ.a.l. dreifingu mengunarefna hefur ekki afgerandi áhrif á niðurstöðu matsins. Almennt er endurnýjun súrefnis í sjó fyrst og fremst háð vindi en aukinn vindur eykur súrefnisstyrk í sjó nokkuð hratt. Líkanreikningar benda til að eingöngu þurfi um 5-6 m/s meðalvindhraða til að viðhalda fullri súrefnismettun miðað við framangreindar forsendur um súrefnisþörf. Meðalvindur eftir mánuðum við Þorlákshöfn er sýndur á mynd 3.18. Áhrif á súrefnisstyrk eftir árstíðum var ekki sérstaklega reiknaður í líkani.

Áhrif af 8 m/s vindatburði á dreifingu mengunarefna voru metin. Fyrir köfnunarefni, fosfór, BOD og hitastig hefur vindur óveruleg áhrif á hæsta reiknaða styrk (<0,1% breyting). Áhrif vinds á seltu eru einnig óveruleg en þegar reiknað er með vindi mettast uppleyst súrefni í viðtakanum [6].



MYND 3.18 Meðalvindhraði eftir mánuðum yfir tímabilið 2011-2020 fyrir Þorlákshöfn; Mynd [6].

4. Samantekt

Dreifing frárennslismengunar frá fyrirhugaðri fiskeldisstöð sem fyrirtækið hyggst reisa í Ölfusi var metin. Dreifing köfnunarefnis (N), fosfórs (P) og lífrænnar (BOD) var reiknuð. Jafnframt var reiknuð straumhraða og straumstefnu, hita- og seltudreifing. Niðurstöður hermunar eru settar í samhengi við reglugerðaviðmið (reglugerð um fráveitur og skólp nr. 798/1999 með áorðnum breytingum og reglugerð um varnir gegn mengun vatns nr. 796/1999 með áorðnum breytingum) [1]. Niðurstöður dreifingarlíkans meðfram strandlengjunni og á sjó benda til þess að umhverfisáhrif 1. og 2. áfanga séu minni en fullur rekstur Thors Landeldis.

4.1. Straumhraði

Skoðun á reiknuðum straumhraða gefur til kynna að straumaðstæður í Thor landeldi ehf. (frárennslissvæði) séu sambærilegar og lengra frá strönd. Straumhraði án útrásanna reiknast nærri um 7 cm/s en staðbundið um 15 cm/s næst strönd.

4.2. Selta

Lægsta reiknaða selta í viðtakanum reiknast um 32 ppt, en gert var ráð fyrir að viðtakinn væri með seltu um 35 ppt. Í um 870 m fjarlægð frá útrás Thor landeldi hf. hefur sjór náð fullri seltu að nýju. Samlegðaráhrif eru óveruleg við þá starfsemi á svæðinu sem var til skoðunar hér.

4.3. Hitastig

Hæsta reiknaða gildið í viðtaka er reiknað vera meira en 8 °C í kringum útrásir og meðfram strandlengjunni. Hins vegar lækkar sjávarhiti hratt undan ströndinni og í átt að sjó. Breytingar á sjávarhita fara ekki yfir 2°C. Á veturna, þegar sjávarhiti fer niður í um 6 °C, en sýna niðurstöður líkansins að hitabreytingar í 550 m til sjávar minni en 2 °C. Samlegðaráhrif eru óveruleg við þá starfsemi á svæðinu sem var til skoðunar hér.

4.4. Uppleyst súrefni-lífræn súrefnisþörf

Hæsta reiknaða styrkukning lífrænnar súrefnisþarfar í viðtakanum nærri Thor landeldi er um 2,5 mg O₂/L (umhverfismarkaflokkur II) sem er 62,5% af reglugerðarviðmiði fyrir hæstu leyfilegu súrefnis- notkun BOD₅ (4 mg O₂/L). Hæsta reiknaða styrkukning er í fjörunni nærri útrásarenda en styrkukningin fellur hratt eftir því sem fjær dregur í viðtakanum. Í um 570 m fjarlægð hefur styrkur eru samlegðaráhrif því óveruleg við þá starfsemi á svæðinu sem var til skoðunar hér.

4.5. Köfnunarefni

Staðbundið í kringum útrásina reiknast styrkur köfnunarefnis í umhverfismarkaflokkum II, III og IV. Styrkurinn dvínar nokkuð hratt frá útrásinni og hefur aftur náð niður í umhverfismarkaflokk I í um 950 m fjarlægð frá áætluðum fjörumörkum. Samlegðaráhrif eru óveruleg við þá starfsemi á svæðinu sem var til skoðunar hér.

4.6. Fosfór

Líkanreikningar benda til þess að styrkur fosfórs, að teknu tilliti til bakgrunnsgildis [3], sé nægilega hár til að geta valdið ofauðgun. Ef til ofauðgunar kemur gæti það haft áhrif til aukinnar súrefnisupptöku í viðtakanum, umfram það sem kannað var í þessari skoðun og forsendur voru til að meta. Styrkurinn dvínar frá útrásinni og hefur aftur fallið niður í umhverfismarkaflokk IV í um 950 m fjarlægð frá áætluðum fjörumörkum.

4.7. Áhrif vinds

Næmnigreining á áhrifum vinds á strauma og þ.a.l. dreifingu mengunarefna hefur ekki afgerandi áhrif á niðurstöðu matsins.

5. Heimildir

- [1] Umhverfiráðuneyti, "Reglugerð um varnir gegn mengun vatns," 796, 1999. [Online]. Available: <https://www.reglugerd.is/reglugerdir/allar/nr/796-1999>
- [2] Umhverfiráðuneyti, "Reglugerð um fráveitur og skólp," 798, 1999. [Online]. Available: <https://www.reglugerd.is/reglugerdir/allar/nr/798-1999>
- [3] U. Stefánsson and J. Ólafsson, "Nutrients and fertility of Icelandic waters," *Rit Fiskid.*, vol. 12, no. 3, p. 1-56, 1991.
- [4] S. R. Ólafsdóttir, A. Eydal, S. H. Ólafsdóttir, K. Guðmundsson, and K. Gunnarsson, "Gæðapættir og viðmiðunaraðstæður strandsjavarvatnshlota / Quality Elements and Reference Conditions of Coastal Water Bodies.," Hafrannsóknastofnun, 2019. Accessed: Aug. 02, 2023. [Online]. Available: <https://www.hafogvatn.is/is/midlun/utgafa/haf-og-vatnarannsoknir/gaedathaettir-og-vidmidunaradstaedur-strandsjavarvatnshlota-quality-elements-and-reference-conditions-of-coastal-water-bodies-hv-2019-53>
- [5] World Sea Temperatures. 2023. Þorlákshöfn Water Temperature | Iceland | Sea Temperatures. Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.seatemperature.org/europe/iceland/torlakshofn.htm>
- [6] VSÓ Ráðgjöf, "Geo Salmo dreifing frárennslis í sjó. Gögn um affallsvatn Geo Salmo og nálæggra fyrirtækja," Minnisblað nr. 21476, 2022.

VIÐAUKI C MINNISBLAÐ EFLU – MAT Á ÁHRIFUM Á JARÐMYNDANIR

MINNISBLAÐ

SKJALALYKILL

103110-71-MIN-001-V01

DAGS.

06.09.2023

SENDANDI

Unnur Þorsteinsdóttir

MÁLEFNI

Mat á jarðfræðilegum aðstæðum á framkvæmdasvæði Thor Landeldi ehf.

VERKHEITI

Mat á áhrifum á jarðmyndanir vegna landeldis í Ölfusi

VERKKAUPI

Thor Landeldi

TENGILIÐUR

Aron Geir Eggertsson (EFLA)

Inngangur

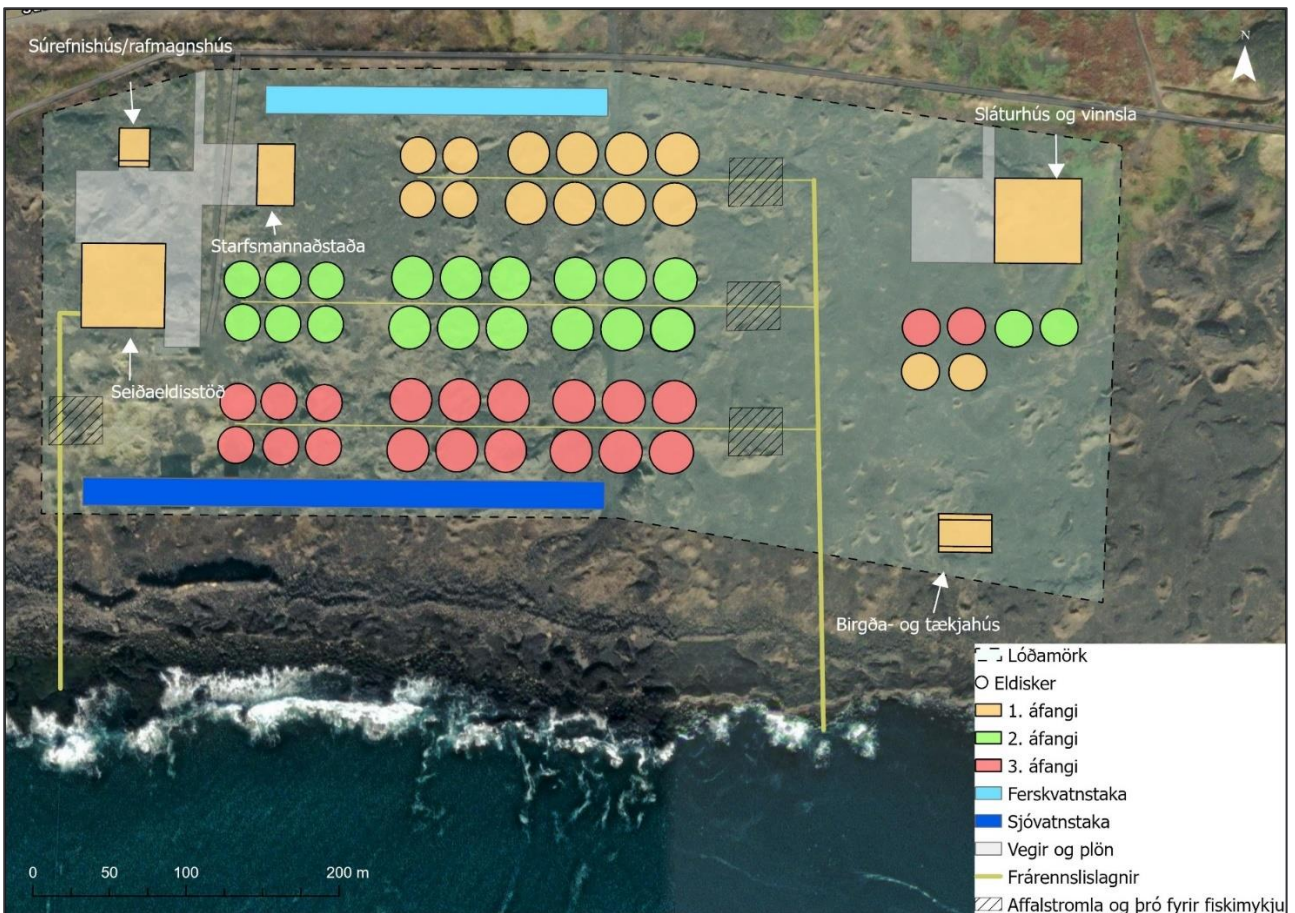
Fyrirtækið Thor Landeldi ehf. áformar byggingu á fiskeldisstöð fyrir lax, bleikju eða regnbogasilung. Stöðin verður staðsett á lóðunum að Laxabraut nr. 35, 37, 39 og 41. Lóðirnar eru staðsettar meðfram ströndinni um 2,5 km vestan við Þorlákshöfn í sveitarfélaginu Ölfusi. Framkvæmdasvæðið þekur um 0,2 km² og felur í sér hús undir seiðaframleiðslu og tækjahús, borholur, vatnsmiðlunartanka, starfsmannaaðstöðu, vinnsluhús, fóðurgeymslur og tanka og þrær. Framkvæmdaraðili áformar að reisa bæði seiðaeldisstöð og áframeldisstöð. Á mynd 1 má sjá staðsetningu fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis og á mynd 2 má sjá nánari útmörk. Yfirlit um helstu mannvirki, hlutverk og stærð má sjá í töflu 1 og á mynd 3.



