

Fiskirannsóknir

NR. 6



Fiskirannsóknir

Nr. 6

TÓRSHAVN 1990

Formæli

Hetta sætta bindið av ritinum Fiskirannsóknir skilir seg frá hinum trimum bindunum, sum komin eru, síðan vit í 1986 av nýggjum fóru undir at geva ritið út. Vanliga er ritið sett saman av fleiri ymsum greinum, sum litið hava hvør við aðra at gera, undantikið at tær allar viðgera hav ella fisk. Soleiðis fer eisini at verða við flestu av komandi ritum; men hetta ritið er eitt undantak, við tað at allar greinirnar í ti snúgva seg um sama evni og hoyra saman. Í hesum riti samanfata vit úrslitini av teimum kanningum, sum teir triggir stovnarnir: *Fiskirannsóknarstovan*, *Heilsufrøðiliga Starvsstovan* og *Náttúrugripasavnið* í felag hava gjørt av dálkingarvandanum á trimum føroyskum gáttarfirðum: *Skálafirði*, *Kaldbaksfirði* og *Sundalagnum norðan fyri Streym*. Kanningarnar byrjaðu av álvara í 1985 og hava verið gjørdar øll árin síðan tað. Eitt ógvuliga rúgvusmikið og fjølbroytt tilfar er savnað, og í ritinum royna vit at geva eitt yvirlit yvir úrslit og niðurstøður.

Endamálini við ritinum hava verið fleiri. Eitt hevur verið at skjalfesta tað kanningartilfar, sum fingið er til vega og lýsa, hvussu kanningarnar eru gjørdar. Í øðrum lagi er roynt at finna niðurstøður um dálkingina á firðunum, sum kunnu nýtast av myndugleikum. Aftrat hesum hava vit so eisini roynt at upplýsa um náttúruna á firðum okkara og dálkingini á teimum. Hetta seinasta er gjørt serliga við atliti at skúlum, men eisini at almenninginum. Hesi nógvu endamál gera ikki greinirnar lættari at lesa, og viðgangast má, at tann, sum ikki dagliga arbeiðir við tilikum spurningum, skal rokna sær nakað av tíð til at lesa alt ritið.

Vit hava tó roynt at gera tilfarið lættari atkomiligt við tveimum greinum fremst í ritinum. Tann, sum bert hevur áhuga fyri niðurstøðunum, kann finna tær í inngangsgreinini: *Eru føroysku gáttarfirðirnir dálkaðir?* Vil ein skilja tað grundarlag, niðurstøðurnar byggja á, gevur næsta greinin: *Dálking og oxygentrot í føroyskum gáttarfirðum* eitt yvirlit. Henda grein gevur tó bert ein samandrætt. Til at lýsa einstøku spurningarnar út í æsir er neyðugt at fara til einstøku greinirnar í ritinum. Til at lætta um er gjørt eitt stutt yvirlit á næstu síðunum.

YVIRLIT

Eru føroysku gáttarfirðirnir dálkaðir?	8
Niðurstøða	9
Tiltøk	10
Framtíðar kanningar	12
Dálking og oxygentrot í føroyskum gáttarfirðum	13
Inngangur	13
Dálking	16
Gáttarfirðirnir	18
Avleiðingar av oxygentroti	24
Skálafjørður	29
Kaldbaksfjørður	45
Sundalagið norðan fyri Streymin	52
Samanbering millum tey trý økini	60
Niðurstøður	65
Dýpi og skap á føroysku gáttarfirðunum	67
Hydrografiskar kanningar á føroysku gáttarfirðunum	75
Inngangur	75
Kanningartilfar	78
Úrslit	84
Longdarskurðir	87
Rák og útskipting í ovaru løgunum á føroyskum gáttarfirðum	99
Inngangur	99
Brakkvatnslagið	102
Útskiptingin í ovaru løgunum á Skálafirði	105
Útskipting og rák á Kaldbaksfirði	115
Útskipting og rák á Sundalagi	115
Niðurstøða	120

Tøðevni og gróðrarlikindi hjá plantuæti	122
Inngangur	122
Arbeiðshættir	124
Skálafjørður	127
Sundalagið norðan fyri Streymin	142
Kaldbaksfjørður	148
Niðurstøða	151
Sedimentering og niðurbróting av lívrønum evnum	156
Inngangur	156
Arbeiðshættir	159
Skálafjørður	161
Sundalagið og Kaldbaksfjørður	171
Viðgerð av úrslitum	179
Oxygentrot og útskipting í botnvatninum á føroyskum gáttarfirðum	188
Inngangur	188
Avlæsingin av botnlagnum	192
Botnvatnið	197
Blanding	211
Oxygennýtsla	237
Matematiskt model fyri oxygenjavnvágini	245
Niðurstøða	257
Botndjórallivið á føroyskum gáttarfirðum	259
Inngangur	259
Kanningarnar	266
Úrslitini	268
Umrøða av úrslitunum	274
Niðurstøða	281
Talva	285
Keldur til nitrogen, fosfor og livrønum evni í Skálafirði, Sundalagnum norðan fyri Streymin og Kaldbaksfirði	287
Inngangur	287
Skálafjørður	288
Kaldbaksfjørður og Sundalagið norðan fyri Streymin	301
Viðgerð	305

Eru føroysku gáttarfirðirnir

dálkaðir?

*E.Gaard, B.Hansen, Fiskirannsóknarstovan
K.Mortensen, M.Poulsen, Heilsufrøðiliga Starvsstovan
A.Nørrevang, Náttúrugripasavnið*

Teir føroysku gáttarfirðir, sum hugsað verður um í sambandi við spurningin í erva, eru Skálafjørður, Kaldbaksfjørður og Sundalagið norðan fyri Streymin. Spurningurin, um teir eru dálkaðir, er kanska ov breiður at svara undir einum, tí so nógv ymisk sløg eru av dálking. Í hesum riti viðgera vit eitt slag av dálking, sum stendst av, at fódurspill og skarn frá alibrúkum, leivdir og frárensl frá flakavirkjum og onnur rotandi evni fara á sjógv og enda í botnløgunum á hesum firðum. At vit bert halda okkum til gáttarfirðirnar, kemst av, at um summarið læst hesir firðir av, so at botnvatnið í teimum nakrar mánaðir bert verður partvist skift út. Tað ger teir serliga viðbreknar fyri dálking við rotandi evnum, tí avmarkað nøgd av oxygeni (ilt, súrevni) verður til at rota alt tilfarið, sum kemur í botnløginu. Hetta kann føra við sær, at rotingin tekur mest sum alt oxygenið, sum er niðri við botn. Tað fær sjálvandi avleiðingar fyri botnjórini, og tað kann fáa aðrar álvarsligar avleiðingar eisini, t.d. fyri alibrúk. Um tað er greitt, at tað bert er hetta slag av dálking, vit umrøða, so ber til at svara spurninginum í yvirkrivtini. Í hesi stuttu grein verða bert niðurstøðurnar nevndar og viðgjørðar. Gjollari innlit fæst við at lesa hinar greinirnar í ritinum og serstakliga samandráttin: *Dálking og oxygenrot í føroyskum gáttarfirðum.*

NIÐURSTØÐA

Tær niðurstøður, vit gera, byggja á kanningar av umstøðunum á firðunum og eina uppgerð yvir møguligar dálkingarkeldur. Henda uppgerð er fyri árinum 1986-87, og metingarnar um dálking eru tí fyri hetta tíðarskeið.

Skálafjørður var óivað dálkaður í 1986-87. Vit meta, at umleið ein fjórðingur av øllum tí rotandi tilfari, sum endaði í botnvatninum um summarið, var av mannaávum. Skálafjørður, sum frá náttúrunnar hond er viðbrekin, varð av hesum førkaður væl nærri vandanum fyri, at alt oxygenið niðast við botn verður tikið úr sjónum. Hetta kann drepa nógv av djórunum á fleiri kvadratkilometrum av botni og fáa aðrar avleiðingar. Broytingar í veðurlagi gera, at ógvuliga ymiskt er, hvussu støðan er í botnvatninum ymsu árinum, og tey vandamiklu árinum eru tey, har vindurin hevur verið lítil, so at lítið av oxygeni er blandað niður í botnvatnið. Hesi árinum hevur fjørðurin helst altið verið nær við at hava havt oxygenrot í botnvatninum; men tilflutningurin av rotandi evnum, sum stavar frá mannaávum, hevur eftir øllum at døma økt munandi um vandan fyri, at hetta hendir. Ein samanbering millum ymsar dálkingarkeldur á fjørðinum vísir haraftrat, at í 1986-87 átti alingin tann størsta partin, umleið trýggjar fjórðingar av tí tilflutningi, sum stavar frá mannaávum.

Kaldbaksfjørður er torførari at meta um enn Skálafjørður, og vit hava minni av mátingum frá Kaldbaksfirði, so niðurstøðan verður minni álitandi. Samanborin við Skálafjørð er Kaldbaksfjørður helst meiri ávirkaður av veðri. Einstakir stormar tykjast at gera meiri mun til at blanda oxygen niður í botnvatnið á Kaldbaksfirði; men í liggjandi góðveðri kann oxygennøgdin niðri við botn á Kaldbaksfirði minka skjótt. Sambært metingini fyri 1986-87 átti alingin mest sum alla dálkingina á Kaldbaksfirði. Í meðal fyri 1986-87 tykjast umleið 11% av samlaðu tilføringini av rotandi evnum til botnlagið at stava frá mannaávum, einamest alingini. Hetta er umleið helvtin av tí dálking, sum tá var á Skálafirði; men stórir vøkstur var í dálkingini á Kaldbaksfirði. Á verandi grundarlagi meta vit, at tilflutningurin av rotandi evnum til Kaldbaksfjørð eigur ikki at fara upp um tað, hann var í 1986-87, um ikki vandin fyri oxygenroti í botnvatninum í liggjandi góðveðri skal økjast.

Sundalagið norðan fyri Streymin tykist ikki vera í stórum vanda fyri, at oxygennøgdina við botn í bræði fer at minka munandi av mannaávuðum. Sambært okkara kanninum stavaðu 9% av samlaða tilflutninginum av rotandi evnum til botnvatnið á Sundalagnum í 1986-87 frá mannaávuðum; men sterka blandingin ger, at vandin fyri øktum oxygentroti í botnvatninum ikki er so stórur við tí tilflutningi, sum var í 1986-87.

Hinvegin tykist botnurin sjálvur at vera verri fyri á Sundalagnum norðan fyri Streym enn á hinum firðunum. Hetta hevur helst sín uppruna í tí nógva gróðurinum av plantuæti, sum frá náttúrunnar hond er meiri á Sundalagnum enn á hinum firðunum. Hetta tykist føra við sær, at botndjórini á hesum øki eru nær einum vandamarki, soleiðis at ein litil øking í tilføringini av livrunnum evnum móguliga kann fáa botndjórasamfeløgin har at bróta saman. Ikki er gjørligt á verandi grundarlagi at talfesta ta mongd av rotandi evnum, sum Sundalagið norðan fyri Streym toli; men mælast má til varsemi, og fleiri botndjórakanningar eiga at verða gjørdar á hesum øki.

TILTØK

Fyribyrging. Tá eitt øki er dálkað ella er í vanda fyri at verða tað, er spurningurin, hvørji tiltøk kunnu setast í verk til at fyribyrgja skaða. Hetta er ikki ein spurningur, sum vit viðgera í hesum riti. Vit hava hildið okkum til at kanna, hvussu stórur vandin er fyri oxygentroti, og hvørjar avleiðingar tað kann fáa. Nøkur almenn grundsjónarmið eiga tó at verða nevnd.

Yvirhøvur hava fólk tvinni grundsjónarmið mótvegis dálking. Annað er, at avleiðingarnar av dálkingini verða minkaðar við at minka um dálkingina. Hitt er at lata dálkingina halda fram, men roynd at minka avleiðingarnar við øðrum tiltøkum.

Eitt hóskiligt dømi er oxygentrotið á Skálafirði. Í mun til dálkingina í 1986-87 eiga avleiðingarnar uttan iva at vera minkaðar. Tað kann gerast við at tryggja sær, at dálkingarkeldurnar minka, og tað merkir fyrst og fremst, at dálkingin frá alingini má minka, annaðhvørt við at framleiðslan minskar, ella við at sama framleiðsla dálkar minni við at minka um fódurfaktorin. Hitt grundsjónarmiðið er, at bond ikki verða lögð á vinnuna, men í staðin verður eyka oxygen ført til botnvatnið á fjørðinum.

At velja millum hesi bæði sjónarmið er í síðsta enda ein politiskur spurningur; men gjørt má verða vart við, at tiltøk kunnu hava hjáárin, sum ikki vóru tilætlað. Vit kunnu t.d. velja ikki at tálma dálkingini á Skálafirði, men at fáa oxygen niður í botnvatni við eini pumpu ella á annan hátt. Tá ber ivaleyst til at halda oxygennøgdini í sjónum oman fyri ávíst mark; men hetta kann fáa aðrar avleiðingar. Ein avleiðing kann vera oxygentrot í botninum sjálvum. Ein onnur er, at gróðurin helst fer at økjast av dálkingini, og tað kann økja um vandan fyri eitrandi algum.

Sjálvt í einum so lítlum øki, sum einum firði, er skipanin av djórum og plantum, vistskipanin, fløkt og torskild. Hvørt einstakt djór ella planta eru tengd at ytri umstøðum, sum hita, oxygennøgd og øðrum. Aftrat hesum eru tey tengd hvørt at øðrum. Tey eta ella verða etin hvørt av øðrum og kunnu ávirka hvørt annað á ymsan hátt. Í tí løtu ein vistskipan verður órógvad so nóg, at hon broytist, er ilt at siga, hvat fer at henda.

Hetta skal ikki skiljast so, at ikki reinsandi tiltøk viðhvørt kunnu eydnast væl og eisini vera neyðug; men nógvar royndir ymsastaðni úr heiminum vísa, at vandi altíð er fyri hjáárin, og at ógjørligt er at tryggja seg móti tí frammanundan. Einasta tryggja loysnin at fyribyrgja dálking er at minka um dálkingarkeldurnar.

Gjollari skrásetingar av dálkingarkeldum. Tær samanberingar, vit hava gjørt av dálkingini á firðunum, eru, sum nevnt, grundaðar á eina uppgerð, sum varð gjørd í 1986-87. Á øllum trimum økjum, sum viðgjørd verða, er alingin nóg tann størsta dálkingarkeldan, og alingin er í støðugari broyting. Tað er tí hugstoytt, at ikki nýggjari metingar eru av dálkingini frá alingini. Vit hava lagt orku í at fáa nýggjari tilfar til tilíkar metingar, og nógvir alarar og stovnar hava verið beinasamir; men ikki hevur eydnast at fáa nóg fullfíggjað og nóg álitandi tilfar um alingina seinnu árin til álitandi metingar. Um firðirnir í komandi árum skulu verjast móti dálking, er neyðugt við regluligari skráseting av fódurnýtslu, vøkstri, felli og øðrum tølum frá alivinnuni, sum virka inn á dálkingina. Skal ein tilíkar skráseting vera fullfíggjað, má hon vera, um ikki lógarkrævd, so tengd at aliloyvinum, og eftirlit má vera við, at applýsingarnar koma inn.

FRAMTÍÐAR KANNINGAR

Tær kanningar, vit hava gjørt á Skálafirði, Kaldbaksfirði og Sundalagnum norðan fyri Streym, hava givið okkum eitt gott innlit í náttúruna á hesum firðum. Nógvir spurningar standa sjálvandi ósvaraðir; men í fyrsta umfari skuldi ikki verið neyðugt at hildið fram at kanna hesar firðir so gjølla, sum vit hava gjørt í tíðarskeiðnum 1985-90.

Hetta merkir tó ikki, at onki er eftir at gera. Neyðugt verður støðugt at fylgja við, hvussu støðan broytist á hesum firðum og samanbera møguligar broytingar við broytingarnar í tilføringini av dálkandi evnum.

Aftrat hesum eru aðrir firðir og øki, sum áttu at verðið kannað gjøllari. Serliga kann nevast Funningsfjørður. Hann var upprunaliga ætlaður at vera við í hesi kanningarrøð; men av tí, at SEV tá hevði ætlanir um serstakar kanningar har, varð hann ikki tikin við. Í hesum riti nevna vit nøkur úrslit frá Tangafirði; men ongi tekin vóru um oxygentrot í sjónum, og vit hava tí ikki kannað og viðgjørt hann so gjølla í hesum umfari. Ymiskt er tó, sum bendir á møguligar trupulleikar á hesum firði, og meiri átti at verðið gjørt við hann.

Nakað av kanningum er gjørt bæði á Funningsfirði, á Tangafirði og í minni mun á flestu øðrum firðum í Føroyum. So hvørt sum aling og onnur dálkandi vinna økist, verður neyðugt at fylgja við gongdini á hesum minni viðbreknu støðum.

Ein annar spurningur, sum lítið er gjørt við í Føroyum, er nærkanningar av serliga dálkaðum smáøkjum, t.d. havnaeki og botnurin beint undir alibrúkkum. Eisini tilíkir strupulleikar fara at verða meiri átroðkandi í komandi árum.

English summary. The main conclusions from the fjord investigations 1985-90 are presented. The investigations aimed at studying the oxygen conditions in the bottom waters of the three sill fjords Skálafjørður, Kaldbaksfjørður and Sundalagið. The first of these has clearly been affected by antropogenic releases so that the probability of anoxia is increased significantly. The two other fjords have not been affected to the same degree, but both of them may be close to a critical threshold.

Dálking og oxygentrot í føroyskum gáttarfirðum

*E.Gaard, B.Hansen, Fiskirannsóknarstovan
K.Mortensen, M.Poulsen, Heilsufrøðiliga Starvsstovan
A.Nørrevang, Náttúrugripasavnið*

Samandráttur. Henda grein er ein samanfatning av hinum greinunum í ritinum og grundarlagið fyri teimum niðurstøðum, sum standa í inngangsgreinini fremst í ritinum. Dálking og umstøðurnar á føroysku gáttarfirðunum verða lýst alment, og hvørt av teimum trimum økjum: Skálafjørður, Kaldbaksfjørður og Sundalagið norðan fyri Streym, verða viðgjørð. Greitt verður frá teimum umstøðum á hesum firðum, sum elva til oxygentrot í botnvatninum um summar, og kannað verður, hvussu stórir partur av oxygentrotinum er av mannaávvum.

INNGANGUR

Hetta ritið er ein frágreiðing frá kanningum, sum teir triggir stovnarnir: Fiskirannsóknarstovan, Heilsufrøðiliga Starvsstovan og Náttúrugripasavnið hava gjørt á føroyskum gáttarfirðum í tíðarskeiðnum 1985-90, og henda greinin er ein roynd at samanfata úrslitini í stuttum.

Nevndu kanningar vórðu settar igongd í samráði við Landsstýrið og Aliráðið, sum tá var. Farið varð undir tær, serliga vegna tann ótta, sum var, um dálking frá teirri vaksandi alingini hevði ella kundi fáa árin á umhvørvið á føroysku firðunum. Mett varð, at størsti dálking-

arvandin var móguleikin fyri, at oxygentrot kom á nøkrum av gáttarfirðunum.

At onkur av hesum firðum frá náttúrunnar hond er viðbrekin, er gamal kunnleiki. Kiilerich visti longu í 1928 á, at Skálafjørður viðhvørt hevði smáar oxygennøgdir niðri við botn. Tá iðnaður fór at taka seg upp inni á firðunum, var hetta havt í huga, og ein meiri fullfiggjað kanning varð sett í verk, sum fylgdi Skálafirði í eitt ár. Niðurstøðan av henni (Støðisútbúgvingin, 1980) var, at ikki skuldi so nógv til at dálka Skálafjørð, so tað fekk avleiðingar, og eisini varð mælt til varsemi við útbygging á øðrum firðum, serstakliga gáttarfirðum (Hansen, 1980).

Tá alingin tók ferð á seg tíðliga í áttatiárunum, var tí eitt ávist grundarlag fyri at tálma útbyggingini av hesi vinnu, til móguligar avleiðingar kundu síggjast, og serliga var hetta galdandi fyri Skálafjørð. Aðrar kanningar (Vandkvalitetsinstituttet, 1984) komu tó til tað niðurstøðu, at Skálafjørður toldi nógva aling, og loyvi vórðu givin til útbygging. Samstundis varð arbeitt við at seta í verk kanningar, sum kundu lýsa spurningin meiri nágreiniliga, og teir triggir stovnarnir: Fiskirannsóknarstovan, Heilsufrøðiliga Starvsstovan og Náttúrugripasavnið avgjórdu at fara undir hesar kanningar í 1985.

Kanningarnar byrjaðu í 1985, og longu fyrsta árið visti tað seg, at umráðandi var, at kanningarnar vórðu gjørdar, tí Skálafjørður tóktist vera verri fyri enn mett. Summarið 1985 kom oxygennøgðin niðast við botn á Skálafirði niður á 0,4 milligramm av oxygeni pr. litur av sjógvi. Hetta var so nógv minni, enn nakrantið áður var mátað, at hugsandi var, at fjørðurin longu var álvarsliga dálkaður. Betri gjørdist ikki, tá støðan í 1986 visti seg eins ring á Skálafirði, og í eini fyribils niðurstøðu (Hansen og Poulsen, 1987) varð mett, at ringa støðan í 1985 og 1986 fyri part kundi stava frá óvanliga góðum veðri; men at hon fyri part helst eisini kom frá dálking. Eisini varð mett, at ringasta dálkingarkeldan var alingin. Aðrir firðir vórðu eisini kannaðir (Bloch o.fl., 1986), og Kaldbaksfjørður og Sundalagið norðan fyri Streym vístu seg eisini at vera viðbrekin, tó í minni mun enn Skálafjørður.

Tær fyribils niðurstøður, sum gjørdar vórðu, vóru við til at tálma útbyggingini av alivinnuni, serliga á Skálafirði. Aftrat hesum komu broytingar í marknaðarviðurskiftum, eitrandi algur og sjúkur, sum alt ávirkaði útbyggingina av alivinnuni, so at fortreytirnar fyri henni gjørdust heilt øðrvísi. Eitt støðugt tjak hevur tó verið, um firðirnar - og serstakliga Skálafjørður - eru dálkaðir, og um tað er alingin, sum er størsti dálkarin (Vandkvalitetsinstituttet, 1987).

Vit hava tí arbeitt við tí høvuðsendamáli at útgreina henda spurning. Nágreiniligar kanningar vórðu gjørdar hvørt av árunum 1985-88, og í minni mun er hildið fram við kanningunum aftan á tað. Vit hava ikki gjørt nærkanningar við alibrúkini sjálvi. Tilíkar kanningar eru gjørdar í ymsum londum, eitt nú Noregi. Í staðin hava vit nýtt orkuna til at kanna firðirnar og dálkingina av teimum sum heild.

Í hesum riti viðgera vit úrslitini frá allari kanningarrøðini. Viðgerðin er bytt upp í eina røð av greinum. Tær viðgera hvør sær einstakar partar av spurninginum, og vit kunnu stutt lýsa innihaldið í teimum. Báðar tær fyrstu greinirnar: *Dýpi og skap á føroysku gáttarfirðunum* (Hansen, 1990a) og *Hydrografiskar kanningar á føroysku gáttarfirðunum* (Hansen o.fl., 1990) geva eitt yvirlit yvir firðirnar og nakrar av teimum kanningum, vit hava gjørt á teimum. Víst verður til hetta í hinum greinum. Eisini vísa vit til tær aftastu síðurnar í ritinum, har yvirlit er yvir standardstøðirnar, har kanningar vanliga eru gjørdar. Greinin: *Rák og útskipting í ovaru lögnum á føroyskum gáttarfirðum* (Hansen, 1990b) viðger teir ovaru partarnar á gáttarfirðunum. Viðurskiptini í hesum lögum eru avgerandi fyri náttúrliga gróðurinum á firðunum, og tann spurningurin verður viðgjørdur í greinini: *Tøðevni og gróðrarlíkindi hjá plantuæti* (Gaard og Poulsen, 1990). Oxygentrotið í botnvatninum stendst av roting av tí tilfari, sum søkkur (sedimenterar) niður í botnvatnið úr erva. Hetta er viðgjørt í greinini: *Sedimentering og niðurbróting av livrunnum evnum* (Gaard, 1990). Í næstu greinini: *Oxygentrot og útskipting í botnvatninum á føroyskum gáttarfirðum* (Hansen, 1990c), lýsa vit tær mátingar, vit hava av oxygennøgð, og hvussu ymiskt veðurlag ávirkar útskiptingina og við tí oxygentrotið í botnlögnum. Í fyrsta umfari eru tað serliga botndjórini, sum merkja avleiðingarnar av øktum oxygentroti, og teirra viðurskipti verða viðgjørd í greinini: *Botndjórallívið á føroyskum gáttarfirðum* (Nørrevang, 1990). Seinasta greinin í ritinum: *Keldur til nitrogen, fosfor og livrunnin evni á føroyskum gáttarfirðum* (Mortensen, 1990) gevur eitt yvirlit yvir tær ymsu keldurnar til dálking á firðunum, sum kunnu økja um oxygentrotið í botnvatninum.

Í restini av hesi grein fara vit at lýsa gjøllari tær niðurstøður, sum nevndar vórðu fyrst í greinini. Fyrst koma tó triggir almennir partar, har vit fyrst lýsa dálking alment, síðan gáttarfirðirnar, og so gera nakrar almennar hugleiðingar um avleiðingarnar av oxygentroti. Síðan viðgera vit hvønn fjørðin sær, tó at gjølligasta viðgerðin verður av Skálafirði.

DÁLKING

Ymsar hugsanir eru um, hvat er dálking. Ein bólkur av serkønum undir ST (UNESCO, 1982) hevur definerað dálking av havinum sum:

"Introduction by man, directly or indirectly, of substances or energy into the marine environment (including estuaries) resulting in such deleterious effects as harm to living resources, hazards to human health, hindrance to marine activities including fishing, impairing of quality for use of sea-water and reduction of amenities."

Sagt í stuttum er dálking av havinum sambært hesum tilflutningur av evnum ella gerðir frá mannahond, sum skaða livandi tilfeingi, menniskjaheilsu ella forða aðrari nýtslu. Á firðum stavar dálking vanligu frá tí, at so nógv av onkrum evnum eru latin á sjógv, at hetta hevur ávirkað djóra- ella plantulív. Hesi evni kunnu vera eitrandi og stava frá iðnaði, frá skipsmáling, frá oljutangum ella onkrum tilikum. Ivaleyst eru opnu havleiðirnar kring Føroyar millum tær reinastu í Norðuratlantshavi; men einstøk øki ella firðir kunnu vera dálkað við eitrandi evnum frá okkum sjálvum (Heilsufrøðiliga Starvsstovan, 1988). Kanningar av tilikari dálking eru torførar at gera og krevja serútgerð og serútbúgv við fólk. Lítið er gjørt av teimum á føroyskum firðum, og vit fara ikki at viðgera hetta slag av dálking.

Oxygentrot. Dálking kann tó eisini stava frá evnum, sum ikki í sjálvum sær eru eitrandi. Hetta hendir, tá nógv livrunnið burturkast verður latið á sjógv, tí livrunnið burturkast rotnar, og rotingin krevur oxygen. Rotingin fer fram á tann hátt, at bakteriur seta seg á burturkastið og bróta tað niður, t.v.s. gera tað um til onnur einfaldari evni, og til tess nýta tær oxygen. Í luft er vanligu nógv mikið av oxygeni; men í vatni ella sjógvi kunnu bakteriurnar undir rotingini nýta alt oxygenið í sjónum og elva til oxygentrot.

Sjógvur, sum í langa tíð hevur verið við vatnskorpana, hevur umleið 10 mg/l av oxygeni í sær. Eindin mg/l merkir milligramm í hvørjum litri (t.v.s. gramm í hvørjum m³). Sjógvur, sum hevur hesa oxygennøgd, sigst vera mettaður við oxygeni, ella vit kunnu siga, at oxygennøgdin er 100%. Verður hesin sjógvur síðan fluttur frá vatn-

skorpuni niður á størri dýpi, kann oxygennøgdin at kalla bert broytast av livandi verum. Plantur framleiða oxygen í gróðurinum (fotosyntesuni). Í teimum ovastu lögnum, har nógv mikið av ljósi er til gróður hjá algum, kunnu tær nærast so skjótt, at tær økja oxygennøgdina upp um 100%.

Umvent er við djórum og bakterium, sum taka oxygen úr sjónum til anding og roting. Undir tí ljósa gróðrarlagnum kemur tí onki nýtt oxygen til sjógvin; men hinvegin kann oxygennøgdin minka av djórunum og bakteriunum. Á einum føroyskum firði røkkur gróðrarlagið um summarið sjáldan undir 20 metra dýpi (Gaard og Poulsen, 1990), so undir hesum dýpi fær sjógvurin ikki nýggja tilføring av oxygeni.

Øllum djórum tørvar tó oxygen til anding, og oxygen má vera í sjónum í nógv stórum nøgdum, um tey skulu trívast. Hvørvur alt oxygenið úr sjónum á ávisum dýpi, kann haraftrat svávlbrinta (H₂S) gerast, og hon er eitrandi fyri djór og plantur. Tí kann roting elva til vandamiklar umstøður fyri djóra- og plantulív í sjónum. Tilik roting er frá náttúrunnar hond í øllum firðum, og tað er ikki dálking. Dálking verður tað, tá tann parturin av rotingini, sum stavar frá mannaávim, er nógv stórur til at broyta viðurskiftini hjá plantum ella djórum munandi.

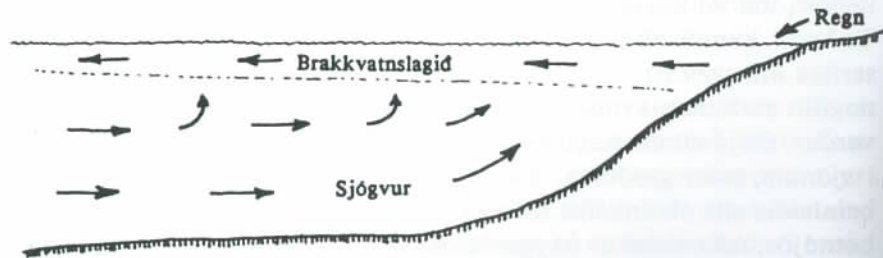
Eutrofiering. Evni, ið stava frá mannaávim, kunnu tó eisini elva til oxygentrot meiri óbeinleiðis. Hetta verður nevnt eutrofiering, og hon kemur, um vit koyra í sjógvin nøkur serlig evni, sum nevnast tøðevni. Tøðevni kunnu økja um gróðurin í sjónum. Eins og á landi eru tað serliga nitrogen og fosfor, sum taða sjógvin. Í mongum førum er tað nøgdin av hesum evnum í sjónum, sum avger, hvussu nógvur gróður verður. Økja vit um nøgdina av tøðevnum, so kann meiri gróður verða í sjónum; men gróðurin, t.v.s. algurnar ella plantuæti, og tað, sum beinleiðis ella óbeinleiðis livir av gróðrinum, t.v.s. djóraæti, fiskur og botndjór, taka eisini av oxygeninum, tá tey anda ella doyggja og rotna. Økja vit um gróðurin við at føra til sjógvin eyka tøðevni, so økja vit sostatt eisini um móguleikarnar fyri oxygentroti.

Útskipting. Avgerandi fyri, um økt tilføring av evnum hevur nakað árin, er tó útskiptingin, tí verður nýggjur sjógvur við nógv mikið av oxygeni í sær ferdur til sohvørt, so fær tilføringin ikki nakað álvarsligt árin. Vandin kemur, tá øki, sum hava ringa útskipting, fáa eyka tilføring, og tað er hetta, sum ger gáttarfirðirnar serliga viðbreknar.

Orðið *útskipting* merkir í hesum føri, at sjógvurin í fjørðinum ella økinum verður skiftur út við nýggjan sjógv aðrastaðni frá. Ofta er tað so, at nakrir partar av einum øki verða tittari skiftir út enn aðrir partar; men vanligi ber til at rokna meðalvirði. Útskiptingin kann roknast í ymsum eindum; eitt nú í døgum. Um rákið t.d. hvønn dag flytur inn í ein fjørð eina mongd av sjógvi, sum er ein tiggjundapart av samlaðu mongdini av sjógvi í fjørðinum, so rokna vit meðal útskiptingartíðina at vera 10 dagar; men hetta hevur bert meining, um ikki partar av fjørðinum eru læstir av og verða skiftir út nógv spakuligari enn restin.

GÁTTARFIRÐIRNIR

Ovaru lögini. Eitt tað, sum eyðkennir ein fjørð, er, at feskt vatn rennur í hann í øðrum endanum (og síðunum), og at opið er í hinum endanum. Í hesum sambandi er Sundalagið norðan fyri Streymin ikki nakar rættur fjørður; men til tess at lætta um orðingina nýta vit í hesi grein og í øllum ritinum ofta heitið fjørður um hetta økið eisini. Tað feska vatnið elvir til eitt eyðkent rák, sum er at finna í næstan øllum firðum (Mynd 1). Tá vatnið kemur úr árunum út í fjørðin, blandast tað mest sum beinanveg við sjógvin, og henda blanding, nevnd *brakkvatn*, er minni sølt og tí eisini lættari enn restin av sjógvi í fjørðinum.

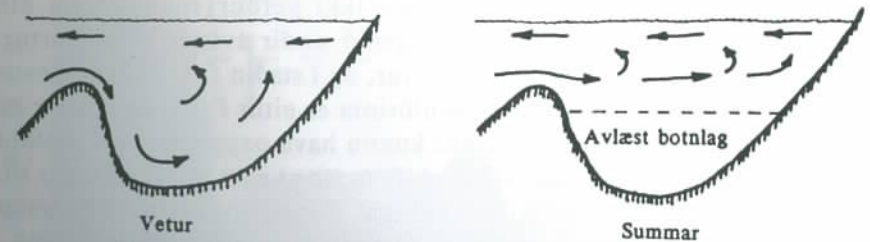


Mynd 1. Rákið á einum vanligum firði.

Brakkvatnið legst tí í eitt lag, *brakkvatnslagið*, sum liggur ovast í fjørðinum. Vindur kann ávirka rákið í vatnskorpunum; men í meðal yvir longri tíðarskeið má ovara lagið reka út. Annars var fjørðurin fyrri langari tíð síðan vorðin feskur. Vit hava tí í flestu firðum útrák í erva, og tað elvir aftur til eitt innrák longur niðri, tí hóast ein partur av útrekandi brakkvatnslagnum er feskt vatn, so er blandingin tó so mikil,

at mesti parturin (umleið 99%) er sjógvur. Hesin sjógvur má onkusvegna vera komin inn í fjørðin, áðrenn hann kann reka út úr honum sum brakkvatn. Tað, at sjógvurin er saltari og tí tyngri enn brakkvatnið, ger, at innrákið av sjógvi er undir brakkvatnslagnum.

Feska vatnið elvir tí í fyrsta umfari til útrák í ovasta lagnum, og tað førir við sær, at sjógvur verður sogin inn longur niðri. Í avlæstu gáttarfirðunum er eitt botnlag undir hesum, og tí nevna vit í hesum riti lagið við inngangandi sjógvi: *Miðlagið*. Rákið í hesum báðum lögum er gjøllari viðgjørt í greinini: *Rák og útskipting í ovaru lögnum á føroyskum gáttarfirðum* (Hansen, 1990b). Skiftandi veður hevur stórt árin á hesi lögini, so viðurskiptini í teimum broytast nógv; men um summarið er meðaltjúktin á brakkvatnslagnum 10-15 metrar, og tað verður í meðal skift út eftir einum 5 døgum á Kaldbaksfirði og í Sundalagnum n. f. Streym og eftir einum 10 døgum á Skálafirði. Streymmátningar, sum eru gjørdar á firðunum, vísa tað regluliga rákið, sum stavar frá feska vatninum, men vísa eisini, at tað heldur seg meiri øðrumegin, so tað hevur landið á høgri síðu. Hetta gevur ein meldur móti klókkuni. Eisini vísa streymmátningarnar týðuligt samband millum rák og vind yvir stutt tíðarskeið.



Mynd 2. Á einum gáttarfirði røkkur miðlagið um veturin vanligi heilt niður móti botni (vinstra myndin); men um várið kunnu niðastu partarnir av tí læsast av, so at fjørðurin alt summarið ella partar av tí kann hava eitt avlæst botnlag niðast.

Avlæsing í gáttarfirðum. Mesta av tí, sum sagt er, er galdandi fyri allar firðir. Ein gáttarfjørður skilir seg frá einum vanligum firði við at hava eina gátt ella grynnu nær munnanum. Rákið í einum gáttarfirði er um veturin ikki nógv ymiskt frá rákinum á einum vanligum firði. Eitt brakkvatnslag er í erva, sum rekur út úr fjørðinum og undir tí eitt inngangandi miðlag, og hetta lag røkkur heilt niður á botn. Um summarið er hinvegin øðrvísi (Mynd 2). Tá sjógvurin uttan fyri fjørðin fer at hitna um várið, verður hann lættari enn tann sjógvurin, sum er á botni inni í fjørðinum og sum stavar frá síðsta vetri.

Sjógvurin í miðlagnum er tí ikki nóg tungur at fara heilt niður á botn. Tá gerst eitt *botnlag* frá nakað undir gáttardýpi og niður á botn, og í hesum botnlagi liggur fyri stóran part tann sami sjógvurin fleiri mánaðir um summarið. Vit siga, at botnlagið verður *avlæst*.

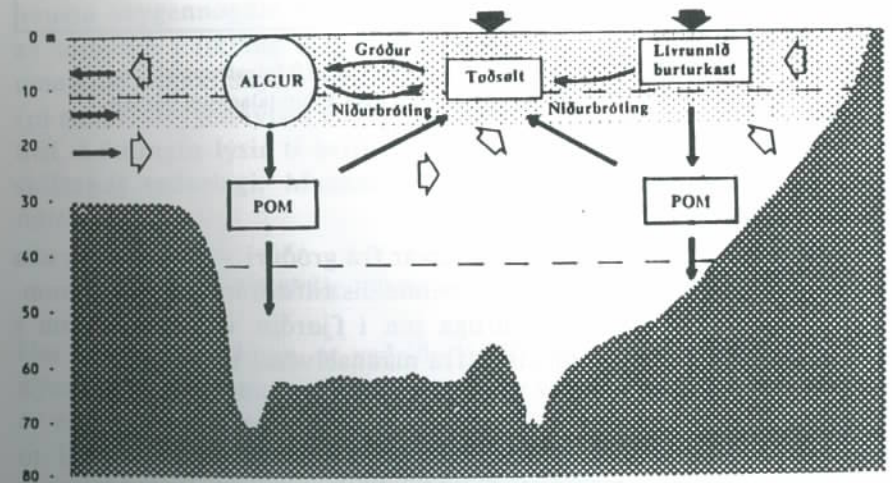
Hetta hevur fleiri avleiðingar; men álvarsligasta er tann, at oxygennøgdin fer at minka. Tá fjørðurin varð læstur av, var ein ávis mongd av oxygeni í botnlagnum. Burtur av hesum verður brúkt alla tíðina, so um ikki nýtt oxygen kemur til botnlagið, so minkar oxygennøgdin. Avlæsingin er ongantið so fullfíggað, at onki nýtt oxygen kemur til botnvatnið; men í einum gáttarfirði um summarið kann tilflutninurin av oxygeni vera væl minni enn nýtslan. Tá kann tað henda, at so stórus partur av oxygeninum verður tikin úr sjónum, at nøgdin fer undir tað mark, sum djórini tola. Tey fáa tá ikki andað, og tey, sum kunnu rýma, gera tað ivaleyst. Tey flestu av hinum doyggja, um oxygenrotið varar ov leingi. Umstøðurnar hjá botndjórum eru viðgjørðar meiri gjølla í greinini: *Botndjórallívið á føroyskum gáttarfirðum* (Nørrevang, 1990).

Fleiri dømi eru um firðir ella øki, sum frá náttúrunnar hond hava støðugt oxygenrot við botn. Nevnast kunnu nakrir norskir og skotskir firðir og Svartahavið, tó tað vanligi ikki verður roknað sum ein fjørður. Á hesum økjum er alt oxygenið undir ávisum dýpi burtur. Har liva mest sum bara sváulbakteriur, og í staðin fyri oxygen hevur sjógvurin í sær sváulbrintu. Sváulbrinta er eitur fyri vanlig djór og heldur teimum burturi. Onnur øki kunnu hava oxygenrot við botnin í fleiri ár, sum so viðhvørt verður skift út, so at nýtt oxygen kemur til. Kendasta dømi um hetta er kanska Eystursjógvurin. Føroysku gáttarfirðirnir eru dømi um firðir, ið hava árstíðarbundna avlæsing.

Oxygenrot. Fleiri viðurskifti hava ávirkan á, hvussu viðbrekin ein gáttarfjørður er mótvegis oxygenroti. Tey kunnu býstast í tveir bólkar; Tey, sum økja um oxygennýtluna hjá djórum og bakterium, og tey, sum ávirka útskiftingina.

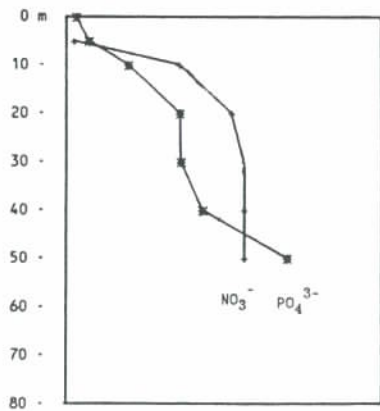
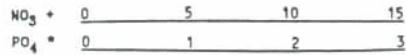
Viðurskifti, sum ávirka oxygennýtluna, eru fyrst og fremst tey, sum broyta náttúrliga gróðurin á fjørðinum. Vit kunnu her nevna ljós, hita og blandingina í gróðrarlagnum, sum aftur er tengd at vindi. Eitt tað týðningarmesta fyri gróður í sjónum er tó náttúrligi tilflutningurin av tøðevnum. Algur í sjónum mugu eins og plantur á landi fáa ymisk tøðevni fyri at kunna nærast. Hesi evni eru serliga nitrogen og fosfor, og nøgdin av teimum eru í mongum førum avgerandi fyri, hvussu nóggur gróður er.

Hesi viðurskifti verða gjøllari umrødd í greinini: *Tøðevni og gróðrarlíkindi hjá plantuæti* (Gaard og Poulsen, 1990), og í stuttum ber til at siga, at ljós og tøðevni eru avgerandi fyri gróðurinum. Sum vist er á mynd 3, eru tað í gróðrartíðini bert teir ovastu metrarnir í einum firði, sum eru nóg ljósir til gróður; men ofta er lítið av tøðum ovast í sjónum. Dømi um hetta er vist á mynd 4. Mesta av tøðunum kemur inn við sjónum í miðlagnum, og tey reka so spakuliga upp í brakkvatnslagið, har nóg mikið av ljósi er til gróður. Sum myndin visir, er tað vanligt (tó ikki altíð), at øll tøðini eru tikin úr sjónum, áðrenn hann nær heilt upp móti vatnskorpuni. Hetta er helst ein orsök til, at flestu algurnar vanligi eru at finna í niðara parti av brakkvatnslagnum.



Mynd 3. Í einum firði er bert nóg mikið av ljósi til gróður í ovasta partinum (prikkaða økið á myndini). Umframt ljós mugu algurnar hava tøðevni (tøðsølt). Hesi koma inn í fjørðin í miðlagnum og frá fólki (opnu píslarnir). Algurnar byggja upp livrunnin evni (POM = Particulate Organic Matter), og eisini koma livrunnin evni beinleiðis av mannaávu. Partur av livrunnu evnunum enda í botnlagnum (undir brotnu strikuni), har tey rotna og taka oxygen úr sjónum.

Men júst hetta, at algurnar hava ov lítið av tøðum ovarlaga í sjónum, har ivaleyst av ljósi er, ger, at mannaelvd tilføring við tøðevnum økir gróðurin (eutrofiering). Sum mynd 4 visir, fylgjast fosfat og nitrat hampuliga væl; men nitriði tykist tømast fyrst. Líkt er tí til, at tað serliga er nitrogen, sum er avmarkandi fyri gróðuri.



Mynd 4. Nøgdirnar av nitrati og fosfati í umol/l (vinstrumegin) og av klorofyl a í ug/l (høgrumegin) við dýpi á Sundalagnum norðan fyrri Streym (SU41) tann 25. juli 1985.

Aftrat tí oxygennýtsluni, sum stavar frá gróðuri - náttúrligum ella vegna taðing - kemur rotingin av beinleiðis tilførdum rotandi evnum. Hesi kunnu vera komin náttúrliga inn í fjørðin við innrákinum í miðlagnum, ella tey kunnu stava frá mannaelvdari tilføring.

Útskipting og blanding. Útskiptingin av botnvatninum hevur tó eisini nógva ávirkan á oxygentrotið, og tvinni viðurskipti eru av serligum týdningi. Annað er, hvussu leingi avlæsingin varar. Tess fyrr botnvatnið verður læst av um várið, og tess seinni útskiptingin kemur um heystið, tess longri tíð hava bakteriur og djór til at tøma botnvatnið fyrri oxygen, og tess størri móguleiki er fyrri oxygentroti. Men aftrat hesum kemur, at sjálvt meðan botnvatnið er læst av, er nakað av blanding millum botnlagið og ovaru lögini, og henda blanding førir oxygen niður í botnvatnið. Hesi viðurskipti eru gjølla viðgjørd í greinini: *Oxygentrot og útskipting í botnvatninum á feroyskum gáttarfirðum* (Hansen, 1990c). Har er víst, at blandingin hevur nógva at týða fyrri oxygentrot; men eisini at hon broyttist í styrki ár um ár, helst vegna ymiskt veður. Tey árin, har blandingin er veik, verður vandin fyrri oxygentroti størri.

Oxygen javnvágin í einum gáttarfirði. Tað ber til at samanfata tað, sum sagt er, í eina likning, sum lýsir javnvágina fyrri oxygeni í botnvatninum. Vit kunnu t.d. kanna samlaðu mongdina av oxygeni undir einum ávisum dýpi á einum gáttarfirði. Minkingin av hesi oxygenmengd er:

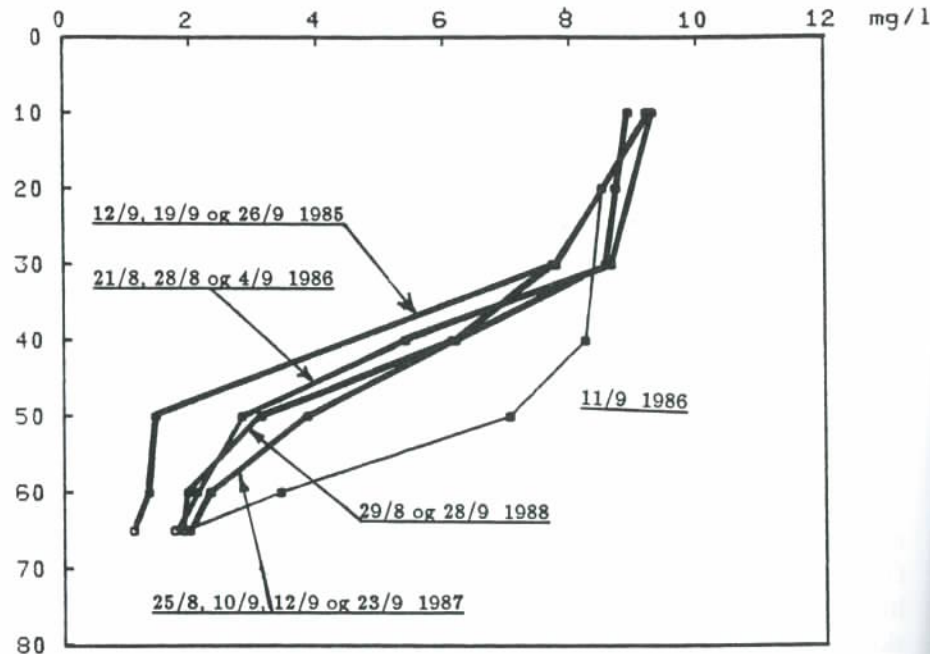
$$\text{Minking} = \text{Nýtsla} - \text{Flutningur} \quad (1)$$

Her verða øll trý roknað í somu eind, t.d. kg av oxygeni um dagin, og likningin sigur, at minkingin av oxygeni kemur frá nýtsluni av oxygeni, men verður fyrri part eisini uppvigað av flutningi, sum stavar frá blanding. Tað, sum hevur mest at týða fyrri djórini, er nøggin av oxygeni í sjónum, og minkingin í oxygeni gevur eina heildarmynd av, hvussu oxygennøggin broyttist fyrri alt botnlagið. Tí er minkingin tað av tølunum í likning (1), sum merkist hjá djórnum. Um oxygenmengdin minkar skjótt (stór minking), so kann tað sambært (1) stava frá stórari oxygennýtslu ella frá, at flutningurin av oxygeni úr erva er litil. Likningin lýsir tí ávirkanina frá mannaelvdari tilføring og frá skiftandi veðurlagi. Mannaelvda tilføringin virkar til at økja um nýtsluna:

$$\text{Nýtsla} = \text{Náttúrlig nýtsla} + \text{Mannaelvd nýtsla} \quad (2)$$

Her má havast í huga, at veðrið (ljósið t.d.) kann ávirka náttúrligu nýtsluna av oxygeni; men aftrat tí ávirkar veðrið flutningin av oxygeni úr erva niður í botnlagið.

Í áðurnevndu grein um oxygentrot (Hansen, 1990c) eru útrokningar av minkingini av oxygeni í botnvatninum á teimum trimum gáttarfirðunum, og nakað seinni í hesi grein viðgera vit tey tølini fyrri hvønn fjørð sær; men ein eigur at gera sær greitt, at eitt tal fyrri minkingina av oxygeni bert gevur eina hóming av støðuni, tí viðurskiptini eru ymisk ymsa staðni í botnlagnum. Mynd 5 vísir sostatt, hvussu oxygennøggin broyttist við dýpinum á Skálafirði ymisk ár. Umráðandi er, at oxygennøggin ongastaðni fer undir 2 mg/l, sum greitt er frá í greinini um botndjór (Nørrevang, 1990). Hendir hetta, so verður tað fyrst á størsta dýpinum, og tí er mest umráðandi at kanna oxygenmengdina niðast við botn. Til tess at siggja, hvussu henda oxygennøggin broyttist við mannaelvdari tilføring og við ymsum veðurlagi, hava vit gjørt eitt matematiskt modell, ið er gjøllari lýst í greinini um oxygentrot.



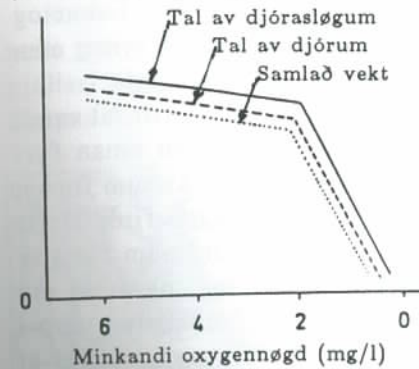
Mynd 5. Broytingin í oxygeni við dýpi á Skálafirði (SK05), tá minst oxygen var í botnvatninum ymisk ár. Tjúkku strikurnar vísa meðaloxxygenprofilar frá 2-4 túrum hvørt árið 1985-88. Klæna strikan er oxygenprofilurinn 11/9 1986, tá útskiptingin varð farin í gongd.

AVLEIÐINGAR AV OXYGENTROTI

Oxygentrot í sjónum. Tey, sum fyrst merkja oxygentrot í einum firði, eru botndjórini. Í grein síni í hesum riti um botndjór viðger Arne Nørrevang umstøðurnar hjá teimum gjølla. Tá oxygennøgðin í sjónum niðri við botn minkar, gerast umstøðurnar hjá nøkrum djórasløgum so torførar, at tey hvørva, meðan onnur sløg í fyrsta umfari kanska fara at nørast. Frá at hava nógv ymisk sløg við fáum djórum av hvørjum slagi fáa vit djórasamfeløg við fáum sløgum; men nøkur teirra kunnu vera umboðað av heilt nógvum djórum. Versna umstøðurnar uppaftur meiri, fara tó hesi slögini eisini at doyggja.

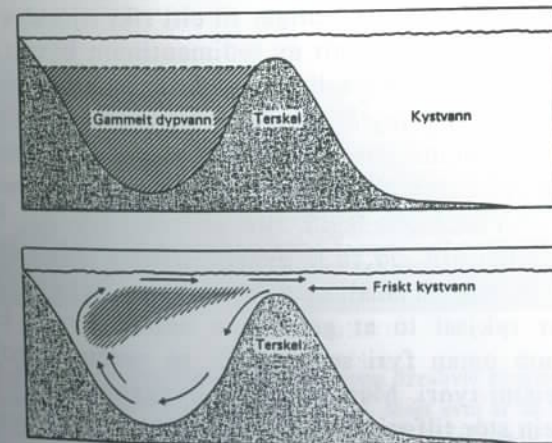
Hvar markið liggur, kann vera ymiskt fyri ymisk sløg; men fyri nógv botndjór er 2 mg/l oxygen í sjónum, sum áður nevnt, eitt týðiligt

mark. Undir hesum marki er ein bráðlig minking bæði í tali av slögum, tali av einstökum djórum og samlaðu vektini av djórum (biomassa) á hvørjum kvadratmetri. Hetta er lýst á mynd 6.



Mynd 6. Myndin visir, hvat hendir við botndjórnum, tá oxygennøgðin minkar. Talið av ymiskum slögum, talið av djórum av hvørjum slagi og samlaða vektin av djórum á hvørjum kvadratmetri av botni minka øll trý bráðliga, tá oxygennøgðin fer undir eitt ávíst mark. Markið liggur umleið 2 mg/l. Fer oxygennøgðin undir hetta mark, brýtur vistskipanin ógvuliga skjótt saman, og mesti parturin doyir (Eftir Rosenberg, 1980).

Hvat viðvikur øðrum enn botndjórum, so eru avleiðingarnar vanliga ikki so sjónligar. Tá oxygennøgðin í sjónum fer undir ávíst mörk, trívist fiskur heldur ikki so væl; men vanliga kann hann rýma. Viðhvørt, tá nógv sild hevur verið á Skálafirði, hava vit sæð hana trunka seg niður móti tí dýpinum, har oxygennøgðin bráðliga minkar (40-50 m). Møguliga kann fiskur kava niður í botnvatnið; men skjótt má hann upp aftur at "anda".



Mynd 7. Um botnvatnið á einum gáttarfirði hevur verið avlæst í longri tíð, kann svávilbrinta vera komin í sjögvin (ovaru myndin). Tá botnvatnið síðan verður skift út, kann tað, um illa vil til, koma upp í ovaru partarnar av fjørðinum og skaða villan og aldan fisk. (Eftir Oug, 1989).

Enn vita vit ikki um, at oxygennøgdin í nøkrum feroyskum firði er minkað so nógv, at onki var eftir í sjónum á onkrum dýpi. Úr øðrum økjum vita vit, at undir tilikum umstøðum kann svávlbrinta koma í sjógvin, og hon er so eitrandi, at mest sum allur fiskur og botndjór doyggja, um tey eru fyri. Fiskurin kann vanligliga rýma; men flestu botndjórini hava ikki tann móguleikan, og tey doyggja.

Í gáttarfirðum er tað bert frá gáttardýpinum og niðureftir, at vandi er fyri oxygentroti og svávlbrintu í sjónum. Sjógvurin oman fyri gáttina hevur vanligliga ivaleysa nógv av oxygeni í sær. Í ávísam førum kann svávlbrinta tó koma upp í ovaru lögini í einum gáttarfirði. Hetta kann, sum mynd 7 vísir, henda, um botnvatnið í fjørðinum fyrst er tømt fyri oxygen og hevur fingið svávlbrintu í seg, og at so ein brádlig útskifting kemur, sum skumpar sjógvin í botnlagnum upp í ovaru lögini. Hetta er hent í Noregi (Oug, 1989, t.d.), og torført er at meta, um tað kann henda í Føroyum, har umstøðurnar eru nakað øðrvísi; men skuldi tað hent á einum av okkara firðum, so verða avleiðingar álvarsligar fyri fisk og botndjór í grynru pørtunum av fjørðinum og fyri alibrúk, sum liggja fyri.

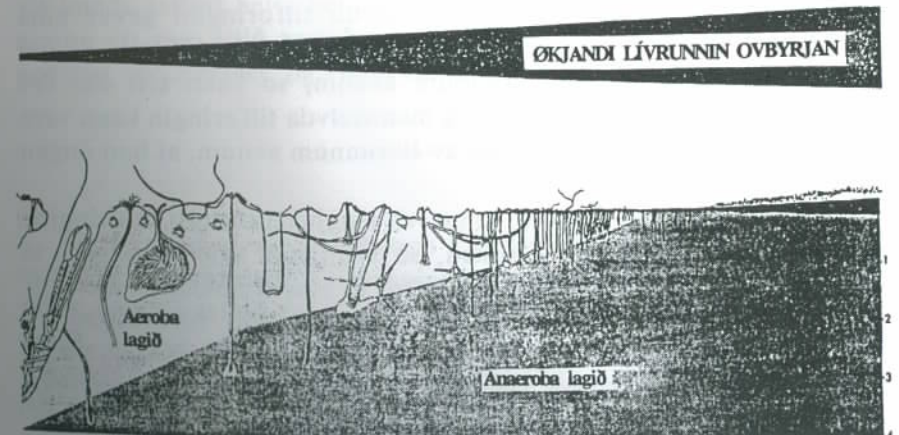
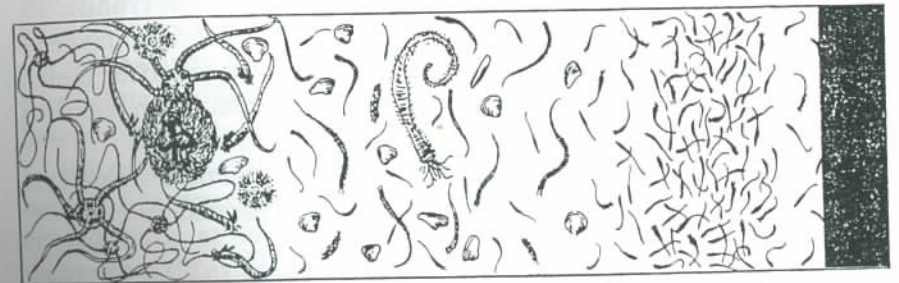
Oxygentrot í botninum sjálvum. Tað er tó ikki nógv mikið at kanna sjógvin. Neyðugt er eisini at vísja seg um, at umstøðurnar í botninum sjálvum (sedimentinum) eru hóskiligar til eitt ríkt djóralív.

Vanliga kunnu ovaru partarnir av sedimentinum býtast í tvey lög. Ovast er "*aeroba lagið*", sum vanligliga er nakrar centimetrar til tjúktar. Undir tí liggur "*anaeroba lagið*". Nýggjar kanningar benda á, at fritt oxygen bert er í ovastu millimetrinum av tí aeroba lagnum; men hóast tað er hetta lagið "oxiderandi", og tað hevur tí betri umstøður fyri flestu botndjór enn anaeroba lagið, sum er "reducerandi".

Ymisk viðurskifti eru við til at avgera, hvussu tjúkt aeroba lagið verður, og enn eru nógv ivamál, sum ikki eru nógv væl kannað. Nakrar einfaldar reglur tykjast tó at geva eina heildarmynd: Er litið av oxygeni í sjónum oman fyri sedimentið, so verður aeroba lagið í sedimentinum eisini tynri. Men sjálvt um oxygennøgdin í sjónum er stór, so kemur ein stór tilføring av livrunnum evnum at hava við sær, at nógv rot verður í teimum ovastu pørtunum av sedimentinum, og aeroba lagið eisini tá verður tynri. Hinvegin kann tilfarið í sedimentinum hava nógv at siga. Er nógvur sandur í botninum, so sleppur oxygenið nógv lættari niður, enn um tilfarið er smærri í tí og meiri samankittað. Eisini hava botndjórini ein stóran leiklut. Nøkur djór

grava djúpar gangir í botnin, og gjøgnum tær lekur oxygen niður. Onnur djór "velta" botnin (bioturbering) við at grava seg gjøgnum hann.

Kanna vit nú, hvussu hesi viðurskifti virka inn á djórini, so tykist heilt greitt, at tjúktin av aeroba lagnum er avgerandi. Hetta er lýst gjøllari í greinini um botndjór (Nørrevang, 1990) og sæst skematiskt á mynd 8.



Mynd 8. Tveir ymiskir mátar at vísa, hvussu dýralívið broytist, sohvørt sum meira livrunnið evni kemur á botnin. Mest evni er til høgru, tey "normalu" viðurskiftini til vinstru. Í erva sæst niður á botnin. "Normalt" eru stór og smá dýr saman. Longur inni verða dýrini færri, tí summi sløg tola ikki óvbyrjanina, og eisini eru nógv smá dýr av fáum sløgum. Allarinnast er einki lív. Í neðra er tvørskurdur av havbotninum, og myndin er her tann sama. (Eftir Pearson og Rosenberg, 1978).

Tá aeroba lagið tynnist, hvørva nógv av djórunum, og tynnist lagið burtur í onki, so at anaerob viðurskifti verða ovast í sedimentinum, so eru mest sum ongi botndjór eftir.

Botndjórini eru tí í eini ávisari tvístøðu. Fleiri teirra mugu hava nóg tjúkt aerobt lag í sedimentinum fyri at kunna liva; men samstundis eru tey fortreyt fyri, at aeroba lagið er tjúkt. Vit kunnu hugsa okkum umstøður, har aeroba lagið júst er nóg tjúkt til eitt ríkt djórasamfelag, og at umstøðurnar á onkran hátt versna, so at aeroba lagið tynnist. Tá fara nøkur av djórunum at doyggja. Hetta minkar um oxygenflutningin niður í sedimentið. Aeroba lagið tynnist tí uppafstur meiri. Fleiri djór doyggja o.s.fr. Undir tilíkjum umstøðum kann ein lítil broyting geva álvarsligar avleiðingar fyri botndjórini.

Okkurt bendir á, at hetta er støðan á Sundalagnum norðan fyri Streym, og vit venda aftur til henda spurning í tí sambandi.

Sambandið millum mannaelvda tilføring og avleiðingar. Á hesum staði er hóskiligt at umrøða nærri spurningin um, hvussu ein ávis øking av mannaelvdu tilføringini økir um avleiðingarnar. Er tað t.d. altið so, at ein tvifalding av mannaelvdu tilføringini gevur eina tvifalding í avleiðingum? Svárið er heilt greitt: Nei. Hugsa vit um mannaelvda tilføring við livrunnum evnum, so kann eitt øki frá náttúrunnar hond vera ovbyrjað, og mannaelvda tilføringin kann vera so lítil partur av allari tilføringini av livrunnum evnum, at hon ongan mun ger.

Vit kundu so kanska hildið, at um vit leggja náttúrligu tilføringina og mannaelvdu tilføringina saman, so tvifaldast avleiðingarnar, tá samlaða ovbyrjanin tvifaldast; men aftur er svárið noktandi. Helst er tað so, at viðhvørt hevur ein øking av samlaðu tilføringini av livrunnum evnum mest sum ongar avleiðingar; men viðhvørt verða avleiðingarnar, at náttúran frá at vera lítið merkt av mannaelvdu tilføringini brýtur saman.

Best kann hetta kanska lýsast við einum dømi. Vit kunnu hugsa okkum ein fjørð, har náttúran er óbroytt frá einum ári til annað. Gróðurin er tann sami ár um ár og blandingin eisini. Vit kunnu eisini hugsa okkum, at fjørðurin frá náttúrunnar hond liggur nær einum vandamarki. Hetta kann vera av ymsum orsøkum. Nevnt er t.d., at 2 mg/l av oxygeni í sjónum er eitt tilíkt mark (Mynd 6), og somuleiðis er eitt mark, sum tjúktin av aeroba lagnum helst ikki skal fara undir. Hesin hugsaði fjørður kann hava tað hampuliga gott, so leingi hann ikki verður dálkaður; men bert eitt sindur av mannaelvdari tilføring,

sum er lítil í mun til samlaðu ovbyrjanina, kann vera nóg mikið til at flyta fjørðin um markið, so at avleiðingarnar verða stórar.

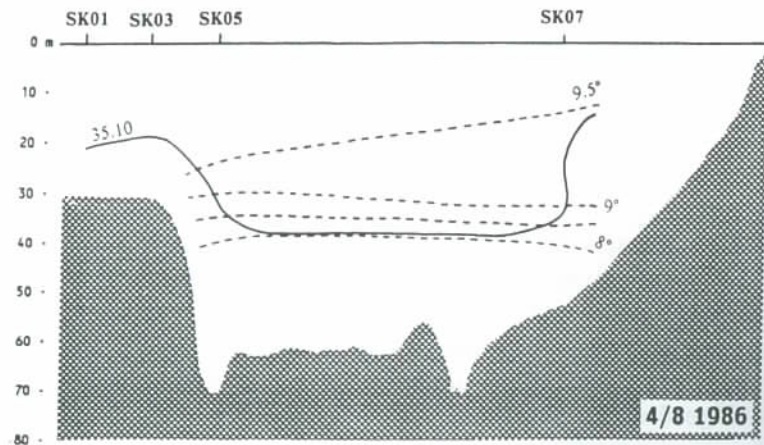
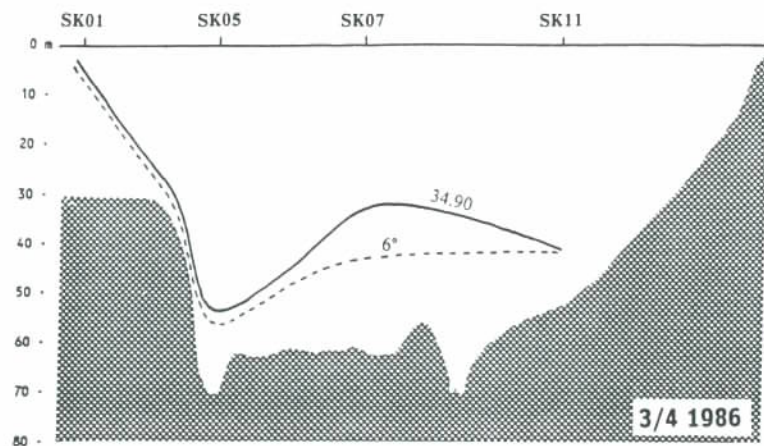
Tað er heilt greitt, at hetta dømi er ikki nøkur veruleikakend lýsing av feroyskum gáttarfirðum, tí okkara firðir hava frá náttúrunnar hond ymiskar umstøður ár undan ári; men tað merkir ikki, at mannaelvda tilføringin onki hevur at siga fyri tilíkar firðir. Er ein tilíkur fjørður nær einum vandamarki, so merkir tað kanska, at flestu árin er alt í lagi á fjørðinum; men so, av og á, gongur galið. Tilíkar vanlukkur henda kanska frá náttúrunnar hond eina ferð hvørja öld; men økja vit um mannaelvdu tilføringina bert eitt sindur, kann tað vera nóg mikið til at flyta fjørðin so mikið nærri markinum, at vanlukkan í staðin hendir tíggjunda hvørt ár, t.v.s. tíggju ferðir oftari enn áður.

Nú er beinanvegin at siga, at eitt tilíkt dømi, sum hetta, krevur heilt serligar umstøður, og vanligu koma vit ikki so illa fyri. Hinvegin er tað rætt, at er ein fjørður nær einum vandamarki, so kann mannaelvdu tilføring, sum er lítil í mun til náttúrunnar egnu tilføring, vera nóg mikið til at økja munandi um vandan fyri álvarsligum avleiðingum. Gott hevði verið, um vit vistu so nógv um náttúruna, at vit kundu talfest hetta betur; men við tí grundarlagi, vit í dag hava, kunnu vit gera lítið annað enn at siga, hvussu nær eitt ávist øki er onkrum vandamarki, og sjálvt tað er torført.

Vit fara nú at viðgera hvønn fjørðin sær og royna at meta um áriníð frá mannaelvdu tilføringini á oxygennøgdina í hvørjum teirra sett í mun til áriníð frá skiftandi veðurlagi. Mest vita vit um Skálafjørð, og teir ymsu kanningar- og roknihættirnir verða lýstir undir viðgerðini av hesum firði. Í viðgerðini av hinum báðum økjum vísa vit til viðgerðina av Skálafirði.

SKÁLAFJØRÐUR

Avlæsingin av botnlagnum. Lítið er at ivast í, at botnlagið á Skálafirði verður læst av mest sum hvørt summar, tó at undantak kanska kann koma fyri. Mynd 9 visir tveir longdarskurðir gjøgnum fjørðin í 1986 við hitalinjum (linjur gjøgnum støð við sama hita) og við saltlinjum (linjur gjøgnum støð við somu saltnegd).



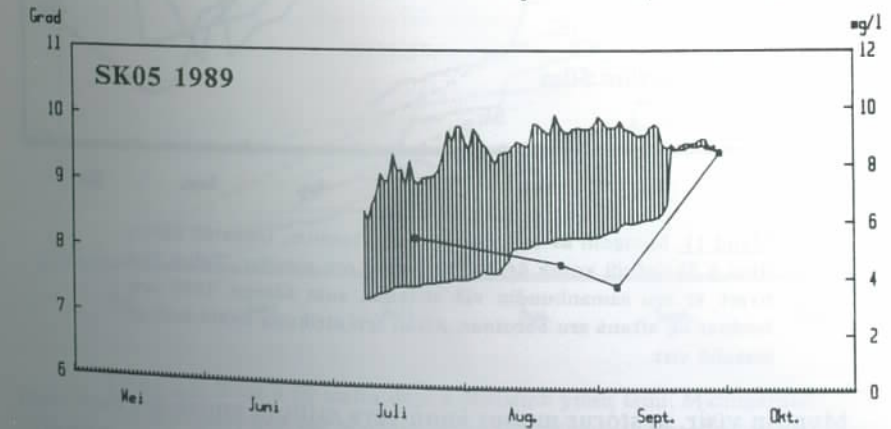
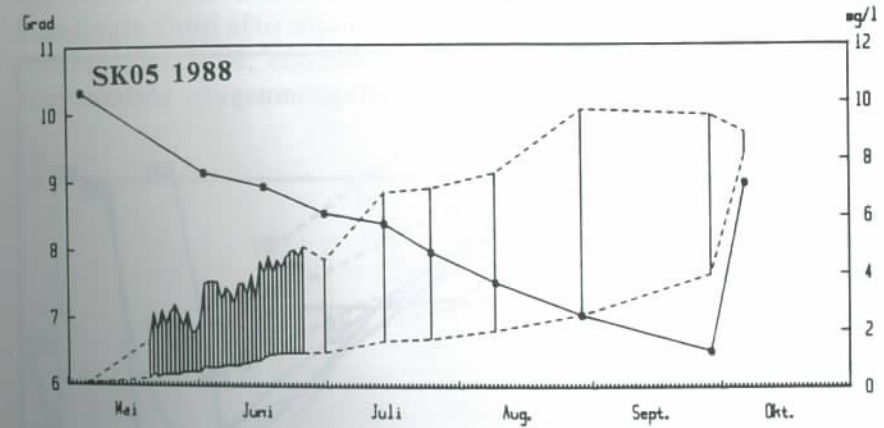
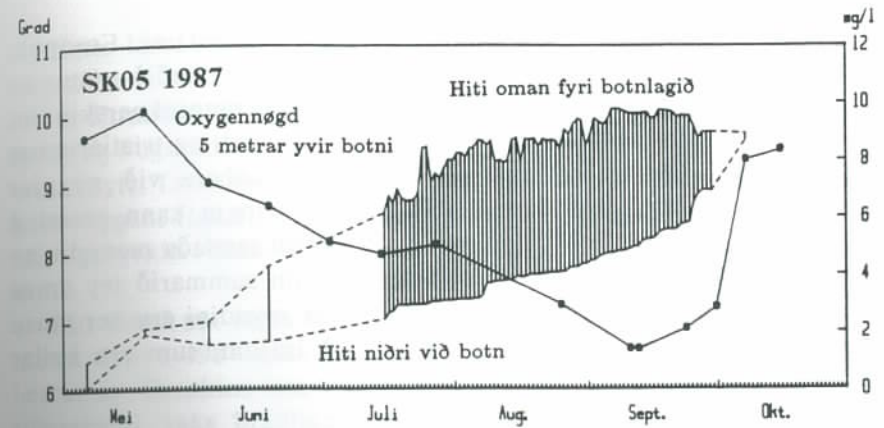
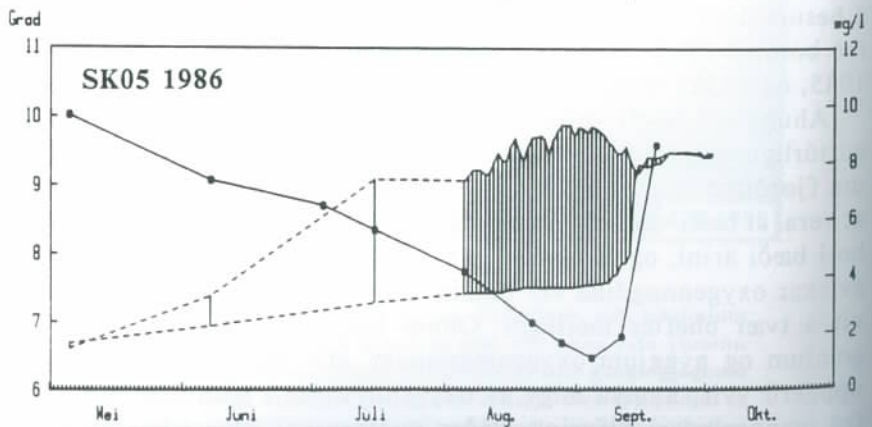
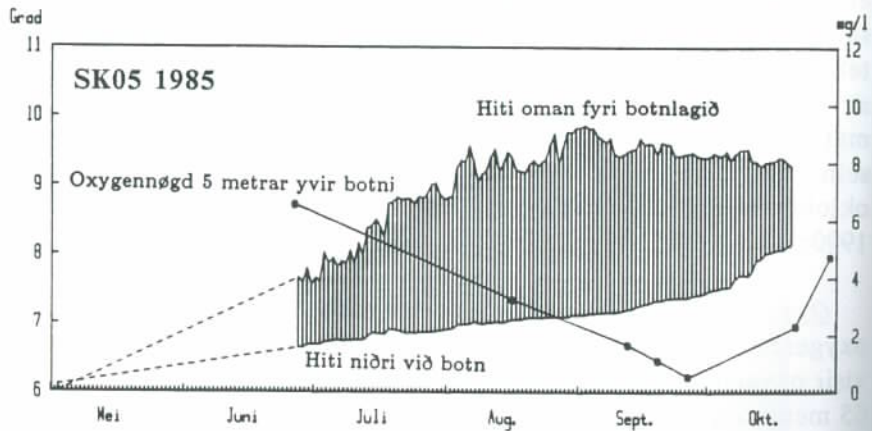
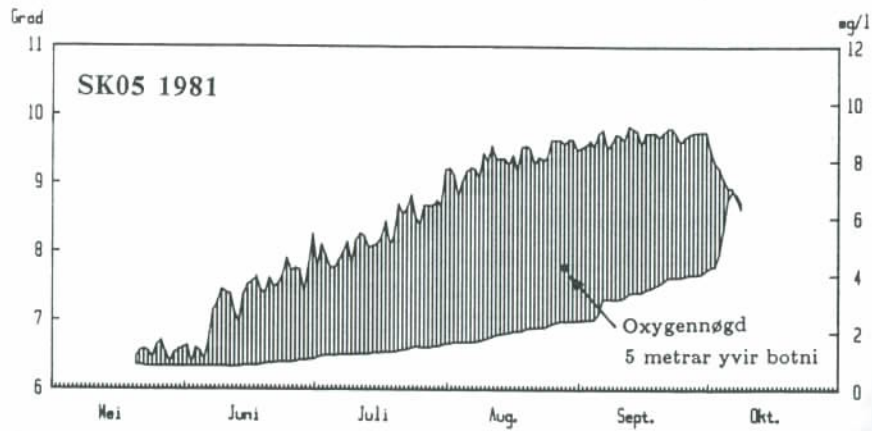
Mynd 9. Longdarskurðir gjögnum Skálafjörð við hitalinjum (isotermum), sum ganga gjögnum stöð við sama hita (botnu strikurnar) og við saltlinjum (isohalinum), sum ganga gjögnum stöð við somu saltnøgd (heilu strikurnar). Ovarar myndin er áðrenn botnvatnið var avlæst. Niðara myndin er undir avlæsing.

Á fyrsta skurðinum frá 3. apríl er fjörðurinn ekki læstur av, og litil hitamunur er millum ovaru lögini og botn. Seinni skurðurinn á mynd 9 vísir hinvegin fjörðin, meðan hann var avlæstur, og har sæst, at botnvatnið var kaldari enn sjögvurinn í miðlagnum beint oman fyri gáttardýpi. Tann 4. august sæst, at lopið í hita var meiri enn eitt hitastig og var mest beint undir gáttardýpinum. Hesar myndir lýsa ta vanligu stöðuna, sum ein kann vissa seg um við at hyggja at øllum skurðunum aftast í greinini: *Hydrografiskar kanningar á føroysku gáttarfirdunum* (Hansen, 1990b).

Tað, sum best lýsir avlæsingina, er munurinn í hita millum miðlagið og botnlagið, og hesin munur er vístur á mynd 10 fyri ymisk ár. Hetta er gjørt, við at hitin á ávikavist 25 og 65 metra dýpi er teknaður hvørt summarið, haðani vit hava álitandi mátingar, og lodrættar strikur eru teknaðar millum teirra til at vísa munin. Í 1985 varð botnvatnið læst av onkuntíð í mai-juni, og tað var framvegis læst av, tá okkara mátingar hildu uppát í seinnu helvt av oktober. Hetta var óvanliga seint, og vit síggja, at í 1987 varð fjörðurinn skiftur út í byrjanini av oktober. Meiri fullfiggjað yvirlit er í greinini um oxygenrot (Hansen, 1990c)

Oxygennøgdin í botnvatninum. Tann ávirkan, avlæsingin hevur á oxygennøgdina, sæst eisini greitt á mynd 10, sum umframt hitan, eisini vísir oxygennøgdina á 65 metra dýpi. Í 1985 minkaði oxygennøgdin á 65 metra dýpi niður í næstan onki. Bert 0.5 mg/l av oxygeni vóru eftir á hesum dýpi. Á mynd 5 er týðiligt, at oxygentrotið røkkur væl upp frá botni. Í 1987 varð oxygennøgdin ongantið so litil, sum hon var í 1985, og í 1989 tykist ongin trupulleiki at hava verið.

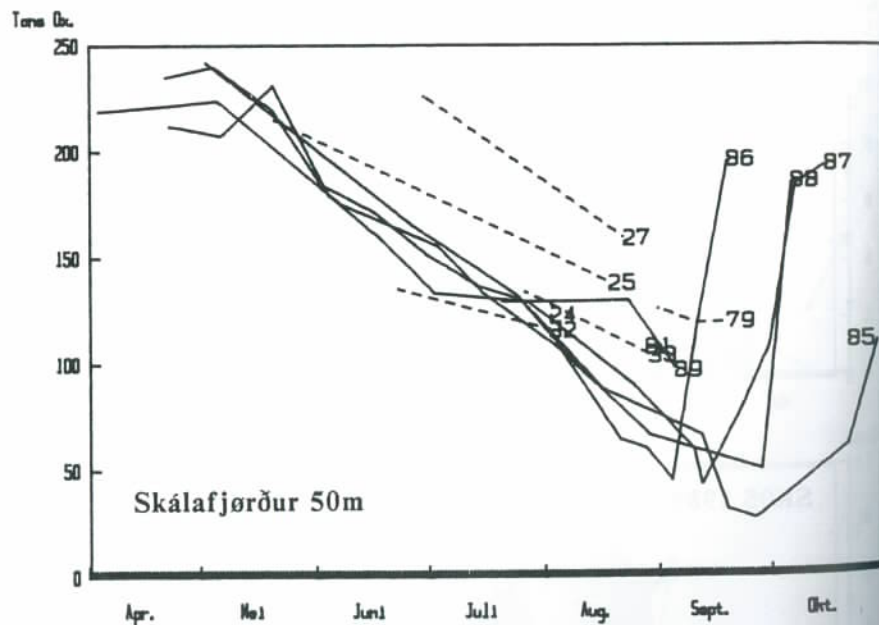
Áhugavert hevði verið at vitað, um stöðan í 1985 og 1986 var av náttúrligum uppruna, ella hon stavaði frá mannaelvdari tilføring, og um fjörðurinn enn er merktur av mannaelvdari tilføring. Svárið tykist at vera, at bæði veðurlag og mannaelvd tilføring gjørdur sitt til stöðuna hesi bæði árin, og at fjörðurinn í áttatiárunum er dálkaður, so at tað ávirkar oxygennøgdina við botnin munandi. Hesa niðurstøðu grunda vit á tvær óheftar metingar. Onnur byggir á eina samanbering av gomlum og nýggjum oxygenmátingum. Hin metingin byggir á eina uppgerð yvir, hvussu nógv av oxygennýtluni í botnvatninum stavar frá mannaelvdari tilføring. Báðar metingarnar geva í høvuðsheitum sama úrslit.



Mynd 10. Munurin í hita millum 20-30 metra dýpi og botn á Skálafirði (SK05) árin 1981, 1985 og 1986 og oxygennøgdin á 65 metra dýpi samstundis. Á myndini fyri 1985 er víst, hvat er hvat.

Mynd 10. Munurin í hita millum 20-30 metra dýpi og botn á Skálafirði (SK05) árin 1987, 1988 og 1989 og oxygennøgdin á 65 metra dýpi samstundis.

Gamlar og nýggjar mátingar. Áðrenn havnaviðurskiptini í Føroyum gjørdust so góð, sum tey nú eru, hevur Skálafjørður verðið nýttur av nógvum skipum at leita sær skjól á i illveðri; eisini rannsóknarskipum, og tí hava vit mátingar av oxygennøgd frá tjugunum og tríatiárunum av Skálafirði. Hesar mátingar kunnu vit samanbera við nýggjar mátingar, sum vit sjálvi hava gjørt. Samanberingin kann gerast á ymsan hátt. Á mynd 11 hava vit sett upp, hvussu samlaða mongdin av oxygeni undir 50 metra dýpi broyttist gjøgnum summarið tey ymsu árin, haðani vit hava mátingar av oxygeni. Á myndini eru tær ymsu mátingarnar hvørt árið bundnar saman við linjum, sum eru heilar aftan á 1980 og brotnar áðrenn hetta.

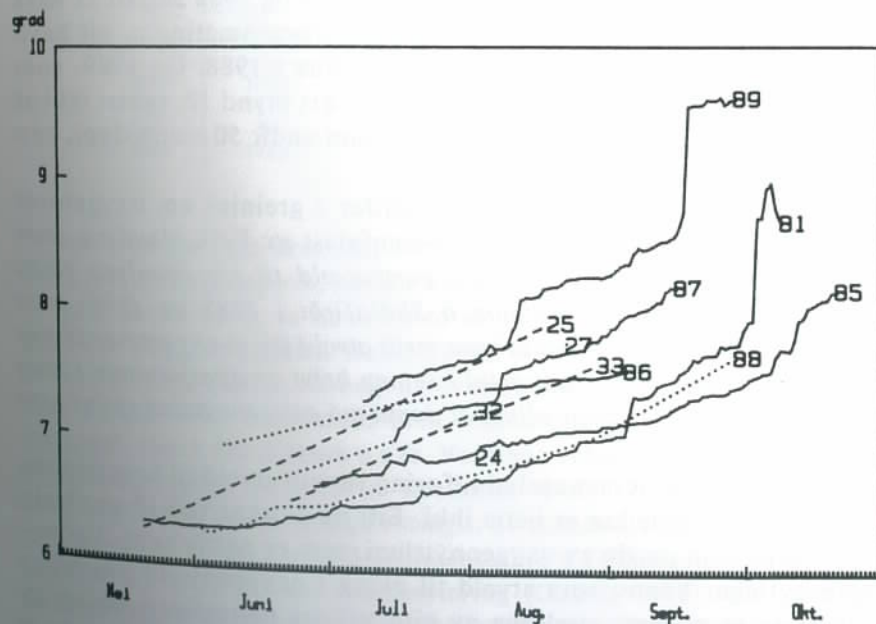


Mynd 11. Mongdin av oxygeni, roknað í tonsum, undir 50 metra dýpi á Skálafirði ymisk ár, har mátingar eru gjørdar. Tølini fyri hvørt ár eru samanbundin við strikum, sum áðrenn 1985 eru brotnar og aftaná eru óbrotnar. Aftan fyri strikuna hvørt árið er árstalið víst.

Myndin visir, at stórir munur kann vera millum ymisk ár; men sum heild liggja tær gomlu mátingarnar væl oman fyri tær nýggju. Minkingin í oxygennøgd tykist at hava verið minni fyrr í hesi øldini, enn hon var í áttatiárunum.

Hetta kann stava frá mannaelvdari tilføring; men ein kundi eisini hugsað sær, at broytt veðurlag var orsøkin, tí, sum nevnt er áður, so hevur flutningurin av oxygeni úr erva niður í botnlagið eisini nógv at týða, og hugsandi er, at blandingin og við tí eisini oxygenflutningurin eru broytt. Tann spurningin ber til at kanna, tí blandingin flytir ikki bert oxygen. Hon flytir eisini hita niður í botnvatnið undir avlæsingini, og styrkin í blandingini kann lesast av hitavøkstrinum í botnvatninum.

Eitt dømi um hetta siggja vit á mynd 10, har oxygennøgdin á 65 metra dýpi í 1987 vaks í seinnu helvt av juli, meðan fjørðurin var læstur av. Orsøkina lesa vit av hitanum á 65 metra dýpi, sum í hesum tíðarskeiði vaks bráðliga sum tekin um óvanliga sterka blanding. Blandingin flutti eftir øllum at døma meiri oxygen niður í botnvatnið í hesum tíðarskeiði, enn bakteriar og dýr náddu at taka úr sjónum. Tí vaks samlaða oxygenmongdin undir 50 metra dýpi.



Mynd 12. Hitin á 65 metra dýpi á Skálafirði ymsu árin. Mátingarnar eru fyri hvørt árið sær bundnar saman við strikum, sum eru heilar, har dagligar mátingar vóru og prikkadar, har longri var millum mátingarnar. Eldru mátingarnar (áðrenn 1980) eru tó bundnar saman við brotnum strikum. Aftan fyri strikuna hvørt árið er árstalið víst.

Við hesum í huga hava vit funnið tær gomlu hitamátingarnar, sum vórðu gjørdar samstundis sum oxygenmátingarnar, og á mynd 12 eru tær samanbornar við nýggjar hitamátingar. Hesar mátingar eru allar frá umleið 65 metra dýpi á djúpasta staði í fjørðinum, stutt innan fyri Saltnesgrynnuna (gáttina). Í ritinum nýta vit nøkur felagsheiti fyri tey støð, sum vit vanliga hava kannað. Hesi heiti eru at siggja á kortunum aftast í ritinum. Tað staðið, sum her verður umrøtt, nevnist SK05.

Tað fyrsta, vit siggja á myndini, er, at hitavøksturur og tí eisini blandingin veruliga var veikari í 1985 og 1986, enn vanligt hevur verið. Hetta kundi bent á, at tær óvanliga smáu oxygenøgdirnar í 1985 og 1986, í hvussu so er fyri part, kunnu stava frá veikara blanding, t.v.s. litið av vindi, hesi árin.

Hetta tykist tó ikki at vera allur sannleikin. Samanbera vit t.d. hitan á 65 metra dýpi í 1981 og 1988, so fylgdust teir mest sum heilt til einaferð tíðliga í september. Um munur í blanding var einasta orsök til mun í oxygenøgð ymsu árin, so áttu 1981 og 1988 sostatt at havt umleið somu oxygenøgdir; men tann eina oxygenmátingin, vit hava frá 1981 liggur væl oman fyri oxygenøgðina í 1988. Og 1989, sum tykist hava havt sterkastu blandingina sambært mynd 12, tykist ikki at hava havt nógv meiri oxygen í botnvatninum undir 50 metra dýpi, enn vanligt var frammanundan.

Hesin spurningur er gjøllari viðgjørdur í greinini um oxygentrot (Hansen, 1990c), og úrslitið kann samanfatast so: *Veik blanding, sum stavaði frá góðum veðri, var fyri part atvold til tær óvanliga smáu oxygenøgdirnar í botnvatninum á Skálafirði í 1985 og 1986; men blandingin tykist ikki at kunna hava verið atvold til, at oxygenøgdirnar hava verið smáar eisini hini árin í seinnu helvt av áttatiárunum í mun til gamlar mátingar. Eftir øllum at døma má oxygennýtslan eisini vera vaksin.*

Hetta bendir á, at mannaelvd tilføring var ein atvold til broytingina; men einasti móguleikin er hetta ikki. Eitt nú ávirkar veðrið gróðurin og tí eisini tann partin av oxygenýtsluni, sum er náttúrligur. Veðurlagsbroytingar kunnu vera atvold til øking í oxygenýtslu. Ógvuliga torført er tó at meta støddina av eini tilikari náttúrligari øking av oxygenýtsluni. Í staðin kunnu vit royna at meta um støddina av tí mannaelvdu økingini í oxygenýtslu og samanbera hana við ta náttúrligu. Vit fara tí fyrst at gera eina meting av náttúrligu oxygenýtsluni og síðan at samanbera nýtsluna, sum stavar frá mannaelvdu tilføringini við hana.

Oxygenýtslan í botnlagnum. Fyrst royna vit at meta um støddina á samlaðu oxygenýtsluni; bæði tí náttúrligu og tí, sum stavar frá mannaelvdari tilføring. Hetta gera vit upp á tveir ymiskar mátar. Fyrri máttin er at nýta líkning (1). Minkingina í oxygenmengd undir t.d. 50 metra dýpi hava vit mátað fleiri ár, og í greinini um oxygentrot (Hansen, 1990c) eru útrokningar av flutninginum av oxygeni niður í botnlagið við blanding. Av teimum fæst oxygenýtslan við samanlegging. Í talvu 1 er úrslitið sett upp fyri tey árin, haðani vit hava nóg góðar mátingar.

Talva 1. Ymisk tøl fyri oxygenjavnvágin í botnlagnum undir 50 metra dýpi á Skálafirði 1985-88. Í fyrstu røðunum er roknað fyri botnlagið sum heild. Í seinasta røðnum er oxygenýtslan roknað fyri hvønn kvadratmetur av botni.

Ár	Tøl fyri alt botnlagið í kg/dag			Oxygenýtslan pr. bognøki g/m ² /dag
	Minking	Flutningur	Nýtsla	
1985	1505	981	2486	0,73
1986	1411	1010	2421	0,71
1987	803	2452	3255	0,96
1988	1125	1383	2508	0,74

Av teimum fyra árunum, sum víst eru í talvuni, hava tey trý at kalla somu oxygenýtslu, meðan nýtslan í 1987 tykist hava verið hægri.

Sum nevnt varð, so hava vit tó eisini ein annan máta at meta um samlaðu oxygenýtsluna. Hann byggir á mátingar av sedimentering. Sedimentering nevna vit tað, at evni søkka niður gjøgnum sjógvin. Tað kunnu vera ólívrunnin evni ella lívrunnin, t.d. deyðar algur, djóraæti, skarn frá djórum o.s.fr. Vanliga verður roknað við, at tað er sedimenteringin, sum førir lívrunnin evni til botnvatnið undir avlæsingini, og tað er serliga rotingin av teimum, sum tekur oxygenið úr sjónum. Vit hava mátað sedimentering á firðunum, sum meiri er greitt frá í greinini um sedimentering (Gaard, 1990). Við at máta, hvussu nógv sedimenterar á hvønn kvadratmetur av botni og rokna, hvussu nógv oxygen tað krevur til at rota, kunnu vit meta um samlaðu oxygenýtsluna. Hetta er gjørt fyri tey bæði árin 1987 og 1988, haðani vit hava álitandi mátingar av sedimenteringini. Í talvu 2 eru úrslitini av hesum báðum mátunum at rokna samlaðu oxygenýtsluna samanbornir.

Talva 2. Oxygennýtslan undir 50 metra dýpi á Skálafirði pr. kvadratmetur av botni roknað ávikavist eftir oxygenmátinum (og útrokningum av oxygenflutningi) og eftir sedimenteringsmátinum. Töluni eru í g/m²/dag.

Ár	Nýtsla samb. Oxygenm.	Nýtsla samb. Sedimentm.
1987	0,96	0,94
1988	0,74	0,58

Hesi töl samsvara hampuliga væl, serliga í 1987. Eisini er vert at leggja til merkis, at broytingin frá 1987 til 1988 er sama veg eftir báðum mátum. Vit rokna við, at fyrri mátin er tann mest álitandi, í hvussu so er tey árin, tá blandingin er veik, so at ikki tøluni fyri flutning av oxygeni ávirka úrslitið ov nógv. Vit kunnu tí samanfata hesi úrslit so, at í seinnu helvt av áttatiárunum tykist oxygennýtslan vanliga at hava ligið um 2500 kg/dag samlað fyri alt lagið undir 50 metrum og umroknað til botnøki er tað 0,74 g/m²/dag. Mátin bændu á, at oxygennýtslan á botni minkaði nakað við vaksandi dýpi.

Mannaelvda tilføringin. Nú er so spurningurin, hvussu stórir partur av oxygennýtsluni í botnvatninum á Skálafirði er av náttúrligum uppruna, og hvussu nógv stavar frá mannaelvdari tilføring. Í seinastu greinini í ritinum (Mortensen, 1990) er yvirlit yvir tær ymsu dálkingarkeldurnar á Skálafirði. Í talvu 3 er ein samandrættur av hesum.

Talva 3. Tilføring av mannaelvdum tilfari til Skálafjørð í tíðarskeiðnum 1.apríl - 1.október 1986 og 1987 roknað í kg/dag av ávikavist C, N og P.

Dálkingarkelda	Lívrundið kolevni	Nitrogen	Fosfor
Alibrúk	1612	286	60
Flakavírkki	263	30	8
Húsarhald	83	83	28
Landbúnaður	0	17	1
Tilsamans	1958	416	97

Talvan vísir støddirnar av fyra teimum týðningarmestu dálkingarkeldunum á Skálafirði. Fyri hvørja av hesum er víst, hvussu nógv lívrundið kolevni og hvussu nógv av tøðevnunum nitrogen og fosfor,

stava frá henni. At júst hesi trý eru víst, er tí, at tøðevnini, sum áður er nevnt, elva til eutrofiering, meðan lívrundið kolevni krevur oxygen, tá tað verður niðurbrotið. Roknað verður við, at hvørt gramm av lívrundum kolevni krevur 3,14 gramm av oxygeni til at verða niðurbrotið, og fyri at meta um oxygennýtsluna við roting av tilfari frá ymsum náttúrligum og dálkingar keldum, rokna vit alt um til lívrundið kolevni.

Eitt, sum vert er at leggja til merkis í talvuni, er, at alingin eigur nógv tann størsta partin av mannaelvdum tilføringini, annaðhvørt vit hyggja at beinleiðis tilføringini av lívrundum kolevni, ella vit hyggja at tøðevnunum.

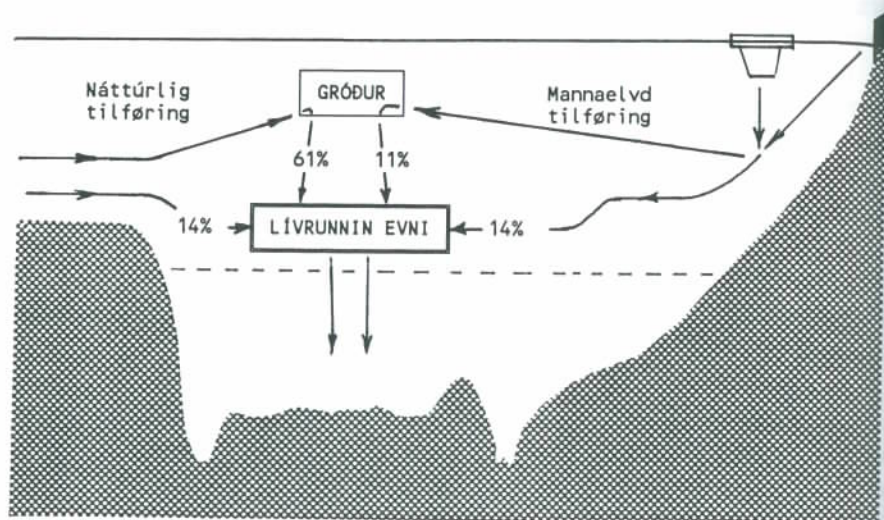
Mannaelvda tilføringin í mun til náttúrligu keldurnar. Spurningurin er nú, hvussu stór tøluni í talvu 3 eru í mun til tær náttúrligu keldurnar, og, sum áður er nevnt, rokna vit alt um til kolevni bygt inn í lívrundin evni.

Tað lívrunna kolevni, sum til ávísar tíð er í fjørðinum, er fyri ein part komið í fjørðin í hesum bygnaði, meðan restin er gjørt inni í fjørðinum við gróðuri. Tann fyrri parturin kann aftur býstast í tveir partar, har annar er tað lívrunna kolevni, sum er komið náttúrliga í fjørðin - mesti parturin við innrákinum í miðlagnum. Restin er komin av mannaávim.

Eisini tað lívrunna kolevni, sum er gjørt í fjørðinum við gróðuri, kann býstast í ein náttúrligan part og ein mannaelvdan. Grundarlagið fyri hesum er tann hugsan, at tað, sum um summarið avmarkar gróðurin, er nøgdin av tøðevnum í sjónum. Vit rokna við, at framleiðslan av lívrundum kolevni er beinleiðis proportional við tilføringina av tøðevnum. Eyka tilføring av tøðevnum av mannaávim kann tí roknast at økja gróðurin og framleiðsluna av lívrundum kolevni.

Vit kunnu sostatt skilja millum fyra ymiskar keldur til lívrundið kolevni í fjørðinum:

1. Lívrundið kolevni, sum er beinleiðis influtt í miðlagnum.
2. Lívrundið kolevni, gjørt í gróðri við náttúrligum nitrogeni.
3. Lívrundið kolevni, sum stavar beinleiðis frá mannaávim.
4. Lívrundið kolevni, gjørt í gróðri við mannaelvdum nitrogeni.



Mynd 13. Mongdin av lívrnunum evnum á Skálafirði kemur eftir fyra ymsum vegum. 28% (14+14) koma í fjørðin í lívrnunum bygnaði. 72% (61+11) verða bygd inni í fjørðinum við gróður. Mongdin av tí, sum verður gjørt við gróðuri, er tengd at tilføringini av tøðevnum. Bæði fyri tann partin, sum er komin í fjørðin í lívrnunum bygnaði, og fyri tað, sum er gjørt í fjørðinum, kann skiljast millum náttúrligu tilføringina uttan av havi og mannaelvdu tilføringina frá landi og frá alibrúkum.

Vit hava roynt at meta um støddina av hvørji einstakari av hesum fyra keldum, og úrslitið er sett upp á mynd 13. Neyðugt er at greiða frá onkrum av tølunum gjøllari. Í greinini: *Rák og útskipting í ovaru løgunum á føroyskum gáttarfirðum* (Hansen, 1990b) hava vit mett um, hvussu nógvur sjógvur í meðal rennur inn í fjørðin í miðlagnum í gróðrartíðini, og kenna vit nøgdirnar av lívrnunum kolevni í sjónum, sum kemur inn í fjørðin, so ber til at rokna út samlaða náttúrliga innflutningin av hesum evni til fjørðin. Beinleiðis tilføringina av lívrnunum kolevni frá alibrúkum og øðrum dálkingarkeldum finna vit í talvu 3. Tað, sum írestar á mynd 13, er mongdin av lívrnunum kolevni, sum kemur frá gróðrinum.

Í greinini: *Tøðevni og gróðrarlíkindi hjá plantuæti í føroysku gáttarfirðunum* (Gaard og Poulsen, 1990) hava vit mett um samlaðu framleiðsluna av lívrnunum kolevni við gróðri, bæði náttúrligum gróðri og eutrofiering. Úrslitið var 10000 kg av lívrnunum kolevni um dagin. Spurningurin er so, hvussu nógv av hesum er náttúrligt, og

hvussu nógv er komið aftrat við mannaelvdu tilføringini av tøðum. Á mynd 13 sæst, at vit hava býtt hetta sum 8500 kg/dag av náttúrligum og 1500 kg/dag frá mannaelvdari tilføring, t.v.s. eutrofiering er mett til 15% av samlaða gróðrinum. Hetta hava vit gjørt, tí at tað fyrst og fremst tykist vera tilføringin av nitrogini, sum avmarkar gróðurin (Gaard og Poulsen, 1990). Vit hava roknað við, at framleitt lívrinnið kolevni veksur javnt við nitrogen tilføringini, og vit hava mett, at nitrogenmongdin, sum kemur frá mannaelvdu tilføringini, er 15% av samlaðu nitrogentilføringini. Til at fáa hetta tal hava vit samanborið talið í talvu 3 við ta mongd av nitrogini, sum kemur inn í miðlagnum, sum gjøllari er greitt frá í áðurnevndu grein.

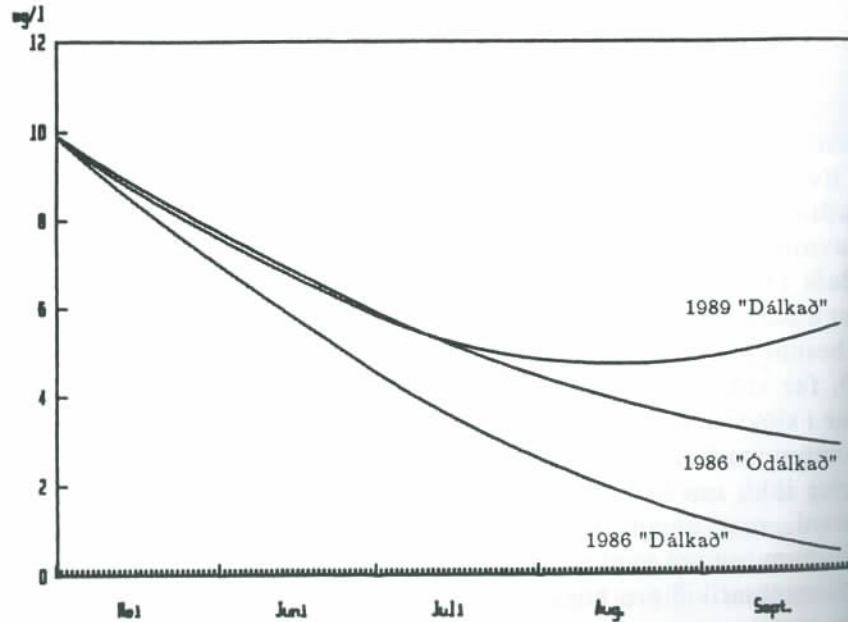
Sambært mynd 13 stava 25% av lívrnunna kolevnum á Skálafirði frá mannaelvdari tilføring, og umleið 3/4 av hesum stava frá alingini. Her má tó hugsast um, at mynd 13 visir yvirlyt yvir lívrnunna kolevnið í øllum fjørðinum. Bert ein partur av hesum endar í botnvatninum (Gaard, 1990). Ikki er vist, at prosentbýtið millum tær ymsu keldurnar til lívrinnið kolevni í botnvatninum er tað sama sum fyri allan fjørðin. Tvørturímóti kundi ein t.d. hildið, at stórir partur av lívrnunna kolevnum frá alingini fór á botn beint undir alibrúkunum, og ikki endaði í botnlagnum. Men hóast stórir partur í fyrsta umfari ivaleyst legst á botn tætt við alibrúkini, so koma fiskur og onnur djór, sum eta av hesum at flyta tað víðari, og eisini partur av tí, sum ikki verður etið, fer víðari við *resuspensión*, har lívrinnið tilfar frá botni fer út aftur í sjógvin. Eisini er hugsandi, at náttúrligi gróðurin er meiri yvir grunnum vatni enn djúpum vegna meldurin, sum er í rákinum. Vit vita heldur ikki, um líka stórir partur verður niðurbrotin av tí lívrnunna kolevni, sum kemur frá mannaelvdari tilføring og frá náttúrligu keldunum, og um evni av ymsum uppruna søkka líka skjótt.

Samanumtikið eru nógv fyrivarni; men vit fara tó at rokna við, at tann partur av oxygennýtsluni, sum stavar frá mannaelvdari tilføring er sama lutfall av allari nýtsluni, sum fyri framleiðsluna av lívrnunum kolevni, t.v.s. 25%. Hóast hetta, sum nevnt, er við fyrivarni, so er greitt, at *tann parturin av oxygennýtsluni á Skálafirði, sum stavar frá mannaelvdari tilføring, er ikki onkisverdur í mun til náttúrliga partin.*

Ávirkanin av mannaelvdu tilføringini. Rokna vit við, at mannaelvda tilføringin eigur 25% av verandi oxygennýtslu í botnvatninum á Skálafirði, so merkir hetta, at oxygennýtslan er vaksin við einum triðingi vegna mannaelvda tilføring. Tað, vit nú mugu spyrja, er, um hetta er nógv mikið til at geva tær broytingar, vit hava sæð í oxygen-

minkingini t.d. á mynd 11. Hetta kann vera torført at svara, tí samstundis sum oxygennýtslan økist, so økist eisini flutningurin av oxygeni úr erva, tí størri munur verður í oxygennøgd millum botnlagið og ovaru lögini.

Tað ber tó til at gera nakrar útrokningar av hesum. Í greinini um oxygentrot (Hansen, 1990c) er greitt frá einum modeli, sum loyvir okkum at rokna oxygennøgdina á øllum dýpum, og hvussu hon broytist við tíðini undir ymsum fortreytum. Í einum tilíkkum modeli kunnu vit leggja upp fyri, at blandingin er ymisk til styrkis ymisk ár, og vit kunnu siggja, hvønn mun tað ger at økja um oxygennýtsluna t.d. við einum triðingi.

