



Nýting, gæði og eðliseiginleikar þorskafla

Nýting, gæði og eðliseiginleikar þorskafla

M.Sc. ritgerð
Leiðbeinendur:
Guðmundur R. Jónsson
Sigurjón Arason
Guðjón Þorkelsson

Reykjavík
Október 2003
Sveinn Margeirsson

M.Sc. ritgerð
Leiðbeinendur:
Guðmundur R. Jónsson
Sigurjón Arason
Guðjón Þorkelsson

Reykjavík
Október 2003
Sveinn Margeirsson

Efnisyfirlit

1	Inngangur	1
2	Fræði	3
2.1	Orsakabreyturnar.....	4
2.1.1	Árstími	4
2.1.2	Veiðislóð	4
2.1.3	Stærð hola	6
2.1.4	Aldur hráefnis við móttöku	7
2.1.5	Þyngd og lengd (holdafar)	7
2.1.6	Skipin	8
2.1.7	Þyngd hauss og haushlutfall.....	9
2.2	Áhrifabreyturnar	9
2.2.1	Nýting	9
2.2.2	Hringormar.....	10
2.2.3	Blóðblettir og holdroði.....	10
2.2.4	Los	11
2.2.5	Drip	12
2.2.6	Sýrustig	12
2.2.7	Vatnsinnihald	12
2.2.8	Vatnsheldni	13
2.3	Tölfræði	14
2.3.1	Tilgangur rannsóknar	15
2.3.2	Hönnun rannsóknar	15
2.3.3	Söfnun gagna og gagnaathuganir	15
2.3.4	Nýjar breytur.....	16
2.3.5	Forsendur margvíðrar línulegrar aðhvarfsgreiningar	16
2.3.6	Val á breytum og mat á stikum	16
2.3.7	Mat á marktækni stika.....	17
2.3.8	Greining á áhrifamælingum	17
2.3.9	Túlkun og staðfesting.....	17
3	Framkvæmd	19
3.1	Undirbúningur.....	19
3.1.1	Skipulag gæðaeftirlits Samherja	19
3.1.2	Rannsóknaráætlun.....	20
3.1.3	Verðmæti afurða	20
3.2	Mælingar	21
3.2.1	Afladagbækur.....	21
3.2.2	Mælingar í gæðaeftirliti Samherja	21
3.2.3	Frystigeymsla	22
3.2.4	Mælingar á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins (Rf)	22
3.2.5	Gagnaskráning	24
3.2.6	Forvinnsla gagna.....	24
3.2.7	Gildi sem vantaði í gagnafylkið	24
3.2.8	Útlagagreining.....	26
3.2.9	Normaldreifing gagna	27

Efnisyfirlit

1	Inngangur	1
2	Fræði	3
2.1	Orsakabreyturnar.....	4
2.1.1	Árstími	4
2.1.2	Veiðislóð	4
2.1.3	Stærð hola	6
2.1.4	Aldur hráefnis við móttöku	7
2.1.5	Þyngd og lengd (holdafar)	7
2.1.6	Skipin	8
2.1.7	Þyngd hauss og haushlutfall.....	9
2.2	Áhrifabreyturnar	9
2.2.1	Nýting	9
2.2.2	Hringormar.....	10
2.2.3	Blóðblettir og holdroði.....	10
2.2.4	Los	11
2.2.5	Drip	12
2.2.6	Sýrustig	12
2.2.7	Vatnsinnihald	12
2.2.8	Vatnsheldni	13
2.3	Tölfræði	14
2.3.1	Tilgangur rannsóknar	15
2.3.2	Hönnun rannsóknar	15
2.3.3	Söfnun gagna og gagnaathuganir	15
2.3.4	Nýjar breytur.....	16
2.3.5	Forsendur margvíðrar línulegrar aðhvarfsgreiningar	16
2.3.6	Val á breytum og mat á stikum	16
2.3.7	Mat á marktækni stika.....	17
2.3.8	Greining á áhrifamælingum	17
2.3.9	Túlkun og staðfesting.....	17
3	Framkvæmd	19
3.1	Undirbúningur.....	19
3.1.1	Skipulag gæðaeftirlits Samherja	19
3.1.2	Rannsóknaráætlun.....	20
3.1.3	Verðmæti afurða	20
3.2	Mælingar	21
3.2.1	Afladagbækur.....	21
3.2.2	Mælingar í gæðaeftirliti Samherja	21
3.2.3	Frystigeymsla	22
3.2.4	Mælingar á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins (Rf)	22
3.2.5	Gagnaskráning	24
3.2.6	Forvinnsla gagna.....	24
3.2.7	Gildi sem vantaði í gagnafylkið	24
3.2.8	Útlagagreining.....	26
3.2.9	Normaldreifing gagna	27

3.2.10	Gervibreitur	27
3.3	Líkangerð	27
4	Niðurstöður A: Gæðaeftirlit	28
4.1	Forvinnsla	28
4.1.1	Normaldreifing	28
4.1.2	Dreifni	31
4.2	Athuganir í fáum víddum	33
4.2.1	Árstími	33
4.2.2	Veiðisvæði	35
4.2.3	Samanburður sömu mánaða mismunandi ára	42
4.2.4	Áhrif ýmissa orsakabreyta	45
4.2.5	Samantekt	46
4.2.6	Samanburður tveggja ára	46
4.2.7	Ormar	48
4.2.8	Blóð- og holdroðablettir	49
4.2.9	Los	49
4.2.10	Nýting	50
4.3	Nýting, líkön og spár	53
4.3.1	Fullt líkan	53
4.1.1	Skert líkön	59
4.3.2	Samanburður við mælingafylki án galla	63
4.3.3	Spár	64
4.3.4	Spár út frá veiðireitum	66
4.3.5	Samantekt	67
4.4	Aðrar áhrifabreytur	68
4.4.1	Ormar	68
4.4.2	Blóð- og holdroði	70
4.4.3	Los	72
4.1.2	Samantekt	73
5	Niðurstöður B: Mælingar á Rf	75
5.1	Forvinnsla	75
5.1.1	Normaldreifing	75
5.1.2	Leiðrétting vegna tíma	75
5.1.3	Gervibreitur	76
5.2	Niðurstöður mars 2003	76
5.2.1	Drip	76
5.2.2	Sýrustig (pH)	76
5.2.3	Vatnsinnihald	76
5.2.4	Vatnsheldni	77
5.2.5	Samantekt fyrstu niðurstaðna	77
5.3	Athuganir í fáum víddum	77
5.3.1	Árstími	77
5.3.2	Eiginleikabreytur sem fall hver af annarri	78
5.3.3	Samspil áhrifabreyta	79
5.4	Líkangerð	80
5.4.1	Drip	80
5.4.2	Sýrustig	80

3.2.10	Gervibreitur	27
3.3	Líkangerð	27
4	Niðurstöður A: Gæðaeftirlit	28
4.1	Forvinnsla	28
4.1.1	Normaldreifing	28
4.1.2	Dreifni	31
4.2	Athuganir í fáum víddum	33
4.2.1	Árstími	33
4.2.2	Veiðisvæði	35
4.2.3	Samanburður sömu mánaða mismunandi ára	42
4.2.4	Áhrif ýmissa orsakabreyta	45
4.2.5	Samantekt	46
4.2.6	Samanburður tveggja ára	46
4.2.7	Ormar	48
4.2.8	Blóð- og holdroðablettir	49
4.2.9	Los	49
4.2.10	Nýting	50
4.3	Nýting, líkön og spár	53
4.3.1	Fullt líkan	53
4.1.1	Skert líkön	59
4.3.2	Samanburður við mælingafylki án galla	63
4.3.3	Spár	64
4.3.4	Spár út frá veiðireitum	66
4.3.5	Samantekt	67
4.4	Aðrar áhrifabreytur	68
4.4.1	Ormar	68
4.4.2	Blóð- og holdroði	70
4.4.3	Los	72
4.1.2	Samantekt	73
5	Niðurstöður B: Mælingar á Rf	75
5.1	Forvinnsla	75
5.1.1	Normaldreifing	75
5.1.2	Leiðrétting vegna tíma	75
5.1.3	Gervibreitur	76
5.2	Niðurstöður mars 2003	76
5.2.1	Drip	76
5.2.2	Sýrustig (pH)	76
5.2.3	Vatnsinnihald	76
5.2.4	Vatnsheldni	77
5.2.5	Samantekt fyrstu niðurstaðna	77
5.3	Athuganir í fáum víddum	77
5.3.1	Árstími	77
5.3.2	Eiginleikabreytur sem fall hver af annarri	78
5.3.3	Samspil áhrifabreyta	79
5.4	Líkangerð	80
5.4.1	Drip	80
5.4.2	Sýrustig	80

5.4.3	Vatnsinnihald	81
5.4.4	Vatnsheldni	81
5.4.5	Samantekt.....	82
6	Samantekt og umræður	83
6.1	Samantekt helstu niðurstaðna	83
6.1.1	Nýting, ormar, blóð- og holdroði og los	83
6.1.2	Drip, sýrustig, vatnsinnihald og vatnsheldni.....	85
6.2	Áframhaldandi rannsóknir	86
7	Heimildaskrá.....	87

5.4.3	Vatnsinnihald	81
5.4.4	Vatnsheldni	81
5.4.5	Samantekt.....	82
6	Samantekt og umræður	83
6.1	Samantekt helstu niðurstaðna	83
6.1.1	Nýting, ormar, blóð- og holdroði og los	83
6.1.2	Drip, sýrustig, vatnsinnihald og vatnsheldni.....	85
6.2	Áframhaldandi rannsóknir	86
7	Heimildaskrá.....	87

Myndir

Mynd 2.1 Þorskur veiddur í botnvörpu árið 2000 (Brynjólfur Eyjólfsson ofl, 2001).....	5
Mynd 2.2 Skipting hafsvæðisins í kringum Ísland í 2 svæði til notkunar í rannsókninni.	6
Mynd 2.3 Skipting hafsvæðisins í kringum Ísland í 7 veiðireiti til notkunar í rannsókninni.	6
Mynd 2.4 Hringormar úr þorski sem veiddist við Breiðafjörð (Rf; mynd S0404002)	10
Mynd 2.5 Þorskflak með blóðbletti. Myndin til vinstri sýnir stærri hluta flaksins, en myndin til hægri sýnir blóðblettinn í nærmynd.....	11
Mynd 2.6 Árstíðabundnar breytingar í vatnsinnihaldi þorsks (Love, 1988)	13
Mynd 2.7 Stig við margvíða línulega aðhvarfsgreiningu (Hair o.fl., 1998).....	14
Mynd 3.1 Ferli við sýnatökur og mælingar í frystihúsinu á Dalvík. (i) er 2-3 daga gamall fiskur, (ii) er 4-5 daga gamall fiskur og (iii) er 6-7 daga gamall fiskur. Um er að ræða mælingar sem framkvæmdar voru á fiskum sem gerðar voru eðlis- og efnamælingar á. Sama ferli var fylgt fyrir þá fiska sem mældir voru í gæðaeftirlitinu, nema hvað merkingum var sleppt og bæði flökin fóru í vinnslu eftir mælingar.....	21
Mynd 3.2 Rúðustrikað plastspjald sem notað var til að meta los, blóðbletti og holdroðabletti.	22
Mynd 3.3 Þorskflak eftir sögun. Miðstykkið var tekið til mælinga en hnakkastykki og sporður geymd í frosti.	23
Mynd 3.4 Til vinstri: plastdolla sem notuð var til að geyma sýnin eftir hökkun. Til hægri: Látið leka af miðstykkjum áður en þau voru vegin eftir upphíðingu.	23
Mynd 3.5 Hér má sjá hver áhrif mismunandi aðferða við innsetningu (í stað óeðlilegra gilda) eru. Bláa línán sýnir hvernig EM-algrími setti inn fyrir mælingar sem vantaði á togtíma og útlaga. Græna línán sýnir hvernig mælingar á togtíma líta út ef meðaltal er sett inn í stað mælinganna. Um er að að ræða fyrstu 76 sýnin sem mæld voru á Rf.	26
Mynd 4.1 Normaldreifingarrit fyrir breytu nr. 13 (orma), breytu nr. 14 (blóð- og holdroða), breytu nr. 15 (los) og breytu nr. 16 (nýtingu).	28
Mynd 4.2 Normaldreifingarrit fyrir breytur 13-16 (ormar, blóð- og holdroði, los og nýting) eftir að breytum 13-15 hefur verið varpað með kvaðratrótarvörpun ($X = \sqrt{x}$).	29
Mynd 4.3 Stöplarit ásamt útreiknaðri normaldreifingu fyrir blóð- og holdroða eftir kvaðratrótar-vörpun ($X = \sqrt{x}$).	30
Mynd 4.4 Punktarit af áhrifabreytunum sem fall af lengd (cm) þorsksins. $\sqrt{x}$ = kvaðratrót. Línurnar eru teiknaðar út frá minnstu kvaðrata mati á sambandi breytanna sem um ræðir (Isline í Matlab)	31
Mynd 4.5 Punktarit af áhrifabreytunum sem fall af svæði 1 og 2 (sjá mynd 1.2). Tekin er kvaðratrót ($\sqrt{x}$) af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta.	32
Mynd 4.6 Munur á áhrifabreytum eftir mánuðum. Tekin er kvaðratrót af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta. Lóðréttu línurnar eru 95% öryggismörk.	34

Myndir

Mynd 2.1 Þorskur veiddur í botnvörpu árið 2000 (Brynjólfur Eyjólfsson ofl, 2001).....	5
Mynd 2.2 Skipting hafsvæðisins í kringum Ísland í 2 svæði til notkunar í rannsókninni.	6
Mynd 2.3 Skipting hafsvæðisins í kringum Ísland í 7 veiðireiti til notkunar í rannsókninni.	6
Mynd 2.4 Hringormar úr þorski sem veiddist við Breiðafjörð (Rf; mynd S0404002)	10
Mynd 2.5 Þorskflak með blóðbletti. Myndin til vinstri sýnir stærri hluta flaksins, en myndin til hægri sýnir blóðblettinn í nærmynd.....	11
Mynd 2.6 Árstíðabundnar breytingar í vatnsinnihaldi þorsks (Love, 1988)	13
Mynd 2.7 Stig við margvíða línulega aðhvarfsgreiningu (Hair o.fl., 1998).....	14
Mynd 3.1 Ferli við sýnatökur og mælingar í frystihúsinu á Dalvík. (i) er 2-3 daga gamall fiskur, (ii) er 4-5 daga gamall fiskur og (iii) er 6-7 daga gamall fiskur. Um er að ræða mælingar sem framkvæmdar voru á fiskum sem gerðar voru eðlis- og efnamælingar á. Sama ferli var fylgt fyrir þá fiska sem mældir voru í gæðaeftirlitinu, nema hvað merkingum var sleppt og bæði flökin fóru í vinnslu eftir mælingar.....	21
Mynd 3.2 Rúðustrikað plastspjald sem notað var til að meta los, blóðbletti og holdroðabletti.	22
Mynd 3.3 Þorskflak eftir sögun. Miðstykkið var tekið til mælinga en hnakkastykki og sporður geymd í frosti.	23
Mynd 3.4 Til vinstri: plastdolla sem notuð var til að geyma sýnin eftir hökkun. Til hægri: Látið leka af miðstykkjum áður en þau voru vegin eftir upphíðingu.	23
Mynd 3.5 Hér má sjá hver áhrif mismunandi aðferða við innsetningu (í stað óeðlilegra gilda) eru. Bláa línán sýnir hvernig EM-algrími setti inn fyrir mælingar sem vantaði á togtíma og útlaga. Græna línán sýnir hvernig mælingar á togtíma líta út ef meðaltal er sett inn í stað mælinganna. Um er að að ræða fyrstu 76 sýnin sem mæld voru á Rf.	26
Mynd 4.1 Normaldreifingarrit fyrir breytu nr. 13 (orma), breytu nr. 14 (blóð- og holdroða), breytu nr. 15 (los) og breytu nr. 16 (nýtingu).	28
Mynd 4.2 Normaldreifingarrit fyrir breytur 13-16 (ormar, blóð- og holdroði, los og nýting) eftir að breytum 13-15 hefur verið varpað með kvaðratrótarvörpun ($X = \sqrt{x}$).	29
Mynd 4.3 Stöplarit ásamt útreiknaðri normaldreifingu fyrir blóð- og holdroða eftir kvaðratrótar-vörpun ($X = \sqrt{x}$).	30
Mynd 4.4 Punktarit af áhrifabreytunum sem fall af lengd (cm) þorsksins. $\sqrt{x}$ = kvaðratrót. Línurnar eru teiknaðar út frá minnstu kvaðrata mati á sambandi breytanna sem um ræðir (Isline í Matlab)	31
Mynd 4.5 Punktarit af áhrifabreytunum sem fall af svæði 1 og 2 (sjá mynd 1.2). Tekin er kvaðratrót ($\sqrt{x}$) af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta.	32
Mynd 4.6 Munur á áhrifabreytum eftir mánuðum. Tekin er kvaðratrót af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta. Lóðréttu línurnar eru 95% öryggismörk.	34

Mynd 4.7	Munur á áhrifabreytum eftir veiðireitum 1-7 (sjá mynd 2.3). Tekin er kvaðratrót af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta. Lóðréttu línurnar eru 95% öryggismörk.	36
Mynd 4.8	Munur á áhrifabreytum eftir svæðum 1 og 2. Tekin er kvaðratrót (sqrt) af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta. Lóðréttu línurnar eru 95% öryggismörk.	38
Mynd 4.9	Fjöldi blóð- og holdroðabletta og orma, teiknað upp eftir mánuðum og flokkað eftir því hvort þorskurinn kom af svæði 1 eða svæði 2. Tekin er kvaðratrót (sqrt) af fjölda orma og fjölda blóð- og holdroðabletta. Lóðréttu línurnar eru 95% vikmörk.	39
Mynd 4.10	Los og nýting, teiknuð upp eftir mánuðum og flokkað eftir því hvort þorskurinn kom frá svæði 1 eða frá svæði 2. Tekin er kvaðratrót af fjölda losblettanna. Lóðréttu línurnar eru 95% vikmörk.	39
Mynd 4.11	Meðalnýting eftir reitum 310-775 allan þann tíma sem mælingar á nýtingu voru gerðar. Ekki þarf að vera tölfræðilega marktækur munur á reitum sem fá misjafnan lit. Reitir þar sem eingöngu ein mæling var gerð eru ekki teiknaðir inn á myndina. Varðandi númer reita er vísað til myndar 2.2.	40
Mynd 4.12	Meðaltal fjölda losbletta (vörpuðum með kvaðratrótavörpun) eftir mánuðum árin 2001-2003.	42
Mynd 4.13	Meðalnýting hvers mánaðar árin 2001-2003	43
Mynd 4.14	Punktur af nýtingu sem fall af orsakabreytunum þyngd fisks, þyngd hauss, lengd fisks og holdastuðli.	45
Mynd 4.15	Fjöldi orma, blóð- og holdroðabletta og losbletta sem fall af mismunandi orsakabreytum.	46
Mynd 4.16	Spár líkana fyrir tímabil 1 og tímabils 2 um kvaðratrót af fjölda orma út frá gögnum fyrir tímabil 2.	48
Mynd 4.17	Spár líkana tímabils 1 og tímabils 2 um kvaðratrót af fjölda blóð og holdroðabletta út frá gögnum fyrir tímabil 2	49
Mynd 4.18	Spár líkana tímabils 1 og tímabils 2 um kvaðratrót af fjölda losbletta út frá gögnum fyrir tímabil 2	50
Mynd 4.19	Spár líkana tímabils 1 og tímabils 2 um nýtingu út frá gögnum fyrir tímabil 2.	51
Mynd 4.20	Hlutfallslegur munur á spá um nýtingu og réttri nýtingu ágúst 2002 – maí 2003. Tímabil 1 nær yfir ágúst 2001 – maí 2002. Tímabil 2 nær á sambærilegan hátt yfir tímabilið ágúst 2002 – maí 2003.	52
Mynd 4.21	Nýting, spá um nýtingu með fullu líkani og restliðir fulls líkans fyrir allar nýtingarmælingar.	53
Mynd 4.22	Restliðir fulls líkans fyrir nýtingu sem fall af tíma. Restliðirnir eru óháðir tíma.	54
Mynd 4.23	Restliðir fulls líkans fyrir nýtingu sem fall af spágildum. Restliðirnir eru óháðir spágildum. Línan á myndinni er teiknuð með lsline í Matlab og er minnstu kvaðrata mat á bestu línu í gegnum alla punktana.	54
Mynd 4.24	Restliðir fulls líkans fyrir nýtingu sem fall af nokkrum orsakabreytum (svæði 1, skipi 1, holdastuðli og aldri hráefnis). Restliðirnir virðast ekki vera háðir orsakabreytunum.	55
Mynd 4.25	Normaldreifingarrit restliða fulls líkan fyrir nýtingu	56

Mynd 4.7	Munur á áhrifabreytum eftir veiðireitum 1-7 (sjá mynd 2.3). Tekin er kvaðratrót af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta. Lóðréttu línurnar eru 95% öryggismörk.	36
Mynd 4.8	Munur á áhrifabreytum eftir svæðum 1 og 2. Tekin er kvaðratrót (sqrt) af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta. Lóðréttu línurnar eru 95% öryggismörk.	38
Mynd 4.9	Fjöldi blóð- og holdroðabletta og orma, teiknað upp eftir mánuðum og flokkað eftir því hvort þorskurinn kom af svæði 1 eða svæði 2. Tekin er kvaðratrót (sqrt) af fjölda orma og fjölda blóð- og holdroðabletta. Lóðréttu línurnar eru 95% vikmörk.	39
Mynd 4.10	Los og nýting, teiknuð upp eftir mánuðum og flokkað eftir því hvort þorskurinn kom frá svæði 1 eða frá svæði 2. Tekin er kvaðratrót af fjölda losblettanna. Lóðréttu línurnar eru 95% vikmörk.	39
Mynd 4.11	Meðalnýting eftir reitum 310-775 allan þann tíma sem mælingar á nýtingu voru gerðar. Ekki þarf að vera tölfræðilega marktækur munur á reitum sem fá misjafnan lit. Reitir þar sem eingöngu ein mæling var gerð eru ekki teiknaðir inn á myndina. Varðandi númer reita er vísað til myndar 2.2.	40
Mynd 4.12	Meðaltal fjölda losbletta (vörpuðum með kvaðratrótavörpun) eftir mánuðum árin 2001-2003.	42
Mynd 4.13	Meðalnýting hvers mánaðar árin 2001-2003	43
Mynd 4.14	Punktur af nýtingu sem fall af orsakabreytunum þyngd fisks, þyngd hauss, lengd fisks og holdastuðli.	45
Mynd 4.15	Fjöldi orma, blóð- og holdroðabletta og losbletta sem fall af mismunandi orsakabreytum.	46
Mynd 4.16	Spár líkana fyrir tímabil 1 og tímabils 2 um kvaðratrót af fjölda orma út frá gögnum fyrir tímabil 2.	48
Mynd 4.17	Spár líkana tímabils 1 og tímabils 2 um kvaðratrót af fjölda blóð og holdroðabletta út frá gögnum fyrir tímabil 2	49
Mynd 4.18	Spár líkana tímabils 1 og tímabils 2 um kvaðratrót af fjölda losbletta út frá gögnum fyrir tímabil 2	50
Mynd 4.19	Spár líkana tímabils 1 og tímabils 2 um nýtingu út frá gögnum fyrir tímabil 2.	51
Mynd 4.20	Hlutfallslegur munur á spá um nýtingu og réttri nýtingu ágúst 2002 – maí 2003. Tímabil 1 nær yfir ágúst 2001 – maí 2002. Tímabil 2 nær á sambærilegan hátt yfir tímabilið ágúst 2002 – maí 2003.	52
Mynd 4.21	Nýting, spá um nýtingu með fullu líkani og restliðir fulls líkans fyrir allar nýtingarmælingar.	53
Mynd 4.22	Restliðir fulls líkans fyrir nýtingu sem fall af tíma. Restliðirnir eru óháðir tíma.	54
Mynd 4.23	Restliðir fulls líkans fyrir nýtingu sem fall af spágildum. Restliðirnir eru óháðir spágildum. Línan á myndinni er teiknuð með lsline í Matlab og er minnstu kvaðrata mat á bestu línu í gegnum alla punktana.	54
Mynd 4.24	Restliðir fulls líkans fyrir nýtingu sem fall af nokkrum orsakabreytum (svæði 1, skipi 1, holdastuðli og aldri hráefnis). Restliðirnir virðast ekki vera háðir orsakabreytunum.	55
Mynd 4.25	Normaldreifingarrit restliða fulls líkan fyrir nýtingu	56

Mynd 4.26	Normaldreifingarrit og stöplarit fyrir restliði nýtingarlíkans, eftir að nokkur útgildi höfðu verið tekin út. Bogadregna línan á stöplaritinu er fræðileg normaldreifing.	57
Mynd 4.27	Spá um nýtingu í ágúst-sept 2003. Talan 1 á við nýtingarlíkan 1. Talan 2 á við nýtingarlíkan 2. Mæling er mæld flakanýting hjá Samherja. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.	64
Mynd 4.28	Efri mynd: 95% vikmörk fyrir spá um nýtingu á prófunarsafni. Neðri mynd: Munur á mældri nýtingu og spá um nýtingu fyrir prófunarsafn.	65
Mynd 4.29	Spá um nýtingu út frá nýtingarlíkani 3 (spá 3) og nýtingarlíkani 2 (spá 2), ásamt 95% vikmörkum. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.	67
Mynd 4.30	Spá líkana fyrir kvaðratrót af fjölda orma, ásamt mælingum og vikmörkum. Spá 1 á við spá líkans sem gert er með svæði sem staðsetningarbreytu. Spá 2 á við spá líkans sem gert er með reiti 310 -775 sem staðsetningarbreytu. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.	69
Mynd 4.31	Spá líkana fyrir kvaðratrót af fjölda blóð- og holdroðabletta, ásamt mælingum og vikmörkum. Spá 1 á við spá líkans sem gert er með svæði sem staðsetningarbreytu. Spá 2 á við spá líkans sem gert er með reiti sem staðsetningarbreytu. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.	71
Mynd 4.32	Spá líkana fyrir kvaðratrót af fjölda losbletta, ásamt mælingum og vikmörkum. Spá 1 á við spá líkans sem gert er með svæði sem staðsetningarbreytu. Spá 2 á við spá líkans sem gert er með reiti sem staðsetningarbreytu. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.	73
Mynd 5.1	Normaldreifingarrit fyrir eiginleikabreyturnar drip, pH, vatnsinnihald og vatnsheldni.	75
Mynd 5.2	Meðaltal drips og sýrustigs, ásamt 95% vikmörkum, fyrir mánuðina september 2002 – júlí 2003.	77
Mynd 5.3	Meðaltal vatnsinnihalds og vatnsheldni, ásamt 95% vikmörkum, fyrir mánuðina september 2002 – júlí 2003.	78
Mynd 5.4	Drip sem fall af sýrustigi og vatnsheldni.	78
Mynd 5.5	Vatnsinnihald og vatnsheldni sem fall af sýrustigi.	79
Mynd 5.6	Til vinstri: Nýting sem fall af vatnsinnihaldi. Til hægri: Los sem fall af vatnsheldni.	79
Mynd 6.1	Niðurstöður athugana á tíðni hringormasýkingar við Ísland sumarið 1973. Mynd: Björn Dagbjartsson, 1973.	84

Mynd 4.26	Normaldreifingarrit og stöplarit fyrir restliði nýtingarlíkans, eftir að nokkur útgildi höfðu verið tekin út. Bogadregna línan á stöplaritinu er fræðileg normaldreifing.	57
Mynd 4.27	Spá um nýtingu í ágúst-sept 2003. Talan 1 á við nýtingarlíkan 1. Talan 2 á við nýtingarlíkan 2. Mæling er mæld flakanýting hjá Samherja. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.	64
Mynd 4.28	Efri mynd: 95% vikmörk fyrir spá um nýtingu á prófunarsafni. Neðri mynd: Munur á mældri nýtingu og spá um nýtingu fyrir prófunarsafn.	65
Mynd 4.29	Spá um nýtingu út frá nýtingarlíkani 3 (spá 3) og nýtingarlíkani 2 (spá 2), ásamt 95% vikmörkum. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.	67
Mynd 4.30	Spá líkana fyrir kvaðratrót af fjölda orma, ásamt mælingum og vikmörkum. Spá 1 á við spá líkans sem gert er með svæði sem staðsetningarbreytu. Spá 2 á við spá líkans sem gert er með reiti 310 -775 sem staðsetningarbreytu. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.	69
Mynd 4.31	Spá líkana fyrir kvaðratrót af fjölda blóð- og holdroðabletta, ásamt mælingum og vikmörkum. Spá 1 á við spá líkans sem gert er með svæði sem staðsetningarbreytu. Spá 2 á við spá líkans sem gert er með reiti sem staðsetningarbreytu. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.	71
Mynd 4.32	Spá líkana fyrir kvaðratrót af fjölda losbletta, ásamt mælingum og vikmörkum. Spá 1 á við spá líkans sem gert er með svæði sem staðsetningarbreytu. Spá 2 á við spá líkans sem gert er með reiti sem staðsetningarbreytu. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.	73
Mynd 5.1	Normaldreifingarrit fyrir eiginleikabreyturnar drip, pH, vatnsinnihald og vatnsheldni.	75
Mynd 5.2	Meðaltal drips og sýrustigs, ásamt 95% vikmörkum, fyrir mánuðina september 2002 – júlí 2003.	77
Mynd 5.3	Meðaltal vatnsinnihalds og vatnsheldni, ásamt 95% vikmörkum, fyrir mánuðina september 2002 – júlí 2003.	78
Mynd 5.4	Drip sem fall af sýrustigi og vatnsheldni.	78
Mynd 5.5	Vatnsinnihald og vatnsheldni sem fall af sýrustigi.	79
Mynd 5.6	Til vinstri: Nýting sem fall af vatnsinnihaldi. Til hægri: Los sem fall af vatnsheldni.	79
Mynd 6.1	Niðurstöður athugana á tíðni hringormasýkingar við Ísland sumarið 1973. Mynd: Björn Dagbjartsson, 1973.	84

Tölur

Tafla 4.1 Niðurstöður Kolmogorov-Smirnoff prófs fyrir normaldreifingu áhrifabreytanna.....	30
Tafla 4.2 Niðurstöður Levene's prófs varðandi dreifni áhrifabreytanna, flokkað eftir svæðum. Ef p-gildi er lægra en 0,05 er dreifni breytunnar sem við á ekki jöfn eftir svæðum ef miðað er við 95% öryggismörk.	33
Tafla 4.3 Fjöldi mælinga, flokkað eftir mánuðum, skipum, svæðum 1-2 og veiðireitum 1-7.	33
Tafla 4.4 Meðaltal og staðalskekkja meðaltals áhrifabreyta eftir mánuðum	35
Tafla 4.5 Meðaltal og staðalskekkja áhrifabreyta, flokkað eftir viðum veiðisvæðum 1-7. Um er að ræða kvaðratrót af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta.	37
Tafla 4.6 Meðaltal og staðalskekkja áhrifabreyta, flokkaðar eftir svæðum 1 og 2. Um er að ræða kvaðratrót af fyrstu 3 breytunum í töflunni.	38
Tafla 4.7 Meðaltöl fyrir áhrifabreyturnar, flokkuð eftir reitum.	41
Tafla 4.8 Meðaltöl og 95% vikmörk fyrir áhrifabreyturnar. Uppgefin gildi fyrir fyrstu 3 áhrifa-breyturnar (fjöldi orma, fjöldi blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta) eru miðaðar við að tekin sé kvaðratrót af breytunum	44
Tafla 4.9 Stíkar í fullu líkani fyrir nýtingu og p-gildi þeirra. Upphaflegt mat er byggt á öllum mælingum um nýtingu, en mat eftir að áhrifagildum hefur verið eytt byggir á gögnunum eftir að þeim mælingum sem voru áhrifamælingar skv. Cooks fjarlægð hefur verið eytt.	58
Tafla 4.10 Stíkar, breytur og tilsvarendi p-gildi sem fengust úr mismunandi valaðferðum þegar lsselect.m forritið var keyrt. AIC = Aikeke's kritería, BIC = Bayesian kritería, RSS = kvaðratsumma restliða.	60
Tafla 4.11 Stíkar í líkönum fyrir nýtingu sem fást með fram-virkri aðferð og þrepa aðferð við val á breytum.	61
Tafla 4.12 Stíkar í líkönum fyrir nýtingu ef skipsbreytur eru teknar út úr mælingafylki.	62
Tafla 4.13 Stíkar í líkönum fyrir nýtingu ef einungis eru notaðar gallalausar mælingar (án útlaga og/eða eyða) í mælingafylki	63
Tafla 4.14 Helstu upplýsingar um nýtingarlíkön 1-3. Spáin sem um ræðir er spá um 63 nýtingarmælingar út frá gögnum sem safnað var í ágúst-september. Þau gögn voru ekki notuð við gerð líkananna	68
Tafla 4.15 Orsakabreytur sem komust í líkön fyrir kvaðratrót af fjölda orma. Um tvennskónar líkön er að ræða, annars vegar líkan þar sem svæði 1 og svæði 2 eru staðsetningarbreytur og hins vegar líkan þar sem reitir 310-775 eru staðsetningarbreytur.	69
Tafla 4.16 Orsakabreytur sem komust í líkön fyrir kvaðratrót af fjölda blóð- og holdroðabletta. Um tvennskónar líkön er að ræða, annars vegar eru svæði 1 og svæði 2 staðsetningarbreytur en hins vegar reitir 310-775.	70
Tafla 4.17 Orsakabreytur sem komust í líkön fyrir kvaðratrót af fjölda losbletta. Um tvennskónar líkön er að ræða, annarsvegar líkan þar sem svæði 1 og svæði 2 eru staðsetningarbreytur og hinsvegar líkan þar sem reitir 310-775 eru staðsetningarbreytur.	72

Tölur

Tafla 4.1 Niðurstöður Kolmogorov-Smirnoff prófs fyrir normaldreifingu áhrifabreytanna.....	30
Tafla 4.2 Niðurstöður Levene's prófs varðandi dreifni áhrifabreytanna, flokkað eftir svæðum. Ef p-gildi er lægra en 0,05 er dreifni breytunnar sem við á ekki jöfn eftir svæðum ef miðað er við 95% öryggismörk.	33
Tafla 4.3 Fjöldi mælinga, flokkað eftir mánuðum, skipum, svæðum 1-2 og veiðireitum 1-7.	33
Tafla 4.4 Meðaltal og staðalskekkja meðaltals áhrifabreyta eftir mánuðum	35
Tafla 4.5 Meðaltal og staðalskekkja áhrifabreyta, flokkað eftir viðum veiðisvæðum 1-7. Um er að ræða kvaðratrót af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta.	37
Tafla 4.6 Meðaltal og staðalskekkja áhrifabreyta, flokkaðar eftir svæðum 1 og 2. Um er að ræða kvaðratrót af fyrstu 3 breytunum í töflunni.	38
Tafla 4.7 Meðaltöl fyrir áhrifabreyturnar, flokkuð eftir reitum.	41
Tafla 4.8 Meðaltöl og 95% vikmörk fyrir áhrifabreyturnar. Uppgefin gildi fyrir fyrstu 3 áhrifa-breyturnar (fjöldi orma, fjöldi blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta) eru miðaðar við að tekin sé kvaðratrót af breytunum	44
Tafla 4.9 Stíkar í fullu líkani fyrir nýtingu og p-gildi þeirra. Upphaflegt mat er byggt á öllum mælingum um nýtingu, en mat eftir að áhrifagildum hefur verið eytt byggir á gögnunum eftir að þeim mælingum sem voru áhrifamælingar skv. Cooks fjarlægð hefur verið eytt.	58
Tafla 4.10 Stíkar, breytur og tilsvarendi p-gildi sem fengust úr mismunandi valaðferðum þegar lsselect.m forritið var keyrt. AIC = Aikeke's kritería, BIC = Bayesian kritería, RSS = kvaðratsumma restliða.	60
Tafla 4.11 Stíkar í líkönum fyrir nýtingu sem fást með fram-virkri aðferð og þrepa aðferð við val á breytum.	61
Tafla 4.12 Stíkar í líkönum fyrir nýtingu ef skipsbreytur eru teknar út úr mælingafylki.	62
Tafla 4.13 Stíkar í líkönum fyrir nýtingu ef einungis eru notaðar gallalausar mælingar (án útlaga og/eða eyða) í mælingafylki	63
Tafla 4.14 Helstu upplýsingar um nýtingarlíkön 1-3. Spáin sem um ræðir er spá um 63 nýtingarmælingar út frá gögnum sem safnað var í ágúst-september. Þau gögn voru ekki notuð við gerð líkananna	68
Tafla 4.15 Orsakabreytur sem komust í líkön fyrir kvaðratrót af fjölda orma. Um tvennskónar líkön er að ræða, annars vegar líkan þar sem svæði 1 og svæði 2 eru staðsetningarbreytur og hins vegar líkan þar sem reitir 310-775 eru staðsetningarbreytur.	69
Tafla 4.16 Orsakabreytur sem komust í líkön fyrir kvaðratrót af fjölda blóð- og holdroðabletta. Um tvennskónar líkön er að ræða, annars vegar eru svæði 1 og svæði 2 staðsetningarbreytur en hins vegar reitir 310-775.	70
Tafla 4.17 Orsakabreytur sem komust í líkön fyrir kvaðratrót af fjölda losbletta. Um tvennskónar líkön er að ræða, annarsvegar líkan þar sem svæði 1 og svæði 2 eru staðsetningarbreytur og hinsvegar líkan þar sem reitir 310-775 eru staðsetningarbreytur.	72

Formáli

Verkefni þetta er lokaverkefni til M.Sc. prófs við Véla- og iðnaðarverkfræðiskor Háskóla Íslands. Verkefnið er 30 einingar og hefur vinna við það m.a. farið fram í frystihúsi Samherja hf. á Dalvík, á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og að heimili mínu. Ég hef notið leiðsagnar Guðmundar R. Jónssonar, Sigurjóns Arasonar og Guðjóns Þorkelssonar við vinnu verkefnisins. Guðmundur er Tekn. Doktor í stærðfræðilegri tölfraði og starfar sem prófessor við Véla- og iðnaðarverkfræðiskor Háskóla Íslands. Sigurjón Arason er yfirverkfræðingur á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og dósent við Matvælafræðiskor Háskóla Íslands. Guðjón Þorkelsson er M.Sc. í matvælafræði, lektor við Matvælafræðiskor HÍ og deildarstjóri á rannsóknasviði Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins.

Verkefnið fékk styrk úr tæknisjóði Rannsóknarráðs Íslands (Rannís). Það er hluti af stærra verkefni sem nefnist vinnsluspá þorskafla og hefur það að markmiði að auka arðsemi þorskvinnslu á Íslandi. Samstarfsaðilar verkefnisins eru Háskóli Íslands, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Samherji hf, AGR hf og Sjávarútvegsstofnun Háskóla Íslands.

Allir þeir er að verkefninu komu eiga þakkir skilið fyrir þeirra þátt. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og Samherja hf. þakka ég fyrir aðstöðu jafnt sem tíma og vinnu starfsmanna. Sérstakar þakkir vil ég færa forsvarsmönnum frystihúss Samherja hf. á Dalvík fyrir aðgang að gæðamælingum sem og dugnað og nákvæmni við þær mælingar. Jónu Finndísi Jónsdóttur og Stefáni Má Ágústssyni, sérfræðingum á Orkustofnun þakka ég hjálp við gerð korta af veiðisvæðum umhverfis Ísland. Leiðbeinendum mínum þakka ég góða leiðsögn, ábendingar og samstarf. Að lokum vil ég þakka fjölskyldu minni allan stuðninginn auk aðstoðar við yfirlestur.

Reykjavík, október 2003

Sveinn Margeirsson

Formáli

Verkefni þetta er lokaverkefni til M.Sc. prófs við Véla- og iðnaðarverkfræðiskor Háskóla Íslands. Verkefnið er 30 einingar og hefur vinna við það m.a. farið fram í frystihúsi Samherja hf. á Dalvík, á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og að heimili mínu. Ég hef notið leiðsagnar Guðmundar R. Jónssonar, Sigurjóns Arasonar og Guðjóns Þorkelssonar við vinnu verkefnisins. Guðmundur er Tekn. Doktor í stærðfræðilegri tölfraði og starfar sem prófessor við Véla- og iðnaðarverkfræðiskor Háskóla Íslands. Sigurjón Arason er yfirverkfræðingur á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og dósent við Matvælafræðiskor Háskóla Íslands. Guðjón Þorkelsson er M.Sc. í matvælafræði, lektor við Matvælafræðiskor HÍ og deildarstjóri á rannsóknasviði Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins.

Verkefnið fékk styrk úr tæknisjóði Rannsóknarráðs Íslands (Rannís). Það er hluti af stærra verkefni sem nefnist vinnsluspá þorskafla og hefur það að markmiði að auka arðsemi þorskvinnslu á Íslandi. Samstarfsaðilar verkefnisins eru Háskóli Íslands, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Samherji hf, AGR hf og Sjávarútvegsstofnun Háskóla Íslands.

Allir þeir er að verkefninu komu eiga þakkir skilið fyrir þeirra þátt. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og Samherja hf. þakka ég fyrir aðstöðu jafnt sem tíma og vinnu starfsmanna. Sérstakar þakkir vil ég færa forsvarsmönnum frystihúss Samherja hf. á Dalvík fyrir aðgang að gæðamælingum sem og dugnað og nákvæmni við þær mælingar. Jónu Finndísi Jónsdóttur og Stefáni Má Ágústssyni, sérfræðingum á Orkustofnun þakka ég hjálp við gerð korta af veiðisvæðum umhverfis Ísland. Leiðbeinendum mínum þakka ég góða leiðsögn, ábendingar og samstarf. Að lokum vil ég þakka fjölskyldu minni allan stuðninginn auk aðstoðar við yfirlestur.

Reykjavík, október 2003

Sveinn Margeirsson

1 Inngangur

Efnahagur Íslendinga hefur oft sveiflast í takt við þorskveiðar við Íslandsstrendur. Þrátt fyrir að annar iðnaður en fiskiðnaður hafi byggst upp og fleiri fisktegundir séu veiddar en áður hefur “sá guli” enn mikil áhrif á efnahagsástand á landinu. Það er því mikilvægt fyrir stjórnvöld, útgerðar- og vinnsluaðila að hafa í höndunum góðar og nákvæmar upplýsingar þegar taka skal ákvarðanir varðandi þá auðlind sem þorskur er og reyna að hámarka arð af henni.

Þegar hámarkaður er arður af vöru eins og þorski má segja að tiltölulega einföld lögmál gildi. Í grundvallaratriðum er það margfeldi magns af veiddum þorski og þess arðs sem fæst á þyngdareiningu sem segir til um heildararðsemina af þorskveiðum og þorskvinnslu. Þorskur er takmörkuð auðlind. Það er því eðlilegt að sjónum sé beint að því hvernig hámarka má arð þess afla sem á land kemur.

Stjórnun þorskveiða og þorskvinnslu við og á Íslandi hefur sennilega aldrei verið jafn markviss og hún er nú. Sú þekking sem aðilar eins og Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Hafrannsóknastofnun og útgerðar- og vinnsluaðilar hafa aflað á síðastliðnum áratugum er umtalsverð og gerir stjórnun þessarar mikilvægustu auðlindar okkar Íslendinga markvissari en áður var. Markaðsstarf, framfarir í vinnslutækni, meiri sjálfvirkni og aukin þekking á áhrifum ísingar eru meðal þeirra þátta sem vegið hafa á móti áhrifum þeirrar aflaskerðingar sem orðið hefur. Segja má að neyðin hafi kennt naktri konu að spinna.

Þrátt fyrir meiri þekkingu en áður, er margt enn óljóst. Hafrannsóknastofnun hefur sinnt hlutverki sínu og aflað upplýsinga um lífríki sjávar og á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins hefur verið rannsakað nokkuð hvaða breytur hafa áhrif á verðmæti þorsks. Að frátöldu meistaraverkefni Sólveigar Ingólfsdóttur (1996) og Aflabót Jóns Heiðars Ríkharðssonar og Rúnars Birgissonar (1996), hafa á hinn bóginn ekki mörg íslensk rannsóknaverkefni beinst að því að kortleggja breytur sem áhrif hafa á verðmæti þorsks. Bæði þessi verkefni voru tiltölulega lítil í þeim skilningi að ekki var aflað mikilla gagna og því erfitt að alhæfa út frá niðurstöðunum. Brynjólfur Eyjólfsson o.fl. (2001) fóru nýjar leiðir, skoðuðu mikið magn gagna Hafrannsóknastofnunar og Fiskistofu og komust að því að flakanýting ræðst að allstórum hluta af holdafari þorsks, þ.e. í hve góðum holdum hann er. Niðurstaða þeirra var einnig sú að breytileiki í holdafari er talsverður, bæði á milli tiltekinna svæða sem og innan þeirra.

Það er fleira en flakanýting sem hefur áhrif á það hve verðmætra afurða má vænta af þorski. Los og hringormar eru meðal þeirra þátta sem hafa áhrif, sem og blóðblettir og mar á fiskinum. Allir þeir þættir sem hafa verið taldir upp geta haft áhrif á skiptingu þorskflaka í afurðaflokka. Ekki þarf annað en að líta á verðmuninn á þorskflökum og bitum í neytendapakningum í næsta stórmarkaði til að átta sig á að skipting í afurðaflokka er mikilvægur þáttur þegar kemur að verðmætasköpun í þorskvinnslu.

1 Inngangur

Efnahagur Íslendinga hefur oft sveiflast í takt við þorskveiðar við Íslandsstrendur. Þrátt fyrir að annar iðnaður en fiskiðnaður hafi byggst upp og fleiri fisktegundir séu veiddar en áður hefur “sá guli” enn mikil áhrif á efnahagsástand á landinu. Það er því mikilvægt fyrir stjórnvöld, útgerðar- og vinnsluaðila að hafa í höndunum góðar og nákvæmar upplýsingar þegar taka skal ákvarðanir varðandi þá auðlind sem þorskur er og reyna að hámarka arð af henni.

Þegar hámarkaður er arður af vöru eins og þorski má segja að tiltölulega einföld lögmál gildi. Í grundvallaratriðum er það margfeldi magns af veiddum þorski og þess arðs sem fæst á þyngdareiningu sem segir til um heildararðsemina af þorskveiðum og þorskvinnslu. Þorskur er takmörkuð auðlind. Það er því eðlilegt að sjónum sé beint að því hvernig hámarka má arð þess afla sem á land kemur.

Stjórnun þorskveiða og þorskvinnslu við og á Íslandi hefur sennilega aldrei verið jafn markviss og hún er nú. Sú þekking sem aðilar eins og Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Hafrannsóknastofnun og útgerðar- og vinnsluaðilar hafa aflað á síðastliðnum áratugum er umtalsverð og gerir stjórnun þessarar mikilvægustu auðlindar okkar Íslendinga markvissari en áður var. Markaðsstarf, framfarir í vinnslutækni, meiri sjálfvirkni og aukin þekking á áhrifum ísingar eru meðal þeirra þátta sem vegið hafa á móti áhrifum þeirrar aflaskerðingar sem orðið hefur. Segja má að neyðin hafi kennt naktri konu að spinna.

Þrátt fyrir meiri þekkingu en áður, er margt enn óljóst. Hafrannsóknastofnun hefur sinnt hlutverki sínu og aflað upplýsinga um lífríki sjávar og á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins hefur verið rannsakað nokkuð hvaða breytur hafa áhrif á verðmæti þorsks. Að frátöldu meistaraverkefni Sólveigar Ingólfsdóttur (1996) og Aflabót Jóns Heiðars Ríkharðssonar og Rúnars Birgissonar (1996), hafa á hinn bóginn ekki mörg íslensk rannsóknaverkefni beinst að því að kortleggja breytur sem áhrif hafa á verðmæti þorsks. Bæði þessi verkefni voru tiltölulega lítil í þeim skilningi að ekki var aflað mikilla gagna og því erfitt að alhæfa út frá niðurstöðunum. Brynjólfur Eyjólfsson o.fl. (2001) fóru nýjar leiðir, skoðuðu mikið magn gagna Hafrannsóknastofnunar og Fiskistofu og komust að því að flakanýting ræðst að allstórum hluta af holdafari þorsks, þ.e. í hve góðum holdum hann er. Niðurstaða þeirra var einnig sú að breytileiki í holdafari er talsverður, bæði á milli tiltekinna svæða sem og innan þeirra.

Það er fleira en flakanýting sem hefur áhrif á það hve verðmætra afurða má vænta af þorski. Los og hringormar eru meðal þeirra þátta sem hafa áhrif, sem og blóðblettir og mar á fiskinum. Allir þeir þættir sem hafa verið taldir upp geta haft áhrif á skiptingu þorskflaka í afurðaflokka. Ekki þarf annað en að líta á verðmuninn á þorskflökum og bitum í neytendapakningum í næsta stórmarkaði til að átta sig á að skipting í afurðaflokka er mikilvægur þáttur þegar kemur að verðmætasköpun í þorskvinnslu.

Þróun á matvælamarkaði hefur verið í átt til fullvinnslu síðustu ár. Í ljósi alþjóðavæðingar, jafnréttisbaráttu og óska fólks um að verja frítíma sínum annarsstaðar en framan við eldavélina er ekki líklegt að þeirri þróun verði viðsnúið í bráð. Vöxtur þekkingarfyrirtækja eins og Bakkavarar hf. er dæmi um ánægjulega afleiðingu aukinnar fullvinnslu sjávarfangs. Þekking á eðliseiginleikum þorsks er mikilvæg svo að fylgja megi þessari þróun innan þorskvinnslunnar.

Ritgerð þessi fjallar um rannsókn á flakanýtingu, gæða- og eðliseiginleikum þorsks og tengslum þessara þátta við ýmsar breytur í þorskveiðum og þorskvinnslu. Þeir gæðaeiginleikar sem voru skoðaðir voru hringormar, los, blóð og holddroði. Eðliseiginleikarnir voru drip, sýrustig, vatnsinnihald og vatnsheldni. Markmið rannsóknarinnar er að kanna hvaða breytur hafa áhrif á nýtinguna, gæðaeiginleikana og eðliseiginleikana auk þess að greina hvernig áhrifin eru.

Ritgerðin skiptist í fjóra hluta. Fyrsti hlutinn fjallar um þá þekkingu sem til staðar er á sviði rannsóknarinnar. Annar hlutinn dregur fram helstu framkvæmdaþætti. Þriðji hlutinn skiptist í raun í tvennt. Þar eru settar fram niðurstöður, annars vegar fyrir nýtingu og gæðaeiginleika og hins vegar fyrir eðliseiginleika. Í fjórða hluta er að finna samantekt á niðurstöðum og þær bornar saman við niðurstöður fyrri rannsókna auk þess sem vöngum er velt yfir skynsamlegu framhaldi verkefnisins.

Þróun á matvælamarkaði hefur verið í átt til fullvinnslu síðustu ár. Í ljósi alþjóðavæðingar, jafnréttisbaráttu og óska fólks um að verja frítíma sínum annarsstaðar en framan við eldavélina er ekki líklegt að þeirri þróun verði viðsnúið í bráð. Vöxtur þekkingarfyrirtækja eins og Bakkavarar hf. er dæmi um ánægjulega afleiðingu aukinnar fullvinnslu sjávarfangs. Þekking á eðliseiginleikum þorsks er mikilvæg svo að fylgja megi þessari þróun innan þorskvinnslunnar.

Ritgerð þessi fjallar um rannsókn á flakanýtingu, gæða- og eðliseiginleikum þorsks og tengslum þessara þátta við ýmsar breytur í þorskveiðum og þorskvinnslu. Þeir gæðaeiginleikar sem voru skoðaðir voru hringormar, los, blóð og holddroði. Eðliseiginleikarnir voru drip, sýrustig, vatnsinnihald og vatnsheldni. Markmið rannsóknarinnar er að kanna hvaða breytur hafa áhrif á nýtinguna, gæðaeiginleikana og eðliseiginleikana auk þess að greina hvernig áhrifin eru.

Ritgerðin skiptist í fjóra hluta. Fyrsti hlutinn fjallar um þá þekkingu sem til staðar er á sviði rannsóknarinnar. Annar hlutinn dregur fram helstu framkvæmdaþætti. Þriðji hlutinn skiptist í raun í tvennt. Þar eru settar fram niðurstöður, annars vegar fyrir nýtingu og gæðaeiginleika og hins vegar fyrir eðliseiginleika. Í fjórða hluta er að finna samantekt á niðurstöðum og þær bornar saman við niðurstöður fyrri rannsókna auk þess sem vöngum er velt yfir skynsamlegu framhaldi verkefnisins.

2 Fræði

Markmið þessarar rannsóknar var að kanna hvaða breytur (orsakabreytur) hefðu áhrif á nýtingu og ýmsa gæða- og eðliseiginleika þorsks (áhrifabreytur) og hvernig áhrifin væru. Ennfremur var stefnt að gerð spálíkana fyrir nýtinguna og gæða- og eðliseiginleikana ef grundvöllur væri fyrir slíku.

Orsakabreyta er skilgreind sem breyta sem orsakar breytingu í öðrum breytum (áhrifabreytum). Eftirfarandi breytur er talið var að gætu verið orsakabreytur voru mældar og skráðar:

- Árstími
- Veiðislóð
- Stærð hola [kör]
- Holnúmer
- Hve lengi var togað (veiðitími; mínútur)
- Aldur hráefnis við móttöku [dagar]
- Þyngd [kg] og lengd þorsks [cm] og þar með holdastuðull (kg/m^3)
- Þyngd hauss [kg] og haushlutfall
- Fjöldi fiska og þyngd [kg] í kari
- Skip

Áhrifabreyta er hér skilgreind sem breyta sem hefur áhrif á verðmæti og/eða gæði þorskafurða. Eftirfarandi breytur er talið var að gætu verið áhrifabreytur voru mældar og skráðar:

- Nýting [%]
- Fjöldi hringorma
- Fjöldi blóð- og holdroðabletta
- Fjöldi losbletta
- Drip
- Sýrustig (pH) þorskvöðvans.
- Vatnsinnihald
- Vatnsheldni (Water Holding Capacity; WHC)

Rannsókninni var skipt í 2 hluta. Annar hluti rannsóknarinnar snerist um gæðaeftirlit Samherja hf. á Dalvík. Þar voru reglulega tekin sýni úr afla og fyrsttöldu 4 áhrifabreyturnar mældar auk þess sem orsakabreyturnar aldur hráefnis við móttöku, þyngd, þyngd hauss og lengd voru mældar og skráðar. Þessum gögnum var safnað í meira en 2 ár.

Hins vegar var um að ræða ítarlegri rannsókn á 178 þorskum veiddum á fiskveiðiárinu 2002-2003. Sömu breytur voru mældar þar og í hinum hlutanum auk drips, sýrustigs, vatnsinnihalds og vatnsheldni (áhrifabreytur). Í þessum hluta fóru starfsmenn Samherja

2 Fræði

Markmið þessarar rannsóknar var að kanna hvaða breytur (orsakabreytur) hefðu áhrif á nýtingu og ýmsa gæða- og eðliseiginleika þorsks (áhrifabreytur) og hvernig áhrifin væru. Ennfremur var stefnt að gerð spálíkana fyrir nýtinguna og gæða- og eðliseiginleikana ef grundvöllur væri fyrir slíku.

Orsakabreyta er skilgreind sem breyta sem orsakar breytingu í öðrum breytum (áhrifabreytum). Eftirfarandi breytur er talið var að gætu verið orsakabreytur voru mældar og skráðar:

- Árstími
- Veiðislóð
- Stærð hola [kör]
- Holnúmer
- Hve lengi var togað (veiðitími; mínútur)
- Aldur hráefnis við móttöku [dagar]
- Þyngd [kg] og lengd þorsks [cm] og þar með holdastuðull (kg/m^3)
- Þyngd hauss [kg] og haushlutfall
- Fjöldi fiska og þyngd [kg] í kari
- Skip

Áhrifabreyta er hér skilgreind sem breyta sem hefur áhrif á verðmæti og/eða gæði þorskafurða. Eftirfarandi breytur er talið var að gætu verið áhrifabreytur voru mældar og skráðar:

- Nýting [%]
- Fjöldi hringorma
- Fjöldi blóð- og holdroðabletta
- Fjöldi losbletta
- Drip
- Sýrustig (pH) þorskvöðvans.
- Vatnsinnihald
- Vatnsheldni (Water Holding Capacity; WHC)

Rannsókninni var skipt í 2 hluta. Annar hluti rannsóknarinnar snerist um gæðaeftirlit Samherja hf. á Dalvík. Þar voru reglulega tekin sýni úr afla og fyrsttöldu 4 áhrifabreyturnar mældar auk þess sem orsakabreyturnar aldur hráefnis við móttöku, þyngd, þyngd hauss og lengd voru mældar og skráðar. Þessum gögnum var safnað í meira en 2 ár.

Hins vegar var um að ræða ítarlegri rannsókn á 178 þorskum veiddum á fiskveiðiárinu 2002-2003. Sömu breytur voru mældar þar og í hinum hlutanum auk drips, sýrustigs, vatnsinnihalds og vatnsheldni (áhrifabreytur). Í þessum hluta fóru starfsmenn Samherja

eftir sérstakri rannsóknaráætlun sem útbúin var með það í huga að ná yfir þann breytileika sem var að finna í afla Samherja, þ.e. tekinn var til skoðunar þorskur frá mismunandi veiðisvæðum og á mismunandi tímum. Þess utan var reynt eftir fremsta megni að hafa sýnatöku eins tilviljanakennda (random) og mögulegt var.

2.1 Orsakabreyturnar

Orsakabreyturnar voru bæði náttúrulegar breytur og aðrar sem koma til af mismunandi aðstæðum við veiðar. Þær voru valdar með það í huga að geta náð fram sem mestum upplýsingum um þorskin en jafnframt að geta nýtt upplýsingar úr afladagbókum togaranna. Þess ber þó að geta að mjög tímafrekt er að safna öllum upplýsingum sem mögulega skipta máli. Sökum þessa var nokkrum breytum sem mögulega var talið að skiptu máli sleppt. Dæmi um slíka breytu er hitastig sjávar.

2.1.1 Árstími

Íslenska fiskveiðiárið nær frá 1. september – 31. ágúst ár hvert. Lengi hefur verið vitað að munur er á þorski eftir árstímum. Fyrri rannsóknir (Sólveig Ingólfssdóttir, 1998) benda til að ýmsir eðlis- og efnafræðilegir eiginleikar eins og sýrustig (pH), leysni prótína, harka og samloðun breytist með árstíma. Þá hefur verið sýnt fram á að hlutfall prótína og vatns sveiflast nokkuð með árstíma (Sólveig Ingólfssdóttir, 1998. Love, 1975) og er sveiflan þannig að þegar hlutfall prótína minnkar (vetur) eykst hlutfall vatns. Einnig virðist vera nokkur munur á vinnsluhæfni þorsks eftir árstíma. Dóra Gísladóttir, gæðastjóri landvinnslu Samherja hf. á Dalvík segir að síðsumars límist þorskurinn mun meira við færribönd en á öðrum tímum, auk þess sem hann sé lausari í sér, viðkvæmari fyrir hnjaski og meira um að tægjur losni úr honum í vinnslunni.

2.1.2 Veiðislóð

Segja má að þorskur veiðist allt í kringum Ísland. Mestur er aflinn vestan við land og úti fyrir Suðausturlandi. Nokkuð er mismunandi eftir veiðarfærum hvar veitt er mest. Botnvörpuveiðar eru algengastar úti fyrir Suðausturlandi og Vestfjörðum.

eftir sérstakri rannsóknaráætlun sem útbúin var með það í huga að ná yfir þann breytileika sem var að finna í afla Samherja, þ.e. tekinn var til skoðunar þorskur frá mismunandi veiðisvæðum og á mismunandi tímum. Þess utan var reynt eftir fremsta megni að hafa sýnatöku eins tilviljanakennda (random) og mögulegt var.

2.1 Orsakabreyturnar

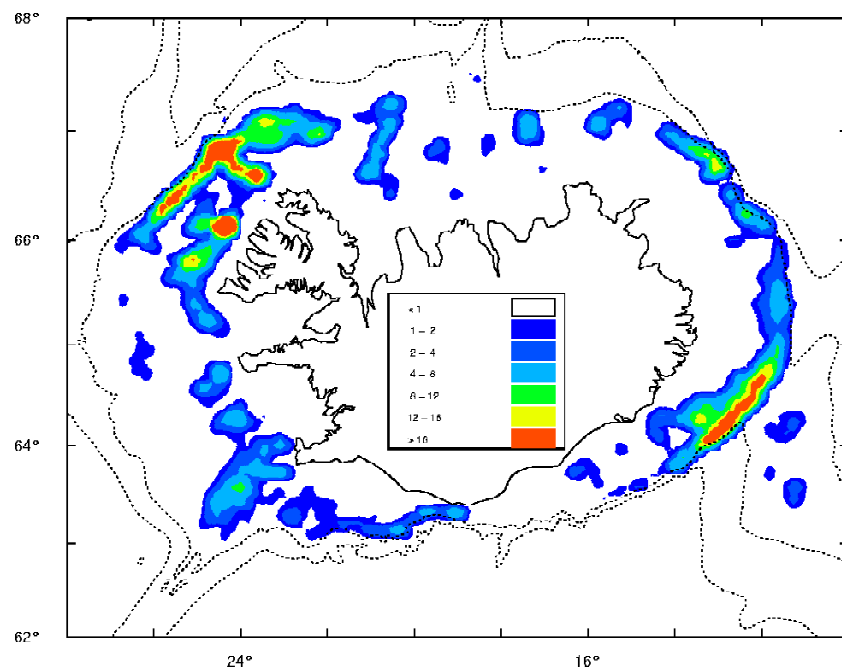
Orsakabreyturnar voru bæði náttúrulegar breytur og aðrar sem koma til af mismunandi aðstæðum við veiðar. Þær voru valdar með það í huga að geta náð fram sem mestum upplýsingum um þorskin en jafnframt að geta nýtt upplýsingar úr afladagbókum togaranna. Þess ber þó að geta að mjög tímafrekt er að safna öllum upplýsingum sem mögulega skipta máli. Sökum þessa var nokkrum breytum sem mögulega var talið að skiptu máli sleppt. Dæmi um slíka breytu er hitastig sjávar.

2.1.1 Árstími

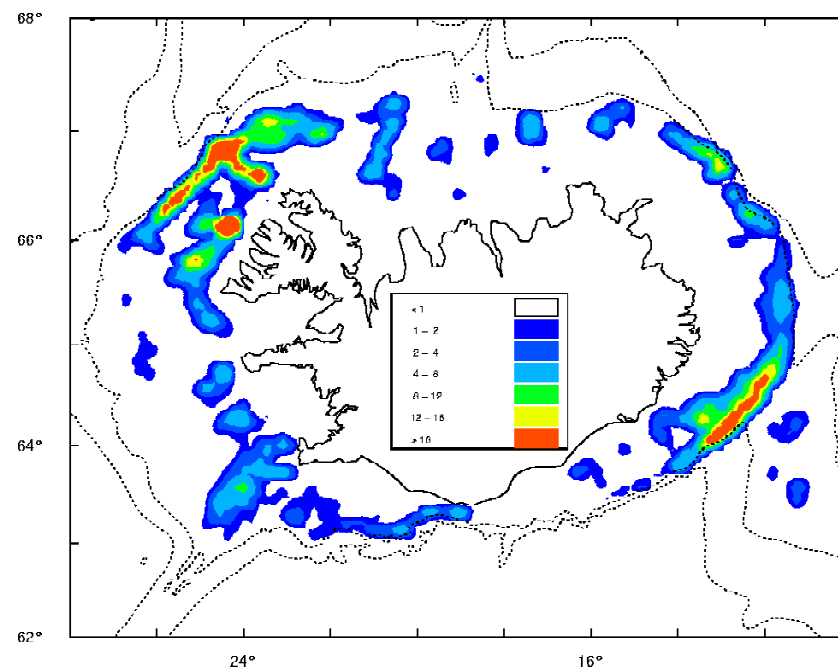
Íslenska fiskveiðiárið nær frá 1. september – 31. ágúst ár hvert. Lengi hefur verið vitað að munur er á þorski eftir árstímum. Fyrri rannsóknir (Sólveig Ingólfssdóttir, 1998) benda til að ýmsir eðlis- og efnafræðilegir eiginleikar eins og sýrustig (pH), leysni prótína, harka og samloðun breytist með árstíma. Þá hefur verið sýnt fram á að hlutfall prótína og vatns sveiflast nokkuð með árstíma (Sólveig Ingólfssdóttir, 1998. Love, 1975) og er sveiflan þannig að þegar hlutfall prótína minnkar (vetur) eykst hlutfall vatns. Einnig virðist vera nokkur munur á vinnsluhæfni þorsks eftir árstíma. Dóra Gísladóttir, gæðastjóri landvinnslu Samherja hf. á Dalvík segir að síðsumars límist þorskurinn mun meira við færribönd en á öðrum tímum, auk þess sem hann sé lausari í sér, viðkvæmari fyrir hnjaski og meira um að tægjur losni úr honum í vinnslunni.

2.1.2 Veiðislóð

Segja má að þorskur veiðist allt í kringum Ísland. Mestur er aflinn vestan við land og úti fyrir Suðausturlandi. Nokkuð er mismunandi eftir veiðarfærum hvar veitt er mest. Botnvörpuveiðar eru algengastar úti fyrir Suðausturlandi og Vestfjörðum.



Mynd 2.1 Þorskur veiddur í botnvörpu árið 2000 (Brynjólfur Eyjólfsson ofl, 2001).



Mynd 2.1 Þorskur veiddur í botnvörpu árið 2000 (Brynjólfur Eyjólfsson ofl, 2001).

Nokkuð hefur verið deilt um áhrif togveiðarfæra á sjávarbotninn og þar með á lífsskilyrði þorsks. Ekki er hægt að segja að þetta hafi verið mikið rannsakað. Andri Teitsson (1993) talar um að hólar á sjávarbotninum hafi jafnast út fyrir tilstilli togveiðarfæra. Á móti komi grjót sem berist með hafis þannig að ekki sé hægt að fullyrða að togveiðarfæri hafi í heildina slæm áhrif á lífsskilyrði þorsks. Þetta gæti átt við úti fyrir Vestfjörðum en vandséð er að hafis hafi mikil áhrif úti fyrir Suðausturlandi.

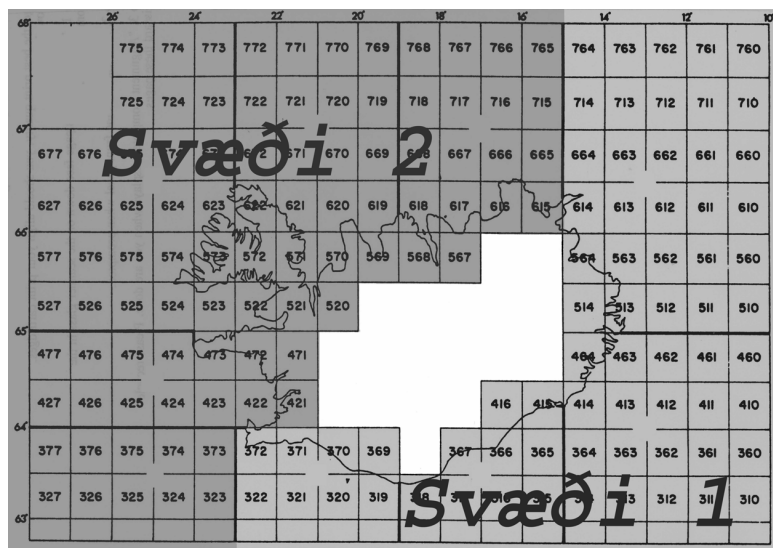
Mismunandi er eftir veiðarfærum hve stór þorskur berst á land. Sem dæmi var fiskur veiddur í net 5,5 kg að meðaltali 1991 en fiskur veiddur á handfæri, línu og í botnvörpu á bilinu 2,2 – 2,7 kg (Andri Teitsson, 1993).

Í þessari rannsókn var hafsvæðinu í kringum Ísland skipt á þrennskonar hátt. Í fyrsta lagi var notast við veiðireitaskiptingu Fiskistofu (reitir 310-775). Í öðru lagi var hafsvæðinu skipt í 7 veiðireiti (mynd 2.3) og í þriðja lagi var því skipt í 2 svæði (mynd 2.2).

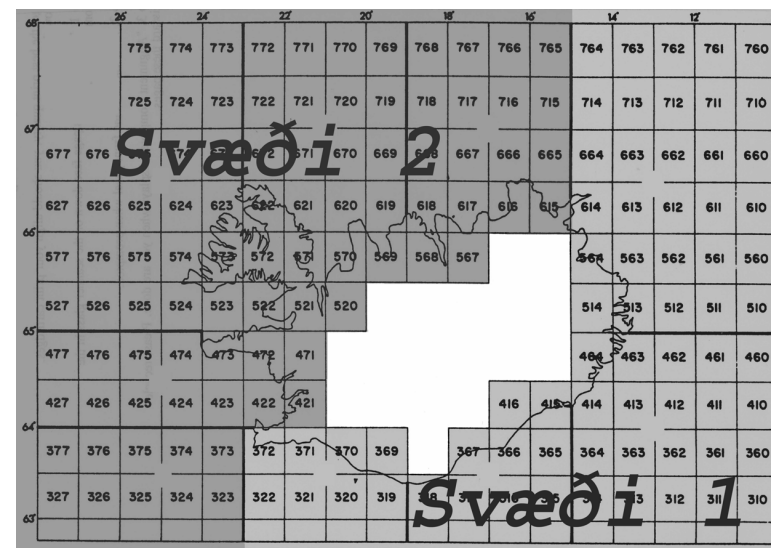
Nokkuð hefur verið deilt um áhrif togveiðarfæra á sjávarbotninn og þar með á lífsskilyrði þorsks. Ekki er hægt að segja að þetta hafi verið mikið rannsakað. Andri Teitsson (1993) talar um að hólar á sjávarbotninum hafi jafnast út fyrir tilstilli togveiðarfæra. Á móti komi grjót sem berist með hafis þannig að ekki sé hægt að fullyrða að togveiðarfæri hafi í heildina slæm áhrif á lífsskilyrði þorsks. Þetta gæti átt við úti fyrir Vestfjörðum en vandséð er að hafis hafi mikil áhrif úti fyrir Suðausturlandi.

Mismunandi er eftir veiðarfærum hve stór þorskur berst á land. Sem dæmi var fiskur veiddur í net 5,5 kg að meðaltali 1991 en fiskur veiddur á handfæri, línu og í botnvörpu á bilinu 2,2 – 2,7 kg (Andri Teitsson, 1993).

Í þessari rannsókn var hafsvæðinu í kringum Ísland skipt á þrennskonar hátt. Í fyrsta lagi var notast við veiðireitaskiptingu Fiskistofu (reitir 310-775). Í öðru lagi var hafsvæðinu skipt í 7 veiðireiti (mynd 2.3) og í þriðja lagi var því skipt í 2 svæði (mynd 2.2).



Mynd 2.2 Skipting hafsvæðisins í kringum Ísland í 2 svæði til notkunar í rannsókninni.



Mynd 2.2 Skipting hafsvæðisins í kringum Ísland í 2 svæði til notkunar í rannsókninni.



Mynd 2.3 Skipting hafsvæðisins í kringum Ísland í 7 veiðireiti til notkunar í rannsókninni.



Mynd 2.3 Skipting hafsvæðisins í kringum Ísland í 7 veiðireiti til notkunar í rannsókninni.

2.1.3 Stærð hola

Stærð hola í veiðiferð getur verið mjög mismunandi og fer að sjálfsögðu eftir aflabrogðum. Ef holin eru mjög stór má telja líklegt að einhver hluti aflans kremjist í

2.1.3 Stærð hola

Stærð hola í veiðiferð getur verið mjög mismunandi og fer að sjálfsögðu eftir aflabrogðum. Ef holin eru mjög stór má telja líklegt að einhver hluti aflans kremjist í

vörpunni. Ætla mætti að sá kramningur hafi í för með sér los og mar. Það hefur hinsvegar lítið verið kannað og var því sjónum beint að því hér.

Dauðastirðnun er það kallað þegar hold dýra dregst saman eftir dauða þeirra. Í þorski getur dauðastirðnun haft veruleg áhrif á vinnslueiginleika, sé samdrátturinn kröftugur. Dauðastirðnun verður þegar orka í vöðvum klárast (Jónas Bjarnason og Sigurjón Arason, 1998), en við það dragast þeir saman. Búast má við að fiskur sem veiddur er í botnvörpu eyði mikilli orku í sund síðustu mínútur ævi sinnar og fari því fljótt í dauðastirðnun. Ísun (kæling) hægir á dauðastirðnun og er því mikilvægt að ísa þorsk fljótt. Fleira en ísun veltur á snörum vinnubrögðum áhafnar. Biðtími fyrir blóðgun hefur áberandi neikvæð áhrif á verðmæti afurða (Jón Heiðar Ríkharðsson og Rúnar Birgisson, 1996). Biðtíma fyrir blóðgun og hraða kælingar var ekki unnt að mæla í tengslum við rannsókn þessa.