MYND 1 Staðsetning framkvæmdasvæðis.



MYND 2 Staðsetning lóðar Thors landeldis ehf. Myndin er skjáskot úr vefsíðu Ölfus: <https://www.map.is/olfus/>



MYND 3 Drög að staðsetningu helstu mannvirkja, hlutverkum þeirra og stærð.

TAFLA 1 Yfirlit um helstu mannvirki, hlutverk þeirra og stærð.

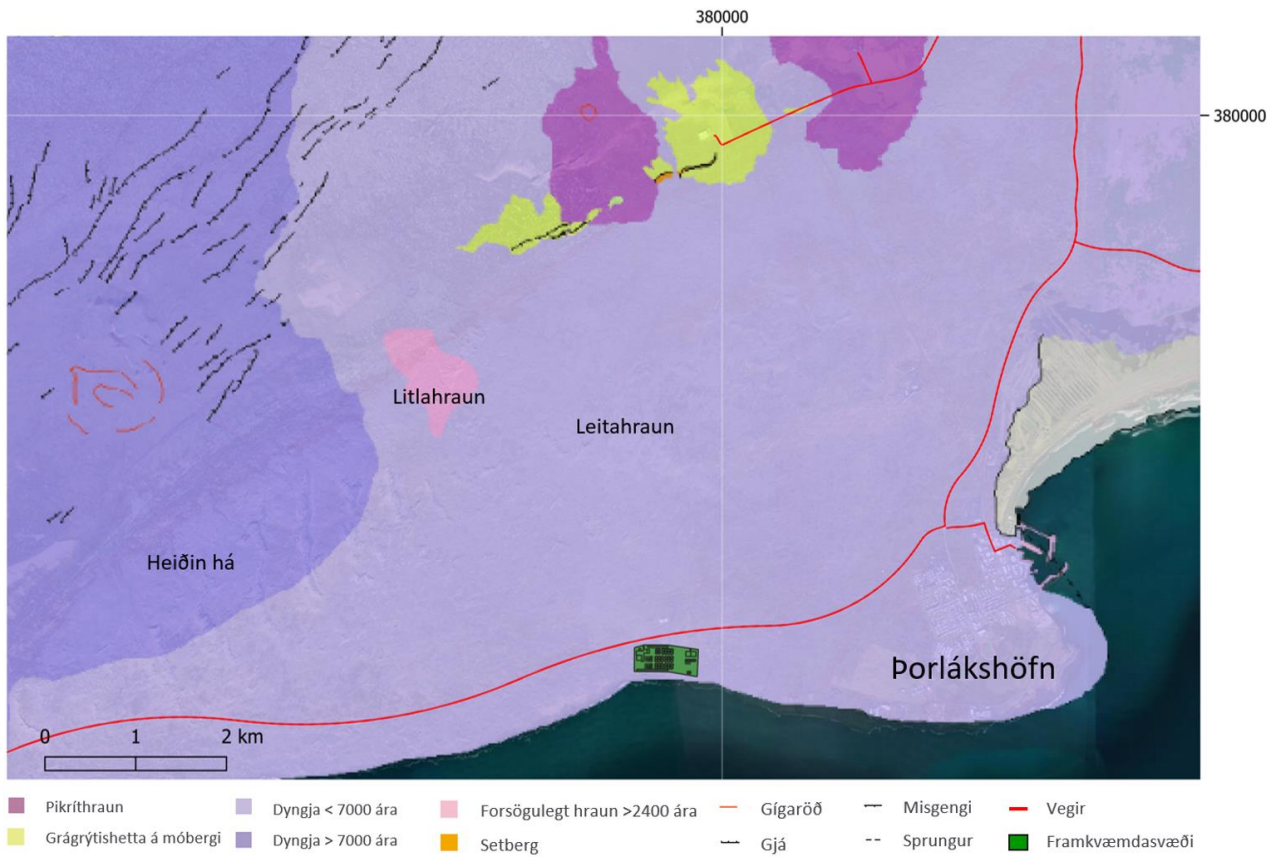
Mannvirki	Hlutverk	Flatarmál (m ²)
Seiðaeldisstöð	Eldi seiða að 130 gr.	4.000
Eldisker, stórseiði	Eldi fiska frá 130 – 1.000 gr.	6.079
Eldisker, matfiskur	Eldi fiska frá 1.000 – 6.000 gr.	19.694
Sveltikör	Fiskur er sveltur í fimm daga í sveltikörum fyrir slátrun	1.526
Slátrhús	Slátrun	4.000
Súrefnisframleiðsla	Framleiðsla á súrefni	2.000
Birgðahús	Fóðurlager og tæki	2.000
Skrifstofur og starfsmannarými	Mötuneyti, skrifstofur og rannsóknarstofa	1.200
Rafstöðvarhús/spennahús	Orka	2.500
Hreinsimannvirki	Hreinsa affall	1.200
Þrær fyrir fiskimykju	Geymsla fyrir fiskimykju	400
Samtals		44.599

Fyrirtækið Thor Landeldi hefur falið EFLU að hafa umsjón með umhverfismati framkvæmdarinnar. Í þessu minnisblaði verður farið yfir jarðfræði svæðisins og greint frá áhrifum framkvæmdarinnar á jarðmyndanir. Við mat á áhrifum framkvæmda á jarðmyndanir er stuðst við fyrirliggjandi gögn s.s. jarðfræðikort ÍSOR, jarðfræðiskýrslur, ljósmyndir, loftmyndir, lög nr 60/2013 um náttúruvernd og kortasjá Ní um sérstaka vernd náttúrufyrirbæra. Lagt er mat á hvaða jarðmyndanir þykja sérstæðar innan framkvæmdasvæðisins og hvort og hversu mikil áhrif framkvæmdin hafi á verndargildi jarðmyndana.

Jarðfræði svæðisins

Á yfirborði framkvæmdasvæðisins liggur Leitarhraun, samheiti yfir hraun sem kom upp í Leiti í Brennisteinsfjallakerfinu fyrir rúmum 5000 árum. Leiti er dyngjugígur á vatnaskilum austan við Bláfjöll. Hraunin sem runnu á þessum tíma ná langt út í sjó vegna lægri sjávarstöðu á þeim tíma, en hún var líklega um 4 m lægri en nú. Heildarflatarmál Leitahrauns er um 160 km² og það er almennt nokkuð slétt helluhraun og lítt gróið. Upp úr Leitarhrauni rísa móbergs- og bólstrabergsmyndanir frá síðasta jökulskeiði. Þar má nefna Geitafell, Krossfjöll, Litla-Sandfell, Stóra-Sandfell, Litla-Meiti, Stóra-Meiti og Lambafell. Leitahraun er ráðandi niður á 50-100 m dýpi en neðan þess taka við þétt og nokkuð þykk sjávarsetlög [1], [2]. Jarðfræðikort má sjá á mynd 4.

Margir hellar eru í hrauninu, m. a. Raufarhólshellir, Arnarker og Árnahellir og þeir eru staðsettir 5 – 10 km norðan við framkvæmdasvæðið. Á framkvæmdasvæðinu sjálfu hafa ekki verið kortlagðir neindir hraunhellar, en nokkuð er um hálflokaðar hraunrásir og ekki hægt að útiloka að hraunhellar séu undir yfirborði. Hraunreipi og stuðlamyndanir þekja yfirborð hraunsins á framkvæmdasvæðinu (mynd 5). Á seinni tímum hefur sandur sest til í lægðir á milli hryggja og hraunrása (mynd 6). Við strandlengjuna hefur sandur skolast burt fyrir tilstilli sjávangangs og þar sést vel í hraunmyndanir Leitahrauns (myndir 7 og 8). Þá hefur myndast um 2-3 m hár malarkambur ofan á hraunið, um 30-40 m inn á landi, sem sjórinn hefur sett af sér. Að sandinum og malarkambinum undanskildum er lítið um laus jarðlög á svæðinu. Sandsléttur eru hálfgrónar en hraunið er lítið sem ekkert gróið (mynd 9).



MYND 4 Jarðfræðikort af svæðinu umhverfis framkvæmdasvæði (grænt svæði).



MYND 5 Hraunreiði í Leitahrauni.



MYND 6 Hálflokuð hraunrás innan um sandsléttur.



MYND 7 Stuðlamyndun og oxuð kargalög við strandlengjuna.



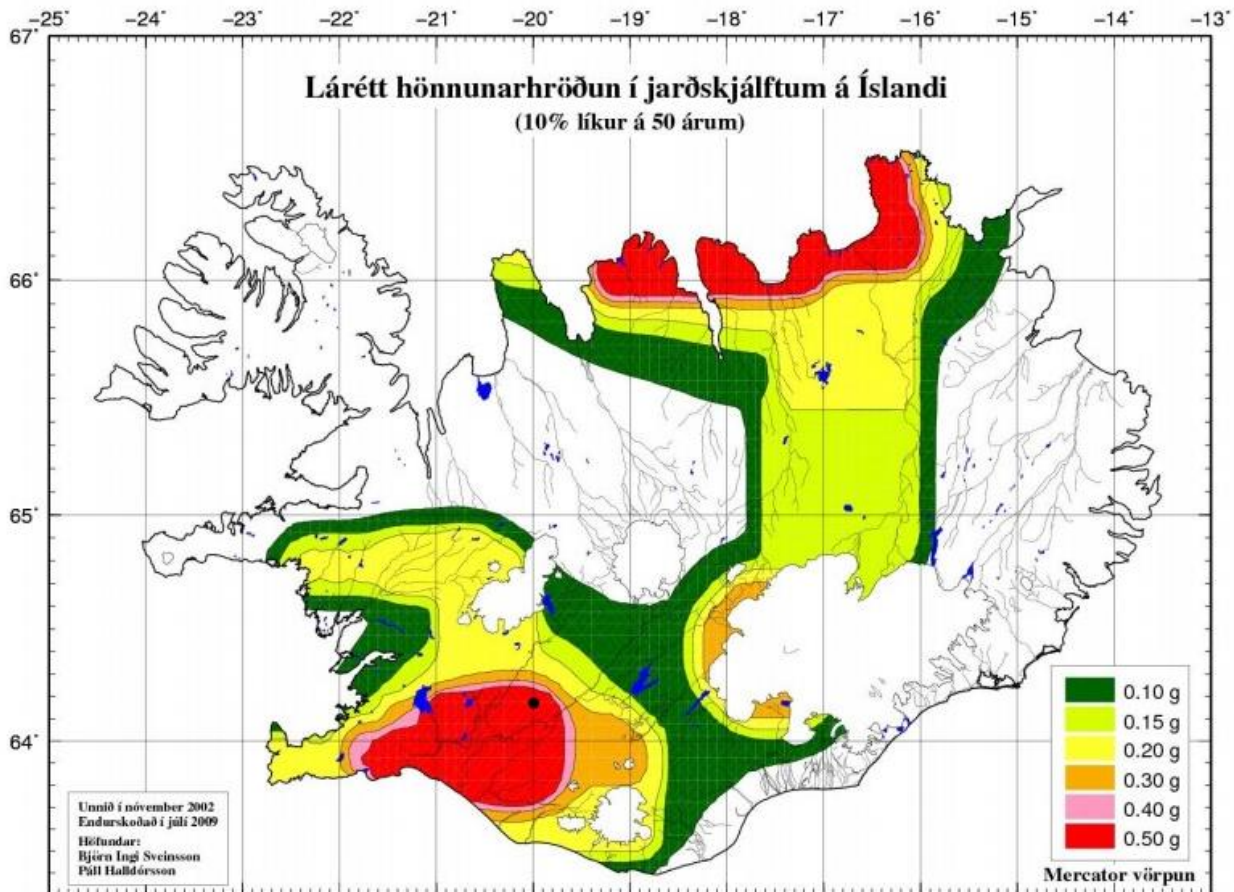
MYND 8 Ásýnd Leitahrauns við sjávarsíðuna þar sem sandur hefur skolast burt og sjórinn hefur myndað um 2-3 m háan malarkamb.