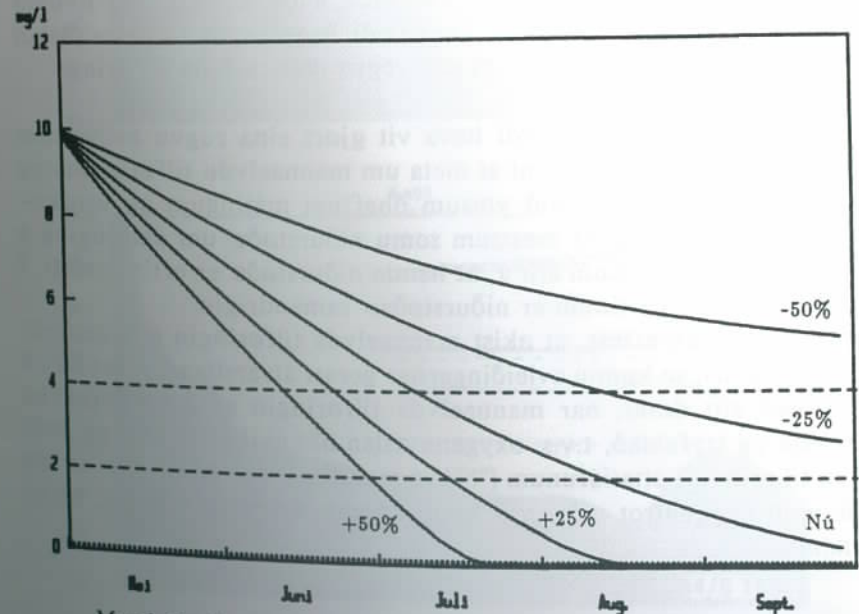


Mynd 14. Oxygennøgd á 65 metra dypi á SK05 sambært model. Báðar tær niðastu linjurnar hava blanding sum í 1986. Ovasta hevur blanding sum í 1989. Oxygennýtslan var í tveimum fòrum, sum tað, ið mátað varð fyri seinnu helvt av áttatiárunum (dálkað). Hin linjan hevði 25% minni oxygennýtslu (ódálkað).

Á mynd 14 hava vit fyrst nýtt modelið til at siggja, hvørja ávirkan ávikavist blanding og økt oxygennýtsla hava á oxygennøgdina niðri við botn. Myndin visir trí ymisk føri. Í tveimum teirra (merkt 1986) er blandingin roknað at vera umleið so veik sum tað árið. Í triðja førinum er roknað við nógv harðari blanding, á leið sum í 1989.

Aftrat hesum er roknað við tveimum ymsum oxygennýtslum. Sum áður er nevnt, meta vit, at oxygennýtslan á Skálafirði í seinnu helvt av áttatiárunum var 25% hægri vegna mannaelvda tilføring. Tey bæði førin, sum á myndini eru merkt: "Dálkað", hava eina oxygennýtslu júst sum hana, vit mátaðu, meðan "Ódálkað" merkir, at 25% eru drigin frá hesum. Ovasta og niðasta linjan á myndini áttu tí at samsvara við oxygennøgdirnar niðri við botn í ávikavist 1989 og 1986. At tær veruliga gera tað í so stóran mun (samanber við mynd 10) er merkisvert, og tað styrkir álitid á modelið.

Við hesum í huga kunnu vit síðan samanbera báðar tær niðastu linjurnar á mynd 14. Tær vísa gongdina í oxygennøgd eitt ár við litlari blanding (t.d. 1986) ávikavist við tí oxygennýtslu, sum var seinast í áttatiárunum ("Dálkað"), og við tí nýtslu, vit rokna við, var áðrenn mannaelvdu tilføringina. Niðurstøðan er, at hóast mannaelvda tilføringin bert eigur 25% av samlaðu oxygennýtsluni, so er tað nóg mikið til at gera tann mun í oxygennøgdini við botn, sum vit siggja millum gamlar og nýggjar mátingar.



Mynd 15. Oxygennøgd á 65 metra dypi á SK05 sambært model. Blandingin er í øllum fòrum sum í 1986. Oxygennýtslan á 70 metra dypi er fyri mittastu linjuna sum seinast í áttatiárunum (Nú), og fyri hinar er hon 25 ella 50% minni ella størri enn hetta, sum merkt. Brotnu strikurnar vísa markið (4 mg/l), har árin á djór byrja, og markið (2 mg/l), har tey gerast álvarslig.

Samstundis er hetta eisini nóg mikið til at broyta umstøðurnar hjá botndjórunum avgerandi. Frá ikki at koma undir 2 mg/l, tá fjørðurin var ódálkaður, fer oxygennøgðin nú væl undir hetta mark og nærkast fullkomnum troti við botn. Hvussu oxygennøgðin við botn broytist við broyttari oxygennýtslu, sæst meiri fullfíggað á mynd 15. Har er í øllum førum roknað við veikari blanding sum í 1986. Oxygennýtslan er sett ávikavist til tað, vit mátaðu seinast í áttatiárunum ("Nú" á myndini) og 25% og 50% yvir ella undir.

Eitt tilíkt model sum hetta má takast við fyrivarni, og vit kunnu ikki vænta tað at lýsa gongdina út í æsir hvørt árið. Men modelið hevur tann fyrimun fram um náttúruna sjálva, at tú kanst broyta eitt í senn og siggja avleiðingarnar. Í modellenum kunnu vit t.d. broyta oxygennýtsluna uttan at broyta blandingina. Modellið kann tí serliga nýtast til at kanna avleiðingar av ymsum náttúrligum og mannaelvdum broytingum. Tað, at modelið endurgevur veruleikan so væl, gevur okkum eina ábending um, at vit kunnu hava eitt ávist álit á teimum avleiðingum, tað spár.

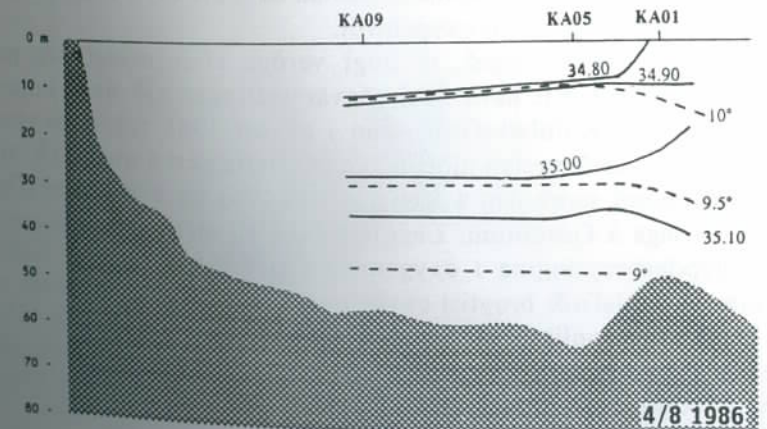
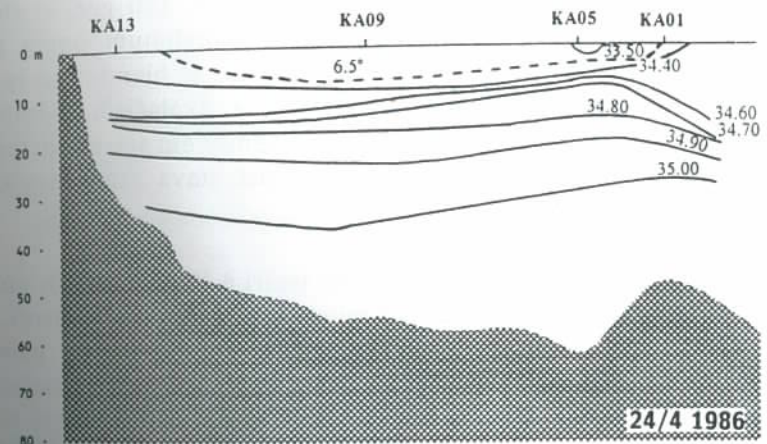
Ti meta vit, at mynd 15 gevur eina góða hylling av, hvussu oxygennøgðin niðri við botn á Skálafirði broytist, tá oxygennýtslan broytist av náttúrligum orsökum ella vegna mannaelvda tilføring.

Samandráttur. Á Skálafirði hava vit gjørt eina rúgvu av ymsum kanningum, og vit hava roynt at meta um mannaelvdu tilføringina og avleiðingarnar av henni við ymsum óheftum mátingum og útrokningum. At tær allar geva mestsum somu niðurstøðu um dálkingina á fjørðinum, gevur okkum álit á, at henda niðurstøða er eftirfarandi. Í inngangsgreinini í ritinum er niðurstøðan samandrigin.

Leggjast kann aftrat, at økist mannaelvda tilføringin á Skálafirði uppafur meiri, so kunnu avleiðingarnar gerast álvarsligar. Á mynd 15 er roknað eitt dømi, har mannaelvda tilføringin er mett ávikavist tvífaldað og trýfaldað, t.v.s. oxygennýtslan økt ávikavist 25% og 50% í mun til seinast í áttatiárunum ("Nú" á myndini), og vandin fyri at fáa fullkomið oxygentrot niðri við botn, áðrenn avlæsingin er av, økist munandi.

KALDBAKSFJØRÐUR

Avlæsing og blanding. Á Kaldbaksfirði er gáttin ikki nær til so týðilig, sum hon er á Skálafirði. Hon er væl stytri upp frá botni, bæði í metrum og roknað í mun til dýpið. Á mynd 16 eru vistir tveir longdarskurðir gjøgnum Kaldbaksfjørð við hitalinjum og saltlinjum.



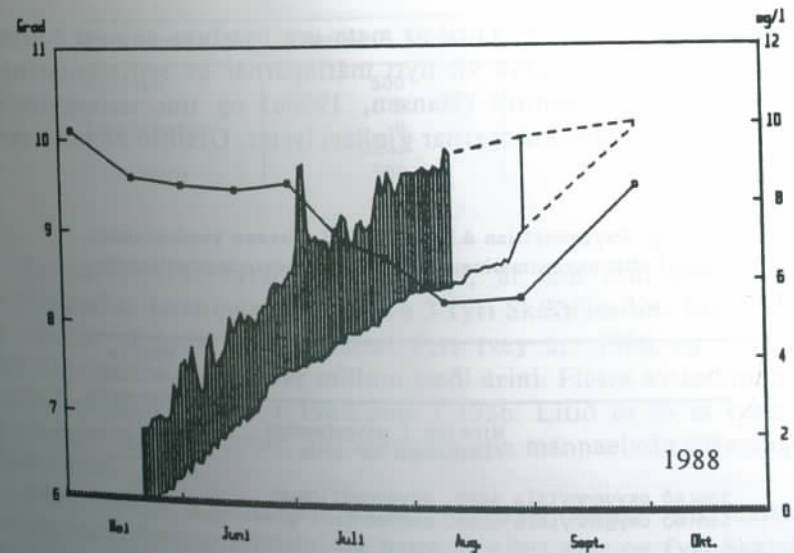
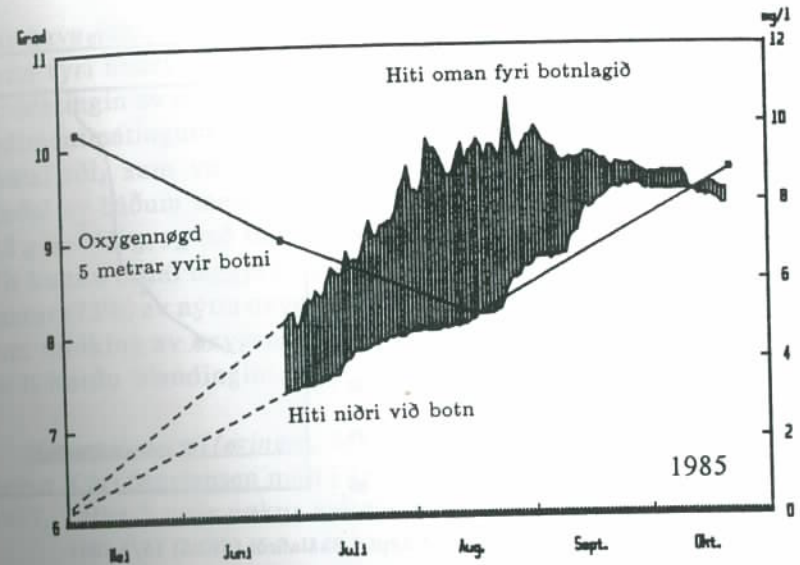
Mynd 16. Longdarskurðir gjøgnum Kaldbaksfjørð við hitalinjum (isotermum), sum ganga gjøgnum stød við sama hita (botnu strikurnar) og við saltlinjum (isohalinum), sum ganga gjøgnum stød við somu saltnegd (heilu strikurnar). Ovára myndin er áðrenn botnvatnið var avlæst. Niðara myndin er undir avlæsing.

Fyrri skurðurin er frá apríl, tá gáttarfirðirnir hjá okkum vanligi ikki eru avlæstir, og seinni skurðurin er frá august, og hann bendir á eina avlæsing. Tær mátingar, vit hava, vísa allar tekin um avlæsing partar av sumrinum. Trý dømi eru víst á mynd 17, ið eins og mynd 10 fyri Skálafjørð vísir hitamunin millum botnlagið og miðlagið og eisini vísir oxygennøgdina nær botni.

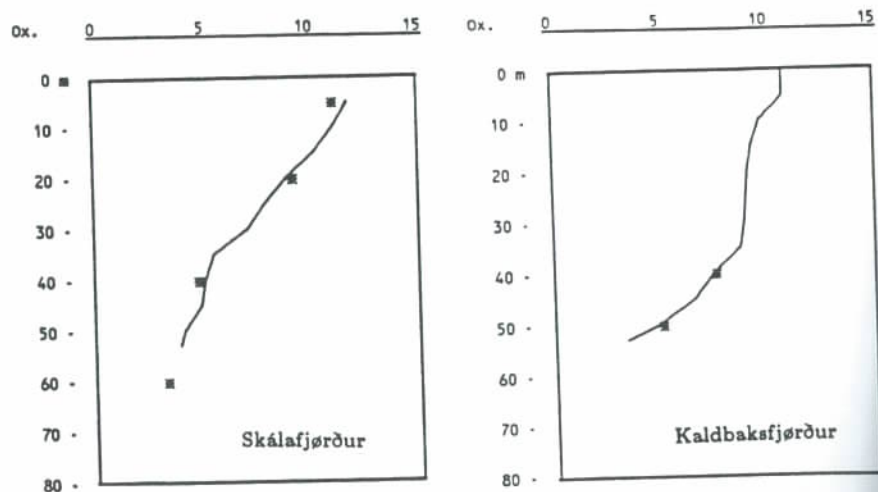
Upphitingin av botnvatninum er væl skjótari á Kaldbaksfirði, enn hon er á Skálafirði, sum tekin um meiri blanding. Hetta er ikki løgið, tá hugsað verður um, hvussu nógv lægri gáttin er. Tað ger, at størri partur av botnlagnum verður ávirkaður av rørlunum oman fyri gáttardýpið. Hetta er helst eisini ein orsök til, at blandingin tykist vera meiri óreglulig á Kaldbaksfirði enn á Skálafirði. Sambært hitamátingunum í botnvatninum (Mynd 17) kemur ein stórur partur av blandingini frá bráðligum lopum, sum helst stava frá einstøkum stormum.

Oxygennýtslan. Tað, at blandingin er meiri á Kaldbaksfirði enn á Skálafirði, ger, at ein kundi væntað minni vanda fyri oxygentroti, og mynd 17 tykist vísa, at so er. Vit hava ikki funnið nakrar gamlar mátingar av oxygennøgd á Kaldbaksfirði, og tí ber ikki til beinleiðis at siggja, um oxygennýtslan er vaksin; men menn, sum í árávis hava fiskað hummara, hava sagt seg minnst ár, har botnurin á Kaldbaksfirði var at kalla rotin og hummarin næstan deyður. Eftir frágreiðingunum hevur talan verið um oxygentrot.

Hetta kann tykjast løgið, tá hugt verður eftir mynd 17; men andsøgn er tó ikki. Vit hava ikki nógv mátingar við heilt smáum oxygennøgdum á Kaldbaksfirði; men í august 1985 tykist oxygennøgdin at hava verið næstan niðri á 3 mg/l. Hetta sæst á mynd 18, sum vísir oxygennøgd sama dag á Skálafirði (SK05) og á Kaldbaksfirði nakað innarlaga á fjørðinum. Leggjast kann til merkis, at munur er millum dýparbroytingina í oxygennøgd niðast við botn á báðum firðunum. Á Skálafirði broytist oxygennøgdin ikki so nógv niðast við botn, og hetta er vanligt (Hansen, 1990c); men á Kaldbaksfirði tykist oxygennøgdin at minka mest niðast við botn. Tí kann oxygennøgdin á sjálvum botninum viðhvørt hava verið væl minni, enn tað vit hava mátað.



Mynd 17. Munur í hita millum 20-30 metra dýpi og botn á Kaldbaksfirði 1985 og 1988 og oxygennøgdin fimm metrar yvir botni samstundis.



Mynd 18. Broytingin í oxygeni við dýpi á Skálafirði (SK05) 15/8 1985 og á Kaldbaksfirði (KA11) 16/8 1985. Stjörnurnar eru mátningar av vatni, sum er tikið upp frá hesum dýpi og Winkler titrerað. Óbrotnu linjurnar eru mátningar frá eini YSI Oxygenelektrodu við trýstmátara, sum mátar, meðan hon verður lorað niður.

Vit hava nýtt líkning (1) til at meta um nýtsluna seinast í áttati-árunum, og haraftrat hava vit nýtt mátningarnar av sedimentering. Í greinum um oxygentrot (Hansen, 1990c) og um sedimentering (Gaard, 1990) eru útrokningarnar gjøllari lýstar. Úrslitið er sett í talvu 4.

Talva 4. Oxygennýtslan á Kaldbaksfirði á hvønn kvadratmetur, roknað eftir oxygenmátningum og eftir sedimenteringsmátningum.

	Nýtsla g/m ² /dag
Minking í oxygenmengd Flutningur úr erva	0,17 0,45
Samlað oxygennýtsla samb. oxygenmátningum	0,62
Samlað oxygennýtsla samb. sedimenteringsmátningum	1,07

Oxygennýtslan, roknað út eftir oxygenmátningum, fæst við at leggja minkingina í oxygenmengd saman við flutninginum úr erva (líkning (1)).

Vit hava ikki, sum fyri Skálafjørð, tilfar á Kaldbaksfirði til at gera hetta fyri hvørt árið sær. Ti visir talvan mett meðaltøl.

Metingin av oxygennýtslu eftir oxygenmátningum og metingin eftir sedimentmátningum samsvara ikki líka væl á Kaldbaksfirði sum á Skálafirði, sum væntandi var, tí grundarlagið er veikari. Taka vit meðal av báðum metingunum, fáa vit eina oxygennýtslu uppá umleið 0,8 g/m²/dag, og tað talið líkist nógv úrslitinum á Skálafirði (Talva 2). Vit kunnu eisini leggja til merkis, at sambært talvu 4 kemur ein stórur partur (73%) av nýtta oxygeninum við flutninginum úr erva heldur enn sum minking av oxygenmengdini í botnvatninum. Hetta var at vænta av tí hörðu blandingini.

Mannaelvda tilføringin. Mannaelvdu tilføringina á Kaldbaksfirði hevur Kári Mortensen mett í grein síni (Mortensen, 1990) fyri 1986 og 1987. Talva 5 visir nøkur heildartøl.

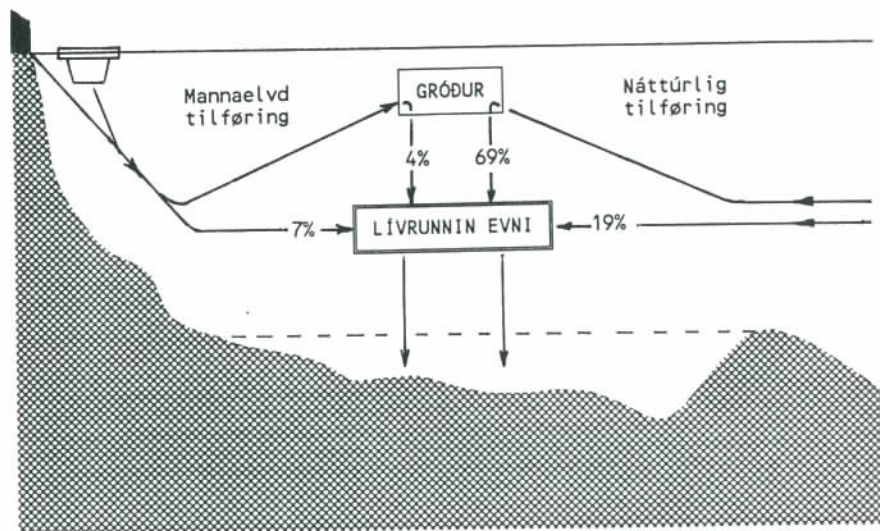
Talva 5. Tilføring av mannaelvdu tilfari til Kaldbaksfjørð í tíðarskeiðnum 1.april - 1.oktober 1986 og 1987 roknað í kg/dag av ávikavist C, N og P.

Dálkingarkelda	Lívrundið kolevni	Nitrogen	Fosfor
Alibrúk	500	93	19
Húsarhald	0	5	3
Landbúnaður	0	5	1
Tilsamans	500	103	23

Til talvuna er fyrst at viðmerkja, at hon ikki byggir á líka fullfíggjaðar kanningar, sum talva 3 fyri Skálafjørðin. Eisini er vert at nevna, at hetta eru meðaltøl fyri tvey ár, 1986 og 1987; men ógvuliga stórur munur var millum bæði árinum. Flestu av tølunum vóru umleið dupult so stór í 1987 sum í 1986. Lítið er tó at ivast í, at alingin, sum talvan visir, átti mestsum alla mannaelvdu tilføringina á fjørðinum.

Mannaelvda tilføringin kann nú samanberast við náttúrligu keldurnar til oxygennýtslu, og hetta er gjørt eins og fyri Skálafjørð (Gaard og Poulsen, 1990). Úrslitið sæst á mynd 19. Sambært henni stavaðu umleið 11% av lívrinna kolevnum á Kaldbaksfirði frá mannaelvdu tilføring. Av tí komu 7% beinleiðis, meðan hini 4%

komu gjögnum gróðurin (eutrofiering). Havast skal í huga, at myndin byggir á talvu 5 og tí geður meðal fyri 1986 og 1987. Høvdu vit bert nýtt tøluni fyri 1987, hevði mannaelvda tilføringin verið væl hægri.



Mynd 19. Møngdin av lívrúnum evnum á Kaldbaksfirði kemur eftir fyra ymsum vegum. 26% (7+19) koma í fjørðin í lívrúnum bygnaði. 73% (69+4) verða bygd inni í fjørðinum við gróðuri. Møngdin av tí, sum verður gjørt við gróðuri, er tengd at tilføringini av tøðevnum. Bæði fyri tann partin, sum er komin í fjørðin í lívrúnum bygnaði, og fyri tað, sum er gjørt í fjørðinum, kann skiljast millum náttúrligu tilføringina uttan av havi og mannaelvdu tilføringina frá landi og frá alibrúkum.

Áhugavert hevði verið at vitað, hvussu gongdin hevur verið aftan á 1987, og vit hava lagt nógva orku í at savna tilfar frá Kaldbaksfirði og hinum firðunum, men uttan nóg gott úrslit. Trupulleikin er serliga at fáa álitandi tøl fyri tilføringina frá alivinnuni. Sum greitt er frá í greinini hjá K. Mortensen (1990), krevjast nógvar upplýsingar um hvørt brúkið; bæði um vøxtur, felli, fóðurnýtslu o.a., og tó at nógvir alarar hava verið ógvuliga beinasamir og stovnar og felagsskapir eisini, so hevur tað víst seg ógvuliga torført at fáa nóg mikið av álitandi tølum um so nógva alibrúk á hvørjum firði, at trúligar niðurstøður kunnu gerast. Tað tilfar, vit hava, bendir tó á, at tilføringin frá alivinnuni á Kaldbaksfirði er vaksin aftan á 1987, og støðan er tí nú helst meiri álvarslig, enn mynd 19 visir.

Ávirkanin av mannaelvdu tilføringini. Hetta má havast í huga, tá farið verður at hugsa um møguligar avleiðingar av mannaelvdu tilføringini, og fyri Kaldbaksfjørð er torført at koma til nakra avgjörda niðurstøðu, um mannaelvda tilføringin hevur havt álvarsligt árin á fjørðin, serliga tí at vit ikki hava gamlar oxygenmátningar. Heldur ikki kunnu vit við somu vissu sum fyri Skálafjørð meta um avleiðingarnar av øktari mannaelvdari tilføring.

Tann niðurstøða, sum gjord er fyri Kaldbaksfjørð í inngangsgreinini fremst í ritinum, er tí við fyrivarni. Hon er meiri óviss enn tann niðurstøða, sum gjord er fyri Skálafjørð. Hon er grundað á hesar metingar:

Í 1985 mátaðu vit smáar nøgdir av oxygeni nær botni á Kaldbaksfirði (Mynd 18); men ivasamt er, um hetta oxygentrotið hevði nakað við dálking at gera. Vit hava ikki seinni mátað so smáar oxygennøgdir, hóast mannaelvda tilføringin eftir øllum at døma er økt. Eisini tykist blandingin á Kaldbaksfirði at hava verið óvanliga litil í tíðarskeiðnum undan mátingini á mynd 18. Hitamátingarnar frá botnvatninum á Kaldbaksfirði vísa ofta lop uppeftir sum tekin um bráðliga harða blanding, sum helst stavar frá vindi. Tað sæst á mynd 17, at í 1985 var eitt langt tíðarskeið við litlari upphiting áðrenn mátingina á mynd 18, og munurin í hita millum botnvatnið og miðlagið var størri enn vanligt.

Men um oxygentrotið í 1985 ikki stávaði frá mannaelvdari tilføring, so merkir hetta, at Kaldbaksfjørður nøkur ár nærkast vandamarkinum av náttúrligum orsökum, og tað samsvarar væl við áðurnevndu frágreiðingar frá monnum, sum hava fiskað hummara. Hetta ger hann tí samstundis viðbreknan mótvegis dálking. Í so máta líkist hann Skálafirði. Tað, sum kanska serliga ger munin millum báðar firðirnar, er tjúktin á avlæsta botnlagnum. Hon er umleið dupult so stór á Skálafirði sum á Kaldbaksfirði. Hetta er ein orsøkin til, at blandingin ger meiri mun á Kaldbaksfirði; men samstundis merkir hetta, at yvir hvørjum kvadratmetri av botni á Kaldbaksfirði eru bert helvtin so nógvir kubikmetrar av sjógvi, og tí frá byrjan eisini bert helvtin so nógva oxygen sum í botnlagnum á Skálafirði. Í tíðarskeiðum, har blandingin er veik, kann oxygennøgðin niðast við botn á Kaldbaksfirði tí helst minka skjótari enn á Skálafirði.

Í greinini um oxygentrot (Hansen, 1990c) er greitt frá einum modeli fyri Kaldbaksfjørð. Viðurskiftini á Kaldbaksfirði eru so óreglulig, at modelið neyvan kann nýtast fyri alt tíðarskeiðið undir eini avlæsing; men í stytri tíðarskeið við javnari blanding skuldi

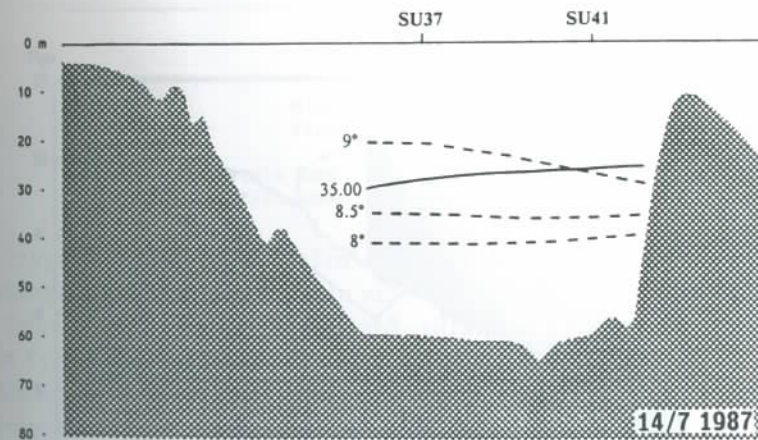
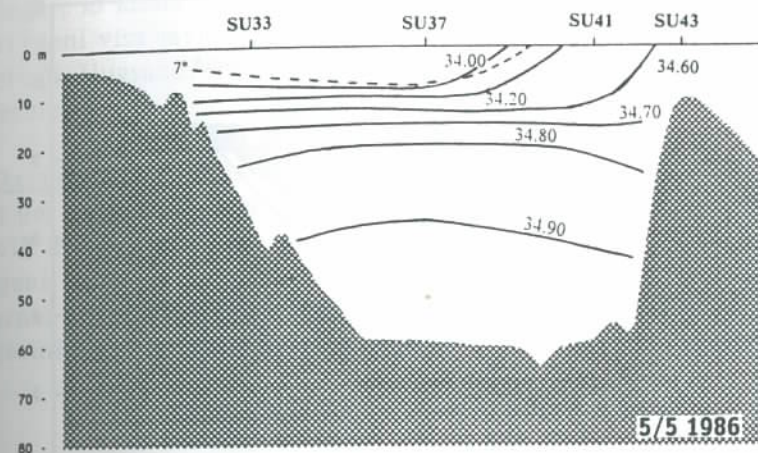
modellið verið nýtiligt, og í teimum færum váttað modellid júst tað, at minkingin í oxygennøgd við sjálvan botnin kann vera ógvuliga bráðlig á Kaldbaksfirði.

Hetta bendir á, at Kaldbaksfjørður *vanliga* tolir meiri av enn Skálafjørður, hvat viðvikur mannaelvdari tilføring við livrunnum evnum; men at hann er meiri tengdur at veðrinum, og í liggjandi góðveðri er hann kanska líka ella meiri viðbrekin. Helst eigur Kaldbaksfjørður tí ikki at verða dálkaður meiri enn Skálafjørður upp á seg. Á Skálafirði bendir alt á, at ein mannaelvd tilføring, sum er 25% av náttúrliga tilflutninginum av livrunnum evnum, hevur skatt fjørðin munandi. Við tí grundarlagi, vit í dag hava, má hetta tí eisini metast at vera ov nógv fyri Kaldbaksfjørð, og, sum greitt er frá, tykist fjørðurin at nærkast hesum marki.

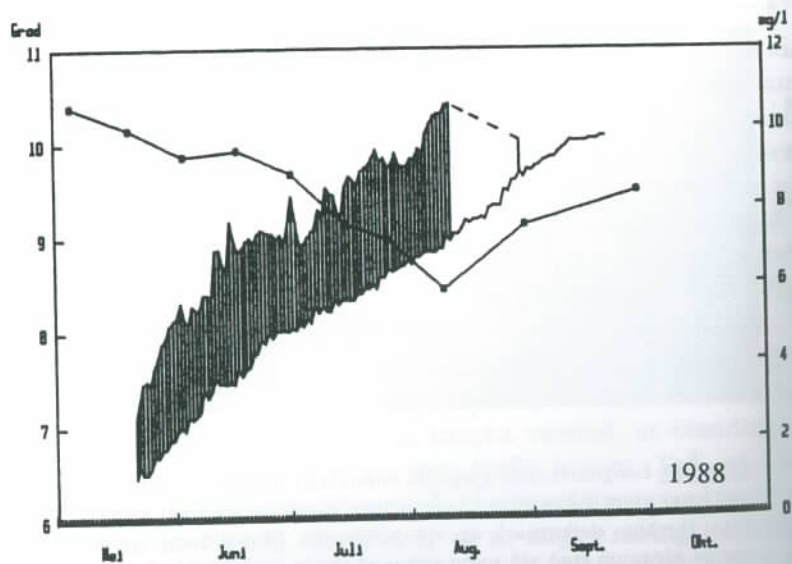
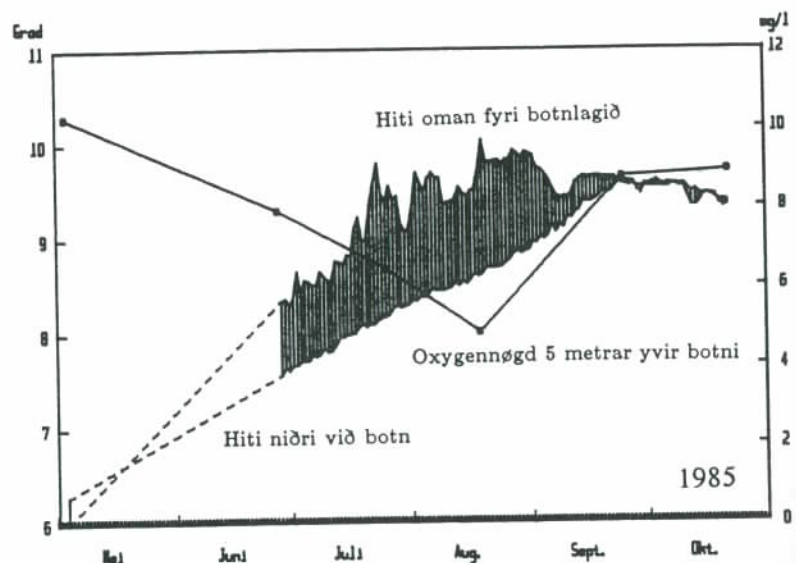
SUNDALAGIÐ NORDAN FYRI STREYMIN

Avlæsing og blanding. Sundalagið norðan fyri Streym er ikki eins og Skálafjørður og Kaldbaksfjørður opið bert í øðrum endanum. Tó at vit í hesum riti ofta nevna tað ein fjørð, er tað eitt sund, og nettórák er helst suður gjøgnum tað (Hansen, 1990b). Gáttir eru tó í báðum endum, og tær eru grunnar; onnur um 5 metrar og hin um 11 metrar. Millum tær er djúpt; niður á einar 60 metrar. Sundalagið (sum vit eftir hetta stutt nevna tað) verður eftir øllum at døma læst av mest sum hvørt summar. Á mynd 20 eru tveir longdarskurðir; annar frá mai 1986 (áðrenn avlæsing) og hin frá juli 1987 (aftan á avlæsing).

Rokna vit tjúktina av botnlagnum sum hæddina frá størsta dýpi upp á ta djúparu gáttina, so er botnlagið tjúkri á Sundalagnum enn á hinum báðum firðunum, og vit kundu tá kanska væntað, at blandingin var veikari. Tvey fyrirbrigdi eru tó, sum forða hesum: Tað, at sjógvur streymar gjøgnum Sundalagið, og tað, at sjóvarfalsstreymur er í hesum øki í mun til hini bæði. Hetta elvir til so nógva røring í sjónum, at hitaøkingin í botnvatninum á Sundalagnum er um somu stødd sum á Kaldbaksfirði og væl størri enn á Skálafirði. Samanborið við Kaldbaksfjørð er tó tann munur, at upphitingin er nógv javnari. Hon tykist í minni mun at stava frá einstøkum hørðum stormum, men man heldur koma frá sjóvarfallinum.



Mynd 20. Longdarskurðir gjøgnum Sundalagið norðan fyri Streym við hitalinjum (isotermum), sum ganga gjøgnum støð við sama hita (brotnu strikurnar) og við saltlinjum (isohalinum), sum ganga gjøgnum støð við somu saltngd (heilu strikurnar). Ovara myndin er áðrenn botnvatnið var avlæst. Niðara myndin er undir avlæsing.



Mynd 21. Munur í hita millum 20-30 metra dýpi og botn á Sundalagnum norðan fyri Streym 1985 og 1988 og oxygennøgðin fimm metrar yvir botni samstundis.

Hetta sæst á mynd 21, sum samstundis vísir, at oxygennøgdirnar niður móti botni nærkast niður móti 4 mg/l. Vit hava tó ikki nakrar mátingar, ið koma heilt niður á hetta mark. Profilar bæði av hita og av oxygeni vísa javnari broyting við dýpi enn á Skálafirði og Kaldbaksfirði. Hugsandi er, at harða blandingin á Sundalagnum er atvoldin at hesum.

Oxygennýtslan. Eins og fyri Skálafjørð og Kaldbaksfjørð hava vit mett um oxygennýtsluna bæði við at nýta mátingar av sedimentering og við at nýta mátingar av oxygennøgð og meta um ta mongd av oxygeni, sum verður blandað niður í botnvatnið úr erva. Útrokningarnar eru gjøllari lýstar í greinini um sedimentering (Gaard, 1990) og greinini um oxygentrot (Hansen, 1990c). Úrslitið sæst í talvu 6.

Talva 6. Oxygennýtslan á Sundalagnum norðan fyri Streym á hvørjum kvadratmetri, roknað eftir oxygenmátingum og eftir sedimentmátingum.

	Nýtsla g/m ² /dag
Minking í oxygenmengd Flutningur úr erva	0,4 0,9
Samlað oxygennýtsla samb. oxygenmátingum	1,3
Samlað oxygennýtsla samb. sedimenteringsmátingum	1,3

Oxygennýtslan, roknað eftir oxygenmátingum, fæst við at leggja minkingina í oxygennøgð saman við flutninginum úr erva (líkning (1)). Vit hava ikki, sum fyri Skálafjørð, tilfar á Sundalagnum til at gera hetta fyri hvørt árið sær. Tí vísir talvan mett meðaltøl.

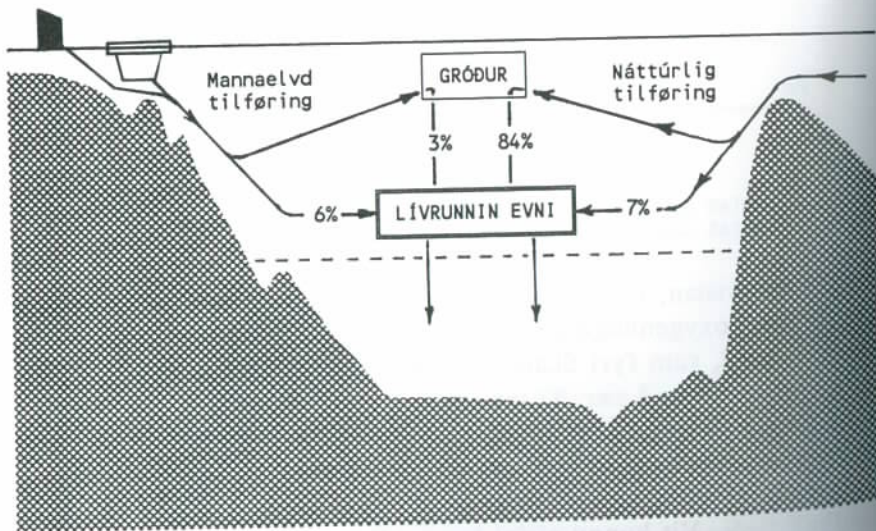
Metingin av oxygennýtslu eftir oxygenmátingum og metingin eftir sedimentmátingum samsvara væl á Sundalagnum, og vert er at leggja til merkis, at talið er væl hægri enn tøluni bæði á Skálafirði og á Kaldbaksfirði. Vit kunnu eisini leggja til merkis, at sambært talvu 6 kemur ein stórur partur (69%) av nýtta oxygeninum við flutninginum úr erva heldur enn sum minking av oxygenmengdini í botnvatninum. Hetta var at vænta av tí hörðu blandingini.

Mannaelvda tilføringin. Mannaelvdu tilføringina á Sundalagnum hevur Kári Mortensen mett í grein síni (Mortensen, 1990) fyri 1986 og 1987. Talva 7 vísir nøkur heildartøl.

Talva 7. Útleiðing av dálkandi tilfari til Sundalagið norðan fyri Streym í tíðarskeiðnum 1.apríl - 1.október 1986 og 1987 roknað í kg/dag av ávikavist C, N og P.

Dálkingarkelda	Lívrundið kolevni	Nitrogen	Fosfor
Alibrúk	668	119	17
Flakavirki	113	9	3
Húsarhald	0	19	8
Landbúnaður	0	17	1
Tilsamans	781	164	29

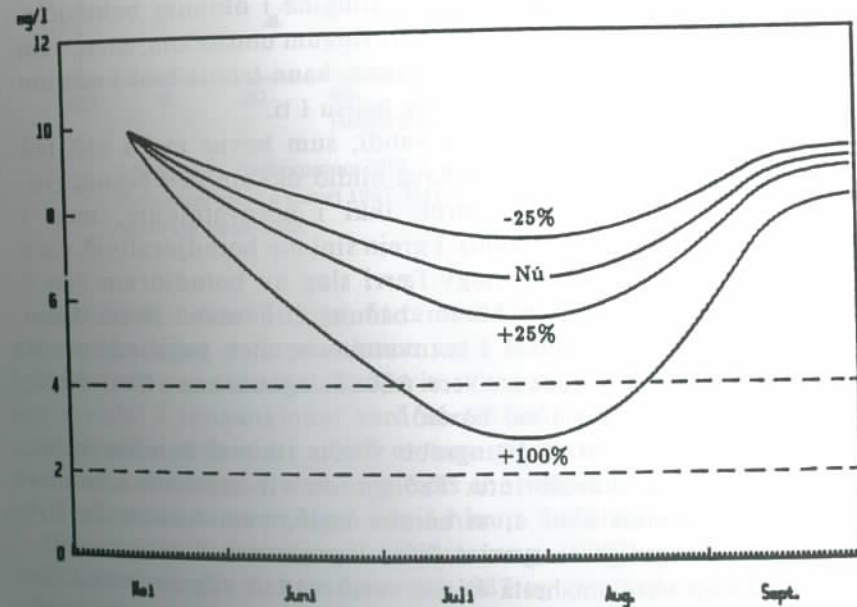
Eins og fyri Kaldbaksfjørð var stórur munur millum bæði árin. Mannaelvda tilføringin var umleið dupult so stór í 1987 sum í 1986, og økingin stavaði frá alingini, sum eigur meiri enn trýggjar fjórðingar av allari mannaelvdur tilføringini.



Mynd 22. Mongdin av lívrinum evnum á Sundalagnum norðan fyri Streym kemur eftir fyra ymsum vegum. 13% (7+6) koma í fjørðin í lívrinum bygnaði. 87% (84+3) verða bygd inni í fjørðinum við gróðuri. Mongdin av tí, sum verður gjørt við gróðuri, er tengd at tilføringini av tøðevnum. Bæði fyri tann partin, sum er komin í fjørðin í lívrinum bygnaði, og fyri tað, sum er gjørt í fjørðinum, kann skiljast millum náttúrligu tilføringina uttan av havi og mannaelvdur tilføringina frá landi og frá alibrúkum.

Á mynd 22 er mannaelvdur tilføringin samanborin við náttúrligu tilføringina av lívrinum evnum. Undir viðgerðini av Skálafirði er gjøllari greitt frá grundarlagnum fyri myndini. Á Sundalagnum tykist mannaelvdur tilføringin bert at eiga ein lítlan part. Í 1986-87 vóru minni enn 10%, av allari tilføringini av lívrinum evni til botnvatnið av mannaárvum.

Tað, at oxygennýtslan í botnvatninum á Sundalagnum, roknað upp á kvadratmeturin, er væl størri enn á Skálafirði og Kaldbaksfirði, stavar tí ikki frá mannaelvdur tilføring, men frá, at gróðurin er meiri á Sundalagnum vegna serliga stóran náttúrligan innflutning av tøðevnum.



Mynd 23. Oxygennøgð á 55 metra dýpi á Sundalagnum norðan fyri Streym sambært modell. Roknað er við somu blanding í øllum færum; men oxygennýtslan á botni er ymisk. Strikan merkt "Nú" svarar til oxygennýtsluna, sum var seinast í áttatiárunum. Í hinum færunum er oxygennøgðin økt ella minkað í mun til hetta við teimum prosentum, sum merkt eru.

Ávirkanin av mannaelvdur tilføringini. Vit kunnu ikki ávísar, at mannaelvdur tilføringin hevur havt nakað árin á oxygennøgðirnar í botnvatninum. Vit hava gjørt eitt modell fyri Sundalagið eins og Skálafjørð. Gjøllari er greitt frá hesum í greinini um oxygentrot

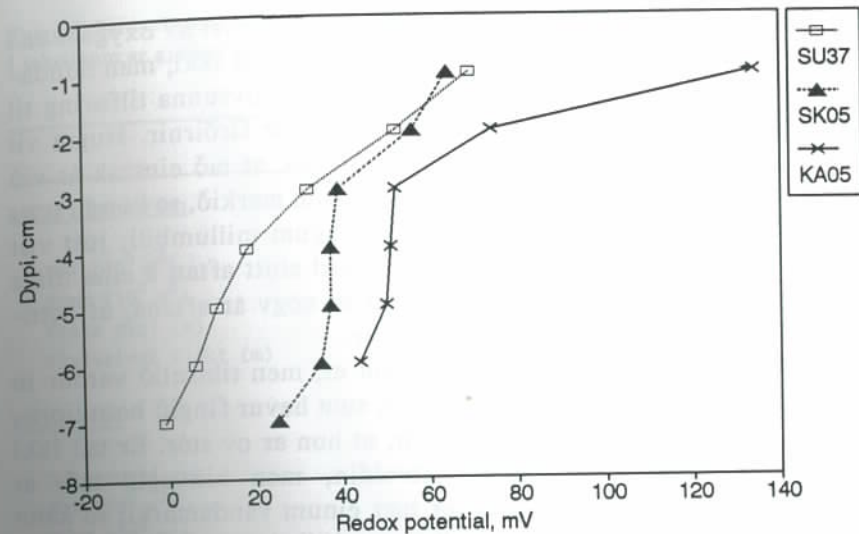
(Hansen, 1990c). Á mynd 23 sæst oxygennögdin á Sundalagnum stutt oman fyri botn á størsta dýpi sambært modell við ymsum virðum fyri oxygennýtsluni á hvørjum kvadratmetri. Strikan, sum er merkt "Nú", hevur eina oxygennýtslu, ið samsvarar við talvu 6. Hinar hava 25% lægri ella hægri oxygennýtslu, og so er ein, sum hevur 100% hægri oxygennýtslu, t.v.s. hevur eini 10 ferðir so nógva mannaelvda tilføring, sum í seinnu helvt av áttatiárunum.

Niðurstøðan av myndini er, at tað ber til at dálka Sundalagið norðan fyri Streym so nóg, at vandin fyri oxygentroti í botnvatninum økist; men nóg skal til.

Við hesum er tó ikki vist, at ongin vandi er í mannaelvdu tilfóringini. Eitt er, at hon kann ávirka alingina í økinum beinleiðis. Laksur og annar alifiskur kann liva undir ringum umstøðum; men, sum nógvir alarar hava verið noyddir at ásanna, hann trívist best í reinum umhvørvi, og hevur bestan vøkstur og heilsu í tí.

Men umframt tað er ein annar vandi, sum hevur meiri við tað slagið av dálking at gera, sum vit hava hildið okkum til í hesum riti. Hugsað verður her um oxygentrot; ikki í botnvatninum, men í botninum sjálvum (sedimentinum). Í grein síni um botndjóralívið visir Arne Nørrevang (1990) á, at nógv færri sløg av botndjórum eru á botni í Sundalagnum enn á hinum báðum firðunum. Hetta kann neyvan vera vegna oxygentrot í botnvatninum; men hugsandi er, at umstøðurnar í sedimentinum eru verri á Sundalagnum enn á Skálafirði, og ymiskt er, sum bendir á tað borðið.

Fyrst er at nevna, at tá botngrabb vórðu tikin á Sundalagnum, luktaðu vit av og á svávlbrintu. Tað gjördu vit ongantið á hinum firðunum. Tað kundi bent á, at aeroba lagið, sum umrøtt varð í innganginum, møguliga er tynri á Sundalagnum enn á hinum firðunum. Ynskiligt var, um hetta kundi verið váttað ella avsannað av meiri talfestum tilfari. Í hesum sambandi eru mátingarnar av gløðitapi og av redoxpotentiali av áhuga. Tær eru gjøllari umrøddar í greinini um sedimentering (Gaard, 1990). Tíverri vóru mátingarnar av gløðitapi á Sundalagnum heldur miseydnaðar, og vit hava heldur ikki so nógvar álitandi mátingar av redoxpotentiali, so tilfarið er nakað lítið. Tað tilfar, sum er, bendir tó á, at aeroba lagið veruliga er tynri á Sundalagnum. Mynd 24 lýsir hetta við einum dømi, har broytingin í redoxpotentiali niður gjøgnum sedimentið er teknað fyri Skálafjørð, Kaldbaksfjørð og Sundalagið, mátað um somu tíð (umleið 10. sept. 1987).



Mynd 24. Redoxpotentialið í sedimentinum á øllum trimum firðunum seint á sumri 1987. Dýpið er roknað í centimetrum undir sjálvum botninum.

Her kann havast í huga, at tá hesar mátingar vórðu gjørdar, var avlæsingin liðug á Sundalagnum og á Kaldbaksfirði, meðan Skálafjørður enn var avlæstur. Tað er tí ikki oxygennögdin í sjónum, sum ger munin. Í innganginum varð nortið við henda spurning, og mest trúliga niðurstøðan er, at tað er tann stóra tilfóringin av livrunnum evnum til Sundalagið, sum beinleiðis er atvoldin til, at aeroba lagið har eftir øllum at døma er tynri enn á hinum firðunum.

Í greinini um botndjóralív (Nørrevang, 1990) er ein samanbering millum kanningar av botndjórum í 1987 og gamlar kanningar í 1926-27. Stórur munur er millum hesar kanningar. Talið av djórum av ymsum sløgum tykist vera nógv minkað í millumbilinum millum kanningarnar. Tvinnar orsøkir kunnu hugsast. Onnur er mannaelvd tilfóring. Hin er náttúrligar broytingar. Um niðurstøða okkara á mynd 22 er røtt, er lítið trúligt, at mannaelvda tilfóringin við livrunnum evnum einsamøll hevur skyldina. Aðrar broytingar av mannávum hava verið í økinum; men á verandi støði verða allar metingar um møguligar avleiðingar frá teimum bert gitingar.

Náttúrligar broytingar kunnu tó eisini hava verið atvold til munin millum gomlu og nýggju kanningarnar. Nevnt var í innganginum, at um livrunna tilfóringin til sedimentið verður ov stór á einum øki, so

kann botndjórasmfelagið bróta saman, hóast ivaleyst av oxygeni er í sjónum yvir botni. Hvar hetta mark liggur, vita vit ikki; men Sundalagið, sum av náttúrligum uppruna hevur størri lívrinna tilføring til sedimentið, liggur nærri hesum marki enn hinir firðirnir. Hugsa vit okkum, at Sundalagið liggur so nær markinum, at tað einstök ár við serliga nógvum náttúrligum gróðuri fer upp um markið, so kundu tvær kanningar av botndjórunum, tiknar við longum millumbili, júst víst stóran mun, um so var, at onnur varð gjørd stutt aftan á eina tilika "náttúruvanlukku", meðan hin var gjørd so nógv ár aftaná, at botndjórini høvdu havt tíð at menna seg aftur.

Vit vita ikki, hvør rætta frágreiðingin er; men tilmælið verður tó tað sama. Er tað mannaelvda tilføringin, sum hevur fingið botndjórasmfelagið at bróta saman, so er greitt, at hon er ov stór. Er tað ikki mannaelvda tilføringin, sum er atvoldin, men hinvegin tað, at Sundalagið frá náttúrunnar hond er nær einum vandamarki, so kann økt mannaelvd tilføring, hóast hon er lítil í mun til náttúrligu tilføringina, flyta Sundalagið so mikið nærri markinum, at botndjórini oftari verða førd um markið til samanbrot. Mælast má tí til varsemi; men eisini eiga meiri umfatandi kanningar at verða gjørdar, serliga av botndjórunum.

SAMANBERING MILLUM TEY TRÝ ØKINI

Á fleiri støðum í greinini hava vit samanborið tey trý ymsu økini; men hóskiligt kundi verið stutt at tikið saman um, hvørji fyrbrigdi eru eins, og hvat skilir millum Skálafjørð, Kaldbaksfjørð og Sundalagið norðan fyri Streymin. Í talvu 8 hava vit savnað nøkur tøl, sum eyðkenna firðirnar.

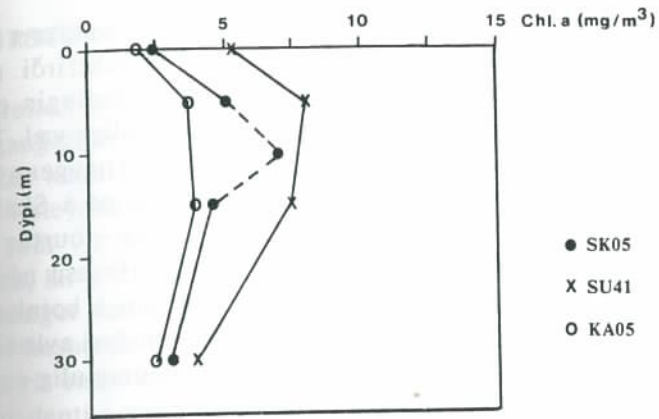
Flestu av tølunum í talvuni eru tikin ymsastaðni úr hesi greinini ella úr onkrari av hinum greinunum í ritinum. Vit fara ikki út í æsir við, hvussu tey eru framkomin. Í onkrum føri eru tølini meiri at kalla dømi enn meðaltøl. Talvan skal tí bert skiljast sum ein stuttur máti at samanbera nøkur lyklætøl.

Talva 8. Samanbering av ymsum tølum á teimum trimum firðunum, sum kannaðir eru. Í tekstinum er gjøllari greitt frá, hvat týðningurin er av ymsu heitonum.

	Skálafj.	Kaldb.fj.	Sund.n.f.S.
<u>Allur fjørðurin:</u>			
Øki (10^6 m^2)	13,8	5,4	11,0
Rúmd (10^6 m^3)	462	199	282
Mesta dýpi (m)	70	60	60
Ekvivalent tjúkt (m)	33	37	26
<u>Botnlagið:</u>			
Gáttardýpi (m)	30	40	11
Øki (10^6 m^2)	7,62	2,84	8,0
Rúmd (10^6 m^3)	134	30	95
Mesta tjúkt (m)	40	20	49
Ekvivalent tjúkt (m)	18	11	12
<u>Tilføring av lívrinum evnum:</u>			
Sjógvfluxur ($10^6 \text{ m}^3/\text{d}$)	26	16	28
Upprák (m/d)	1,9	3,0	2,5
Nitratnøgd í innkom.sjógvi (g/m^3)	0,075	0,075	0,131
Náttúrlig taðing ($\text{gN}/\text{m}^2/\text{d}$)	0,14	0,22	0,33
Gróður ($\text{gC}/\text{m}^2/\text{d}$)	0,72	0,93	1,15
Nøgd av plantuati ($\text{mg Chl}/\text{m}^3$)	4,4	3,5	6,7
Sedimentering ($\text{g POM}/\text{m}^2/\text{d}$)	1,7	1,7	2,3
Oxygennýtsla á botni ($\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$)	0,74	0,8	1,3
Dálking 1986-87 (%)	25	11	9
<u>Blanding í botnvatni:</u>			
Hitafluxur ($10^{-6} \text{ }^\circ\text{C m/s}$)	0,5	1,5	1,5
Partur av ox.nýtslu frá flutn. (%)	55	73	69
<u>Avleiðingar:</u>			
Mínsta mátaða oxygennøgd (mg/l)	0,4	3	4,1
Mínsta mátaða redoxpot. á 5cm (mV)	37	50	11
Tal av botndjórum	34	33	19

Töluni í talvu 8 eru skipað í fimm bólkar. Teir báðir fyrstu bólkarnir vísa stödd og skap á ávikavist öllum fjörðinum og botnlagnum (definerað her at vera frá gáttini og niður á mesta dýpi). Hyggja vit at botnlagnum, so er tjúktin avgerandi. hesa tjúkt lýsa vit við tveimum ymiskum tølum. Mesta tjúktin er hæddin frá størsta dýpi upp á gáttardýpið, og ekvivalenta tjúktin av fjörðinum ella botnlagnum er definerað sum rúmdin (í m³) dividerað við økinum (í m²). Mesta tjúktin sigur nakað um, hvussu væl vart botnlagið er. Hægri gáttin er, betri eru teir djúpu partarnir av botnlagnum vardir. Men ekvivalenta tjúktin hevur eisini stóran týðning. Hon sigur, hvussu nógvir metrar av botnvatni í meðal eru yvir hvørjum kvadratmetri av botni. Við tí sigur ekvivalenta tjúktin eisini, hvussu nógv oxygen frá ársbyrjan er yvir hvørjum kvadratmetri av botni. Tað er tí áhugavert at leggja til merkis, at, tó at gáttin er umleið hálvatriðju ferðir hægri á Sundalagnum enn á Kaldbaksfirði, so eru ekvivalentu tjúktirnar næstan tær somu. Skapið á hesum báðum firðum er ymiskt. Kaldbaksfjørður hevur brattar síður niður á ein næstan flatan botn, meðan Sundalagið gryn timer meiri líðandi. Skálafjørður liggur í skapi millum Kaldbaksfjørð og Sundalagið.

Fara vit til triðja bólkin í talvu 8, so fevnir hann um ymisk tøl, ið hava samband við tilføringina av lívrúnum evnum til botnvatnið. Nøkur teirra eru náttúrlig, onnur eru av mannaárvum, og onkur eru bæði. Gróðurin er her nýggjur gróður (Gaard og Poulsen, 1990), og hann er størstur á Sundalagnum og minstur á Skálafirði. Orsøkin til hetta var náttúrlig taðing og ikki eutrofieringin, sum var størst á Skálafirði. Hinvegin sæst, at náttúrliga taðingin og gróðurin fylgjast hampuliga væl, tá vit samanbera firðirnar. Náttúrliga taðingin er her tann mongd av nitrogeni, sum hvønn dag rekur upp í hvønn kvadratmetur av gróðrarlagnum úr neðra. Hetta nitrogen er komið í fjörðin í miðlagnum, og sjógvfluxurin (Hansen, 1990b) er mongdin av sjógv, sum hvønn dag kemur henda veg. Eftir hesum er gróðurin størstur á Sundalagnum, tí at náttúrliga taðingin har er størst. Tvinnar osøkir eru til stóru náttúrligu taðingina á Sundalagnum. Onnur er, at sjógvfluxurin er hampuliga stórus. Tá vit dividera hann við økinum av fjörðinum, fáa vit upprákið, sum er eitt mát fyri ferðina hjá sjónum upp í gróðrarlagið. Hin grundin er, at nøgdin av nitrogen tøðevnum í inngangandi sjónum í meðal er tvífalt so stór á Sundalagnum sum á Skálafirði og Kaldbaksfirði. Tann munurin er nóg stórus til at víga upp móti tí, at upprákið er størst á Kaldbaksfirði.



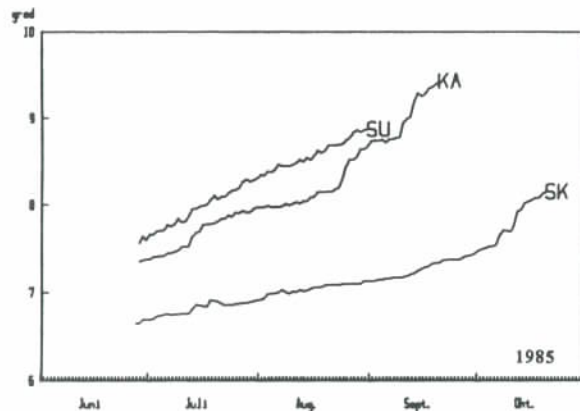
Mynd 25. Nøgdin av klorofyl a á ymiskum dýpum á Skálafirði, Kaldbaksfirði og Sundalagnum norðan fyri Streym. Myndin visir meðalvirði fyri tíðarskeiðini mai-september 1985, 1987 og 1988. Tó eru mátingarnar á 0 og 10 metra dýpi bert frá 1985 og 1987.

Samanbera vit síðan nøgdirnar av plantuæti (frá vatnskorpunni niður á 30 metra dýpi) á teimum trimum firðunum, so liggur Sundalagið aftur ovast. Hetta sæst av talvuni og á mynd 25. Hetta er lætt at skilja, tá gróðurin er mestur á Sundalagnum; men skiljast má millum gróður og nøgd. Talið fyri gróður sigur, hvussu stór tilgongdin er til mongdina av plantuæti. Talið fyri nøgd sigur, hvussu nógv er undir hvørjum kvadratmetri í meðal. Hóast vaksandi gróður sjálvandi økir um nøgdina av plantuæti, so eru onnur viðurskifti, sum ávirka nøgdina eisini. Tað, at nøgdin sambært talvuni er minni á Kaldbaksfirði enn á Skálafirði, hóast gróðurin er størri á Kaldbaksfirði, kann t.d. stava frá, at útskiftingin á Kaldbaksfirði er umleið dupult so skjót sum á Skálafirði, so at plantuæti skjótari rekur út úr fjörðinum á Kaldbaksfirði.

Hesin spurningur hevur so eisini avleiðingar fyri sedimenteringina av lívrúnum evnum, og skiljandi er, hví hon er størst á Sundalagnum. Tað stavar uttan iva frá tí, at gróðurin har er størstur. Og samband er, sum longu er nevnt, millum sedimenteringina og oxygennýtsluna á botni. Tí var væntandi, at størsta oxygennýtslan var á Sundalagnum.

Fjørði bólkurin av tølum í talvu 8 visir blandingina í botnlagnum. Talið fyri hitaflux sigur, hvussu nógvur varmi (roknað í °C) fer niður

gjøgnum hvønn kvadratmetur hvørt sekund. Hann er sambært hesum triggjar ferðir so stórir á Sundalagnum og Kaldbaksfirði sum á Skálafirði. Mynd 26 lýsir hetta við einum dømi. Blandingin er ikki bert givin av hitafluxinum; men tey fylgjast tó hampuliga væl. Talvan vísir eisini, at á Skálafirði kemur nógv minni partur av oxygennýtluni frá flutningi við blanding. Hetta merkir sjálvandi, at á Skálafirði verður størri partur av oxygeninum tikin úr sjónum - burtur av tí, sum var í botnvatninum, áðrenn tað varð læst av. Hvussu nógv tað var, er, sum áður nevnt tengt at ekvivalentu tjúktini á botnlagnum. Minnst skal tó á, at tøluni fyri blanding eru meðaltøl fyri avlæsingar-tíðarskeiðini. Á Kaldbaksfirði er blandingin meiri óreglulig og kann vera væl minni í tíðarskeið við liggjandi góðveðri.



Mynd 26. Upphitingin av botnvatninum undir avlæsingini 1985 á Skálafirði (SK), Kaldbaksfirði (KA) og á Sundalagnum norðan fyri Streym (SU).

Avleiðingarnar av teimum náttúrligu og mannaelvdum tølum, sum nevnd eru í talvuni, eru settar í niðasta bólkin. Á Skálafirði kemur oxygennøgðin niðast við botn vanligu longur niður enn á hinum firðunum. Orsøkin er serstakliga tann litla blandingin; men tann økta oxygennýtlan, sum stavar frá dálkingini, ger eisini stóran mun, sum greitt er frá áður. Redoxpotentialið 5 cm undir botninum sigur nakað um, hvussu tjúkt aeroba lagið er. Eftir talvuni er tað til tíðir tynri á Sundalagnum enn á hinum økjunum. Hetta stavar óivað frá tí nógvu sedimenteringini á Sundalagnum og kann vera ein orsök til, at talið av botndjórum í grabbiprøvunum (Nørrevang, 1990) er so nógv minni á Sundalagnum enn á hinum firðunum.

NIÐURSTØÐUR

Í greinini eru vit komin til fleiri niðurstøður. Tær eru samanfataðar í inngangsgreinini fremst í ritinum, og vit skulu ikki endurtaka tær her. Tær kanningar, vit viðgera í hesum ritinum, kunnu sigast at hava verið væleydnaðar. Torført er altíð at talfesta náttúruna so nógv út í æsir, sum vit hava roynt, og nógv av tølunum, sum eru at finna í ritinum, hava stórar óvissur. Tó tykjast tey at geva eina heildarmynd, sum hongur væl saman uttan stórvegis mótsagnir.

Við hesum er ikki sagt, at onki er eftir at kanna. Í inngangsgreinini nevna vit eisini nakrar av teimum høvuðsspurningum, sum vit meta, mestur dentur eigur at verða lagdur á í komandi kanningum.

English summary. The paper summarizes and combines results from the other contributions in this publication and presents the arguments upon which the conclusions given in the first paper are founded. For each of the three sill fjords: Skálafjørður, Kaldbaksfjørður and Sundalagið n.f.Str. the oxygen balance of the bottomwater during stagnation is discussed and estimates are made of both the natural and the antropogenic contributions to the oxygen consumption. The effects of the antropogenic releases are simulated by a numerical model of the oxygen balance.

Heimildarrit

Bloch, D., B.Hansen, H.P.Joensen og M.Poulsen 1986. Fjarðakanningar 1985. Kanningarúrslit. Tórshavn.

Gaard, E. 1990. Sedimentering og niðurbrotning av livrunnum evnum. Í hesum riti.

Gaard, E., B.Hansen, K.Mortensen, M.Poulsen og A.Nørrevang 1990. Eru føroysku gáttarfirðirnir dálkaðir? Í hesum riti.

Gaard, E. og M.Poulsen 1990. Tøðevni og gróðrarlíkindi hjá plantuæti. Í hesum riti.

Hansen, B. 1980. On the water renewal of Faroese fjords and sounds. In: Rep. Inst. Phys. Oceanogr. Univ. Copenh., 42.

Hansen, B. 1990a. Dýpi og skap á føroysku gáttarfirðunum. Í hesum riti.

Hansen, B. 1990b. Rák og útskipting í ovaru lögnum á føroyskum gáttarfirðum. Í hesum riti.

Hansen, B. 1990c. Oxygentrot og útskipting í botnvatninum á føroyskum gáttarfirðum. Í hesum riti.

Hansen, B. og M.Poulsen 1987. Ilttrot á føroyskum gáttarfirðum. Fiskirannsóknir 4.

Hansen, B., R.Kristiansen og L.Lastein 1990. Hydrografiskar kanningar á føroysku gáttarfirðunum. Í hesum riti.

Heilsufrøðiliga Starvsstovan 1988. Kanning av dálkingarstöðuni á vágni og teimum størru ánum í Tórshavn. Býarverkfrøðingurin oktober 1988.

Kiilerich, A. 1928. In: Zoology of the Faroes, Vol.I, part 1, pp.21-33. Andr. Fred. Høst & Søn, Copenhagen.

Mortensen, K. 1990. Keldur til nitrogen, fosfor og lívrúnnin evni í Skálafirði, Sundalagnum norðan fyri Streymin og Kaldbakfirði. Í hesum riti.

Nørrevang, A. 1990. Botndjórálivið á føroyskum gáttarfirðum. Í hesum riti.

Oug, E 1989. Vannutskiftning og dødelighet av bunnfauna i Trysfjorden, Vest-Agder 1989. NIVA-Rapport E-89525.

Pearson, T.H. and R.Rosenberg 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 16: 229-311.

Rosenberg, R. 1980. Effect of oxygen deficiency on benthic macrofauna in fjords. I: Fjord Oceanography (ed. H.J.Freeland o.a.), New York and London.

Støðisútbúgvingin 1980. Kanningar á Skálafirði. 128 p. Tórshavn.

UNESCO 1982. The Review of the Health of the Oceans. IMCO/FAO/UNESCO/WMO/-WHO/IAEA/UN/UNEP Joint group of experts on the scientific aspects of marine pollution -GESAMP- Reports and studies No. 15.

Vandkvalitetsinstituttet 1984. Forurening fra havbrug på Færøerne. VKI sagsnr. 96.312, 190 p., Hørsholm.

Vandkvalitetsinstituttet 1987. Skálafjørður og Sundini 1985. Belastning og tilstand.

Dýpi og skap á føroysku gáttarfirðunum

Bogi Hansen, Fiskirannsóknarstovan

Samandráttur. Greinin lýsir skapið av botninum á Skálafirði, Kaldbakfirði og í Sundalagnum bæði norðan fyri Streym og sunnanfyri og útgreinar broytingar í botndýpi sum grundarlag fyri øðrum kanningum.

Til fyri stuttum vistu vit bert í høvuðsheitum, hvussu skapið var á føroyskum firðunum, og hvussu djúpt var ymsastaðni á teimum; men nýggju botnkortini, sum Landsverkfrøðingurin hevur latið gera, hava broytt hesa støðu. Vit hava nýtt hesi kort sum grundarlag undir myndunum 1, 2, 3 og 4, ið vísa botnin á teimum økjum, sum serliga hava áhuga í sambandi við dálkingarkanningarnar, ið viðgjørðar verða í hesum riti.

Kortini vísa, at øll tey nevndu økini eru gáttarfirðir, og uppaftur betri sæst hetta av longdarskurðunum á mynd 5, 6, 7 og 8. Hesir skurðir liggja gjøgnum djúpastu partarnar á firðunum og eru gjørðir eftir nýggju botnkortunum.

Umframt at vera nógv neyvari vísa nýggju kortini, at botnurin í støðum er ójavnari, enn hildið var. Serligan týðning hevur tað, at Skálafjørður sambært nýggju kortunum hevur eina gátt aftrat Saltnesgrynnuni. Henda nýggja gáttin liggur millum Skála og Søldarfjørð og rækkur bert uppá 55 metra dýpi; men frá hesum dýpi og niðureftir skilur hon fjørðin í tveir hyljar, sum vit kunnu nevna *norðara hyl* og *syðra hyl*.

Nakað tað sama er við Tangafirði. Har visir kortið eina nýggja gátt nakað norðan fyri Kollafjørð, sum gongur upp á 50 metra dýpi og ger ein hyl norðan fyri seg (norður móti Hvalvík) og ein sunnanfyri.

Av botnkortunum er lætt at rokna út økini á ymsum dýpum og rúmdirnar millum ávisi dýpi. Úrslitini eru sett upp í talvurnar 1, 2, 3 og 4 fyri hvørt øki sær.

Talva 1. Øki og rúmd á ymsum dýpum á Skálafirði. Økini eru roknað í km² og rúmdin millum tvey dýpi er í eindini 10⁶ m³. Frá 55 metra dýpi er skilt millum norðara og syðra hylin.

Dýpi (m):	0	10	20	30	40	50	55	60	70
Suð. :							1.69	0.50	0.02
Øki Norð.:							0.36	0.14	0.02
Saml.:	13.8	12.1	9.91	7.62	5.59	3.40	2.05	0.64	0.04
Suð. :							5.5	2.6	
Rúmd Norð.:							1.3	0.8	
Saml.:	130	110	88	66	45	13	6.8	3.4	

Talva 2. Øki og rúmd á ymsum dýpum á Sundalagnum norðan fyri Streym. Økini eru roknað í km² og rúmdin millum tvey dýpi er í eindini 10⁶ m³.

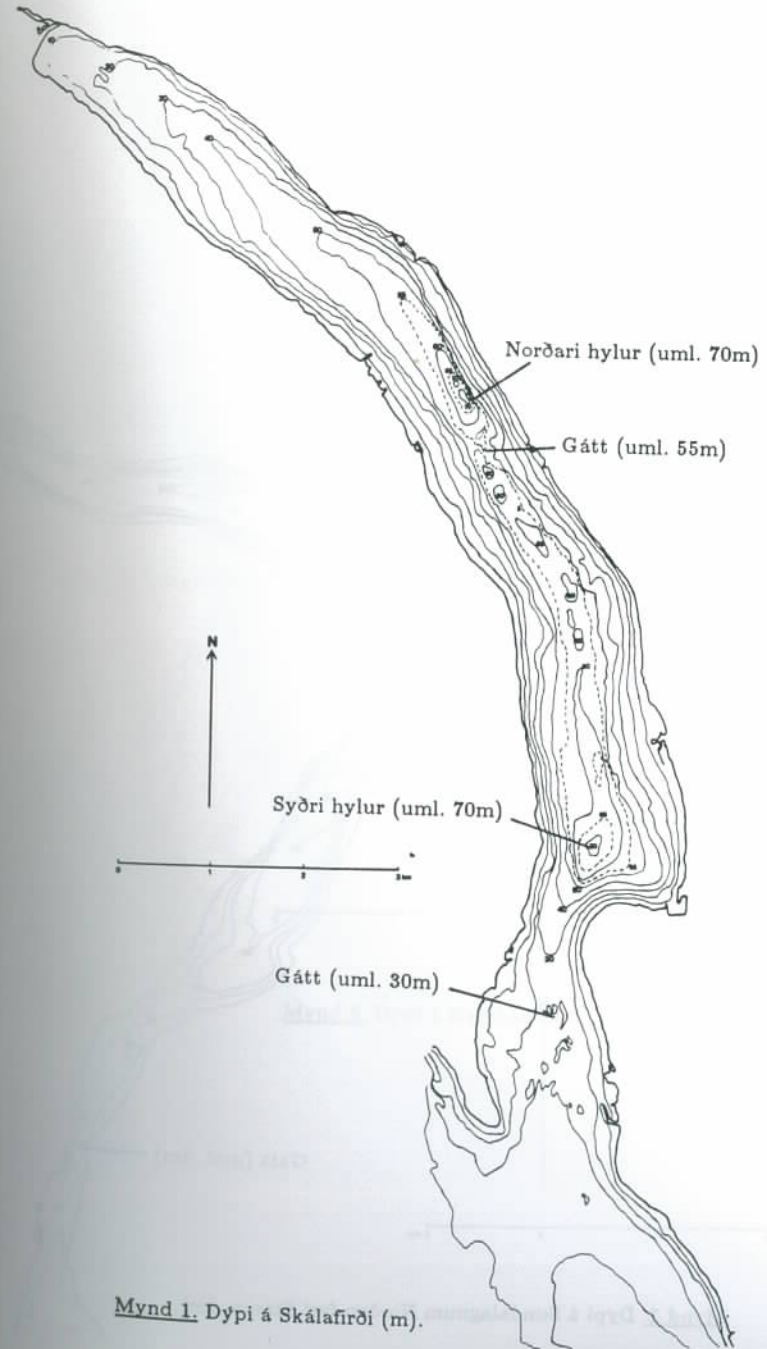
Dýpi (m):	0	10	20	30	40	50	60
Øki :	11.0	8.24	5.55	4.09	2.95	1.91	0.05
Rúmd :	96	69	48	35	24	9.8	

Talva 3. Øki og rúmd á ymsum dýpum á Kaldbakfirði. Økini eru roknað í km² og rúmdin millum tvey dýpi er í eindini 10⁶ m³.

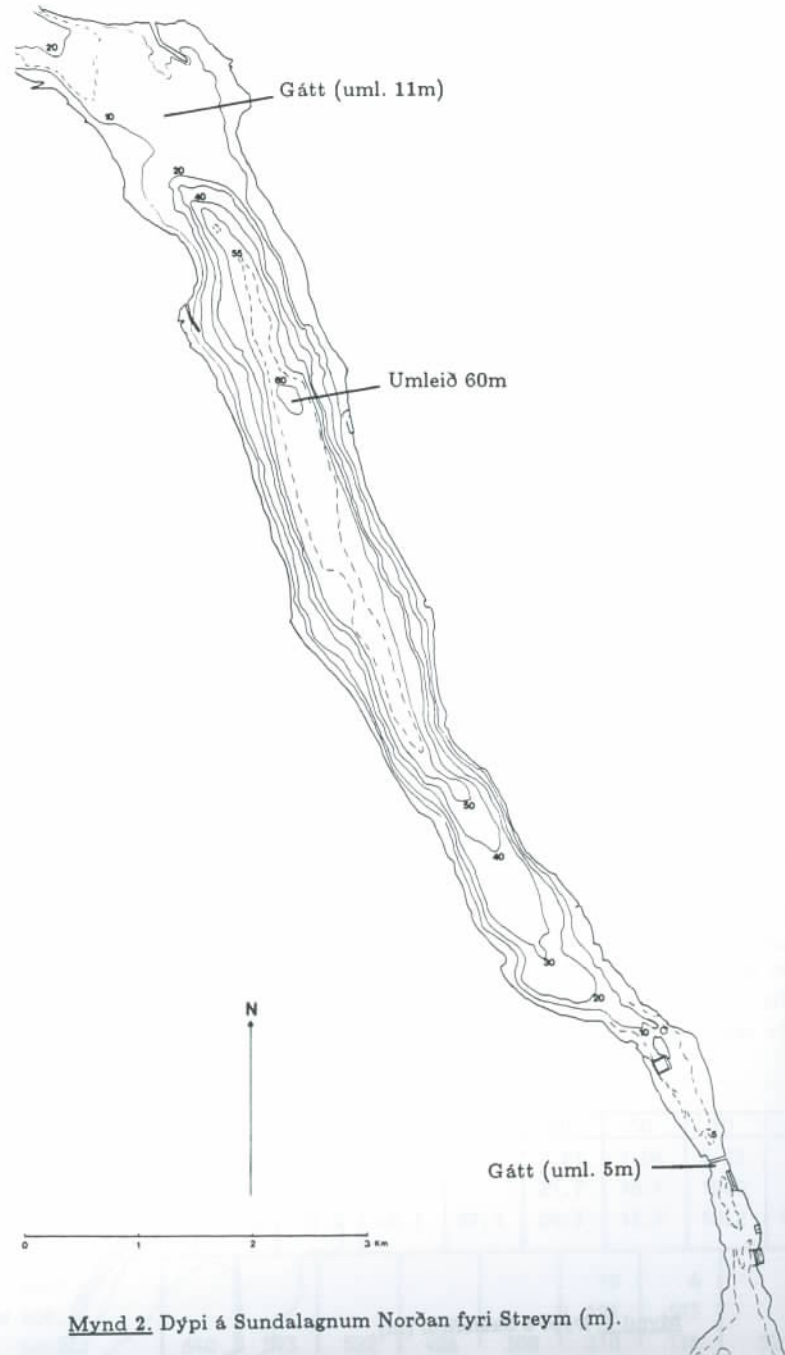
Dýpi (m):	0	10	20	30	40	50	55	60
Øki :	5.41	4.75	4.48	3.54	2.84	1.49	0.72	0.14
Rúmd :	51	46	40	32	22	5.5	2.1	

Talva 4. Øki og rúmd á ymsum dýpum á Tangafirði. Økini eru roknað í km² og rúmdin millum tvey dýpi er í eindini 10⁶ m³. Frá 50 metra dýpi er skilt millum norðara og syðra hylin. Talvan fevnir um tann part av fjørðinum, sum vístur er á mynd 4.

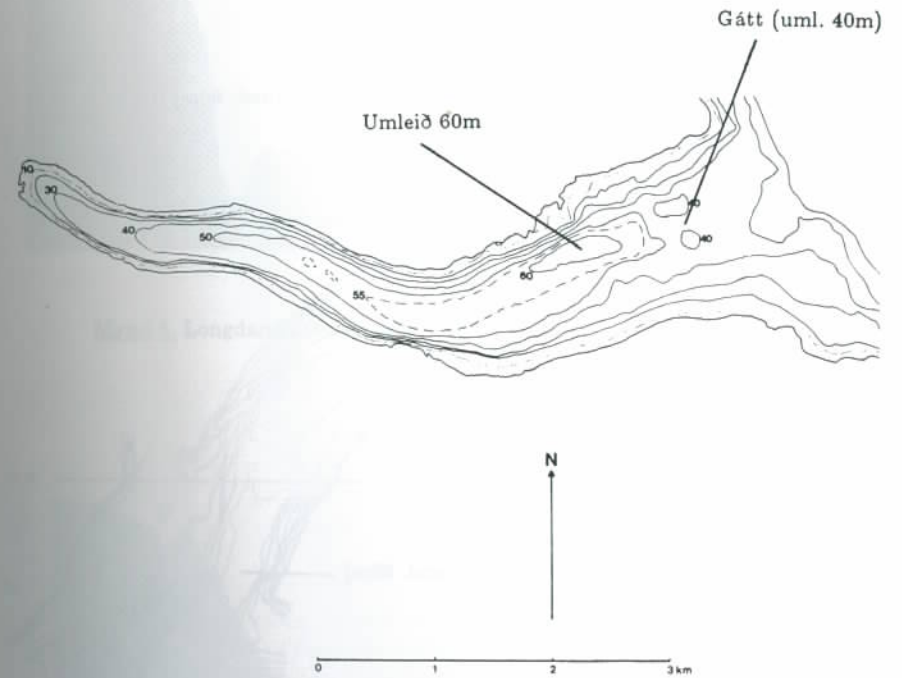
Dýpi (m):	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Norð.:						2.81	1.04	0.23	
Øki Suð.:						21.7	16.4	10.0	
Saml.:	65.6	62.4	56.3	48.1	37.1	24.5	17.5	10.2	1.37
Norð.:						19	6		
Rúmd Suð.:						191	133		
Saml.:	640	593	522	426	308	210	138	52	



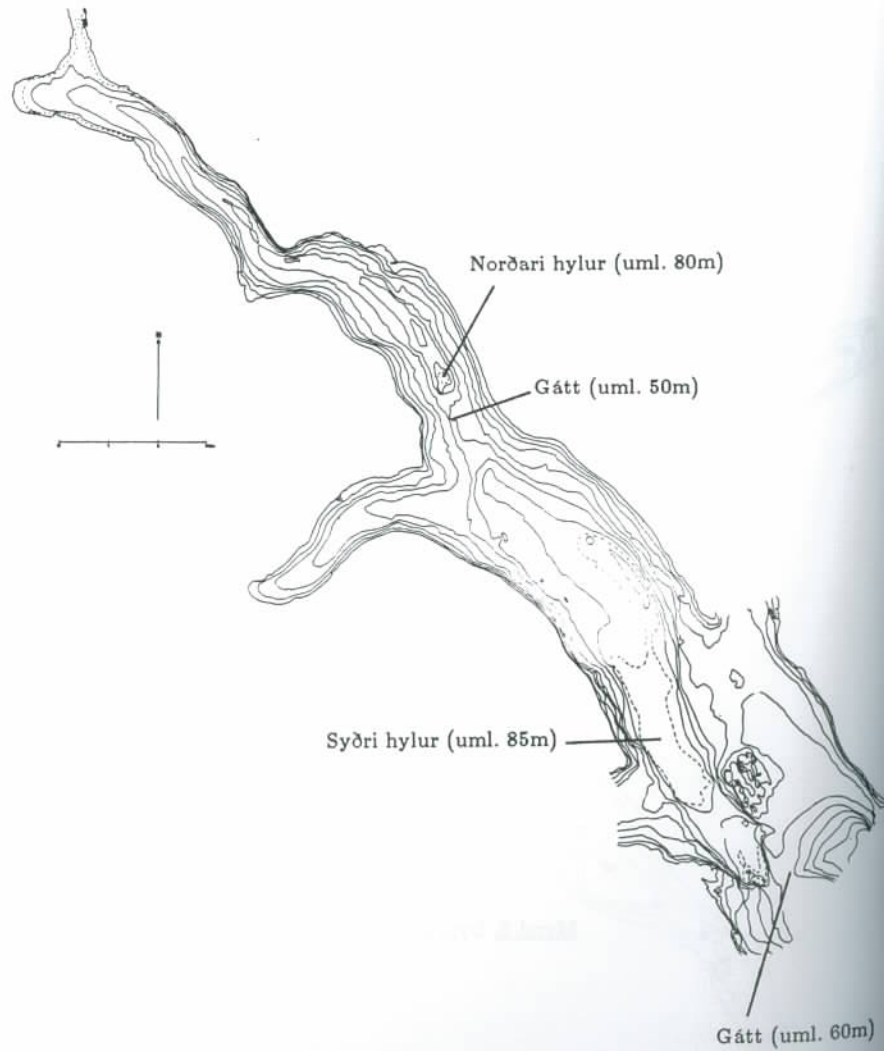
Mynd 1. Dýpi á Skálafirði (m).



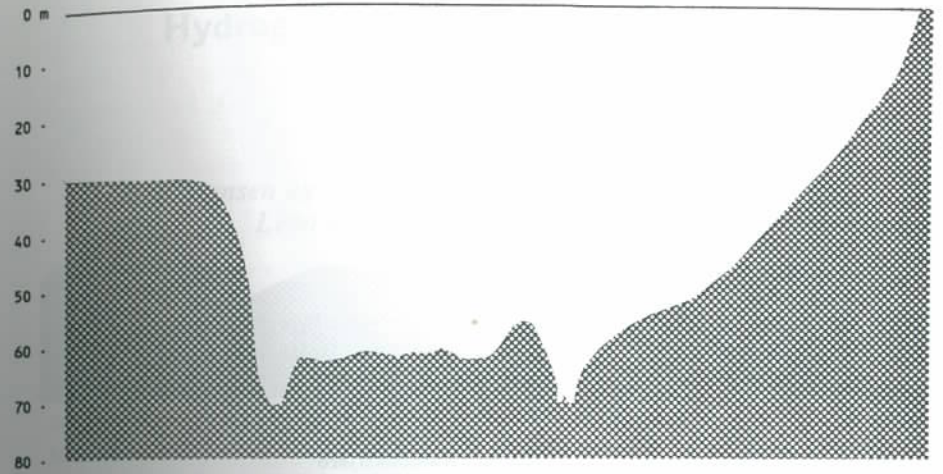
Mynd 2. Dýpi á Sundalagnum Norðan fyri Streym (m).



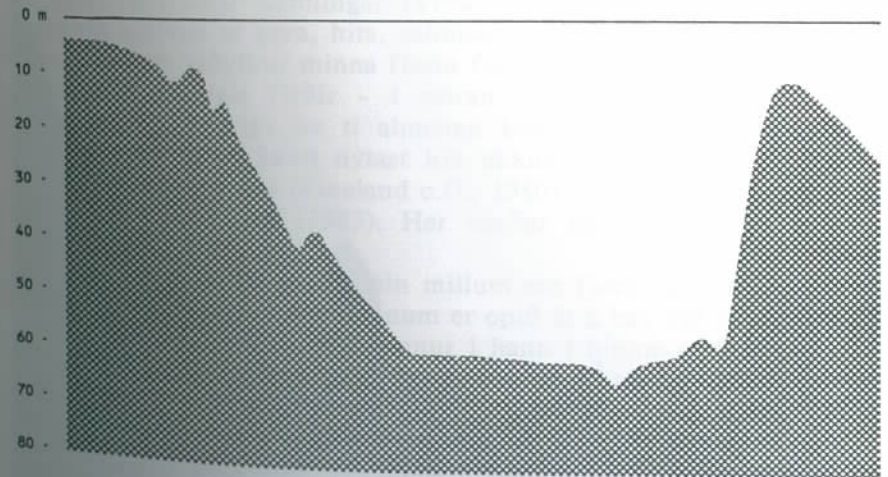
Mynd 3. Dýpi á Kaldbaksfirði (m).



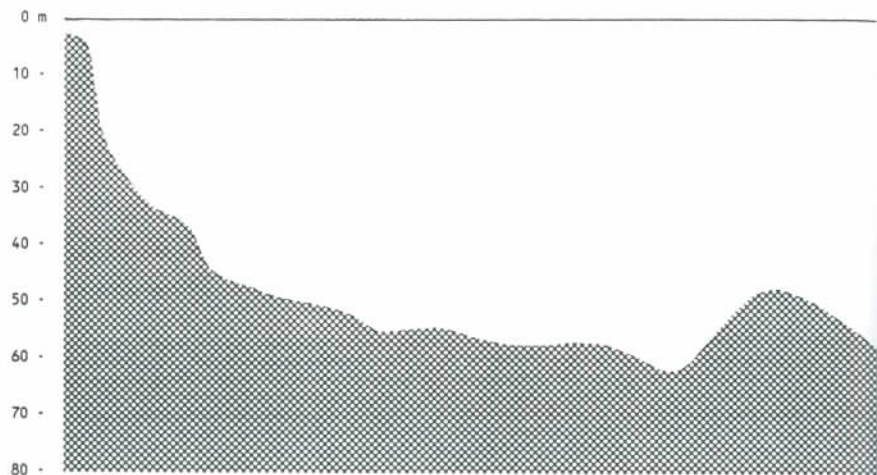
Mynd 4. Dypi á Sundalagnum Suðnan fyrir Streym (Tangafirði) (m).



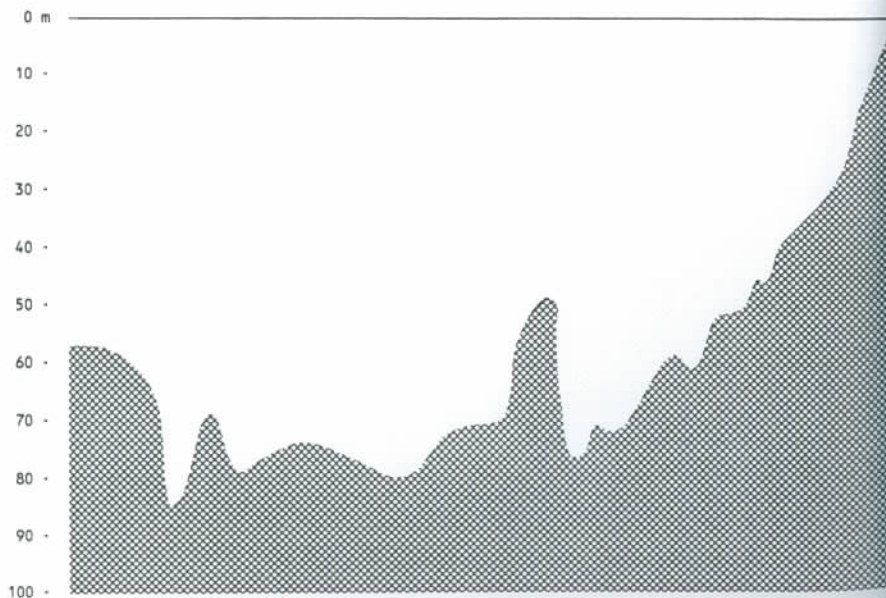
Mynd 5. Longdarskurður gjøgnum Skálafjörð



Mynd 6. Longdarskurður gjøgnum norðara part av Sundalagnum.



Mynd 7. Longdarskurður gjøgnum Kaldbaksfjørð



Mynd 8. Longdarskurður gjøgnum syðra part av Sundalagnum (Tangafjørð).

Hydrografiskar kanningar á føroysku gáttarfirðunum

Bogi Hansen og Regin Kristiansen, Fiskirannsóknarstovan
Lena Lastein, Universitetet i Bergen

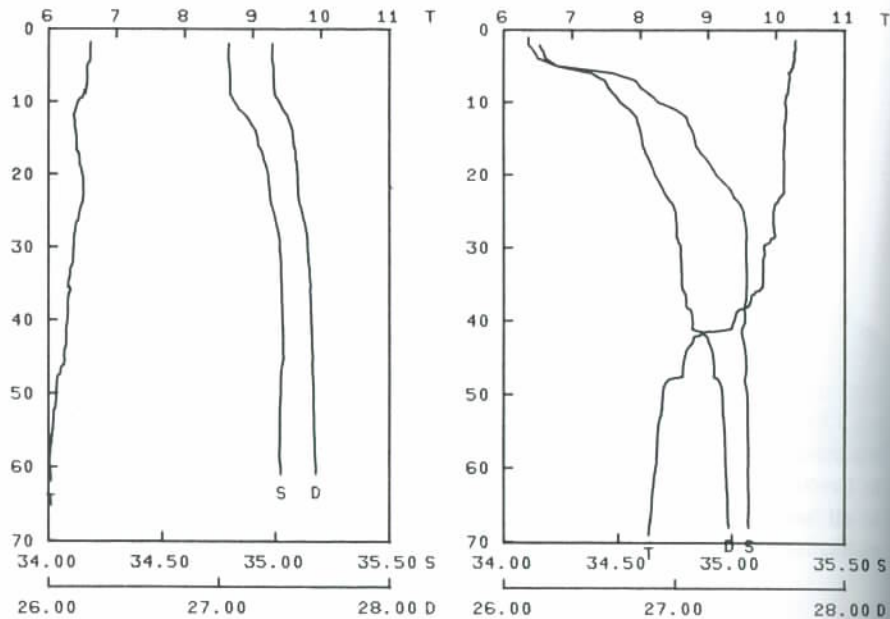
Samandráttur. Greinin gevur eitt yvirlit yvir hydrografisku kanningarnar, sum gjørdar eru á Skálafirði, Kaldbaksfirði og í Sundalagnum. Úrslitini vísa, at stóran part av árinum eru hesir firðir eins og vanligir firðir við einum brakkvatnslagi í erva, ið sum heild rekur úr fjørðinum og undir tí eitt miðlag, ið sum heild rekur inn. Partar av sumrunum verða tó øll hesi øki undantikið Tangafjørð læst av soleiðis at skilja, at niðasti partur av miðlagnum verður eitt botnlag, ið ikki verður skift út.

INNGANGUR

Hydrografiskar kanningar fevna um viðurskifti, sum hava við sjógvin sjálvan at gera, hita, saltnegd, rák og tilíkt, og hvat hesum fyrbrigdum viðvíkur minna flestu føroysku firðirnir - bæði gáttarfirðir og vanligir firðir - í stóran mun um firðir aðrastaðni í heiminum, og nógv av tí almenna kunnleika, sum uttanlanda er fingin um firðir, kann nýtast hjá okkum. Visast kann til bókina: *Fjord Oceanography* (Freeland o.fl., 1980) og til yvirlitsgreinina hjá Farmer & Freeland (1983). Her verður bert nortið við høvuðsgongdina.

Tað, sum serliga ger munin millum ein fjørð og opna havið, er, at í øðrum endanum á fjørðinum er opið út á hav við søltum sjógvi, samstundis sum feskt vatn rennur í hann í hinum endanum og/ella frá síðunum. Feska vatnið er lættari. Hvær m³ av feskum vatni vigar umleið 1000 kg, samstundis sum ein m³ av sjógvi liggur um 1027 kg alt eftir hita og saltnegd.

Mynd 1 visir hita, saltnegd og evnisvekt (-1000 kg/m³) á Skálafirði, har djúpast er, 6. mei og 13. september 1987. (Gjøllari frágreiðing um mátitilfarið er seinni í greinini). Myndin lýsir ta sannroynd, at vanliga (undantikið kanska onkuntið í áarføri) verður feska vatnið væl blandað við sjógv, áðrenn tað rekur út úr fjørðinum.



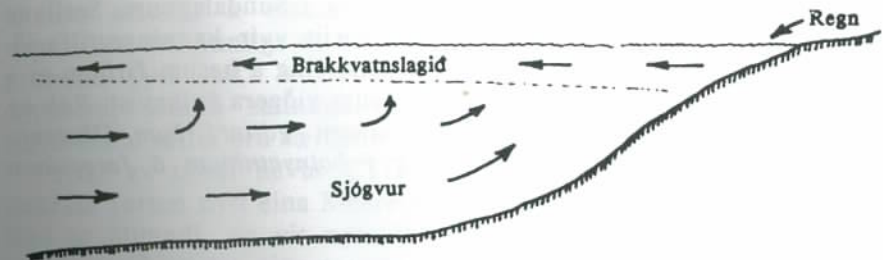
Mynd 1. Broytingin í hita (T), saltnegd (S) og evnisvekt (D) á Skálafirði 6. mei (vinstra myndin) og 13. sept. (høgra myndin) 1987 á standardstøð SK05 (sí aftasta blað), har fjørðurin er djúpastur.

Á myndini kom saltnegdin 6. mei 1987 niður móti 34.7 promillu (34.7 g av salti pr. litur av sjógvi) í erva; men hon lá nakað yvir 35 promillu djúpari í fjørðinum. Hetta svarar til eina blanding av umleið 1/100 feskt vatn og 99/100 sjógvur (við saltnegd um 35 prom.). Hetta tykist vanligt fyri flestu føroysku firðir, at feska vatnið verður væl blandað við sjógv, áðrenn tað sleppur út; men tað merkir samstundis, at fyri hvønn litur av feskum vatni, sum rennur í fjørðin og rekur út úr honum, fylgja fleiri litrar av sjógvi við (í áðurnevnda dømi umleið 100). Hesin sjógvur má tí eisini reka inn í fjørðin, og tað ger hann vanliga í neðra, undir tí feskara lagnum.

Rákið verður tí sum heild so, sum vist er á mynd 2. Í erva er vanliga eitt *brakkvatnslag*, ið fyrr ella seinni rekur út úr fjørðinum. Undir tí rekur saltari sjógvur inn og verður blandaður upp í brakkvatnslagið. Hetta *estuarina rákið* kann órógvast av vindi ella sjóvarfalli; men meðalrákið yvir langa tíð skuldi havt hesa gongd.

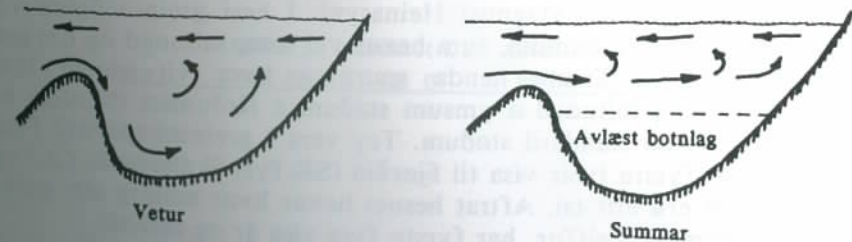
Tað, at brakkvatnslagið er í erva og innrekandi sjógvurin í neðra, stavar frá, at brakkvatnslagið er lættari, tí nakað av feskum vatni er

blandað uppí tað. Tað sæst á mynd 1, at munurin er ikki so stóur. Vanligt er innan havrannsóknir at rokna evnisvekt í eindini kg/m^3 og draga 1000 frá talinum. Hetta er eindin, sum nýtt er á mynd 2. Munurin millum brakkvatnslagið og niðara lagið var 6. mei 1987 umleið $250 g/m^3$ á Skálafirði, og tað ljóðar ikki av nógvum; men hugsa vit so um, at rúmdin á brakkvatnslagnum var meiri enn $10^8 m^3$, so skilst, at hetta lag var meiri enn 25000 tons lættari, enn um einki feskt vatn var blandað uppí.



Mynd 2. Estuarint rák á einum vanligum fjørði tá ikki vindur ella annað órógva tað.

Ein vanligur fjørður kann sostatt ofta býtast í tvey lög: Brakkvatnslagið í erva og undir tí eitt lag við sjógvi uttaneftir.



Mynd 3. Á einum gáttarfirði røkkur miðlagið um veturin vanliga niður móti botni (vinstra myndin); men um várið kunnu niðastu partarnir av tí læsast av, so at fjørðurin alt summarið ella partar av tí kann hava eitt avlæst botnlag niðast.

Í einum gáttarfirði kann tó gerast eitt lag aftrat undir hesum báðum. Hetta lagið kemur, um tann sjógvur, sum rekur inn um gáttina, er lættari enn tann sjógvur, sum frammanundan er í niðaru partum av fjørðinum. Áðrastaðni í heiminum kunnu bæði broytingar í saltnegd og í hita gera sjógvin lættari; men hjá okkum

er tað serliga upphitingin um várið, sum læsir gáttarfirðirnar av, so at teir fáa eitt avlæst *botnlag*, sum liggur undir *miðlagnum*, ið aftur liggur undir *brakkvatnslagnum*. Á einum tilikum firði verður rákið ymiskt summar og vetur, alt eftir um botnlagið verður læst av frá miðlagnum ella ikki (mynd 3). Mynd 1 visir, at munurin í evnisvekt millum miðlagið og botnlagið 13. sept. 1987 var umleið 0.5 kg/m^3 , men í hesum føri er tað mest hitin, sum ger munin, ikki saltnøgðin sum í erva.

Í hesi grein verða lýstar tær hydrografisku kanningar, sum gjørdar eru á Skálafirði, Kaldbakfirði og í Sundalagnum. Serligur dentur verður lagdur á at geva eitt yvirlit yvir kanningartilfarið. Meiri nágreinilig viðgerð av ráki og útskipting á hesum firðum er í tveimum øðrum greinum í hesum riti, sum viðgera ávikavist: *Rák og útskipting í ovaru lögnum á føroyskum gáttarfirðum* (Hansen, 1990a) og: *Oxygentrot og útskipting í botnvatninum á føroyskum gáttarfirðum* (Hansen, 1990b).

KANNINGARTILFAR

Tað tilfarið, henda grein er grundað á, er savnað inn bæði frá skipi og frá sjálvvirkandi mátiútgerð, sum hefur verið ankrað á firðunum.

CTD og iltmátingar. Flestu mátingarnar, sum eru gjørdar frá skipi, eru tiknar við Magnusi Heinasyni. Í hesi grein viðgera vit bert tann partin av teimum, sum hefur við hita, saltnøgð og oxygen at gera. Til at kanna henda spurning hava vit mátað hita (temperatur) og saltnøgð á ymsum støðum á firðunum. Vanliga er mátað á nøkrum standard støðum. Tey vera í greinini lýst við fyra stavum, har fyrstu tveir vísa til fjørðin (SK fyri Skálafjørð, t.d.) og seinnu tveir eru eitt tal. Aftrat hesum hefur hvør máting eitt støðnummar, sum er 8 siffur, har fyrstu fyra vísa ár og mánað.

Heilt aftast í ritinum eru kort, sum vísa standardstøðirnar á gáttarfirðunum. Aftrat hesum støðum eru eisini kanningar gjørdar aðrastaðni á hesum firðum eins og á øðrum firðum; men her verður ikki stórvegis nortið við tað tilfarið. Eitt stutt yvirlit yvir, hvar og nær kanningar eru gjørdar, fæst av talvu 1. Í nøkrum fòrum eru kanningar gjørdar á øllum standardstøðunum ella fleiri, men í nøkrum bert á einstøkum støðum á hvørjum firði. Heldur ikki eru altið hiti, salt og oxygen mátað á somu støðum. Yvirhøvur eru hiti og salt mátað á flestu støðum, men oxygen bert á fáum, tí oxygenmátingar eru drúgvur at gera.

Hiti og salt eru mátað við eini Neil Brown Mark III CTD (*Conductivity, temperature, depth*). Hetta tól mátar dýpi, hita og elektriska mótstøðu, nógvar ferðir í sekundi, meðan tað verður lorað niður móti botni í einum kápli. Av mátingunum ber til at rokna saltnøgð út. Upprunaliga eru ein ella fleiri mátingar fyri hvønn decimetur, og til ávís endamál eru hesar hitamátingarnar nýttar (óviðgjørdar mátingar). Aftrat hesum eru tøluni viðgjørd, sum nærri er greitt frá í (Hansen, 1991c), og meðalvirði roknað fyri hvønn metur (kalibrerað úrslit). Saltnøgðin er kalibrerað við vatnprøvum, ið eru mátaðir á einum Guildline Autosal A salinometri, og neyvleikin átti vanliga at hildið seg innan 0.01°C fyri hita og 0.02 promillu fyri salt. Á dýpum, har hitin broytist bráðliga við dýpinum, kunnu saltnøgðirnar fara út um hetta mark; men kalibreraðu tøluni eru rættisin og ringastu avvikini eru burturkastað.

Partar av tíðini hefur CTD-tólið verið í ólagi. Tá hava vit í nøkrum fòrum nýtt eina Meerestechnik OTS mini CTD. Hetta tól er ikki so álitandi, og vit nýta ikki saltnøgðirnar frá tí, men hitin skuldi verið næstan eins neyvur, og hann verður nýttur í einstøkum fòrum.

Talva 1. Mátingar av hita og salti (HS) og av oxygeni (O) á hvørjum firði 1985. Talið av kanningarstøðum er ymiskt frá ferð til ferð. Uppgivni dato er byrjanardato fyri hvønn túr. Viðhvørt hefur tikið meiri enn ein dag at koma runt firðirnar.

Dato	Skálafj.		Sundal.(n.)		Kaldb.fj.		Tangafj.	
	HS	O	HS	O	HS	O	HS	O
2/5 1985	+	+	+	+	+	+	+	+
26/6 1985		+		+		+		+
24/7 1985	+	+	+	+	+	+	+	+
15/8 1985	+	+	+	+	+	+	+	+
5/9 1985		+						
12/9 1985		+						
19/9 1985		+						
24/9 1985		+		+				
21/10 1985		+		+		+		
29/10 1985		+						

Talva 1. (framh.) Mátningar av hita og salti (HS) og av oxygeni (O) á hvørjum firði 1986-1987. Talið av kanningarstöðum er ymiskt frá ferð til ferð. Uppgivni dato er byrjanardato fyri hvønn túr. Viðhvørt hevur tikið meiri enn ein dag at koma runt firðirnar.

Dato	Skálafj.		Sundal.(n.)		Kaldb.fj.		Tangafj.	
	HS	O	HS	O	HS	O	HS	O
3/4 1986	+	+			+	+	+	
24/4 1986	+	+			+	+	+	+
5/5 1986	+	+	+	+	+	+	+	+
7/6 1986	+	+	+		+		+	
15/6 1986			+					
3/7 1986	+	+	+	+	+	+		
15/7 1986	+	+		+	+	+		
4/8 1986	+	+	+	+	+	+	+	
21/8 1986		+		+		+		
28/8 1986		+						
4/9 1986		+		+		+	+	
18/9 1986		+		+		+	+	
22/4 1987	+	+	+	+	+	+	+	
6/5 1987	+	+						
20/5 1987	+	+	+	+	+	+		
4/6 1987	+	+	+	+	+	+		
18/6 1987	+	+	+	+	+			
2/7 1987	+	+	+	+				
14/7 1987	+	+	+	+	+	+		
26/7 1987	+	+	+	+	+	+		
25/8 1987	+	+	+	+	+	+		
10/9 1987	+	+	+	+	+	+	+	+
23/9 1987		+						
30/9 1987	+	+			+	+		
7/10 1987	+	+						
15/10 1987	+	+						

Talva 1. (framh.) Mátningar av hita og salti (HS) og av oxygeni (O) á hvørjum firði 1988-1989. Talið av kanningarstöðum er ymiskt frá ferð til ferð. Uppgivni dato er byrjanardato fyri hvønn túr. Viðhvørt hevur tikið meiri enn ein dag at koma runt firðirnar.