2.1.4 Aldur hráefnis við móttöku

Um leið og þorski hefur verið slátrað hefjast skemmdaferli í vöðvum hans. Nokkur munur er á því hvert geymsluþol þorsks í ís er talið vera, en almennt er það talið ná frá 10-12 dögum (Emilía Martinsdóttir ofl, 1991) upp í 2 vikur (Sigmar V. Hjartarson ofl., 1998). Á þeim tíma sem líður frá slátrun (veiði) þorsksins og uns geymsluþol hans er búið eykst örverufjöldi og gæði hans versna. Mismunandi kröfur um ferskleika hráefnis eru gerðar eftir vinnsluleiðum. Fyrir þorsk sem fluttur er með flugi beint á erlendan markað (og jafnan fæst hæst verð fyrir) er ferskleikinn algjört grundvallaratriði. Fyrir þorsk sem frystur er í blokk er ferskleikinn ekki jafn mikið höfuðmál, þó að geymsluþol frosins þorsks ráðist að miklu leyti af því hve langur tími líður frá veiðum og að frystingu. Fyrir framleiðslu bita úr fiskinum er ferskleikinn mikilvægur. Almennt má segja að ferskleiki hráefnis sé einn af mikilvægustu þáttunum sem hafa áhrif á verðmæti þorskafurða. Einn mælikvarði á ferskleika er RT mæligildi = $14,1 - 0,565 \cdot \text{Fjöldi daga í ís}$ (Rúnar Birgisson, 1995), en skv. þeim mælikvarða minnkar ferskleiki línulega með fjölda daga í ís. Skv. Jóni Heiðari Ríkharðssyni og Rúnari Birgissyni (1996) getur geymsla umfram 6-7 daga í ís haft í för með sér verðmætatap upp á 8-10%. Í samræmi við það er niðurstaða Ara P. Wendel (1995), sem kannaði ferskfiskmarkaði og fann tilhneygingu í þá átt að lægra verð fengist fyrir fisk því eldri sem hann var.

2.1.5 Þyngd og lengd (holdafar)

Eins og fram kom í kafla 2.1.1 minnkar hlutfall prótína í fiskholdinu þegar kemur fram á vetur en hlutfall vatns eykst. Að líkindum er þorskurinn með þessu að undirbúa hrygningu, þ.e. uppbygging hroga og svilja er hafin. Eftir hrygningu ganga þessar breytingar svo til baka. Þessar sveiflur, auk almenns árferðis hafa mikil áhrif á holdafar þorsks. Holdafar þorsks er gjarnan mælt með holdastuðli (Condition factor (C)). Holdastuðull er hlutfallið milli þyngdar og lengdar í 3. veldi:

vörpunni. Ætla mætti að sá kramningur hafi í för með sér los og mar. Það hefur hinsvegar lítið verið kannað og var því sjónum beint að því hér.

Dauðastirðnun er það kallað þegar hold dýra dregst saman eftir dauða þeirra. Í þorski getur dauðastirðnun haft veruleg áhrif á vinnslueiginleika, sé samdrátturinn kröftugur. Dauðastirðnun verður þegar orka í vöðvum klárast (Jónas Bjarnason og Sigurjón Arason, 1998), en við það dragast þeir saman. Búast má við að fiskur sem veiddur er í botnvörpu eyði mikilli orku í sund síðustu mínútur ævi sinnar og fari því fljótt í dauðastirðnun. Ísun (kæling) hægir á dauðastirðnun og er því mikilvægt að ísa þorsk fljótt. Fleira en ísun veltur á snörum vinnubrögðum áhafnar. Biðtími fyrir blóðgun hefur áberandi neikvæð áhrif á verðmæti afurða (Jón Heiðar Ríkharðsson og Rúnar Birgisson, 1996). Biðtíma fyrir blóðgun og hraða kælingar var ekki unnt að mæla í tengslum við rannsókn þessa.

2.1.4 Aldur hráefnis við móttöku

Um leið og þorski hefur verið slátrað hefjast skemmdaferli í vöðvum hans. Nokkur munur er á því hvert geymsluþol þorsks í ís er talið vera, en almennt er það talið ná frá 10-12 dögum (Emilía Martinsdóttir ofl, 1991) upp í 2 vikur (Sigmar V. Hjartarson ofl., 1998). Á þeim tíma sem líður frá slátrun (veiði) þorsksins og uns geymsluþol hans er búið eykst örverufjöldi og gæði hans versna. Mismunandi kröfur um ferskleika hráefnis eru gerðar eftir vinnsluleiðum. Fyrir þorsk sem fluttur er með flugi beint á erlendan markað (og jafnan fæst hæst verð fyrir) er ferskleikinn algjört grundvallaratriði. Fyrir þorsk sem frystur er í blokk er ferskleikinn ekki jafn mikið höfuðmál, þó að geymsluþol frosins þorsks ráðist að miklu leyti af því hve langur tími líður frá veiðum og að frystingu. Fyrir framleiðslu bita úr fiskinum er ferskleikinn mikilvægur. Almennt má segja að ferskleiki hráefnis sé einn af mikilvægustu þáttunum sem hafa áhrif á verðmæti þorskafurða. Einn mælikvarði á ferskleika er RT mæligildi = $14,1 - 0,565 \cdot \text{Fjöldi daga í ís}$ (Rúnar Birgisson, 1995), en skv. þeim mælikvarða minnkar ferskleiki línulega með fjölda daga í ís. Skv. Jóni Heiðari Ríkharðssyni og Rúnari Birgissyni (1996) getur geymsla umfram 6-7 daga í ís haft í för með sér verðmætatap upp á 8-10%. Í samræmi við það er niðurstaða Ara P. Wendel (1995), sem kannaði ferskfiskmarkaði og fann tilhneygingu í þá átt að lægra verð fengist fyrir fisk því eldri sem hann var.

2.1.5 Þyngd og lengd (holdafar)

Eins og fram kom í kafla 2.1.1 minnkar hlutfall prótína í fiskholdinu þegar kemur fram á vetur en hlutfall vatns eykst. Að líkindum er þorskurinn með þessu að undirbúa hrygningu, þ.e. uppbygging hroga og svilja er hafin. Eftir hrygningu ganga þessar breytingar svo til baka. Þessar sveiflur, auk almenns árferðis hafa mikil áhrif á holdafar þorsks. Holdafar þorsks er gjarnan mælt með holdastuðli (Condition factor (C)). Holdastuðull er hlutfallið milli þyngdar og lengdar í 3. veldi:

$$C = \frac{byngd}{lengd^3} \quad (2-1)$$

Holdafar virðist hafa áhrif á ýmsa eiginleika í vinnslu. Sýnt hefur verið fram á að flakanýting hækkar með holdastuðli og einnig að holdastuðull hækkar með aukinni stærð þorsks (Brynjólfur Eyjólfsson ofl., 2001). Forkönnun Rúnars Birgissonar (1995) benti til að los ykist með hækkandi holdastuðli. Ef nýting batnar og los eykst með hækkandi holdastuðli er í raun ekki hægt að fullyrða að verðmæti afurða aukist með hækkandi holdastuðli, því mikið los getur leitt til þess að ekki er hægt að vinna þorsk í verðmætustu afurðirnar. Þess ber hinsvegar að geta að í fyrirnefndri forkönnun Rúnars Birgissonar kom fram að los virtist aukast með stærð þorsks. Það er í mótsögn við Love (1975), sem fann út að los í smáum þorski væri meira en í stórum þorski. Þá segir Sigurjón Arason (2002) að verð á þyngdareiningu á þorski hækki með aukinni þyngd þorsks og hækkuðum holdastuðli, sama hvert veiðarfærið er, enda aukist hlutfall bita úr ósnyrtu flaki og þyngd bita aukist. Þá kemur fram hjá Love (1975) að stærri fiskur geymist lengur en minni fiskur, e.t.v. vegna þess að hlutfallslega er yfirborðsflatarmál fisks á rúmmálseiningu meira hjá minni fiskum en stórum. Love heldur því einnig fram að stærð fisks hafi áhrif á áferð hans.

Að ofansögðu má ætla að aukin stærð (þyngd) þorsks auki verðmæti hans á þyngdareiningu. Það er í góðu samræmi við umtal um brottkast á smáfiski, en ástæður þess að menn henda smáfiski eiga að vera þær að mun betra verð fáið fyrir stærri fiskinn.

Holdastuðull er reiknaður hér samkvæmt:

$$C = \frac{byngd[kg]}{(lengd[cm])^3} \cdot 10^5 \quad (2-2)$$

Þessi jafna gefur í raun tífalt lægri holdastuðul en útreikningur í SI-einingakerfinu myndi gera. Samanburður við holdafar Brynjólfs Eyjólfssonar (2001) er hins vegar einfaldari, auk þess sem venja er að reikna holdafar þorsks á þennan hátt:

$$Holdafar = \frac{byngd[kg]}{0,006847 \cdot (lengd[cm])^{3,019}} \quad (2-3)$$

2.1.6 Skipin

Íslensk fiskiskip eru af ýmsum gerðum. Bátar undir 10 brúttólestum, bátar yfir 10 brúttólestum, ísfisktogarar og frystitogarar eru algengustu gerðirnar og veiddu t.a.m. langstærsta hluta þorskaflans árið 1998 (Þjóðhagsstofnun, 2003). Sá afli sem var til skoðunar hér var veiddur af 5 skipum, en þau voru:

$$C = \frac{byngd}{lengd^3} \quad (2-1)$$

Holdafar virðist hafa áhrif á ýmsa eiginleika í vinnslu. Sýnt hefur verið fram á að flakanýting hækkar með holdastuðli og einnig að holdastuðull hækkar með aukinni stærð þorsks (Brynjólfur Eyjólfsson ofl., 2001). Forkönnun Rúnars Birgissonar (1995) benti til að los ykist með hækkandi holdastuðli. Ef nýting batnar og los eykst með hækkandi holdastuðli er í raun ekki hægt að fullyrða að verðmæti afurða aukist með hækkandi holdastuðli, því mikið los getur leitt til þess að ekki er hægt að vinna þorsk í verðmætustu afurðirnar. Þess ber hinsvegar að geta að í fyrirnefndri forkönnun Rúnars Birgissonar kom fram að los virtist aukast með stærð þorsks. Það er í mótsögn við Love (1975), sem fann út að los í smáum þorski væri meira en í stórum þorski. Þá segir Sigurjón Arason (2002) að verð á þyngdareiningu á þorski hækki með aukinni þyngd þorsks og hækkuðum holdastuðli, sama hvert veiðarfærið er, enda aukist hlutfall bita úr ósnyrtu flaki og þyngd bita aukist. Þá kemur fram hjá Love (1975) að stærri fiskur geymist lengur en minni fiskur, e.t.v. vegna þess að hlutfallslega er yfirborðsflatarmál fisks á rúmmálseiningu meira hjá minni fiskum en stórum. Love heldur því einnig fram að stærð fisks hafi áhrif á áferð hans.

Að ofansögðu má ætla að aukin stærð (þyngd) þorsks auki verðmæti hans á þyngdareiningu. Það er í góðu samræmi við umtal um brottkast á smáfiski, en ástæður þess að menn henda smáfiski eiga að vera þær að mun betra verð fáið fyrir stærri fiskinn.

Holdastuðull er reiknaður hér samkvæmt:

$$C = \frac{byngd[kg]}{(lengd[cm])^3} \cdot 10^5 \quad (2-2)$$

Þessi jafna gefur í raun tífalt lægri holdastuðul en útreikningur í SI-einingakerfinu myndi gera. Samanburður við holdafar Brynjólfs Eyjólfssonar (2001) er hins vegar einfaldari, auk þess sem venja er að reikna holdafar þorsks á þennan hátt:

$$Holdafar = \frac{byngd[kg]}{0,006847 \cdot (lengd[cm])^{3,019}} \quad (2-3)$$

2.1.6 Skipin

Íslensk fiskiskip eru af ýmsum gerðum. Bátar undir 10 brúttólestum, bátar yfir 10 brúttólestum, ísfisktogarar og frystitogarar eru algengustu gerðirnar og veiddu t.a.m. langstærsta hluta þorskaflans árið 1998 (Þjóðhagsstofnun, 2003). Sá afli sem var til skoðunar hér var veiddur af 5 skipum, en þau voru:

- ✓ Björgúlfur EA-312 (skip 1)
- ✓ Margrét EA-710 (skip 2)
- ✓ Kambaröst SU-200 (skip 3)
- ✓ Hjalteyrin EA-310 (skip 4)
- ✓ Bjartur NK-121 (skip 5)

Kambaröst SU-200 var seld sumarið 2002. Nokkrir nemendur Háskólans á Akureyri voru um borð í Björgúlfi EA-312 á vordögum 2002 og skoðuðu meðferð afla m.t.t. kælingar, þvottatíma, hnjaskis o.fl. þátta og voru gerðar smávægilegar breytingar á skipinu í kjölfar þess. Öll þessi skip veiða þorsk með botnvörpu.

2.1.7 Þyngd hauss og haushlutfall

Haushlutfall þorsks er einfaldlega skilgreint sem hlutfall þyngdar þorskhauss og þyngdar slægðs þorsks fyrir hausun. Hausinn á þorskinum er tiltölulega lítill virði og því vinnslunni mikilvægt að haushlutfall sé sem lægst, en þannig fer stærri hluti þorsksins í verðmætar afurðir. Skv. rannsókn Brynjólfs Eyjólfsssonar (2001) ræðst haushlutfall fyrst og fremst af holdafari og lækkar haushlutfall með hækkanði holdastuðli. Það virðist eðlilegt, enda ekki óeðlilegt að ætla að horaður fiskur hafi hátt haushlutfall. Rúnar Birgissonar var á svipuðum nótum en skv. hans niðurstöðum minnkaði haushlutfall með stærð, sem passar ágætlega, því holdastuðull virðist hækka með stærð eins og fram kom í kafla 2.1.5. Þá kemur fram hjá Rúnari að karlkyns þorskar virðast hafa hærri hlutfall hauss og lægri holdastuðul en kvenkyns þorskar. Því er spurning hvort skýringin á hærri hlutfalli hauss hjá karlþorskum sé ekki einfaldlega lægri holdastuðull.

2.2 Áhrifabreyturnar

2.2.1 Nýting

Við vinnslu afla er nýting grundvallaratriði þegar kemur að því að skapa verðmæti. Í raun er rétt að skipta nýtingu þorsks í tvennt, flökunarnýtingu og vinnslunýtingu. Flökunarnýting er hlutfall þyngdar flaka og slægðs fisks. Flökunarnýting þorsks með roði og beinum þykir góð ef hún er um og yfir 50%, en hún er gjarnan ívið hærri fyrir handflökun en vélflökun. Skv. Rúnari Birgissyni (1995) eykst flökunarnýting með stærð og slóghlutfalli fisksins, en minnkar með hærri haushlutfalli. Þá virtist flökunarnýtingin aukast í hlutfalli við holdastuðul og er það í samræmi við Brynjólf Eyjólfsson (2001).

Vinnslunýting er hlutfall afurða og slægðs fisks með haus (smh). Vinnslunýtingin fer að sjálfsögðu eftir því um hvaða afurðir er að ræða, svo og eftir ýmsum öðrum þáttum. Samkvæmt Dóru Gísladóttir (2002) hafa los, holdroði og blóðblettir talsverð áhrif á vinnslunýtingu. Holdroði og blóðblettir einfaldlega af því að þeir krefjast þess að í snyrtingu sé meira af holdi skorið af þorskinum en ella. Ef fiskur er laus í sér losna

- ✓ Björgúlfur EA-312 (skip 1)
- ✓ Margrét EA-710 (skip 2)
- ✓ Kambaröst SU-200 (skip 3)
- ✓ Hjalteyrin EA-310 (skip 4)
- ✓ Bjartur NK-121 (skip 5)

Kambaröst SU-200 var seld sumarið 2002. Nokkrir nemendur Háskólans á Akureyri voru um borð í Björgúlfi EA-312 á vordögum 2002 og skoðuðu meðferð afla m.t.t. kælingar, þvottatíma, hnjaskis o.fl. þátta og voru gerðar smávægilegar breytingar á skipinu í kjölfar þess. Öll þessi skip veiða þorsk með botnvörpu.

2.1.7 Þyngd hauss og haushlutfall

Haushlutfall þorsks er einfaldlega skilgreint sem hlutfall þyngdar þorskhauss og þyngdar slægðs þorsks fyrir hausun. Hausinn á þorskinum er tiltölulega lítill virði og því vinnslunni mikilvægt að haushlutfall sé sem lægst, en þannig fer stærri hluti þorsksins í verðmætar afurðir. Skv. rannsókn Brynjólfs Eyjólfsssonar (2001) ræðst haushlutfall fyrst og fremst af holdafari og lækkar haushlutfall með hækkanði holdastuðli. Það virðist eðlilegt, enda ekki óeðlilegt að ætla að horaður fiskur hafi hátt haushlutfall. Rúnar Birgissonar var á svipuðum nótum en skv. hans niðurstöðum minnkaði haushlutfall með stærð, sem passar ágætlega, því holdastuðull virðist hækka með stærð eins og fram kom í kafla 2.1.5. Þá kemur fram hjá Rúnari að karlkyns þorskar virðast hafa hærri hlutfall hauss og lægri holdastuðul en kvenkyns þorskar. Því er spurning hvort skýringin á hærri hlutfalli hauss hjá karlþorskum sé ekki einfaldlega lægri holdastuðull.

2.2 Áhrifabreyturnar

2.2.1 Nýting

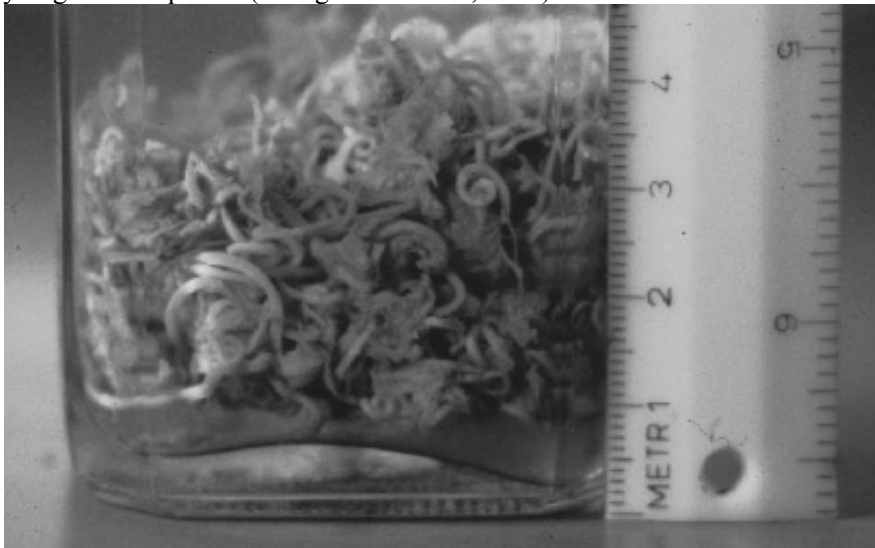
Við vinnslu afla er nýting grundvallaratriði þegar kemur að því að skapa verðmæti. Í raun er rétt að skipta nýtingu þorsks í tvennt, flökunarnýtingu og vinnslunýtingu. Flökunarnýting er hlutfall þyngdar flaka og slægðs fisks. Flökunarnýting þorsks með roði og beinum þykir góð ef hún er um og yfir 50%, en hún er gjarnan ívið hærri fyrir handflökun en vélflökun. Skv. Rúnari Birgissyni (1995) eykst flökunarnýting með stærð og slóghlutfalli fisksins, en minnkar með hærri haushlutfalli. Þá virtist flökunarnýtingin aukast í hlutfalli við holdastuðul og er það í samræmi við Brynjólf Eyjólfsson (2001).

Vinnslunýting er hlutfall afurða og slægðs fisks með haus (smh). Vinnslunýtingin fer að sjálfsögðu eftir því um hvaða afurðir er að ræða, svo og eftir ýmsum öðrum þáttum. Samkvæmt Dóru Gísladóttir (2002) hafa los, holdroði og blóðblettir talsverð áhrif á vinnslunýtingu. Holdroði og blóðblettir einfaldlega af því að þeir krefjast þess að í snyrtingu sé meira af holdi skorið af þorskinum en ella. Ef fiskur er laus í sér losna

gjarnan tægjur úr honum sem verða eftir á færiböndum og vinnsulínum. Þannig hefur los ekki eingöngu bein neikvæð áhrif á vinnslunýtingu, heldur gerir þrif á vinnsulínum einnig erfiðari með auknum tilkostnaði og tilheyrandi hættu á bakteríuvesti.

2.2.2 Hringormar

Hringormar (*Phocanema decipens*) hafa lengi verið íslenskum fiskiðnaði óþægur ljár í þúfu. Hringormar lifa í mögum sela en nota ýmis sjávardýr og fiska sem millihýsla. Þorskur er algengur millihýsill og eru dæmi um að þorskar sem veiðast innihaldi yfir hundrað orma. Á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins hafa verið gerðar nokkuð ítarlegar rannsóknir á hringormum og hefur m.a. verið sýnt fram á að nokkur munur er á efnainnihaldi hringorma og þorskholds (Björn Dagbjartsson, 1973). Ýmsar hugmyndir hafa komið fram um aðferðir til að losna við ormana úr fiskholdinu, m.a. að nota röntgengeisla og rafstraum til að hreyfa við ormunum, en hefðbundin snyrting á ljósaborði hefur ekki enn verið leyst af hólmi svo að vel sé. Slík snyrting krefst talsverðs mannafla og er dýr. Ekki er algengt að fólk sýkist af hringormslirfum, enda duga flestar venjulegar matreiðsluaðferðir til að drepa hringorma. Sé fisksins hinsvegar neytt hrás (sushi) eða óhefðbundnar aðferðir eins og kaldreyking eða léttmarinering notaðar við vinnsluna getur verið hættu á að ormurinn sýki menn. Það á þó fyrst og fremst um svokallaðan hvalorm sem sýkir þorsk síður en selormur sem er aðalsýkingarvaldur þorsks (Erlingur Hauksson, 1992).



Mynd 2.4 Hringormar úr þorski sem veiddist við Breiðafjörð (Rf; mynd S0404002)

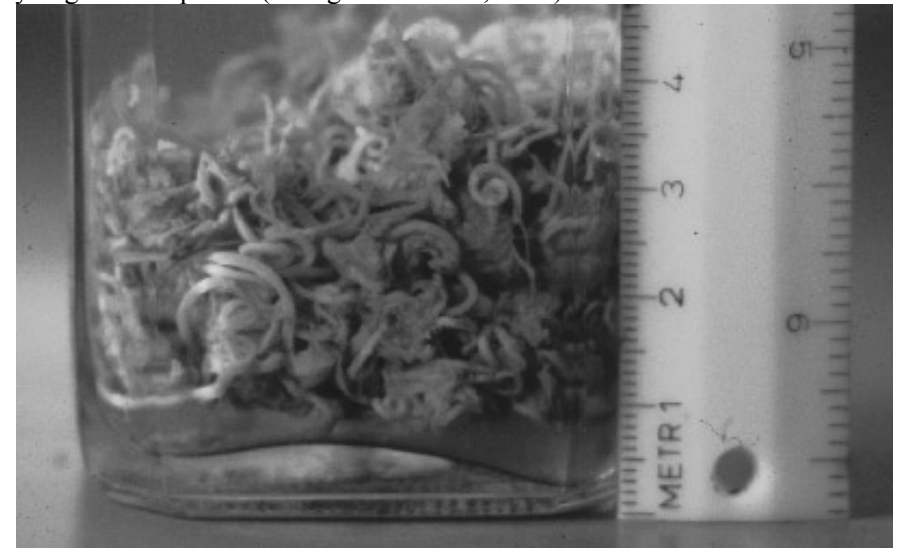
2.2.3 Blóðblettir og holdroði

Í gæðaeftirliti Samherja hf á Dalvík eru blóðblettir og holdroðablettir taldir. Blóð og holdroði eru ekki hættuleg heilsu manna, líkt og hringormar geta verið en spilla útliti þorsksins og minnka þar með verðmæti hans. Um mat á blóði og holdroða gildir, líkt og um mat á losi, að nokkuð erfitt getur verið að finna kvarða sem gefur hlutlægt mat,

gjarnan tægjur úr honum sem verða eftir á færiböndum og vinnsulínum. Þannig hefur los ekki eingöngu bein neikvæð áhrif á vinnslunýtingu, heldur gerir þrif á vinnsulínum einnig erfiðari með auknum tilkostnaði og tilheyrandi hættu á bakteríuvesti.

2.2.2 Hringormar

Hringormar (*Phocanema decipens*) hafa lengi verið íslenskum fiskiðnaði óþægur ljár í þúfu. Hringormar lifa í mögum sela en nota ýmis sjávardýr og fiska sem millihýsla. Þorskur er algengur millihýsill og eru dæmi um að þorskar sem veiðast innihaldi yfir hundrað orma. Á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins hafa verið gerðar nokkuð ítarlegar rannsóknir á hringormum og hefur m.a. verið sýnt fram á að nokkur munur er á efnainnihaldi hringorma og þorskholds (Björn Dagbjartsson, 1973). Ýmsar hugmyndir hafa komið fram um aðferðir til að losna við ormana úr fiskholdinu, m.a. að nota röntgengeisla og rafstraum til að hreyfa við ormunum, en hefðbundin snyrting á ljósaborði hefur ekki enn verið leyst af hólmi svo að vel sé. Slík snyrting krefst talsverðs mannafla og er dýr. Ekki er algengt að fólk sýkist af hringormslirfum, enda duga flestar venjulegar matreiðsluaðferðir til að drepa hringorma. Sé fisksins hinsvegar neytt hrás (sushi) eða óhefðbundnar aðferðir eins og kaldreyking eða léttmarinering notaðar við vinnsluna getur verið hættu á að ormurinn sýki menn. Það á þó fyrst og fremst um svokallaðan hvalorm sem sýkir þorsk síður en selormur sem er aðalsýkingarvaldur þorsks (Erlingur Hauksson, 1992).

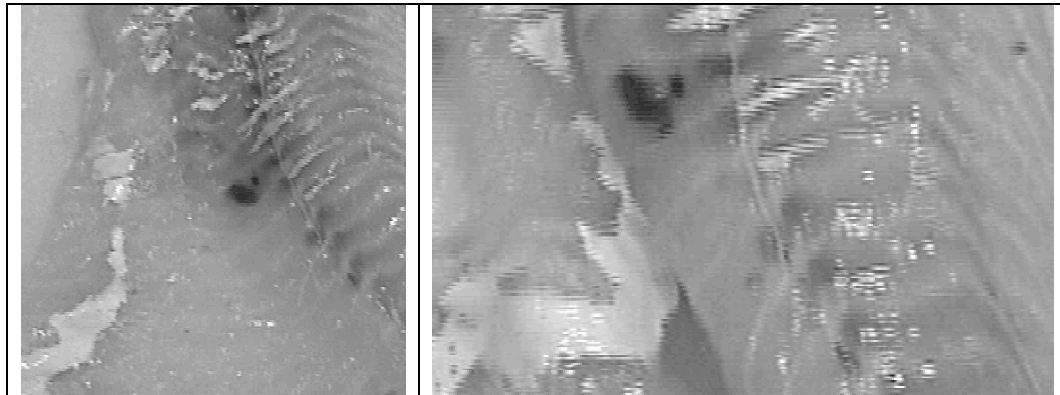


Mynd 2.4 Hringormar úr þorski sem veiddist við Breiðafjörð (Rf; mynd S0404002)

2.2.3 Blóðblettir og holdroði

Í gæðaeftirliti Samherja hf á Dalvík eru blóðblettir og holdroðablettir taldir. Blóð og holdroði eru ekki hættuleg heilsu manna, líkt og hringormar geta verið en spilla útliti þorsksins og minnka þar með verðmæti hans. Um mat á blóði og holdroða gildir, líkt og um mat á losi, að nokkuð erfitt getur verið að finna kvarða sem gefur hlutlægt mat,

án tillits til þess hver það er sem mælir. Prófað hefur verið að nota einkunnaskala, t.d. á bilinu 1-6 (Jónas Bjarnason, 1998), en það hefur gefið misgóða raun. Hjá Samherja hf á Dalvík hafa nokkuð lengi verið notuð gegnsæ plastspjöld til að leggja mat á blóð, holdroða og los. Á spjaldið eru strikaðir ferningar með hliðalengd 4 cm. Blóðblettur telst þá vera ef þarf að flá flöt í snyrtingu sem er á stærð við ferning með 4cm hliðalengd. Margir litlir blettir teljast eitt blóð ef samanlögð stærð þeirra er 16cm². Á sama hátt er 1 holdroðablettur sama stærð af gegnrauðu holdi sem ekki nýtist í bitavinnslu.



Mynd 2.5 Þorsklak með blóðbletti. Myndin til vinstri sýnir stærri hluta flaksins, en myndin til hægri sýnir blóðblettinn í nærmynd.

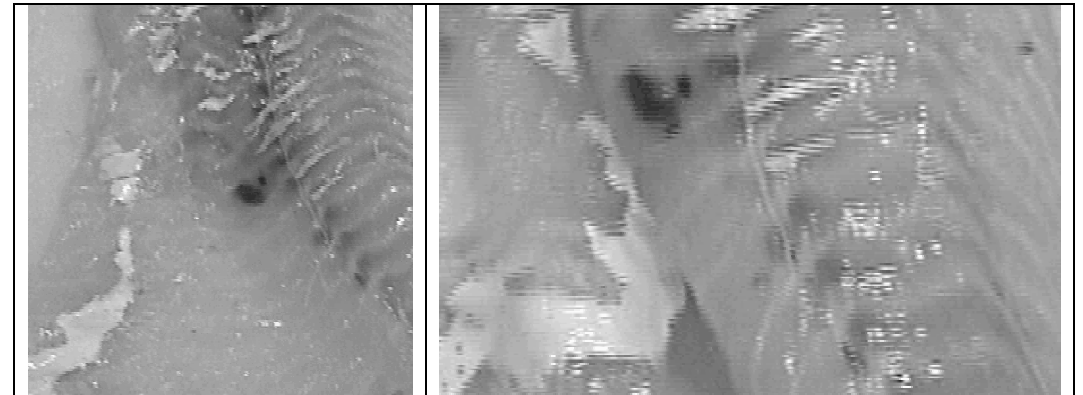
2.2.4 Los

Jónas Bjarnason (1998) skilgreinir los sem „almenna sundurlausn vöðva, að mestu leyti án sýnilegra og ákveðinna sprungna á ákveðnum svæðum“. Sprungur séu hinsvegar mest áberandi á milli bindivefshimna í vöðvum (myocommata) inn á milli þykkra vöðvalaga (myotoma). Í grundvallaratriðum er sama skilgreining notuð hér, nema hvað ekki er gerður eiginlegur greinarmunur á losi og sprungum og notuð skilgreining sem snertir vinnsluna beint og gerir mælinguna einfaldari en ella:

1 los er skilgreint sem 16 cm² af sundurlausu fiskholdi sem ekki nýtist í bitavinnslu

Los hefur verið rannsakað nokkuð mikið samanborið við marga aðra eiginleika þorsks. Jón Heiðar Ríkharðsson og Rúnar Birgisson (1996) töldu að nota mætti slóghlutfall eða holdastuðul til að spá fyrir um los í fiskholdi. Menn eru ekki sammála um hvaða áhrif stærð fisks hafi á los eins og fram kemur í kafla 2.1.5, en almennt virðist talið að los sveiflist með árstíma og að aukning á æti í sjónum auki los.

án tillits til þess hver það er sem mælir. Prófað hefur verið að nota einkunnaskala, t.d. á bilinu 1-6 (Jónas Bjarnason, 1998), en það hefur gefið misgóða raun. Hjá Samherja hf á Dalvík hafa nokkuð lengi verið notuð gegnsæ plastspjöld til að leggja mat á blóð, holdroða og los. Á spjaldið eru strikaðir ferningar með hliðalengd 4 cm. Blóðblettur telst þá vera ef þarf að flá flöt í snyrtingu sem er á stærð við ferning með 4cm hliðalengd. Margir litlir blettir teljast eitt blóð ef samanlögð stærð þeirra er 16cm². Á sama hátt er 1 holdroðablettur sama stærð af gegnrauðu holdi sem ekki nýtist í bitavinnslu.



Mynd 2.5 Þorsklak með blóðbletti. Myndin til vinstri sýnir stærri hluta flaksins, en myndin til hægri sýnir blóðblettinn í nærmynd.

2.2.4 Los

Jónas Bjarnason (1998) skilgreinir los sem „almenna sundurlausn vöðva, að mestu leyti án sýnilegra og ákveðinna sprungna á ákveðnum svæðum“. Sprungur séu hinsvegar mest áberandi á milli bindivefshimna í vöðvum (myocommata) inn á milli þykkra vöðvalaga (myotoma). Í grundvallaratriðum er sama skilgreining notuð hér, nema hvað ekki er gerður eiginlegur greinarmunur á losi og sprungum og notuð skilgreining sem snertir vinnsluna beint og gerir mælinguna einfaldari en ella:

1 los er skilgreint sem 16 cm² af sundurlausu fiskholdi sem ekki nýtist í bitavinnslu

Los hefur verið rannsakað nokkuð mikið samanborið við marga aðra eiginleika þorsks. Jón Heiðar Ríkharðsson og Rúnar Birgisson (1996) töldu að nota mætti slóghlutfall eða holdastuðul til að spá fyrir um los í fiskholdi. Menn eru ekki sammála um hvaða áhrif stærð fisks hafi á los eins og fram kemur í kafla 2.1.5, en almennt virðist talið að los sveiflist með árstíma og að aukning á æti í sjónum auki los.

2.2.5 Drip

Drip er það vatn sem tapast við þíðingu fisks og er skilgreint sem hlutfall þyngdar vatnsins sem tapast og þyngdar fisksins. Drip orsakast af því að frumur hafa skemmt við frystingu eða vegna endurkristöllumunar í frostgeymslu. Við þetta tapast bæði vatn og vítamín. Í nautakjöti geta tapast 12% þíamíns, 10% riboflavíns og 14% níasíns. Í ávöxtum geta tapast 30% C-vítamíns (Fellows, 1998). Samkvæmt Jones (1995) eykst drip í nautakjöti samfara lækkun á sýrustigi þess.

Drip er nokkuð mikilvægur gæðaeiginleiki, enda er stór hluti fiskafurða frystur (og þíddur) áður en hann kemur á borð til neytenda. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) í Bandaríkjunum, sem gefur þarlendum fiskafurðum einkunn (t.d. U.S. Grade A) notar drip sem hluta af heildareinkunn sinni. Þar á bæ er drip yfir 6% talið koma niður á gæðum vörunnar (NOAA, 2003). Mikilvægt er þó að gera greinarmun á dripi vegna náttúrulegs safa sem fiskurinn hefur að geyma og því vatni sem tapast af glasseringu (ishúð sem oft er bætt á fisk til að verja hann fyrir þornun).

2.2.6 Sýrustig

Sýrustig (pH) gefur til kynna styrk vetnisjóna (H^+) í lausn. Vetnisjónirnar myndast þegar ekki kemur nægt súrefni til vöðva, t.d. við erfði. Við dauða stöðvast súrefnisflæði til fruma sem veldur því að glýkogen í frumum brotnar niður í mjólkursýru í stað þess að brotna niður í koltvísýring og vatn (Valdimar Ingi Gunnarsson, 2002). Þegar nánast allt glýkógen er búið í vöðvum herpast þeir saman í dauðastirðnun (rigor mortis).

Sýrustig hefur verið tengt margvíslegum eiginleikum þorsks og má t.d. nefna að Love (1975) taldi að ef sýrustig væri of lágt hefði það í för með sér seiga áferð þorsks. Hann taldi einnig að sýrustig lækkaði eftir því sem þorskurinn stækkaði. Þessi lækkun héldi áfram að takmarkandi gildi (6,2) svo framarlega sem um næga fæðu væri að ræða og þessi eiginleiki væri mögulega hluti af ástæðunni fyrir því að stór þorskur geymdist betur en minni þorskur. Sólveig Ingólfssdóttir o.fl. (1998) komust að sambærilegri niðurstöðu varðandi að stærð þorsks væri í öfugu hlutfalli við sýrustig hans, en staðfestu hinsvegar ekki takmarkandi gildið.

2.2.7 Vatnsinnihald

Vatnsinnihald þorsks liggur gjarnan á bilinu 77-83% (Kristberg Kristbergsson, 2000) og sveiflast með árstíma eins og kom fram í kafla 2.1.1. Þar sem svo stór hluti þorsks er vatn má ætla að nokkur áhrif hafi á eiginleika hans hvernig vatnsinnihaldið breytist.

Ef litið er til efnainnihalds þorsks er það prótín auk vatns sem er mest áberandi, en samanlagt standa vatn og prótín fyrir meira en 95% af efnainnihaldi þorsksins. Vatnsinnihald þorsks er talið vera mest snemma á vorin en á sama tíma er prótínnihaldið lægst. Mögulega er það uppbygging hrogna sem orsakar lágt

2.2.5 Drip

Drip er það vatn sem tapast við þíðingu fisks og er skilgreint sem hlutfall þyngdar vatnsins sem tapast og þyngdar fisksins. Drip orsakast af því að frumur hafa skemmt við frystingu eða vegna endurkristöllumunar í frostgeymslu. Við þetta tapast bæði vatn og vítamín. Í nautakjöti geta tapast 12% þíamíns, 10% riboflavíns og 14% níasíns. Í ávöxtum geta tapast 30% C-vítamíns (Fellows, 1998). Samkvæmt Jones (1995) eykst drip í nautakjöti samfara lækkun á sýrustigi þess.

Drip er nokkuð mikilvægur gæðaeiginleiki, enda er stór hluti fiskafurða frystur (og þíddur) áður en hann kemur á borð til neytenda. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) í Bandaríkjunum, sem gefur þarlendum fiskafurðum einkunn (t.d. U.S. Grade A) notar drip sem hluta af heildareinkunn sinni. Þar á bæ er drip yfir 6% talið koma niður á gæðum vörunnar (NOAA, 2003). Mikilvægt er þó að gera greinarmun á dripi vegna náttúrulegs safa sem fiskurinn hefur að geyma og því vatni sem tapast af glasseringu (ishúð sem oft er bætt á fisk til að verja hann fyrir þornun).

2.2.6 Sýrustig

Sýrustig (pH) gefur til kynna styrk vetnisjóna (H^+) í lausn. Vetnisjónirnar myndast þegar ekki kemur nægt súrefni til vöðva, t.d. við erfði. Við dauða stöðvast súrefnisflæði til fruma sem veldur því að glýkogen í frumum brotnar niður í mjólkursýru í stað þess að brotna niður í koltvísýring og vatn (Valdimar Ingi Gunnarsson, 2002). Þegar nánast allt glýkógen er búið í vöðvum herpast þeir saman í dauðastirðnun (rigor mortis).

Sýrustig hefur verið tengt margvíslegum eiginleikum þorsks og má t.d. nefna að Love (1975) taldi að ef sýrustig væri of lágt hefði það í för með sér seiga áferð þorsks. Hann taldi einnig að sýrustig lækkaði eftir því sem þorskurinn stækkaði. Þessi lækkun héldi áfram að takmarkandi gildi (6,2) svo framarlega sem um næga fæðu væri að ræða og þessi eiginleiki væri mögulega hluti af ástæðunni fyrir því að stór þorskur geymdist betur en minni þorskur. Sólveig Ingólfssdóttir o.fl. (1998) komust að sambærilegri niðurstöðu varðandi að stærð þorsks væri í öfugu hlutfalli við sýrustig hans, en staðfestu hinsvegar ekki takmarkandi gildið.

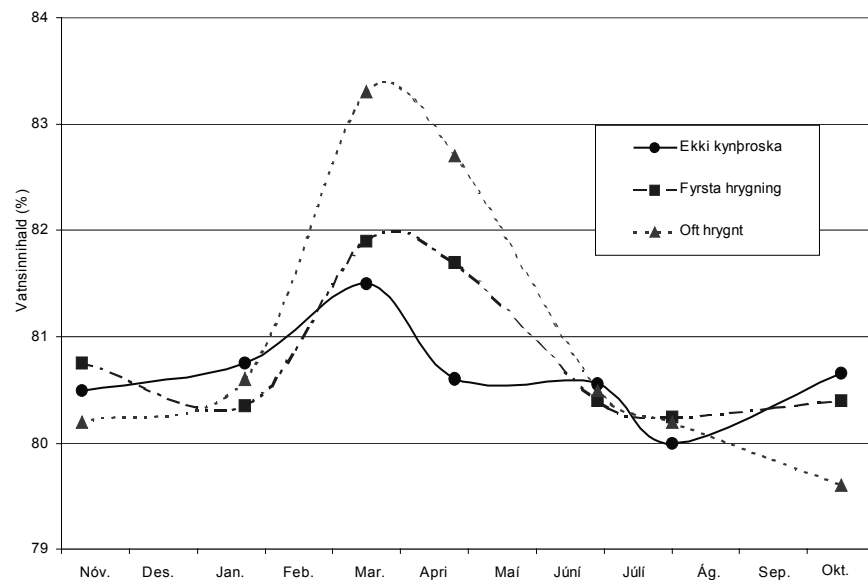
2.2.7 Vatnsinnihald

Vatnsinnihald þorsks liggur gjarnan á bilinu 77-83% (Kristberg Kristbergsson, 2000) og sveiflast með árstíma eins og kom fram í kafla 2.1.1. Þar sem svo stór hluti þorsks er vatn má ætla að nokkur áhrif hafi á eiginleika hans hvernig vatnsinnihaldið breytist.

Ef litið er til efnainnihalds þorsks er það prótín auk vatns sem er mest áberandi, en samanlagt standa vatn og prótín fyrir meira en 95% af efnainnihaldi þorsksins. Vatnsinnihald þorsks er talið vera mest snemma á vorin en á sama tíma er prótínnihaldið lægst. Mögulega er það uppbygging hrogna sem orsakar lágt

próteininnihald á vorin. Þegar gengið er á prótínið í þorskinum hækkar vatnsinnihaldið svo að sama skapi. Hrygning þorsks hefst gjarnan síðari hluta mars, nær hámarki í annarri viku apríl og er lokið í byrjun maí (Sigfús A. Schopka, 2003). Þegar liða fer á hrygningartímann lækkar vatnsinnihald aftur og hefur meira jafnvægi náðst á það þegar kemur fram á sumar. Að líkindum er los sem gjarnan verður í þorski að vorlagi tengt þessum breytingum. Um og eftir hrygningu verður oft vart við mikið los í þorski, en þá er fiskurinn laus við hrognin, æti í sjónum að aukast og þorskurinn alþúinn að bæta sér upp þann holdmissi sem hann varð fyrir er hann var í minna æti.

Nokkur munur virðist vera á sveiflum í vatnsinnihaldi eftir því hve gamall þorskurinn er. Vatnsinnihald eldri og stærri þorsks sveiflast mun meira og er því engu líkara en að þorskurinn leggi meira í hrognaframleiðsluna eftir því sem hann eldist. Í samræmi við það gefur stærri þorskur af sér mun fleiri hrogn en minni þorskur (Brynjólfur Eyjólfsson o.fl., 2001).



Mynd 2.6 – Árstíðabundnar breytingar í vatnsinnihaldi þorsks (Love, 1988)

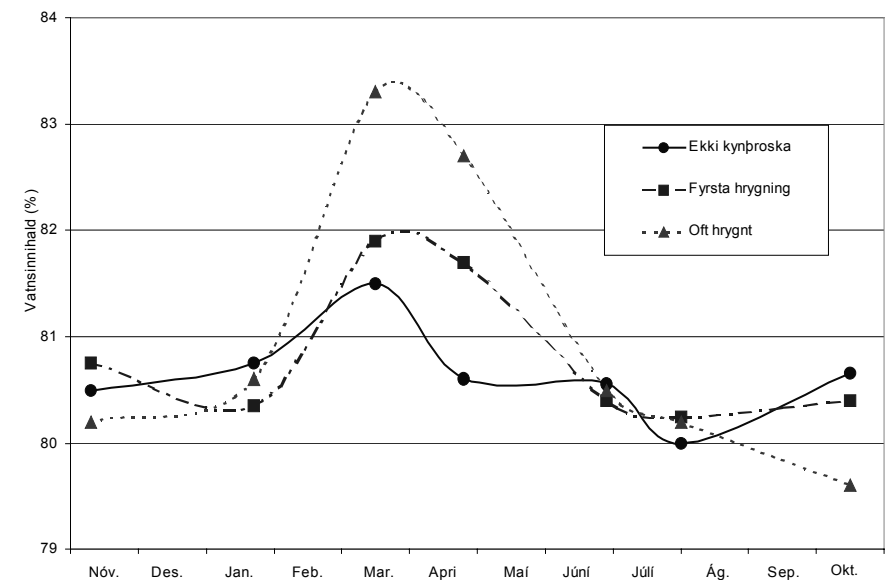
Samkvæmt Love (1975) hefur vatnsinnihald þorsks ekki mikil áhrif á áferð hans. Þá bendir rannsókn Gríms Valdimarssonar (1982) til að geymsla í vatnskrapa hafi í för með sér betri nýtingu en geymsla í ís, án þess að það hafi áhrif á vatnsinnihald.

2.2.8 Vatnsheldni

Vatnsheldni fiskvöðva er í grundvallaratriðum sá eiginleiki vöðvans að halda vel því vatni sem hann hefur að geyma. Algengt er að mæla vatnsheldni sem það hlutfall vatns sem fiskurinn hefur enn að geyma eftir ákveðna meðferð í skilvindu. Það var og gert í þessari rannsókn. Einnig hefur verið reynt að nota NMR (Nuclear Magnetic

próteininnihald á vorin. Þegar gengið er á prótínið í þorskinum hækkar vatnsinnihaldið svo að sama skapi. Hrygning þorsks hefst gjarnan síðari hluta mars, nær hámarki í annarri viku apríl og er lokið í byrjun maí (Sigfús A. Schopka, 2003). Þegar liða fer á hrygningartímann lækkar vatnsinnihald aftur og hefur meira jafnvægi náðst á það þegar kemur fram á sumar. Að líkindum er los sem gjarnan verður í þorski að vorlagi tengt þessum breytingum. Um og eftir hrygningu verður oft vart við mikið los í þorski, en þá er fiskurinn laus við hrognin, æti í sjónum að aukast og þorskurinn alþúinn að bæta sér upp þann holdmissi sem hann varð fyrir er hann var í minna æti.

Nokkur munur virðist vera á sveiflum í vatnsinnihaldi eftir því hve gamall þorskurinn er. Vatnsinnihald eldri og stærri þorsks sveiflast mun meira og er því engu líkara en að þorskurinn leggi meira í hrognaframleiðsluna eftir því sem hann eldist. Í samræmi við það gefur stærri þorskur af sér mun fleiri hrogn en minni þorskur (Brynjólfur Eyjólfsson o.fl., 2001).



Mynd 2.6 – Árstíðabundnar breytingar í vatnsinnihaldi þorsks (Love, 1988)

Samkvæmt Love (1975) hefur vatnsinnihald þorsks ekki mikil áhrif á áferð hans. Þá bendir rannsókn Gríms Valdimarssonar (1982) til að geymsla í vatnskrapa hafi í för með sér betri nýtingu en geymsla í ís, án þess að það hafi áhrif á vatnsinnihald.

2.2.8 Vatnsheldni

Vatnsheldni fiskvöðva er í grundvallaratriðum sá eiginleiki vöðvans að halda vel því vatni sem hann hefur að geyma. Algengt er að mæla vatnsheldni sem það hlutfall vatns sem fiskurinn hefur enn að geyma eftir ákveðna meðferð í skilvindu. Það var og gert í þessari rannsókn. Einnig hefur verið reynt að nota NMR (Nuclear Magnetic

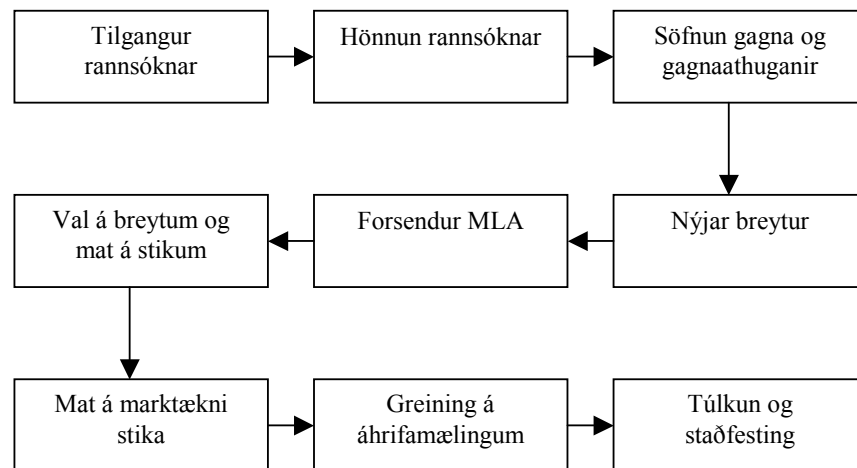
Reasonance) til að mæla vatnsheldni og hefur það gefið nokkuð góða raun (Jepsen o.fl., 1999).

Vatnsheldni skiptir miklu máli þegar kemur að því að búa til ýmsa rétti úr þorski eins og t.d. paté eða aðrar unnar vörur. Vatnsheldni ferskra vara skiptir að sjálfsögðu einnig miklu máli. Þeim mun betur sem ferskvörur halda vatni því ferskari líta þær almennt út auk þess sem vatn sem tapast úr vörunni er yfirleitt ekki selt dýru verði, á meðan vatn sem enn er í vörunni er verðmætt. Borið saman við ýmsar kjötvörur (t.d. lamba- og svínakjöt) er vatnsheldni þorskvöðva tiltölulega há (Kirk, R.S., Sawyer, 1991)

2.3 Tölfræði

Við skipulagningu þessarar rannsóknar var gengið út frá því að notuð yrði aðhvarfsgreining. Þar sem um var að ræða margar óháðar breytur hafði margvið aðhvarfsgreining augljósa kosti umfram einvíða aðhvarfsgreiningu. Við skipulagningu og úrvinnslu var stuðst mikið við Hair o.fl. (1998), Johnson og Wichern (2002) og námsefni úr námskeiðinu Iðnaðartölfræði 2 (Véla –og iðnaðarverkfræðiskor HÍ).

Margvið línuleg aðhvarfsgreining (MLA) snýst um að ná fram upplýsingum úr flóknum gögnum með mörgum mismunandi breytum. Rannsókn, þar sem margvið línuleg aðhvarfsgreining er notuð felur í sér allnokkur skref sem verður líklega best lýst með kassariti (mynd 2.7). Í undirköflum þessa kafla verður hverjum hluta kassaritsins lýst betur.



Mynd 2.7 Stig við margviða línulega aðhvarfsgreiningu (Hair o.fl., 1998)

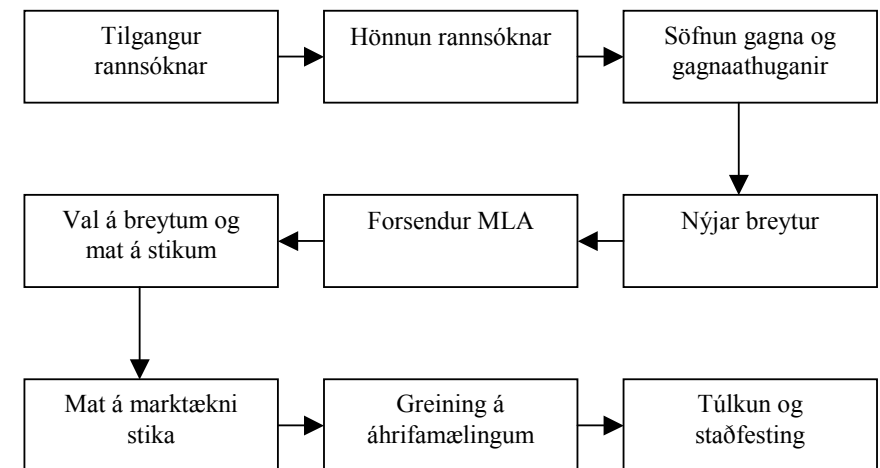
Reasonance) til að mæla vatnsheldni og hefur það gefið nokkuð góða raun (Jepsen o.fl., 1999).

Vatnsheldni skiptir miklu máli þegar kemur að því að búa til ýmsa rétti úr þorski eins og t.d. paté eða aðrar unnar vörur. Vatnsheldni ferskra vara skiptir að sjálfsögðu einnig miklu máli. Þeim mun betur sem ferskvörur halda vatni því ferskari líta þær almennt út auk þess sem vatn sem tapast úr vörunni er yfirleitt ekki selt dýru verði, á meðan vatn sem enn er í vörunni er verðmætt. Borið saman við ýmsar kjötvörur (t.d. lamba- og svínakjöt) er vatnsheldni þorskvöðva tiltölulega há (Kirk, R.S., Sawyer, 1991)

2.3 Tölfræði

Við skipulagningu þessarar rannsóknar var gengið út frá því að notuð yrði aðhvarfsgreining. Þar sem um var að ræða margar óháðar breytur hafði margvið aðhvarfsgreining augljósa kosti umfram einvíða aðhvarfsgreiningu. Við skipulagningu og úrvinnslu var stuðst mikið við Hair o.fl. (1998), Johnson og Wichern (2002) og námsefni úr námskeiðinu Iðnaðartölfræði 2 (Véla –og iðnaðarverkfræðiskor HÍ).

Margvið línuleg aðhvarfsgreining (MLA) snýst um að ná fram upplýsingum úr flóknum gögnum með mörgum mismunandi breytum. Rannsókn, þar sem margvið línuleg aðhvarfsgreining er notuð felur í sér allnokkur skref sem verður líklega best lýst með kassariti (mynd 2.7). Í undirköflum þessa kafla verður hverjum hluta kassaritsins lýst betur.



Mynd 2.7 Stig við margviða línulega aðhvarfsgreiningu (Hair o.fl., 1998)

2.3.1 Tilgangur rannsóknar

Tilgangur rannsóknarinnar var í raun margþættur eins og áður hefur komið fram. Ætlunin var að finna út hvað af orsakabreytunum hefðu áhrif á áhrifabreyturnar. Sérstaklega var horft til þess hvort finna mætti einfalda breytu, líkt og þyngd, lengd eða holdastuðul til að spá mætti fyrir um eiginleika þorskins (áhrifabreyturnar). Þá var stefnt að því að kanna hegðun orsakabreytanna ásamt því að byggja upp gagnagrunn til að frekari vinna mætti fara fram, t.d. í þá átt að meta áhrif orsakabreyta á afkomu sjávarútvegsins.

2.3.2 Hönnun rannsóknar

Mjög mikilvægt er að rannsókn sem þessi sé skipulögð þannig frá byrjun að nægur fjöldi sýna sé tekinn til að tryggja að niðurstöður verði tölfræðilega marktækar. Ekki er síður mikilvægt að huga að því að hægt sé að álykta almennt út frá niðurstöðunum og alhæfa. Það gefur t.a.m. augaleið að ef kanna skal áhrif árstíma er betra að dreifa sýnatökunum á allt árið í stað einungis einnar sýnatöku á ári.

Annað atriði sem nánast undantekningalaust þarf að hafa í huga við hönnun rannsókna er kostnaður. Kostnaður eykst þegar sýnatökum fjölga og þarf því oft að finna jafnvægi á milli magns upplýsinga sem aflað er og þess fjármagns sem í það fer. Við skipulagningu þessarar rannsóknar var stuðst við Schaeffer (1986), auk þess sem ráð voru sótt til leiðbeinenda.

2.3.3 Söfnun gagna og gagnaathuganir

Söfnun gagna skal unnin þannig að áhrif annarra þátta en þeirra sem eru til athugunar séu í lágmarki. Ganga skal úr skugga um að mælar séu rétt stilltir, að þeir sem mælingarnar framkvæmi viti hvernig þær skuli gerðar o.s.frv. Þá skal tilviljun ráða hvaða sýni eru tekin til athugunar að svo miklu leyti sem mögulegt er og skynsamlegt getur talist. Mjög algengt er að þegar unnið er með gögn að einstök gildi vanti eða þau séu óeðlileg (Ólafur Pétur Pálsson, 2002b, Hair o.fl., 1998). Algengt er að mannleg mistök eigi þar hlut að máli. Nokkrar aðferðir koma helstar til greina þegar fást á við slík gögn:

- Nota einungis gallalaus gögn
- Taka nýja mælingu ef hægt er
- Eyða breytum/tilfellum með göllum
- Fylla upp í eyður eða óeðlileg gildi með eyðufyllingu (t.d. með meðaltali eða gildum sem fást með spálíkönunum)

Í þessari rannsókn varð síðasti kosturinn fyrir valinu enda með öllu ómögulegt að framkvæma nýjar mælingar þegar þorskurinn er kominn á borð neytenda fyrir margt löngu! Gallinn við þennan kost er að eyðufyllingin getur haft áhrif á niðurstöður. Það var kannað með því að gera tvennskonar líkön, annars vegar út frá gögnum sem fyllt

2.3.1 Tilgangur rannsóknar

Tilgangur rannsóknarinnar var í raun margþættur eins og áður hefur komið fram. Ætlunin var að finna út hvað af orsakabreytunum hefðu áhrif á áhrifabreyturnar. Sérstaklega var horft til þess hvort finna mætti einfalda breytu, líkt og þyngd, lengd eða holdastuðul til að spá mætti fyrir um eiginleika þorskins (áhrifabreyturnar). Þá var stefnt að því að kanna hegðun orsakabreytanna ásamt því að byggja upp gagnagrunn til að frekari vinna mætti fara fram, t.d. í þá átt að meta áhrif orsakabreyta á afkomu sjávarútvegsins.

2.3.2 Hönnun rannsóknar

Mjög mikilvægt er að rannsókn sem þessi sé skipulögð þannig frá byrjun að nægur fjöldi sýna sé tekinn til að tryggja að niðurstöður verði tölfræðilega marktækar. Ekki er síður mikilvægt að huga að því að hægt sé að álykta almennt út frá niðurstöðunum og alhæfa. Það gefur t.a.m. augaleið að ef kanna skal áhrif árstíma er betra að dreifa sýnatökunum á allt árið í stað einungis einnar sýnatöku á ári.

Annað atriði sem nánast undantekningalaust þarf að hafa í huga við hönnun rannsókna er kostnaður. Kostnaður eykst þegar sýnatökum fjölga og þarf því oft að finna jafnvægi á milli magns upplýsinga sem aflað er og þess fjármagns sem í það fer. Við skipulagningu þessarar rannsóknar var stuðst við Schaeffer (1986), auk þess sem ráð voru sótt til leiðbeinenda.

2.3.3 Söfnun gagna og gagnaathuganir

Söfnun gagna skal unnin þannig að áhrif annarra þátta en þeirra sem eru til athugunar séu í lágmarki. Ganga skal úr skugga um að mælar séu rétt stilltir, að þeir sem mælingarnar framkvæmi viti hvernig þær skuli gerðar o.s.frv. Þá skal tilviljun ráða hvaða sýni eru tekin til athugunar að svo miklu leyti sem mögulegt er og skynsamlegt getur talist. Mjög algengt er að þegar unnið er með gögn að einstök gildi vanti eða þau séu óeðlileg (Ólafur Pétur Pálsson, 2002b, Hair o.fl., 1998). Algengt er að mannleg mistök eigi þar hlut að máli. Nokkrar aðferðir koma helstar til greina þegar fást á við slík gögn:

- Nota einungis gallalaus gögn
- Taka nýja mælingu ef hægt er
- Eyða breytum/tilfellum með göllum
- Fylla upp í eyður eða óeðlileg gildi með eyðufyllingu (t.d. með meðaltali eða gildum sem fást með spálíkönunum)

Í þessari rannsókn varð síðasti kosturinn fyrir valinu enda með öllu ómögulegt að framkvæma nýjar mælingar þegar þorskurinn er kominn á borð neytenda fyrir margt löngu! Gallinn við þennan kost er að eyðufyllingin getur haft áhrif á niðurstöður. Það var kannað með því að gera tvennskonar líkön, annars vegar út frá gögnum sem fyllt

hafði verið upp í og hins vegar út frá gögnum þar sem tilvikum með eyðum og/eða óeðlilegum gögnum var eytt.

2.3.4 Nýjar breytur

Nauðsynlegt getur reynst að búa til nýjar breytur (aðrar en þær sem eru mældar) til að hægt sé að nota margvíða línulega aðhvarfsgreiningu, t.d. í eftirfarandi tilfellum:

- Breytur sem notaðar eru uppfylla ekki forsendur margvíðrar línulegrar aðhvarfsgreiningar líkt og lýst er í kafla 2.3.5.
- Um er að ræða breytur sem eru ekki eiginlegar mælingar (nonmetric). Í þeim tilfellum eru búnar til gervibreytur (dummy variables).
- Samband milli breyta er ekki línulegt. Þá getur verið nauðsynlegt að setja breytur í hærri veldi, taka kvaðratrót eða álíka.
- Grunur leikur á að samverkan (interaction) sé á milli breyta. Búin er til sérstök breyta fyrir samverkanina og kannað hvort hún er marktæk líkt og aðrar breytur.

2.3.5 Forsendur margvíðrar línulegrar aðhvarfsgreiningar

Forsendur margvíðrar línulegrar aðhvarfsgreiningar eru helstar:

- Úttaksbreytur (í þessu tilfelli svonefndar áhrifabreytur) skulu vera normaldreifðar. Hafa ber þó í huga að ekki er nauðsynlegt að áhrifabreyturnar séu normaldreifðar til að hægt sé að smíða líkan, en öryggismörk á stikum ásamt öryggismörkum á spágildum líkansins byggjast á því að um normaldrefingu sé að ræða.
- Stíkar líkans skulu vera línulegir
- Dreifni úttaksbreytanna skal vera fasti. Dreifnin vill gjarnan aukast eftir því sem gildin á úttaksbreytunum hækka og er þá nauðsynlegt að nota varpanir (búin til ný breyta) til að þessari forsendu sé fullnægt.
- Eftir að líkan hefur verið búið til skulu restliðir þess líkans vera óháðir innbyrðis, óháðir spágildum líkansins og jafnframt óháðir inntaksbreytunum.

2.3.6 Val á breytum og mat á stikum

Begar kemur að því að velja breytur í líkan eru í grundvallaratriðum tvær leiðir notaðar. Annars vegar getur sá sem rannsóknina framkvæmir valið ákveðnar breytur sem hann telur að skipti máli (t.d. út frá fyrri vitneskju um samband breytanna) og út frá því vali framkvæmt mat á stikum líkansins. Kostirnir við þetta eru að fjöldi breyta sem notaður er í líkan er takmarkaður en ókosturinn er sá að breytur sem gætu raunverulega skipt máli eru útilokaðar.

Hins vegar eru til nokkrar gerðir tölulegra valaðferða. Þessar valaðferðir sjá um að velja þær breytur sem eru notaðar í líkaninu og getur valið t.d. verið framkvæmt með það í huga að lágmarka spáskekkju líkansins. Þessar aðferðir tryggja alla jafna ekki að “bestu” breytturnar séu valdar í líkanið frá hagnýtu sjónarmiði en minnka hinsvegar spáskekkjuna.

hafði verið upp í og hins vegar út frá gögnum þar sem tilvikum með eyðum og/eða óeðlilegum gögnum var eytt.

2.3.4 Nýjar breytur

Nauðsynlegt getur reynst að búa til nýjar breytur (aðrar en þær sem eru mældar) til að hægt sé að nota margvíða línulega aðhvarfsgreiningu, t.d. í eftirfarandi tilfellum:

- Breytur sem notaðar eru uppfylla ekki forsendur margvíðrar línulegrar aðhvarfsgreiningar líkt og lýst er í kafla 2.3.5.
- Um er að ræða breytur sem eru ekki eiginlegar mælingar (nonmetric). Í þeim tilfellum eru búnar til gervibreytur (dummy variables).
- Samband milli breyta er ekki línulegt. Þá getur verið nauðsynlegt að setja breytur í hærri veldi, taka kvaðratrót eða álíka.
- Grunur leikur á að samverkan (interaction) sé á milli breyta. Búin er til sérstök breyta fyrir samverkanina og kannað hvort hún er marktæk líkt og aðrar breytur.

2.3.5 Forsendur margvíðrar línulegrar aðhvarfsgreiningar

Forsendur margvíðrar línulegrar aðhvarfsgreiningar eru helstar:

- Úttaksbreytur (í þessu tilfelli svonefndar áhrifabreytur) skulu vera normaldreifðar. Hafa ber þó í huga að ekki er nauðsynlegt að áhrifabreyturnar séu normaldreifðar til að hægt sé að smíða líkan, en öryggismörk á stikum ásamt öryggismörkum á spágildum líkansins byggjast á því að um normaldrefingu sé að ræða.
- Stíkar líkans skulu vera línulegir
- Dreifni úttaksbreytanna skal vera fasti. Dreifnin vill gjarnan aukast eftir því sem gildin á úttaksbreytunum hækka og er þá nauðsynlegt að nota varpanir (búin til ný breyta) til að þessari forsendu sé fullnægt.
- Eftir að líkan hefur verið búið til skulu restliðir þess líkans vera óháðir innbyrðis, óháðir spágildum líkansins og jafnframt óháðir inntaksbreytunum.

2.3.6 Val á breytum og mat á stikum

Begar kemur að því að velja breytur í líkan eru í grundvallaratriðum tvær leiðir notaðar. Annars vegar getur sá sem rannsóknina framkvæmir valið ákveðnar breytur sem hann telur að skipti máli (t.d. út frá fyrri vitneskju um samband breytanna) og út frá því vali framkvæmt mat á stikum líkansins. Kostirnir við þetta eru að fjöldi breyta sem notaður er í líkan er takmarkaður en ókosturinn er sá að breytur sem gætu raunverulega skipt máli eru útilokaðar.

Hins vegar eru til nokkrar gerðir tölulegra valaðferða. Þessar valaðferðir sjá um að velja þær breytur sem eru notaðar í líkaninu og getur valið t.d. verið framkvæmt með það í huga að lágmarka spáskekkju líkansins. Þessar aðferðir tryggja alla jafna ekki að “bestu” breytturnar séu valdar í líkanið frá hagnýtu sjónarmiði en minnka hinsvegar spáskekkjuna.

Í þessari rannsókn voru í raun báðar leiðir farnar. Prófað var að gera aðhvarfsgreiningu á nánast öllum breytunum og einnig að nota tölulegar aðferðir til að velja breytur.

2.3.7 Mat á marktækni stika

Þegar stikar líkans liggja fyrir þarf að kanna hvort þeir séu tölfræðilega marktækir. Einföld leið til þess er að reikna staðalskekkju stikamatsins og sjá hvort stikarnir séu frábrugðnir núlli (með ákveðnum öryggismörkum). Séu stikarnir ekki marktækir getur verið eðlilegt að gera nýja aðhvarfsgreiningu án þess að þær breytur sem höfðu ómarktæka stika séu hafðar með. Einnig skiptir máli hve mikið af breytileika gagnanna hefur verið útskýrt, þ.e. hve vel líkanið lýsir gögnunum. Til að kanna það má t.d. nota útskýringarstuðul (R^2) eða leiðréttan útskýringarstuðull, R^2_{adj} (Montgomery og Runger, 1999).

$$R^2 = \frac{SS_R}{SS_T} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)^2}{n}} \quad (2-4)$$

$$R^2_{adj} = 1 - \frac{n-1}{n-p} (1 - R^2), \quad (2-5)$$

þar sem e_i = restliður mælingar nr. i. n er fjöldi mælinga og p er fjöldi stika í líkani.

Tölfræðileg marktækni er hinsvegar ekki allt. Út frá hagnýtu sjónarmiði getur verið þýðingarlaust að hafa stika inni í líkani, þrátt fyrir að stikinn hafi reynst marktækur. Það er því mikilvægt að hafa bæði tölfræðilega og hagnýta marktækni í huga þegar lagt er mat á stika líkans.

2.3.8 Greining á áhrifamælingum

Þrátt fyrir að útlagagreining hafi farið fram og gögnin eigi að vera eðlileg getur sú staða komið upp að ákveðnar mælingar séu ráðandi þegar kemur að mati á stikum. Til að kanna hvort svo sé má reikna svokallaða Cooks-fjarlægð og út frá henni meta hvort einstakar mælingar hafi óeðlilega mikil áhrif á matið á stikunum. Sé svo er mælingunum eytt og ný aðhvarfsgreining framkvæmd.

2.3.9 Túlkun og staðfesting

Eftir að stikar hafa verið metnir er eðlilegt að athuga hvað þeir þýða í raun. Mat á því hvernig áhrifabreytan kemur til með að breytast ef orsakabreytur t.d. hækka um eitt staðalfrávik getur gefið mikilvægar upplýsingar. Einnig er mikilvægt að átta sig á því

Í þessari rannsókn voru í raun báðar leiðir farnar. Prófað var að gera aðhvarfsgreiningu á nánast öllum breytunum og einnig að nota tölulegar aðferðir til að velja breytur.

2.3.7 Mat á marktækni stika

Þegar stikar líkans liggja fyrir þarf að kanna hvort þeir séu tölfræðilega marktækir. Einföld leið til þess er að reikna staðalskekkju stikamatsins og sjá hvort stikarnir séu frábrugðnir núlli (með ákveðnum öryggismörkum). Séu stikarnir ekki marktækir getur verið eðlilegt að gera nýja aðhvarfsgreiningu án þess að þær breytur sem höfðu ómarktæka stika séu hafðar með. Einnig skiptir máli hve mikið af breytileika gagnanna hefur verið útskýrt, þ.e. hve vel líkanið lýsir gögnunum. Til að kanna það má t.d. nota útskýringarstuðul (R^2) eða leiðréttan útskýringarstuðull, R^2_{adj} (Montgomery og Runger, 1999).

$$R^2 = \frac{SS_R}{SS_T} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)^2}{n}} \quad (2-4)$$

$$R^2_{adj} = 1 - \frac{n-1}{n-p} (1 - R^2), \quad (2-5)$$

þar sem e_i = restliður mælingar nr. i. n er fjöldi mælinga og p er fjöldi stika í líkani.

Tölfræðileg marktækni er hinsvegar ekki allt. Út frá hagnýtu sjónarmiði getur verið þýðingarlaust að hafa stika inni í líkani, þrátt fyrir að stikinn hafi reynst marktækur. Það er því mikilvægt að hafa bæði tölfræðilega og hagnýta marktækni í huga þegar lagt er mat á stika líkans.

2.3.8 Greining á áhrifamælingum

Þrátt fyrir að útlagagreining hafi farið fram og gögnin eigi að vera eðlileg getur sú staða komið upp að ákveðnar mælingar séu ráðandi þegar kemur að mati á stikum. Til að kanna hvort svo sé má reikna svokallaða Cooks-fjarlægð og út frá henni meta hvort einstakar mælingar hafi óeðlilega mikil áhrif á matið á stikunum. Sé svo er mælingunum eytt og ný aðhvarfsgreining framkvæmd.

2.3.9 Túlkun og staðfesting

Eftir að stikar hafa verið metnir er eðlilegt að athuga hvað þeir þýða í raun. Mat á því hvernig áhrifabreytan kemur til með að breytast ef orsakabreytur t.d. hækka um eitt staðalfrávik getur gefið mikilvægar upplýsingar. Einnig er mikilvægt að átta sig á því

hvaða áhrif mismunandi orsakabreytur hafa á áhrifabreyturnar. Er t.d. hægt að ná fram mun betri nýtingu með því að stytta aldur hráefnis lítillega? Hversu mikið minna þarf að vera í hverju kari til að los minnki um 2%?

Að lokum er athugað hversu vel líkanið reynist. Það má t.d. gera með því að skipta gögnunum í tvennt og gera líkan út frá öðrum hluta gagnanna. Það líkan sem fæst er svo notað til að spá fyrir um þær mælingar sem ekki voru notaðar til að búa til líkanið. Hversu vel tekst til við þetta getur gefið til kynna hve gott líkanið reynist til að spá fyrir um framtíðarmælingar.

hvaða áhrif mismunandi orsakabreytur hafa á áhrifabreyturnar. Er t.d. hægt að ná fram mun betri nýtingu með því að stytta aldur hráefnis lítillega? Hversu mikið minna þarf að vera í hverju kari til að los minnki um 2%?

Að lokum er athugað hversu vel líkanið reynist. Það má t.d. gera með því að skipta gögnunum í tvennt og gera líkan út frá öðrum hluta gagnanna. Það líkan sem fæst er svo notað til að spá fyrir um þær mælingar sem ekki voru notaðar til að búa til líkanið. Hversu vel tekst til við þetta getur gefið til kynna hve gott líkanið reynist til að spá fyrir um framtíðarmælingar.