MYND 9 Hálfgróin sandslétta norðantil á svæðinu.

Náttúruvá

Náttúruvá er til staðar á svæðinu og getur haft áhrif á starfsemina. Þar má nefna skjálftavirkni, eldvirkni og flóðahættu. Fyrirhugað framkvæmdasvæði er í mikilli nálægð við Suðurlandsbrotabeltið en þar geta skjálftar orðið allt að M 7 að stærð. Samkvæmt íslenskum þjóðarviðauka er Íslandi skipt upp í fimm svæði m.t.t. láréttar grunnhröðunar fyrir stöðugleikagreiningu mannvirkja [3]. Lóð Landeldis fellur innan svæðis með 0,5 g lárétta grunnhröðun (50% af þyngdarhröðun). Það er mikilvægt að hönnun allra mannvirkja á svæðinu falli að þeim kröfum sem gerðar eru á því svæði.



MYND 10 Kort sem sýnir grunnhröðunargildi jarðskjálfta á landinu öllu. Gildin miða við að 10% líkur eru á slíkum atburði á næstu 50 árum (475 ára endurkomutími) [3].

Jarðhræringar árin 2020-2023 hafa markað upphaf núverandi eldgosatímabils Reykjanesskagans. Þau eldstöðvakerfi sem liggja næst iðnaðarsvæðinu eru Brennisteinsfjallakerfið og Hengilskerfið en þau eru á meðal sex eldstöðvarkerfa Reykjanesskagans. Komi til eldgoss í Hengils- eða Brennisteinsfjallakerfinu, er möguleiki á að hraunrennsli geti hafi áhrif á svæðið. Lóð Thors Landeldis stendur fyrir opnu hafi. Líkur eru á sjávarflóðum á svæðinu og með hækkandi sjávarstöðu er líklegt að tíðni sjávarflóða aukist.

Grunnástand jarðmyndana

Jarðlög á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði eru að nær öllu leyti lítt gróin nútímahraun sem runnu eftir að jökull hvarf af landinu. Þær setmyndanir sem eru til staðar eru foksandur sem þekur hraunið að hluta og malarkambur sem sjórinn hefur sett af sér.

Áhrif framkvæmda á jarðmyndanir

Samkvæmt lögum um náttúruvernd nr. 60/2013 njóta eldhraun sem myndast hafa eftir að jökull hvarf af landinu á síðjökultíma sérstakrar verndar. Í frumvarpi með lögnum kemur fram að eldhraun sem er að öllu leyti sandorpið eða hulið jarðvegi og gróðri nýtur ekki eins mikillar verndar þar sem það hefur tapað einkennum sem mynda verndargildi þess sem jarðmyndunar. Á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði eru engir þekktir hellar en flatarmál sjáanlegra hraunrásra getur náð allt að 800 m².

Möguleg áhrif framkvæmdarinnar á jarðmyndanir tengjast einkum uppbyggingu á undirstöðum bygginga og greftri fyrir lagnir. Heildarflatarmál fyrirhugaðra mannvirkja þekur um 44.500 m² (sjá töflu 1) en það er um 20% af flatarmáli framkvæmdasvæðisins.

Framkvæmdasvæðið og nánasta umhverfi þess er nú þegar lítillega raskað;

- Sjö borholur hafa verið boraðar á svæðinu ýmist til rannsókna, sjótöku eða kaldavatnsöflunar.
- Suðurstrandarvegur er norðan við svæðið og samsíða honum er vegslóði sem notaður er vegna framkvæmda á svæðinu. Út frá honum liggja slóðar að borholum og mannvirkjum við Laxabraut 19 sem þvera iðnaðarsvæðið.
- Norðan iðnaðarsvæðisins, að Víkursandi 1, er staðsett þurrkhús fyrir Lýsi hf. Þaðan liggur 600 m frárennislögn neðanjarðar úr norðri og í gegnum iðnaðarsvæðið.

Það svæði sem telst raskað innan framkvæmdasvæðisins þekur um 2.000-3.000 m², eða um 1% af framkvæmdasvæðinu.

Niðurstaða mats

Það svæði sem framkvæmdin nær yfir liggur á lítt röskuðu nútímahrauni, sem er sandorpið að hluta. Með hliðsjón af lögum um náttúruvernd og einkennum áhrifa sem m.a. eru varanleg og óafturkræf, er það metið svo að áhrif framkvæmdarinnar á jarðmyndanir verði *talsverð neikvæð*.

Mótvægisáðgerðir og vöktun

Engar sérstakar tillögur eru settar fram að mótvægisáðgerðum eða vöktun vegna framkvæmdarinnar.

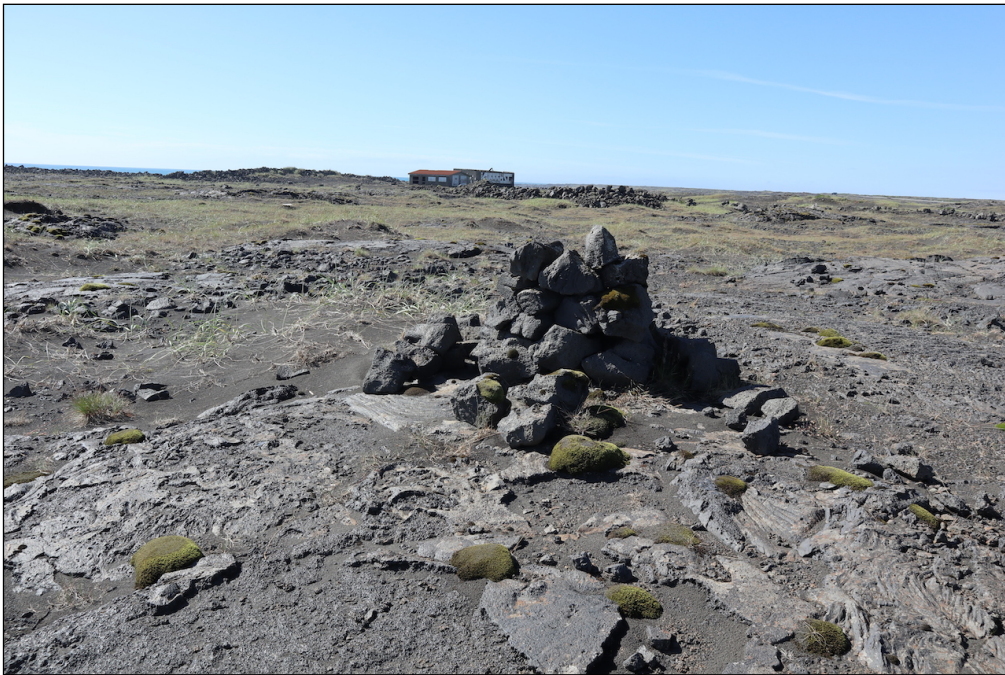
Heimildir

- [1] Árni Hjartarson og Kristján Sæmundsson, „Berggrunnskort af Íslandi, 1:600 000,“ Íslenskar orkurannsóknir, Reykjavík, 2014.
- [2] Árni Hjartarson, „Ölfus - Selvogur jarðfræðikort,“ Orkustofnun, Reykjavík, 1997.
- [3] Staðlaráð Íslands, „ÍST EN 1997-1:2004/NA 2010. Eurocode 7: Geotechnical Design - Part 1: General rules,“ Reykjavík.

**VIÐAUKI D MINNISBLAÐ FORNLEIFAFRÆÐISTOFU – FORNLEIFASKRÁNING Í
LANDI ÞORLÁKSHAFNAR VEGNA ÁFORMA THORS LANDELDIS**



Fornleifaskráning í landi Þorlákshafnar vegna fyrirhugaðs Thor landeldi



Bjarni F. Einarsson
2023

Forsíðumyndin sýnir vörðu á deiliskipulagsreitnum (Fornleifar nr. 92:1. Horft mót VSV. Ljósm. BFE 2023).

FORNLEIFAFRÆDISTOFAN

© Bjarni F. Einarsson
Unnið fyrir Thor landeldi
Ágúst 2023

Inngangur

Að beiðni Thor landeldis kannaði Fornleifafræðistofan hugsanlegar fornleifar á deiliskipulagsreit Thor landeldis í Þorlákshöfn. Svæðið er sýnt á mynd 1.

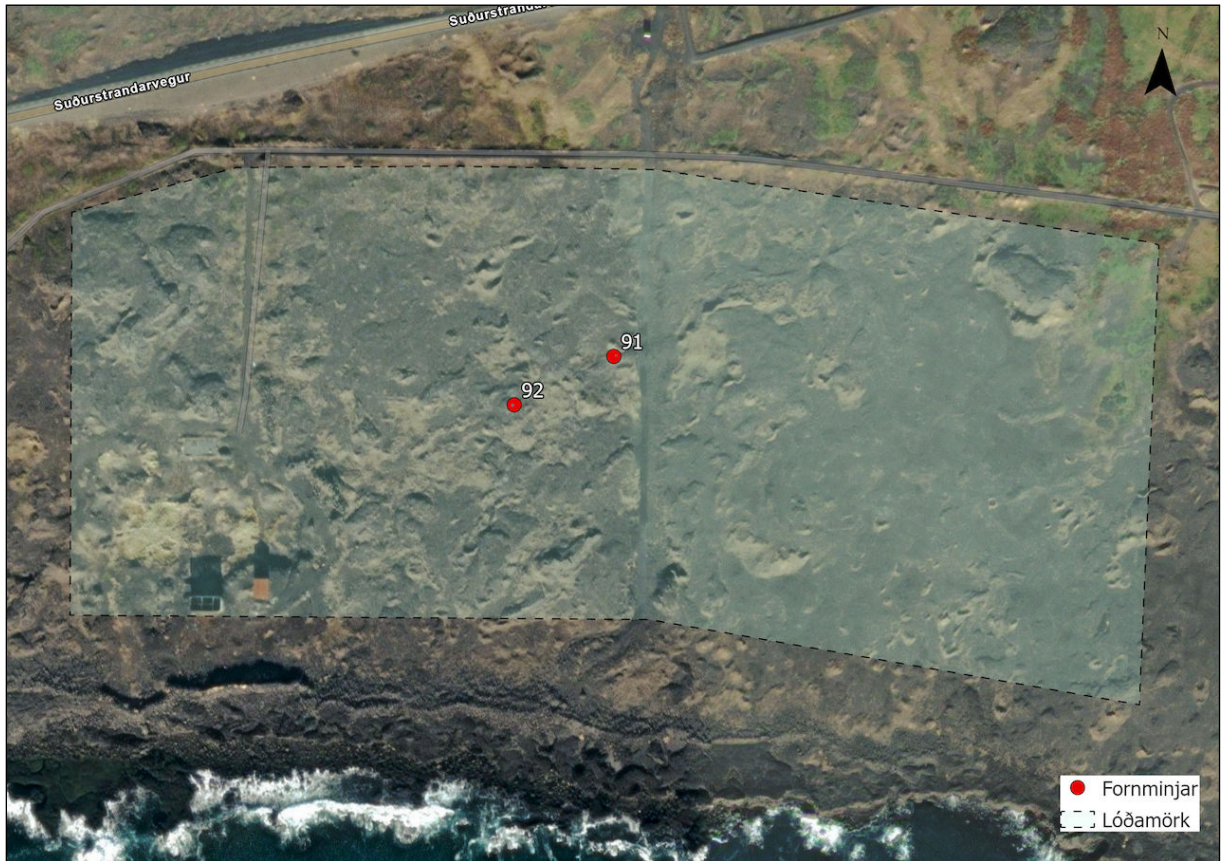
Farið var í gegnum ýmsar heimildir svo sem eldri skráningarskýrslur og örnefnaskrá.