Dato	Skálafj.		Sundal.(n.)		Kaldb.fj.		Tangafj.	
	HS	O	HS	O	HS	O	HS	O
21/4 1988	+	+			+	+		
4/5 1988	+	+	+	+	+	+		
19/5 1988	+	+	+	+	+	+		
2/6 1988	+	+		+	+	+		
16/6 1988	+	+	+	+	+	+		
30/6 1988	+	+	+	+	+	+		
14/7 1988	+	+	+	+	+	+		
25/7 1988	+	+	+	+	+	+		
9/8 1988	+	+	+	+	+	+		
29/8 1988	+	+	+	+	+	+		
28/9 1988	+	+	+	+	+	+		
6/10 1988	+	+						
20/7 1989	+							
23/8 1989	+	+						
5/9 1989	+	+						
29/9 1989	+							

Ilttógdirnar eru í flestu förum mátaðar við, at vatn er tikið upp frá ymiskum dýpum (vanliga við eini General Oceanics rosettu) og Winkler titrerað í mesta lagi nakrar tímar aftaná (Grasshoff, 1976). Í eistökum förum eru iltektrodur nýttar til mátingarnar; men tað, at elektrodurnar eru so lítið neyvar og so seinar, ger, at úrslitini frá elektrodunum eru ikki so álitandi.

Sjálvverkandi mátingar. Trý sløg av sjálvverkandi mátitólum eru nýtt til fjarðakanningarnar. Ein Aanderaa *termistorketa* (T605) hevur ligið á Skálafirði nógv ár. Hetta tól er ein kápul við 11 hitamátarum (termistorum) við 6 metrum millum hvønn. Hon er ankrað loddrætt, so at hon hevur mátað hitan á 11 dýpum. Hetta er gjørt eina ferð um tíman í mátiðarskeiðunum. Mátingarnar verða goymdar sohvørt inni í mátaranum á magnetbondum, og tær eru seinni avlisnar og viðgjørðar.

Hiti er eisini mátaður við nøkrum *Sensordata hitaloggarum* (GT..). Hesir virka nakað sum *termistorketan*, tó so, at teknikkurin er øðrvísi, og teir máta bert hitan á einum dýpi hvør.

Streymur er mátaður við *Sensordata streymmátarum* (GS..), sum umframt hita máta ferð og kós í streyminum, og við Aanderaa *streymmátarum*, sum máta somu parametrar.

Í talvu 2 er sett upp, hvar og nær mátingar við sjálvverkandi mátiútgerð eru gjørðar. Mátistöðini eru nevnd við standardstöð nøvnum. Hesi stöð eru víst á kortunum á aftastu síðunum í ritinum. Var mátingin ikki á miðjuni er V (Vestur) ella E (Eystur) lagt aftrat navninum fyri mátistað. Aftrat mátingunum 1985-88 eru eisini nakrar eldri mátingar tiknar við í talvuna, tí víst verður til teirra seinni. Tíðin millum tvær mátingar (Bil) er í minuttum. Longst høgrumegin sæst, hvørjir parametrar eru mátaðir. H merkir hiti og S streymur (ferð (F) og kós (K), hevur bert annað av hesum riggað, stendur tað). Flestu mátararnir máta bert í einum dýpi, men *termistorketan* T605 hevur mátað hita á 11 dýpum (við 5-6 metra lopi).

Í nøkrum förum hava ikki allir parametrarnir verið mátaðir rætt; t.d. kann onkur endi vera fløktur um *streymmátarnar*. Eisini eru viðhvørt fortøyingar við mátarum á fluttar undir mátingini; men vanliga síggjast hesir feilir á mátirøðini, og teir kunnu ofta rættast.

Talva 2. Mátingar við ankraðum tólum á føroyskum firðum.

Máting	Stað	Dýpi (m)		Tíðarskeið	Bil	
		Botn	Máti		min	Param.
2448_003	SK07E	35	25	18/5/79 - 24/7/79	10	H,S
2448_004	SK07E	35	25	24/7/79 - 6/9/79	10	H,S
2983_005	SK07V	28	16	11/6/79 - 24/7/79	10	H,S
2448_005	SK05	70	60	6/9/79 - 1/11/79	10	H,S
T605_001	SK05	70		19/5/81 - 9/10/81	60	11*H
T605_003	SK05	70		26/6/85 - 21/10/85	60	11*H
GS05_001	SK05V	30	25	30/6/85 - 21/10/85	120	H,S
GS06_001	SK05	70	25	27/6/85 - 21/10/85	120	H,S
GS02_001	SK05	70	65	27/6/85 - 21/10/85	120	H,F
GS07_001	SK05E	30	25	27/6/85 - 21/10/85	120	H,S
GS03_001	KA07	55	20	27/6/85 - 21/10/85	120	H,S
GT01_001	KA07	55	54	27/6/85 - 21/10/85	240	H
GS01_001	SU41V	30	25	27/6/85 - 22/10/85	120	H,S
GS04_001	SU41	60	25	27/6/85 - 22/10/85	120	H,S
GT02_001	SU41	60	49	27/6/85 - 22/10/85	240	H
GT03_001	SU41	60	59	27/6/85 - 22/10/85	240	H
T605_004	SK05	69		4/8/86 - 3/10/86	30	11*H
GS05_003	SK05	69	20	4/8/86 - 3/10/86	60	H,S
GS11_002	SK05	69	45	4/8/86 - 3/10/86	60	H,S
GT02_002	SK11	55	25	4/8/86 - 3/10/86	120	H
GS13_002	SK11	55	50	4/8/86 - 3/10/86	60	H,S
GT01_002	KA11	55	25	4/8/86 - 3/10/86	60	H
GS03_003	KA11	55	50	4/8/86 - 3/10/86	60	H,S
GT03_002	SU41	59	25	7/8/86 - 3/10/86	120	H
GS02_002	SU41	59	50	7/8/86 - 3/10/86	60	H
GS13_003	SU40V	15	10	13/11/86 - 1/12/86	20	H,S
GS11_003	SU40V	15	9	13/11/86 - 1/12/86	20	H,S
GS05_004	SU40E	15	10	13/11/86 - 1/12/86	20	H,S
GS03_004	SU40E	15	9	13/11/86 - 1/12/86	20	H
T605_005	SK05	69		14/7/87 - 30/9/87	60	11*H
T605_007	SK05	66		19/5/88 - 26/6/88	60	11*H
GS03_006	KA05	58	28	20/5/88 - 12/8/88	60	H,S
9042_002	KA05	58	57	20/5/88 - 31/8/88	30	H,S
GS13_006	SU41	52	13	20/5/88 - 12/8/88	60	H,S
9041_002	SU41	52	51	20/5/88 - 21/9/88	30	H,S
9041_003	SK05	70	66	7/7/89 - 29/9/89	20	H,S
9042_003	SK05	70	15	7/7/89 - 29/9/89	20	H,S

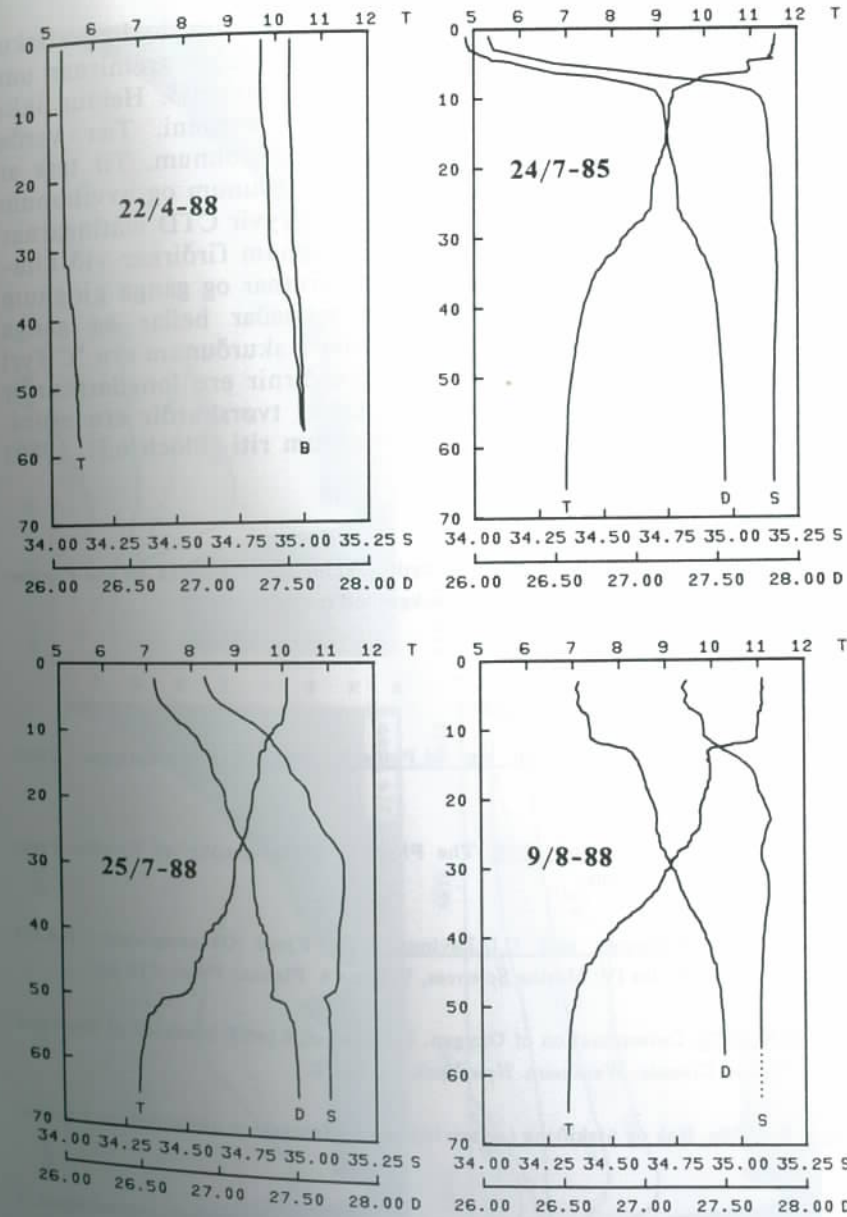
ÚRSLIT

Tilfarið, ið fingið er til vega, er alt ov rúgvusmikið, til at tað kann lýsast í síni heild í eini grein. Serstakliga mátingarnar av hita og saltnøgd (frá CTD og ankraðum tólum) eru so nógvvar, at ikki ber til at lýsa alt tilfarið í hesum riti. Sum heild samsvara mátingarnar við ta almennu frágreiðing, sum givin varð í innganginum (mynd 2 og 3). Í flestu skurðunum sæst í erva eitt brakkvatnslag, nakað feskari enn sjógvurin undir tí.

Undir brakkvatnslagnum er miðlagið, ið vanliga rekur inn í fjørðin. Samstundis má tó dentur leggjast á, at firðirnir ikki eru støðugir. Hetta sæst kanska betur, um vit hyggja at broytingini av hita og saltnøgd við dýpi. Á mynd 4 er víst broytingin við dýpi (profilar) av ávikavist hita, saltnøgd og evnisvekt á sama staði, SK05, á Skálafirði (staðið sæst á aftasta blaði í ritinum) til fyra ymiskar tíðir. Hiti og saltnøgd eru í ávikavist °C og promillu. Vista evnisvektin er í veruleikanum avvikið frá reinum vatni (1000 kg/m³) roknað í kg/m³.

Myndin visir fyra ymiskar støður. Tann 22/4 1988 vóru bæði hiti og saltnøgd mestsum jøvn frá vatnskorpunni niður á 30 metrar. Tann 24/7 1985 afturímóti vóru ovastu 30 metrarnir týðiliga býttir í tvey ymisk lög, har ovasta lagið, brakkvatnslagið, var einar 7-8 metrar tjúkt. Bæði lögini vóru hvørt sær hampuliga jøvn henda dagin við hvassari yvirgongd millum lögini. Hinar báðar tekningarnar á mynd 4 (tann 25/7 1988 og tann 9/8 1988) liggja millum tær báðar fyrru við tað, at í báðum forum er eitt brakkvatnslag, men tað er ikki javnt, og yvirgongdin til miðlagið er meiri liðandi. Brakkvatnslagið "flýtur" oman á miðlagnum, tí tað er lættari. Tað sæst, at munurin í evnisvekt millum bæði lögini kann vera meiri enn 1 kg/m³. Hesin munur stavar fyri part frá tí, at brakkvatnslagið er feskari; men um summarið verður tað ofta eisini heitari, og tað ger eisini sjógvín lættari. Munurin millum báðar tær niðaru tekningarnar á mynd 4 er júst tann, at hitin í øðrum forinum (tann 9/8 1988) í størri mun skilur brakkvatnslagið frá miðlagnum.

Frá einum 30 metrum og niður á botn á Skálafirði er botnlagið, og mynd 4 visir avlæsingina av tí. Tann 22/4 1988 vóru hiti og serliga evnisvekt mest sum óbroytt frá 30 metra dýpi niður á botn. Botnlagið var tann dagin neyvan avlæst; men hinar triggjar myndirnar - sum eru á sumri - vísa eitt avlæst botnlag við væl kaldari og tyngri sjógví i dýpinum innan fyri gáttina enn ovari. Nakað tað sama hendir á Kaldbakfirði og í Sundalagnum norðan fyri Streym, og hesi øki skifta sostatt millum at hava tvey lög (brakkvatnslag og miðlag) sum á mynd 2 og trý lög (brakkvatnslag, miðlag og botnlag) sum á mynd 3.



Mynd 4. Hiti í °C (T), Salt í promillu (S) og evnisvekt í kg/m³ (avvik frá feskum vatni) á SK05 á Skálafirði (aftasta blað) til fyra ymiskar tíðir.

Í hesi grein verður ikki meiri gjørt burtur úr hydrografisku mátingunum; men víst verður í staðin til tær báðar greinirnar um ávikavist ovaru partarnar av firðunum og botnvatnið. Heldur ikki fara vit her at nerta við mátingarnar av oxygeni. Tær verða viðgjørðar í greinini um botnvatnið á gáttarfirðunum. Til tess at geva eina mynd bæði av vanligu støðuni á firðunum og avvikunum frá henni er eitt yvirlit gjørt aftast í greinini yvir CTD mátingarnar.

Hetta yvirlit visir loddrættar skurðir gjøgnum firðirnar við hita- og saltlinjum. Hitalinjurnar eru teknaðar brotnar og ganga gjøgnum støð við sama hita. Saltlinjurnar eru teknaðar heilar og ganga gjøgnum støð við somu saltnøgd. Eindirnar á skurðunum eru °C fyri hita og promilla fyri saltnøgd. Flestu skurðirnar eru longdarskurðir (vístir á aftastu síðu í ritinum); men nakrir tvørskurðir eru eisini. CTD mátingarnar frá 1985 eru vístar í øðrum riti (Bloch o.fl. 1986) og eru ikki við í yvirlitinum.

English summary. An overview is given of hydrographic investigations on the Faroese sill fjords discussed in this publication as background material.

Heimildarrit

Bloch, D., B.Hansen, H.P.Joensen og M.Poulsen 1986. Fjarðakanningar 1985. Kanningarúrslit. Tórshavn.

Farmer, D.M. and H.J.Freeland 1983. The Physical Oceanography of Fjords. Prog. Oceanog. Vol. 12, pp.147-220

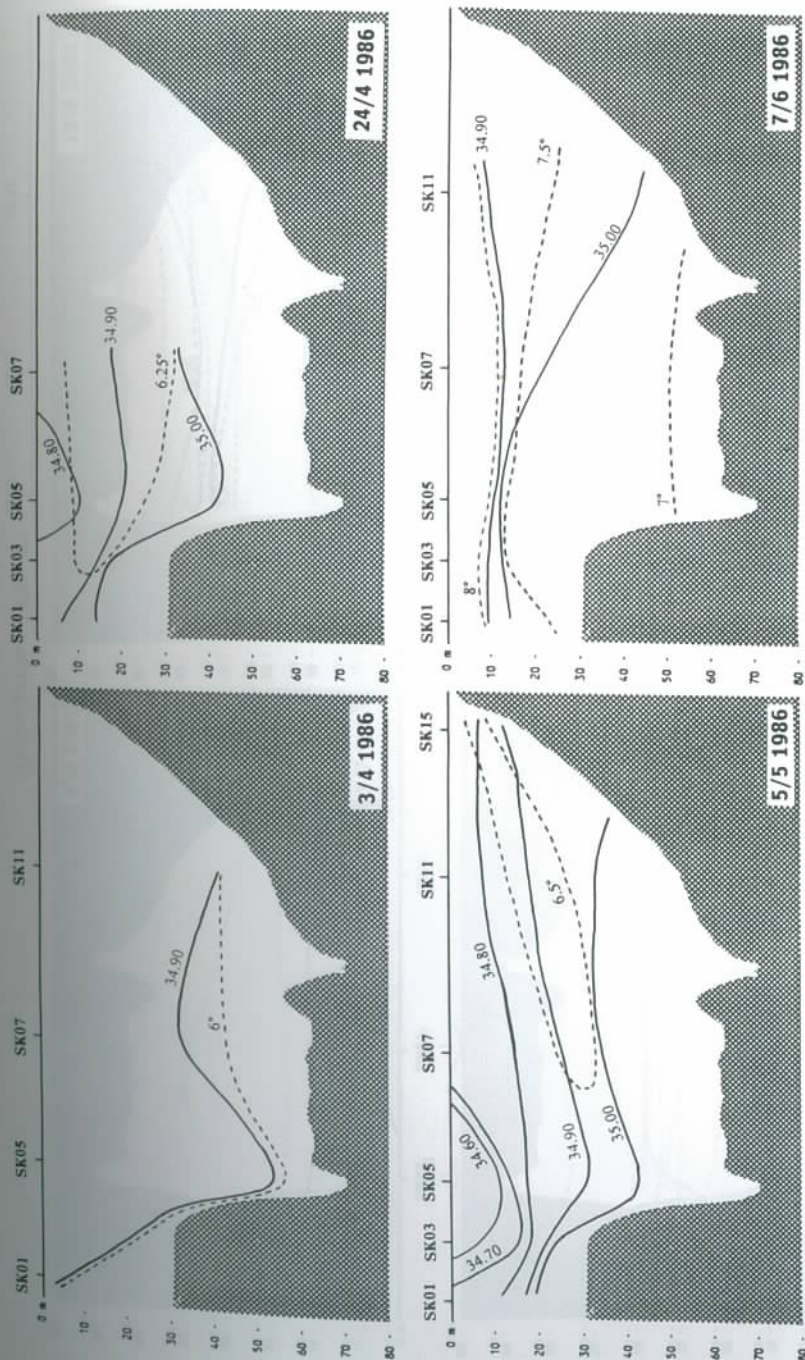
Freeland, H.J., D.M.Farmer and C.D.Levings 1979. Fjord Oceanography. NATO Conference Series. Series IV: Marine Sciences, Volume 4. Plenum Press, 715 pp.

Grasshoff, K. 1976. Determination of Oxygen. I: Grasshoff, K. (ed.): Methods of Seawater analysis. Verlag Chemie. Weinheim. New York, pp.61-73.

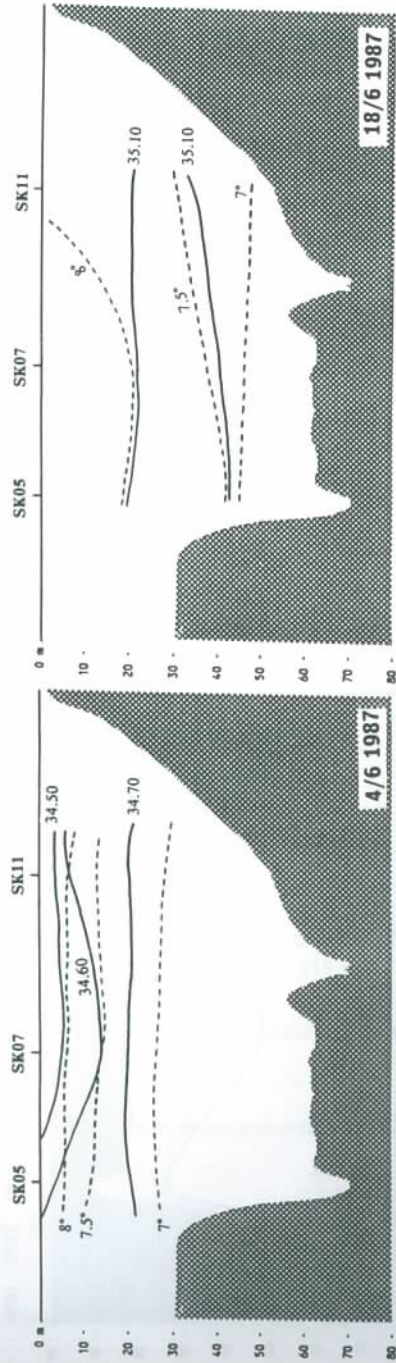
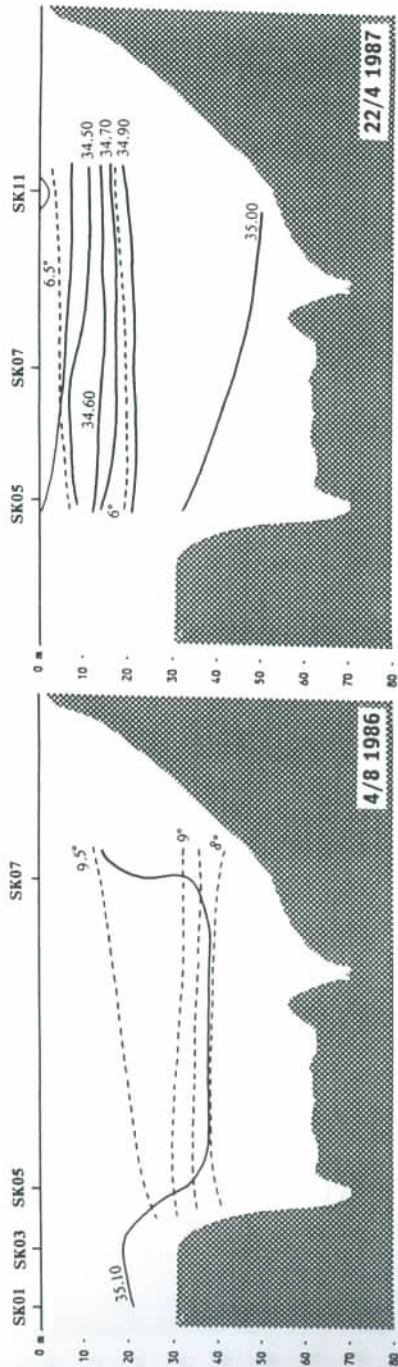
Hansen, B. 1990a. Rák og útskipting í ovaru løgunum á føroyskum gáttarfirðum. Í hesum riti.

Hansen, B. 1990b. Oxygentrot og útskipting í botnvatninum á føroyskum gáttarfirðum. Í hesum riti.

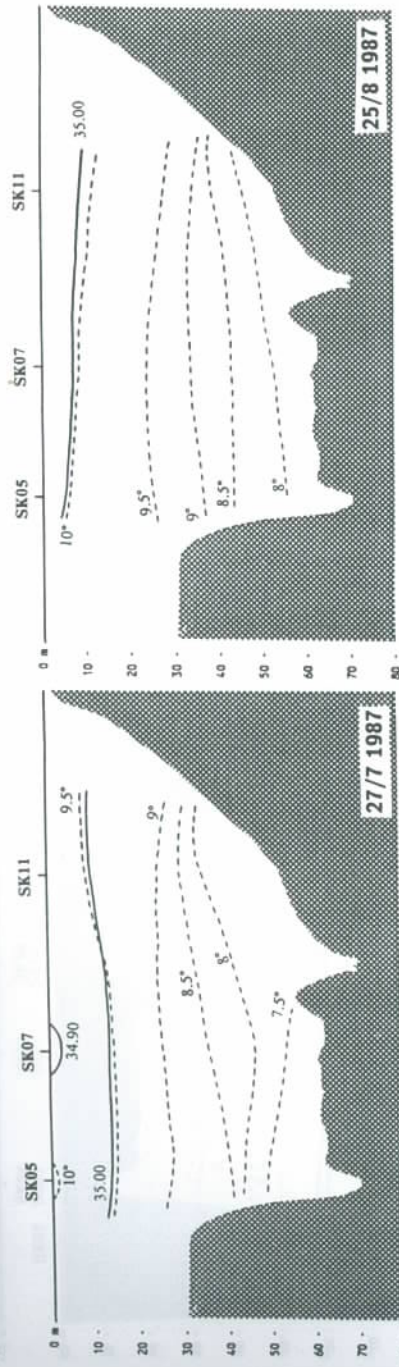
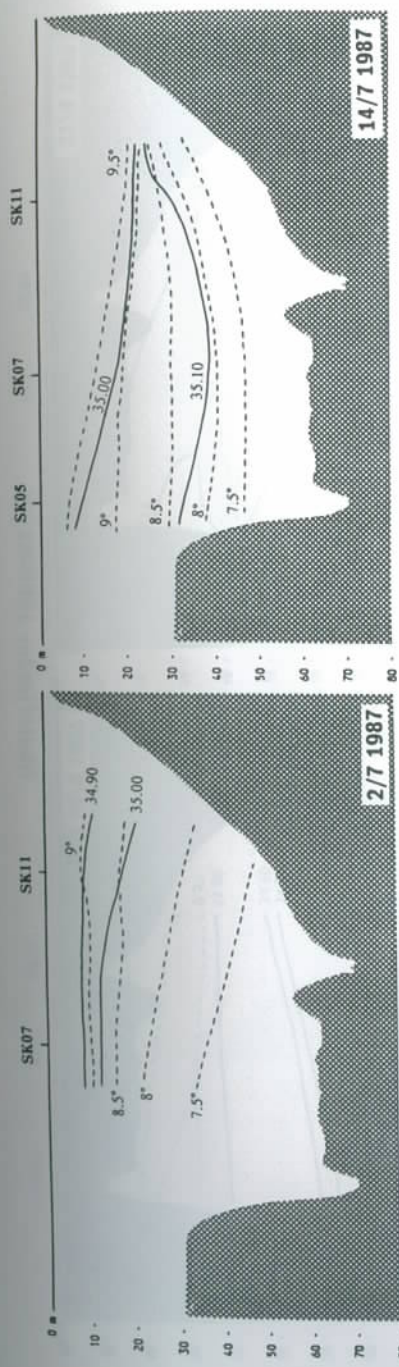
Hansen, B. 1991c. CTD data processing at Fiskirannsóknarstovan. Undir útgávu.



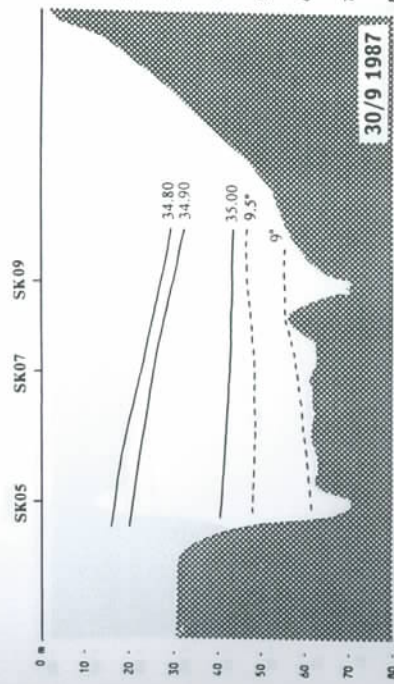
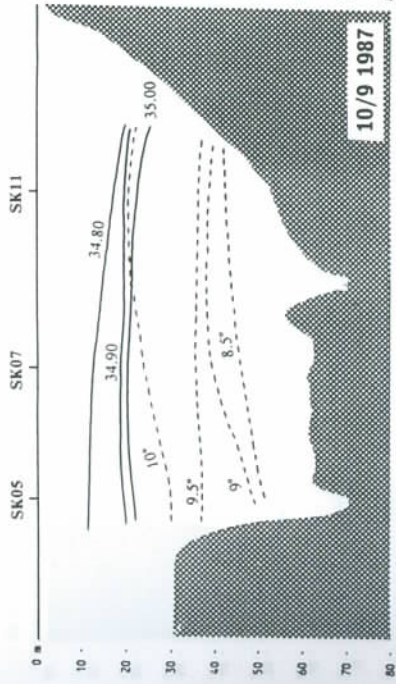
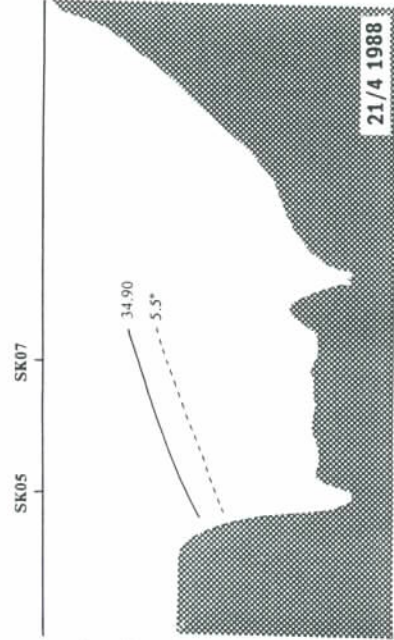
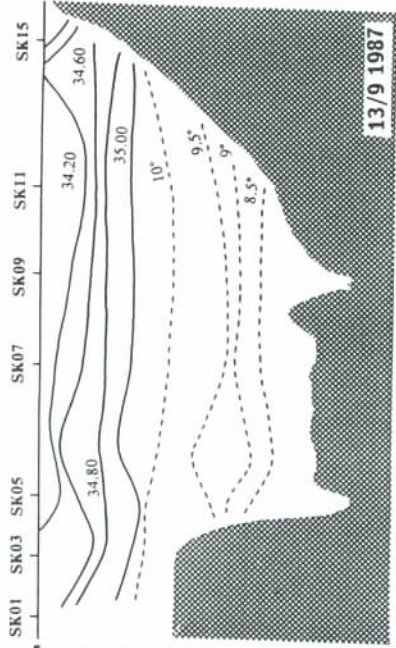
Skálafjørður 1986



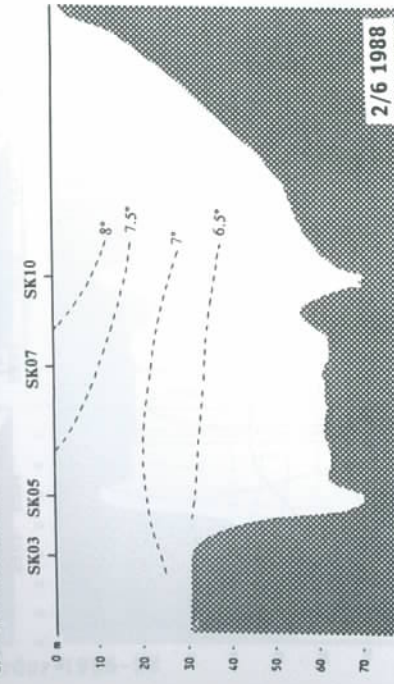
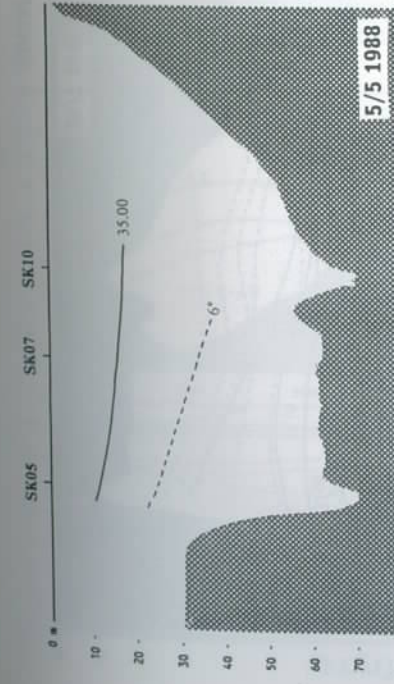
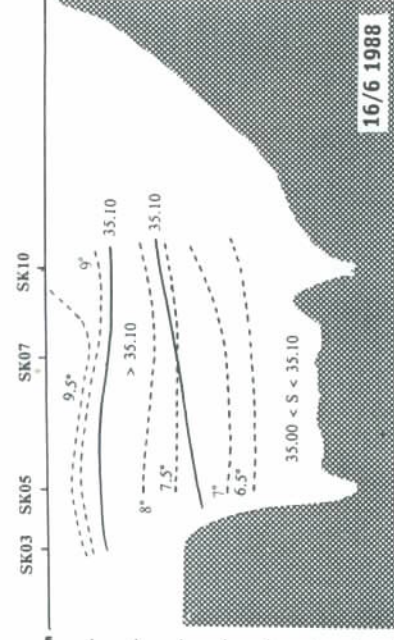
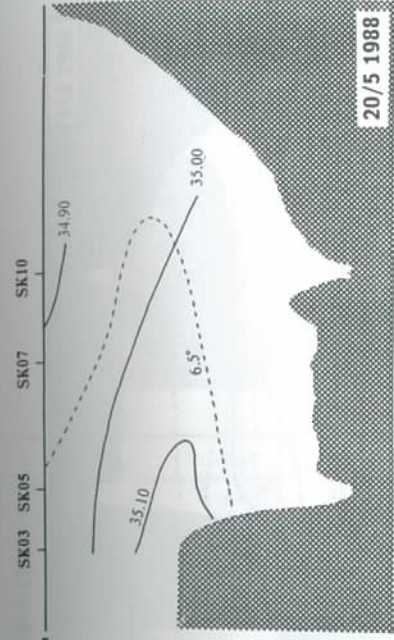
Skálafjörður 1986-87



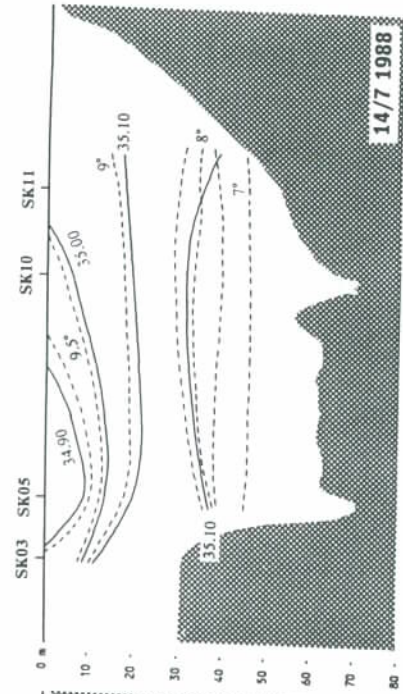
Skálafjörður 1987



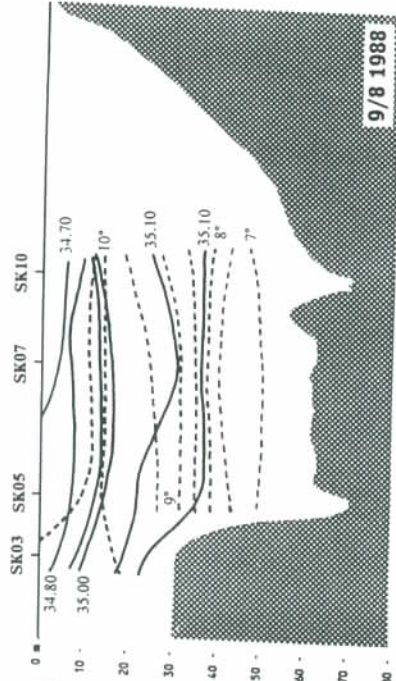
Skálafjörður 1987-88



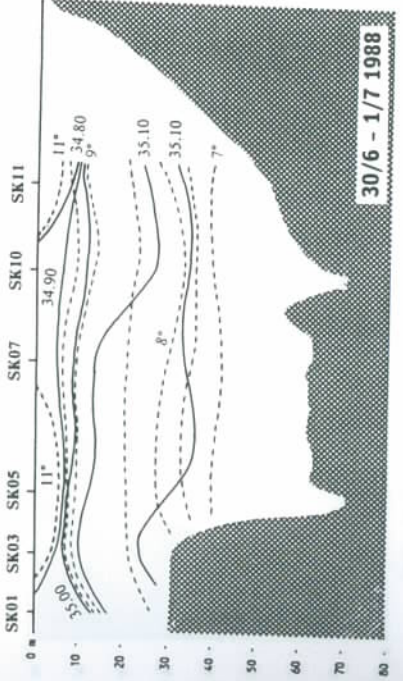
Skálafjörður 1988



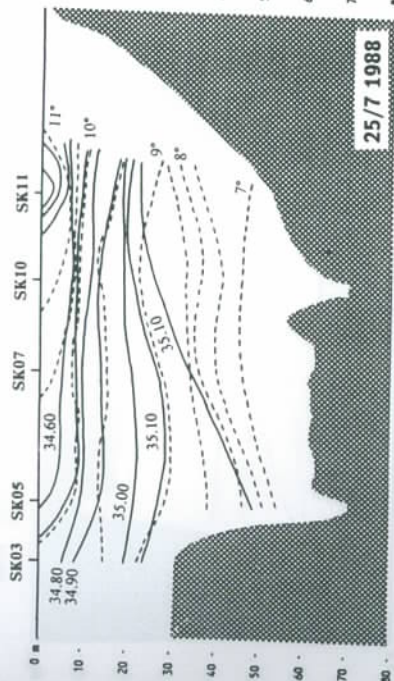
14/7 1988



9/8 1988

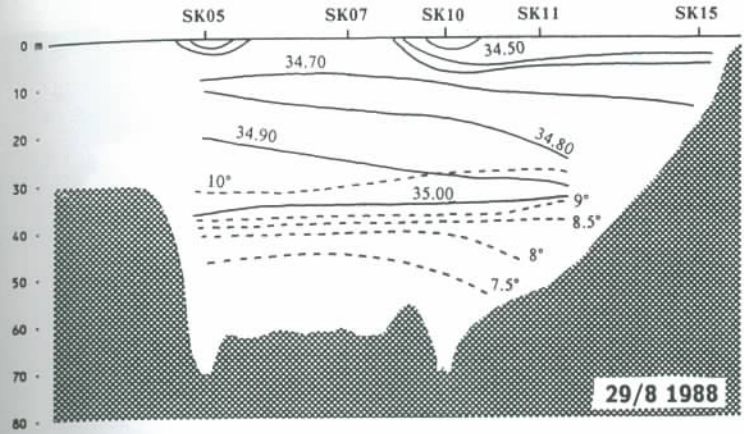


30/6 - 1/7 1988

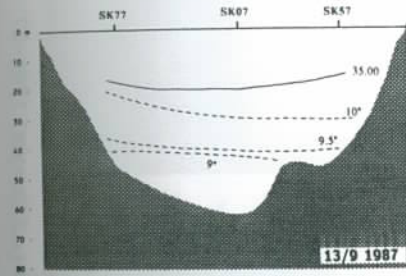


25/7 1988

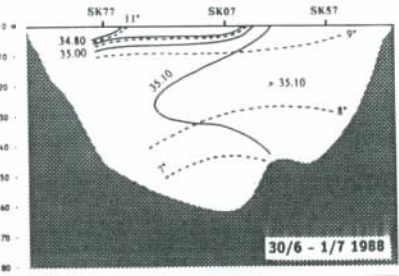
Skálafjörður 1988



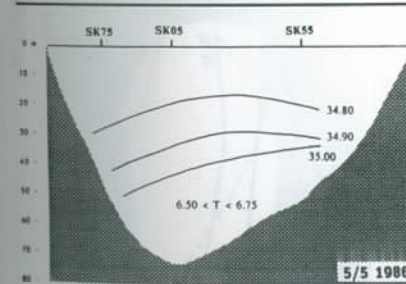
29/8 1988



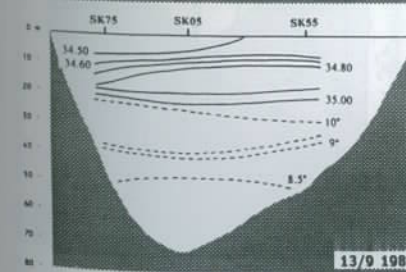
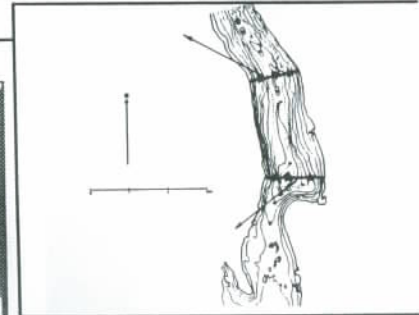
13/9 1987



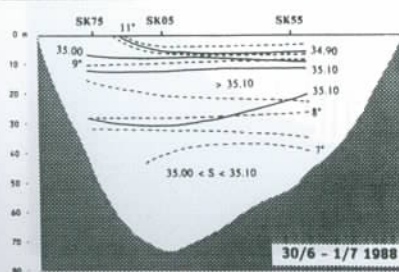
30/6 - 1/7 1988



5/5 1986

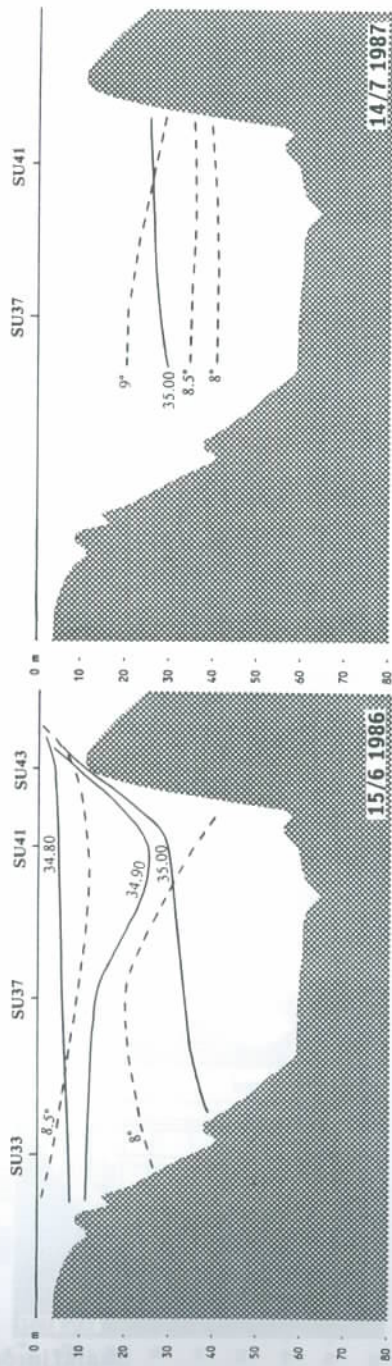
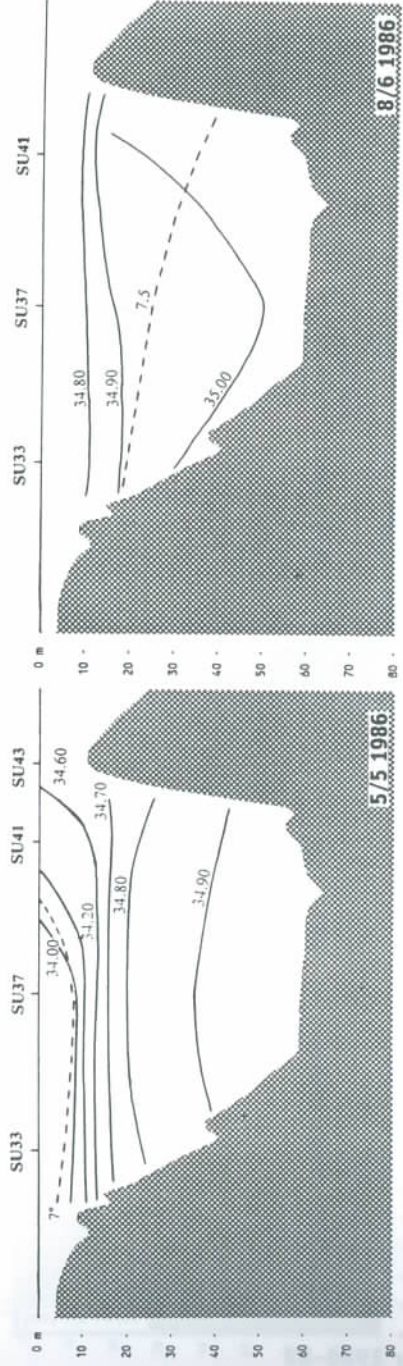


13/9 1987

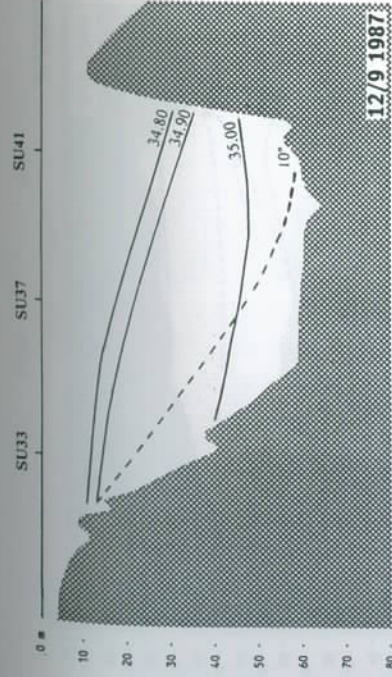


30/6 - 1/7 1988

Skálafjörður 1986-88

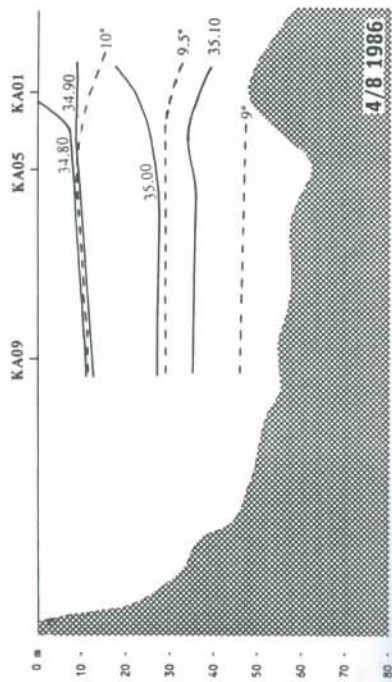
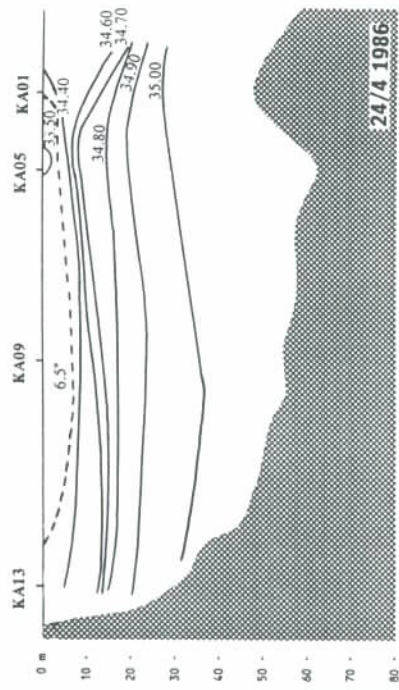


Sundalagið (n.f.Streym) 1986-87

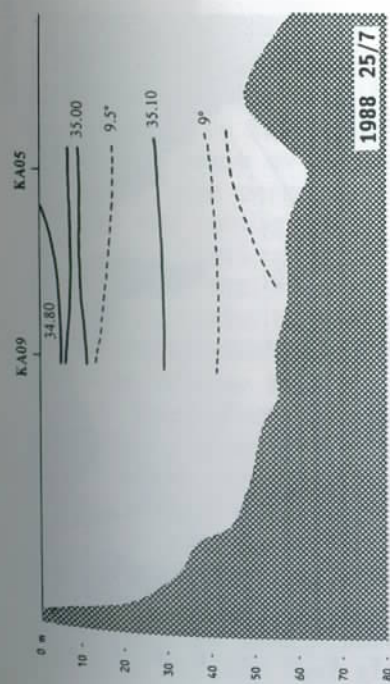
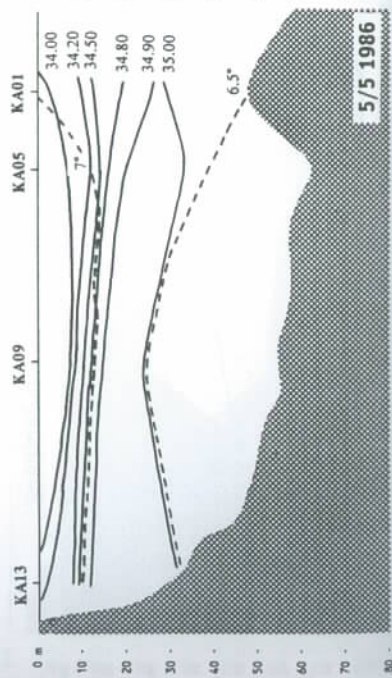
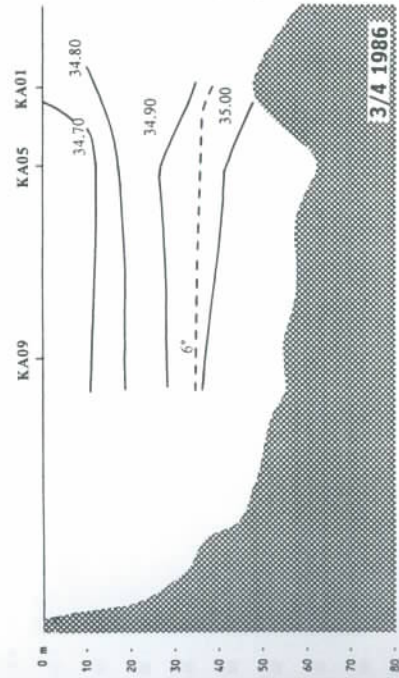


Sundalagið (n.f.Streym) 1987

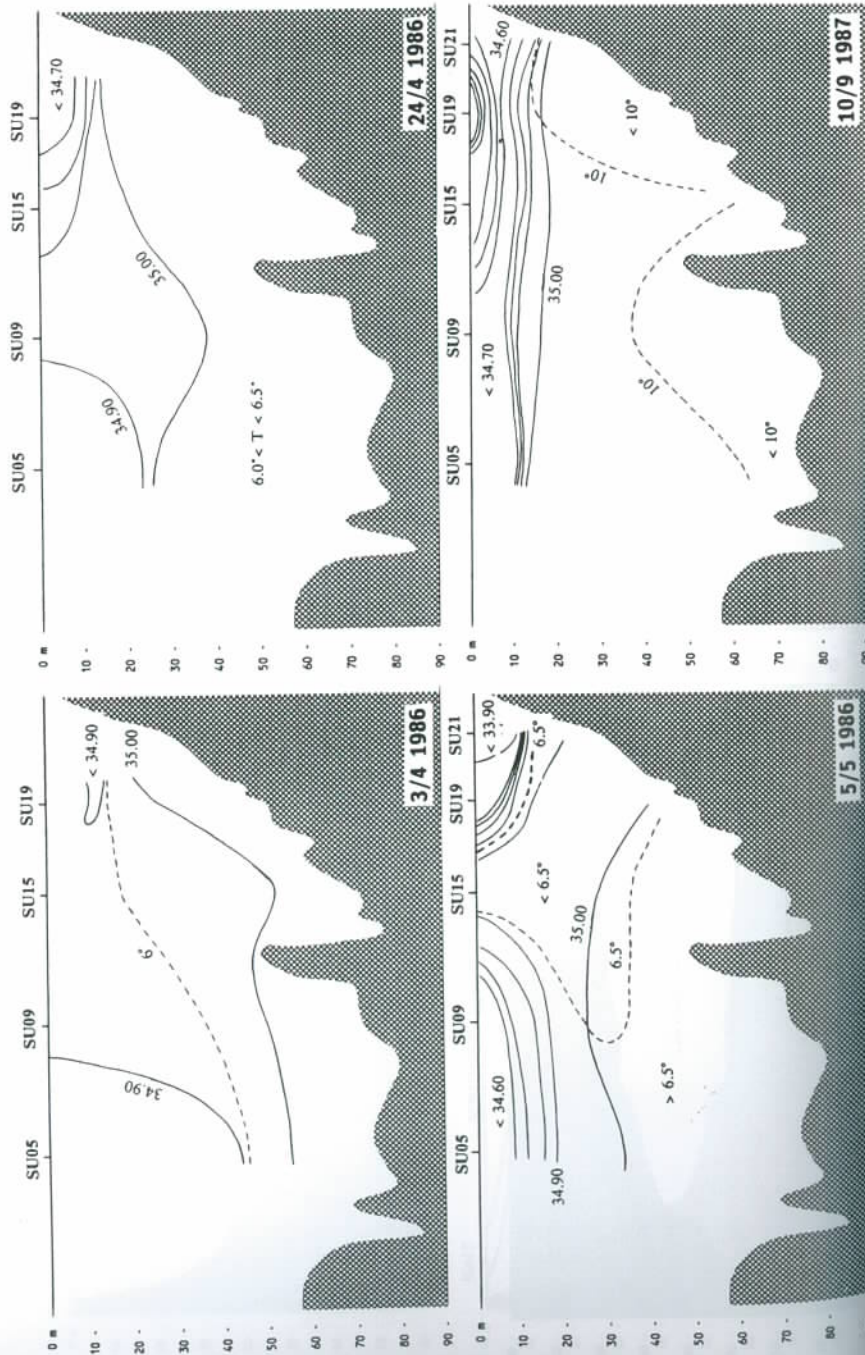




Kaldbaksfjørður 1986



Kaldbaksfjørður 1988



Tangafjørður 1986-87

Rák og útskipting í ovaru lögnum á føroyskum gáttarfirðum

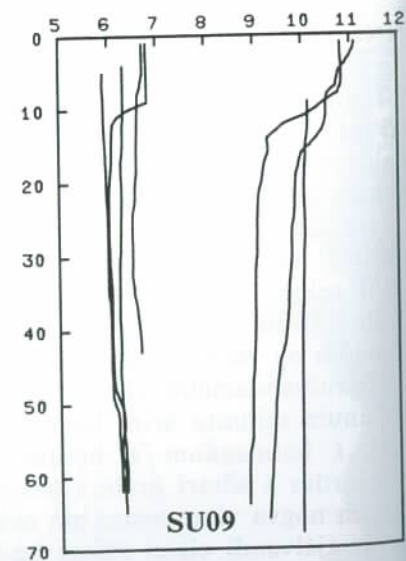
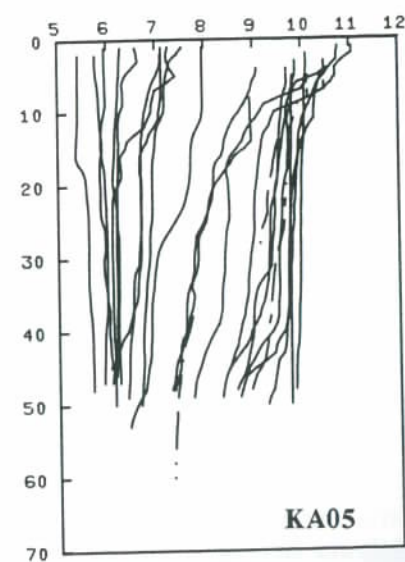
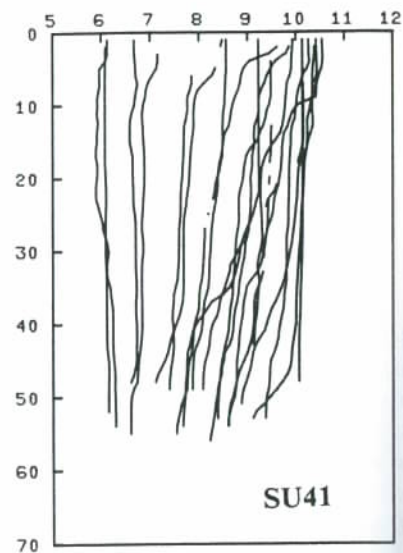
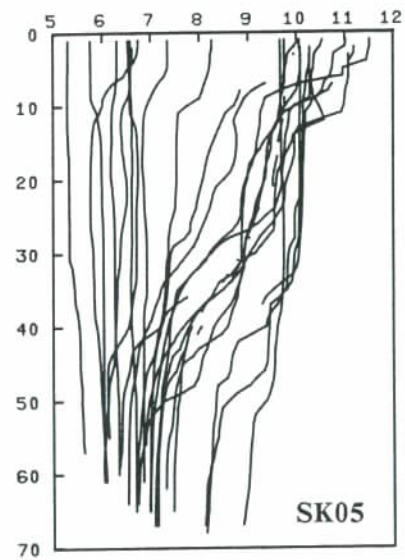
Bogi Hansen, Fiskirannsóknarstovan

Samandráttur. Føroyskir firðir eru vanliga eins og firðir aðrastaðni byttir í lög við einum brakkvatnslagi ovast, sum hevur nakað av feskum vatni blandað upp í sjógvin og undir tí einum niðara lagi, sum á Skálafirði, Kaldbaksfirði og í Sundalagnum norðan fyri Streym verður bytt í eitt miðlag og eitt avlæst botnlag partar av sumrinum. Hesa tíðina er sll útskiptingin í ovaru lögnum, og tað er eisini í teimum, at allur gróður er. Í greinini verður roynt at meta um útskiptingina og rákið í hesum lögum á nevndu firðum. Úrslitini eru tó heft við stórari óvissu.

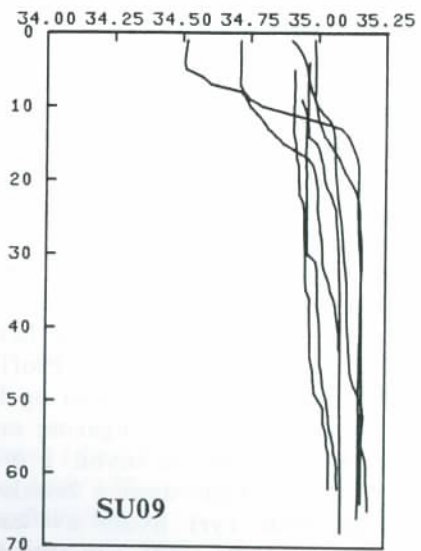
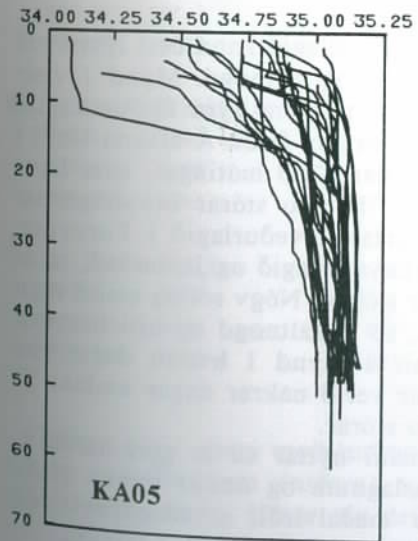
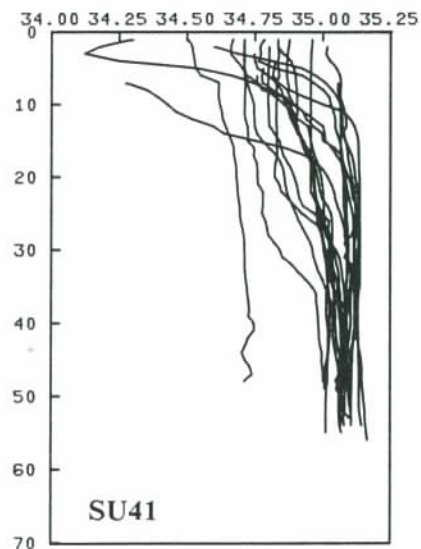
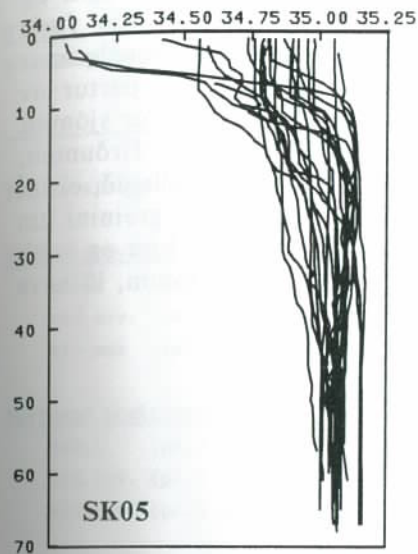
INNGANGUR

Í greinini *Hydrografiskar kanningar á føroysku gáttarfirðunum* var greitt frá lagbýtinum á teimum trimum økjum Skálafirði, Kaldbaksfirði og Sundalagnum. Ovast er eitt *brakkvatnslag*, sum er feskari enn restin av sjónum vegna regn og áir. Undir tí er eitt niðara lag, sum partar av sumrinum verður bytt í eitt *miðlag* og undir tí eitt *botnlag*, ið er læst av (undantikið Tangafjørð). Sum heild rekur brakkvatnslagið út úr fjørðinum og niðara lagið (ella miðlagið) inn. Inni í fjørðinum rekur sjógvur upp í brakkvatnslagið úr neðra og verður blandaður við feskara sjógvin har.

Høvuðsendamálið við dálkingarkanningunum á føroysku gáttarfirðunum seinastu árinum hevur verið at kanna vandan fyri oxygen-troti í botnlagnum á hesum firðum. Hesin spurningur verður viðgjørður í aðrari grein í hesum riti. Kanningsarnar hava tó givið okkum nógva vitan eisini um ovaru partarnar av firðunum, og hetta hevur sjálvandi eisini áhuga bæði í sjálvum sær og í sambandi við dálking av ymsum slagi. Hetta seinna stendst m.a. av, at útskiptingin av ovaru pørtunum í einum firði er avgerandi fyri, hvussu skjótt dálkandi evni verða førd út úr fjørðinum; men aftrat tí er útskiptingin av ovaru pørtunum og rákið í teimum eisini av avgerandi týðningi fyri gróðurin á fjørðinum. Hesin spurningur



Mynd 1a. Hiti í °C (T) á einari stöð á hvörjum av teimum fyra firðunum, mátingarnar eru frá 1985 til 1988.



Mynd 1b. Saltngd í promillu á einari stöð á hvörjum av teimum fyra firðunum, mátingarnar eru frá 1985 til 1988.

verður gjølla umrøddur í eini aðrari grein í hesum riti (Gaard og Poulsen, 1990). Nevnast skal bert, at rákið inn í fjørðin førir tøðevni við sær, sum eru fortreyt fyri, at smáu planktonalgurnar (plantuæti) kunnu grógva. Tá algurnar doyggja, dettur partur av teimum niður í botnvatnið, har tær rotna og taka oxygen úr sjónum.

Vit fara tí í hesi grein at viðgera ovaru partarnar av firðunum, brakkvatnslagið og lagið undir tí, sum vit her nevna miðlagið, eisini tá onki avlæst botnlag er. Kanningartilfarið er umrøtt í greinini um hydrografiskar kanningar. Tað fevnir um mátingar av hita og salti, gjørdar frá skipi, og mátingar av hita og streymi við tólum, ið hava verið ankrað inni á firðunum.

BRAKKVATNSLAGIÐ

Brakkvatnslagið og yvirgongd tess til miðlagið kann best lýsast við teimum broytingum, sum siggjast í hita og saltnøgd. Mynd 1 vísir eina røð av CTD mátingum frá øllum teimum fyra firðunum, ið viðgjørdir verða. Ein støð er tikin á hvørjum firði. Á aftasta blaði í ritinum sæst, hvar støðirnar liggja. Allar CTD mátingar, sum hava verið í lagi, eru nýttar. Myndin lýsir, hvussu stórar broytingarnar eru. Ein orsökkin til hetta er tað skiftandi veðurlagið í Føroyum. Vindur hevur lyndi til at blanda brakkvatnslagið og javna tað, so at markið niður móti miðlagnum verður skarpt. Nógv sól og eisini regn í stilli gera ovastu metrarnar lættari, so at saltnøgd og hiti broytast meiri javnt við dýpinum. Profilarnir á mynd 1 hvønn dagin eru úrslit av tí veðri, sum er tá og hevur verið nakrar dagar undan. Tí er ikki løgið, at broytingarnar eru so stórar.

Saltmátingarnar á mynd 1 eru eisini nýttar til at gera talvu 1. Henda talva vísir dýpi á brakkvatnslagnum og nøkur onnur virði. Talvan vísir fyri hvørt av hesum meðalvirði, standardavvik og minsta og mesta virði. Ein støð á hvørjum firði er vist í talvuni.

Dýpið á brakkvatnslagnum er lætt at meta, tá yvirgongdin millum bæði lögini er týðilig, men ikki annars. Fyri at fáa tøluni í talvuni er fyri hvørja máting roknað út meðalvirðið á saltnøgdini í vatn-skorpuni og á 30 metrum, og dýpi á brakkvatnslagnum d er sett til at vera har, sum saltnøgdin fer upp um tað virðið.

Talva 1. Meðalvirði, standardavvik, minsta og mesta virði av ymiskum fyrbrigdum á fyra føroyskum firðum. Talvan vísir tøl frá einar støð á hvørjum firði (sí aftasta blað)

	SK05	SU41	KA05	SU09
Tal av støðum nýttar	23	19	23	7
<u>Dýpi brakkvatnslag</u>				
meðal (m) :	12	13	10	16
std.avv. (m) :	5	7	5	7
min-max (m) :	4-21	4-25	4-22	11-30
<u>Saltnøgd brakkvatnslag</u>				
meðal (pr.) :	34.78	34.75	34.69	34.87
std.avv. (pr.) :	0.22	0.24	0.38	0.15
min-max (pr.) :	34.19-35.07	34.03-35.06	33.60-35.05	34.59-34.99
<u>Saltnøgd miðlag</u>				
meðal (pr.) :	35.02	34.99	35.00	35.04
std.avv. (pr.) :	0.09	0.12	0.09	0.08
min-max (pr.) :	34.84-35.12	34.67-35.13	34.84-35.12	34.95-35.13
<u>Ekvív. f.v.h. brakkv.lag</u>				
meðal (cm) :	11	13	12	12
std.avv. (cm) :	5	8	9	5
min-max (cm) :	2-20	4-32	1-40	5-16
<u>Ekvív. f.v.h. miðlag</u>				
meðal (cm) :	11	14	13	10
std.avv. (cm) :	8	10	8	7
min-max (cm) :	2-26	2-41	3-26	1-17

Talvan vísir eisini meðalsaltnøgdirnar í brakkvatnslagnum (ovara s_o og í miðlagnum (niðara) s_n og vísir Ekvivalentu feskvatnstjúktirnar h_o og h_n . Hesar eru defineraðar við:

$$h_o = d * (s_u - s_o) / s_u \quad (1)$$

og samsvarandi fyri h_n , har s_u er saltnøgdin uttan fyri fjørðin. Feskvatnstjúktin er tjúktin av tí lagi av feskum vatni, sum má blandast við sjógvi uttan úr fjørðinum til tess at fáa mátaðu salt-

nögdirnar, og falda vit hesa hædd við økinum á fjørðinum, skuldi tað verið nøgdin av feskum vatni í fjørðinum. Ekvivalenta fesktvatnstjúktin verður nær tengd at saltnøgdini uttan fyri fjørðin s_u , og vit vita ikki nóg mikið um virðið á henni; men hon man liggja um 35.15 promillu, og tað er nýtt í talvu 1.

Hyggja vit gjøllari at hesi talvu, er ymiskt at leggja til merkis. Eitt er tann stóra óvissan (std. avvik) í øllum tølunum. Hon var væntandi eftir mynd 1 at døma. Eitt annað er, at lítil munur tykist vera millum teir fyra firðirnar, hvat báðum teimum ovastu lögnum viðvíkur. Brakkvatnslagið í Tangafirði var kanska nakað djúpari enn á hinum firðunum og munurin í saltnøgd millum lögini nakað minni; men tilfarið haðani er í minna lagi, til at hetta er álitandi. Í meðal hevur markið millum brakkvatnslagið og miðlagið ligið á millum 10 og 15 metra dýpi, og munurin í saltnøgd hevur ligið millum 0.15 og 0.3 promillu. Eisini ekvivalentu fesktvatnstjúktirnar eru ógvuliga líkar. Í meðal hava verið einir 25 cm av feskum vatni í øllum firðunum, umleið helvt um helvt í hvørjum lagnum. Ikki sæst nakað týðiligt samband millum dýpi á brakkvatnslagnum og ekvivalentu fesktvatnstjúktirnar. Havast má tó í huga, at í teimum førum, har ikki er skarpt mark millum bæði lögini, er nýtti mátin at finna dýpi á brakkvatnslagnum nakað tilvildarlígur.

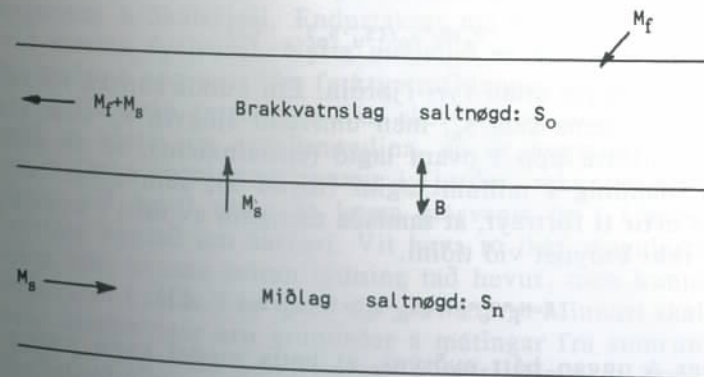
Talva 1 visir bara eina støð á hvørjum firði. Ein kundi hugsað sær, at umstøðurnar broyttust inn eftir fjørðinum; men hyggja vit at øllum longdarskurðunum, ið vistir eru í greinini um hydrografiskar kanningar (Hansen o.fl., 1990), so tykjast hita- og saltlinjurnar sum heild at vera vatnrættar, og tað bendir ikki á tann stóra munin. Ein beinleiðis útrokning varð gjørd á Skálafirði, har vit 18 ferðir hesi fyra árin hava mátað sama dag á støð SK05, SK07 og SK10 ella SK11 (aftasta blað). Millum SK05 og SK07 sást eingin munur. Á SK10 og SK11 vóru kanska eini 10-20 % meiri feskt vatn niður á 30 metra dýpi; men munurin er so lítil, at vit helst kunnu uppfata fjørðin líkan mesta av vegnum inn.

Ein annar spurningur er, um munur er tvørtur um fjørðin, og har er torførari at koma til nakra niðurstøðu. Í greinini um hydrografiskar kanningar (Hansen o.fl., 1990) eru nakrir tvørskurðir frá Skálafirði, og í mátingunum í 1985 (Bloch o.fl., 1986) eru fleiri aftrat. Teir benda ikki á tann stóra munin tvørtur um fjørðin; tó kundi tað sæð út sum, at tá nógv feskt vatn er blandað upp í brakkvatnslagið, hevur tað havt lyndi til serliga at reka út við vestara landinum, helst vegna Corioliskraftina, sum á norðari hálvu bendir rákið móti høgru.

ÚTSKIFTINGIN Í OVARU LÖGUNUM Á SKÁLAFIRÐI

Livitiðin fyri feskt vatn í fjørðinum. Ein avgerandi spurningur er, hvussu skjótt brakkvatnslagið og miðlagið verða skift út, og hvussu nógvur sjógvur verður sogin upp í brakkvatnslagið úr neðra. Hetta hevur serligan týdning, tí hesin sjógvur ber við sær tøðsølt, sum elva til gróður, tá tey vera sogin upp, har nóg mikið av ljósi er. Serligan áhuga hevur hetta fyri Skálafjørð, sum er tann harðast rakti fjørðurin, og haðani vit hava flestu mátingarnar.

Ein kundi hugsað sær at nýtt streymmátningar til at gjørt eina meting av útskiftingini, og seinni verður nortið við tann spurningin; men tað krevur ógvuliga nógvar mátingar á nógvum støðum og dýpum, tí umstøðurnar broytast so nógv. Vit fara tí fyrst at nýta saltmátningar. Falda vit ekvivalentu fesktvatnstjúktina fyri eitt av lögnum við økinum á fjørðinum, fæst samlaða nøgdin av feskum vatni í fjørðinum niður á 30 metrar. Í greinini um dýpi og skap á firðunum (Hansen, 1990) eru talvur við øki og rúmd á ymsum dýpum. Sambært hesum verður samlaða nøgdin av feskum vatni í meðal einir $3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Vit kunnu eisini meta um, hvussu nógv feskt vatn rennur í fjørðin um dagin. Avfallsøkið til Skálafjørð liggur um 67 km^2 , og rokna vit við einum meðalársavfalli um 2000 mm og taka hædd fyri, at minni regnar um summarið, gevur tað nakað undir $3 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ um dagin. Eftir hesum tekur tað í meðal einar 11 dagar at regna í bæði tey ovaru lögini, og tað skuldi verið á leið tann tíð, tey hava um at reka úr fjørðinum um summarið, og hetta nevna vit: Livitiðin fyri feskt vatn.



Mynd 2. Eitt einfalt model fyri báðum teimum ovastu lögnum á Skálafirði, har roknað er við, at tey hvørt sær hava javna saltnøgd og eru skild av einum skørpum marki. (Sí tekst)

Ivaleytt liggur feska vatni í miðlagnum longri í fjørðinum, enn tað í erva, og Livitiðin fyri brakkvatnslagið man tí vera minni enn 11 dagar. Havast má tó í huga, at ivamál eru við útrokningini. Serstakliga viðvíkjandi avfallinum. Tíanverri er ov lítið av avfalls- mátingum í Føroyum, og talið kann tí væl vera eini 50 % galið.

Hetta sigur okkum tó ikki beinleiðis, hvussu nógvur sjógvur rekur inn í fjørðin og hvussu nógv tøðevni, hann ber við sær. Eina meting av tí kunnu vit fáa við at kanna saltnøgdina á fjørðinum gjøllari, og til at siggja sambandið gera vit eitt model (eina mynd) av fjørðinum, sum er ov einfalt, men ger útrokningarnar lættari.

Model. Í hesum modeli (mynd 2) hugsa vit okkum sum áður ovaru partarnar av fjørðinum (botnlagið undantikið) býttar í tvey lög, sum bæði eru so væl blandað, at saltnøgdin í hvørjum lagnum er jøvn; men hon er ymisk í báðum. Í ovaru lagnum (brakkvatnslagnum) nevna vit saltnøgdina s_o og í niðara (miðlagnum) s_n . Í ovaru lagið kemur feskt vatn bæði við beinleiðis avfalli og við áunum, sum renna í fjørðin. Nøgdina av feskum vatni, sum dagliga rennur í fjørðin nevna vit *fesktvatnsfluxin* M_f .

Rokna vit haraftrat við, at ovara lagið, alt sum tað er, rekur út úr fjørðinum og niðara lagið inn, so verður samlaði fluxurin av sjógvi út úr fjørðinum M_s+M_f , har M_s er fluxurin av sjógvi inn í fjørðin í niðara lagnum, og samstundis nettofluxurin av sjógvi úr niðara lagnum upp í ovara (mynd 2).

Í hesum einfalda modeli rokna vit ikki við tíðarbroytingum, og tá má flutningurin av salti inn í fjørðin í neðra vera eins stórur og flutningurin úr fjørðinum í erva. Hetta gevur:

$$M_s = M_f * s_o / (s_u - s_o) \quad (2)$$

s_u er saltnøgdin uttan fyri fjørðin. Ein kundi kanska roknað við, at s_u var tað sama sum s_n ; men umframt sjógvin M_s , sum einvegis kemur úr niðara upp í ovara lagið (entrainment), so er eisini ein tvívegis blanding B millum lögini (mynd 2), sum aftur ber til at rokna út eftir tí fortreyt, at samlaða mongdin av salti í hvørjum lagi í meðal ikki broyrist við tíðini.

$$B = M_f * s_o * (1 / (s_n - s_o) - 1 / (s_u - s_o)) \quad (3)$$

Tað er á ongan hátt eyðsýnt, at hetta model kann nýtast til at meta um útskiptingina av brakkvatns og miðlagnum á Skálafirði. Sum áður er nevnt, er markið millum bæði lögini vanligi ikki so skarpt, og heldur ikki eru saltnøgdirnar í hvørjum lagnum heilt javnar; hvørki við dýpi ella inn og út eftir fjørðinum. Eisini kunnu

umstøðurnar broytast bráðliga og eru ikki javnar við tíðini. Men móguleikarnir at meta um útskiptingina á annan hátt eru ikki so nógvir, og tí er skil í at nýta líkningarnar, bert hugsað verður um, at stór óvissa liggur í úrslitunum.

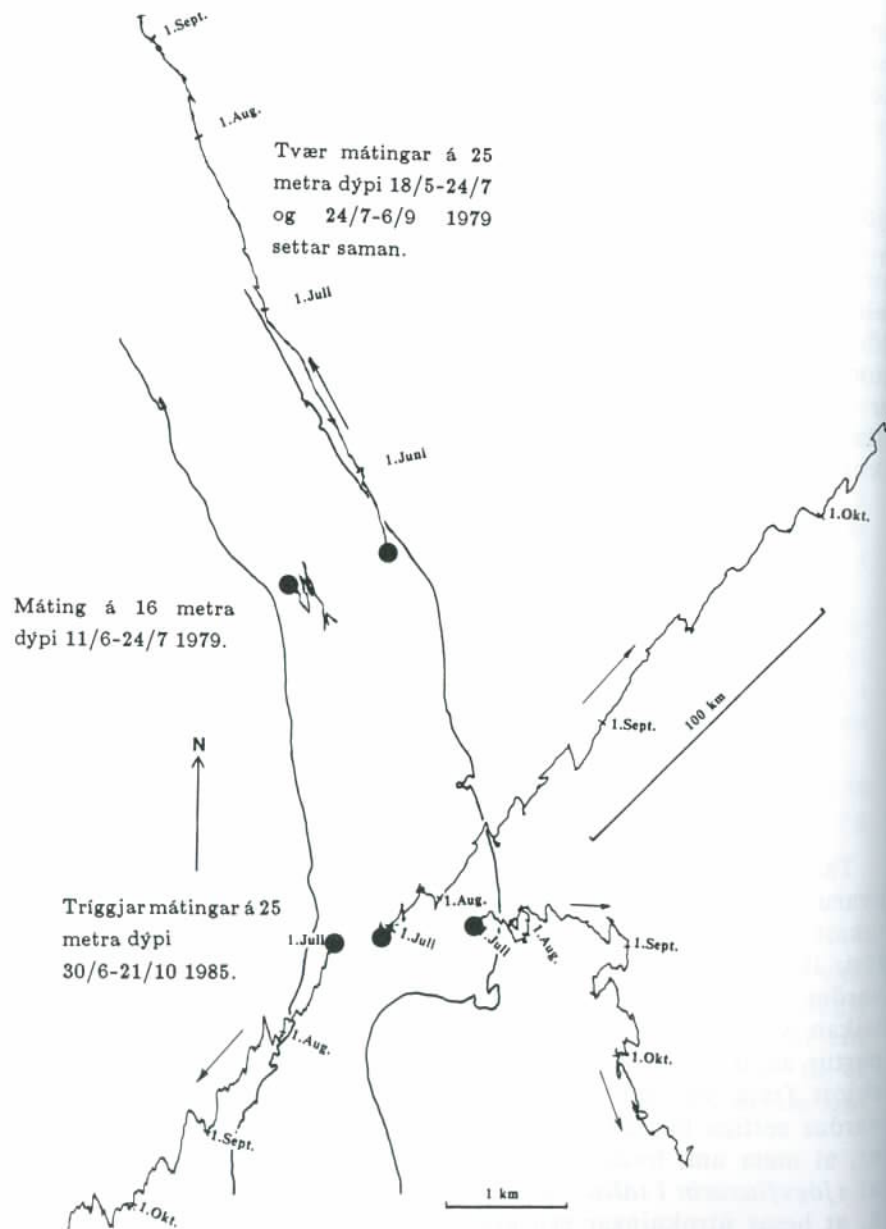
Útskiptingin. Innseta vit virðini frá talvu 1 í líkning (2) fæst, at sjógvfluxurin M_s er næstan 100 ferðir størri enn fesktvatnsfluxurin M_f . Úrslitið sæst í talvu 2, og dividera vit hetta talið upp í rúmdina av fjørðinum niður á 30 metra dýpi, so fáa vit eitt mát fyri, hvussu leingi sjógvur í meðal er inni í fjørðinum (ikki í botnlagnum), áðrenn hann rekur út aftur. Hetta nevna vit: *Livitið fyri sjógv*, og sum talvan vísir, er hon mett til millum eina og tvær vikur. Í talvu 2 er eisini eitt tal fyri blandingini, roknað út frá líkning (3). Blandingin sæst vera umleið helvtina av M_s til støddar, og annað var ikki væntandi, tá so nógv feskt vatn er í miðlagnum.

Talva 2. Ymisk tøl viðvíkjandi útskipting av ovaru tveimum lögnum á Skálafirði.

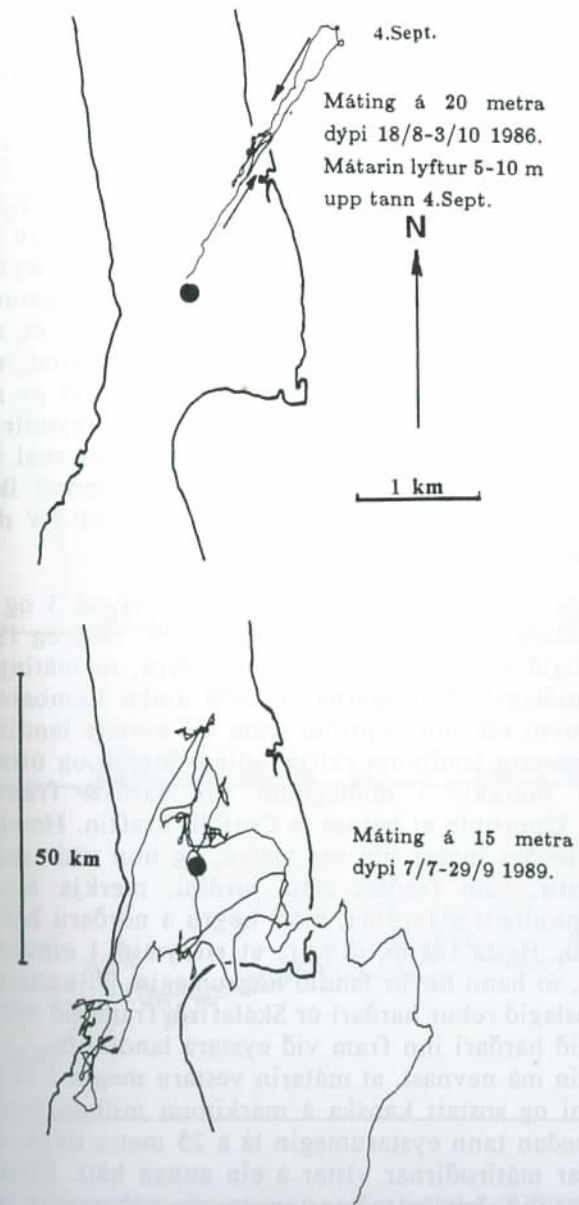
Livitið fyri feskt vatn	11 dagar
Fluxur av feskum vatni	$0.3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{dag}$
Fluxur av sjógvi	$26 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{dag}$
Livitið fyri sjógv	12 dagar
Blanding millum bæði lögini	$14 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{dag}$

Talva 2 samanfatar nøkur tøl fyri útskiptingina av báðum teimum ovaru lögnum á Skálafirði. Endurtakast má tó, at hesi tøl skulu takast við størsta fyrivarni. Nýttá modelið er ógvuliga einfalt og lýsir ikki støðuna nógv væl. Um fesktvatnsfluxurin t.d. er skeivur, so verður sjógvfluxurin lutfalsliga líka skeivur, og umframt trupulleikan við at meta um avfallsnøgdina, so er hugsandi, at stórur partur av tí feska vatni, sum rennur í fjørðin, rekur út hampuliga skjótt fram við landi uttan at koma stórvegis út í fjørðin. Her verður serliga hugsað um áarføri. Vit hava tó ikki móguleika, sum er, at meta um, hvussu stóran týðning tað hevur, men kunnu siga, at *sjógvfluxurin í talvu 2 er helst ein yvirmeting*. Minnst skal eisini á, at hesar útrokningar eru grundaðar á mátingar frá sumrunum og tí ikki siga so nógv um útskiptingina á vetri. Helst er hon heldur skjótari ta tíðina.

Streymmátingar í ovaru lögnum á Skálafirði. Flestu av streym- mátingunum eru gjørdar til tess at meta um útskipting av botnvatni;



Mynd 3. PV diagramm (sí tekst) fyri streymmátingar á Skálafirði 1979 og 1985. Svørtu ringarnir vísa mátistøðini. Øll PV diagramminu eru í sama longdarmáti (100 km á myndini); men fjørðurin sjálvur er í øðrum máti (1 km á myndini).



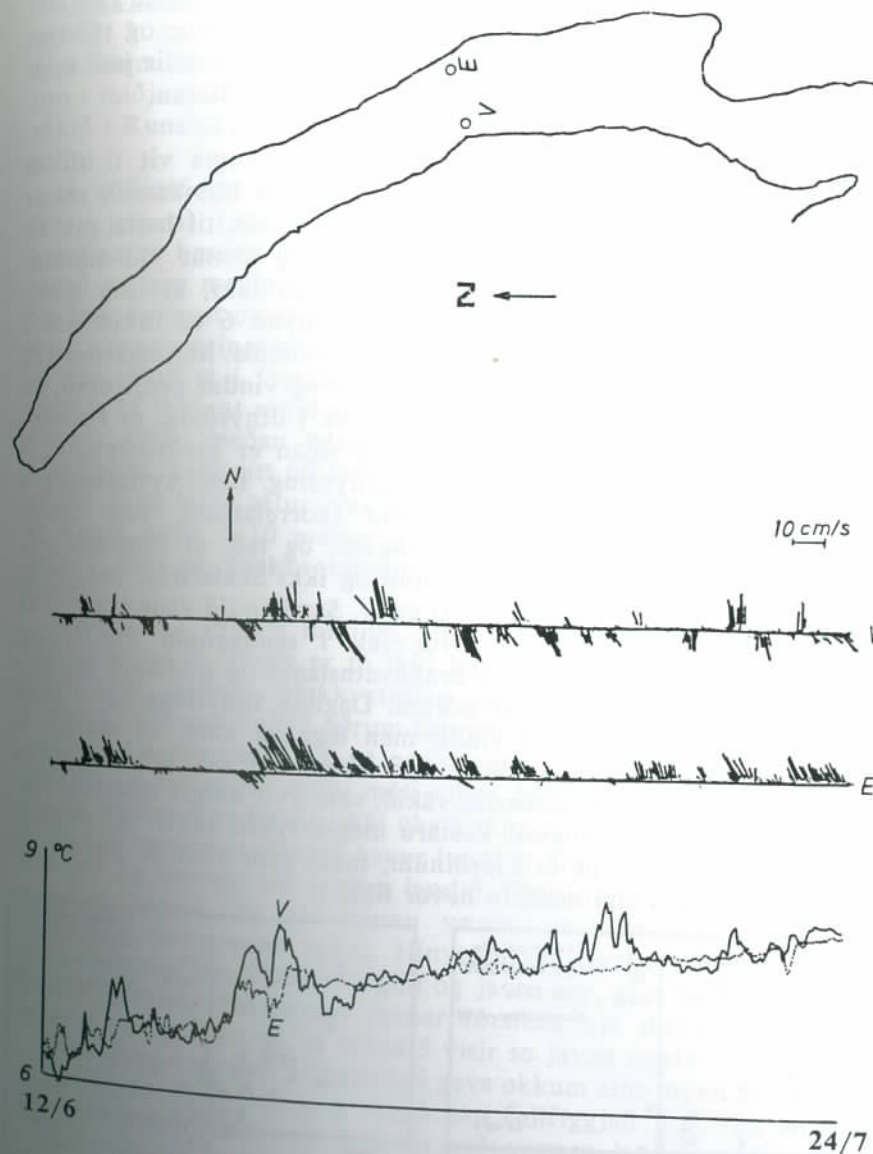
Mynd 4. PV diagramm (sí tekst) fyri tvær streymmátingar á Skálafirði. Svarti ringurin vísir mátistaðið. PV diagramminu eru í sama máti (50 km á myndini).

men tó hava vit nakrar streymmátningar úr ovara þørtunum á firðunum, og vit fara at nýta tær at kanna rákið í ovaru þørtunum og vita, um tær siga okkum nakað um útskiptingina av brakkvatnslagnum og miðlagnum.

Upplýsingar um, nær og hvar mátingar eru gjørdar, eru í talvu 2 í greinini um hydrografiskar kanningar (Hansen o.fl., 1990), og mynd 3 og 4 vísa nøkur úrslit. Báðar myndirnar vísa PV diagramm (Progressiv Vektor diagramm), har mátingarnar eru nýttar til at rokna út, hvussu ein boya ella okkurt tilíkt, sum fleyt í sjónum og fylgdi streyminum, hevði ríkið, um so var, at streymurin var eins á øllum støðum kring mátaran um somu tíð. Hetta er sjálvandi ikki so, t.d. høvdu flestu boyurnar verið farnar á land; men ein tilíkt tekning gevur eina góða mynd av, hvussu rákið er sum heild. Á myndunum eru PV diagrammini teknað inn á myndir av firðunum við avmerking, har mátingin er gjørd. Leggjast skal til merkis, at longdarmátið fyri fjørðin og fyri PV diagrammið ikki er eins á myndunum; men sama longdarmát er nýtt fyri øll PV diagrammini á somu mynd.

Streymmátningar innarlaga á fjørðinum. Mynd 3 og mynd 4 vísa rákið á Skálafirði partar av sumrunum 1979, 1985 og 1986. Mátararnir hava ligið millum 16 og 25 metra dýpi, so mátingarnar áttu at umboða miðlagið. Mátingarnar í 1979 áráka Lambareiði vistu eitt ógvuliga javnt rák inn í fjørðin fram við eystara landinum, og rákið fram við vestara landinum skifti millum innrák og útrák. Tað var at vænta, at innrákið í miðlagnum var harðari fram við eystara landinum. Upprunin at hesum er Coriolis kraftin. Henda kraft stavar frá tí, at jørðin snarar um seg sjálva, og hon vísir seg á tann hátt, at allir lutir, sum ferðast eftir jørðini, merkja eina kraft, sum gongur vinkulrætt á ferðina, móti høgri á norðaru hálfu, og veksur við ferðini. Hetta førir við sær, at streymur í einum firði verður troðkaður, so hann hevur landið høgrumegin. Tí kunnu vit vænta, at brakkvatnslagið rekur harðari úr Skálafirði fram við vestara landinum og miðlagið harðari inn fram við eystara landinum.

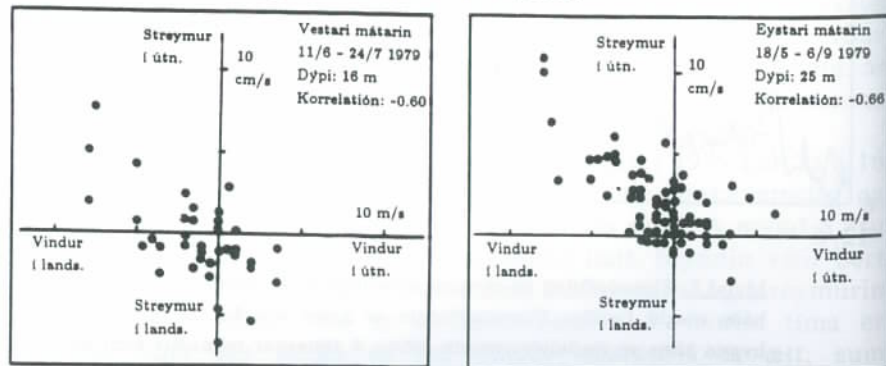
Hinvegin má nevast, at mátarin vestaru megin í 1979 bert lá á 16 metra dýpi og sostatt kanska á markinum millum brakkvatnslag og miðlag, meðan tann eystarumegin lá á 25 metra dýpi. Á mynd 5 eru hesar báðar mátirøðirnar vísar á ein annan hátt. Myndin vísir bert tað tíðarskeiðið, har mátað er samstundis báðumegin, og streymurin er á mynd 5 vístur við, at meðalstreymurin 3. hvønn tíma er teknaður sum ein strika út frá einum tíðarási í ta ætt, sum streymurin gekk. Longdin á strikuni er mát fyri streymferðini. Eystara mátirøðin vísir, sum væntandi var, rák inn í fjørðin mest sum alla tíðina; meðan vestara skiftir millum; men myndin vísir



Mynd 5. Pinnatekning av streymi innarlaga á Skálafirði í 1979 og hiti báðu megin fjørðin. Pinnatekningin er gjørd soleiðis, at fyri triðja hvønn tíma er meðalstreymurin síðstu 3 tímarnar teknaður sum ein strika út frá tíðarásnum í ta kós, sum rákið gekk, og longdin av strikuni er mát fyri streymferð í tí eind, sum sæst á myndini (Støðis-útbúgvingin 1980).

eisini hitan, sum báðir streymmátararnir mátaðu. Sum heild fylgjast hitin eystaru- og vestarumegin; men viðhvørt er munur, og týðiligt er, at vestarumegin er hitin meiri óregluligur. Hetta bendir júst á, at brakkvatnslagið viðhvørt røkkur niður til vestara mátaran.

Ávirkanin av vindi. Av mátingunum í 1979 koma vit tí til ta niðurstøðu, at í hvussu so er eystaru megin áráka Lambareiði rekur miðlagið hampuliga javnt inn í fjørðin. Upprunin til hetta rák er ivaleyst feska vatnið, sum regnar í fjørðin og kemur við áunum. Hetta nevna vit *Estuarint rák*. Tað merkir tó ikki, at ikki aðrar kreftir virka inn á rákið í fjørðinum. Á mynd 6 er rákið inn í fjørðin samanborið við vindið í Havnini samstundis. Mátingarnar frá 1979 eru nýttar til hetta. Fyrst eru streymur og vindur projicerað, so at tann parturin (komposanturin), sum gekk í útnyrðing, er funnin, so er meðal roknað fyri hvønn dag, og síðan er meðalstreymur í útnyrðing teknaður móti meðalvindi í útnyrðing. Bæði eystarumegin og vestarumegin er týðiligt samband (korrelatióin), sum eisini korrelatióinstalið (-0.60 og -0.66) prógvar, og tað, at samband er, hóast vindmátingarnar eru frá Havnini og ikki Skálafirði, bendir á, at sambandið er betri, enn mynd 6 sýnir. Sambandið visir seg so, at vindur inn eftir fjørðinum gevur rák í miðlagnum úteftir og umvent. Hetta var at vænta, tí brakkvatnslagið og miðlagið munnu vanliga reka umvent hvørt av øðrum. Dagligu broytingarnar í ráki stava tí ivaleyst fremst frá vindi; men leggjast kann til merkis á mynd 6, at við ongum vindi er sum heild eitt rák inn í fjørðin eystaru megin. Hetta er estuarina rákið, sum yvir longri tíðarskeið er tað, sum stýrir útskiptingini. Vestaru megin tykist rákið við ongum vindi mest at ganga út úr fjørðinum; men, sum áður er nevnt, er ivasamt, hvørjum lagi mátarin hevur ligið í.



Mynd 6. Sambandið millum dagligan meðalvind og dagligan meðalstreym bæði roknað móti útnyrðingi fyri tvær streymmátningar á Skálafirði áráka Lambareiði.

Streymmátningar utarlaga á fjørðinum. Venda vit nú aftur til mynd 3 og kanna mátingarnar í 1985, ið vóru longur úti á fjørðinum, so tykist rákið á 25 metra dýpi sum heild at hava gingið inn í miðjuni av fjørðinum og út fram við vestara landinum, meðan rákið í Runavíkin tykist hava verið ein meldur (afturundirgerð) við sólini.

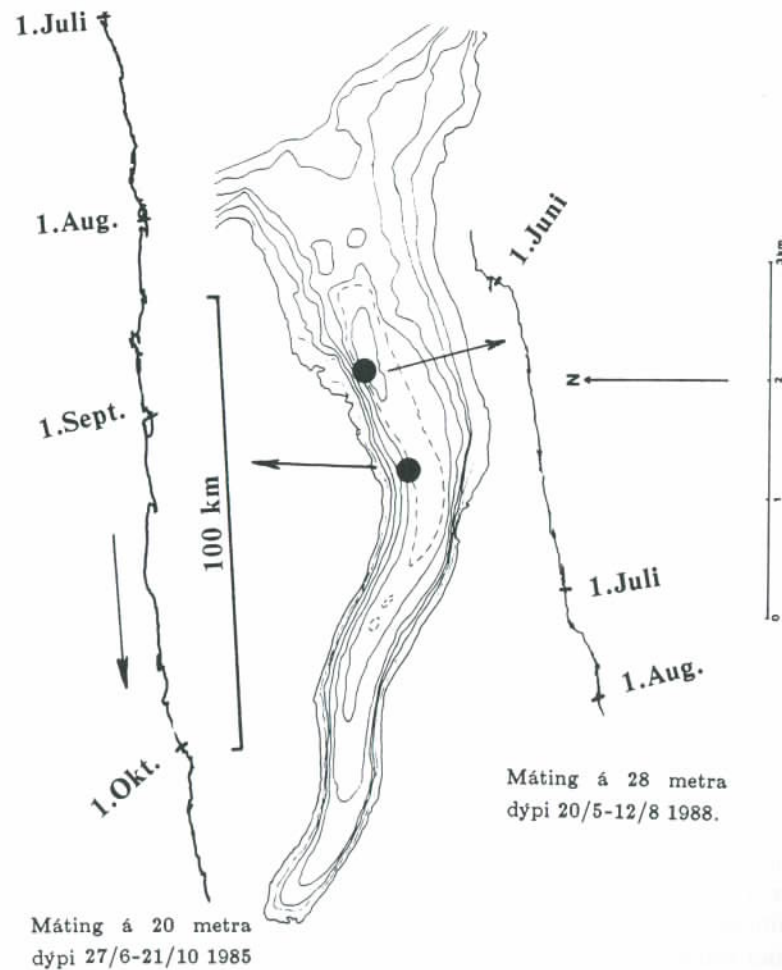
Á miðjuni var rákið í meðal einar 2 km um dagin inn í fjørðin frá 1. juli til 1. okt., og rákið úteftir vestaru megin var umleið helvtina av hesum; men eisini er vert at leggja til merkis, at meðan rákið vestaru megin var at kalla javnt, so var rákið á miðjuni nógv harðari í august og septembur enn í juli. Hyggja vit síðani at mynd 4 og kanna mátingarnar frá 1986, sum vóru á umleið 20 metra dýpi, so var rákið tá í fyrstani nakað sum í 1985; men vendi so. Hetta merkir tó ikki, at rákið í miðlagnum vendi. Tað, sum hendi, var, at 4. sept. 1986, meðan Magnus Heinason gjørdi kanningar inni á fjørðinum, kom eitt tól fæst í fortøyingina, og áðrenn tað eyðnaðist at fáa hana leysa aftur, var skipið drivið so mikið, at mátarin kom at liggja einar 5-10 metrar grynri. Hann er tí helst komin upp í niðara part av brakkvatnslagnum, og tí er væl skilligt, at rákið vendir.

Mátingin í 1989 á miðjuni utarlaga í fjørðinum (mynd 4) sær heilt øðrvísi út. Hetta er tó ikki løgið, tí henda máting er gjørd á markinum millum brakkvatnslag og miðlag, og mátarin hevur ivaleyst viðhvørt ligið í øðrum lagnum, viðhvørt í hinum.

Taka vit samanum, so er nógv, sum bendir á, at rákið í ovaru pørtum av Skálafirði melur móti sólini. Men rørslan í báðum teimum ovaru lögnum er heldur ikki óheft. Eitt útrák av brakkvatnslagnum fram við vestara landinum hevur lyndi at draga miðlagið beint undir við sær og umvent við eystara landið. Eisini fer hetta at virka inn á djúparu lögini, og vit kunnu vænta, at avlæsta botnlagið um summarið melur móti sólini. Hinvegin fer rørslan á botnvatninum aftur at virka inn á ovaru lögini og javna tey, eins og svinghjólíð á einum gomlum bátamotori javnar rørsluna hjá skrávuni. Hetta er kanska ein orsök til, at mynd 3 visir so javna rørslu.

Streymmátningarnar á Skálafirði geva okkum eina mynd av rákinum á fjørðinum; men hon er á ongan hátt fullfíggjað. T.d. vita vit ikki, um suðurrákið á mynd 3 fram við vestara landinum fer út úr fjørðinum, ella melur innaftur longur suðuri, og í brakkvatnslagnum hava vit mest sum ongar mátingar.

Rák og útskipting. Tað er tí ikki so lætt at nýta streymmátningarnar til at meta um útskipting; men til ber at kanna, um tøluni eru sambærilig. Rokna vit við, at miðlagið rekur inn í fjørðin við eini



Máting á 20 metra dýpi 27/6-21/10 1985

Máting á 28 metra dýpi 20/5-12/8 1988.

Mynd 7. PV diagramm (sí tekst) fyrir tvær streymmátingar á Kaldbakfirði 1985. Svarti ringurin vísir mátistøðini. PV diagramminu eru í sama longdarmáti (100 km á myndini); men fjørðurin sjálvur er í øðrum máti.

meðalferð um 2 km um dagin stutt innan fyri grynnuna (mynd 3), og rokna vit við, at tað er 15 metrar høgt og 1 km breitt, so gevir hetta ein samlaðan flux av sjógvi inn, sum er $30 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{dag}$, og tað talið samsvarar væl við talið í talvu 2. Henda útrokning er heldur tilvildarlig, tá vit ikki vita, hvussu stórir partur av miðlagnum rekur inn í fjørðin, og hvat meðalferðin í tí er. Hon visir bert, at streymmátingarnar og áðurnevndu útskiftingarmetingar eru ikki í andsogn. Ein onnur niðurstøða er tó eisini, at stóru broytingarnar, sum eru í meðalferðini, mugu geva stórar broytingar í útskifting. Av mynd 3 sæst, at rákið - og helst eisini útskiftingin - nakrar mánaðir er tvær til triggjar ferðir harðari enn aðrar. Hetta má havast í huga, tá tøluni í talvu 2 verða nýtt.

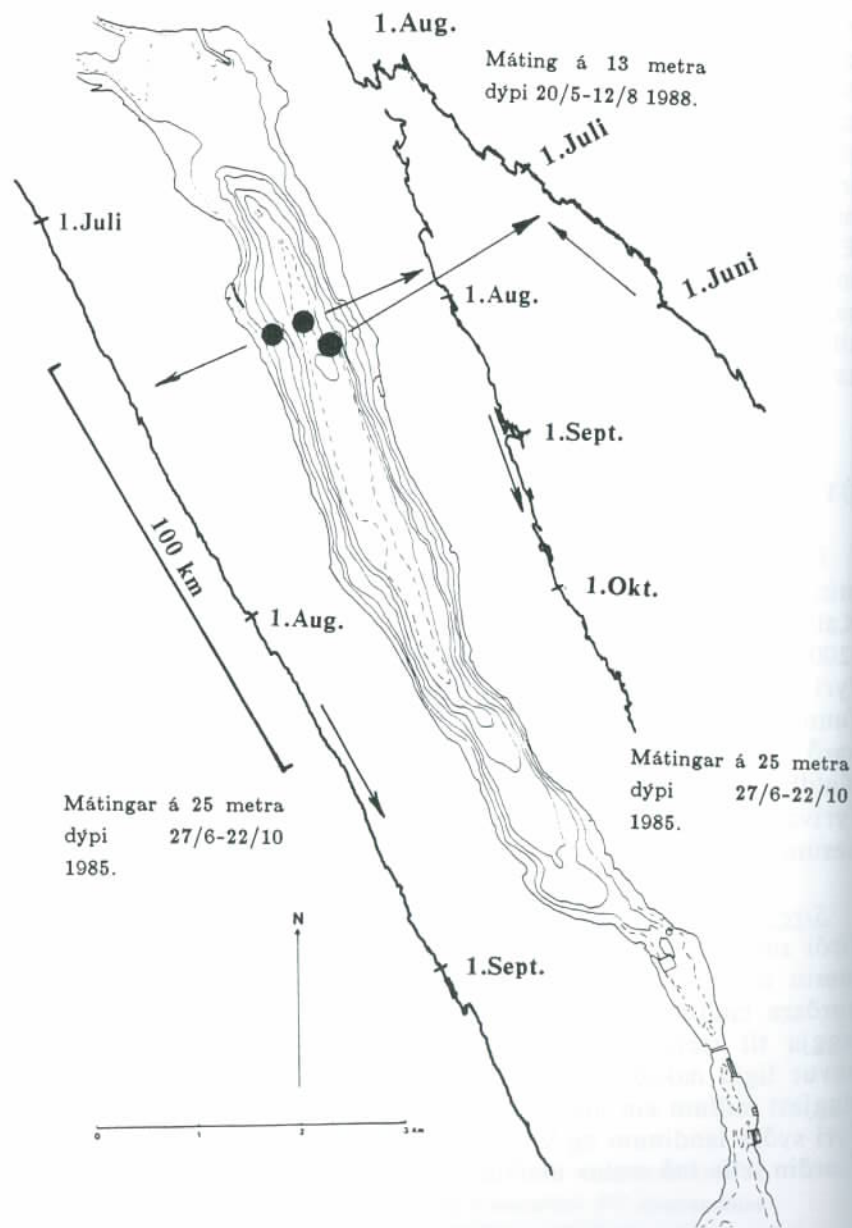
ÚTSKIFTING OG RÁK Á KALDBAKSFIRÐI

Eisini á Kaldbakfirði kunnu vit rokna útskiftingartíð, tó tað er minni álitandi, tí minni av tilfari er tøkt. Avfallsøkið til Kaldbaksfjørð liggur um 40 km^2 , og nýta vit somu avfallsnøgd (2000 mm um árið), sum nýtt var fyri Skálafjørð, so fæst Livitiðin fyri feskt vatn at liggja um 5 dagar, t.v.s. umleið helvt av tí, vit funnu fyri Skálafjørð. Vit kunnu eisini nýta sama model, sum nýtt varð til Skálafjørð. Hetta gevir, at fluxurin av sjógvi inn í Kaldbaksfjørð um summarið liggur um $16 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{dag}$; men somu fyrivarni, sum nevnd vóru fyri Skálafjørð, mugu eisini takast við hesum tali.

Streymmátingar. Mynd 7 visir rákið á 20 metra dýpi á Kaldbakfirði summarið og heystið 1985 og summarið 1988. Mátarin hevur mestu tíðina ligið í miðlagnum, og tað, at hann hevur ligið nærri norðara landinum, ger, at innrák átti at vera. Men tað er vert at leggja til merkis, hvussu støðug kósin hevur verið. Meðalferðin hevur ligið nakað undir 2 km um dagin; men stórir munur kann siggjast millum ein mánaða og annan. Vit hava tó ongar mátingar út fyri syðra landinum og vita ikki, um miðlagið har eisini rekur inn í fjørðin, ella tað melur útaftur.