3 Framkvæmd

Segja má að framkvæmd þessa verkefnis hafi í grundvallaratriðum skipst í tvennt eins og komið hefur verið inn á. Annars vegar var um að ræða eðlis- og efnamælingar sem gerðar voru sérstaklega fyrir verkefnið og hins vegar var unnið úr mælingum sem gerðar voru í gæðaeftirliti frystihúss Samherja hf. á Dalvík. Hér á eftir verður gert grein fyrir því hvernig skipulag og framgangur verkefnisins var, ásamt nánari lýsingum á mælingum.

3.1 Undirbúningur

Fyrsti hluti verkefnisins var einfaldlega að greina skipulag gæðaeftirlitsins á Dalvík og þau gögn sem fyrir lágu um sambærilegar rannsóknir sem áður höfðu verið unnar á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og víðar. Til að byrja með var hugmyndin að hafa nokkurs konar bestunarhluta í verkefninu, þannig að niðurstöður verkefnisins yrðu teknar og búið til bestunarlíkan út frá þeim. Eftir nokkurn tíma var horfið frá því, þar sem ljóst þótti að slíkt yrði of viðamikið fyrir meistaraverkefni sem þetta.

3.1.1 Skipulag gæðaeftirlits Samherja

Begar verkefnið hófst á haustdögum 2001 voru til mælingar úr gæðaeftirlitinu frá febrúar sama ár og fram á haust. Það skipulag sem komið hafði verið upp var notað áfram, en það innihélt mælingar á orsakabreytunum árstími, holnúmer, stærð hols, aldur hráefnis, þyngd, þyngd flaka og veiðisvæði. Þessar mælingar voru svo tengdar við kör og þar með við orsakabreytuna þyngd í kari. Þær áhrifabreytur sem voru mældar voru fjöldi orma-, blóð-, holdroða- og losbletta. Út frá þessum mælingum voru svo reiknaðar stærðir á borð við nýtingu, ormar/kg o.s.frv. Mælingarnar voru alltaf gerðar með sömu tækjunum (vogir, flökunarvélar o.fl.) og af sömu starfsmönnunum ef þess var nokkur kostur. Lögð var rík áhersla á að hafa mælingarnar handahófskenndar (að því undanskildu að reynt var að mæla fisk af öllum stærðum og misgamlan) en þar sem um var að ræða fisk úr körum sem voru á leið inn í flökun og snyrtingu kom að sjálfsögðu ekki til greina að draga um það hvaða fiskur yrði mældur. Þannig er mögulegt að segja að mælingarnar geti verið skekktar (biased) en í því umhverfi sem verkefninu var búið, var erfitt að útiloka slíka skekkju með öllu.

Í nóvember 2001 var lögð inn til Rannís umsókn um fé til frekari mælinga á þeim þorskum sem mældir voru í gæðaeftirlitinu. Þá hafði verið mótuð stefna um að fjölga þeim breytum sem voru mældar, enda væru þá meiri líkur á að breytileiki í mælingum yrði útskýrður, auk þess sem sú vinna sem fer ætíð í sýnatökur yrði þá betur nýtt en ella m.t.t. þeirra upplýsinga sem kæmu úr sýnatökunum. Eftir heimsókn til Dalvíkur í mars 2002, þar sem farið var ítarlega yfir sýnatökurnar og skipulag frystihússins var bætt við mælingum á orsakabreytunum haushlutfall, lengd, veiðitími, fjöldi fiska í kari og þyngd í kari. Þessar breytur hafa verið mældar í gæðaeftirlitinu síðan þá.

3 Framkvæmd

Segja má að framkvæmd þessa verkefnis hafi í grundvallaratriðum skipst í tvennt eins og komið hefur verið inn á. Annars vegar var um að ræða eðlis- og efnamælingar sem gerðar voru sérstaklega fyrir verkefnið og hins vegar var unnið úr mælingum sem gerðar voru í gæðaeftirliti frystihúss Samherja hf. á Dalvík. Hér á eftir verður gert grein fyrir því hvernig skipulag og framgangur verkefnisins var, ásamt nánari lýsingum á mælingum.

3.1 Undirbúningur

Fyrsti hluti verkefnisins var einfaldlega að greina skipulag gæðaeftirlitsins á Dalvík og þau gögn sem fyrir lágu um sambærilegar rannsóknir sem áður höfðu verið unnar á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og víðar. Til að byrja með var hugmyndin að hafa nokkurs konar bestunarhluta í verkefninu, þannig að niðurstöður verkefnisins yrðu teknar og búið til bestunarlíkan út frá þeim. Eftir nokkurn tíma var horfið frá því, þar sem ljóst þótti að slíkt yrði of viðamikið fyrir meistaraverkefni sem þetta.

3.1.1 Skipulag gæðaeftirlits Samherja

Begar verkefnið hófst á haustdögum 2001 voru til mælingar úr gæðaeftirlitinu frá febrúar sama ár og fram á haust. Það skipulag sem komið hafði verið upp var notað áfram, en það innihélt mælingar á orsakabreytunum árstími, holnúmer, stærð hols, aldur hráefnis, þyngd, þyngd flaka og veiðisvæði. Þessar mælingar voru svo tengdar við kör og þar með við orsakabreytuna þyngd í kari. Þær áhrifabreytur sem voru mældar voru fjöldi orma-, blóð-, holdroða- og losbletta. Út frá þessum mælingum voru svo reiknaðar stærðir á borð við nýtingu, ormar/kg o.s.frv. Mælingarnar voru alltaf gerðar með sömu tækjunum (vogir, flökunarvélar o.fl.) og af sömu starfsmönnunum ef þess var nokkur kostur. Lögð var rík áhersla á að hafa mælingarnar handahófskenndar (að því undanskildu að reynt var að mæla fisk af öllum stærðum og misgamlan) en þar sem um var að ræða fisk úr körum sem voru á leið inn í flökun og snyrtingu kom að sjálfsögðu ekki til greina að draga um það hvaða fiskur yrði mældur. Þannig er mögulegt að segja að mælingarnar geti verið skekktar (biased) en í því umhverfi sem verkefninu var búið, var erfitt að útiloka slíka skekkju með öllu.

Í nóvember 2001 var lögð inn til Rannís umsókn um fé til frekari mælinga á þeim þorskum sem mældir voru í gæðaeftirlitinu. Þá hafði verið mótuð stefna um að fjölga þeim breytum sem voru mældar, enda væru þá meiri líkur á að breytileiki í mælingum yrði útskýrður, auk þess sem sú vinna sem fer ætíð í sýnatökur yrði þá betur nýtt en ella m.t.t. þeirra upplýsinga sem kæmu úr sýnatökunum. Eftir heimsókn til Dalvíkur í mars 2002, þar sem farið var ítarlega yfir sýnatökurnar og skipulag frystihússins var bætt við mælingum á orsakabreytunum haushlutfall, lengd, veiðitími, fjöldi fiska í kari og þyngd í kari. Þessar breytur hafa verið mældar í gæðaeftirlitinu síðan þá.

3.1.2 Rannsóknaráætlun

Ekki var nauðsynlegt að gera sérstaka rannsóknaráætlun fyrir mælingar í gæðaeftirlitinu á Dalvík. Þær mælingar voru gerðar á fiski úr hverri veiðiferð og snerist megin vinna við þann hluta verkefnisins um úrvinnslu mælinganna.

Öðru máli gegndi um þann fisk sem átti að fara í eðlis- og efnamælingar en þær mælingar eru nokkuð dýrar. Þar sem ekki fékkst styrkur úr Rannís vegna mælinga á eðlis- og efnamælingum var ákveðið að minnka umfang þeirra mælinga frá því sem fyrst hafði verið stefnt að. Gerð var rannsóknaráætlun sem miðaði að því að ná fiski annars vegar úti fyrir Vestfjörðum og Norðurlandi (svæði 2) og hins vegar við Austur- og Suðausturland (svæði 1) á kvótaárinu 2002-2003. Ástæða þess að í áætluninni var einungis um að ræða 2 svæði var að mælingar frá 2001-2002 í gæðaeftirlitinu virtust sýna að óraunhæft var að skipta veiðisvæðunum í fleiri flokka ef átti að fá nægan fjölda mælinga í hverju þeirra til að geta greint á milli þeirra með góðri tölfræðilegri nákvæmni en einungis voru fjármunir til takmarkaðs fjölda mælinga. Miðað var við að taka til mælinga fisk sem var misgamall ef mögulegt var. Í rannsóknaráætluninni var gert ráð fyrir fyrstu úrvinnslu eðlis- og efnamælinga í mars 2003, en þá skyldi ákveða hvort ástæða væri til frekari mælinga á eðlis- og efnaeiginleikum. Eftirfarandi eðlis- og efnaeiginleikar (áhrifabreytur) voru mældir:

- Drip
- Sýrustig
- Vatnsheldni
- Vatnsinnihald

Með hliðsjón af rannsóknaráætluninni var önnur umsókn send til Rannís í nóvember 2002 og fékkst þá styrkur til verkefnisins.

3.1.3 Verðmæti afurða

Þær mælingar sem gerðar voru í verkefninu voru á breytum sem talið var að hefðu áhrif á verðmæti þorskafurða. Til að finna út hvernig breytur eins og los tengjast verðmæti afurðanna á sem nákvæmastan hátt hefði verið nauðsynlegt að geta mælt afurðirnar til fjár. Lengi vel var reynt að finna lausn sem gerði þetta mögulegt, en að lokum var horfið frá því að gera slíkar mælingar, þar sem ljóst þótti að um of mikla vinnu yrði að ræða. Ástæða þess er einfaldlega að vinnslu innan frystihússins á Dalvík er ekki skipt í lotur eftir körum sem koma inn í vinnsluna, enda myndi slíkt hægja verulega á vinnslunni. Þar með blandast fiskur af mörgum veiðisvæðum saman í vinnslunni, sem gerir mun erfiðara um vik að fylgja ákveðnum fiskum eftir og tengja verðmæti þeirra við uppruna og eiginleika. Með frekari rafrænni skráningu fiskikara má þó gera ráð fyrir að slíkar mælingar verði einfaldari, en vel má hugsa sér að meta verðmæti vinnslu ákveðinna daga eftir því hvaðan fiskurinn sem unninn var þann daginn kemur. Slíkt krefst hins vegar of mikillar handavinnu sé skráning ekki rafræn frá veiðum og allt þar til kaupandi hefur reitt fram greiðslu.

3.1.2 Rannsóknaráætlun

Ekki var nauðsynlegt að gera sérstaka rannsóknaráætlun fyrir mælingar í gæðaeftirlitinu á Dalvík. Þær mælingar voru gerðar á fiski úr hverri veiðiferð og snerist megin vinna við þann hluta verkefnisins um úrvinnslu mælinganna.

Öðru máli gegndi um þann fisk sem átti að fara í eðlis- og efnamælingar en þær mælingar eru nokkuð dýrar. Þar sem ekki fékkst styrkur úr Rannís vegna mælinga á eðlis- og efnamælingum var ákveðið að minnka umfang þeirra mælinga frá því sem fyrst hafði verið stefnt að. Gerð var rannsóknaráætlun sem miðaði að því að ná fiski annars vegar úti fyrir Vestfjörðum og Norðurlandi (svæði 2) og hins vegar við Austur- og Suðausturland (svæði 1) á kvótaárinu 2002-2003. Ástæða þess að í áætluninni var einungis um að ræða 2 svæði var að mælingar frá 2001-2002 í gæðaeftirlitinu virtust sýna að óraunhæft var að skipta veiðisvæðunum í fleiri flokka ef átti að fá nægan fjölda mælinga í hverju þeirra til að geta greint á milli þeirra með góðri tölfræðilegri nákvæmni en einungis voru fjármunir til takmarkaðs fjölda mælinga. Miðað var við að taka til mælinga fisk sem var misgamall ef mögulegt var. Í rannsóknaráætluninni var gert ráð fyrir fyrstu úrvinnslu eðlis- og efnamælinga í mars 2003, en þá skyldi ákveða hvort ástæða væri til frekari mælinga á eðlis- og efnaeiginleikum. Eftirfarandi eðlis- og efnaeiginleikar (áhrifabreytur) voru mældir:

- Drip
- Sýrustig
- Vatnsheldni
- Vatnsinnihald

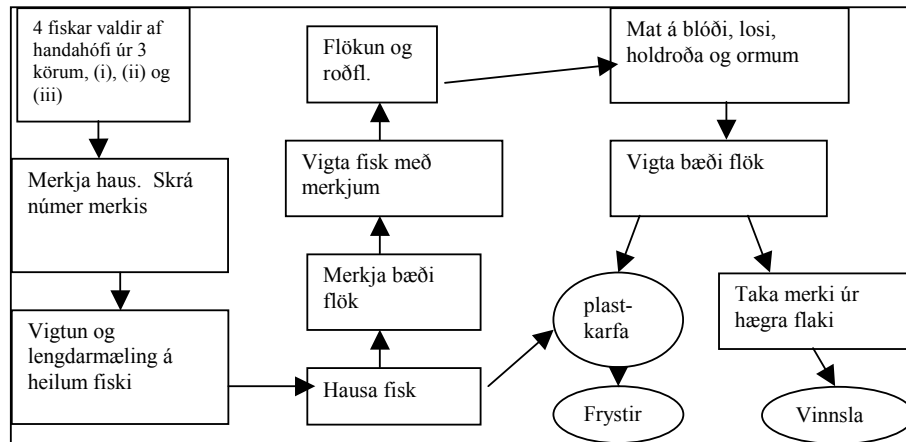
Með hliðsjón af rannsóknaráætluninni var önnur umsókn send til Rannís í nóvember 2002 og fékkst þá styrkur til verkefnisins.

3.1.3 Verðmæti afurða

Þær mælingar sem gerðar voru í verkefninu voru á breytum sem talið var að hefðu áhrif á verðmæti þorskafurða. Til að finna út hvernig breytur eins og los tengjast verðmæti afurðanna á sem nákvæmastan hátt hefði verið nauðsynlegt að geta mælt afurðirnar til fjár. Lengi vel var reynt að finna lausn sem gerði þetta mögulegt, en að lokum var horfið frá því að gera slíkar mælingar, þar sem ljóst þótti að um of mikla vinnu yrði að ræða. Ástæða þess er einfaldlega að vinnslu innan frystihússins á Dalvík er ekki skipt í lotur eftir körum sem koma inn í vinnsluna, enda myndi slíkt hægja verulega á vinnslunni. Þar með blandast fiskur af mörgum veiðisvæðum saman í vinnslunni, sem gerir mun erfiðara um vik að fylgja ákveðnum fiskum eftir og tengja verðmæti þeirra við uppruna og eiginleika. Með frekari rafrænni skráningu fiskikara má þó gera ráð fyrir að slíkar mælingar verði einfaldari, en vel má hugsa sér að meta verðmæti vinnslu ákveðinna daga eftir því hvaðan fiskurinn sem unninn var þann daginn kemur. Slíkt krefst hins vegar of mikillar handavinnu sé skráning ekki rafræn frá veiðum og allt þar til kaupandi hefur reitt fram greiðslu.

3.2 Mælingar

Stærstur hluti mælinga sem framkvæmdar voru í þessu verkefni var gerður af starfsfólki Samherja hf. Skráðar voru upplýsingar úr afladagbókum togaranna varðandi orsakabreytur eins og veiðisvæði og veiðitíma (toglengd). Teknar voru prufur úr veiðiferðum togaranna sem tengdar voru við þessar upplýsingar með karanúmerum. Mynd 3.1 er yfirlitsmynd fyrir sýnatökur og mælingar sem gerðar voru í frystihúsi Samherja á þeim fiskum sem fóru í eðlis- og efnamælingar:



Mynd 3.1 Ferli við sýnatökur og mælingar í frystihúsinu á Dalvík. (i) er 2-3 daga gamall fiskur, (ii) er 4-5 daga gamall fiskur og (iii) er 6-7 daga gamall fiskur. Um er að ræða mælingar sem framkvæmdar voru á fiskum sem gerðar voru eðlis- og efnamælingar á. Sama ferli var fylgt fyrir þá fiska sem mældir voru í gæðaeftirlitinu, nema hvað merkingum var sleppt og bæði flökin fóru í vinnslu eftir mælingar.

3.2.1 Afladagbækur

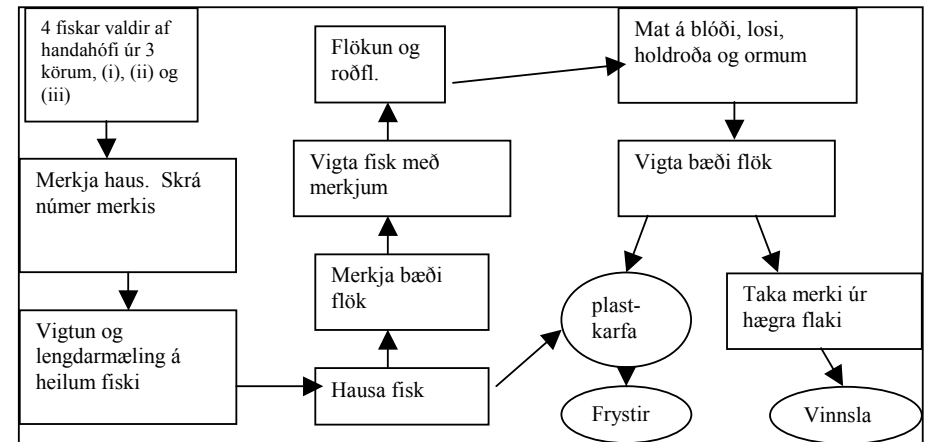
Mælingar sjómanna á aflanum og aðstæðum sem ríktu við veiðarnar voru fyrsta mælingin sem tengdist hverjum þorski. Orsakabreyturnar árstími, holnúmer, stærð hols, veiðisvæði og veiðitími voru skráðar í afladagbækur af skipstjóra svo sem almennt tíðkast.

3.2.2 Mælingar í gæðaeftirliti Samherja

Allar aðrar breytur en efna- og eðliseiginleikabreyturnar drip, sýrustig, vatnsheldni og vatnsinnihald voru mældar í gæðaeftirliti Samherja á Dalvík. Fiskurinn var valinn til mælinga eins og lýst var í kafla 3.1.1. Heill fiskur, hausar og flök voru vegnir með Marel vogum (B1224, B-1 PV5002A og B126 PV1740). Hausun fór fram í Baader 434, flökun í Baader 189 og roðfletting í Baader 51. Lengd var mæld með þar til gerðu áhaldi sem tryggir að fiskurinn er ávallt mældur á sambærilegan hátt. Allir sjáanlegir ormar voru taldir á ljósaborði. Mynd 3.2 sýnir hvernig rúðustrikað plastspjald var notað

3.2 Mælingar

Stærstur hluti mælinga sem framkvæmdar voru í þessu verkefni var gerður af starfsfólki Samherja hf. Skráðar voru upplýsingar úr afladagbókum togaranna varðandi orsakabreytur eins og veiðisvæði og veiðitíma (toglengd). Teknar voru prufur úr veiðiferðum togaranna sem tengdar voru við þessar upplýsingar með karanúmerum. Mynd 3.1 er yfirlitsmynd fyrir sýnatökur og mælingar sem gerðar voru í frystihúsi Samherja á þeim fiskum sem fóru í eðlis- og efnamælingar:



Mynd 3.1 Ferli við sýnatökur og mælingar í frystihúsinu á Dalvík. (i) er 2-3 daga gamall fiskur, (ii) er 4-5 daga gamall fiskur og (iii) er 6-7 daga gamall fiskur. Um er að ræða mælingar sem framkvæmdar voru á fiskum sem gerðar voru eðlis- og efnamælingar á. Sama ferli var fylgt fyrir þá fiska sem mældir voru í gæðaeftirlitinu, nema hvað merkingum var sleppt og bæði flökin fóru í vinnslu eftir mælingar.

3.2.1 Afladagbækur

Mælingar sjómanna á aflanum og aðstæðum sem ríktu við veiðarnar voru fyrsta mælingin sem tengdist hverjum þorski. Orsakabreyturnar árstími, holnúmer, stærð hols, veiðisvæði og veiðitími voru skráðar í afladagbækur af skipstjóra svo sem almennt tíðkast.

3.2.2 Mælingar í gæðaeftirliti Samherja

Allar aðrar breytur en efna- og eðliseiginleikabreyturnar drip, sýrustig, vatnsheldni og vatnsinnihald voru mældar í gæðaeftirliti Samherja á Dalvík. Fiskurinn var valinn til mælinga eins og lýst var í kafla 3.1.1. Heill fiskur, hausar og flök voru vegnir með Marel vogum (B1224, B-1 PV5002A og B126 PV1740). Hausun fór fram í Baader 434, flökun í Baader 189 og roðfletting í Baader 51. Lengd var mæld með þar til gerðu áhaldi sem tryggir að fiskurinn er ávallt mældur á sambærilegan hátt. Allir sjáanlegir ormar voru taldir á ljósaborði. Mynd 3.2 sýnir hvernig rúðustrikað plastspjald var notað

til að meta los, blóð og holdroða. Ef fiskurinn var ætlaður til eðlis- og efnamælinga var vinstra flakið fryst eftir þetta en væri ekki svo, fóru flökin til venjulegrar vinnslu.



Mynd 3.2 Rúðustrikað plastspjald sem notað var til að meta los, blóðbletti og holdroðabletti.

3.2.3 Frystigeymsla

Fiskurinn var geymdur í frysti á Dalvík uns safnast hafði upp nokkuð magn sýna. Þá var hann sendur með flutningabílum Landflutninga (í frystigám) í Ísheima, geymslumiðstöð Samskipa hf á frosnum vörum. Þangað var náð í hann og honum komið fyrir í frystigeymslu á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Ávallt var reynt að hindra að hitastigið á fiskinum sveiflaðist og voru frostgeymslur sem voru notaðar allar kaldari en -24°C .

3.2.4 Mælingar á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins (Rf)

Eðlis- og efnamælingar voru gerðar á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins (Rf). Allar mælingar voru gerðar á tvísýnum, nema mælingar á sýrustigi. Þegar fyrstu mælingar fóru fram hafði safnast nokkuð af sýnum saman og var þá dregið um röð mælinga. Eftir það voru sýnin mæld eftir því sem þau bárust.

til að meta los, blóð og holdroða. Ef fiskurinn var ætlaður til eðlis- og efnamælinga var vinstra flakið fryst eftir þetta en væri ekki svo, fóru flökin til venjulegrar vinnslu.



Mynd 3.2 Rúðustrikað plastspjald sem notað var til að meta los, blóðbletti og holdroðabletti.

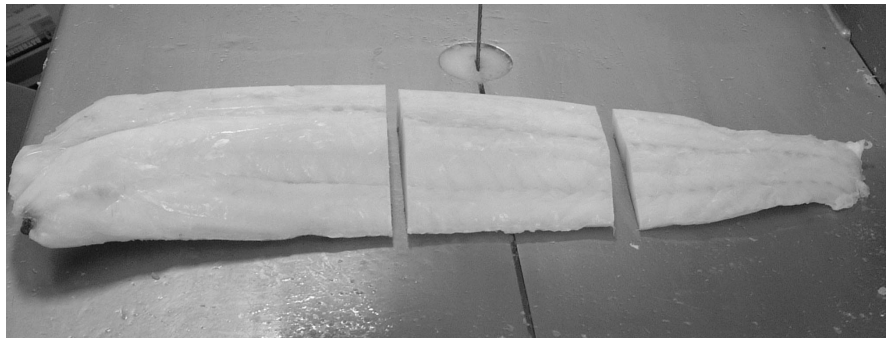
3.2.3 Frystigeymsla

Fiskurinn var geymdur í frysti á Dalvík uns safnast hafði upp nokkuð magn sýna. Þá var hann sendur með flutningabílum Landflutninga (í frystigám) í Ísheima, geymslumiðstöð Samskipa hf á frosnum vörum. Þangað var náð í hann og honum komið fyrir í frystigeymslu á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Ávallt var reynt að hindra að hitastigið á fiskinum sveiflaðist og voru frostgeymslur sem voru notaðar allar kaldari en -24°C .

3.2.4 Mælingar á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins (Rf)

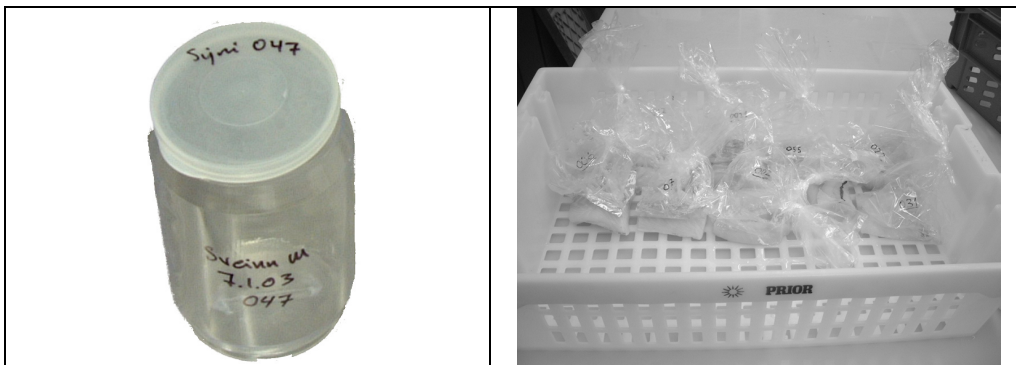
Eðlis- og efnamælingar voru gerðar á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins (Rf). Allar mælingar voru gerðar á tvísýnum, nema mælingar á sýrustigi. Þegar fyrstu mælingar fóru fram hafði safnast nokkuð af sýnum saman og var þá dregið um röð mælinga. Eftir það voru sýnin mæld eftir því sem þau bárust.

Fyrsta skrefið í eðlis- og efnamælingunum var að skipta þorskflökunum í þrennt; hnakkastykki, miðstykki og sporð. Einungis miðstykkið var mælt og var það gert m.a. til að geta geymt hnakkastykkið og sporðstykkið til frekari mælinga ef þurfa þætti, auk þess sem flestar mælingar sem höfðu verið gerðar á vatnsheldni á Rf höfðu verið gerðar á miðstykkjum og auðveldaði þetta því samanburð við fyrri mælingar. Flökin voru söguð með bandsög. Þar sem flökin voru nokkuð misstór voru miðstykkinn eðlilega einnig misstór en að jafnaði voru þau 7-12 cm að lengd.



Mynd 3.3 Þorskflak eftir sögun. Miðstykkið var tekið til mælinga en hnakkastykki og sporður geymd í frosti.

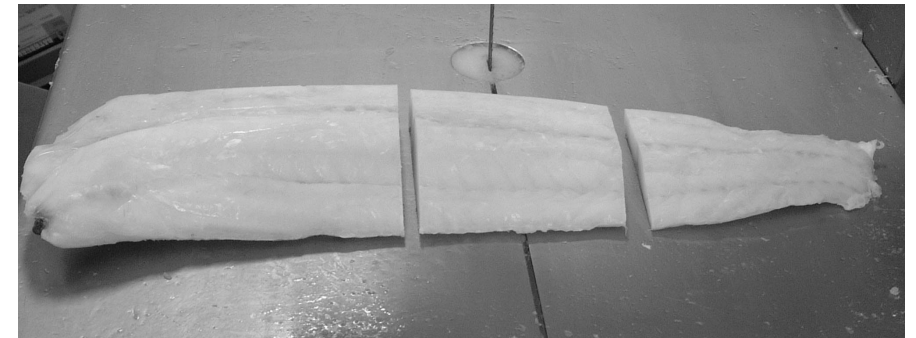
Miðstykkinn voru sett í plastpoka og vegin ásamt pokanum á SB16001 Delta Range vog (uppgefin óvissa 0,1g). Þau voru þídd í pokunum yfir nótt. Að morgni voru miðstykkinn tekin úr pokunum, lögð á grindur og látið leka af þeim. Flökin voru vegin á ný til að reikna mætti drip, áður en þau voru hökkuð og sett í lokaðar plastdollar.



Mynd 3.4 Til vinstri: plastdolla sem notuð var til að geyma sýnin eftir hökkun. Til hægri: Látið leka af miðstykkjum áður en þau voru vegin eftir uppþíðingu.

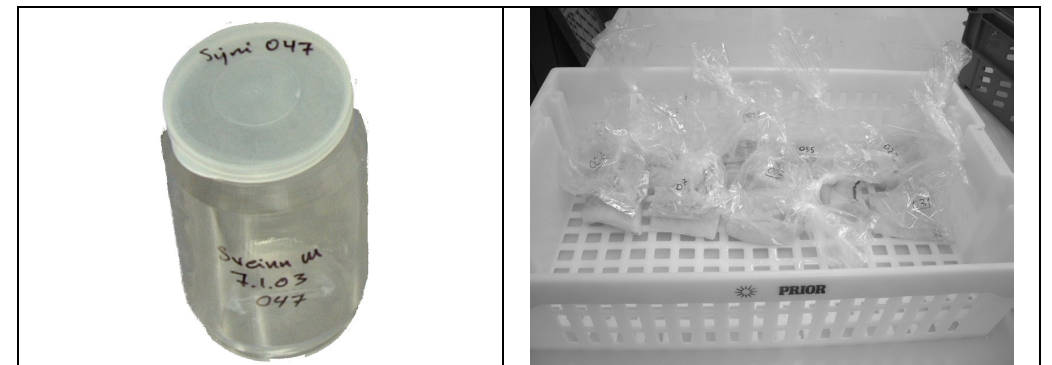
Vatnsheldnimælingin var næsta mæling. Mælingin var gerð á fiskhakkinu og voru mæld um 2g af fiskhakki í einu. Hakkið var vegið með Mettler AE 200 vog, sett í sérhönnuð skilvinduglös og síðan í Sorvall® RC-5B skilvindu í 5 mínútur. Eftir skilvinduna voru glösin vegin aftur á sömu vog.

Fyrsta skrefið í eðlis- og efnamælingunum var að skipta þorskflökunum í þrennt; hnakkastykki, miðstykki og sporð. Einungis miðstykkið var mælt og var það gert m.a. til að geta geymt hnakkastykkið og sporðstykkið til frekari mælinga ef þurfa þætti, auk þess sem flestar mælingar sem höfðu verið gerðar á vatnsheldni á Rf höfðu verið gerðar á miðstykkjum og auðveldaði þetta því samanburð við fyrri mælingar. Flökin voru söguð með bandsög. Þar sem flökin voru nokkuð misstór voru miðstykkinn eðlilega einnig misstór en að jafnaði voru þau 7-12 cm að lengd.



Mynd 3.3 Þorskflak eftir sögun. Miðstykkið var tekið til mælinga en hnakkastykki og sporður geymd í frosti.

Miðstykkinn voru sett í plastpoka og vegin ásamt pokanum á SB16001 Delta Range vog (uppgefin óvissa 0,1g). Þau voru þídd í pokunum yfir nótt. Að morgni voru miðstykkinn tekin úr pokunum, lögð á grindur og látið leka af þeim. Flökin voru vegin á ný til að reikna mætti drip, áður en þau voru hökkuð og sett í lokaðar plastdollar.



Mynd 3.4 Til vinstri: plastdolla sem notuð var til að geyma sýnin eftir hökkun. Til hægri: Látið leka af miðstykkjum áður en þau voru vegin eftir uppþíðingu.

Vatnsheldnimælingin var næsta mæling. Mælingin var gerð á fiskhakkinu og voru mæld um 2g af fiskhakki í einu. Hakkið var vegið með Mettler AE 200 vog, sett í sérhönnuð skilvinduglös og síðan í Sorvall® RC-5B skilvindu í 5 mínútur. Eftir skilvinduna voru glösin vegin aftur á sömu vog.

Sýrustigsmælingin var gerð á því hakki sem hafði orðið eftir. Notaður var Knick Portamess® sýrustigsmælir sem stungið var í fiskhakkið. Sýrustigsmælirinn var skolaður og þurrkaður eftir hverja mælingu til að koma í veg fyrir að sýnin hefðu áhrif hvert á annað.

Síðasta mælingin sem framkvæmd var á sýnunum var vatnsmæling. Þessi mæling var framkvæmd af efnadeild Rf, en mælingin hefur hlotið löggildingu (ISO 6496 (1999)). Afgangir hakksins var notað til mælinganna, sem framkvæmdar voru annaðhvort sama dag og vatnsheldni- og sýrustigsmælingin eða deginum eftir. Ef vatnsmælingin fór fram deginum eftir voru sýnin geymd í kæli yfir nótt í lokuðum plastdöllum.

3.2.5 Gagnaskráning

Eins og gefur að skilja var gagnaskráning og gagnameðhöndlun stór hluti af verkefninu. Starfsmenn Samherja hf höfðu safnað upplýsingum í Microsoft Excel skrár og var ákveðið að halda áfram á sömu braut. Til að auðveldara væri að vinna með mælingarnar þurfti fyrst að koma öllum mælingum saman í eitt skjal þar sem vikunúmer og skip fengu breytuígildi. Þau skjöl voru síðan flutt inn í Matlab og SPSS eftir því sem við átti en frekari úrvinnsla fór að mestu fram í þessum forritum. Forvinnsla gagna fór að stærstum hluta fram í Matlab. Með forvinnslu gagna er hér átt við flokkun mælinga, sameiningu breyta í færri breytur, útlagagreiningu, könnun á normaldreifingu gagnanna o.fl. Önnur vinnsla (líkangerð o.fl) var að mestu framkvæmd með Matlab en einnig var stuðst við SPSS.

3.2.6 Forvinnsla gagna

Til að byrja með var einfaldlega kannað hvort gögnin væru trúverðug. Ljóst var að fyrir eitthvað af sýnunum vantaði mælingar fyrir suma áhrifaþætti og þurfti því að ákveða hvaða ráðum skyldi beita til að bæta úr því. Stuðst var við bókina Multivariate data analysis (Hair o.fl., 1998) auk þess sem glósur úr námskeiðinu Iðnaðartölfræði 2 (Ólafur Pétur Pálsson, 2002b) við Háskóla Íslands voru mikið notaðar.

Fljótlega kom í ljós að blóð var mjög sjaldan mælt, þ.e. mjög sjaldan fékkst mæling á blóði. Þar sem blóð og holdroði eru af líkum meiði var ákveðið að steypa þessum tveimur breytum saman í eina.

3.2.7 Gildi sem vantaði í gagnafylkið

Fyrsta skrefið í greiningu gagnanna var að setja inn fyrir þau gildi sem vantaði í mælingarnar. Gengið var út frá því að þau gildi sem vantaði væru MCAR (Missing Completely At Random), en það þýðir að sérstakar undirliggjandi ástæður hafi ekki verið að baki því að gildi vantaði.

Sýrustigsmælingin var gerð á því hakki sem hafði orðið eftir. Notaður var Knick Portamess® sýrustigsmælir sem stungið var í fiskhakkið. Sýrustigsmælirinn var skolaður og þurrkaður eftir hverja mælingu til að koma í veg fyrir að sýnin hefðu áhrif hvert á annað.

Síðasta mælingin sem framkvæmd var á sýnunum var vatnsmæling. Þessi mæling var framkvæmd af efnadeild Rf, en mælingin hefur hlotið löggildingu (ISO 6496 (1999)). Afgangir hakksins var notað til mælinganna, sem framkvæmdar voru annaðhvort sama dag og vatnsheldni- og sýrustigsmælingin eða deginum eftir. Ef vatnsmælingin fór fram deginum eftir voru sýnin geymd í kæli yfir nótt í lokuðum plastdöllum.

3.2.5 Gagnaskráning

Eins og gefur að skilja var gagnaskráning og gagnameðhöndlun stór hluti af verkefninu. Starfsmenn Samherja hf höfðu safnað upplýsingum í Microsoft Excel skrár og var ákveðið að halda áfram á sömu braut. Til að auðveldara væri að vinna með mælingarnar þurfti fyrst að koma öllum mælingum saman í eitt skjal þar sem vikunúmer og skip fengu breytuígildi. Þau skjöl voru síðan flutt inn í Matlab og SPSS eftir því sem við átti en frekari úrvinnsla fór að mestu fram í þessum forritum. Forvinnsla gagna fór að stærstum hluta fram í Matlab. Með forvinnslu gagna er hér átt við flokkun mælinga, sameiningu breyta í færri breytur, útlagagreiningu, könnun á normaldreifingu gagnanna o.fl. Önnur vinnsla (líkangerð o.fl) var að mestu framkvæmd með Matlab en einnig var stuðst við SPSS.

3.2.6 Forvinnsla gagna

Til að byrja með var einfaldlega kannað hvort gögnin væru trúverðug. Ljóst var að fyrir eitthvað af sýnunum vantaði mælingar fyrir suma áhrifaþætti og þurfti því að ákveða hvaða ráðum skyldi beita til að bæta úr því. Stuðst var við bókina Multivariate data analysis (Hair o.fl., 1998) auk þess sem glósur úr námskeiðinu Iðnaðartölfræði 2 (Ólafur Pétur Pálsson, 2002b) við Háskóla Íslands voru mikið notaðar.

Fljótlega kom í ljós að blóð var mjög sjaldan mælt, þ.e. mjög sjaldan fékkst mæling á blóði. Þar sem blóð og holdroði eru af líkum meiði var ákveðið að steypa þessum tveimur breytum saman í eina.

3.2.7 Gildi sem vantaði í gagnafylkið

Fyrsta skrefið í greiningu gagnanna var að setja inn fyrir þau gildi sem vantaði í mælingarnar. Gengið var út frá því að þau gildi sem vantaði væru MCAR (Missing Completely At Random), en það þýðir að sérstakar undirliggjandi ástæður hafi ekki verið að baki því að gildi vantaði.

Þegar gildi vantar eru nokkrar leiðir færar. Einfaldasta leiðin er hreinlega að sleppa þeim sýnum sem gildi vantar í. Það er hinsvegar „dýr“ aðferð í þeim skilningi að upplýsingar fara þar forgörðum og hætta á að magn gagna verði ekki nægilegt til að greina á tölfræðilega marktækan hátt mun á milli sýna o.fl. Önnur leið er innsetning, þ.e. að setja inn gildi fyrir þau sem vantar. Þar eru 2 leiðir algengastar. Í fyrsta lagi má einfaldlega setja meðaltal annarra sýna inn fyrir það gildi sem vantar. Í öðru lagi er hægt að nota fylgni þeirrar breytu sem gildið vantar í við aðrar breytur (Hair o.fl., 1998). Ein leið til að gera þetta er að nota EM-reikniritið (EM- algorithm). EM-reikniritið (Expectation Maximization) er komið frá Dempster, Laird og Rubin (1977) og byggir á tveggja skrefa ítrun. Skrefin tvö eru (Arnaldur Gylfason o.fl., 1999):

Spáskref: Út frá gefnu mati á stikum og fyrirbyggjandi mælingum eru gögnin meðhöndluð þannig að auðveldara sé að reikna háliknamat (Maximum Likelihood Estimation). Þetta felur í raun í sér að fundið er væntigildi þeirra falla af mælingum sem vantar sem koma fyrir í log-sennileikafallinu (log-likelihood function).

Matskref: Fundið er háliknamat á stikum út frá log-sennileikafallinu eins og þær mælingar sem vantar séu til staðar.

Þessi 2 skref eru reiknuð uns mjög litlu munar á matskrefinu í tiltekinni ítrun og matskrefinu í næstu ítrun á undan (Johnson og Wichern, 2002).

Ákveðið var að nota EM-reikniritið en jafnframt að bera niðurstöður líkangerðar út frá gögnum sem fengjust út frá gögnum „holufylltum“ með EM-reikniriti við líkan sem fengist eingöngu út frá gögnum þar sem engar mælingar vantaði.

Nokkrar útgáfur af EM-reikniriti voru reyndar. Sú einfaldasta var að nota fylgni raðar sem vantaði gildi í (gallaðrar raðar) við allar aðrar raðir. Sú aðferð hefur hinsvegar þann ókost að raðir sem eru alls óskyldar gölluðu röðinni geta haft lítilsháttar fylgni við hana og því haft áhrif á hvaða gildi koma inn í stað þeirra sem vantar. Önnur aðferð er að nota eingöngu þá röð sem hefur mesta fylgni við gölluðu röðina. Þá er tryggt að óskyldar raðir hafi ekki áhrif, en jafnframt er hætta á að upplýsingar tapist, enda alls óvíst að ein röð gefi nægilegar upplýsingar til að holufylla svo að vel sé. Þriðja leiðin er að nota eingöngu raðir sem hafa meiri fylgni við gölluðu röðina en ákveðið mark. Ákveðið var að nota þá aðferð hér. Þær raðir sem höfðu meiri fylgni við gallaða röð en $\rho = 0.2$ voru notaðar en aðrar ekki. Hér að neðan má sjá áhrif þess að nota slíka aðferð fremur en að nota meðaltalsútskiptingu. Um er að ræða togtímaröðina, þ.e. mælingar á því hve lengi var togað.

Þegar gildi vantar eru nokkrar leiðir færar. Einfaldasta leiðin er hreinlega að sleppa þeim sýnum sem gildi vantar í. Það er hinsvegar „dýr“ aðferð í þeim skilningi að upplýsingar fara þar forgörðum og hætta á að magn gagna verði ekki nægilegt til að greina á tölfræðilega marktækan hátt mun á milli sýna o.fl. Önnur leið er innsetning, þ.e. að setja inn gildi fyrir þau sem vantar. Þar eru 2 leiðir algengastar. Í fyrsta lagi má einfaldlega setja meðaltal annarra sýna inn fyrir það gildi sem vantar. Í öðru lagi er hægt að nota fylgni þeirrar breytu sem gildið vantar í við aðrar breytur (Hair o.fl., 1998). Ein leið til að gera þetta er að nota EM-reikniritið (EM- algorithm). EM-reikniritið (Expectation Maximization) er komið frá Dempster, Laird og Rubin (1977) og byggir á tveggja skrefa ítrun. Skrefin tvö eru (Arnaldur Gylfason o.fl., 1999):

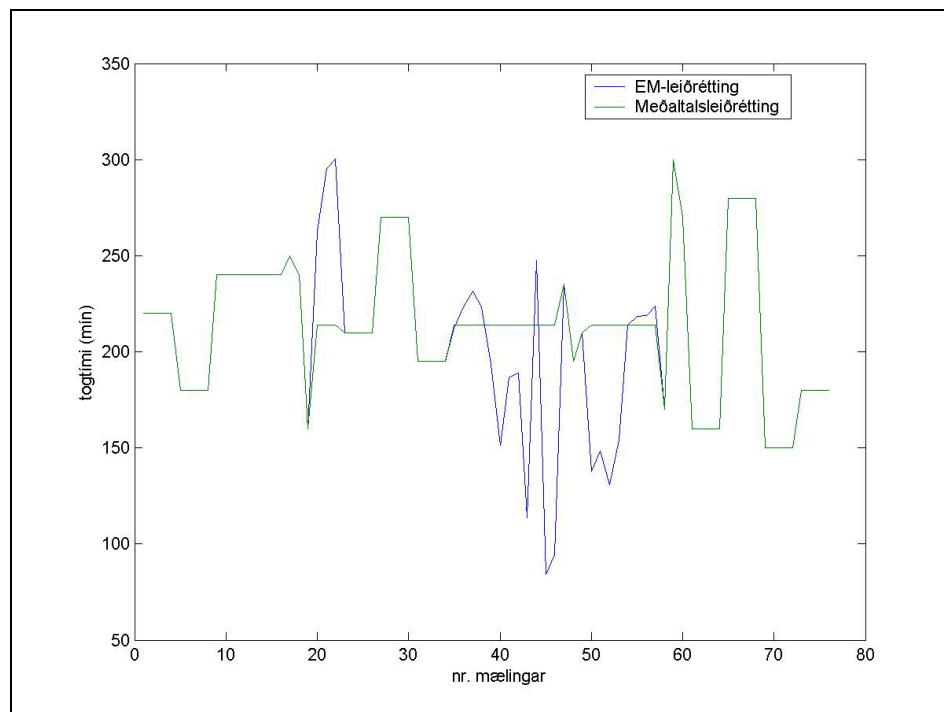
Spáskref: Út frá gefnu mati á stikum og fyrirbyggjandi mælingum eru gögnin meðhöndluð þannig að auðveldara sé að reikna háliknamat (Maximum Likelihood Estimation). Þetta felur í raun í sér að fundið er væntigildi þeirra falla af mælingum sem vantar sem koma fyrir í log-sennileikafallinu (log-likelihood function).

Matskref: Fundið er háliknamat á stikum út frá log-sennileikafallinu eins og þær mælingar sem vantar séu til staðar.

Þessi 2 skref eru reiknuð uns mjög litlu munar á matskrefinu í tiltekinni ítrun og matskrefinu í næstu ítrun á undan (Johnson og Wichern, 2002).

Ákveðið var að nota EM-reikniritið en jafnframt að bera niðurstöður líkangerðar út frá gögnum sem fengjust út frá gögnum „holufylltum“ með EM-reikniriti við líkan sem fengist eingöngu út frá gögnum þar sem engar mælingar vantaði.

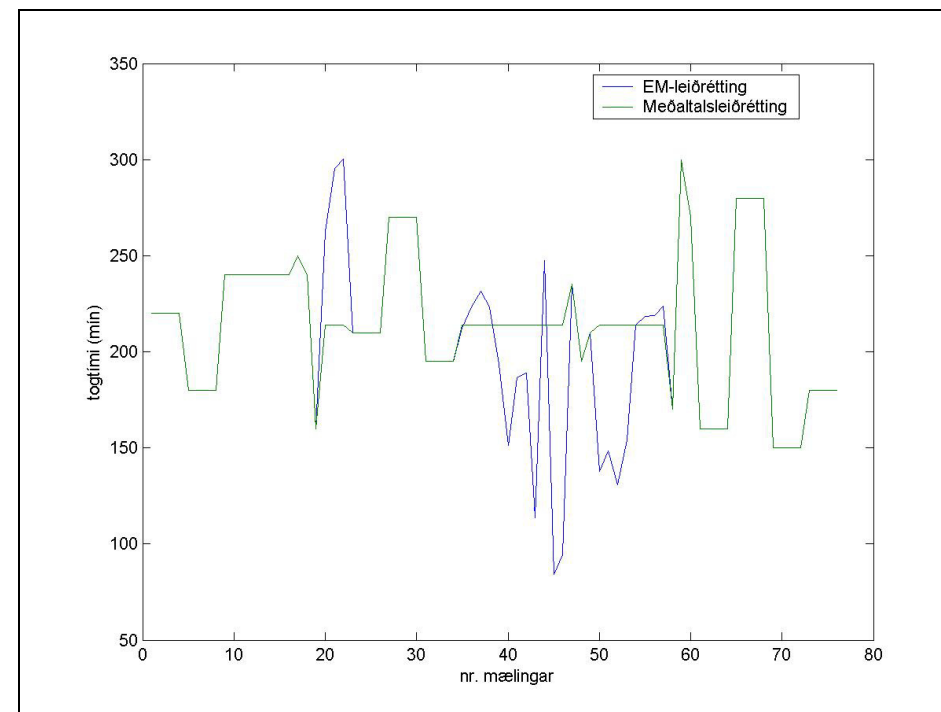
Nokkrar útgáfur af EM-reikniriti voru reyndar. Sú einfaldasta var að nota fylgni raðar sem vantaði gildi í (gallaðrar raðar) við allar aðrar raðir. Sú aðferð hefur hinsvegar þann ókost að raðir sem eru alls óskyldar gölluðu röðinni geta haft lítilsháttar fylgni við hana og því haft áhrif á hvaða gildi koma inn í stað þeirra sem vantar. Önnur aðferð er að nota eingöngu þá röð sem hefur mesta fylgni við gölluðu röðina. Þá er tryggt að óskyldar raðir hafi ekki áhrif, en jafnframt er hætta á að upplýsingar tapist, enda alls óvíst að ein röð gefi nægilegar upplýsingar til að holufylla svo að vel sé. Þriðja leiðin er að nota eingöngu raðir sem hafa meiri fylgni við gölluðu röðina en ákveðið mark. Ákveðið var að nota þá aðferð hér. Þær raðir sem höfðu meiri fylgni við gallaða röð en $\rho = 0.2$ voru notaðar en aðrar ekki. Hér að neðan má sjá áhrif þess að nota slíka aðferð fremur en að nota meðaltalsútskiptingu. Um er að ræða togtímaröðina, þ.e. mælingar á því hve lengi var togað.



Mynd 3.5 Hér má sjá hver áhrif mismunandi aðferða við innsetningu (í stað óeðlilegra gilda) eru. Bláa línan sýnir hvernig EM-algrími setti inn fyrir mælingar sem vantaði á tog tíma og útlaga. Græna línan sýnir hvernig mælingar á tog tíma líta út ef meðaltal er sett inn í stað mælinganna. Um er að að ræða fyrstu 76 sýnin sem mæld voru á Rf.

3.2.8 Útlagagreining

Þar sem EM-reikniritið setur inn fyrir þau gildi sem vantar í gagnafylkið út frá þeim gildum sem fyrir eru var nauðsynlegt að greina útlaga áður en EM-reikniritinu var beitt. Algeng aðferð við greiningu útlaga er að flokka þær mælingar sem útlaga sem eru meira en 3 staðalfrávik frá meðaltali mælinga. Þar sem hér var um að ræða tímaraðir (og meðaltal raðanna gat hafa sveiflast með tíma) var nokkuð hæpið að beita þessari aðferð. Þess í stað var notuð aðferð sem kynnt var í fyrirlestri um gagnamedhöndlun fyrir flæðistímaraðir Orkuveitu Reykjavíkur (Ólafur Pétur Pálsson, 2000). Aðferðin felur í sér að lághleypisia raðirnar (exponential smoothing) og skilgreina þau gildi sem eru meira en 3 staðalfrávik frá síuðu röðinni sem útlaga. Síða röðin tekur nokkurn tíma að ná jafnvægi við upphaflegu röðina og var aðferðinni því einungis beitt eftir að 10 mælingum hafði verið náð. Auk þess að nota þær forsendur sem þegar hefur verið greint frá við útlagagreiningu voru allar raðirnar teiknaðar upp og metið út frá gröfunum hvort um raunverulega útlaga væri að ræða eða hvort e.t.v. væri um fleiri útlaga að ræða. Öll gildi sem þóttu líkleg sem útlagar voru metin sérstaklega.



Mynd 3.5 Hér má sjá hver áhrif mismunandi aðferða við innsetningu (í stað óeðlilegra gilda) eru. Bláa línan sýnir hvernig EM-algrími setti inn fyrir mælingar sem vantaði á tog tíma og útlaga. Græna línan sýnir hvernig mælingar á tog tíma líta út ef meðaltal er sett inn í stað mælinganna. Um er að að ræða fyrstu 76 sýnin sem mæld voru á Rf.

3.2.8 Útlagagreining

Þar sem EM-reikniritið setur inn fyrir þau gildi sem vantar í gagnafylkið út frá þeim gildum sem fyrir eru var nauðsynlegt að greina útlaga áður en EM-reikniritinu var beitt. Algeng aðferð við greiningu útlaga er að flokka þær mælingar sem útlaga sem eru meira en 3 staðalfrávik frá meðaltali mælinga. Þar sem hér var um að ræða tímaraðir (og meðaltal raðanna gat hafa sveiflast með tíma) var nokkuð hæpið að beita þessari aðferð. Þess í stað var notuð aðferð sem kynnt var í fyrirlestri um gagnamedhöndlun fyrir flæðistímaraðir Orkuveitu Reykjavíkur (Ólafur Pétur Pálsson, 2000). Aðferðin felur í sér að lághleypisia raðirnar (exponential smoothing) og skilgreina þau gildi sem eru meira en 3 staðalfrávik frá síuðu röðinni sem útlaga. Síða röðin tekur nokkurn tíma að ná jafnvægi við upphaflegu röðina og var aðferðinni því einungis beitt eftir að 10 mælingum hafði verið náð. Auk þess að nota þær forsendur sem þegar hefur verið greint frá við útlagagreiningu voru allar raðirnar teiknaðar upp og metið út frá gröfunum hvort um raunverulega útlaga væri að ræða eða hvort e.t.v. væri um fleiri útlaga að ræða. Öll gildi sem þóttu líkleg sem útlagar voru metin sérstaklega.

Útlagar voru merktir á sama hátt og gildi sem vantaði, þ.e. með NaN. Í þeim hluta sem EM-reikniritið var notað til að fylla upp í gildi sem vantaði var það einnig notað til að setja inn fyrir útlaga. Í þeim hluta sem líkanið var eingöngu byggt á heilum röðum (þ.e. gölluðum tilfellum var hent) var tilfellum þar sem útlagar komu fyrir hent.

3.2.9 Normaldreifing gagna

Mikilvægasta forsenda margviðrar aðhvarfsgreiningar er að úttaksbreytur séu normaldreifðar. Séu frávik úttaksbreyta frá normaldreifingu mikil geta tölfraðileg próf verið ógild, þar sem normaldreifingar er krafist til að hægt sé að nota F og t próf. Hægt er að kanna bæði hvort einstakar breytur séu normaldreifðar (einvítt normaldreifðar) og einnig hvort safn breyta sé normaldreift (margvítt normaldreift). Séu breytur margvítt normaldreifðar eru þær einnig einvítt normaldreifðar en mögulegt er að einstakar breytur geti verið normaldreifðar þrátt fyrir að safn þeirra sé ekki normaldreift (Hair ofl., 1998). Hér var fyrst og fremst farin sú leið að skoða normaldreifingarrit af breytunum og meta út frá þeim hvort um normaldreifingu væri að ræða eða ekki. Kolmogorov-Smirnoff próf var einnig notað, en það má m.a. finna í SPSS tölfraðipakkanum. Prófið mælir hámarksfrávik tiltekins gagnasafns frá gefinni dreifingu og er ekki einskorðað við prófun á normaldreifingu gagna (Wall, 1986).

3.2.10 Gervibreytur

Þar sem breytur svæði, skipsnúmer, mánuður og veiðireitir voru ekki eiginlegar mældar breytur, heldur fremur breytur sem notaðar voru til flokkunar, voru gerðar „dummy“-breytur (gervibreytur) fyrir þær. Breyturnar voru skilgreindar þannig að t.d. í stað þess að svæði hefði tölugildið 1 og 2 fyrir mismunandi svæði voru búnar til 2 breytur sem tóku gildið 0 eða 1 eftir því hvort svæðið átti við. Það sama var gert fyrir skipin og staðsetningarbreyturnar.

3.3 Líkangerð

Í grundvallaratriðum var skrefum sem lýst er í kafla 1.3.6 – 1.3.9 fylgt þegar unnið var í líkangerð. Eftir því sem ljósari mynd komst á hvaða breytur hefðu marktæk áhrif, var líkangerðinni hagað eftir því. Því er vísað til kafla 1.3.6 – 1.3.9 og kafla 4 varðandi nánari lýsingu á henni.

Útlagar voru merktir á sama hátt og gildi sem vantaði, þ.e. með NaN. Í þeim hluta sem EM-reikniritið var notað til að fylla upp í gildi sem vantaði var það einnig notað til að setja inn fyrir útlaga. Í þeim hluta sem líkanið var eingöngu byggt á heilum röðum (þ.e. gölluðum tilfellum var hent) var tilfellum þar sem útlagar komu fyrir hent.

3.2.9 Normaldreifing gagna

Mikilvægasta forsenda margviðrar aðhvarfsgreiningar er að úttaksbreytur séu normaldreifðar. Séu frávik úttaksbreyta frá normaldreifingu mikil geta tölfraðileg próf verið ógild, þar sem normaldreifingar er krafist til að hægt sé að nota F og t próf. Hægt er að kanna bæði hvort einstakar breytur séu normaldreifðar (einvítt normaldreifðar) og einnig hvort safn breyta sé normaldreift (margvítt normaldreift). Séu breytur margvítt normaldreifðar eru þær einnig einvítt normaldreifðar en mögulegt er að einstakar breytur geti verið normaldreifðar þrátt fyrir að safn þeirra sé ekki normaldreift (Hair ofl., 1998). Hér var fyrst og fremst farin sú leið að skoða normaldreifingarrit af breytunum og meta út frá þeim hvort um normaldreifingu væri að ræða eða ekki. Kolmogorov-Smirnoff próf var einnig notað, en það má m.a. finna í SPSS tölfraðipakkanum. Prófið mælir hámarksfrávik tiltekins gagnasafns frá gefinni dreifingu og er ekki einskorðað við prófun á normaldreifingu gagna (Wall, 1986).

3.2.10 Gervibreytur

Þar sem breytur svæði, skipsnúmer, mánuður og veiðireitir voru ekki eiginlegar mældar breytur, heldur fremur breytur sem notaðar voru til flokkunar, voru gerðar „dummy“-breytur (gervibreytur) fyrir þær. Breyturnar voru skilgreindar þannig að t.d. í stað þess að svæði hefði tölugildið 1 og 2 fyrir mismunandi svæði voru búnar til 2 breytur sem tóku gildið 0 eða 1 eftir því hvort svæðið átti við. Það sama var gert fyrir skipin og staðsetningarbreyturnar.

3.3 Líkangerð

Í grundvallaratriðum var skrefum sem lýst er í kafla 1.3.6 – 1.3.9 fylgt þegar unnið var í líkangerð. Eftir því sem ljósari mynd komst á hvaða breytur hefðu marktæk áhrif, var líkangerðinni hagað eftir því. Því er vísað til kafla 1.3.6 – 1.3.9 og kafla 4 varðandi nánari lýsingu á henni.

4 Niðurstöður A: Gæðaeftirlit

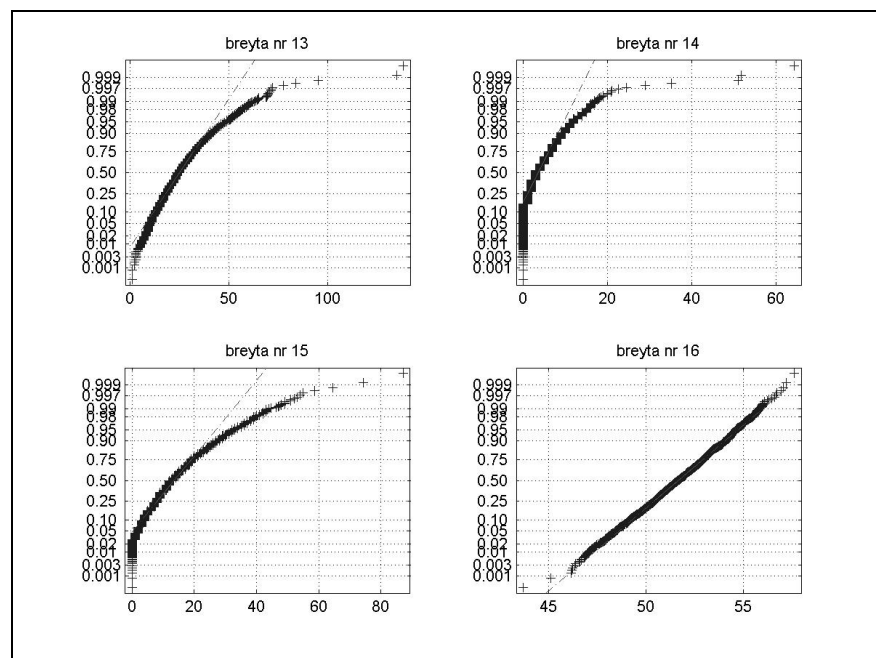
Þessi hluti rannsóknarinnar var mun stærri að umfangi en sá hluti sem sneri að mælingum á Rf. Byrjað var að mæla vorið 2001 og mælt fram á sumar 2003.

4.1 Forvinnsla

Forvinnsla gagna var framkvæmd á sambærilegan máta og lýst er í kafla 3.3. Það eru því fyrst og fremst niðurstöður forvinnslnnar sem eru birtar í eftirfarandi kafla. Vilji lesandinn fræðast frekar um framkvæmd forvinnslnnar er vísað í fyrrnefndan kafla.

4.1.1 Normaldreifing

Eins og áður hefur verið dregið á er normaldreifing úttaksbreyta mikilvægasta forsenda margvíðrar aðhvarfsgreiningar. Normaldreifing er reyndar ekki nauðsynleg til að hægt sé að framkvæma sjálfa aðhvarfsgreininguna en þegar kemur að því að spá fyrir um nýjar mælingar og gefa öryggismörk er yfirleitt gert ráð fyrir normaldreifingu. Að kanna hvort áhrifabreyturnar (ormar, blóð- og holdroði, los og nýting) væru normaldreifðar var því fyrsta verkefnið eftir að gögnin höfðu verið löguð m.t.t. útlaga og gilda sem vantaði í gagnafylkið. Einfaldast var að kanna hvort breytur væru normaldreifðar með því að teikna normaldreifingarrit af þeim með skipuninni normplot í Matlab. Mynd 4.1 sýnir normaldreifingarritin sem fengust.



Mynd 4.1 Normaldreifingarrit fyrir breytu nr. 13 (ormar), breytu nr. 14 (blóð- og holdroði), breytu nr. 15 (los) og breytu nr. 16 (nýtingu).

4 Niðurstöður A: Gæðaeftirlit

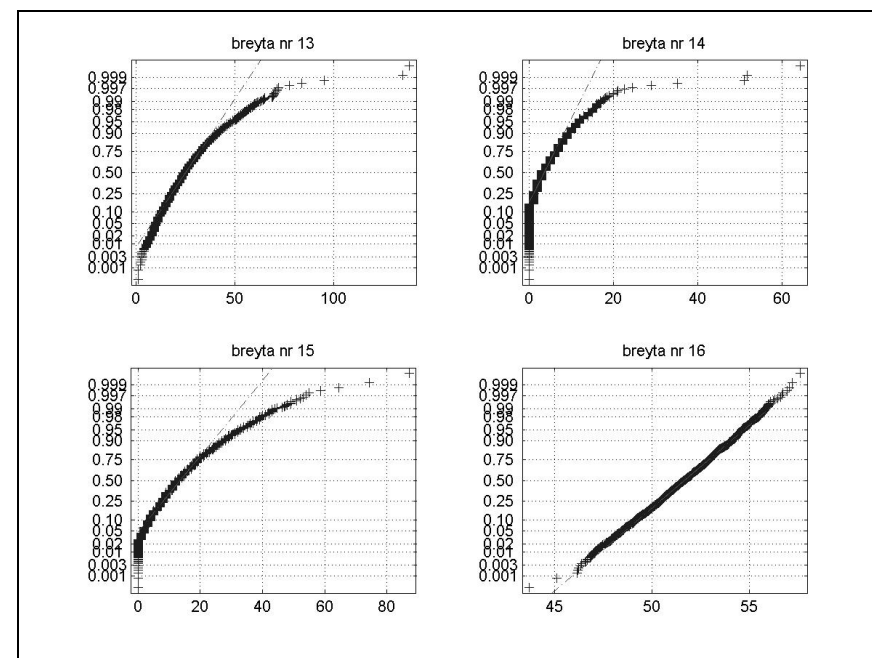
Þessi hluti rannsóknarinnar var mun stærri að umfangi en sá hluti sem sneri að mælingum á Rf. Byrjað var að mæla vorið 2001 og mælt fram á sumar 2003.

4.1 Forvinnsla

Forvinnsla gagna var framkvæmd á sambærilegan máta og lýst er í kafla 3.3. Það eru því fyrst og fremst niðurstöður forvinnslnnar sem eru birtar í eftirfarandi kafla. Vilji lesandinn fræðast frekar um framkvæmd forvinnslnnar er vísað í fyrrnefndan kafla.

4.1.1 Normaldreifing

Eins og áður hefur verið dregið á er normaldreifing úttaksbreyta mikilvægasta forsenda margvíðrar aðhvarfsgreiningar. Normaldreifing er reyndar ekki nauðsynleg til að hægt sé að framkvæma sjálfa aðhvarfsgreininguna en þegar kemur að því að spá fyrir um nýjar mælingar og gefa öryggismörk er yfirleitt gert ráð fyrir normaldreifingu. Að kanna hvort áhrifabreyturnar (ormar, blóð- og holdroði, los og nýting) væru normaldreifðar var því fyrsta verkefnið eftir að gögnin höfðu verið löguð m.t.t. útlaga og gilda sem vantaði í gagnafylkið. Einfaldast var að kanna hvort breytur væru normaldreifðar með því að teikna normaldreifingarrit af þeim með skipuninni normplot í Matlab. Mynd 4.1 sýnir normaldreifingarritin sem fengust.



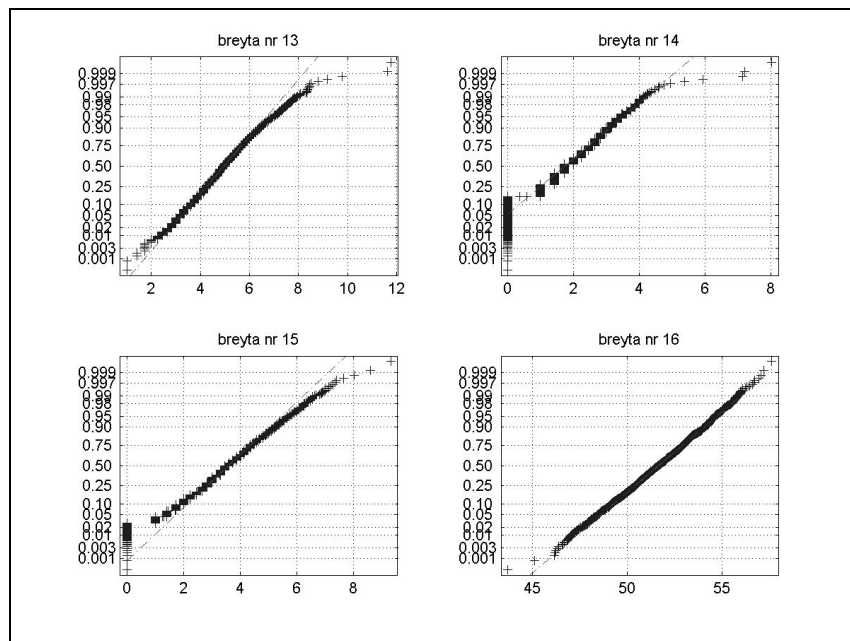
Mynd 4.1 Normaldreifingarrit fyrir breytu nr. 13 (ormar), breytu nr. 14 (blóð- og holdroði), breytu nr. 15 (los) og breytu nr. 16 (nýtingu).

Eins og sjá má á myndinni eru breytur ormar, blóð- og holdroði og los ekki vel normaldreifðar og því þörf á að beita vörpunum til að þær yrðu það. Eftirfarandi varpanir voru m.a. reyndar og gaf kvaðratrótavörpun bestu normaldreifingarritin:

$$y = \sqrt{y} \quad (\text{kvaðratrótavörpun}) \quad (4-1)$$

$$y^\lambda = \begin{cases} \frac{y^\lambda - 1}{\lambda} & \lambda \neq 0 \\ \ln(y) & \lambda = 0 \end{cases} \quad (\text{BoxCox}) \quad (4-2)$$

Eftir vörpunina litu normaldreifingarritin mun betur út. Mynd 4.2 sýnir normaldreifingarritin. Ef normaldreifingarritin tvö eru borin saman sést að breytur eru mun betur normaldreifðar eftir vörpunina, þó að vel megi merkja að blóð- og holdroði vikur lítillaga frá normaldreifingu. Mynd 4.3 sýnir hinsvegar stöplarit fyrir blóð- og holdroða. Á stöplaritinu sést að frávik frá normaldreifingu eru ekki svo ýkja mikil.



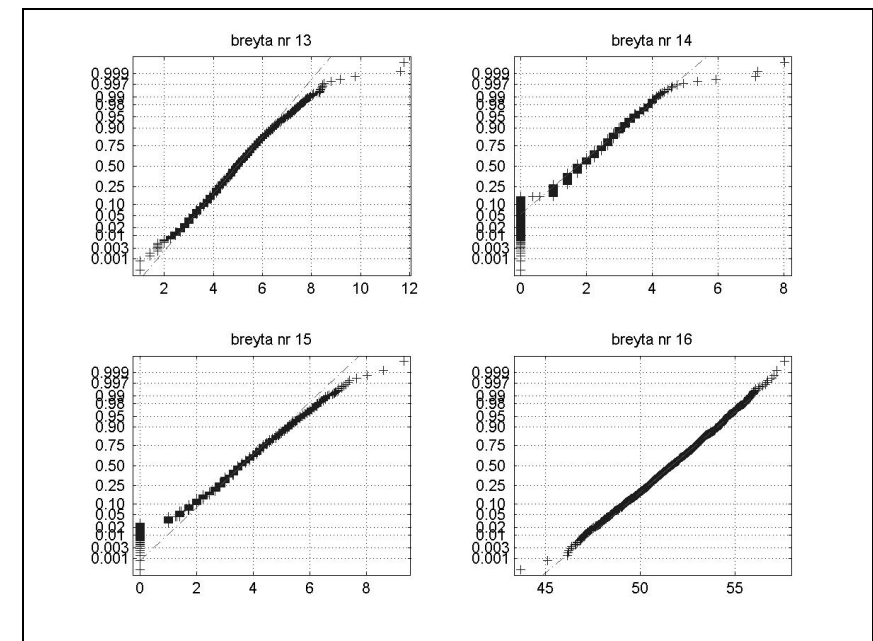
Mynd 4.2 Normaldreifingarrit fyrir breytur 13-16 (ormar, blóð- og holdroði, los og nýting) eftir að breytum 13-15 hefur verið varpað með kvaðratrótavörpun ($X = \sqrt{X}$).

Eins og sjá má á myndinni eru breytur ormar, blóð- og holdroði og los ekki vel normaldreifðar og því þörf á að beita vörpunum til að þær yrðu það. Eftirfarandi varpanir voru m.a. reyndar og gaf kvaðratrótavörpun bestu normaldreifingarritin:

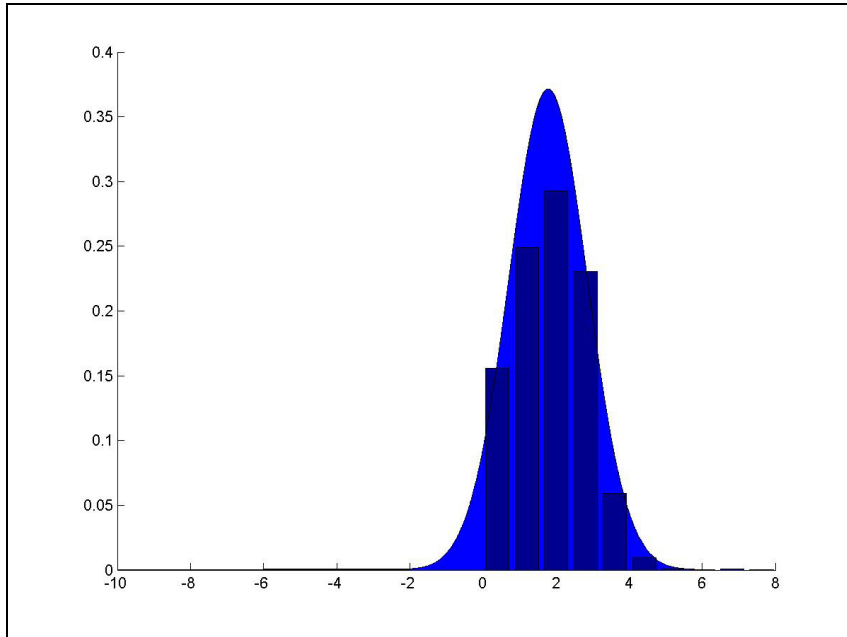
$$y = \sqrt{y} \quad (\text{kvaðratrótavörpun}) \quad (4-1)$$

$$y^\lambda = \begin{cases} \frac{y^\lambda - 1}{\lambda} & \lambda \neq 0 \\ \ln(y) & \lambda = 0 \end{cases} \quad (\text{BoxCox}) \quad (4-2)$$

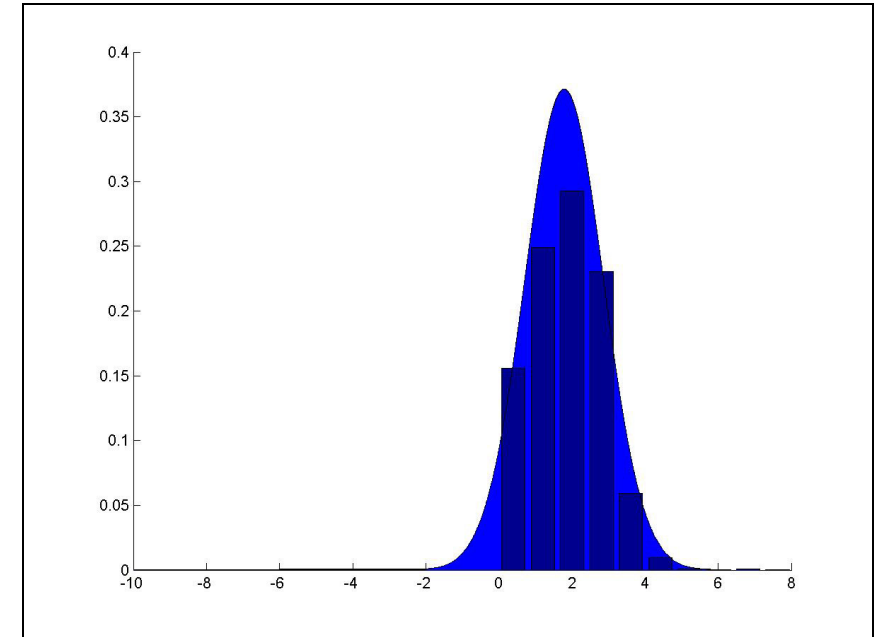
Eftir vörpunina litu normaldreifingarritin mun betur út. Mynd 4.2 sýnir normaldreifingarritin. Ef normaldreifingarritin tvö eru borin saman sést að breytur eru mun betur normaldreifðar eftir vörpunina, þó að vel megi merkja að blóð- og holdroði vikur lítillaga frá normaldreifingu. Mynd 4.3 sýnir hinsvegar stöplarit fyrir blóð- og holdroða. Á stöplaritinu sést að frávik frá normaldreifingu eru ekki svo ýkja mikil.