Allt svæðið var kannað á vettvangi og fór vettvangsvinna fram þann 12. ágúst síðastliðinn. Veður var gott á meðan á vettvangsvinnu stóð. Allar fornleifar voru mældar inn með Trimble Juno T41/5 handmælitæki. Byrjað var á næsta lausa númeri Fornleifafræðistofunnar í sveitarfélaginu.

Niðurstaða fornleifaskráningarinnar er í töflu 1 auk meðfylgjandi fornleifaskrár og loftmyndar (mynd 1) með staðsetningu fornleifa.

Áður hafa verið gerðar nokkrar fornleifaskráningar á svæðinu, en tvær þeirra koma hér við sögu. Önnur er vestan við jaðar skipulagsreitinn sem nú var kannaður (Gylfi Helgason 2022) og hin er yfir stærra svæði umleikis skipulagsreitinn (Hermann Jakob Hjartarson o.fl. 2021). Í báðum skýrslum eru fornleifar skráðar sem eru líklega innan við 15 m frá deiliskipulagsreitnum sem nú var skoðaður og því nær helgunarsvæði þeirra inn á svæðið sem hér er undir. Engar fornleifar hafa áður verið skráðar á skipulagsreitnum.

Fulltrúi verkkaupa var Aron Geir Eggertsson hjá Eflu verkfræðistofu.



Mynd 1. Hið kannaða svæði með staðsetningu fornleifa/minja. Ofan við svæðið má sjá Selvogsgötuna, sem margir hafa skráð.

Skráningin

Samkvæmt lögum um menningarminjar frá 2012 eru allar fornleifar friðaðar og sumar friðlýstar (Lög um menningar-minjar 2012). Þeim má engin, hvorki landeigandi, framkvæmdaaðili né nokkur annar spilla, granda né úr stað færa, nema með leyfi Minjastofnunar Íslands (21. gr.).

Því eru allar þær fornleifar á könnunarsvæðinu sem og annarsstaðar og eldri eru en 100 ára, friðaðar skv. lögnum.

Friðlýstum fornleifum fylgir 100 m friðhelgt svæði út frá ystu sýnilegu mörkum þeirra (22. gr.). Engar friðlýstar fornleifar eru í nágrenni rannsóknarsvæðisins. Um friðaðar fornleifar er 15 m friðhelgað svæði umleikis samkvæmt sömu grein. Sú hefð hefur þó komist á að fara ekki of nærri fornleifum og taka tillit til eðlis þeirra og þarfa.

Samtals voru 2 fornleifar/minjar skráðar í tengslum við vettvangs-könnunina. Báðar voru vörður og báðar töldust hafa lágt minja- og varðveislugildi. Álitamal er hvort önnur varðanna uppfylli aldursákvæði lagana.

Fornleifarnar/minjarnar á sjálfum deiliskipulagsreitnum eru taldar í mikilli hættu vegna hinna fyrirhuguðu framkvæmda. Hugsanlega er hægt að taka tillit til þeirra við skipulagið, einkum þeirrar eldri. Einnig er minnt á fornleifar í allra næsta nágrenni skipulagsreitarins, en friðhelgunarsvæði þeirra nær inn á skipulagsreitinn.

Nr.	Teg.	Fj.	Hættumat	Hætta	Ástand	Aldur	Minjagildi	Varðveislu aildi	Friðlýst?	Mótv.
91	Varða	1	Skipulag	Mikil	Sæmilegt	-1900	Lítið (1)	Lítið (1)	Nei	Engar
92	Varða	1	Skipulag	Mikil	Sæmilegt	1550-1900	Lítið (2)	Lítið (2)	Nei	Rannsókn
	Samtals:	2				Meðaltal:	1,5	1,5		

Tafla yfir hinar skráðu fornleifar/minja á hinu fyrirhugaða framkvæmdasvæði. Hér er lagt mat á hættumat vegna fyrirhugaðra framkvæmda sem kunna að fylgja í kjölfarið á deiliskipulaginu. Um viðvarandi hættu á minjunum óviðkomandi hinum fyrirhuguðu framkvæmdum var engin.

Þegar ekki er hægt að tryggja öryggi fornleifa eða þær þarf að fjarlægja vegna fyrirhugaðra framkvæmda þarf að grípa til mótvægisáðgerða. Slíkar áðgerðir geta verið allt frá breyttri áætlun um framkvæmdir sem taka tillit til fornleifa (1. kostur), nákvæmari GPS staðsetningu og ljósmyndun að nákvæmri fornleifarannsókn. Rannsóknir á einfaldari fornleifum eins vörðum eru því sem næst tilganglausar nema gjóskulög finnist undir þeim. Leita þarf leyfis Minjastofnunar Íslands ef ekki er hægt að komast hjá raski og stofnunin ákveður rannsókn-umfangið og setur þá skilmála sem henni kann að þykja nauðsynlegir.

Niðurstaða

Tvær fornleifar/minjar fundust á deiliskipulagsreitnum og báðar með lítið minja- og varðveislugildi. Báðar eru taldar í mikilli hættu vegna hinna fyrirhuguðu framkvæmda og verði ekki hægt að tryggja öryggi þeirra þarf hugsanlega mótvægisáðgerða við. Bent er á að allar minjar sem eldri eru en 100 ára eru friðaðar og þeim fylgir 15 m friðhelgunarsvæði út frá ystu sýnilegum mörkum þeirra. Sjá nánar meðfylgjandi fornleifaskrá.

Varast ber að nýta svæðin í kringum fornleifar sem geymslustaði eða brautir fyrir vélar og tæki, eða efnisgeymslur af hverju tagi nema að leyfi Minjastofnunar Íslands komi til með eða án skilmála sem stofnunin kann að setja.

Heimildir

Fornleifaskrá. Skrá um friðlýstar fornleifar. Fornleifanefnd - Þjóðminjasafn Íslands.

Ágúst Ó. Georgsson tók saman. Reykjavík 1990.

Gylfi Helgason. *Deiliskráning fornleifa vegna uppbyggingar Eldisstöðvar Geo Salmo við Þorlákshöfn.* Fornleifastofnun Íslands ses. Reykjavík 2022.

Hermann Jakob Hjartarson og Vala Garðarsdóttir. *Fornleifaskráning í landi Þorlákshafnar 2021.* Vettvangsskráning og söguágrip. VG Fornleifarannsóknir. Reykjavík 2021

Lög um menningarminjar. Nr. 80 29. júní 2012.

minjastofnun.is Minjavefsjá.

Fylgirit:

Fornleifaskrá: Ölfus Nr. 91:1–92:1.

Aðalnr.

Sýsla	Sveitarfélag	Nív. sveitarfél.	Hverfi	91
Árnessýsla	Ölfus			
Landareign	Mí.Nr	Heiti	Undirnr.	1
Þorlákshöfn				

Skrásetjari	Dags.	GPS Staðsetning	Viðmiðun	M.y.s.	Skekkja
Bjarni F. Einarsson	12.8.2023	A 379384,9 N 374048,1	Ísn 93		

Tegund minja	Tilgáta/Niðurstaða	Verk	Fjöldi
Varða		Þorl 23	1
Hættumat	Hætta	Ástand	Aldur
Framkvæmdir	Mikil	Sæmilegt	1900-
Í eyði	Tímab. hættumat	Tímab. hætta	Á kort?
	Framkvæmdir	Mikil	Nei
Minjagildi	Einkunn	Varðveislugildi	Einkunn 2
Lítið	1	Lítið	1
Friðlýsa?	Friðlýst?	Hvænær	
Nei	Nei		

Lega og staðhættir

Ofan á hraunhelli í blásnu landi.

Heimildir og munnmæli

Lýsing

Varða.

Varðan er um 0,6 m í þvermál og 1,2 m há. Úr hraungrjóti.

Varðan virðist mjög ung

Ekki er ljóst hvaða tilgang þessi varða hefur.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson1

Filma nr./teg. myndar

Canon EOS M6

Athugasemdir

Varðan er ung og því engra mótvægisáðgerða þörf sé það rétt greint.

Sýsla	Sveitarfélag	Nív. sveitarfél.	Hverfi	92
Árnessýsla	Ölfus			
Landareign	Mí.Nr	Heiti		Undirnr.
Þorlákshöfn				1

Skrásetjari	Dags.	GPS Staðsetning	Viðmiðun	M.y.s.	Skekkja
Bjarni F. Einarsson	12.8.2023	A 379318,7 N 374016,,7	Ísn 93		

Tegund minja	Tilgáta/Niðurstaða	Verk	Fjöldi
Varða		Þorl 23	1
Hættumat	Hætta	Ástand	Aldur
Framkvæmdir	Mikil	Sæmilegt	1550-1900
Í eyði	Tímab. hættumat	Tímab. hætta	Á kort?
	Framkvæmdir	Mikil	Nei
Minjagildi	Einkunn	Varðveislugildi	Einkunn 2
Lítið	2	Lítið	2
Friðlýsa?	Friðlýst?	Hvænær	
Nei	Nei		

Lega og staðhættir

Ofan á hraunhelli í blásnu landi.

Heimildir og munnmæli

Lýsing

Varða.

Varðan er 1 x 1 m í grunninn og nánast ferningslaga. Hún er 0,8 m há. Úr hraungrjóti.

Ekki er ljóst hvað hún varðar, en gamla þjóðleiðin, Selvogsgata er skammt norðan við hana.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson1

Filma nr./teg. myndar

Canon EOS M6

Athugasemdir

Ef ekki er hægt að tryggja öryggi vörðunnar þarf að leita leyfis Minjastofnunar Íslands til að raska henni og sæta þeim skilmálum sem stofnunin kann að setja.

VIÐAUKI E

**MINNISBLAÐ MANNVITS – MINNISBLAÐ UM BORHOLUR Á
REIT THORS LANDELDIS**



Minnisblað um borholur á reit Thor Landeldis

Viðtakandi: Thor Landeldi, Vatnaskil og Efla
Sendandi: Sif Guðjónsdóttir, Mannvit
Dagsetning: 26.10.2023
Skjalanúmer: 2120527-000-CMO-0001
Útgáfa: 2.0

1. Inngangur

Farið var í ferðir þann 6.7.2023, 3.8.2023 og 12.9.2023 til að athuga með ástand borholna á lóð Thor Landeldis, við Suðurstrandarveg skammt austan Þorlákshafnar. Áður fyrr var Fjörfiskur Landeldi á sama reit og því var vonast til að geta nýtt þær holur sem til voru. Mannvit var fengið í að vitja staðarins og kanna ástand á holunum á svæðunum, ásamt því að GPS-mæla þær inn, mæla vatnsborð, rafleiðni og hita m.t.t. dýpi í holunum. Í ferðinni 12. september var einnig settur upp síriti í holu FR-01. Í töflu 1 eru 10 holur sem eru skráðar í borholuskrá Orkustofnunar (OS) á landsvæði Thor Landeldis. Á mynd 1 sést staðsetning holanna sem fundust.

TAFLA 1. HOLUR Á LANDSVÆÐI THOR LANELDIS.

Borhola	Ástand	Dags. mæld	Dýpi [m]	Borkróna (skv. OS), mest / minnst	Tilgangur borunnar (skv. OS)
FR-01	Síritun hafin	6.7.2023	53,1	102 mm / 76 mm	Rannsóknarhola
FF-01	Fannst ekki	-	-	445 mm / 216 mm	Kaldavatnshola
FF-02	Opin	3.8.2023	9,6	445 mm	Kaldavatnshola
FF-03	Opin	3.8.2023	10,5	445 mm	Kaldavatnshola
FF-04	Ónothæf	-	0,0	445 mm	Kaldavatnshola
FS-01	Opin	12.9.2023	39,2	698 mm / 444 mm	Sjótaka
FS-02	Opin	6.7.2023	16,1	660 mm / 445mm	Sjótaka
FS-03	Opin	6.7.2023	21,0	660 mm / 165 mm	Sjótaka
FS-04	Opin	12.9.2023	72,5	660 mm / 445 mm	Sjótaka
FS-05	Opin	12.9.2023	57,8	660 mm / 445 mm	Sjótaka

Eina holan sem fannst ekki var FF-01, sem verður hér eftir ekki með í samantektinni. Töflur 2 og 3 sýna helstu tölulegar niðurstöður um þær 9 holur sem voru mældar. Notast var við hnitakerfi ISN93 og Landshæðarkerfi við GPS mælingu með Trimble tæki (leiðrétt um VRS). Hæð vatnsborðs var mæld, dýpi holunnar og rafleiðni niður alla holuna. Í töflu 2 er ekkert dýpi á FF-04 vegna þess að búið var að fylla upp í hana.