ÚTSKIFTING OG RÁK Á SUNDALAGI

Í Sundalagnum er torførari at meta um útskiftingina. Fyri part tí at mátitilfarið er minni, men eisini tí at Sundalagið er opið í báðum



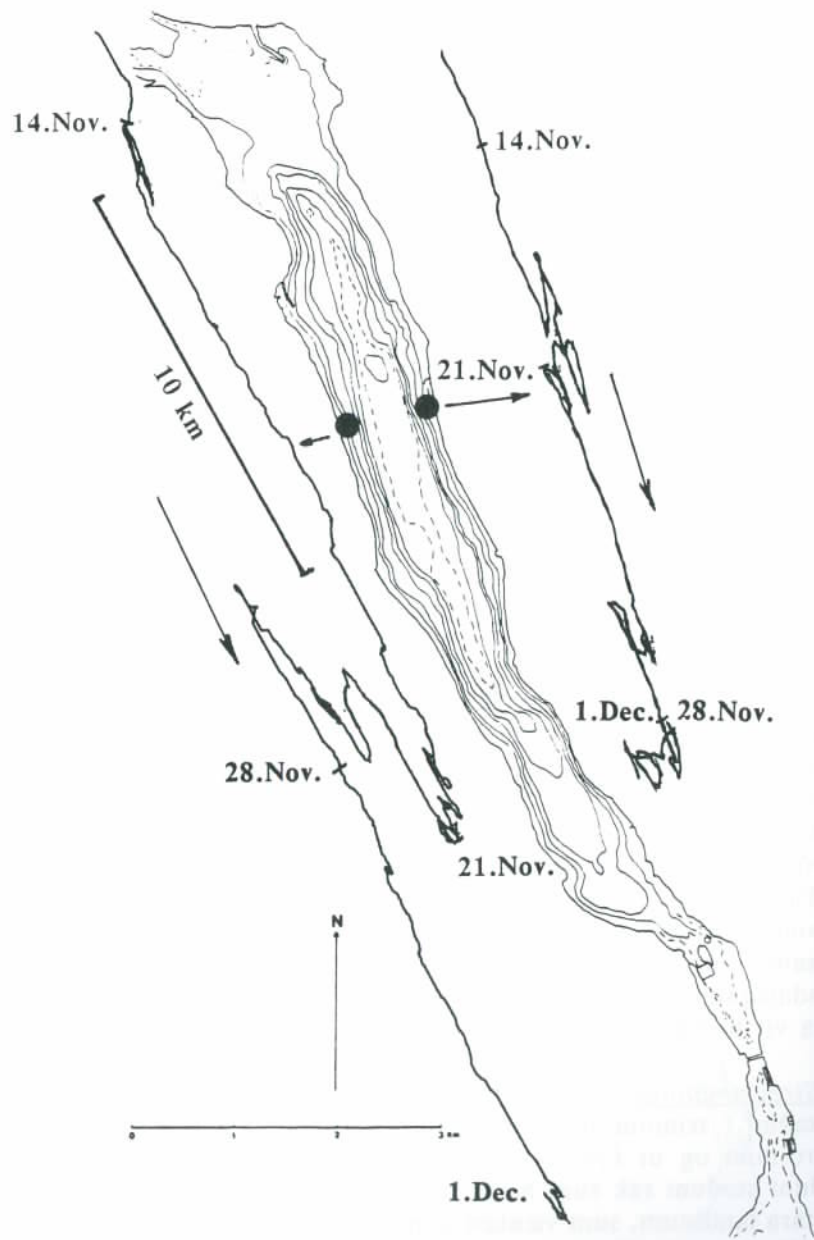
Mynd 8. PV diagramm (sí tekst) fyrí triggjar streymmátíngar á Sundalagnum. Svörtu ringarnir vísa mátístøðini. PV diagramminu eru í sama longdarmáti (100 km á myndini); men fjørðurin sjálvur er í øðrum máti.

endum. Tí kann sama model ikki verða nýtt, sum nýtt varð til Skálafjørð og Kaldbaksfjørð. Eisini er tilrenningin av feskum vatni broytt í máttíðarskeiðnum í sambandi við vatnorkuútbygging. Vit gera ongar útrokningar fyrí Tangafjørð, men halda okkum til økið norðan fyrí Streymin.

Nýta vit talvu 1 á sama hátt sum fyrí Skálafjørð og Kaldbaksfjørð, so fæst Livitiðin fyrí feskt vatn til umleið 5 dagar; men ikki er vist, at rákið í norðara parti av Sundalagnum er eins og á nevndu firðum. Samband er millum Tangafjørð og norðara part av Sundalagnum um Streymin, og væl er hugsandi, at eitt nettorák er um Streymin. Her má serstakliga havast í huga, at meðan Skálafjørður og Kaldbaksfjørður eru mest sum ómerktir av sjóvarfalli, so er hart sjóvarfall í norðara parti av Sundalagnum. Eftir tí, at suðurrákið er á flóð og norðurrákið á fjøru, metir VKI (1983) eitt nettorák at vera suðureftir, sum liggur millum 50 og 175 m³/s alt eftir, um streymurin er harður ella spakur. Hetta tal er heldur óvist; men dividera vit tað upp í rúmdina á brakkvatnslagnum norðan fyrí Streymin, fáa vit eitt tal millum 6 og 30 dagar. Hetta er væl meiri enn Livitiðin fyrí feska vatninum; men roknast má eisini við, at útskifting er gjøgnum Eiðisflógva. Við einum meðalmuni millum flóð og fjøru, mettur til 1.3 metrar (VKI, 1983), rekur 12. hvønn tíma inn og út úr sundinum ein rúmd, sum er umleið ein tiggjundapart av brakkvatnslagnum. Verður tann sjógvur, sum kemur inn, væl blandaður hvørt sjóvarfall, so svarar hetta til eina útskiftingartíð um 5 dagar, og tað hóskar væl til Livitiðina fyrí feska vatninum. Eftir hesi útrokning verður fluxurin av sjógvi inn í norðara part av Sundalagnum umleið $28 \cdot 10^6$ m³ um dagin.

Tað er tí væl hugsandi, at í hesum øki er tað sjóvarfallið, sum er høvuðsatvoldin til útskifting heldur enn estuarina rákið. Eisini er ivasamt, um nakað veruligt miðlag er í norðara parti av Sundalagnum, tí gáttirnar ganga upp í brakkvatnslagið. Orðið miðlag nýta vit tó framhaldandi fyrí ovara part av botnlagnum.

Streymmátíngar. Í Sundalagnum norðan fyrí Streym er streymur mátaður í trimum umførum. Í 1985 (mynd 8) var mátað mitt á fjørðinum og út fyrí vestara landinum, bæði á 25 metra dýpi. Á báðum støðum rak sum heild suðureftir, men væl harðari fram við vestara landinum, sum væntast kundi. Nú hava báðir mátararnir ligið so djúpt í mun til grynnurnar í báðum endum á sundinum, at teir mest at kalla hava ligið í botnlagnum, og hitamátíngar benda á, at í fyrstani av mátskeiðnum hevur sjógvurin á hesum dýpi helst verið avlæstur. Um so hevur verið, so heldur sjógvurin sær inni millum grynnurnar, og so má rákið fram við eystara landinum á hesum dýpi hava verið norðureftir.



Mynd 9. PV diagramm (sí tekst) fyri tvær streymmátingar á Sundalagnum 1986 á 9 metra dýpi. Svörtu ringarnir vísa mátistøðini. Bæði PV diagramminu eru í sama longdarmáti (10 km á myndini); men fjørðurin sjálvur er í øðrum máti.

Tað, at rákið á 25 metra dýpi um summarið helst melur móti sólini, sigur nakað um rákið longur uppi, tí tað er rákið í erva, sum dregur sjógvin í neðra við sær. Okkurt slag av meldri má tí eisini vera í brakkvatnslagnum á sumri; men ikki er neyðugt, at brakkvatnslagið rekur norður fram við eystara landinum. Nóg mikið er, at tað rekur spakuligari suður har enn vestarumegin.

Til at fáa greiði á hesum spurningi vóru mátingarnar á mynd 9 gjørdar á vetri 1986. Henda mynd vísir streym á 9 metra dýpi báðu megin sundið. Mátingarnar benda á rák suðureftir báðumegin, men harðari vestanfyrri.

Óhugsandi er tó ikki, at rákið kann vera øðrvísi á sumri, og í 1988 gjørdu vit aftur eina máting umleið mitt á fjørðinum. Ætlanin var, at hon skuldi liggja beint á sama staði sum í 1985 og næstan líka djúpt; men mátarin kom at liggja nakað grynri (og helst eystari) enn ætlað. Henda mátingin er eisini víst á mynd 8, og hon bendir á norðurrák, og kanska bendir hon eisini á eitt rák vestur um sundið, sum samsvarar væl við ein meldur móti sólini við uppruna í Coriolis kraftini. Tað kann tykjast løgið, at mátingin í 1985 mitt á sundinum og tann í 1988 ganga hvør í sína ætt. Til tað er fyrst at nevna, at tann seinna helst lá nakað eystari. Hartil lá hon væl longur uppi í sjónum, og aftrat tí er hend tann broyting frá 1985 til 1988, at vatnorkuverkið hjá SEV er farið í gongd. Tað nógva feska vatnið, sum nú rennur út í sundið beint sunnan fyri mátistaðið, hevur vegna Coriolis kraftina lyndi at venda móti høgru og kann væl hugsast at renna norðureftir fram við landinum.

Roynd vit nú at nýta streymmátingarnar til at meta um útskipting, so visti mynd 8 eitt rák á 25 metra dýpi á vesteru síðu, sum var einar 3 km um dagin. Hetta var undir brakkvatnslagnum; men tá man tað reka minst líka nógv í brakkvatnslagnum, tí tað dregur sjógvin í djúparu lögnum við sær. Tá tekur ikki sjónum meiri enn einar 3 dagar at reka frá Eiðisgrýnnuni suður til Streymin. Hinvegin fer bert partur av hesum suður um grýnnuna við Streymin, og eisini er rákið á miðjuni nógv veikari, og eystanfyrri tykist reka norðureftir um summarið. Partur av sjónum heldur sær tí ivaleyst í norðara parti av Sundalagnum væl longur, og útskiptingartiðin man vera meiri enn 3-4 dagar fyri mesta partin av brakkvatnslagnum. Hetta samsvarar hampuliga væl við áðurnevndu 5 dagar.

Tað er eisini vert at leggja til merkis, at rákið í norðara parti av Sundalagnum tykist væl javnari enn á Skálafirði og Kaldbakfirði, tá ymsir mánaðir verða samanbornir. Hetta var at vænta, um tað í Sundalagnum er sjóvarfallið, sum stýrir útskiptingini í mun til estuarina rákið á hinum firðnum.

NIDURSTØÐA

Tað tilfar, sum er viðgjørt í hesi grein, gevur ikki nakra fullfíggaða mynd av gáttarfirðunum. Estuarint rák, drivið av feskum vatninum, sum rennur í firðirnar, stýrir helst útskiptingini yvir langa tíð, hóast vindur kann broyta streymin nógv frá einum degi til annan. Ovaru partarnir av firðunum verða tí vanliga býttir í eitt brakkvatnslag, ið er einar 10-15 metrar djúpt og rekur út úr firðunum. Leysliga kann hetta lag sigast at vera um eitt procent av feskum vatni og 99 procent av sjógvi. Undir brakkvatnslagnum er í flestu førum eitt miðlag, sum rekur inn í fjørðin. Coriolis kraftin ger tó, at rákið serliga leggur seg, so tað hevur landið høgrumegin, og tað verður tí fløktari, enn ein av fyrstan tíð kundi trú.

Talva 3. Metingar gjørdar í hesi grein av Livitiðini fyri feskum vatni og fluxinum av sjógvi í meðal á Skálafirði, Kaldbaksfirði og í norðara parti av Sundalagnum.

Øki	Livitið f.f.v.	Sjógvfluxur
Skálafjørður	11 dagar	$26 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{dag}$
Kaldbaksfjørður	5 dagar	$16 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{dag}$
Sundalagið (n.f.Str.)	5 dagar	$28 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{dag}$

Í talvu 3 eru sett upp týðningarmestu úrslitini av útrokningunum viðvíkjandi útskiptingini av ovaru lögnum. Livitiðin fyri feskum vatni er helst eitt gott mát fyri, hvussu leingi evni verða inni á firðunum, um tey koma javnt við árunum og halda sær upployt í sjónum. Fluxurin av sjógvi hevur týðning til at meta, hvussu nógv upployt evni koma inn í fjørðin uttaneftir, m.a. tøðevni. Minnst skal á, at hesi tøl eru heilt heft at tí virði (2000 mm um árið), sum valt er fyri meðalavfallsnøgd, og sum lættliga kann vera 50% skeivt. Samstundis hava vit sæð, at rákið og útskiptingin kunnu broytast heilt nógv frá einum mánaða til annan, og tað fløkta streymalagið ger, at partar av sjónum inni á firðunum skiftast út væl skjótari enn meðal; meðan aðrir skiftast út nógv spakuligari. Tølini í talvu 3 mugu tí nýtast við varsemi.

English summary. As is common in fjords, the Faroese sill fjords, discussed in this publication, have a brackish water layer generally flowing out of the fjord above a mid-layer generally flowing into the fjord. In summer they may in addition have a stagnant bottom layer. This contribution discusses hydrographic features of the two

uppermost layers. The brackish layer has average depths from 10 to 15 meters for all the fjords, but is only slightly fresher (usually about 0.5) than the mid-layer and the water outside the fjord. Salinity budget estimates and current measurements give consistent estimates of residence times which in the mean are about 5-10 days. On short time scales currents are influenced by winds, but for longer timescales they follow the estuarine circulation pattern although Coriolis effects are clearly demonstrated.

Heimildarrit

Bloch, D., B.Hansen, H.P.Joensen og M.Poulsen 1986. Fjarðakanningar 1985. Kanningarúrslit. Tórshavn.

Gaard, E. og M.Poulsen 1990. Tøðevni og gróðrarlíkindi hjá plantuæti. Í hesum riti.

Hansen, B. 1990. Dýpi og skap á føroysku gáttarfirðunum. Í hesum riti.

Hansen, B., R.Kristiansen og L.Lastein 1990. Hydrografiskar kanningar á føroysku gáttarfirðunum. Í hesum riti.

Støðisútbúgvingin 1980. Kanningar á Skálafirði. Tórshavn.

VKI 1983. Biologiske effekter af vandkraftudnyttelse ved Vestmanna og Eiði Færøerne. Rapport til Overfredningsnævnet på Færøerne. Hørsholm

Tøðevni og gróðrarlíkindi hjá plantuæti

*Eilif Gaard, Fiskirannsóknarstovan
Marita Poulsen, Heilsufrøðiliga Starvsstovan*

Samandráttur. Gróðrarlíkindi í Skálafirði, Kaldbakfirði og Sundalagnum norðan fyri Streymin eru kannað, og mátingar eru gjørdar av, hvønn týðning hydrografísk viðurskipti og nøgdir av tøðevnum hava fyri gróðurin um summarið. Av tí at tann sjógvurin, sum rekur inn í okkara firðir og sund, hevur nógv av tøðevnum í sær, er gróðurin vanligi stórir. Meginpartin av sumrunum er nitrogen tó avmarkandi fyri gróðurin í brakkvatnslagnum, sum vanligi røkkur niður á umleið 10-12 metra dýpi, og ein leiðing av nitrogen-tøðevnum frá landi elvir í hesum tíðarskeiðunum til øktan gróður í hesum lagnum.

Sundalagið norðan fyri Streymin er tað av teimum kannaðu økjunum, sum náttúrliga hevur tann mesta gróðurin. Leiðing av tøðsøltum frá landi økir tó meira um gróðurin í Skálafirði enn í Sundalagnum og Kaldbakfirði. Viðvíkjandi uppblómingum av eitrandi algum, verður mettt, at vandin er størri í Skálafirði enn í hinum báðum økjunum.

INNGANGUR

Um summarið eru teir flestu lívrunnu partiklarnir í okkara firðum og sundum vanligi plantuæti, ofta eisini nevnt planktonalgur, ella bara algur. Hetta eru smáar einkyknaðar verur, sum svimja ella sveima í sjónum. Tær flestu eru bert 1/100 - 1/10 mm til støddar, og kunnu tí bert síggjast í sjóneyku.

Algurnar eru plantur, og nýta tí sólarljósið sum orkukeldu fyri at byggja upp síni lívrunnu evni úr ólívrunnum evnum, sum eru í sjónum. Hetta nevna vit gróður.

Um veturin, tá lítið er til av ljósi, er gróðurin lítil ella ongin, og ógvuliga fáar algur eru tí í sjónum. Men tá sólin hækkar um várið, og meira ljós er, byrjar algugróðurin, og algurnar eru vanligi í stórum tali í okkara firðum og sundum um summarið.

Av tí at algurnar fáa orkuna úr sólarljósinum, kann gróðurin bert fara fram í tí ovasta og ljósa partinum av sjónum, mem niðri í tí myrka partinum, kann ongin gróður fara fram. Tann parturin av sjónum, har nóg mikið av ljósi er, til at gróður kann fara fram, verður nevndur tað *eufotiska* lagið. Tann parturin av sjónum, sum er ov myrkur til at gróður kann fara fram, verður nevndur tað *afotiska* lagið.

Umframt ljós, brúka planktonalgurnar eisini ymisk evni, fyri at vaksa og nørast. Hetta eru evni, sum eru upployst í sjónum, og sum algurnar taka upp beinleiðis ígjøgnum kyknuveggin. Tey flestu av hesum evnunum eru í sjónum í somikið stórum nøgdum í mun til tað sum brúkt verður, at altíð er nóg mikið til algurnar. Men summi evni verða viðhvørt brúkt upp. Serliga er vanligt, at evnini nitrogen og fosfor verða uppi, og algurnar kunnu tá ikki nørast skjótari enn tað, sum hesi evni verða leidd í tað *eufotiska* lagið. Hetta kann antin vera, við at evnini verða leyslatin, tá lívrunnin evni verða niðurbrotin, ella við at evnini verða leidd í firðirnar uttanífrá, úr neðra ella frá landi. Hesi evnini verða ofta nevnd undir felags heitinum tøðevni ella tøðsølt. Fosfor verður upptikið av algunum sum orthofosfat (sølt av H_3PO_4), men nitrogen kann upptakast bæði í tí reduseraða forminum ammonium (NH_4^+) tí oxideraða forminum nitrat (NO_3^-).

Um veturin, tá lítil og ongin gróður er, verður lítið brúkt av tøðsøltum, og nøgdirnar í sjónum eru tí javnt høgur. Tá ið gróðurin so byrjar um várið, eru tí í fyrstani nógv tøðsølt í tí *eufotiska* lagnum, og gróðurin kann tá vera heilt nógvur. Vit fáa nú tað, ið nevnt verður eina váruppblóming. Men skjótt eru nøgdirar av tøðsøltum í tí ovasta partinum minkaðar somikið nógv, at tær eru avmarkandi fyri gróðurin. Eftir hetta er gróðurin vanligi nakað minni, og er um summarið í stóran mun tengdur at, hvussu nógv tøðsølt verða leidd í tað *eufotiska* lagið. Um heystið, tá minni verður av ljósi, verður gróðurin aftur minni, og nøgdirnar av tøðsøltum í tí *eufotiska* lagnum vaksa tí aftur.

Eisini tey hydrografisku viðurskiptini hava alstóran týðning fyri gróðurin. Sum greitt er frá av Hansen o.fl. (1990), liggur sjógvurin í okkara firðum um summarið vanligi í lögum. Í teimum firðunum, ið ikki hava nakra gátt, eru vanligi tvey lög, ovara og niðara lag. Tað ovara lagið verður trýst út úr firðunum av vatni, sum rennur út í firðirnar. Útrákið í erva ger, at sjógvur verður sogin inn í firðirnar í niðra. Hetta er tað niðara lagið. Í gáttarfirðunum liggur sjógvurin harafturímóti í trimum um summarið. Einum ovasta lagi, ið hevur eitt nettorák úteftir, einum miðlagi, ið hevur eitt nettorák inneftir, og harafturat einum botnlagi, ið liggur innanfyri grynnurnar, og næstan ikki verður skift út um summarið.

Tað, at sjógvurinn liggur í lögum, hefur stóran týðning fyrir, hvussu nógvur gróðurinn kann vera. Hetta ávirkar bæði nøgdirnar av tøðsøltum og umstøðurnar fyrri algurnar av vaksa.

Í 1985 varð ein kanning gjørd av okkara firðum og sundum. Hesi úrslit eru savnað saman av Bloch o.fl. (1986), og eru í stuttum greidd frá av Hansen og Poulsen (1987). Lagt varð her til merkis, at í teimum størru firðunum og sundunum vóru algurnar oftast tættast í markinum millum tann sjógvinn, sum rak inn og tann sum rak út. Í Skálafirði, Kaldbakfirði og Sundalagnum er hetta oftast á umleið 10 - 12 metra dýpi. Eisini varð lagt til merkis, at tøðevnið nitrat oftast var mestsum brúkt upp í tí ovasta lagnum, men at nakað var til av fosfati. Harafturímóti var vanligi nógv mikið, bæði av nitrati og fosfati í miðlagnum til gróðurinn. Mett varð tí, at í tíðarskeiðum, tá hesi viðurskifti eru galdandi, er nitrogen avmarkandi fyrri gróðurinn í tí ovasta lagnum, og at hetta ivaleyst er ein atvoldin til, at algurnar undir tilíkingum umstøðum eru tættast á markinum ímillum bæði lögini. Í hesum dýpi er mest av ljósi og tøðsøltum samstundis, og tí hava algurnar har bestu umstøðurnar av vaksa. Líkt er tó eisini til, at lög, har hiti og saltneigð broytast nógv við dýpinum, hava týðning fyrri vøksturin hjá í hvussu so er summum slögum av algum (Margaleff, 1978; Holligan, 1987).

Um tøðevni í stórum nøgdum verða leidd út á sjógv í økjum, har tey eru í so smáum nøgdum, at tey eru avmarkandi fyrri gróðurinn, verður gróðurinn størri enn hann annars hevði verið. Hetta fyrbrigdi verður ofta nevnt *tading* ella *eutrofiering*. Møguleikar eru tá fyrri, at størri nøgdir av lívrúnum partiklum enn annars søkka niður á botn og rotna. Hendir hetta í gáttarfirðum, har botnvatnið er læst av um summarið, verður meira av oxygeni úr botnvatninum brúkt til hesa rotingina, enn tað annars hevði verið.

Í hesi greinini verður greitt frá nøkrum av teimum umhvørvisligu viðurskiftunum, ið hava týðning fyrri algugróðurinn í Skálafirði, norðara parti av Sundalagnum og Kaldbakfirði. Harumframt verður viðgjørt, hvussu leiðing av tøðsøltum frá landi, alibrúkum og flakavirkjum ávirka hendan gróðurinn.

ARBEIÐSHÆTTIR

Mátað er, hvussu nógv var til av nitrati (NO_3^-), fosfati (PO_4^{3-}) og av planktonalgum í nøkrum av okkara firðum og sundum á sumri 1985-88. Økini, ið vórðu kannað serliga væl, vóru Skálafjørður, Kaldbakfjørður og Sundalagið norðan fyrri Streymin. Eitt yvirli

yvir støðirnar, har mátað er, er víst á aftasta blaði.

Upployst nitrat og nitrit eru mátað við einum Technicon Auto Analyzer eftir arbeiðshátti hjá Strickland og Parsons (1972). Orthofosfat er mátað í ófiltreraðum sjógv, eftir arbeiðshátti hjá Dansk Standard (1985).

Klorofyl *a*, ið er eitt leiðbeinandi mát fyrri algunøgd í sjónum, er mátað spektrofotometriskt eftir arbeiðshátti hjá Baltic Marine Biologists (1979). Tó er tann broyting gjørd, at homogeniseringin er gjørd við ultraljóði (Soniprep 150). Nøgdin av klorofyl *a* er roknað út eftir formlu hjá Jeffrey og Humphrey (1975).

Eisini er klorofyl *a* mátað við *in situ* fluorimetri (Q-meter). Tær tilsvareandi nøgdirnar av klorofyl *a* eru mettar út frá spektrofotometrisku mátingunum á útvaldum dýpum.

Talva 1. Mátingar av klorofyl *a* (K), fluoriscensi (F), fosfati (P), nitrati (N) og total nitrogen (T) í hvørjum firði 1985-1986. Talið av kanningarstøðum er ymiskt hvørja ferð. Uppgívnun tíoðirnar eru bygjanardato fyrri hvønn túr. Viðhvørt hevur tikið meira enn ein dag at koma í allara firðirnar.

Dato	Skálafj.					Sundal. (n.)					Kaldbakfj.				
	K	F	P	N	T	K	F	P	N	T	K	F	P	N	T
2/5 1985	+		+			+		+			+		+		
26/6 1985	+		+	+		+		+	+		+		+	+	
24/7 1985	+	+	+	+		+	+	+	+		+	+	+	+	
16/8 1985	+	+		+		+	+	+	+		+	+		+	
21/10 1985						+		+	+		+		+	+	
3/4 1986	+		+	+				+	+				+	+	
24/4 1986	+		+	+				+	+		+		+	+	
5/5 1986	+		+	+		+		+	+		+		+	+	
7/6 1986	+		+	+							+		+	+	
15/6 1986						+		+	+						
3/7 1986								+	+					+	+
15/7 1986								+	+					+	+
6/8 1986								+	+					+	+
21/8 1986								+	+					+	+
4/9 1986								+	+					+	+
19/9 1986								+	+					+	+

Talva 1. (framh.) Mátningar av klorofyl a (K), fluoriscensi (F), fosfati (P) nitrati (N) og total nitrogen (T) í hvörjum firði 1987-1988. Talið av kanningarstöðum er ymiskt hvörja ferð. Uppgjavnu tíðirnar eru bygjanardato fyri hvønn túr. Viðhvørt hevur tikið meira enn ein dag at koma í allar firðirnar.

Dato	Skálafj.					Sundal. (n.)					Kaldbaksfj.				
	K	F	P	N	T	K	F	P	N	T	K	F	P	N	T
22/4 1987	+		+	+		+		+	+		+		+	+	
6/5 1987	+		+	+											
20/5 1987	+		+	+				+	+				+	+	
4/6 1987	+		+	+		+		+	+		+			+	
18/6 1987	+		+	+		+		+	+		+		+	+	
2/7 1987	+		+	+		+		+	+		+				
14/7 1987	+		+	+		+		+	+		+		+	+	
27/7 1987	+		+	+		+		+						+	
25/8 1987	+		+	+		+		+	+		+		+	+	
10/9 1987			+	+		+		+	+		+		+	+	
13/9 1987	+		+	+											
30/9 1987			+	+										+	+
21/4 1988	+		+	+	+						+		+	+	+
4/5 1988	+		+	+	+			+	+	+	+		+	+	+
19/5 1988	+		+	+	+			+	+		+		+	+	
2/6 1988	+		+			+		+			+			+	
16/6 1988	+		+	+	+			+			+			+	
30/6 1988	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
14/7 1988	+	+	+	+	+	+	+	+			+		+	+	+
25/7 1988	+		+	+	+			+			+			+	
9/8 1988	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
29/8 1988	+		+			+		+			+			+	
28/9 1988	+		+			+		+			+			+	
6/10 1988	+		+	+	+	+	+	+	+		+			+	+

SKÁLAFJØRÐUR

Ljós

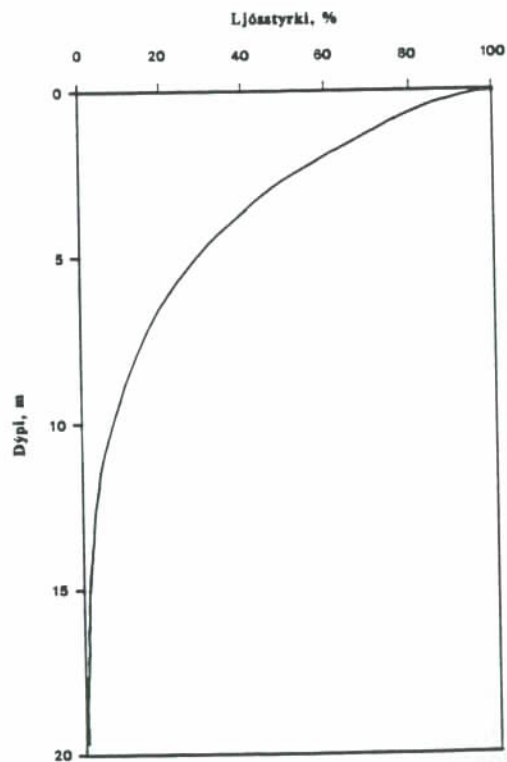
Sum nevnt í innganginum, kann gróður av algum bert fara fram í tí ovasta parti av sjónum, har nóg mikið er av ljósi. Hvussu langt ljósið kann rækka niður, áðrenn tað er viknað somikið nóg, at ongin gróður er, velst m.a. um, hvussu nógvir partiklar eru í sjónum og skugga fyri. Er nóg til, gerst sjógvurin gruggutur, og ljósið rækkur tá bert stutt niður. Men eru fáir partiklar, er sjógvurin meira klárur, og ljósið rækkur tá longur niður. Vanliga eru teir flestu partiklarnir algur, og oftast er tí tættleikin av algum í tí ovasta partinum av sjónum avgerandi fyri, hvussu langt niður ljósið kann rækka. Undantikið er tó tá áarføri er, ella har nóg av livrunnum tilfari verður leitt út á sjógv.

Verður ljósið mátað niður ígjøgnum sjógvin, kann metast um, hvussu djúpt gróðurin kann vera. Ofta verður sagt, at á tí dýpi, har ljósið um dagin er viknað somikið nóg, at bert umleið 1% er eftir av ljósstyrkini, ið var beint undir vatnsorpuni, er gróðurin vorðin somikið lítil, at algurnar brúka líka nóg av livrunnum evnum í anding, sum tær gera í gróðrinum. Omanfyri hetta dýpið er gróðurin størri enn andingin, og niðanfyrir er hann minni. Hetta dýpið verður kallað *kompensatiónsdýpið*, og tað eufotiska lagið verður sagt at liggja omanfyri hetta dýpið. Hetta er sjálvsagt bert leiðbeinandi, og er tengt at, hvussu nóg ljós er.

Eitt dømi um, hvussu nóg ljósið kann vikna niður ígjøgnum sjógvin í Skálafirði, er víst á mynd 1. Mátingin er frá 2. juli 1987 á stöð SK05. Oftast viknar ljósstyrkin um summarið somikið skjótt niður ígjøgnum dýpið, at bert 1% er eftir, tá komið er niður á umleið 14-18 metra dýpi.

Tað sæst tí, at tað eufotiska lagið vanliga er í brakkvatnslagnum og í tí ovasta partinum av miðlagnum. Skal kannast, hvussu umstøðurnar eru fyri gróðri av planktonalgum í fjørðinum, eigur tí at vera hugt eftir viðurskiftunum oman fyri hetta dýpið.

Longur niðri í sjónum er ov myrkt til gróður, og botnlagið fær ein stóran part av tí tilfari, ið søkkur niður og rotar.



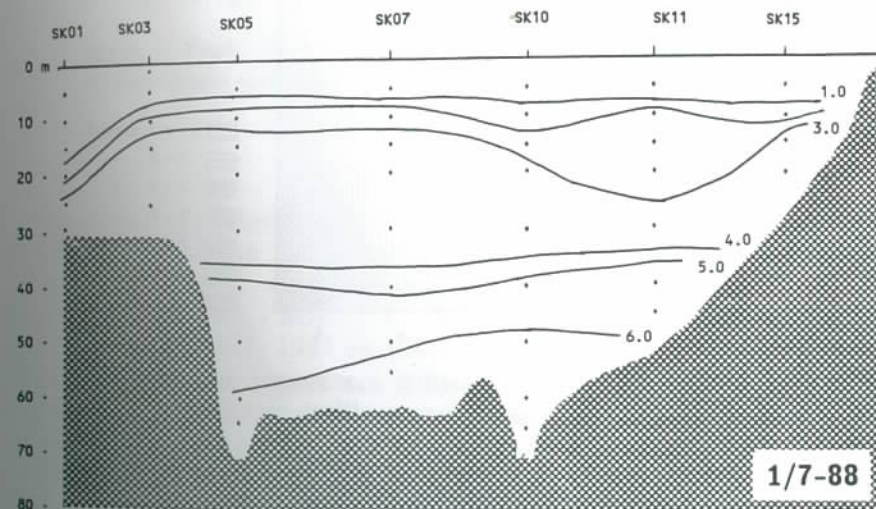
Mynd 1. Lutfallslig ljósstyrki á ymiskum dýpum á stöð SK05 í Skálafirði hin 2. júlí 1987.

Nitrat- og algunögdir

Algurnar upptaka í hævudsheitum nitrogen í forminum ammonium (NH_4^+) og nitrat (NO_3^-). Um nóg mikið er til, bæði av ammonium og nitrat, upptaka flestu alguslög betur ammonium enn nitrat (Dugdale og Goering, 1967; Conway, 1977; Eppley og Peterson, 1979). Vanliga verður sagt, at um meira enn umleið $1 \mu\text{mol/l}$ er av ammonium í sjónum, verður als onki nitrat upptikið. Væntast má tí, at har mátingar vísa, at onki nitrat er, eru nögdirnar av ammonium somikið smáar, at nitrogen er avmarkandi fyri gróðurin.

Nögdirnar av nitrat í Skálafirði kunnu um summarið ofta vera, sum víst er á mynd 2. Mátingarnar eru frá 30. juni og 1. júlí 1988 og vísa nögdirnar á ymiskum dýpum eftir einum skurði, ið gongur mitt inn eftir fjørðinum. Verður myndin samanborin við netto rákið

í fjørðinum (Hansen o.fl. 1990, myndirnar 2 og 3) og við skurðmyndina yvir hita og salt tann dagin (Hansen o.fl. 1990) sæst, at flutningurin av nitrat um summarið fylgir hesum ráki, og at nögdirnar í teimum ymisku dýpunum eru nóg tengdar at, hvussu sjógvurin liggur í lögum. Tann sjógvurin, sum rekur inn fjørðin, hevur lutfallsliga stórar nögdir av nitrat. Hetta verður flutt inn í fjørðin við miðlagnum, ið oftast liggur frá umleið 12 til gott 30 metra dýpi. Ein partur verður brúktur í tí ovasta partinum av miðlagnum, og restin verður leidd upp í brakkvatnslagið. Hvussu nóg, ið verður flutt upp, velst um, hvussu stór blandingin ímillum miðlagið og brakkvatnslagið er, og kann vera rættiliga skiftandi.

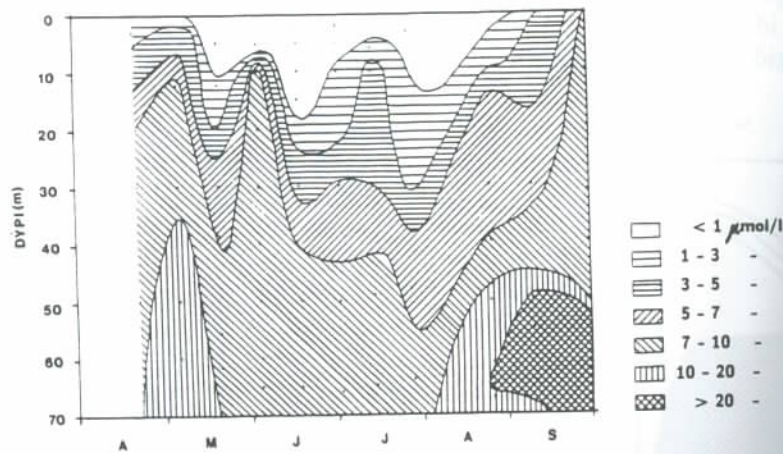


Mynd 2. Nögdirar av nitrat í $\mu\text{mol/litur}$ í Skálafirði hin 1. júlí 1988.

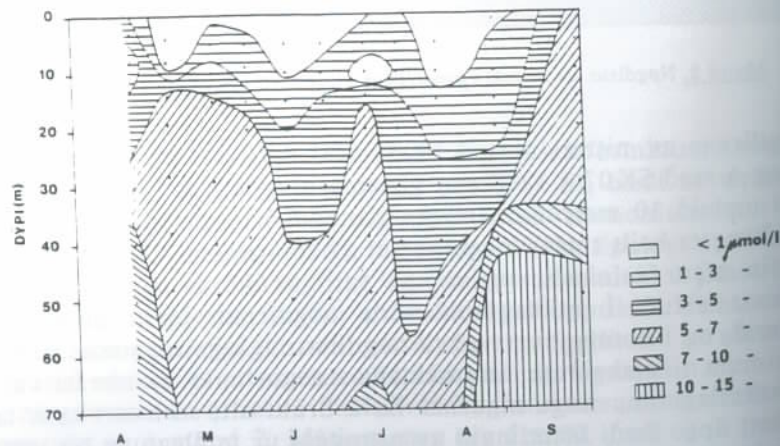
Nögdirnar av nitrat á stöð SK05 í Skálafirði á sumri 1987 og 1988 og á stöð SK07 í 1988 eru vístar á myndunum 3-5. Í teimum ovastu umleið 10 metrunum minkaðu nögdirnar um várið, og vóru fyri tað mesta heilt smáar meginpartin av sumrunum. Um heystið, tá gróðurin aftur minkaði, og minni varð brúkt av nitrat, vuku nögdirnar aftur. Í miðlagnum vóru nögdirnar javnt stórar alt summarið, og í botnlagnum vuku nögdirnar ígjøgnum summarið.

Í teimum tíðarskeiðum, tá onki ella næstan onki av nitrat var í brakkvatnslagnum, mugu algurnar hava brúkt alt, so hvørt sum tað varð leitt upp. Bæði blandingin av nitrogeni úr miðlagnum og upp í brakkvatnslagið, og nýtlan í brakkvatnslagnum kundu vera rættiliga skiftandi. Oftast varð mestsum alt nitrat ið brúkt upp, so hvørt sum

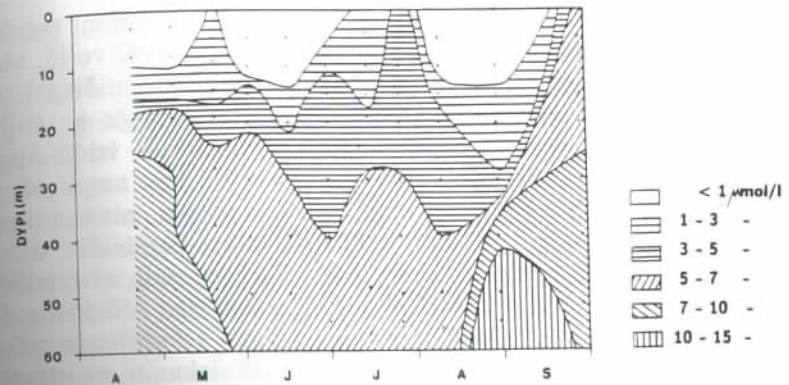
tað bleiv leitt upp í brakkvatnslagið, men viðhvørt varð blandað meira upp í brakkvatnslagið, enn brúkt varð, og og nøgdirnar vuku tá í hesum lagnum. Hetta hendi t.d. í mai og aftur seint í juli 1988. Hesi viðurskipti eru serliga tengd at veðrinum.



Mynd 3. Nøgdir av nitrati í µmol/l á støð SK05 í Skálafirði í tíðarskeiðinum apríl-september 1987.



Mynd 4. Nøgdir av nitrati í µmol/l á støð SK05 í Skálafirði í tíðarskeiðinum apríl-september 1988.



Mynd 5. Nøgdir av nitrati í µmol/litur á støð SK07 í Skálafirði í tíðarskeiðinum apríl-september 1988.

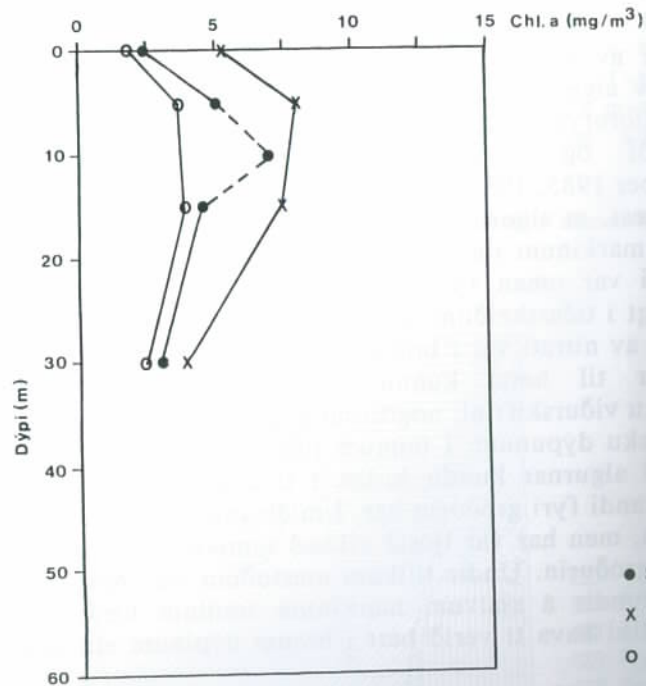
Nøgdirnar av klorofyl *a* kunnu geva eitt leiðbeinandi mát fyri nøgdirnar av algum í sjónum. Á mynd 6 er víst, hvussu nógv í miðal av klorofyl *a* á støðunum SK05 í Skálafirði, KA05 í Kaldbaksfirði og SU41 í Sundalagnum í tíðarskeiðinum mai-september 1985, 1987 og 1988. Mátistøðirnar eru vístar á aftasta blaði. Tað sæst, at algurnar í miðal vóru flestar á umleið 10 metra dýpi, t.e. á markinum ímillum miðlagið og brakkvatnslagið, meðan nakað minni var oman fyri og niðan fyri hetta dýpi. Hetta var serliga skilligt í tíðarskeiðum, tá blandingin ímillum bæði lögini var litil, og litið av nitrati var í brakkvatnslagnum.

Orsøkirnar til hetta kunnu bæði hava samband við tey hydrografisku viðurskiptini, nøgdirnar av tøðsøltum og ljósstyrkina á teimum ymisku dýpunum. Í teimum tíðarskeiðunum, tá litið var av nitrogeni, ið algurnar kundu brúka í tí ovasta lagnum, var hetta helst avmarkandi fyri gróðurin har. Í miðlagnum var altíð nóg mikið av tøðsøltum, men har var ljósið viknað somikið nógv, at tað hevur minkað um gróðurin. Undir tilikum umstøðum var mest av ljósi og nitrati samstundis á sjálvum markinum ímillum bæði lögini, og gróðrarlíkindini hava tí verið best í hesum dýpinum ein stóran part av sumrinum.

Tá tilik viðurskipti vóru galdandi, varð tí tað mesta av nitratinum (og eftir øllum at døma ammonium við) brúkt úr sjónum á markinum ímillum bæði lögini, og sjógvurin hevði tí litið av hesum tøðevnumum í sær, longu tá hann kom upp í brakkvatnslagið.

Verða evni, sum innihalda nitrogen, ið algurnar kunnu upptaka,

leidd í brakkvatnslagið frá landi í hesum tíðarskeiðum, verður gróðurin í hesum lagnum tí størri, enn hann annars hevði verið. Men er vindur og illveður, gerst blandingin ímillum miðlagið og brakkvatnslagið stór, samstundis sum gróðurin vanliga er lítil í ringum veðri. Hetta ger, at meira av tøðvnum verða leidd upp í brakkvatnslagið enn brúkt verður burturav, og nøgdin í brakkvatnslagnum økjast tí. Ein partur av hesum nitrogeninum verður als ikki brúktur, men verður leiddur beinleiðis út úr fjørðinum. Undir tilikum umstøðum kann ikki væntast, at útleiðing av tøðvnum frá landi økir stórvegis um gróðurin. Ávirkanin frá virkjum, alibrúkum og húsarhaldum á gróðurin í fjørðinum er tí skiftandi, og er nógv tengd at veðrinum. Ávirkanin er størst í liggjandi góðveðri og er lítil, um vindur og illveður er.



Mynd 6. Nøgdin av klorofyl a á ymiskum dýpum á støðnum SK05 í Skálafirði, KA05 í Kaldbakfirði og SU41 í Sundalagnum. Úrslitini eru miðal fyri tíðarskeiðini mai-september 1985, 1987 og 1988. Tó eru mátingarnar á 0 og 10 metra dýpi bert frá 1985 og 1987.

Samlað leiðing av nitrogeni í og úr Skálafirði

Sum víst er á fyrr, hevur nitrogen stóran týðning fyri, hvussu nógvur gróður kann vera í Skálafirði. Fyri at vita, hvønn týðning útleiðing av nitrogeni í ymiskum bygnaðum hevur á gróðurin, er tí neyðugt at kenna ringrásirnar av nitrogeninum í fjørðinum. Í stuttum kann sigast, at flutningurin av nitrogeni í fjørðin antin kemur við rákinum uttaneftir, við áunum, regni ella frá fólki. Hetta seinasta er t.d. virkir, alibrúk og húsarhald. Ein partur søkkur niður í botnvatnið, har næstan alt verður verandi, til hesin sjógvurin verður skolaður út um heystið. Restin verður leidd út úr fjørðinum í brakkvatnslagnum. Hetta kann antin vera beinleiðis, aftaná at tað er bundið í algur í gróðrinum ella aftaná at tað er niðurbrotið frá livrunnum til ólivrunnan bygnað.

Á talvu 2 er víst eitt heildaryvirlit yvir flutningin av nitrogeni í og úr Skálafirði í 1987. Tølini vísa total nitrogen, t.e. bæði livrunnið og ólivrunnið nitrogen. Størsta tilføringin av nitrogeni er sum innflutningur við rákinum uttaneftir. Støddin av hesum liði fæst við at falda mongdina av sjógvi, sum hvønn dag streymar inn í fjørðin í miðlagnum, $26 \cdot 10^6$ tons/dag, við nøgdini av nitrogeni (total nitrogen) í hesum sjógvi. Hesa nøgd hava vit fingið frá mátingum hjá Vandkvalitetsinstituttet (1987), ið vórðu gjørdar á 20 metra dýpi í Tangafirði í 1985. Teirra mátingar vísu, at sjógvurin har hevði í miðal 186 ug N l^{-1} og má metast at vera rættiliga javnt hvørt árið. Leiðingin av nitrogeni frá landi er frá Mortensen (1990), og sedimenteringin av nitrogeni í botnvatni er frá Gaard (1990). Trupult er at máta, hvussu nógv verður leitt út úr fjørðinum, og hetta er tí sett at vera munurin ímillum tað, sum kom í fjørðin og tað, sum sedimenteraði niður í botnvatnið.

Talva 2 Heildaryvirlit yvir ringrásina av nitrogeni í Skálafirði í tíðarskeiðinum apríl-oktober 1987 (kg/dag).

Innflutningur við rákinum uttaneftir	4836
Alibrúk	250
Flakavirkir	27
Húsarhald	83
Landbúnaður, regn	44
Sedimentering í botnvatnið	277
Útflutningur við rákinum	4963

Eftir hesum kundi sæð út til, at leiðingin av nitrogenu frá landi hevur lítlan týðning samanborið við tað, ið náttúrliga verður leitt inn í fjørðin við rákinum. Her má tó havast í huga, at nøgdirnar vísa alt tað nitrogenu, ið er í sjónum, bæði livrunnið og ólivrunnið (N₂ tó undantikið).

Ein partur av nitrogeninum, sum kemur uttaneftir, er nitrat og ammonium. Hesi evni kunnu algurnar væl upptaka úr sjónum, og tey hava avgerandi týðning sum nitrogenkeldur í gróðrinum. Men meginparturin av tí nitrogeninum, sum náttúrliga er í sjónum, eru upployst livrunnin evni, og tey flestu av hesum evnunum kunnu ikki upptakast av algum ella bakterium (Thomas o.fl., 1971; Asiz og Nedwell, 1979). Niðurbrottingin av hesum evnunum í sjónum gongur tí sera spakuliga (Valiela og Teal, 1979; Nixon, 1981). Meginparturin av tí nitrogeninum, sum verður leitt inn í fjørðin uttanifrá (talva 2), kann tí ikki upptakast av algunum.

Tað nitrogenu, sum verður leitt út í fjørðin frá landi, verður harafturimóti mettt at vera í høvuðsheitum antin ammonium (NH₄⁺), urin (CO(NH₂)₂) ella livrunnið partikulert nitrogen. (Mortensen, 1990). Ójávnt er, í hvønn mun hesir ymisku bygnaðirnir av nitrogenu eru tøkir fyri algurnar. Ammonium kann upptakast beinleiðis í gróðrinum, meðan urin bert í lítlan mun kann upptakast beinleiðis (McCarthy, 1980). Tað verður tó lætt niðurbrotið til NH₄⁺ og CO₂ og kann tá eisini verða upptikið í gróðrinum. Øðrvisi er við teimum livrunnu partiklunum. Ein partur verður niðurbrotin í brakkvatnslagnum ella miðlagnum, og ammonium verður tá frígivið og er tøkt til gróðrin. Men ein partur verður leiddur beinleiðis út úr fjørðinum ella søkkur niður í botnvatnið, uttan at ávirka gróðurin.

Neyðugt er tí at hyggja nærri eftir ringræsunum, bæði av livrunnum partiklum og nitrogenu, sum hevur týðning fyri gróðurin í fjørðinum.

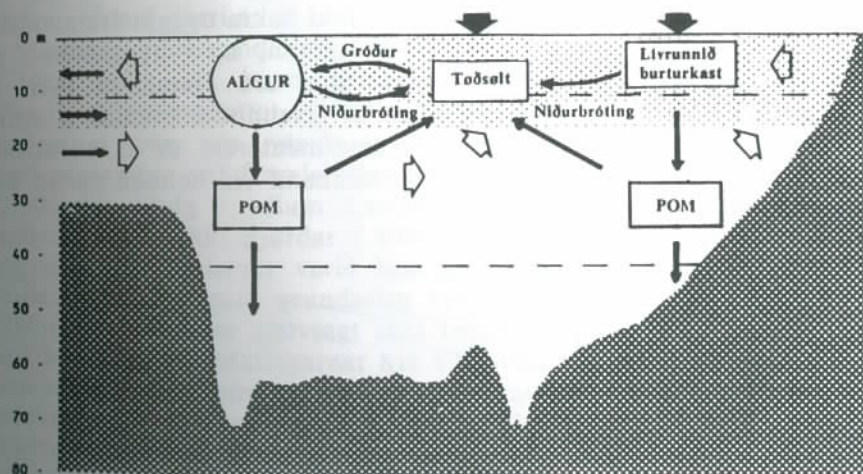
Ringræsir av livrunnum evnum og tõeðvnum í Skálafirði

Eitt leysligt yvirlit yvir ringræsirnar av tõeðvnum og livrunnum partiklum í Skálafirði um summarið er víst á mynd 7. Upployst tõeðevni verða antin leidd við rákinum uttaneftir ella frá landi, og kunnu fara í gróðurin í fjørðinum. Livrunnir partiklar verða eisini leiddir í fjørðin uttaneftir ella frá landi, umframt at algur verða gjørdar í gróðrinum í fjørðinum.

Ein partur av teimum livrunnu partiklunum, sum verða leiddir í fjørðin ella sum verða gjørdir í gróðrinum, verða leiddir beinleiðis út úr fjørðinum við rákinum (brakkvatnslagnum), og ein partur

søkkur niður í tað avlæsta botnvatnið og verður niðurbrotið har. Men restin verður niðurbrotin í brakkvatnslagnum ella miðlagnum, og tõeðevni, sum verða frígivin í hesari niðurbrottingini, kunnu tá verða brúkt í góðurum.

Tey tõeðevnini, sum kunnu brúkast í gróðrum í fjørðinum, eru sostatt upployst ólivrunnin evni (NO₃⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻), sum eru leidd beinleiðis í fjørðin, umframt tõeðevni frá teimum livrunnu partiklunum, sum verða niðurbrotinir í miðlagnum ella brakkvatnslagnum. Men søkka partiklarnir niður í botnvatnið, áðrenn teir verða niðurbrotinir, kann ikki væntast, at tõeðevnini frá hesum partiklunum í stórvegis mun verða leidd upp í tað eufotiska lagið fyrr enn um heystið, tá botnvatnið verður skift út.



Mynd 7. Yvirlit yvir ringræsirnar av tõeðvnum og livrunnum partiklum í brakkvatnslagnum og miðlagnum í Skálafirði. Prikkuta økið er tað eufotiska lagið, fylltu pilarnir vísa gongdina av livrunnum partiklum ella tõeðsøltum, og opnu pilarnir vísa netto rákið í fjørðinum.

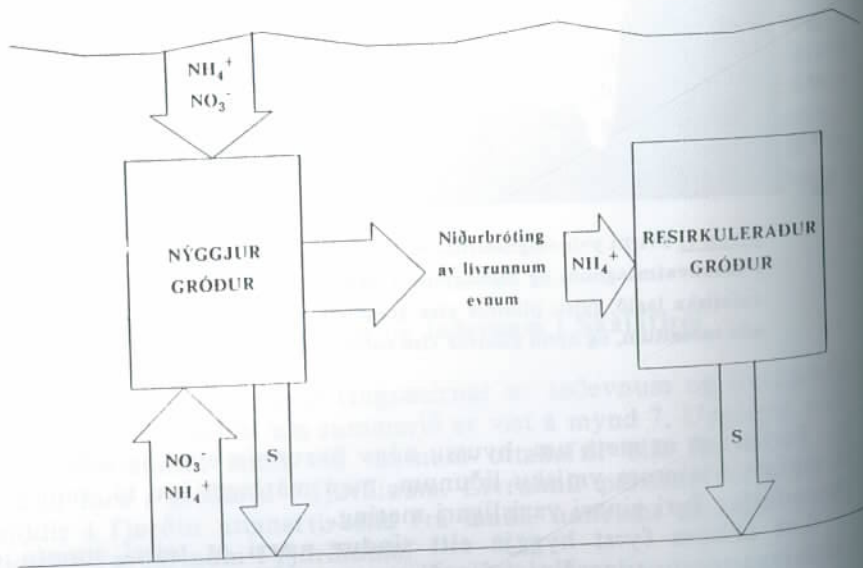
Torført er at meta um, hvussu nógv livrunnin evni og tõeðevni eru í umfari í teimum ymisku liðunum, men mátingar eru tó, sum geva grundarlag fyri einari varisligari meting.

Lat okkum fyrst hyggja eitt sindur nærri at teirri størstu og týðningarmestu tilgerðini í fjørðinum, nevniliga gróðrinum. Hvussu nógv livrunnin evni verða gjørd í gróðrinum í fjørðinum, og hvat hendir við hesum evnunum?

Nýggjur og resirkuleraður gróður

Tá arbeiðt verður við gróðri og tøðsøltum, verður vanligi skilt ímillum nýggjan og resirkuleraðan gróður. Ein partur av teimum algunum, sum eru framleiddar í fjørðinum, verða niðurbrotnar í tí eufotiska lagnum (tað prikkuta økið á mynd 7), uttan at tær søkka niður í tann ov myrka (afotiska) partin ella verða leiddar út úr fjørðinum. Ammonium frá hesari niðurbrotningini kann tá fara beinleiðis í aftur gróðurin. Gróður, ið byggir á nitrogen, ið á hendan hátt verður brúkt umaftur í tí eufotiska lagnum, verður nevndur resirkuleraður gróður. Men gróður, sum nýtir nitrogen, ið er leitt í tað eufotiska lagið, verður nevndur nýggjur gróður (Dugdale og Goering, 1967). Eitt yvirlit yvir sundirgreiningina av nýggjum og resirkuleraðum gróðri er vist á mynd 8.

Resirkuleraður gróður gevur sum so ikki nakra nýggja framleiðslu av livrunnum evnum í tí eufotiska lagnum, men byggir bert á umaftur gerð av livrunnum evnum, sum eru framleidd fyrr. Í skipanum í javnvág er framleiðalan av livrunnum evnum tí tann nýggi gróðurin, og tað sum kann sedimenterast úr tí eufotiska lagnum, eigur tí bert at verða sett í samband við hendan partin av gróðrinum.



Mynd 8. Leysligt yvirlit yvir sundirgreiningina av nýggjum og resirkuleraðum gróðri. S: sedimentering.

Tann hátturin, sum verður brúktur at máta gróðurin við, skilir ikki ímillum nýggjan og resirkuleraðan gróður. Mátingarnar, sum gjørdar vórðu í 1985 vísa tí tann samlaða gróðurin (P_{tot}), ið bæði er nýggjur gróður (P_n) og resirkuleraður gróður (P_{res}), sum vist er í formli (1).

$$P_{tot} = P_n + P_{res} \quad (1)$$

Royndir eru ofta gjørdar í øðrum londum at greina gróðurin sundur í resirkuleraðan og nýggjan gróður. Eppley og Peterson (1979) mettu, at inni við land var tann resirkuleraði gróðurin ímillum 54 og 70% av tí samlaða gróðrinum, og úti á viðum havi 82-87%. Aðrir granskarar eru seinni komnir til somu virði. M.a. hevur Wassmann (1986) mátað resirkuleringina í nøkrum norskum firðum at vera 50-71% av P_{tot} . Tað sæst tí, at resirkuleringin stendur fyri einum týðandi parti av tí samlaða gróðrinum í fjørðinum.

Mátingar, sum Vandkvalitetsinstituttet (VKI) gjørdi av gróðrinum í 1985 vísu, at hann hetta árið var umleið 340 g C/m^2 (Vandkvalitetsinstituttet, 1987). Nógv tann mesti parturin av gróðrinum var um várið og summarið, og í tíðarskeiðinum april-september var framleiðslan í miðal $1,6 \text{ g C/m}^2/\text{dg}$ ella umleið 22.000 kg C/dg í øllum fjørðinum. Nóg nógvar mátingar av gróðrinum eru ikki gjørdar í 1986-89 til at síggjast kann, hvussu nógvur gróðurin hevur verið hesi árin, og mátingarnar hjá VKI verða tí brúktar sum grundarlag fyri gróðurin í seinnu helvt av 1980unum. Hetta er sjálvsagt ikki beint, og útrokningarnar eru tí bert leiðbeinandi. Mátingarnar hjá VKI vísa tann samlaða gróðurin, sum er munandi meira enn tær nøgdarnar av partikulerum livrunnum kolevni (POC), sum verða tilførdar fjørðinum við gróðrinum. Spurningurin er tí, hvussu stórir partur av tí samlaða gróðrinum er nýggjur, og hvussu stórir partur er resirkuleraður gróður.

Verður sagt, at upptøkan av evnunum C, N og P fylgir mollutfallinum 106:16:1 (Redfield lutfallið), fæst, at samlaða nýt看slan av nitrogeni í gróðrinum á sumri 1985 hevur verið umleið 3900 kg N/dg , og hon verður mett at vera á leið tað sama fyri sumrini aftaná 1985. Víst verður á seinni, at av samlaðu tilføringini av nitrogeni til fjørðin, vórðu í meðal 1750 kg N/dg nýtt av gróðrinum. Hetta er umleið 45% av tí, sum hevur verið assimilerað í fjørðinum, og tað kann bert skiljast soleiðis, at nitrogenið verður assimilerað fleiri ferðir í fjørðinum, áðrenn tað søkkur niður í botnatnið ella verður leitt út úr fjørðinum. Tann nýggi gróðurin í fjørðinum hevur sostatt verið umleið 45% av tí samlaða gróðrinum, og tað er tað sama sum Eppley og Peterson (1979) mettu, at hann skuldi vera í so nógvum gróðri. Hetta gevur ein nýggjan upp á umleið 10.000 kg C/dg í miðal.

Leiðing av nitrogen-tøðevnum í Skálafjørð

Vit vísu í talvu 2 eitt heildaryvirlit yvir nitrogenrásina í Skálafirði (total nitrogen). Men stórir partur av hesum nitrogeni er bundið í livrunnin evni, og verður ikki nýtt av algunum. Okkum tørvar tí eitt yvirlit yvir tann partin av nitrogeni, sum algurnar kunnu taka upp, t.v.s. nitrogen-tøðevni.

Á talvu 3 er víst eitt samlað yvirlit yvir miðal nøgdirnar av nitrogen-tøðevnum, sum vórðu leidd í fjørðin, bæði uttaneftir og frá landi á sumri 1986 og 1987.

Tølini fyri innflutning av nitrogeni við rákinum uttaneftir eru grundað á mátingar av nitrati, ammonium og klorofyl a á 20 metra dýpi í Tangafirði í 1985 (Vandkvalitetsinstituttet, 1987) og á mátingar av rákinum inn í fjørðin (Hansen, 1990b). Viðmerkjast kann, at av teimum 1900 kg av upploystum nitrogeni, sum í miðal róku inn í fjørðin pr. dag, vóru umleið 1700 kg nitrati og umleið 200 kg ammonium. Mett verður ikki, at hesar nøgdirnar broytast stórvegis frá ári til ár. Tølini fyri leiðing frá landi eru frá Mortensen (1990). Harumframt er tann meting gjørd, at helvtin av tí sum kom frá húsarhaldunum var í partiklum, og hin helvtin var upployst (Wassmann, 1986).

Talva 3. Miðal leiðing av upploystum ólivrunnum nitrogeni (DIN) og partikulerum livrunnum nitrogeni (PON) í Skálafjørð í tíðarskeiðunum april-september 1986 og 1987 (kg N/dg).

	DIN	PON
Við rákinum uttaneftir	1900	370
Alibrúk	82	205
Flakavirkki	0	32
Húsarhald	42	42
Landbúnaður	17	0
Regn	28	0
TILSAMANS	2069	649

Okkara áhugi er at kanna, hvussu hetta nitrogenið ávirkar gróðurin í fjørðinum og serliga, hvussu nógv tann nýggi gróðurin verður øktur av tí nitrogeninum, sum av mannaávim verður leitt út

í fjørðin. Fyri at kunna gera hetta, er neyðugt at vita, hvat hendir við tøðevnunum og teimum livrunnum partiklunum, sum verða leiddir í fjørðin, bæði teimum sum koma í fjørðin frá náttúrligum keldum og teimum, sum verða leidd frá mannaávim.

Sum víst er á mynd 7, søkkur ein partur av teimum livrunnum partiklunum beinleiðis (ella eftir resuspensión) niður í botnvatnið, og verður niðurbrotin har. Hesir partiklarnir ávirka ikki gróðurin, og teir livrunnum partiklarnir á talvu 3 mugu tí greinast sundur, soleiðis at siggjast kann, hvussu stórir partur av hesum partiklunum søkkur niður í botnvatnið, áðrenn teir verða niðurbrotnir. Hetta er trupult at gera, og ikki slepst undan, at óvissur eru í. Sundurgreiningin byggir á samanberingar ímillum sedimentering, gróður og leiðing av livrunnum partiklum í fjørðin.

Á sumri 1986 og 1987 var tann samlaða leiðingin av partikulerum livrunnum nitrogeni í fjørðin í miðal umleið 650 kg PON/dg (Talva 3). Harumframt vórðu gjørd umleið 1750 kg PON/dg í tí nýggja gróðrinum (sí seinni). Samlaði innflutningurin og gerðin av PON í fjørðinum var hesi bæði árin í miðal sostatt umleið 2400 kg PON/dg.

Á sumri 1987 og 1988 vísu mátingar av sedimenteringini, at í miðal sedimenteraðu umleið 220 kg PON/dg niður í botnvatnið (Gaard, 1990) Verður met, at hetta er tann nøgðin sum hevur sedimenterað í botnvatnið í miðal í seinni helvt av 1980unum, fæst, at í miðal sedimenteraðu umleið 9% av tí partikulera livrunna tilfarinum, sum varð innflutt og gjørt í fjørðinum, niður í botnvatnið.

Vit meta her, at allir partiklarnir í fjørðinum sedimenteraðu líka skjótt, og at 9% av tí nýggja gróðrinum, tí sum rak inn í fjørðin og tí sum varð leitt í fjørðin frá landi, sedimenteraðu niður í botnvatnið. Hetta er neyvan heilt beint. Hugsast má, at algur (serliga flagellatar og dinoflagellatar) eru færir fyri partvís at halda sær uppi í sjónum, og sedimenterat tí heist lutfallsliga minni enn deyðir livrunnar partiklar (t.d. fódurspill, burturkast frá landi og skarn frá alifiskinum). Ein meting uppá 9% sedimentering í botnvatnið av øllum tí partikulera tilfarinum gevur tí helst eina yvirmeting av sedimenteringini av algum og eina undirmeting av sedimenteringini av deyðum partiklum. Hetta ger so aftur, at vit helst fáa ein lítla yvirmeting av ávirkanina frá landi á gróðurin og eina undirmeting av sedimenteringini.

Grundað á omanfyri nevndu prosentvísu sedimentering fæst, at tær nøgdirnar av nitrogeni, sum søkka niður í botnvatnið, og tær sum eru tøk til gróðurin, eru sum vistar á talvu 4. Tað sæst, at tann nøgðin av nitrogeni, sum var tøk til gróðurin, var í miðal umleið 2650 kg N/dg. Eisini sæst, at tað nitrogenið, sum kom frá landi á

sumri 1986 og 1987, og sum var tókt til gróðurin, í miðal var umleið 15% av hesum. Alingin einsamøll stóð fyrri umleið 10% av teirri samlaðu tilføringini av nitrogeni, sum var tókt til gróðurin. Vit meta, at hetta er á leið tann parturin, sum hefur verið galdandi alla seinnu helvt av 1980unum.

Leiðingin av nitrati út úr fjørðinum í tíðarskeiðunum apríl-september 1985-88 var í miðal umleið 820 kg N/dg. Nitrifikatióin (oxidatióin av ammonium til nitrat) verður forðað av ljósi, og fer tí ikki fram í tí eufotiska lagnum. Metast má tí, at so gott sum alt hetta nitratið er leitt beinleiðis út úr fjørðinum, uttan at hava verið brúkt í gróðrinum.

Talva 4. Miðal leiðing av partikulerum lívrúnum og upploystum ólívrúnum nitrogeni í Skálafjørð í tíðarskeiðunum apríl-september 1986 og 1987. (Kg N/dg).

	Beinleiðis í botnvatnið	Tókt til gróðurin	
	Partikulert N	Upployst N	Partikulert N
Náttúrligar keldur	33	1928	337
Alibrúk	18	82	187
Aðrar antropogenar keldur	7	59	65
TILSAMANS	58	2069	589

Sambært mátingum av ammonium í brakkvatnslagnum á sumri 1985 (Vandkvalitetsinstituttet, 1987) kann metast at leiðing av hesum evninum úr Skálafirði í tíðarskeiðinum apríl-september 1986 hefur verið í miðal 260 kg NH_4^+ -N/dg.

Um nóg mikið er, bæði av nitrati og ammonium, upptaka flestu algusløg betur ammonium, og um nøgdin av ammonium er størri enn umleið 1 umol/l, verður mett at onki nitrat verður upptikið í gróðrinum. Væntast má tí, at lutfallsliga meira av ammonium enn nitrat í tí inngangandi sjónum er brúkt í gróðrinum. Leysliga mett er útflutningurin av óbrúktum ammonium tí í mesta lagi umleið 80 kg NH_4 -N/dg. Samlaði miðal útflutningurin av óbrúktum nitrati + ammonium hefur sostatt verið umleið 900 kg N/dg. Brúkt í gróðrinum á sumri 1985 og 1987 hefur sostatt verið í miðal umleið 2650 - 900 = 1750 kg N/dg í miðal.

Hvussu ávirka tær ymisku keldurnar gróðurin?

Vit hava nú í høvuðsheitum greinað sundur teir týdningarmestu partarnar av ringræsnum hjá nitrogeni, og kunnu sostatt meta um, hvaðani nitrogenið til gróðurin kemur. Samstundis kunnu vit meta um, hvønn týdning nitrogenið frá mannaávim hefur fyrri gróðurin.

Tvær høvuðskeldur av nitrogeni eru til fjørðin. Onnur er tað, sum kemur við rákinum uttaneftir, og hin er tað nitrogenið, sum kemur frá mannaávim. Av hesum báðum hefur tann fyrrnevnda nógv størri týdning, og í tíðarskeiðunum apríl-september 1986 og 1987 var nitrogenið frá mannaávim í miðal umleið 15% av tí samlaða innflutninginum av nitrogeni, sum var tókt til gróðurin.

Hetta merkir kortini ikki, at leiðingin av nitrogeni frá landi altið hefur økt um gróðurin við teimum nevndu prosentunum. Ávirkanin frá landi kann vera rættiliga ójovn, og hefur til tíðir verið bæði størri og minni.

At nitrogen hefur verið tókt til gróðurin, merkir ikki altið, at tað hefur verið brúkt, men viðhvørt hefur ein týðandi partur verið leiddur úr fjørðinum, uttan at tað hefur verið brúkt í gróðrinum. Sum víst er á fyrr, er blandingin ímillum bæði tey ovastu lögini ógvuliga ójovn, og er nógv tengd at veðrinum. Í illveðri kann meira av tøðsøltum verða leidd upp í brakkvatnslagið, enn brúkt verður av, og ein partur av tøðsøltunum kunnu tá verða leidd beinleiðis út úr fjørðinum uttan at verða brúkt. Sambært Hansen (1990b) var miðal *netto* flutningurin av sjógvi úr miðlagnum og upp í brakkvatnslagið sumrini 1985-88 í miðal umleið $26 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{dg}$. Men harumframt var ein tvívegis blanding ímillum bæði lögini, í miðal umleið $14 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{dg}$. Í góðum veðri er henda blandingin lítil, og meginpartin av sumrunum verður minni av nitrogen-tøðsøltum leidd upp í brakkvatnslagið, enn kann verða brúkt. Nitrogen er tá avmarkandi fyrri gróðurin í brakkvatnslagnum, og undir tilikum umstøðum gevur ein økt leiðing frá landi ein samsvarandi størri nýggjan gróður í hesum lagnum. Men í illveðri er leiðingin av tøðsøltum úr miðlagnum og upp í brakkvatnslagið størri enn tað, sum brúkt verður. Ein partur av nitrogen-tøðsøltunum verða tá leidd beinleiðis út úr fjørðinum uttan at hava verið assimilerað í gróðrinum. Á sumri 1985-89 var hesin útflutningurin umleið 900 kg N/dg. Undir tilikum viðurskiftum hefur leiðing av nitrogen-tøðsøltum í fjørðin frá landi litla og onga ávirkan á gróðurin.

Tað, at leiðing av tøðevnum frá landi hefur økt gróðurin við umleið 15% er tí bert ein varislig meting av miðal ávirkanini yvir longri tíðarskeið.

Ávirkanin er, sum víst er á, størst í liggjandi góðveðri. Men av tí

at það júst er í slíkum veðri, at vandin fyri uppblómingum av eitrandi flagellatum og dinoflagellatum er størstur (Gaard og Nattestad, 1989; Gaard o.fl., 1991), er greitt, at leiðingin av upploystum tõeðvnum frá landi kann økja munandi um vandan fyri uppblómingum av hesum algnum.

SUNDALAGIÐ NORÐAN FYRI STREYMIN

Tey hydrografisku viðurskiftini í Sundalagnum líkjast rættiliga nógv teimum í okkara gáttarfirðum. Serliga hevur það týðning, at sjógvurin í Sundalagnum liggur í lögum eins og í gáttarfirðunum. Á teimum ovastu 10-15 metrunum er eitt brakkvatnslag. Síðan kemur eitt miðlag, ið røkkur niður á 30-40 metra dýpi, og í norðara partinum av Sundalagnum er ein stóran part av summarinum harumframt eitt botnlag, ið er frá umleið 30-40 metra dýpi og niður á botn. Hetta lagið røkkur frá nakað sunnanfyri Eiði og suður ímóti Langasandi. Hetta botnvatnið verður tó skift nakað meira út enn botnvatnið í Skálafirði (Hansen, 1990c). Rákið í Sundalagnum er fyri það mesta suðureftir, og er sum heild harðari framvið tí vestara landinum enn tí eystara (Hansen, 1990b).

Av tí at það bert er norðan fyri Streymin, at innibyrgrt botnvatn er um summarið, eru kanningarnar serliga gjørdar í hesum partinum av Sundalagnum, og minni er kannað sunnanfyri.

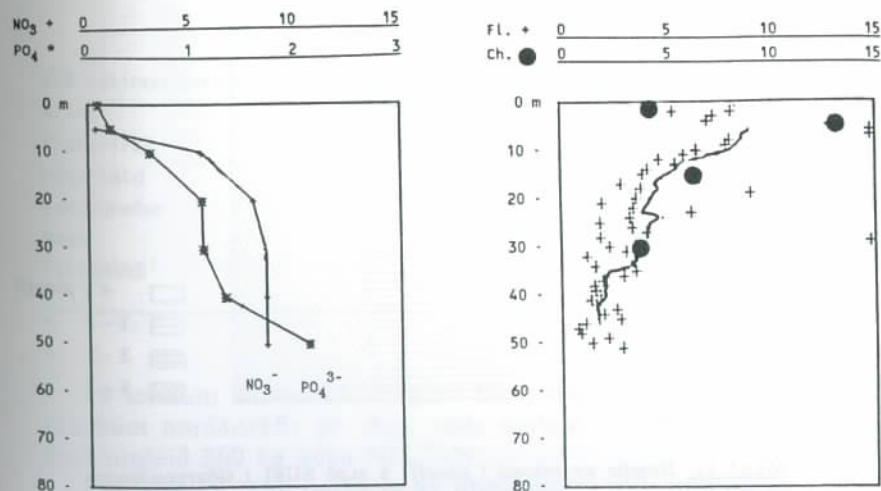
Verður hugt eftir tõeðsøltum og nøgdum av algum í norðara partinum av Sundalagnum sæst, at hesi viðurskifti líkjast nakað teimum í Skálafirði. Eitt dømi um støðuna, sum hon ofta er um summarið, er víst á mynd 9. Máttingarnar eru frá 25. juli 1985 á støð SU41 (sí aftasta blað). Það sæst, at eins og á Skálafirði kann nitratið verða brúkt upp í brakkvatnslagnum um summarið, men nakað er eftir av fosfati.

Á myndunum 10 og 11 eru vístar nøgdirnar av nitrati á ymiskum dýpum á støð SU41 á sumri 1987 og 1988. Það sæst, at ein part av tíðini var lítið ella onki av nitrati í brakkvatnslagnum. Men henda tíðin var munandi styttri enn í Skálafirði, og tann parturin av tíðini, har nitrát var í hesum lagnum, var lutfallsliga stórur, samanborið við Skálafjørð. Í fyrstu atløgu kunnu hugsast tvær ymiskar orsøkir til hetta. Onnur er, at minni av nitrogen-tõeðvnum varð brúkt úr brakkvatnslagnum, og hin er, at meira varð kom í brakkvatnslagið, antin við at meira varð blandað úr miðlagnum og upp, ella við at leiðingin av nitrogen-tõeðvnum frá landi var størri.

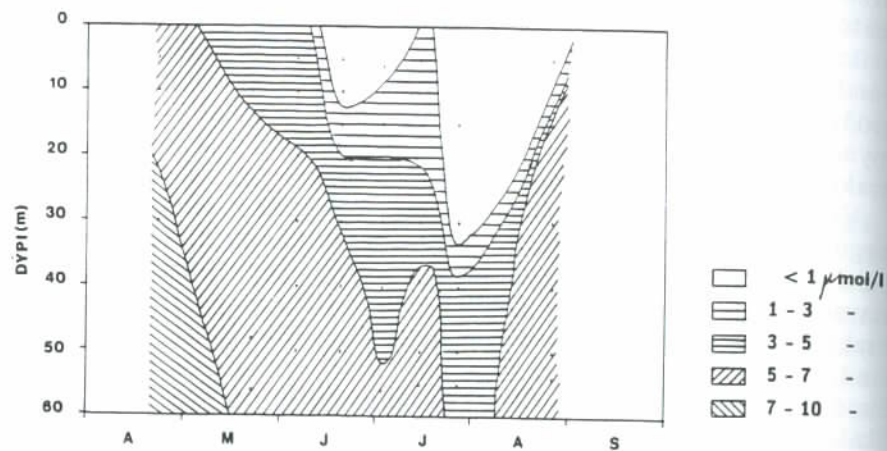
Sambært mátingum hjá Vandkvalitetsinstituttet (1987) var samlaði gróðurin tætt við støð SU41 í tíðarskeiðinum apríl-september í

miðal 2,3 g C/m²/dg. Hetta var væl meira enn gróðurin í Skálafirði, sum í sama tíðarskeiði í miðal var 1,7 g C/m²/dg og er eisini óvanliga nógvur gróður samanborið við grannalond okkara. Á 1 metra dýpi var gróðurin í Sundalagnum og Skálafirði á sumri 1985 ávikavist 0,44 og 0,29 g C/m³/dg. Tann størri gróðurin í Sundalagnum í mun til Skálafjørð stávaði sostatt allur frá, at gróðurin í brakkvatnslagnum var meira. Hetta er eisini í samsvar við mynd 6, sum visir, at miðal nøgdirnar av klorofyl *a* í brakkvatnslagnum eru væl størri í Sundalagnum enn í Skálafirði.

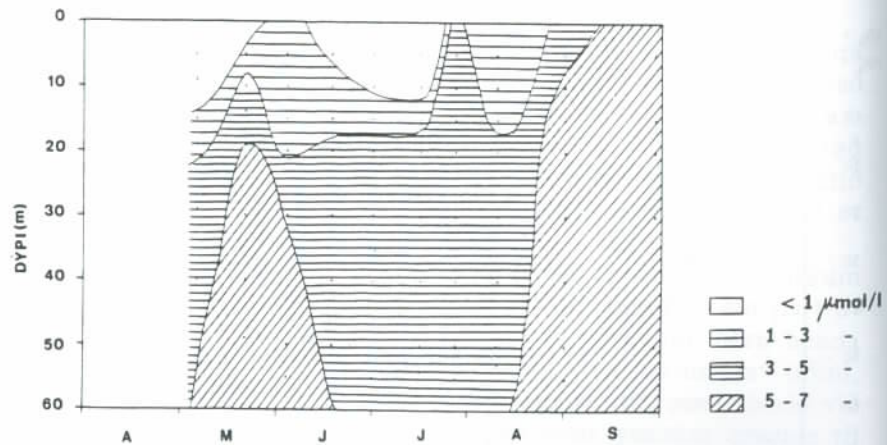
Vit mugu nú svara spurninginum, um tær lutfallsliga stóru nøgdirnar av nitrati, sum ofta eru í brakkvatnslagnum í norðara parti av Sundalagnum, og tann nógvur gróðurin í hesum lagnum, stávaðu frá náttúrligari leiðing úr miðlagnum og upp í brakkvatnslagið ella það stávaði frá stórar leiðing av tõeðvnum frá landi. Sambært Hansen (1990b) var netto rákið suður ígjøgnum Sundalagið umleið 28 * 10⁶ m³/dg, og umleið 26 * 10⁶ m³/dg í Skálafirði. Tilføringin av sjógvi uttanefrir er tí rættiliga líka stórar í báðum økjunum. Men av tí at norðari partur av Sundalagnum er minni enn Skálafjørður fæst, at blandingin av sjógvi í brakkvatnslagið pr. areal er væl størri í Sundalagnum, í miðal 2,6 m³/m²/dg ímóti 1,9 m³/m²/dg í Skálafirði.



Mynd 9. Nøgdirnar av nitrati og fosfati (vinstrumegin) og av klorofyl *a* og fluoriscensi (høgrumegin) á støð SU41 hin 25. juli 1985. (Frá Bloch o.fl., 1986).



Mynd 10. Nøgdir av nitrati í $\mu\text{mol/l}$ á stöð SU41 í tíðarskeiðinum apríl-september 1987.



Mynd 11. Nøgdir av nitrati í $\mu\text{mol/l}$ á stöð SU41 í tíðarskeiðinum apríl-september 1988.

Fyri at síggja, um henda størra blandingin av nitratrikum sjógvu upp í brakkvatnslagið í norðara parti av Sundalagnum er nóg mikið til at geva tann økta gróðurin, mugu vit hyggja at øllum leiðingunum av nitrogen-tøðevnum, bæði uttaneftir og frá landi.

Leiðing av nitrogen-tøðevnum í norðara part av Sundalagnum.

Á talvu 5 er vist tann samlaða leiðingin av upploystum nitrogen-tøðevnum og av partikulerum lívrúnum nitrogeni í Sundalagið í tíðarskeiðunum apríl-september 1986 og 1987. Leiðingin av ammonium og nitrati uttanífrá er frá mátingum í Eiðisflógvanum í 1985 (Vandkvalitetsinstituttet, 1987) og frá mátingunum av rákinum ígjøgnum Sundalagið (Hansen, 1990b). Leiðingin av nitrogeni frá landi er frá Mortensen (1990).

Talva 5. Miðal leiðing av upploystum ólívrúnum nitrogen-tøðevnum (DIN) og partikulerum lívrúnum nitrogeni (PON) í Sundalagið norðanfyri Streymin í tíðarskeiðunum apríl-september 1986 og 1987 (Kg N/dg).

	DIN	PON
Við rákinum uttaneftir	3660	190
Alíng	48	72
Flakavirki	0	9
Húsarhald	10	10
Landbúnaður	17	0
Regn	22	0
TILSAMANS	3757	281

Av teimum umleið 3660 kg av DIN, sum í miðal varð innflutt við rákinum norðaneftir pr. dag, vóru umleið 3400 kg NO_3^- -N, meðan bert umleið 260 kg vóru NH_4^+ -N.

Tað sæst, at tann parturin av upploystum ólívrúnum og partikulerum lívrúnum nitrogeni, sum stavaði frá mannaávu, er munandi minni enn í Skálafirði. Orsøkin er partvís, at alingin var minni í hesum partinum av Sundalagnum enn í Skálafirði og partvís, at nøgdirnar av nitrati í Eiðisflógvanum vóru munandi størri enn í

Tangafirði. Í miðal voru nögdirnar av nitrati og ammonium í Eiðisflógvanum ávikavíst 8,7 og 0,6 umol/l og voru ávikavíst 4,7 og 0,5 umol/l í Tangafirði.

Út frá hesum tølum og frá teirri stóru blandingini av nitratrikum sjógvi úr miðlagnum og upp í brakkvatnslagið, sum greitt er frá frammanundan, sæst sostatt, at í norðara parti av Sundalagnum er frá náttúrunnar hond nógvur gróður.

Spurningurin er nú, hvønn týdning tøðevnini frá dálkingini hava á gróðurin í norðara parti av Sundalagnum. Fyri at kunna gera eina meting av tí, er neyðugt at hyggja nærri eftir ringræsunum av tøðevnum og livrunnum partiklum, á sama hátt sum gjørt varð fyri Skálafjørð, og hvat hendir við tí, sum verður leitt í fjørðin uttan eftir ella frá landi.

Sjálvt um Sundalagið ikki er nakar verðuligur fjørður, eru ringrásirnar har rættiliga líkar heimum í einum gáttarfirði. Tað sum hendir, líkist tí rættiliga nógv tí, sum er víst á mynd 7. Sjálvt um tað ovara lagið og miðlagið bæði hava eitt høvuðsrák, sum fer sama veg, ávirkar tað ikki heildarmyndina av ringrásunum.

Av tí at vit ikki hava nóg neyvar mátingar av flutninginum av nitrogen-tøðevnum suður úr norðara parti av Sundalagnum, eru vit ikki før fyri at gera okkara egnu metingar av tí nýggja gróðrinum í fjørðinum. Men sambart Eppley og Peterson (1979) kann væntast, at tá gróðurin er so nógvur sum her, er umleið helvtin av tí samlaða gróðrinum nýggjur gróður. Við grundarlagi í mátingum, sum Vandkvalitetsinstitutet (1987) gjørdi í 1985, kann tí metast, at tann nýggi gróðurin í miðal hevur verið umleið 12700 kg POC/dg, ella umleið 2230 kg PON/dg. Vit meta, at gróðurin tey fylgjandi árin hevur verið umleið tann sami. Á sumri 1986 og 1987 var tann samlaða leiðingin av partikulerum livrunnum nitrogeni í Sundalagið í miðal umleið 280 kg/dg (Talva 5). Tilsamans verð sostatt innflutt og gjørt í gróðrinum í norðara parti av Sundalagnum, í miðal umleið 2500 kg PON/dg.

Á sumri 1987 og 1988 vístu mátingar av sedimenteringini, at í miðal sedimenteraðu umleið 230 kg PON/dg (Gaard, 1990). Verður mettt, at hetta er tann nögðin, sum í miðal hevur sedimenterað í botnvatnið um summarið í seinnu helvt av 1980unum, fæst, at í miðal umleið 9% av tí partikulera livrunna tilfarinum, sum varð leitt í norðara part av Sundalagnum, ella sum varð gjørt í gróðrinum, sedimenteraði niður í botnvatnið. Hetta er sostatt sami prosentpartur sum í Skálafirði.

Sjálvandi er ikki alt tað partikulera nitrogenið, sum ikki søkkur niður í botnvatnið, í verðuleikanum tøkt til gróðurin. Nakað verður uttan iva leitt út úr hesum partinum av Sundalagnum í partikulerum

formi, uttan nakrantið at hava verið tøkt fyri gróðurin. Men av tí at vit leggja dent á tær lutfallsligu nögdirnar frá teimum náttúrligu og dálkingarkeldunum, og tí at vit rokna við, at lutfallsliga líka nógv av tí náttúrliga sum tí antropogena partikulera tilfarinum verður leitt út, verður hetta útlíknað.

Vit siggja sostatt, at tær nögdirnar av nitrogeni, sum søkka niður í botnvatnið og, tær sum eru tøkar til gróðurin eru sum víst á talvu 6.

Talva 6. Miðal leiðing av partikulerum livrunnum og upploystum ólivrunnum nitrogeni í Sundalagið norðanfyrir Streymin í tíðarskeiðunum apríl-september 1986 og 1987 (Kg N/dg).

	Beinleiðis í botnvatnið Partikulert N	"Tøkt" til gróðurin Upployst N	Partikulert N
Náttúrligar keldur	17	3682	173
Alibrúk	6	48	66
Aðrar antropogena keldur	2	27	17
TILSAMANS	25	3757	256

Tað nitrogeni, sum kom frá landi á sumri 1986 og 1987, var sostatt í miðal bert umleið 4% av teirri samaðu leiðingin av nitrogeni, sum var tøkt til gróðurin. Alingin einsamøll stóð fyri umleið 3% av teirri samlaðu leiðingin av nitrogeni, sum var tøkt til gróðurin.

Hvussu ávirka tær ymisku keldurnar gróðurin í Sundalagnum?

Við teimum fyri varnum, sum eru nevnd frammanfyri, verður sostatt mettt, at tær dálkingarkeldurnar hava økt gróðurin við í miðal umleið 4%, og at alingin einsamøll hevur økt hann við umleið 3%. Leiðing av nitrogen-tøðevnum frá landi hevur sostatt lítlan týdning á gróðurin.

Gróðurin er frá náttúrunar hond sera stórir í Sundalagnum norðan fyri Streymin og hevði sostatt eisini verið stórir, sjálvt um ongi nitrogen-tøðevni høvdu verið leidd frá landi.

Nú kundi ein hugsað, at økið sostatt hevur stórar móguleikar fyri

uppblómingum av eitrandi algum, og at økið tí er eitt vandaøki fyri aling. Hetta er bert partvist rætt. Av tí at gróðrarlíkindini vanliga eru so góð í Sundalagnum, eru eisini nógvar uppblómingar av algum at síggja har um summarið. Men okkara royndir av algukanningunum firðum og sundum hava víst, at í sjógví sum í Sundalagnum, har blandingin upp og niður tykist at vera rættiliga stór, eru sjáldan stórar nøgdir av flagellatum. Harafturímóti eru vanliga ógvuliga stórar nøgdir av diatoméum, sum sjáldan gera skaða á alifiskin. Dinoflagellatar kunnu tó viðhvørt blóma upp, og eitrandi sløg kunnu vera ímillum. Men sum heild má tó sigast, at vandin fyri uppblómingum av eitrandi algum er størri í Skálafirði enn í norðara parti av Sundalagnum.

KALDBAKSFJØRÐUR

Viðurskiftini fyri algugróðri í Kaldbaksfirði líkjast rættiliga nógvar teimum í Skálafirði, og sjógvurin liggur somuleiðis í trimum lögum í summarið.

Á mynd 12 eru vístar nøgdirnar av nitrati á ymiskum dýpum á støð KA05 á sumri 1988. Tað sæst, at eins og í Skálafirði og Sundalagnum, var ein part av tíðini onki ella næstan onki av nitrati í brakkvatnslagnum. Men henda tíðin var tó nakað styttri enn í Skálafirði.

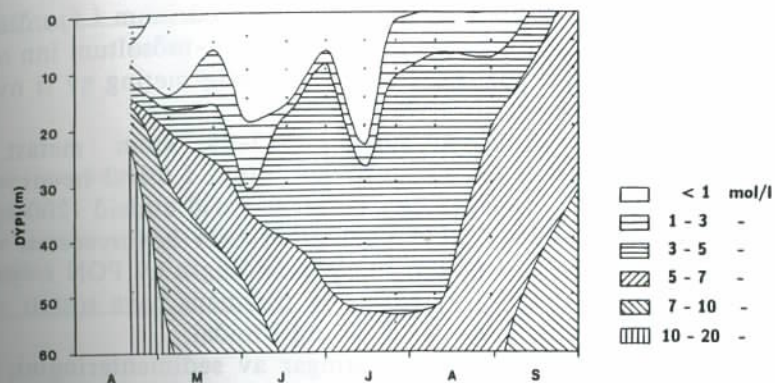
Fyri at síggja, hvørji viðurskifti ávirka leiðing av tõeivnum og gróðrarlíkindini sum heild í fjørðinum, gera vit eins og á Skálafirði, og leggja fyri við at kanna, hvaðani nitrogen-tõeivnini til gróðurin í fjørðinum koma.

Leiðing av nitrogen-evnum í Kaldbaksfjørð

Á talvu 7 er víst eitt samlað yvirlit yvir, hvussu nógvar nitrogen-tõeivni í miðal komu í Kaldbaksfjørð á sumri 1986 og 1987.

Sjógvurin, sum rekur inn í Kaldbaksfjørð, verður eins og í Skálafirði settur at koma í høvuðsheitum úr Tangafirði, og tøluni fyri innflutning av nitrogen-tõeivnum eru tí grundað á fyrr nevndu mátingar av nitrati og ammonium í Tangafirði í 1985 (Vandkvalitetsinstituttet, 1987) og á miðalrákið inn í fjørðin. Hetta er umleið $16 \cdot 10^6 \text{ m}^3 / \text{dg}$ (Hansen, 1990b). Tøluni fyri leiðing av nitrogeni frá landi eru frá Mortensen (1990), og somu útrokningar

eru annars gjørdar sum fyri Skálafjørð og Sundalagið norðan fyri Streymin.



Mynd 12. Nøgdir av nitrati í umol/l á støð KA05 í tíðarskeiðinum apríl-september 1988

Talva 7. Miðal leiðing av upploystum ólívrunnum nitrogeni (DIN) og partikulerum lívrunnum nitrogeni (PON) í Kaldbaksfjørð í tíðarskeiðinum apríl-september 1986 og 1987 (kg N/dg).

	DIN	PON
Við rákinum uttaneftir	1200	230
Aling	27	67
Húsarhald, landbúnaður	8	3
Regn	11	0
TILSAMANS	1246	300

Tað sæst, at eins og í Skálafirði og norðara parti av Sundalagnum, stendur tann náttúrliga leiðingin av nitrogen-tõeivnum fyri nógvar tí størsta partinum av teirri samlaðu leiðingini.

Mynd 7 kann verða brúkt sum fyrmynd, at meta um hvussu nógvar av hesum nitrogeninum er tøkt til gróðurin. Vit rokna út, hvussu nógvar nitrogen-tõeivni verða leidd í fjørðin ella latin leys í

Kaldbaksfirði hefur leiðing frá landi økt um gróðurin við umleið 6%. Har var alingin einasta stóra kelda av tøðevnum frá landi, og hinar antropogenu keldurnar stóðu fyri minni enn 1%. Í norðara parti av Sundalagnum hevði leiðing frá landi litlan týdning fyri gróðurin. Allar tær antropogenu keldurnar í hesum øki, hava tilsamans økt um gróðurin við bert umleið 4% og alingin einsamøll við umleið 3%.

Dentur má leggjast á, at hetta bert eru leiðbeinandi miðaltøl, og at ávirkanin er skiftandi frá einum ári til tað næsta. Her hava veðrið og gróðrarlíkindini annars stóran týdning.

Sjálvt um gróðurin í Sundalagnum norðan fyri Streymin náttúrliga er ógvuliga stórur, verður mett, at vandin fyri uppblómingum av eitrandi algum er størri í Skálafirði. Hetta er tí at viðurskiftini fyri gróðri av teimum sløgum av algum, sum kunnu vera eitrandi, oftari eru til staðar í Skálafirði enn í Sundalagnum.

Vit hava nú grundarlag fyri at seta upp eitt yvirlit yvir, hvaðani teir lívrundu partiklarnir koma, og hvønn týdning leiðing frá landi hefur fyri tey ymisku økini. Sostatt kann eisini metast um, hvussu nógv henda leiðinin hefur økt um sedimenteringina av lívrundum evnum niður í botnvatnið. Her verður bæði hugsað um tað, sum stavar frá øktum gróðri og um tað, sum søkkur beinleiðis niður í botnvatnið. Á talvu 9 er hetta býtt sundur, soleiðis at siggjast kann, hvussu nógv av gróðrinum er náttúrligt og hvussu er frá taðing. Eisini sæst, hvussu nógvir lívrunnir partiklar verða leiddir beinleiðis í tey ymisku økini og hvussu nógvir partiklar verða leiddir frá landi. Talva 9 vísir sostatt, at dálking hefur tilsamans økt um sedimenteringina niður í botnvatnið í Skálafirði í miðal við umleið 25%, í Kaldbaksfirði við umleið 11% og í Sundalagnum norðan fyri Streymin við umleið 9%.

Talva 9. Miðal nøgdir av partikulerum lívrundum kolevni (POC) í Skálafjørð, Kaldbaksfjørð og Sundalagið norðan fyri Streymin á sumri 1986 og 1987, roknað (kg POC/dg).

	Skálafj.	Kaldbaksfj.	Sund. n.f. str.
Við rákinum uttaneftir	2000 (14%)	1300 (19%)	1000 (7%)
Náttúrligur nýggjur gróður	8500 (61%)	4700 (69%)	12200 (84%)
Gróður frá taðing	1500 (11%)	300 (4%)	500 (3%)
Beinleiðis leiðing frá landi	2000 (14%)	500 (7%)	800 (6%)
fALT	14000	6800	14500

English summary. The conditions for primary production in Skálafjørð, Kaldbaksfjørð and the northern part of Sundalagið have been studied and estimations are made of the influence from the hydrographic conditions and nutrient concentrations on the primary production during the summer periods. From natural causes the faroese fjords have very high primary production because of large nutrient inflow into the fjords. However, nitrogen is the limiting parameter for the primary production in the brackish layer during most of the summer periods. During these periods, input of nitrogen nutrients from antropogenic sources will cause an increase in the primary production in this layer.

The northern part of Sundalagið is that of the investigated areas, which has the highest primary production. However, the eutrophic effect is slightly higher in Skálafjørð than Kaldbaksfjørð and Sundalagið. Also the risk for toxic algal blooms is supposed to be higher in Skálafjørð than in the other two areas.

Heimildarrit

Aziz, S.A.A. and D.B.Nedwell, 1979. Microbial nitrogen transformations in salt marsh environment. In R.L. Jefferies and A.J. Davy (eds.). Ecological Processes in Coastal Environments. pp 385-398. Blackwell.

Bloch, D., B.Hansen, H.P.Joensen og M.Poulsen, 1986. Fjarðakanningar 1985. Kanningarúrslit. 343 p. Tórshavn.

Baltic Marine Biologists, 1979. Recommendations on the methods for marine biological studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and Chlorophyll. BMB Publication No. 5. 38 pp.

Conway, H.L., 1977. Interactions of inorganic nitrogen in the uptake and assimilation by marine phytoplankton. Mar. Biol. 39:221-232-

Dansk Standard, 1985. Vandundersøgelse. Orthophosphat-phosphor. Fotometrisk metode. DS 291, 2. udg. 11 pp. (mimeo.)

Dugdale, R.C. and J.J.Goering, 1967. Uptake of new and regenerated forms of nitrogen in primary productivity. Limnol. Oceanogr. 12:196-206.

Eppley, R.W. and B.J.Peterson, 1979. Particulate organic matter flux and planktonic nitrogen production in the deep ocean. Nature, 282: 667-680.

Gaard, E., 1990. Sedimentering og niðurbróting av lívrundum evnum. Í hesum riti.

Gaard, E. og K.Nattestad, 1989. Algukanningar, 1989. Fiskirannsóknarstofvan Smárit, 1989/7. 25 pp.

Gaard, E., B.Hansen, K.Nattestad og M. Poulsen, 1991. Ávirkan av hydrografiskum viðurskiftum og tæðsøltum í eufotiska lagnum á gróðurin av ymiskum alguslögum í Skálafirði. (Í ger).

Hansen, B., 1990a. Dýpi og skap á fýroysku gáttarfirðunum. Í hesum riti.

Hansen, B., 1990b. Rák og útskipting í ovaru lögnum á fýroysku gáttarfirðunum. Í hesum riti.

Hansen, B., 1990 c. Oxygentrot og útskipting í botnvatninum á fýroysku gáttarfirðunum. Í hesum riti.

Hansen, B. og M.Poulsen, 1987. Ilttrot í fýroyskum gáttarfirðum. Fiskirannsóknir, 4:69-89.

Hansen, B., R.Kristiansen og L.Lastein, 1990. Hydrografiskar kanningar á fýroysku gáttarfirðunum. Í hesum riti.

Holligan, P.M., 1987. The physical environment of exceptional phytoplankton blooms in the Northeast Atlantic. Rapp. P.-v. Réun Cons. int. Explor. Mer. 187: 9-18.

Jeffrey, S.W. and G.F.Humphrey, 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c_1 and c_2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. Biochem. Physiol. Pflanzen (BPP). 167.

McCarthy, J.J., 1980. Nitrogen. In: I. Morris (eds.), The Physiological Ecology of Phytoplankton. PP 191-234. Univ. California.

Margalef, R., 1978. Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. Oceanologica Acta. 1(4):493-509.

Mortensen, K., 1990. Keldur til nitrogen, fosfor og lúvrunnin evni í Skálafirði, Sundalagnum norðanfyrri Streyming og Kaldbakfirði. Í hesum riti.

Nixon, S.W., 1981. Remineralization and nutrient cycling in coastal marine ecosystems. In: B.J. Neilson and L.E. Cronin (eds.), Estuaries and Nutrients. PP. 111-138. Humana.

Strickland J.D.H. & T.R. Parsons, 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. Bulletin 167. Fisheries. Research. Board of Canada.

Thomas, W.H., E.H.Renger and A.N.Dodson, 1971. Near surface organic nitrogen in the eastern tropical Pacific Ocean. Deep-Sea Res. 18:65-71.

Vandkvalitetsinstituttet (VKI), 1987. Skálafjørður og Sundini 1985. Belastning og tilstand. 166 pp. + bilag.

Valiela, I. and J.M.Teal, 1979. The nitrogen budget of a salt marsh ecosystem. Nature 280:652-656.

Wassmann, P., 1986. Organisk materiale i det marine miljø: Kilder. Naturen, 1:8-15.

Wassmann, P., 1988. Primary production and sedimentation. In: P.Wassmann and A.-S.Heiskanen (eds.): Sediment trap studies in the nordic countries 1: 100-110. Workshop Proceedings, Tvärminne Zool. Station, Finland, 1988.

Wassmann, P., K.E.Naas and P.J.Johannessen (1986). Annual supply and loss of particulate organic carbon in Nordåsvannet, a eutrophic, land-locked fjord in western Norway. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 186: 423-431.

Wheeler, P.A., 1985. Nitrogen dynamics in the subarctic Pacific. Eos 66:1274.

Sedimentering og niðurbróting av lívrönnum evnum

Eilíf Gaard, Fiskirannsóknarstofan.

Samdráttur. Sedimenteringin av lívrönnum partiklum í Skálafirði, Kaldbakfirði og Sundalagnum norðan fyrri Streymin varð mátad í tíðarskeiðunum apríl-september 1987 og 1988. Mett verður, at umleið 30-50% av tí tilfarinum, ið sakk niður í botnvatnið, kom frá resuspensión omanfyri 40-45 metra dýpi. Botnvatnið fær sostatt partiklar frá einum øki, ið er munandi størri enn tað økið, ið botnvatnið fevnir um. Bert umleið helvtin av teimum lívrönnu partiklum, sum sukku niður í botnvatnið um summarið, blivu niðurbrotinir, áðrenn botnvatnið varð skift út. Mátningar av redox potentialunum í sedimentunum benda á, at sulfatreduktiún helst ikki er farin fram í Skálafirði og Kaldbakfirði. Í Sundalagnum var potentialið tó nakað lægri og tað bendir á, at nakað av sulfatreduktiún móguliga er farin fram seint um summarið.

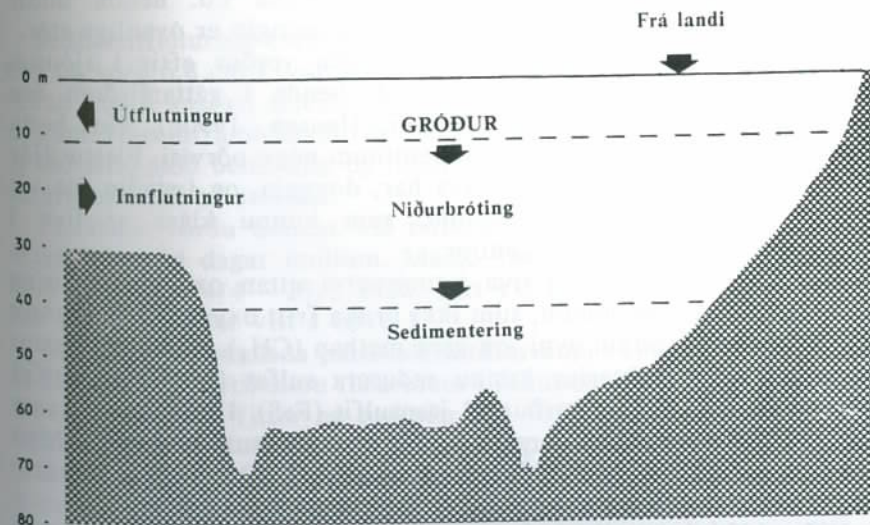
INNGANGUR

Lívrönnin evni í sjónum eru annaðhvørt uppløyst ella eru saman í størri ella smærri eindum. Í hesum riti nýta vit altjóða orðið "partiklar" fyrri hesar klumpar av lívrönnum evnum. Partiklar skilja seg frá uppløystum evnum á tann hátt, at teir søkka, sedimentera, niður móti botni. Hetta ger, at tilføringin av lívrönnum evni til botnvatnið í einum avlæstum gáttarfirði mest sum øll stava frá partiklum, og vit kunnu í stóran mun gloyma uppløystu lívrönnu evnini í hesum sambandi.

Í okkara firðum eru um summarið stórar nøgdir av lívrönnum partiklum. Hetta er fyrri tað mesta plantuæti, ið nærast í stórum tali í gróðrinum. Harumframt verður eisini annað deytt lívrönnið tilfar

leitt í firðirnar frá landi og við rákinum uttanfrá. Ein partur av hesum lívrönnu partiklum verða við rákinum ferdir út úr firðunum, og ein partur verður etin av djóraæti ella niðurbrotin av bakterium. Tað ið eftir er, søkkur niður á botn, har tað rotnar. Harumframt søkkur skarn frá djóraæti og deytt djóraplankton niður á botn, og rotnar (Mynd 1). Hvussu nógv lívrönnið tilfar, ið søkkur niður á botn, velst sostatt um, hvussu nógv kemur í ovaru lögini, bæði við gróðri og frá landi, hvussu nógv verður flutt í ella úr firðunum við rákinum, og hvussu nógv verður etið burturav.

Til ber at máta, hvussu nógvir partiklar søkka - ella sedimentera - niður í móti botni. Hetta kann gerast við sedimentfellum, ið eru hongdar í fortoyningar á ymiskum dýpum, og samla tað partikulera tilfarið, ið søkkur niður í móti botni (Mynd 2). Sedimentfellurnar máta sostatt flutningin av partiklum niður ígjøgnum sjógvin á tí dýpi, har fellurnar hanga. Men í sjónum kunnu streymar harumframt leiða partiklar, ið longu eru sedimenteraðir niður á botn, upp aftur í vatnið, har teir verða blandaðir saman við teimum partiklum, ið longu eru har (Wassmann, 1983). Hetta verður nevnt resuspensión. Tað, ið fellurnar samla, er sostatt brutto sedimentering, t.v.s. bæði netto sedimentering, ið er tað sum søkkur niðureftir fyrstu ferð og tað resuspenderaða tilfarið. Hvussu nógv, ið resuspenderast, velst um streym og hydrografisk viðurskifti á staðnum.

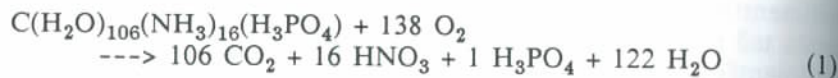


Mynd 1. Leysligt yvirlit yvir netto flutningin av partiklum í einum gáttarfirði um summarið. Myndin hevur Skálafjørð sum dømi.

Viðurskiptini í sedimentinum verða nógv ávirkað av, hvussu nógv sedimenterast, og hvussu nógv verður niðurbrotið. Eisini nøgdirnar av evnum, sum kunnu ferðast ímillum sedimentið og vatnið omanfyri, ávirka sedimentið nógv.

Tað mesta av tí lívrunna tilfarinum, sum sedimenterast, verður niðurbrotið til ólívrunnin evni. Ein partur verður niðurbrotin av teimum djórunum, sum liva í sedimentinum, men tað mesta verður tó niðurbrotið av bakterium.