Mynd 4.2 Normaldreifingarrit fyrir breytur 13-16 (ormar, blóð- og holdroði, los og nýting) eftir að breytum 13-15 hefur verið varpað með kvaðratrótavörpun ($X = \sqrt{X}$).



Mynd 4.3 Stöplarit ásamt útreiknaðri normaldreifingu fyrir blóð- og holdroða eftir kvaðratrótar-vörpun ($X = \sqrt{X}$).



Mynd 4.3 Stöplarit ásamt útreiknaðri normaldreifingu fyrir blóð- og holdroða eftir kvaðratrótar-vörpun ($X = \sqrt{X}$).

Til að kanna betur hvort breytur væru normaldreifðar var notað Kolmogorov-Smirnov próf. Kolmogorov-Smirnov próf var minnst á í kafla 3.3.3. Það mælir hversu vel gögn fylgja normaldreifingu. Kolmogorov-Smirnov próf var framkvæmt fyrir áhrifabreyturnar allar. Tafla 4.1 sýnir niðurstöður prófsins.

Tafla 4.1 Niðurstöður Kolmogorov-Smirnov prófs fyrir normaldreifingu áhrifabreytanna

	Ormar	Blóð- og holdroði	Los	Nýting
Kolmogorov-Smirnov Z	2,04	4,67	2,40	0,60
p-gildi	0,00	0,00	0,00	0,86

Prófið staðfestir það sem normaldreifingarritin sýna, þ.e. að blóð- og holdroði er fjærst því að vera normaldreifð af öllum breytunum. Prófið sýnir reyndar að strangt til tekið er engin af breytunum nema nýtingin vel normaldreifð. Hér verður hinsvegar að hafa í huga að þegar svo mörg sýni eru til athugunar er Kolmogorov-Smirnov prófið mjög næmt fyrir hverskonar frávikum frá normaldreifingu. Smávegis hliðrun á normalkúrvu, líkt og sjá mátti á stöplaritinu fyrir blóð- og holdroða getur nægt til að breytur falli á normaldreifingarprófi. Þar sem munurinn var ekki meiri á normaldreifingu og dreifingu áhrifabreytanna en stöplaritið sýndi var ákveðið láta staðar numið við varpanir.

Til að kanna betur hvort breytur væru normaldreifðar var notað Kolmogorov-Smirnov próf. Kolmogorov-Smirnov próf var minnst á í kafla 3.3.3. Það mælir hversu vel gögn fylgja normaldreifingu. Kolmogorov-Smirnov próf var framkvæmt fyrir áhrifabreyturnar allar. Tafla 4.1 sýnir niðurstöður prófsins.

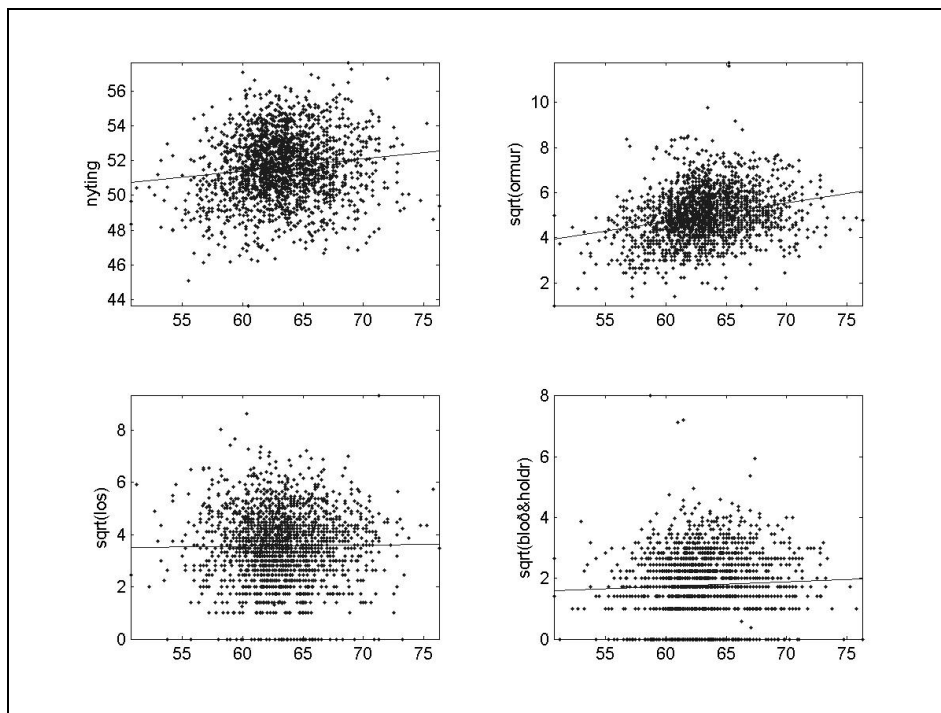
Tafla 4.1 Niðurstöður Kolmogorov-Smirnov prófs fyrir normaldreifingu áhrifabreytanna

	Ormar	Blóð- og holdroði	Los	Nýting
Kolmogorov-Smirnov Z	2,04	4,67	2,40	0,60
p-gildi	0,00	0,00	0,00	0,86

Prófið staðfestir það sem normaldreifingarritin sýna, þ.e. að blóð- og holdroði er fjærst því að vera normaldreifð af öllum breytunum. Prófið sýnir reyndar að strangt til tekið er engin af breytunum nema nýtingin vel normaldreifð. Hér verður hinsvegar að hafa í huga að þegar svo mörg sýni eru til athugunar er Kolmogorov-Smirnov prófið mjög næmt fyrir hverskonar frávikum frá normaldreifingu. Smávegis hliðrun á normalkúrvu, líkt og sjá mátti á stöplaritinu fyrir blóð- og holdroða getur nægt til að breytur falli á normaldreifingarprófi. Þar sem munurinn var ekki meiri á normaldreifingu og dreifingu áhrifabreytanna en stöplaritið sýndi var ákveðið láta staðar numið við varpanir.

4.1.2 Dreifni

Önnur mikilvæg forsenda margvíðrar línulegrar aðhvarfsgreiningar er að dreifni úttaksbreyta sé ekki fall af háðu breytunum. Þetta þýðir í raun að dreifni áhrifabreyta má ekki breytast þó að gildi orsakabreytu geri það. Góð leið til að kanna hvort svo sé er að teikna punktarit og sjá hvort dreifni háðu breytunnar breytist með óháðu breytunni. Þetta var gert við breytur sem nú voru notaðar, þ.e. $\sqrt{\text{ormar}}$, $\sqrt{\text{blóð- og holdroði}}$, $\sqrt{\text{los}}$ og nýtingu. Mynd 4.4 sýnir punktarit þar sem fyrrnefndar áhrifabreytur eru fall af lengd þorsksins og má nota til að sjá hvort dreifnin er fall af henni.



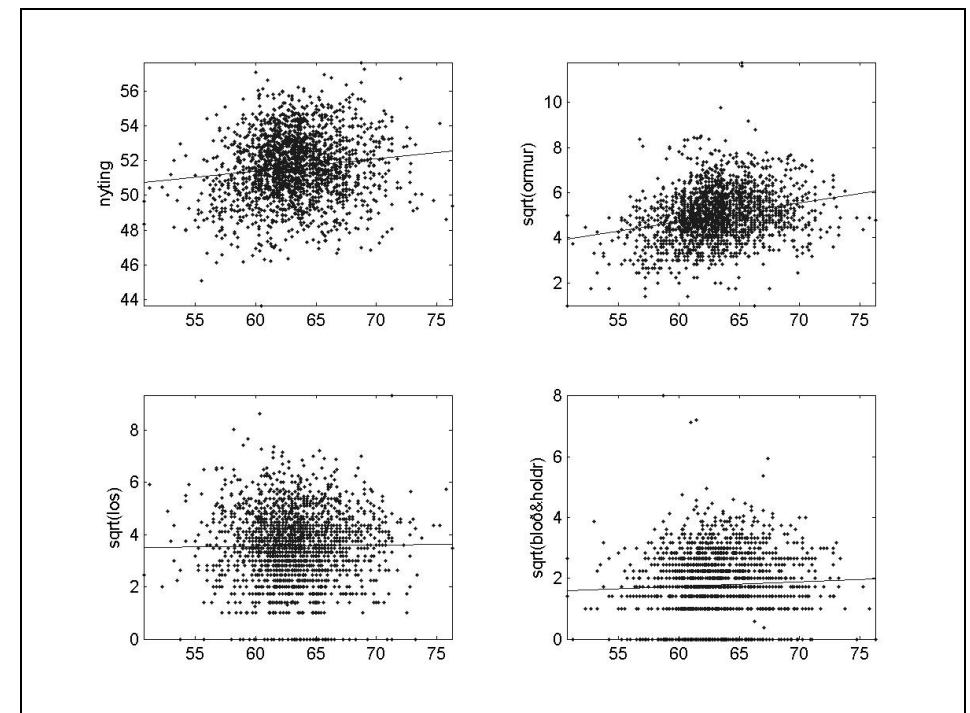
Mynd 4.4 Punktarit af áhrifabreytunum sem fall af lengd (cm) þorsksins. Sqrt = kvaðratrót. Línurnar eru teiknaðar út frá minnstu kvaðrata mati á sambandi breytanna sem um ræðir (lsline í Matlab)

Eins og sjá má á myndinni virðist dreifnin ekki vera fall af lengd þorsksins. Það er einna helst að dreifni blóðs- og holdroða er heldur minni ef lengdin er tiltölulega lítil eða mikil en ef lengdin liggur nærri meðaltali sínu. Ekki er þó hægt að segja að þau frávík séu nema smávægileg.

Því næst var kannað hvort dreifnin væri mismunandi eftir því hvort um svæði 1 eða svæði 2 væri að ræða. Mynd 4.5 sýnir viðeigandi punktarit en af því að dæma er ekki munur á dreifni áhrifabreytanna eftir því hvort er um svæði 1 eða svæði 2 að ræða.

4.1.2 Dreifni

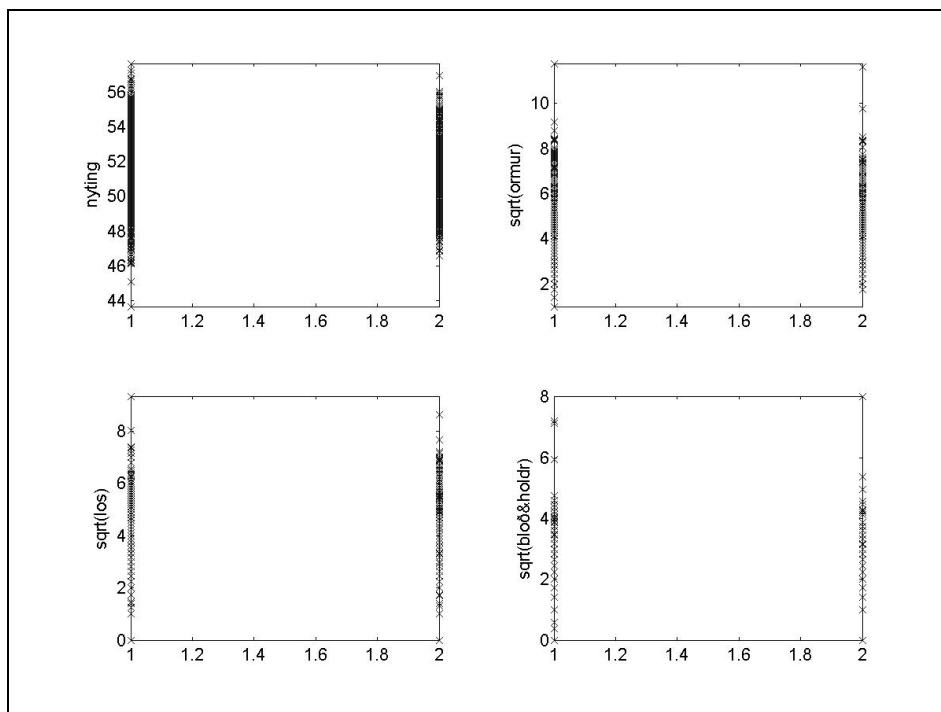
Önnur mikilvæg forsenda margvíðrar línulegrar aðhvarfsgreiningar er að dreifni úttaksbreyta sé ekki fall af háðu breytunum. Þetta þýðir í raun að dreifni áhrifabreyta má ekki breytast þó að gildi orsakabreytu geri það. Góð leið til að kanna hvort svo sé er að teikna punktarit og sjá hvort dreifni háðu breytunnar breytist með óháðu breytunni. Þetta var gert við breytur sem nú voru notaðar, þ.e. $\sqrt{\text{ormar}}$, $\sqrt{\text{blóð- og holdroði}}$, $\sqrt{\text{los}}$ og nýtingu. Mynd 4.4 sýnir punktarit þar sem fyrrnefndar áhrifabreytur eru fall af lengd þorsksins og má nota til að sjá hvort dreifnin er fall af henni.



Mynd 4.4 Punktarit af áhrifabreytunum sem fall af lengd (cm) þorsksins. Sqrt = kvaðratrót. Línurnar eru teiknaðar út frá minnstu kvaðrata mati á sambandi breytanna sem um ræðir (lsline í Matlab)

Eins og sjá má á myndinni virðist dreifnin ekki vera fall af lengd þorsksins. Það er einna helst að dreifni blóðs- og holdroða er heldur minni ef lengdin er tiltölulega lítil eða mikil en ef lengdin liggur nærri meðaltali sínu. Ekki er þó hægt að segja að þau frávík séu nema smávægileg.

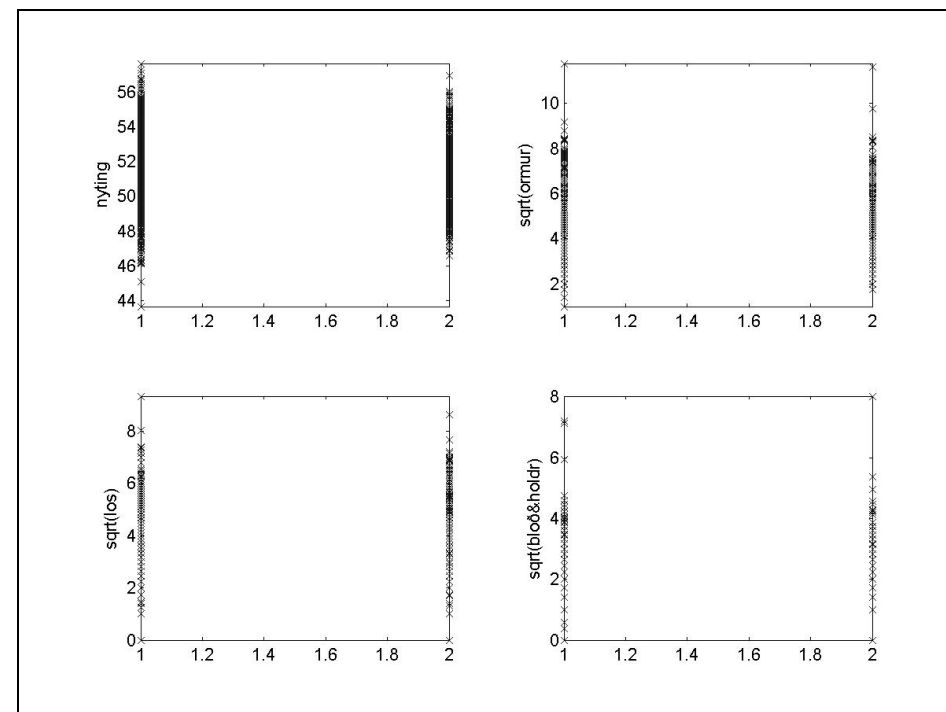
Því næst var kannað hvort dreifnin væri mismunandi eftir því hvort um svæði 1 eða svæði 2 væri að ræða. Mynd 4.5 sýnir viðeigandi punktarit en af því að dæma er ekki munur á dreifni áhrifabreytanna eftir því hvort er um svæði 1 eða svæði 2 að ræða.



Mynd 4.5 Punktarit af áhrifabreytunum sem fall af svæði 1 og 2 (sjá mynd 1.2). Tekin er kvaðratrót (sqrt) af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta.

Gerð voru fleiri punktarit þar sem áhrifabreyturnar voru fall af öðrum orsakabreytum en sýndar hafa verið hér á undan. Sambærilegar myndir fengust fyrir aðrar orsakabreytur og var því ekki að merkja á þeim að forsendu um jafna dreifni væri ekki fullnægt.

Önnur leið til að kanna hvort dreifni sé jöfn er að nota tölfræðileg próf eins og Levene's prófið (Hair o.fl., 1998), sem t.d. nálgast má í SPSS. Levene's prófið byggir ekki á normaldreifingu. Það er hinsvegar eins og mörg önnur tölfræðileg próf viðkvæmt fyrir smávægilegum frávikum frá því sem prófað er (í þessu tilfelli er prófað hvort dreifni hópa sé jöfn) þegar fjöldi sýna er mikill. Þetta þýðir að ef fjöldi sýna er mikill þarf dreifni ólíkra hópa að vera mjög jöfn til að Levene's prófið gefi ekki til kynna að um ójafna dreifni sé að ræða. Tafla 4.2 sýnir niðurstöður þessa prófs þegar kannað var hvort dreifni væri jöfn fyrir svæði 1 og svæði 2. Samkvæmt Levene's prófi er dreifni allra áhrifabreyta nema blóðs - og holdroða jöfn eftir veiðisvæðum ef miðað er við 95% öryggismörk.



Mynd 4.5 Punktarit af áhrifabreytunum sem fall af svæði 1 og 2 (sjá mynd 1.2). Tekin er kvaðratrót (sqrt) af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta.

Gerð voru fleiri punktarit þar sem áhrifabreyturnar voru fall af öðrum orsakabreytum en sýndar hafa verið hér á undan. Sambærilegar myndir fengust fyrir aðrar orsakabreytur og var því ekki að merkja á þeim að forsendu um jafna dreifni væri ekki fullnægt.

Önnur leið til að kanna hvort dreifni sé jöfn er að nota tölfræðileg próf eins og Levene's prófið (Hair o.fl., 1998), sem t.d. nálgast má í SPSS. Levene's prófið byggir ekki á normaldreifingu. Það er hinsvegar eins og mörg önnur tölfræðileg próf viðkvæmt fyrir smávægilegum frávikum frá því sem prófað er (í þessu tilfelli er prófað hvort dreifni hópa sé jöfn) þegar fjöldi sýna er mikill. Þetta þýðir að ef fjöldi sýna er mikill þarf dreifni ólíkra hópa að vera mjög jöfn til að Levene's prófið gefi ekki til kynna að um ójafna dreifni sé að ræða. Tafla 4.2 sýnir niðurstöður þessa prófs þegar kannað var hvort dreifni væri jöfn fyrir svæði 1 og svæði 2. Samkvæmt Levene's prófi er dreifni allra áhrifabreyta nema blóðs - og holdroða jöfn eftir veiðisvæðum ef miðað er við 95% öryggismörk.

Tafla 4.2 Niðurstöður Levene’s prófs varðandi dreifni áhrifabreytanna, flokkað eftir svæðum. Ef p-gildi er lægra en 0,05 er dreifni breytunnar sem við á ekki jöfn eftir svæðum ef miðað er við 95% öryggismörk.

	Levene stiki	frelsisgráða 1	frelsisgráða 2	p-gildi
Ormar	2,17	1	1932	0,14
Blóð- og holdroði	5,71	1	1932	0,17
Los	1,63	1	1932	0,20
Nýting	3,51	1	1932	0,06

Um ákveðna misvísun er að ræða á milli punktaritanna og töflu 5.2, að því leyti að prófið segir dreifni blóðs- og holdroða ekki vera eins á svæði 1 og svæði 2. Eins og áður hefur komið fram er Levene’s prófið viðkvæmt þegar um svo margar mælingar er að ræða. Mynd 4.5 gefur til kynna að munurinn á dreifninni sé lítill á svæðunum tveimur. Sú ákvörðun var því tekin að varpa breytunum ekki frekar til að reyna að fá dreifnina jafnari.

4.2 Athuganir í fáum víddum

Í stað þess að fara strax í margvíða líkangerð er athyglisvert að kanna hvort munur sé á áhrifabreytunum eftir ýmsum orsakabreytum. Þannig má t.d. finna vísbendingar um mun á veiðisvæðum eða hvort munur sé eftir árstíma (mánuðum). Til að gera lesandanum betur grein fyrir þeim mælingum sem liggja að baki niðurstöðunum sýnir taflan 4.3 fjölda mælinga eftir nokkrum mismunandi orsakabreytum (mánuðir, skip, svæði).

Tafla 4.3 Fjöldi mælinga, flokkað eftir mánuðum, skipum, svæðum 1-2 og veiðireitum 1-7.

Breyta/nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mánuður	147	187	300	141	233	206	112	105	122	106	157	118
Skip	987	511	87	245	104							
Svæði 1-2	1367	567										
Veiðireitur 1-7	130	317	180	13	145	329	820					

4.2.1 Árstími

Kannað var hvort munur væri eftir árstíma með því að athuga meðalgildi og 95% vikmörk fyrir einstaka mánuði. Mynd 4.6 sýnir hvernig áhrifabreyturnar breytast með mánuðum. Á myndinni má sjá að talsverður munur er á áhrifabreytunum eftir mánuðum.

Svo virðist sem fjöldi orma sé lægstur yfir sumarið, þó ekki sé það greinileg sveifla. Á sama tíma er nýtingin einnig í lágmarki og munar talsverðu á nýtingu yfir sumarið annars vegar og veturinn hins vegar. Fjöldi blóð- og holdroðabletta virðist sveiflast

Tafla 4.2 Niðurstöður Levene’s prófs varðandi dreifni áhrifabreytanna, flokkað eftir svæðum. Ef p-gildi er lægra en 0,05 er dreifni breytunnar sem við á ekki jöfn eftir svæðum ef miðað er við 95% öryggismörk.

	Levene stiki	frelsisgráða 1	frelsisgráða 2	p-gildi
Ormar	2,17	1	1932	0,14
Blóð- og holdroði	5,71	1	1932	0,17
Los	1,63	1	1932	0,20
Nýting	3,51	1	1932	0,06

Um ákveðna misvísun er að ræða á milli punktaritanna og töflu 5.2, að því leyti að prófið segir dreifni blóðs- og holdroða ekki vera eins á svæði 1 og svæði 2. Eins og áður hefur komið fram er Levene’s prófið viðkvæmt þegar um svo margar mælingar er að ræða. Mynd 4.5 gefur til kynna að munurinn á dreifninni sé lítill á svæðunum tveimur. Sú ákvörðun var því tekin að varpa breytunum ekki frekar til að reyna að fá dreifnina jafnari.

4.2 Athuganir í fáum víddum

Í stað þess að fara strax í margvíða líkangerð er athyglisvert að kanna hvort munur sé á áhrifabreytunum eftir ýmsum orsakabreytum. Þannig má t.d. finna vísbendingar um mun á veiðisvæðum eða hvort munur sé eftir árstíma (mánuðum). Til að gera lesandanum betur grein fyrir þeim mælingum sem liggja að baki niðurstöðunum sýnir taflan 4.3 fjölda mælinga eftir nokkrum mismunandi orsakabreytum (mánuðir, skip, svæði).

Tafla 4.3 Fjöldi mælinga, flokkað eftir mánuðum, skipum, svæðum 1-2 og veiðireitum 1-7.

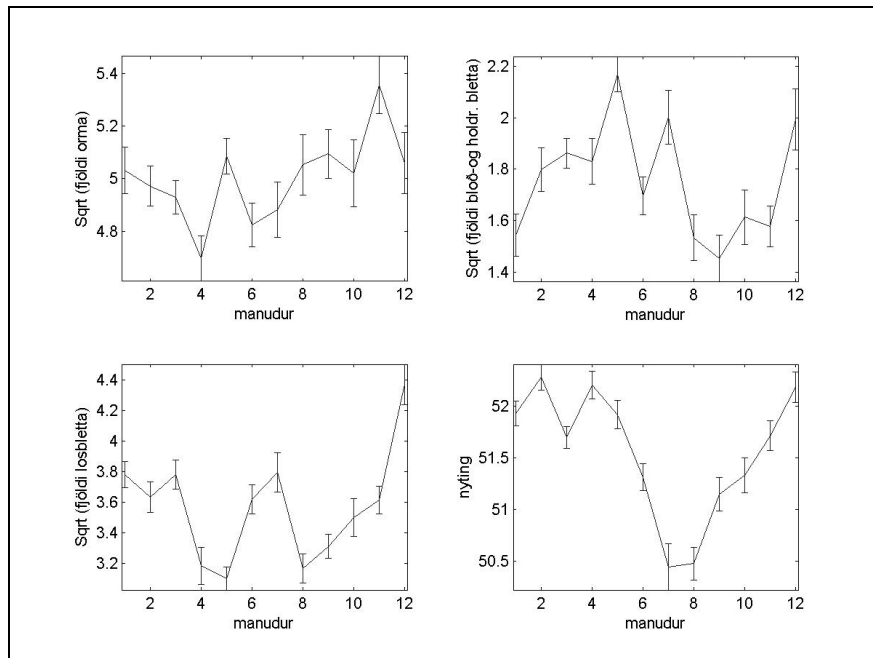
Breyta/nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mánuður	147	187	300	141	233	206	112	105	122	106	157	118
Skip	987	511	87	245	104							
Svæði 1-2	1367	567										
Veiðireitur 1-7	130	317	180	13	145	329	820					

4.2.1 Árstími

Kannað var hvort munur væri eftir árstíma með því að athuga meðalgildi og 95% vikmörk fyrir einstaka mánuði. Mynd 4.6 sýnir hvernig áhrifabreyturnar breytast með mánuðum. Á myndinni má sjá að talsverður munur er á áhrifabreytunum eftir mánuðum.

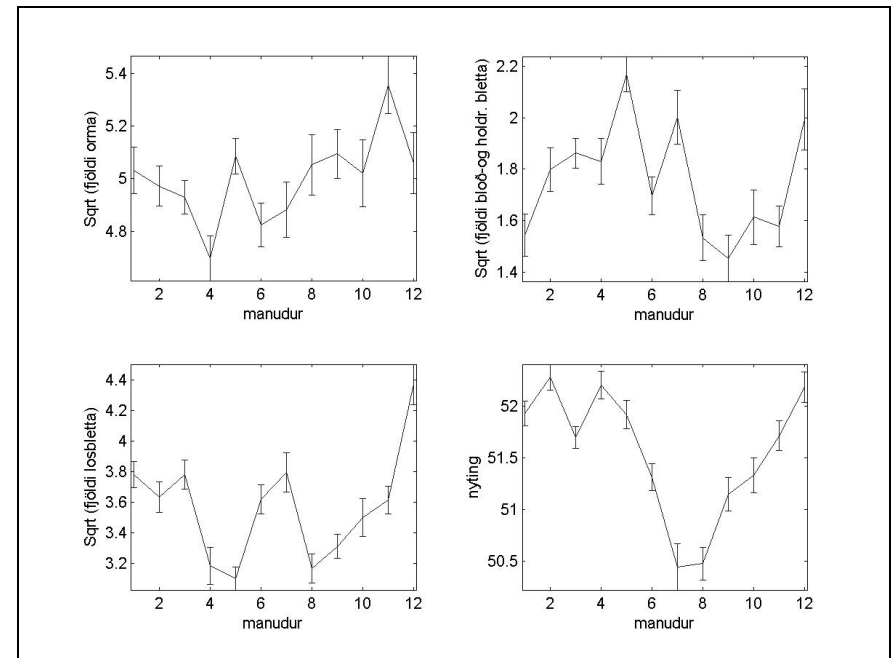
Svo virðist sem fjöldi orma sé lægstur yfir sumarið, þó ekki sé það greinileg sveifla. Á sama tíma er nýtingin einnig í lágmarki og munar talsverðu á nýtingu yfir sumarið annars vegar og veturinn hins vegar. Fjöldi blóð- og holdroðabletta virðist sveiflast

nokkuð með árstíma, líkt og fjöldi losbletta gerir. Það kemur nokkuð á óvart að fjöldi losbletta virðist ná hámarki í kringum áramót. Þegar þessar tölur eru skoðaðar ber þó að hafa í huga að síðla hausts 2002 var óvenjulega mikið af æti á miðunum, skv. skipstjórum Samherja. Það er almennt talið að slíkt hafi áhrif til þess að auka los og þar sem mælingar frá haustinu 2002 vega talsvert þungt í þeim gögnum sem hér voru skoðuð (einungis haustið 2001 og 2002 eru skoðuð, ekki haustið 2003) gæti það haft sitt að segja. Ef toppur í losi í desember er tekinn frá er losið hæst yfir vor- og sumarmánuðina, með lækkun í kringum hrygningu. Tafla 4.4 sýnir meðaltöl mánaðanna ásamt staðalskekkju þeirra.



Mynd 4.6 Munur á áhrifabreytum eftir mánuðum. Tekin er kvaðratrót af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta. Lóðréttu línurnar eru 95% öryggismörk.

nokkuð með árstíma, líkt og fjöldi losbletta gerir. Það kemur nokkuð á óvart að fjöldi losbletta virðist ná hámarki í kringum áramót. Þegar þessar tölur eru skoðaðar ber þó að hafa í huga að síðla hausts 2002 var óvenjulega mikið af æti á miðunum, skv. skipstjórum Samherja. Það er almennt talið að slíkt hafi áhrif til þess að auka los og þar sem mælingar frá haustinu 2002 vega talsvert þungt í þeim gögnum sem hér voru skoðuð (einungis haustið 2001 og 2002 eru skoðuð, ekki haustið 2003) gæti það haft sitt að segja. Ef toppur í losi í desember er tekinn frá er losið hæst yfir vor- og sumarmánuðina, með lækkun í kringum hrygningu. Tafla 4.4 sýnir meðaltöl mánaðanna ásamt staðalskekkju þeirra.



Mynd 4.6 Munur á áhrifabreytum eftir mánuðum. Tekin er kvaðratrót af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta. Lóðréttu línurnar eru 95% öryggismörk.

Tafla 4.4 Meðaltal og staðalskekkja meðaltals áhrifabreyta eftir mánuðum

	Mánuður	Fjöldi	Meðaltal	Staðal-skekkja		Mánuður	Fjöldi	Meðaltal	Staðal-skekkja
Ormar	1	147	5,03	0,09	Los	1	147	3,78	0,08
	2	187	4,97	0,08		2	187	3,63	0,10
	3	300	4,93	0,06		3	300	3,78	0,09
	4	141	4,70	0,09		4	141	3,18	0,12
	5	233	5,09	0,07		5	233	3,10	0,07
	6	206	4,82	0,08		6	206	3,62	0,10
	7	112	4,88	0,11		7	112	3,79	0,13
	8	105	5,05	0,12		8	105	3,17	0,09
	9	122	5,09	0,09		9	122	3,31	0,08
	10	106	5,02	0,13		10	106	3,50	0,12
	11	157	5,36	0,11		11	157	3,61	0,09
	12	118	5,06	0,12		12	118	4,37	0,13
Blíð- og holdr.	1	147	1,54	0,08	Nýting	1	147	51,93	0,12
	2	187	1,80	0,08		2	187	52,28	0,12
	3	300	1,86	0,06		3	300	51,70	0,11
	4	141	1,83	0,09		4	141	52,20	0,13
	5	233	2,17	0,07		5	233	51,92	0,14
	6	206	1,70	0,07		6	206	51,31	0,13
	7	112	2,00	0,10		7	112	50,44	0,22
	8	105	1,53	0,09		8	105	50,47	0,16
	9	122	1,45	0,09		9	122	51,15	0,16
	10	106	1,61	0,11		10	106	51,33	0,17
	11	157	1,58	0,08		11	157	51,71	0,15
	12	118	1,99	0,12		12	118	52,18	0,15

4.2.2 Veiðisvæði

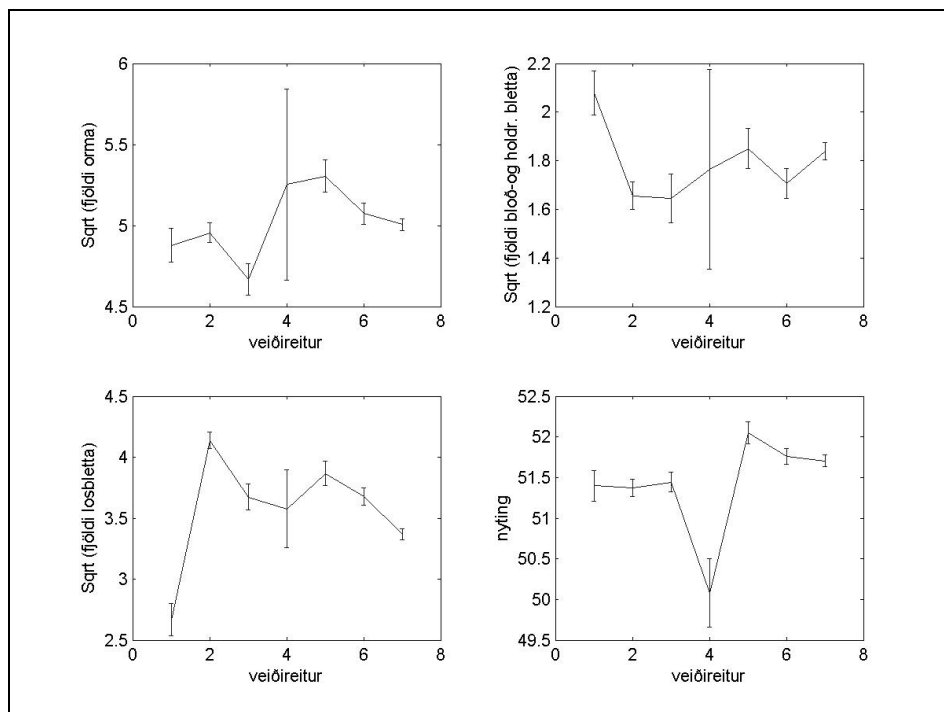
Á sambærilegan hátt og fyrir árstímann var kannað hvort munur væri á veiðisvæðum. Mynd 4.7 sýnir niðurstöður þeirra athugana á veiðireitum 1-7 (sjá mynd 2.3).

Tafla 4.4 Meðaltal og staðalskekkja meðaltals áhrifabreyta eftir mánuðum

	Mánuður	Fjöldi	Meðaltal	Staðal-skekkja		Mánuður	Fjöldi	Meðaltal	Staðal-skekkja
Ormar	1	147	5,03	0,09	Los	1	147	3,78	0,08
	2	187	4,97	0,08		2	187	3,63	0,10
	3	300	4,93	0,06		3	300	3,78	0,09
	4	141	4,70	0,09		4	141	3,18	0,12
	5	233	5,09	0,07		5	233	3,10	0,07
	6	206	4,82	0,08		6	206	3,62	0,10
	7	112	4,88	0,11		7	112	3,79	0,13
	8	105	5,05	0,12		8	105	3,17	0,09
	9	122	5,09	0,09		9	122	3,31	0,08
	10	106	5,02	0,13		10	106	3,50	0,12
	11	157	5,36	0,11		11	157	3,61	0,09
	12	118	5,06	0,12		12	118	4,37	0,13
Blíð- og holdr.	1	147	1,54	0,08	Nýting	1	147	51,93	0,12
	2	187	1,80	0,08		2	187	52,28	0,12
	3	300	1,86	0,06		3	300	51,70	0,11
	4	141	1,83	0,09		4	141	52,20	0,13
	5	233	2,17	0,07		5	233	51,92	0,14
	6	206	1,70	0,07		6	206	51,31	0,13
	7	112	2,00	0,10		7	112	50,44	0,22
	8	105	1,53	0,09		8	105	50,47	0,16
	9	122	1,45	0,09		9	122	51,15	0,16
	10	106	1,61	0,11		10	106	51,33	0,17
	11	157	1,58	0,08		11	157	51,71	0,15
	12	118	1,99	0,12		12	118	52,18	0,15

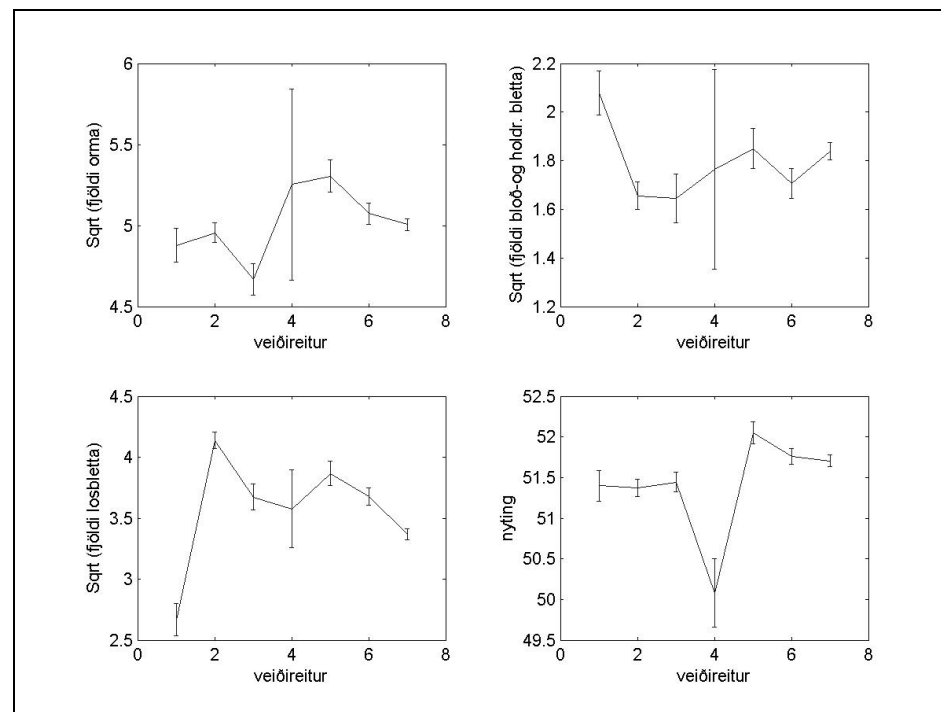
4.2.2 Veiðisvæði

Á sambærilegan hátt og fyrir árstímann var kannað hvort munur væri á veiðisvæðum. Mynd 4.7 sýnir niðurstöður þeirra athugana á veiðireitum 1-7 (sjá mynd 2.3).



Mynd 4.7 Munur á áhrifabreytum eftir veiðireitum 1-7 (sjá mynd 2.3). Tekin er kvaðratrót af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta. Lóðréttu línurnar eru 95% öryggismörk.

Mynd 4.7 er athyglisvert að skoða. Breidd 95% vikmarka fyrir vítt veiðisvæði 4 benda til að of fá sýni hafi komið þaðan til að hægt sé að álykta af nokkru öryggi um það (fjöldi sýna úr veiðireit 4 var einungis 13), en aðrir veiðireitir hafa öryggismörk innan tiltölulega þröngra marka. Veiðireitir 5, 6 og 7, sem eru úti fyrir Austurlandi virðast gefa bestu flakanýtinguna, en munurinn er hinsvegar tiltölulega lítill og ómögulegt að sjá hér hvort munurinn stafi í raun af mismun í öðrum orsakabreytum. Þá eru tiltölulega margir ormar og blóð- og holdroðablettir í þorski úr veiðireit 5, þannig að spurning er hvort vinnslunýting (þ.e. nýting í afurðir) hans sé betri en annarra veiðireita, þrátt fyrir að flakanýtingin sé hæst þar. Losið er hæst úti fyrir Vestfjörðum (veiðireitur 2). Þar eru hinsvegar tiltölulega fáir ormar, en fremur slök nýting. Tafla 4.5 sýnir meðaltöl og staðalskekkjur meðaltala hinna mismunandi veiðireita.



Mynd 4.7 Munur á áhrifabreytum eftir veiðireitum 1-7 (sjá mynd 2.3). Tekin er kvaðratrót af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta. Lóðréttu línurnar eru 95% öryggismörk.

Mynd 4.7 er athyglisvert að skoða. Breidd 95% vikmarka fyrir vítt veiðisvæði 4 benda til að of fá sýni hafi komið þaðan til að hægt sé að álykta af nokkru öryggi um það (fjöldi sýna úr veiðireit 4 var einungis 13), en aðrir veiðireitir hafa öryggismörk innan tiltölulega þröngra marka. Veiðireitir 5, 6 og 7, sem eru úti fyrir Austurlandi virðast gefa bestu flakanýtinguna, en munurinn er hinsvegar tiltölulega lítill og ómögulegt að sjá hér hvort munurinn stafi í raun af mismun í öðrum orsakabreytum. Þá eru tiltölulega margir ormar og blóð- og holdroðablettir í þorski úr veiðireit 5, þannig að spurning er hvort vinnslunýting (þ.e. nýting í afurðir) hans sé betri en annarra veiðireita, þrátt fyrir að flakanýtingin sé hæst þar. Losið er hæst úti fyrir Vestfjörðum (veiðireitur 2). Þar eru hinsvegar tiltölulega fáir ormar, en fremur slök nýting. Tafla 4.5 sýnir meðaltöl og staðalskekkjur meðaltala hinna mismunandi veiðireita.

Tafla 4.5 Meðaltal og staðalskekkja áhrifabreyta, flokkað eftir viðum veiðisvæðum 1-7. Um er að ræða kvaðratrót af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta.

	Við v.sv nr	Fjöldi	Meðaltal	Staðal- skekkja		Við v.sv nr	Fjöldi	Meðaltal	Staðal- skekkja
Ormar	1	130	4,88	0,10	Los	1	130	2,67	0,13
	2	317	4,96	0,06		2	317	4,14	0,07
	3	180	4,67	0,10		3	180	3,67	0,11
	4	13	5,25	0,59		4	13	3,58	0,32
	5	145	5,31	0,10		5	145	3,87	0,10
	6	329	5,07	0,06		6	329	3,68	0,07
	7	820	5,01	0,04		7	820	3,37	0,04
Blóð- og holdr.	1	130	2,08	0,09	Nýting	1	130	51,40	0,19
	2	317	1,66	0,06		2	317	51,37	0,11
	3	180	1,65	0,10		3	180	51,44	0,12
	4	13	1,77	0,41		4	13	50,08	0,42
	5	145	1,85	0,08		5	145	52,05	0,14
	6	329	1,71	0,06		6	329	51,76	0,10
	7	820	1,84	0,04		7	820	51,70	0,07

Hafsvæðinu í kringum Ísland var ekki einungis skipt upp í veiðireiti 1-7 í rannsókninni. Því var einnig skipt upp í 2 svæði annarsvegar og veiðireiti hinsvegar. Skiptingin í tvö svæði var í grundvallaratriðum skálina frá Norðausturlandi og út á Reykjanesskaga (sjá mynd 2.2). Skipting miðanna í tvö svæði var gerð til að tryggja nægan fjölda sýna á hvoru svæði til að tölfræðileg próf yrðu marktæk auk þess sem lengi hefur verið talað um að munur sé á þessum svæðum án þess að það hafi verið rannsakað. Skipting í reiti 310-775 var hins vegar gerð til að greina mætti nákvæmar þann breytileika sem finndist.

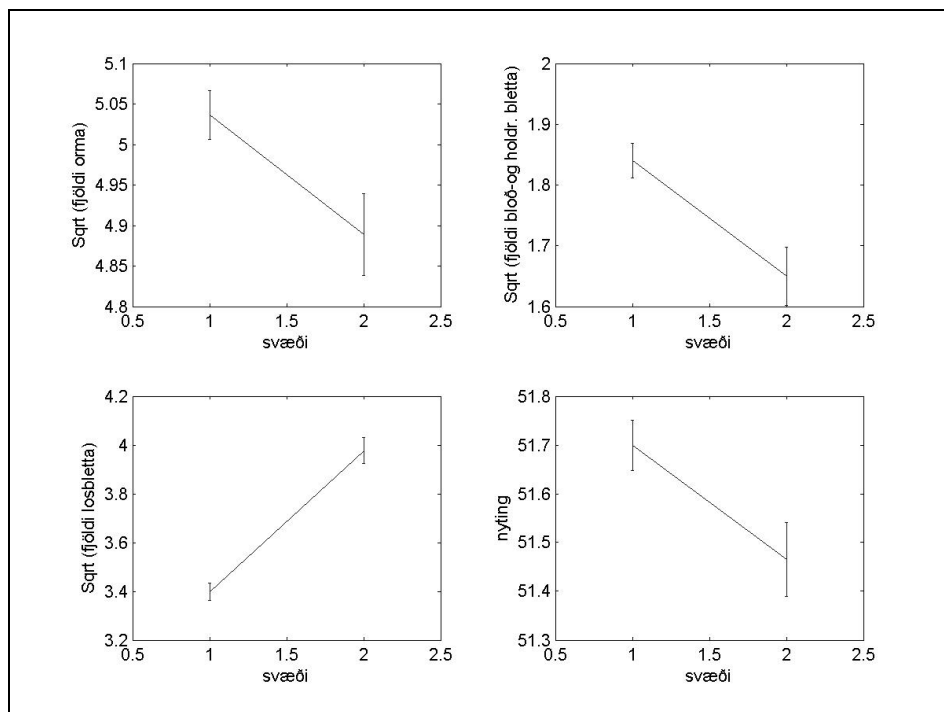
Mynd 4.8 sýnir muninn á áhrifabreytunum eftir því hvort um er að ræða þorsk af svæði 1 (sunnan og austan við land) eða svæði 2 (norðan og vestan við land). Eins og sjá má virðist vera nokkur munur á fjölda blóð- og holdroðabletta og er minna um þá norðan og vestan við land. Þar er einnig talsvert minna um orma en jafnframt mun meira af losi. Eins og sjá má á myndinni er munurinn á öllum breytunum marktækur á milli svæða ef miðað er við 95% öryggismörk.

Tafla 4.5 Meðaltal og staðalskekkja áhrifabreyta, flokkað eftir viðum veiðisvæðum 1-7. Um er að ræða kvaðratrót af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta.

	Við v.sv nr	Fjöldi	Meðaltal	Staðal- skekkja		Við v.sv nr	Fjöldi	Meðaltal	Staðal- skekkja
Ormar	1	130	4,88	0,10	Los	1	130	2,67	0,13
	2	317	4,96	0,06		2	317	4,14	0,07
	3	180	4,67	0,10		3	180	3,67	0,11
	4	13	5,25	0,59		4	13	3,58	0,32
	5	145	5,31	0,10		5	145	3,87	0,10
	6	329	5,07	0,06		6	329	3,68	0,07
	7	820	5,01	0,04		7	820	3,37	0,04
Blóð- og holdr.	1	130	2,08	0,09	Nýting	1	130	51,40	0,19
	2	317	1,66	0,06		2	317	51,37	0,11
	3	180	1,65	0,10		3	180	51,44	0,12
	4	13	1,77	0,41		4	13	50,08	0,42
	5	145	1,85	0,08		5	145	52,05	0,14
	6	329	1,71	0,06		6	329	51,76	0,10
	7	820	1,84	0,04		7	820	51,70	0,07

Hafsvæðinu í kringum Ísland var ekki einungis skipt upp í veiðireiti 1-7 í rannsókninni. Því var einnig skipt upp í 2 svæði annarsvegar og veiðireiti hinsvegar. Skiptingin í tvö svæði var í grundvallaratriðum skálina frá Norðausturlandi og út á Reykjanesskaga (sjá mynd 2.2). Skipting miðanna í tvö svæði var gerð til að tryggja nægan fjölda sýna á hvoru svæði til að tölfræðileg próf yrðu marktæk auk þess sem lengi hefur verið talað um að munur sé á þessum svæðum án þess að það hafi verið rannsakað. Skipting í reiti 310-775 var hins vegar gerð til að greina mætti nákvæmar þann breytileika sem finndist.

Mynd 4.8 sýnir muninn á áhrifabreytunum eftir því hvort um er að ræða þorsk af svæði 1 (sunnan og austan við land) eða svæði 2 (norðan og vestan við land). Eins og sjá má virðist vera nokkur munur á fjölda blóð- og holdroðabletta og er minna um þá norðan og vestan við land. Þar er einnig talsvert minna um orma en jafnframt mun meira af losi. Eins og sjá má á myndinni er munurinn á öllum breytunum marktækur á milli svæða ef miðað er við 95% öryggismörk.



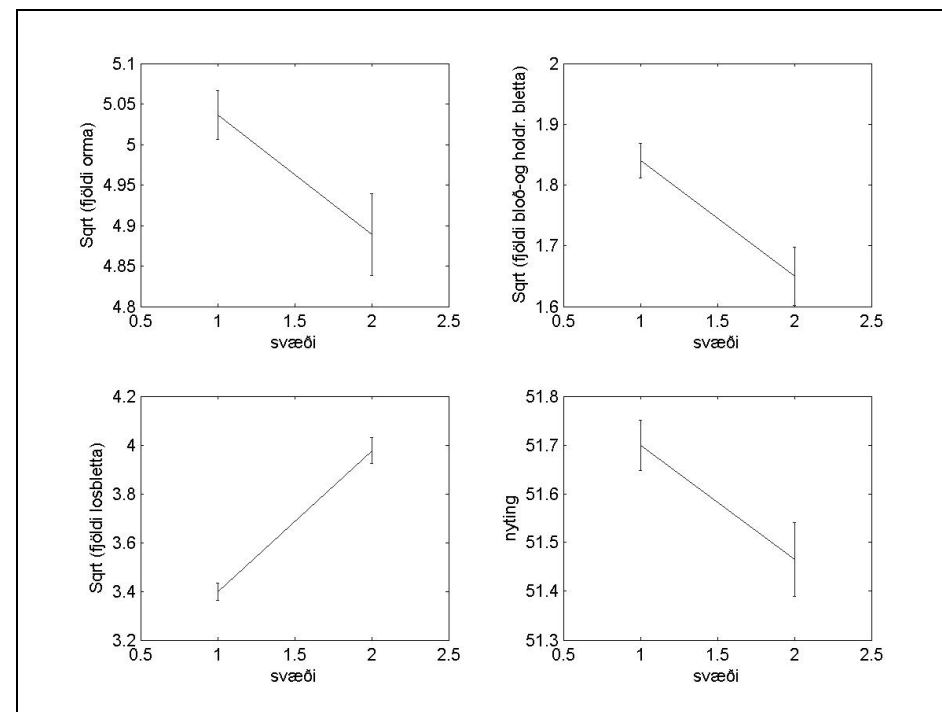
Mynd 4.8 Munur á áhrifabreytum eftir svæðum 1 og 2. Tekin er kvaðratrót (sqrt) af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta. Lóðréttu línurnar eru 95% öryggismörk.

Tafla 4.6 sýnir meðaltal og staðalskekkju meðaltala áhrifabreytanna, flokkuð eftir veiðisvæðum 1 og 2.

Tafla 4.6 Meðaltal og staðalskekkja áhrifabreyta, flokkaðar eftir svæðum 1 og 2. Um er að ræða kvaðratrót af fyrstu 3 breytunum í töflunni.

Svæði		Ormar	Blóð-og holdroði	Los	Nýting
1	Meðaltal	5,04	1,84	3,40	51,70
	Staðalskekkja	,030	,028	,036	,052
2	Meðaltal	4,89	1,65	3,98	51,46
	Staðalskekkja	,050	,048	,053	,076

Tafla 4.6 staðfestir það sem áður hafði komið fram, þ.e. nokkur munur er á meðaltölum svæðanna tveggja fyrir allar áhrifabreytur. Áður en sagt er skilið við veiðisvæðin er athyglisvert að skoða hvernig samspil árstíma og veiðisvæða er. Til að athuga það var teiknað upp hvernig áhrifabreyturnar höguðu



Mynd 4.8 Munur á áhrifabreytum eftir svæðum 1 og 2. Tekin er kvaðratrót (sqrt) af fjölda orma, fjölda blóð- og holdroðabletta og fjölda losbletta. Lóðréttu línurnar eru 95% öryggismörk.

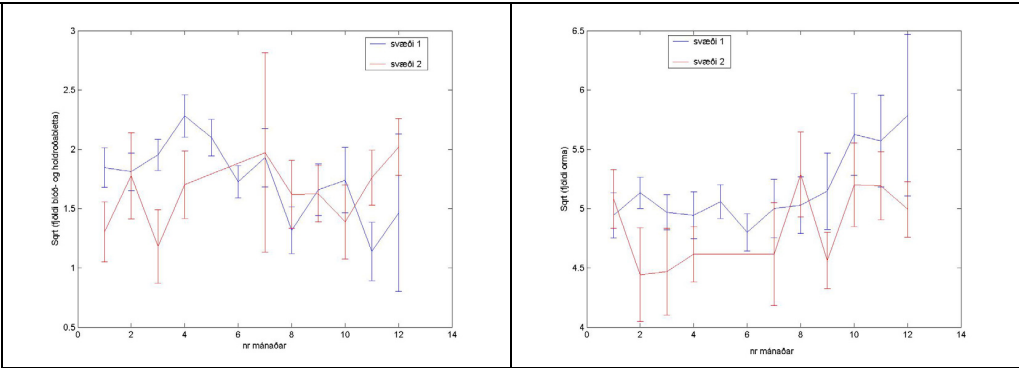
Tafla 4.6 sýnir meðaltal og staðalskekkju meðaltala áhrifabreytanna, flokkuð eftir veiðisvæðum 1 og 2.

Tafla 4.6 Meðaltal og staðalskekkja áhrifabreyta, flokkaðar eftir svæðum 1 og 2. Um er að ræða kvaðratrót af fyrstu 3 breytunum í töflunni.

Svæði		Ormar	Blóð-og holdroði	Los	Nýting
1	Meðaltal	5,04	1,84	3,40	51,70
	Staðalskekkja	,030	,028	,036	,052
2	Meðaltal	4,89	1,65	3,98	51,46
	Staðalskekkja	,050	,048	,053	,076

Tafla 4.6 staðfestir það sem áður hafði komið fram, þ.e. nokkur munur er á meðaltölum svæðanna tveggja fyrir allar áhrifabreytur. Áður en sagt er skilið við veiðisvæðin er athyglisvert að skoða hvernig samspil árstíma og veiðisvæða er. Til að athuga það var teiknað upp hvernig áhrifabreyturnar höguðu

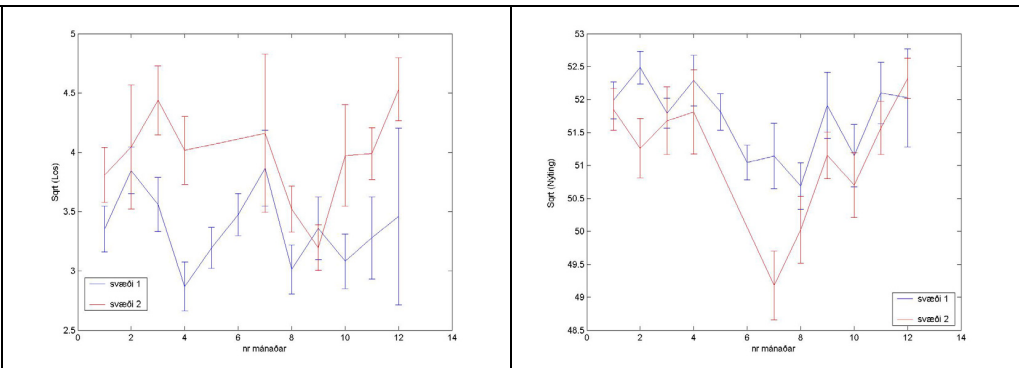
sér fyrir hvort svæði fyrir sig. Mynd 4.9 sýnir hvernig blóð- og holdroðablettir og ormar hegðuðu sér.



Mynd 4.9 Fjöldi blóð- og holdroðabletta og orma, teiknað upp eftir mánuðum og flokkað eftir því hvort þorskurinn kom af svæði 1 eða svæði 2. Tekin er kvaðratrót (sqrt) af fjölda orma og fjölda blóð- og holdroðabletta. Lóðréttu línurnar eru 95% vikmörk.

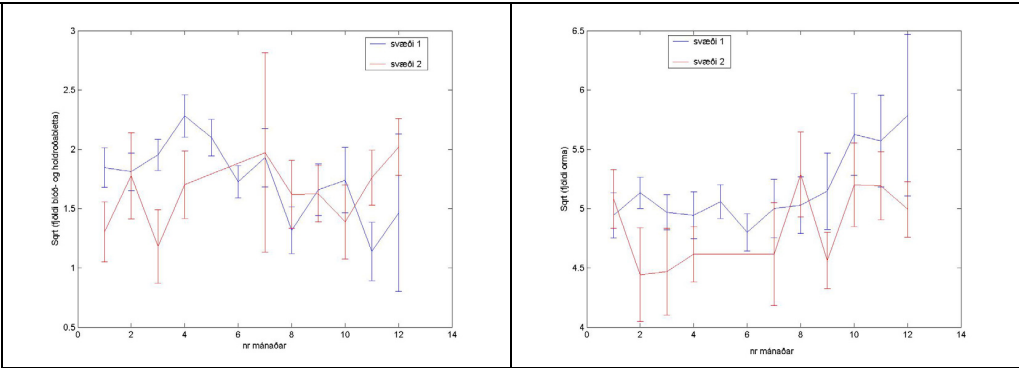
Eins og sjá má er nokkur munur á því hvaðan þorskurinn kemur. Greinilegt að færri ormar eru almennt á svæði 2 en svæði 1, þó að munurinn sé alls ekki alltaf marktækur (95% öryggismörk). Ekki er hægt að segja að yfir árið í heild sé mikill munur á fjölda blóð- og holdroðabletta, þó vissulega sé hann fyrir hendi. Mynd 4.8 sýnir að þorskur af svæði 2 hefur færri blóð- og holdroðabletti en þorskur af svæði 1. Mynd 4.9 leiðir hinsvegar í ljós að munurinn liggur fyrst og fremst í vormánuðunum.

Mynd 4.10 sýnir á sambærilegan hátt hvernig los og nýting, flokkuð eftir svæðum 1 og 2 breytast með mánuðum.



Mynd 4.10 Los og nýting, teiknuð upp eftir mánuðum og flokkað eftir því hvort þorskurinn kom frá svæði 1 eða frá svæði 2. Tekin er kvaðratrót af fjölda losblettanna. Lóðréttu línurnar eru 95% vikmörk.

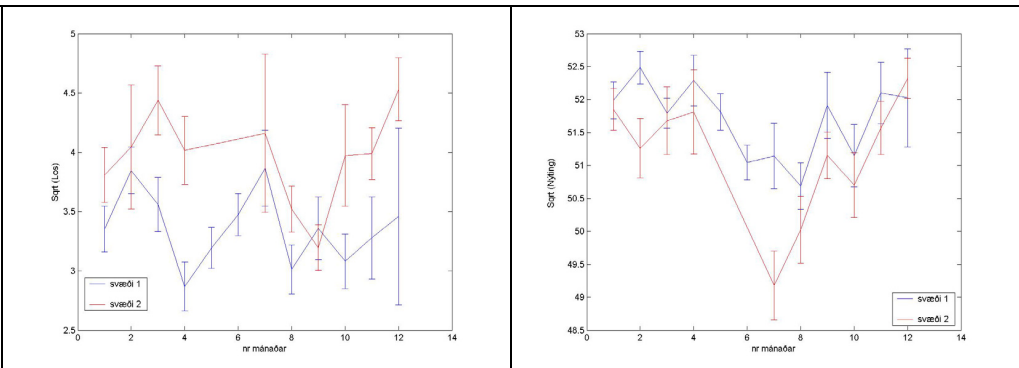
sér fyrir hvort svæði fyrir sig. Mynd 4.9 sýnir hvernig blóð- og holdroðablettir og ormar hegðuðu sér.



Mynd 4.9 Fjöldi blóð- og holdroðabletta og orma, teiknað upp eftir mánuðum og flokkað eftir því hvort þorskurinn kom af svæði 1 eða svæði 2. Tekin er kvaðratrót (sqrt) af fjölda orma og fjölda blóð- og holdroðabletta. Lóðréttu línurnar eru 95% vikmörk.

Eins og sjá má er nokkur munur á því hvaðan þorskurinn kemur. Greinilegt að færri ormar eru almennt á svæði 2 en svæði 1, þó að munurinn sé alls ekki alltaf marktækur (95% öryggismörk). Ekki er hægt að segja að yfir árið í heild sé mikill munur á fjölda blóð- og holdroðabletta, þó vissulega sé hann fyrir hendi. Mynd 4.8 sýnir að þorskur af svæði 2 hefur færri blóð- og holdroðabletti en þorskur af svæði 1. Mynd 4.9 leiðir hinsvegar í ljós að munurinn liggur fyrst og fremst í vormánuðunum.

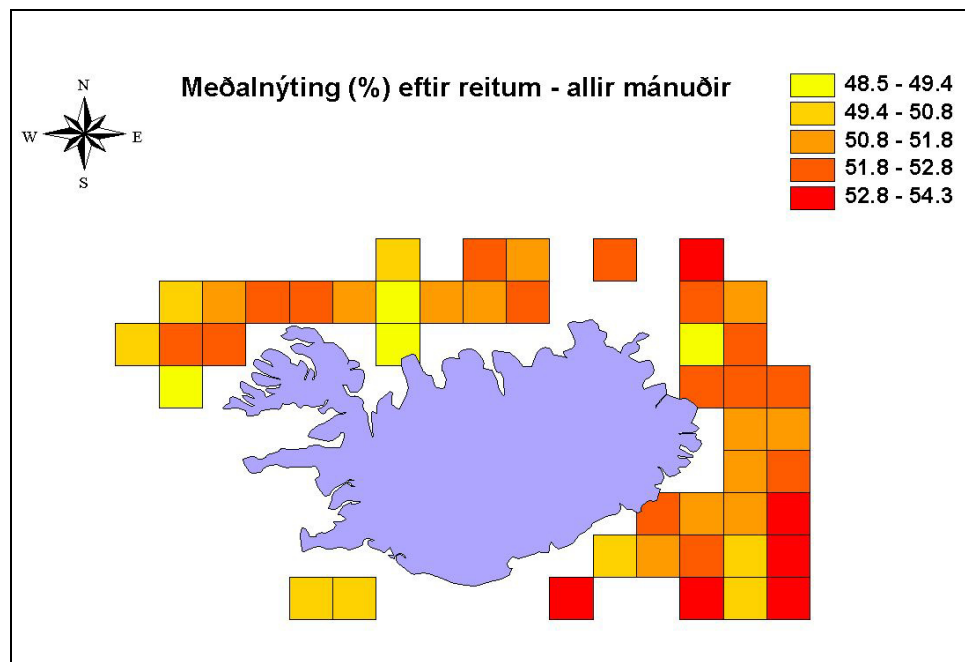
Mynd 4.10 sýnir á sambærilegan hátt hvernig los og nýting, flokkuð eftir svæðum 1 og 2 breytast með mánuðum.



Mynd 4.10 Los og nýting, teiknuð upp eftir mánuðum og flokkað eftir því hvort þorskurinn kom frá svæði 1 eða frá svæði 2. Tekin er kvaðratrót af fjölda losblettanna. Lóðréttu línurnar eru 95% vikmörk.

Losið er herra á svæði 2 en á svæði 1 ef marka má myndina. Hafa ber í huga að engar mælingar voru fyrir maí og júní á svæði 2. Líkt og sjá má á myndinni er flakanýting svæðis 1 hærri í öllum mánuðum nema í desember. Munurinn er hinsvegar ekki tölfræðilega marktækur nema í tveimur mánuðum, febrúar og júlí. Þetta er í samræmi við það sem búast mátti við en eins og áður hefur komið fram er flakanýting svæðis 2 hærri en flakanýting svæðis 1 en munurinn er ekki ýkja mikill (svæði 1: 51,46% flakanýting; svæði 2: 51,70% flakanýting).

Til að sjá mynðrænt muninn á milli reita 310-775 var gerð annarskonar mynd en sýndar hafa verið hingað til. Notað var forritið ArcView 3.2 GIS til að teikna nýtingu upp eftir reitum og voru notaðir mismunandi litir fyrir reitina eftir því hve nýtingin var há.

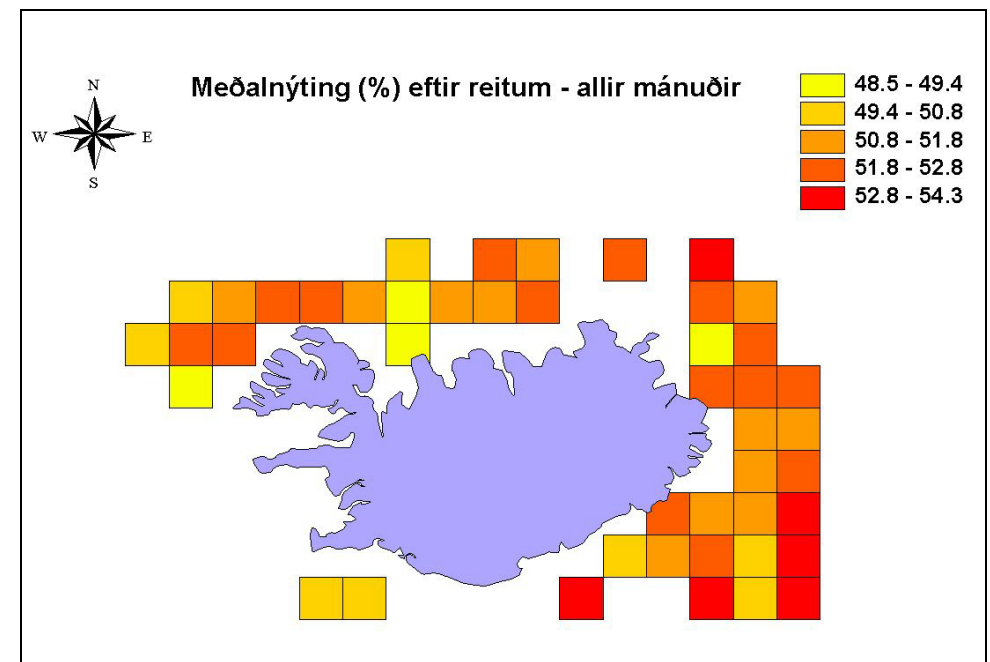


Mynd 4.11 Meðalnýting eftir reitum 310-775 allan þann tíma sem mælingar á nýtingu voru gerðar. Ekki þarf að vera tölfræðilega marktækur munur á reitum sem fá misjafnan lit. Reitir þar sem eingöngu ein mæling var gerð eru ekki teiknaðir inn á myndina. Varðandi númer reita er vísað til myndar 2.2.

Alls var veitt í 60 reitum þann tíma sem rannsóknin fór fram. Þar sem lítið mark er takandi á tölfræðilegum prófum ef einungis ein mæling er fyrir hendi var þeim reitum þar sem einungis ein mæling hafði farið fram sleppt í greiningu á reitum. Reiknuð voru meðaltöl fyrir alla reitina, annarsvegar yfir allan þann tíma sem mælingar höfðu farið fram og hinsvegar mánuð fyrir mánuð. Við útreikning meðaltala mánuð fyrir mánuð gildi það sama og áður hefur verið minnst á; tilvikum þar sem einungis ein mæling var fyrir hendi í tilteknum reit var sleppt. Tafla 4.7 hefur að geyma meðaltöl allra áhrifabreyta, fyrir reiti 310-775.

Losið er herra á svæði 2 en á svæði 1 ef marka má myndina. Hafa ber í huga að engar mælingar voru fyrir maí og júní á svæði 2. Líkt og sjá má á myndinni er flakanýting svæðis 1 hærri í öllum mánuðum nema í desember. Munurinn er hinsvegar ekki tölfræðilega marktækur nema í tveimur mánuðum, febrúar og júlí. Þetta er í samræmi við það sem búast mátti við en eins og áður hefur komið fram er flakanýting svæðis 2 hærri en flakanýting svæðis 1 en munurinn er ekki ýkja mikill (svæði 1: 51,46% flakanýting; svæði 2: 51,70% flakanýting).

Til að sjá mynðrænt muninn á milli reita 310-775 var gerð annarskonar mynd en sýndar hafa verið hingað til. Notað var forritið ArcView 3.2 GIS til að teikna nýtingu upp eftir reitum og voru notaðir mismunandi litir fyrir reitina eftir því hve nýtingin var há.



Mynd 4.11 Meðalnýting eftir reitum 310-775 allan þann tíma sem mælingar á nýtingu voru gerðar. Ekki þarf að vera tölfræðilega marktækur munur á reitum sem fá misjafnan lit. Reitir þar sem eingöngu ein mæling var gerð eru ekki teiknaðir inn á myndina. Varðandi númer reita er vísað til myndar 2.2.

Alls var veitt í 60 reitum þann tíma sem rannsóknin fór fram. Þar sem lítið mark er takandi á tölfræðilegum prófum ef einungis ein mæling er fyrir hendi var þeim reitum þar sem einungis ein mæling hafði farið fram sleppt í greiningu á reitum. Reiknuð voru meðaltöl fyrir alla reitina, annarsvegar yfir allan þann tíma sem mælingar höfðu farið fram og hinsvegar mánuð fyrir mánuð. Við útreikning meðaltala mánuð fyrir mánuð gildi það sama og áður hefur verið minnst á; tilvikum þar sem einungis ein mæling var fyrir hendi í tilteknum reit var sleppt. Tafla 4.7 hefur að geyma meðaltöl allra áhrifabreyta, fyrir reiti 310-775.

Tafla 4.7 Meðaltöl fyrir áhrifabreyturnar, flokkuð eftir reitum.

Reitur	Nýting	Ornar	Blöð- og holdr	Los	Reitur	Nýting	Ornar	Blöð- og holdr	Los
311	53,3	29,8	1,7	16,9	613	48,5	27,5	3,5	8,0
312	50,1	20,5	1,0	8,5	620	49,2	20,3	3,0	12,9
313	54,3	23,4	8,6	10,4	624	52,6	28,3	8,5	28,7
316	53,0	19,0	9,7	1,0	625	52,3	23,8	3,9	19,3
321	50,6	27,9	5,0	3,4	626	49,8	33,0	6,0	18,0
322	50,1	28,7	4,3	2,5	662	51,5	25,3	2,0	13,4
361	53,5	29,3	3,9	15,8	663	52,1	29,0	4,8	16,2
362	50,7	31,0	10,5	7,5	667	52,2	22,7	6,4	12,4
363	52,2	25,1	5,1	13,7	668	51,7	18,5	2,2	16,7
364	51,2	24,8	6,0	11,1	669	51,3	22,1	4,6	23,6
365	50,2	14,2	5,5	17,2	670	49,2	23,7	5,8	27,5
411	53,2	24,9	4,6	13,4	671	51,8	21,0	3,0	18,0
412	51,5	26,0	4,2	12,6	672	51,9	25,3	5,3	11,7
413	51,6	24,9	4,5	14,2	673	52,5	28,6	5,9	28,1
414	52,0	19,5	3,9	9,5	674	51,1	24,6	3,4	16,2
461	52,0	22,2	4,6	20,2	675	50,8	25,0	3,9	19,8
462	51,4	25,4	3,5	15,1	678	50,0	21,3	6,7	11,3
511	51,8	31,3	2,2	17,5	713	53,9	24,5	2,0	9,5
512	51,6	29,3	3,3	12,1	715	52,1	27,4	3,7	17,3
561	52,0	33,5	4,3	15,0	717	51,6	24,3	3,1	12,2
562	52,1	23,7	4,2	9,4	718	52,0	29,7	0,3	16,7
563	52,8	28,3	5,3	10,7	720	50,7	19,0	6,3	13,3
575	49,4	23,3	2,1	20,3	723	49,1	22,7	3,1	18,9
612	52,0	27,9	3,5	12,1					

Eins og sjá má er talsverður munur á reitunum. Prófað var á hvaða reitum marktækur munur er á nýtingu. Það var prófað með LSD prófi (Least Significant Difference), en skv. því er munur tveggja reita marktækur ef (Wall, 1986. Ólafur Pétur Pálsson, 2002):

$$|\bar{y}_{i\bullet} - \bar{y}_{j\bullet}| > LSD = t_{\alpha/2, N-a} \sqrt{\hat{\sigma}_*^2 \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} \quad (4-3)$$

i, j = númer reita sem eru prófaðir

$$\hat{\sigma}_*^2 = MS_E = \text{mat á dreifni} = \frac{SS_E}{N-a}, \text{ fæst úr ANOVA töflu}$$

n_i = fjöldi í hópi i, N = heildarfjöldi

Tafla 4.7 Meðaltöl fyrir áhrifabreyturnar, flokkuð eftir reitum.