MYND 1. STAÐSETNING HOLA Á LÓÐ THOR LANDELDIS.

TAFLA 2. TÖLULEGAR NIÐURSTÖÐUR UM STAÐSETNINGU OG DÝPI HOLANNA.

Hola	X – hnit	Y – hnit	Landhæð holutopps [m y.s.]	Dýpi [m]	Landhæð holubotns [m y.s.]
FR-01	379215,2	373897,8	9,30	53,1	-43,8
FF-02	379167,5	373881,0	9,26	17,6	-8,4
FF-03	379186,8	373895,8	9,33	10,5	-1,2
FF-04	379148,5	373876,6	9,29	-	-
FS-01	379141,7	373863,6	9,38	39,2	-29,8
FS-02	379163,1	373870,3	8,79	16,1	-7,31
FS-03	379102,3	373858,5	9,37	21,0	-11,6
FS-04	379123,9	373860,5	9,45	72,5	-63,1
FS-05	379189,4	373879,5	9,22	57,8	-48,6

TAFLA 3. SAMANTEKT Á NIÐURSTÖÐUM UM VATNSBORÐ, VATNSHITA OG RAFLEIÐNI.

Hola	Dags	Tími	Dýpi á vatnsborð [m]	Hæð vatnsborðs [m y.s.]	Vatnshiti lágmark / hámark [°C]	Rafleiðni lágmark / hámark [mS/cm]
FR-01	6.7.2023	12:30	8,95	+0,35	6,1 / 7,4	0,12 / 1,95
FF-02	3.8.2023	13:16	9,56	-0,34	6,0 / 6,3	0,12 / 0,16
FF-03	3.8.2023	13:36	10,52	-1,19	-	-
FS-01	12.9.2023	10:47	9,31	+0,07	5,9 / 6,9	0,2 / 41,4
FS-02	6.7.2023	13:26	8,85	-0,06	6,0 / 6,4	0,19
FS-03	6.7.2023	14:10	9,58	-0,22	6,1 / 6,8	0,67
FS-04	12.9.2023	11:24	9,93	-0,48	6,0 / 8,4	32 / 52
FS-05	12.9.2023	12:10	9,44	-0,22	6,1 / 7,7	34 / 52

Lágmark og hámark eru lægstu og hæstu gildi vatnshita og rafleiðni sem mældust í hverri holu.

2. Niðurstöður

Rafleiðni og vatnshiti voru mæld með dýpi í 8 holum af 9. Í holu FF-03 var ekki nægt vatnsdýpi til að hægt væri að framkvæma mælingar. Ákveðið var að nota holu FR-01 til áframhaldandi rannsókna á grunnvatni á svæðinu og var síriti settur upp í henni þann 12.09.2023.

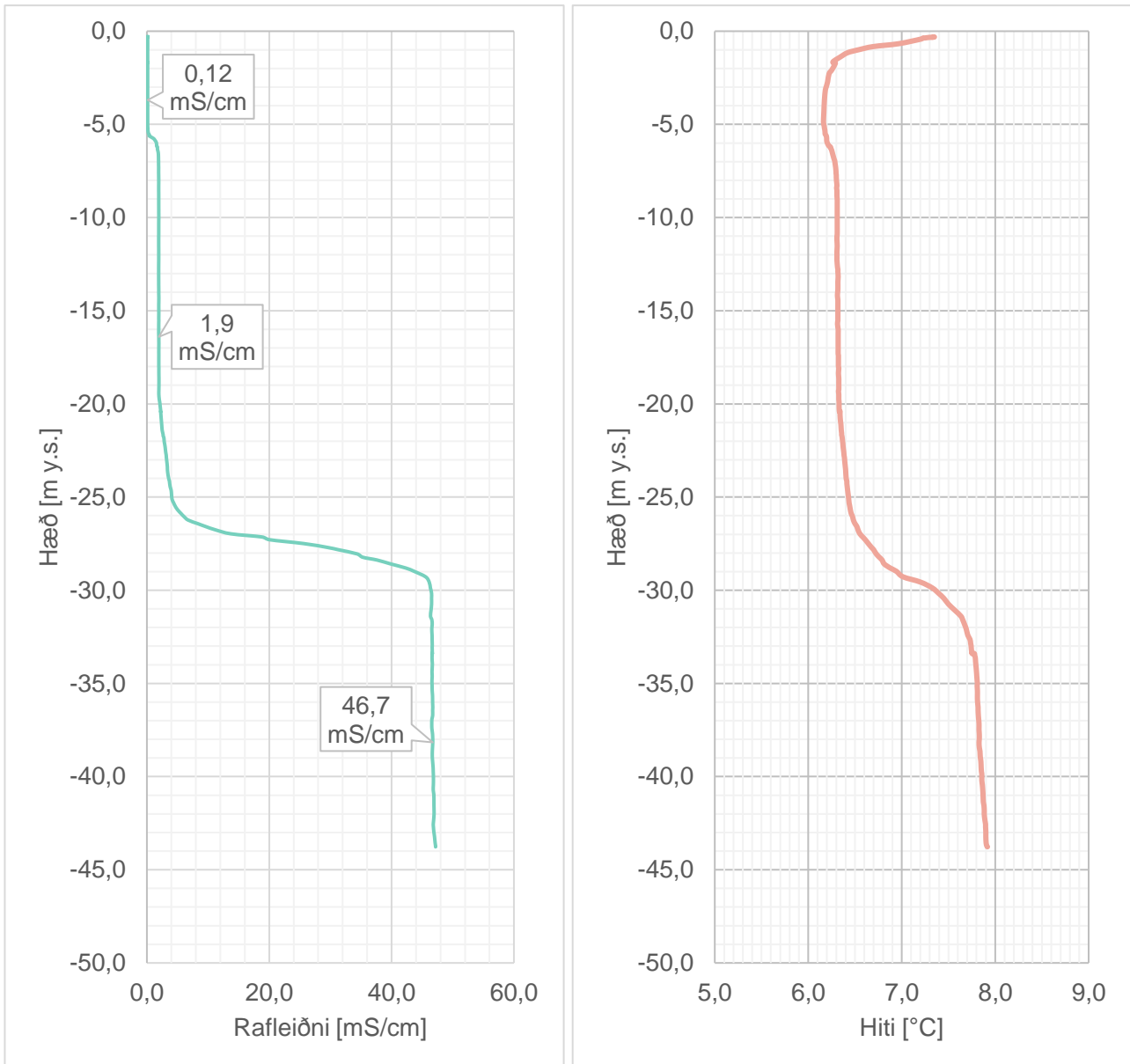
Hér að neðan verður farið yfir þessar átta holur sem var hægt að skoða og niðurstöður mælinga í þeim ásamt stuttri samantekt á þeim holum sem var ekki mælt í. Í lok minnisblaðs verður farið yfir næstu skref.

FR-01



MYND 2. HOLA FR-01. HORFT Í VESTUR.

Þessi hola er grennsta holan sem fannst og einnig er hún staðsett austast. Samkvæmt borholuskrá OR þá er þessi hola skilgreind sem rannsóknarhola. Hún er fóðruð með plastfóðringu sem nær um 0,3 m upp fyrir yfirborð. Hún var mæld niður á 50 m dýpi eða -43,7 m y.s. Á rafleiðniprofílnum var hægt að sjá skýrt skil milli ferskvatnslinsunar og jarðsjávar. Á mynd 2 sést staðsetning holunnar.



LÍNURIT 1. RAFLEIÐNI OG HITI Í HOLU FR-01 MEÐ TILLITI TIL DÝPIS ÞANN 6.7.2023

Rafleiðni og hiti með dýpi í FR-01 er sýndur á línuriti 1. Á hæðarbilinu 0 til -5 m y.s. mældist rafleiðnin 0,12 mS/cm, síðan hækkar rafleiðnin upp í 1,9 mS/cm og er við það gildi alla leið niður í -20 m y.s. Eftir það eykst rafleiðnin hratt og við -30 m y.s. er holan komin í jarðsjó, þar sem rafleiðnin mælist um 47 mS/cm. Vatnshiti í holunni var á bilinu 6,1 – 7,4 °C.

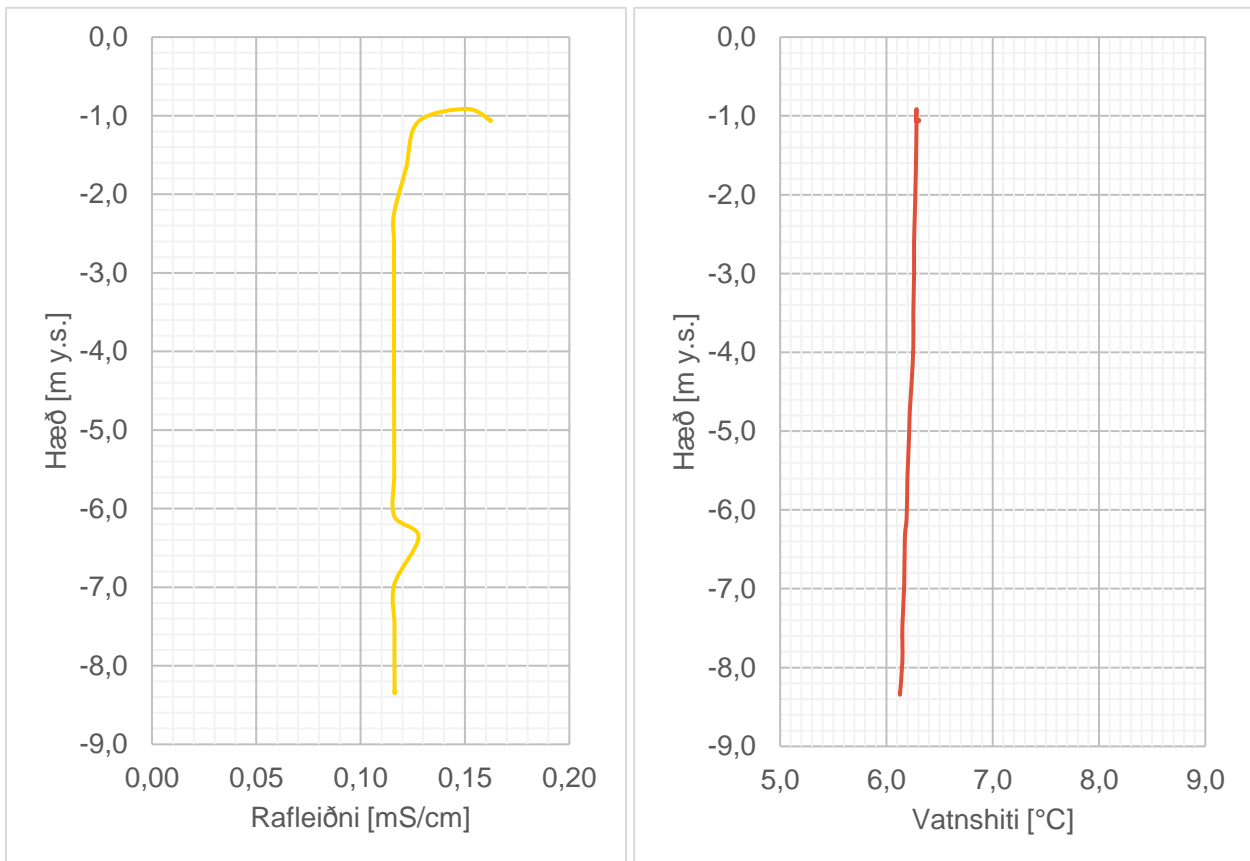
Síríti var settur í holuna þann 12.9.2023 og er að mæla vatnsþrýsting, rafleiðni og hita.