Í stuttum kann sigast, at um nóg mikið er til av oxygeni, verður lívrunnið tilfar niðurbrotið eftir formlinum



Tæð sæst, at nógv oxygen verður brúkt til hesa niðurbrotina, og tess meira av lívrunnum partiklum, ið søkka niður á botn og rotna, jú meira av oxygeni verður brúkt. Hetta er tó sjálvandi treytað av, at oxygen stóðugt verður flutt í sedimentið úr sjónum omanfyri. Vanliga verður eisini alt tað oxygenið ført niður í sedimentið, sum brúk er fyri. Men søkkur meira av lívrunnum partiklum niður á botn, enn teir kunnu verða niðurbrotin, kann alt oxygenið verða brúkt longu í teimum ovastu fáu millumetrinum av sedimentinum, soleiðis at tað lívrunna tilfarið, sum er longur niðri í sedimentinum, onki oxygen fær. Hetta kann t.d. henda undir alibrúkum og tilikum støðum, har sedimenteringin er óvanliga stór.

Eisini kann tað henda, at onki oxygen verður eftir í sjónum omanfyri sedimentið. Hetta kann t.d. henda í gáttarfirðum um summarið (Hansen og Poulsen, 1987; Hansen, 1990b). Um hetta hendir, gerast viðurskiptini í sedimentinum nógv øðrvísi. Flestu djór og bakteriar, sum fyrr kundu liva har, doyggja, og í staðin fáa vit nøkur onnur sløg av bakterium, sum kunnu klára at liva í umhvørvi, har onki av oxygeni er.

Tær bakteriurnar, sum liva í umhvørvi uttan oxygen, fáa sína orku úr øðrum reaktiónum, sum ikki brúka frítt oxygen. M.a. kunnu summar rota lívrunnin evni, og gera methan (CH_4). Meira álvarsamt er tó, at aðrar bakteriar kunnu redusera sulfat (SO_4^{2-}) til sulfid (S^{2-}). Nakað av hesum verður til jarnsulfid (FeS). Hetta er eitt svart evni, og móran kann tí gerast svart á liti av hesum evnunum. Men vandi er eisini fyri, at evnið hydrogensulfid (H_2S) seyrar úr móruni. Hetta er eitt sera eitrandi gassevni, ið drepur flestøll djór.

Viðurskiptini í sedimentinum eru sostatt tengd at, bæði hvussu nógv av lívrunnum evnum verða sedimenterað og niðurbrotin, og hvussu nógv av oxygeni kann seyra niður í móruna.

Til ber at máta oxidatións-reduktións støðuna í sedimentinum. Til tað verður *redoxpotentialið* mátað. Hetta er definerað sum

$$E_h = E_o + (RT/F) \ln(a_{Ox}/a_{Red}) \quad (2)$$

har

E_o er standard potentialið

R er gaskonstanturin = 8,314 joule/°C/mol

F er Faraday's konstantur = 99487 coulomb/ekv.

T er hitin (°K)

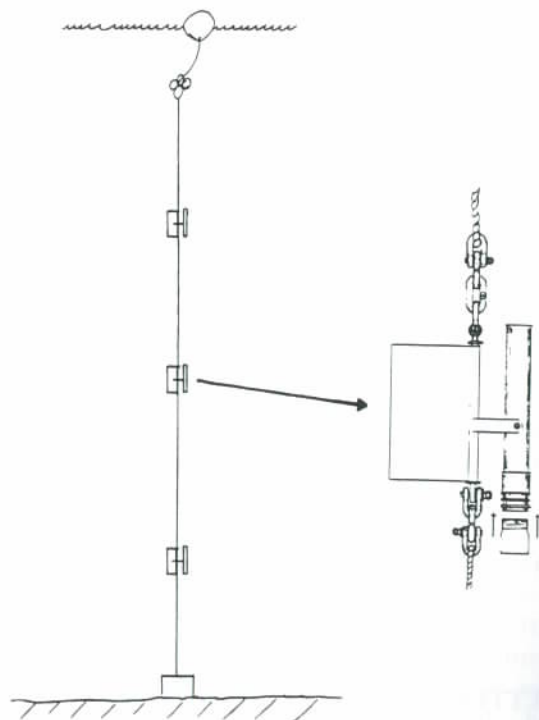
Ov drúgt er at greiða frá út í æsir, hvat mátað verður, men tað sæst tó, at redox potentialið vísir lutfallið ímillum aktivitetin á teimum oxideraðu og reduseraðu ionunum. Eitt lágt potential vísir sostatt, at sedimentið er reduserað, og eitt høgt potential vísir, at sedimentið er oxiderað.

ARBEIDSHÆTTIR

Sedimentfellurnar (Mynd 2) vóru av PVC rørum, ið vóru 50 cm høg og vóru 6,8 cm í tvørmát. Í fellurnar var gjørdur ein vongur, og fellan kundi snarast soleiðis, at rørið alla tíðina vendi ímóti streyminum. Harumframt hevði rørið eitt søkk í niðara endanum, soleiðis at tað altíð stóð beint upp og niður í sjónum, sjálvst um bandið stóð skrátt, orsakað av streymi.

Fellurnar vórðu tømdu við millumbilum upp á 11 til 30 dagar; oftast vóru 14 dagar ímillum. Mátað varð í tíðarskeiðunum 2/4 til 30/9 1987 og 24/4 - 29/9 1988. Eitt yvirlit yvir støðini og dýpini, har mátað varð, er víst á talvu 1.

Nøgdin av tí samlaða partikulera tilfarinum (TPM) er funnin við, at partar av tí partikulera tilfarinum í fellunum eru samlaðir á brend Whatmann GF/C filtur og turkaðir við 105°C í 24 tímar. Síðan eru filtrini brend við 450°C í 3 tímar, og partikulert ólívrunnið tilfar (PIM) er funnið út frá tí, sum var eftir á filtrinum. Tað partikulera lívrunna tilfarið (POM) er tað, sum filtrini lætnaðu í brenningini (Dean, 1974). Partikulert lívrunnið kolevni (POC) og partikulert lívrunnið nitrogen (PON) eru mátað við Perkin-Elmer CHN mátara á Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelse.



Mynd 2. Sedimentfella á fortöying.

Botnandingin er mætað, við at sediment er tikið upp frá botni við einum HAPS botnheintara. Sedimentið er síðan koyrt í eitt afturlatið rör, og sjógvurinn, ið var omaná sedimentinum, varð skiftur út við sjógv, ið var filtreraður ígjøgnum Watmann GF/C filter. Síðan er sedimentið havt í myrkri við sama hita, sum á botni, og minkingin í oxygennøgðini í vatninum omanfyri sedimentið í ávís tíðarskeið er mætað við Winkler titrering.

Tað livrunnað innihaldið í sedimentinum er mætað, við at sedimentið er turkað í 105°C í 24 tímar, og er síðan gløtt í 450°C í 3 tímar. Tað, sum sedimentið er lætnað í gløðingini, er eitt mæt fyrri livrunnið innihald. Hetta verður nevnt *gløðitapið* og verður vanligi vist í prosentum av turrvektini.

Redox potentialið í poruvatninum í sedimentinum, er mætað við platin elektrodu og við kalomel elektrodu sum referensu (Fenchel, 1969). Mætað varð í tíðarskeiðunum 2/4 - 12-9 1987 og 21/4 - 29/8 1988.

Talva 1. Yvirlit yvir, har sedimenteringin er mætað. Eitt yvirlit yvir, hvar mætistøðirnar eru, er vist aftast í hesum riti.

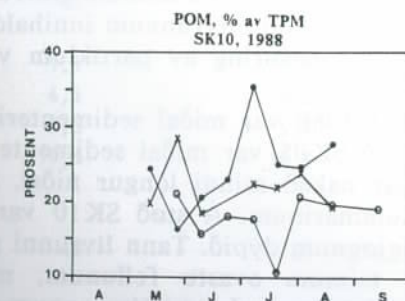
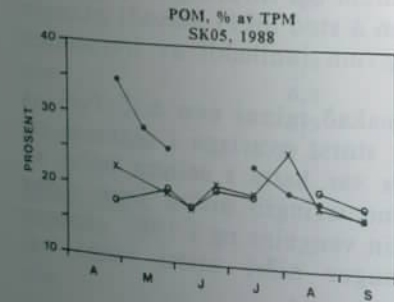
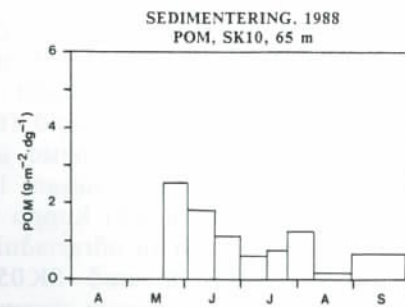
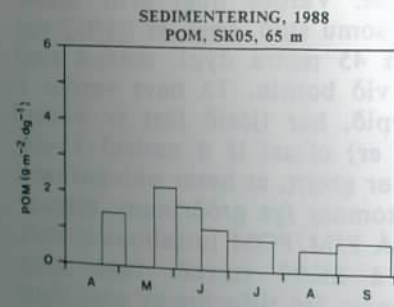
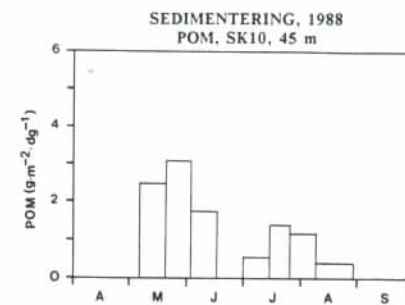
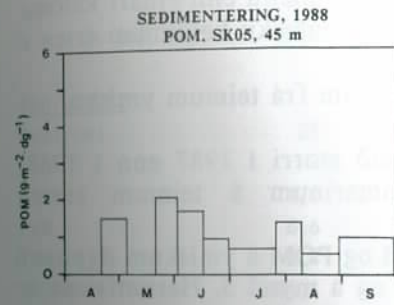
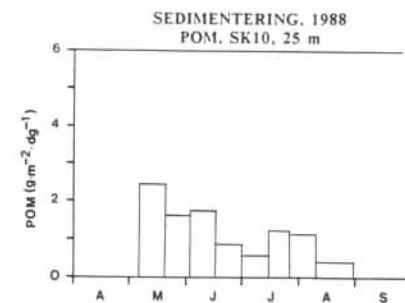
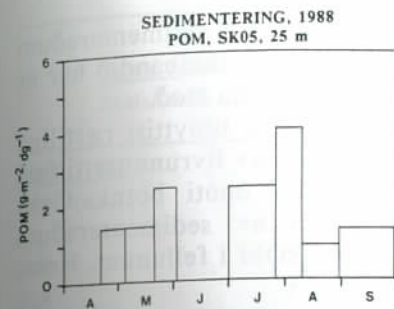
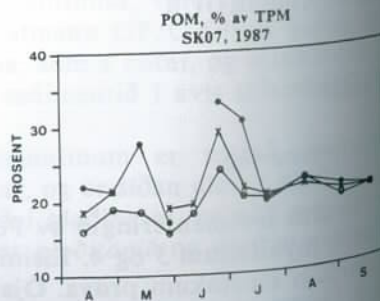
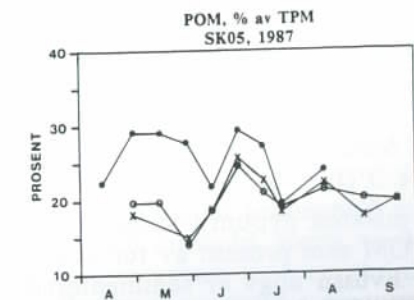
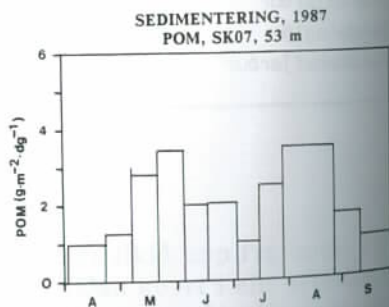
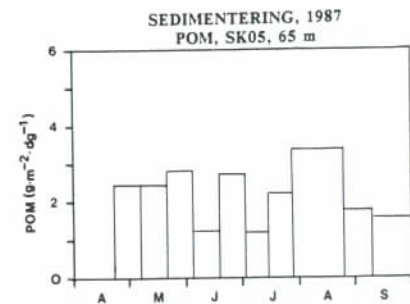
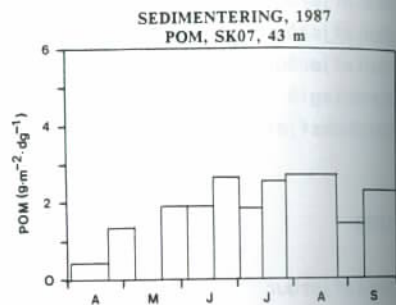
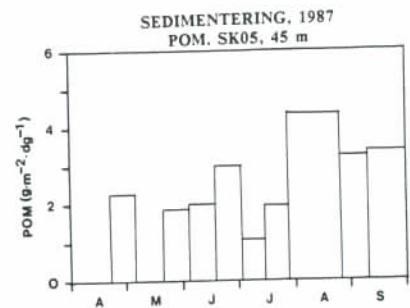
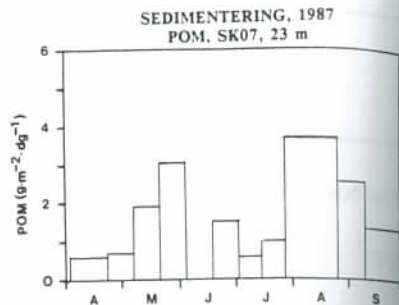
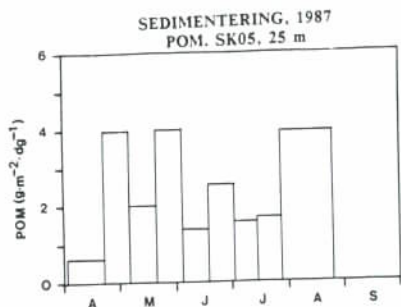
Fjørður	Støð	Dýpir	Botndýpi
1987			
Skálafjørður	SK05	25, 45 og 65 m	70 m
Skálafjørður	SK07	23, 43 og 53 m	57 m
Skálafjørður	SK11	20, 40 og 50 m	54 m
Sundalagið	SU37	25, 40 og 53 m	57 m
Kaldbaksfjørður	KA05	40 og 50 m	53 m
1988			
Skálafjørður	SK05	25, 45 og 65 m	70 m
Skálafjørður	SK10	25, 45 og 65 m	70 m
Sundalagið	SU41	25, 40 og 53 m	57 m
Kaldbaksfjørður	KA05	40 og 50 m	53 m

SKÁLAFJØRDUR

Úrslit

Sedimentering

Brutto sedimenteringin av POM á ymiskum dýpum í Skálafirði er vist á myndunum 3 og 4. Eisini sæst POM sum prosent av turrevni í hvørjum einstøkum prøva. Ójavnt er, hvussu nógv er sedimenterað tey ymisku tíðarskeiðini. Sum heild fylgdust broytingarnar í sedimenteringini tó rættiliga væl, niður ígjøgnum dýpið á somu støð. Hetta visir, at tá partiklarnir eru byrjaðir at søkka, gongur sedimenteringin rættiliga skjótt.



Mynd 3. Brutto sedimentering av POM á stöð SK05 og SK07 í tíðarskeiðinum 2/4 til 30/9 1987. Eisini sást POM sum prosentpartur av TPM í ávíkavist ovastu (●), mittastu (x) og niðastu fellu (○).

Mynd 4. Brutto sedimentering av POM á stöð SK05 og SK07 í tíðarskeiðinum 22-4 til 29-9 1988. Eisini sást POM sum prosentpartur av TPM í ávíkavist ovastu (●), mittastu (x) og niðastu fellu (○).

Eisini ímillum stöðirnar tykjast nøgdirnar av sedimenteraðum lívrönnum tilfari sum heild at fylgjast nakað, tó at sambandið her er nakað minni enn ímillum tey ymisku dýpini á somu stöð.

Lutfallið ímillum lívrönnið og ólívrönnið tilfar broyttist rættiliga nógv við tíðini. Sum heild var lutfalsliga meira av lívrönnum tilfari í teimum ovastu fellunum enn longri niðri ímóti botni. Onki samband tykist tó at vera ímillum nøgd av sedimenteraðum lívrönnum tilfari og lutfalsliga innihaldið av POM í fellunum. Hetta bendir á, at

- tilføringin av partiklum til sjógvin er frá meira enn einari keldu,
- lutfallið ímillum PIM og POM í teimum ymisku keldunum er ymiskt,
- lutfallið ímillum tilføringina av partiklum frá teimum ymisku keldunum broyttist við tíðini.

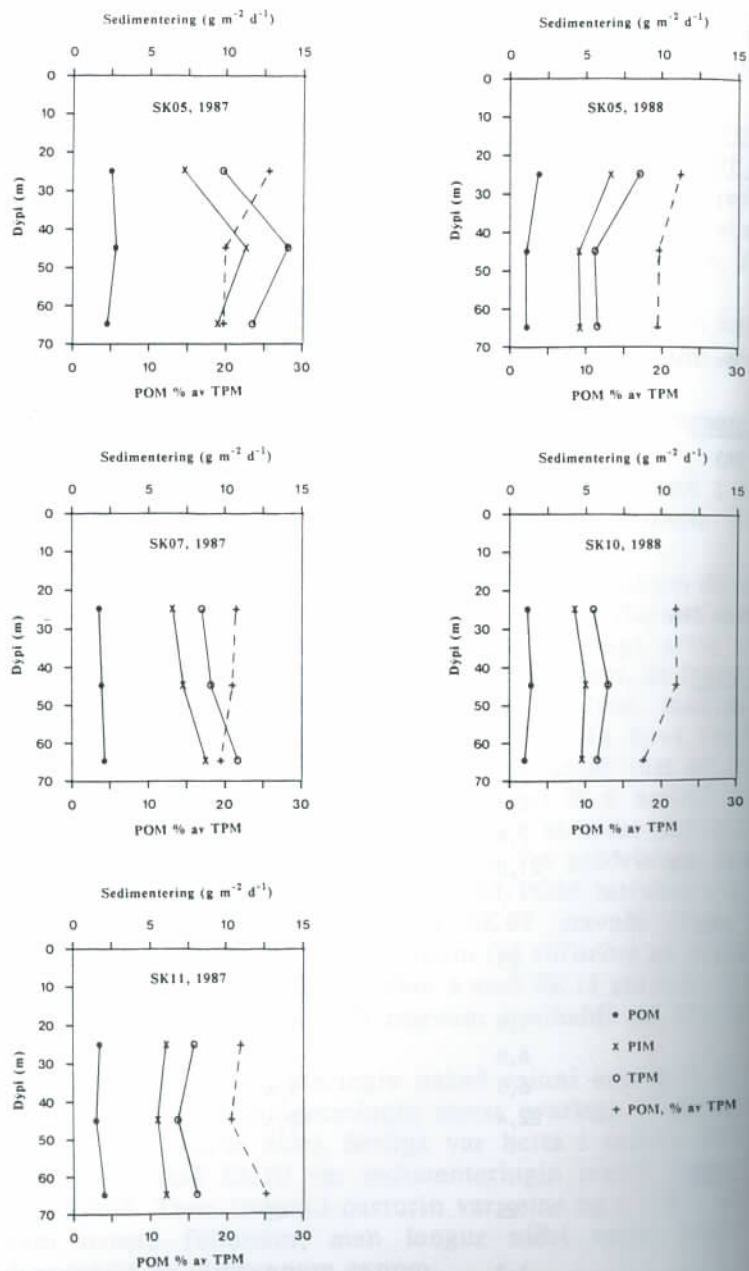
Sum heild var sedimenteringin nakað størri í 1987 enn í 1988, serliga seinnu helvt helvt av summarinum á teimum størru dýpunum.

Miðal sedimenteringin av TPM, PIM og POM á ymiskum dýpum á sumri 1987 og 1988, er víst á talvu 2 og á mynd 5. Harumframt er POM víst sum prosentpartur av TPM. Verður hugt eftir miðal sedimenteringini á ymiskum dýpum á somu stöð, sæst, at í 1987 var sedimenteringin á stöð SK05 størst á 45 metra dýpi, men á stöð SK07 og SK11 var hon størst niðri við botnin. Tá havt verður í huga, at kompensatióndýpið (t.e. dýpið, har ljósið júst er viknað somikið nógv, at ongin netto gróður er) oftast lá á umleið 15-20 metra dýpi (Gaard og Poulsen, 1990), er greitt, at hesar økingarnar í sedimenteringunum ikki kunnu vera komnar frá gróðrinum, men at tilfar má vera leitt til aðrastaðni frá. Á PIM/POM lutfallunum sæst eisini, at bæði á stöð SK05 og á SK07 stavaði tann økta sedimenteringin á teimum størru dýpunum frá tilføring av partiklum við nógvum ólívrönnum innihaldi. Men á stöð SK11 stavaði økingin tó frá tilføring av partiklum við nógvum innihaldi av lívrönnum evnum.

Í 1988 var miðal sedimenteringin nakað minni enn árið fyri. Á stöð SK05 var miðal sedimenteringin størst ovarlaga í sjónum, og var nakað minni longur niðri. Serliga var hetta í seinnu helvt av summarinum. Á stöð SK10 var sedimenteringin meira jøvn niður ígjøgnum dýpið. Tann lívrönni parturin var, eins og í 1987, størstur í teimum ovastu fellunum, men longur niðri ímóti botni var lutfalsliga meira av ólívrönnum evnum.

Talva 2. Miðal brutto sedimentering ($\text{g/m}^2/\text{dg}$) á ymiskum dýpum í Skálabirði á sumri 1987 og 1988.

<u>SK05, 1987</u>			
Dýpi (m)	25	45	65
POM	2,5	2,8	2,3
PIM	7,3	11,3	9,4
TPM	9,8	14,1	11,7
% POM av TPM	25,5	19,9	19,7
<u>SK07, 1987</u>			
Dýpi (m)	23	43	53
POM	1,8	1,9	2,1
PIM	6,6	7,2	8,7
TPM	8,4	9,1	10,8
% POM av TPM	21,4	20,9	19,4
<u>SK11, 1987</u>			
Dýpi (m)	20	40	50
POM	1,7	1,4	2,0
PIM	6,1	5,4	6,0
TPM	7,8	6,8	8,0
% POM av TPM	21,8	20,6	25,0
<u>SK05, 1988</u>			
Dýpi (m)	25	45	65
POM	1,9	1,1	1,1
PIM	6,6	4,5	4,6
TPM	8,5	5,6	5,7
% POM av TPM	22,4	19,6	19,3
<u>SK10, 1988</u>			
Dýpi (m)	25	45	65
POM	1,2	1,5	1,2
PIM	4,4	5,2	5,5
TPM	5,6	6,7	6,7

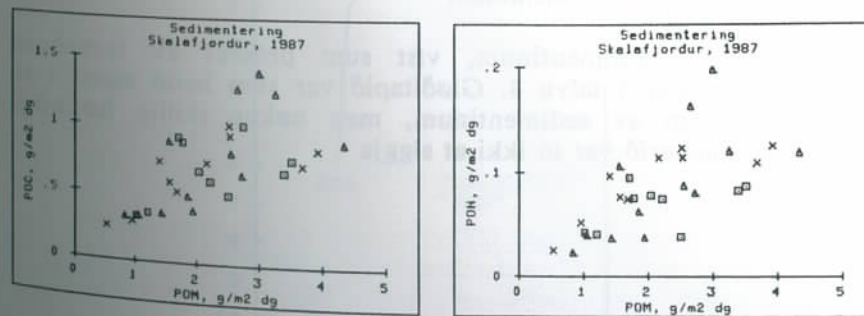


Mynd 5. Miðal sedimenteringin av PIM, POM og TPM á ymiskum stöðum og dýpum í Skálafirði á sumri 1987 og 1988. Eisini er víst POM sum prosentpartur av TPM.

Sedimenteringin av partikulerum lívrúnum kolevni (POC) og av partikulerum lívrúnum nitrogeni (PON) er bert mátað í 1987. Tilsamans eru tiknir 32 próvar. Sambandið imillum hesar nøgdirnar og sedimenteringina av POM er víst á mynd 6. Lutfallini POC/POM og PON/POM kunnu vera nakað ójövnt til ymiskar tíðir, men í miðal var

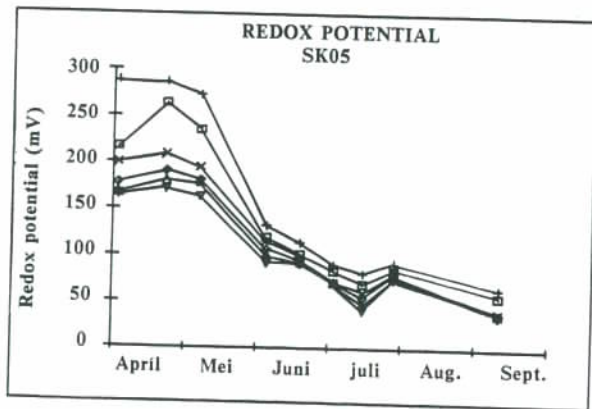
- POC = 0,32 x POM á øllum dýpunum (3)
- PON = 0,043 x POM á 20-25 metra dýpi (4)
- PON = 0,040 x POM á 40-45 metra dýpi (5)
- PON = 0,030 x POM á 50-65 metra dýpi (6)

Verður miðal sedimenteringin á talvu 2 sett í formlarnar omanfyri, fæst eitt leiðbeinandi mát fyri miðal sedimenteringina av POC og PON. Út frá hesum kann metast, at miðal brutto sedimenteringin av POC og PON í botnlagið (45 metra dýpi) í 1987 var ávíkavíst 0,65 og 0,08 $\text{g/m}^2/\text{dg}$ og í 1988 ávíkavíst 0,40 og 0,05 $\text{g/m}^2/\text{dg}$.

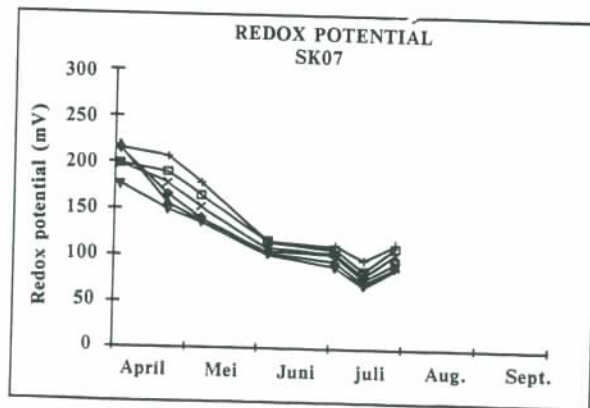


Mynd 6. Sambandið imillum sedimentering av POM og POC (vinstrumegin) og POM og PON (høgrumegin) í Skálafirði á sumri 1987. Krossar: 20-25 m, trikantar: 40-45 m og fýrakantar: 50-65 m dýpi.

Potentialið minkaði, sum summarið leið, men gjørdist tó ongantið negativt í teimum tíðarskeiðunum, tá mátað varð, t.v.s. 2/4-10/9 1987 og 24/4-29/8 1988. Á mynd 8 eru vist úrslitini frá mátingunum á støðunum SK05 og SK07 í tíðarskeiðinum 2/4-10/9 1987.



Merkj	
+	1 cm
□	2 cm
x	3 cm
◆	4 cm
▲	5 cm
▼	6 cm



Merkj	
+	1 cm
□	2 cm
x	3 cm
◆	4 cm
▲	5 cm
▼	6 cm

Mynd 8. Redox potentialið á støðunum SK05 og SK07 í tíðarskeiðinum 2/4-27/7 1987.

SUNDALAGIÐ OG KALDBAKSFJØRÐUR

Sedimentering

Eitt yvirlit yvir sedimenteringina av POM í Sundalagnum og Kaldbaksfirði er vist á myndunum 9 og 10. Sum heild lá sedimenteringin í Kaldbaksfirði á sama støði sum í Skálafirði, men í Sundalagnum var hon nakað meira, serliga á teimum størru dýpunum.

Eins og á Skálafirði var sedimenteringin í Sundalagnum og Kaldbaksfirði minni í 1988 enn í 1987. Serliga var hetta galdandi í seinnu helvt av summarinum.

Í 1987 vóru skiftini í tí livrunna partinum av TPM stór, men í 1988 var hetta meira javnt við tíðini (Myndirnar 9 og 10). Hesi skiftini benda á, eins og vist var á fyrr, at meira enn ein kelda var til tað sedimenterandi tilfarð, og at PIM/POM lutfallið í tilfarinum frá hesum keldunum var ikki tað sama. Harumframt er líkt til, at henda ójavn lutvísa tilføringin av partiklum av ymiskum uppruna var størri í 1987 enn í 1988.

Miðal brutto sedimenteringin av PIM, POM og TPM á ymiskum dýpum yvir alt summarið er vist á talvunum 5 og 6 og á mynd 11. Sedimenteringin var størri niðri ímóti botni enn longur uppi í sjónum. Henda økingin niðri við botn stavaði tó fyri tað mesta frá øktari tilføring av partiklum við nógvum ólivrunnum innihaldi, og er helst resuspenderað tilfar. Líkt er til, at henda resuspensiónin var serliga stór í Sundalagnum.

Sambandini ímillum brutto sedimentering av POM og POC og ímillum POM og PON á støð KA05 í Kaldbaksfirði eru vist á mynd 12. Sum leiðbeinandi mát fæst, at

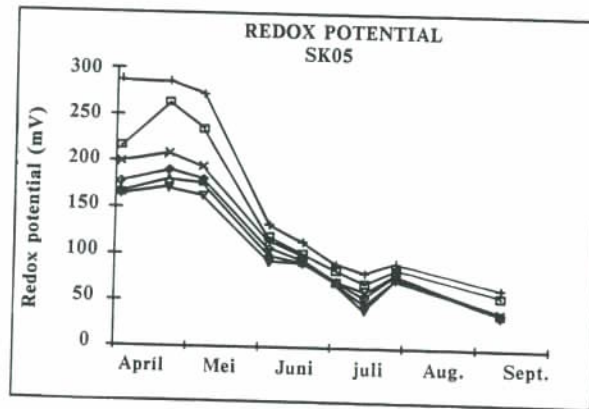
$$POC = POM \times 0,27 \quad (7)$$

$$PON = POM \times 0,036 \quad (8)$$

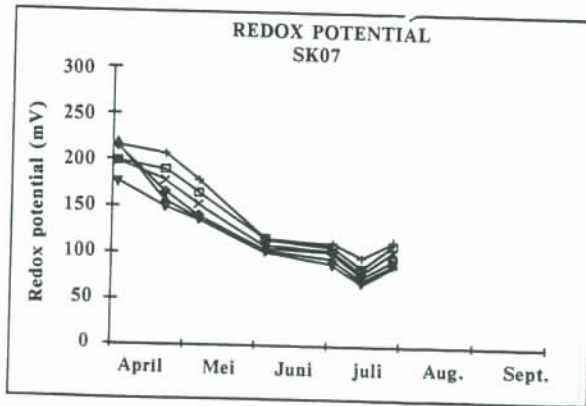
Í Sundalagnum eru ov fáar mátingar gjørdar av POC og PON, til at POM/POC og POM/PON lutfallini kunnu verða roknað. Mett verður, at hesi eru tey somu sum í Skálafirði (formlarnir (2) til (6)).

Við hesum formlunum og talvunum 5 og 6 sum grundarlagi, er miðal brutto sedimenteringin av POC og PON í botnvatnið, sum vist á talvunum 7 og 8.

Potentialið minkaði, sum summarið leið, men gjordist tó ongantið negativt í teimum tíðarskeiðunum, tá mátað varð, t.v.s. 2/4-10/9 1987 og 24/4-29/8 1988. Á mynd 8 eru vist úrslitini frá mátingunum á stöðunum SK05 og SK07 í tíðarskeiðinum 2/4-10/9 1987.



Merki	
+	1 cm
□	2 cm
x	3 cm
◆	4 cm
▲	5 cm
▼	6 cm



Merki	
+	1 cm
□	2 cm
x	3 cm
◆	4 cm
▲	5 cm
▼	6 cm

Mynd 8. Redox potentialið á stöðunum SK05 og SK07 í tíðarskeiðinum 2/4-27/7 1987.

SUNDALAGIÐ OG KALDBAKSFJÖRÐUR

Sedimentering

Eitt yvirlit yvir sedimenteringina av POM í Sundalagnum og Kaldbaksfirði er vist á myndunum 9 og 10. Sum heild lá sedimenteringin í Kaldbaksfirði á sama stöði sum í Skálafirði, men í Sundalagnum var hon nakað meira, serliga á teimum störru dýpunum.

Eins og á Skálafirði var sedimenteringin í Sundalagnum og Kaldbaksfirði minni í 1988 enn í 1987. Serliga var hetta galdandi í seinnu helvt av summarið.

Í 1987 vóru skiftini í tí lívrunna partinum av TPM stór, men í 1988 var hetta meira javnt við tíðini (Myndirnar 9 og 10). Hesi skiftini benda á, eins og vist var á fyrr, at meira enn ein kelda var til tað sedimenterandi tilfarð, og at PIM/POM lutfallið í tilfarinum frá hesum keldunum var ikki tað sama. Harumframt er líkt til, at henda ójavn lutvísa tilföringin av partiklum av ymiskum uppruna var störr í 1987 enn í 1988.

Miðal brutto sedimenteringin av PIM, POM og TPM á ymiskum dýpum yvir alt summarið er vist á talvunum 5 og 6 og á mynd 11. Sedimenteringin var störr niðri ímóti botni enn longur uppi í sjónum. Henda økingin niðri við botn stávaði tó fyri tað mesta frá øktari tilföring av partiklum við nógvum ólívrunnum innihaldi, og er helst resuspenderað tilfar. Líkt er til, at henda resuspensiónin var serliga stór í Sundalagnum.

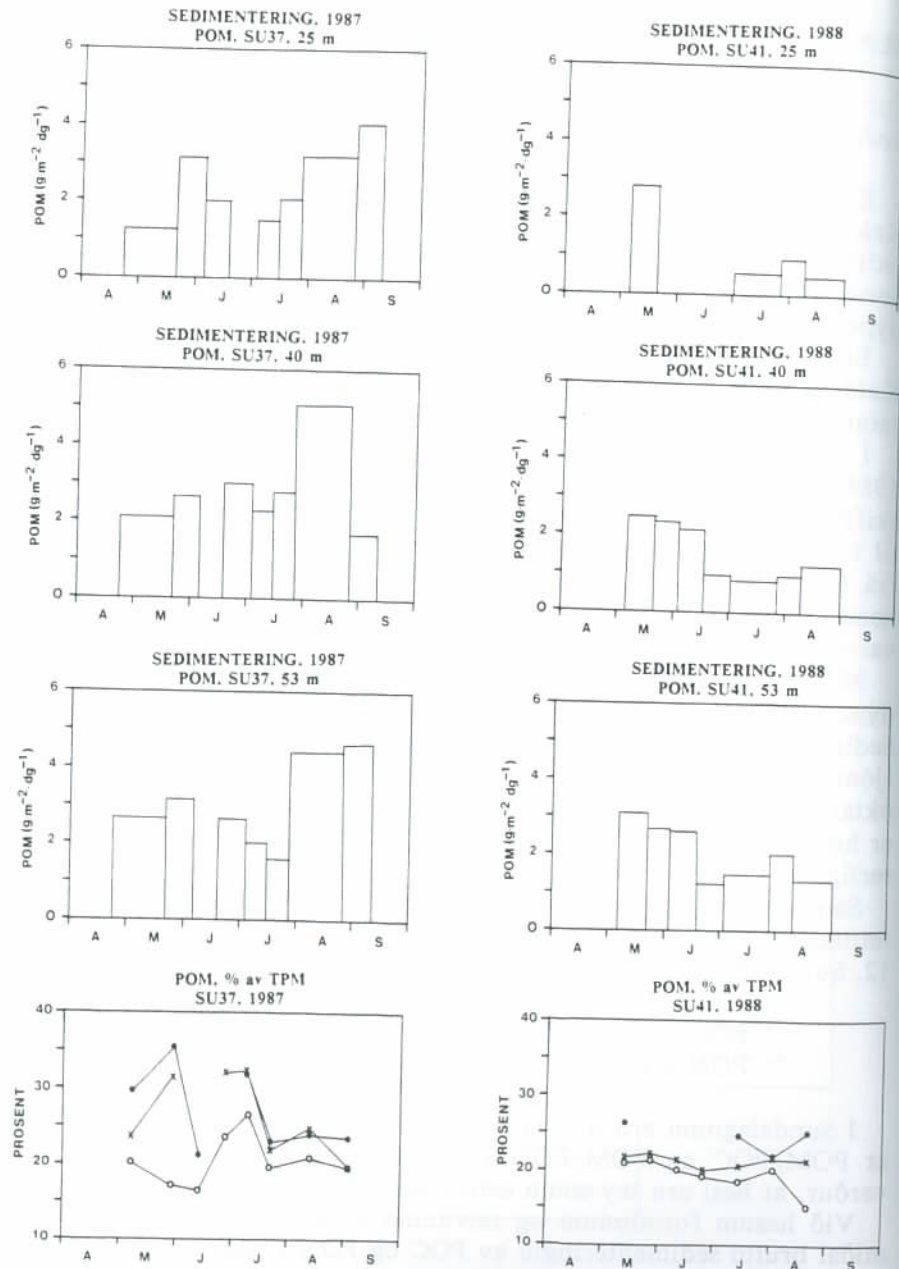
Sambandini ímillum brutto sedimentering av POM og POC og ímillum POM og PON á stöð KA05 í Kaldbaksfirði eru vist á mynd 12. Sum leiðbeinandi mát fæst, at

$$POC = POM \times 0,27 \quad (7)$$

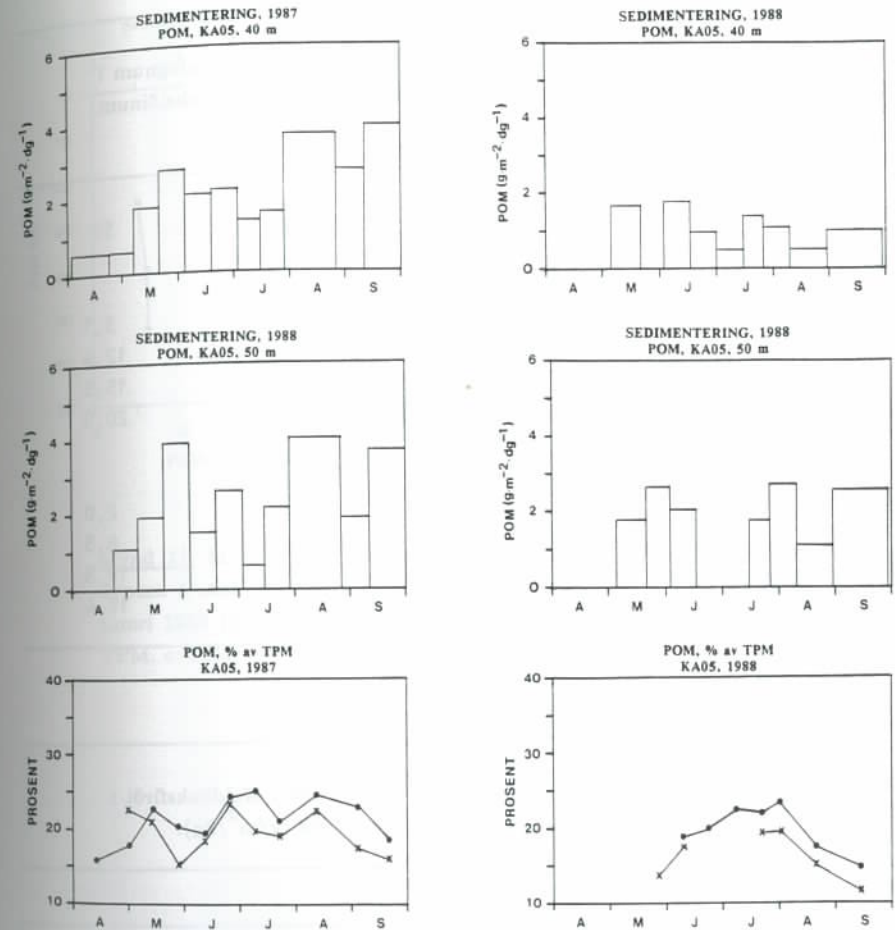
$$PON = POM \times 0,036 \quad (8)$$

Í Sundalagnum eru ov fáar mátingar gjørdar av POC og PON, til at POM/POC og POM/PON lutfallini kunnu verða roknað. Mett verður, at hesi eru tey somu sum í Skálafirði (formlarnir (2) til (6)).

Við hesum formlunum og talvunum 5 og 6 sum grundarlagi, er miðal brutto sedimenteringin av POC og PON í botnvatnið, sum vist á talvunum 7 og 8.



Mynd 9. Brutto sedimentering av POM á stöð SU37 á sumri 1987 á stöð SU41 á sumri 1988. Eisini sæst POM sum prosentpartur av TPM í ávíkavist ovastu (o), mittastu (x) og niðastu fellu (o).



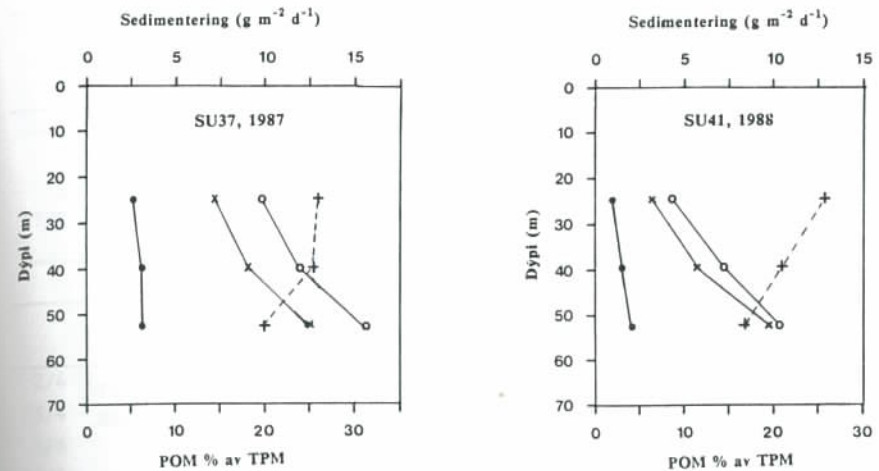
Mynd 10. Brutto sedimentering av POM á stöð KA05 á sumri 1987 og 1988. Eisini sæst POM sum prosentpartur av TPM í ávíkavist ovaru (o), niðaru fellu (x).

Talva 5. Miðal brutto sedimentering á stöð SU37 í Sundalagnum í tíðarskeiðinum 22/4 - 10/9 1987 og á stöð SU41 í tíðarskeiðinum 5/5-30/8 1988 ($g/m^2/dg$).

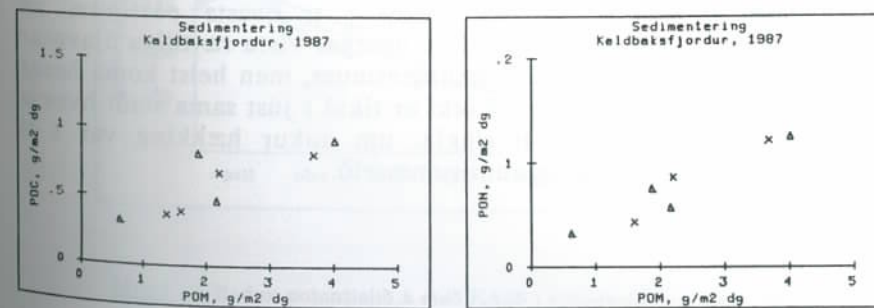
Dýpi (m)	25	40	53
<u>1987</u>			
POM	2,5	3,0	3,1
PIM	7,2	8,9	12,4
TPM	9,7	11,9	15,5
% POM av TPM	25,8	25,2	20,0
<u>1988</u>			
POM	1,1	1,5	2,0
PIM	3,2	5,7	8,3
TPM	4,3	7,2	10,3
% POM av TPM	25,6	20,8	19,4

Talva 6. Miðal brutto sedimentering á stöð KA05 í Kaldbaksfirði í tíðarskeiðunum 2/4 - 30/9 1987 og 5/4 - 28/9 1988 ($g/m^2/dg$).

Dýpi (m)	40	50
<u>1987</u>		
POM	2,3	2,5
PIM	8,4	10,8
TPM	10,7	13,3
% POM av TPM	21,5	18,8
<u>1988</u>		
POM	1,1	2,1
PIM	4,5	11,1
TPM	5,6	13,2
% POM av TPM	19,6	15,9



Mynd 11. Miðal sedimentering av PIM, POM og TPM á ymskum dýpum á stöð SU37 á sumri 1987 (vinstrumegin) og á stöð SU41 á sumri 1988 (høgrumegin). Eisini er víst POM sum prosentpartur av TPM. o: PIM, x: POM, o: TPM, +: POM % av TPM.



Mynd 12. Sambandið ímillum sedimenterað POM og POC (vinstrumegin) og POM og PON (høgrumegin) í Kaldbaksfirði á sumri 1987. Krossar: 40 m, tríkantar: 50 metra dýpi.

Talva 7. Miðal brutto sedimentering av POC og PON á 40 metra dýpi á stöð KA05 í Kaldbaksfirði á sumri 1987 og 1988 ($\text{g}/\text{m}^2/\text{dg}$).

	1987	1988
POC	0,62	0,30
PON	0,08	0,04

Talva 8. Miðal brutto sedimentering av POC og PON á 40 metra dýpi í stöð SU37 á sumri 1987 og á stöð SU41 í Sundalagnum á sumri 1988. ($\text{g}/\text{m}^2/\text{dg}$)

	1987	1988
POC	0,96	0,48
PON	0,12	0,06

Livrúnið innihald í sedimentinum

Gløðitapið í sedimentinum á stöð KA05 er vist á talvu talvu 9. Sum heild var meiri livrúnið evni í tí ovasta partinum av sedimentinum, enn longur niðri. Mátungarnar vísu rættiliga ójavnar nögdir í tí ovasta partinum av sedimentinum, men helst koma hesar broytingarnar av, at sedimentið ikki er tikið í júst sama staði hvørja ferð. Tað ber tí ikki til at síggja, um nökur hækking var í tí livrunna innihaldinum ígjøgnum summarið.

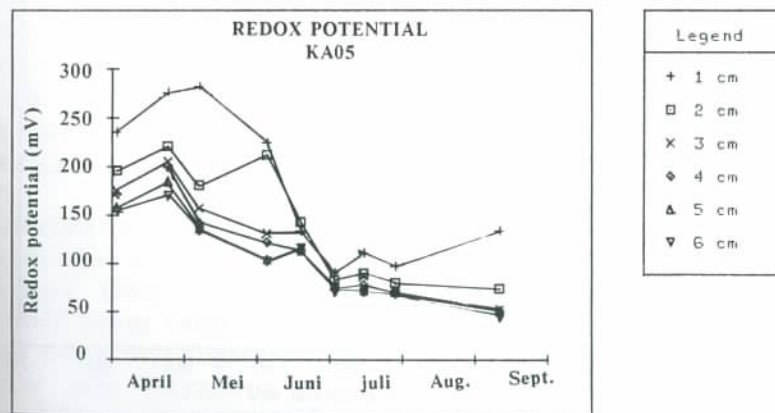
Redox potentialið

Á mynd 13 eru redox potentialini á stöð KA05 í Kaldbaksfirði vist í ymiskum dýpum í tíðarskeiðinum april-september 1987. Tað sæst, at potentialini líkturs rættiliga nógv teimum á Skálafirði. Tey

minkaðu ígjøgnum alt summarið og fylgdust væl við nøgðini av oxygeni í sjónum beint omanfyri sedimentið. (sí Hansen 1990b).

Talva 8. Gløðitap (prosentpartur av turrvekt) á ymiskum dýpum á stöð KA05 2/4 - 27/7 1987.

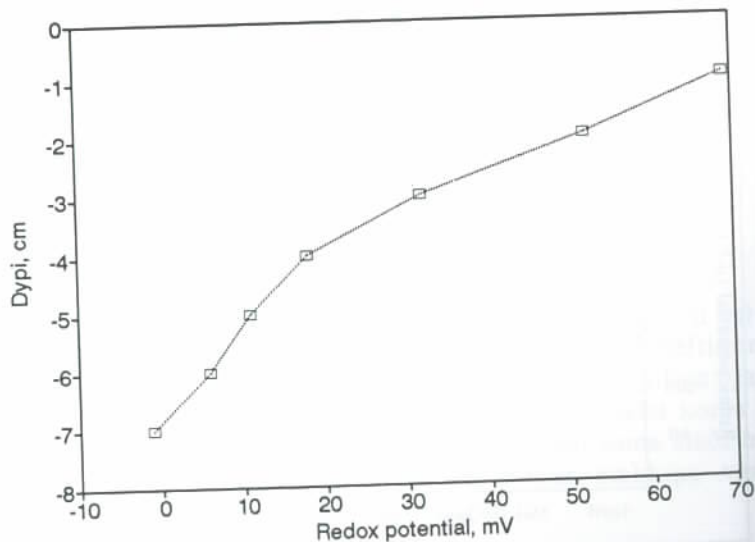
	0 cm	1 cm	3 cm	5 cm
2/4	8,1	8,4	8,7	8,4
23/4	10,9	10,5	9,3	8,9
4/6	9,6	8,6	8,5	8,5
18/6	12,2	10,6	9,6	9,2
27/7	11,1	11,3	11,3	9,7



Mynd 13. Redox potentialið á stöð KA05 í tíðarskeiðinum 2/4 - 27/7 1987.

Í Sundalagnum vóru viðhvørt trupulleikar við at fáa mórana upp frá botni, so ov fáar mátingar eru gjørdar til, at gongdin ígjøgnum summarið kann siggjast. Men tær mátingarnar, ið eru gjørdar, benda á, at redox potentialini í norðara parti av Sundalagnum vóru nakað lægri enn í Skálafirði og Kaldbakfirði, serliga seint um summarið.

Á mynd 14 er víst, hvussu redox potentialið var á ymiskum dýpum í sedimentinum hin 12/9-87. Tað sæst, at potentialið var sum heild lágt, og niðri á 7 metra dýpi var tað negativt. Virðini vóru somikið smá, at nakað av sulfatreduktiún kann vera hend. Viðmerkjast kann, at onkuntið var lagt til merkis, at móran luktaði av svávlbrintu (H_2S), og hetta bendir eisini á, at so hevur verið. Trúligt er tó ikki, at stórar nøgdir av svávlbrintu hava verið í sedimentinum, tá nevnda kanning er gjørd, av tí at sulfidoxidatiún helst eisini er hend. Í Kaldbakfirði og Skálafirði var ongantið lagt til merkis luktur av svávlbrintu.



Mynd 14. Redox potentialið í ymiskum dýpum í sedimentinum á støð SU37 hin 12. september 1987.

VIÐGERÐ AV ÚRSLITUM

Sedimentering

Samanbórið við líknandi firðir í grannalondum okkara, var sedimenteringin í teimum kannaðu økjunum ógvuliga stór. Sedimenteringin av POC lá í 1987 frá 0,13 til 1,63 $g/m^2/dg$ og í 1988 frá 0,06 - 1,28 $g/m^2/dg$. Hetta er ógvuliga nógv, og er umleið 2 - 3 ferðir meira, enn vanligt er framvið norsku og svensku vesturstrondini (Wassmann, 1984; Skjoldal and Wassmann, 1986; Lindahl, 1988).

Tað, sum fellurnar samlaðu, var brutto sedimentering, t.v.s. bæði tað, ið sedimenteraði fyrstu ferð, ið verður nevnt netto sedimentering, og resuspenderað tilfar. Hetta er tilfar, ið er leitt uppafur frá botni við rákinum og er blandað saman við tí tilfarinum, ið var har frammanundan. Resuspenderað tilfar verður tí mátað frá einum øki, ið er nógv ferðir størri enn tað, sum fellurnar annars máta.

Ikki er gjørligt beinleiðis at máta, hvussu stórir partur av tí samlaðu sedimenteringini er resuspenderað tilfar, og hvussu nógv er netto sedimentering. Men við at nýta PIM/POM lutfallið, ber til at gera eina varisliga meting.

Í fellunum var lívrundið tilfar (POM) oftast 20-30% av tí samlaða tilfarinum (TPM), men tann ovasti parturin av sedimentinum hevði bert eitt lívrundið innihald upp á í miðal 12% í Skálafirði og 10,4% í Kaldbakfirði. Resuspensión ger tí, at POM/TPM lutfallið í tí sedimenteraða tilfarinum gerst minni, og at PIM/TPM lutfallið gerst størri.

Lutfalsliga nógv av ólívrunnum tilfari var í fellunum, sammett við líknandi økir aðrastaðni (Wassmann 1983; 1984; 1985; Skjoldal og Wassmann, 1986; Lindahl, 1988). Hetta bendir á, at resuspensiónin sum heild hevur verið stór.

Tær stóru broytingarnar í POM/TPM lutfallinum í fellunum til ymiskar tíðir (Myndirnar 3, 4, 9 og 10) vísa harumframt, at resuspensiónin hevur verið rættiliga ójovn til ymiskar tíðir. Viðhvørt var tann lívrundi parturin í tí sedimenteraða tilfarinum litil, og resuspensiónin hevur tá verið stór. Onnur tíðarskeið var ein størri partur av tí sedimenteraða tilfarinum lívrundið tilfar, og resuspensiónin hevur tá helst verið minni.

Eisini á teimum ymisku dýpunum var resuspensiónin ójovn. Bæði í Skálafirði, Kaldbakfirði og í Sundalagnum var miðal sedimenteringin á teimum størri dýpunum størri enn í teimum ovastu fellunum (Talvurnar 2, 5 og 6 og myndirnar 5 og 11). Av tí

at allar fellurnar hingu væl undir kompensatíonsdýpinum, ið oftast var á umleið 15-20 metra dýpi, er greitt, at tann økta sedimenteringin ikki kann vera komin beinleiðis frá gróðri, men má vera ferd til við rákinum. Undantikið ta innastu felluna í Skálafirði í 1987, stavaði økingin í sedimenteringini niðri við botn í mun til fellurnar omanfyri, altið frá tilfari við mógvum ólivrunnum partiklum, og má tí metast at vera resuspenderað tilfar. Men á støð SK11 í 1987 stavaði tann økta sedimenteringin niðri við botn frá tilføring av evnum við nógvum livrunnum tilfari, og POM sum prosentpartur av TPM øktist í hesum føri í miðal frá 20,9 á 40 metra dýpi til 25,0% á 50 metra dýpi. Tað er tí illa hugsandi, at henda økingin kann stava frá resuspensión, men heldur man tað vera komið við rákinum frá onkrari keldu har nærhendis. Ov fáar mátingar eru gjørdar av streymi og sedimentering til at greinast kann út í æsir rákið av partiklum, og vit vita tí ikki, hvaðani henda eyka tilføringin er komin. Tá gróðurin ikki er tikin við, vóru alibrúkini tær einastu stóru keldurnar av partiklum við nógvum livrunnum evnum í innara parti av Skálafirði. Trúligt er tí, at henda økingin í sedimenteringini niðri við botn stavaði beinleiðis frá alibrúkum, ið liggja har nærhendis. Sambært mátingum hjá Hansen (1990a) av streymgongdini er harumframt mest sannlíkt, at tilfarið er komið frá keldum framvið eystara arminum á fjørðinum.

Við at samanbera POM/TPM lutfallið í fellunum við POM/TPM lutfallið í tí ovasta partinum av sedimentinum og í netto sedimenteringini, kann ein leyslig meting gerast av, hvussu nógv er resuspenderað tilfar, og hvussu nógv er netto sedimentering. Hetta verður roknað út eftir formlinum niðanfyri:

$$POM_n = ((POM)_f - r_s(TPM)_f)(r_n/(r_n - r_s)) \quad (9)$$

har

$(POM)_f$ = POM í fellunum

$(TPM)_f$ = TPM í fellunum

$(POM)_n$ = netto sedimentering av POM

r_s = (POM/TPM) í tí ovasta lagnum av sedimentinum

r_n = (POM/TPM) í tí netto sedimenteraða tilfarinum

Fleiri óvissur eru í útrokningunum, og tær geva bert eitt leiðbeinandi mát fyri, hvussu stórus partur var resuspensión, og hvussu nógv var netto sedimentering. Ein stórus trupulleiki er at meta um r_n , t.v.s. POM/TPM lutfallið í tí netto sedimenteraða tilfarinum. Hetta verður mett at vera umleið 0,50, men kann vera ein undirmeting. r_s hava vit mátað at vera í miðal 0,12 í Skálafirði og 0,104 í Kaldbaksfirði. Í norðara parti av Sundalagnum eru ov

fáar mátingar gjørdar av PIM/TPM innihaldinum í sedimentinum, og virðið er tí sett til tað sama sum í Skálafirði. Hetta kann vera skeivt, og útrokningarnar av resuspensiónini í Sundalagnum eru tí meira óvissar enn útrokningarnar fyri Skálafjørð og Kaldbaksfjørð.

Við hesum fyrivarni og við formlu (9) sum grundarlagi, verður miðal resuspensiónin og netto sedimenteringin á ymiskum dýpum í Skálafirði, Kaldbaksfirði og í Sundalagnum norðan fyri Streymin, sum víst á talvu 9. Umrokningin frá POM til POC er gjørd eftir formlunum (3) og (7). Tølini á talvuni vísa, hvussu nógv av tí, sum er í fellunum, er netto sedimentering, og hvussu nógv er resuspensión. Men tað tilfarið, ið verður resuspenderað frá grunnum botni, verður samlað í øllum fellunum niður ígjøgnum sjógvin. Hinvegin kann ikki væntast, at tilfar, sum verður resuspenderað í botnvatninum, fer so langt upp, at tað verður samlað í teimum ovaru fellunum. Skal resuspensiónin niðanfyri t.d. 45 metra dýpi finnast, gerst hetta tí við at taka munin ímillum resuspensiónina á 45 metra dýpi og longur uppi, t.d. 25 m.

Í Skálafirði var resuspensiónin størst omanfyri 25 metra dýpi, men í botnvatninum var ongin resuspensión at siggja. Í Kaldbaksfirði og norðara parti av Sundalagnum var resuspensiónin eisini størst ovarliga í sjónum, men nakað av resuspensión var tó eisini í botnvatninum. Tað, at ongin resuspensión var at siggja í botnvatninum í Skálafirði, hóskar væl við tær streymmátingarnar, sum eru gjørdar (Hansen 1990a, Hansen 1990b), og sum vísa, at tað størsta rákið var í teimum ovastu vatnløgunum, meðan litið ella onki rák var í botnvatninum, meðan avlæst var. Í Kaldbaksfirði og Sundalagnum var tó nakað av resuspensión niðanfyri 40 metra dýpi. Men tíðarskeiðið, tá botnvatnið er avlæst í hesum báðum økjum, er munandi styttri enn í Skálafirði (Hansen, 1990b), og mátingar av sedimenteringini í hesum báðum økjum vórðu eisini gjørdar, tá botnvatnið ikki var avlæst. Meginparturin av resuspensiónini í teimum djúpu fellunum í Kaldbaksfirði og Sundalagnum stavaði frá áðrenn og aftaná, at botnvatnið var avlæst.

Í øllum teimum kannaðu økjum vóru bæði netto sedimenteringin og resuspensiónin í miðal munandi minni í 1988 enn í 1987. Í Skálafirði var sedimenteringin av livrunnum evnum (POM) í botnvatnið í 1988 í miðal 63% í mun til árið frammanundan, og í Sundalagnum og Kaldbaksfirði ávíkavist 44 og 48%.

Fyri at skiljast kann, hvørji viðurskifti ávirka sedimenteringina í okkara firðum og sundum, er neyðugt við einari gjøllari vitan um ringrásirnar av livrunnum evnum og tøðsøltum. Hesi viðurskifti verða viðgjørd nærri í greinunum "Tøðevni og gróðrarlíkindi hjá plantuæti" og í greinini "Eru føroysku gáttarfirðirnir dálkaðir?", sum báðar eru í hesum riti.

Talva 9. Miðal resuspensión, netto og brutto sedimentering av POC ($\text{g/m}^2/\text{dg}$) á ymiskum dýpum í Skálafirði, Kaldbakfirði og norðara parti av Sundalagnum í tíðarskeiðunum 2/4-30/9 1987 og 24/4-29/9 1988.

Dýpi, m	Brutto	Netto	Resuspensión
<u>Skálafjørður</u>			
1987			
0-25	0,64	0,40	0,24
0-45	0,65	0,34	0,31
0-65	0,68	0,38	0,30
1988			
0-25	0,50	0,30	0,20
0-45	0,42	0,24	0,18
0-65	0,37	0,20	0,17
<u>Kaldbakfirði</u>			
1987			
0-40	0,62	0,40	0,22
0-50	0,68	0,38	0,30
1988			
0-40	0,30	0,18	0,12
0-50	0,56	0,25	0,31
<u>Sundalagið</u>			
1987			
0-25	0,80	0,56	0,24
0-40	0,96	0,66	0,30
0-53	0,99	0,52	0,47
1988			
0-25	0,35	0,25	0,10
0-40	0,48	0,27	0,21
0-53	0,64	0,32	0,32

Sedimentið

Redox potentialið (E_h) vísir lutfallið ímillum oxyderaðar og reduseraðar ionir í poruvatninum. Potentialið verður bæði ávirkað av evnafrøðiligum og mikrobiellum virkni og av leiðing av oxygeni niður í poruvatnið.

Í oxygenríkum sjógvi er E_h vanlig á omanfyri 500 mV, og er E_h minni er 100-300 mV, er vanlig onki av oxygeni til staðar. Í redoxpotentialum undir umleið 300 mV er tann støðugi formurin hjá jarni Fe^{2+} og hjá nitrogeni NH_4^+ . Er redox potentialið undir umleið -100 til -200 mV, verður sulfat (SO_4^{2-}) reduserað til sulfid (S^{2-}).

Máttingarnar av redoxpotentialinum í Skálafirði og Kaldbakfirði vísu ongantið virðir, ið vóru so lág, at vandi var fyri, at svávlbrinta var í sedimentinum í teimum tíðarskeiðunum, tá mátað varð. Men í Sundalagnum var redox potentialið nakað lægri, og kann seint um summarið hava verið somikið lágt, at H_2S hefur verið niðarlaga í sedimentinum. Tað, at redox potentialið var lægri í Sundalagnum enn í Kaldbakfirði og Skálafirði, er eisini í samsvar við mátingarnar av sedimenteringini, ið var munandi størri í Sundalagnum enn í hinum báðum økjum.

Svávul, ið verður reduserað niðarlaga í sedimentinum, kann seyra upp ímóti yvirflatuni á móruni. Um eitt lag longur uppi í móruni er oxyderandi, verður H_2S oxyderað eftir bruttoformlinum



Sulfatreduktióin-sulfidoxidatióin krevur tí nógv oxygen, og kann undir tilikum umstøðum vera ein tíðandi partur av tí samlaðu botnandingini (Jørgensen, 1977; Revsbeck o.fl., 1986).

Máttingar eru ikki gjørdar av sulfatreduktióinini í sedimentinum, og vit vita tí ikki, hvussu nógv sulfatreduktióin hefur verið. Men av tí at redox potentialið í sedimentinum í Skálafirði og Kaldbakfirði var somikið høgt, er ikki sannlíkt, at nøkur sulfatreduktióin av týðningi hefur verið. Tó er sannlíkt, at nakað av sulfatreduktióin helst var í norðara parti av Sundalagnum seint um summarið.

Tá havt verður í huga, tær smáu nøgdin av oxygeni seint á sumri í Skálafirði og tann stóra sedimenteringin av lívrúnum partiklum niður á botnin, eru redox potentialini rættuliga høg. Men sambært Nørrevang (1990) eru fleiri sløg av skeljum og bustormum, ið velja botnin og leiða sjógv við oxygeni, ígjøgnum rør og smogur í sedimentinum. Botndjórini hava tí alstóran týðning fyri at forða fyri, at viðurskiftini í sedimentinum gerast reduserandi.

Niðurbrotning av lívrnunum evnum

Beinleiðis mætingar av botnandingini í Skálafirði í tíðarskeiðinum 10.-13. september 1987 bendu á, at andingin var 0,8 - 1,2 g O₂/m²/dg. Úrslitini vistu harumframt, at botnandingin broyttist við dýpunum, soleiðis at mest anding var á teimum størstu dýpunum. Verður hædd tikin fyri, at botnviddin á teimum ymisku dýpunum var ymisk, fæst, at botnandingin niðanfyrir 50 metra dýpi í hesum tíðarskeiði í miðal hevur verið umleið 0,96 g O₂/m²/dg.

Hansen (1990b) hevur við mætingum av oxygeni í botnvatninum og blandingini ímillum miðlagið og botnlagið roknað, at botnandingin niðanfyrir 50 metra dýpi í Skálafirði í 1987 og 1988 var í miðal ávikavist 0,96 og 0,74 g O₂/m²/dag. Tað sæst sostatt, at hesir báðir óheftu mátarnir at kanna botnandingina hava givið sama úrslit. Hinvegin, so benda oxygen mætingarnar á, at andingin minkaði við dýpi, meðan beinleiðis mætingarnar, sum nevnt benda á tað øvuga. Trupulleikar eru við báðum mátiðættingum, og ilt er at siga, hvat er rættari, men miðalnýtslan man helst vera á leið.

Nøgdin av oxygeni, ið brúkt verður, gevur eina ábending um, hvussu nógv lívrunnin evni verða niðurbrotin. Verður roknað við einum respiratións faktori (t.e. gjørt CO₂/brúkt O₂) uppá 0,85 fæst, at fyri hvørt gramm av O₂, ið brúkt verður, verða niðurbrotin 0,319 g av lívrnunum C, ella at fyri hvørt gram av POC sum verður niðurbrotið, verða brúkt 3,14 g av C. (Wassmann, 1984).

Líkt er til, at bert ein partur av tí lívrnunna tilfarinum, sum sedimenterar, verður niðurbrotin, og at ein partur verður liggjandi í sedimentinum. Hetta sæst av, at ein partur av tilfarinum í sedimentinum er lívrundið tilfar. Í Skálafirði var hesin parturin umleið 12% (Talva 4). Í tí tilfarinum, sum sedimenteraði, var í miðal 20,5% av tilfarinum lívrundið (Talva 2). Hetta bendir á, at bert umleið helvtin av tí sedimenteraða tilfarinum varð niðurbrotin, og at restin varð liggjandi. Um vit siga, at alt tað ólívrnunna tilfarið, sum sedimenterar, verður liggjandi, at ein ókendur partur r av tí lívrnunna tilfarinum verður niðurbrotin, og at restin (1-r) verður liggjandi, fæst at

$$r = 1 - ((G/(1-G))((1-R)/R)) \quad (11)$$

har

G er parturin av lívrnunum evnum í sedimentinum

R er parturin av lívrnunum evnunum í fellinum

Tílikar útrokningar verða nógv ávirkaðar av tí lívrnunna innihaldinum í sedimentinum, og eru tí tengdar at einari ávísari óvissu.

Nýta vit formulin omanfyri fæst, at í Skálafirði vórðu umleið 46% av tí sedimenteraða tilfarinum niðurbrotin og í Kaldbaksfirði umleið 55%. Í Sundalagnum vóru ov fáar mætingar gjørdar av lívrnunum tilfari í sedimentinum, so ikki er gjørligt at gera tílikar útrokningar fyri hetta økið.

Í Skálafirði hava vit sostatt tvær óheftar mætingar av, hvussu nógv lívrundið tilfar varð niðurbrotið í sedimentinum á sumri 1987 og 1988. Onnur er frá botnandingini og hin er frá sedimenteringini. Á talvu 10 eru úrslitini frá hesum báðum mætingunum vist.

Talva 10. Niðurbrotning av lívrnunum evnum í sedimentinum niðanfyrir 50 metra dýpi í Skálafirði á sumri 1987 og 1988 (g C/m²/dg). Úrslitini eru grundað á mætingar av ávikavist botnanding og sedimentering.

Ár	Botnanding	Sedimentering
1987	0,31	0,30
1988	0,24	0,18

Í Kaldbaksfirði eru ongi nógv álítandi tøl fyri botnandingina, og niðurbrotningin av lívrnunum evnum kann tí bert metast út frá sedimenteringini. Út frá hesum var niðurbrotningin á sumri 1987 og 1988 í miðal ávikavist 0,37 og 0,31 g C/m²/dg. Hesi tølini eru ikki so álítandi sum tølini fyri Skálafjørð, og kunnu vera ein yvirmeting. Í Sundalagnum er ikki gjørligt at gera nakra mæting av, hvussu nógv verður niðurbrotið í sedimentinum.

Sum víst er á áður, eru ikki nógv mikið av mætingum gjørdar av tí lívrnunna tilfarinum í sedimentinum í Sundalagnum, til at roknað kann, hvussu nógv av tí sedimenteraða tilfarinum verður niðurbrotið. Men meta vit, at umleið helvtin av tí tilfarinum, sum sedimenteraði, varð niðurbrotið, fæst, at botnandingin á sumri 1987 og 1988 í miðal hevur verið umleið 1,3 g O₂²/dg.

English summary. The sedimentation of organic particles was measured during the periods April-September 1987 and 1988 in the sill fjords Skálafjørður, Kaldbaksfjørður and the northern part of Sundalagið. About 30-50% of the flux of particles into the stagnant water is believed to be resuspended from above 40-45m depth. The stagnant water therefore acts as a pool for particles from an area, which is far bigger than the area of the stagnant water. Only about 50% of the organic particles which sedimented during the summer periods, were mineralised during the stagnant period.

The redox potentials in the sediment pore water were relatively high in Skálafjørður and Kaldbaksfjørður, and sulfat reduction therefore is not believed to take place. But in Sundalagið the potentials were lower, and some sulfate reduction may have taken place during the latest part of the stagnant periods.

BÓKMENTIR

Dean, W. E. jr., 1974. Determination of carbonate carbon and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods. *J. sedim. petrol.* 44: 343 - 248.

Fenchel, T., 1969. The ecology of marine microbenthos. IV. Structure and function of the benthic ecosystem, its chemical and physical factors and the microfauna communities with special reference to the ciliated protozoa. *Ophelia*, 6: 1-182.

Gaard, E. og M. Poulsen, 1990. Tøðsølt og gróðrarlíkindi hjá plantuæti. Í hesum riti.

Hansen, B. og M. Poulsen, 1987. Illtrot á føroyskum gáttarfirðum. *Fiskirannsóknir* 4: 69-89.

Hansen, B. 1990a. Rák og útskipting í ovaru løgnum á føroyskum gáttarfirðum. Í hesum riti.

Hansen, B. (1990b). Oxygentrot og útskipting í botnvatninum á føroyskum gáttarfirðum. Í hesum riti.

Jørgensen, B.B., 1977. The sulphur cycle of a coastal marine sediment (Limfjorden, Denmark). *Limnol. Oceanogr.* 22: 814-832.

Kanneworff, D. and H. Christensen, 1986. Benthic community respiration in relation to sedimentation of phytoplankton in the Øresund. *Ophelia*, 26:269-284.

Lindahl, O., 1988. Horezontal water movement and sedimentation measurement. Í: *Sediment trap studies in the nordic countries 1: 149-158.* Workshop proceedings. Tvärminne Zoologiska Station, Finland, 24.-28. Februar 1988. Ed.: P. Wassmann og A.-S. Heiskanen.

Nørrevang, A., 1990. Botndjórálvið á føroyskum gáttarfirðum. Í hesum riti.

Pamatmat, M.M., 1971. Oxygen consumption by the seabed IV. Shipboard and laboratory experiments. *Limnol. Oceanogr.* 16(3): 536-550.

Revsbeck, N.P., B.Madsen and B.N.Jørgensen, 1986. Oxygen production and consumption in sediments determined at high spatial resolution by computer simulation of oxygen microelectrode data. *Limnol. Oceanogr.* 31(2): 293-304.

Skjoldal, H. R. and P. Wassmann, 1986. Sedimentation of particulate organic matter and silicium during spring and summer in Lindáspollene, Western Norway. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 30: 49-63.

Vandkvalitetsinstituttet, ATV, 1987. Skálafjørður og Sundini, 1985. Belastning og tilstand. Sagsnr. 94.450, 166 pp. + bilag.

Wassmann, P. 1983. Sedimentation of organic and inorganic particulate material in Lindáspollene, a stratified, land-locked fjord in western Norway. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 13: 237-248.

Wassmann, P. 1984. Sedimentation and benthic mineralization of organic detritus in a Norwegian fjord. *Mar. Biol.* 83: 83 - 94.

Wassmann, P. 1985. Sedimentation of particulate material in Nordásvannet, a hypertrophic, land-locked fjord in western Norway. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 22: 259-271.

Wassmann, P. 1986. Organisk materiale i det marine miljø: Kilder. *Naturen*, 1: 8-15.

Óxygenrot og útskipting í botnvatninum á føroyskum gáttarfirðum

Bogi Hansen, Fiskirannsóknarstovan

Samandráttur. Djúpastu partarnir av Skálafirði, Kaldbaksfirði og Sundalagnum norðan fyri Streym verða vanliga læstir av partar av árinum. Hesa tíðina kemur lítið av nýggjum sjógvi til avlæsta botnvatnið, og nøgdin av oxygeni í tí minka, vegna tað at rotbakteriur og djór taka oxygen úr sjónum. Í greinini verður við støði í innsavnaða kanningartilfarinum lýst, hvussu viðurskiptini eru í avlæsta botnvatninum, og serligur dentur verður lagdur á at meta um, hvussu stór oxygennýtslan hjá djórum og bakterium hevur verið ymsu árinum. Ein partur av hesum oxygeni er komin niður í botnvatnið aftan á avlæsingina við blanding, og roynt verður at meta um, hvussu nógv hetta er, og hvussu ymiskt tað kann vera ymisk ár.

INNGANGUR

Aðrastaðni í hesum riti er nevnt, at á Skálafirði, Kaldbaksfirði og í Sundalagnum norðan fyri Streym gerst hvørt ár eitt botnlag, sum verður læst av nakrar mánaðir frá restini av fjørðinum og frá sjónum uttanfyri. Andingin hjá fiski og øðrum djórum og rotingin av livrunnum tilfari - av náttúrligum ella mannaskaptum uppruna - tekur burtur av tí oxygeni, sum er upployt í sjónum, og vandi er fyri, at so stórir partur av oxygeninum verður nýttur, at ov lítið verður eftir til djórini at anda.

Tað, sum avger, um hetta hendir, eru fleiri ymisk fyrbrigdi; men serliga týðandi er javnvágin millum tilflutning av rotandi tilfari til botnlagið og útskiptingina av tí. Eitt øki, sum fær nógv rotandi tilfar, kann klára seg hampuliga væl, um botnlagið bert er læst av í stutta tíð, ella um avlæsingin er so ófullfíggað, at nóg mikið av oxygeni lekur niður úr erva. Hinvegin er eitt øki ógvuliga viðbrekið, um tað er avlæst í langa tíð, og lítið av oxygeni lekur niður. Eitt tilíkt øki tolir lítið av.

Í fyrstu greinini í ritinum royna vit at viðgera allar hesar spurningar, til tess at greina út, hvussu støðan er á nevndu økjum,

og royna at meta, um hesi øki eru álvarsliga dálkað av mannaávum, ella eru í vanda fyri at verða tað. Í tí greinini samanbera vit tilflutningin av rotandi evnum við útskiptingina. Henda greinin viðger bert útskiptingina og er eitt av grundarløgunum fyri hini greinini.

Spurningurin um útskiptingina av botnvatninum er tó í sær sjálvum eisini fløktur. Skiljast kann millum tvey sløg av útskipting. Í øðrum førinum tosa vit um, at nýggjur sjógvur kemur í stórum nøgdum niður í botnlagið; kanska uttan úr havinum. Í framhaldinum fara vit at nýta orðið *útskipting* um hetta fyrbrigdi, og orðið *blanding* nýta vit um tað, at sjógvur, oxygen og annað lekur niður í botnvatnið úr erva við tað, at ovasti parturin av botnvatninum blandast við sjógv úr erva.

Tað, sum ger, at botnvatnið læst av, er, at sjógvurin í tí er tyngri enn sjógvurin í erva. Ovaru lögini "flóta" oman á botnlagnum. Aðrastaðni í heiminum, t.d. í Kattegat, kann munurin í tyngd ella rættari evnisnøgd stava frá muni í saltnøgd; men í føroysku gáttarfirðunum stavar hann frá hitamuni. Um veturin er sjógvurin uttan fyri fjørðin líka tungur sum botnvatnið inni í fjørðinum, og sjógvurin, sum kemur inn í fjørðin uttaneftir, kann fara heilt niður á botn. Um várið hitnar sjógvurin uttan fyri fjørðin, og gerst hann munandi heitari enn botnvatnið, so verður hann lættari enn tað og leggur seg omaná. Botnlagið verður tá læst av. Út móti heysti fer sjógvurin uttanfyri at kólna, og samstundis er eisini botnlagið hitnað nakað av blandingini við ovaru lögini. Nú skal minni til at bróta avlæsingina, og illveður kann blanda sjógvinn niður á botn og skifta botnvatnið heilt út.

Spurningurin um útskiptingina av botnvatninum og um blandingina í tí er tí fremst av øllum ein spurningur um, hvussu hitaviðurskiptini í fjørðinum broytast; hvussu rákið og rørlurnar eru og hvussu hesi fyrbrigdi eru tengd at veðrinum. Hesar spurningar royna vit at greina út í hesi grein. Eisini verður roynt at gera eitt yvirlit yvir, hvussu oxygennøgdin í botnvatninum broytist í teimum ymsu firðunum, meðan teir eru læstir av. Havast má í huga, at alt oxygenið í botnvatninum kemur úr erva. Sjógvur, sum er við vatnshorpuna, kann fáa oxygen úr luftini. Hann tekur tó ikki óavmarkaðar nøgdir. Við tey hitastig, sum vanlig eru um okkara leiðir, rúmast eini 10 milligramm av oxygeni í hvørjum litri av sjógvi. Hetta skriva vit vanlig 10 mg/l. Tá tilíkur *oxygenmettur* sjógvur søkkur niður á størri dýpi, tekur hann upploysta oxygenið við sær. Í ovastu lögnum, har nóg mikið av ljósi er til gróður, kunnu smáu planktonalgurnar aftrat hesum gera oxygen burtur úr øðrum evnum; men undir 30-40 metra dýpi hava djórini og rotbakteriurnar bert tað oxygenið, sum var upployt í sjónum, tá

Oxygentrot og útskipting í botnvatninum

á føroyskum gáttarfirðum

Bogi Hansen, Fiskirannsóknarstovan

Samandráttur. Djúpastu partarnir av Skálafirði, Kaldbaksfirði og Sundalagnum norðan fyri Streym verða vanlig læstir av partar av árinum. Hesa tíðina kemur lítið av nýggjum sjógvi til avlæsta botnvatnið, og nøgdirnar av oxygeni í tí minka, vegna tað at rotbakteriur og djór taka oxygen úr sjónum. Í greinini verður við stóði í innsavnada kanningartilfarinum lýst, hvussu viðurskiptini eru í avlæsta botnvatninum, og serligur dentur verður lagdur á at meta um, hvussu stór oxygennýtslan hjá djórum og bakterium hevur verið ymsu árinum. Ein partur av hesum oxygeni er komin niður í botnvatnið aftan á avlæsingina við blanding, og roynt verður at meta um, hvussu nógv hetta er, og hvussu ymiskt tað kann vera ymisk ár.

INNGANGUR

Aðrastaðni í hesum riti er nevnt, at á Skálafirði, Kaldbaksfirði og í Sundalagnum norðan fyri Streym gerst hvørt ár eitt botnlag, sum verður læst av nakrar mánaðir frá restini av fjørðinum og frá sjónum uttanfyri. Andingin hjá fiski og øðrum djórum og rotingin av livrunnum tilfari - av náttúrligum ella mannaskaptum uppruna - tekur burtur av tí oxygeni, sum er upployst í sjónum, og vandi er fyri, at so stórir partur av oxygeninum verður nýttur, at ov lítið verður eftir til djórini at anda.

Tað, sum avger, um hetta hendir, eru fleiri ymisk fyrbrigdi; men serliga týðandi er javnvágin millum tilflutning av rotandi tilfari til botnlagið og útskiptingina av tí. Eitt øki, sum fær nógv rotandi tilfar, kann klára seg hampuliga væl, um botnlagið bert er læst av í stutta tíð, ella um avlæsingin er so ófullfíggað, at nóg mikið av oxygeni lekur niður úr erva. Hinvegin er eitt øki ógvuliga viðbrekið, um tað er avlæst í langa tíð, og lítið av oxygeni lekur niður. Eitt tilíkt øki tolir lítið av.

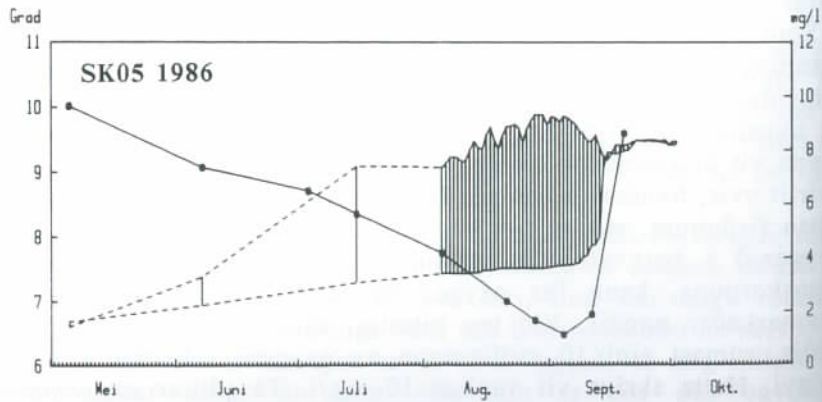
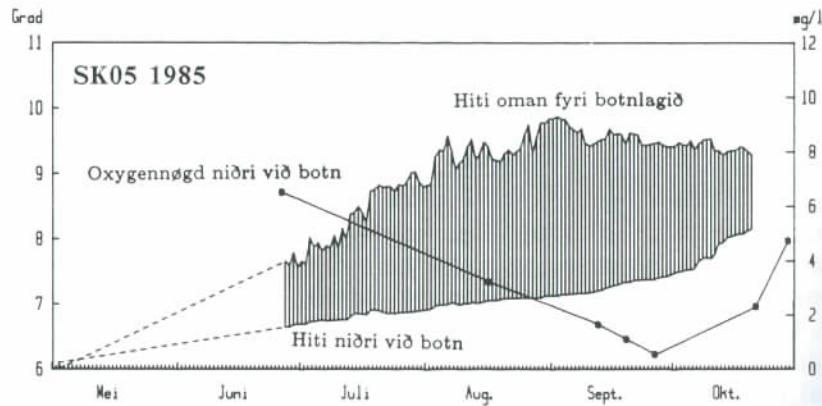
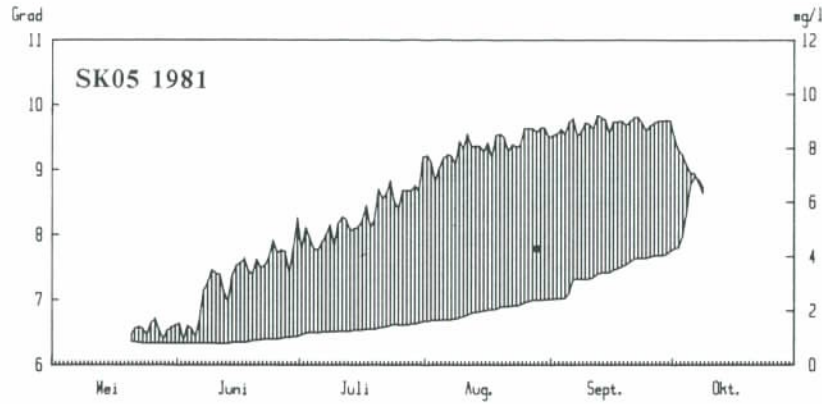
Í fyrstu greinini í ritinum royna vit at viðgera allar hesar spurningar, til tess at greina út, hvussu stóðan er á nevndu økjum,

og royna at meta, um hesi øki eru álvarsliga dálkað av mannaávim, ella eru í vanda fyri at verða tað. Í tí greinini samanbera vit tilflutningin av rotandi evnum við útskiptingina. Henda greinin viðger bert útskiptingina og er eitt av grundarløgunum fyri hini greinini.

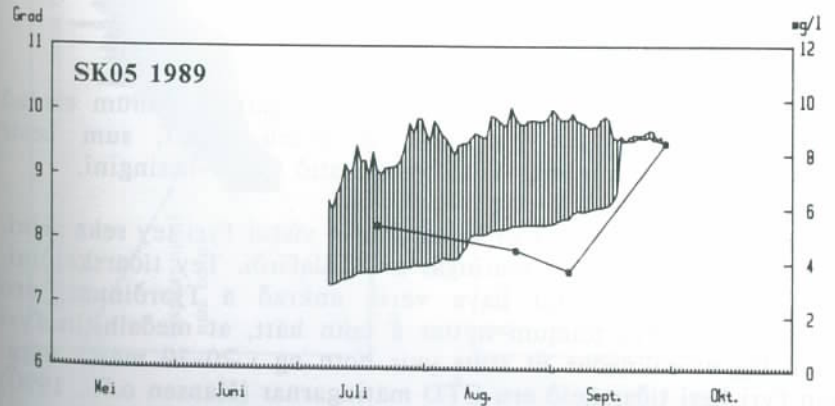
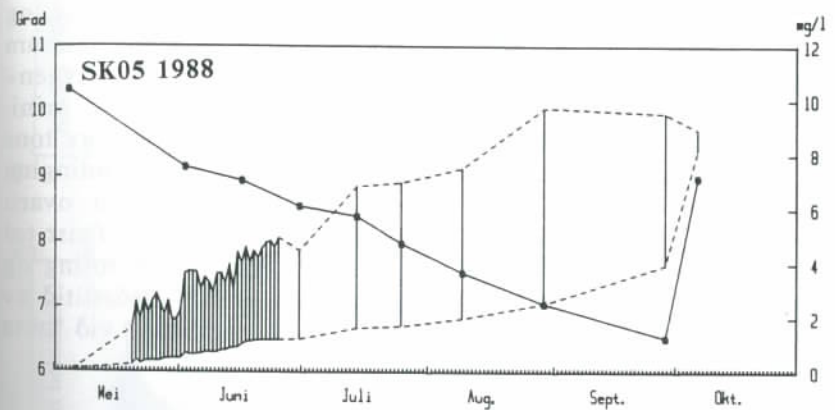
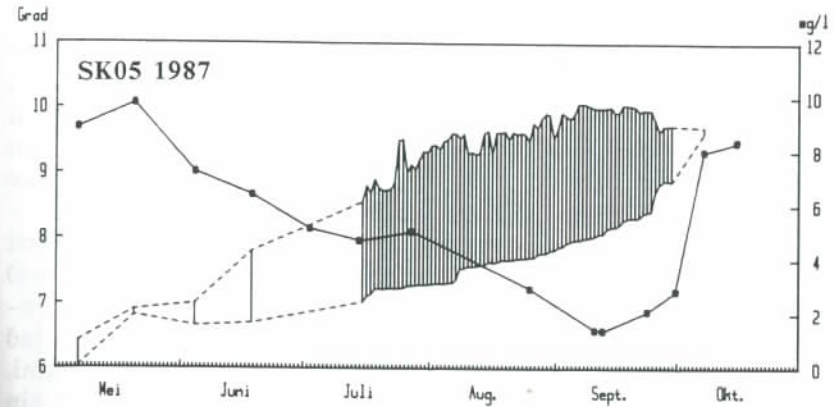
Spurningurin um útskiptingina av botnvatninum er tó í sær sjálvum eisini fløktur. Skiljast kann millum tvey sløg av útskipting. Í øðrum førinum tosa vit um, at nýggjur sjógvur kemur í stórum nøgdum niður í botnlagið; kanska uttan úr havinum. Í framhaldinum fara vit at nýta orðið *útskipting* um hetta fyrbrigdi, og orðið *blanding* nýta vit um tað, at sjógvur, oxygen og annað lekur niður í botnvatnið úr erva við tað, at ovasti parturin av botnvatninum blandast við sjógv úr erva.

Tað, sum ger, at botnvatnið læsist av, er, at sjógvurin í tí er tyngri enn sjógvurin í erva. Ovaru lögini "flóta" oman á botnlagnum. Aðrastaðni í heiminum, t.d. í Kattegat, kann munurin í tyngd ella rættari evnisnøgd stava frá muni í saltnøgd; men í føroysku gáttarfirðinum stavar hann frá hitamuni. Um veturin er sjógvurin uttan fyri fjørðin lika tungur sum botnvatnið inni í fjørðinum, og sjógvurin, sum kemur inn í fjørðin uttanefitir, kann fara heilt niður á botn. Um várið hitnar sjógvurin uttan fyri fjørðin, og gerst hann munandi heitari enn botnvatnið, so verður hann lættari enn tað og leggur seg omaná. Botnlagið verður tá læst av. Út móti heysti fer sjógvurin uttanfyri at kólna, og samstundis er eisini botnlagið hitnað nakað av blandingini við ovaru lögini. Nú skal minni til at bróta avlæsingina, og illveður kann blanda sjógvin niður á botn og skifta botnvatnið heilt út.

Spurningurin um útskiptingina av botnvatninum og um blandingina í tí er tí fremst av øllum ein spurningur um, hvussu hitaviðurskiptini í fjørðinum broytast; hvussu rákið og rørslurnar eru og hvussu hesi fyrbrigdi eru tengd at veðrinum. Hesar spurningar royna vit at greina út í hesi grein. Eisini verður roynt at gera eitt yvirilit yvir, hvussu oxygennøgdin í botnvatninum broytist í teimum ymsu firðinum, meðan teir eru læstir av. Havast má í huga, at alt oxygenið í botnvatninum kemur úr erva. Sjógvur, sum er við vatnskorpuna, kann fáa oxygen úr luftini. Hann tekur tó ikki óavmarkaðar nøgdir. Við tey hitastig, sum vanlig eru um okkara leiðir, rúmast eini 10 milligramm av oxygeni í hvørjum litri av sjógvi. Hetta skriva vit vanlig 10 mg/l. Tá tilíkur *oxygenmettur* sjógvur søkkur niður á størri dýpi, tekur hann upploysta oxygenið við sær. Í ovastu lögnum, har nóg mikið av ljósi er til gróður, kunnu smáu planktonalgurnar aftrat hesum gera oxygen burtur úr øðrum evnum; men undir 30-40 metra dýpi hava djórini og rotbakteriurnar bert tað oxygenið, sum var upployst í sjónum, tá



Mynd 1a. Munurinn í hita millum 20-30 metra dýpi og botn á Skálafirði (SK05) árinum 1981, 1985 og 1986 og oxygennægdin á 65 metra dýpi samstundis. Á myndinni fyrir 1985 er víst, hvat er hvat.



Mynd 1b. Munurinn í hita millum 20-30 metra dýpi og botn á Skálafirði (SK05) árinum 1987, 1988 og 1989 og oxygennægdin á 65 metra dýpi samstundis.

botnlagið varð læst av, og tað, sum lekur niður úr ovaru lögnum.

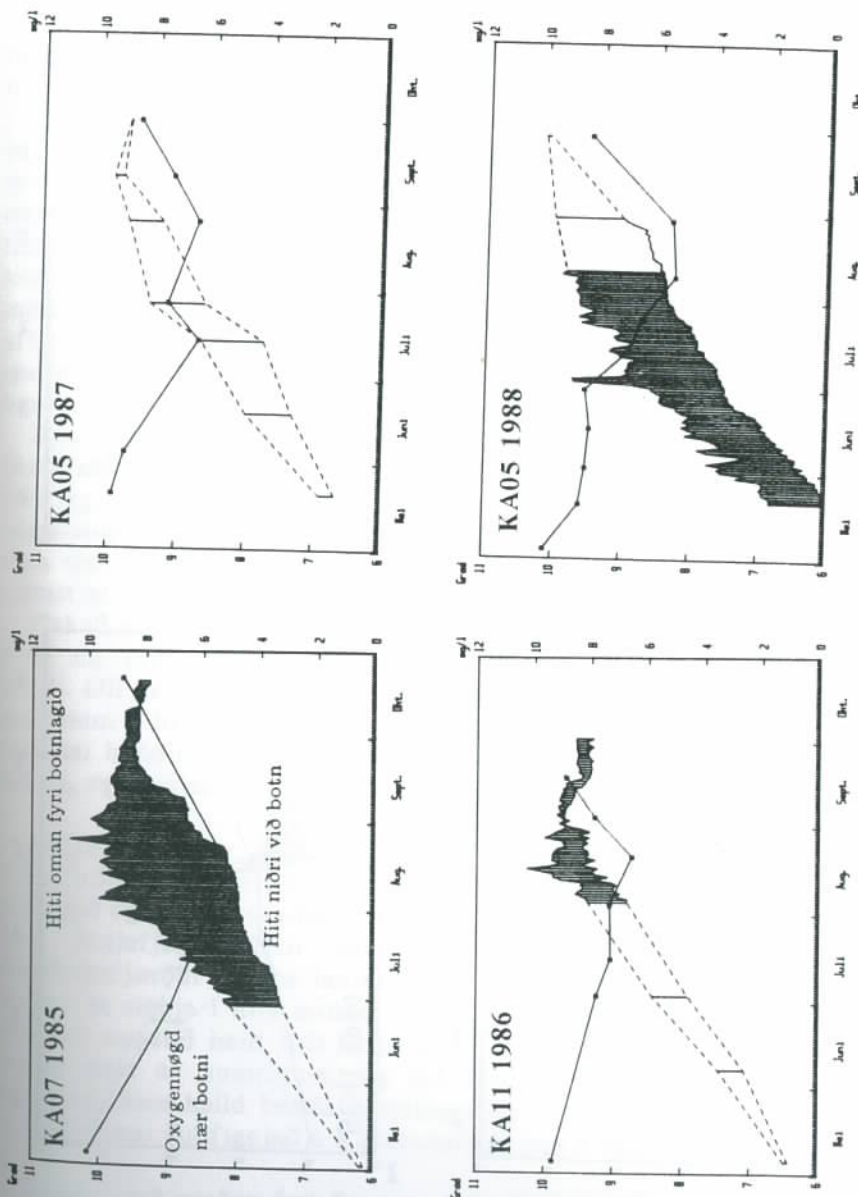
Til viðgerðina av hesum spurningum nýta vit serstakliga tað kanningartilfar, sum savnað er árinum 1985-1989, men sjálvandi eisini tað, sum er av eldri tilfari. Í greinini *Hydrografiskar kanningar á føroysku gáttarfirðunum* er kanningartilfarið umrøtt. Tað fevnir um mátingar av oxygeni, hita og salti, gjørdar frá skipi, og mátingar av hita og streymi við tólum, ið hava verið ankrað inni á firðunum.

Tað, sum eftir er av hesi grein, er skipað í fýra partar. Fyrst kemur eitt yvirlit yvir, hvussu nevndu triggir firðir hava verið avlæstir tey árinum, vit hava álitandi mátingar, og hvussu oxygen-nøgdirnar í botnlögnum eru broyttar tey ymsu sumrini. Aftaná tað verður lýst, hvussu botnlagið er í ymsu firðunum undir avlæsingini. Síðan verður nortið við blandingina. Hesin parturin hevur fyrst ein inngang, har teoretiska støðið fyri blanding í sjógvi verður lýst, og so verður blandingin á hvørjum firði sær lýst eftir teimum mátingum, vit hava. At enda verður roynt at meta um oxygen-nýtsluna í botnvatninum á nevndu firðum tey ymsu árinum. Mátingarnar av oxygeni loyva okkum at rokna út, hvussu nógv tons av oxygeni hava verið í firðunum hvønn mánaða, og blandingina nýta vit til at meta um, hvussu nógv oxygen er likið úr ovaru lögnum niður í botnvatnið. Við at knýta saman hesi bæði fáast tøl fyri, hvussu nógv oxygen bakteriar og djór hava nýtt til roting og anding tey ymsu árinum, og henda *oxygennýtsla* er høvuðsúrslitið av greinini, tí broytingar í henni kunnu hava samband við økta tilføring av rotandi evnum av mannaávim.

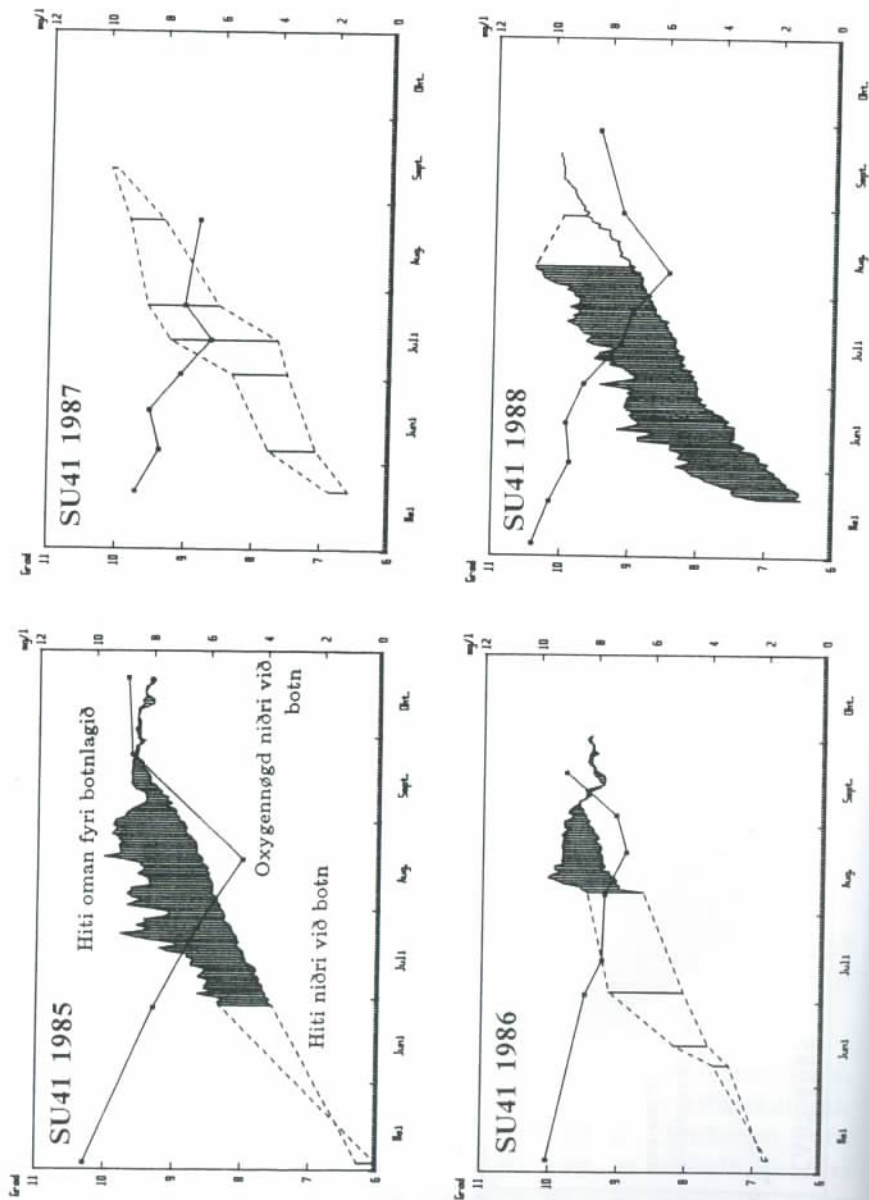
AVLÆSINGIN AV BOTNLAGNUM

Í innganginum varð nevnt, at í føroysku gáttarfirðunum er tað munurin í hita millum botnlagið og ovaru lögini, sum læsir botnvatnið av. Hesin munur er tí besta mátið fyri avlæsingini.

Skálafjørður. Á mynd 1 er hitamunurin vístur fyri tey seks árinum, vit hava hampuliga góðar mátingar av Skálafirði. Tey tíðarskeiðini, har sjálvvirkandi mátitól hava verið ankrað á fjørðinum, eru hitamátingarnar frá teimum nýttar á tann hátt, at meðalhitin fyri hvønn dag er roknaður út stutt yvir botn og í 20-30 metra dýpi. Uttan fyri hesi tíðarskeið eru CTD mátingarnar (Hansen o.fl., 1990) nýttar. Botnhitin og hitin í miðlagnum, sum er lagið yvir botnlagnum, eru á myndini vístir fyri tíðarskeiðið mai til oktober hvørt árið. Har bert CTD mátingar vóru tøk, eru brotnar linjur teknaðar millum mátingarnar. Munurin í hita millum lögini er vístur



Mynd 2. Munurin í hita millum 20-30 metra dýpi og botn á Kaldbaksfirði árinum 1985, 1986, 1987 og 1988 og oxygennøgðin á 50 metra dýpi samstundis. Á myndini fyri 1985 er víst, hvat er hvat.



Mynd 3. Munurinn í hita millum 20-30 metra dýpi og botn í Sundalagnum norðan fyrri Streym árinu (SU41) 1985, 1986, 1987 og 1988 og oxygennægdin á 50 metra dýpi samstundis. Á myndinni fyrri 1985 er víst, hvat er hvat.

við, at ein loddrott strika er teknað millum botnhitan og hitan í miðlagnum fyrri hvønn dag, mátingar eru. Aftrat hitamuninum visir mynd 1 eisini oxygennægdina á umleið 65 metra dýpi eftir teimum mátingum, vit hava.

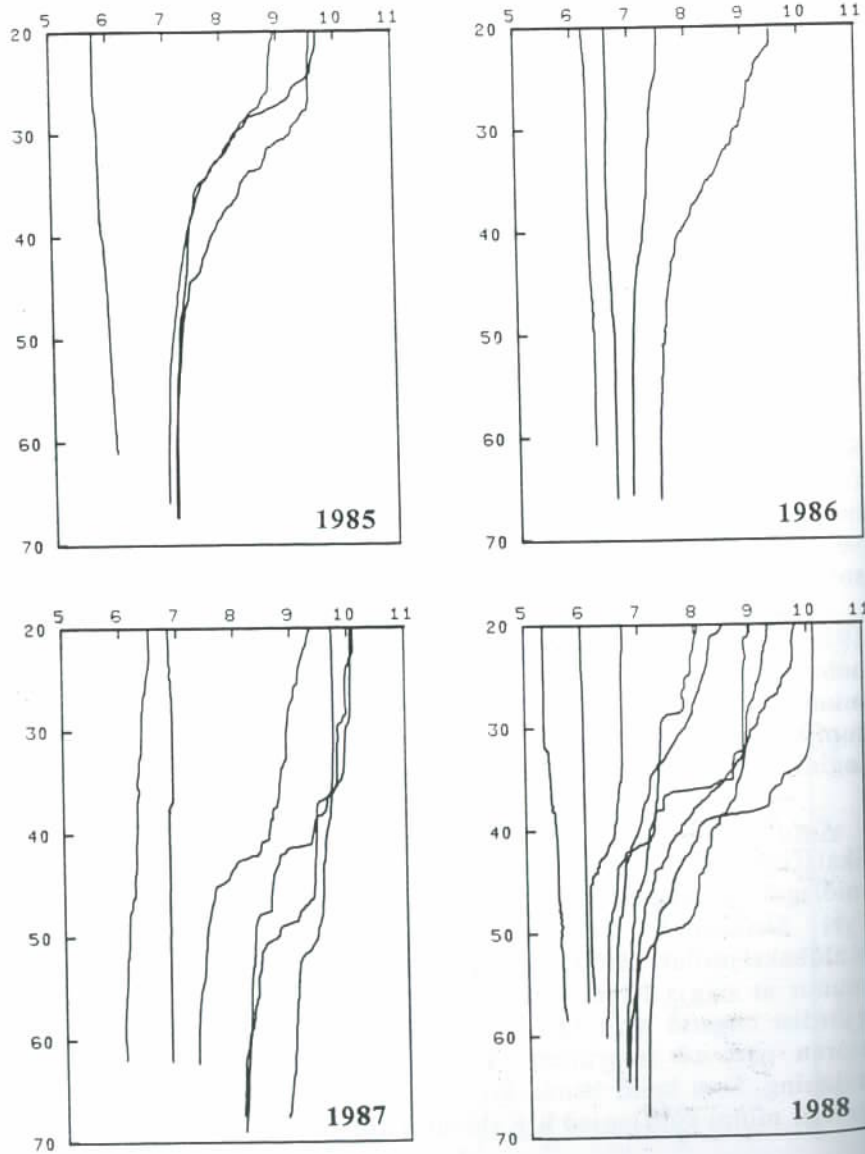
Hitamunurin millum lögini og gongdin í oxygennægdini geva somu mynd. Onkutið í mai ella juni sæst munur koma í hitanum, og samstundis fer oxygenið at minka. Hitamunurin heldur sær til onkutið í septembur ella oktobur sum tekin um, at fjørðurin er læstur av. Tá munurin í hita er javnaður út, er oxygennægdin eisini komin upp á umleið tað, hon var um várið. Leggjast kann til merkis, at nøkur ár (t.d. í 1985) veksur oxygenið, meðan botnvatnið eftir hitanum at døma enn er læst av frá miðlagnum. Hesin spurningur hevur samband við blandingina, og vent verður aftur til hansara seinni.

Royna vit at kanna gjøllari eftir á myndunum, nær botnvatnið á Skálafirði er læst av tey ymsu árinu, so er tilfarið ikki nóg fullfíggað til at avgera hetta við vissu. Bert í 1981 ber til at siga hampuliga vist, at avlæsingin var um 5.-10. juni. Lítil ivi kann tó vera um, at munur er millum ymsu árinu. Í 1988 tykist avlæsingin sostatt at hava verið áðrenn hálvan mei.

Nakað neyvri visir myndin, nær avlæsingin heldur uppát. Í 1981, 1986 og 1989 hava mátitól verið ankraði á fjørðinum, tá hetta hendi. Øll hesi trý árinu er tað hent eftir fáum døgum at døma eftir muninum í hita millum botnlagið og miðlagið. Ivaleyst hevur tað, sum har hendir samband við blandingina millum botnvatnið og ovaru lögini, og vendast skal aftur til tað seinni.