Reitur	Nýting	Ornar	Blöð- og holdr	Los	Reitur	Nýting	Ornar	Blöð- og holdr	Los
311	53,3	29,8	1,7	16,9	613	48,5	27,5	3,5	8,0
312	50,1	20,5	1,0	8,5	620	49,2	20,3	3,0	12,9
313	54,3	23,4	8,6	10,4	624	52,6	28,3	8,5	28,7
316	53,0	19,0	9,7	1,0	625	52,3	23,8	3,9	19,3
321	50,6	27,9	5,0	3,4	626	49,8	33,0	6,0	18,0
322	50,1	28,7	4,3	2,5	662	51,5	25,3	2,0	13,4
361	53,5	29,3	3,9	15,8	663	52,1	29,0	4,8	16,2
362	50,7	31,0	10,5	7,5	667	52,2	22,7	6,4	12,4
363	52,2	25,1	5,1	13,7	668	51,7	18,5	2,2	16,7
364	51,2	24,8	6,0	11,1	669	51,3	22,1	4,6	23,6
365	50,2	14,2	5,5	17,2	670	49,2	23,7	5,8	27,5
411	53,2	24,9	4,6	13,4	671	51,8	21,0	3,0	18,0
412	51,5	26,0	4,2	12,6	672	51,9	25,3	5,3	11,7
413	51,6	24,9	4,5	14,2	673	52,5	28,6	5,9	28,1
414	52,0	19,5	3,9	9,5	674	51,1	24,6	3,4	16,2
461	52,0	22,2	4,6	20,2	675	50,8	25,0	3,9	19,8
462	51,4	25,4	3,5	15,1	678	50,0	21,3	6,7	11,3
511	51,8	31,3	2,2	17,5	713	53,9	24,5	2,0	9,5
512	51,6	29,3	3,3	12,1	715	52,1	27,4	3,7	17,3
561	52,0	33,5	4,3	15,0	717	51,6	24,3	3,1	12,2
562	52,1	23,7	4,2	9,4	718	52,0	29,7	0,3	16,7
563	52,8	28,3	5,3	10,7	720	50,7	19,0	6,3	13,3
575	49,4	23,3	2,1	20,3	723	49,1	22,7	3,1	18,9
612	52,0	27,9	3,5	12,1					

Eins og sjá má er talsverður munur á reitunum. Prófað var á hvaða reitum marktækur munur er á nýtingu. Það var prófað með LSD prófi (Least Significant Difference), en skv. því er munur tveggja reita marktækur ef (Wall, 1986. Ólafur Pétur Pálsson, 2002):

$$|\bar{y}_{i\bullet} - \bar{y}_{j\bullet}| > LSD = t_{\alpha/2, N-a} \sqrt{\hat{\sigma}_*^2 \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} \quad (4-3)$$

i, j = númer reita sem eru prófaðir

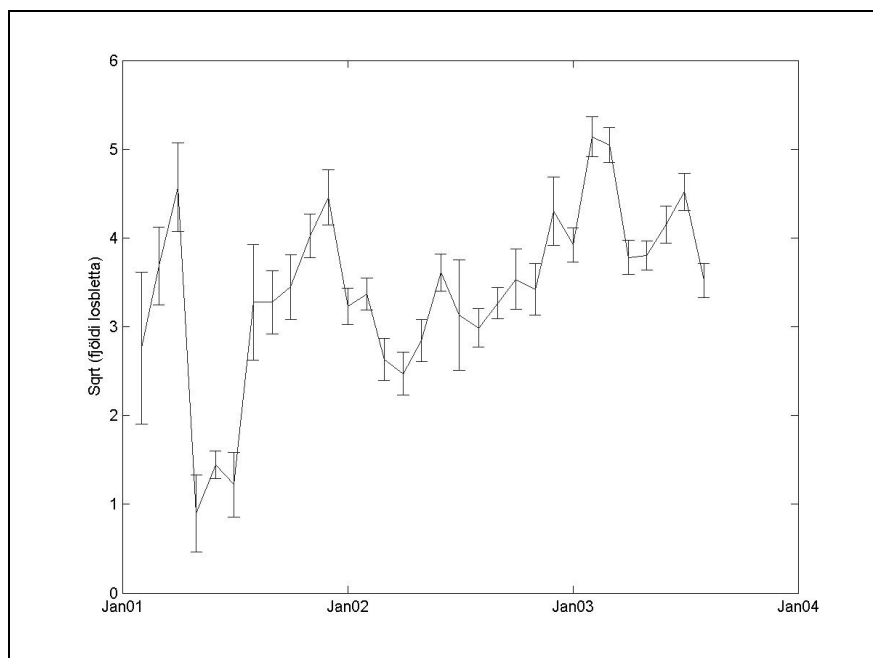
$$\hat{\sigma}_*^2 = MS_E = \text{mat á dreifni} = \frac{SS_E}{N-a}, \text{ fæst úr ANOVA töflu}$$

n_i = fjöldi í hópi i, N = heildarfjöldi

4.2.3 Samanburður sömu mánaða mismunandi ára

Ljóst má vera að sveifla getur verið milli ára, ekki síður en sveifla innan árs. Til að athuga hvort sú væri raunin var hvert ár tekið fyrir sig og kannað hvort munur væri á meðaltölum mánaða eftir því um hvaða ár var að ræða. Þetta var gert fyrir allar áhrifabreyturnar en einungis verður sýnt hvernig til tókst fyrir nýtingu og los. Blóð- og holdroði og ormar hegðuðu sér tiltölulega líkt nýting og los.

Mynd 4.12 sýnir hvernig meðaltal fjölda losbletta í hverjum mánuði sveiflaðist þann tíma sem sýnatökur stóðu yfir.



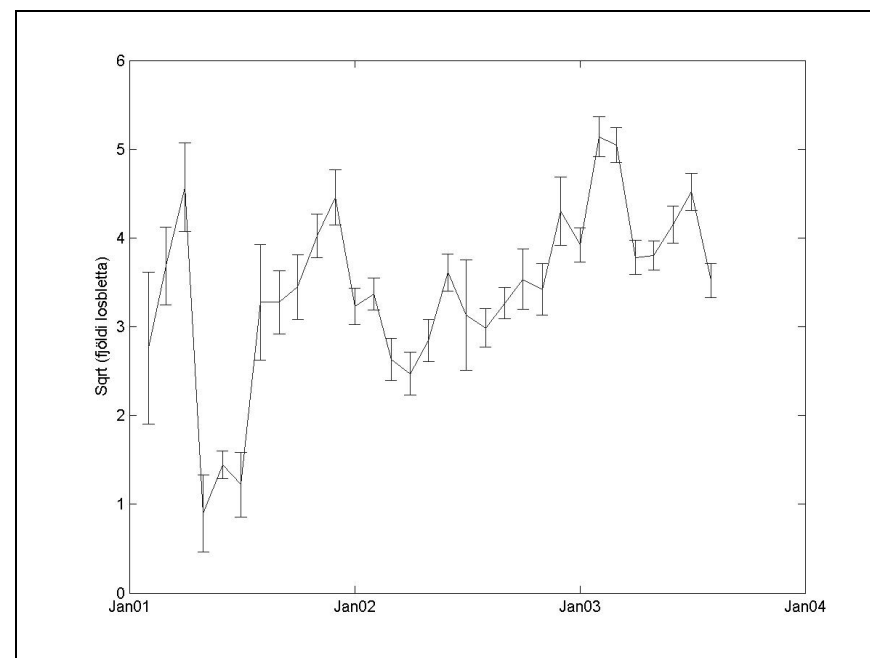
Mynd 4.12 Meðaltal fjölda losbletta (vörpuðum með kvaðratrótarvörpun) eftir mánuðum árin 2001-2003.

Eins og sjá má er nokkur munur á sama mánuði milli ára. Þannig er t.d. losið meira í mars 2003 en í sama mánuði árið áður. Mjög erfitt er að sjá ákveðið mynstur út úr myndinni, enda geta aðrir þættir en mánuðirnir haft áhrif á losið. Slíkt verður hinsvegar ekki fundið nema með margvíðri aðhvarfsgreiningu (kafla 4.4). Eins og áður hefur verið dregið á er talið að mikil fæða hafi áhrif til aukins loss. Æti var hinsvegar ekki mælt í þessari rannsókn og verður því ekki metið hvort æti hafi haft áhrif á losmælingar.

4.2.3 Samanburður sömu mánaða mismunandi ára

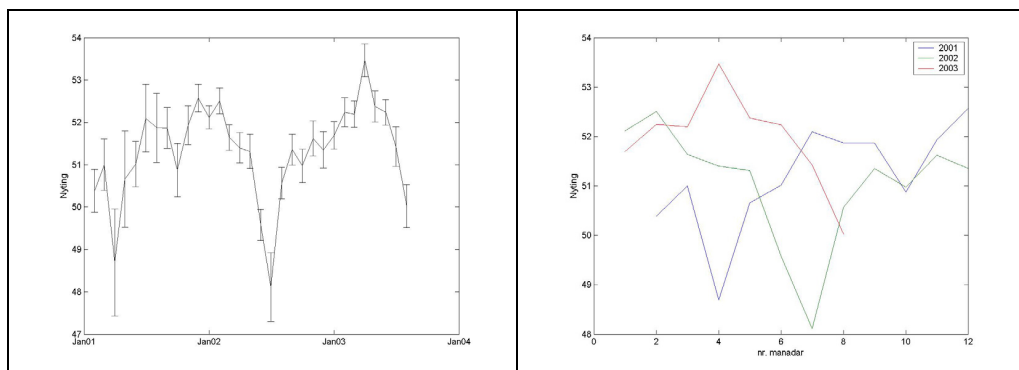
Ljóst má vera að sveifla getur verið milli ára, ekki síður en sveifla innan árs. Til að athuga hvort sú væri raunin var hvert ár tekið fyrir sig og kannað hvort munur væri á meðaltölum mánaða eftir því um hvaða ár var að ræða. Þetta var gert fyrir allar áhrifabreyturnar en einungis verður sýnt hvernig til tókst fyrir nýtingu og los. Blóð- og holdroði og ormar hegðuðu sér tiltölulega líkt nýting og los.

Mynd 4.12 sýnir hvernig meðaltal fjölda losbletta í hverjum mánuði sveiflaðist þann tíma sem sýnatökur stóðu yfir.



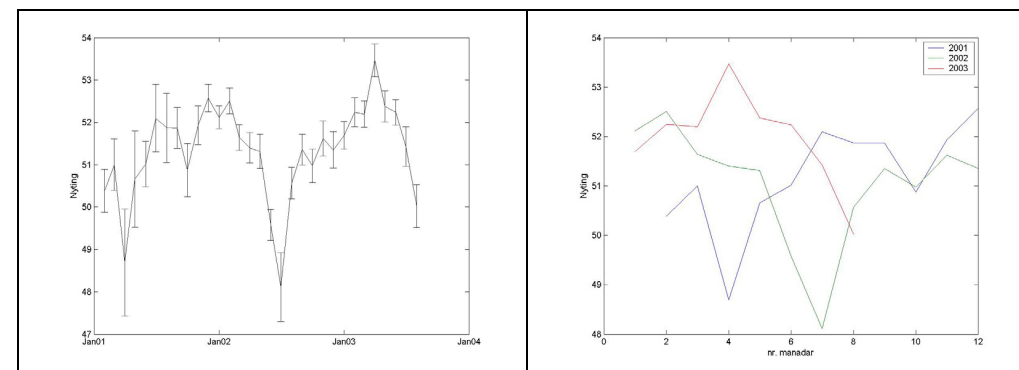
Mynd 4.12 Meðaltal fjölda losbletta (vörpuðum með kvaðratrótarvörpun) eftir mánuðum árin 2001-2003.

Eins og sjá má er nokkur munur á sama mánuði milli ára. Þannig er t.d. losið meira í mars 2003 en í sama mánuði árið áður. Mjög erfitt er að sjá ákveðið mynstur út úr myndinni, enda geta aðrir þættir en mánuðirnir haft áhrif á losið. Slíkt verður hinsvegar ekki fundið nema með margvíðri aðhvarfsgreiningu (kafla 4.4). Eins og áður hefur verið dregið á er talið að mikil fæða hafi áhrif til aukins loss. Æti var hinsvegar ekki mælt í þessari rannsókn og verður því ekki metið hvort æti hafi haft áhrif á losmælingar.



Mynd 4.13 Meðalnýting hvers mánaðar árin 2001-2003

Mynd 4.13 sýnir að nýtingin hegðar sér nokkuð líkt losinu, þ.e. nokkur munur er á árum. Til dæmis er nýtingin í apríl 2001 mjög lág (lægsta nýtingin það árið), á meðan nýtingin í apríl 2003 er afar góð og nýtingin í sama mánuði 2002 ágæt. Það virðist hinsvegar vera ágætis samræmi á milli ára að því leyti að nýtingin batnar frá hausti og fram yfir áramót. Hinsvegar er hér, eins og með losið, ekki nægilega langur tími til athugunar til að hægt sé að alhæfa um sveiflur innan ára út frá svo einföldum myndum. Tafla 4.9 sýnir hvernig meðaltal allra áhrifabreyta breytast frá mánuði til mánaðar. Í töflunni má einnig sjá vikmörk (m.v. 95% öryggi) fyrir breyturnar.



Mynd 4.13 Meðalnýting hvers mánaðar árin 2001-2003

Mynd 4.13 sýnir að nýtingin hegðar sér nokkuð líkt losinu, þ.e. nokkur munur er á árum. Til dæmis er nýtingin í apríl 2001 mjög lág (lægsta nýtingin það árið), á meðan nýtingin í apríl 2003 er afar góð og nýtingin í sama mánuði 2002 ágæt. Það virðist hinsvegar vera ágætis samræmi á milli ára að því leyti að nýtingin batnar frá hausti og fram yfir áramót. Hinsvegar er hér, eins og með losið, ekki nægilega langur tími til athugunar til að hægt sé að alhæfa um sveiflur innan ára út frá svo einföldum myndum. Tafla 4.9 sýnir hvernig meðaltal allra áhrifabreyta breytast frá mánuði til mánaðar. Í töflunni má einnig sjá vikmörk (m.v. 95% öryggi) fyrir breyturnar.

Tafla 4.8 Meðaltöl og 95% vikmörk fyrir áhrifabreyturnar. Uppgefin gildi fyrir fyrstu 3 áhrifa-breyturnar (fjöldi orma, fjöldi blóð- og holdroðabletta og fjöldi losbletta) eru miðaðar við að tekin sé kvaðratrót af breytunum

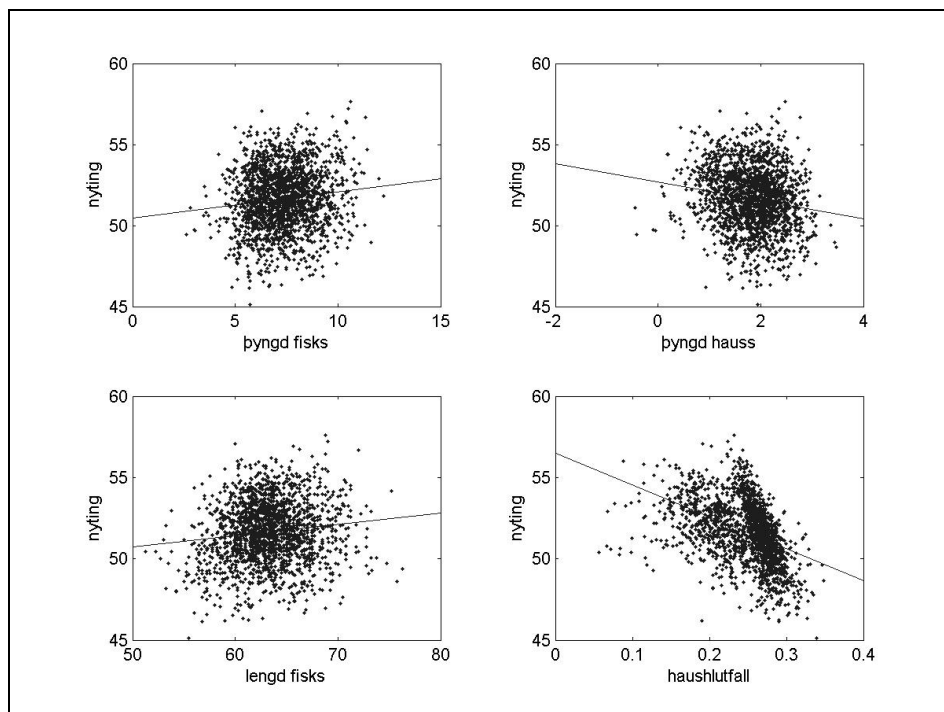
	Meðaltal				Vikmörk			
	Ormar	Blóð- og holdr	Los	Nýting	Ormar	Blóð- og holdr	Los	Nýting
feb.01	3,66	1,43	2,76	50,39	0,51	0,36	0,86	0,51
mar.01	4,77	1,72	3,68	51,00	0,55	0,35	0,44	0,61
apr.01	4,86	1,19	4,57	48,69	0,57	0,78	0,50	1,27
maí.01	4,21	1,17	0,89	50,66	0,48	0,46	0,43	1,14
jún.01	5,24	1,13	1,44	51,02	0,45	0,26	0,16	0,54
júl.01	5,22	0,75	1,22	52,10	0,40	0,43	0,36	0,79
ágú.01	3,60	1,11	3,27	51,87	0,40	0,65	0,65	0,82
sep.01	4,64	1,50	3,27	51,87	0,34	0,39	0,36	0,48
okt.01	5,08	2,08	3,45	50,88	0,45	0,28	0,36	0,63
nóv.01	5,44	1,92	4,02	51,93	0,31	0,20	0,24	0,46
des.01	5,11	2,06	4,46	52,57	0,26	0,27	0,31	0,33
jan.02	4,84	1,99	3,23	52,12	0,19	0,18	0,21	0,27
feb.02	4,97	1,74	3,37	52,51	0,14	0,18	0,18	0,31
mar.02	4,98	2,09	2,63	51,64	0,19	0,17	0,24	0,30
apr.02	4,84	2,18	2,47	51,40	0,24	0,22	0,24	0,36
maí.02	4,99	1,90	2,84	51,31	0,21	0,21	0,23	0,40
jún.02	4,16	2,00	3,61	49,58	0,24	0,23	0,21	0,37
júl.02	4,12	2,14	3,13	48,11	0,52	0,29	0,62	0,81
ágú.02	5,17	1,34	2,99	50,57	0,24	0,21	0,22	0,37
sep.02	4,88	1,69	3,26	51,36	0,24	0,17	0,18	0,37
okt.02	5,64	1,26	3,53	50,98	0,29	0,27	0,34	0,40
nóv.02	5,24	1,14	3,42	51,62	0,35	0,26	0,29	0,41
des.02	4,97	1,64	4,30	51,35	0,43	0,39	0,39	0,43
jan.03	5,20	1,16	3,92	51,69	0,23	0,20	0,19	0,32
feb.03	5,38	2,03	5,14	52,24	0,25	0,29	0,23	0,34
mar.03	4,82	1,55	5,05	52,19	0,21	0,21	0,20	0,31
apr.03	4,86	2,18	3,78	53,47	0,23	0,22	0,19	0,39
maí.03	5,23	2,31	3,80	52,38	0,20	0,23	0,16	0,36
jún.03	5,14	1,74	4,15	52,24	0,18	0,19	0,21	0,30
júl.03	5,13	2,06	4,52	51,43	0,25	0,30	0,21	0,46
ágú.03	5,29	1,62	3,52	50,02	0,36	0,29	0,19	0,50

Tafla 4.8 Meðaltöl og 95% vikmörk fyrir áhrifabreyturnar. Uppgefin gildi fyrir fyrstu 3 áhrifa-breyturnar (fjöldi orma, fjöldi blóð- og holdroðabletta og fjöldi losbletta) eru miðaðar við að tekin sé kvaðratrót af breytunum

	Meðaltal				Vikmörk			
	Ormar	Blóð- og holdr	Los	Nýting	Ormar	Blóð- og holdr	Los	Nýting
feb.01	3,66	1,43	2,76	50,39	0,51	0,36	0,86	0,51
mar.01	4,77	1,72	3,68	51,00	0,55	0,35	0,44	0,61
apr.01	4,86	1,19	4,57	48,69	0,57	0,78	0,50	1,27
maí.01	4,21	1,17	0,89	50,66	0,48	0,46	0,43	1,14
jún.01	5,24	1,13	1,44	51,02	0,45	0,26	0,16	0,54
júl.01	5,22	0,75	1,22	52,10	0,40	0,43	0,36	0,79
ágú.01	3,60	1,11	3,27	51,87	0,40	0,65	0,65	0,82
sep.01	4,64	1,50	3,27	51,87	0,34	0,39	0,36	0,48
okt.01	5,08	2,08	3,45	50,88	0,45	0,28	0,36	0,63
nóv.01	5,44	1,92	4,02	51,93	0,31	0,20	0,24	0,46
des.01	5,11	2,06	4,46	52,57	0,26	0,27	0,31	0,33
jan.02	4,84	1,99	3,23	52,12	0,19	0,18	0,21	0,27
feb.02	4,97	1,74	3,37	52,51	0,14	0,18	0,18	0,31
mar.02	4,98	2,09	2,63	51,64	0,19	0,17	0,24	0,30
apr.02	4,84	2,18	2,47	51,40	0,24	0,22	0,24	0,36
maí.02	4,99	1,90	2,84	51,31	0,21	0,21	0,23	0,40
jún.02	4,16	2,00	3,61	49,58	0,24	0,23	0,21	0,37
júl.02	4,12	2,14	3,13	48,11	0,52	0,29	0,62	0,81
ágú.02	5,17	1,34	2,99	50,57	0,24	0,21	0,22	0,37
sep.02	4,88	1,69	3,26	51,36	0,24	0,17	0,18	0,37
okt.02	5,64	1,26	3,53	50,98	0,29	0,27	0,34	0,40
nóv.02	5,24	1,14	3,42	51,62	0,35	0,26	0,29	0,41
des.02	4,97	1,64	4,30	51,35	0,43	0,39	0,39	0,43
jan.03	5,20	1,16	3,92	51,69	0,23	0,20	0,19	0,32
feb.03	5,38	2,03	5,14	52,24	0,25	0,29	0,23	0,34
mar.03	4,82	1,55	5,05	52,19	0,21	0,21	0,20	0,31
apr.03	4,86	2,18	3,78	53,47	0,23	0,22	0,19	0,39
maí.03	5,23	2,31	3,80	52,38	0,20	0,23	0,16	0,36
jún.03	5,14	1,74	4,15	52,24	0,18	0,19	0,21	0,30
júl.03	5,13	2,06	4,52	51,43	0,25	0,30	0,21	0,46
ágú.03	5,29	1,62	3,52	50,02	0,36	0,29	0,19	0,50

4.2.4 Áhrifýmissa orsakabreyta

Þær orsakabreytur (mánuðir, veiðisvæði) sem hafa verið skoðaðar það sem af er í kafla 4.2 má kalla flokkunarbreytur. Flokkunarbreytur eru breytur sem taka annað hvort gildið 0 eða gildið 1 (tvíkostabreytur). Aðrar orsakabreytur sem voru til athugunar í þessari rannsókn geta tekið fleiri gildi og eru jafnvel samfelldar breytur eins og t.d. lengd og þyngd þorsksins. Hér á eftir koma tvær myndir þar sem athugað er hvaða áhrif nokkrar af þessum breytum hafa á áhrifabreyturnar.



Mynd 4.14 Punktarit af nýtingu sem fall af orsakabreytunum þyngd fisks, þyngd hauss, lengd fisks og holdastuðli.

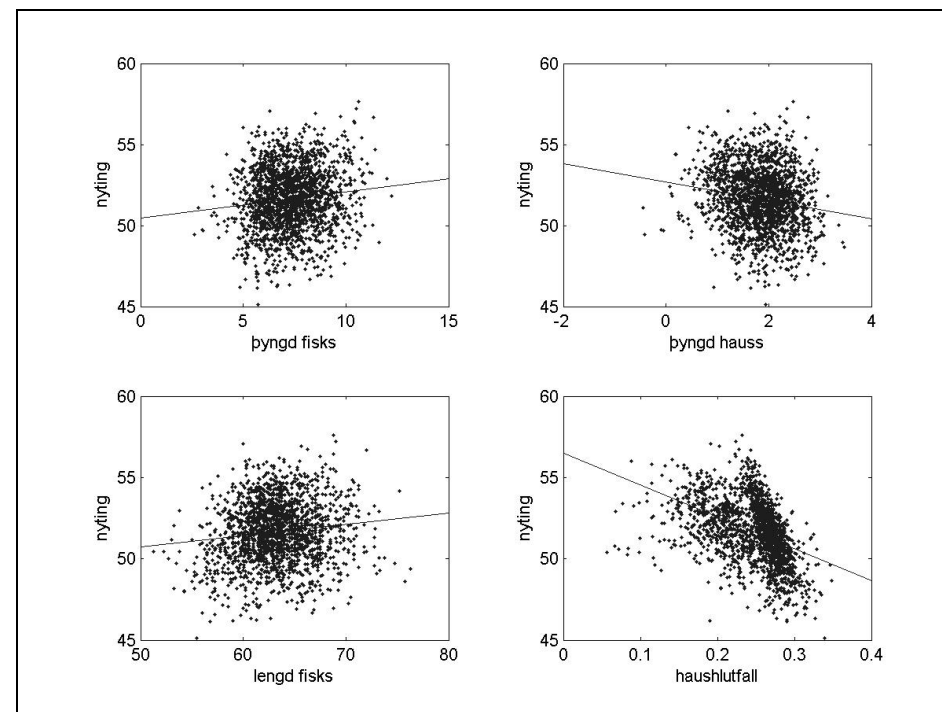
Eins og sjá má virðast allar breyturnar á myndinni hafa áhrif á nýtinguna (enda þær breytur valdar sem taldar voru líklegastar til að hafa áhrif).

Mynd 4.15 sýnir á sambærilegan hátt hvernig nokkrar orsakabreytur hafa áhrif á fjölda orma, blóð- og holdroðabletta og losbletta. Lengd þorsksins virðist, eins og við er að búast hafa áhrif á fjölda orma. Aldur hráefnis virðist fjölga bæði blóð- og holdroðablettum og losi, en stærð hola virðist ekki hafa sérlega mikil áhrif á fjölda losbletta.

Betur kemur í ljós hvort þau áhrif sem hafa verið tilgreind eru marktæk þegar gögnin eru greind með margvörðri aðhvarfsgreiningu (kafla 4.4).

4.2.4 Áhrifýmissa orsakabreyta

Þær orsakabreytur (mánuðir, veiðisvæði) sem hafa verið skoðaðar það sem af er í kafla 4.2 má kalla flokkunarbreytur. Flokkunarbreytur eru breytur sem taka annað hvort gildið 0 eða gildið 1 (tvíkostabreytur). Aðrar orsakabreytur sem voru til athugunar í þessari rannsókn geta tekið fleiri gildi og eru jafnvel samfelldar breytur eins og t.d. lengd og þyngd þorsksins. Hér á eftir koma tvær myndir þar sem athugað er hvaða áhrif nokkrar af þessum breytum hafa á áhrifabreyturnar.

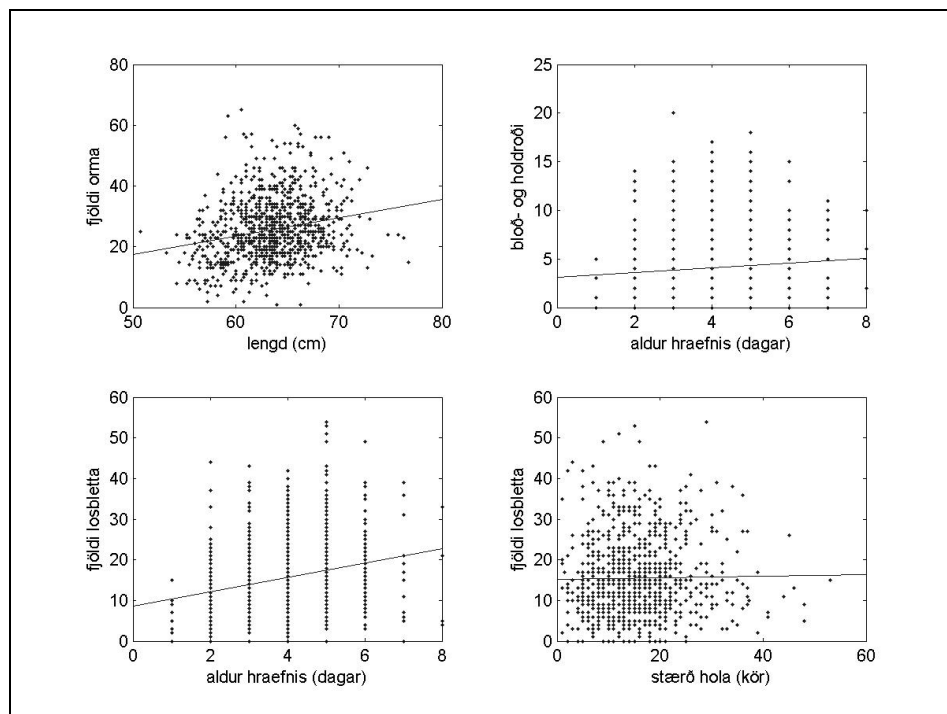


Mynd 4.14 Punktarit af nýtingu sem fall af orsakabreytunum þyngd fisks, þyngd hauss, lengd fisks og holdastuðli.

Eins og sjá má virðast allar breyturnar á myndinni hafa áhrif á nýtinguna (enda þær breytur valdar sem taldar voru líklegastar til að hafa áhrif).

Mynd 4.15 sýnir á sambærilegan hátt hvernig nokkrar orsakabreytur hafa áhrif á fjölda orma, blóð- og holdroðabletta og losbletta. Lengd þorsksins virðist, eins og við er að búast hafa áhrif á fjölda orma. Aldur hráefnis virðist fjölga bæði blóð- og holdroðablettum og losi, en stærð hola virðist ekki hafa sérlega mikil áhrif á fjölda losbletta.

Betur kemur í ljós hvort þau áhrif sem hafa verið tilgreind eru marktæk þegar gögnin eru greind með margvörðri aðhvarfsgreiningu (kafla 4.4).



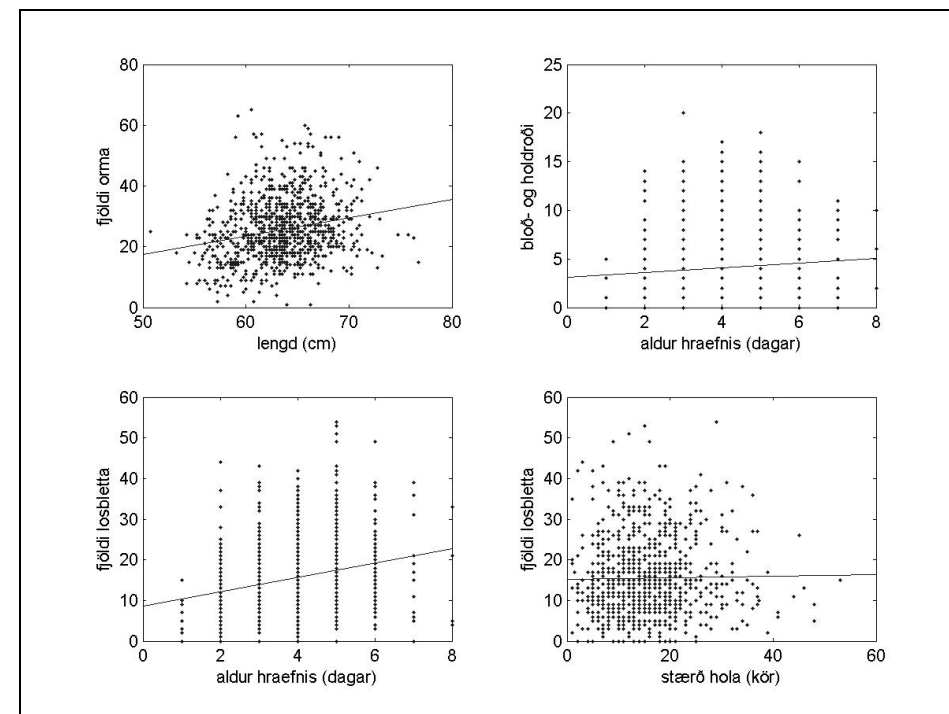
Mynd 4.15 Fjöldi orma, blóð- og holdroðabletta og losbletta sem fall af mismunandi orsakabreytum.

4.2.5 Samantekt

Ýmsar orsakabreytur sem mældar voru hafa áhrif á áhrifabreyturnar los, orma, blóð- og holdroða og nýtingu og því ástæða til að ætla að nota megi orsakabreyturnar til að segja fyrir um hegðun áhrifabreytanna að einhverju leyti. Þá hafa flokkunarbreytur (mánuður, veiðisvæði og jafnvel skip) áhrif á áhrifabreyturnar. Það er hinsvegar spurning hvort rétt sé að taka breytur eins og mánuði inn í aðhvarfsgreiningu þar sem talsverður munur er á hegðun áhrifabreytanna þrátt fyrir að um sömu mánuði sé að ræða, þ.e. sveifla er á milli ára en ekki eingöngu innan árs. Þar sem ekki var hægt að útiloka að aðrar breytur gætu haft þar áhrif var ákveðið að vinna áfram með sem flestar breytur og sjá hvort áhrif þeirra yrðu marktæk í margvíðri aðhvarfsgreiningu.

4.2.6 Samanburður tveggja ára

Eins og greint er frá í kafla 4.2 var nokkur munur á hegðun áhrifabreytanna eftir því hvaða ár var til skoðunar. Ljóst má vera að ef hegðun áhrifabreytanna er með allt öðrum hætti á einu ári en öðru, þá eru líkur á góðum spám um hegðun áhrifabreytanna ekki miklar og gildi líkananna að sama skapi ekki mikið, a.m.k. ef árstími vegur þungt í



Mynd 4.15 Fjöldi orma, blóð- og holdroðabletta og losbletta sem fall af mismunandi orsakabreytum.

4.2.5 Samantekt

Ýmsar orsakabreytur sem mældar voru hafa áhrif á áhrifabreyturnar los, orma, blóð- og holdroða og nýtingu og því ástæða til að ætla að nota megi orsakabreyturnar til að segja fyrir um hegðun áhrifabreytanna að einhverju leyti. Þá hafa flokkunarbreytur (mánuður, veiðisvæði og jafnvel skip) áhrif á áhrifabreyturnar. Það er hinsvegar spurning hvort rétt sé að taka breytur eins og mánuði inn í aðhvarfsgreiningu þar sem talsverður munur er á hegðun áhrifabreytanna þrátt fyrir að um sömu mánuði sé að ræða, þ.e. sveifla er á milli ára en ekki eingöngu innan árs. Þar sem ekki var hægt að útiloka að aðrar breytur gætu haft þar áhrif var ákveðið að vinna áfram með sem flestar breytur og sjá hvort áhrif þeirra yrðu marktæk í margvíðri aðhvarfsgreiningu.

4.2.6 Samanburður tveggja ára

Eins og greint er frá í kafla 4.2 var nokkur munur á hegðun áhrifabreytanna eftir því hvaða ár var til skoðunar. Ljóst má vera að ef hegðun áhrifabreytanna er með allt öðrum hætti á einu ári en öðru, þá eru líkur á góðum spám um hegðun áhrifabreytanna ekki miklar og gildi líkananna að sama skapi ekki mikið, a.m.k. ef árstími vegur þungt í

líkönunum. Til að kanna hvort um mjög frábrugðna hegðun áhrifabreyta eftir árum væri að ræða voru tekin fyrir tvö sambærileg tímabil og borin saman. Tímabilin voru 31. ágúst 2001-26. maí 2002 annarsvegar (tímabil 1; alls 741 mælingar) og hinsvegar 31. ágúst 2002 – 27. maí 2003 (tímabil 2; 656 mælingar). Gert var margvitt líkan (þ.e. með mörgum orsakabreytum) fyrir hvort tímabil fyrir sig og fyrir allar áhrifabreyturnar. Notaður var mikill fjöldi breyta og ekki skeytt um hvort stíkar reyndust marktækir eða ekki. Var það gert til að einfalda samanburð milli líkana fyrir tímabil 1 og tímabil 2.

Nokkur munur var á áhrifabreytunum varðandi það hve mikið líkön tímabilanna tveggja líktust hvort öðru. Líkönum fyrir nýtingu bar best saman auk þess sem þau skýrðu mestan breytileika í gögnunum, þ.e. höfðu hæstan útskýringarstuðul (R^2). Útskýringarstuðull fyrir nýtingarlíkanið var í kringum 0,6, aðeins mismunandi á milli tímabila. Þar á eftir komu loslíkönin en þau skýrðu þó einungis í kringum 40% af breytileikanum í losi tímabilanna. Það getur ekki talist sérlega mikið og enn síður teljast líkönin fyrir orma og blóð og holdroða skýra vel dreifnina (breytileikann) í þessum áhrifabreytum. Þessi líkön náðu vart að skýra 20% af breytileikanum (R^2 lægri en 0,2).

Þar sem erfitt er að sjá hvort líkönin fyrir tímabilin séu sambærileg út frá stikum þeirra er í raun gagnslaust að setja líkönin fram hér. Þess í stað voru líkönin notuð til að gera spár fyrir áhrifabreyturnar og svo munurinn á spánum skoðaður. Til skýringar á viðfangsefninu er líkanið fyrir nýtingu á tímabili 2 þó sett fram.

Líkan fyrir nýtingu á tímabili 2:

$$\hat{y} = 58 - 0,008x_1 + 0,008x_2 + 0,8x_3 - 2,1x_4 - 0,01x_5 - 0,03x_6 - 0,003x_7 - 0,1x_8 - 37x_9 + 2,2x_{10} - 0,05x_{11} - 0,2x_{12} + 0,02x_{13} + 0,08x_{14} - 0,07x_{15} + 0,5x_{16} + 0,07x_{17} - 0,6x_{18} - 0,05x_{19} + 0,5x_{20} + 0,6x_{21}$$

þar sem

x_1 = holnúmer	x_2 = stærð hola	x_3 = þyngd fisks
x_4 = þyngd haus	x_5 = lengd	x_6 = aldur hráefnis
x_7 = þyngd í kari	x_8 = holdafar	x_9 = haushlutfall
x_{10} = holdastuðull	x_{11} = skip 1	x_{12} = skip 2
x_{13} = mán 1	x_{14} = mán 2	x_{15} = mán 3
x_{16} = mán 4	x_{17} = mán 5	x_{18} = mán 9
x_{19} = mán 10	x_{20} = mán 11	x_{21} = svæði 1

Eins og sjá má eru margar orsakabreytur notaðar í líkaninu og voru stíkar margra þeirra ómarktækir (95% öryggismörk). Breytur eins og holdafar og holdastuðull eru tveir mismunandi mælikvarðar á holdafar þorsksins eins og talað var um í kafla 2.1.5. Einungis holdastuðull var notaður í þeim líkönum sem gerð voru eftir að búið var að bera tímabilin tvö saman.

líkönunum. Til að kanna hvort um mjög frábrugðna hegðun áhrifabreyta eftir árum væri að ræða voru tekin fyrir tvö sambærileg tímabil og borin saman. Tímabilin voru 31. ágúst 2001-26. maí 2002 annarsvegar (tímabil 1; alls 741 mælingar) og hinsvegar 31. ágúst 2002 – 27. maí 2003 (tímabil 2; 656 mælingar). Gert var margvitt líkan (þ.e. með mörgum orsakabreytum) fyrir hvort tímabil fyrir sig og fyrir allar áhrifabreyturnar. Notaður var mikill fjöldi breyta og ekki skeytt um hvort stíkar reyndust marktækir eða ekki. Var það gert til að einfalda samanburð milli líkana fyrir tímabil 1 og tímabil 2.

Nokkur munur var á áhrifabreytunum varðandi það hve mikið líkön tímabilanna tveggja líktust hvort öðru. Líkönum fyrir nýtingu bar best saman auk þess sem þau skýrðu mestan breytileika í gögnunum, þ.e. höfðu hæstan útskýringarstuðul (R^2). Útskýringarstuðull fyrir nýtingarlíkanið var í kringum 0,6, aðeins mismunandi á milli tímabila. Þar á eftir komu loslíkönin en þau skýrðu þó einungis í kringum 40% af breytileikanum í losi tímabilanna. Það getur ekki talist sérlega mikið og enn síður teljast líkönin fyrir orma og blóð og holdroða skýra vel dreifnina (breytileikann) í þessum áhrifabreytum. Þessi líkön náðu vart að skýra 20% af breytileikanum (R^2 lægri en 0,2).

Þar sem erfitt er að sjá hvort líkönin fyrir tímabilin séu sambærileg út frá stikum þeirra er í raun gagnslaust að setja líkönin fram hér. Þess í stað voru líkönin notuð til að gera spár fyrir áhrifabreyturnar og svo munurinn á spánum skoðaður. Til skýringar á viðfangsefninu er líkanið fyrir nýtingu á tímabili 2 þó sett fram.

Líkan fyrir nýtingu á tímabili 2:

$$\hat{y} = 58 - 0,008x_1 + 0,008x_2 + 0,8x_3 - 2,1x_4 - 0,01x_5 - 0,03x_6 - 0,003x_7 - 0,1x_8 - 37x_9 + 2,2x_{10} - 0,05x_{11} - 0,2x_{12} + 0,02x_{13} + 0,08x_{14} - 0,07x_{15} + 0,5x_{16} + 0,07x_{17} - 0,6x_{18} - 0,05x_{19} + 0,5x_{20} + 0,6x_{21}$$

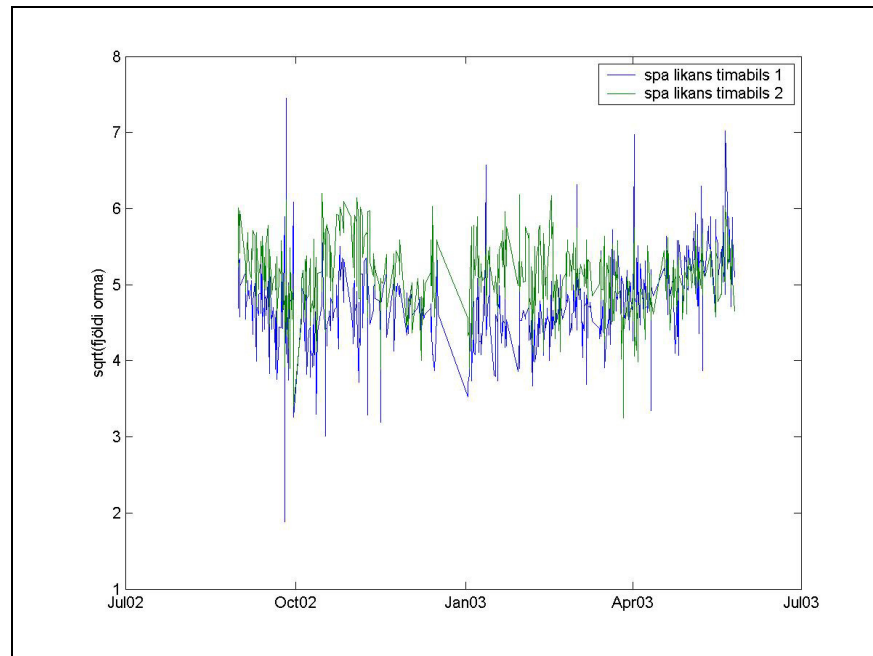
þar sem

x_1 = holnúmer	x_2 = stærð hola	x_3 = þyngd fisks
x_4 = þyngd haus	x_5 = lengd	x_6 = aldur hráefnis
x_7 = þyngd í kari	x_8 = holdafar	x_9 = haushlutfall
x_{10} = holdastuðull	x_{11} = skip 1	x_{12} = skip 2
x_{13} = mán 1	x_{14} = mán 2	x_{15} = mán 3
x_{16} = mán 4	x_{17} = mán 5	x_{18} = mán 9
x_{19} = mán 10	x_{20} = mán 11	x_{21} = svæði 1

Eins og sjá má eru margar orsakabreytur notaðar í líkaninu og voru stíkar margra þeirra ómarktækir (95% öryggismörk). Breytur eins og holdafar og holdastuðull eru tveir mismunandi mælikvarðar á holdafar þorsksins eins og talað var um í kafla 2.1.5. Einungis holdastuðull var notaður í þeim líkönum sem gerð voru eftir að búið var að bera tímabilin tvö saman.

4.2.7 Ormar

Mynd 4.16 sýnir hvernig til tókst þegar spáð var fyrir um orma fyrir tímabil 2 (ágúst 2002 – maí 2003) út frá spálíkönunum tímabils 1 og tímabils 2.

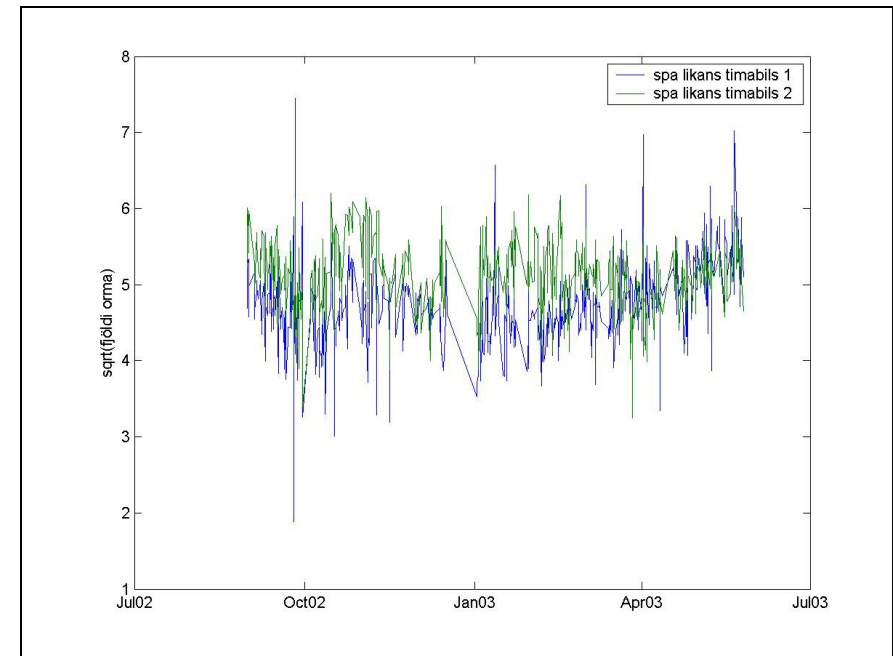


Mynd 4.16 Spár líkana fyrir tímabil 1 og tímabils 2 um kvaðratrót af fjölda orma út frá gögnum fyrir tímabil 2.

Eins og sjá má á myndinni ber spánum fyrir fjölda orma þokkalega saman, en þó er talsverður munur á tímabilum. Útskýringarstuðlarnir (R^2) fyrir tímabil 1 og 2 voru 0,18 og 0,16. Líkönin skýra því einungis 18% og 16% af breytileika í mælingum á ornum á tímabilunum. Þegar svo lágir útskýringarstuðlar fást, má oft ætla að breytur vanti í mælingafylkið, þ.e. ekki hafi verið mæld orsakabreyta sem miklu máli skiptir.

4.2.7 Ormar

Mynd 4.16 sýnir hvernig til tókst þegar spáð var fyrir um orma fyrir tímabil 2 (ágúst 2002 – maí 2003) út frá spálíkönunum tímabils 1 og tímabils 2.

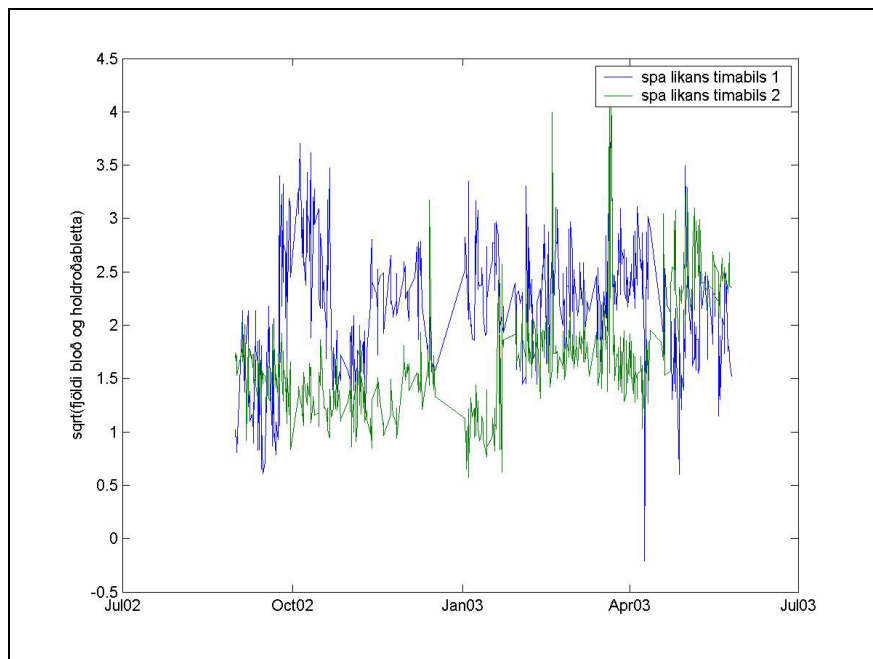


Mynd 4.16 Spár líkana fyrir tímabil 1 og tímabils 2 um kvaðratrót af fjölda orma út frá gögnum fyrir tímabil 2.

Eins og sjá má á myndinni ber spánum fyrir fjölda orma þokkalega saman, en þó er talsverður munur á tímabilum. Útskýringarstuðlarnir (R^2) fyrir tímabil 1 og 2 voru 0,18 og 0,16. Líkönin skýra því einungis 18% og 16% af breytileika í mælingum á ornum á tímabilunum. Þegar svo lágir útskýringarstuðlar fást, má oft ætla að breytur vanti í mælingafylkið, þ.e. ekki hafi verið mæld orsakabreyta sem miklu máli skiptir.

4.2.8 Blóð- og holdroðablettir

Mynd 4.17 sýnir á sambærilegan hátt spár líkananna fyrir tímabil 1 og tímabil 2 um kvaðratrót af fjölda blóð- og holdroðabletta á tímabili 2.



Mynd 4.17 Spár líkana tímabils 1 og tímabils 2 um kvaðratrót af fjölda blóð og holdroðabletta út frá gögnum fyrir tímabil 2

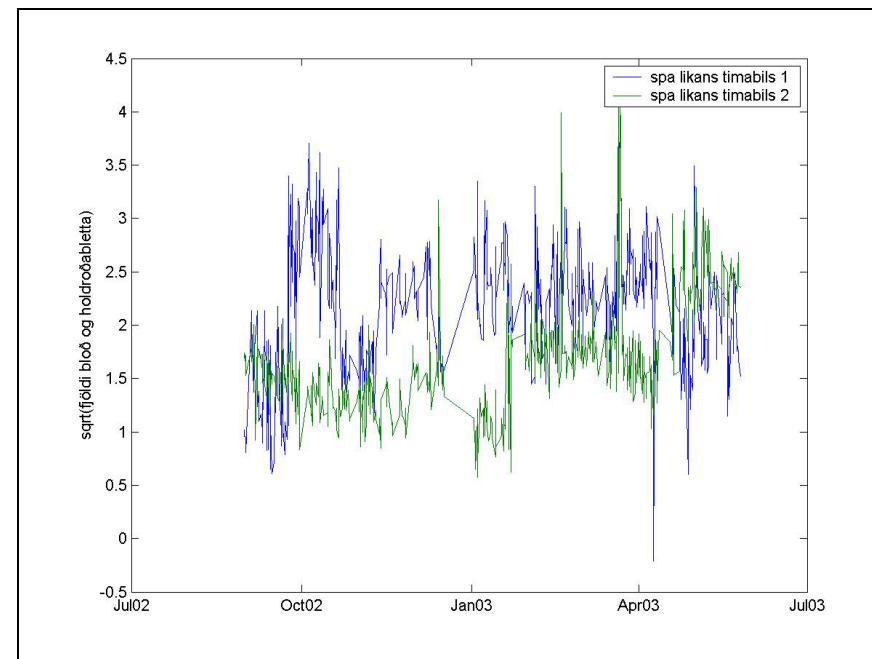
Spám fyrir fjölda blóð- og holdroðabletta ber síst betur saman en spánum fyrir ormana. Útskýringarstuðlarnir voru 0,10 og 0,21. Þeir liggja á svipuðu róli og útskýringarstuðlarnir fyrir líkön ormana og útskýra ekki nóg af breytileikanum til að gott sé. Þá má sjá að á vordögum 2003 spár líkan tímabils 1 (ágúst 2001 – maí 2002) neikvæðu gildi. Það sýnir að í gögnunum fyrir tímabil 2 er farið út fyrir þau mörk sem líkanið fyrir tímabil 1 ræður vel við og því verður spágildið óraunhæft.

4.2.9 Los

Líkönin fyrir fjölda losbletta voru nokkru áreiðanlegri en líkönin fyrir fjölda orma og fjölda blóð- og holdroðabletta. Mynd 4.18 sýnir hvernig til tókst þegar spáð var fyrir um fjölda losbletta á tímabili 1.

4.2.8 Blóð- og holdroðablettir

Mynd 4.17 sýnir á sambærilegan hátt spár líkananna fyrir tímabil 1 og tímabil 2 um kvaðratrót af fjölda blóð- og holdroðabletta á tímabili 2.

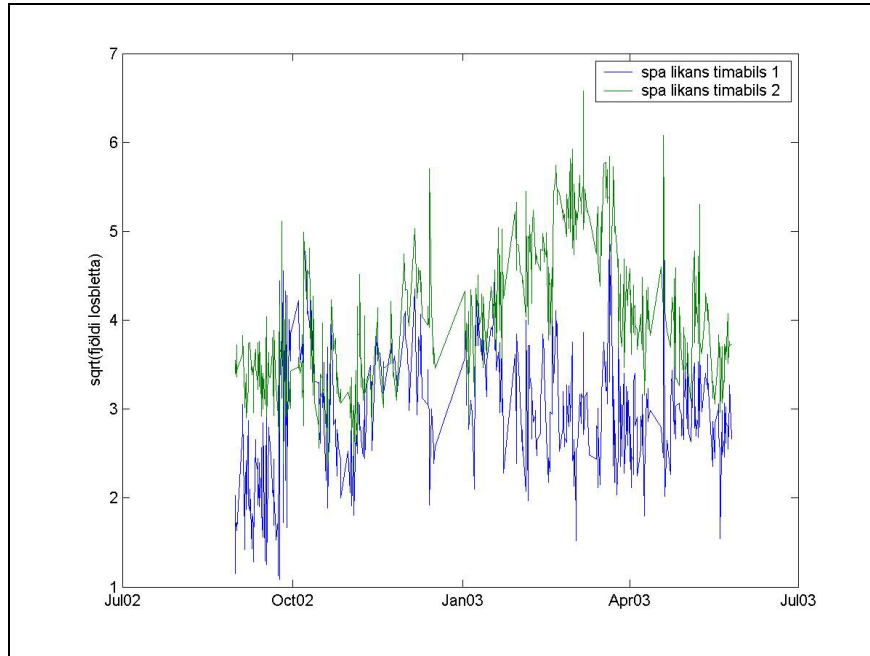


Mynd 4.17 Spár líkana tímabils 1 og tímabils 2 um kvaðratrót af fjölda blóð og holdroðabletta út frá gögnum fyrir tímabil 2

Spám fyrir fjölda blóð- og holdroðabletta ber síst betur saman en spánum fyrir ormana. Útskýringarstuðlarnir voru 0,10 og 0,21. Þeir liggja á svipuðu róli og útskýringarstuðlarnir fyrir líkön ormana og útskýra ekki nóg af breytileikanum til að gott sé. Þá má sjá að á vordögum 2003 spár líkan tímabils 1 (ágúst 2001 – maí 2002) neikvæðu gildi. Það sýnir að í gögnunum fyrir tímabil 2 er farið út fyrir þau mörk sem líkanið fyrir tímabil 1 ræður vel við og því verður spágildið óraunhæft.

4.2.9 Los

Líkönin fyrir fjölda losbletta voru nokkru áreiðanlegri en líkönin fyrir fjölda orma og fjölda blóð- og holdroðabletta. Mynd 4.18 sýnir hvernig til tókst þegar spáð var fyrir um fjölda losbletta á tímabili 1.

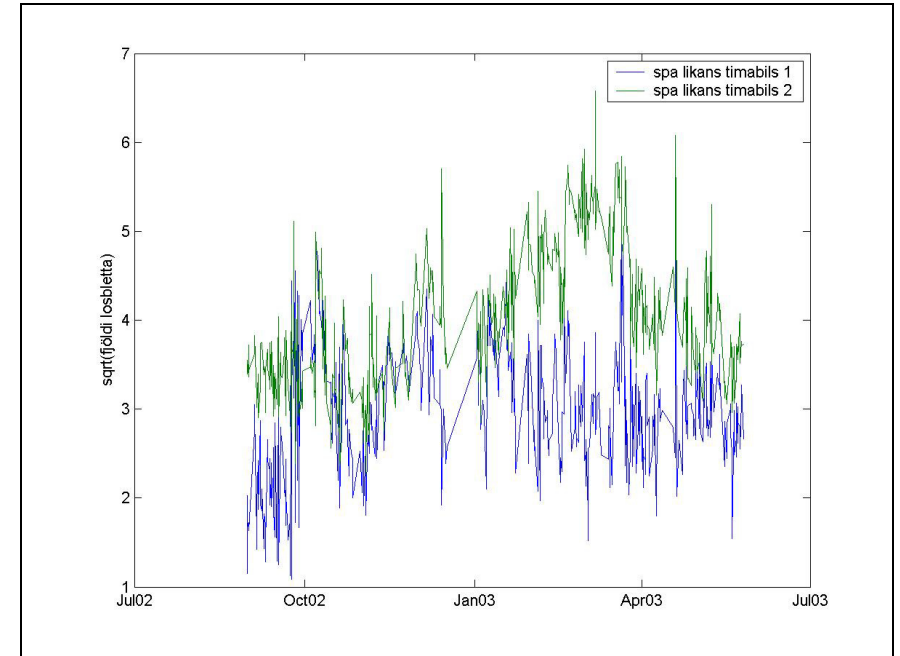


Mynd 4.18 Spár líkana tímabils 1 og tímabils 2 um kvaðratrót af fjölda losbletta út frá gögnum fyrir tímabil 2

Spánum fyrir losið kemur betur saman en spánum fyrir blóð- og holdroðabletti. Haustið 2002 eru spágildin tiltölulega svipuð og fram yfir áramót 2002-2003. Snemma á vordögum 2003 verður munurinn hinsvegar nokkur en minnkar aftur þegar kemur fram í apríl. Útskýringarstuðlar upp á 0,31 og 0,42 eru að vísu nokkuð misjafnir og ekki sérlega háir, en þó mun hærri en útskýringarstuðlar líkana fyrir orma og blóð- og holdroða.

4.2.10 Nýting

Síðasta áhrifabreytan sem er hér til skoðunar er nýtingin. Mynd 4.19 sýnir á sama hátt og hingað til hefur verið gert fyrir orma, los og blóð- og holdroðabletti, hvernig spám út frá líkönum fyrir tímabil 1 og tímabil 2 ber saman.

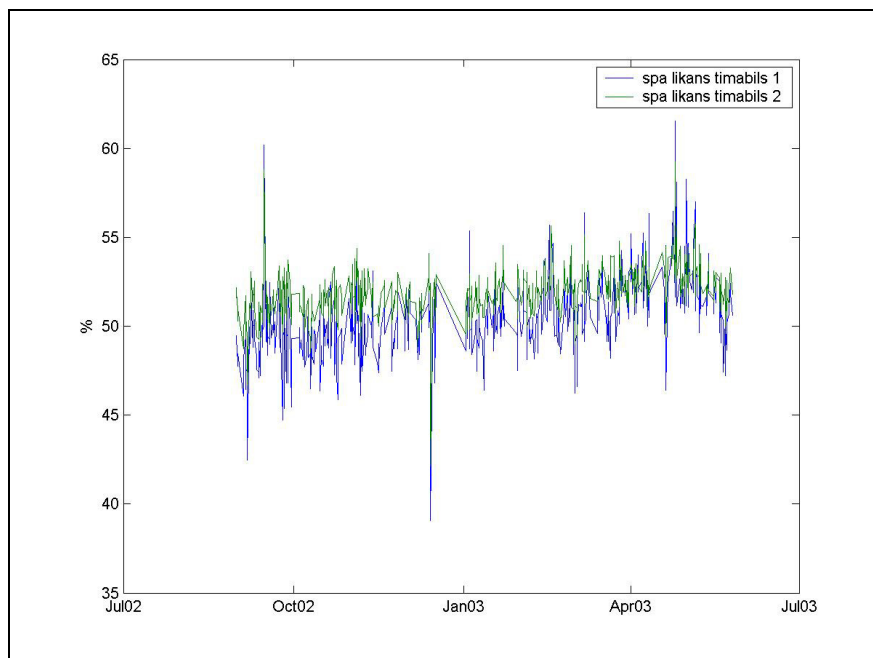


Mynd 4.18 Spár líkana tímabils 1 og tímabils 2 um kvaðratrót af fjölda losbletta út frá gögnum fyrir tímabil 2

Spánum fyrir losið kemur betur saman en spánum fyrir blóð- og holdroðabletti. Haustið 2002 eru spágildin tiltölulega svipuð og fram yfir áramót 2002-2003. Snemma á vordögum 2003 verður munurinn hinsvegar nokkur en minnkar aftur þegar kemur fram í apríl. Útskýringarstuðlar upp á 0,31 og 0,42 eru að vísu nokkuð misjafnir og ekki sérlega háir, en þó mun hærri en útskýringarstuðlar líkana fyrir orma og blóð- og holdroða.

4.2.10 Nýting

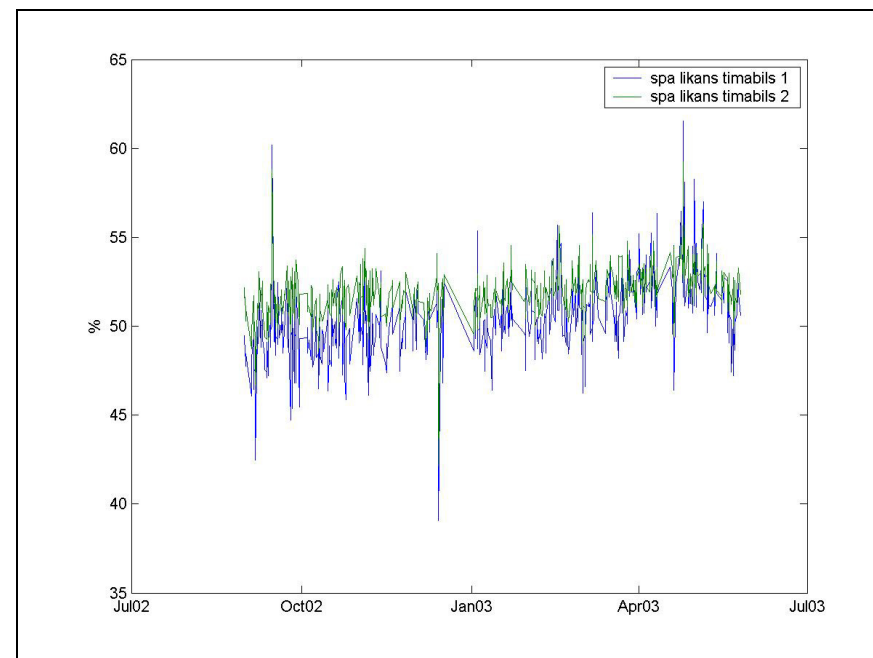
Síðasta áhrifabreytan sem er hér til skoðunar er nýtingin. Mynd 4.19 sýnir á sama hátt og hingað til hefur verið gert fyrir orma, los og blóð- og holdroðabletti, hvernig spám út frá líkönum fyrir tímabil 1 og tímabil 2 ber saman.



Mynd 4.19 Spár líkana tímabils 1 og tímabils 2 um nýtingu út frá gögnum fyrir tímabil 2.

Mynd 4.19 sýnir talsvert aðra mynd en þá sem fram kom fyrir orma, blóð- og holdroðabletti og los. Spám beggja líkananna ber tiltölulega vel saman sem þýðir í raun að hægt hefði verið að nota líkan tímabils 1 til að spá fyrir um nýtingu tímabils 2 með nokkru öryggi (eftir að gögn um orsakabreyturnar hefðu legið fyrir). Útskýringarstuðlar upp á 0,64 og 0,55 fyrir tímabil 1 og tímabil 2 gefa til kynna að líkönin nái mun betur yfir breytileikann í gögnunum en líkönin fyrir aðrar áhrifabreytur, þó að vissulega sé enn nokkuð af breytileikanum í gögnunum óútskýrður. Stíkar líkananna voru svipaðir og má telja líklegt að líkönin geti gefið góða raun við spá um nýtingu á öðrum tímabilum. Reiknaður var leiðréttur útskýringarstuðull (R^2_{adj}) og var hann litlu lægri en sjálfur útskýringarstuðullinn fyrir bæði líkönin.

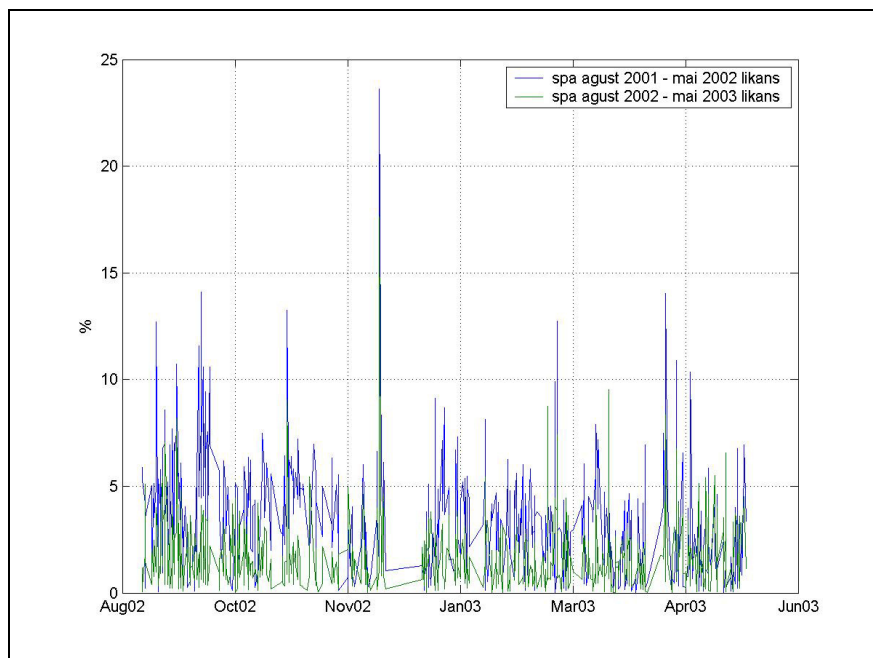
Til að sjá hve vel líkönin spá fyrir um nýtinguna var skoðaður hlutfallslegur munur á spánum og réttum gildum fyrir tímabil 2.



Mynd 4.19 Spár líkana tímabils 1 og tímabils 2 um nýtingu út frá gögnum fyrir tímabil 2.

Mynd 4.19 sýnir talsvert aðra mynd en þá sem fram kom fyrir orma, blóð- og holdroðabletti og los. Spám beggja líkananna ber tiltölulega vel saman sem þýðir í raun að hægt hefði verið að nota líkan tímabils 1 til að spá fyrir um nýtingu tímabils 2 með nokkru öryggi (eftir að gögn um orsakabreyturnar hefðu legið fyrir). Útskýringarstuðlar upp á 0,64 og 0,55 fyrir tímabil 1 og tímabil 2 gefa til kynna að líkönin nái mun betur yfir breytileikann í gögnunum en líkönin fyrir aðrar áhrifabreytur, þó að vissulega sé enn nokkuð af breytileikanum í gögnunum óútskýrður. Stíkar líkananna voru svipaðir og má telja líklegt að líkönin geti gefið góða raun við spá um nýtingu á öðrum tímabilum. Reiknaður var leiðréttur útskýringarstuðull (R^2_{adj}) og var hann litlu lægri en sjálfur útskýringarstuðullinn fyrir bæði líkönin.

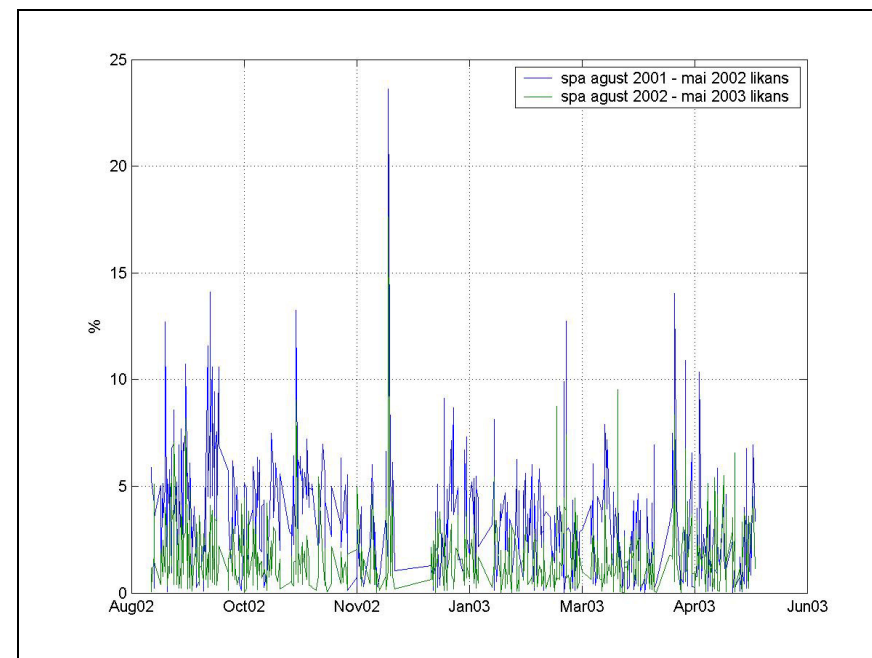
Til að sjá hve vel líkönin spá fyrir um nýtinguna var skoðaður hlutfallslegur munur á spánum og réttum gildum fyrir tímabil 2.



Mynd 4.20 Hlutfallslegur munur á spá um nýtingu og réttri nýtingu ágúst 2002 – maí 2003. Tímabil 1 nær yfir ágúst 2001 – maí 2002. Tímabil 2 nær á sambærilegan hátt yfir tímabilið ágúst 2002 – maí 2003.

Mynd 4.20 sýnir að munurinn er ekki ýkja mikill á spá líkananna og réttum gildum, í langflestum tilfellum er munurinn innan við 5%. Reyndar er munurinn hæstur 24%, en þar er um að ræða áhrifagildi sem kippt var út í síðari úrvinnslu (sjá kafla 4.3.1). Eins og vænta má er spá líkans tímabils 1 nokkru slakara en spá líkans tímabils 2. Meðalspáskekkjan sem líkan tímabils 1 gaf var 3,2% (þ.e. 3,2% af mælingunni) á meðan meðalspáskekkja líkans tímabils 2 var 1,69%. Ef skoðaður er raunverulegur munur á nýtingunni og spám líkananna (þ.e. ekki tölugildið af muninum) er meðalspáskekkja fyrra líkansins 2,59%. Meðalspáskekkja seinna líkansins var núll (meðaltal restliða líkansins er að sjálfsögðu núll, enda líkanið gert út frá gögnunum sem spáð var út frá).

Ef litið er á þessar niðurstöður út frá praktísku sjónarmiði, virðist spáskekkja líkananna fyrir flakanýtingu vera um 3-4% (hlutfallslegur munur á réttu gildi og gildi sem spáð er) þegar spáð er fyrir um tímabil sem líkönin eru ekki gerð út frá. Þar sem flakanýting liggur í kringum 50% má því ætla út frá þessu að hægt sé að spá fyrir um nýtingu með minna en 2 prósentustiga spáskekkju að meðaltali. Hvort það mat stenst og hver 95% vikmörk á slíkum spám eru verður komið betur að í kafla 4.3.3.