FF-02



MYND 3. STAÐSETNING FF-02.

Staðsetning holunnar sést á mynd 3. Niðurstöður sýna að hola FF-02 er ferkvatnshola og rafleiðnin sýnir að hún nær ekki niður í sjó. Rafleiðnin er nokkuð einsleit í holunni og er á bilinu 0,12 - 0,15 mS/cm meðan vatnshiti er á bilinu 6,1 – 6,2 °C, eins og sést á línuriti 2.



LÍNURITI 2. RAFLEIÐNI OG HITI Í FF-02 MEÐ TILLITI TIL DÝPIS ÞANN 3.8.2023.

FF-03



MYND 4. STAÐSETNING FF-03.

Staðsetning holu FF-03 er sýnd á mynd 4. Vatnsborð í holu FF-03 var við botn holunnar og ekki nægt vatn til að mæla rafleiðni og hita með tilliti til dýpis. Holan er um 9,6 m djúp.

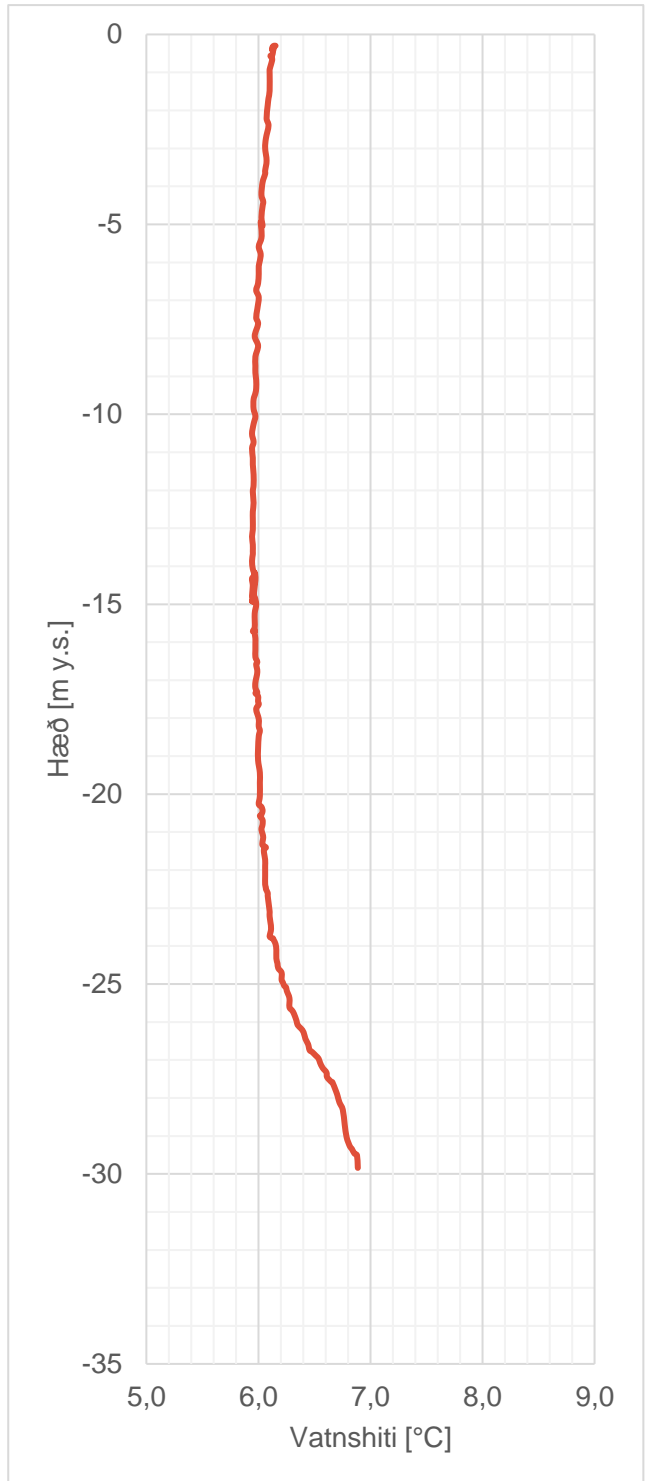
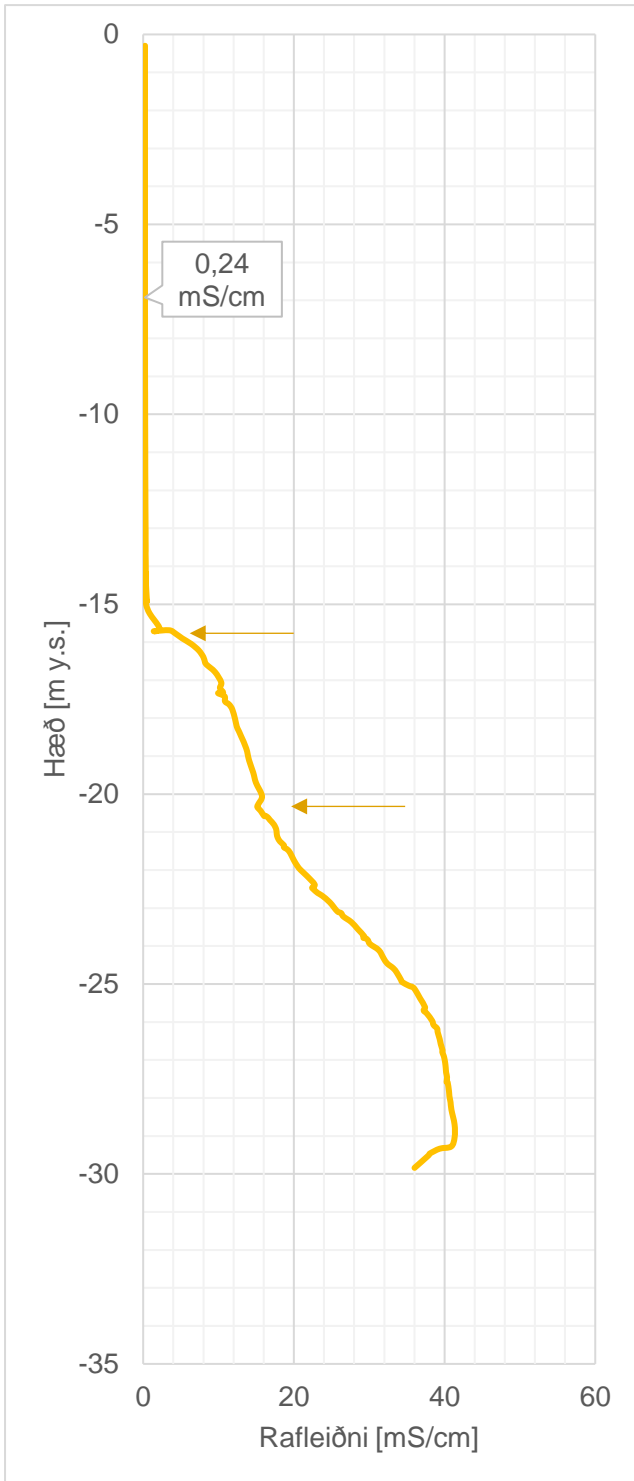
FS-01



MYND 5. STAÐSETNING FS-01, HORFT TIL NORÐVESTURS.

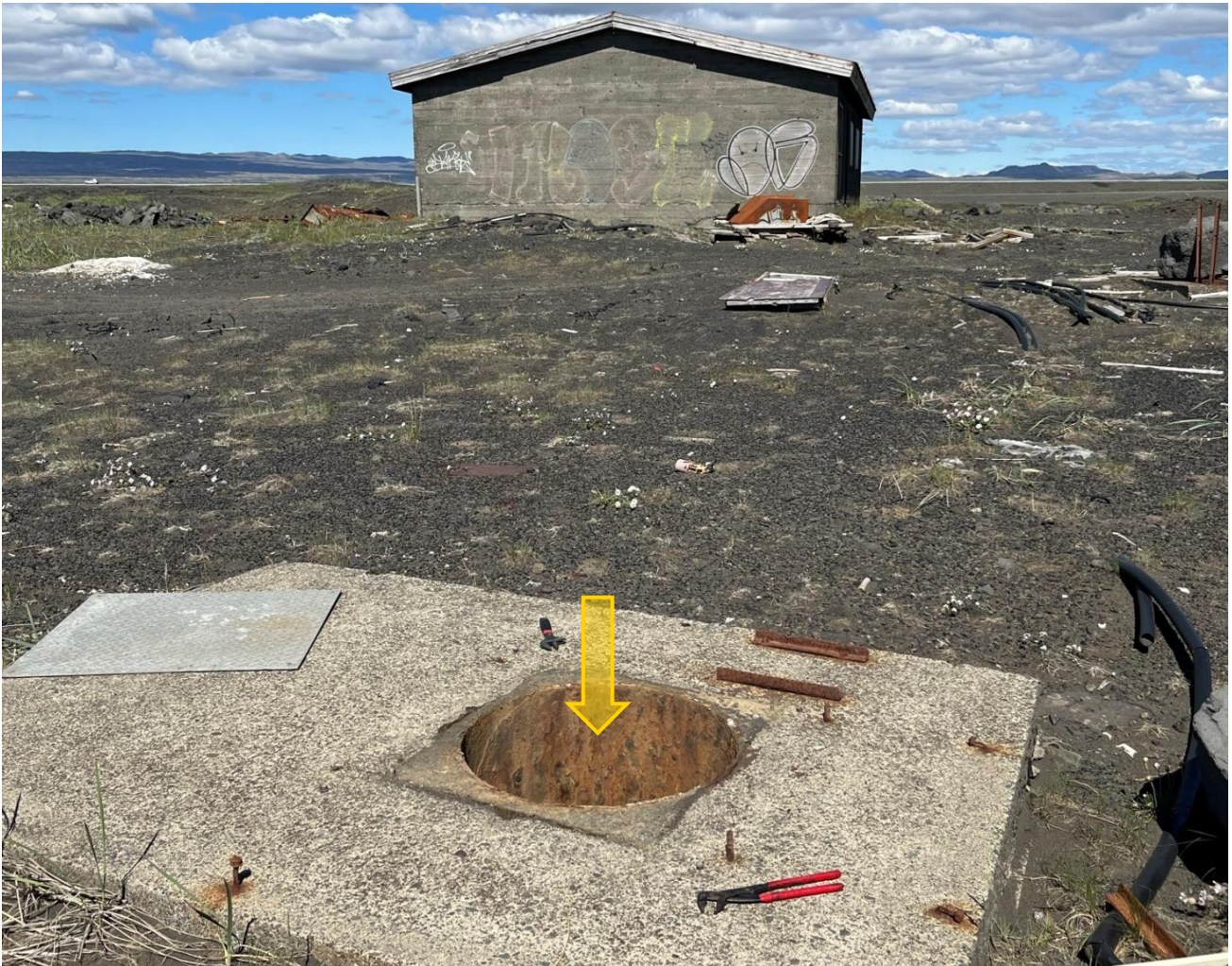
Í fyrstu ferð var þessi hola grafin niður í mól og boltarnir ryðgaðir saman við plötuna. Það þurfti því bæði að grafa hana upp og skipta um plötu og bolta. Mynd 5 sýnir staðsetninguna FS-01 með nýju plötuna. Vitjað var í holunni þann 12. september 2023.

Rafleiðni og vatnshiti með dýpi má sjá á línuriti 3 fyrir FS-01. Þessi hola er 40 m djúp og nær niður í sjó. Hér nær rafleiðnin upp í 40 mS/cm við -30 m y.s. Við mælingu á dýpi þá fannst að það voru stallar í holunni þar sem fóðringin er að minnka. Það sést örlítið á línuriti 4 hvar þessir stallar eru, við -16 m y.s. og við -21 m y.s. (brúnar örvar). Samkvæmt borholuskýrslu um FS-01 þá er þvermál fóðringar fyrst 21“, síðan 18 5/8“, og svo síðan 16“ niður á botn.