Kaldbaksfjørður. Av Kaldbaksfirði hava vit minni tilfar enn av Skálafirði, og tað sæst á mynd 2, har hitamunur millum botnlagið og miðlagið og oxygennægdin á 50 metra dýpi eru víst á sama hátt sum fyrri Skálafjørð. Eftir myndini at døma er ivasamt, um Kaldbaksfjørður verður læstur av hvørt ár. Í 1986 er ógvuliga lítil munur at siggja í hita millum botnlag og miðlag, og oxygennægdin gjørdist ongatíð heilt lítil hetta árið. Tó var hon undir 8 mg/l ein stóran part av sumrinum, og tað bendir hóast alt á eina ávísa avlæsing. Sum heild benda broytingarnar í oxygeni á, at avlæsingin er væl minni fullfíggað á Kaldbaksfirði enn á Skálafirði.

Sundalagið norðan fyrri Streym. Avlæsingin norðan fyrri Streym er vist á mynd 3. Bæði munurin í hita millum botnlagið og ovaru lögini og gongdin í oxygennægdini benda á, at botnvatnið er læst av øll árinu 1985-88, har vit hava álitandi mátingar. Avlæsingin tykist eins og á Skálafirði at byrja í mai ella fyrru helvt av juni flestu árinu; men hon heldur uppát nakað fyrr í Sundalagnum enn á

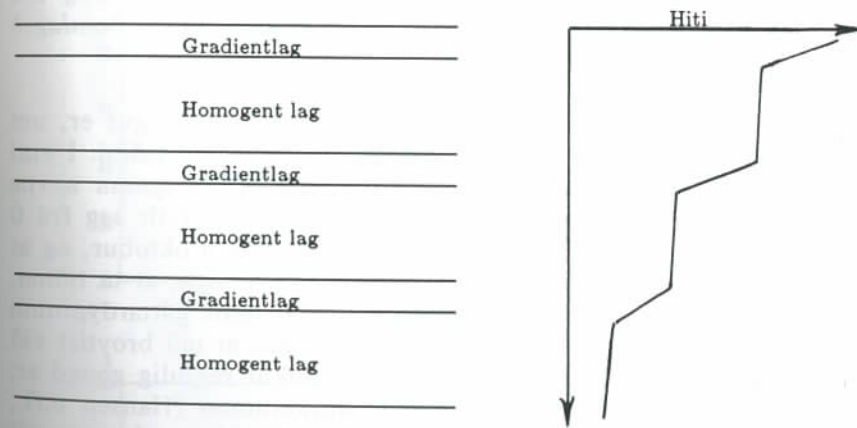


Mynd 4. Broytingin í hita við dýpi frá 20 metra dýpi á Skálafirði (SK05).

Skálafirði. Vanliga tykist avlæsingin endað tíðliga í september.

BOTNVATNIÐ

Ta tíðina av sumrinum, botnvatnið á einum firði er læst av, kunnu vit hugsa okkum tað sum eina eind, sum, undantikið blandingini úr erva, hevur sama sjógv í sær alla tíðina. Hetta merkir tó ikki, at botnvatnið, alt sum tað er, er eins. Tvørturímóti broytast bæði hiti og oxygennøgd við dýpinum. Við tí máttilfari, vit hava, fara vit at royna at lýsa hesar broytingar og eisini at hyggja eftir, um broytingar eru inn gjøgnum firðirnar; t.v.s. um viðurskiftini eru ymisk á sama dýpi ymsastaðni í botnlagnum. Firðirnir verða viðgjørdir hvør sær; tó so, at mest verður gjørt við Skálafjørð.



Mynd 5. Viðhvørt kann botnlagið á Skálafirði vera bytt upp í fleiri lög, har hitin er mestsum javnur í teimum vælblandaðu Homogenu lögnum, men broyrt skjótt við dýpi í Gradientløgnum.

Botnvatnið á Skálafirði

Hitin í botnlagnum á Skálafirði. Á mynd 1 sóu vit, at munurin millum hitan niðri við botn og hitan í miðlagnum á 20-30 metra dýpi kundi liggja millum 1 og 3 °C ta tíðina, botnlagið er læst av. Mynd 4 vísir gjøllari, hvussu broytingin við dýpi var ymsu árinum frá 1985 til 1988. Allar mátingarnar eru frá stöðini SK05 (sí aftasta blað í ritinum) uttarlaga í fjørðinum. Tað er týðiligt, at yvirgongdin millum miðlagið og botnlagið kann vera heilt ymisk. Viðhvørt

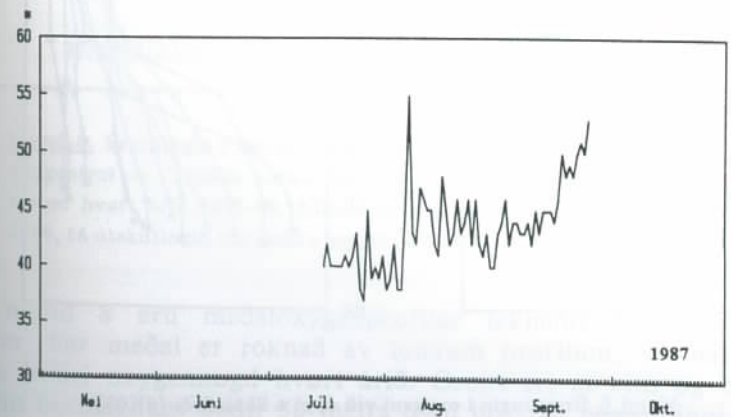
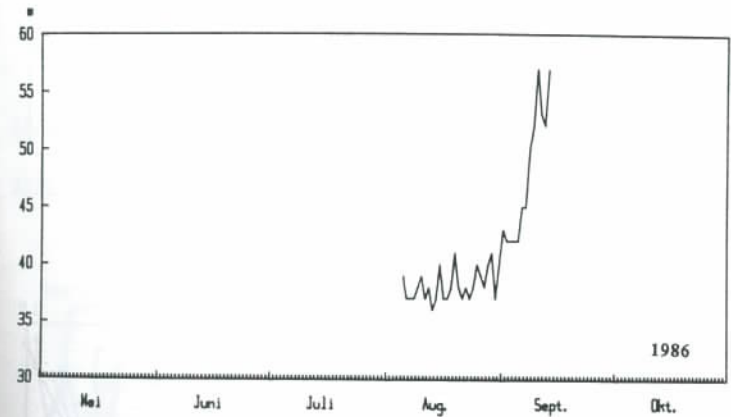
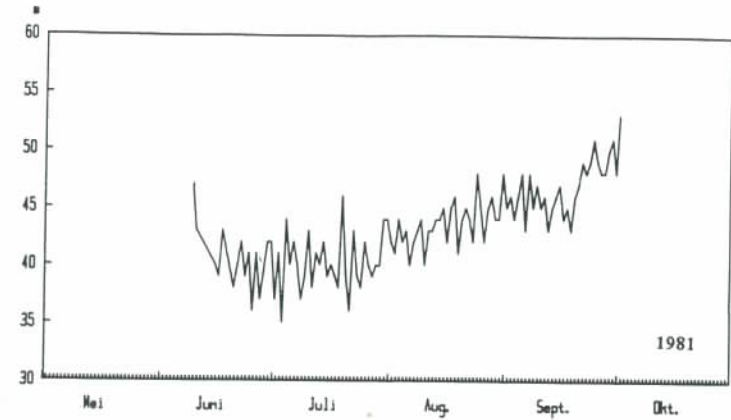
broytist hitin líðandi frá umleið 25 metra dýpi niður á 45 metra dýpi, og vit síggja eitt skiftislag (ein termoklin), sum er einar 20 metrar tjúkt. Dømi um hetta síggja vit bæði í 1985 og 1986 og einstakar ferðir í 1988.

Til aðrar tíðir er gongdin heilt øðrvísi. Markið millum botnlagið og miðlagið er tá ikki ein jøvn yvirgongd, men er heldur býtt upp í tvey ella fleiri løg, sum kunnu skiljast í tveir bólkar. Hetta er lýst skematiskt á mynd 5. Sum myndin vísir, kunnu vit skilja millum *homogenu* lögini, sum verða væl blandaði, og har hitin tí er næstan javnur niður gjøgnum lagið og *gradientlögini*, har hitin broytist bráðliga við dýpinum. Seinni í greinini fara vit at nerta við upprunan at hesum *mikrostrukturi*, sum tilíkt lagbýti verður nevnt.

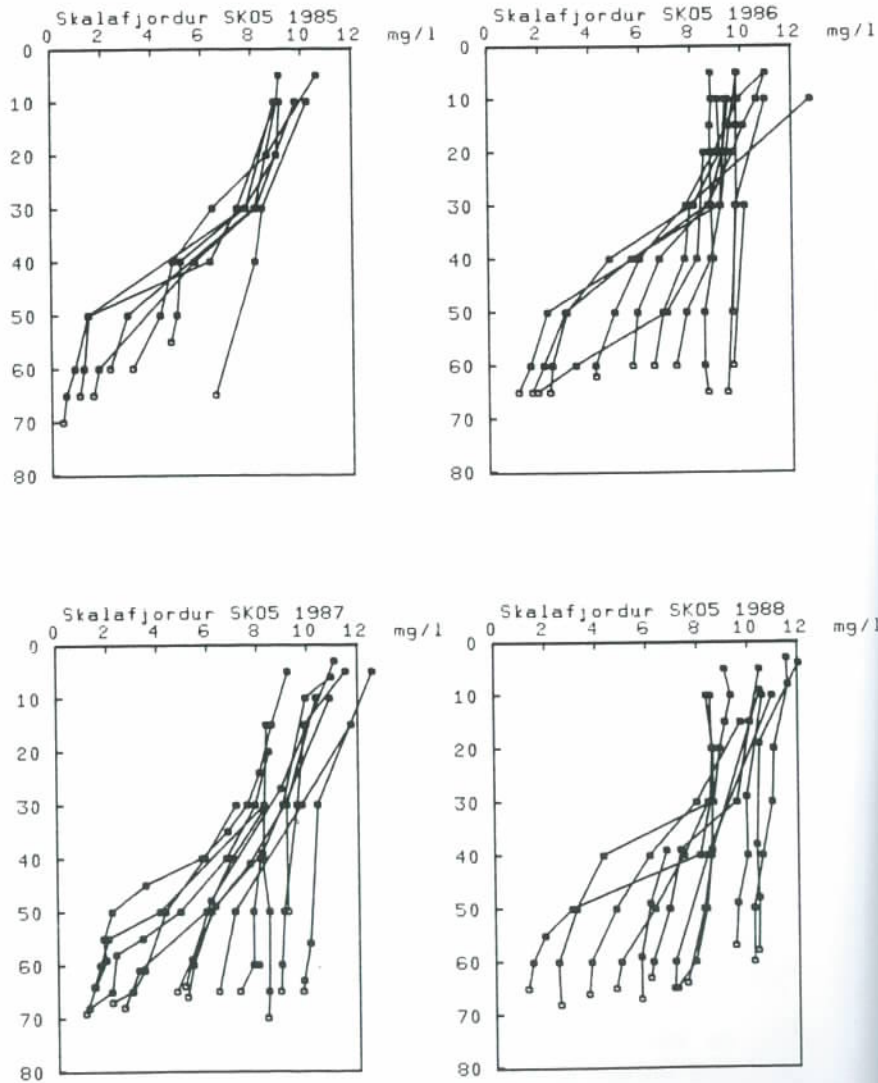
Frá 45-50 metra dýpi og niður á botn er tó týðiligt, at hitin er nógv javnari. Vanliga hitnar sjógvurin ikki meiri enn 0.05-0.2 °C, tá tú fert frá 65 metra dýpi upp á 55 metra dýpi, og avlæsta lagið inni á Skálafirði kunnu vit tí sum heild býta upp í eitt *skiftislag* frá 30-35 metra dýpi niður á 45-50 metrar, og undir tí sjálvt *botnlagið* við hampuliga jøvnum hita.

Ovara markið á botnlagnum. Ein áhugaverdur spurningur er, um ovara markið á botnlagnum flytir seg reglubundið við tíðini. Í eini frágreiðing um útskiftingina á Skálafirði og í Sundalagnum nevna H. Schröder og T.K. Nielsen (1986), at hetta mark flytir seg frá 0 metra dýpi í mai niður á 60 metra dýpi í endanum á októbur, og at hetta gongur við mest sum javnari ferð. Nú er at siga, at ta tíðina, botnvatnið er læst av, má ovara markið liggja undir gáttardýpinum t.v.s. undir 30 metra dýpi; men væl er hugsandi, at tað broytist við árinum. Á mynd 4 er torført at síggja, um nøkur reglulig gongd er; men hitamátingarnar frá ankraðu termistorketunum (Hansen o.fl., 1990) skuldu sagt meiri um tað. Ein trupulleiki er, hvussu vit staðfesta ovara markið, tí, sum mynd 4 vísir, so er ógvuliga ymiskt, hvussu hvast tað er. Til at fáa eitt objektivt mát fyri dýpinum á ovara marki, kunnu vit definera hetta sum tað dýpi, har hitin hevur ligið mitt millum hitan á 30 metra dýpi og hitan á 60 metra dýpi. Markið kemur tá at liggja niðarlaga í yvirgangslagnum.

Mátangar við termistorketu tey trý árin 1981, 1986 og 1987 (meðalhiti hvønn dag) eru síðan nýttar til at finna markið hesi árin, og úrslitið er at síggja í mynd 6. Myndin vísir bert tíðarskeið, har hitin á 60 metrum hevur verið í minsta lagi eina grad kaldari enn á 30 metrum, t.v.s. botnvatnið læst av. Øll hesi trý árin sæst markið at dýpast nógv, tá útskiftingin byrjar; men gongdin aðrenn tað er nakað ymisk tey ymsu árin. Mest fullfíggjaðar eru mátingarnar frá 1981, og tær benda á eitt hampuliga javnt dýpi um 40 metrar til seint í juli, tá markið fór at dýpast, so at tað fór niður um 45 metra



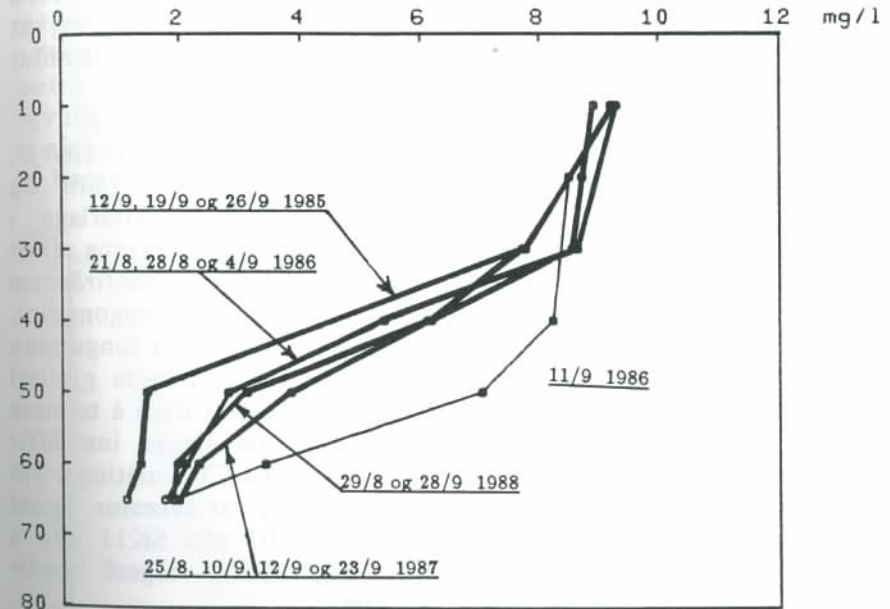
Mynd 6. Dýpi á ovara marki á botnlagnum á Skálafirði (SK05) partar av 1981, 86 og 87.



Mynd 7. Broytingin í oxygeni við dýpi á Skálafirði (SK05).

dýpi. Í 1987 dýptist markið eisini, men ekki so nógv, og í 1986 tykist markið at hava lagið um 40 metra dýpi til stutt áðrenn útskiiftingina.

Oxygenið í botnvatninum á Skálafirði. Hyggja vit síðan at, hvussu oxygennøgðin broytist við dýpinum, so sæst á mynd 7, at gongdin sjálvandi er ymisk tær ymsu tíðirnar av árinum; men ta tíðina, tá minst av oxygeni er niðri við botn, er tó ein hampuliga eyðkend gongd, sum týðiligari sæst á mynd 8.



Mynd 8. Broytingin í oxygeni við dýpi á Skálafirði (SK05), tá mest oxygentrot er. Tjúkku strikurnar vísa meðaloxxygenprofilur frá 2-4 túrum hvørt árið 1985-88. Klæna strikan er oxxygenprofilurin 11/9 1986, tá útskiiftingin var farin í gongd (sí tekst).

Á mynd 8 eru meðaloxxygenprofilur teknaðir fyri hvørt av árinum, har meðal er roknað av teimum profilum, vit hava við serliga lítlari oxygennøgð hvørt árið. Greitt er, at eins og hitin í sjálvum botnlagnum undir 50 metra dýpi broytist nógv minni enn í skiftislagnum yvir 50 metra dýpi, so er eisini við oxygeninum. Týðiligast er hetta í 1985, har oxygenið frá 65 metra dýpi upp á 50 metra dýpi bert broyttist 0.35 mg/l, meðan tað broyttist 6.32 mg/l

frá 50 metra dýpi upp á 30 metra dýpi. *oxygengradienturin*, t.v.s. broytingin í oxygeni pr metur var sostatt meiri enn tiggju ferðir størri í skiftislagnum oman fyri 50 metra dýpi enn í sjálvum botnlagnum. Hini árin var munurin ikki so stórir; men sjálvt í 1987, tá hann var minstur, var oxygengradienturin í botnlagnum bert umleið helvt av tí, hann var í skiftislagnum.

Heilt uttan undantak er henda regla tó ikki. Eitt dømi um hetta sæst á mynd 8, har oxygenprofilurin tann 11/9 1986 mest sum tykist umvendur av tí vanligu. Oxygengradienturin var í hesum føri nógv størri í botnlagnum enn í skiftislagnum. Men umstøðurnar henda dagin vóru eisini óvanligar. Hyggja vit at mynd 1, siggja vit, at 11/6 1986 var botnlagið í ferð við at skiftast út, og týðiligt er, at oxygenrikur sjógvur longu tá er vorðin blandaður næstan heilt niður móti botni.

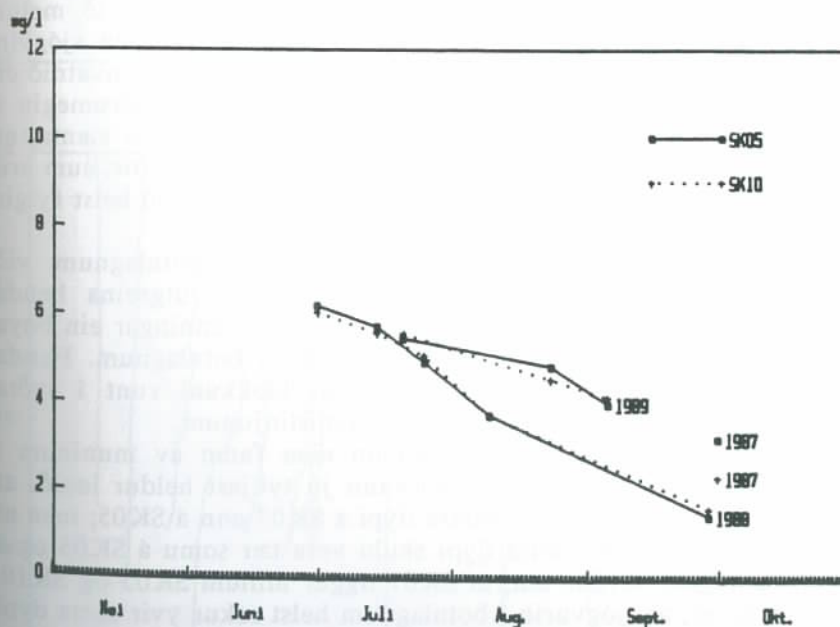
Broytingin í botnvatninum inn eftir Skálafirði. Eftir er at spyrja, hvussu javnt botnlagið er inn eftir fjørðinum. Eru hiti og oxygennøgd tað sama á sama dýpi innarlaga og uttarlaga í fjørðinum? Hyggja vit at longdarskurðinum, sum eru at finna aftast í greinini: *Hydrografiskar kanningar á føroysku gáttarfirðunum* (Hansen o.fl. 1990), so sæst onki serligt eyðkenni fyri hitagongdini. Viðhvørt grynast hitalinjurnar (isotermarnir), tá tú fert longur inn í fjørðin, og viðhvørt dýpast tær. Til tess at kanna hetta gjøllari varð gjørd ein samanbering millum hitan á 45 metra dýpi á teimum trimum støðunum SK05, SK07 og SK11, sum liggja inn eftir fjørðinum (sí kortið aftast í ritinum). Nýttar vóru CTD mátingar frá tilsamans 12 túrum í tíðarskeiðum, har fjørðurin var avlæstur. Hesar geva sama úrslit. Viðhvørt var heitari á SK07 ella SK11 enn á SK05; men viðhvørt var øvugt, og ein hagfrøðislig viðgerð bendir ikki á nakran álitandi (signifikantan) mun.

Eisini er kannað, hvussu oxygennøgdin broyttist inn gjøgnum fjørðin. Hetta er gjørt við at taka oxygennøgdina á sama dýpi (umleið 50 metrar) á støð SK05 og á SK07 (sí kortið aftast í ritinum) sama dag og hyggja at muninum teirra millum. Hann visir seg at kunna ganga báðar vegir; men oftast er oxygennøgdin minni á SK07 enn á SK05, og hesin munur er signifikantur. Ein kann kanska undrast á, at munurin ikki er tann sami alla tíðina; men her skal hugsast um, at sjógvurin liggur ikki stillur. Sum gjøllari verður umrøtt seinni, eru *djúpar aldur* (internar aldur), sum viðhvørt lyfta sjógvin fleiri metrar upp og niður. Undir tilíkkum umstøðum kann samanberingin eina einstaka ferð gerast ivasom, tí at sjógvurin, vit máta á 50 metra dýpi, kanska í meðal liggur væl grynri ella djúpari. Samanberingin er tó gjørd fyri 15 ymiskar túrar, og tá javnast hesar rørslur mest sum út. Í meðal var oxygennøgdin á 50 metra dýpi

umleið 0.4 mg/l minni á SK07 enn á SK05.

Munurin millum báðar hyljarnar á Skálafirði. Í greinini um dýpi og skap á firðunum (Hansen, 1990 a) er nevnt, at á Skálafirði eru tveir *hyljar* ella tvey dýpi, skild av eini gátt, ið er um 55 metrar djúp á rygginum. Báðir hyljarnir eru um 70 metrar djúpir; men tann syðri er væl størri til ummáls og til rúmd.

Hyggja vit at hitamátingum undir gáttardýpi, gjørdar í báðum hyljunum sama dag, eru í kanningartilfarinum nakrar mátingar frá 60 metra dýpi í 1988. Tær vísa, at tað árið var sjógvurin á hesum dýpi umleið 0.1 °C heitari í norðara hylinum enn í syðra. Tann eina mátingin, vit hava úr norðara hylinum í 1987, bendir hinvegin á, at norðari hylurin tá var umleið 0.1 °C kaldari enn tann syðri á 60 metra dýpi. Tá hugsað verður um, at hitin á hesum dýpum er ógvuliga støðugur, meðan fjørðurin er læstur av, er hetta tekin um, at sjógvur ikki rekur millum báðar hyljarnar undir gáttardýpinum, og botnvatnið í báðum verður neyvan blandað.



Mynd 9. Nøgdin av oxygeni á 60 metra dýpi í syðra hylinum á støð SK05 (ringar samanbundnar við heilum linjum) og í norðara hylinum á støð SK10 (pluss samanbundin við prikkutum linjum) í 1987, 88 og 89

Tað er tí eisini væl hugsandi, at oxygennøgdin í báðum hyljunum kann vera nakað ymisk, og fyrstu kanningarnar, sum gjørdar vórðu

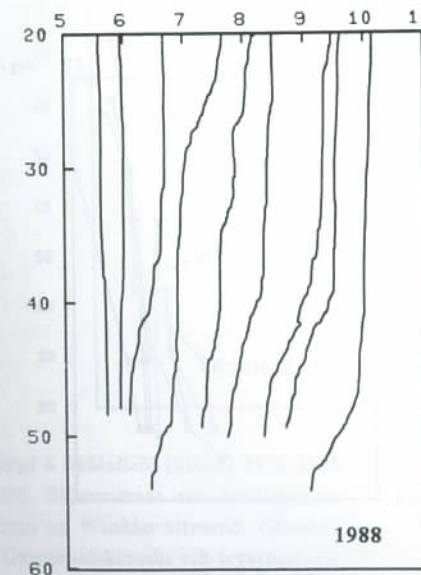
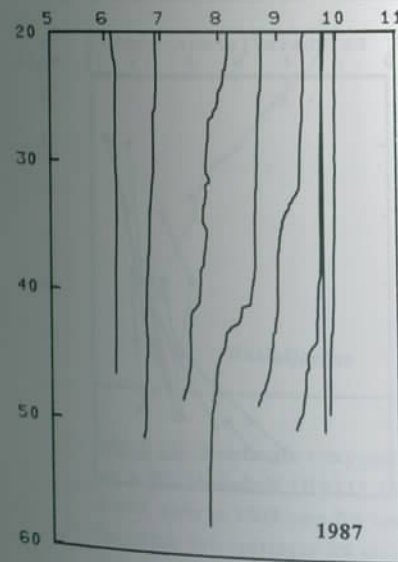
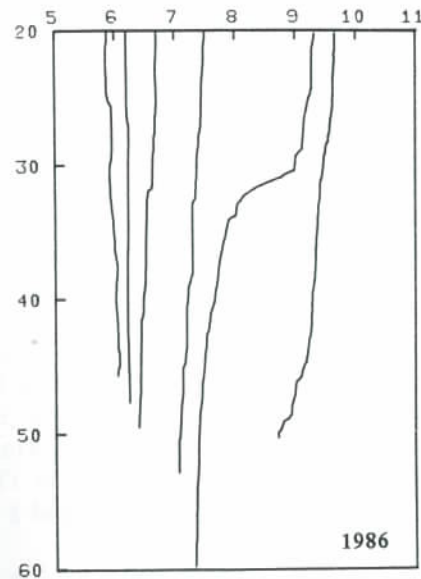
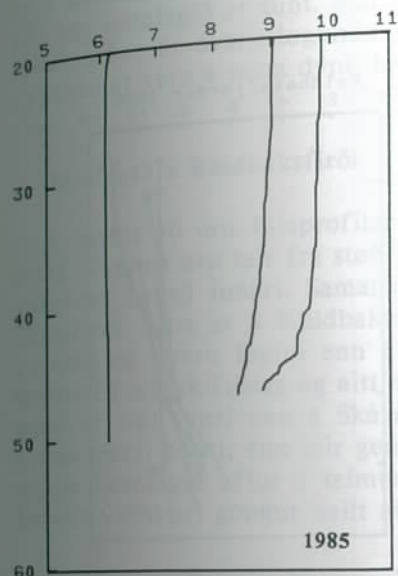
seint í 1987, aftaná at nýggju botnkortini høvdu vist, at tveir hyljar vóru, bendu á mun millum báðar hyljarnar, tí oxygennøgðin á 60 metra dýpi var tá væl minni í norðara hylinum enn í syðra. Seinni hava vit tó kannað henda spurning gjøllari, og mátingarnar frá 1988 og 1989 benda ikki á nakran regluligan mun.

Hetta sæst á mynd 9, har einasta undantakið eru mátingarnar í 1987. Til teirra er tó at viðmerkja, at tær vórðu gjørdar, meðan fjørðurin var í ferð við at skifta út (mynd 1).

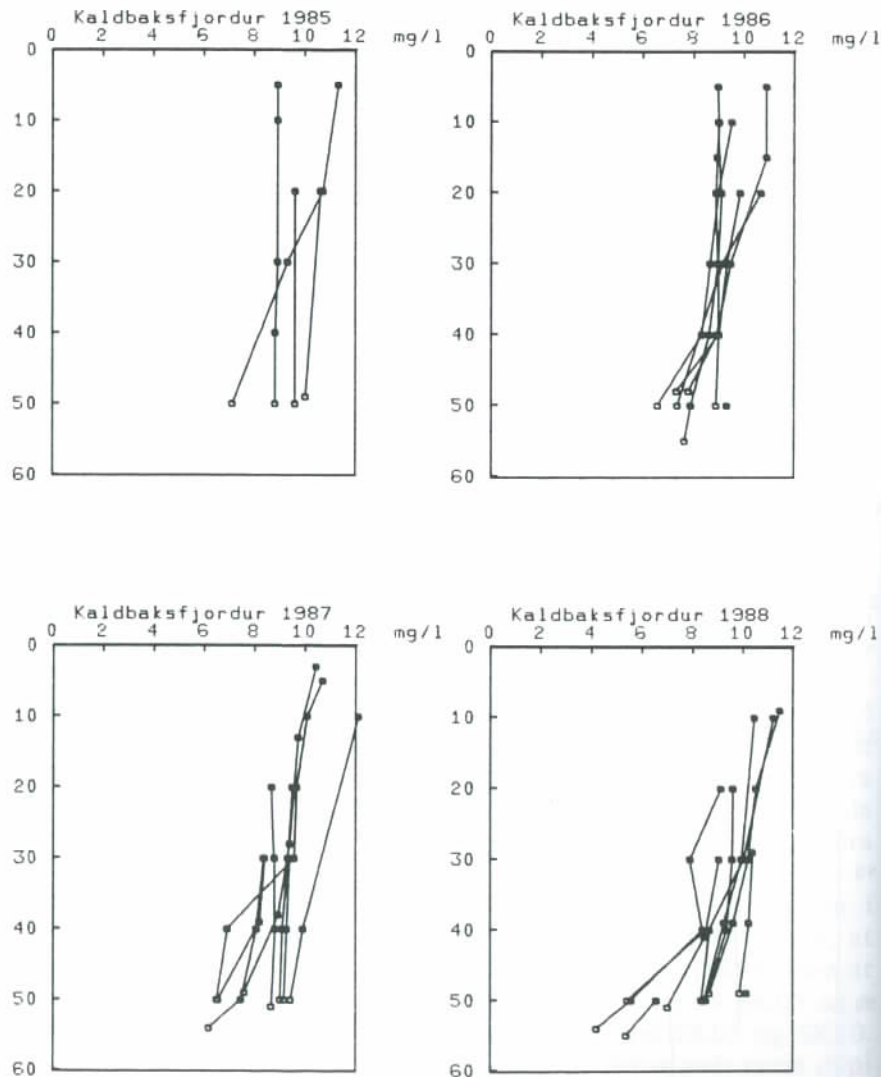
Rákið í botnvatninum á Skálafirði. Tað, at botnvatnið er læst av um summarið, merkir ikki, at ongar rørsur eru í tí. Nevnt var, at djúpar aldur flyta sjógvin aftur og fram; upp og niður. Umframt tað kundi tó verið ein javnari rørsla. Aðrastaðni í hesum riti (Hansen 1990c) er nevnt, at uppi í miðlagnum er eitt slag av meldri, soleiðis at rákið inn í fjørðin er harðast fram við eystara landinum, meðan rákið vestaru megin er veikari inneftir ella er út eftir fjørðinum. Hetta hevur óivað sín uppruna í tí, at jørðin snarar tann veg, hon ger (Coriolis kraft). Í miðlagnum er sostatt ein meldur, ið melur móti klokkuni, og hesin meldur hevur lyndi til at draga sjógvin undir sær runt sama veg; men munurin verður tann, at botnvatnið er læst av, so allur tann sjógvur, sum rekur norðureftir øðrumegin í botnlagnum, má reka suðureftir hinumegin. Vit kunnu tí vænta, at botnvatnið melur móti klokkuni í Skálafirði, og tær royndir, sum eru aðrastaðni í heiminum um tilíka rørsu, benda á, at rákið helst fylgir dýpislinjunum.

Tær streymmátingarnar, sum gjørdar eru í botnlagnum við ankraðum mátarum, eru ikki nóg nógvar til at útgreina henda spurning; men í 1974 varð í sambandi við aðrar kanningar ein boya lögð út, sum hevði eitt stórt drivakker niðri í botnlagnum. Henda boya ferðaðist, júst sum mett var, móti klokkuni runt í syðra hylinum, og hon fylgdi hampuliga væl dýpislinjunum.

Hetta rák kann kanska geva okkum eina fatan av muninum í oxygeni inn gjøgnum fjørðin. Tað kann jú tykjast heldur lógið, at minni oxygen skal vera á 50 metra dýpi á SK07 enn á SK05; men at oxygennøgðirnar á 60 metra dýpi skulu vera tær somu á SK05 og á SK10, tá hugsað verður um, at SK07 liggur millum SK05 og SK10. Men um so er, at sjógvurin í botnlagnum helst rekur yvir sama dýpi alla tíðina og verður blandaður lítið tvørtur um dýpislinjurnar, og rokna vit haraftrat við, at oxygennýtslan fyri stóran part er á botni, so kunnu vit vænta smærri oxygennøgdir, har botnlagið er tynri, t.v.s. har grynri er. SK07 liggur á umleið 55 metra dýpi, og botnlagið er tí bert helvtina so tjúkt har, sum á SK05 og SK10, har dýpið er um 70 metrar. Rokna vit við, at bakteriar og djór á hvørjum kvadratmetri av botni skulu klára seg við tí oxygeni, sum



Mynd 10. Broyingin í hita við dýpi frá 20 metra dýpi á Kaldbaksfirði.

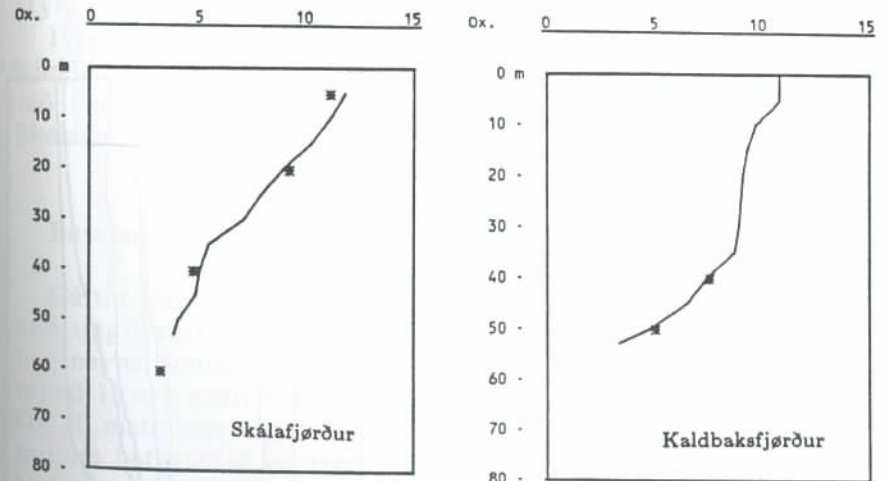


Mynd 11. Broytingin í oxygeni við dýpi á Kaldbaksfirði.

er í botnlagnum yvir tí kvadratmetrinum, so er greitt, at minni er til, har botnlagið er tunt. Sjálvandi skal eisini hugsast um tað, sum lekur niður úr ovaru lögnum; men í øllum førum eigur minni av oxygeni at vera á sama dýpi, har grynri er, so sum mátingarnar visa.

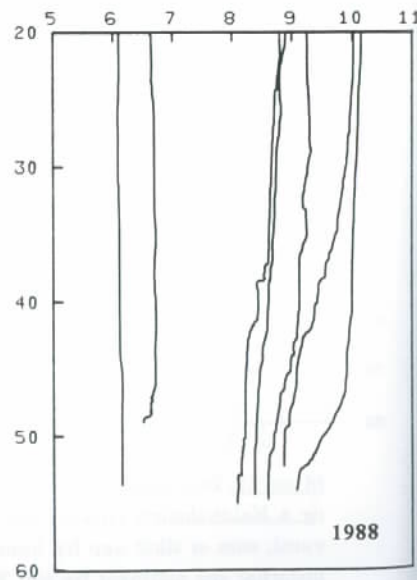
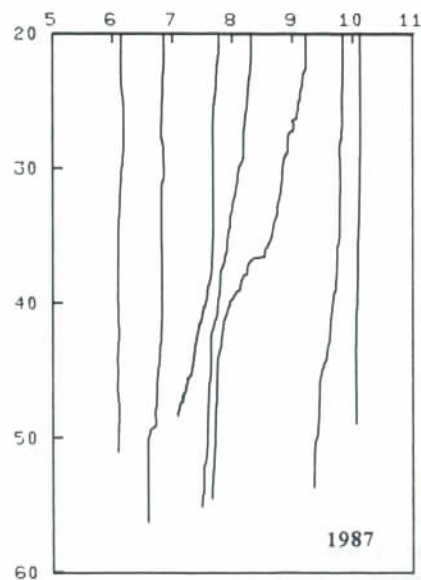
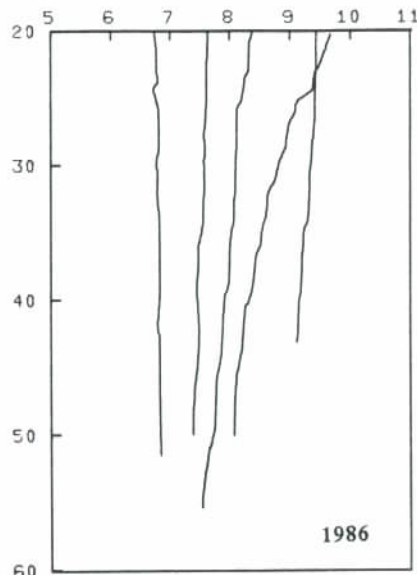
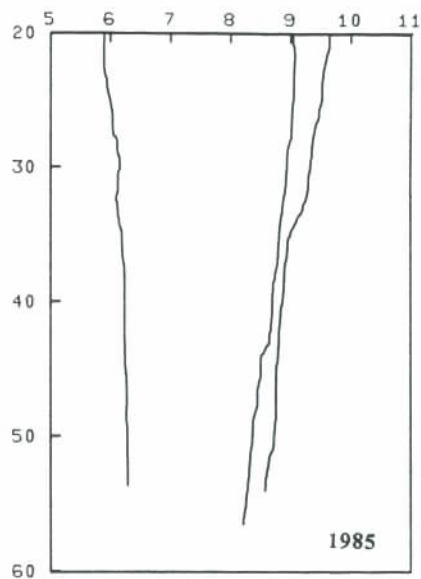
Botnlagið á Kaldbaksfirði

Á mynd 10 eru hitaprofilar vistir fyri Kaldbaksfjørð tey ymsu árinu. Vanliga eru teir frá støð KA05 (sí kortið á aftasta blaði), men viðhvørt nakað innari. Samanbera vit hesa mynd við mynd 4 frá Skálafirði, sæst at á Kaldbaksfirði er minni munur í hita millum botnlag og ovaru lögini enn á Skálafirði. Viðhvørt sæst eisini eitt uppbyti í eitt skiftislag og eitt meiri javnt botnlag; men hetta niðasta lagið er væl tynri enn á Skálafirði, og tað, at hitaprofilarnir ikki ganga nærri botni, enn teir gera, merkir, at tað kann vera torført at síggja botnlagið aftur í teimum. Tí er ilt at siga, um skiftislagið kanska viðhvørt gongur heilt niður á botn.



Mynd 12. Broytingin í oxygeni við dýpi á Skálafirði (SK05) 15/8 1985 og á Kaldbaksfirði (KA11) 16/8 1985. Stjørnurnar eru mátingar av vatni, sum er tikið upp frá hesum dýpi og Winkler titrerað. Óbrotnu linjurnar eru mátingar frá eini YSI Oxygenelektrodu við trýstmátara, sum mátar, meðan hon verður lorað niður.

Nakað av mikrostrukturi sæst viðhvørt eisini; men stór hvøss lóp í hita tykjast meiri óvanlig á Kaldbaksfirði; kanska tí at blandingin er harðari. Vanliga tykist mesta hitabroytingin við dýpi at vera



Mynd 13. Broytingin í hita við dýpi frá 20 metra dýpi á Sundalagnum norðan fyri Streym (SU41).

millum 40 og 50 metra dýpi, og tað samsvarar væl við gáttardýpið, sum liggur um 40 metrar. Aftast í greinini *Hydrografiskar kanningar á føroysku gáttarfirðunum* (Hansen o.fl. 1990) eru skurðir, ið visa, hvussu hiti og saltnegd broytast inn gjøgnum fjørðin. Hesir benda ikki á nakra reglubundna broyting í hitanum í botnlagnum inn gjøgnum fjørðin.

Hyggja vit síðan at oxygenøgdini í botnlagnum á Kaldbaksfirði, so visir mynd 11 broytingina í henni við dýpi, t.v.s. myndin visir oxygenprofilar. Sum væntast kundi, er oxygenøgdin hampuliga stór niður á umleið 40 metra dýpi, og minkar so í teimum førum, har botnvatnið hevur verið avlæst eina tíð. Minkingin sær út til at halda fram allan vegin niður móti botni, og ofta er oxygengradienturin (broytingin pr. metur) størst niðast við í mun til Skálafjørð. Hetta kann lýsast við mynd 12. Á henni er oxygenið á Kaldbaksfirði samanborið við oxygenið á Skálafirði umleið samstundis. Oxygenið er hesar dagarnar mátað bæði við Winkler titrerung (stjornurnar á myndini og við elektrodu, sum loyvdi okkum at fara nærri botni.

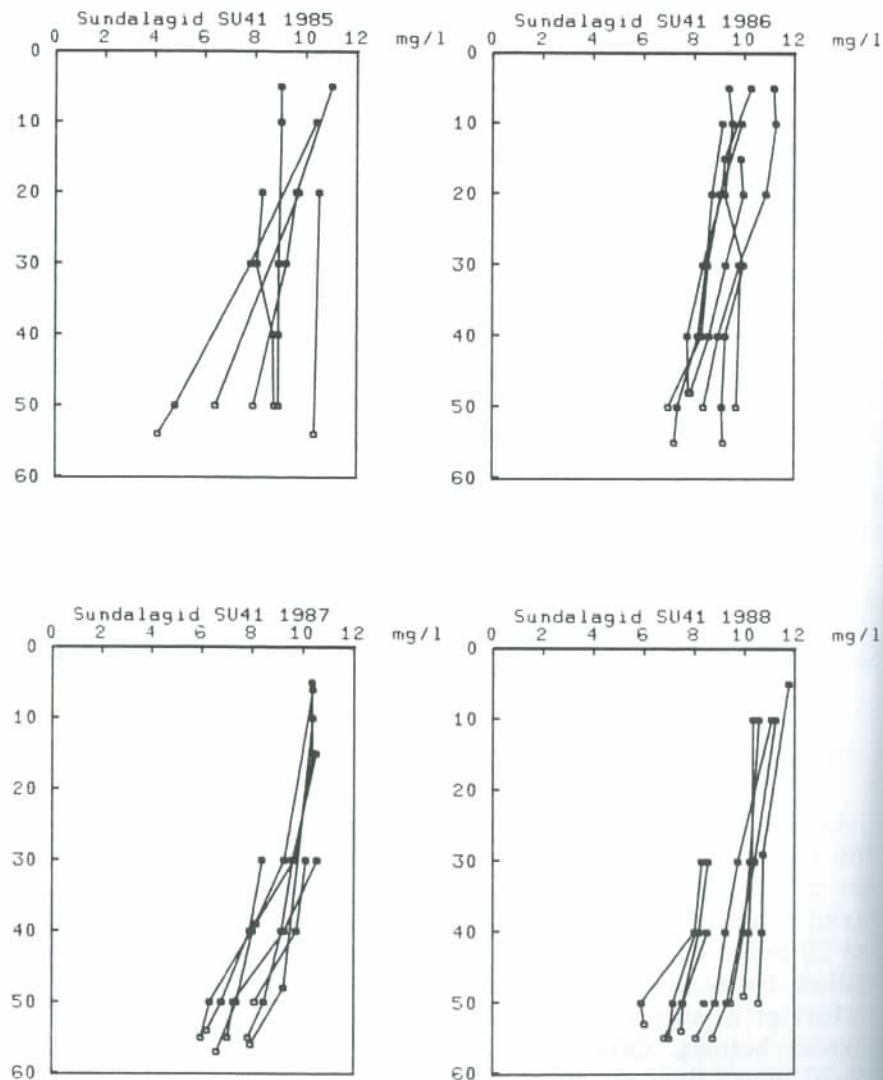
Hetta førir við sær, at oxygenøgdin niðri við botn á Kaldbaksfirði ofta kann hava verið væl minni, enn tað vit hava mátað, tá vit (fyri at verja útgerðina) ikki eru farin nóg nær botni.

Hyggja vit at, hvussu oxygenøgdin á sama dýpi broytist inn gjøgnum fjørðin, so er tilfarið nóg so litið til at siga nakað vist; men tað bendir á, at oxygenøgdin kanska minkar inneftir eins og á Skálafirði.

Botnlagið í Sundalagnum norðan fyri Streym

Gáttin við Streymin og gáttin á Eiðisgrynnuni eru báðar grynri enn tíggju metrar, so tann hylurin, sum liggur millum tær, sum vit her nevna Sundalagið, kundi hugsast at havt eitt tjúkt botnlag. Á mynd 13 eru vistir hitaprofilar frá hesum øki tey fyra árin 1985-88 frá 20 metra dýpi og niður. Eins og á Kaldbaksfirði er hitamunurin millum botnvatnið og ovaru lögini væl minni enn á Skálafirði; men tørført er at síggja nakað regluligt uppbyti í eitt skiftislag og eitt javnari botnlag. Ofta tykist hitin at minka hampuliga javnt frá 10-20 metra dýpi og niður á botn. Mikrostrukturur sæst viðhvørt; men hitalopini eru smá. Eins og fyri Skálafjørð og Kaldbaksfjørð benda longdarskurðirnir av hita ikki á nakran reglubundnan mun norður og suður.

Oxygenprofilarnir (mynd 14) minna eisini um Kaldbaksfjørð í tann mun, at oxygengradienturin ofta tykist størstur niðri við botn; men í teimum tíðarskeiðum, har botnvatnið hevur verið læst av, tykist oxygenøgdin at minka meiri javnt við dýpinum frá 10-20



Mynd 14. Broytingin í oxygeni við dýpi á Sundalagnum norðan fyrri Streym (SU41).

metra dýpi og heilt niður. Illa ber til at siga, um nökur broyting er í oxygennøgdini á sama dýpi norður og suður; men helst er hon nakað minni, har grynri er.

BLANDING

Í tí tíðarskeiðinum, har botnvatnið á einum gáttarfirði er læst av, minskar oxygenið í tí vegna rot og vanligu anding. Botnvatnið er tó ongatið læst av fullkomiliga. Eitt er, at ein lutvis útskipting kann føra nýggjan sjógv við nógvum oxygeni niður í botnvatnið; men aftrat tí kemur so tað, at blanding alla tíðina er bæði millum teir ymsu partarnar av botnlagnum og millum botnlagið og lögini longur uppi.

Blanding í sjógvi er ein torførur spurningur teoretiskt, og byrjað verður við einum teoretiskum inngangi, sum lýsir nökur eyðkenni við blanding, síðan verður roynt at rokna út fyri ymsu firðirnar, hvussu stór blandingin hevur verið ymsu árinum. Tað verður gjørt við at hyggja at hitabroytingunum. At enda meta vit um, hvussu nógv av oxygeni blandingin hevur ført niður í botnvatnið ymsu árinum

Teori

Meðan ein útskipting - fullkomin ella lutvis - førir eina stóra nøgd av vanligu oxygenríkum sjógvi uttan úr fjørðinum og niður í botnlagið mestsum í einum, so arbeiðir blandingin meiri líðandi. Hon førir vatn, hita og ymisk mýl (molekyl), sum eru í ovaru pørtunum av fjørðinum upp og niður t.d. oxygenmýl; men tey kunnu ikki ferðast úr erva og niður í einum. Til at koma niður móti botni, mugu tey ferðast í nógvum smáum stigum gjøgnum sjógvin.

Í vatni, har ongar (makroskopiskar) rørslur eru, er blandingin tað, vit nevna *mýldiffusión*. Huga tær nú til, at vit hava eitt evni (t.d. oxygen) upployst í hesum vatni, soleiðis at $c(z,t)$ er nøgdin av hesum evni (t.d. roknað í milligram pr. litur av sjógvi: mg/l) í einum ávisum dýpi z og til tíðina t . Her er roknað við, at nøgdin bert broytist við dýpi og tíð, ikki tá vit flyta okkum vatnrætt. Av teimum (mikroskopisku) rørslum, sum mýlini í einum flótandi evni altíð hava, verða munirnir í nøgd útjavnaðir, og ein ferðing verður frá dýpum, har c er stórt, til dýpi, har c er lítið. Vit nýta orðið: *fluxur* fyri nøgdina av evninum, sum hvørja tíðareind verður flutt upp ella niður gjøgnum eina eindarflatu. Fluxurin q kann t.d. rokast í mg/sek/m². Tað vísir seg nú, at við mýldiffusión er fluxurin proportionalur við dýpdarbroytingina (gradientin) av c :

$$q = -k \cdot (\partial c / \partial z) \quad (1)$$

Har *diffusíónstalið* k er ein konstantur (við ávísan hita), sum tó er ymiskur fyri ymisk evni. Fluxurin kemur tí at føra evni frá teimum dýpum, har nógv er, til tey dýpi, har lítið er, so at c broytist við tíðini:

$$(\partial c / \partial t) = -(\partial q / \partial z) \quad (2)$$

Men mírlørslurnar flyta ikki bert evni, tær flyta eisini hita, og tað á heilt líkan hátt. Um $\tau(z, t)$ er hitin (hitastigið, temperatururin) á dýpi z og til tíðina t , so verður *hitafluxurin* q :

$$q = -k \cdot E \cdot (\partial T / \partial z) \quad (3)$$

Har κ er *hitaleiðingartalið* og E evnishitin hjá vatni pr. rúmdar-eind. Hitafluxurin kann t.d. roknast í $J/\text{sek}/\text{m}^2$. Av hesum broytist hitastigið á hvørjum dýpi við tíðini:

$$E \cdot (\partial T / \partial t) = -(\partial q / \partial z) \quad (4)$$

Líkningarnar (1) til (4) eru einfaldar, og eru vanliga lættar at loysa. Tíverri kunnu tær sjáldan nýtast beinleiðis í sjónum, tí vanliga er nógvur røringur í. Her verður ikki hugsað so nógv um tey meira ella minni jøvnu rákini, men um tær smáu óregluligu rørslurnar, vit nevna *turbulens*. Hesar rørslur blanda sjógvin so mikið nógv skjótari enn mírlørslurnar, at líkningarnar (1) og (3) undirmeta fluxarnar q og q stórliga. Líkningarnar (2) og (4) eru tó enn rættar, og vit kunnu definera *turbulenta diffusíónstalið* a og *turbulenta hitaleiðingartalið* A við líkningunum:

$$q = a(z, t) \cdot (\partial c / \partial z) \quad (5)$$

$$Q = A(z, t) \cdot (\partial T / \partial z) \quad (6)$$

Men vansin er, at a og A eru ikki konstantar eins og k og κ . Bæði a og A broytast í stóran mun alt eftir, hvussu nógvur røringur er í sjónum. Hetta ger líkningarnar torførari at loysa; men verri er tað, at vit ikki hava nakrar líkningar, sum loyva okkum at rokna út a og A í náttúruni. Turbulensur og turbulent diffusión er eitt øki, sum verður nógv kannað í hesum árum, men enn tykist langt at vera eftir, áðrenn vit kunnu rokna út, hvussu nógvur turbulensur verður undir ávísam umstøðum. Greitt er tó, at í sjónum verður turbulensurin í stóran mun avgjørdur av lutfallinum millum

stabilitet og *shear*. Tvey orð, sum mugu lýsast gjøllari:

Evnisvektin $d(z)$ hjá sjógvi veksur vanliga við dýpinum, og størri henda broyting er, størri er stabiliteturin, tí meiri orka skal tå til at fôrka ein litlan klump av sjógvi uppeftir ella niðureftir frá upprunastøðu síni. Ofta nýta vit *Brunt Väisälä frekvensin* N sum mát fyri stabiliteti:

$$N^2 = -g/d \cdot (\partial d / \partial z) \quad (7)$$

og størri N er, meiri verður turbulensurin doyvdur.

Hinvegin økist turbulensurin av sheari. Hetta fremmandaorð merkir broyting av streymferð við dýpi. Um vatnrætta ferðin er $u(z, t)$, so er shearið: $(\partial u / \partial z)$. Stabilitetur og shear verða samanborin til tess at meta um turbulensin, og vanliga verður *Richardson talið* Ri nýtt:

$$Ri = N^2 / (\partial u / \partial z)^2 \quad (8)$$

Tess størri Richardson talið er, tess veikari verður turbulensurin, og í mongum førum liggur markið um 0.25. Er Ri væl undir hesum marki, vænta vit turbulens, og vit vænta, at a og A í líkningunum (5) og (6) eru stór. Hinvegin vænta vit minni turbulens og smærri turbulent diffusíónstøl, um Richardson talið er væl størri enn 0.25.

Tað, sum elvir til turbulens í sjónum, verður tað, sum økir um shearið. Her er serliga talan um vind, sjóvarfallsstreym og aldur á vatnskorpunum ella djúpari (sí seinni).

Eg nevndi, at ikki ber til at rokna út hvørki a ella A ; men undir ávísam treytum er eitt samband teirra millum:

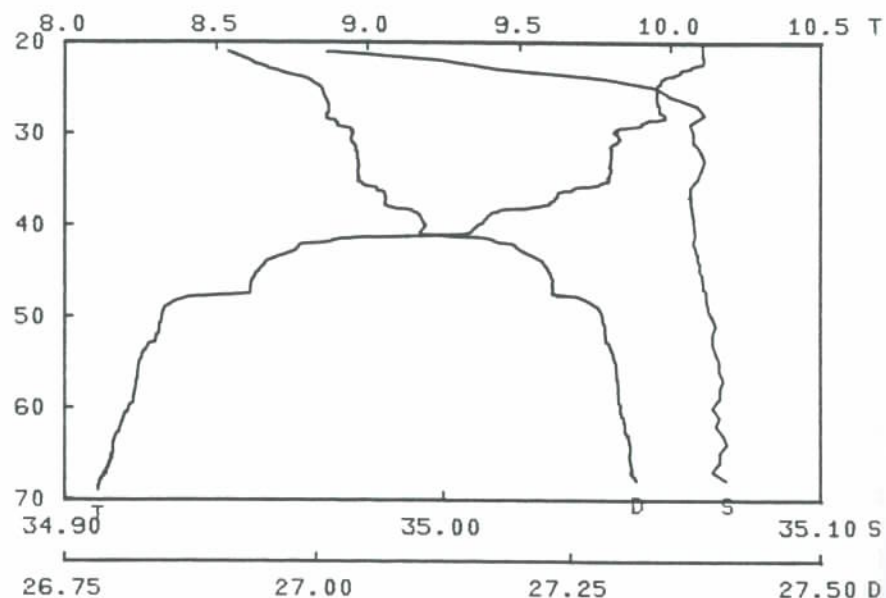
$$a(z, t) = A(z, t) \quad (9)$$

Í hesi líkning er einki sagt um, hvat evni a er diffusíónstalið fyri, og tað er eisini uttan týðning, tí undir hesum treytum skuldi a verið eins fyri øll evni. Vit fara seinni at nýta (9) í sambandi við viðgerðina av kanningartilfarinum og fara tå at viðgera spurningin, nær henda líkning kan metast at hava gildi. Eitt mát fyri lutfallinum millum turbulent fluxin av t.d. hita og hitafluxin við mírlørslum er *Peclet talið* fyri hita:

$$Pe = wZ/\kappa \quad (10)$$

har w er eitt mát fyri turbulentu ferðini upp og niður, Z er eitt mát fyri, hvussu langt turbulensurin flytir sjógv upp og niður, og κ er sum áður hitaleiðingartalið. Fyri sjógv liggur κ um $10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$. Z og

w eru torfórari at meta. Royna vit við ávikavist einum metri fyri z og einum centimetri pr sekund fyri w , verður Pe umleið 10^5 . Á sama hátt kunnu vit definera eitt Peclet tal fyri oxygen, og tað verður við hesum døminum uppaftur størri, so ein hevði ikki trúð, at mýldiffusióin hvørki av hita ella av oxygen hevði nakran týðning; men undir ávísimum umstøðum kann Peclet talið vera nógv minni. Áður er umrøtt (mynd 5), at botnvatnið í firðunum, serliga á Skálafirði, viðhvørt hevur týðiligan mikrostruktur.



Mynd 15. Hiti (T), saltnegd (S) og evnisvekt (D) á Skálafirði (SK05) 13/9 1987 frá 20 metra dýpi, niður á botn. Evnisvektin er avvikið frá reinum vatni (sigma-t).

Eitt dømi um hetta siggja vit á hitanum á Skálafirði 13/9 1987 (mynd 15). Sjógvurin tykist býttur upp í lög einar 2 til 7 metrar tjúkk hvørt, har hitin bert minkar spakuliga við dýpinum. Millum hesi lögini eru nógv tynri lög, har hitin minkar nógv skjótari. Okkara mátiúterð loyvur okkum ikki at máta tjúktina av hesum tynru lögnum nógv væl, men greitt er, at í teimum eru bæði z og w smá, og Peclet talið má tí eisini minka. Flutningur av hita og ymsum evnum, t.d. oxygen kann tí vera við turbulentum rørsrum í tjúcku lögnum, men lutvís við mýldiffusióin í teimum tynru. Men um mýldiffusióin er ein týðandi partur, so kunnu vit ikki rokna við, at (9) heldur, tí mýldiffusióin (leiðingin) av hita gongur einar hundrað

ferðir skjótari enn mýldiffusióin av oxygen.

Entrainment. Tað, at sjógvurin ikki broytist javnt niður við dýpinum, men ofta er býttur í lög, ger eisini, at vit kunnu vænta "entrainment". Hetta fyrbrigdi kemur serstakliga, tá vit hava eitt lag av vatni oman á einum øðrum, soleiðis at annað lagið er turbulent, meðan rørsurnar í hinum eru meiri regluligar (laminarar). Í tilikum føri "etur" tað turbulentu lagið seg inn á tað laminara, so at meiri og meiri vatn verður turbulent. Vit kunnu tó eisini tosa um entrainment, tá bæði lögini eru turbulent, men annað lagið er væl meiri turbulent enn hitt. Ferðin, sum tað meiri turbulentu lagið etur seg inn á hitt, nevnist *entrainment ferð*, og nakrar teoriir fyri firðum byggja á, at brakkvatnslagið vanliga er meiri turbulent enn miðlagið. Fyri at fáa javnvág, so at tjúktin av brakkvatnslagnum ikki broytist við tíðini, má entrainment ferðin, sum brakkvatnslagið etur seg niður í miðlagið við, vera eins stór og tað støðuga upprák, sum førir nýggjan sjógv upp í brakkvatnslagið úr neðra.

Djúpar aldur. Eitt annað fyrbrigdi, sum kann hava stóran týðning fyri blanding, er tað, eg her skal nevna djúpar aldur (*internal waves* á enskum). Einfaldasta dømi um djúpar aldur fáa vit, um vit hugsa okkum sjógvin í einum øki býttan upp í tvey lög, hvørt teirra við javnari evnisvekt; men soleiðis, at evnisvektin er ymisk í báðum lögnum (Mynd 16). Á markinum millum bæði lögini kunnu tá koma aldur heilt sum tær aldur, ið eru á vatnsorpuni. Ja, í veruleikanum er vatnskorpan jú markið millum tvey lög við ymiskari evnisvekt: Havið og luftina, so tað kann ikki undra, at tá aldur koma á vatnsorpuna, so koma tær eisini á markið millum tvey lög í sjónum.

Men djúpu aldurnar vera tó nakað øðrvísi enn vanligar aldur. Tað, sum er avgerandi, er munurin í evnisvekt millum bæði lögini. Hevur ovara lagið evnisvektina d_1 og niðara d_2 , og eru lögini bæði ikki ov djúp í mun til aldulongdina, so fæst ferðin á djúpu alduni v av (Turner, 1973):

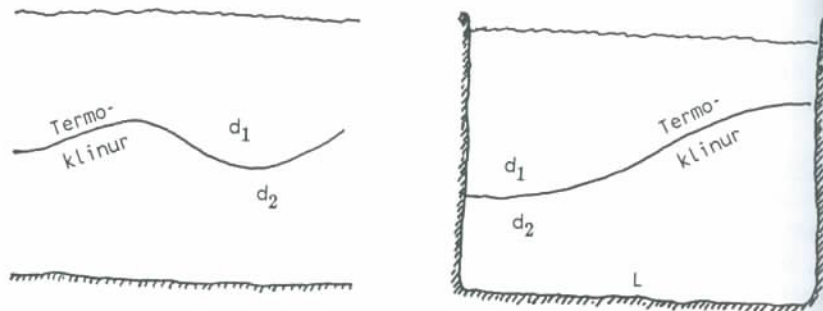
$$v^2 = (d_2 - d_1) / (d_2 + d_1) * g * h_1 * h_2 / (h_1 + h_2) \quad (11)$$

har g er 9.8 m/s^2 og h_1 og h_2 eru dýpi (hæddin) á lögnum. Fyri aldur á vatnsorpuni er luftin so nógv lættari enn sjógvur, at fyrsta lutfallið á høgru síðu av (11) verður umleið 1, men niðri í sjónum liggur hetta lutfall vanliga undir 10^{-3} og ofta væl tað. Tí ferðast djúpar aldur nógv spakuligari enn vatnskorpualdur. Afturfyri verða tær lættliga nógv størri, og tá tilíkar djúpar aldur bróta, blanda tær sjógv úr báðum lögnum saman.

Í einum avgyrdum øki (í botnlagnum á einum gáttarfirði t.d.) kunna koma *standandi djúpar aldur* (internal seiches), um ferðin á aldunum og periodan hóska við stöðdina á økinum (*resonansur*). Í tí einfalda föri, at økið er ein kassaskapaður hylur, við longd L , sum er væl størri enn breiddin, verður periodan:

$$P=2*L/(m*v) \quad (12)$$

har v fæst av (11), og m er eitt heilt tal, sum gevur talið á "knúta-linjum". Einfaldasta dømi er fyri $m=1$, og á mynd 16 er vist, hvussu vindur kann seta eina tilika djúpa standandi aldu í gongd. Myndin visir, at við nóg nógvum vindi kann botnlagið í summum førum koma heilt upp í vatnskorpu.



Mynd 16. Um sjógvurin er býttur í tvey lög við ymiskari evnisvekt d_1 og d_2 , so kunna djúpar aldur (internal waves) gerast á markinum (termoklininum). Um talan er um eitt avgyrt øki (høgra tekningin), so kunna standandi djúpar aldur gerast, tá aldan verður kastað aftur í endunum. Hetta krevur treytina (12) uppfylta.

Djúpar aldur koma eisini í sjógv, sum ikki er býttur í lög; men har evnisvektin $d(z)$ broytist kontinuert við dýpi. Cykliski frekvensurin (tittleikin) n av ferðandi djúpum aldum verður í tí föri avmarkaður av Brunt Väisälä frekvensinum (7):

$$n < N \quad (13)$$

Onki niðara mark er fyri frekvensinum n ; men, um hann fer undir Coriolis talið f (tað vil í føroyskum sjóøki siga, at periodan fer upp um 13.5 tímar), so verður aldan nógv ávirkað av Coriolis kraftini og broytist tvørs av ferðingini, so at størstu broytingarnar í hæddini á hitalinjunum og í streymi verða høgrumegin, tá tú hyggur tann veg, aldan ferðast.

Um evnisvektin broytist kontinuert við dýpi, er ikki neyðugt, at

aldan ferðast vatnrætt, men hon hevur ein vinkul b við vatnrætt, sum fæst av:

$$\cos^2 b = (n^2 - f^2) / (N^2 - f^2) \quad (14)$$

Hesar aldur kunna tó sum aðrar speglast bæði í vatnskorpu og í botni og eisini um tær koma á eitt dýpi, har n minkar undir N . Serliga áhugaverd er speglingin móti grynandi botni, tí hon valdast hallinum á botninum. Um botnurin hellur meir enn vinkulin b , so verður aldan vend; men um hallið er minni enn hetta, so skuldi aldan hildið fram inn á grynri vatn, til hon at enda brýtur (Turner, 1973).

Blandingin á Skálafirði

Spurningurin er nú, hvussu ein kann meta um, hvussu sterk blandingin er. Nýta vit likning (5) til at lýsa blandingina, ræður um at finna turbulentu diffusiónstalið $a(z,t)$. Í prinsippinum er hetta tal ymiskt fyri blandingina av ymsum evnum; men er turbulensurin nóg sterkur, so skuldi tað verið eins stórt fyri øll, og tá kunna vit nýta broytingar í nógdini av einum evni til at rokna $a(z,t)$ út fyri onnur evni eisini. Hetta krevur tó, at tað evni, vit nýta, er *konservativt*, t.v.s. at tað ikki verður gjørt ella broytt niðri í sjónum. Oxygen er ikki konservativt, tí rotbakteriur og djór taka tað úr sjónum; men salt er konservativt, og Gade (1970) nýtti tað til at finna $a(z,t)$ fyri Oslofjørð.

Hitafluxurin. Í føroysku gáttarfirðunum eru tó broytingarnar í salt-nøgd í botnvatninum so smáar, at tær ikki kunna nýtast; men hinvegin eru hitabroytingarnar hampuliga stórar (sí t.d. mynd 1), og um vit kunna rokna við, at treytin (9) er uppfylt, so átti hitaleiðingartalið $A(z,t)$ at verið eitt gott mát fyri diffusiónstalið t.d. fyri oxygen. Til at finna $A(z,t)$ kundu vit nýtt likningarnar (3) og (4) beinleiðis; men ein betri máti er at integrera tær. Vit definera hitamongdina $H(z,t)$ í botnvatninum upp til hæddina z yvir djúpasta staðnum:

$$H(z,t) = \int_0^z (E * T(z,t) * \theta(z)) dz \quad (15)$$

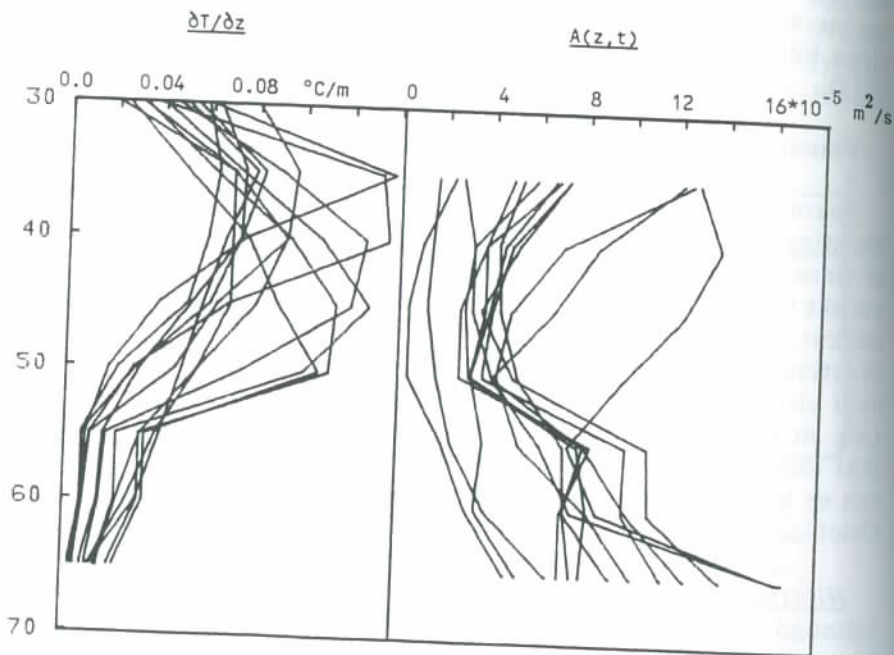
Har $\theta(z)$ er økið á fjørðinum hæddina z yvir djúpasta stað. Her er roknað við, at hitin bert broytist við dýpi og tíð; ikki inn eftir fjørðinum ella tvørs av honum. Sum áður er nevnt, átti hetta at verið hampuliga rætt.

Um vit rokna við, at ongin hiti lekur gjøgnum botnin, so broytist

hitamongdin einans av einum hitafluxi $q(z,t)$ gjögnum ovastu flatuna:

$$\partial H/\partial t = -\theta(z) * Q(z,t) = \theta(z) * A(z,t) * E * \partial T/\partial z \quad (16)$$

Henda líkning minnir um líkning (4) integrerað frá 0 til z ; men tíkið er við, at økið broygtist við dýpinum.



Mynd 17. Broyingin við dýpi av hitagradientinum $\partial T/\partial z$ (myndin vinstru megin) og turbulenta hitaleiðingartalinum $A(z,t)$ (høgru megin) í botnlagnum á Skálafirði, meðan tað hevur verið læst av. Myndin er grundað á hitamátingar við termistorketu í 1981, 1986 og 1987 (bert partar av sumrunum). Fyri hvørt av mátidýpunum er meðalhitin funnin hvønn dag í mátitíðarskeiðunum. Mátingarnar eru við 6 metra gloppum í dýpi, men á ymsum dýpum tey trý árin. Meðalhitin hvønn dag er tí útroknaður fyri hvønn metur frá 30 til 70 metra dýpi við lineerari interpolering. Síðan eru skeiðini bytt upp í 15 daga long bil, og í hvørjum teirra er hitagradienturin funnin fyri fimta hvønn metur við at taka munin í hita tveir metrar yvir og tveir metrar undir. Eisini er samlaði hitin í botnlagnum upp til hesi somu dýpi roknaður út hvønn dagin, og upphitingin er roknað út fyri hvørt 15 daga bil við regressión. Við tí støði, sum nevnt er í tekstinum, eru hesi tøl nýtt til at rokna út turbulenta hitaleiðingartalið fyri fimta hvønn metur og fyri hvørt av 15 daga bilunum.

Um vit hava nóg nógvar hitamátingar á ymsum dýpum og til ymsar tíðir, so ber til at meta bæði $\tau(z,t)$ og σ_T/σ_z , og tá er $A(z,t)$ einasti ókendur í líkning (16). Á Skálafirði hava vit tvey sløg av hitamátingum. CTD mátingarnar geva okkum ógvuliga neyvar hitaprofilar, men vanligar eru bert ein profilur aðru hvørja viku. Mátingarnar við termistorketu eru bert í 11 ymskum dýpum við 6 metra gloppi; men tær eru vanligar tiknar hvønn tíma. Mest avgerandi er tó kanska tað, at ein einstakur CTD profilur kann vera nóg avlagadur frá meðalprofilinum av djúpum aldum. Tí eru mátingarnar frá termistorketuni helst tað besta grundarlagið í teimum tíðarskeiðum, har hon hevur ligið úti og riggað. Tilsamans eru trý tilíki tíðarskeið: 19/5-9/10 1981, 4/8-3/10 1986 og 14/7-30/9 1987. Hesi tíðarskeið eru bytt upp í 15 daga long bil, og í hvørjum teirra eru hitagradientur σ_T/σ_z og upphiting $\partial H/\partial t$ funnin. Hetta er gjørt fyri hvørjar 5 metrar frá 30 metra dýpi niður á 65 metrar, og turbulenta diffusiónstalið er so roknað út sambært líkning (16). Líkningin hevur tó bert gildi, meðan botnvatnið er læst av, og mynd 17 vísir broytingar við dýpi av σ_T/σ_z og $A(z,t)$.

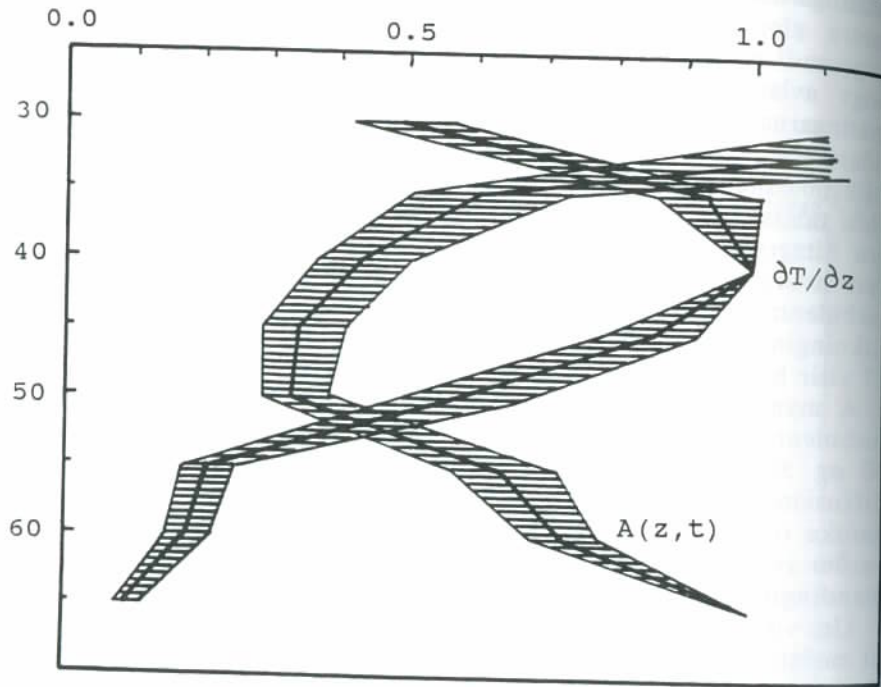
Á mynd 17 sæst ein eyðkend gongd bæði fyri hitagradient og turbulenta diffusiónstalið. Hitagradienturin er vanligar størstur millum 40 og 50 metra dýpi og minstur niður móti botni. Turbulenta diffusiónstalið er hinvegin vanligar størst niðri við botn undantikið kanska oman fyri 35 metrar, har henda útrokning í øllum førum verður ivasom, tí vit nærkast miðlagnum, har ymiskt annað ávirkar blandingina.

Um vit vilja kanna broytingina við dýpi gjøllari, kunnu vit rokna út meðalvirði; men tann stóra broytingin, sum er í tíð, ger úrslitið av tí heldur ivasamt. Í staðin kunnu vit fyrst finna lutfalsligu broytingina við dýpi hvørja ferð og so taka meðalvirði av hesum, sum greitt er frá í myndatekstinum til mynd 18, ið vísir úrslitið av hesi útrokning.

Mynd 18 vísir áðurnevndu gongd við størsta hitagradientinum um 40 metra dýpi og minsta diffusiónstalinum nakað djúpri. At diffusiónstalið minkar við økjandi hitagradienti var at vænta, tí ein stórir hitagradientur gevur (við óbroyttari saltnegd) ein stóran gradient í evnisvekt, t.v.s. stóran stabilitet, og tað doyvir, sum áður er nevnt, turbulensin. Hinvegin verður turbulensurin hildin á lívi av turbulenti rørsuorku, sum kemur úr erva. Turbulenta rørsuorkan minkar óivað við dýpinum, og tað er helst orsökkin til, at minsta diffusiónstalið er at finna undir størsta hitagradientinum.

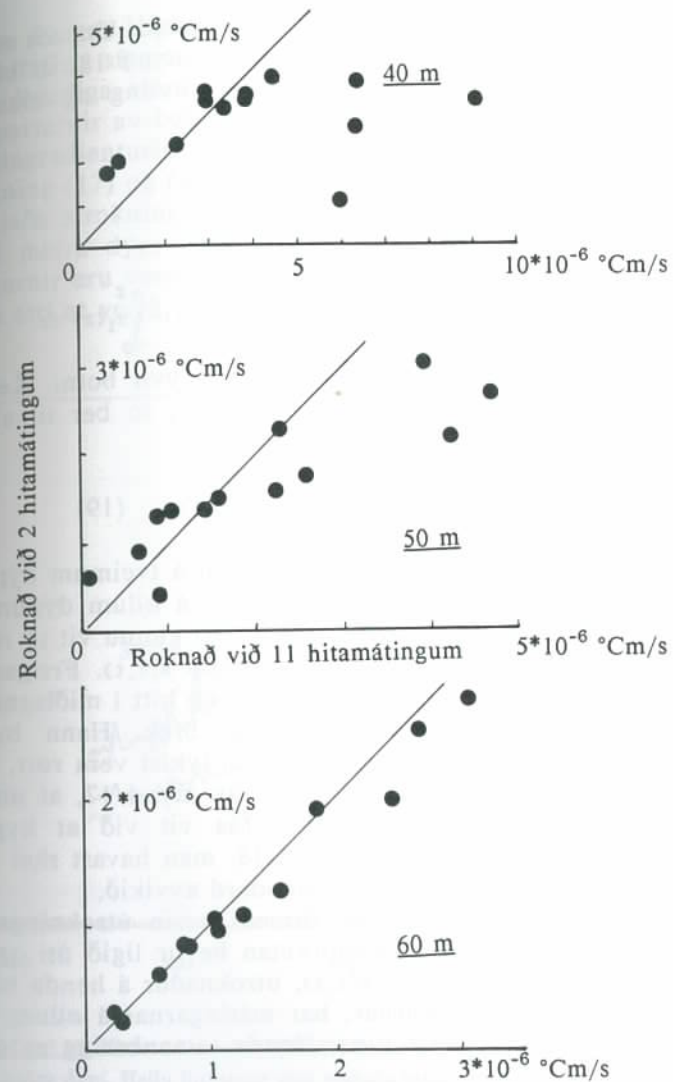
Meting av hitafluxi utan fullfiggjadar hitamátingar. Ta tíðina, har termistorketan hevur ligið á Skálafirði, ber sostatt til at meta hitafluxin og turbulenta diffusiónstalið, og úrslitið tykist vera á leið.

Spurningurinn er so, hvat kann gerast tey tíðarskeiðini, har hon ikki hevur lagið úti. Ein móguleiki er at nýta CTD mátingarnar beinleiðis í líkning (16); men, sum áður er nevnt, kunnu djúpu aldurarnar órógva ein einstakan CTD profil almikið, og roynir ein hesa leið, gerst úrslitið heldur óvist, og ein fær negativ diffusióntstól av og á.



Mynd 18. Meðal broytingin við dýpi av hitagradienti og turbulentu diffusióntalimum í botnlagnum á Skálafirði undir avlæsing. Til útrokningina av meðalvirðum eru profilarnir á mynd 17 nyttir. Hetta gav 13 ymisk met fyri $A(z,t)$ og fyri $\partial T/\partial z$, og myndin visir meðal av hesum 13. Meðalvirðini eru tó ikki roknað út á vanligan hátt, men logaritmski. Fyri $A(z,t)$ er hetta gjørt, við at logaritman er tikin av lutfallinum millum $A(65\text{ m},t)$ og $A(z,t)$ fyri fimta hvønn metur z . Síðan er meðalvirðið roknað út av hesum og standardfeilurin (standard error) eisini, og so eru logaritmunar broyttar um aftur til vanlig lutføll. Á sama hátt er gjørt við hitagradientin við tí broyting, at lutfallið er millum 50 metra dýpi (har gradienturin er størstur) og tey ymsu dýpini. Tjúkku strikurnar inni í skraveradu økjum vísa meðallutføllini, og skraveradu økini geva eina mynd av óvissuni. Tey svára til, at standardfeilurin er trektur frá og lagdur aftrat logaritmunum áðrenn umrokning til lutføll.

Djúpu aldurarnar eru tó mest á meðaldýpi, og undir 60 metrum eru tær vanligar veikar og somuleiðis í niðara parti av miðlagnum. Aftrat hesum visir mynd 18, at hitagradienturin og tí eisini sjálvur



Mynd 19. Samanbering av hitafluxi á trimum ymsum dýpum á Skálafirði roknaður fyri ymisk 15-daga skeið undir avlæsing. Úteftir er settur hitafluxurin roknaður út eftir hitamátingum á 11 ymiskum dýpum. Uppeftir er settur hitafluxurin roknaður út eftir hitanum á bert tveimum dýpum (í miðlagnum og stutt yvir botni), sum greitt er frá í tekstinum. Punkt, ið liggja á miðlinjunum, svára til, at báðir útrokningarhættirnir geva sama úrslit.

hitaprofilurinn vanliga hefur eina eyðkenda gongd. Um vit seta fyrri, at broytingin við dýpi av $0\tau/0z$ er givin við mynd 18, so ber til at býta broytingarnar sundur í eina dýpdarbroyting og eina tíðarbroyting:

$$\partial T / \partial z = g_1(z) * g_2(t) \quad (17)$$

Av hesum fæst:

$$T(z, t) = T(z_1, t) + g_2(t) * (G(z) - G(z_1)) \quad \text{har:} \quad G(z) = \int_0^z g_1(z) dz \quad (18)$$

Har $T(z_1, t)$ er hitin á eini ávísari hædd z_1 yvir botni. Kenna vit haraftrat hitan á eini aðrari hædd z_2 , $T(z_2, t)$, so ber til at rokna $g_2(t)$ út:

$$g_2(t) = (T(z_2, t) - T(z_1, t)) / (G(z_2) - G(z_1)) \quad (19)$$

Hava vit tí álitandi mátingar fyrri hitanum á tveimum dýpum, so geva líkningarnar (18) og (19) okkum hitan á øllum dýpum undir hesum fortreytum, og við at nýta (15) og (16) kunnu vit so rokna út hitafluxin $q(z, t)$ og turbulenta diffúsióntalið $A(z, t)$. Frægast er at velja z_1 og z_2 , so at annað liggur nær botni og hitt í miðlagnum.

Hesin útrokningarháttur er ikki uttan brek. Hann byggir á fortreytina í líkning (17), og tó at hon ofta tykist vera røtt, so sæst við at samanbera vinstru og høgru helvt av mynd 17, at undantøk koma fyrri. Eina hómung av óvissuni fáa vit við at hyggja at breiddini á skraveraða økinum á mynd 18; men havast skal í huga, at tað umboðar standard feilin; ikki standard avvikið.

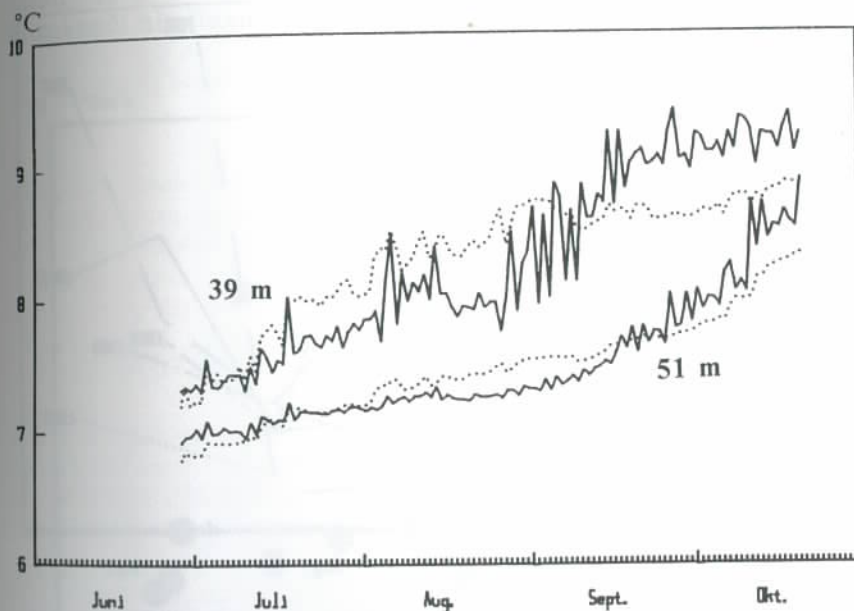
Ein máti at eftirkanna, hvussu álitandi hesin útrokningarháttur er, fyrri tey tíðarskeið, har termistorketan hefur ligið úti og hefur riggað, at samanbera hitafluxin $q(z, t)$, útroknaður á henda hátt, við meiri fullfíggaða útrokningarnar, har mátingarnar á øllum dýpum verða nýttar heldur enn bert tvær. Henda samanbering er gjørd á mynd 19.

Á 60 metra dýpi samsvara úrslitini frá báðum útrokningunum frá-líka væl. Hetta var at vænta, tí til at meta $g_2(t)$ hava vit her nýtt hitan á einum dýpi stutt undir 60 m, og hitin broytist lítið við dýpi niðast í botnlagnum. Taka vit meðalvirðið av øllum hitafluxunum, fáa vit við at nýta líkning (17) og (18) ein meðalflux, sum er 93% av tí, tann meiri fullfíggaða útrokningin gevur.

Hyggja vit síðan at samanberingini fyrri 50 metra dýpi, so vísir mynd 19 ikki so týðiligt samband. Fyri smáar hitafluxar er samsvarið hampuliga gott; men stóru virðini tykjast sum heild undirnett, tá vit nýta líkning (18) og (19) og hitamátingar bert á

tveimum dýpum heldur enn allar mátingarnar frá termistorketuni. Stóran hitaflux siggja vit serliga móti endanum av avlæsingini ella aftan á óvanliga stóra blanding, og tá verða eftir øllum at døma ovastu partarnir av botnlagnum hitaðir munandi meiri enn djúparu, so at hitagradienturin avlagast frá mynd 17. Í meðal fáa vit við at nýta líkning (17) og (18) ein hitaflux, sum er 78% av tí, tann meiri fullfíggaða útrokningin gevur.

Á 40 metra dýpi vísir mynd 19 uppafur verri samsvar, stóru hitafluxarnir eru verri undirnettir, og meðalfluxurin er bert 69% av tí, hann átti at verið.

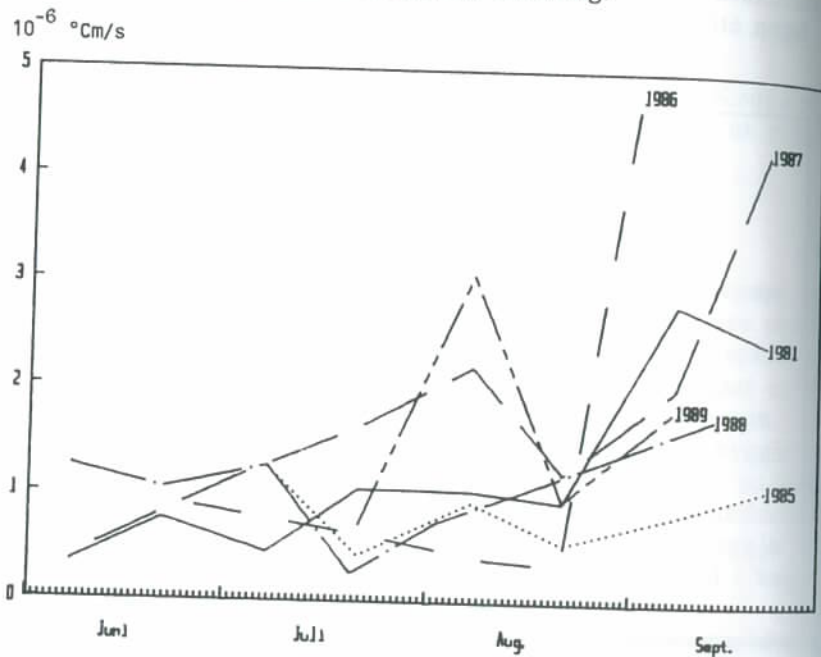


Mynd 20. Hitin á Skálafirði (SK05) undir avlæsingini í 1985 á 39 og 51 metra dýpi. Heilu linjurnar vísa mátaða hitan. Prikktu linjurnar vísa hitan roknaðan út, sum greitt er frá í tekstinum.

Til ta samanbering, sum er gjørd í mynd 19, er tó tað at siga, at hon er fyrri sama tíðarskeið, sum mynd 17 og meðalgradienturin $g_1(z)$ byggja á. Tí kann hon geva okkum eina ov positiva mynd av samsvarinum. Í 1985 lá termistorketan eisini á Skálafirði eitt langt tíðarskeið undir avlæsingini. Tianverri var feilur í henni, so at bert mátingarnar frá nøkrum av dýpunum kunnu brúkast. Hetta ger tað torført at rokna fluxin út við bert at nýta (15) og (16); men við at seta hitan á 69 og 27 metra dýpi inn í (19) og (18) kann $T(z, t)$

roknast út fyri øll dýpi, og vit kunnu samanbera við mátingarnar frá 51 og 39 metra dýpi, sum eisini riggaðu.

Henda samanbering er gjørd á mynd 20, og samsvarið tykist vera hampuliga gott á 51 metra dýpi; men væl verri á 39 metrum. Samanum tikið skuldu vit kunnað nýtt líkning (18) og (19) í teimum tíðarskeiðum, har vit hava hitamátingar í miðlagnum og nær við botn og fingið hampuliga álitandi tøl fyri hitafluxin á 60 metra dýpi, meðan fluxurin á 50 metra dýpi helst verður nakað undirmettur í tíðarskeiðum við nógvari blanding.

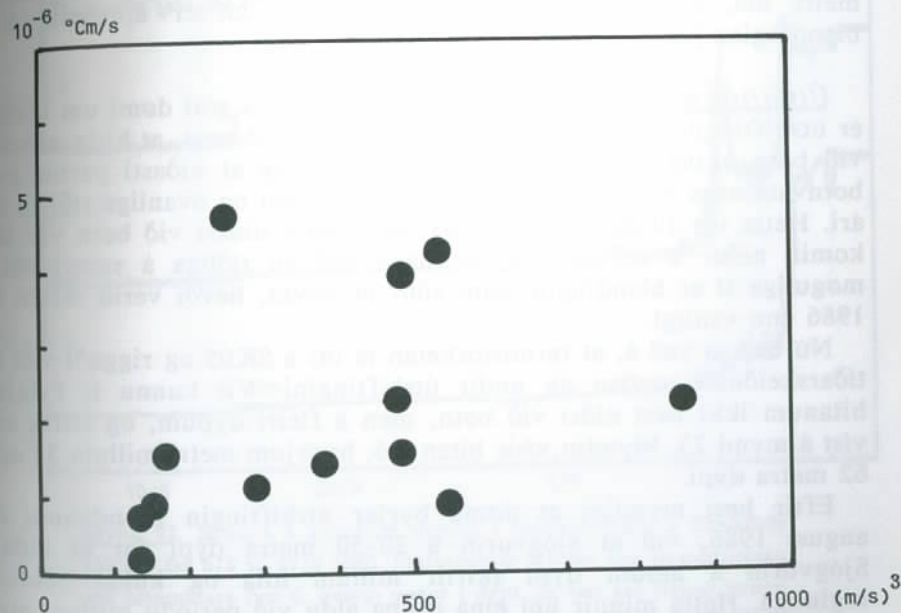


Mynd 21. Hitafluxur á Skálafirði á 60 metra dýpi undir avlæsing ymisk ár.

Blandingin á Skálafirði tey ymsu árin. Uppfata vit hitafluxin sum eitt mál fyri blanding, so ber nú til at meta um styrkina í blandingini ymsu árin, við at rokna út hitafluxin á 60 metra dýpi fyri tey tíðarskeið, sum víst eru á mynd 1. Hetta er gjørt á mynd 21, og líkning (18) og (19) eru nýttar í útrokningini fyri øll tíðarskeiðini. Á myndini sæst stórir munur millum blandingina til ymiskar tíðir. Flestu virðini byggja á meðalvirði yvir 15 daga skeið.

Áðrenn vit viðgera úrslitini á mynd 21 gjøllari, er tó neyðugt at eftirkanna eina fortreyt, sum gjørd er. Skal hitafluxurin takast sum

mát fyri blanding, so krevst, at botnvatnið ikki kann hitna á annan hátt, og har eru tveir aðrir móguleikar. Annar er hitaleiðing úr botninum, og hin er sólarljós. Rokna vit mátaða hitafluxin til aðrar eindir, sæst hann vanliga at liggja millum 1 og 20 W/m² á 50 metra dýpi. Hetta talið er einar hundrað ferðir størri enn hitafluxurin frá botninum, men væl minni enn fluxurin frá sólini. Nú verður tó tað mesta av ljósinum absorberað í sjónum áðrenn tað kemur niður í botnvatnið. Vit hava óv lítið av ljósmátingum av Skálafirði hesa árstíðina til at siga við vissu, hvat er eftir av ljósinum á t.d. 50 metra dýpi; men tær mátingar, vit hava, benda á, at hetta liggur undir 10% av teimum minstu hitafluxunum, vit hava mátað. Útroknaði hitafluxurin er tí helst eitt gott mál fyri blanding.



Mynd 22. Hitafluxurin á 50 metra dýpi á Skálafirði teknaður móti triðja potensi av vindferðini í Havn samstundis. Nýtt eru 13 tíðarskeið, hvørt teirra 15 dagar, har termistorketan hevur ligið úti og riggað, so at hitafluxurin kann roknast hampuliga neyvt.

Á mynd 21 sæst stórir munur í hitafluxinum frá einum tíðarskeiði til annað; men eisini um vit hyggja yvir longri tíð, er munur. Sostatt tykjast 1985 og 1986 at hava havt litla blanding stóran part av sumrinum. Spurningurin er, hvat upprunin er til blandingina og til broytingarnar í henni. Útroknaði hitafluxurin er væl størri, enn

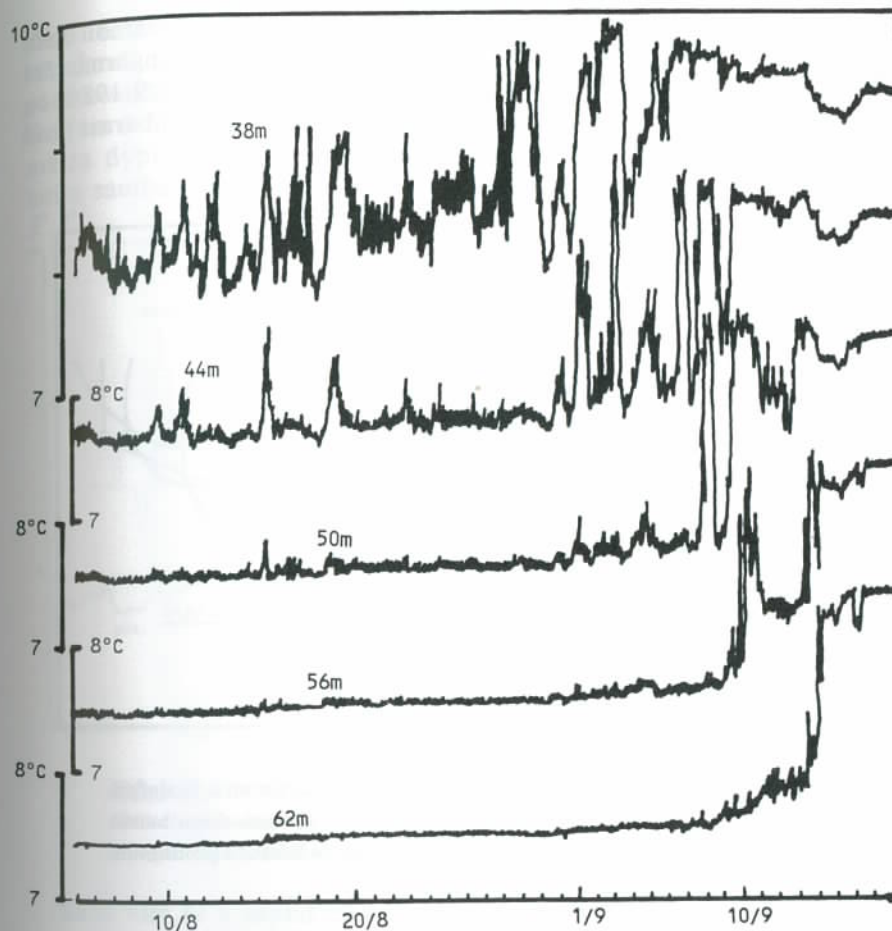
tað, sum hevði fingist við mýldiffusiún einans; líkning (3), og okkurt slag av turbulentari rørslu flytur tað mesta av hitanum; men turbulentur krevur eina ytri ávirkan, sum letur orku til rørslurnar í sjónum. Á Skálafirði kann illa hugsast nøkur onnur orkukelda enn vindurin; men ikki er vist, at sambandið er einfalt. Á mynd 22 er hitafluxurin teknaður móti vindi fyri tey 13 tíðarskeiðini, sum áður eru viðgjørd. Fyri vindin er nýtt vindferðin í Havnini samstundis lyft upp í triðja potens. Hetta skuldi verið eitt mát fyri orkuflutningin til sjógvin. Myndin vísir ikki nakað samband; men tað kann ivaleyst hava ymsar grundir. Kanska áttu vit heldur at nýtt onkran komposant av vindferðini og kanska nýtt vindin, sum var, áðrenn hitafluxurin varð mátaður; ikki samstundis. Áðrenn vit fara undir ta viðgerðina, fara vit tó at kanna eftir, um tað ber til at siga meiri um, hvat slag av rørslum tað er, sum er upprunin til blandingina.

Útskiptingin av botnvatninum 1986. Eitt serliga gott dømi um hetta er útskiptingin av botnlagnum í 1986. Á mynd 1 sæst, at hitin niðast við botn øktist ógvuliga bráðliga tað árið, og at niðasti partur av botnvatninum varð útskiptur eftir fáum døgum og óvanliga tíðliga á ári. Hetta var til alla lukku, tí oxygenngdgin niðast við botn var tá komin niður á tað minsta, vit hava sæð so tíðliga á sumrinum, møguliga tí at blandingin, sum áður er nevnt, hevði verið minni í 1986 enn vanligt.

Nú bar so væl á, at termistorketan lá úti á SK05 og riggaði væl í tíðarskeiðnum undan og undir útskiptingini. Vit kunnu tí fylgja hitanum ikki bert niðri við botn, men á fleiri dýpum, og hetta er vist á mynd 23. Myndin vísir hitan á 6. hvørjum metri millum 38 og 62 metra dýpi.

Eftir hesi myndini at døma byrjar útskiptingin í endanum á august 1986, við at sjógvurin á 30-50 metra dýpi fer at alda. Sjógvurin á hesum dýpi skiftir millum hita og kulda heldur regluliga. Hetta minnir um eina djúpa aldu við periodu millum ein og tveir dagar. Tað er eisini júst á hesum dýpi, vit kunnu vænta djúpar aldur, tí tað er um 40 metra dýpi, at hitagradienturin (hitabroytingin við dýpi) er størstur, sum vist er á mynd 24.

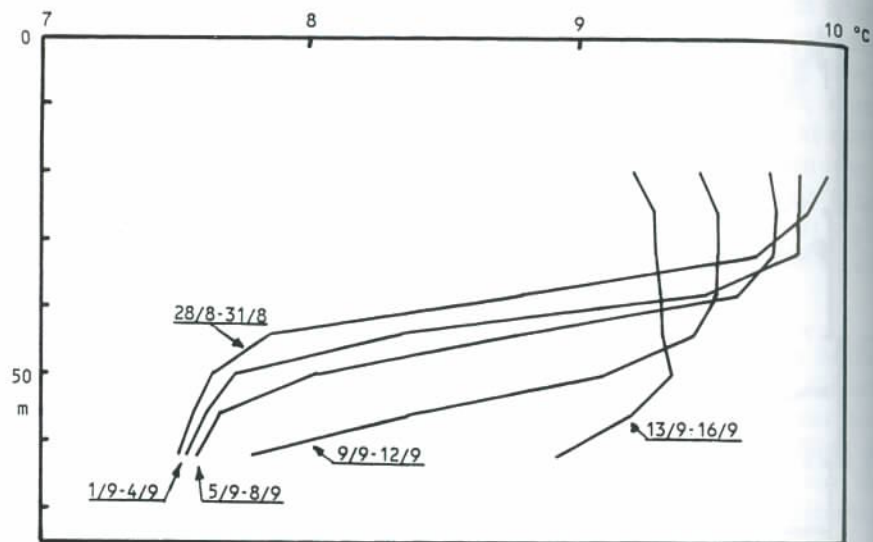
Á mynd 23 tykist aldingin byrja á 38 metra dýpi um 27. august, og eina viku inn í sept. er útskipt á hesum dýpi. Á størri dýpi síggjast tær fyrstu aldurnar bert veikar; men seinni síggjast aldurnar best á størri dýpi, sum væntandi var, tá termoklinurin sambært mynd 24 dýpist.



Mynd 23. Hitin á 5 ymiskum dýpum í botnvatninum á Skálafirði (SK05) frá 5/8 til 17/9 1986. Máttingarnar eru frá eini termistorketu við hitamátara fyri 6. hvønn metur í dýpi, og tær eru tiknar hvønn hálva tíma. Til tess at skilja tær ymisku mátingarnar hvørja frá aðrari er hvør mátingin á myndini flutt eina grad uppeftir í mun til mátingina beint undir.

Um nú henda uppfatan er røtt; at hitabroytingarnar á SK05 hetta tíðarskeiðið stava frá djúpum aldum við periodu um 1-2 dagar, so áttu hesar aldur at ferðast gjøgnum botnvatnið, og tær áttu at verið at sæð longur inni í fjørðinum. Nú ber so á, at júst hesa tíðina høvdu vit eina fortøying liggjandi inni á SK11 (sí kortið á aftasta blaði í ritinum) innarlaga í fjørðinum við einum hitamátara á 25

metra dýpi og einum máttara á umleið 50 metrum, sum mátaði bæði hita og streym eina ferð um tíman. Á mynd 25 eru mátingarnar frá hesum seinna máttaranum vístar fyri tíðarskeiðið 29/8-16/9 1986, og myndin visir aldingar í hitanum, ið kunnu samanberast við aldingarnar á 50 metra dýpi á mynd 23.

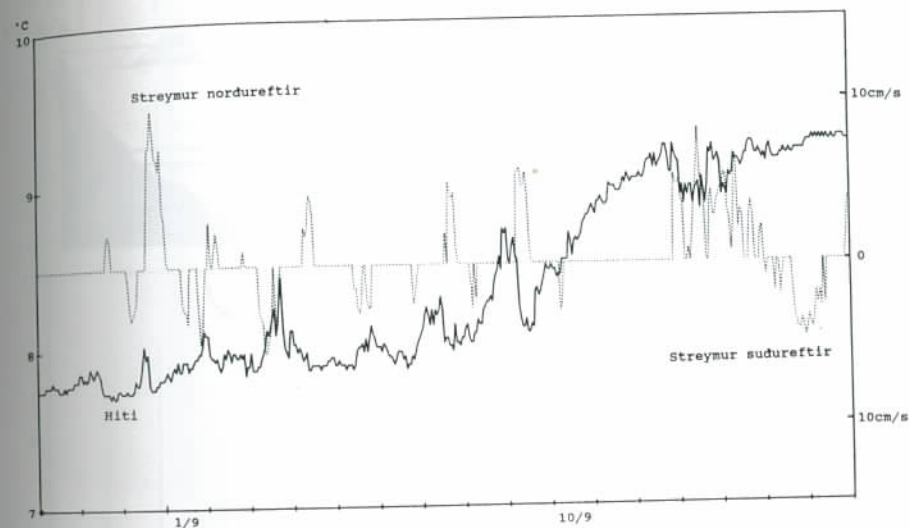


Mynd 24. Broytingin við dýpi av hitanum í botnvatninum á Skálafirði (SK05) 28/8-16/9 1986 grundað á mátingar við termistorketu hvønn hálva tíma og við 6 metra dýpdargloppi. Hvør av teknaðu profilunum er meðal, tikið yvir 4 dagar.

Hetta bendir sostatt á, at talan er um eina standandi djúpa aldu ("internal seiche" á enskum), sum ferðast út og inn gjøgnum fjørðin undir gáttardýpinum og sum fyri part verður kastað aftur ("speglað"), har hon rakar gáttina ella botnin inni í fjørðinum. Henda gongd er lýst skematiskt á mynd 26, sum m.a. lýsir, at samband skal vera millum broytingar í hita og streym, og tað samsvarar hampuliga væl við mynd 25, har streymur á 50 metra dýpi (undir termoklininum) út úr fjørðinum (suðureftir) fylgist við økjandi hita á SK11. Eisini kundu vit væntað, at streymur inn í fjørðin (nordureftir) á 50 metra dýpi fylgdist við minkandi hita á SK11, og hetta samband hómast á mynd 25; men har skal havt vera í huga, at tað er meðan tað rekur inn í fjørðin, at aldan brýtur við SK11 ella har á leið, og hetta gevur ein blanding, sum hitar sjógvin upp, samstundis sum kaldur sjógvur kemur sunnaneftir.

Á mynd 26 sæst, at SK05 og SK11 á 50 metra dýpi liggja mest

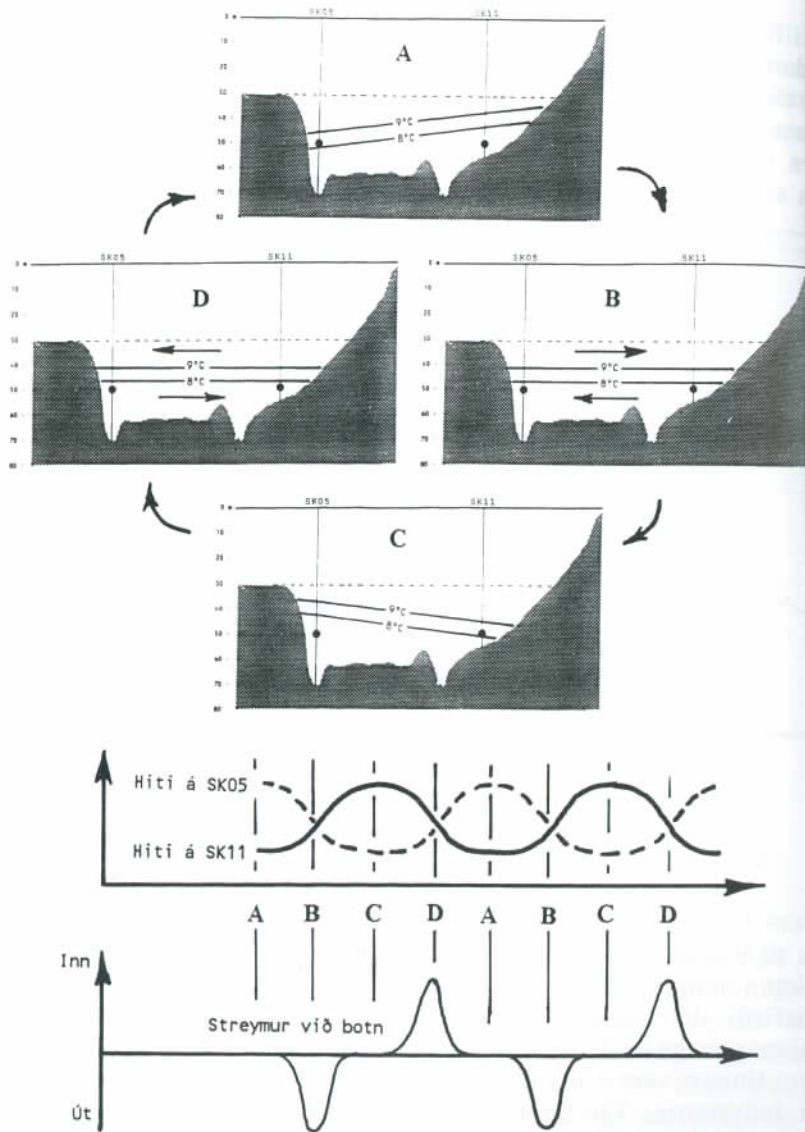
sum í hvør sínum enda á fjørðinum. Stava hitabroytingarnar frá eini standandi djúpari aldu, so skulu broytingarnar á SK05 og á SK11 vera øvugar, soleiðis at skilja, at tá heitast er á SK05, skuldi verið kaldast á SK11 og øvugt (sí mynd 26). Á mynd 27 eru hitin á 50 metra dýpi á SK05 og SK11 teknaðir saman, og myndin visir júst hetta sambandið millum hitan á SK05 og SK11.