Mynd 4.20 Hlutfallslegur munur á spá um nýtingu og réttri nýtingu ágúst 2002 – maí 2003. Tímabil 1 nær yfir ágúst 2001 – maí 2002. Tímabil 2 nær á sambærilegan hátt yfir tímabilið ágúst 2002 – maí 2003.

Mynd 4.20 sýnir að munurinn er ekki ýkja mikill á spá líkananna og réttum gildum, í langflestum tilfellum er munurinn innan við 5%. Reyndar er munurinn hæstur 24%, en þar er um að ræða áhrifagildi sem kippt var út í síðari úrvinnslu (sjá kafla 4.3.1). Eins og vænta má er spá líkans tímabils 1 nokkru slakara en spá líkans tímabils 2. Meðalspáskekkjan sem líkan tímabils 1 gaf var 3,2% (þ.e. 3,2% af mælingunni) á meðan meðalspáskekkja líkans tímabils 2 var 1,69%. Ef skoðaður er raunverulegur munur á nýtingunni og spám líkananna (þ.e. ekki tölugildið af muninum) er meðalspáskekkja fyrra líkansins 2,59%. Meðalspáskekkja seinna líkansins var núll (meðaltal restliða líkansins er að sjálfsögðu núll, enda líkanið gert út frá gögnunum sem spáð var út frá).

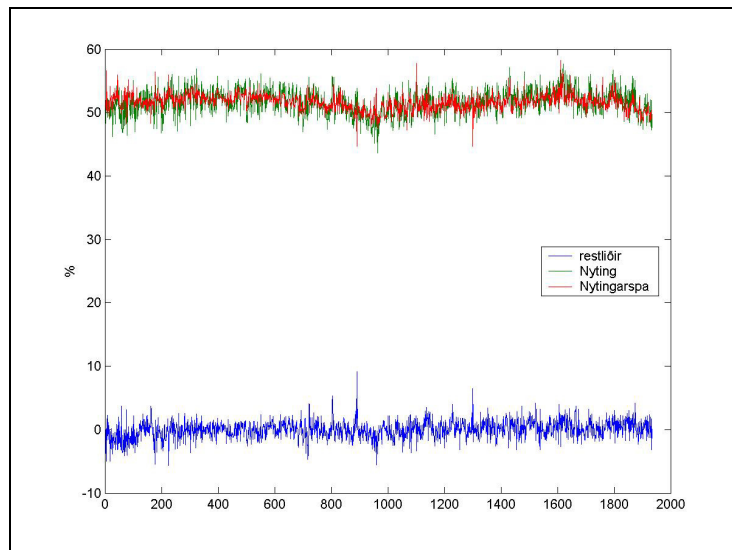
Ef litið er á þessar niðurstöður út frá praktísku sjónarmiði, virðist spáskekkja líkananna fyrir flakanýtingu vera um 3-4% (hlutfallslegur munur á réttu gildi og gildi sem spáð er) þegar spáð er fyrir um tímabil sem líkönin eru ekki gerð út frá. Þar sem flakanýting liggur í kringum 50% má því ætla út frá þessu að hægt sé að spá fyrir um nýtingu með minna en 2 prósentustiga spáskekkju að meðaltali. Hvort það mat stenst og hver 95% vikmörk á slíkum spám eru verður komið betur að í kafla 4.3.3.

4.3 Nýting, líkön og spár

4.3.1 Fullt líkan

Út frá niðurstöðum kafla 4.2.6 virtist ljóst að einfaldast væri að gera líkan fyrir nýtinguna af öllum áhrifabreytunum en líkan fyrir nýtingu var það líkan sem náði best að útskýra breytileikann í mælingunum á áhrifabreytunum. Byrjað var á að gera líkan fyrir nýtinguna án þess að taka sérstaklega tillit til þess hvort stíkar þess væru marktækir.

Tafla 4.9, bls. 70, hefur að geyma stíka líkansins. Líkanið var notað til að spá fyrir um nýtinguna út frá sömu gögnum og það var búið til út frá og kom sú spá ágætlega út. Restliðir virtust hvorki vera fall af tíma né spágildum, sjá mynd 4.22 og mynd 4.23. Einnig var dreifni restliða því sem næst óháð spágildum. Ef svo hefði verið, hefði skv. Johnson og Wichern (2002) verið þörf á að beita vörpunum eða vigtaðri línulegri aðhvarfsgreiningu (weighted linear regression). Svo var hinsvegar ekki og var því ákveðið að láta gögnin duga eins og þau komu fyrir.



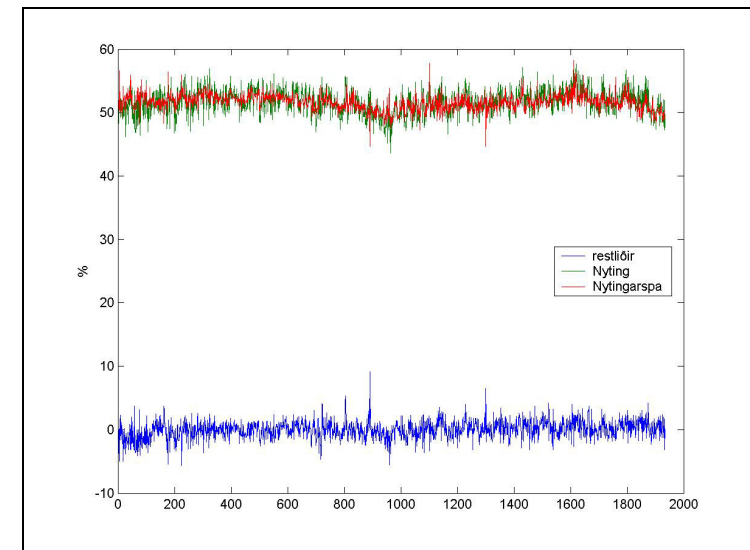
Mynd 4.21 Nýting, spá um nýtingu með fullu líkani og restliðir fulls líkans fyrir allar nýtingarmælingar.

4.3 Nýting, líkön og spár

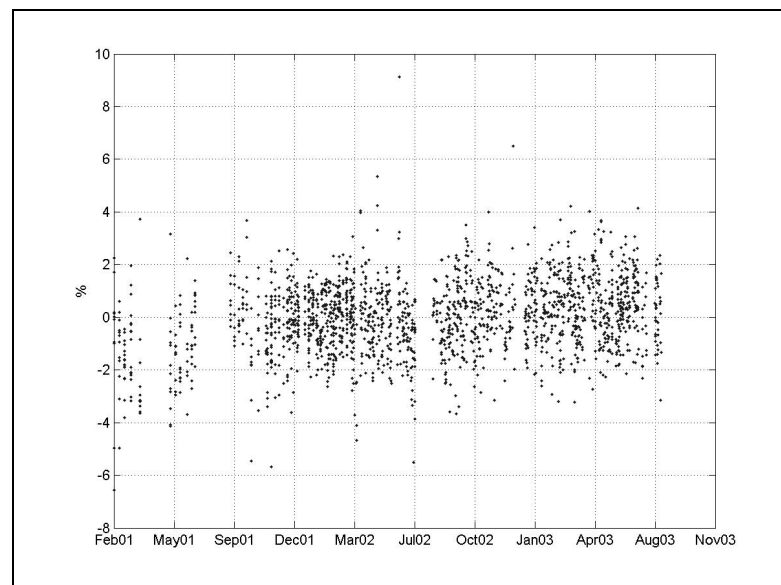
4.3.1 Fullt líkan

Út frá niðurstöðum kafla 4.2.6 virtist ljóst að einfaldast væri að gera líkan fyrir nýtinguna af öllum áhrifabreytunum en líkan fyrir nýtingu var það líkan sem náði best að útskýra breytileikann í mælingunum á áhrifabreytunum. Byrjað var á að gera líkan fyrir nýtinguna án þess að taka sérstaklega tillit til þess hvort stíkar þess væru marktækir.

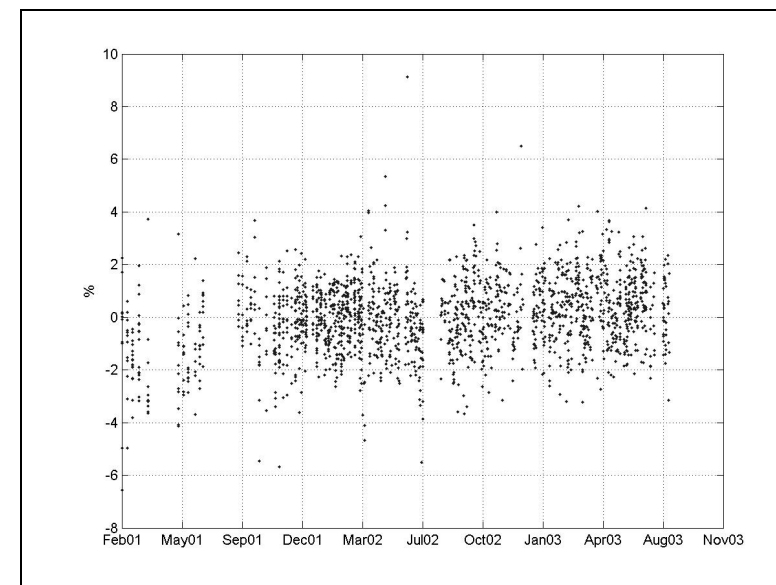
Tafla 4.9, bls. 70, hefur að geyma stíka líkansins. Líkanið var notað til að spá fyrir um nýtinguna út frá sömu gögnum og það var búið til út frá og kom sú spá ágætlega út. Restliðir virtust hvorki vera fall af tíma né spágildum, sjá mynd 4.22 og mynd 4.23. Einnig var dreifni restliða því sem næst óháð spágildum. Ef svo hefði verið, hefði skv. Johnson og Wichern (2002) verið þörf á að beita vörpunum eða vigtaðri línulegri aðhvarfsgreiningu (weighted linear regression). Svo var hinsvegar ekki og var því ákveðið að láta gögnin duga eins og þau komu fyrir.



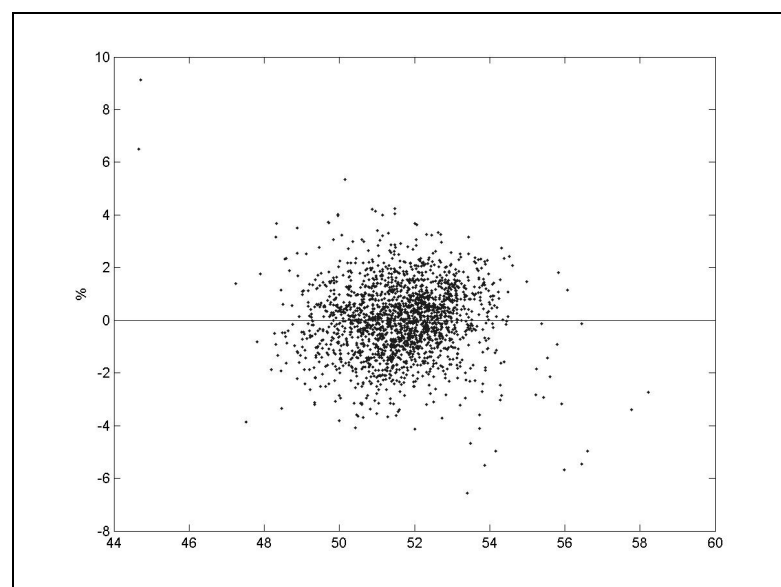
Mynd 4.21 Nýting, spá um nýtingu með fullu líkani og restliðir fulls líkans fyrir allar nýtingarmælingar.



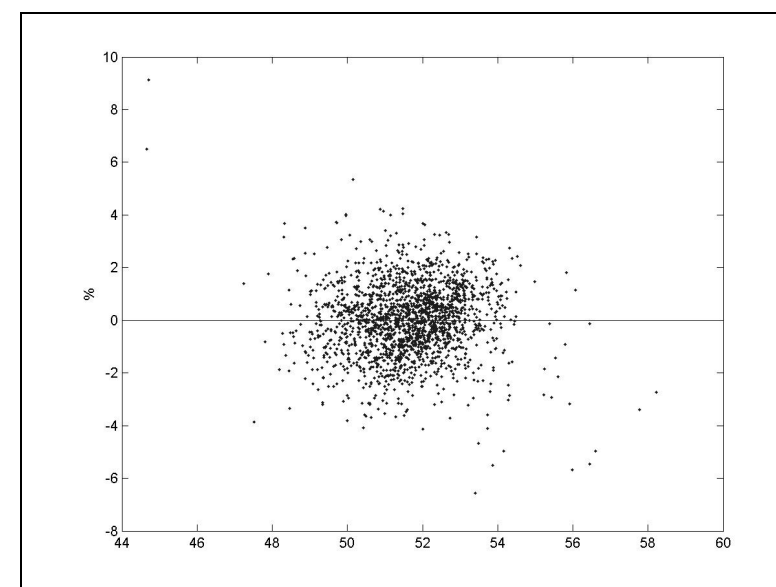
Mynd 4.22 Restliðir fulls líkans fyrir nýtingu sem fall af tíma. Restliðirnir eru óháðir tíma.



Mynd 4.22 Restliðir fulls líkans fyrir nýtingu sem fall af tíma. Restliðirnir eru óháðir tíma.

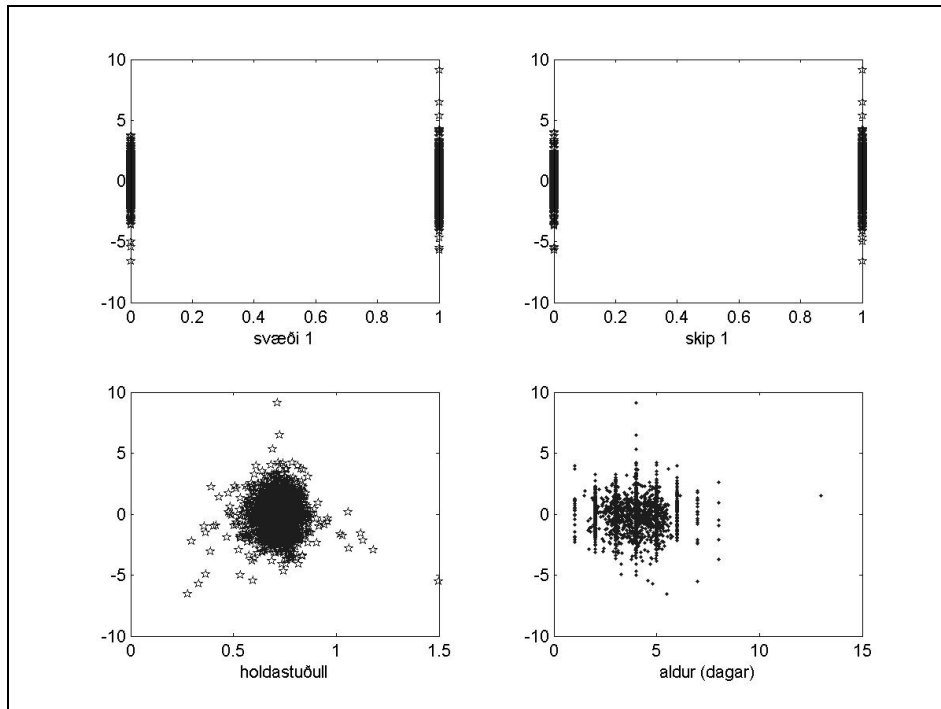


Mynd 4.23 Restliðir fulls líkans fyrir nýtingu sem fall af spágildum. Restliðirnir eru óháðir spágildum. Línan á myndinni er teiknuð með lsline í Matlab og er minnstu kvaðrata mat á bestu línu í gegnum alla punktana.



Mynd 4.23 Restliðir fulls líkans fyrir nýtingu sem fall af spágildum. Restliðirnir eru óháðir spágildum. Línan á myndinni er teiknuð með lsline í Matlab og er minnstu kvaðrata mat á bestu línu í gegnum alla punktana.

Til að kanna hvort nægilega margir þættir hafi verið teknir inn í líkan getur verið gott að teikna restliði upp sem fall af spábreytunum í aðhvarfsgreiningunni (þ.e. orsakabreytunum) eða jafnvel sem fall af vörpuðum orsakabreytum. Mynd 4.24 sýnir slíka restliðateikningu en þar eru restliðir líkansins teiknaðir upp sem fall af fjórum mismunandi orsakabreytum. Séu restliðirnir háðir orsakabreytunum getur vantað liði í líkanið (Johnson og Wichern, 2002).

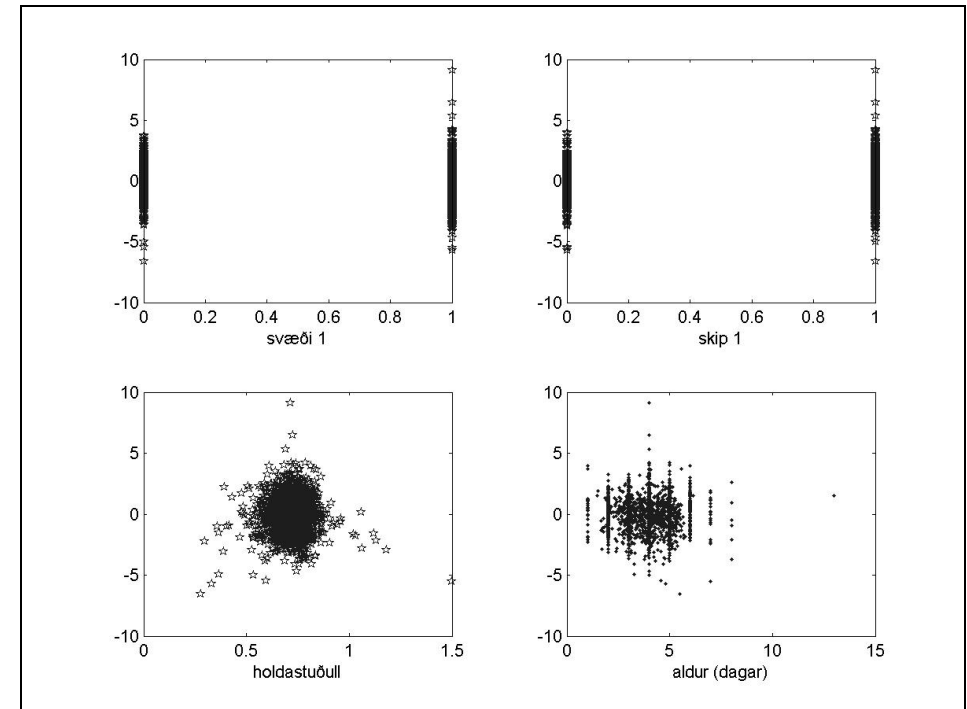


Mynd 4.24 Restliðir fulls líkans fyrir nýtingu sem fall af nokkrum orsakabreytum (svæði 1, skipi 1, holdastuðli og aldri hráefnis). Restliðirnir virðast ekki vera háðir orsakabreytunum.

Mynd 4.24 leiðir ekki í ljós að restliðirnir séu háðir orsakabreytunum. Til skýringar er rétt að benda á að svæði 1 og skip 1 eru flokkunarbreytur, þ.e. taka annaðhvort gildið 0 eða gildið 1. Efstu myndirnar sýna þannig hvort restliðirnir eru þeir sömu hvort sem veitt var á svæði 1 eða svæði 2 (sbr. mynd 1.2) og á sama hátt hvort nýtingin breytist eftir því hvort um skip 1 er að ræða eða önnur skip.

Eini umtalsverði gallinn við fulla líkanið (auk þess sem nokkrir af stikum þess voru ómarktækir) var hvernig normaldreifingarrit restliða kom út, sjá mynd 4.25.

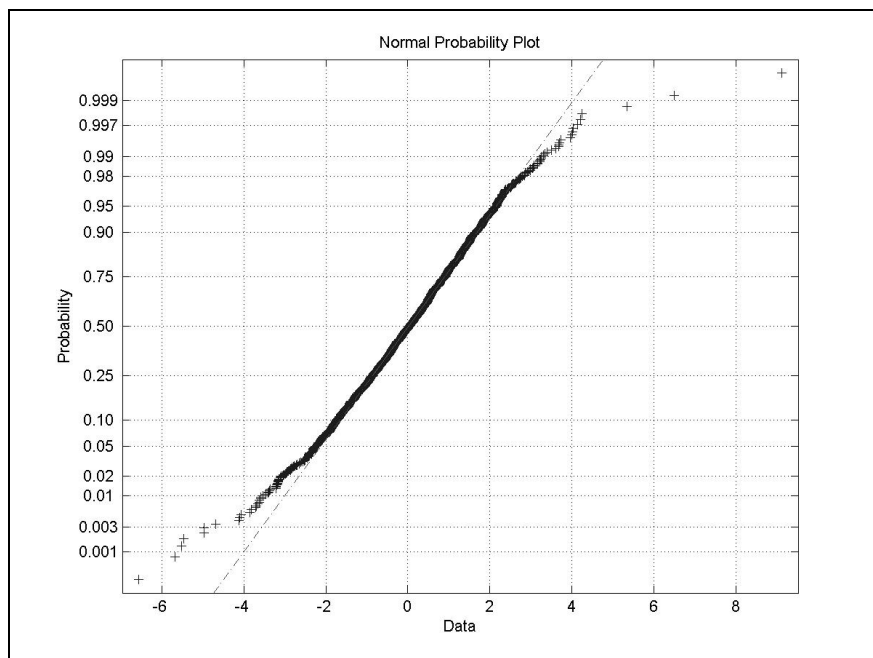
Til að kanna hvort nægilega margir þættir hafi verið teknir inn í líkan getur verið gott að teikna restliði upp sem fall af spábreytunum í aðhvarfsgreiningunni (þ.e. orsakabreytunum) eða jafnvel sem fall af vörpuðum orsakabreytum. Mynd 4.24 sýnir slíka restliðateikningu en þar eru restliðir líkansins teiknaðir upp sem fall af fjórum mismunandi orsakabreytum. Séu restliðirnir háðir orsakabreytunum getur vantað liði í líkanið (Johnson og Wichern, 2002).



Mynd 4.24 Restliðir fulls líkans fyrir nýtingu sem fall af nokkrum orsakabreytum (svæði 1, skipi 1, holdastuðli og aldri hráefnis). Restliðirnir virðast ekki vera háðir orsakabreytunum.

Mynd 4.24 leiðir ekki í ljós að restliðirnir séu háðir orsakabreytunum. Til skýringar er rétt að benda á að svæði 1 og skip 1 eru flokkunarbreytur, þ.e. taka annaðhvort gildið 0 eða gildið 1. Efstu myndirnar sýna þannig hvort restliðirnir eru þeir sömu hvort sem veitt var á svæði 1 eða svæði 2 (sbr. mynd 1.2) og á sama hátt hvort nýtingin breytist eftir því hvort um skip 1 er að ræða eða önnur skip.

Eini umtalsverði gallinn við fulla líkanið (auk þess sem nokkrir af stikum þess voru ómarktækir) var hvernig normaldreifingarrit restliða kom út, sjá mynd 4.25.



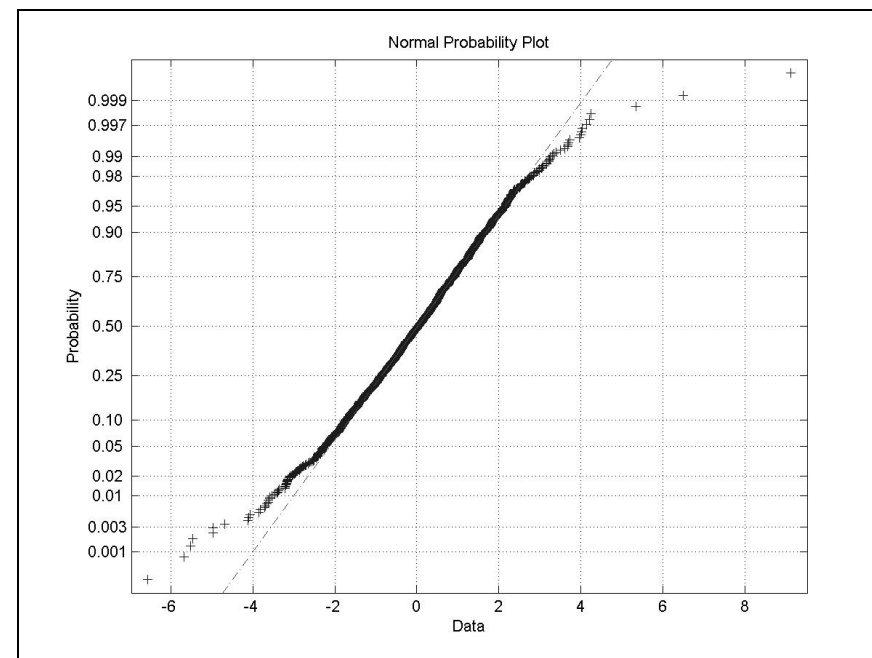
Mynd 4.25 Normaldreifingarrit restliða fulls líkan fyrir nýtingu

Eins og sjá má á normaldreifingarritinu virðast restliðirnir ekki alveg normaldreifðir, þó alls ekki sé hægt að segja að þeir séu langt frá því (liggja tiltölulega nærri beinni línu). Út frá þessu má ætla að óvenjulegar mælingar (áhrifagildi eða jafnvel útlagar) séu enn fyrir hendi og því ástæða til að kanna það frekar. Varðandi þýðingu þess að restliðirnir séu ekki alveg normaldreifðir ber þó að hafa í huga að um margar mælingar er að ræða og hafa því smávægileg frávik frá normaldreifingu nánast engin áhrif á matið á stikum líkansins eins og raunin væri ef mælingarnar væru fáar (Johnson og Wichern, 2002, bls. 378).

Áhrifagildi er mæling sem hefur veruleg áhrif á stikamat, þ.e. stjórnar því að miklu leyti hvert gildi á stikunum verður. Ef um mörg áhrifagildi í gögnunum er að ræða getur það haft mikil áhrif á stikamat og þar með á það hvort restliðir reynast normaldreifðir. Til að kanna hvort tiltekin gildi séu áhrifagildi má t.d. nota Cooks fjarlægð. Cooks fjarlægð gefur til kynna hversu langt tiltekin mæling liggur frá öðrum mælingum. Cooks fjarlægð reiknast á eftirfarandi hátt:

$$D_i = h_i e_i^2 / [p \cdot s^2 (1 - h_i)^2], \quad (4-4)$$

þar sem D_i er Cooks fjarlægðin hjá mælingu nr. i , h_i er samsvarandi hornalínustak í fylkinu $H = X(X^T X)^{-1} X^T$ (X er mælingafylkið), p er fjöldi metinna stika, s er mat á staðalfrávik og e_i er að sjálfsgöðu restliður mælingar i .



Mynd 4.25 Normaldreifingarrit restliða fulls líkan fyrir nýtingu

Eins og sjá má á normaldreifingarritinu virðast restliðirnir ekki alveg normaldreifðir, þó alls ekki sé hægt að segja að þeir séu langt frá því (liggja tiltölulega nærri beinni línu). Út frá þessu má ætla að óvenjulegar mælingar (áhrifagildi eða jafnvel útlagar) séu enn fyrir hendi og því ástæða til að kanna það frekar. Varðandi þýðingu þess að restliðirnir séu ekki alveg normaldreifðir ber þó að hafa í huga að um margar mælingar er að ræða og hafa því smávægileg frávik frá normaldreifingu nánast engin áhrif á matið á stikum líkansins eins og raunin væri ef mælingarnar væru fáar (Johnson og Wichern, 2002, bls. 378).

Áhrifagildi er mæling sem hefur veruleg áhrif á stikamat, þ.e. stjórnar því að miklu leyti hvert gildi á stikunum verður. Ef um mörg áhrifagildi í gögnunum er að ræða getur það haft mikil áhrif á stikamat og þar með á það hvort restliðir reynast normaldreifðir. Til að kanna hvort tiltekin gildi séu áhrifagildi má t.d. nota Cooks fjarlægð. Cooks fjarlægð gefur til kynna hversu langt tiltekin mæling liggur frá öðrum mælingum. Cooks fjarlægð reiknast á eftirfarandi hátt:

$$D_i = h_i e_i^2 / [p \cdot s^2 (1 - h_i)^2], \quad (4-4)$$

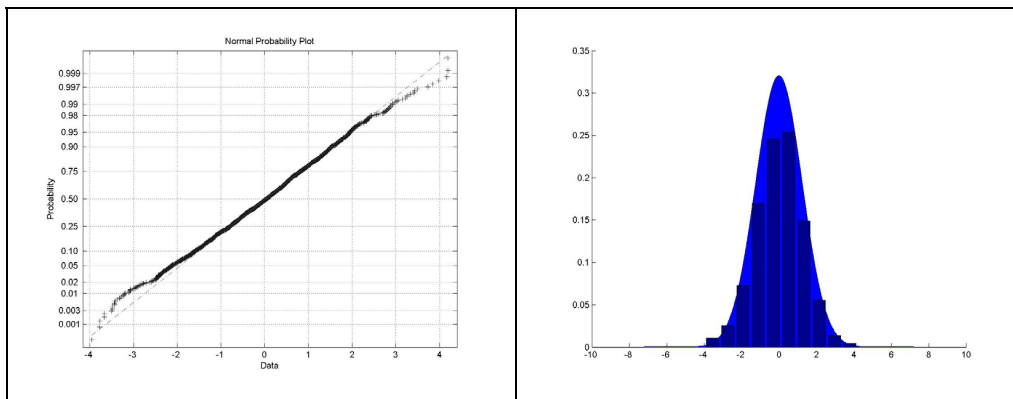
þar sem D_i er Cooks fjarlægðin hjá mælingu nr. i , h_i er samsvarandi hornalínustak í fylkinu $H = X(X^T X)^{-1} X^T$ (X er mælingafylkið), p er fjöldi metinna stika, s er mat á staðalfrávik og e_i er að sjálfsgöðu restliður mælingar i .

Cooks fjarlægð var reiknuð fyrir hverja mælingu. Ein ákvörðunarregla til að meta hvort tiltekin mæling sé áhrifagildi, þ.e. hafi óeðlilega mikil áhrif á stikamatið er að skilgreina mælingu sem áhrifamælingu ef

$$D_i > 4/(n - p - 1), \quad (4-5)$$

þar sem n er fjöldi mælinga (Junsoo Lee, 2002)

Þetta var gert. Nokkur gildi reyndust vera áhrifagildi og var þeim hent út. Ný aðhvarfsgreining var gerð og fengust nokkuð breyttir stikar frá því sem áður hafði verið. Normaldreifingarrit leit talsvert öðruvísi út, en það sést á næstu mynd, ásamt stöplariti sem sýnir dreifingu restliðanna.



Mynd 4.26 Normaldreifingarrit og stöplarit fyrir restliði nýtingarlíkans, eftir að nokkur útgildi höfðu verið tekin út. Bogadregna línan á stöplaritinu er fræðileg normaldreifing.

Mynd 4.26 sýnir að restliðirnir eru betur normaldreifðir en áður og liggja nú nánast á beinni línu. Til að kanna enn frekar hvort restliðirnir væru normaldreifðir var notuð ákvörðunarregla sem byggir á skewness:

$$z = \frac{\text{skewness}}{\sqrt{\frac{6}{N}}} \quad (4-6)$$

z -gildið sem fékkst hér var -1,44. Til að núlltilgátu um að restliðirnir væru normaldreifðir hefði verið hafnað út frá 95% öryggismörkum hefði z -gildið þurft að vera minna en -1,96 (eða stærra en 1,96).

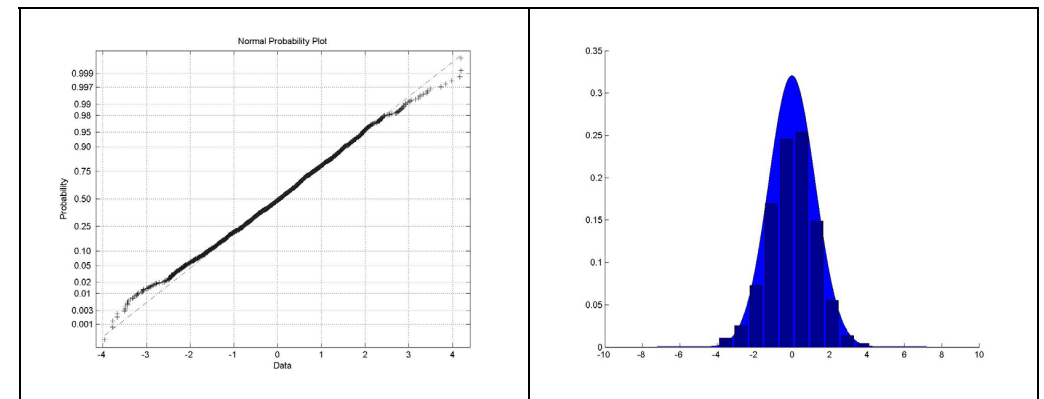
Eins og áður hefur verið greint frá var fyrrgreint líkan gert án þess að taka tillit til þess hvort stikar líkansins væru marktækir eða ekki.

Cooks fjarlægð var reiknuð fyrir hverja mælingu. Ein ákvörðunarregla til að meta hvort tiltekin mæling sé áhrifagildi, þ.e. hafi óeðlilega mikil áhrif á stikamatið er að skilgreina mælingu sem áhrifamælingu ef

$$D_i > 4/(n - p - 1), \quad (4-5)$$

þar sem n er fjöldi mælinga (Junsoo Lee, 2002)

Þetta var gert. Nokkur gildi reyndust vera áhrifagildi og var þeim hent út. Ný aðhvarfsgreining var gerð og fengust nokkuð breyttir stikar frá því sem áður hafði verið. Normaldreifingarrit leit talsvert öðruvísi út, en það sést á næstu mynd, ásamt stöplariti sem sýnir dreifingu restliðanna.



Mynd 4.26 Normaldreifingarrit og stöplarit fyrir restliði nýtingarlíkans, eftir að nokkur útgildi höfðu verið tekin út. Bogadregna línan á stöplaritinu er fræðileg normaldreifing.

Mynd 4.26 sýnir að restliðirnir eru betur normaldreifðir en áður og liggja nú nánast á beinni línu. Til að kanna enn frekar hvort restliðirnir væru normaldreifðir var notuð ákvörðunarregla sem byggir á skewness:

$$z = \frac{\text{skewness}}{\sqrt{\frac{6}{N}}} \quad (4-6)$$

z -gildið sem fékkst hér var -1,44. Til að núlltilgátu um að restliðirnir væru normaldreifðir hefði verið hafnað út frá 95% öryggismörkum hefði z -gildið þurft að vera minna en -1,96 (eða stærra en 1,96).

Eins og áður hefur verið greint frá var fyrrgreint líkan gert án þess að taka tillit til þess hvort stikar líkansins væru marktækir eða ekki.

Tafla 4.11 sýnir að allnokkrir stikar líkansins eru ómarktækir og því ástæða til að prófa önnur líkön en fulla líkanið.

Tafla 4.9 Stikar í fullu líkani fyrir nýtingu og p-gildi þeirra. Upphaflegt mat er byggt á öllum mælingum um nýtingu, en mat eftir að áhrifagildum hefur verið eytt byggir á gögnunum eftir að þeim mælingum sem voru áhrifamælingar skv. Cooks fjarlægð hefur verið eytt.

Upphaflegt mat		Mat eftir að áhrifagildum hefur verið eytt		
stiki	p-gildi	stiki	p-gildi	Breyta
39,27	0,00	25,46	0,00	Fasti
0,00	0,73	0,00	0,52	holnúmer
0,00	0,06	0,00	0,08	veiðitími (mín)
0,02	0,00	0,02	0,00	stærð hola (kör)
1,53	0,00	1,31	0,00	þyngd fisks (kg)
-5,34	0,00	-6,56	0,00	þyngd hauss (kg)
0,10	0,21	0,29	0,00	lengd (cm)
-0,10	0,01	-0,07	0,04	aldur hráefnis (dagar)
0,00	0,00	0,00	0,00	þyngd í kari (kg)
9,77	0,00	17,09	0,00	holdastuðull
-0,69	0,00	-0,60	0,00	skip 1
-0,02	0,93	0,11	0,45	skip 2
-1,04	0,00	-1,03	0,00	skip 3
-0,04	0,86	0,16	0,48	skip 4
-0,68	0,00	-0,60	0,00	janúar
-0,41	0,02	-0,17	0,30	febrúar
-0,96	0,00	-0,71	0,00	mars
0,00	1,00	0,24	0,16	apríl
-0,28	0,13	0,13	0,46	maí
-0,51	0,01	-0,07	0,71	júní
-0,92	0,00	-0,27	0,15	júlí
-0,80	0,00	-0,34	0,07	ágúst
-0,58	0,00	-0,26	0,15	september
-0,54	0,00	-0,22	0,22	október
-0,24	0,16	-0,02	0,92	nóvember
0,27	0,00	0,08	0,35	svæði 1

Tafla 4.11 sýnir að allnokkrir stikar líkansins eru ómarktækir og því ástæða til að prófa önnur líkön en fulla líkanið.

Tafla 4.9 Stikar í fullu líkani fyrir nýtingu og p-gildi þeirra. Upphaflegt mat er byggt á öllum mælingum um nýtingu, en mat eftir að áhrifagildum hefur verið eytt byggir á gögnunum eftir að þeim mælingum sem voru áhrifamælingar skv. Cooks fjarlægð hefur verið eytt.

Upphaflegt mat		Mat eftir að áhrifagildum hefur verið eytt		
stiki	p-gildi	stiki	p-gildi	Breyta
39,27	0,00	25,46	0,00	Fasti
0,00	0,73	0,00	0,52	holnúmer
0,00	0,06	0,00	0,08	veiðitími (mín)
0,02	0,00	0,02	0,00	stærð hola (kör)
1,53	0,00	1,31	0,00	þyngd fisks (kg)
-5,34	0,00	-6,56	0,00	þyngd hauss (kg)
0,10	0,21	0,29	0,00	lengd (cm)
-0,10	0,01	-0,07	0,04	aldur hráefnis (dagar)
0,00	0,00	0,00	0,00	þyngd í kari (kg)
9,77	0,00	17,09	0,00	holdastuðull
-0,69	0,00	-0,60	0,00	skip 1
-0,02	0,93	0,11	0,45	skip 2
-1,04	0,00	-1,03	0,00	skip 3
-0,04	0,86	0,16	0,48	skip 4
-0,68	0,00	-0,60	0,00	janúar
-0,41	0,02	-0,17	0,30	febrúar
-0,96	0,00	-0,71	0,00	mars
0,00	1,00	0,24	0,16	apríl
-0,28	0,13	0,13	0,46	maí
-0,51	0,01	-0,07	0,71	júní
-0,92	0,00	-0,27	0,15	júlí
-0,80	0,00	-0,34	0,07	ágúst
-0,58	0,00	-0,26	0,15	september
-0,54	0,00	-0,22	0,22	október
-0,24	0,16	-0,02	0,92	nóvember
0,27	0,00	0,08	0,35	svæði 1

4.1.1 Skert líkön

Líkanið sem kynnt var í kafla 4.3.1 var gert út frá öllum breytum sem þóttu koma til greina í líkan fyrir nýtingu. Eins og greint var frá í kafla 1.3.6 eru til nokkrar aðferðir til að velja úr hluta af breytum í líkön. Ein aðferðin er að nota Mallow's C_p stikann til að velja á milli allra líkana sem mögulega er hægt að gera úr þeim breytum sem mældar hafa verið (Johnson og Wichern, 2002). Hér er það hinsvegar talsvert mikil vinna, enda fjöldi mögulegra líkana mikill. Önnur aðferð er að nota t.d. framvirkt (forward) val á breytum. Þá er byrjað á því að velja þá breytu sem hefur hæsta p-gildi inn í líkan. Valið fer svo fram í skrefum þar sem gerð er aðhvarfsgreining út frá fyrirliggjandi líkani frá síðasta skrefi og ávallt sú breyta tekin inn sem hefur hæsta p-gildi. Þegar engin breyta hefur hærri p-gildi en ákveðið mark er líkanið fullklárað. Fleiri aðferðir eru til. M.a. má nota svokallaða þrepa aðferð til að velja breytur. Þrepa aðferð líkist framvirku valaðferðinni og má, líkt og framvirku aðferðina, nálgast í SPSS tölfræðiforritinu. Ein aðferð til viðbótar sem má nefna byggir á krossgildingu (cross validation). Þá eru notuð fleiri en eitt gagnasafn, (eða einu gagnasafni skipt í fleiri en einn hluta). Stíkar mismunandi líkana eru fundnir út frá öðru safninu og líkönin síðan prófuð á hinu gagnasafninu. Það líkan er valið sem stendur sig best á prófunarsafninu (gefur lægsta spáskekkju).

Nota má ýmiskonar stærðir við val á besta líkani ef fleiri en eitt líkan koma til greina. Sem dæmi má nefna að velja það líkan sem hefur hæstan útskýringarstuðul (R^2). Það hefur þann ókost í för með sér að útskýringarstuðullinn hækkar ávallt með auknum fjölda breyta. Hægt er að komast fyrir þann galla með því að nota leiðréttan útskýringarstuðul (R^2_{adj}). Þá má nota Akaike's stærð (AIC) til að velja á milli líkana auk fleiri aðferða eins og t.d. að reikna Bayesian stærð; BIC (Ólafur Pétur Pálsson, 2002c. Madsen, 1998).

$$AIC = N \ln \hat{\sigma}_e^2 + 2p \quad (4-7)$$

$$BIC = N \ln \hat{\sigma}_e^2 + Np \quad (4-8)$$

N = fjöldi mælinga
p = fjöldi stika í líkani
 $\hat{\sigma}_e^2$ = fervik skekkjuraðar

Til að finna gott líkan hér voru allnokkrar aðferðir prófaðar. M.a. var notað forrit kallað lsselect.m, sem er m-skrá (í MATLAB), skrifuð af Anders Holtsberg, háskólanum í Lundi, Svíþjóð. Forritið notar framvirkt val á breytum (reyndar er hægt að velja um fleiri valaðferðir). Hægt er að velja á milli mismunandi stærða þegar kemur að vali breyta í líkanið (þ.e. ekki einungis notuð sú aðferð sem var lýst að ofan, að vali á breytum í líkan sé hætt þegar ákveðnu marki er náð á p-gildi). Þær stærðir sem forritið býður upp við val á breytum í líkan og hér voru notaðar voru Akaike's stærð, Bayesian

4.1.1 Skert líkön

Líkanið sem kynnt var í kafla 4.3.1 var gert út frá öllum breytum sem þóttu koma til greina í líkan fyrir nýtingu. Eins og greint var frá í kafla 1.3.6 eru til nokkrar aðferðir til að velja úr hluta af breytum í líkön. Ein aðferðin er að nota Mallow's C_p stikann til að velja á milli allra líkana sem mögulega er hægt að gera úr þeim breytum sem mældar hafa verið (Johnson og Wichern, 2002). Hér er það hinsvegar talsvert mikil vinna, enda fjöldi mögulegra líkana mikill. Önnur aðferð er að nota t.d. framvirkt (forward) val á breytum. Þá er byrjað á því að velja þá breytu sem hefur hæsta p-gildi inn í líkan. Valið fer svo fram í skrefum þar sem gerð er aðhvarfsgreining út frá fyrirliggjandi líkani frá síðasta skrefi og ávallt sú breyta tekin inn sem hefur hæsta p-gildi. Þegar engin breyta hefur hærri p-gildi en ákveðið mark er líkanið fullklárað. Fleiri aðferðir eru til. M.a. má nota svokallaða þrepa aðferð til að velja breytur. Þrepa aðferð líkist framvirku valaðferðinni og má, líkt og framvirku aðferðina, nálgast í SPSS tölfræðiforritinu. Ein aðferð til viðbótar sem má nefna byggir á krossgildingu (cross validation). Þá eru notuð fleiri en eitt gagnasafn, (eða einu gagnasafni skipt í fleiri en einn hluta). Stíkar mismunandi líkana eru fundnir út frá öðru safninu og líkönin síðan prófuð á hinu gagnasafninu. Það líkan er valið sem stendur sig best á prófunarsafninu (gefur lægsta spáskekkju).

Nota má ýmiskonar stærðir við val á besta líkani ef fleiri en eitt líkan koma til greina. Sem dæmi má nefna að velja það líkan sem hefur hæstan útskýringarstuðul (R^2). Það hefur þann ókost í för með sér að útskýringarstuðullinn hækkar ávallt með auknum fjölda breyta. Hægt er að komast fyrir þann galla með því að nota leiðréttan útskýringarstuðul (R^2_{adj}). Þá má nota Akaike's stærð (AIC) til að velja á milli líkana auk fleiri aðferða eins og t.d. að reikna Bayesian stærð; BIC (Ólafur Pétur Pálsson, 2002c. Madsen, 1998).

$$AIC = N \ln \hat{\sigma}_e^2 + 2p \quad (4-7)$$

$$BIC = N \ln \hat{\sigma}_e^2 + Np \quad (4-8)$$

N = fjöldi mælinga
p = fjöldi stika í líkani
 $\hat{\sigma}_e^2$ = fervik skekkjuraðar

Til að finna gott líkan hér voru allnokkrar aðferðir prófaðar. M.a. var notað forrit kallað lsselect.m, sem er m-skrá (í MATLAB), skrifuð af Anders Holtsberg, háskólanum í Lundi, Svíþjóð. Forritið notar framvirkt val á breytum (reyndar er hægt að velja um fleiri valaðferðir). Hægt er að velja á milli mismunandi stærða þegar kemur að vali breyta í líkanið (þ.e. ekki einungis notuð sú aðferð sem var lýst að ofan, að vali á breytum í líkan sé hætt þegar ákveðnu marki er náð á p-gildi). Þær stærðir sem forritið býður upp við val á breytum í líkan og hér voru notaðar voru Akaike's stærð, Bayesian

stærð og kvaðratsumma restliða (RSS; Residual Sum of Squares). Kvaðratsumma restliða er notuð þegar krossgildingaraðferðinni er beitt. Tafla 4.10 sýnir þau líkön sem fengust með þessum þremur aðferðum.

Tafla 4.10 Stikar, breytur og tilsvaramendi p-gildi sem fengust úr mismunandi valaðferðum þegar lsselect.m forritið var keyrt. AIC = Aikeke’s krítería, BIC = Bayesian krítería, RSS = kvaðratsumma restliða.

	AIC			BIC			RSS		
	Stikar	Breyta	p-gildi	Stikar	Breyta	p-gildi	Stikar	Breyta	p-gildi
	25,628	Fasti	0,00	24,270	Fasti	0,00	24,555	Fasti	0,00
	-0,001	Veiðitími	0,10				-0,001	Veiðit.	0,11
	0,022	Stærð hola	0,00	0,022	Stærð hola	0,00	0,022	Stærð hola	0,00
	1,357	Þyngd fisks	0,00	1,311	Þyngd fisks	0,00	1,311	Þyngd fisks	0,00
	-6,658	Þyngd hauss	0,00	-6,668	Þyngd hauss	0,00	-6,666	Þyngd hauss	0,00
	0,287	Lengd þorsks	0,00	0,303	Lengd fisks	0,00	0,303	Lengd þorsks	0,00
	-0,051	Aldur hráefnis	0,04	-0,005	Aldur hráefnis	0,00	-0,050	Aldur hráefnis	0,04
	-0,005	Þyngd í kari	0,00				-0,005	Þyngd í kari	0,00
	17,102	Holda-stuðull	0,00	17,527	Holda-stuðull	0,00	17,568	Holda-stuðull	0,00
	-0,651	Skip 1	0,00	-0,668	Skip 1	0,00	-0,661	Skip 1	0,00
	0,085	Skip 2	0,45	0,072	Skip 2	0,52	0,076	Skip 2	0,50
	-1,058	Skip 3	0,00	-1,068	Skip 3	0,00	-1,068	Skip 3	0,00
	-0,475	Mánuður 1	0,00	-0,491	Mán 1	0,00	-0,425	Mán 1	0,00
	-0,561	Mánuður 3	0,00	-0,556	Mán 3	0,00	-0,510	Mán 3	0,00
	0,360	Mánuður 4	0,00	0,379	Mán 4	0,00	0,412	Mán 4	0,00
	0,294	Mánuður 5	0,00	0,338	Mán 5	0,00	0,347	Mán 5	0,00
							0,159	Mán 6	0,12
							0,155	Mán 11	0,18
Fjöldi breyta	16			14			18		
R ²	0,552			0,550			0,553		
R ² _{adj}	0,548			0,547			0,549		

stærð og kvaðratsumma restliða (RSS; Residual Sum of Squares). Kvaðratsumma restliða er notuð þegar krossgildingaraðferðinni er beitt. Tafla 4.10 sýnir þau líkön sem fengust með þessum þremur aðferðum.

Tafla 4.10 Stikar, breytur og tilsvaramendi p-gildi sem fengust úr mismunandi valaðferðum þegar lsselect.m forritið var keyrt. AIC = Aikeke’s krítería, BIC = Bayesian krítería, RSS = kvaðratsumma restliða.

	AIC			BIC			RSS		
	Stikar	Breyta	p-gildi	Stikar	Breyta	p-gildi	Stikar	Breyta	p-gildi
	25,628	Fasti	0,00	24,270	Fasti	0,00	24,555	Fasti	0,00
	-0,001	Veiðitími	0,10				-0,001	Veiðit.	0,11
	0,022	Stærð hola	0,00	0,022	Stærð hola	0,00	0,022	Stærð hola	0,00
	1,357	Þyngd fisks	0,00	1,311	Þyngd fisks	0,00	1,311	Þyngd fisks	0,00
	-6,658	Þyngd hauss	0,00	-6,668	Þyngd hauss	0,00	-6,666	Þyngd hauss	0,00
	0,287	Lengd þorsks	0,00	0,303	Lengd fisks	0,00	0,303	Lengd þorsks	0,00
	-0,051	Aldur hráefnis	0,04	-0,005	Aldur hráefnis	0,00	-0,050	Aldur hráefnis	0,04
	-0,005	Þyngd í kari	0,00				-0,005	Þyngd í kari	0,00
	17,102	Holda-stuðull	0,00	17,527	Holda-stuðull	0,00	17,568	Holda-stuðull	0,00
	-0,651	Skip 1	0,00	-0,668	Skip 1	0,00	-0,661	Skip 1	0,00
	0,085	Skip 2	0,45	0,072	Skip 2	0,52	0,076	Skip 2	0,50
	-1,058	Skip 3	0,00	-1,068	Skip 3	0,00	-1,068	Skip 3	0,00
	-0,475	Mánuður 1	0,00	-0,491	Mán 1	0,00	-0,425	Mán 1	0,00
	-0,561	Mánuður 3	0,00	-0,556	Mán 3	0,00	-0,510	Mán 3	0,00
	0,360	Mánuður 4	0,00	0,379	Mán 4	0,00	0,412	Mán 4	0,00
	0,294	Mánuður 5	0,00	0,338	Mán 5	0,00	0,347	Mán 5	0,00
							0,159	Mán 6	0,12
							0,155	Mán 11	0,18
Fjöldi breyta	16			14			18		
R ²	0,552			0,550			0,553		
R ² _{adj}	0,548			0,547			0,549		

Eins og sjá má í töflunni er tiltölulega lítill munur á því hvaða aðferð er notuð. Krossgildingaraðferðin gefur líkan með 18 stikum, þar af 4 ómarktækum ef miðað er við 95% öryggismörk. Ef notuð er Akaike’s stærð við val á líkani fást færri 16 stikar, tveir þeirra ómarktækir. Ef Bayesian stærðin er notuð við val á líkani fást hinsvegar 14 stikar, þar af einn ómarktækur. Ekki er mikill munur á aðferðunum hvað varðar útskýringarstuðla. Líkanið sem fékkst út frá krossgildingaraðferðinni hefur hæstan útskýringarstuðul, hvort sem átt er við venjulegan útskýringarstuðul (R^2) eða leiðréttan útskýringarstuðul (R^2_{adj}). Líkanið sem valið var út frá Bayesian stærðinni skilar lægstum útskýringarstuðli. Hinsvegar er munurinn lítill og ef útskýringarstuðullinn er gefinn upp með tveimur markverðum tölustöfum er hann sá sami fyrir öll líkönin eða 0,55.

Einföld leið til að beita framvirkri og þrepa aðferð þar sem breytur eru teknar inn í líkan eftir p-gildi þeirra er að nota SPSS tölfræðiforritið sem hefur þessar aðferðir innbyggðar. Gögnin voru því flutt yfir í það forrit eftir að áhrifagildi höfðu verið tekin í burtu og gerð ný aðhvarfsgreining. Miðað var við að taka einungis breytur inn í líkanið sem höfðu p-gildi lægra en 0,05 (entry). Breytur voru hinsvegar ekki teknar út nema p-gildi þeirra færi niður fyrir 0,10 (removal).

Tafla 4.11 Stikar í líkönum fyrir nýtingu sem fást með fram-virkri aðferð og þrepa aðferð við val á breytum.

Aðferð notuð við val á breytum í líkan					
Prepaaðferð (stepwise)			Framvirk aðferð (forward)		
Breyta	Stiki	p-gildi	Breyta	Stiki	p-gildi
Fasti	25,214	0,00	Fasti	25,388	0,00
Þyngd hauss	-6,652	0,00	Þyngd hauss	-6,654	0,00
Þyngd fisks	1,341	0,00	Þyngd fisks	1,354	0,00
Holdastuðull	17,179	0,00	Holdastuðull	17,08	0,00
Mánuður 3	-0,550	0,00	Mánuður 3	-0,557	0,00
			Skip 2	0,089	0,43
Þyngd í kari	-0,004	0,00	Þyngd í kari	-0,004	0,00
Stærð hols	0,022	0,00	Stærð hola	0,023	0,00
Mánuður 1	-0,472	0,00	Mánuður 1	-0,482	0,00
Skip 3	-1,108	0,00	Skip 3	-1,042	0,00
Skip 1	-0,705	0,00	Skip 1	-0,64	0,00
Lengd	0,291	0,00	Lengd	0,287	0,00
Mánuður 5	0,332	0,00	Mánuður 5	0,328	0,00
Mánuður 4	0,377	0,00	Mánuður 4	0,375	0,00
Aldur	-0,050	0,04	Aldur	-0,051	0,04

Tafla 4.11 sýnir stika í líkönum þar sem annarsvegar var notuð þrepa aðferð og hinsvegar framvirk aðferð við val á breytum. Eins og sjá má skilar þrepa aðferðin einum færri stika en framvirka aðferðin. Þá eru allir stikar líkansins sem fæst með þrepa aðferðinni marktækir á meðan einn stikinn í líkaninu sem fæst með framvirku

Eins og sjá má í töflunni er tiltölulega lítill munur á því hvaða aðferð er notuð. Krossgildingaraðferðin gefur líkan með 18 stikum, þar af 4 ómarktækum ef miðað er við 95% öryggismörk. Ef notuð er Akaike’s stærð við val á líkani fást færri 16 stikar, tveir þeirra ómarktækir. Ef Bayesian stærðin er notuð við val á líkani fást hinsvegar 14 stikar, þar af einn ómarktækur. Ekki er mikill munur á aðferðunum hvað varðar útskýringarstuðla. Líkanið sem fékkst út frá krossgildingaraðferðinni hefur hæstan útskýringarstuðul, hvort sem átt er við venjulegan útskýringarstuðul (R^2) eða leiðréttan útskýringarstuðul (R^2_{adj}). Líkanið sem valið var út frá Bayesian stærðinni skilar lægstum útskýringarstuðli. Hinsvegar er munurinn lítill og ef útskýringarstuðullinn er gefinn upp með tveimur markverðum tölustöfum er hann sá sami fyrir öll líkönin eða 0,55.

Einföld leið til að beita framvirkri og þrepa aðferð þar sem breytur eru teknar inn í líkan eftir p-gildi þeirra er að nota SPSS tölfræðiforritið sem hefur þessar aðferðir innbyggðar. Gögnin voru því flutt yfir í það forrit eftir að áhrifagildi höfðu verið tekin í burtu og gerð ný aðhvarfsgreining. Miðað var við að taka einungis breytur inn í líkanið sem höfðu p-gildi lægra en 0,05 (entry). Breytur voru hinsvegar ekki teknar út nema p-gildi þeirra færi niður fyrir 0,10 (removal).

Tafla 4.11 Stikar í líkönum fyrir nýtingu sem fást með fram-virkri aðferð og þrepa aðferð við val á breytum.

Aðferð notuð við val á breytum í líkan					
Prepaaðferð (stepwise)			Framvirk aðferð (forward)		
Breyta	Stiki	p-gildi	Breyta	Stiki	p-gildi
Fasti	25,214	0,00	Fasti	25,388	0,00
Þyngd hauss	-6,652	0,00	Þyngd hauss	-6,654	0,00
Þyngd fisks	1,341	0,00	Þyngd fisks	1,354	0,00
Holdastuðull	17,179	0,00	Holdastuðull	17,08	0,00
Mánuður 3	-0,550	0,00	Mánuður 3	-0,557	0,00
			Skip 2	0,089	0,43
Þyngd í kari	-0,004	0,00	Þyngd í kari	-0,004	0,00
Stærð hols	0,022	0,00	Stærð hola	0,023	0,00
Mánuður 1	-0,472	0,00	Mánuður 1	-0,482	0,00
Skip 3	-1,108	0,00	Skip 3	-1,042	0,00
Skip 1	-0,705	0,00	Skip 1	-0,64	0,00
Lengd	0,291	0,00	Lengd	0,287	0,00
Mánuður 5	0,332	0,00	Mánuður 5	0,328	0,00
Mánuður 4	0,377	0,00	Mánuður 4	0,375	0,00
Aldur	-0,050	0,04	Aldur	-0,051	0,04

Tafla 4.11 sýnir stika í líkönum þar sem annarsvegar var notuð þrepa aðferð og hinsvegar framvirk aðferð við val á breytum. Eins og sjá má skilar þrepa aðferðin einum færri stika en framvirka aðferðin. Þá eru allir stikar líkansins sem fæst með þrepa aðferðinni marktækir á meðan einn stikinn í líkaninu sem fæst með framvirku

aðferðinni er ómarktækur. Sá stiki er reyndar eini munurinn á líkönunum tveimur fyrir utan smávægilegan mun á stærðum stikanna. Útskýringarstuðlar beggja líkananna voru mjög svipaðir, rétt um 0,55, líkt og fékkst fyrir líkönin þrjú í töflu 4.11. Út frá samanburði á þeim líkönum sem til sögunnar hafa verið kynnt var ákveðið að velja líkanið sem fékkst með þrepa aðferð sem besta líkanið fyrir nýtingu. Það kallast hér eftir nýtingarlíkan 1.

Tafla 4.11 leiðir í ljós að marktækar skipsbreytur komust inn í nýtingarlíkan 1. Deila má um hvort ákjósanlegt sé að hafa skipsbreyturnar inni í líkani sem þessu. Marktækar skipsbreytur geta gefið til kynna að um mismunandi meðferð afla sé að ræða um borð í skipunum, hvort sem slíkt ræðst af ólíkum útbúnaði á skipunum eða áhöfnum þeirra. Þannig geta marktækar skipsbreytur nýst útgerðaraðila til nokkurskonar gæðaeftirlits, væntanlega með tilheyrandi möguleikum á úrbótum og auknu aflaverðmæti. Hins vegar er að nokkru leyti erfiðara að alhæfa út frá líkaninu ef um marktækar skipsbreytur er að ræða. Ef spá á fyrir um nýtingu á nýju skipi þarf fyrst að koma ákveðin reynsla á það skip áður en búast má við að spánnar reynist vel marktækar. Því var ákveðið að kanna hversu miklu máli skipti ef skipsbreytunum væri sleppt. Það var gert í SPSS og notuð bæði þrepa og framvirk aðferð við val á breytum í líkönin.

Tafla 4.12 sýnir niðurstöður þeirrar greiningar.

Tafla 4.12 Stikar í líkönum fyrir nýtingu ef skipsbreytur eru teknar út úr mælingafylki.

Aðferð notuð við val á breytum í líkan					
	Þrepaaðferð (stepwise)		Framvirk aðferð (forward)		
Breyta	Stiki	p-gildi	Breyta	Stiki	p-gildi
Fasti	22,523	0,00	Fasti	22,523	0,00
Þyngd hauss	-6,579	0,00	Þyngd hauss	-6,579	0,00
Þyngd fisks	1,306	0,00	Þyngd fisks	1,306	0,00
Holdastuðull	18,001	0,00	Holdastuðull	18,001	0,00
Mánuður 3	-0,663	0,00	Mánuður 3	-0,663	0,00
Stærð hols	0,022	0,00	Stærð hols	0,022	0,00
Þyngd í kari	-0,003	0,00	Þyngd í kari	-0,003	0,00
Mánuður 1	-0,546	0,00	Mánuður 1	-0,546	0,00
Lengd	0,314	0,00	Lengd	0,314	0,00
Aldur	-0,085	0,00	Aldur	-0,085	0,00
Mánuður 4	0,244	0,04	Mánuður 4	0,244	0,04

Eins og og sjá má á töflunni eru líkönin nákvæmlega eins hvort sem notuð er þrepa eða framvirk aðferð til að velja breytur og því einungis um eitt líkan að ræða. Útskýringarstuðull líkansins var 0,51. Það er nokkuð lægra en það sem fékkst á meðan skipsbreyturnar voru inni (útskýringarstuðullinn var 0,55). Athyglisvert er að mánuður 5 dettur út úr líkaninu um leið og skipsbreyturnar eru ekki notaðar við aðhvarfsgreininguna en það sýnir vel hve viðkvæm margvið aðhvarfsgreining getur verið fyrir breytingum á mælingafylkinu (t.d. ef útlagar eru teknir út). Að öðru leyti er

aðferðinni er ómarktækur. Sá stiki er reyndar eini munurinn á líkönunum tveimur fyrir utan smávægilegan mun á stærðum stikanna. Útskýringarstuðlar beggja líkananna voru mjög svipaðir, rétt um 0,55, líkt og fékkst fyrir líkönin þrjú í töflu 4.11. Út frá samanburði á þeim líkönum sem til sögunnar hafa verið kynnt var ákveðið að velja líkanið sem fékkst með þrepa aðferð sem besta líkanið fyrir nýtingu. Það kallast hér eftir nýtingarlíkan 1.

Tafla 4.11 leiðir í ljós að marktækar skipsbreytur komust inn í nýtingarlíkan 1. Deila má um hvort ákjósanlegt sé að hafa skipsbreyturnar inni í líkani sem þessu. Marktækar skipsbreytur geta gefið til kynna að um mismunandi meðferð afla sé að ræða um borð í skipunum, hvort sem slíkt ræðst af ólíkum útbúnaði á skipunum eða áhöfnum þeirra. Þannig geta marktækar skipsbreytur nýst útgerðaraðila til nokkurskonar gæðaeftirlits, væntanlega með tilheyrandi möguleikum á úrbótum og auknu aflaverðmæti. Hins vegar er að nokkru leyti erfiðara að alhæfa út frá líkaninu ef um marktækar skipsbreytur er að ræða. Ef spá á fyrir um nýtingu á nýju skipi þarf fyrst að koma ákveðin reynsla á það skip áður en búast má við að spánnar reynist vel marktækar. Því var ákveðið að kanna hversu miklu máli skipti ef skipsbreytunum væri sleppt. Það var gert í SPSS og notuð bæði þrepa og framvirk aðferð við val á breytum í líkönin.

Tafla 4.12 sýnir niðurstöður þeirrar greiningar.

Tafla 4.12 Stikar í líkönum fyrir nýtingu ef skipsbreytur eru teknar út úr mælingafylki.

Aðferð notuð við val á breytum í líkan					
	Þrepaaðferð (stepwise)		Framvirk aðferð (forward)		
Breyta	Stiki	p-gildi	Breyta	Stiki	p-gildi
Fasti	22,523	0,00	Fasti	22,523	0,00
Þyngd hauss	-6,579	0,00	Þyngd hauss	-6,579	0,00
Þyngd fisks	1,306	0,00	Þyngd fisks	1,306	0,00
Holdastuðull	18,001	0,00	Holdastuðull	18,001	0,00
Mánuður 3	-0,663	0,00	Mánuður 3	-0,663	0,00
Stærð hols	0,022	0,00	Stærð hols	0,022	0,00
Þyngd í kari	-0,003	0,00	Þyngd í kari	-0,003	0,00
Mánuður 1	-0,546	0,00	Mánuður 1	-0,546	0,00
Lengd	0,314	0,00	Lengd	0,314	0,00
Aldur	-0,085	0,00	Aldur	-0,085	0,00
Mánuður 4	0,244	0,04	Mánuður 4	0,244	0,04

Eins og og sjá má á töflunni eru líkönin nákvæmlega eins hvort sem notuð er þrepa eða framvirk aðferð til að velja breytur og því einungis um eitt líkan að ræða. Útskýringarstuðull líkansins var 0,51. Það er nokkuð lægra en það sem fékkst á meðan skipsbreyturnar voru inni (útskýringarstuðullinn var 0,55). Athyglisvert er að mánuður 5 dettur út úr líkaninu um leið og skipsbreyturnar eru ekki notaðar við aðhvarfsgreininguna en það sýnir vel hve viðkvæm margvið aðhvarfsgreining getur verið fyrir breytingum á mælingafylkinu (t.d. ef útlagar eru teknir út). Að öðru leyti er

líkanið án skipanna tiltölulega líkt nýtingarlíkani 1, fyrir utan að skipin vantar auðvitað. Það er svo matsatriði hvort líkanið er betra með skipsbreytum eða ekki. Fyrir skip Samherja (sem tóku þátt í rannsókninni) gefur væntanlega betri raun að spá fyrir um nýtingu með líkani sem inniheldur skipsbreyturnar, þ.e. að nota nýtingarlíkan 1.

4.3.2 Samanburður við mælingafylki án galla

Þau líkön sem hingað til hafa verið kynnt til sögunnar hafa öll verið gerð út frá mælingafylkinu sem útbúið var með EM-algríminu, þ.e. í stað útlaga og gilda sem vantaði voru sett inn gildi í mælingafylkið sem fundin voru út frá fylgni breytanna innbýrðis. Eins og áður hefur verið rætt er slíkt gert til að smávægileg mistök eyðileggi ekki mælingasöfn en ávallt ber að hafa í huga að innfyllingar sem þessar geta haft áhrif á niðurstöður. Til að athuga hvort svo væri var prófað að taka öll tilfelli sem eitthvað var athugavert við (útlagi í einhverri breytu eða að einhverja mælingu vantaði) og eyða þeim. Við það fækkaði tilfællunum úr 1934 í 928. Eftir að Cooks áhrifagildi höfðu verið fjarlægð voru mælingarnar í mælifylkinu 906 í stað 1893 áður. Niðurstöður aðhvarfsgreiningar fyrir nýtingu á þessum 906 mælingum má sjá í töflu 4.14:

Tafla 4.13 Stíkar í líkönum fyrir nýtingu ef einungis eru notaðar gallalausar mælingar (án útlaga og/eða eyða) í mælingafylki

Aðferð við val á breytum í líkan					
Framvirk aðferð			Þrepa aðferð		
Breyta	Stíki	p-gildi	Breyta	Stíki	p-gildi
Fasti	18,251	0,02	Fasti	18,251	0,02
Þyngd fisks	1,761	0,00	Þyngd fisks	1,761	0,00
Þyngd hauss	-9,827	0,00	Þyngd hauss	-9,827	0,00
Mánuður 11	0,927	0,00	Mánuður 11	0,927	0,00
Skip 3	-0,579	0,00	Skip 3	-0,579	0,00
Holdastuðull	15,288	0,00	Holdastuðull	15,288	0,00
Skip 2	0,304	0,00	Skip 2	0,304	0,00
Lengd fisks	0,451	0,00	Lengd fisks	0,451	0,00
Stærð hols	0,009	0,00	Stærð hols	0,009	0,00
Mánuður 8	0,031	0,02	Mánuður 8	0,031	0,02
Veiðitími	-0,001	0,04	Veiðitími	-0,001	0,04

Eins og sjá má í töflunni eru líkönin nákvæmlega eins hvort sem notuð er þrepa eða framvirk aðferð við val á stikunum og því hægt að tala um einungis eitt líkan; nýtingarlíkan 2. Það líkan er svo aftur tiltölulega svipað og líkanið sem endað var með fyrir hið EM-fyllta mælingafylki (nýtingarlíkan 1). Breyturnar þyngd kars og aldur detta út ef miðað er við nýtingarlíkan 1 og aðrir mánuðir eru jafnframt teknir inn. Veiðitími kemur inn í nýtingarlíkan 2 en hann var ekki inni í nýtingarlíkani 1.

líkanið án skipanna tiltölulega líkt nýtingarlíkani 1, fyrir utan að skipin vantar auðvitað. Það er svo matsatriði hvort líkanið er betra með skipsbreytum eða ekki. Fyrir skip Samherja (sem tóku þátt í rannsókninni) gefur væntanlega betri raun að spá fyrir um nýtingu með líkani sem inniheldur skipsbreyturnar, þ.e. að nota nýtingarlíkan 1.

4.3.2 Samanburður við mælingafylki án galla

Þau líkön sem hingað til hafa verið kynnt til sögunnar hafa öll verið gerð út frá mælingafylkinu sem útbúið var með EM-algríminu, þ.e. í stað útlaga og gilda sem vantaði voru sett inn gildi í mælingafylkið sem fundin voru út frá fylgni breytanna innbýrðis. Eins og áður hefur verið rætt er slíkt gert til að smávægileg mistök eyðileggi ekki mælingasöfn en ávallt ber að hafa í huga að innfyllingar sem þessar geta haft áhrif á niðurstöður. Til að athuga hvort svo væri var prófað að taka öll tilfelli sem eitthvað var athugavert við (útlagi í einhverri breytu eða að einhverja mælingu vantaði) og eyða þeim. Við það fækkaði tilfællunum úr 1934 í 928. Eftir að Cooks áhrifagildi höfðu verið fjarlægð voru mælingarnar í mælifylkinu 906 í stað 1893 áður. Niðurstöður aðhvarfsgreiningar fyrir nýtingu á þessum 906 mælingum má sjá í töflu 4.14:

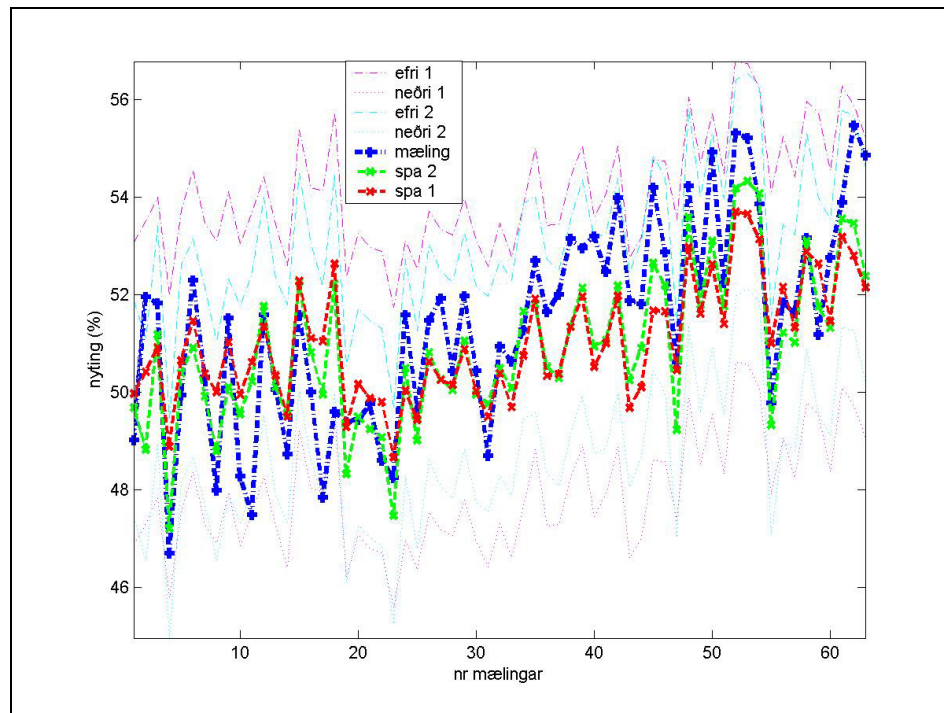
Tafla 4.13 Stíkar í líkönum fyrir nýtingu ef einungis eru notaðar gallalausar mælingar (án útlaga og/eða eyða) í mælingafylki

Aðferð við val á breytum í líkan					
Framvirk aðferð			Þrepa aðferð		
Breyta	Stíki	p-gildi	Breyta	Stíki	p-gildi
Fasti	18,251	0,02	Fasti	18,251	0,02
Þyngd fisks	1,761	0,00	Þyngd fisks	1,761	0,00
Þyngd hauss	-9,827	0,00	Þyngd hauss	-9,827	0,00
Mánuður 11	0,927	0,00	Mánuður 11	0,927	0,00
Skip 3	-0,579	0,00	Skip 3	-0,579	0,00
Holdastuðull	15,288	0,00	Holdastuðull	15,288	0,00
Skip 2	0,304	0,00	Skip 2	0,304	0,00
Lengd fisks	0,451	0,00	Lengd fisks	0,451	0,00
Stærð hols	0,009	0,00	Stærð hols	0,009	0,00
Mánuður 8	0,031	0,02	Mánuður 8	0,031	0,02
Veiðitími	-0,001	0,04	Veiðitími	-0,001	0,04

Eins og sjá má í töflunni eru líkönin nákvæmlega eins hvort sem notuð er þrepa eða framvirk aðferð við val á stikunum og því hægt að tala um einungis eitt líkan; nýtingarlíkan 2. Það líkan er svo aftur tiltölulega svipað og líkanið sem endað var með fyrir hið EM-fyllta mælingafylki (nýtingarlíkan 1). Breyturnar þyngd kars og aldur detta út ef miðað er við nýtingarlíkan 1 og aðrir mánuðir eru jafnframt teknir inn. Veiðitími kemur inn í nýtingarlíkan 2 en hann var ekki inni í nýtingarlíkani 1.