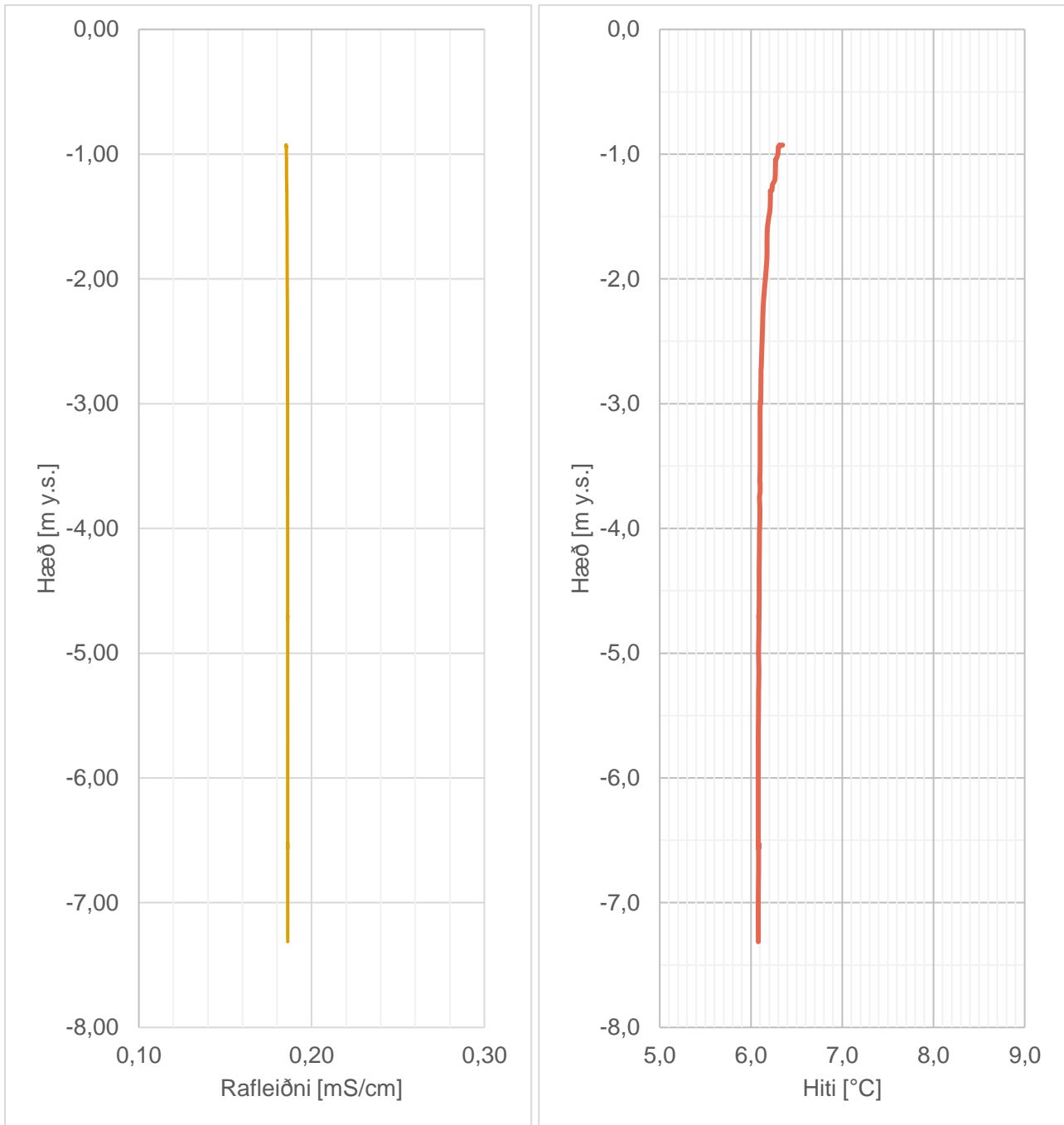
LÍNURIT 3. RAFLEIÐNI OG VATNSHITI Í FS-01 MEÐ TILLITI TIL DÝPIS ÞANN 12.9.2023.

FS-02



MYND 6. HOLA FS-02. HORFT Í NORÐUR.

Hola FS-02 er sýnd á mynd 6. Hún er staðsett milli FR-01 og FS-03 og er við miðju steyptrar plötu og hefur líklegast verið notuð fyrir einhverskonar vinnslu. Hún er líka talsver sver, eða um 660 mm. Þessi hola var ekki nema 16 m djúp og náði ekki niður í seltu. Hún er aðeins tærari en FS-03 (sem er sambærileg hola) og mælist rafleiðni stöðug 0,19 mS/cm alveg niður á botn, eins og sést á línuriti 4. Vatnshiti í holunni var á bilinu 6,0 – 6,4 °C.



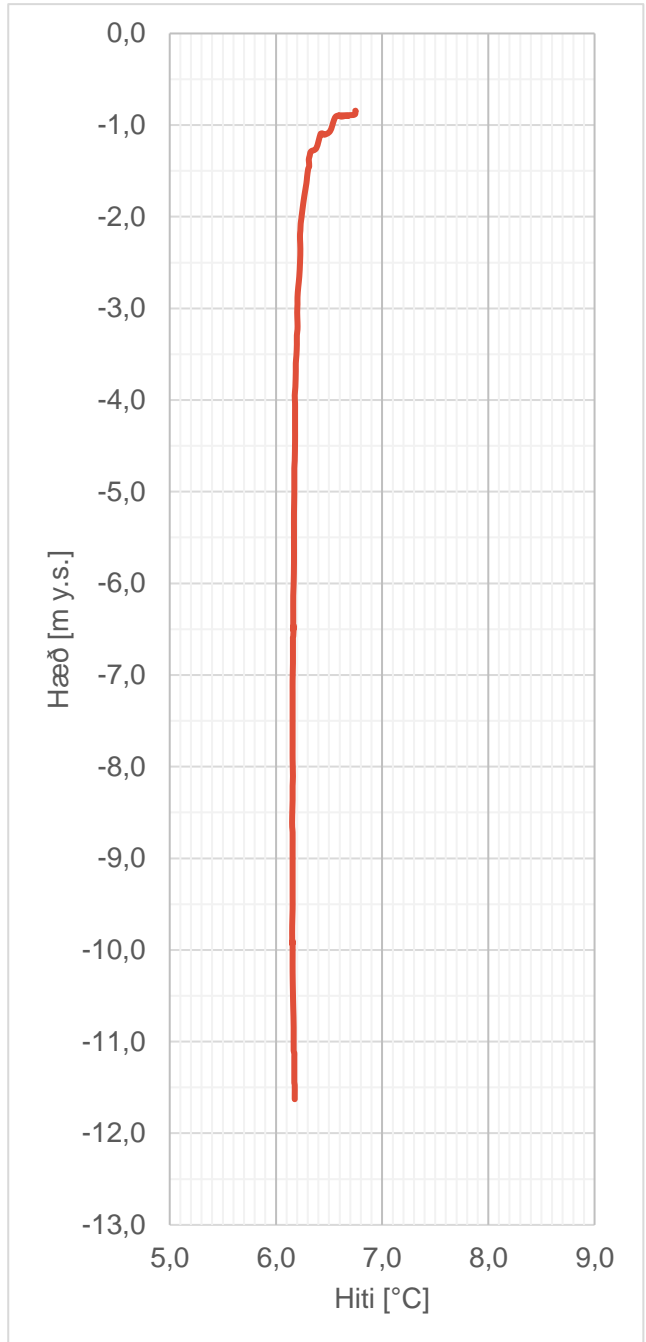
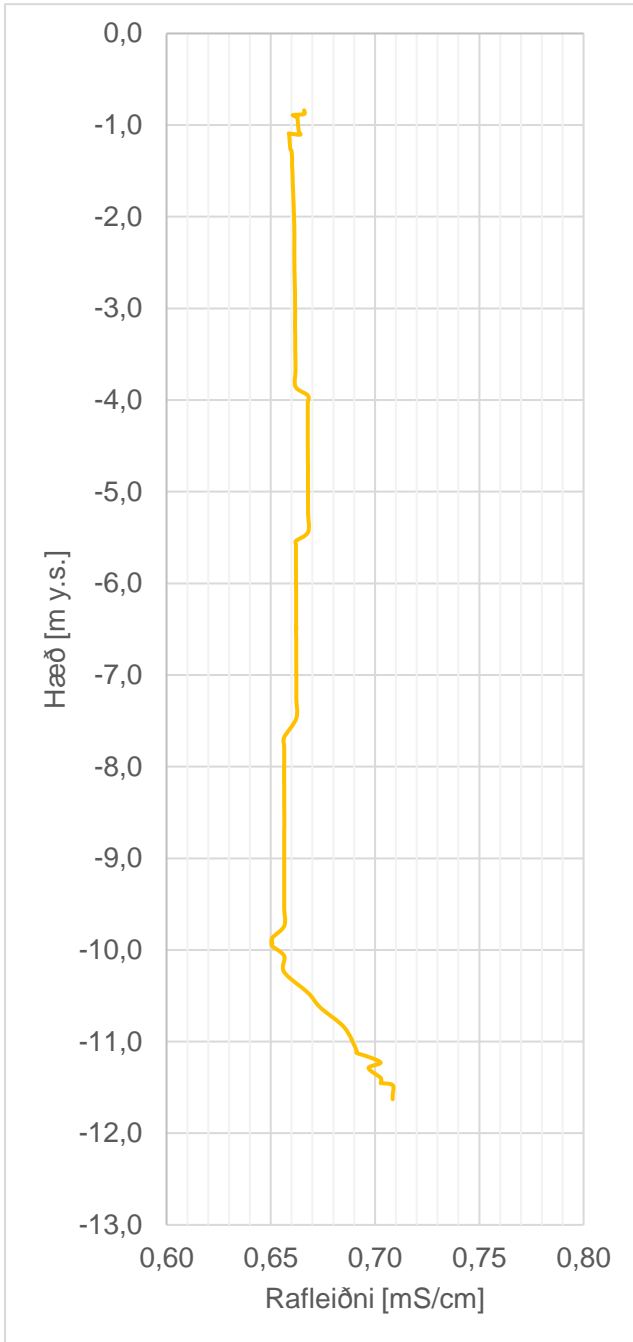
LÍNURIT 4. RAFLEIÐNI OG VATNSHITI Í FS-02 MEÐ TILLITI TIL DÝPIS ÞANN 6.7.2023.

FS-03



MYND 7. HOLA FS-03. HORFT Í NORÐAUSTUR.

Hola FS-03 er innsta holan eftir að vegslóðanum líkur, ásamt því að vera vestast á svæðinu, sjá staðsetningu á mynd 7. Hún er af sömu gerð og FS-02, brunnur sem hefur líklegast verið notaður fyrir einhverskonar vinnslu. Þessi hola er um 21 m djúp, aðeins dýpri en FS-02. Hér mældist rafleiðnin 0,65 til 0,71 mS/cm, eins og sést á línuriti 5. Það er þreföld meiri rafleiðni en mældist í FS-02. Vatnshiti með dýpi er sýndur á línuriti 5 og var á bilinu 6,1 – 6,8 °C.



LÍNURIT 5. RAFLEIÐNI OG HITI Í HOLU FS-03 MEÐ TILLITI TIL DÝPIS ÞANN 6.7.2023.