Mynd 25. Hiti og streymur á 50 metra dýpi á SK11 29/8-16/9 1986. Heila linjan visir hita, og prikkuta linjan visir nordurkomponentin av streymi (inn í fjørðin).

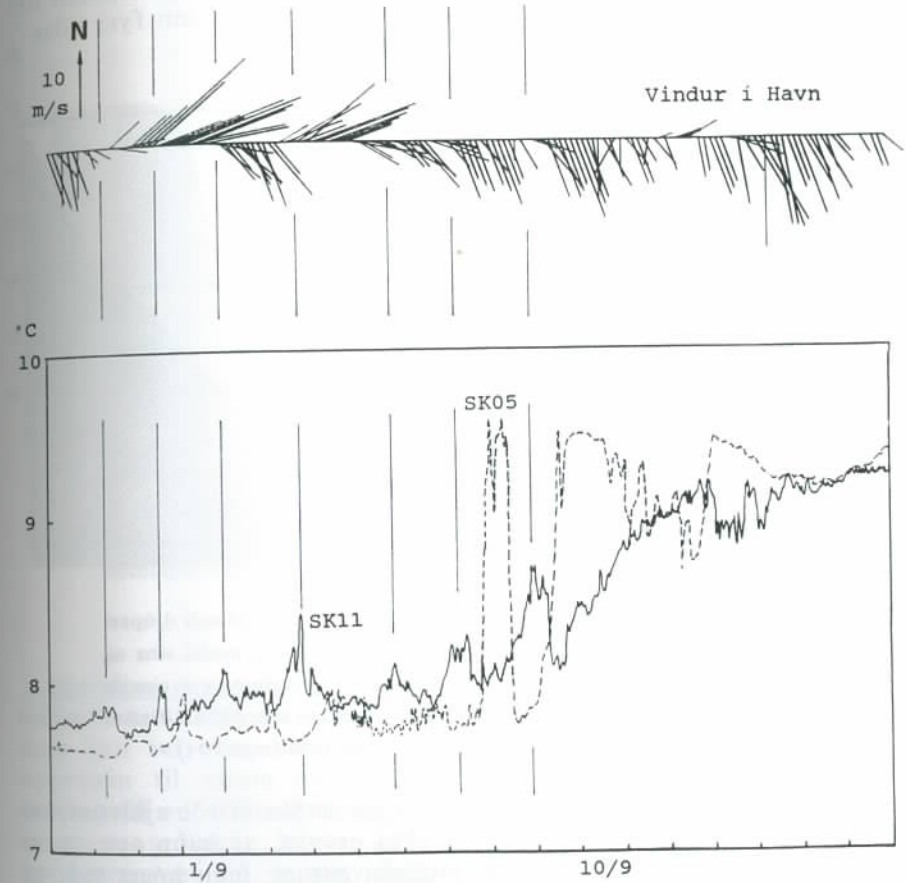
Sum víst er á mynd 27, síggja vit einar 6 heilar periodur frá 30. aug. til 9 sept. Í meðal gevur hetta 1.6 dag fyri perioduna, og hetta tal kann samanberast við líkning (11) og (12). Nú er botnvatnið á Skálafirði ikki so einfalt sum tað model (sí mynd 16), ið hesar líkningar byggja á. Hóast lopið í hita er skarpt, so er tað ikki diskontinuert sum á mynd 16, og botnurin er ikki flatur og endarnir ikki loddrættir. Vit kunnu tí ikki vænta fullkomið samsvar; men velja vit rund tøl fyri parametrinum, sum víst á mynd 28, so fæst periodan til 1.75 dagar. Hetta tal samsvarar væl við mynd 27.

Alt bendir sostatt á, at útskiptingin av botnvatninum á Skálafirði 1986 stavaði frá eini standandi djúpari aldu. So er spurningurin, hvat upprunin var til hesa aldu. Onkur ytri ávirkan má hava verið, sum hevur latið orku til aldurørslurnar og við tí til blandingina. Helst má henda ávirkan eisini vera reglulig við somu periodu sum standandi djúpa aldan t.v.s. um hálvanannan dag, tí tá verður aldan styrkt við *resonansi*. Hetta minnir um eina reiggju. Skal hon fáast til



Mynd 26. Myndin lýsir skematískt fjóra ymisk stig í eini standandi djúpari aldu (internal seiche) í botnvatninum á Skálafirði. Hitalinjurnar (8°C og 9°C) í termoklininum sveiggja aftur og fram, og knýtt at tí verða broytingar í hita og streymi. Svörtu ringarnir á skurðunum vísa, hvar mátað er á 50 metra dýpi á SK05 og SK11.

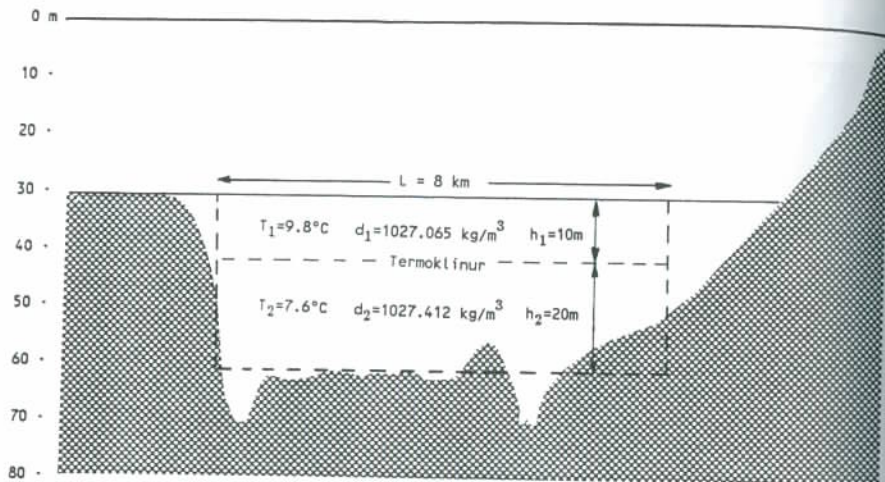
at sveiggja nógv, so nyttar onki at skumpa alla tíðina. Reiggjan má skumpast við sveigginum; ikki ímóti. Allarbest er sjálvandi, um ein stendur hvørjumegin við og skumpar regluliga.



Mynd 27. Niðara tekningin vísir hitan á 50 metra dýpi á Skálafirði undan og undir útskiptingini 1986 ávikavist innarlaga í fjørðinum á SK11 (heila linjan) og uttarlaga á SK05 (brotna linjan). Myndin vísir aldingar, sum eru øvugar á hesum báðum støðum. Ovara myndin vísir vindin í Havn samstundis. Fyri tridja hvønn tíma er ein strika sett út frá einum tíðaraksa, sum gongur tann veg, vindurin gekk (ikki haðani vindurin kemur eins og ættin), og sum er longri, tess harðari vindurin var.

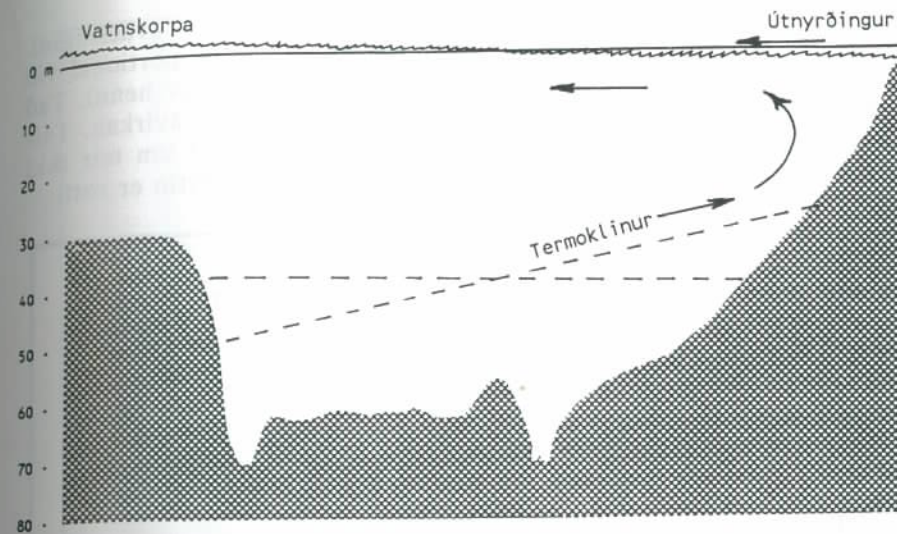
Á Skálafirði er ilt at hugsa sær, at nakað annað enn vindur kann vera upprunin til djúpu aldarinnar. Sjóvarfall er mest sum onki, og

periodurnar í tí eru eisini ov smáar, og hóast luftrýstið lættliga kann broytast við røttu perioduni, so er trýstið at kalla eins í báðum endum á fjørðinum, og tað skuldi ikki givið nakað hall á markið millum miðlagið og botnlagið. Tí er vindurin mest trúliga orsøkin til djúpu aldurnar, og á mynd 27 er vindurin teknaður inn fyri tíðarskeiðið, har útskiiftingin fór fram.



Mynd 28. Til tess at rokna út ferð og periodu á eini standandi djúpari aldu kann botnlagið á Skálafirði samanberast við eitt model eins og mynd 16 við fløtum botni, loddrøttum síðum og endum og tveimum homogenum løgum, ið eru skild av einum skørpum termoklini. Virðini fyri hita og evnisvekt hóska til endan á august 1986 (mynd 24).

Nú vóru tíanverri ongar vindmátingar á Skálafirði sjálvum, so myndin vísir vindin í Havnini, og ikki er vist, at hann samsvarar líka væl við vindin á Skálafirði á øllum ættum; men hóast tað, so kann eitt samband hómast á mynd 27. Størstu lopini uppeftir í hita á SK11 siggja vit aftan á harðan vind av útnyrðingi, og hyggja vit at mynd 29, so er tað júst tað, vit kundu vænta, og tað, at útnyrðingurin linkar aftur ella skiftir til útsynning hampuliga regluliga, ger, at aldan fær meiri og meiri sveiggj; men frá 9/9 liggur útnyrðingurin heldur longri, og tað vísir seg á SK11 sum ein javnur vøkstur í hita frá 10/9, har harði og drúgví útnyrðingurin tykist at halda alduni inni í fjørðinum. Hetta hóskar við mynd 23, sum vísir, at hitin á 56 metra dýpi heldur sær kaldur óvanliga leingi; í meiri enn tveir dagar (11/9 og 12/9). Tá útnyrðingurin linkar aftur, kemur skvampurin út aftur í fjørðin, og tá er tað, at alt botnvatnið verður skift út.

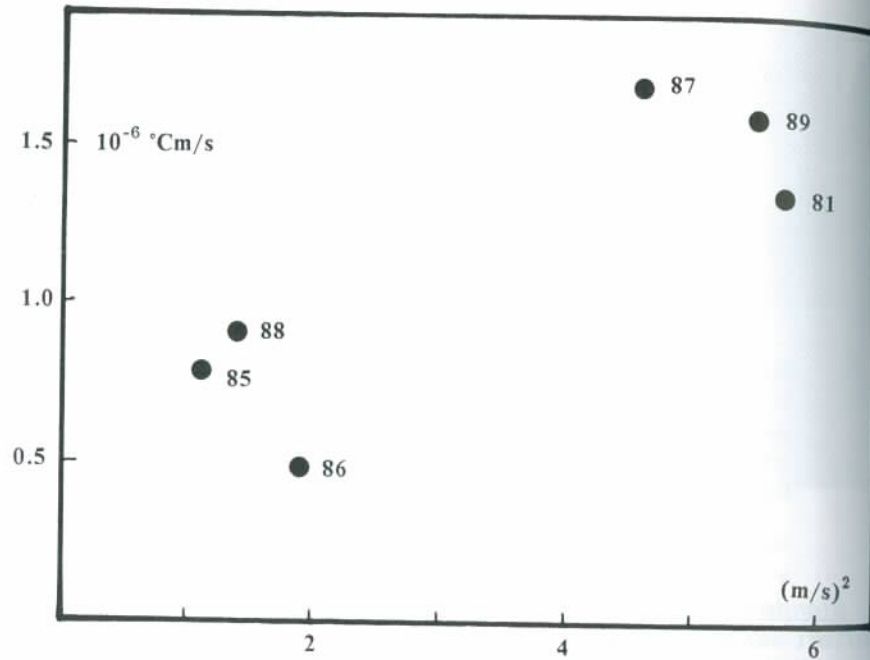


Mynd 29. Harður útnyrðingur dregur sjógvin í vatnskorpunni við sær út úr fjørðinum. Hetta elvir til eitt rák inn í fjørðin í miðlagnum, og til minni trýst innarlaga í fjørðinum, sum sýgur ovvara markið á botnlagnum upp inni í fjørðinum. Tá útnyrðingurin linkar, vil botnlagið sleppa aftur, og tað gevur eina djúpa aldu.

Blanding og vindur á Skálafirði. Áður er nevnt (sí mynd 22), at torført var at siggja samband millum blanding og vind. Hóast tað so man litil ivi vera um, at vindurin fram um alt er tað, sum er upprunin til mesta av blandingini; men ikki er greitt, hvussu sambandið er. Tað, sum sagt er um útskiiftingina í 1986, kundi bent á, at útnyrðingur hevur serliga stórt árin á Skálafirði, og tað samsvarar væl við, at útnyrðingur verður roknaður millum ringastu ættir á fjørðinum. Á mynd 30 er hitafluxurin tí settur upp móti útnyrðingi í øðrum potensi. Í mun til mynd 22 er eisini meðal tikið yvir tveir mánaðir (juli og august) heldur enn tvær vikur, og tað skuldi gjørt tølini meiri álitandi.

Á myndini tykjast tey seks árin, haðani vit hava mátingar, at býta seg í tveir bólkar. Mest áhugavert er, at tey trý árin (1981, 87 og 89), tá nógur útnyrðingur var, var eisini hitafluxurin og blandingin størst. Hetta er ein spurningur, sum eigur at vera kannaður gjøllari, tí hóast mynd 30 tykist benda á eitt hampuliga neyvt samband, so er úrslitið ikki hagfrøðisliga álitandi við bert 6 punktum. Í hesi grein verður tó ikki meiri gjørt við spurningin uttan bert at visa á, at fyribils sær út, sum at útnyrðingur er tað, sum

avger, hvussu nógv blanding verður ymsu árinum undir avlæsingini. Vert er tó eisini at minna á, at blandingin ikki er proportional við vindmegina; men heldur við annan ella triðja potens av henni. Tað ger, at einstakir stormar kunnu hava lutfalsliga nógva ávirkan. Teir kunnu, sum í 1986, heilt skifta fjørðin út; men sjálvt um teir ikki gera tað, kunnu teir økja nógv um blandingina, um ættin er røtt.

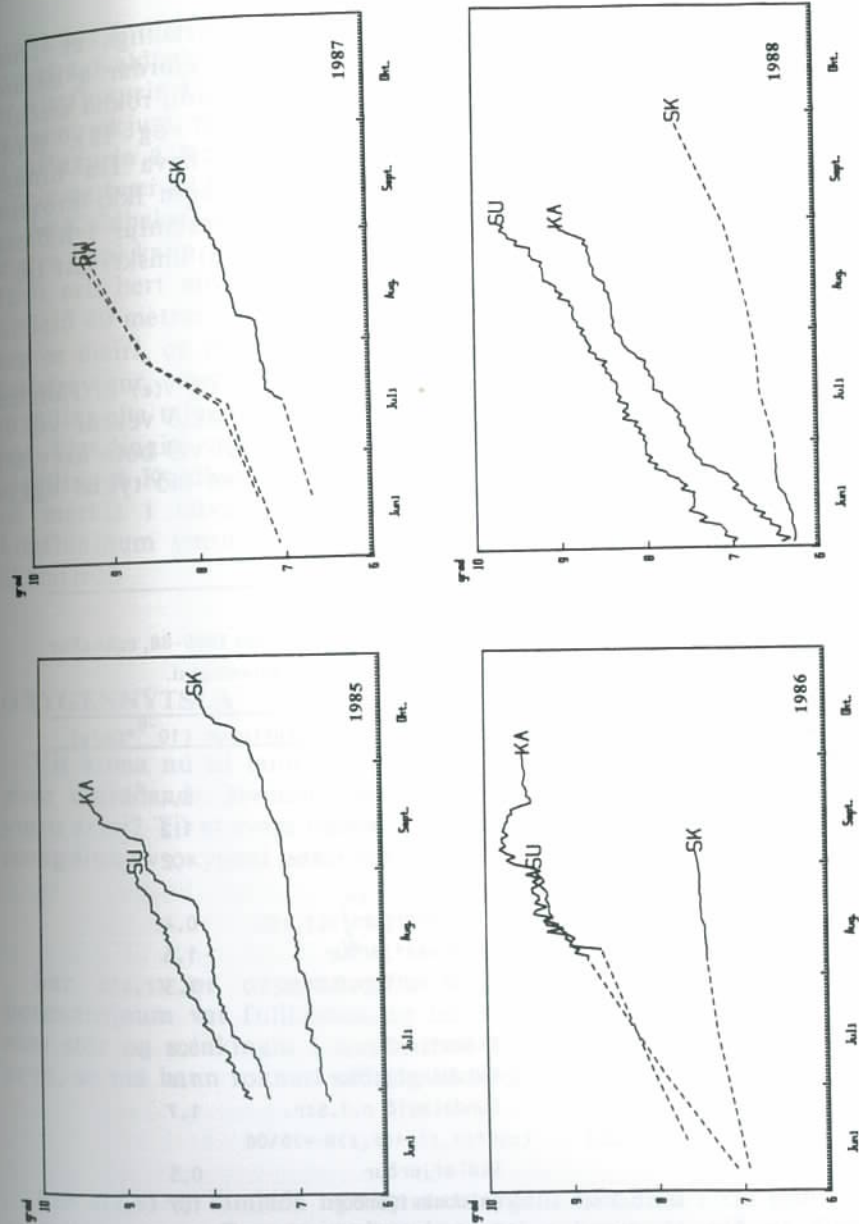


Mynd 30. Hitafluxurin á 60 metra dýpi á Skálafirði teknaður móti øðrum potensi av vindferðini í Havn samstundis. Bert vindur av útnyrðingi er roknaður við. Hvørt punkt umboðar meðal fyrri juli-august mánað eitt ár.

Blandingin á Kaldbaksfirði og í Sundalagnum

Vit fara nú, eins og fyrri Skálafjørð, at royna at meta um blandingina á Kaldbaksfirði og í Sundalagnum norðan fyrri Streym við tí endamáli at meta um, hvussu nógv oxygen blandingin flytur niður í botnlagið undir avlæsingini. Metingin verður gjørd á sama hátt, við at vit royna at rokna út hitafluxin og nýta hann sum mát fyrri blandingini.

Á Kaldbaksfirði og í Sundalagnum er mätartilfarið tó so mikið



Mynd 31. Hitin í botnlagnum á Skálafirði (SK), Kaldbaksfirði (KA) og á Sundalagnum norðan fyrri Streym (SU) undir avlæsing tey fyra árinum 1985-88. Har meiri enn ein dagur er millum mátingarnar, er strikan brotin.

minni, at metingarnar verða minni álitandi. Serstakliga er tann munur, at ongar mátingar við termistorketu eru gjörðar á hesum báðum stöðum. Vit kunnu tí ikki, eins og á Skálafirði, rokna meðalhitagradientar út á ymiskum dýpum (mynd 17 og 18). Bæði royndirnar frá Skálafirði og tær mátingar, vit hava frá hinum økjunum, benda tó á, at upphitingin niðast við botn ikki broytist nógv við dýpinum, t.v.s. at $\partial T / \partial t$ er mestsum konstantur í niðasta parti av botnlagnum. Tá kunnu líkning (15) og (16) umskrivast til:

$$Q(z,t) = -V(z) / \theta(z) \partial T / \partial t \quad (20)$$

har $\theta(z)$ sum áður er økið z metrar yvir botn, og $V(z)$ er rúmdin upp til hesa hædd. Lutfallið millum rúmdina og økið veksur við z , og valdast eisini um skapið á botninum. Heilt niðri við botn krevjast betri botnkort til at finna hetta lutfall neyv; men tað tykist liggja um helvtina av tjúktini z av lagnum.

Talva 1. Hitafluxurin á teimum trimum kannaðu økjunum 1985-88, roknaður út 10 metrar yvir botni í meðal undir mesta parti av avlæsingini.

Ár	Tíðarskeið	Fjørður	Hitafluxur ($10^{-6} \text{ } ^\circ\text{Cm/s}$)
1985	28/6 - 31/8	Skálafjørður	0.4
		Kaldbaksfjørður	1.2
		Sundalagið n.f.Str.	1.2
1986	15/6 - 31/8	Skálafjørður	0.4
		Kaldbaksfjørður	1.6
		Sundalagið n.f.Str.	1.3
1987	18/6 - 25/8	Skálafjørður	0.8
		Kaldbaksfjørður	1.6
		Sundalagið n.f.Str.	1.7
1988	2/6 - 29/8	Skálafjørður	0.5
		Kaldbaksfjørður	1.7
		Sundalagið n.f.Str.	1.8

Eftir hesum ber til at meta hitafluxin beinleiðis eftir hitanum, og vit hava tí á mynd 31 samanborið hitan niðri við botn á teimum trimum økjunum. Tilfarið, sum nýtt er, er tað sama, sum var nýtt til at gera myndirnar 1-3. Myndin visir greitt, at taka vit trý líka

tjúkk lög (t.d. 10m), so er upphitingin, og tí eisini hitafluxurin, væl størri á Kaldbaksfirði og í Sundalagnum enn á Skálafirði. Í talvu 1 er hitafluxurin 10 metrar yvir botn roknaður út á hvørjum av hesum trimum økjum, og tó at munur er millum ymsu árinum, so tykjast hitafluxurin á Kaldbaksfirði og í Sundalagnum at vera umleið líka stórir og tvær til fyra ferðir størri enn á Skálafirði.

At Kaldbaksfjørður og Sundalagið hava á leið sama hitaflux á 50 metra dýpi kann tykjast lægið, tá hugsað verður um, at á Kaldbaksfirði eru bert einir 10 metrar upp á gáttina, men í Sundalagnum umleið 40 metrar. Hetta bendir á, at blandingin í Sundalagnum uppá seg er meiri, og minnst skal eisini til, at í Sundalagnum er sjóvarfalsstreymur, men ikki á Kaldbaksfirði (ella á Skálafirði). Av myndini ella talvuni síggja vit ikki nakra ábending um, at tey árinum, har blandingin var óvanliga lítil á Skálafirði, eisini høvdu lítil blanding á Kaldbaksfirði ella í Sundalagnum. Leggast kann eisini til merkis í talvu 1, at lutfalsliga minni munur tykist vera í hitafluxinum ymsu árinum á Kaldbaksfirði og í Sundalagnum enn á Skálafirði.

OXYGENNÝTSLA

Vit koma nú til tann spurning, sum í dálkingarsambandi er tann mest umráðandi. Hvussu nógv oxygen er nýtt í botnvatninum tey ymsu árinum? Til at svara hesum spurningi kunnu vit definera samlaðu mongdina av oxygeni undir hæddini z :

$$O(z,t) = \int_0^z c(z,t) * \theta(z) dz \quad (21)$$

har $c(z,t)$ er oxygennøgdin (mg/l t.d.) Um avlæsingin av botnvatninum var fullkomin, so hevði oxygennýtslan undir z verið eins stór og minkingin í $O(z,t)$; men er ein oxygenfluxur $q(z,t)$ úr erva, so má hann roknast við, og líkningin verður tá:

$$\partial O / \partial t = -R(z,t) + q(z,t) * \theta(z) \quad (22)$$

har $R(z,t)$ er samlaða nýtslan av oxygeni til tíðina t frá botni og z metrar upp. Oxygennýtslan kann tí roknast út við at finna minkingina í samlaðu oxygenmongdini við tíðini og meta oxygenfluxin úr erva. Samlaða oxygenmongdin í botnvatninum á einum firði er lætt at rokna út, um oxygenprofilurin $c(z,t)$ er mátaður nógv ofta. Skal metingin verða heilt røtt, eigur oxygenprofilurin at verða mátaður ymsastaðni á firðunum; men, sum áður er greitt frá, so er

munurin ekki so stórir, og vit gera ekki stóran feil við bert at taka eina stöð á hvörjum firði í líkning (21).

Oxygenfluxurin. Oxygenfluxurin er torfórari at meta; men um vit rokna við, at turbulentu diffusiónstalið $a(z,t)$ fyri oxygen er eins stórt og turbulentu diffusiónstalið $A(z,t)$ fyri hita (9), so kunnu vit meta um stöddina á oxygenfluxinum niður í botnlagið, tí henda treyt innsett í (5) og (6) gevur:

$$q = (Q/E) * (\partial c / \partial z) / (\partial T / \partial z) \quad (23)$$

Metingin av oxygenfluxinum er sambært líkning (23) í tveimum stigum. Fyrsta stigið er at meta hitafluxin. Hetta er gjølliga umrøtt í tí partinum av greinini, sum viðger blanding. Útrokningin av hitafluxi er gjørd á ymsan hátt, alt eftir hvussu nógv vitan vit hava. Á Skálafirði tey tíðarskeið, har termistorketan hevur ligið úti og hevur riggað, eru líkning (15) og (16) nýttar við mátaða hita-profilinum $\tau(z,t)$. Onnur tíðarskeið, har ankrað tól bert hava givið hitan í miðlagnum og niðarlaga í botnlagnum, eru hesar mátingar nýttar til at finna $\tau(z,t)$ við líkning (18) og (19), og uttan fyri hesi tíðarskeið eru CTD mátingar nýttar. Sum áður er nevnt, eru CTD mátingarnar ikki eins og hinar meðalvirði yvir longri tíð; men vanligu eru mátingarnar niðarlaga í botnlagnum lítið órógvaðar av djúpum aldum, og tí eru tær nýttar á sama hátt sum mátingarnar frá ankraðu tólunum; men úrslitið verður ivaleyst meiri óvist. Á Kaldbaksfirði og í Sundalagnum eru hitamátingar frá ankraðum tólum settar inn í líkning (20) til at meta hitafluxin.

Seinna stigið í útrokningini av oxygenfluxi er at meta lutfallið millum oxygengradient og hitagradient. Hetta er gjørt við at nýta hitan á somu dýpum og samstundis, sum oxygennøgdin er mátað. Á tann hátt verður árinid frá djúpum aldum minni; men har stór lop eru í dýpi, verða gradientarnir sjálvandi ikki heilt neyvur. Serliga galið verður hetta, um hitagradienturin er lítill, tí tá verður lutfallið stórt og tí eisini óvissan í tí. Oxygenfluxurin er tí bert roknaður út í teimum fòrum, har hitagradienturin er størri enn ávíst virði.

Mýldiffusiún av oxygeni. Fleiri fortreytir liggja fyri gjørdi útrokningunum. Ein tann týðningarmesta er tann, at rørlurnar í sjónum eru so turbulentar, at treytin (9) er í gildi. Tey tøl, vit hava funnið fyri hitafluxin á Skálafirði, skuldu verið álitandi. Vit kunnu í fyrsta umfari royna at meta um, hvussu stórir partur av teimum stavar frá mýldiffusiún. Tølini liggja flest øll um og yvir 10^{-6} °Cm/s (mynd 21 t.d.), og samanbera vit hetta við tann hitafluxin, sum kemur frá mýlrørlum, líkning (3), og rokna alt botnlagið sum

eina heild, so er mátaði hitafluxurin 100-1000 ferðir størri, enn mýlrørlurnar høvdu givið.

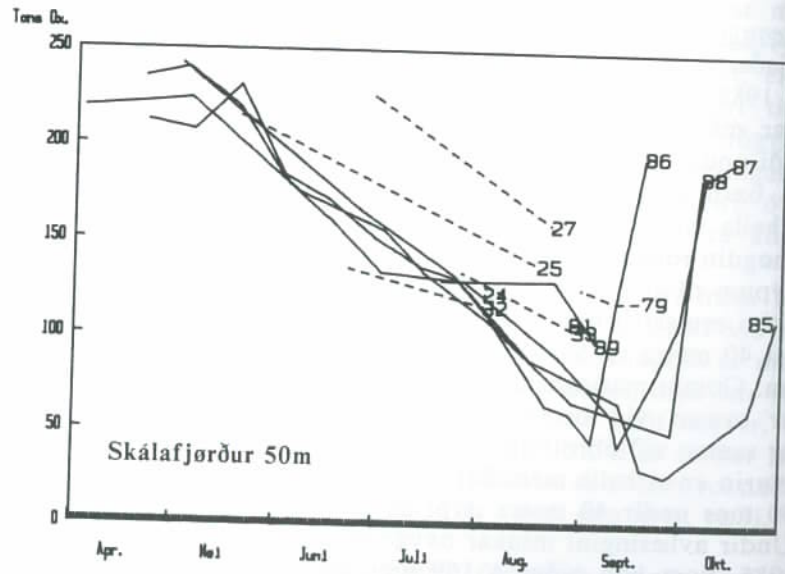
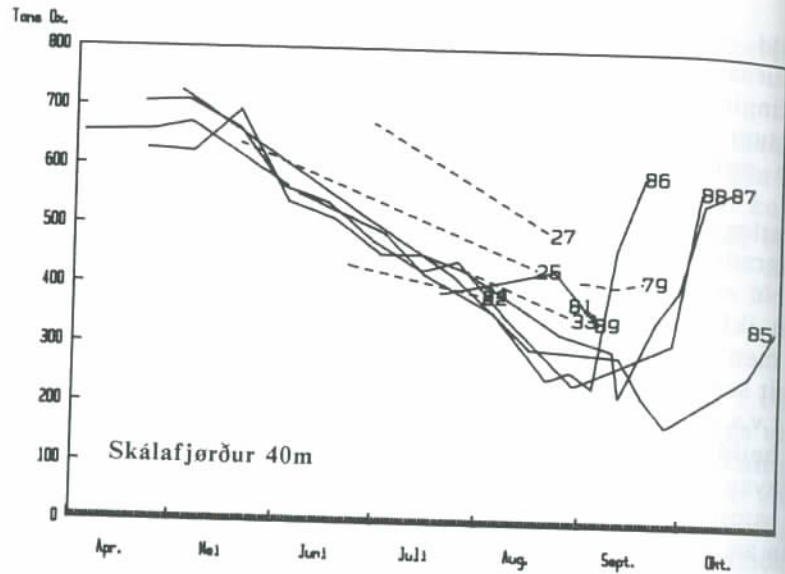
Blandingin í botnvatninum á Skálafirði stavar tí mest frá turbulentum rørlum; men í teimum fòrum, har hitaprofilurin hevur týðiligan mikrostruktur (mynd 15 t.d.), kundi mýldiffusiún havt týðning í teimum lögnum, har hitagradienturin er størstur (Gradientløgini á mynd 5). Ein útrokning vísir tó, at hetta krevur ein hitagradient um 10 °C/m, og tað er nógv meiri, enn vit hava mátað. Nú er torfört at máta mikrostruktur, og tað er ilt at siga við vissu, at ikki avgerandi mikrostrukturur er á centimetra skala ella minni; men vit hava so einki tilfar, sum bendir á tað. Haraftrat siggja vit serliga mikrostruktur tey árinu, tá hitafluxurin hevur verið stórir, t.v.s. at turbulentu blandingin hevur tá eisini verið stór.

Sum heild tykist tað tí trúligt, at hitafluxurin til botnlagið mestsum allur stavar frá turbulentum rørlum; ikki frá mýldiffusiún. Hetta merkir samstundis, at oxygenfluxurin neyvvan heldur kann vera nógv merktur av mýldiffusiún, tí mýldiffusiónstalið fyri oxygen er, sum áður nevnt, nógv minni enn fyri hita.

Oxygennýtslan á Skálafirði. Frá Skálafirði hava vit hampuliga fullfiggjaðar mátingar av oxygeni og blanding fyri árinu 1985, 1986, 1987 og 1988 og nakað av eldri mátingum er eisini. Við líkning (21) eru hesar mátingar nýttar til at rokna út mongdina av oxygeni í Skálafirði undir ymsum dýpum til ymsar tíðir. Hetta er gjørt á tann hátt, at bæði oxygennøgd $c(z,t)$ og øki $\theta(z)$ eru interpolerað til hvønn heila metur. Undir niðastu og yvir ovastu mátingini er oxygennøgdin roknað konstant. Tey fòri, har oxygenið er mátað á ov fáum dýpum til at fáa ein álitandi profil, eru ikki tikin við.

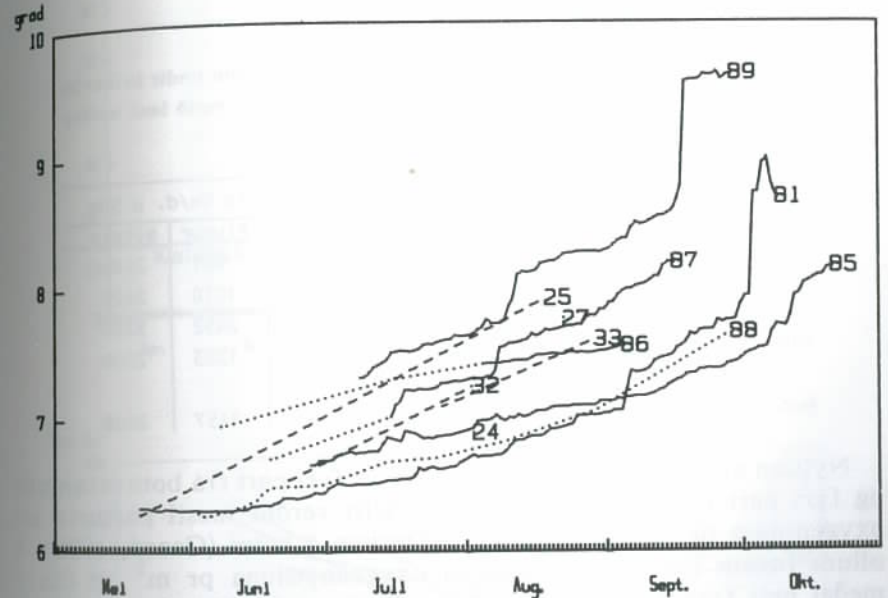
Úrslitini eru sett í mynd 32, sum vísir mongdina av oxygeni undir ávikavist 40 metra og 50 metra dýpi á Skálafirði ymsu árinu, roknað í tonsum. Gomlu mátingarnar, t.v.s. áðrenn 1985 eru fyri hvørt árið bundnar saman við brotnum strikum, meðan tær nýggjaru eru bundnar saman við óbrotnum strikum. Um veturin og tíðliga á vári, tá sjógvurin er at kalla mettaður við oxygeni heilt niður á botn, eru eini 700 tons undir 40 metra dýpi og eini 230 tons undir 50 metra dýpi. Undir avlæsingini minskar oxygenmongdin síðani. Tað ringasta árið, 1985, kom hon niður á 169 tons undir 40 metra dýpi og 27 tons undir 50 metrum. Sostatt vóru tá bert eini 24% eftir av oxygeninum undir 40 metra dýpi og 12% undir 50 metrum. Hetta samsvarar við, at oxygennøgdin heilt niðri við botn kom niður á eini 4% av mettaðum sjógvum (mynd 1).

Myndin bendir á, at 1985 var eitt óvanligt ár; men samstundis bendir hon eisini á, at stöðan á fjørðinum er broytt í 80-unum í mun til tær eldru mátingarnar. Tó at tilfarið er ov lítið til at siga



Mynd 32. Mengdin av oxygeni, roknað í tonsum, undir ávikavist 40metra og 50 metra dýpi á Skálafirði ymisk ár, tá mátingar eru gjørdar. Tølini fyri hvørt árið eru samanbundin við strikum, sum áðrenn 1985 eru brotnar og aftaná eru óbrotnar. Aftan fyri strikuna hvørt árið er árstalið vist.

hetta við vissu, so tykist minkingin í samlaðu oxygenmengdini at vera næstan dupult so stór síðan onkutið tíðliga í 80-unum í mun til eldru tølini. Siggja vit burtur frá tí oxygeni, sum blandingin flytur niður í botnvatnið, so hevði hetta svarað til eina økta oxygennýtslu upp á umleið 0.3-0.4 gramm av oxygeni pr. m² um dagin.



Mynd 33. Hitin á 65 metra dýpi á Skálafirði ymsu árinum. Mátingarnar eru fyri hvørt árið sær bundnar saman við strikum, sum eru heilar, har dagligar mátingar vóru og prikkadar, har longri var millum mátingarnar. Eldru mátingarnar (áðrenn 1980) eru tó bundnar saman við brotnum strikum. Aftan fyri strikuna hvørt árið er árstalið vist.

Á mynd 33 fæst ein hóming av, hvønn lut blandingin hevur í hesi samanbering. Týðiligt er, at flestu av gomlu mátingunum hava havt meiri blanding enn 1985 og nøkur av hinum árunum seint í 80-unum; men bæði 1987 og serliga 1989 tykjast hava havt líka nógva og meiri blanding enn eldru mátingarnar, og hóast tað eru oxygentølini í niðara enda (mynd 33). Hetta kundi bent á, at oxygennýtslan í 80-unum er vaksin, møguliga vegna dálking.

Fyri seinnu árinum, har vit sjálvi hava mátað, ber til at rokna oxygenfluxin frá blandingini meiri nágreiniliga. Tað er gjørt á tann hátt, sum lýstur var í erva, fyri tíðarskeið hesi árinum, har botnvatnið var læst av. Úrslitið er sett í talvu 2, sum visir oxygennýtsluna bæði

undir 60 metra dýpi og undir 50 metra dýpi. Í meðal hesi fjóra árinu stávaði góð helvt av oxygennýtluni undir 50 metra dýpi frá oxygenfluxinum úr erva, meðan hetta lutfallið var nakað størri undir 60 metra dýpi. Nøkur ár var tó oxygenfluxurin væl minni. Í 1986 var oxygenfluxurin sostatt bert góðan triðing av oxygennýtluni.

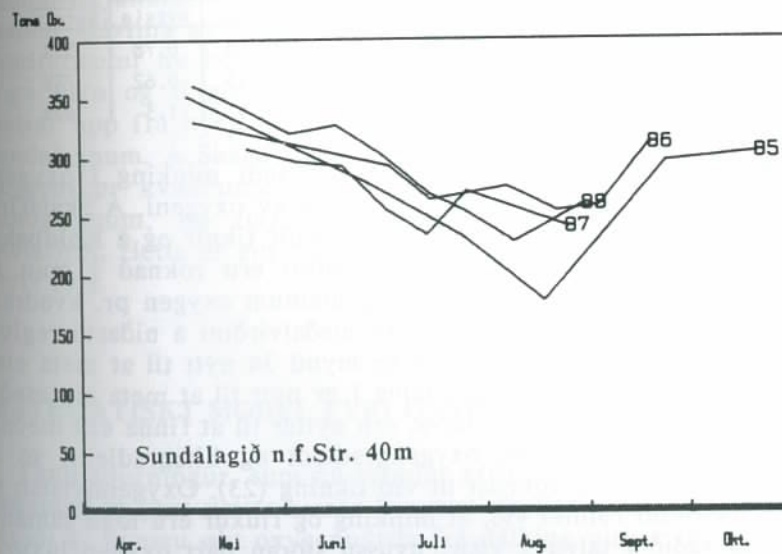
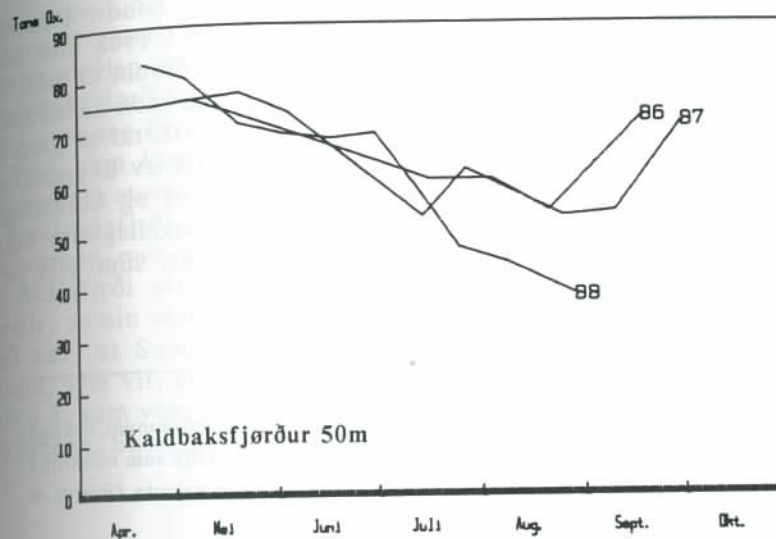
Talva 2. Oxygennýtsla og oxygenfluxur roknað í kg um dagin undir ávikavist 60 og 50 metra dýpi á Skálafirði meðan botnvatnið hevur verið læst av tey fjóra árinu 1985-1988.

Ár	Tíðarskeið	Longd	Kg Ox/d. u. 60m		Kg Ox/d. u. 50m	
			Fluxur	Nýtsla	Fluxur	Nýtsla
1985	27/6 - 26/9	91	130	312	981	2486
1986	7/6 - 4/9	89	156	345	1010	2421
1987	18/6 - 23/9	97	405	545	2452	3255
1988	30/6 - 28/9	90	307	456	1383	2508
Meðal			250	415	1457	2668

Nýtslan av oxygeni í botnlagnum stavar fyri part frá botnvatninum og fyri part frá botninum sjálvum. Helst verður mesti parturin av oxygeninum tikin av djórum og bakterium á botni (Gaard, 1990). Í øllum førum kunnu vit rokna út oxygennýtluna pr m² og fáa í meðal hesi fjóra árinu 0.65 g/m² um dagin undir 60 metra dýpi og 0.78 g/m² um dagin undir 50 metrum. Ov nógvur dentur eigur tó ikki at verða lagdur á henda mun, tí óvissan í útrokningunum er ivaleyst størri enn munurin.

Oxygennýtslan á Kaldbakfirði og í Sundalagnum. Frá hesum báðum økjum er nógv minni av oxygenmátungum enn frá Skálafirði, og mest sum onki er av gomlum mátingum, so vit kunnu ikki við mátingum beinleiðis síggja, um nýtslan av oxygeni á Kaldbakfirði ella í Sundalagnum norðan fyri Streym er økt í mun til tað, hon var áður, eins og vit sóu fyri Skálafjørð. Kanningarnar 1985-88 góvu tó nógmikið av mátingum til at vísa, hvussu samlaða mongdin av oxygeni undir ávísnum dýpi minkaði undir avlæsingini hvørt árið (í 1985 var ov lítið tilfar av Kaldbakfirði). Úrslitið er á mynd 34.

Eins og væntandi var eftir mynd 2 og 3, so er minkingin í oxygeni minni ógvuslig á Kaldbakfirði og í Sundalagnum enn á Skálafirði; men ringasta árið á hvørjum staðnum var tó næstan helvtin av oxygeninum nýtt undir ávikavist 50m og 40m dýpi. Á Kaldbakfirði var hetta í 1988. Ein kundi hugsað, at orsøkin til



Mynd 34. Mongdin av oxygeni, roknað í tonsnum, undir 50 metra dýpi á Kaldbakfirði og undir 40 metra dýpi í Sundalagnum norðan fyri Streym ymisk ár, tá mátingar eru gjørdar. Tøluni fyri hvørt árið eru samanbundin við strikum. Aftan fyri strikuna hvørt árið er árstalið vist.

hetta var minni blanding enn vanligt; men talva 1 bendir tvörturímóti á, at blandingin á Kaldbaksfirði var störrí í 1988 enn hini áriní. Hetta kann merkja, at oxygennýtslan á fjörðinum er ókt, og hetta er ein ávaring um mögult árin frá dálking; men samstundis má dentur leggjast á, at allar hesar metingar eru torførar at gera og heftar við stórari óvissu. Serliga eru útrokningarnar av oxygenfluxi við blanding óvissar, og hetta rakar Kaldbaksfjörð og Sundalagið meinari enn Skálafjörð, tí á Kaldbaksfirði og í Sundalagnum eigur blandingin lutfalslaga störrí part í oygenjavnvágini, sum víst er í talvu 3.

Talva 3. Meðaloxýgenjavnvág undir ávísu dýpum á gáttarfirðunum, roknað í mun til hvønn kvadratmetur av botni. Minkingin er at skilja sum minking í samlaðari oxýgenmengd undir nevnda dýpi pr. dag. Ekvivalenta tjúktin er lutfallið millum rúmd og øki.

Botnlag	Ekviv. Tjúkt	g oxýgen pr. m ² pr. dag			Fluxur	
		Minking	Fluxur	Nýtsla	Nýtsla	Nýtsla
Skálafjörður undir 50m	7m	0.35	0.43	0.78	55%	
Kaldbaksfjörður undir 50m	5m	0.17	0.45	0.62	73%	
Sundalagið undir 40m	12m	0.4	0.9	1.3	69%	

Talvan samanber tey trý økini viðvíkjandi minking í oxýgenmengd, oxýgenflux frá blanding og nýtslu av oxýgeni. Á Skálafirði og í Sundalagnum eru djúpastu 20 metrarnir tiknir og á Kaldbaksfirði djúpastu 10 metrarnir, og øll tølíní eru roknað í mun til víddina av botni, t.v.s. tey eru øll í grammum oxýgen pr. kvadratmetur um dagin. Fyri Skálafjörð eru meðalvirðiní á niðastu reglu í talvu 2 nýtt. Fyri hini bæði økini er mynd 34 nýtt til at meta eina meðal minking í oxýgenmengd, talva 1 er nýtt til at meta ein meðal hitaflux og tær mátingar, vit hava, eru nýttar til at finna eitt meðalvirði fyri lutfallið millum oxýgengradient og hitagradient, so at oxýgenfluxurin kundi roknast út við líkning (23). Oxygennýtslan er fyri øll trý økini funnin við, at minking og fluxur eru lögð saman.

Aftasta raðið í talvu 3 vísir, hvussu stóran part oxýgenfluxurin frá blanding hevur av samlaðu nýtsluní, og serliga sæst munur millum Skálafjörð og hini bæði økini. Á Skálafirði verður í meðal umleið helvtin av nýtta oxýgeninum tikin av tí oxýgeni, sum var í botnvatninum frá byrjan, meðan hin helvtin kemur úr erva við blandinginí. Á Kaldbaksfirði og í Sundalagnum koma næstan triggir fjórðingar úr erva, og nógv minni parturin verður tikin úr botnvatninum. Hetta er ivaleyst ein orsök til, at Skálafjörður er verri

fyri enn hini bæði økini. Onki bendir á, at oxygennýtslan er munandi störrí á Skálafirði enn á hinum økjunum. Tvörturímóti tykist nýtslan at vera størst í Sundalagnum, tó at tølíní, serliga fyri Kaldbaksfjörð og Sundalagið, sum ofta er nevnt, eru so óviss, at ein skal vara seg fyri ov avgjörðum niðurstøðum.

Eitt, sum kann tykjast heldur lógið í talvu 3, er, at minkingin tykist vera størst í Sundalagnum. At hon er störrí í Sundalagnum enn á Kaldbaksfirði, er ikki lógið, tí í Sundalagnum nýta vit niðastu 20 metrarnar, men á Kaldbaksfirði bert niðastu 10 metrarnar í talvu 3. Á Skálafirði eru tó eins og í Sundalagnum niðastu 20 metrarnir nýttir, so ein störrí minking í Sundalagnum, skuldi ein hildið, førði við sær, at Sundalagið fekk skjótari oxýgentrot enn Skálafjörður. Hetta, vita vit, er ikki so, og frágreiðingin er at finna í øðrum rað í talvu 3, sum vísir *ekvivalentu tjúktirnar* av lögnum í teimum trimum økjunum. Ekvivalenta tjúktin er lutfallið millum rúmd og øki:

$$d=v(z)/\theta(z) \quad (24)$$

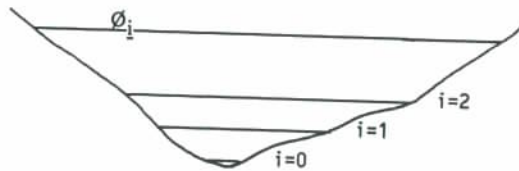
Av tí at skapið á botninum er øðrvísi á Skálafirði enn á hinum báðum økjunum, er ekvivalenta tjúktin á lagnum á Skálafirði bert umleið helvtina av ekvivalentu tjúktiní í Sundalagnum, so at hvør kvadratmetur av botni á Skálafirði bert hevur umleið helvtina so nógv vatn og tí eisini helvtina so nógv oxýgen frá botni og 20 metrar upp frá byrjan samanborið við ein kvadratmetur av botni í Sundalagnum. Á Skálafirði er tí frá byrjan bert helvtin so nógv av oxýgeni pr. kvadratmetur frá botni og tjúgu metrar upp sum í Sundalagnum, og *lutfalslaga* minkingin verður nógv störrí á Skálafirði. Hetta er ein onnur av grundunum til, at Skálafjörður er verri fyri.

MATEMATISKT MODEL FYRI OXYGENJAVNVÁGINÍ

Tann spurningur, sum nú stendur eftir, er, hvussu gáttarfirðirnir broytast, tá ytru umstøðurnar broytast. Serliga umráðandi er, at fáa greiði á, hvussu ókt oxygennýtsla frá dálking virkar inn á oxýgennøgdina niðri við botn undir avlæsinginí av einum gáttarfirði. Ein máti, at svara hesum spurningum, er at gera eitt matematiskt model, t.v.s. eina skipan av matematiskum líkningum, sum loyva einum at rokna t.d. oxýgennøgdina niðri við botn út fyri ymisk virði av blanding, oxýgennýtslu o.s.fr.

B.Hansen og M.Poulsen hava í grein síni um Skálafjörð (1987) eitt tilíkt model fyri Skálafjörð; men tað er ikki serliga veruleika-

kennt. Í tí verður fjórðurin byttur upp í tvey lög við skörpum marki ímillum, og oxygennögdin er roknað konstant í hvörjum lagi sær. Hetta samsvarar illa við veruleikan, og eitt tilíkt model kann bert geva ábendingar um gongdina. Sama kann sigast um tað modellið, sum H.Schröder og P.Kronborg hava í frágreiðing síni til Landsverkfrøðingin (1987). Teir hava eisini bert tvey konstant lög; men markið teirra millum dýpist heilt nógv undir avlæsingini. Sum áður er nevnt (mynd 6), samsvarar hetta ikki við tær mátingar, vit hava. Sama er við modellinum hjá VKI (1987).



Mynd 35. Model fyri oxygenjavnvágin á gáttarfirði. Botnvatnið er bytt upp í lög, sum hvørt er ein metur tjúkt.

Til at rokna oxygennögdina við botn út krevst eitt model við meiri enn tveimum lögum. Tað model, sum her verður nýtt, hevur frá botni upp á gáttardýpið lög, sum eru ein metur tjúkk (mynd 35). Lag nummar i ($i=0,1,2,\dots$) er í hæddini i metrar yvir botni, hevur oxygennögdina $c_i(t)$, og oxygenfluxurin er $q_i(t)$. Treytin fyri varðveitslu av oxygeni í lagnum millum $i-1$ og $i+1$ kann tá skrivast:

$$2 \cdot \Delta z \cdot \varnothing_i \cdot dc_i(t)/dt = -R_i \cdot (\varnothing_{i+1} - \varnothing_{i-1}) - (q_{i+1} \cdot \varnothing_{i+1} - q_{i-1} \cdot \varnothing_{i-1}) \quad (25)$$

Har Δz er tjúktin av lögnum (1m), og R_i er oxygennýtslan pr. kvadratmetur av botni. Roknað verður her við, at øll nýtslan av oxygeni fer fram á botni; ikki ovari í sjónum. Aftrat hesum tørvar okkum eina líkning fyri q , og har verður líkning (5) nýtt. Til at loysa líkningarnar (25) og (5) er neyðugt at nýta teldu, og í staðin fyri differentialkvotientar mugu vit nýta differenskvotientar. Oxygennögdin til tíðina $t+\Delta t$ kann so roknað út eftir oxygennögdini til tíðina t :

$$c_i(t+\Delta t) = c_i(t) + dc_i/dt \cdot \Delta t \quad (26)$$

og somuleiðis kann líkning (5) umskrivast:

$$q_i(t) = -A_i(t) \cdot (c_{i+1}(t) - c_{i-1}(t)) / (2 \cdot \Delta z) \quad (27)$$

har $A_i(t)$ er turbulentu blandingstalið í lagi i til tíðina t . Um hetta tal er kent og eisini R_i , so er lætt at gera eitt teldumodel við líkningunum (25), (26) og (27).

Modellið, sum her verður nýtt, roknar eisini hitabroytingarnar í botnvatninum. Hetta er gjørt eins og fyri oxygennögdina:

$$T_i(t+\Delta t) = T_i(t) + dT_i/dt \cdot \Delta t \quad (28)$$

$$2 \cdot \Delta z \cdot \varnothing_i \cdot dT_i(t)/dt = - (q_{i+1} \cdot \varnothing_{i+1} - q_{i-1} \cdot \varnothing_{i-1}) \quad (29)$$

$$q_i(t) = -A_i(t) \cdot (T_{i+1}(t) - T_{i-1}(t)) / (2 \cdot \Delta z) \quad (30)$$

Her er $T_i(t)$ hitin í hæddini i metrar yvir botni til tíðina t , og $q_i(t)$ er hitafluxurin í sama dýpi.

Ein tilíkt útrokning krevur, at tíðarlopið Δt ikki er ov stórt í mun til tjúktina av lögnum Δz . Tað visti seg, at 100-200 lop um dagin var hóskiligt. Roknað varð við, at í byrjanini var sjógvurin mettaður við oxygeni (10 mg/l) í øllum dýpum, og at hitin var 7 gradir á øllum dýpum. Eisini varð roknað við, at hitin oman fyri botnlagið fyrstu tveir mánaðirnar vaks javnt, eina grad um mánaðin, og síðani ein fjórðing av hesum.

Tað, sum avger úrslitið, er hvørji virði turbulentu diffusióntalið $A_i(t)$ og oxygennýtslan R_i hava. Undir øllum koyringunum er roknað við, at R_i ikki broyttist við tíðini undir koyringini. Onkrar kanningar benda á (E.Kanneworff & H.Christensen, 1986), at oxygennýtslan minkar, tá oxygennögdin við botnin minkar, og H.Schröder & P.Kronborg (1987) nýta tað í sínum modeli; men tað, sum eyðkennir føroysku gáttarfirðirnar og serliga Skálafjørð, er, at oxygenið tykist minka mestsum javnt undir avlæsingini, til útskiiftingin byrjar (mynd 1, 2, 3, 32 og 34). Okkara tøl benda tí ikki á, at oxygennýtslan minkar, sjálvst um oxygennögdin verður heilt litil.

Ein kundi eisini hugsað sær, at sedimenteringin og við henni R_i broyttist við tíðini; men tær mátingar, vit hava av hesum (Gaard, 1990), benda ikki á nakra regluliga broyting. Vit rokna tí R_i ikki at broytast við tíðini, tó at tað kann broytast við dýpi.

Hvat viðvíkur turbulentu blandingstalinum, so rokna vit tað at broytast bæði við dýpi og við tíð, tó at tíðarbroytingin ikki er beinleiðis, men gjøgnum hitan. Sum áður er nevnt, so minkar blandingin, tá stabiliteturin økist. Gade og Edwards (1980) nevna sambandið:

$$A_i(t) = B \cdot (N_i^2)^{-b} \quad (31)$$

Har n_i er Brunt Väisälä frekvensurin fyri lag i , b er ein konstantur, sum hevur virði millum 0.6 og 0.8. Hin "konstanturin" B er ymskur fyri ymsar firðir og man serliga vera tengdur at, hvussu nógv orka er í blandingini. Frá mátingum okkara vita vit, at hetta broytist við tíðini og er ymiskt fyri ymsk ár. Í modellinum er tí nýtt eitt turbulent blandingstal, sum minnir um (31):

$$A_i(t) = B \cdot A_{0i} \cdot (\Delta T)^{-0.75} \quad (32)$$

Har ΔT er munurin í hita millum botnin og ovaru lögini, og A_{0i} er meðalbroytingin av turbulent blandingstalinum, óheft av tíðini. Øll broytingin við dýpi liggur sostatt í A_{0i} ; meðan tíðarbroytingin liggur í B og í ΔT . Modellið er koyrt á tann hátt, at byrjað er 1.mai hvørt ár. Roknað er við, at fjørðurin varð læstur av tá, og so er koyrt í fimm mánaðir við føstum virði fyri B . Við at velja ymsk virði fyri B ymsar koyringar, kunnu vit modellera ár við litlari blanding sum 1985 og 1986 (B lítið) og onnur ár við meiri blanding (B størri).

Ein annar trupulleiki er, hvat gerast skal niðri við botn og ovast í botnlagnum. Niðast við botn rokna vit við, at oxygennøgd og hiti ikki broytast við dýpi. Aðrar botntreytir vóru royndar, men góvu mest sum sama úrslit. Torførari er at velja røttu treytirnar í erva, og tann spurningin viðgera vit fyri hvønn fjørð sær.

Modellið er koyrt fyri Skálafjørð, Sundalagið norðan fyri Streym og Kaldbaksfjørð. Á Kaldbaksfirði hava vit minni grundvitan enn á Skálafirði, og blandingin tykist væl meiri óreglulig eftir mynd 2 at døma. Modellið varð tó roynt har kortini.

Modelúrslit fyri Skálafjørð. Á Skálafirði nýttu vit úrslitini í talvu 2 til at meta um R_i :

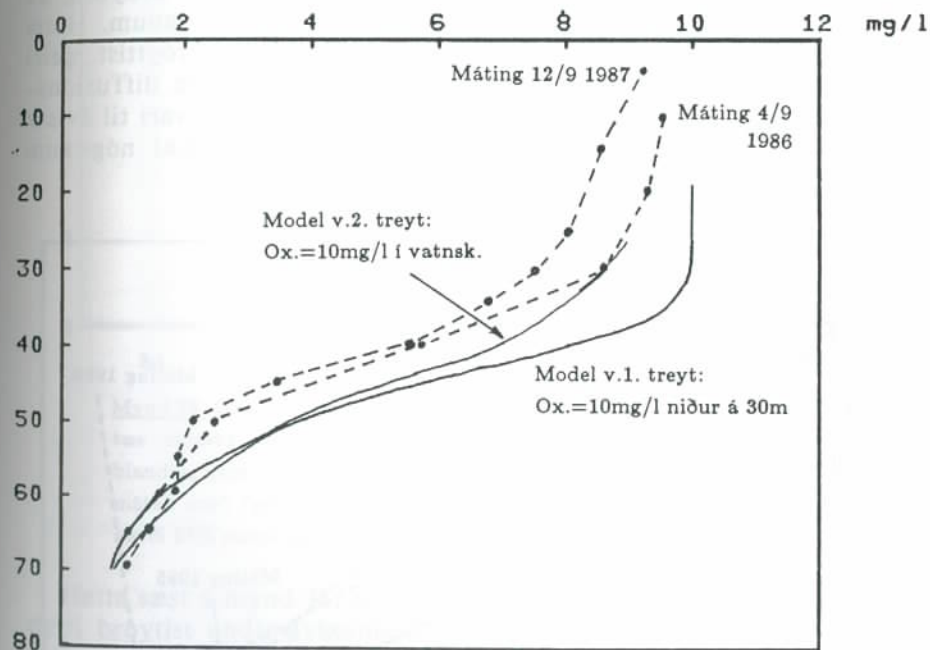
$$R_i = R_0 \cdot (1 + 0.025 \cdot i) \quad (33)$$

Har $R_0 = 0.52 \text{ g/m}^2/\text{dag}$. Við hesum fáast virðini á 50 og 60 metra dýpi at samsvara. Hvat viðvikur A_{0i} , so vórðu meðalvirðini í mynd 18 nýtt millum 35 og 65 metra dýpi. Undir 65 metrum og yvir 35 metrum varð diffusíonstalið sett væl hægri (einar fimm ferðir størri enn á 65 metrum).

Aftrat krevst at finna hóskilig virði fyri B . Hetta varð gjørt á tann hátt, at koyrt var við ymsum virðum, og hitaøkingin á 65 metra dýpi útroknað. Tað virðið fyri B , sum gav røttu hitaøkingina eitt ávíst ár, var roknað sum rætta virðið tað árið. Í 1986, t.d., øktist hitin á 65 metra dýpi umleið 0.9 gradir eftir fýra mánaðum, og $B=3.75$ vísti seg at geva júst hesa øking. Hetta virðið er tí nýtt fyri tey árin, 1985 og 1986, har blandingin var veik. Tey árin, tá

móti tí dupulta av hesum, og tað svarar til umleið $B=6$.

Eftir er at finna treytina, sum modelið skal lúka í ovara enda. Tvinnar ymskar treytir vóru royndar. Í øðrum førinum varð ovara mark fyri modellinum sett til gáttardýpið, 30m, og oxygennøgdin varð sett til 10 mg/l oman fyri hetta dýpi. Eisini varð hitin roknaður at vera konstantur oman fyri hetta dýpi, og var roknaður at økjust undir koyringini, sum áður er útgreinað. Í hinum førinum var oxygennøgdin sett til 10 mg/l í vatnsorpuni; meðan hitin var mettur óbroyttur frá vatnsorpuni niður á 25 metra og annars at broytast við tíðini, sum áður frágreitt. Tá modelið var koyrt við hesum treytum, varð roknað við, at turbulent diffusíonstalið var høgt allan vegin upp til vatnsorpuna.



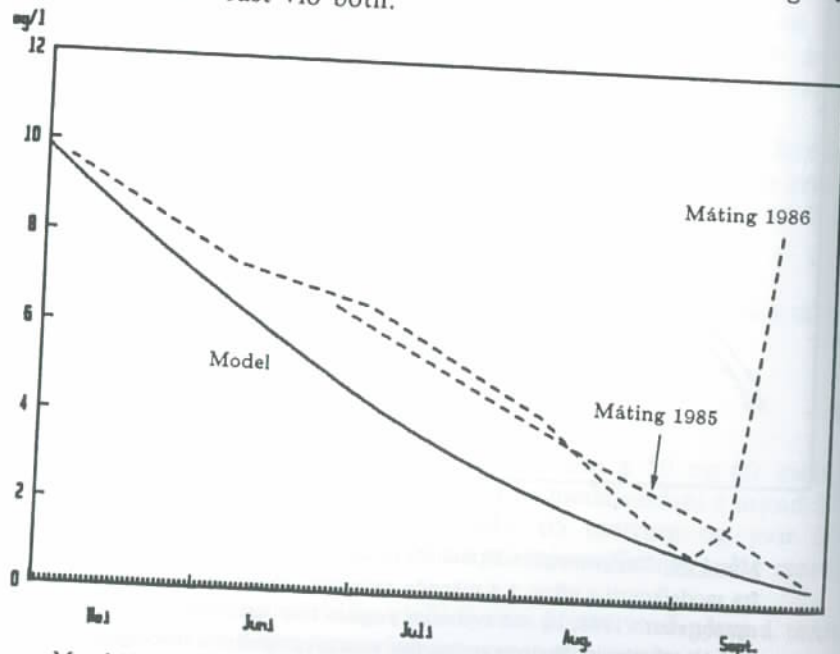
Mynd 36. Oxygennøgd á Skálafirði (SK05). Heilu linjurnar vísa úrslit frá modelkoyring aftan á 4 mánaða avlæsing við blanding og oxygen-nytslu sum í 1986, og við tveimum ymsum treytum í erva, sum greitt er frá í tekstinum. Brotnu strikurnar vísa tvey dømi um mátingar.

Grundarlagið fyri modellinum er bert nøktað undir gáttardýpinum undir avlæsingini, so ein kundi hugsað, at ovara markið skuldi verið á ella undir gáttardýpinum; men mátingarnar vísa, at sjógvurin beint yvir gáttardýpinum vanliga ikki er mettaður við oxygen og heldur

ikki hefur konstanta oxygennögd ella hita. Tí geður seinna treytin betri samsvar við ovaru partarnar av botnlagnum; men lítil munur er niðri við botn, sum er tað avgerandi.

Spurningurin er so, hvussu væl modellið endurgeður veruligu broytingarnar í oxygennögd. Mynd 36 visir broytingina við dýpi aftaná fyra mánaða avlæsing eitt ár við veikari blanding, t.d. 1986., roknað við modellinum, og við báðum treytunum, sum nevndar eru frammanundan fyri oxygennögd og hita í ovara parti av botnlagnum. Tað sæst, at seinna treytin, har oxygennögdin varð sett til 10 mg/l í vatnskorpuni, geður betri samsvar við mátaðu virðini; men niðri við botn var munurin ikki stórur. Í framhaldinum nýta vit bert úrslit, ið eru roknað við seinnu treytini.

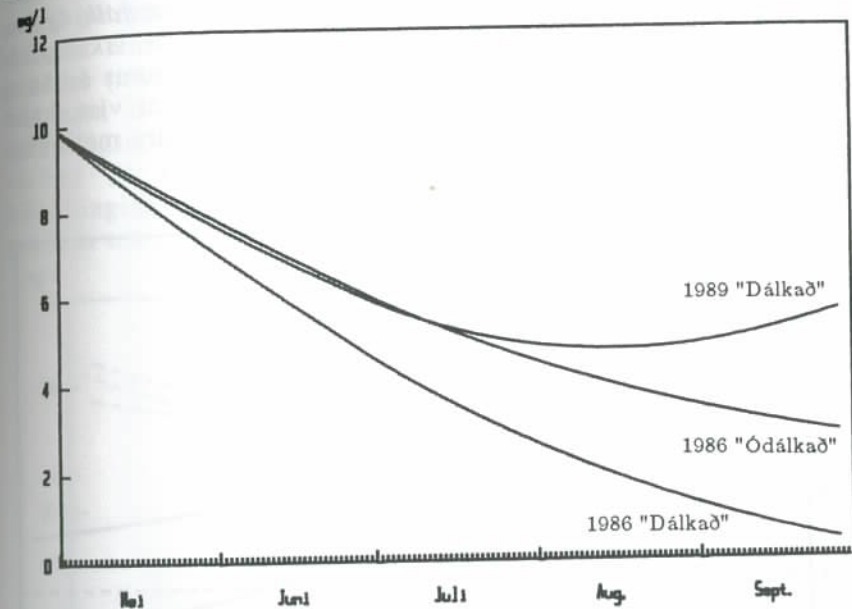
Tað tykist sum, at modellið nøkur ár heður javnari broyting av oxygennögd við dýpi enn veruleikin; sama var við hitanum. Hetta kann vera, tí at turbulenta diffúsióntalið hesi árin broyttist meiri við dýpi, enn mynd 18 bendir á. Roynt varð at broyta diffúsióntalið, so at úrslitini lýsa hita- og oxygenprofilarnar neyvvari til ávísar tíðir. Hetta vísti seg at vera gjørligt; men broytti ikki nógv um oxygennögdina niðast við botn.



Mynd 37. Oxygennögd á 65 metra dýpi á SK05 sambært model (heila linjan) og sambært mátingum í 1985 og 1986.

Mynd 37 visir broytingina við tíð í oxygennögdini á 65 metra dýpi, roknað við modellinum fyri eitt ár við veikari blanding og so

mátningar frá 1985 og 1986. Modellið heður ilt við at geva ta jøvnu minkina í oxygennögd, sum mátingarnar vísa. Okkara endamál við modeleringini var tó ikki so nógv tað, at avmynda gongdina ymisk ár; men heldur at siggja, hvussu oxygennögdin niðast við botn broyttist, tá blandingin broyttist ella oxygennýtslan.

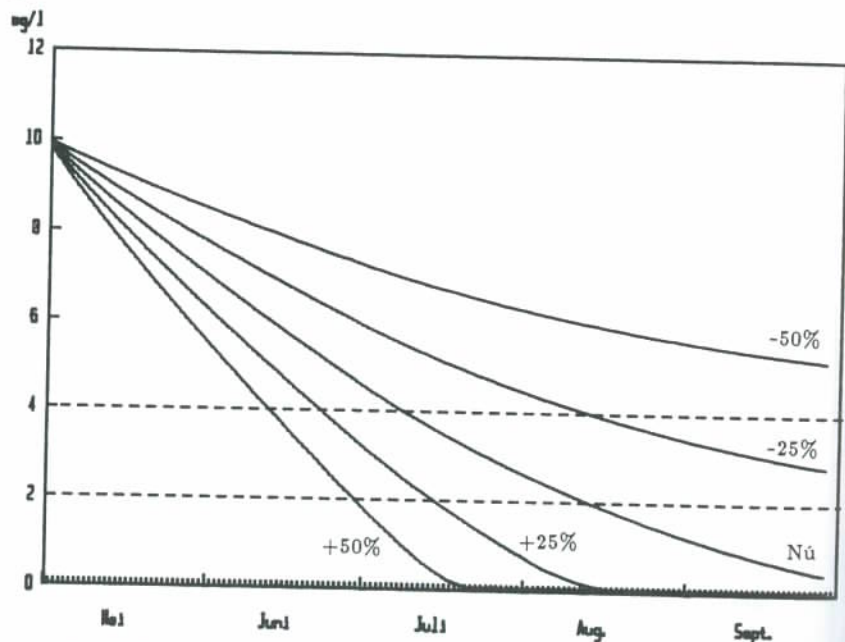


Mynd 38. Oxygennögd á 65 metra dýpi á SK05 sambært model. Báðar tær niðastu linjurnar hava blanding sum í 1986. Ovasta heður blanding sum í 1989. Oxygennýtslan var í tveimum færum, sum tað, ið mátað varð fyri seinnu helvt av áttatiárunum (dálkað). Hin linjan hevði 25% minni oxygennýtslu (ódálkað).

Hetta sæst á mynd 38, sum visir, hvussu oxygennögdin á 65 metra dýpi broyttist undir avlæsingini við ymsum virðum fyri B og R_1 . Av teimum trimum færunum, sum eru á myndini, eru tvinni teirra fyri eitt ár við veikari blanding ($B=3.75$); tey eru merkt 1986. Tað, sum skilir bæði, er oxygennýtslan. Í einum færi er hon $R_0 = 0.52 \text{ g/m}^2/\text{dag}$ á 70 metra dýpi og so vaksandi uppeftir sambært (33). Í hinum færunum er hon 25% minni enn hetta. Aðrastaðni í ritinum (Gaard o.fl., 1990) grundgeva vit fyri, at hetta helst heður verið vanligu oxygennýtslan, áðrenn fjørðurin varð dálkaður. Tí er hetta færið á myndini merkt "1986 ódálkað" í mun til fyrra færið. Triðja færið á myndini er fyri eitt ár við meiri blanding t.d. 1989 og við tí oxygennýtslu, sum heður verið í seinnu helvt av áttatiárunum.

Tað skerst ikki burtur, at modellið heður veikleikar; men

samanbera vit mynd 38 við mynd 1 og við eldri oxygenmátningar (mynd 32 og Gaard o.fl., 1990), so endurgevur tað veruleikan hampuliga væl. Havast skal í huga, at ongin "fitting" er gjørd til at náa hesum máli. Modellið er gjørt eftir grundlikningum og mátaðum virðum. Eftir hesum loyvur mynd 38 okkum at fáa hesa niðurstøðu: *Tey 25% av oxygennýtsluni, sum vit rokna við, stava frá dálking eru nóg mikið til at minka oxygennøgðina djúpast í Skálafirði munandi.* Tað, at vit í seinnu helvt av áttatiárunum nøkur ár hava mátað nóg smærri oxygennøgdir, enn eldru mátingarnar vísa, kann tí væl stava frá teimum 25%, sum dálkingin eftir okkara metingum eigur.



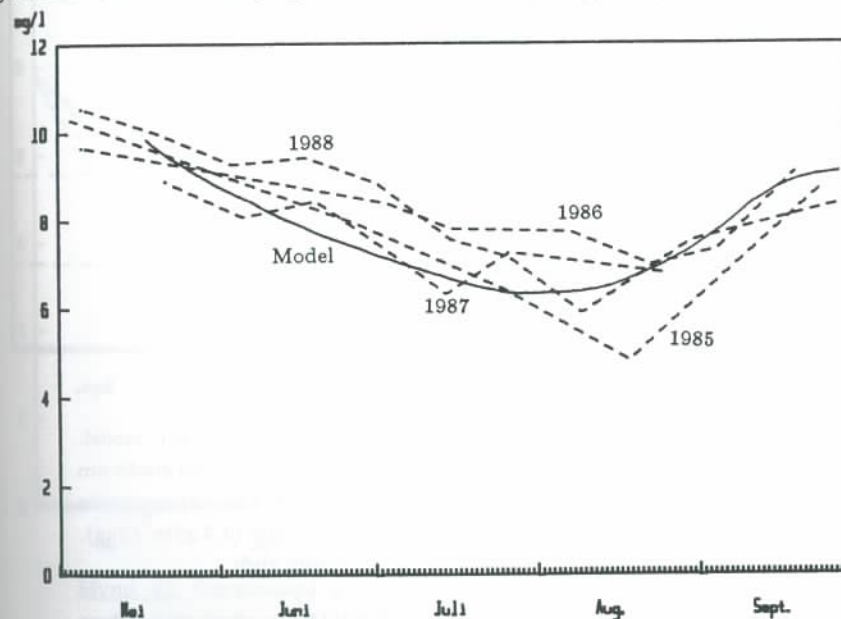
Mynd 39. Oxygennøgð á 65 metra dýpi á SK05 sambært model. Blandingin er í øllum førum sum í 1986. Oxygennýtslan á 70 metra dýpi er fyri mittastu linjuna sum seinast í áttatiárunum (Nú), og fyri hinar er hon 25 ella 50% minni ella størri enn hetta, sum merkt. Brottu strikurnar vísa markið (4 mg/l), har árin á djór byrja, og markið (2 mg/l), har tey gerast álvarslig.

Hetta er útgreinað í mynd 39, har kannað er eftir, hvussu oxygennøgðin á 65 metra dýpi broytist undir avlæsingini eitt ár við veikari blanding (sum 1986) við ymiskum virðum fyri oxygennýtsluni á 70 metra dýpi (R_0).

Viðmerkjast kann, at modelið varð roynt eisini við at hava ein part av oxygennýtsluni í vatninum sjálvum, heldur enn á botni.

Hesar koyringar fingust ikki at samsvara so væl við veruleikan, sum tá øll nýtslan var á botni.

Modelúrslit fyri Sundalagið. Á Sundalagnum norðan fyri Streym vita vit minni um blandingina enn á Skálafirði, og vit hava ikki nóg mikið av mátingum til at útrokna turbulentu diffusiónstalið á ymsum dýpum. Hinvegin tykjast bæði hitaprofilar (mynd 13) og oxygenprofilar (mynd 14) at vera javnari á Sundalagnum enn á Skálafirði. Vit gera tí kanska ikki so stóran feil, um vit rokna turbulentu diffusiónstalið konstant við dýpi á Sundalagnum. Vit settu tí øll A_{0i} virðini til 1 og funnu virði fyri β í (32), sum góvu røttu hitaøkingina. Á Sundalagnum økist hitin niðri við botn við 0.6-0.8 gradum um mánaðin, og hetta krevur hampuliga høgt virði fyri β .



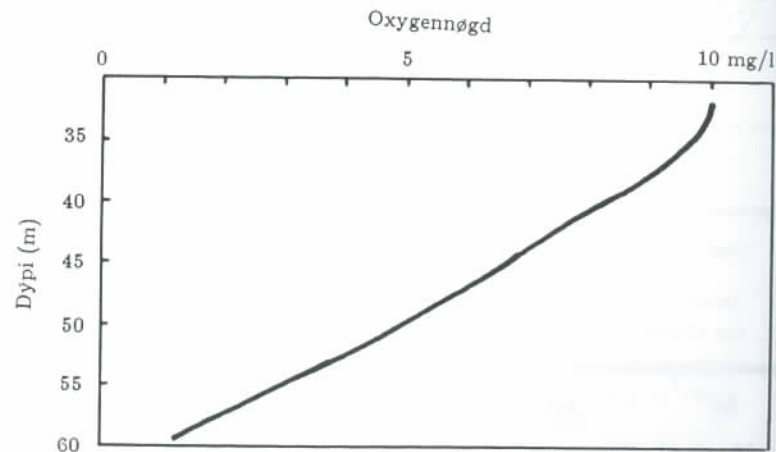
Mynd 40. Oxygennøgð á 55 metra dýpi á SU41 sambært model (heila linjan) og sambært mátingum ymisk ár. Blandingin svarar til eina upphiting av botnvatninum um 0.6 gradir um mánaðin.

Sambært talvu 3 er oxygennýtslan undir 40 metrum $1.3 \text{ g/m}^2/\text{dag}$. Vit hava ikki móguleika at vita, um hon er ymisk á ymsum dýpum. Í koyringunum fyri Sundalagið hava vit tí sett hana konstanta.

Á mynd 40 er ein modelkoyring samanborin við mátingar. Koyringin svarar til eina upphiting av tí djúpasta vatninum uppá 0.6 gradir um mánaðin, sum svarar umleið til ta veikastu blandingina, vit hava sæð á Sundalagnum. Leggjast kann til merkis, at vit á

upphitingin av botnvatninum er ávikavist 0.7 gradir um mánaðin og 0.35 gradir um mánaðin. Fyrri talið tykist vera tað vanliga. Seinna talið samsvarar við upphitingina í liggjandi góðveðri. Í øllum førum er roknað við, at bæði oxygennýtsla og turbulentu diffusiónstalið eru konstant við dýpi.

Fyri vanlig ár (Upphiting = 0.7 °C/mána) samsvarar myndin væl við vanligu gongdina í oxygennøgd á Kaldbaksfirði; men í teimum tíðarskeiðum, har blandingin var veikari (Upphiting = 0.35 °C/mána), minkar oxygennøgdin nógv skjótari á Kaldbaksfirði, enn vit hava sæð á hinum økjunum. Ein kann spyrja seg sjálvan, hvussu tað ber til, at oxygennøgdin í botnvatninum á Kaldbaksfirði minkar skjótari enn á Skálafirði við somu oxygennýtslu. Svarið er óivað tað, at botnlagið á Kaldbaksfirði er so nógv tynri, at minni mongd av sjógvi og tí eisini av oxygeni eru yvir hvørjum kvadratmetri av botni á Kaldbaksfirði. Modellið styðjar tí eisini teimum kanningum vit hava, sum benda á, at viðhvørt kann oxygennøgdin á Kaldbaksfirði minka ógvuliga skjótt.



Mynd 43. Broytingin av oxygennøgd við dýpi á Kaldbaksfirði sambært model. Blandingin svarar til eina upphiting av botnvatninum um 0.35 gradir um mánaðin, og oxygennýtslan er roknað til 1.0 g/m²/dag. Myndin visir profilin aftan á tveir mánaða avlæsing.

Eitt annað, sum hugsast skal um, er at mynd 42 visir oxygennøgdina 5 metrar yvir botn; men á Kaldbaksfirði minkar oxygennøgdin nógv frá hesum dýpi niður á botnin sjálvan. Hetta vísa mátingar (mynd 12), og modelið visir tað eisini (mynd 43). Oxygennøgdin á botninum sjálvum kann tí viðhvørt liggja eini 2 mg/l undir tí, sum víst er á mynd 42. Sum ofta er sagt í sambandi

við modelleringina, skulu úrslitini takast við fyrivarni. Oxygenprofilurin á mynd 43 byggir í stóran mun á ta fortreyt, at turbulentu diffusiónstalið ikki broytist við dýpi, og hvussu álitandi tað er, vita vit ikki. Men við hesum fyrivarnum hjálpir modelið okkum at skilja, hvussu tað ber til, at oxygennøgdirnar í botnvatninum á Kaldbaksfirði vanliga liggja hampuliga høgt (mynd 2), men so viðhvørt eru heilt smáar niðast við botn (mynd 12).

NIÐURSTØÐA

Vit fara ikki í hesi grein at gera niðurstøður um dálkingina á føroysku gáttarfirðunum. Tað krevur at vit aftrat úrslitunum knýta úrslit frá øðrum greinum í ritinum, og tað hava vit roynt at gjørt í inngangsgreinini (Gaard o.fl., 1990). Til ber tó at siga, at tær nógvu kanningar, sum eru gjørdar, geva okkum eina heildarmynd av teimum trimum firðunum, sum er hampuliga fullfiggjað. Tað, at nógvar ymiskar kanningar geva sama úrslit, ger heildarmyndina trúliga, og tað model, ið gjørt er, tykist samsvara so væl við veruleikan, at tær metingar, sum gjørdar eru um avleiðingarnar av øktari dálking, áttu at verið á leið.

English summary. The three sill fjords, Skálafjørður, Kaldbaksfjørður and Sundalagið n.f.Str., all develop stagnant bottom layers during the summer with reduced oxygen concentrations close to bottom. In this contribution the considerable amount of observational material acquired is analyzed to give an overall picture of the physical properties of the bottom water, to document the variations in oxygen content and to evaluate the influence of mixing on the oxygen balance of the bottom waters. The fjord best studied, Skálafjørður, is also the most critical of these three fjords with observed oxygen concentrations below 5% of saturation at times. The material gives a fairly complete and consistent overall picture, which clearly illustrates the importance of the mixing. For Skálafjørð the interannual variability in mixing intensity determines whether oxygen conditions become critical during a summer season or not; but for the critical years with weak mixing the value of the oxygen consumption on the bottom is also decisive. A one-dimensional mathematical model has been developed for the oxygen balance which indicates that relatively small increases in the consumption may yield large decreases in oxygen concentrations close to bottom.

Heimildarrit

Gade, H.G. 1970. Hydrographic investigations in the Oslofjord, a study of water circulation and exchange processes. Rep. 24, Geophysical Institute, Bergen, 193 pages and figures.

Gade, H.G. & A. Edwards 1979. Deep-Water Renewal in Fjords. í: Fjord Oceanography, ed.: Freeland, H.J. et al., NATO Conference Series. Series IV: Marine Sciences, Volume 4. Plenum Press, 715 pp.

Gaard, E. 1990. Sedimentering og niðurbrotning av lívrinum evnum. í hesum riti.

Gaard, E. og M. Poulsen 1990. Tøðevni og gróðrarlíkindi hjá plantuæti. í hesum riti.

Gaard, E., B. Hansen, K. Mortensen, A. Nørrevang og M. Poulsen 1990. Eru føroysku gáttarfirðirnir dálkaðir? í hesum riti.

Hansen, B. 1990a. Dýpi og skap á føroysku gáttarfirðunum. í hesum riti.

Hansen, B. 1990c. Rák og útskipting í ovaru lögnum á føroyskum gáttarfirðum. í hesum riti.

Hansen, B. og M. Poulsen 1987. Illtrot á føroyskum gáttarfirðum. Fiskirannsóknir 4, s. 69-89.

Hansen, B., R. Kristiansen og L. Lastein 1990. Hydrografiskar kanningar á føroysku gáttarfirðunum. í hesum riti.

Kanneworff, E. & H. Christensen 1986. Benthic community respiration in relation to sedimentation of phytoplankton in the Øresund. Ophelia, 26: 269-284.

Schrøder, H. & T.K. Nielsen 1986. Vandskifte i Skålfjærdur og Sundini. Dansk Hydraulisk Institut. København.

Schrøder, H. & P. Kronborg 1987. Illtilførsel til Skålfjærdur. Dansk Hydraulisk Institut. København.

Turner, J.S. 1973. Buoyancy effects in fluids. Cambridge University Press. 367 pp.

Vandkvalitetsinstituttet 1987. Skålfjærdur og Sundini 1985. Belastning og tilstand.

Botndjóralívið á føroyskum gáttarfirðum.

Arne Nørrevang, Føroya Náttúrugripasavn.

Samandráttur. Tá ið talan er um møguliga dálking í einum havumhvørvi, liggur nær at kanna dýralívið, í okkara føri botndýrin. Í greinini verða fyrst viðgjørd livikor djóranna í havinum og seinni serliga á botninum í teim føroysku firðunum. Eisini verður umrøtt, hvørji árin síggjast, tá meira av lívrinum evnum koma á botn, enn bakteriur og dýr klára at viðgera. Kanningarnar vóru í 1987 og vísa tær hvørji og hvussu nógv dýr eru á fermeturin í teim kannaðu firðunum. Ástøðið fyri døming um dálkingarárin er royndir, gjørdar eftir tí, sum hendi í øðrum dálkaðum økjum, har góðar kanningar eru gjørdar. Samanborið verður við kanningar í Hetlandi og Noregi, og niðurstøðan er, at firðirnar eru nógv ovbyrjaðir (belastaðir), og at Skålfjærdurin ikki tolir ta øking í tilleiðing av lívrinum evnum, sum var áðrenn 1987. Kanska eru vónir um, at ovbyrjanin er minkað aftan á 1987.

INNGANGUR

Í hesi bók verða nakrir føroyskir firðir - serstakliga Skålfjærdurin - lýstir út frá havlívfrøðiligum sjónarmiðum. Henda grein lýsir okkurt um viðurskiptini á botninum í teim djúparu pørtunum av firðunum og roynt verður at meta um, hvørji árin á botndýrasamfelagið møguliga standast av virkseminni menniskjans. Kanningarnar av botndýrunum vorðu gjørdar í september 1987.

Ein fjærdur kann sigast at vera ein vistskipan fyri seg. Samskiptið við aðrar vistskipanir er avmarkað, soleiðis sum tað verður lýst í greinini um sjógv og streym, (Hansen, 1990), tí einasti vegur, botndýr sleppa inn í fjærdin aðrastaðni frá, er við at kelvið rekur við streyminum inn. Mest avmarkað er sjálvandi samskiptið, tá ið fjærdarmunnurin er trongur og grunnur og fjærdurin innanfyri er breiður og djúpur, so sum á Skålfjærdinum.

Ringt er at "halda skil á", tá ið nógv ymisk fyrbrigdi spæla saman í einari vistskipan, eitt nú hiti, saltnegd, streymur, negd av føðslusøltum og ikki minst tey plantu- og djórasløg, sum virka saman í vistskipanini. Ein fjærdur kann ímyndast sum eitt "minikosmos", ið er nógv lættari at kanna enn tað stóra, víða havið.

Av tí at firðir oftast fevna um smá øki, eru teir viðkvæmir fyri ávirkanum, ið koma uttaneftir, eitt nú dálking við eitrandi evnum

ella ovurstórum nögðum av livrunnum tilfari.

Firðir eru nógv kannaðir í Vestureuropa: Svøríki, Noregi, Skotlandi og Hetlandi; eitt sindur er kannað ymsa staðni í Grønlandi, men mestsum einki í Íslandi og Føroyum. Ti er tað forvitnisligt at kanna teir føroysku firðirnar og samanbera úrslitini við tær kanningar, sum annars eru gjørdar.

Hví kanna botndýrini?

Sum tað sæst av hesum riti, eru fleiri ymskar mátar at kanna dálking. Spurningurin tekur seg upp: Tá ið tað ber til at kanna til dømis oxygen-nøgdirnar beinleiðis, hví so kanna botndýr - eitt arbeiði, sum er tíðarkrevjandi?

Fremst í huganum liggur spurningurin, hvussu tær livandi verurnar standa seg, tá ið umhvørvið broytist av einhvørjari orsök, eitt nú ovurstórum nögðum av livrunnum tilfari.

Um ikki tær livandi verurnar verða ávirkaðar av broytingunum, var eingin grund at kanna umstøðurnar. Tær fysisku kanningarnar kunnu - saman við kanningum av djórasamfeløgnum - vísa, hvørjar broytingar eru hættisligar fyri djóralívið.

Eisini lýsa tær fysisku mátingarnar støðuna, sum hon er, meðan mátingarnar verða framdar. Dýrini, afturímóti, liva eina tíð - summi nakrar mánaðar, onnur fleiri ár - og sostatt geva tey eina mynd av umstøðunum yvir eitt longri tíðarskeið (Bilyard 1987).

Bilyard hevur hesa viðmerking: "Í minsta lagi ein livfrøðiligur liður eigur at verða kannaður. Botndýrini hóska betur enn flestir aðrir bólkar (t.d. plankton, fiskar, fuglar), tí tey eru bundin at staðnum og noyðast at laga seg eftir "stress"inum í umhvørvinum ella hvørva".

Livikor á havsins botni.

Øll vita at nógv ymisk djórasløg liva í havinum.

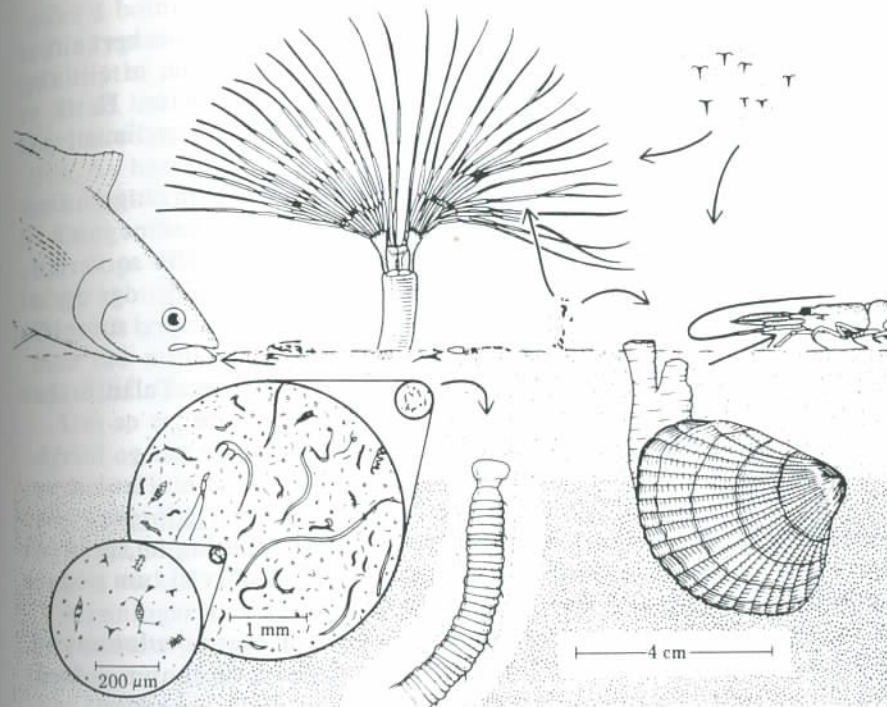
Summi liva uppi í sjónum, og verða tey nevnd pelagisk. Onnur liva á botninum og verða nevnd bentisk.

Botnurin er ymskur: Berg, klettar og steinar, eyrur, sandur og móra. Og ymiskt er, hvørji dýr liva á teim ymsu botnunum. Í hesi grein verða bert viðgjørd tey dýr, sum liva á bleytum botni.

Øll dýr liva av livrunnum evnum.

Plantuæti er grundarlagið undir øllum lívi í havinum. Fotosyntesan í smáalgunum ger livrunnin evni av ólivrunnum. Plantuætið verður etið av djóraætinum, sum aftur verður etið av størri djórum, eitt nú fiskum. Men nógv av bæði algum og dýrum doyri og søkkur. Longu uppi í sjónum byrja bakteriur at niðurbróta ræini, og hetta heldur fram, tá ið tey eru komin á botn. Fyri hvørt stig í føðiketuni minkar

nøgðin af livrunnum evnum við 50-90 %, men hóast tað koma stórar nøgdir á botn - sedimenterast. Hetta er eisini gjøllari viðgjørt í greinini hjá Eilifi Gaard (Gaard, 1990).



Mynd 1. Ein hugsað mynd av føðiviðurskiftunum á botninum. Úr sjónum kemur livrunnið tilfar til botnin, har tað verður fangað á ørmunum av einum madki ella verður lagt á botnin. Hummarar og skeljar, sum sita í botninum, eta burtur av hesum og verða sjálvi etin av fiskum. Í sjálvum botninum verða bakteriur og evarsmá kykt etin av smáum dýrum, ið aftur verða etin av størri ransdýrum. (Eftir Nybakken, 1988).

Summi dýr liva av livandi plantum - tey ganga á biti - og verða nevnd herbivor; men ein stórir partur av dýrunum livur av deyðum plantum ella leivdum av plantum og dýrum. Tey verða býtt í fleiri bólkar: tey sum sila føðina úr sjónum á einhvønn hátt verða á enskum nevnd suspension-feeders, meðan tey, sum liva av tí, sum er komið á botn, verða nevnd deposit-feeders. Ein triði bólkur er rovdýrini, sum liva av øðrum, livandi djórum - tey eru carnivor.

Við hesum er longu nomið við, at ikki tvey djórasløg liva á heilt sama hátt, og sostatt setir hvørt djóraslag síni krøv. Í hesum viðfangi

kann eisini nevnast, at summi djór kunnu liva við smáum nøgdum av oxygeni, onnur krevja nógv oxygen.

Lívslongd djóranna - Løtumyndir.

Tey ymisku botndýrini hava ymiska lívslongd: Nógv liva bert eitt ár - ella kanska bert nakrar vikur - og tí kann tað henda, at eitt slag kemur at dominera eitt ár og eitt annað slag næsta ár. Hetta er galdandi fyri teir flestu av bustmaðkunum, sum eta sediment - i hvussu so er av teim smáu sløgum.

Hetta hongur saman við, at kelvið av flestu av hesum sløgum livir uppi í sjónum, og tí kann tað vera ymiskt, hvørt kelv kemur inn á til dømis Skálafjørð og fær umstøður at setast á botnin. Um so verður, veksur tað upp til vaksna stødd gjøgnum summarið, og dýrini doyggja út á heystið. Sum áður nevnt, eru eisini dýr, sum liva uppafur styttri.

Øðrvísi er við teimum dýrunum, sum liva fleiri ár. Talan er her fyrst og fremst um skeljarnar. Livitiðin hjá teimum er:

<u>Abra nitida</u>	2-3 ár	2-7 ár
<u>Thyasira</u>	2-3 ár	
<u>Nuculoma tenuis</u>	6-8 ár	

og merkir hetta, at tær kunnu betur nýtast í samanberingum, tá ið vit bert hava einstakar kanningar. Støðan hevði verið øðrvísi, um nógvar kanningar høvdu verið á teim somu støðunum.

Tað má gerast greitt, at ein støk kanning gevur bert eina løtumynd. Ætlanin er, frammyvir av at fylgja við í gongdini á firðunum - bæði gjøgnum árið og í komandi árum.

Livikor á bleytum botni.

Bleytan botn finnur tú altíð, har ongin ella litil streymur er. Í honum er í føroyskum sjógvum altíð ein ávísur partur - aloftast meginparturin - av ólívrunnum evnum, eitt nú leiri ella finum sandi, sum er komin úr ánum, ella tilfar, sum er máað burtur av strondini. Hin parturin er lívrinn evni, sum stava frá sjónum sjálvum, við tað at deyðar algur og deyð dýr søkka niður á botn, ella hann stavar frá landi. Fyri ein part kemur hann av vøkstri uppi á landi - plantupetti, mold ella evja, ið verða skolað út í áarførum, men á okkara døgum eisini nógv, ið stavar frá virkseminni menniskjans, eitt nú frá kloakkum og fiskavirkjum ella úr alivinnuni.

Eitt mál fyri, hvussu nógv lívrinn evni er í botninum, fæst við at kanna gløðitapið, sum tað verður lýst í greinini um sedimentering (Gaard, 1990). Alt, sum er lívrinnið, brennur burtur, og eftir verður tann ólívrunni parturin, tað vil siga sandur og leir.

Á bleytum botni finnur tú einamest dýr, sum hava grivið seg niður (millum annað fyri at verja seg fyri ránsdjórum), og nógv av teimum gera sær búror.

Øll dýr nýta oxygen til sodningina. Av tí at summi av teimum sita niðri í botninum, mugu hesi á onkran hátt fáa nóg mikið av sjógvum við oxygeni fram til táknirnar, um ikki dýrini eru so smá, at teimum ikki nýtist táknir.

Tá ið hesi dýr - og bakteriurnar aftrat - nýta oxygen, ber tað við sær, at oxygentrot kann verða við botnin, um so er at utskiftingin er litil. Av hesi orsök verða dýrini minni virkin, og í støðum kann koma so nógv lívrinnið evni á botnin, at tey ikki klára at virka tað.

Oxygen kann flytast og spjast - diffundera - í sjógvum, sí greinina hjá Boga Hansen (Hansen, 1990). Í botninum diffunderar oxygen nógv seinni, og hevur hetta við sær, at ein gradientur er at síggja. Ovast í botninum er oxygennøgdin nakað tað sama sum í sjónum, men tað minkar skjótt niðureftir, so sum viðgjørt verður í greinini hjá Eilifi Gaard (Gaard, 1990).

Um so er, at oxygen-trot verður uppi yvir og í botninum, doyggja dýrini og tær vanligu (aeroba) bakteriurnar, og ein sermerktur bólkur av bakterium tekur við (svávlbakteriur). Tær nýta ikki oxygen (tær eru anaerobar), men afturfyri lata tær frá sær svávulevni, sum eru ógviliga eitrandi fyri tær bakteriur og tey dýr, sum nýta oxygen í sínum virki.

Kanningar av sjálvum sedimentinum hava víst, at umsetningurin av lívrinum evnum í teim ovastu lindunum fer fram við oxygeni, meðan onnur evni verða nýtt longur niðri - eitt nú svávl. Tí eru um-støðurnar hjá dýrum, ið nýta oxygen, verri djúpari í sedimentinum.

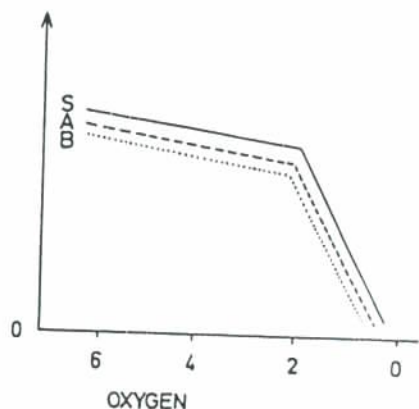
Summi av botndýrunum liggja ella skriða oman á sedimentinum, men, sum áður nevnt, liggja tey flestu djúpari ella sita boraði niður, so bert partur av teimum stingur upp úr. Tí er eisini umráðandi at vita, hvussu viðurskiftini eru í sjálvum sedimentinum.

Onnur dýr - serstakliga ávísir bustmaðkar (Polychaeta) - liva í rørum; summi røru eru u-skapaði, so sjógvur kann streyma gjøgnum rørið. Onnur sita upp og niður í einum beinum røri og breiða táknir út í sjógvum uppi yvir botninum, og eitt væl skipað blóðrensl leiðir oxygen eisini til teir partar av dýrinum, sum kanska sita so djúpt, at oxygentrot er í umhvørvinum. Fleiri aðrir mátar eru at fáa sær oxygen, men tað hevði ført ov vítt at greitt frá øllum hesum hættum.

Tey skeljadýrini, sum hava grivið seg niður, hava oftast ein ella tveir trantar, sum tey stinga upp úr botninum. Oxygenrikur sjógvur verður sogin inn til táknirnar og síðani latin út aftur.

Rosenberg (1980) hevur í grein samanfatað vitanina um tollyndi djóranna móttvegis oxygen-troti og kom til ta niðurstøðu, at eitt

skilligt mark liggur umleið 2 mg oxygen/litur av sjógvi, sum víst verður í mynd 2. Tó hava neyvar kanningar víst, at tollyndið fyri oxygen-trot er størri hjá summum dýrum enn hjá øðrum.



Mynd 2. Farstrikan visir, hvat hendir við dýrunum, tá ið oxygen-nøgðin minskar. S er tal av slægum, A er tal av eintøkum og B er lífvækt ella biomassi. Markið liggur um 2 mg O/l. Fer nøgðin niður um hetta markið, verður tað ógviliga skjótt at vistskipanin brýtur saman og alt doyrt út. (Eftir Rosenberg, 1980).

Nú er tað ikki heilt so einfalt, tí oxygennøgðirnir kunnu vera ymiskar og eisini broytast við árstíðunum. Ein avleiðing av hesum er, at tann ovasta lindin í botninum, har oxygen finst, hevur ikki somu tjúkt til ymiskar tíðir.

Nógvar kanningar hava verið gjørdar um allan heim - tó mest í Europa og Amerika - av avleiðingunum sum standast av dálking við lívrúnum evnum. Spurningurin er: Hvørjar eru avleiðingarnar, tá ið fleiri lívrúnnin evni verða latin á sjógv, enn dýrini og tær aeroba bakteriurnar á botninum klára at viðgera?

Í summum av kanningunum vórðu viðurskiptini í resipientinum - tað økið, sum tekur ímóti dálkaðum frárenslis - kannaði, áðrenn dálkingin byrjaði, og varð fylgt við, hvørjar broytingar í samansetingini av botndýralívunum kundu ávísast, sohvørt sum ovbyrjanin - belastningurin - við lívrúnum evnum vaks.

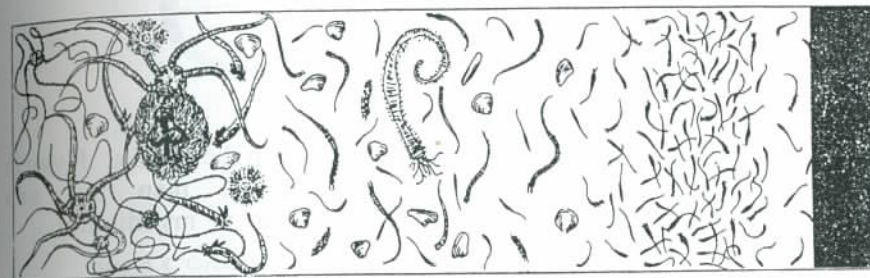
Fyri at lýsa niðurstøðuna av hesum kanningum verður víst til mynd 3. Í einfaldaðum myndum (skematiskt) verður lýst, hvussu viðurskiptini broytast við vaksandi frástøðu frá einari dálkingarkeldu, tað vil siga eftir einum gradienti av ovbyrjan. Myndin stavar frá grein, ið er samandrátur av øllum teimum visindaligu greinum, sum hava verið um lívrúna dálking fram til 1978 (Pearson & Rosenberg 1978).

Til ber at nýta myndina á ein annan hátt. Frávera frá einari dálkingarkeldu kann skiftast út við tíð, soleiðis at skilja, at um nøgðin av lívrúnnari dálking økist á einum ávísam plássi yvir eitt ávíst tíðarskeið, fara líknandi broytingarnar fram í samsvar við

økingini.

Um búskaparliga týðningin av hesum broytingum tekur Rosenberg (1980) í grein síni nakað soleiðis til: "Tað er eyðsýnt, at orsakað av oxygen-troti vanta størri dýr á víðum økjum og tiskil eisini allir móguleikar fyri uppvøkstri av fiski".

Í okkara føri - einamest í Skálafjørðinum - er menniskjan byrjað at virka, og hetta virksema hevur havt við sær, at nógv lívrúnnin evni



ØKJANDI LÍVRUNNIN OVBYRJAN



Mynd 3. Tveir ymiskir mátar at vísa, hvussu dýralívið broytist, sohvørt sum meira lívrúnnið evni kemur á botnin. Mest evni er til høgru, tey "normalu" viðurskiptini til vinstru. Í erva sæst niður á botnin. "Normalt" eru stór og smá dýr saman. Longur inni verða dýrini færri, tí summi sløg tola ikki dálkingina, og eisini eru nógv smá dýr av fáum slögum. Allarinnast er einki lív. Í neðra er tvørskurður av havbotninum, og myndin er her tann sama. (Eftir Pearson og Rosenberg, 1978).

- og í ein vissan mun eisini ólívrunnin tøðevni - verða latin á sjógv. Hetta hevur við sær, deils at smáalgu-vøksturin veksur, og deils at tey evni, sum eru partikuler, søkka á botn í stórum nøgdum (Gaard, 1990).

Tað hevur verið roynt at skipa teir ymisku firðirnar yvirhøvdur í bólkar, og her skal verða roynt at lýsa, hvar Skálafjørðurin og hinir firðirnir hoyra heima í hesum yvitlitinum, tá ið talan er um lívið á botninum.

KANNINGARNAR

Á 50 metra dýpi kanst tú ikki kanna botnin beinleiðis. Hyggja kanst tú kanska við undirsjóvarmyndatólum, men tey eru kostnaðarmikil, og avmarkað er, hvat fæst burtur úr myndunum.

Tí er vanligi arbeiðshátturin tann, at prøvar verða tiknir við ymiskum amboðum, sum verða lorað av einum skipi - í okkara føri "Magnusi Heinasyni".

Fyri at hava grundarlag fyri eini hollari samanbering er neyðugt at vita:

1. hvussu nógv dýr eru av hvørjum slagi og
2. hvussu nógv vigar hvørt slagið sær og øll sløgini tilsamans (biomassi, livvekt).

Tann fyrsti tátturin kann verða lýstur her, men tíðin hevur ikki rokkið til at viga øll dýrini, og hetta má tí biða til seinni.