4.3.3 Spár

Til að bera saman nýtingarlíkan 1 og nýtingarlíkan 2 og kanna nytsemi þeirra nánar var spáð fyrir um mælingar með þeim. Tekið var mælingasafn sem ekki hafði verið notað til að gera líkönin og spáð fyrir um nýtingu með báðum líkönum. Mælingasafnið sem notað var til prófunar innihélt 63 mælingar sem allar voru framkvæmdar í ágúst og september 2003. Til áréttingar skal nefnt að nýting er mæld í prósentum og er ávallt átt við prósentustig hér að neðan, ekki hlutfallslegan mun, þegar talað er um prósentur. Tiltölulega svipaðar niðurstöður fengust fyrir bæði líkön, þó alls ekki þær sömu. Til að mynda fækkst eilítið lægri spáskekkja fyrir líkanið sem búið var til út frá mælingafylki án innsettra gilda (nýtingarlíkan 2).

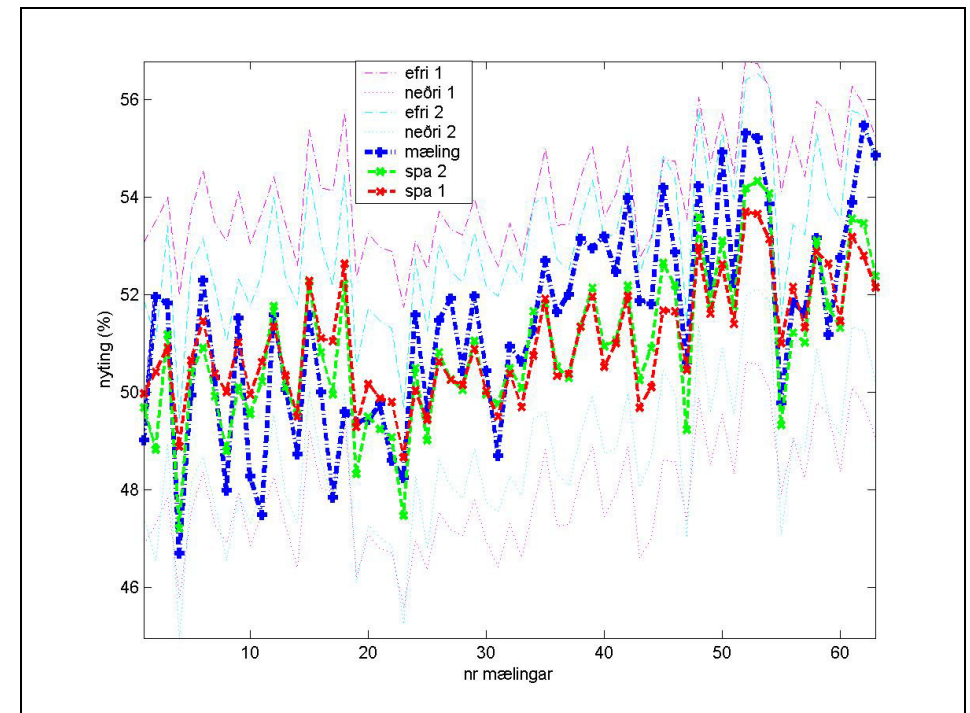


Mynd 4.27 Spá um nýtingu í ágúst-sept 2003. Talan 1 á við nýtingarlíkan 1. Talan 2 á við nýtingarlíkan 2. Mæling er mæld flakanýting hjá Samherja. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.

Mynd 4.27 gefur til kynna að talsverðar sveiflur hafi verið í nýtingunni á þessum tíma (hæsta nýting 55,5%; lægsta nýting 46,7%). Það er því ekki hlaupið að því að spá fyrir um nýtinguna. Samt sem áður eru spár beggja líkana nokkuð nærri lagi. Meðaltölugildi spáskekkju nýtingarlíkans 1 var 1,20% en meðaltölugildi spáskekkju nýtingarlíkans 2 var 1,02%. Spá nýtingarlíkans 1 fór í tveimur tilfellum út fyrir vikmörk en spá nýtingarlíkans 2 fór í fimm tilfellum út fyrir vikmörkin. Um er að ræða 95% vikmörk og er því ekki óeðlilegt að eitthvað af spágildunum fari út fyrir vikmörk,

4.3.3 Spár

Til að bera saman nýtingarlíkan 1 og nýtingarlíkan 2 og kanna nytsemi þeirra nánar var spáð fyrir um mælingar með þeim. Tekið var mælingasafn sem ekki hafði verið notað til að gera líkönin og spáð fyrir um nýtingu með báðum líkönum. Mælingasafnið sem notað var til prófunar innihélt 63 mælingar sem allar voru framkvæmdar í ágúst og september 2003. Til áréttingar skal nefnt að nýting er mæld í prósentum og er ávallt átt við prósentustig hér að neðan, ekki hlutfallslegan mun, þegar talað er um prósentur. Tiltölulega svipaðar niðurstöður fengust fyrir bæði líkön, þó alls ekki þær sömu. Til að mynda fækkst eilítið lægri spáskekkja fyrir líkanið sem búið var til út frá mælingafylki án innsettra gilda (nýtingarlíkan 2).



Mynd 4.27 Spá um nýtingu í ágúst-sept 2003. Talan 1 á við nýtingarlíkan 1. Talan 2 á við nýtingarlíkan 2. Mæling er mæld flakanýting hjá Samherja. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.

Mynd 4.27 gefur til kynna að talsverðar sveiflur hafi verið í nýtingunni á þessum tíma (hæsta nýting 55,5%; lægsta nýting 46,7%). Það er því ekki hlaupið að því að spá fyrir um nýtinguna. Samt sem áður eru spár beggja líkana nokkuð nærri lagi. Meðaltölugildi spáskekkju nýtingarlíkans 1 var 1,20% en meðaltölugildi spáskekkju nýtingarlíkans 2 var 1,02%. Spá nýtingarlíkans 1 fór í tveimur tilfellum út fyrir vikmörk en spá nýtingarlíkans 2 fór í fimm tilfellum út fyrir vikmörkin. Um er að ræða 95% vikmörk og er því ekki óeðlilegt að eitthvað af spágildunum fari út fyrir vikmörk,

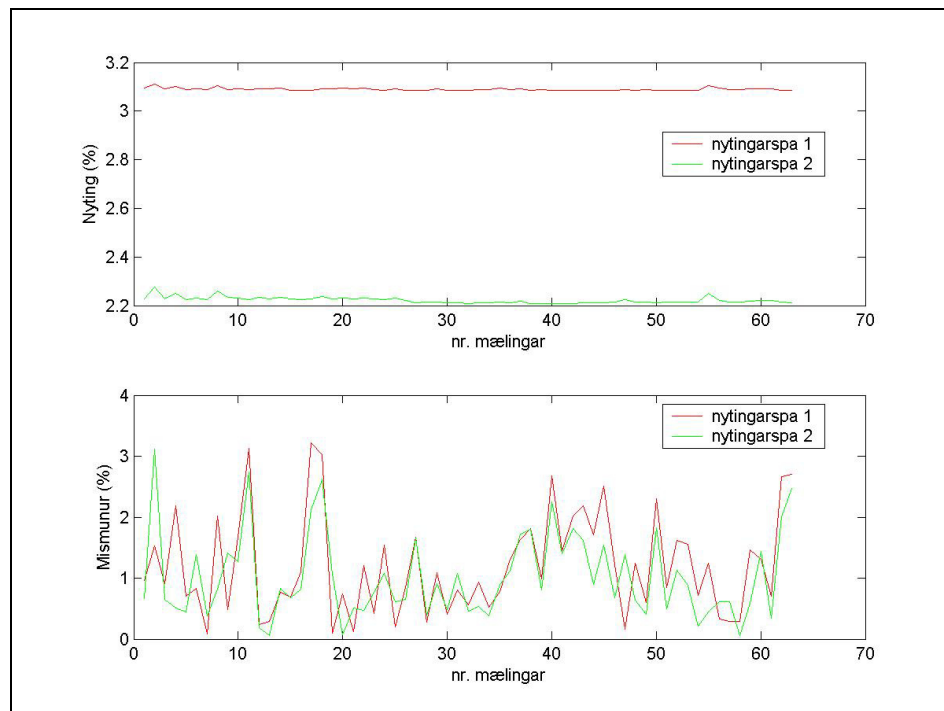
Þó að 5 af 63 sé í hærra lagi, líkt og í tilfelli nýtingarlíkans 2. Öryggismörkin voru hinsvegar nokkuð þrengri í tilfelli nýtingarlíkans 2.

Almennt er spá um nýja mælingu (líkt og hér er gert) gefin með jöfnunni (Montgomery og Runger, 1999, bls. 518):

$$y_0 = \hat{y}_0 \pm t_{\alpha/2, n-p} \sqrt{\sigma^2 (1 + x_0^T (X^T X)^{-1} x_0)} \quad (4-9)$$

Þar sem $\hat{y}_0$ er matið á nýju mælingunni (út frá gögnum sem gefin eru í x_0) og seinni hluti jöfnunnar er vikmörkin. α er marktæktarstig (í þessu tilfelli 0,05). n er fjöldi mælinga og p fjöldi stika í líkani.

Að meðaltali voru vikmörkin 3,09 prósentustig fyrir nýtingarlíkan 1. Þau voru hinsvegar 2,23 prósentustig fyrir nýtingarlíkan 2. Mynd 4.28 sýnir hvernig vikmörkin voru fyrir hverja mælingu, ásamt því sem sýnt er hvernig mismunurinn á spágildi og réttu gildi var fyrir hverja mælingu.



Mynd 4.28 Efri mynd: 95% vikmörk fyrir spá um nýtingu á prófunarsafni. Neðri mynd: Munur á mældri nýtingu og spá um nýtingu fyrir prófunarsafn.

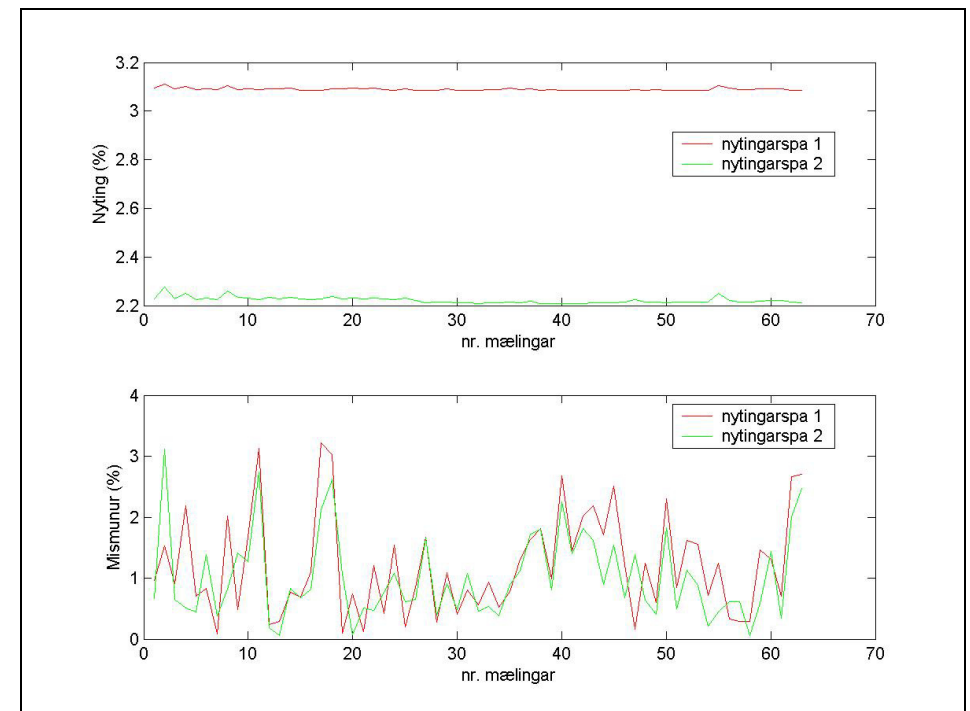
Þó að 5 af 63 sé í hærra lagi, líkt og í tilfelli nýtingarlíkans 2. Öryggismörkin voru hinsvegar nokkuð þrengri í tilfelli nýtingarlíkans 2.

Almennt er spá um nýja mælingu (líkt og hér er gert) gefin með jöfnunni (Montgomery og Runger, 1999, bls. 518):

$$y_0 = \hat{y}_0 \pm t_{\alpha/2, n-p} \sqrt{\sigma^2 (1 + x_0^T (X^T X)^{-1} x_0)} \quad (4-9)$$

Þar sem $\hat{y}_0$ er matið á nýju mælingunni (út frá gögnum sem gefin eru í x_0) og seinni hluti jöfnunnar er vikmörkin. α er marktæktarstig (í þessu tilfelli 0,05). n er fjöldi mælinga og p fjöldi stika í líkani.

Að meðaltali voru vikmörkin 3,09 prósentustig fyrir nýtingarlíkan 1. Þau voru hinsvegar 2,23 prósentustig fyrir nýtingarlíkan 2. Mynd 4.28 sýnir hvernig vikmörkin voru fyrir hverja mælingu, ásamt því sem sýnt er hvernig mismunurinn á spágildi og réttu gildi var fyrir hverja mælingu.



Mynd 4.28 Efri mynd: 95% vikmörk fyrir spá um nýtingu á prófunarsafni. Neðri mynd: Munur á mældri nýtingu og spá um nýtingu fyrir prófunarsafn.

Vikmörkin sveiflast lítið, en þó sveiflast vikmörkin fyrir nýtingarlíkan 2 meira en fyrir nýtingarlíkan 1. Vikmörkin fyrir nýtingarlíkan 2 eru lægri en vikmörkin fyrir nýtingarlíkan 1 í öllum tilfellum og er því ekki furða þó að meðalvikmörkin séu einnig lægri þar. Mismunurinn á réttu gildi og spá er á bilinu 0-3 prósentustig fyrir mælingarnar en eins og áður hefur komið fram var munurinn að meðaltali 1,20 prósentustig fyrir spá nýtingarlíkans 1 en 1,02 prósentustig fyrir spá nýtingarlíkans 2.

4.3.4 Spár út frá veiðireitum

Sú skipting hafsvæðisins við Ísland í svæði 1 og svæði 2 annars vegar og veiðireiti 1-7 sem hingað til hefur verið notuð hér hefur nokkra ókosti. Í fyrsta lagi er mögulegt að staðbundnar aðstæður sem skapast geta, t.d. vegna strauma og/eða mismunandi dýpis séu ekki uppgötvðar þegar skiptingin er svo gróf. Í öðru lagi er sóknarstýring út frá svo stórum svæðum ekki eins markviss og hún gæti verið ef svæðin væru minni. Ástæðan fyrir því að greiningin var unnin eftir svo stórum svæðum var sú að hefðu reitir 310-775 verið notaðir hefði ekki náðst nógu mikið gagnamagn í hverjum reit til að sjá mætti hvort munur á öllum reitum væri marktækur, auk þess sem áhugavert þótti bera svæði 1 og svæði 2 saman. Þegar ljóst var að nokkur munur var á svæðum 1 og 2 var ráðist í að flokka reitina nákvæmar. Gerð var aðhvarfsgreining fyrir áhrifabreyturnar orma, blóð-og holdroða, los og nýtingu þar sem reitir 310-775 voru notaðir sem orsakabreytur í stað svæða 1 og 2. Þó voru einungis þeir reitir notaðir þar sem fleiri en 8 mælingar höfðu verið framkvæmdar. Var það gert til að auðvelda gagnamedferð og tryggja að reitir sem lítið hefði veiðst í kæmust ekki inn í líkön þau er gerð yrðu. Veitt hafði verið í 60 reitum á þeim tíma sem mælingar fóru fram. Alls tilheyrðu 90,5% mælinganna þeim reitum sem höfðu að geyma 8 mælingar eða fleiri, en þeir voru 16 talsins.

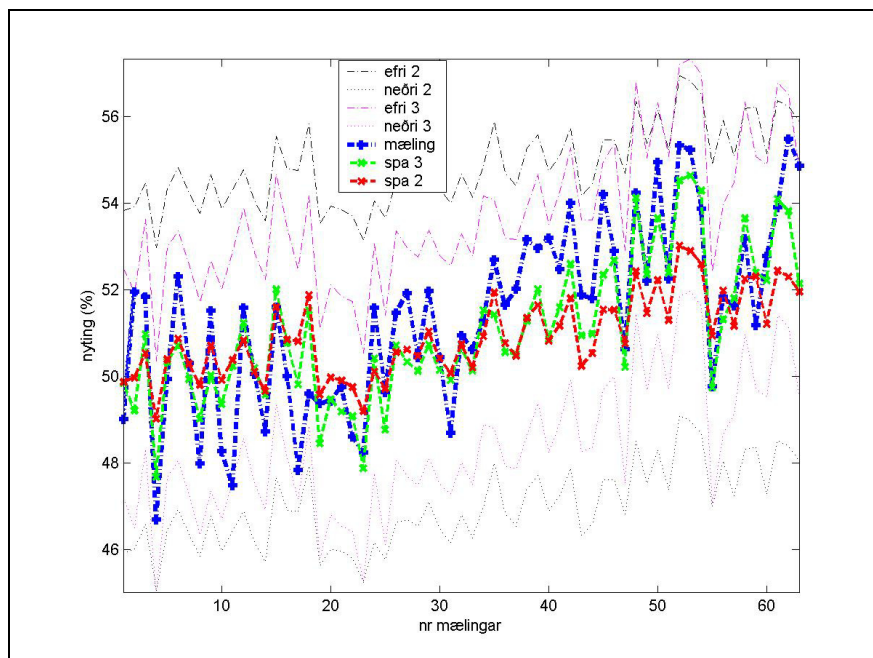
Líkan um nýtingu sem gert er út með reiti sem staðsetningarbreytur í stað svæðis 1 og svæðis 2 verður hér eftir kallað nýtingarlíkan 3. Mynd 4.29 sýnir spá sem gerð er út frá nýtingarlíkani 3 og til samanburðar spá sem gerð er út frá nýtingarlíkani 2 (því nákvæmara af þeim tveimur líkönum sem hafa verið sett fram).

Vikmörkin sveiflast lítið, en þó sveiflast vikmörkin fyrir nýtingarlíkan 2 meira en fyrir nýtingarlíkan 1. Vikmörkin fyrir nýtingarlíkan 2 eru lægri en vikmörkin fyrir nýtingarlíkan 1 í öllum tilfellum og er því ekki furða þó að meðalvikmörkin séu einnig lægri þar. Mismunurinn á réttu gildi og spá er á bilinu 0-3 prósentustig fyrir mælingarnar en eins og áður hefur komið fram var munurinn að meðaltali 1,20 prósentustig fyrir spá nýtingarlíkans 1 en 1,02 prósentustig fyrir spá nýtingarlíkans 2.

4.3.4 Spár út frá veiðireitum

Sú skipting hafsvæðisins við Ísland í svæði 1 og svæði 2 annars vegar og veiðireiti 1-7 sem hingað til hefur verið notuð hér hefur nokkra ókosti. Í fyrsta lagi er mögulegt að staðbundnar aðstæður sem skapast geta, t.d. vegna strauma og/eða mismunandi dýpis séu ekki uppgötvðar þegar skiptingin er svo gróf. Í öðru lagi er sóknarstýring út frá svo stórum svæðum ekki eins markviss og hún gæti verið ef svæðin væru minni. Ástæðan fyrir því að greiningin var unnin eftir svo stórum svæðum var sú að hefðu reitir 310-775 verið notaðir hefði ekki náðst nógu mikið gagnamagn í hverjum reit til að sjá mætti hvort munur á öllum reitum væri marktækur, auk þess sem áhugavert þótti bera svæði 1 og svæði 2 saman. Þegar ljóst var að nokkur munur var á svæðum 1 og 2 var ráðist í að flokka reitina nákvæmar. Gerð var aðhvarfsgreining fyrir áhrifabreyturnar orma, blóð-og holdroða, los og nýtingu þar sem reitir 310-775 voru notaðir sem orsakabreytur í stað svæða 1 og 2. Þó voru einungis þeir reitir notaðir þar sem fleiri en 8 mælingar höfðu verið framkvæmdar. Var það gert til að auðvelda gagnamedferð og tryggja að reitir sem lítið hefði veiðst í kæmust ekki inn í líkön þau er gerð yrðu. Veitt hafði verið í 60 reitum á þeim tíma sem mælingar fóru fram. Alls tilheyrðu 90,5% mælinganna þeim reitum sem höfðu að geyma 8 mælingar eða fleiri, en þeir voru 16 talsins.

Líkan um nýtingu sem gert er út með reiti sem staðsetningarbreytur í stað svæðis 1 og svæðis 2 verður hér eftir kallað nýtingarlíkan 3. Mynd 4.29 sýnir spá sem gerð er út frá nýtingarlíkani 3 og til samanburðar spá sem gerð er út frá nýtingarlíkani 2 (því nákvæmara af þeim tveimur líkönum sem hafa verið sett fram).



Mynd 4.29 Spá um nýtingu út frá nýtingarlíkani 3 (spá 3) og nýtingarlíkani 2 (spá 2), ásamt 95% vikmörkum. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.

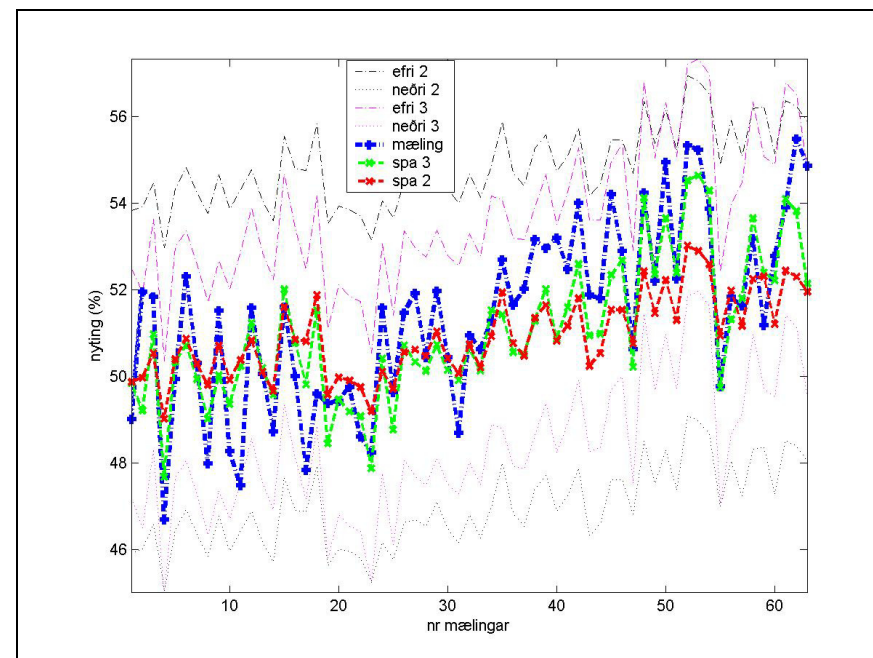
Eins og sjá má á myndinni ná bæði líkönin að spá nokkuð vel fyrir um nýtinguna. Spá nýtingarlíkans 3 virðist samt ná enn betur að fanga breytileika mælinganna (sem óneitanlega er talsverður), enda kemur í ljós að meðaltölugildi spáskekkju nýtingarlíkans 3 er einungis 0,92%. Meðaltölugildi spáskekkju nýtingarlíkans 2 var 1,02% eins og kom fram í kafla 4.3.3. Einungis 3 mælingar (af 63) fara út fyrir 95% vikmörkin en það getur ekki talist annað en eðlilegt. Vikmörkin sveiflast auðvitað lítillega eins og áður en eru að meðaltali hægt að gefa upp spá fyrir ókomna mælingu skv. jöfnu (4-10) sem:

$$y_0 = \hat{y}_0 \pm 2,66\%,$$

þar sem $\hat{y}_0$ er matið á y_0 og $\alpha = 0,05$.

4.3.5 Samantekt

Í kaflanum hér að framan hefur gerð líkana fyrir nýtingu og spá um nýtingu út frá þeim líkönum verið lýst nokkuð ítarlega. Reynd voru þrennskonar líkön til að spá fyrir um nýjar mælingar. Nýtingarlíkan 1 var gert með holufylltum gögnum. Nýtingarlíkan 2 var gert með gögnum sem voru án eyða og/eða útlaga. Bæði þessi líkön notuðu svæði 1 og svæði 2 sem breytur fyrir staðsetningu veiða. Nýtingarlíkan 3 var á sama hátt og nýtingarlíkan 2 gert með gögnum sem voru án útlaga og/eða eyða en notaði veiðireiti



Mynd 4.29 Spá um nýtingu út frá nýtingarlíkani 3 (spá 3) og nýtingarlíkani 2 (spá 2), ásamt 95% vikmörkum. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.

Eins og sjá má á myndinni ná bæði líkönin að spá nokkuð vel fyrir um nýtinguna. Spá nýtingarlíkans 3 virðist samt ná enn betur að fanga breytileika mælinganna (sem óneitanlega er talsverður), enda kemur í ljós að meðaltölugildi spáskekkju nýtingarlíkans 3 er einungis 0,92%. Meðaltölugildi spáskekkju nýtingarlíkans 2 var 1,02% eins og kom fram í kafla 4.3.3. Einungis 3 mælingar (af 63) fara út fyrir 95% vikmörkin en það getur ekki talist annað en eðlilegt. Vikmörkin sveiflast auðvitað lítillega eins og áður en eru að meðaltali hægt að gefa upp spá fyrir ókomna mælingu skv. jöfnu (4-10) sem:

$$y_0 = \hat{y}_0 \pm 2,66\%,$$

þar sem $\hat{y}_0$ er matið á y_0 og $\alpha = 0,05$.

4.3.5 Samantekt

Í kaflanum hér að framan hefur gerð líkana fyrir nýtingu og spá um nýtingu út frá þeim líkönum verið lýst nokkuð ítarlega. Reynd voru þrennskonar líkön til að spá fyrir um nýjar mælingar. Nýtingarlíkan 1 var gert með holufylltum gögnum. Nýtingarlíkan 2 var gert með gögnum sem voru án eyða og/eða útlaga. Bæði þessi líkön notuðu svæði 1 og svæði 2 sem breytur fyrir staðsetningu veiða. Nýtingarlíkan 3 var á sama hátt og nýtingarlíkan 2 gert með gögnum sem voru án útlaga og/eða eyða en notaði veiðireiti

sem breytu fyrir staðsetningu veiðanna. Meðaltölugildi spáskekkju nýtingarlíkans 3 var lægra en meðalspáskekkja hinna líkananna, tæpt eitt prósentustig fyrir þær 63 mælingar sem spáð var fyrir um. Almennt má segja að nýtingarlíkönin séu vel frambærileg og telja má líklegt að aukin gagnasöfnun komi til með að bæta líkönin enn frekar.

Tafla 4.14 Helstu upplýsingar um nýtingarlíkön 1-3. Spáin sem um ræðir er spá um 63 nýtingarmælingar út frá gögnum sem safnað var í ágúst-september. Þau gögn voru ekki notuð við gerð líkananna

	EM fyllt	Fjöldi mælinga út fyrir 95% vikmörk spár	Meðaltölugildi spáskekkju nýrra mælinga
Nýtingarlíkan 1	Já	2	1,20%
Nýtingarlíkan 2	Nei	5	1,02%
Nýtingarlíkan 3	Nei	3	0,92%

4.4 Aðrar áhrifabreytur

Ekki verður farið eins ítarlega í líkangerð fyrir þær áhrifabreytur sem eftir er að kynna líkön fyrir (orma, los og blóð-og holdroða) og fyrir nýtinguna. Í köflum 4.5.1-4.5.3 verður fjallað um þau, ásamt því hvernig til tókst með spár út frá þeim. Notuð var þrepa aðferð við val breyta í líkönin en þau voru gerð út frá gögnum þar sem tilvikum með útlögum og/eða eyðum var hent.

4.4.1 Ormar

Tafla 4.15 geymir þær breytur sem komust inn í líkön fyrir kvaðratrót af fjölda orma. Líkönin kallast ormalíkan 1 og ormalíkan 2. Mynd 4.30 sýnir spá þessara líkana. Eins og sjá má á myndinni kemur mælingunum og spám líkananna illa saman. Útskýringarstuðlar líkananna voru í kringum 0,15. Það telst lágt og skýrir í raun af hverju spárnar eru svo slakar. Það sem er áhugaverðast við líkönin er að skoða þá reiti sem hafa marktæk áhrif. Þeir liggja allir við austurströnd landsins og hafa allir jákvæð áhrif á fjöldann, þ.e. búast má við fleiri ormum í þessum reitum en í öðrum reitum. Þyngd í kari og stærð hola komast inn í ormalíkan 2, sem vekur athygli. Ólíklegt verður að teljast að ormum fækki eftir því sem stærð hola eða þyngd í kari eykst og gæti hér verið dæmi um áhrif sem eru tölfræðilega marktæk án þess þó að hafa raunverulega þýðingu.

sem breytu fyrir staðsetningu veiðanna. Meðaltölugildi spáskekkju nýtingarlíkans 3 var lægra en meðalspáskekkja hinna líkananna, tæpt eitt prósentustig fyrir þær 63 mælingar sem spáð var fyrir um. Almennt má segja að nýtingarlíkönin séu vel frambærileg og telja má líklegt að aukin gagnasöfnun komi til með að bæta líkönin enn frekar.

Tafla 4.14 Helstu upplýsingar um nýtingarlíkön 1-3. Spáin sem um ræðir er spá um 63 nýtingarmælingar út frá gögnum sem safnað var í ágúst-september. Þau gögn voru ekki notuð við gerð líkananna

	EM fyllt	Fjöldi mælinga út fyrir 95% vikmörk spár	Meðaltölugildi spáskekkju nýrra mælinga
Nýtingarlíkan 1	Já	2	1,20%
Nýtingarlíkan 2	Nei	5	1,02%
Nýtingarlíkan 3	Nei	3	0,92%

4.4 Aðrar áhrifabreytur

Ekki verður farið eins ítarlega í líkangerð fyrir þær áhrifabreytur sem eftir er að kynna líkön fyrir (orma, los og blóð-og holdroða) og fyrir nýtinguna. Í köflum 4.5.1-4.5.3 verður fjallað um þau, ásamt því hvernig til tókst með spár út frá þeim. Notuð var þrepa aðferð við val breyta í líkönin en þau voru gerð út frá gögnum þar sem tilvikum með útlögum og/eða eyðum var hent.

4.4.1 Ormar

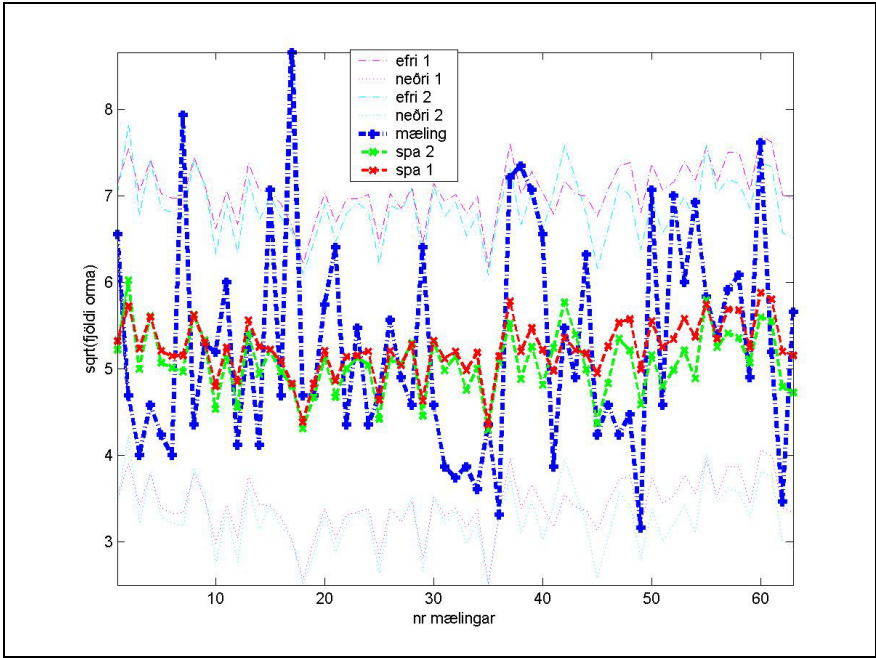
Tafla 4.15 geymir þær breytur sem komust inn í líkön fyrir kvaðratrót af fjölda orma. Líkönin kallast ormalíkan 1 og ormalíkan 2. Mynd 4.30 sýnir spá þessara líkana. Eins og sjá má á myndinni kemur mælingunum og spám líkananna illa saman. Útskýringarstuðlar líkananna voru í kringum 0,15. Það telst lágt og skýrir í raun af hverju spárnar eru svo slakar. Það sem er áhugaverðast við líkönin er að skoða þá reiti sem hafa marktæk áhrif. Þeir liggja allir við austurströnd landsins og hafa allir jákvæð áhrif á fjöldann, þ.e. búast má við fleiri ormum í þessum reitum en í öðrum reitum. Þyngd í kari og stærð hola komast inn í ormalíkan 2, sem vekur athygli. Ólíklegt verður að teljast að ormum fækki eftir því sem stærð hola eða þyngd í kari eykst og gæti hér verið dæmi um áhrif sem eru tölfræðilega marktæk án þess þó að hafa raunverulega þýðingu.

Tafla 4.15 Orsakabreytur sem komust í líkön fyrir kvaðratrót af fjölda orma. Um tvennskónar líkön er að ræða, annars vegar líkan þar sem svæði 1 og svæði 2 eru staðsetningarbreytur og hins vegar líkan þar sem reitir 310-775 eru staðsetningarbreytur.

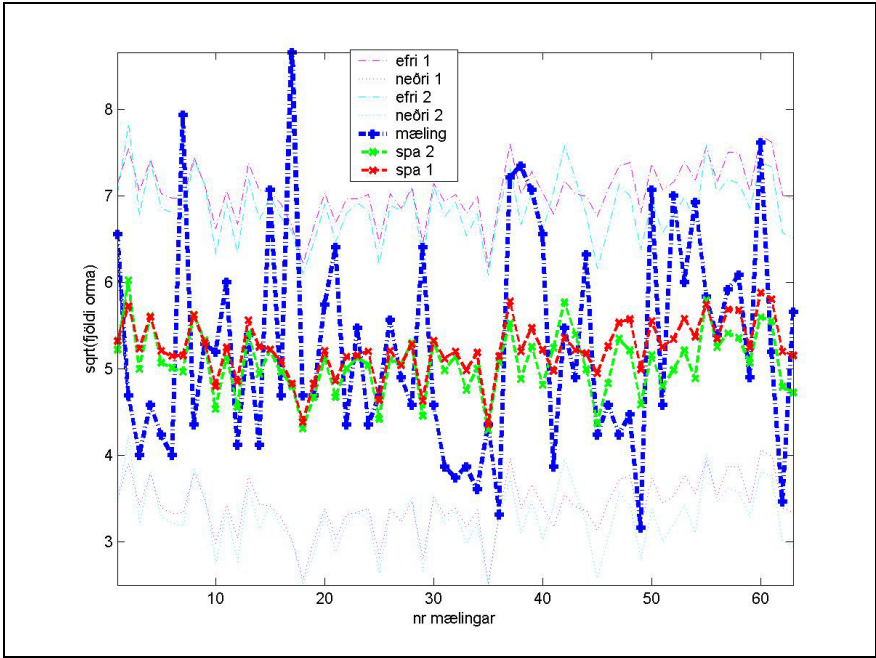
Staðsetningarbreytur			
Svæði 1 og svæði 2 (ormalíkan 1)		Reitir 310-775 (ormalíkan 2)	
Breyta	Stiki	Breyta	Stiki
Fasti	0,58	Fasti	3,83
Mánuður 4	-0,42	Mánuður 4	-0,26
Mánuður 6	-0,82	Mánuður 6	-0,59
Mánuður 5	-0,29	Þyngd fisks	0,24
Mánuður 7	-0,49	Stærð hola	-0,02
Lengd	0,07	Þyngd í kari	-0,002
Svæði 1	0,36	Reitur 412	0,35
		Reitur 511	0,74
		Reitur 612	0,70
		Reitur 715	0,48

Tafla 4.15 Orsakabreytur sem komust í líkön fyrir kvaðratrót af fjölda orma. Um tvennskónar líkön er að ræða, annars vegar líkan þar sem svæði 1 og svæði 2 eru staðsetningarbreytur og hins vegar líkan þar sem reitir 310-775 eru staðsetningarbreytur.

Staðsetningarbreytur			
Svæði 1 og svæði 2 (ormalíkan 1)		Reitir 310-775 (ormalíkan 2)	
Breyta	Stiki	Breyta	Stiki
Fasti	0,58	Fasti	3,83
Mánuður 4	-0,42	Mánuður 4	-0,26
Mánuður 6	-0,82	Mánuður 6	-0,59
Mánuður 5	-0,29	Þyngd fisks	0,24
Mánuður 7	-0,49	Stærð hola	-0,02
Lengd	0,07	Þyngd í kari	-0,002
Svæði 1	0,36	Reitur 412	0,35
		Reitur 511	0,74
		Reitur 612	0,70
		Reitur 715	0,48



Mynd 4.30 Spá líkana fyrir kvaðratrót af fjölda orma, ásamt mælingum og vikmörkum. Spá 1 á við spá líkans sem gert er með svæði sem staðsetningarbreytu. Spá 2 á við spá líkans sem gert er með reiti 310 -775 sem staðsetningarbreytu. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.



Mynd 4.30 Spá líkana fyrir kvaðratrót af fjölda orma, ásamt mælingum og vikmörkum. Spá 1 á við spá líkans sem gert er með svæði sem staðsetningarbreytu. Spá 2 á við spá líkans sem gert er með reiti 310 -775 sem staðsetningarbreytu. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.

4.4.2 Blóð- og holdroði

Tafla 4.16 sýnir þær breytur sem komust inn í líkön fyrir kvaðratrót af fjölda blóð- og holdroðabletta. Eins og hjá ormunum á blóð- og holdroðalíkan 1 við um líkanið þar sem svæði var notað sem staðsetningarbreyta en blóð- og holdroðalíkan 2 á við um líkanið þar sem reitir voru notaðir. Mynd 4.31 af spá líkananna sýnir að spá líkananna fyrir blóð- og holdroða er engu skárri en spáin fyrir ormana. Útskýringarstuðull beggja líkana var rétt undir 0,15. Þær orsakabreytur sem helst hafa áhrif á fjölda blóð- og holdroðabletta eru mánuðirnir og er von á flestum blóð- og holdroðablettum í maí og júlí skv. líkaninu. Aldur hráefnis og stærð hola hafa marktæk áhrif og þarf það í sjálfu sér ekki að koma á óvart. Ef fiskurinn bíður lengi fyrir vinnslu má búast við að örverur fjölgi sér, með mögulegum áhrifum á lit fisksins. Ef holin eru mjög stór má ætla að meira af fiskinum merjist í trollinu. Reitir 311 hefur marktæk neikvæð áhrif á fjölda blóð- og holdroðabletta.

Tafla 4.16 Orsakabreytur sem komust í líkön fyrir kvaðratrót af fjölda blóð- og holdroðabletta. Um tvennskonar líkön er að ræða, annars vegar eru svæði 1 og svæði 2 staðsetningarbreytur en hins vegar reitir 310-775.

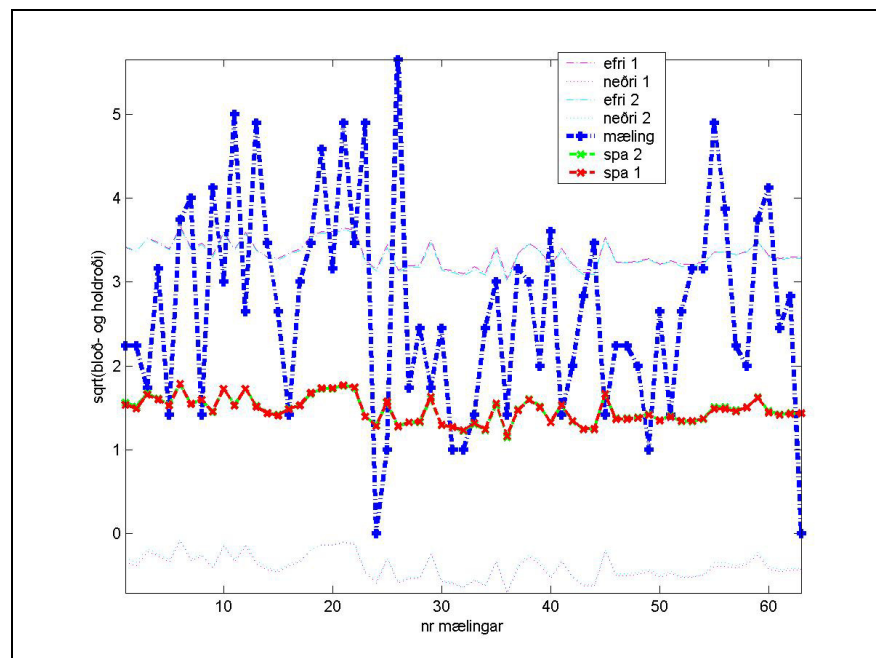
Staðsetningarbreytur			
Svæði 1 og 2 (blóð.- og holdr.líkan 1)		Reitir 310-775 (blóð- og holdr.líkan 2)	
Breyta	Stiki	Breyta	Stiki
Fasti	1,3	Fasti	1,3
Mánuður 1	-0,8	Mánuður 1	-0,8
Mánuður 5	0,4	Mánuður 5	0,4
Mánuður 7	0,4	Mánuður 7	0,4
Mánuður 8	-0,3	Mánuður 8	-0,3
Mánuður 9	-0,3	Mánuður 9	-0,3
Mánuður 10	-0,5	Mánuður 10	-0,5
Mánuður 11	-0,5	Mánuður 11	-0,5
Aldur	0,1	Aldur	0,1
Stærð hola	0,01	Stærð hola	0,01
		Reitur 311	-1,0

4.4.2 Blóð- og holdroði

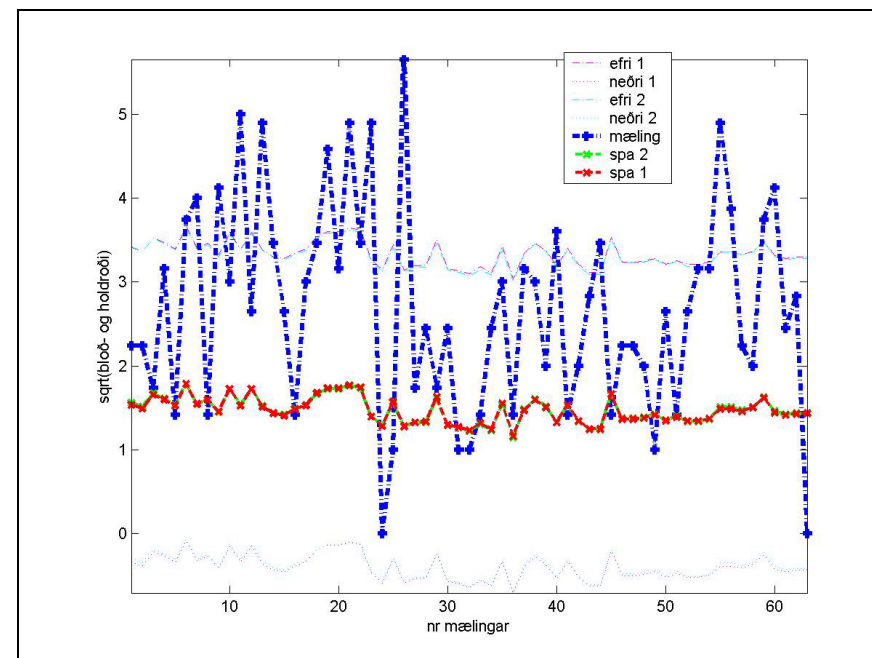
Tafla 4.16 sýnir þær breytur sem komust inn í líkön fyrir kvaðratrót af fjölda blóð- og holdroðabletta. Eins og hjá ormunum á blóð- og holdroðalíkan 1 við um líkanið þar sem svæði var notað sem staðsetningarbreyta en blóð- og holdroðalíkan 2 á við um líkanið þar sem reitir voru notaðir. Mynd 4.31 af spá líkananna sýnir að spá líkananna fyrir blóð- og holdroða er engu skárri en spáin fyrir ormana. Útskýringarstuðull beggja líkana var rétt undir 0,15. Þær orsakabreytur sem helst hafa áhrif á fjölda blóð- og holdroðabletta eru mánuðirnir og er von á flestum blóð- og holdroðablettum í maí og júlí skv. líkaninu. Aldur hráefnis og stærð hola hafa marktæk áhrif og þarf það í sjálfu sér ekki að koma á óvart. Ef fiskurinn bíður lengi fyrir vinnslu má búast við að örverur fjölgi sér, með mögulegum áhrifum á lit fisksins. Ef holin eru mjög stór má ætla að meira af fiskinum merjist í trollinu. Reitir 311 hefur marktæk neikvæð áhrif á fjölda blóð- og holdroðabletta.

Tafla 4.16 Orsakabreytur sem komust í líkön fyrir kvaðratrót af fjölda blóð- og holdroðabletta. Um tvennskonar líkön er að ræða, annars vegar eru svæði 1 og svæði 2 staðsetningarbreytur en hins vegar reitir 310-775.

Staðsetningarbreytur			
Svæði 1 og 2 (blóð.- og holdr.líkan 1)		Reitir 310-775 (blóð- og holdr.líkan 2)	
Breyta	Stiki	Breyta	Stiki
Fasti	1,3	Fasti	1,3
Mánuður 1	-0,8	Mánuður 1	-0,8
Mánuður 5	0,4	Mánuður 5	0,4
Mánuður 7	0,4	Mánuður 7	0,4
Mánuður 8	-0,3	Mánuður 8	-0,3
Mánuður 9	-0,3	Mánuður 9	-0,3
Mánuður 10	-0,5	Mánuður 10	-0,5
Mánuður 11	-0,5	Mánuður 11	-0,5
Aldur	0,1	Aldur	0,1
Stærð hola	0,01	Stærð hola	0,01
		Reitur 311	-1,0



Mynd 4.31 Spá líkana fyrir kvaðratrót af fjölda blóð- og holdroðabletta, ásamt mælingum og vikmörkum. Spá 1 á við spá líkans sem gert er með svæði sem staðsetningarbreytu. Spá 2 á við spá líkans sem gert er með reiti sem staðsetningar-breytu. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.



Mynd 4.31 Spá líkana fyrir kvaðratrót af fjölda blóð- og holdroðabletta, ásamt mælingum og vikmörkum. Spá 1 á við spá líkans sem gert er með svæði sem staðsetningarbreytu. Spá 2 á við spá líkans sem gert er með reiti sem staðsetningar-breytu. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.

4.4.3 Los

Tafla 4.17 hefur að geyma þær breytur sem komust inn í líkönin fyrir kvaðratrót af fjölda losblettanna. Mynd 4.32 sýnir, á sama hátt og áður hefur verið gert fyrir orma og blóð- og holdroðabletti, spá fyrir kvaðratrót af fjölda þeirra. Ljóst er að spár loslíkananna standa sig mun betur en spár ormalíkananna og blóð- og holdroðalíkananna, enda eru útskýringarstuðlarnir 0,41 fyrir loslíkan 1 og 0,46 fyrir loslíkan 2, á meðan útskýringarstuðlar orma- og blóð- og holdroðalíkananna voru rétt um 0,15. Aldur og þyngd í kari auka los, auk þess sem skip 2 og 4 hafa áhrif (jafnvel skip 3 líka). Spurning er hvort áhafnir skipanna meðhöndla aflann mismunandi eða hvort mismunandi útbúnaður hefur áhrif. Talsverður munur er eftir mánuðum og er losið minnst á vorin og haustin. Greinilegt er að nokkur munur er á losinu eftir því um hvaða reit er að ræða. Í reit 321 (þar sem nýtingin var áberandi slök) er losið lítið. Spurning er hvað veldur því að losið er mjög misjafnt í reitum sem liggja tiltölulega nærri hver öðrum. Hugsanlega er spurning um á hvaða dýpi þorskurinn veiðist.

Tafla 4.17 Orsakabreytur sem komust í líkön fyrir kvaðratrót af fjölda losbletta. Um tvennskónar líkön er að ræða, annarsvegar líkan þar sem svæði 1 og svæði 2 eru staðsetningarbreytur og hinsvegar líkan þar sem reitir 310-775 eru staðsetningarbreytur.

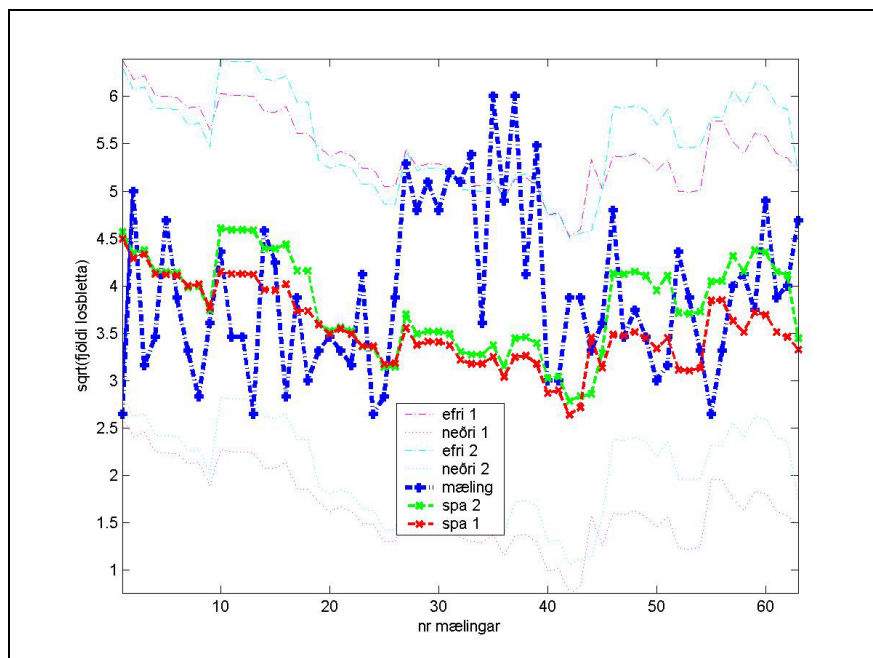
Staðsetningarbreytur					
Svæði 1 og svæði 2 (loslíkan 1)		Reitir 310-775 (loslíkan 2)			
Breyta	Stiki	Breyta	Stiki	Breyta	stiki
Fasti	2,5	Fasti	1,5	Reitur 321	-1,7
Skip 3	-0,5			Reitur 411	-0,4
Skip 2	0,4	Skip 2	0,9	Reitur 461	0,5
Skip 4	0,4	Skip 4	0,8	Reitur 462	-0,4
Mánuður 2	1,1	Mánuður 2	1,3	Reitur 511	0,6
Mánuður 3	1,6			Reitur 562	-1
Mánuður 4	-0,5	Mánuður 4	-0,4	Reitur 625	0,7
Mánuður 6	0,7	Mánuður 6	0,7	Reitur 674	0,7
Mánuður 7	0,7	Mánuður 7	0,7	Reitur 675	1,1
Mánuður 8	-0,4	Mánuður 8	-0,5		
Mánuður 9	-0,4	Mánuður 9	-0,3		
Mánuður 11	-0,3				
Aldur	0,2	Aldur	0,2		
Þyngd í kari	0,002	Þyngd í kari	0,0		
Svæði 1	-0,7				

4.4.3 Los

Tafla 4.17 hefur að geyma þær breytur sem komust inn í líkönin fyrir kvaðratrót af fjölda losblettanna. Mynd 4.32 sýnir, á sama hátt og áður hefur verið gert fyrir orma og blóð- og holdroðabletti, spá fyrir kvaðratrót af fjölda þeirra. Ljóst er að spár loslíkananna standa sig mun betur en spár ormalíkananna og blóð- og holdroðalíkananna, enda eru útskýringarstuðlarnir 0,41 fyrir loslíkan 1 og 0,46 fyrir loslíkan 2, á meðan útskýringarstuðlar orma- og blóð- og holdroðalíkananna voru rétt um 0,15. Aldur og þyngd í kari auka los, auk þess sem skip 2 og 4 hafa áhrif (jafnvel skip 3 líka). Spurning er hvort áhafnir skipanna meðhöndla aflann mismunandi eða hvort mismunandi útbúnaður hefur áhrif. Talsverður munur er eftir mánuðum og er losið minnst á vorin og haustin. Greinilegt er að nokkur munur er á losinu eftir því um hvaða reit er að ræða. Í reit 321 (þar sem nýtingin var áberandi slök) er losið lítið. Spurning er hvað veldur því að losið er mjög misjafnt í reitum sem liggja tiltölulega nærri hver öðrum. Hugsanlega er spurning um á hvaða dýpi þorskurinn veiðist.

Tafla 4.17 Orsakabreytur sem komust í líkön fyrir kvaðratrót af fjölda losbletta. Um tvennskónar líkön er að ræða, annarsvegar líkan þar sem svæði 1 og svæði 2 eru staðsetningarbreytur og hinsvegar líkan þar sem reitir 310-775 eru staðsetningarbreytur.

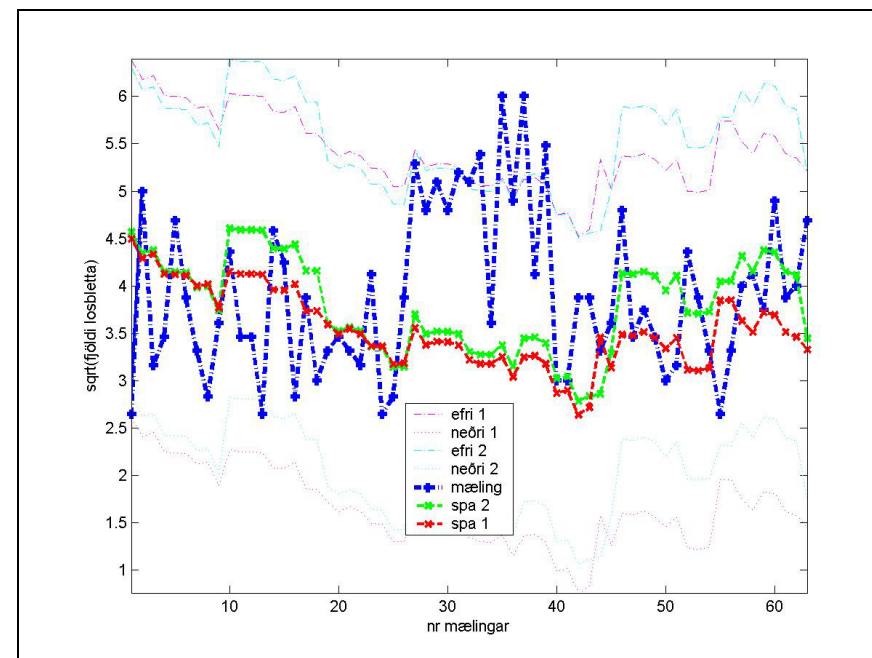
Staðsetningarbreytur					
Svæði 1 og svæði 2 (loslíkan 1)		Reitir 310-775 (loslíkan 2)			
Breyta	Stiki	Breyta	Stiki	Breyta	stiki
Fasti	2,5	Fasti	1,5	Reitur 321	-1,7
Skip 3	-0,5			Reitur 411	-0,4
Skip 2	0,4	Skip 2	0,9	Reitur 461	0,5
Skip 4	0,4	Skip 4	0,8	Reitur 462	-0,4
Mánuður 2	1,1	Mánuður 2	1,3	Reitur 511	0,6
Mánuður 3	1,6			Reitur 562	-1
Mánuður 4	-0,5	Mánuður 4	-0,4	Reitur 625	0,7
Mánuður 6	0,7	Mánuður 6	0,7	Reitur 674	0,7
Mánuður 7	0,7	Mánuður 7	0,7	Reitur 675	1,1
Mánuður 8	-0,4	Mánuður 8	-0,5		
Mánuður 9	-0,4	Mánuður 9	-0,3		
Mánuður 11	-0,3				
Aldur	0,2	Aldur	0,2		
Þyngd í kari	0,002	Þyngd í kari	0,0		
Svæði 1	-0,7				



Mynd 4.32 Spá líkana fyrir kvaðratrót af fjölda losbletta, ásamt mælingum og vilmörkum. Spá 1 á við spá líkans sem gert er með svæði sem staðsetningarbreytu. Spá 2 á við spá líkans sem gert er með reiti sem staðsetningarbreytu. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.

4.1.2 Samantekt

Í þessum kafla hefur verið farið í það hvernig líkön fyrir áhrifabreyturnar orma, blóð- og holdroði og los líta út. Líkönin fyrir orma og blóð- og holdroða skýra fremur lítið af breytileikanum í mælingunum á þessu breytum og spá illa fyrir um framtíðarmælingar. Ljóst er að þær breytur sem þarf til að lýsa þessum áhrifabreytum voru ekki mældar í rannsókninni, sé á annað borð hægt að lýsa hegðun þessara áhrifabreyta með margvíðu línulegu aðhvarfsgreiningarlíkani. Dæmi um slíkar breytur gætu verið dýpi, vindhraði (sem veldur veltingi á skipunum), fjöldi sela í veiðireit o.fl. Líkönin fyrir los skýrðu á milli 40% og 50% af breytileikanum í mælingum á losi. Spár út frá þeim líkönum stóðu sig nokkuð vel, þó að ekki hafi þau staðið sig jafn vel og spár fyrir nýtingu (kafla 4.3). Líklegt er að aukin gagnasöfnun myndi bæta loslíkönin, líkt og nýtingarlíkonin, þó vel sé mögulegt að mæling á fleiri orsakabreytum sé nauðsynleg til að skýra breytileikann í mælingum á losi betur.



Mynd 4.32 Spá líkana fyrir kvaðratrót af fjölda losbletta, ásamt mælingum og vilmörkum. Spá 1 á við spá líkans sem gert er með svæði sem staðsetningarbreytu. Spá 2 á við spá líkans sem gert er með reiti sem staðsetningarbreytu. Brotalínurnar “efri” og “neðri” sýna 95% öryggismörk spánna.

4.1.2 Samantekt

Í þessum kafla hefur verið farið í það hvernig líkön fyrir áhrifabreyturnar orma, blóð- og holdroði og los líta út. Líkönin fyrir orma og blóð- og holdroða skýra fremur lítið af breytileikanum í mælingunum á þessu breytum og spá illa fyrir um framtíðarmælingar. Ljóst er að þær breytur sem þarf til að lýsa þessum áhrifabreytum voru ekki mældar í rannsókninni, sé á annað borð hægt að lýsa hegðun þessara áhrifabreyta með margvíðu línulegu aðhvarfsgreiningarlíkani. Dæmi um slíkar breytur gætu verið dýpi, vindhraði (sem veldur veltingi á skipunum), fjöldi sela í veiðireit o.fl. Líkönin fyrir los skýrðu á milli 40% og 50% af breytileikanum í mælingum á losi. Spár út frá þeim líkönum stóðu sig nokkuð vel, þó að ekki hafi þau staðið sig jafn vel og spár fyrir nýtingu (kafla 4.3). Líklegt er að aukin gagnasöfnun myndi bæta loslíkönin, líkt og nýtingarlíkonin, þó vel sé mögulegt að mæling á fleiri orsakabreytum sé nauðsynleg til að skýra breytileikann í mælingum á losi betur.

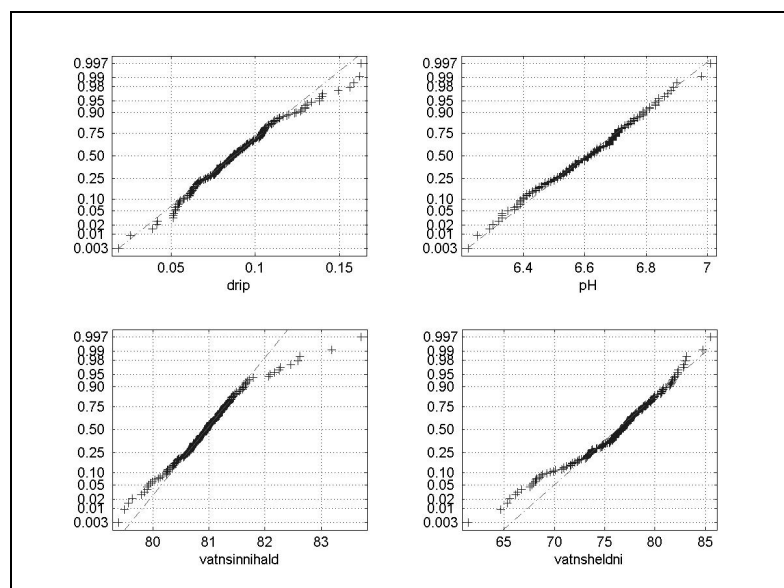
5 Niðurstöður B: Mælingar á Rf

Eins og fyrr segir skiptist verkefnið í raun í tvennt. Annars vegar var um að ræða athugun á gögnum úr gæðæfirliti Samherja hf. Hins vegar var um að ræða nokkurs konar framlengingu á þessum athugunum en þá voru eðlis- og efnaeiginleikar hluta sýnanna sem athugaður var í gæðæfirliti Samherja mældir frekar. Þær mælingar fóru fram á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins (Rf) og verður í þessum kafla fyrst og fremst fjallað um þessar mælingar. Þær áhrifabreytur sem mældar voru sérstaklega fyrir þennan hluta voru drip, sýrustig, vatnsinnihald og vatnsheldni (WHC). Þær verða hér nefndar eiginleikabreytur.

5.1 Forvinnsla

5.1.1 Normaldreifing

Gerð voru normaldreifingarrit fyrir eiginleikabreyturnar. Mynd 5.1 sýnir normaldreifingarritin, en skv. þeim virðast breyturnar ágætlega normaldreifðar.



Mynd 5.1 Normaldreifingarrit fyrir eiginleikabreyturnar drip, pH, vatnsinnihald og vatnsheldni.

5.1.2 Leiðrétting vegna tíma

Þar sem sýnin höfðu verið fryst í mislangan tíma fyrir mælingu var kannað hvort leiðréttu skyldi mælingar með tilliti til þess. Notuð voru gögn frá Kristínu Þórarinsdóttur (2001) til að meta hver áhrif geymslu í frosti væru. Niðurstöður urðu

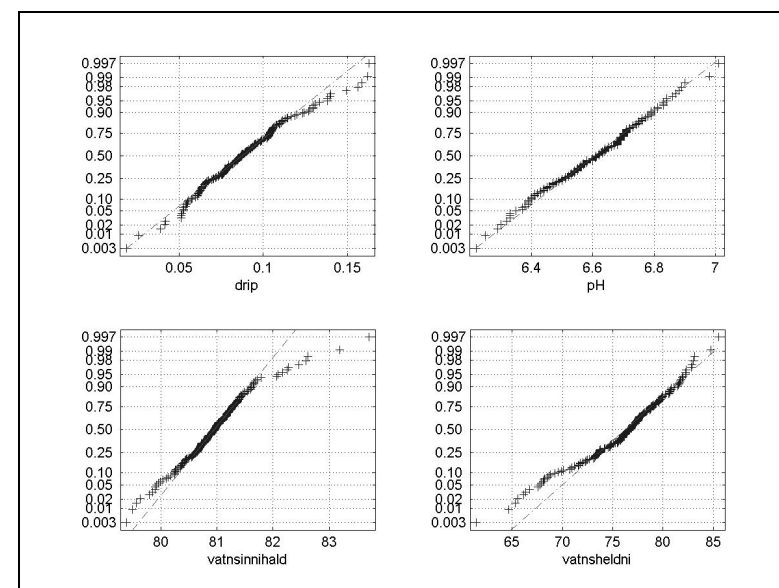
5 Niðurstöður B: Mælingar á Rf

Eins og fyrr segir skiptist verkefnið í raun í tvennt. Annars vegar var um að ræða athugun á gögnum úr gæðæfirliti Samherja hf. Hins vegar var um að ræða nokkurs konar framlengingu á þessum athugunum en þá voru eðlis- og efnaeiginleikar hluta sýnanna sem athugaður var í gæðæfirliti Samherja mældir frekar. Þær mælingar fóru fram á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins (Rf) og verður í þessum kafla fyrst og fremst fjallað um þessar mælingar. Þær áhrifabreytur sem mældar voru sérstaklega fyrir þennan hluta voru drip, sýrustig, vatnsinnihald og vatnsheldni (WHC). Þær verða hér nefndar eiginleikabreytur.

5.1 Forvinnsla

5.1.1 Normaldreifing

Gerð voru normaldreifingarrit fyrir eiginleikabreyturnar. Mynd 5.1 sýnir normaldreifingarritin, en skv. þeim virðast breyturnar ágætlega normaldreifðar.



Mynd 5.1 Normaldreifingarrit fyrir eiginleikabreyturnar drip, pH, vatnsinnihald og vatnsheldni.

5.1.2 Leiðrétting vegna tíma

Þar sem sýnin höfðu verið fryst í mislangan tíma fyrir mælingu var kannað hvort leiðréttu skyldi mælingar með tilliti til þess. Notuð voru gögn frá Kristínu Þórarinsdóttur (2001) til að meta hver áhrif geymslu í frosti væru. Niðurstöður urðu

þær að frostgeymslan hefði ekki áhrif á drip, pH eða vatnsinnihald þorskvöðvans. Frostgeymslan hafði hinsvegar marktæk áhrif á vatnsheldni og lækkaði vatnsheldnin eftir því sem þorskurinn var geymdur lengur í frosti. Gerð var línuleg aðhvarfsgreining á gögnum Kristínar og vatnsheldnimælingar leiðréttar m.t.t. niðurstöðu úr henni.

5.1.3 Gervibreytur

Eins og áður hefur komið fram voru staðsetningarbreytur, skip og árstími ekki eiginlegar mældar breytur, heldur fremur breytur til flokkunar. Unnið var skv. lýsingu í kafla 3.3.4. við gerð gervibreytur fyrir flokkunarbreytur.

5.2 Niðurstöður mars 2003

Í verkefnisáætlun var gert ráð fyrir að kanna í mars 2003 hvort orsakabreyturnar hefðu áhrif á eiginleikabreyturnar. Þetta var gert þar sem mælingar voru dýrar og ekki ástæða til að halda þeim lengi áfram ef orsakabreyturnar virtust engin áhrif hafa. Notuð var línuleg aðhvarfsgreining til að kanna hvort breytur hefðu marktæk áhrif og notuð þrepa aðferð til að velja breytur í líkanið. Miðað var við 90% öryggismörk til að velja breytur inn í líkanið, en ekki 95% eins og oft er gert, enda var einungis verið að kanna hvaða breytur hefðu áhrif og fá grófa mynd af viðfangsefninu. Ekki var kannað sérstaklega hvort samband var á milli áhrifabreyta (t.d. á milli loss og vatnsheldni), heldur einungis kannað hvort orsakabreytur eins og árstími og svæði hefðu áhrif á eiginleikabreyturnar.

5.2.1 Drip

Þær breytur sem voru teknar inn í líkan fyrir drip voru aldur hráefnis og skip nr. 4. Ekki kom sérlega á óvart að aldur hráefnis hefði áhrif á dripið. Rétt er að rifja upp að aldur hráefnis er tími frá veiðum uns fiskurinn er tekinn til mælinga í gæðaeftirliti Samherja og frystur.

5.2.2 Sýrustig (pH)

Nokkuð aðrar breytur virtust hafa áhrif á sýrustig en drip. Svæði 1 og svæði 2 voru notuð sem staðsetningarbreytur á þessum tíma en ekki reitir 310-775 og komst svæði 1 inn í líkanið. Jafnframt komst lengd þorsksins inn í líkanið.

5.2.3 Vatnsinnihald

Hvort þorskurinn kom frá svæði 1 eða svæði 2 virtist hafa áhrif á vatnsinnihald hans. Vatnsinnihaldið var hærra á svæði 2 og var það staðfest með t-prófi. Skip 1 komst sömuleiðis inn í líkanið.

þær að frostgeymslan hefði ekki áhrif á drip, pH eða vatnsinnihald þorskvöðvans. Frostgeymslan hafði hinsvegar marktæk áhrif á vatnsheldni og lækkaði vatnsheldnin eftir því sem þorskurinn var geymdur lengur í frosti. Gerð var línuleg aðhvarfsgreining á gögnum Kristínar og vatnsheldnimælingar leiðréttar m.t.t. niðurstöðu úr henni.

5.1.3 Gervibreytur

Eins og áður hefur komið fram voru staðsetningarbreytur, skip og árstími ekki eiginlegar mældar breytur, heldur fremur breytur til flokkunar. Unnið var skv. lýsingu í kafla 3.3.4. við gerð gervibreytur fyrir flokkunarbreytur.

5.2 Niðurstöður mars 2003

Í verkefnisáætlun var gert ráð fyrir að kanna í mars 2003 hvort orsakabreyturnar hefðu áhrif á eiginleikabreyturnar. Þetta var gert þar sem mælingar voru dýrar og ekki ástæða til að halda þeim lengi áfram ef orsakabreyturnar virtust engin áhrif hafa. Notuð var línuleg aðhvarfsgreining til að kanna hvort breytur hefðu marktæk áhrif og notuð þrepa aðferð til að velja breytur í líkanið. Miðað var við 90% öryggismörk til að velja breytur inn í líkanið, en ekki 95% eins og oft er gert, enda var einungis verið að kanna hvaða breytur hefðu áhrif og fá grófa mynd af viðfangsefninu. Ekki var kannað sérstaklega hvort samband var á milli áhrifabreyta (t.d. á milli loss og vatnsheldni), heldur einungis kannað hvort orsakabreytur eins og árstími og svæði hefðu áhrif á eiginleikabreyturnar.

5.2.1 Drip

Þær breytur sem voru teknar inn í líkan fyrir drip voru aldur hráefnis og skip nr. 4. Ekki kom sérlega á óvart að aldur hráefnis hefði áhrif á dripið. Rétt er að rifja upp að aldur hráefnis er tími frá veiðum uns fiskurinn er tekinn til mælinga í gæðaeftirliti Samherja og frystur.

5.2.2 Sýrustig (pH)

Nokkuð aðrar breytur virtust hafa áhrif á sýrustig en drip. Svæði 1 og svæði 2 voru notuð sem staðsetningarbreytur á þessum tíma en ekki reitir 310-775 og komst svæði 1 inn í líkanið. Jafnframt komst lengd þorsksins inn í líkanið.

5.2.3 Vatnsinnihald

Hvort þorskurinn kom frá svæði 1 eða svæði 2 virtist hafa áhrif á vatnsinnihald hans. Vatnsinnihaldið var hærra á svæði 2 og var það staðfest með t-prófi. Skip 1 komst sömuleiðis inn í líkanið.

5.2.4 Vatnsheldni

Mismunur var á vatnsheldninni eftir því af hvaða svæði fiskurinn kom. Þá komst skip 2 inn í líkanið.

5.2.5 Samantekt fyrstu niðurstaðna

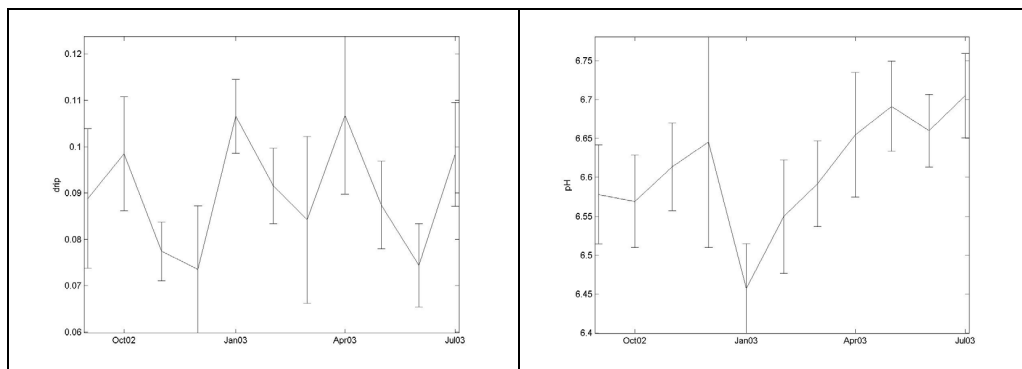
Með hliðsjón af fyrrnefndum niðurstöðum þótti full ástæða til að halda mælingum áfram, enda þótti sýnt að samband væri á milli eiginleikabreytanna og einhverra af orsakabreytunum og vert væri að kanna það frekar. Sýnatökur og mælingar héldu því áfram fram á sumar 2003, eins og að hafði verið stefnt í upphafi.