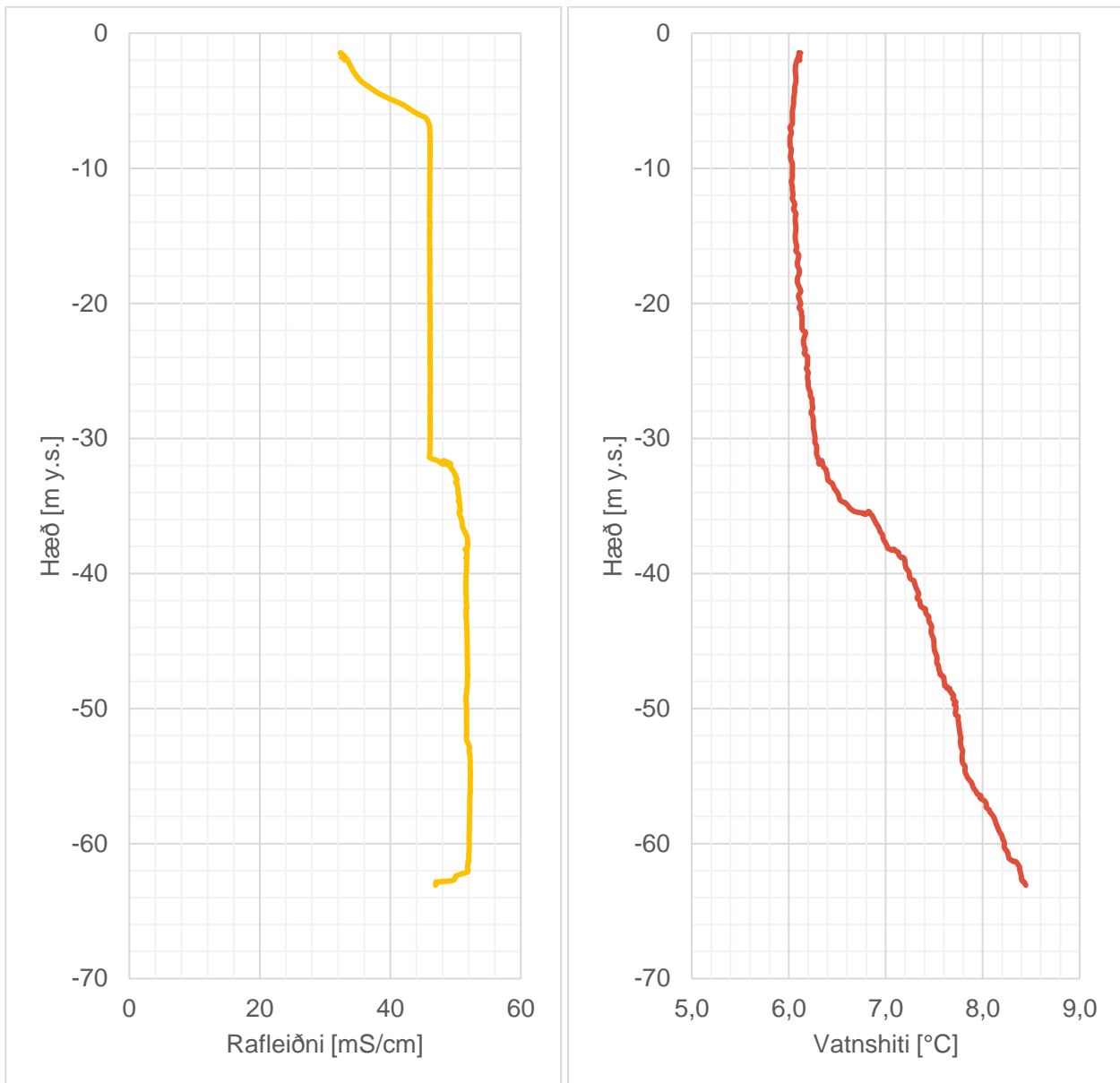
FS-04



MYND 8. STAÐSETNING FS-04. HORFT Í NORÐ-AUSTUR.

Staðsetning FS-04 er sýnd á mynd 8. Við fyrstu vitjun var þessi hola grafin niður undir mölinni og boltarnir ryðgaðir við. Sett var ný plata og nýjir boltar og var hægt að mæla í holunni þann 12. september 2023. Þessi hola var ein af dýpstu holunum sem fundust á svæðinu. Hún er þó ekki í sambandi við ferskvatn eins og aðrar holur og er rafleiðnin við vatnsborð 32 mS/cm. Holan hefur verið boruð sem sjótökuhola og heilfóðruð niður um ferskvatnslagið.

Við -2 m y.s. er rafleiðni 33 mS/cm, á meðan hún er undir 1 mS/cm í sömu landhæð í öðrum holum á svæðinu (FS-01, FS-02 og FS-03). Líklegast er fóðring í holunni ekki götuð fyrr en hún er komin í sjó. Hægt að sjá þetta í töflu 4. Samkvæmt borholuskrá OS þá var þessi hola notuð til sjótöku. Sambærilegt er að sjá í holu FS-05 hér á næstu síðu, sem var einnig skráð sem sjótökuhola samkvæmt borholuskrá OS.



LÍNURIT 6. RAFLEIÐNI OG VATNSHITI Í FS-04 MEÐ TILLITI TIL DÝPIS ÞANN 12.9.2023.

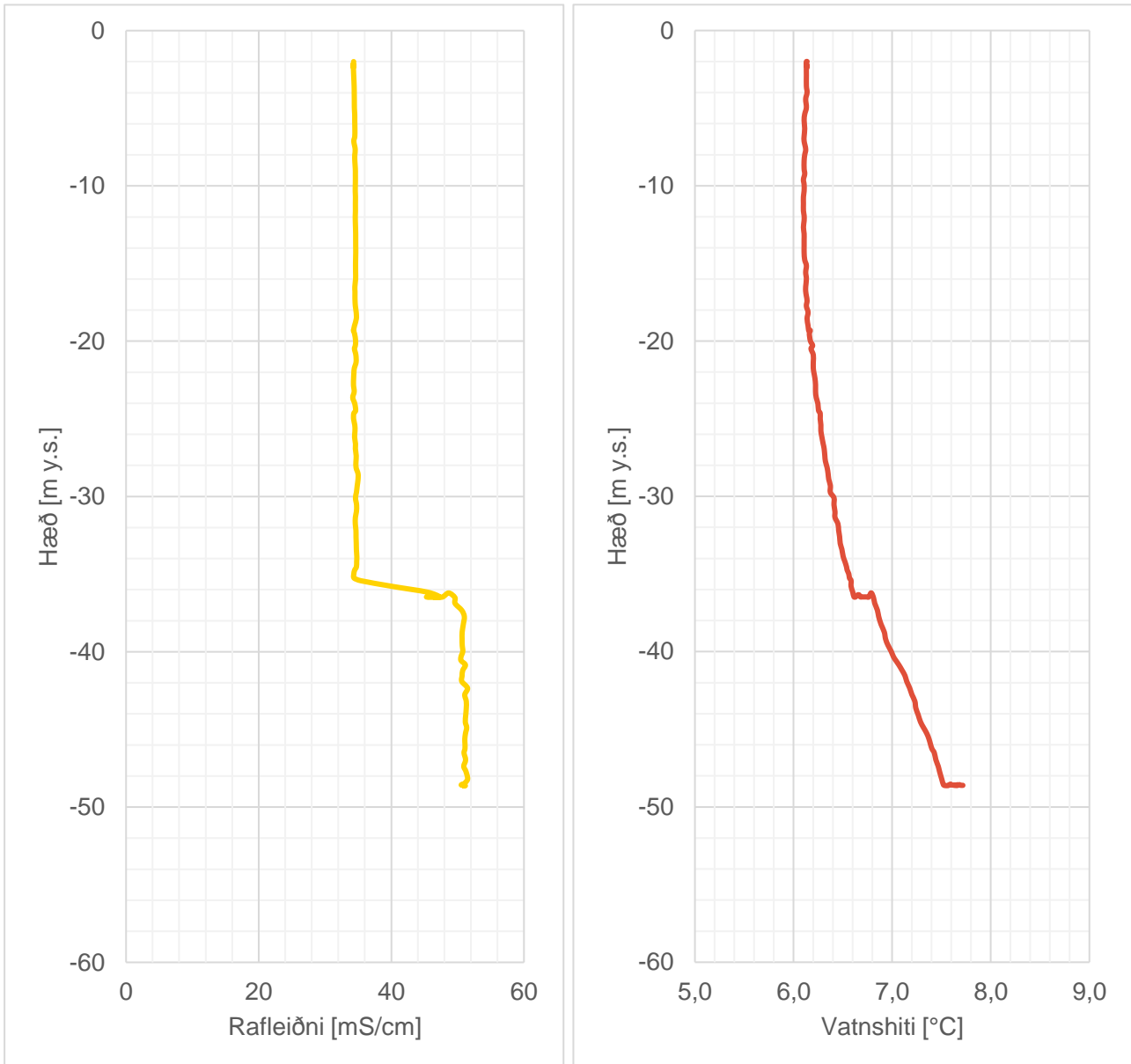
FS-05



MYND 9. STAÐSETNING FS-05. HORFT Í NORÐVESTUR.

Mynd 9 sýnir staðsetningu FS-05. Þegar hola fannst var stór steinn ofan á holunni sem sést hér hægra megin á myndinni. Það þurfti að láta fjarlægja hann af lokinu áður en hægt væri að hefja mælingar. Hnullungurinn var svo fjarlægður og skipt var um lok og bolta á holunni. Þá var vitjað í FS-05 þann 12. september 2023, mæld rafleiðni og vatnshiti með dýpi. Þessi hola er lík FS-04 en aðeins grynri. Hér er heldur ekkert ferskvatn og við vatnsborð er rafleiðnin 34 mS/cm sem eykst svo við -36 m y.s. upp í 51 mS/cm. Hitinn í þessari holu er nokkuð breytilegur og hækkar með dýpi, frá 6,2 upp í 7,5 °C. Betur er hægt að sjá þetta á línuriti 7.

Hola FS-05 er ekki í sambandi við grunnvatn eins og sást hjá FS-04. Þær tvær voru boraðar fyrir sjótöku sem skýrir afhverju þær eru ekki í sambandi við ferkvatn. Hægt að sjá samantekt á rafleiðni í FS-holunum í töflu 4. Ákveðið var að velja -2 m y.s. til að geta borið saman allar fimm holurnar.



LÍNURIT 7. RAFLEIÐNI OG VATNSHITI Í FS-05 MEÐ TILLITI TIL DÝPIS ÞANN 12.9.2023.

TAFLA 4. SAMANTEKT RAFLEIÐNI Í FS-HOLUNUM VIÐ -2 M Y.S.

Hola	Rafleiðni [mS/cm] við -2 m y.s.
FS-01	0,24
FS-02	0,19
FS-03	0,66
FS-04	33,0
FS-05	34,3

Ný rannsóknarhola og næstu skref

Þar sem allar holurnar sem fundust eru nánast í beinni línu, samsíða sjónum, þá teljum við að það þurfi að bora allavega eina rannsóknarholu norðar á svæðinu og eiga þannig möguleika á að rannsaka hvernig þykkt ferskvatnslinsunnar breytist með fjarlægð frá sjó auk fleiri þátta. Ráðlagt er að staðsetja hana þar sem fyrirhuguð er vinnsla ferksvatns. Hún þarf að vera boruð nógu djúp til að ná niður í jarðsjó til að hægt sé að meta þykkt grunnvatnslinsunar ásamt því að finna vatnsborðshalla á svæðinu. Einnig er æskilegt að ný rannsóknarhola nýtist við að meta þykkt vatnsleiðandi bólstrabergslags, sem talið er að sé á þessum slóðum. Núverandi upplýsingar úr borholum á nærliggjandi svæðum gefa vísbendingar um, að bólstrabergslagið gæti verið á u.þ.b. 90 m dýpi. Þannig er áætlað, að holan þurfi að vera ríflega 100 m djúp. Borun þessarar holu er komin vel á veg þegar þetta er ritað og hefur hún fengið nafnið FR-02. Ætlunin er að framkvæma samtímamælingar á vatnshæð, rafleiðni og vatnshita í holum FR-01 og FR-02, bæði handvirkar með dýpi og síritaðar á föstu dýpi.