Av tí, at kanningararbeiðið er drúgt, verða í hesi grein bert lýstar umstøðurnar, sum tær vóru 11.-12. september 1987.

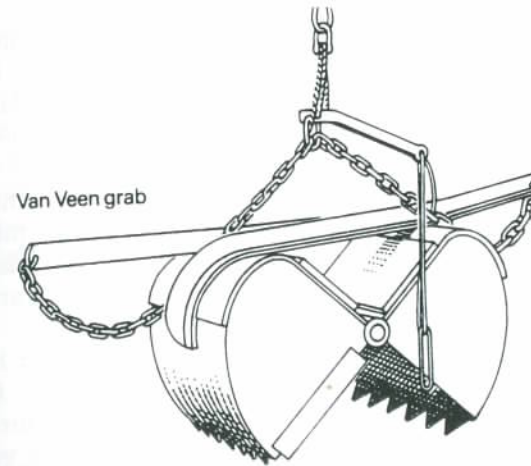
Fyri at geva eina fullfiggjaða mynd av viðurskiftunum er neyðugt at kanna botndýrasamfeløginu til ymiskar árstíðir, og eru hesar kanningar longu settar í verk.

Arbeiðshættir.

Við einum grabba, sum er vístur á mynd 4, verða prøvar tiknir, ið fevna um 0.1 fermetur. Grabbroyndirnar verða sílaðar við minkandi meskaviddum - 8-4-2-1 mm - og tað, sum eftir er í sílunum, verður varðveitt í formalini. Í royndarstovuni verða dýrini skild frá til navngreining, og ofta er hetta drúgt arbeiði, tí nógv skeljapettir og planturestir fjala dýrini, sum ofta eru rættiliga smá.

Hvørt einstakt dýr verður lagt undir sjóneyku til navngreining og talt verður, hvussu nógv dýr eru av hvørjum slagi. Hesi tøl verða roknað um til tal av dýrum av hvørjum slagi upp á ein fermetur av botni.

Ein meinbogi í hesum sambandi - og sum hevur gjørt arbeiðið

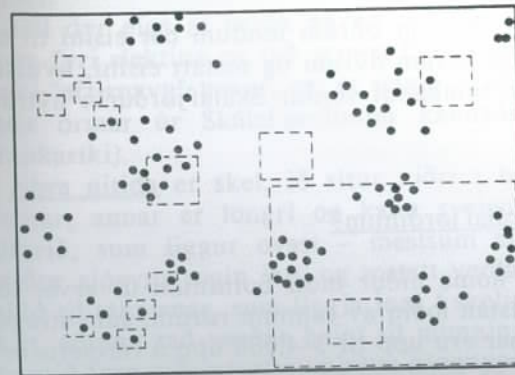


Mynd 4. Grabbin, ið nýttur verður, er opin, tá ið hann verður loraður niður. Tyngdin trýstir hann niður í botnin, og hann verður samstundis útløystur. Kjafturin fer saman, tá ið hálað verður, og hann bitur um 0,1 fermetur. (Eftir Fincham, 1984).

drúgt - er, at fleiri dýr eru funnin, sum ikki áður vóru kend undir Føroyum, og aftrat eru tvey dýrasløg, sum eftir øllum at døma ikki eru kend fyri visindini.

Tá ið fleiri grabbroyndir verða tiknar, meðan báturin liggur á sama plássi, vísir tað seg, at tær geva ikki sama úrslit, hóast grabbin aðru og triðju ferð kemur á botn tætt við, har fyrsta royndin varð tikin. Hetta vísir, at dýrini ikki eru javnt spjadd á botninum, men sita í trunkum, har lutfallið millum tey ymisku dýrini skiftir. Tó er tað so, at til dømis á mórubotni sum heild finnur tú eitt dýrasamfelag, á sandbotni eitt annað og so framvegis.

Sjálvandi ber ikki til at kanna øll pláss í øllum kanningarøkinum,



Mynd 5. Dýrini eru ikki javnt spjadd á botninum. Neyðugt er at taka fleiri prøvar, fyri at tryggja sær, at øll dýrasløgini eru við í tí samlada próvnum. Í okkara føri vóru triggjar prøvar tiknir. (Eftir Valiela, 1984).

og tí verða próvar tiknar av botninum á ávísam útvaldum stöðum til kanningarnar. Við hagfrøðiligari viðgerð ber til út fra einum avmarkaðum tali av prövum at siga, hvussu tað samlaða dýrasamfelagið sær út. Í okkara føri vórðu triggir próvar tiknir á hvørjari støð.

Í talvu 3 seinast í hesari grein eru tøl fyri øll dýr, funnin á teim ymisku stöðunum, meðan í útrokningunum eru nýtt miðaltøl frá teimum trimum prövunum úr hvørjari støð (tó varð av misgáum bert ein roynd tikin á SK05), og úrslitini verða í sjálvari greinini samanborin við úrslit úr øðrum londum.

Nógvir ymiskir mátar at gera sovorðnar samanberingar hava verið royndir. Teir flestu krevja flækta hagfrøðiligari viðgerð. Her er ein vald, sum er rættiliga einfald, og sum samstundis er viðurkend sum ein av teimum best hóskandi (Gray & Pearson, 1982), og verður hon nevnd log-normal plot.

Talið av dýraslögum verður sett út eftir y-ásini og talið av dýrum av hvørjum slagi út eftir x-ásini. Av tí, at so stórir munur er í tali millum tey fáamentu og tey fjølmentu slögini, eru eindirnar eftir x-ásini geometrskar og eru merktar við rómaratølum. Eind I er sløg við einum dýri, II við 2-3 dýrum, III við 4-7, IV við 8-15, V við 16-31, og so framvegis. (3 próvar eru slignir saman og umroknaðir til ein fermetur. Um eitt dýr verður funnið í einum prøva, verður tiskil talið upp á fermeturin 3,3, og tí byrjar x-ásin við geometrskarari eind II). Víst verður til mynd 10.

ÚRSLITINI

Endamálið við kanningunum, sum higartil eru gjørdar, er at fáa at vita, hvørji dýrasløg eru at finna á botninum, og eru hesi førd upp í talvu 3 seinast í hesum riti, og í mynd 10 verða úrslitini viðgjørd í log-normal diagrammum.

Við at taka úrslit úr ritgerðum úr øðrum londum ber eisini til at siga okkurt um liviháttin hjá hesum dýrum og sostatt eisini, hvussu sær út á botninum. Í hesum sambandi verður Skálafjørðurin nýttur sum dømi.

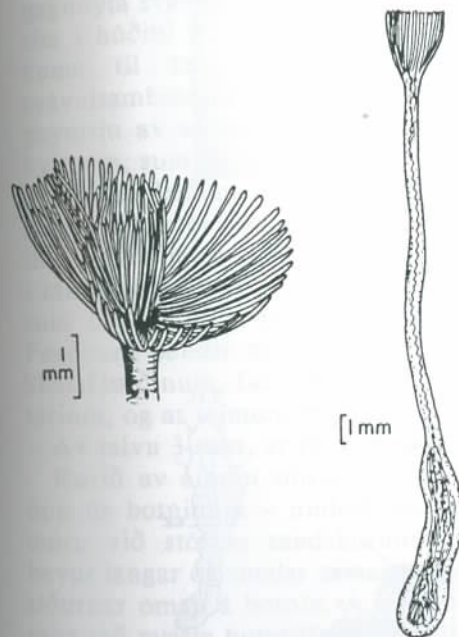
Hvussu sær botnurin út í Skálafjørðinum?

Hugsa vit okkum, at vit koma niður móti botninum úr erva, so siggja vit, at botnurin er næstan loðin av tunnum rørum, sum stinga nakrar millimetrar uppúr - har eru upp til 3-4.000 upp á fermeturin. Úr rørunum standa veiftrur av kampum útspilaðar næstan sum hjól.

Dýrið sjálvt eitur Phoronis. Tað hoyrir til ein serligan bólks av ryggleysum dýrum, og bert eini 10-15 ymisk sløg eru í heiminum. Kamparnir savna bæði livrunnin evni og oxygen úr sjónum. Hjá Phoronis hevur blóðrenslíð skap sum eitt U. Eisini tarmurin hevur U-skap, so at skarnið kemur út beint undir kampa-krúnuni.

Hetta er mikið hent, tí røri og eisini dýrini eru so long, at tey helst rökka niður í ta lindina, har nærum einki oxygen er.

Tað er eyðsýnt, at stórir partur av teimum evnum, sum søkka

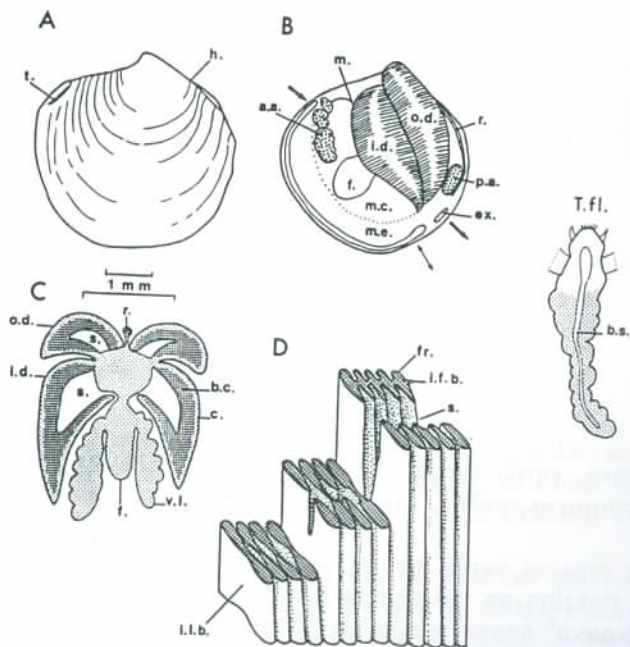
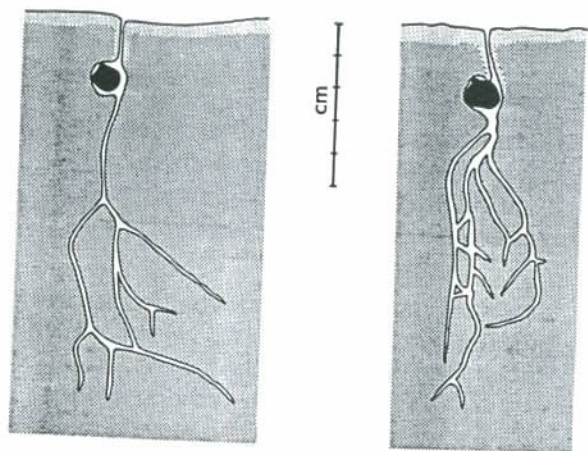


Mynd 6. Phoronis er dýraslag, sum eyðkennir botnin á Skálafjørðinum og aðrastaðni. Tað situr í botninum í einum røri, tað sjálvt ger og bert kamparnar stinga upp undan. Slagið í Føroyum er helst ókent og nakað nógv størri enn tað, ið er avmyndað. (Eftir Emig, 1979).

niður úr erva, verða fangað av Phoronis, men aftrat gera tey tøttu røri, at botnurin verður fastari, næstan sum høvdu plantur gjørt eitt rónet.

(Øll dýr eiga at verða nevnd við tveimum nøvnum á látini, tað fyrra fyri slektina og tað seinna fyri slagið. Orsøkin til at Phoronis einki "eftirnavn" hevur, er, at slagið helst er nýtt, og í lötuni verða hesir ormar úr Skálafjørðinum kannaðir av einum serkønnum í Frankariki).

Abra nitida er skel, ið situr niðri í botninum. Hon hevur tveir trantar, annar er longri og kann sveipa runt og súgva tað leysa tilfarið, sum liggur ovast - mestsum ein dustsúgvári. Samstundis verður sjógvur sogin inn, og sostatt verða bæði oxygen og sediment leidd til táknirnar, sum liggja inni í skelini. Tilfarið verður silað og skilt, áðrenn tað verður beint til munnin. Tað fráskildað tilfarið og skarnið fara við vatnstreyminum gjøgnum hin trantin, sum er styttri



Mynd 7. Ovast eru tvær einfaldaðar myndir av *Thyasira*, sum tær sita í botninum og hava grivið galarí av gongdum. Niðri undir merkir A skel av *Thyasira*. B er innvøllur, C er tvørskurður av innvølinum, har v.l. merkir táknirnar. D er skema av parti av einari tákn. Heilt til høgru er tvørskurður av einari táknulamell har skugging merkir økið við svávilsbakterium. (Eftir Southward, 1986 og Dando & Southward, 1986).

og stendur upp úr botninum, sum ein skorsteinur.

Av skeljaslektini *Thyasira* eru tvey sløg í Skálafjørðinum, men tey eru so torfør at navngreina, at tey mugu sendast til Danmarkar. Tí er bert slektin sett í talvu 3. Tilsamans eru umleið 320 upp á fermeturin.

Í 1986 skrivaðu ensku granskararnir Dando og Southward eina grein har teir lýstu, hvussu summi *Thyasira*-sløg liva á ein heilt serligan hátt. Tískil vita vit nokk so nógv um *Thyasira*, og ein mynd úr grein teirra er endurgivin. Tað lögna er, at summi *Thyasira*-sløg kunnu gagnnýta svávulbakteriur. Í greinini verður lýst, hvussu bakteriurnar sita í húðini á táknunum. Tær virka við at sodna ymisk evni, sum koma til tær úr móruni í upploystum líki, og tær nýta svávulsambindingar sum brennievni. Tá ið tær hava uppbyggt eina goymslu av sodnaðum føðsluevnum, verða tær etnar av *Thyasira*-kyknum, sum liggja innanfyri í táknunum. Samstundis eru varrnar á hesum báðum *Thyasira* nógv minni enn á hinum *Thyasira*-sløgnum, sum ikki hava samlív við bakteriur, og vísir hetta, at tey ikki í sama mun sum hini liva av at sleikja móru í seg. Í vevnaðinum í táknunum finnast eisini kveikar, sum sodna tey evnini við svávuli, sum bakteriurnar framleiða. Hóast skeljarnar ikki eru kannaðar í Føroyum bendir nógv á, at tey bæði *Thyasira*-sløgin, sum liva á Skálafjørðinum, fáa meginpartin av sínum brennievni frá svávulbakterium, og at teimum sostatt nýtist lítið ella einki oxygen.

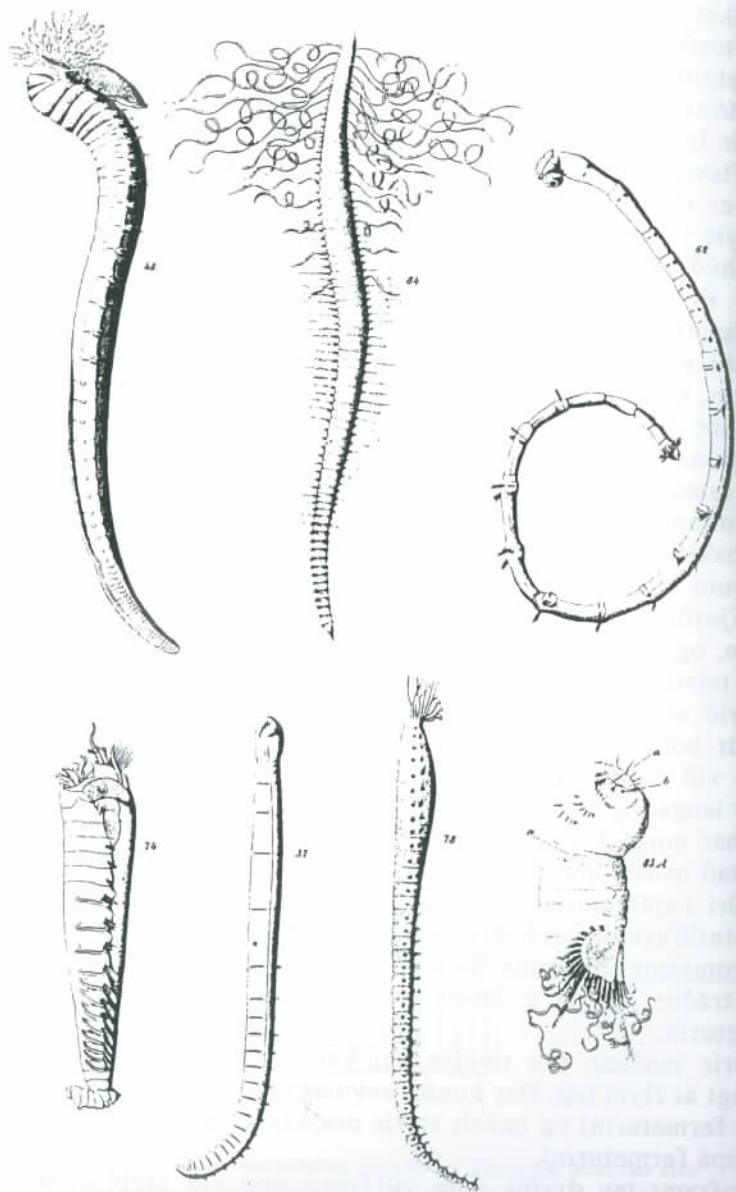
Av talvu 3 sæst, at fleiri sløg eru enn tey nevndu.

Rørið av einum stórum bustmaðki, *Terebellides stroemi*, stendur upp úr botninum - umleið 20 uppá fermeturin. Rørið er gjørt av móru við stórum sandskornum og smáum skeljabitum. Maðkurin hevur langar og smalar armar kring munnin, og verða teir lagdir út til síðurnar oman á botnin. Á ørmunum eru rennur við bivhárum, sum raka tað ovasta botntilfarið inn til munnin.

Niðri í sjálvum botninum grópa fleiri ymiskir maðkar runt og eta av botntilfarinum, sohvørt sum teir koma fram. Ein tann vanligasti er *Heteromastus filiformis*. Sum navnið sigur, er hann langur og tunnur sum tráður (*filum* á látini er tráður), og umleið 100 eru uppá fermeturin.

Aðrir maðkar eru rovdýr, og fyri at fáa føðina, noyðast teir støðugt at flyta seg. Her kunnu nevast *Goniada maculata* (umleið 50 uppá fermeturin) og nakrir stórir maðkar av ættini *Nephtys* (umleið 10 uppá fermeturin).

Umframt tey dýrini, sum vit finga upp við grabbanum og sum tískil eru nevnd í talvu 3, vita vit um tvey aftrat. Hummarar, *Nephrops norvegicus*, verða fiskaðir á Skálafjørðinum. Tey grava sær holur við tveimum munnum og sita har, tá ið tey ikki eru úti at leita sær føði. Úr kanningum, m.a. í Kattegat, vita vit, at hummarar ikki tola oxygen-trot, og ein ósvaraður spurningur er, hvussu hummararnir



Mynd 8. Myndin visir sumar av teim vanligastu bustmaðkunum (Polychaeta) á firðunum. Ovast *Terebellides*, *Chaetozone* og *Praxilella*. Niðast *Pectenaria*, *Myriochele*, *Diplocirrus* og *Sternaspis*. (Eftir Malmgren, 1867).

á Skálafjörðinum klára seg, tá ið minni enn 2 mg oxygen/litur er. Hugsast kann, at teir flyta seg upp eftir síðunum av fjörðinum, men eingin veit. Tó vita hummarafiskarar at siga frá, at nú á dögum fáast hummarar ikki djúpri enn umleið 40 metrar, og tískil ikki í teimum dýpum, har oxygentrot er til ávísar árstiðir, sum greitt frá í greinini hjá Boga Hansen (Hansen, 1990).

Hitt slagid er kúfiskur, sum er skel við navninum *Arctica islandica*. Hann situr so djúpt, at hann ikki verður tikin við grabbanum, men vit finga hann við einum høggara, sum tekur nógv djúpri í sedimentið. Kúfiskur hevur langar trantar, sum rækka upp í sjógvin. Tað lögna er, at vit bert finga heilt stórar kúfiskar. Um regluligur ávøkstur er av hesari skel, skuldu vit fingið smáar kúfiskar í grabban. Men eingir vóru. Hetta merkir helst, at als eingin ávøkstur er, tí kelvið kann ikki liva undir teimum umstøðunum, meðan teir gomlu - summir av teimum eru helst eini 20 ára gamlir - klára seg ta tíðina, oxygen-trot er, við at "leggja seg í dvala".

Redoxpotentialið og "velting av botninum".

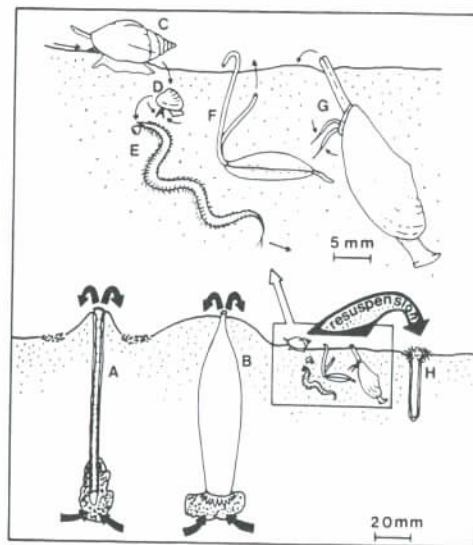
Í greinini um sedimentering eru mátingar av redox-potentiali (Gaard 1991). Hetta visir, í hvønn mun oxygen verður nýtt í niðurbrótingini. Hevði svávil verið nýtt í fullan mun - og also einki oxygen verið, so hevði redox-potentialið verið umleið -200.

Sum longu lýst, høvdu vit kunnað væntað okkum, at bert allarovast í sedimentinum vóru rimiligar nøgdir av oxygeni, serstakliga tá ið hugsað verður um, at minni enn 2 mg oxygen/litur viðhvørt eru í sjónum við botn á Skálafjörðinum. Tað sær út, sum okkurt ikki er rætt.

Tað finst tó ein frágreiðing, sum liggur í virkseimi djóranna.

Fyri umleið 25 árum síðani varð greitt, at tey dýrini, sum liva ovast í sedimentinum, hava stóra ávirkan á viðurskiftini har (Rhoads 1974). *Nuculoma*, sí mynd 11, pløgir seg gjøgnum sedimentið, *Abra* ger ikki heilt so nógv um seg, men flytir seg tó nokk so ofta. Tað eru fleiri av bustmaðkunum, til dømis *Heteromastus*, sum flyta seg víða, og *Goniada* og onnur rovdýr ferðast nógv fyri at leita sær føðina. Summir bustmaðkar standa upp og niður, eta burtur av sedimentinum og lata skarnið frá sær oman á botnin. Alt hetta merkir, at sedimentið støðugt verður flutt runt, og teir ovastu 5-10 sentimetrarnir verða sostatt støðugt "veltir". Hetta verður rópt bioturbation (til dømis Brenchley 1981).

Aftrat hevur *Thyasira* sum áður lýst bygt sær heil gallari av holum, sum rækka langt niður, og har oxygen í ein ávísan mun kann leiðast runt, og teir bustormar, sum sita í rørum, leiða oxygenríkan sjógv niður í rørinu og sumt av oxygeninum seyrar út í sedimentið.



Mynd 9. Samansett mynd av botndýrum, sum tey sita. Ovast síggjast tey dýr, ið grópa seg fram, og onnur flyta tilfarið við at súgva inn í erva og geva skarn frá sær longur niðri. Niðast eru dýr, sum eta tilfar djúpt í botninum og geva skarnið frá sær uppi í sjónum ella á skorpunum. Øll "velta" tey botnin (bioturbation) (Eftir Rhoads, 1974).

Tað er eitt fyrirbrigdi, sum sjálvandi ikki er sermerkt fyri Skálafjørðin. Pearson & Eleftheriou (1981) hava lýst botnviðurskiftini á Sullom Voe - einum fjørði í Hetlandi - og greiðir frá, at í teim ovastu 5-10 sentimetrinum verður av hesi orsök - veltingini - ongantíð heilt anaerob viðurskifti - redox-potentialið verður ongantíð negatívt.

UMRØÐA AV ÚRSLITUNUM

Í hesum parti fara vit - við at samanbera við kanningar aðrastaðni - at meta um dálkingarstöðið á teim kannaðu føroysku firðunum.

At enda verður samanborið við kanningar, ið fóru fram í 1920'num, fyri at vita, hvørjar broytingar eru hendar tey seinastu 60 árin.

Samanberingar við aðrar kanningar.

Tær broytingar sum eru í botndýrasamfelagnum, sohvørt sum

ovbyrjanin veksur, verða lýstar í mynd 3 og kunnu setast upp sum tøl, tá ið tú telur hvørt dýr av hvørjum djóraslagi. Royndir hava vist, at har eingin ovbyrjan er, eru nógv sløg og samstundis fá dýr av hvørjum slagi. Í einum ovbyrjaðum umhvørvi eru fá sløg, men afturfyri nógv dýr av summum av teim fáu sløgnum - tó so, at nærum altíð eru sløg ímillum, har bert nøkur heilt fá dýr eru fyri hvønn fermetur.

Í einari grein úr Loch Eil og Loch Linnhe í Skotlandi greiðir Pearson (1975) frá kanningum, sum byrjaðu 1963 og endaðu 10 ár seinni, og sum fevndu um eitt tíðarskeið har vaksandi nøgdur av livrunnum evnum vórðu beindar í hesar firðir. Í niðurstøðuni tekur hann soleiðis til:

"Allar støðir vistu týðiliga, at ein avgjørd raðfylgja var at síggja sum eitt aftursvar uppá tær vaksandi nøgdirnar av livrunnum evnum. Í byrjanini vuku tey sløgini, sum longu vóru í økinum, munandi í tali, helst sum aftursvar uppá ta vaksandi nøgdina av føðsluevnum. Sohvørt sum nøgðin av livrunnum evnum, ið kom á botn, vaks, broyttist samansetingin av sløgum í samfelagnum. Upprunasløgini minkaðu í tali og onnur sløg nördust, sum bert vóru viðfáningar í upprunasamfelagnum. Síðani komu onnur sløg til, sum í flestøllum førum ikki vóru í upprunasamfelagnum, og sum vanligu eru at finna, har nógv livrunnið tilfar er í sedimentinum. Hesi sløg nördust ógvuliga nógv í teim seinastu skeiðunum, og tey sløgini, sum vóru frammanundan hvurvu heilt. At enda í hesari raðfylgju hvurvu eisini hesi spesialiseraðu, "hálivrunnu" sløgini" (Pearson, 1975, bls.34)

Um tú skalt samanbera kanningarnar á føroyskum firðum við kanningar aðrastaðni, ber ikki til at samanbera slag fyri slag, tí tey somu sløgini eru ikki í Føroyum sum til dømis í Skotlandi ella Svøríki.

Tó má her sigast, at á einari støð í Sullom Voe í Hetlandi - nakað miðskeiðis í fjørðinum á 20-30 metrar dýpi - vóru Phoronis, Thyasira og Myriochele tey sløgini, sum vóru mest fjølment, men við restini av dýrunum ber ikki til at gera eina beinleiðis samanbering, tí har eru onnur sløg enn í Føroyum (Pearson & Eleftheriou, 1981). Eisini er hetta, mær vitandi, einasti fjørður uttan fyri Føroyar, har tey somu sløgini eru ráðandi.

Dybern (1972) hevur kannað Idefjorden, sum liggur út móti Skagerrak á markinum millum Svøríki og Noreg. Hetta er gáttafjørður, nakað sum Skálafjørðurin. Utan fyri gáttina vóru umleið 350 ymisk dýrasløg, á sjálvari gáttuni eini 130 sløg og innanfyri 35 sløg.

Hetta seinni talið er tað sama sum á teim føroysku firðunum. Vit hava enn ikki kannað økið á sjálvari Skálafjarðargáttuni og beint uttanfyri, men á mórubotni við Skeivabanka vestan fyri Suðuroynna

vóru bert 169 sløg (Josefson, munnlig frásøgn).

Fyri 10-20 árum síðani, tá ið dálkingarkanningar byrjaðu av álvara, valdu granskarar ávís sløg út, sum teir mettu vera "eyðkennissløg" fyri dálking. Tó sýndist skjótt, at ikki vóru tað tey somu sløgini, ið vóru ráðandi í teim ymsu heimsøkjunum. Tí hevur síðani verið roynt at finna aðrar mátar, so til ber at gera samanberingar uttan mun til, hvørji dýrasløg koma at verða ráðandi.

Eitt dømi, ið varð nýtt í einari grein hjá Gray og Pearson (1982a), stavaði frá kanningum í Loch Neil í Skotlandi av hvussu botndýrasamfelagið broyttist, so hvørt sum livrunnin dálking fór fram. Úrslitini vóru lýst í log-normal digrammum, sum eru endurprentað á mynd 10 (endurgivnum úr Gray & Pearson 1982).

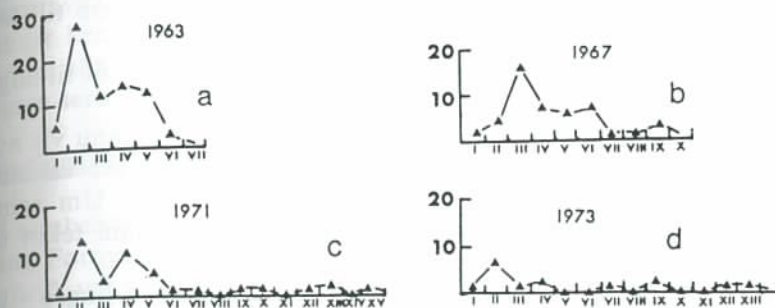
Talva 1. Tal av sløgum uppá fermeturin fyri teim ymsu støðunum

Geometrisk eind	Tal upp á fermeturin	SK07	SK11	KA05	SU15	SU37	FU07
II	2-3	13	14	9	15	11	20
III	4-7	6	6	5	4	0	7
IV	8-15	1	3	8	6	1	11
V	16-31	6	5	5	6	2	6
VI	32-63	3	1	1	2	2	3
VII	64-127	1	1	0	2	3	0
VIII	128-255	0	0	2	0	0	2
IX	256-511	2	1	1	2	0	1
X	512-1023	0	1	0	1	0	0
XI	1024-2047	0	0	1	0	0	0
XII	2048-4095	2	1	1	0	0	0
XIII	4096-8191	0	1	0	0	0	0
Tal av sløgum		34	34	33	38	19	50
Tal av dýrum upp á fermeturin		6057	9045	4732	1851	429	1211

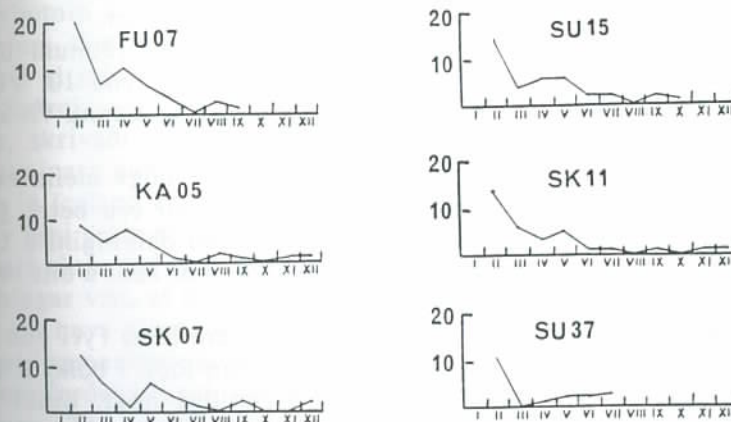
Í einum reinum umhvørvi - tað vil siga einum umhvørvi, ið ikki er ovbyrjað av livrunnum evnum - er mest til av teimum dýrasløgum, ið eru fáment (1-7 uppá fermeturin), meðan tey, sum eru meira fjølment (16-63 eintøk), koma næst. Bert heilt fá - ella oftast als eingi - eru, sum finnast í stórum tali.

Við vaksandi ovbyrjan hvørva tey sjáldsomu sløgini meir ella minni, og nøkur sløg koma aftrat, sum stórtrívast í tí ovbyrjaða umhvørvinum (fleiri enn 128 dýr uppá fermeturin).

Loch Eil í Skotlandi sum dálkingin vaks



Føroyskir firðir í 1987



Mynd 10. Fyri at skilja hesa myndina er neyðugt at lesa frágreiðingina í tekstinum og at samanbera við talvu 3. Ovasta helvt av myndini lýsir, hvussu botndýrasamfelagið á Loch Eil í Skotlandi broyttist, so hvørt sum dálkingin við livrunnum evnum vaks. Í 1963 vóru "normal" víðurskipti, í 1966 byrjaði tilleiðingin av livrunnum evnum og í 1974 breyt botndýrasamfelagið saman (bert 1973, beint áðrenn, er vist her). Niðast eru teir kannaðu føroysku firðirnir viðgjørdir á sama hátt. Tað sæst, at støðan á Funningsfirði uttan fyri gáttina (FU07) er nærur "normal", meðan hon á Tangafirði (SU15) líkist heilt nógv støduni á Loch Eil í 1967. Kaldbaksfjørðurin (KA05) og Skálafjørðurin (SK07 og SK11) hava víðurskipti sum á Loch Eil í 1971. At toppur er á geometrisku eind IV á KA05 og á V á SK07 og SK11 bendir á, at Kaldbaksfjørður er eitt sindur betur fyri enn Skálafjørðurin. (Eftir Gray og Pearson, 1982 og original)

Í einum stórliga ovbyrjaðum umhvörvi eru fleiri av hesum harð-
balnu sløgum, og tey kunnu finnast í ovurstórum tali - upp til fleiri
túsund uppá fermeturin.

Í strikumyndunum merkir tað, at kurvan fær ein "hala" út til høgru
eftir x-ásini.

Sambært greinunum hjá Gray og Pearson (1982a,b) kunnu vit nýta
sløgini í bólkunum IV,V og VI sum eyðkennissløg fyri vaksandi
ovbyrjan. Hesi sløg so at siga vísa, hvar markið er. Um seinni
kanningar vísa, at tey vaksa í tali, kann hetta takast sum tekin um
byrjandi ovbyrjan.

Men eisini merkir tað fyrirbrigdi, at kurvan flytist móti høgru - tey
fjølmentu sløgini mennast - samstundis sum toppurin í bólkunum I-
III lækkar, at nú er vandi á ferð.

Í talvu 1 eru sett upp tøluni fyri tær geometrisku eindirnar á teim
ymisku støðunum á Skálafjørðinum og hinum firðunum.

Seta vit samfeløgini á botninum í teim kannaðu firðunum upp í
log-normal digramm, fá vit eitt úrslit, sum víst á mynd 10. Við at
samanbera við úrslitini av kanningunum á Loch Eil, kunnu vit skipa
teir kannaðu firðirnar í eina raðfylgju.

Á Funningsfirði eru 50 botndýrasløg. Hetta er nógv meira enn á
hinum firðunum, og visir hetta at umstøðurnar har eru betri. Log-
normal tykist at vera nakað tað sama sum undan dálkingini á Loch
Eil. Tó má viðgangast, at ein lítil "hali" er, ið kundi bent á eitt vet av
ovbyrjan.

Á Tangafirði eru 38 sløg - hann tykist at vera betri fyri enn teir
fylgjandi firðirnar. Log-normal hevur ein stóran topp í bólki II (2-3
dýr m⁻²), meðan bólkarnir IV-VII liggja rímliga høgt. Einki slag
kemur hægri enn 637 dýr (Myriochele). Støðan er sostatt nakað tann
sami sum í 1967 á Loch Eil, tað vil siga ovbyrjanarstigið er meðal.

Á Skálafirði og Kaldbaksfirði eru umstøðurnar verrj. Bert 33-34
sløg finnast, og í bólkunum XI-XIII (1024-8191 dýr m⁻²) eru á øllum
trimum firðum tvey sløg. Samanbering við log-normal úr Loch Eil
bendir á, at ovbyrjanarstigið svarar til 1971, tað vil siga stutt áðrenn
samfeløgini har brutu saman, og bert nøkur fá bustmaðkasløg
yvirlivdu (Pearson 1975,bls.35).

At enda koma vit til støðina SU37 - Sundalagið út fyri Haldórsvík.
Har vóru í 1987 bert 19 sløg, eitt tal sum visir, at umstøðurnar eru so
ringar, at tey flestu sløgini eru horvin. Eisini tað samlaða talið av
dýrum er lítið - 429 uppá fermeturin. Log-normal-myndin sær løgin
út og passar ongastaðni. Av 11 sløgum varð bert eitt dýr funnið í
teim trimum grabb-prøvunum, vit tóku (fyri at fáa tal av dýrum uppá
fermeturin verður faldað við 3,3). Hini 8 sløgini lógu í bólkunum IV-
VII, og visir hetta, at eisini tey dýr, sum á hinum firðunum vóru í
stórum mongdum, tola ikki hetta umhvörvi.

Eitt annað er, at í mun til aðrastaðni var nógv tilfar á botninum,
sum stavaði frá landi, eitt nú mosapetti, grasleggir og ymisk fræ.
Okkurt bendir á, at ein størri partur av ovbyrjanin ikki stavar frá
sjónum ella ávirkan menniskjans. Fyri at siga nakað vist, noyðast vit
at gera serligar kanningar.

Broytingar tey seinastu 60 árin.

Í sambandi við tær kanningar, ið vorðu framdar í 1920'unum í og
kring Føroyar, og sum seinni førdu til verkið: "The Zoology of the
Faroes", var danska rannsóknarskipið "Dana" í Føroyum 1926 og 1927
og gjørdi kanningar á ymsum firðum og á landgrunninum.

Júst tá var eitt rák í havlivfrøðini at kanna djórasamfeløg - sum
áður eru lýst. Danskarin C.G.Johs.Petersen, doktari,byrjaði at grabba
í havbotnin á ein hátt, so til bar at siga hvussu nógv dýr vóru av
hvørjum slagi á einum fermetri, og hesin framferðarháttur hevði
vunnið altjóða viðurkenning.

R.Spärck, seinni professari á Lærda Háskúlanum í Keyptanna-
havn, skrivaði eina frágreiðing um úrslitini av hesum kanningum:
"Preliminary survey of the results of quantitative bottom investiga-
tions in Iceland and Faroe waters 1926-1927".

Av hesi grein sæst, at grabbin, hann nýtti, fevndi um 0,2 fermetur,
og bert ein prøvi varð tikin á hvørjari støð. Sum áður lýst hava víðari
kanningar vist, at neyðugt er at taka fleiri prøvar á somu støð, so
sum vit hava gjørt, og hevur hetta við sær, at eitt ávist fyrivarni má
takast í samanberingum við okkara tøl.

Framferðahátturin at síla prøvarnar er meira framkomin nú á
døgum. Tá vorðu netsilur nýttar, og prøvarnar vorðu spulaðir
gjøgnum silurnar. Nú verða prøvarnar "gruggaðir upp" í einum stórum
kari og "gruggið" verður sílað gjørnum holasilur. Hesin
framferðarháttur varðveitir nógv fleiri dýr og er meiri varligur, tí
dýrini verða minni kroyst. Eisini hetta ger, at vit noyðast at vera
varnar í samanberingum.

Støðirnar, har prøvarnar vóru tiknar í 1926/27, eru lýstar sum navn
á fjørðinum og dýpi, og illa ber til at staðfesta eina nágreiniliga
position út frá hesum.

Skeljarnar eru lítið viðkvæmir fyri ymiskum hættum at síla, og
aftrat eru tær greiðar at navngreina. Nakað tað sama kann sigast um
teir størri maðkarnar. Tiskil havi eg tikið hesi sløg burtur úr til
samanberingar í talvu 2. (Eg havi valt, at samanbera Nephtys ciliata
hjá Spärck við øll sløgini av ættini Nephtys, ið vorðu funnin í okkara
kanningum, tí fleiri ritgerðir í seinastanum hava sundurgreinað hesa
ætt heilt øðrvísi enn tá).

Listin, ið Spärck endurgevur í grein síni, sæst av talvu 2.

Í talvuni eru úrslitini hjá Spärck framman fyri skrástrikuni og úrslitini av okkara kanningum í 1987 aftanfyri.

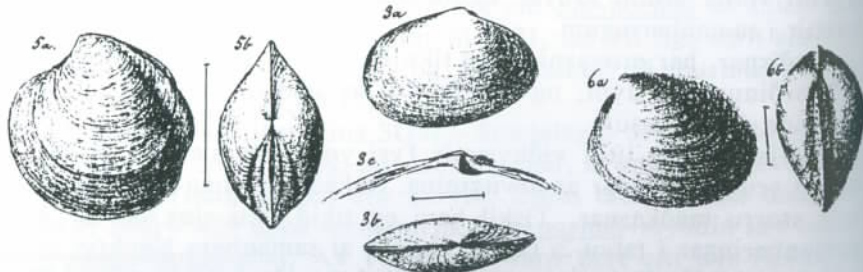
Talva 2. Samanbering av tølum frá 1926/27 og 1987.

	SK	SU s	SU n	FU
Virgularia mirabilis	0/0	8/7	0/0	3/3
Nemertea	3/0	0/26	10/0	8/0
Goniada maculata	0/0	0/3	0/0	10/13
Nephtys spp.	18/8	18/29	75/63	10/60
Lumbrineris fragilis	0/0	3/13	0/0	3/0
Diplocirrus glaucus	0/18	3/7	0/3	3/168
Sternaspis fossor	30/0	48/13	475/3	18/0
Praxilella spp.	3/7	15/3	70/0	10/20
Chaetoderma nitidulum	0/13	0/17	0/0	5/0
Nuculoma tenuis/nucleu	38/48	3/23	160/3	0/24
Thyasira spp.	25/365	90/112	770/106	95/267
Arctica islandica	0/0	0/3	0/0	13/0
Acanthocardia echinata	0/5	0/0	0/3	0/0
Abra nitida	53/524	33/389	160/86	8/36

Í hesi talvu merkir SK: "Skaalefjord 62 and 65 m"/SK 07+11; SUs merkir: "Sundene, southern part 70 and 57 m"/SU15; SUN merkir: "Sundene, northern part 50 m"/SU37 og FU merkir: "Fundingsfjord 53 and 43 m"/FU07.

Í hesum føri kunnu vit bert líta á tøluni fyri tey einstøku dýrasløgini, og við øllum fyrivarni verður niðurstøðan, at broytingar hava verið, ið benda á vaksandi ovbyrjan av firðunum.

Á Skálafjørðinum hevur gingið upp og niður, legg til merkis at skeljarnar Nuculoma, Thyasira og Abra eru upp til 18-faldaðar í tali.



Mynd 11. Triggjar tær vanligastu skeljarnar, sæddar frá síðuni og frá kantinum. Frá vinstru Thyasira, Abra og Nuculoma. (Eftir Sars, 1878).

Ein sovordin flyting av slögum upp í hægri geometrskar bólkar er í sjálvum sær ábending um økta ovbyrjan.

Á Tangafirði - tað er SUs - sæst vøkstur 1926-1987 í tali av dýrum av øllum slögum uttan bustmaðkinum Praxilella. Skelin Abra nitida er tólvfaldað í tali. At tøluni soleiðis vaksu, er ábending um, at nøgðin av lívrønum evnum er økt eitt sindur.

Beint øvugt er støðan í Sundalagnum norðan fyri Streymin - tað er SUN. Her siggja vit afturgongd hjá øllum slögum (tó varð eitt livandi dýr av skelini Acanthocardia ecninata funnin í 1987, men einki í 1926). Helst hevur støðan har verið nakað tann sama í 1927 sum á Skálafjørðinum í 1987. Sum áður nevnt verður mett, at botndýrasamfelagið nú má sigast at vera brotið saman.

1978-79 gjørdur næmingarnir á Støðisútbúgvingini og Dorete Bloch eina kanning av Skálafjørðinum. Tey tóku ein grabbprøva - og tí ber ikki til at gera eina beinleiðis samanbering. Úrslitini frá 26. oktober 1978 vísa, at seks sløg av skeljum vóru - lutfallið er umroknað til eintøk upp á fermeturin - og tey verða niðri undir samanborin við tøluni fyri tær báðar støðirnar, sum vórðu kannaðar í 1987:

	1978	1987	
		SK07	SK11
<u>Nuculoma tenuis</u>	1090	0	97
<u>Nuculana pernula</u>	10	0	3
<u>Musculus discors</u>	7	0	0
<u>Thyasira</u>	510	417	323
<u>Abra nitida</u>	890	113	930
<u>Macoma calcarea</u>	20	0	0

Við omanfyri nevnda fyrivarni kann sigast, at í tíðarskeiðnum 1978-87 eru Macoma og Musculus horvvar, og Nuculoma er vorðin meira sjáldsýnd - hon finst bert á SK11, og talið er minkað niður í ein tiggjundapart - meðan lutfallið millum Abra og Thyasira er nakað tað sama sum í 1987. Hetta bendir kanska á, at støðan er versnað síðani 1978.

NIDURSTØÐA

Hóast tey nógvu fyrivarni, sum eru tikin omanfyri, ber til at siga nakað um støðuna á firðunum.

Í sjálvum sær er tað tekin uppá dálking, at so fá dýrasløg eru at finna har. Tey 34 slögini samsvara væl við tey 35 á Idefjorden.

Nøkur heilt fá sløg dominera, og eru summi av teimum júst tey slögini, sum úr øðrum kanningum eru kend fyri at dominera á svárt

ovbyrjaðum økjum.

Men fyrst og fremst er tað mynd 9, sum visir, hvussu botndýrini á teim føroysku firðunum hóska inn í myndina, sum er gjørd fyri tær broytingar, ið fóru fram á Loch Eil í Skotlandi, so hvørt sum hesin fjørðurin varð alt meira óvbyrjaður.

Gray og Pearson (1982a, b) hava gjølla viðgjørt, hvat kann lesast burtur úr sovorðnum strikumyndum: Tey dýrasløgini, sum finnast bert í heilt fáum eintøkum uppá fermeturin, eru helst illa tillagað til umhvørvið, ella tey koma inn á firðirnar meira av tilvild, enn tí tey trívast har - helst klára tey ikki at nærast í hesum umhvørvi. Hetta eru teir geometrisku bólkarnir I og II - upp til 7 eintøk uppá fermeturin. Tey sløgini, sum tola umhvørvið uttan veruliga at trívast, eru í bólkunum III-VI - millum 16 og 63 eintøk uppá fermeturin - og eru hesi sløg viðkvom fyri einari og hvørjari broyting.

Samanberingin við umstøðurnar á Loch Eil í Skotlandi (mynd 10) visir, at Funningsfjørður uttast (FU07) hýsir einum botndýrasamfelag, ið líkist tí á Loch Eil, áðrenn ovbyrjanin hendi. Á Tangafirði (SU15) eru tekin um, at nógv lívrúnnin evni leggjast á botnin, tó uttan at nerva samfelagið ov mikið. Á Kaldbaksfirði og Skálafirði er ovbyrjanin stór, tó so at Kaldbaksfjørðurin er minni hóttur enn Skálafjørðurin.

Niðurstøðan er sostatt, at Skálafjørðurin tolir ikki at fáa størri tilflutning av lívrúnnum evnum, enn hann fekk í 1987, tá hesar kanningar vórðu gjørdar, uttan so at stórir vandi verður fyri, at vistskipanin á botninum brýtur heilt saman og øll dýr doyggja.

Í Sundalagnum norðan fyri Streymin er botndýrasamfelagið brotið saman, meðan støðan fyri 60 árum síðani var nakað tann sama sum á Skálafjørðinum í 1987 (talva 2).

Vit standa eftir við fleiri ósvaraðum spurningum enn teir vit settu okkum í byrjanini av kanningini. Til dømis eru kanska ókend sløg, ið mugu kannast gjølla, summi sløg hava tilbrigði, ið kanska ikki liva á sama hátt sum aðrastaðni, hvaðani koma dýrini inn á firðirnar ("rekrutering") og so framvegis.

Vónandi fara tær framhaldandi kanningarnar av firðunum og í sambandi við BIOFAR-verkætlanina at svara summum av hesum spurningum.

HEIMILDARRIT

Bilyard, G.R., 1987: The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. - Mar.Pol.Bull., 18: 581-585.

Brenchley, G.A., 1981: Disturbance and community structure. An experimental study of bioturbation in marine soft-bottom sediments. - J.Mar.Res., 39:767-790.

Dando, P.R. & A.J.Southward, 1986: Chemoautotrophy in bivalve molluscs of the genus *Thyasira*. - J.Mar.Biol.Ass.U.K., 66: 915-929.

Emig, C.C., 1979: British and other Phoronids. Synopsis of the British Fauna 13. - London.

Dybern, B.I., 1972: Idefjorden - en förstörd marin miljö. - Fauna och Flora, 67, 90-103.

Fincham, A.A., 1984: Basic marine biology. - Cambridge University Press.

Gaard, E., 1990: Sedimentering og níðurbróting av lívrúnnum partiklum. Í hesum riti.

Gray, J.S., 1981: The ecology of marine sediments. An introduction to the structure and function of benthic communities. - Cambridge University Press.

Gray, J.S. & T.H.Pearson, 1982: Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. I. Comparative methodology. - Mar. Ecol. Prog. Ser., 9: 111-119.

Gray, J.S. & T.H.Pearson, 1983: Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analysis. - Mar.Ecol.Prog.Ser., 12: 237-255.

Hansen, B., 1990: Oxygentrot og útskifting í botnvatninum á føroyskum gáttarfirðum. Í hesum riti.

Malmgren, A.J., 1867: Spetsbergens, Grönlands, Islands och den Sakandinaviska Halföns hittills kända Annulata polychaeta. - Helsingfors.

Nybakken, J.W., 1988: Marine Biology. An Ecological Approach. - New York.

Pearson, T.H. & R.Rosenberg, 1978: Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - Oceanogr. Mar.Biol. Ann.Rev., 16: 229-311.

Pearson, T.H., 1975: The benthic ecology of Loch Linnhe and Loch Eil, a sea-loch system on the west coast of Scotland. IV. Changes in the benthic fauna attributable to organic enrichment. - *J.exp.Mar.Biol. Ecol.*, **20**:1-41.

Pearson, T.H. & A.Eleftheriou, 1981: The benthic ecology of Sullom Voe. - *Proc.Roy.Soc.Edinburgh*, **80B**: 241-269.

Petersen, G.H., 1968: Marine Lamellibranchiata - I: The Zoology of the Faroes, **III**, part 1: 1-80.

Rhoads, D.C., 1974: Organism-sediment relations on the muddy sea floor. - *Ocenogr.Mar.Biol. Ann. Rev.*, **12**: 263-300.

Rosenberg, R., 1980: Effect of oxygen deficiency on benthic macrofauna in fjords. - *f: Fjord Oceanography* (ed.H.J.Freeland o.a.), New York og London.

Sars, G.O., 1878: Mollusca Regionis Arcticae Norvegicae. - Christiania.

Southward, E.C., 1986: Gill symbionts in Thyasirids and other bivalve molluscs. - *J.Mar.Biol.Ass.U.K.*, **66**: 889-914.

Spärck, R., 1929: Preliminary survey of the results of quantitative bottom investigations in Iceland and Faroe waters. - *Rapp. et Proc.-verb. Conc. Perm. Expl. de la Mer*, Copenhagen.

Valiela, I., 1984: Marine ecological processes. - Springer-Verlag, New York.

Talva 3. Dyr funnin i teim ymsu prövunum

stoed roynd nr.	SK05	SK07	SK07	SK11	SK11	SK11	KA05	KA05	KA05	SU15	SU15	SU15	SU37	SU37	SU37	FU07	FU07	FU07		
	1	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Hydroida	kol																			
Anthozoa																				
Virgularia mirabilis																				
Polycladida																				
Polycladida indet.																				
Nemertea																				
Cerebratulus fuscus																				
Nemertea indet.	1	3	3		1	1														2
Polychaeta																				
Acantholepis asperima																				
Lepidonotus squamatus																				
Polyno scolopendrina																				
Pholoe minuta																				
Phyllodoce maculata																				
Eteone longa																				
Goniada maculata	6	20	12	1							1			1			1			3
Ophioprosopus flexuosus																				
Typocephalus armillaris																				
Nephtys hombergi																				
Nephtys hystrix																				
Nephtys ciliata																				
Nephtys incisa																				
Nephtys sp.																				
Nephtys caeca																				
Scoloplos armiger	6	1																		
Lumbrineris fragilis																				
Dorvillea rubrovittata	1	2																		
Levinsemia lyra																				
Levinsemia gracilis																				
Aricidea jeffreysii																				
Trochochaeta multisetosa																				
Poecilochaetus serpens																				
Spio filicornis	6	1		1																1
Polydora sp.																				
Polydora quadrilobata																				
Pseudopolydora pulchra																				
P. paucibranchiata	1	1				9			1											2
Malacoceros vulgaris																				
Spiophanes krøyeri																				
Cirratulus sp.																				
Tharyx sp.	1																			5
Chaetosone setosa																				
Dodecaceria sp.																				
Cossura longocirrata																				
Diplocirrus glaucus	3	4			2	2	2	4	3	1										17
Brada villosa																				
Sterna sp. cf.																				
Capitella capitata	2	1		1	6				1					4		1				1
Heteromastus filiformis	8	24	42	14		1	1	3					1	1	4	6				1
Notomastus latericeus																				
Fraxiella affinis																				
Fraxiella sp.	1	3					2		7				1							6
Rhodine sp.																				
Nichomache sp.																				
Pseudoclymene sp.																				
Maldanidae																				
Ophelina acuminata																				
Scalibregma inflata																				
Polyphysia crassa																				
Myriochele sp.	2	135	637	3	225	622	619	35	24	9	94	54	45							4
Pectinaria koreni																				
Pectinaria auricoma																				
Ampharete baltica																				
Ampharete finmarchica																				
Anobothrus gracilis																				
Trichobranchus roseus																				
Terebellidae																				
Terebellides stroemi	1	4							1	1	1	1	2							1
Lanice conchilega	2	8		1							22	1								1
Lysilla loveni																				
Lanassa venusta	1	2							1	3										1
Thelepus sp.																				

stoed roynd nr.	SK05	SK07	SK07	SK07	SK11	SK11	SK11	KA05	KA05	KA05	SU15	SU15	SU15	SU37	SU37	SU37	FU07	FU07	FU07
Polycirrinae																	2		
Polycirrus arcticus																		1	1
Polycirrus medusa																	1	1	2
Laonome krøyeri			1				1												
Sabella caasicornis			1																
Cumacea																			
Eudorella emarginata																			
Sipunculida																			1
Golfingia sp.					1			2		2									
Phascolion strombi												1							
Priapulida																			
Priapulus caudatus																	1	1	
Caudofoveata																			
Chaetoderma nitidulum					3	3	2				1	4							
Nudibranchia																			
Nudibranchia indet.										1									
Prosobranchia																			
Prosobranchia indet.							1												1
Gibbula cineraria																			1
Bivalvia																			
Nuculoma tenuis					4	19	6	24	20	23	1	5	1				1		
Nucula nucleus																		2	3
Nuculana pernula							1												
Yoldiella sp.													1						
Musculus discors					1	1													
Musculus niger													1						
Thyasira spp.	39	57	43	23	10	19	68	28	26	76	19	4	11	10	7	15		16	65
Montacutia ferruginosa								5	1	9									
Arctica islandica													1						
Astarte sulcata																		4	1
Acanthocardia echinata			2			1									1				
Venus casina																			4
Macoma calcarea									1	2		1							
Abra alba						1													
Abra nitida	7		9	28	82	97	101	221	213	248	23	15	80	12	4	10		9	2
Phoronida																			
Phoronis spp.	82	245	356	72	342	219	231	137	143	109	19	57	6		1	3			
Ophiuroidea																			
Amphiura filiformis																			1
Synaptida																			
Leptosynaptidae										2									
	150	509	1159	149	679	999	1063	476	447	511	217	183	161	39	34	57	38	112	217

Keldur til nitrogen, fosfor og lívrúnnin evni í Skálafirði, Sundalagnum norðan fyri Streymin og Kaldbakfirði

Kári Mortensen, Heilsufrøðiliga Starvsstovan

Samandráttur. Í greinini eru yvirlit yvir, hvussu nógv lívrúnnin evni, nitrogen og fosfor vórðu leidd á sjógv í Skálafirði, Kaldbakfirði og Sundalagnum norðanfyri Streymin í 1986 og 1987. Í øllum økjunum er alingin nógv tann størsta einstaka dálkingarkeldan. Føðurnýtslan í mun til fiskavøkstur var tó munandi minni í 1987 enn í 1986. Dálking frá húsarhaldum, landbúnaði og regni var lítil í øllum teimum kannaðu økjunum í mun til alingina og flakavirkini.

INNGANGUR

Oxygenminkingin í djúpara partinum av Skálafirði og øðrum gáttarfirðum hvørt summar stavar móguliga partvist frá dálking við lívrúnnum evnum og tøðevnum, sum føra til rot og nýtslu av oxygeni. Kanningar seinastu árinu benda á, at serliga tann nógv økta alingin og dálking frá flakavirkjum kunnu vera atvoldin til tey støðugt versnandi viðurskiftini í botnvatninum ávis støð í firðum og sundum. Fyri at fáa greiðu á støðuni eru rættiliga umfangandi kanningar gjørdar í 1986 og 1987. Ein týðandi partur av hesum er at lýsa tilflutningin av nitrogeni, fosfori og lívrúnnum evnum í tølum. Hesin parturin av greinini viðger keldurnar til nitrogen, fosfor og lívrúnnin evni í Skálafirði í 1986 og 1987. Úrslitini eru saman við tølum fyri Sundalagið norðan fyri Streymin og Kaldbakfirði eisini nýtt til at gera eina meting av hesum støðum.

Lívrúnnin evni í sjónum, sum elva til oxygenýtslu, koma annaðhvørt frá gróðri í sjónum ella frá tilflutningi av lívrúnnum evnum. Gróðurin í sjónum er heftur at nógvum ymiskum faktorum. Her skulu vit serliga hyggja at avmarkandi evnum fyri gróðrinum. Tað eru evni sum nitrogen og fosfor, sum mesta partin av summarinum eru í so smáum nøgdum, at allur tilflutningur av hesum evnum gevur øktan gróður - t.v.s. økta framleiðslu av lívrúnnum evnum. Sum mát fyri ávirkan frá lívrúnnu evnunum nýta vit BOD

(Biological Oxygen Demand), ið sigur, hvussu nógv oxygen verður brúkt, tá ein ávís nøgd av livrunnum evnum rotnar.

Keldur til nitrogen, fosfor og livrunnin evni í einum vanligum firði kunnu vera:

Sjógvur uttanífrá.

Regn og frárensl av landi.

Dálking frá alibrúkum.

Dálking frá flakavirkjum og øðrum virkjum.

Dálking frá landbúnaði og húsarhaldum.

Her verða allar keldurnar viðgjørðar uttan tilflutningur við sjógvi uttanífrá, sum verður viðgjørður aðrastaðni í greinini.

Uppgerðin er gjørð í bólkum:

1. Alibrúk
2. Flakavirki og onnur virki
3. Landbúnaður (her eisini regn á landi)
4. Regn (beinleiðis á sjógv)
5. Húsarhald

Fyri alibrúk og flakavirki er uppgerðin greinað út á hvønn mánaða.

SKÁLAFJØRÐUR

1. Alibrúk

Fyri at fáa eina mynd av hvussu dálkingin frá einum alibrúki er, kunnu vit gera nakrar útrokningar, sum siga, hvat hendir, tá eitt sil ella ein laksur í alibrúki tyngist 1 kg.

Fortreytirnar fyri útrokningunum eru:

A) 1 kg av fiski (sili ella laksi) hevur umleið hesa samanseting (Ásgárd, 1986):

679 g vatn
 180 g protein
 120 g fiti
 17 g øska
 4 g fosfor

B) Samlaða orkuinnihaldið í 1 kg av fiski er um 9 MJ. Til at rokna orkuinnihaldið, nýta vit tøluni (Gjedrem, 1986):

Protein	: 23,7 kJ/g
Fiti	: 39,6 kJ/g
Kolhydrat	: 18,0 kJ/g

Turrføður (90% turrevni) og mjúkføður (60% turrevni) hava - tá sæð verður burtur frá vatninnihaldinum, nøkulunda somu samanseting - sum vit kunnu kalla meðalturrevni og sum er (Gjedrem, 1986):

C) Meðalturrevni:

protein	: 46% (av proteininum eru 16% nitrogen)
fiti	: 22%
kolhydrat	: 23%
øska	: 9% (av øskuni eru 16% fosfor)

D) Silini og laksurin kunnu bert sodna ein part av føðurinum. Hesi sodningartøl verða nýtt (Gjedrem, 1986):

protein	: 90%
fiti	: 85%
kolhydrat	: 40%
øska	: 30%
fosfor	: 60%

E) Til at vaksa 1 kg, brúkar eitt sil ella ein laksur umleið 20 MJ av orku. (Ein partur fer út aftur við skarninum, ein partur verður nýttur til evnisskifti og ein partur verður goymdur í vøkstrinum) (Andorsdóttir, samrøða).

F) BOD verður nýtt sum mát fyri dálkingini frá livrunnum evnum. Til at rokna BOD, nýta vit hesi tøl:

Meðalturrevni	: 1,3 kg O ₂ /kg (Heilsufrøðiliga Starvsstovan, 87)
Protein	: 1,38 kg O ₂ /kg (Ásgárd, 86)
Fiti	: 2,89 kg O ₂ /kg (Ásgárd, 86)
Kolhydrat	: 1,18 kg O ₂ /kg (Ásgárd, 86)

Tøluni fyri protein, fiti og kolhydrat verða nýtt til at rokna BOD í skarninum, og talið fyri meðalturrevnið verður nýtt til at rokna BOD í føðurspillinum.

Ein lættur máti at finna dálkingina frá einum alibrúki er at skráseta fódurnýtslu og vøkstur og siga, at tað fóduri, sum ikki fer í vøksturin, má vera dálking. Á henda hátt ber tó ikki til at skilja millum, hvussu stórir partur er fódurspill, og hvussu stórir partur kemur frá evnisskiftinum hjá fiskinum.

Við omanfyri nevndu tølum sum grundarlag kann ein mynd (Mynd 1) gerast av støðuni, tá alt fódurið verður etið og upptikið av fiskinum, t.v.s. onki fódurspill er.

Av mynd 1 sæst m.a., at av tí tilførda nitrogeninum fara 58% útaftur og av fosforinum 67% útaftur.

Vanliga er tann nýtta fódurnøgðin til eitt kg av vøstri nógv størri enn tey neyðugu 0,8 kg av turrevni (0,9 kg av turrfóðri); kanska frá 1,5 kg til 3 kg av turrfóðri til eitt kg av vøstri. Tað ber nú til at nýta tølina í myndini til at rokna út dálkingina frá einum alibrúki, um vit vita, hvussu nógv fóður er brúkt, og hvussu stórir vøksturin hevur verið í sama tíðarskeiði.

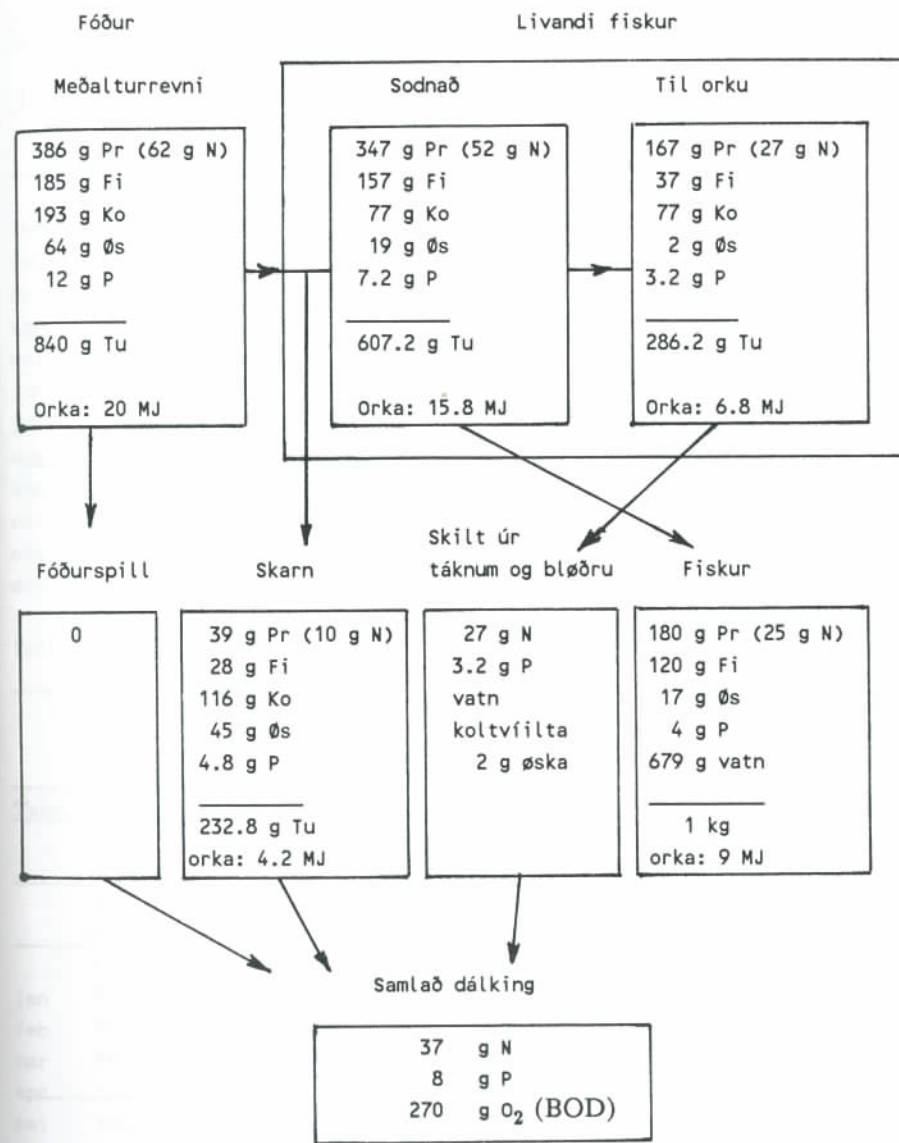
Á Skálafirði eru í lötuni 6 alibrúk. Øll hava verið so beinasom at senda okkum alt sítt tilfar um fódurnøgdir og framleiðslu í 1986 og 1987. Tølini fyri fódurnýtsluna eru uttan iva rættiliga álitandi. Men verri er at fáa álitandi tøl fyri vøksturin. Vøksturin í eitt ár kann roknast út eftir:

- Samlaður vøkstur :
- + Nøgd í ringi við árslok
 - Nøgd í ringi við ársbyrjan
 - Nøgd av útsettum smolti
 - + (seld nøgd í árinum) x 1,13
 - + Nøgd av sjúkudeyðum fiski

Talið fyri selda mongd í árinum er álitandi - um 13% av samlaðu vektini eru innvøllir - og hini tølina eru heft við rættiliga stórar óvissu. Tølini fyri fiskamongd í brúkunum við ársbyrjan og árslok hava vit fingið frá uppgerðini, sum alibrúkini senda til tryggingina hvønn mánaða. Metingin av sjúkudeyðum fiski byggir á tøl frá alarum. Fyri laks hava vit sera álitandi tøl frá einum alara (Thomsen, samrøða): Av 22500 laksasmoltum sett út í mai 1985 blivu, 19226 fiskar tiknir í februar-mai 1987; meðalvektin av rundum fiski var 8,7 kg. Av sjúku doyðu 3234 fiskar; meðalvektin av hesum fiski var um 2 kg.

Av hesum sæst, at vektin av sjúkudeyðum laks er um 4% av tiknum laks.

Fyri sil er vektin av sjúkudeyðum nakað størri; vit seta hana til 8% av vektini av tiknum silum.



Mynd 1. Gjøgnumrenning av ymiskum evnum, tá ið ein fiskur veksur 1 kg í alibrúki.

Styttingar: N: Nitrogen, P: Fosfor, Pr: Protein, Fi: Fiti, Ko: Kolhydrat, Øs: Øska, Tu: Turrevni, BOD: Biological Oxygen Demand.

Hesi prosenttöl samsvara væl við töl úr Noregi (ØK-Bergen, 1987).

Talva 1 er ein samlað uppgerð av øllum alibrúkunum á Skálafirði í tveimum tíðarskeiðum. Tølini eru komin fram við at nýta:

- 1) Tølini fyri fódurnýtslu.
- 2) Tølini fyri tøku, roknað um til vøxstur sum nevnt omanfyri.
- 3) Mynd 1 og tølini fyri fóður og vøxstur til at rokna fódurspill og dálking.

Talva 1. Fódurnýtsla - vøxstur - dálking á Skálafirði í 1986 og 1987 (Eind: Tons).

Tíðarskeið	1986	1987
	1/1-31/12	1/1-31/10
Mjúkfóður	2081	1358
Turrfóður	524	581
Meðalturrevni	<u>1720</u>	<u>1338</u>
Umroknað til turrfóður	1911	1487
Vøxstur síl	233	382
Vøxstur laksur	<u>564</u>	<u>621</u>
Vøxstur íalt	797	1003
Roknaður fódurfaktor: $\frac{\text{kg turrfóður}}{\text{kg vøxstur}}$	2,4	1,5
Umsett í fiskinum (turrevni)	669	843
Fódurspill (turrevni)	1051	495
Skarn (turrevni)	186	233
Nitrogendálking	104	70
Fosfordálking	22	15
BOD	1581	914

Vit kunnu fáa eina rímliga mynd av, hvussu dálkingin er býtt upp á mánaðarnar í árinum við at seta fyri, at dálkingin er proportional við fódurnýtsluna. Talva 2 og talva 3 vísa hesa roknaðu dálkingina í turrevni, nitrogeni, fosfori og BOD fyri hvønn mánaða í 1986 og 1987.

Talva 2. Fóður og dálking á Skálafirði 1986 (Eind: Tons).

	Fóður				Dálking			BOD
	mjúk- fóður	turr- fóður	turr- evni	procent av saml.	turr- evni	nitro- gen	fosfor	
jan	135	20	99	6	71	6	1.3	91
feb	160	19	113	7	81	7	1.4	104
mar	193	21	134	8	97	8	1.7	124
apr	254	22	172	10	124	10	2.2	158
mai	183	37	143	8	103	9	1.8	131
jun	187	34	143	8	103	9	1.8	131
jul	196	25	140	8	101	9	1.8	129
aug	195	75	185	11	133	11	2.4	170
sep	183	74	176	10	127	11	2.3	162
okt	168	86	178	10	128	11	2.3	164
nov	123	64	131	8	95	8	1.7	121
dec	104	47	105	6	75	6	1.3	96
íalt	2081	524	1720	100	1237	104	22	1581

Talva 3. Fóður og dálking á Skálafirði 1/1 - 31/10 1987 (Eind: Tons).

	Fóður				Dálking			BOD
	mjúk- fóður	turr- fóður	turr- evni	procent av saml.	turr- evni	nitro- gen	fosfor	
jan	143	54	135	10	73	7	1.5	92
feb	131	63	135	10	74	7	1.5	92
mar	107	26	88	7	48	5	1.0	60
apr	145	50	132	10	72	7	1.5	90
mai	128	47	119	9	65	6	1.3	81
jun	150	44	130	10	71	7	1.5	89
jul	180	60	162	12	88	9	1.8	111
aug	138	84	158	12	86	8	1.8	108
sep	132	91	161	12	88	8	1.8	110
okt	103	61	117	9	64	6	1.3	80
íalt	1358	581	1338	100	728	70	15	914

2. Flakavirki og onnur virki

Við Skálafjørðin liggja 3 flakavirki og eitt svartkjaftavirki, sum öll skera rættiliga stórar nögdir av flaki. Frárenningarvatnið frá flakaskeringini inniheldur rættiliga nógv av livrunnum evnum og verður ført á sjógv. Svartkjaftavirkið hevur tó eitt reinsiverk, men hóast tað eru livrunnin evni í frárenningarvatninum. Heilsufrøðiliga Starvsstovan hevur í 1987 gjørt mátingar av frárenningarvatninum á Lynfrost. Av tí at toskur vísir seg at dálka munandi minni enn t.d. upsi og onnur fiskasløg, hava vit gjørt mátingar av toski og upsa hvør sær. Úrslitini eru sett upp í talvu 4 og eru nýtt saman við framleiðslutølunum í talvu 5 at rokna út samlaðu dálkingina fyri hvønn mánaða í 1986 og 1987 (Talva 6 og 7). (Heilsufrøðiliga Starvsstovan, 1987) Fyri svartkjaft stava dálkingartølini frá einstökum mátingum á Bakkafrost í 1987, (Heilsufrøðiliga Starvsstovan, 87) og framleiðslutølini eru fingin frá Bakkafrost.

Talva 4. Dálking í frárenningarvatni. Procent av rávørunøgð.

	Turrevni	Øska	BOD	Nitrogen	Fosfor
Toskur	0,6	0,24	0,22	0,09	0,01
Upsi	2,3	1,6	0,5	0,04	0,015
Svartkjaftur	2,9	1	1	0,2	0,04

Talva 5. Býtið av fiskasløgum á flakavirkjunum við Skálafjørðin í 1986 og 1987.

	Toskur		Upsi	
	1986	1987	1986	1987
Lynfrost	38%	25%	62%	75%
Nykur	16%	13%	84%	87%
Stranda Flakavirki	16%	13%	84%	87%

Talva 6. Framleiðsla og dálking frá flakavirkjum fyri hvønn mánaða í 1986 (Eind: Tons).

	Rávøra		Dálking					
	Toskur	Upsi o.a.	Svart- kjaftur	Turr- evni	% av saml.	Nitro- gen	Fos- for	BOD
Jan	232	724	593	35	7	1,7	0,4	10
Feb	580	1737	939	71	14	3,1	0,7	19
Mar	503	1540	988	67	14	3,0	0,7	19
Apr	472	1490	0	37	8	1,0	0,3	8
Mai	357	1120	0	28	6	0,8	0,2	6
Jun	633	1963	0	49	10	1,4	0,4	11
Jul	540	1624	0	41	8	1,1	0,3	9
Aug	474	1222	0	31	6	0,9	0,2	7
Sep	311	876	0	22	5	0,6	0,2	5
Okt	319	989	76	27	5	0,8	0,2	6
Nov	244	729	1170	52	11	2,9	0,6	16
Des	209	672	425	29	6	1,3	0,3	8
Íalt	4874	14686	4190	489	100	19	4	126

Talva 7. Framleiðsla og dálking frá flakavirkjum frá 1/1 til 31/10 1987 (Eind: Tons).

	Rávøra		Dálking					
	Toskur	Upsi o.a.	Svart- kjaftur	Turr- evni	% av saml.	Nitro- gen	Fos- for	BOD
Jan	212	939	868	48	14	2,3	0,5	14
Feb	323	1318	910	59	17	2,6	0,6	16
Mar	243	1039	282	34	10	1,2	0,3	9
Apr	197	992	379	35	10	1,3	0,3	9
Mai	320	1171	0	29	9	0,8	0,2	7
Jun	306	1265	0	31	9	0,8	0,2	7
Jul	274	1163	0	28	8	0,7	0,2	6
Aug	251	1091	0	27	8	0,7	0,2	6
Sep	177	835	0	20	6	0,5	0,1	5
Okt	216	946	76	25	8	0,7	0,2	6
Íalt	2519	10759	2514	335	100	12	3	84

3. Landbúnaður

Fyri at fáa álitandi tøl fyri nøgdirnar av nitrogeni, fosfori og livrunnum evnum, sum verða leidd á sjógv frá landbúnaði (bøi og haga), krevjast nógvar mátingar av frárenningarvatni (áum) gjøgnum alt árið. Ongar mátingar eru gjørdar, og vit kunnu tí bert royna at gita, hvussu stórar nøgdirnar kunnu vera. Vit avmarka okkum til nitrogen og fosfor og til miðaltøl fyri eitt ár.

Nitrogen og fosfor verða flutt til bø og haga við kunsttøðum, tøðum frá fjósum, regni og livrunnari nitrogenfixering (N_2 úr luftini verður umgjørt til livrunnið nitrogen í plantunum).

Nitrogen og fosfor verða í høvuðsheitum flutt frá aftur bøi og haga í heystaðum grasi, við denitrifikatión (livrunnið nitrogen verður aftur til N_2) og við frárenning á sjógv. Nitrogenfixering og denitrifikatión hava ivaleyst týdning í samlaðu myndini (Brady, 1974; Haag, 1987). Ongar mátingar eru gjørdar, sum kunnu benda á týdningin, og ógjøriligt er at siga nakað frá kanninum aðrastaðni. Tað er tó ikki av leið at siga, at tær eru av somu stødd, t.e., at nitrogenfikseringin og denitrifikatiónin uppvíga hvørja aðra.

Tøl fyri Skálafjørðin:	Uppland:	53 km ²
	Dyrkað lendi:	5 km ²
	Regn:	2000 mm/ár
		700 mm/ (1/4 - 1/10)

Regntølini eru mett frá (Lysgaard, 1969) við at nýta tølini úr Vestmanna sum grundarlag. Í Vestmanna regnaði í miðal í 16 ár 2043 mm/ár, og miðal frá 1/4 til 1/10 í sama tíðarskeiði var 715 mm.

Tilflutningur

Mett taðing við kunsttøðum: 50 kg N/ha/ár 75 tons N/ár
40 kg P/ha/ár 20 tons P/ár

Mett taðing frá fjósum (100 mjólkineyt): 9 tons N/ár
2 tons P/ár

(samrøða við Haar og Dalsgarð)

Regn.

Ein støð í Onglandi hevði í meðal í 28 ár 625 ug N/l (Brady, 1974) Akraberg í 1985 hevði í meðal 390 ug N/l (Norsk Institutt for Luftforskning, 3/87). Ein støð í Vestur Noregi hevði í 1985 í meðal 380 ug N/L (Norsk Institutt for Luftforskning, 1987).

Í øllum færunum er nitrogenið mátað sum $NH_3-N + NO_3-N$. Nitrogennøgðin í regni við Skálafjørðin er møguliga nakað størri enn nøgðin í regninum í Akrabergi. Hetta orsakað av lokalarí dálking frá bygðum øki vestanfyri, sum við luftrákinum verður førd inn yvir Eysturoynna. Vit nýta tí talið 500 ug N/l av regni.

Samlaður tilflutningur við regni: 53 tons N/ár
Fosfor í regni 10 ug P/l (fyribils mátingar): 1.3 tons P/ár
(Heilsufroðiliga Starvsstovan, 87)

Fráflutningur

Upptakið í heystaðum grasi: (Norsk Hydro)

130 kg N/ha/ár	65 tons N/ár
20 kg P/ha/ár	10 tons P/ár

Frárenning á sjógv

Rokna vit munin millum tilflutt og fráflutt, fáa vit 73 tons N/ár og 12 tons P/ár. Ein partur av hesum verður bundin í jørðini, og restin rennur á sjógv. Í meðal í eitt ár fara um 90% av nitrogeninum og um 15% av fosforinum úr jørðini aftur. Um so er, verður frárenningin á sjógv umleið 66 tons av nitrogeni/ár og 2 tons av fosfori/ár. Henda frárenningin er ikki jøvn gjøgnum alt árið, men heldur er tað so, at í gróðrartíðini (apríl til september) verður næstan alt nitrogeni og fosfori afturhildið í gróðrinum. Tað mesta skolar út um heystið og um veturin (Haar, samrøða). VKI hevur í mai og í august 1983 mátað nitrogen og fosfor í frárenningarvatni í Tórshavn. Í meðal var nitrogeni 0.06 mg/l og fosfori 0.005 mg/l. (VKI, 85) Um vit nýta hesi tølini saman við tølunum omanfyri, fáa vit :

Talva 8. Nitrogen og fosfor í frárenningarvatni frá økinum um skálafjørðin (Eind: Tons).

	Nitrogen	Fosfor
Summar (1/4 - 1/10)	3	0.2
Vetur (1/10 - 1/4)	63	1.8

4. Regn

Beinleiðis tilflutningurin av nitrogeni og fosfori til fjørðin verður, tá vit nýta, at arealið av Skálafirði er 13 km² og tøluni fyri nitrogen og fosfor í regninum sum frammanfyri.

Talva 8a. Nitrogen og fosfor í regni á Skálafirði (Eind: Tons).

	1 ár	1/4 - 1/10
Nitrogen	13	4.5
Fosfor	0.3	0.1

5. Húsarhald

Vit hava ongar mátingar gjørt frá húsarhaldum og øðrum virksemini á landi. Men um vit nýta vanlig miðaltøl fyri dálking frá einum persóni í eitt ár (persónekvivalentur), verður dálkingin frá teimum umleið 5000 fólkunum við Skálafjørðin henda:

Talva 9. Nitrogen, fosfor og BOD frá húsarhaldunum í eitt ár.

	Persónekvivalentar (kg)	í eitt ár (tons)
Nitrogen	6	30
Fosfor	2	10
BOD	22	110

Samanbering - Skálafjørður

Í talvunum 10 og 11 samanbera vit tøluni fyri eitt ár frá teimum ymisku keldunum. Henda samanbering sigur sjálvandi nakað um munin millum støddirnar á teimum ymisku keldunum, men ikki so nógv um dálkingarárin á fjørðin. Tíðarskeiðið, tá fjørðurin verður serliga ávirkaður, er frá apríl til oktober. Ein betri mynd fæst tí við at samanbera dálkingarkeldurnar í hesum tíðarskeiði (Talva 12 og talva 13).

Talva 10. Turrevni, BOD, N og P til Skálafjørðin í 1986 (Eind: Tons).

	Turrevni	%	BOD	%	Nitrogen	%	Fosfor	%
Alibrúk	1237	72	1581	87	104	45	22	58
Flakavirki	489	28	126	7	19	8	4	10
Húsarhald			110	6	30	13	10	26
Landbún.					66	28	2	5
Regn					13	6	0.3	1
Ialt	1726	100	1817	100	232	100	38.3	100

Talva 11. Turrevni, BOD, N og P til Skálafjørðin 1/1-31/10-87 (Eind: Tons).

	Turrevni	%	BOD	%	Nitrogen	%	Fosfor	%
Alibrúk	728	68	914	84	70	41	15	54
Flakavirki	335	32	84	8	12	7	3	11
Húsarhald			92	8	25	14	8	28
Landbún.					55	32	2	7
Regn					11	6	0.2	0
Ialt	1063	100	1090	100	173	100	28.2	100

Talva 12. Turrevni, BOD, N og P til Skálafjørðin 1/4 - 1/10 1986 (Eind: Tons).

	Turrevni	%	BOD	%	Nitrogen	%	Fosfor	%
Alibrúk	690	77	882	90	58	72	12	63
Flakavirki	208	23	46	4.7	5.8	7	1.6	8
Húsarhald			55	5.3	15	19	5	26
Landbún.					3	4	0.2	2
Regn					5	8	0.1	1
Ialt	898	100	983	100	81	100	18.9	100

Talva 13. Turrevni, BOD, N og P til Skálafjørðin 1/4 - 1/10 1987 (Eind: Tons).

	Turrevni	%	BOD	%	Nitrogen	%	Fosfor	%
Alibrúk	470	73	590	86	45	62	9.7	60
Flakavirki	170	27	40	6	4.8	7	1.2	7
Húsarhald			55	8	15	21	5	30.5
Landbún.					3	4	0.2	1
Regn					5	5	0.1	0.5
Ialt	640	100	685	100	72.9	100	16.2	100

Í talvunum 12 og 13 eru töluni fyri alibrúk og flakavirki tikin úr talvunum 2, 3, 6 og 7, töluni fyri landbúnað úr talvu 8, töluni fyri regn úr talvu 8a og töluni fyri húsarhald eru helvtin av árs-tølunum í talvu 9.

KALDBAKSFJØRÐUR OG SUNDALAGIÐ NORÐAN FYRI STREYMIN

Alingin.

6 alibrúk liggja norðan fyri Streymin og 4 liggja í Kaldbaksfirði. Vit hava framleiðslutølini frá hesum brúsum í 1986 og 1987 og kunnu við at samanbera við tøluni frá Skálafirði fáa eina mynd av dálkingini. Sum fortreyt nýta vit, at nøgðin av lidnari vøru er eitt mát fyri vøxturin, og at ein fiskavøxtur í Sundalagnum ella Kaldbaksfirði gevur somu dálking sum sami vøxtur í Skálafirði. Av tí at vit onga uppgerð hava av fòðurnýtsluni í Sundalagnum og Kaldbaksfirði, og av tí at tann stóri roknaði munurin í fòðureffektiviteti á Skálafirði í 1986 og 1987 (talva 1) ikki er so álitandi, nýta vit miðaltøl frá Skálafirði í 1986 og 1987 (sí talvu 25) og avmarka okkum til bert at gera upp fyri summerhálvuna.

Talva 14. Framleiðslutøl (liðugtvøra) 1986 og 1987.

	1986	1/1-31/10-87
Skálafjørður	679	866
Sundalagið norðanfyr Streymin	280	600
Kaldbaksfjørður	240	450

Talva 15. Turrevni, N, P og BOD frá alibrúsum til Sundalagið norðan fyri Streymin og Kaldbaksfjørð í tíðarskeiðnum 1/4 - 1/10.

	Ár	Turrevni	Nitrogen	Fosfor	BOD
Sundalagið	1986	153	14	3	194
	1987	328	29	6	417
Kaldbaksfjørður	1986	120	12	2	167
	1987	246	22	5	312

Flakavirki og onnur virki

Tey størstu virkini í økjunum eru flakavirkini á Eiði og í Haldórsvík og rækjuvirkið á Oyri. Rækjuvirkið liggur beint sunnan fyri Streymin, og vit seta fyri, at helvtin av frárenningini endar norðan fyri Streymin.

Talva 16. Rávørungdir í 1986 og 1987 (Eind: Tons).

		Norðís	Vfkavirkið	Rækjuvirkið
1986	Toskur	900	1700	
	annað	2200	1300	4000/2
1987	Toskur	800	900	
	annað	1700	1100	4000/2

Við at nýta tøluni úr talvu 4 fáa vit, at tilflutningurin av turrevni, N, P og BOD til Sundalagið norðan fyri Streymin verður umleið sum í talvu 17.

Talva 17. Turrevni, N, P og BOD til Sundalagið norðan fyri Streymin í 1986 1987 (Eind: Tons).

		Turrevni	Nitrogen	Fosfor	BOD
1986		142	4.2	1.2	33
1987		162	3.2	0.9	28

Landbúnaður

Fyri Skálafjørðin finga vit við sera grovari meting tøl fyri N og P tilflutningin. Fyri at fáa eina líknandi meting av støðuni í Sundalagnum norðan fyri Streymin og Kaldbaksfjørði brúka vit lutfallini millum tilrenningsarealini sum grundarlag.

Talva 18. N og P frá landbúnaði (Eind: Tons).

	Areal (km ²)	1 ár		1/4 - 1/10	
		N	P	N	P
Skálafjørður	53	66	2	3	0.2
Sundalagið n.f. Streymin	60	75	2	3	0.2
Kaldbaksfjørður	15	19	1	1	0.1

Regn

Tilsvarandi meta vit um regnnøgdina og tilflutningin av N og P við regninum beinleiðis á sjógv.

Talva 19. Nitrogen og fosfor í regni (Eind: Tons).

	Areal (km ²)	1 ár		1/4 - 1/10	
		N	P	N	P
Skálafjørður	13,5	10	0,2	4.5	0.1
Sundalagið n.f. Streymin	11	8	0,2	4	0.1
Kaldbaksfjørður	5	4	0,1	2	0

Húsarhald

Við fólkátølum umleið 1200 fyri Sundalagið norðan fyri Streymin og umleið 300 fyri Kaldbaksfjørð verður iskoyti frá húsarhaldunum:

Talva 20. N, P og BOD frá húsarhaldum í 1 ár (Eind: Tons).

	Nitrogen	Fosfor	BOD
Sundalagið	7	2,5	26
Kaldbaksfjørður	2	0,5	7

Samanbering Sundalagið norðan fyri Streymin

Í talvunum 21 og 22 eru tær ymisku keldurnar settar upp og samanbornar í tíðarskeiðunum 1/4 - 1/10 1986 og 1/4 - 1/10 1987. Tølini fyri flakavirki og húsarhald eru helvtin av árs-tølunum.

Talva 21. Turrevni, BOD, N og P til Sundalagið norðan fyri Streymin 1/4-1/10 1986 (Eind: Tons).

	Turrevni	%	BOD	%	Nitrogen	%	Fosfor	%
Alibrúk	153	65	194	88	14	54	3	58
Flakavirki	81	35	14	6	1.6	6	0.5	10
Húsarhald			13	6	3.5	13	1.5	28
Landbún.					3	11	0.2	4
Regn					4	15	0	0
falt	234	100	221	100	26.1	100	5.2	100

Talva 22. Turrevni, BOD, N og P til Sundalagið norðan fyri Streymin 1/4 - 1/10 1987 (Eind: Tons).

	Turrevni	%	BOD	%	Nitrogen	%	Fosfor	%
Alibrúk	328	80	417	94	29	71	6	73
Flakavirki	81	20	14	3	1.6	4	0.5	6
Húsarhald			13	3	3.5	9	1.5	18
Landbún.					3	7	0.2	3
Regn					4	10	0	0
falt	409	100	444	100	41.1	100	8.2	100

Samanbering Kaldbaksfjørður

Talvurnar 23 og 24 vísa sum fyri Sundalagið tilflutningin í tíðarskeiðunum 1/4 - 1/10 1986 og 1/4 - 1/10 1987.

Talva 23. Turrevni, BOD, N og P til Kaldbaksfjørð 1/4-1/10 1986 (Eind: Tons).

	Turrevni	%	BOD	%	Nitrogen	%	Fosfor	%
Alibrúk	120	100	167	98	12	75	2	77
Flakavirki								
Húsarhald			4	2	1	6	0.5	19
Landbún.					1	6	0.1	4
Regn					2	13	0	0
falt	120	100	171	100	16	100	2.6	100

Talva 24. Turrevni, BOD, N og P til Kaldbaksfjørð 1/4-1/10 1987 (Eind: Tons).

	Turrevni	%	BOD	%	Nitrogen	%	Fosfor	%
Alibrúk	246	100	312	99	22	85	5	89
Flakavirki								
Húsarhald			4	1	1	4	0.5	9
Landbún.					1	4	0.1	2
Regn					2	7	0	0
falt	246	100	316	100	27	100	5.6	100

VIDGERÐ

1. Skálafjørður

Sum sagt í innganginum, var høvuðsendamálið at seta støddina av tilflutninginum av nitrogeni, fosfori og BOD í samband við ilttrotið á fjørðinum og støðuna á fjørðinum sum heild. Hetta er gjørt aðrastaðni í greinini. Tíverri hava vit ikki enn havt høvi til eisini at savna tøl fyri 1988. Tølini fyri 1986 og 1987 eru tó so mikið

greinað, at nakrar viðmerkingar kunnu gerast.

Aling

Talvurnar 10, 11, 12 og 13 vísa, at alingin er nógv tann størsta einstaka tilflutningskeldan. Til dømis visir talva 13, at av tilflutninginum summarhálvuna 1987 stavaðu frá alingini 86 % av BOD-, 62 % av nitrogen- og 60 % av fosfortilflutninginum. Talva 12 visir uppáttur størri tøl fyri summarhálvuna 1986. Tann sami munurin sæst eisini í talvu 1. Har er tann roknaði fódurfaktorin 2.4 í 1986 og 1.5 í 1987; fódurspilið í 1986 er 1051 tons og í 1987 495 tons. Tað kundi sostatt sæð út til, at fódurgevingin hevur verið nógv effektivari í 1987 enn í 1986. Ein grund til hetta kundi verið, at væl minni av mjúkfóðuri er brúkt í 1987 enn í 1986. Men um vit samanbera fódureffektivitet og fódursamanseting (mjúkfóður - turrfóður) á hvørjum alibrúki sær, er tað onki sum bendir á, at mjúkfóður er minni effektivt - dálkar meir - enn turrfóður. Men tað kann eisini vera, at ein stórur partur av muninum stavar frá feilum í taltifarinum um vøkstur.

Sum grundarlag fyri útrokningini av vøkstrinum hava vit nýtt tøkutølini frá alibrúkunum og uppgerðina, sum alararnir senda til tryggingina hvønn mánaða. Tað er hugsandi, at ein partur av vøkstrinum í 1987 í veruleikanum hoyrir heima í 1986. Fyri at minka um hendan feilin kunnu vit rokna miðaltøl fyri summarhálvurnar 1986 og 1987.

Talva 25. Turrevni, BOD, N og P til Skálafjørðin (1/4-1/10) í miðal í 1986 og 1987 (Eind: Tons).

	Turrevni	%	BOD	%	Nitrogen	%	Fosfor	%
Alibrúk	580	75	736	88	52	65	11	62
Flakavirki	189	25	43	5	5.3	7	1.4	8
Húsarhald			55	7	15	19	5	28
Landbún.					3	4	0.2	1
Regn					5	5	0.1	0.1
Ialt	769	100	834	100	80.3	100	17.7	100

Í sama tíðarskeiðið er :

- Roknaði miðalfódurfaktorin : 2.0
- Skarn í miðal (turrevni) : 125 tons
- Fódurspill í miðal (turrevni) : 455 tons

Tað er lítið at ivast í, at hesin fódurfaktorin er á góðari leið og at av eini samlaðari dálking frá alingini í miðal summarhálvurnar 1986 og 1987 stavað umleið 80% frá fódurspili.

Vit kunnu eisini samanbera úrslitini fyri Skálafjørðin við úrslitini, sum VKI kom fram til fyri 1985 á Skálafjørðinum. (VKI, 1987)

Talva 26. Samanbering av BOD-, nitrogen- og fosfor tølum í 1985 (VKI) og 1986 (Heilsufrøðiliga Starvsstovan, HS) (Eind: Tons/ár).

	BOD		Nitrogen		Fosfor	
	VKI	HS	VKI	HS	VKI	HS
Alibrúk	231	1581	46	104	10	22
Flakavirki	307	126	31	19	7	4
Húsarhald	95	110	25	30	8	10
Landbúnaður			7 (3.5)	54 (3)	0.6 (0.3)	2 (0.2)
Regn			50	10	2	0.2

Tølini í klombrum eru fyri summarhálvuna. Fyri alingina passa N- og P-tølini væl saman, tí framleiðslan í alibrúkunum í 1985 var um helvtina av framleiðsluni í 1986. Tann stóri munurin í BOD stavar harumframt frá, at VKI í sínum útrokningum nýtir, at hvørt kg av (turr?)-fóðri, sum er brúkt, gevur eitt BOD uppá 0.3 kg O₂ (teir rokna við einum fódurfaktori uppá 2), og vit við at nýta tølini í talvu 1 fyri 1986 fáa 0.8 kg O₂/kg av brúktum fóðri.

Fyri flakavirkini stavar allur munurin frá ymiskari nøgd av svartkjafti á Bakkafrost (7000 tons í 1985 og 4000 tons í 1986) og frá ymiskum BOD-, N- og P tølum fyri hvørt kg av svartkjafti, sum verður viðgjørt.

Tølini frá landbúnaðinum eru ógvuliga ymisk, men um vit samanbera summarhálvurnar, eru tey líka stór.

VKI fær 5 ferðir so nógv nitrogen í regninum, sum vit fáa. Teirra tøl stava frá egnum mátingum, men samsvara ikki við tær mátingar sum gjørdar eru í Akrabirgi (Norsk Institutt for Luftforskning, 1987) og heldur ikki við líkandi mátingar í Noregi og Skotlandi. Vit hava tí valt at nýta nitrogentølini úr Akrabirgi, sum greitt er frá á síðu 13.

Alt í alt gera nevndu munir, at vit fáa flakavirkini og regnið at verða minni tilflutningskeldur og alibrúkini at verða nógv størri tilflutningskeldur, enn VKI-kanningin vísti.

2. Sundalagið Norðan fyri Streymin

Sum fyri Skálafjørðin vísa talvurnar 21 og 22, at alibrúkini eru nógv tann størsta tilflutningskeldan, og serliga í summarhálvuni. Samanbera vit við úrslitini av VKI-kanningini í 1985, so verður niðurstøðan nøkulunda tann sama sum fyri Skálafjørðin, nevnliga at okkara tøl vísa ein størri tilflutning frá alingini og ein nógv minni nitrogen tilflutning frá regni, meðan hinar keldurnar eru á sama stigi.

3. Kaldbaksfjørður

Av tí, at ongi flakavirki eru á Kaldbaksfirði, verða alibrúkini tann einasta stóra keldan til BOD, nitrogen og fosfor. Talvurnar 23 og 24 vísa, at alibrúkini eiga millum 80% og 100% av samlaða tilflutninginum í summarhálvuni.

Heimildarrit

Andorsdóttir G., Fiskirannsóknarstovan

Brady, N.C., 1984. The nature and properties of soils. Macmillan publishing Co., Inc., 8th ed. 1974, New York.

Dalsgarð, J. Føroya Jarðarráð.

Gjedrem, T. 1986. "Fiskeoppdrett med Framtid". Landbruksforlaget, Oslo 1986.

Haag, M., 1987. Jordens evne til at fjerne nitrat, denitifikation i danske landbrugsjorder. Ugeskrift for Jordbrug, nr. 38, 1987.

Heilsufrøðiliga Starvsstovan 1987. Kanningarúrslit.

Norsk Institutt for Luftforskning, 1987. EMEP-CCC-Report 3/87.

Norsk Hydro. Gjødselehåndbok 85/86.

Lysgaard, G., 1969. Foreløbig oversigt over klimaet på Færøerne. Det Danske Meteorologiske Institut, Medd. nr. 20, 1969.

Thomsen, H., Nordagøtu.

VandKvalitetsInstituttet, ATV 1987. "Skálafjørður og Sundini 1985. Belastning og Tilstand".

ØK-Bergen, 1987. Beredskabsplan for fiskeavfall fra opdretnæringen i Hordaland. Ansvarlig: Kjell Kirkjedal.

Asgård, T., 1986. Forureining fra smoltanlegg - forspill eller gjødseleksempel. Norsk Fiskeoppdrett nr. 7/8, 1986.

2. Sundalagið Norðan fyri Streymin

Sum fyri Skálafjørðin vísa talvurnar 21 og 22, at alibrúkini eru nógv tann størsta tilflutningskeldan, og serliga í summarhálvuni. Samanbera vit við úrslitini av VKI-kanningini í 1985, so verður niðurstøðan nøkulunda tann sama sum fyri Skálafjørðin, nevnliga at okkara tøl vísa ein størri tilflutning frá alingini og ein nógv minni nitrogen tilflutning frá regni, meðan hinar keldurnar eru á sama stigi.

3. Kaldbaksfjørður

Av tí, at ongi flakavirki eru á Kaldbaksfirði, verða alibrúkini tann einasta stóra keldan til BOD, nitrogen og fosfor. Talvurnar 23 og 24 vísa, at alibrúkini eiga millum 80% og 100% av samlaða tilflutninginum í summarhálvuni.

Heimildarrit

Andorsdóttir G., Fiskirannsóknarstovan

Brady, N.C., 1984. The nature and properties of soils. Macmillan publishing Co., Inc., 8th ed. 1974, New York.

Dalsgarð, J. Føroya Jarðarráð.

Gjedrem, T. 1986. "Fiskeoppdrett med Framtid". Landbruksforlaget, Oslo 1986.

Haag, M., 1987. Jordens evne til at fjerne nitrat, denitifikation i danske landbrugsjorder. Ugeskrift for Jordbrug, nr. 38, 1987.

Heilsufrøðiliga Starvsstovan 1987. Kanningarúrslit.

Norsk Institutt for Luftforskning, 1987. EMEP-CCC-Report 3/87.

Norsk Hydro. Gjødselehåndbok 85/86.

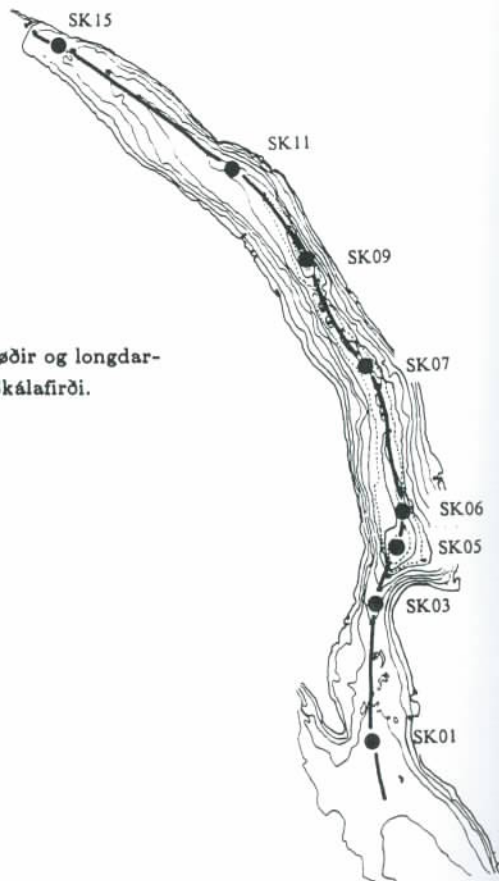
Lysgaard, G., 1969. Foreløbig oversigt over klimaet på Færøerne. Det Danske Meteorologiske Institut, Medd. nr. 20, 1969.

Thomsen, H., Nordagøtu.

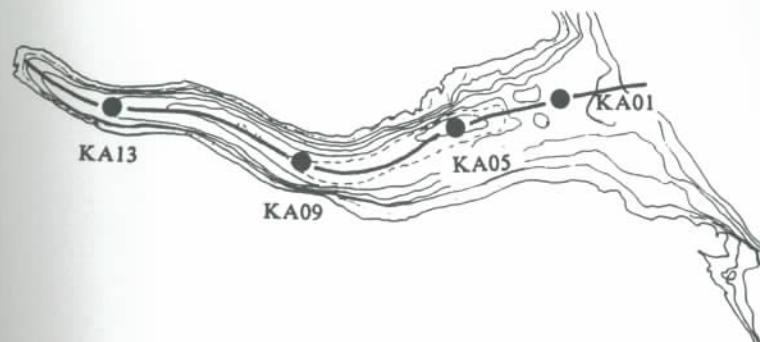
VandKvalitetsInstituttet, ATV 1987. "Skálafjørður og Sundini 1985. Belastning og Tilstand".

ØK-Bergen, 1987. Beredskabsplan for fiskeavfall fra opdretnæringen i Hordaland. Ansvarlig: Kjell Kirkjedal.

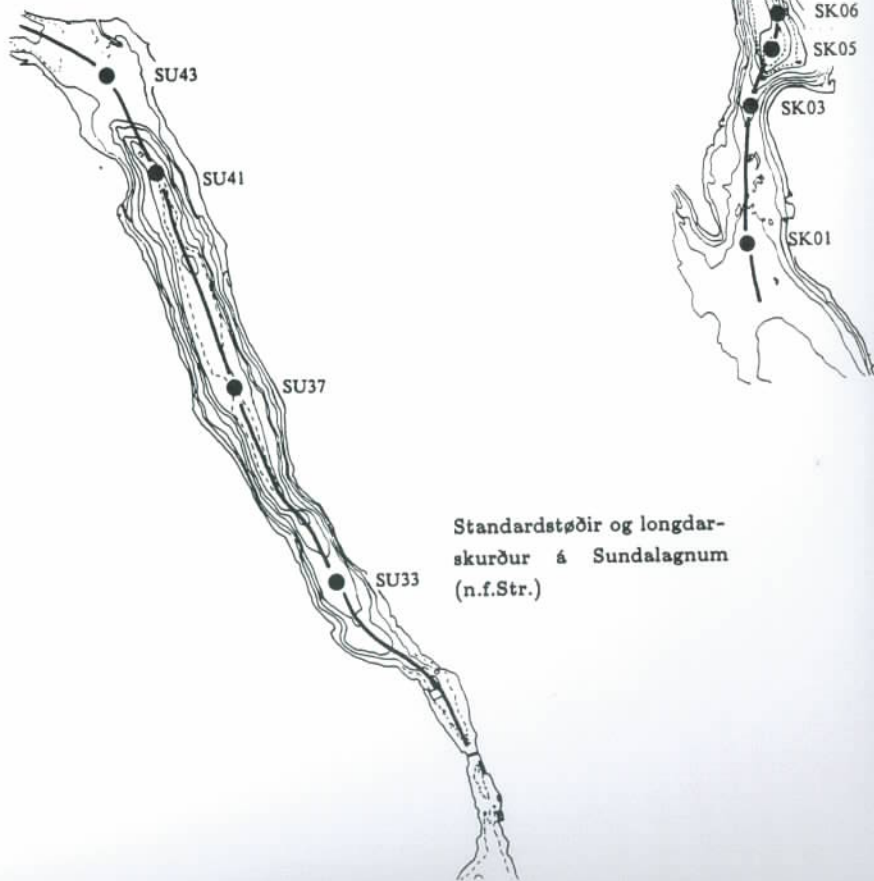
Asgård, T., 1986. Forureining fra smoltanlegg - forspill eller gjødseleksempel. Norsk Fiskeoppdrett nr. 7/8, 1986.



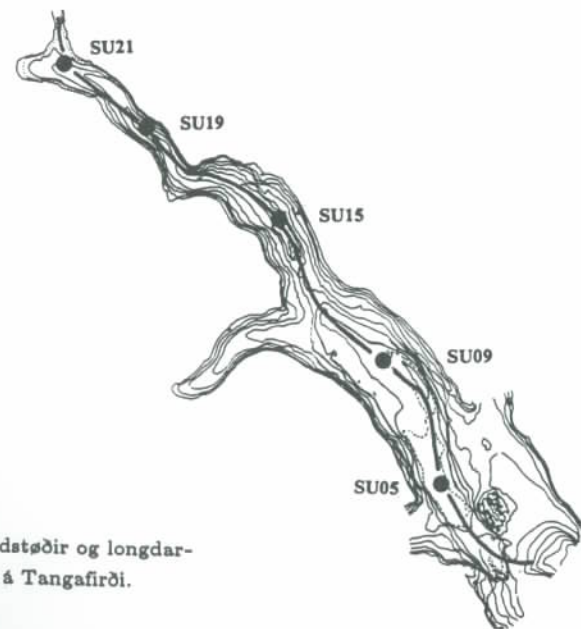
Standardstöðir og longdarskurður á Skálafirði.



Standardstöðir og longdarskurður á Kaldbakfirði.



Standardstöðir og longdarskurður á Sundalagnum (n.f.Str.)



Standardstöðir og longdarskurður á Tangafirði.