5.3 Athuganir í fáum víddum

Athyglisvert er að skoða eiginleikabreyturnar sem fall hver af annarri eða sem fall af ákveðnum orsakabreytum eða jafnvel öðrum áhrifabreytum. Í stað þess að fara beint í gerð margvíðs línulegs líkans voru eiginleikabreyturnar því teiknaðar sem fall af ýmsum breytum þegar allar mælingarnar höfðu verið framkvæmdar.

5.3.1 Árstími

Árstími er talinn hafa áhrif á ýmsa eiginleika þorsks. Mynd 5.2 gefur til kynna að bæði drip og sýrustig sveiflist nokkuð eftir árstíma. Ekki er hinsvegar alltaf marktækur munur á meðaltölum mánaðanna, enda verður að hafa í huga að ekki er um sérlega mörg sýni að ræða.



Mynd 5.2 Meðaltal drips og sýrustigs, ásamt 95% vikmörkum, fyrir mánuðina september 2002 – júlí 2003.

5.2.4 Vatnsheldni

Mismunur var á vatnsheldninni eftir því af hvaða svæði fiskurinn kom. Þá komst skip 2 inn í líkanið.

5.2.5 Samantekt fyrstu niðurstaðna

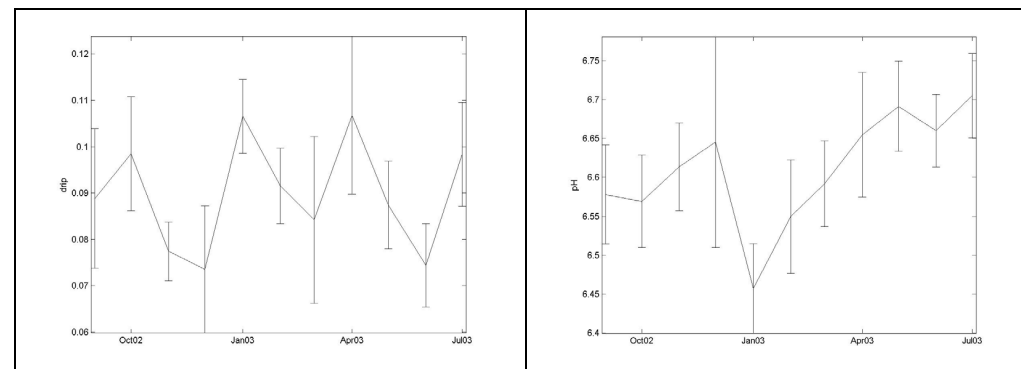
Með hliðsjón af fyrrnefndum niðurstöðum þótti full ástæða til að halda mælingum áfram, enda þótti sýnt að samband væri á milli eiginleikabreytanna og einhverra af orsakabreytunum og vert væri að kanna það frekar. Sýnatökur og mælingar héldu því áfram fram á sumar 2003, eins og að hafði verið stefnt í upphafi.

5.3 Athuganir í fáum víddum

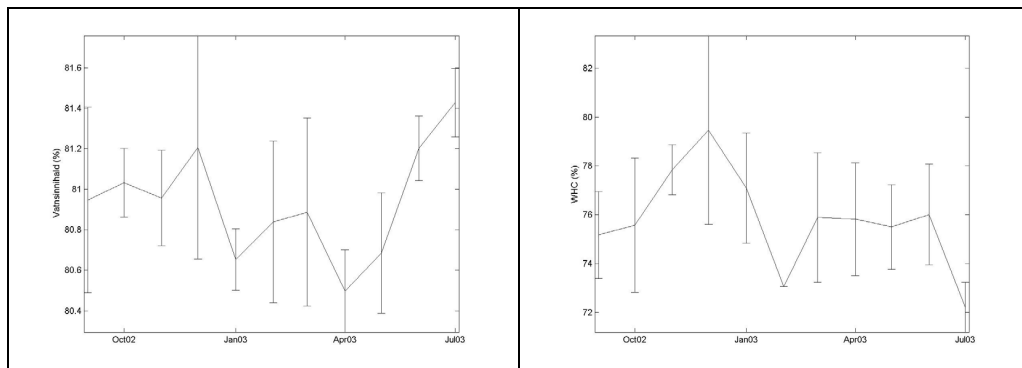
Athyglisvert er að skoða eiginleikabreyturnar sem fall hver af annarri eða sem fall af ákveðnum orsakabreytum eða jafnvel öðrum áhrifabreytum. Í stað þess að fara beint í gerð margvíðs línulegs líkans voru eiginleikabreyturnar því teiknaðar sem fall af ýmsum breytum þegar allar mælingarnar höfðu verið framkvæmdar.

5.3.1 Árstími

Árstími er talinn hafa áhrif á ýmsa eiginleika þorsks. Mynd 5.2 gefur til kynna að bæði drip og sýrustig sveiflist nokkuð eftir árstíma. Ekki er hinsvegar alltaf marktækur munur á meðaltölum mánaðanna, enda verður að hafa í huga að ekki er um sérlega mörg sýni að ræða.



Mynd 5.2 Meðaltal drips og sýrustigs, ásamt 95% vikmörkum, fyrir mánuðina september 2002 – júlí 2003.

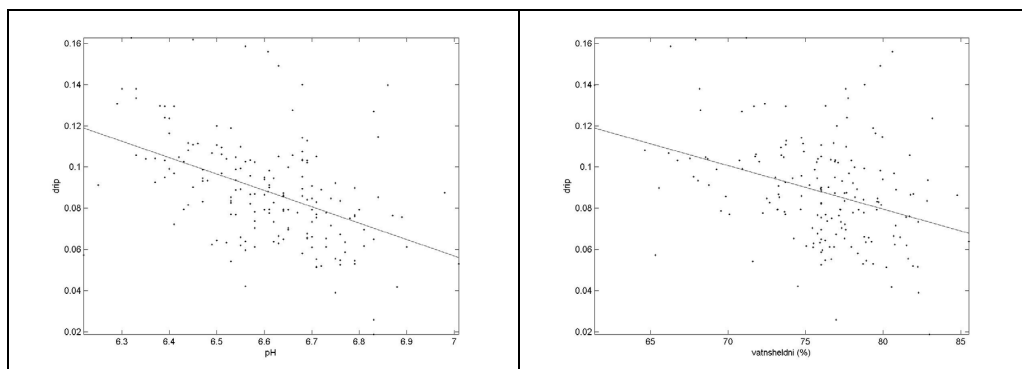


Mynd 5.3 Meðaltal vatnsinnihalds og vatnsheldni, ásamt 95% vikmörkum, fyrir mánuðina september 2002 – júlí 2003.

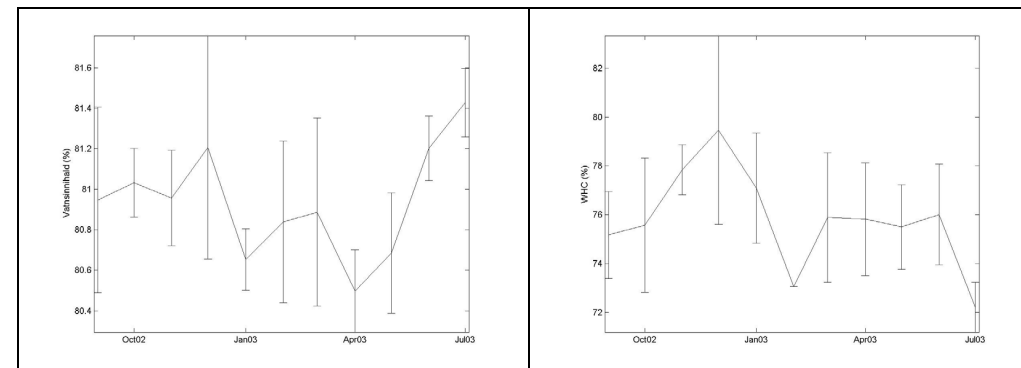
Mynd 5.3 sýnir á sama hátt hvaða áhrif árstími hafði á vatnsinnihald og vatnsheldni. Talsverð sveifla var í vatnsinnihaldinu, en vatnsheldnin sveiflaðist ekki ýkja mikið. Vikmörk eru víð, sem gefur til kynna að fleiri mælinga sé þörf til að sjá hvort raunverulega er munur á meðaltölum mánaðanna.

5.3.2 Eiginleikabreytur sem fall hver af annarri

Mynd 5.4 gefur til kynna að drip minnki með hækkandi sýrustigi og vatnsheldni. Hvort þarna er um marktæk áhrif að ræða kemur í ljós í kafla 5.4 en ekki þarf að koma á óvart að aukin vatnsheldni fískvöðvans minnki drip. Drip er að mestu leyti vatn sem losnar úr vöðvanum og því ætti aukin vatnsheldni að geta minnkað drip.



Mynd 5.4 Drip sem fall af sýrustigi og vatnsheldni.

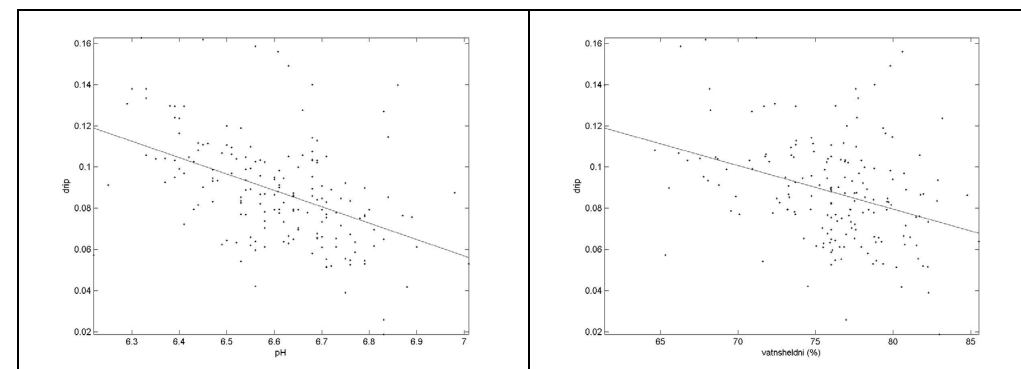


Mynd 5.3 Meðaltal vatnsinnihalds og vatnsheldni, ásamt 95% vikmörkum, fyrir mánuðina september 2002 – júlí 2003.

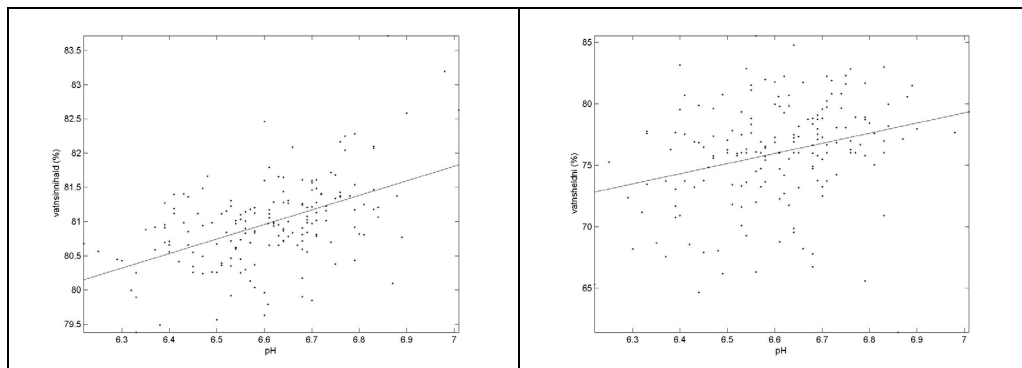
Mynd 5.3 sýnir á sama hátt hvaða áhrif árstími hafði á vatnsinnihald og vatnsheldni. Talsverð sveifla var í vatnsinnihaldinu, en vatnsheldnin sveiflaðist ekki ýkja mikið. Vikmörk eru víð, sem gefur til kynna að fleiri mælinga sé þörf til að sjá hvort raunverulega er munur á meðaltölum mánaðanna.

5.3.2 Eiginleikabreytur sem fall hver af annarri

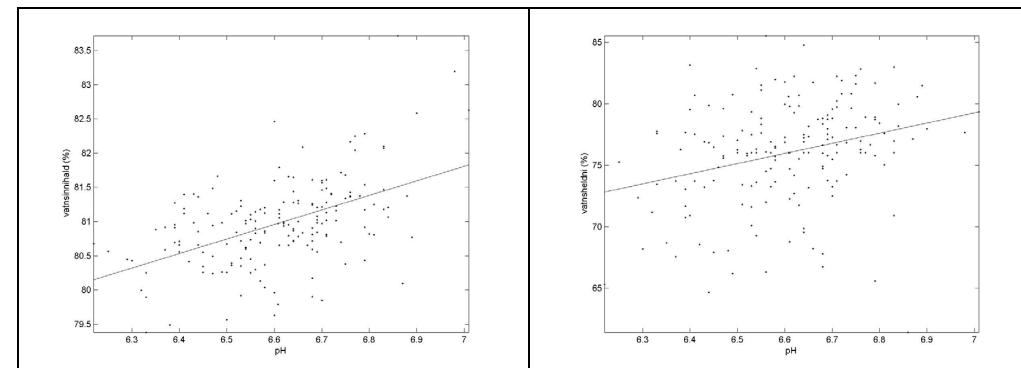
Mynd 5.4 gefur til kynna að drip minnki með hækkandi sýrustigi og vatnsheldni. Hvort þarna er um marktæk áhrif að ræða kemur í ljós í kafla 5.4 en ekki þarf að koma á óvart að aukin vatnsheldni fískvöðvans minnki drip. Drip er að mestu leyti vatn sem losnar úr vöðvanum og því ætti aukin vatnsheldni að geta minnkað drip.



Mynd 5.4 Drip sem fall af sýrustigi og vatnsheldni.



Mynd 5.5 Vatnsinnihald og vatnsheldni sem fall af sýrustigi.



Mynd 5.5 Vatnsinnihald og vatnsheldni sem fall af sýrustigi.

Mynd 5.5 leiðir í ljós samband á milli sýrustigs og vatnsinnihalds og vatnsheldni. Vatnsinnihald og vatnsheldni virðast hækka með hækkandi sýrustigi. Hvort ástæðan er einhver undirliggjandi breyta kemur ekki í ljós nema með margvíðri aðhvarfsgreiningu (kafli 5.4).

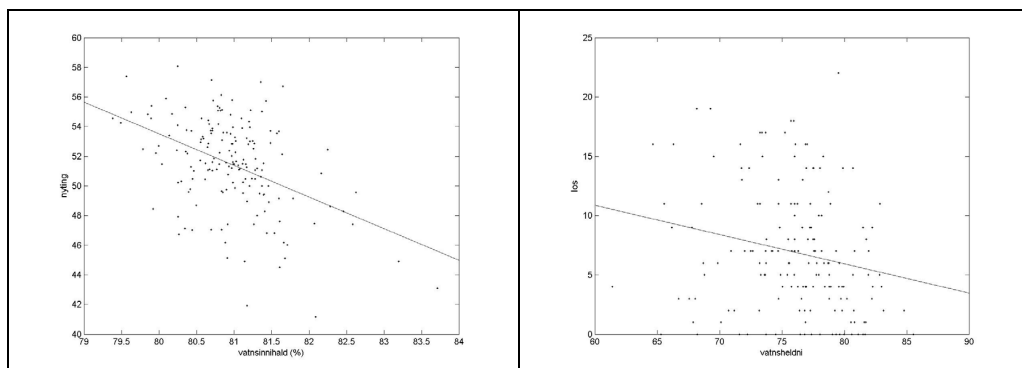
Mynd 5.5 leiðir í ljós samband á milli sýrustigs og vatnsinnihalds og vatnsheldni. Vatnsinnihald og vatnsheldni virðast hækka með hækkandi sýrustigi. Hvort ástæðan er einhver undirliggjandi breyta kemur ekki í ljós nema með margvíðri aðhvarfsgreiningu (kafli 5.4).

5.3.3 Samspil áhrifabreyta

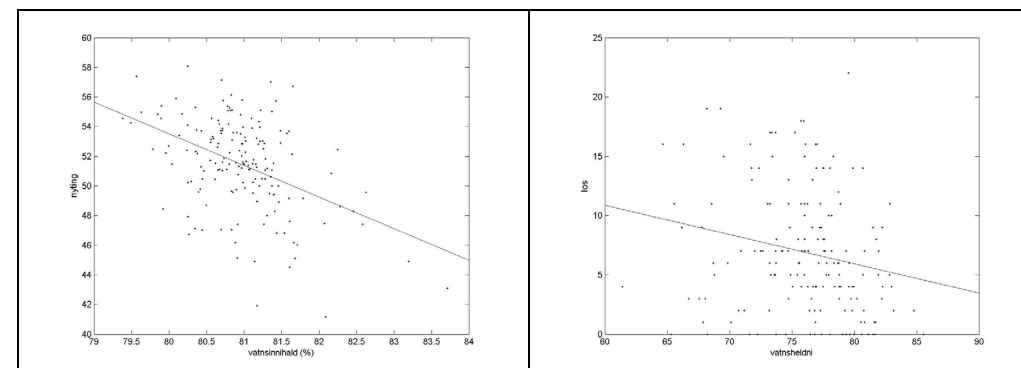
Þar sem eiginleikabreyturnar voru ekki mældar sem orsakabreytur í hlutanum um gæðamælingarnar var ákveðið að kanna hvort eiginleikabreytur hefðu áhrif á aðrar áhrifabreytur. Mynd 5.6 sýnir það sem áhugaverðast þótti en það var annars vegar samband nýtingar og vatnsinnihalds og hins vegar samband loss og vatnsheldni. Hér ber að athuga að notuð er talning á losblettum en ekki kvaðratrót af fjölda þeirra. Nýting virðist minnka með auknu vatnsinnihaldi. Þetta er í raun mjög athyglisvert og væri ástæða til að kanna frekar. Þá minnkar los með aukinni vatnsheldni, þó að ekki séu þau áhrif jafn greinileg að sjá.

5.3.3 Samspil áhrifabreyta

Þar sem eiginleikabreyturnar voru ekki mældar sem orsakabreytur í hlutanum um gæðamælingarnar var ákveðið að kanna hvort eiginleikabreytur hefðu áhrif á aðrar áhrifabreytur. Mynd 5.6 sýnir það sem áhugaverðast þótti en það var annars vegar samband nýtingar og vatnsinnihalds og hins vegar samband loss og vatnsheldni. Hér ber að athuga að notuð er talning á losblettum en ekki kvaðratrót af fjölda þeirra. Nýting virðist minnka með auknu vatnsinnihaldi. Þetta er í raun mjög athyglisvert og væri ástæða til að kanna frekar. Þá minnkar los með aukinni vatnsheldni, þó að ekki séu þau áhrif jafn greinileg að sjá.



Mynd 5.6 Til vinstri: Nýting sem fall af vatnsinnihaldi. Til hægri: Los sem fall af vatnsheldni.



Mynd 5.6 Til vinstri: Nýting sem fall af vatnsinnihaldi. Til hægri: Los sem fall af vatnsheldni.

5.4 Líkangerð

Til að sjá hvort áhrif orsakabreyta á eiginleikabreyturnar væru marktæk var nauðsynlegt að gera margvíða línulega aðhvarfsgreiningu fyrir eiginleikabreyturnar, líkt og gert hefur verið fyrir aðrar áhrifabreytur. Notuð var þrepa aðferð við aðhvarfsgreininguna og þær breytur teknar inn sem höfðu p-gildi undir 0,05. Tiltölulega fáar eyður og/eða útlagar voru í mælingafylkinu og var meðaltal breytanna sett inn í þeim tilfellum. Í átta tilfellum höfðu verið gerð mistök við gagnaskráningu og var þeim tilfellum sleppt.

5.4.1 Drip

Líkanið fyrir drip skýrði 35% af dreifninni í mælingum á dripi. Það verður hér eftir kallað driplíkan og er gefið með:

$$\hat{y} = 0,05 + 0,007x_1 + 0,001x_2 - 0,03x_3 + 0,02x_4 - 0,06x_5 - 0,03x_6 + 0,03x_7 + 0,009x_8$$

þar sem

x_1 = aldur	x_2 = stærð hols	x_3 = skip 4
x_4 = september	x_5 = reitur 671	x_6 = reitur 363
x_7 = reitur 414	x_8 = reitur 674	

Staðsetning veiða hefur talsvert að segja um dripið. Erfitt er að segja hvað það er sem gæti haft áhrif þar á. Reitir 363 og 414 liggja hvor upp við annan en hafa annars vegar neikvæð áhrif á dripið og hins vegar jákvæð. Það sama má í raun segja um reiti 671 og 674 sem liggja hvor nærri öðrum. Drip eykst með stærð hola og jafnframt með aldri. Þetta þarf ekki að koma á óvart en ætla má að bæði aldur og aukin stærð hola hafi áhrif á styrk vöðvafruma og stuðli þannig að auknu dripi. Annarsvegar vegna skemmdarferla sem fara af stað strax eftir veiði og hinsvegar vegna kramnings í veiðarfærum og rennu togara.

Prófað var að gera aðhvarfsgreiningu með sýrustig og vatn sem áhrifabreytur. Dripið komst inn í það líkan (með neikvæðan stika) en vatnsheldnin ekki. Að öðru leyti voru breytur þess líkans að mestu þær sömu og driplíkansins. Sýrustig hefur greinilega talsverð áhrif á dripið, því að útskýringarstuðull líkans sem innihélt sýrustigið var 0,55 á meðan útskýringarstuðull driplíkansins var 0,35.

5.4.2 Sýrustig

Líkanið fyrir sýrustig skýrði eingöngu 21% breytileikans í mælingunum á sýrustigi. Líkanið var á þessa leið:

$$\text{Sýrustigslíkan: } \hat{y} = 7,09 + 0,52x_1 - 0,049x_2 - 0,13x_3 + 0,10x_4 + 0,14x_5 + 0,20x_6$$

þar sem

5.4 Líkangerð

Til að sjá hvort áhrif orsakabreyta á eiginleikabreyturnar væru marktæk var nauðsynlegt að gera margvíða línulega aðhvarfsgreiningu fyrir eiginleikabreyturnar, líkt og gert hefur verið fyrir aðrar áhrifabreytur. Notuð var þrepa aðferð við aðhvarfsgreininguna og þær breytur teknar inn sem höfðu p-gildi undir 0,05. Tiltölulega fáar eyður og/eða útlagar voru í mælingafylkinu og var meðaltal breytanna sett inn í þeim tilfellum. Í átta tilfellum höfðu verið gerð mistök við gagnaskráningu og var þeim tilfellum sleppt.

5.4.1 Drip

Líkanið fyrir drip skýrði 35% af dreifninni í mælingum á dripi. Það verður hér eftir kallað driplíkan og er gefið með:

$$\hat{y} = 0,05 + 0,007x_1 + 0,001x_2 - 0,03x_3 + 0,02x_4 - 0,06x_5 - 0,03x_6 + 0,03x_7 + 0,009x_8$$

þar sem

x_1 = aldur	x_2 = stærð hols	x_3 = skip 4
x_4 = september	x_5 = reitur 671	x_6 = reitur 363
x_7 = reitur 414	x_8 = reitur 674	

Staðsetning veiða hefur talsvert að segja um dripið. Erfitt er að segja hvað það er sem gæti haft áhrif þar á. Reitir 363 og 414 liggja hvor upp við annan en hafa annars vegar neikvæð áhrif á dripið og hins vegar jákvæð. Það sama má í raun segja um reiti 671 og 674 sem liggja hvor nærri öðrum. Drip eykst með stærð hola og jafnframt með aldri. Þetta þarf ekki að koma á óvart en ætla má að bæði aldur og aukin stærð hola hafi áhrif á styrk vöðvafruma og stuðli þannig að auknu dripi. Annarsvegar vegna skemmdarferla sem fara af stað strax eftir veiði og hinsvegar vegna kramnings í veiðarfærum og rennu togara.

Prófað var að gera aðhvarfsgreiningu með sýrustig og vatn sem áhrifabreytur. Dripið komst inn í það líkan (með neikvæðan stika) en vatnsheldnin ekki. Að öðru leyti voru breytur þess líkans að mestu þær sömu og driplíkansins. Sýrustig hefur greinilega talsverð áhrif á dripið, því að útskýringarstuðull líkans sem innihélt sýrustigið var 0,55 á meðan útskýringarstuðull driplíkansins var 0,35.

5.4.2 Sýrustig

Líkanið fyrir sýrustig skýrði eingöngu 21% breytileikans í mælingunum á sýrustigi. Líkanið var á þessa leið:

$$\text{Sýrustigslíkan: } \hat{y} = 7,09 + 0,52x_1 - 0,049x_2 - 0,13x_3 + 0,10x_4 + 0,14x_5 + 0,20x_6$$

þar sem

x_1 = holdastuðull x_2 = þyngd fisks x_3 = janúar
 x_4 = júlí x_5 = reitur 413 x_6 = reitur 671

Holdastuðullinn og þyngd fisksins hafa marktæk áhrif, ásamt árstíma og staðsetningu. Nokkuð kemur á óvart að veiðitími (togtími) hafi ekki áhrif en búast hefði mátt við að fiskur sem lenti í löngum togum myndi hafa lægra sýrustig en annar fiskur, sökum mjólkursýrumyndunar vegna sunds í vörpunni. Vel má hinsvegar vera að lengd togtíma hafi lítil áhrif á það.

5.4.3 Vatnsinnihald

Gerð voru tvennskonar líkөн fyrir vatnsinnihald. Ef allar orsakabreyturnar voru notaðar komust einungis þrjár þeirra inn í líkan, með $R^2 = 0,26$. Þeirra á meðal var skip 1. Þar sem ólíklegt þótti að skip 1 ætti að hafa ýkja mikil áhrif á vatnsinnihald var gerð önnur aðhvarfsgreining án skipanna sem orsakabreyta. Var það gert til að sjá betur áhrif annarra orsakabreyta. Það líkan skýrði 22% breytileikans og leit svona út:

$$\hat{y} = 80,7 - 0,01x_1 + 0,4x_2 + 0,4x_3 + 0,7x_4 + 0,5x_5 + 0,4x_6$$

þar sem

x_1 = stærð hola x_2 = reitur 363 x_3 = reitur 414
 x_4 = reitur 671 x_5 = reitur 674 x_6 = reitur 675

Vatnsinnihald er hærra í ákveðnum reitum við suðausturland og Vestfirði en í öðrum reitum. Hér verður þó að hafa í huga að um fá sýni er að ræða og því koma alls ekki allir reitir til skoðunar. Stærð hola hefur neikvæð áhrif á vatnsinnihald, líkt og aukin stærð hola eykur drip. Það kemur vel heim og saman, því að vatnsinnihald er fyrst mælt eftir að fiskurinn hefur verið þíddur. Það vatn sem tapast sem drip mælist því eðlilega ekki í vatnsinnihaldsmælingu. Enda kemur það í ljós að ef prófað er að nota drip sem orsakabreytu fyrir vatnsinnihald að dripið hefur marktæk neikvæð áhrif á vatnsinnihald. Líkan fyrir vatnsinnihald sem inniheldur drip og að öðru leyti flestar þær breytur sem voru í vatnsinnihaldslíkaninu útskýrir 35% breytileikans.

5.4.4 Vatnsheldni

Vatnsheldni þorsks ræðst fyrst og fremst af lengd hans, árstíma og veiðisvæði ef marka má vatnsheldnilíkanið. Líkanið skýrði ekki nema 23% breytileikans, sem telst ekki sérlega gott.

Vatnsheldnilíkan:

$$\hat{y} = 71,7 + 0,09x_1 - 4,3x_2 - 3,5x_3 - 2,4x_4 - 4,7x_5 + 4,1x_6 - 2,7x_7$$

x_1 = holdastuðull x_2 = þyngd fisks x_3 = janúar
 x_4 = júlí x_5 = reitur 413 x_6 = reitur 671

Holdastuðullinn og þyngd fisksins hafa marktæk áhrif, ásamt árstíma og staðsetningu. Nokkuð kemur á óvart að veiðitími (togtími) hafi ekki áhrif en búast hefði mátt við að fiskur sem lenti í löngum togum myndi hafa lægra sýrustig en annar fiskur, sökum mjólkursýrumyndunar vegna sunds í vörpunni. Vel má hinsvegar vera að lengd togtíma hafi lítil áhrif á það.

5.4.3 Vatnsinnihald

Gerð voru tvennskonar líkөн fyrir vatnsinnihald. Ef allar orsakabreyturnar voru notaðar komust einungis þrjár þeirra inn í líkan, með $R^2 = 0,26$. Þeirra á meðal var skip 1. Þar sem ólíklegt þótti að skip 1 ætti að hafa ýkja mikil áhrif á vatnsinnihald var gerð önnur aðhvarfsgreining án skipanna sem orsakabreyta. Var það gert til að sjá betur áhrif annarra orsakabreyta. Það líkan skýrði 22% breytileikans og leit svona út:

$$\hat{y} = 80,7 - 0,01x_1 + 0,4x_2 + 0,4x_3 + 0,7x_4 + 0,5x_5 + 0,4x_6$$

þar sem

x_1 = stærð hola x_2 = reitur 363 x_3 = reitur 414
 x_4 = reitur 671 x_5 = reitur 674 x_6 = reitur 675

Vatnsinnihald er hærra í ákveðnum reitum við suðausturland og Vestfirði en í öðrum reitum. Hér verður þó að hafa í huga að um fá sýni er að ræða og því koma alls ekki allir reitir til skoðunar. Stærð hola hefur neikvæð áhrif á vatnsinnihald, líkt og aukin stærð hola eykur drip. Það kemur vel heim og saman, því að vatnsinnihald er fyrst mælt eftir að fiskurinn hefur verið þíddur. Það vatn sem tapast sem drip mælist því eðlilega ekki í vatnsinnihaldsmælingu. Enda kemur það í ljós að ef prófað er að nota drip sem orsakabreytu fyrir vatnsinnihald að dripið hefur marktæk neikvæð áhrif á vatnsinnihald. Líkan fyrir vatnsinnihald sem inniheldur drip og að öðru leyti flestar þær breytur sem voru í vatnsinnihaldslíkaninu útskýrir 35% breytileikans.

5.4.4 Vatnsheldni

Vatnsheldni þorsks ræðst fyrst og fremst af lengd hans, árstíma og veiðisvæði ef marka má vatnsheldnilíkanið. Líkanið skýrði ekki nema 23% breytileikans, sem telst ekki sérlega gott.

Vatnsheldnilíkan:

$$\hat{y} = 71,7 + 0,09x_1 - 4,3x_2 - 3,5x_3 - 2,4x_4 - 4,7x_5 + 4,1x_6 - 2,7x_7$$

þar sem

$x_1 = \text{lengd}$	$x_2 = \text{febrúar}$	$x_3 = \text{júlí}$
$x_4 = \text{reitur 412}$	$x_5 = \text{reitur 414}$	$x_6 = \text{reitur 671}$
$x_7 = \text{reitur 674}$		

Prófað var að nota sýrustig sem orsakabreytu og keyra aðra aðhvarfsgreiningu fyrir vatnsheldnina. Sýrustig komst inn í líkan sem fengið var með þrepa aðferð og hafði jákvæð áhrif á vatnsheldnina. Að öðru leyti voru svipaðar breytur í líkaninu. Útskýringarstuðull þessa líkans var hinsvegar 0,41, þ.e. næstum því tvisvar sinnum hærri en vatnsheldnilíkansins. Það er því ljóst að drip hefur umtalsverð áhrif á vatnsheldni.

5.4.5 Samantekt

Ekki náðist að útskýra sérlega mikið af breytileikanum í mælingum á eiginleikabreytunum dripi, sýrustigi, vatnsinnihaldi og vatnsheldni og virðast tiltölulega fáar orsakabreytur hafa áhrif á þær. Ástæða þess er að líkindum sú að of fárra mælinga hafi verið aflað miðað við hve mikill breytileiki er í mælingum á þessum breytum. Einnig er mögulegt að rangar orsakabreytur hafi verið mældar eða jafnvel að stærsti hluti breytileikans sé tilviljunum háður (random).

Gögnin sem aflað var gefa ágætis upplýsingar um innbyrðis fylgni eiginleikabreytanna og eru athyglisverð að því leyti en ekki er hægt að segja að niðurstöður kafla 5 gefi annað en vísbendingar um hegðun eiginleikabreytanna.

þar sem

$x_1 = \text{lengd}$	$x_2 = \text{febrúar}$	$x_3 = \text{júlí}$
$x_4 = \text{reitur 412}$	$x_5 = \text{reitur 414}$	$x_6 = \text{reitur 671}$
$x_7 = \text{reitur 674}$		

Prófað var að nota sýrustig sem orsakabreytu og keyra aðra aðhvarfsgreiningu fyrir vatnsheldnina. Sýrustig komst inn í líkan sem fengið var með þrepa aðferð og hafði jákvæð áhrif á vatnsheldnina. Að öðru leyti voru svipaðar breytur í líkaninu. Útskýringarstuðull þessa líkans var hinsvegar 0,41, þ.e. næstum því tvisvar sinnum hærri en vatnsheldnilíkansins. Það er því ljóst að drip hefur umtalsverð áhrif á vatnsheldni.

5.4.5 Samantekt

Ekki náðist að útskýra sérlega mikið af breytileikanum í mælingum á eiginleikabreytunum dripi, sýrustigi, vatnsinnihaldi og vatnsheldni og virðast tiltölulega fáar orsakabreytur hafa áhrif á þær. Ástæða þess er að líkindum sú að of fárra mælinga hafi verið aflað miðað við hve mikill breytileiki er í mælingum á þessum breytum. Einnig er mögulegt að rangar orsakabreytur hafi verið mældar eða jafnvel að stærsti hluti breytileikans sé tilviljunum háður (random).

Gögnin sem aflað var gefa ágætis upplýsingar um innbyrðis fylgni eiginleikabreytanna og eru athyglisverð að því leyti en ekki er hægt að segja að niðurstöður kafla 5 gefi annað en vísbendingar um hegðun eiginleikabreytanna.

6 Samantekt og umræður

6.1 Samantekt helstu niðurstaðna

6.1.1 Nýting, ormar, blóð- og holdroði og los

Athyglisverðustu niðurstöður þessarar rannsóknar eru án efa niðurstöður um flakanýtingu. Líkan fyrir flakanýtingu nær tiltölulega vel yfir breytileikann í mælingum á henni og spáir með ágætum fyrir um framtíðargildi. Þær orsakabreytur sem hafa mest áhrif á nýtingu eru skv. líkaninu holdastuðull, þyngd hauss, árstími og veiðireitur. Ágæt samsömun fékkst með niðurstöðu Brynjólfs Eyjólfsssonar ofl. (2001) varðandi áhrif holdastuðuls á nýtingu. Brynjólfur notaði holdafarsstuðul (jafna 2-3) í stað holdastuðuls (jafna 2-2). Munurinn er tiltölulega lítill á holdastuðli eins og hann er skilgreindur hér og holdafarsstuðli Brynjólfs. Líkan Brynjólfs fyrir nýtingu innihélt eingöngu fasta og holdafarsstuðul og skýrði ríflega 30% breytileikans í mælingum á flakanýtingu. Samkvæmt því hækkar nýting 1,34 prósentustig ef holdafarsstuðull hækkar um 0,1. Í nýtingarlíkani 3 hækkar nýtingin um 1,31 prósentustig ef holdastuðull hækkar um 0,1. Nýtingarlíkan 3 útskýrir um 60% af breytileikanum í mælingum á flakanýtingu.

Munur á nýtingu eftir veiðireitum 310-775 er talsverður og oft má finna marktækan mun ef miðað er við 95% vikmörk. Ef nýtingin er hinsvegar fyrst flokkuð eftir mánuðum og síðan eftir reitum er munurinn ekki jafn mikill. Þó má oft finna marktækan mun á nýtingu reita í sama mánuði en sjaldgæft er að þeir liggi nærri hver öðrum.

Ekki er sérlega mikill munur á meðalnýtingu allra reita á svæði 1 annars vegar og allra reita á svæði 2 hins vegar (51,70% nýting á svæði 1 en 51,46% nýting á svæði 2). Vissulega er um tölfræðilega marktækan mun að ræða en spurning hvort um hagnýtan mun sé að ræða. Þó er ljóst að ef Íslendingar landa 150.000 tonn af slægðum afla á ári, þá koma út úr því 77.550 tonn af flökum ef flakanýting er 51,70% en 77.190 tonn ef flakanýtingin er 51,46%. Verðmæti munarins, 360 tonna af þorsklökum, fer að sjálfsögðu eftir verði á þorsklökum og í hvers konar afurðir flökin fara en ljóst er að um talsverða fjármuni er að ræða.

Rúnar Birgisson (1995) segir fjölda hringorma vera meiri í stórum fiski en litlum. Niðurstöður þessarar rannsóknar eru í samræmi við það. Að öðru leyti var það fyrst og fremst stað- og tímasetning veiða sem hafði áhrif á fjölda orma. Björn Dagbjartsson (1973) fjallaði um ýmsar rannsóknir varðandi hringorma. Mynd 6.1 sýnir hversu hátt hlutfall þorsks var sýkt af hringormum árið 1973.

6 Samantekt og umræður

6.1 Samantekt helstu niðurstaðna

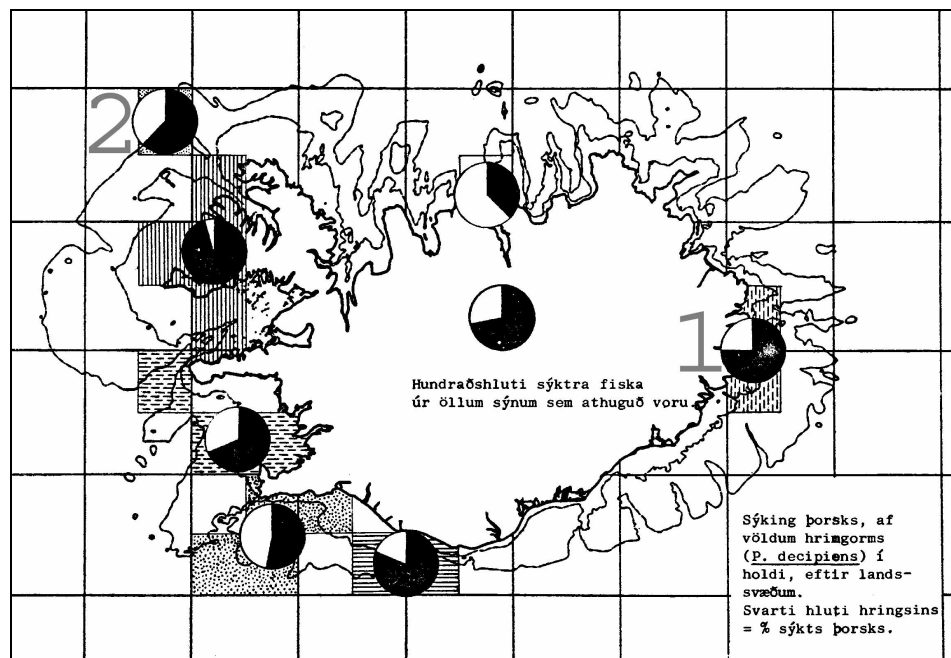
6.1.1 Nýting, ormar, blóð- og holdroði og los

Athyglisverðustu niðurstöður þessarar rannsóknar eru án efa niðurstöður um flakanýtingu. Líkan fyrir flakanýtingu nær tiltölulega vel yfir breytileikann í mælingum á henni og spáir með ágætum fyrir um framtíðargildi. Þær orsakabreytur sem hafa mest áhrif á nýtingu eru skv. líkaninu holdastuðull, þyngd hauss, árstími og veiðireitur. Ágæt samsömun fékkst með niðurstöðu Brynjólfs Eyjólfsssonar ofl. (2001) varðandi áhrif holdastuðuls á nýtingu. Brynjólfur notaði holdafarsstuðul (jafna 2-3) í stað holdastuðuls (jafna 2-2). Munurinn er tiltölulega lítill á holdastuðli eins og hann er skilgreindur hér og holdafarsstuðli Brynjólfs. Líkan Brynjólfs fyrir nýtingu innihélt eingöngu fasta og holdafarsstuðul og skýrði ríflega 30% breytileikans í mælingum á flakanýtingu. Samkvæmt því hækkar nýting 1,34 prósentustig ef holdafarsstuðull hækkar um 0,1. Í nýtingarlíkani 3 hækkar nýtingin um 1,31 prósentustig ef holdastuðull hækkar um 0,1. Nýtingarlíkan 3 útskýrir um 60% af breytileikanum í mælingum á flakanýtingu.

Munur á nýtingu eftir veiðireitum 310-775 er talsverður og oft má finna marktækan mun ef miðað er við 95% vikmörk. Ef nýtingin er hinsvegar fyrst flokkuð eftir mánuðum og síðan eftir reitum er munurinn ekki jafn mikill. Þó má oft finna marktækan mun á nýtingu reita í sama mánuði en sjaldgæft er að þeir liggi nærri hver öðrum.

Ekki er sérlega mikill munur á meðalnýtingu allra reita á svæði 1 annars vegar og allra reita á svæði 2 hins vegar (51,70% nýting á svæði 1 en 51,46% nýting á svæði 2). Vissulega er um tölfræðilega marktækan mun að ræða en spurning hvort um hagnýtan mun sé að ræða. Þó er ljóst að ef Íslendingar landa 150.000 tonn af slægðum afla á ári, þá koma út úr því 77.550 tonn af flökum ef flakanýting er 51,70% en 77.190 tonn ef flakanýtingin er 51,46%. Verðmæti munarins, 360 tonna af þorsklökum, fer að sjálfsögðu eftir verði á þorsklökum og í hvers konar afurðir flökin fara en ljóst er að um talsverða fjármuni er að ræða.

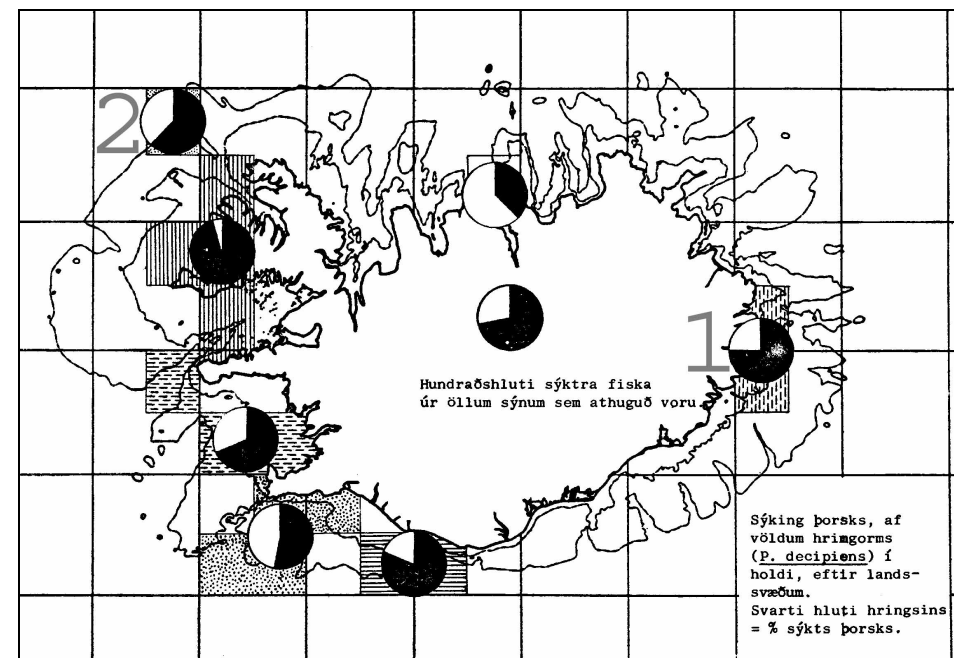
Rúnar Birgisson (1995) segir fjölda hringorma vera meiri í stórum fiski en litlum. Niðurstöður þessarar rannsóknar eru í samræmi við það. Að öðru leyti var það fyrst og fremst stað- og tímasetning veiða sem hafði áhrif á fjölda orma. Björn Dagbjartsson (1973) fjallaði um ýmsar rannsóknir varðandi hringorma. Mynd 6.1 sýnir hversu hátt hlutfall þorsks var sýkt af hringormum árið 1973.



Mynd 6.1 Niðurstöður athugana á tíðni hringormasýkingar við Ísland sumarið 1973. Mynd: Björn Dagbjartsson, 1973.

Þó að ekki sé hægt að bera þessar athuganir fyllilega saman við þær niðurstöður sem fengust í þessari rannsókn má skoða hvernig staðan í svæðum 1 og 2 á mynd 6.1 var á þeim tíma sem rannsóknin fór fram. Svæði 1 á myndinni samsvarar reitum 513 og 463 en svæði 2 á myndinni er reitur 674. Að meðaltali voru 25,4 ormar í hverjum 4 þorskum í reit 462 og 29,3 ormar í reit 512. Þessir reitir eru ekki hinir sömu og skoðaðir voru 1973 en engin veiði var hjá skipum Samherja í reitum 513 og 463 sem voru til athugunar árið 1973 og er því eðlilegt að skoða reitina sem liggja við hlið þeirra. Í reit 674 (svæði 2 á mynd 6.1) veiddu skip Samherja hins vegar og var fjöldi orma í þeim reit 25,3. Það er því óbreytt eftir 30 ár, að fjöldi orma virðist heldur meiri á landgrunninu við Austfirði en úti fyrir Vestfjörðum. Ávallt er um að ræða 4 fiska í hverri mælingu og er því meðalfjöldi orma í fiski á bilinu 6,3 – 7,3 í reitunum þremur sem um ræðir.

Ekki er hægt að segja að blóðblettir og holdroði hafi verið rannsakaðir sérlega mikið hingað til. Að líkindum hefðu þeir heldur ekki verið teknir til skoðunar í þessu verkefni nema ef gert hefði verið ráð fyrir þeim í gæðamælingum Samherja á Dalvík áður en verkefnið hófst í raun. Þær orsakabreytur sem helst hafa áhrif á blóð- og holdroða eru aldur hráefnis, stærð hola og árstími. Í byrjun verkefnisins áttu þátttakendur von á að stærð hola hefði áhrif og gekk það eftir. Átla má að kramningur í vörpu og í rennu skipsins hafi áhrif þarna á, en líklegt er að hann aukist séu holin stór.



Mynd 6.1 Niðurstöður athugana á tíðni hringormasýkingar við Ísland sumarið 1973. Mynd: Björn Dagbjartsson, 1973.

Þó að ekki sé hægt að bera þessar athuganir fyllilega saman við þær niðurstöður sem fengust í þessari rannsókn má skoða hvernig staðan í svæðum 1 og 2 á mynd 6.1 var á þeim tíma sem rannsóknin fór fram. Svæði 1 á myndinni samsvarar reitum 513 og 463 en svæði 2 á myndinni er reitur 674. Að meðaltali voru 25,4 ormar í hverjum 4 þorskum í reit 462 og 29,3 ormar í reit 512. Þessir reitir eru ekki hinir sömu og skoðaðir voru 1973 en engin veiði var hjá skipum Samherja í reitum 513 og 463 sem voru til athugunar árið 1973 og er því eðlilegt að skoða reitina sem liggja við hlið þeirra. Í reit 674 (svæði 2 á mynd 6.1) veiddu skip Samherja hins vegar og var fjöldi orma í þeim reit 25,3. Það er því óbreytt eftir 30 ár, að fjöldi orma virðist heldur meiri á landgrunninu við Austfirði en úti fyrir Vestfjörðum. Ávallt er um að ræða 4 fiska í hverri mælingu og er því meðalfjöldi orma í fiski á bilinu 6,3 – 7,3 í reitunum þremur sem um ræðir.

Ekki er hægt að segja að blóðblettir og holdroði hafi verið rannsakaðir sérlega mikið hingað til. Að líkindum hefðu þeir heldur ekki verið teknir til skoðunar í þessu verkefni nema ef gert hefði verið ráð fyrir þeim í gæðamælingum Samherja á Dalvík áður en verkefnið hófst í raun. Þær orsakabreytur sem helst hafa áhrif á blóð- og holdroða eru aldur hráefnis, stærð hola og árstími. Í byrjun verkefnisins áttu þátttakendur von á að stærð hola hefði áhrif og gekk það eftir. Átla má að kramningur í vörpu og í rennu skipsins hafi áhrif þarna á, en líklegt er að hann aukist séu holin stór.

Líkanið fyrir los var það líkan sem náði að skýra mestan breytileika í mælingum á áhrifabreytu að nýtingarlíkaninu slepptu. Að því leyti náðist góður árangur varðandi losið. Þær orsakabreytur sem höfðu mest áhrif á los voru aldur hráefnis, þyngd í kari, árstími og staðsetning. Bæði aldur hráefnis og þyngd í kari höfðu jákvæð áhrif á los, þ.e. losið jókst með hækkandi aldri hráefnis og aukinni þyngd í körum.

Það vandamál fylgir mælingum á losi, blóðblettum og holdroða að ekki hafa verið fundnar aðferðir við mælingar á þessum breytum sem menn eru almennt sammála um að nota skuli. Ýmiskonar mælikvarðar á los hafa verið reyndir, flestir byggjast á einkunnaskala. Gallinn við slíka skala er að hugarástand þess sem mælir getur mögulega haft áhrif á niðurstöður mælingarinnar. Það sem er los á mánudegi er ekki nauðsynlega los á föstudegi. Sú aðferð sem var notuð í þessari rannsókn; að nota rúðustrikað plastspjald til að leggja mat á losið er að öllum líkindum nákvæmari mælikvarði en ekki gallalaus. Það er því brýnt að finna mælikvarða á þessar breytur sem ekki er háður hugarástandi þess sem mælir. Reynt hefur verið að nota rafdrátt (Margrét Bragadóttir og Jónas Bjarnason, 1996) til mælinga á losi og gaf sú aðferð nokkuð góð fyrirheit. Hugsanleg má nota myndgreiningartækni til mælinga á blóði og holdroða, þ.e. að stafrænar myndir séu teknar af flökunum og myndgreiningarreiknirit (image analysis algorithm) notuð til að meta blóð og holdroða.

6.1.2 Drip, sýrustig, vatnsinnihald og vatnsheldni

Sýrustig hafði mikil áhrif á drip og minnkaði drip með hækkandi sýrustigi. Þetta er í samræmi við hegðun drips í nautakjöti (Jones, 1995). Ástæðan er að líkindum afmyndun prótína í fiskvöðvanum en lækkun á sýrustigi hvetur til hennar (Fennema, 1996). Dripið eykst með aldri hráefnis og stærð hola. Örverum í fiskinum fjölga með aldri hráefnis, auk þess sem ýmis náttúruleg niðurbrotsferli eru að verkum þrátt fyrir að fiskurinn sé geymdur í ís og er því ekki óeðlilegt að aukinn aldur hráefnis auki drip. Séu holin stór má ímynda sér að meiri hamagangur sé í vörpunni og rennu skipsins og því meiri hætta á vöðvaskemmdum séu holin stór.

Sýrustig lækkaði með aukinni stærð þorsks. Þetta er í samræmi við Love (1988), sem fann marktækt samband þar á milli og Sólveigu Ingólfssdóttur (1996), sem fann út að pH væri um 0,1 lægra í 3-5 kg fiski en í 2-3 kg fiski. Að öðru leyti var það veiðislóð og árstími sem höfðu mest áhrif á sýrustig. Verulegur breytileiki var í sýrustigi þorsksins, þrátt fyrir að um sambærilegan þorsk væri að ræða að flestu leyti (stærð, árstími, veiðireitur o.s.frv.). Sýnir það vel hve nauðsynlegt er að hafa mat á breytileika mælinga en treysta ekki á safnsýni (pooled samples) eingöngu.

Niðurstöður rannsóknarinnar voru mjög sambærilegar niðurstöðum Sólveigar Ingólfssdóttur (1996) hvað varðar sveiflur á vatnsinnihaldi þorsks eftir árstíma. Vatnsinnihaldið eykst frá janúar og fram til mars. Þá minnkar það snögglega en eykst svo aftur fram á haust. Þar sem prótíninnihald og vatnsinnihald haldast í hendur á þann hátt að prótíninnihald eykst á sama tíma og vatnsinnihald minnkar, má búast við að prótíninnihald þeirra þorska sem vatnsinnihald var mælt í hafi minnkað frá janúar og

Líkanið fyrir los var það líkan sem náði að skýra mestan breytileika í mælingum á áhrifabreytu að nýtingarlíkaninu slepptu. Að því leyti náðist góður árangur varðandi losið. Þær orsakabreytur sem höfðu mest áhrif á los voru aldur hráefnis, þyngd í kari, árstími og staðsetning. Bæði aldur hráefnis og þyngd í kari höfðu jákvæð áhrif á los, þ.e. losið jókst með hækkandi aldri hráefnis og aukinni þyngd í körum.

Það vandamál fylgir mælingum á losi, blóðblettum og holdroða að ekki hafa verið fundnar aðferðir við mælingar á þessum breytum sem menn eru almennt sammála um að nota skuli. Ýmiskonar mælikvarðar á los hafa verið reyndir, flestir byggjast á einkunnaskala. Gallinn við slíka skala er að hugarástand þess sem mælir getur mögulega haft áhrif á niðurstöður mælingarinnar. Það sem er los á mánudegi er ekki nauðsynlega los á föstudegi. Sú aðferð sem var notuð í þessari rannsókn; að nota rúðustrikað plastspjald til að leggja mat á losið er að öllum líkindum nákvæmari mælikvarði en ekki gallalaus. Það er því brýnt að finna mælikvarða á þessar breytur sem ekki er háður hugarástandi þess sem mælir. Reynt hefur verið að nota rafdrátt (Margrét Bragadóttir og Jónas Bjarnason, 1996) til mælinga á losi og gaf sú aðferð nokkuð góð fyrirheit. Hugsanleg má nota myndgreiningartækni til mælinga á blóði og holdroða, þ.e. að stafrænar myndir séu teknar af flökunum og myndgreiningarreiknirit (image analysis algorithm) notuð til að meta blóð og holdroða.

6.1.2 Drip, sýrustig, vatnsinnihald og vatnsheldni

Sýrustig hafði mikil áhrif á drip og minnkaði drip með hækkandi sýrustigi. Þetta er í samræmi við hegðun drips í nautakjöti (Jones, 1995). Ástæðan er að líkindum afmyndun prótína í fiskvöðvanum en lækkun á sýrustigi hvetur til hennar (Fennema, 1996). Dripið eykst með aldri hráefnis og stærð hola. Örverum í fiskinum fjölga með aldri hráefnis, auk þess sem ýmis náttúruleg niðurbrotsferli eru að verkum þrátt fyrir að fiskurinn sé geymdur í ís og er því ekki óeðlilegt að aukinn aldur hráefnis auki drip. Séu holin stór má ímynda sér að meiri hamagangur sé í vörpunni og rennu skipsins og því meiri hætta á vöðvaskemmdum séu holin stór.

Sýrustig lækkaði með aukinni stærð þorsks. Þetta er í samræmi við Love (1988), sem fann marktækt samband þar á milli og Sólveigu Ingólfssdóttur (1996), sem fann út að pH væri um 0,1 lægra í 3-5 kg fiski en í 2-3 kg fiski. Að öðru leyti var það veiðislóð og árstími sem höfðu mest áhrif á sýrustig. Verulegur breytileiki var í sýrustigi þorsksins, þrátt fyrir að um sambærilegan þorsk væri að ræða að flestu leyti (stærð, árstími, veiðireitur o.s.frv.). Sýnir það vel hve nauðsynlegt er að hafa mat á breytileika mælinga en treysta ekki á safnsýni (pooled samples) eingöngu.

Niðurstöður rannsóknarinnar voru mjög sambærilegar niðurstöðum Sólveigar Ingólfssdóttur (1996) hvað varðar sveiflur á vatnsinnihaldi þorsks eftir árstíma. Vatnsinnihaldið eykst frá janúar og fram til mars. Þá minnkar það snögglega en eykst svo aftur fram á haust. Þar sem prótíninnihald og vatnsinnihald haldast í hendur á þann hátt að prótíninnihald eykst á sama tíma og vatnsinnihald minnkar, má búast við að prótíninnihald þeirra þorska sem vatnsinnihald var mælt í hafi minnkað frá janúar og

fram í mars en þannig hljóðar niðurstaða Sólveigar. Ekki skal fullyrt hér hversvegna þetta gerist. Mögulega tengist þetta hrygningu, en þó sýnir mynd 2.6 (Love, 1988) að ókynþroska þorskur gengur í gegnum viðlíka sveiflur í mars – apríl.

Hækkað sýrustig veldur hækkun á vatnsheldni þorskvöðva. Skv. Belitz og Grosch (1986) kemur vatnsheldni fyrst og fremst til vegna krosstengja milli hópa af peptíðum. Ætla má að ef sýrustig lækkar, rofni þessi tengi með tilheyrandi lækkun í vatnsheldni. Reitir og árstími hafa áhrif á vatnsheldni eins og svo æði marga eiginleika þorsks. Sýnir það vel hve miklir möguleikar hljóta að liggja í stjórnun veiða út frá þessum þáttum.

6.2 Áframhaldandi rannsóknir

Í kjölfar þessarar rannsóknar eru mörg atriði sem vert er að kanna betur. Nauðsynlegt er að safna gögnum um nokkur þessara atriða en jafnframt er ljóst að vinna má ítarlegar úr þeim gögnum sem safnað hefur verið. Eðlilegt er að næsta skref í athugunum á því hvaða orsakabreytur hafa áhrif á áhrifabreyturnar verði að tengja gagnasöfnun við rafræna afladagbók og fá þannig möguleika á einfaldari gagnaskráningu og mælingum á fleiri orsakabreytum. Jafnframt væri afar athyglisvert að tengja upplýsingarnar úr rafrænni afladagbók og úr nýtingar- og gæðamælingunum við upplýsingar um afurðamagn, afurðaskiptingu og afurðaverð, sé þess nokkur kostur. Slíkt verður einungis gert með rafrænni skráningu þessara upplýsinga.

Í kjölfar þess að meiri upplýsingum er safnað og úrvinnslu þeirra má sjá fyrir sér gerð bestunarlíkans. Það líkan gæti tekið tillit til ýmissa þátta í rekstri sjávarútvegsfyrirtækja, s.s. kvótastöðu, dagvinnu- og yfirvinnulauna, verðsveiflna eftir árstímum, verðs á olíu og olíueyðslu auk breyta sem tengjast veiðunum á beinni hátt, t.d. nýtingu eftir árstíma og veiðireitum, aflamagni, losi, ormum o.fl. breytum. Það er hins vegar ljóst, að ef menn ætla sér að fara út í gerð slíks bestunarlíkans þarf að afla mikils magns áreiðanlegra upplýsinga. Þær athuganir sem fóru fram í þessari rannsókn eru langt frá því að vera fullnægjandi til þess. Þegar og ef þeirra gagna verður aflað er gott að minnast orða Rúnars Birgissonar o.fl (1995, bls 14) sem voru á þá leið að gæta verði “framsýni í gagnasöfnun fyrir likanið, þannig að þegar til þess kemur að nota það [og gögnin; innskot höfundar] í nýjum tilgangi þurfi ekki að byrja að safna gögnum á nýjan leik”.

fram í mars en þannig hljóðar niðurstaða Sólveigar. Ekki skal fullyrt hér hversvegna þetta gerist. Mögulega tengist þetta hrygningu, en þó sýnir mynd 2.6 (Love, 1988) að ókynþroska þorskur gengur í gegnum viðlíka sveiflur í mars – apríl.

Hækkað sýrustig veldur hækkun á vatnsheldni þorskvöðva. Skv. Belitz og Grosch (1986) kemur vatnsheldni fyrst og fremst til vegna krosstengja milli hópa af peptíðum. Ætla má að ef sýrustig lækkar, rofni þessi tengi með tilheyrandi lækkun í vatnsheldni. Reitir og árstími hafa áhrif á vatnsheldni eins og svo æði marga eiginleika þorsks. Sýnir það vel hve miklir möguleikar hljóta að liggja í stjórnun veiða út frá þessum þáttum.

6.2 Áframhaldandi rannsóknir

Í kjölfar þessarar rannsóknar eru mörg atriði sem vert er að kanna betur. Nauðsynlegt er að safna gögnum um nokkur þessara atriða en jafnframt er ljóst að vinna má ítarlegar úr þeim gögnum sem safnað hefur verið. Eðlilegt er að næsta skref í athugunum á því hvaða orsakabreytur hafa áhrif á áhrifabreyturnar verði að tengja gagnasöfnun við rafræna afladagbók og fá þannig möguleika á einfaldari gagnaskráningu og mælingum á fleiri orsakabreytum. Jafnframt væri afar athyglisvert að tengja upplýsingarnar úr rafrænni afladagbók og úr nýtingar- og gæðamælingunum við upplýsingar um afurðamagn, afurðaskiptingu og afurðaverð, sé þess nokkur kostur. Slíkt verður einungis gert með rafrænni skráningu þessara upplýsinga.

Í kjölfar þess að meiri upplýsingum er safnað og úrvinnslu þeirra má sjá fyrir sér gerð bestunarlíkans. Það líkan gæti tekið tillit til ýmissa þátta í rekstri sjávarútvegsfyrirtækja, s.s. kvótastöðu, dagvinnu- og yfirvinnulauna, verðsveiflna eftir árstímum, verðs á olíu og olíueyðslu auk breyta sem tengjast veiðunum á beinni hátt, t.d. nýtingu eftir árstíma og veiðireitum, aflamagni, losi, ormum o.fl. breytum. Það er hins vegar ljóst, að ef menn ætla sér að fara út í gerð slíks bestunarlíkans þarf að afla mikils magns áreiðanlegra upplýsinga. Þær athuganir sem fóru fram í þessari rannsókn eru langt frá því að vera fullnægjandi til þess. Þegar og ef þeirra gagna verður aflað er gott að minnast orða Rúnars Birgissonar o.fl (1995, bls 14) sem voru á þá leið að gæta verði “framsýni í gagnasöfnun fyrir likanið, þannig að þegar til þess kemur að nota það [og gögnin; innskot höfundar] í nýjum tilgangi þurfi ekki að byrja að safna gögnum á nýjan leik”.

7 Heimildaskrá

1. Andri Teitsson. 1993. Greinargerð með frumvarpi til laga um breytingu á 1. nr 38, 15, maí 1990. Reykjavík.
2. Ari P. Wendel. 1995. *Ferskfiskmarkaðir*. Lokaverkefni við Vélaverkfræðiskor Háskóla Íslands. Reykjavík.
3. Arnaldur Gylfason. Guðmundur R. Jónsson. Ólafur Pétur Pálsson. 2000. *Leiðrétting gallaðra tímaraða með EM reikniriti*. Árbók VFÍ og TFÍ. Rvk..
4. Belitz, H.D. Grosch, W. 1986. *Food Chemistry, 2nd ed.* Springer Verlag-Berlin. Heidelberg.
5. Björn Dagbjartsson. 1973. *Rannsóknir varðandi hringormavandamálið*. Tæknitiðindi nr. 35. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Reykjavík.
6. Brynjólfur Eyjólfsson. Sigurjón Arason. Guðjón Þorkelsson. Gunnar Stefánsson. 2001. *Holdafar þorsks, vinnslunýting og vinnslustjórnun*. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, skýrsla 2-01. Reykjavík.
7. Dempster, A.P., N.M. Laird, og D.B. Rubin. *Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm (with Discussion)*. Journal of the Royal Statistical Society (B), 39, no.1 (1977), 1-38.
8. Dóra Gísladóttir, gæðastjóri frystihúss Samherja á Dalvík. Viðtal 7. 3. 2002.
9. Emilía Martinsdóttir. Hannes Magnússon. Páll Steinþórsson. 1991. *Geymsluþol á ófrystum og þiddum flökum í ís*. Rf rit nr. 30 1991. Reykjavík.
10. Erlingur Hauksson. 1992. *Áhrif verkunar á hringorma*. Rit Rf. nr. 33. Rvk.
11. Fennema, Owen. R. 1996. *Food Chemistry, 3rd ed.* Marcel Dekker. New York
12. Grímur Valdimarsson. 1982. *Geymsla á ferskum fiski - kæling með sjó eða vatni*. Rf rit nr. 4. Reykjavík.
13. Hair, J. F., Anderson, R. E, Tatham, R. L og Black, W. C, 1998, *Multivariate data analysis, 5th edition*, Prentice Hall. Bandaríkin.
14. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2003. *Subpart B-United States Standards for Grades of Cod Fillets*. <http://seafood.nmfs.noaa.gov/263SubpartB.htm>. Heimsótt 21. 4. 2003
15. J.P. Fellows. 1998. *Food Processing Technology*. Woodhead Publishing Limited. Cambridge.
16. Jepsen S.M., Pedersen H.T., Engelsens, S.B. 1999. *Application of chemometrics to low-field 1H-NMR relaxation data of intact fish flesh*. Journal of the Science of Food and Agriculture. Vol. 79.
17. Johnson, D.W., Wichern, R.A, 2002. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall. New Jersey.
18. Johnson, R., A. Wichern, D., A. 2002. *Applied Multivariate Statistical Analysis, 5th edition*. Prentice Hall. New Jersey.
19. Jón Heiðar Ríkharðsson. Rúnar Birgisson, 1996. *Aflabót*. 48. rit Rf. Rvk.
20. Jónas Bjarnason. 1998. *Los og sprungur í fiski*. RF tíðindi nr. 10. Reykjavík.
21. Jones, S.D. Morgan. 1995. *Quality and Grading of Carcasses of Meat Animals*. CRC Press. Boca Raton, Bandaríkjunum.
22. Jónas Bjarnason. Sigurjón Arason. 1998. *Dauðastirðnun í fiski*. Rf pistlar, nr. 11. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Reykjavík.

7 Heimildaskrá

1. Andri Teitsson. 1993. Greinargerð með frumvarpi til laga um breytingu á 1. nr 38, 15, maí 1990. Reykjavík.
2. Ari P. Wendel. 1995. *Ferskfiskmarkaðir*. Lokaverkefni við Vélaverkfræðiskor Háskóla Íslands. Reykjavík.
3. Arnaldur Gylfason. Guðmundur R. Jónsson. Ólafur Pétur Pálsson. 2000. *Leiðrétting gallaðra tímaraða með EM reikniriti*. Árbók VFÍ og TFÍ. Rvk..
4. Belitz, H.D. Grosch, W. 1986. *Food Chemistry, 2nd ed.* Springer Verlag-Berlin. Heidelberg.
5. Björn Dagbjartsson. 1973. *Rannsóknir varðandi hringormavandamálið*. Tæknitiðindi nr. 35. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Reykjavík.
6. Brynjólfur Eyjólfsson. Sigurjón Arason. Guðjón Þorkelsson. Gunnar Stefánsson. 2001. *Holdafar þorsks, vinnslunýting og vinnslustjórnun*. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, skýrsla 2-01. Reykjavík.
7. Dempster, A.P., N.M. Laird, og D.B. Rubin. *Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm (with Discussion)*. Journal of the Royal Statistical Society (B), 39, no.1 (1977), 1-38.
8. Dóra Gísladóttir, gæðastjóri frystihúss Samherja á Dalvík. Viðtal 7. 3. 2002.
9. Emilía Martinsdóttir. Hannes Magnússon. Páll Steinþórsson. 1991. *Geymsluþol á ófrystum og þiddum flökum í ís*. Rf rit nr. 30 1991. Reykjavík.
10. Erlingur Hauksson. 1992. *Áhrif verkunar á hringorma*. Rit Rf. nr. 33. Rvk.
11. Fennema, Owen. R. 1996. *Food Chemistry, 3rd ed.* Marcel Dekker. New York
12. Grímur Valdimarsson. 1982. *Geymsla á ferskum fiski - kæling með sjó eða vatni*. Rf rit nr. 4. Reykjavík.
13. Hair, J. F., Anderson, R. E, Tatham, R. L og Black, W. C, 1998, *Multivariate data analysis, 5th edition*, Prentice Hall. Bandaríkin.
14. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2003. *Subpart B-United States Standards for Grades of Cod Fillets*. <http://seafood.nmfs.noaa.gov/263SubpartB.htm>. Heimsótt 21. 4. 2003
15. J.P. Fellows. 1998. *Food Processing Technology*. Woodhead Publishing Limited. Cambridge.
16. Jepsen S.M., Pedersen H.T., Engelsens, S.B. 1999. *Application of chemometrics to low-field 1H-NMR relaxation data of intact fish flesh*. Journal of the Science of Food and Agriculture. Vol. 79.
17. Johnson, D.W., Wichern, R.A, 2002. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall. New Jersey.
18. Johnson, R., A. Wichern, D., A. 2002. *Applied Multivariate Statistical Analysis, 5th edition*. Prentice Hall. New Jersey.
19. Jón Heiðar Ríkharðsson. Rúnar Birgisson, 1996. *Aflabót*. 48. rit Rf. Rvk.
20. Jónas Bjarnason. 1998. *Los og sprungur í fiski*. RF tíðindi nr. 10. Reykjavík.
21. Jones, S.D. Morgan. 1995. *Quality and Grading of Carcasses of Meat Animals*. CRC Press. Boca Raton, Bandaríkjunum.
22. Jónas Bjarnason. Sigurjón Arason. 1998. *Dauðastirðnun í fiski*. Rf pistlar, nr. 11. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Reykjavík.

23. Junsoo Lee. 2002. *Pre Data Analysis*. University of Central Florida. www.bus.ucf.edu/lee. Heimsótt 23. 10. 2002.
24. Kirk, R.S., Sawyer, 1991. *Pearsons Composition and Analysis of food. 9th ed.* Longman Scientific and Technical, UK.
25. Kristberg Kristbergsson. 2000. Glósur í matvælav. 1 (09.81.45-040). HÍ
26. Kristín Þórarinsdóttir. 2001. *Léttsöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða*. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Reykjavík.
27. Love, R. Malcolm. 1975. *Variability in Atlantic Cod (Gadus morhua) from the Northeastern Atlantic: A Review of Seasonal and Environmental Influences on Various Attributes of the Flesh*. J. Fish. Res. Board. Can. 32:2333-2342
28. Love, R.M. 1988. *The Food Fishes, their intrinsic variation and practical implications*. Van Nostrand Reinhold Company. New York.
29. Margrét Bragadóttir. Jónas Bjarnason. 1996. *Tegundagreining fiska og könnun á losi með rafdrætti*. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, rit 47.
30. Montgomery, Douglas, C. Runger, George, C. 1999. *Applied statistics and probability for engineers, 2nd ed.* John Wiley & Sons, Inc. New York.
31. Ólafur Pétur Pálsson, 2002, Glósur í Iðnaðartölfræði 2 (08.23.69-016). HÍ.
32. Ólafur Pétur Pálsson. 02.11.2000. *Data Preparation for Time Series Modeling for Reykjavik Energy. Nordic Seminar in Reykjavik*. Námsefni úr Iðnaðartölfræði 2 (08.23.69-016).
33. Ólafur Pétur Pálsson. 2002. Fyrirlestrarnótur í iðnaðartölfræði. Háskóli Íslands. Reykjavík.
34. Ólafur Pétur Pálsson. 2002. Tímaraðagreining, fyrirlestrarnótur á haustmisseri 2002. Háskóli Íslands.
35. Ólafur Pétur Pálsson. 2003. Glósur í iðnaðartölfræði 2. HÍ. Reykjavík.
36. Rúnar Birgisson. 1995. *Náttúrulegur breytileiki þorsks með tilliti til eiginleika í vinnslu. Forkönnun*. Rf rit nr. 111. Reykjavík.
37. Rúnar Birgisson. Pétur Snæland. Kristján Guðni Bjarnason. 1995. *AFLABÓT. Líkan af þorskflaki borið saman við raunveruleg flök*. Skýrsla Rf 104. Reykjavík.
38. Schaeffer, R. L, 1986. *Elementary survey sampling*. PWS publishers. Boston.
39. Sigfús A. Schopka. 2003. *Þorskur*. <http://www.hafro.is/>. Heimsótt 17.4.2003.
40. Sigmar V. Hjartarson. Hjörleifur Einarsson. Hannes Magnússon. Sveinn V. Árnason. 1998. *Bulk Storage of cod. Comparison of ice, CSW and CO2-saturated CSW storage*. Skýrsla Rf nr. 7-98. Reykjavík.
41. Sigurjón Arason. 2002. Námsefni í fiskiðnaðartækni 2. Háskóli Íslands.
42. Sólveig Ingólfssdóttir. 1996. *Seasonal Variations in some chemical and functional properties of cod (Gadus morhua) mince*. Meistararitgerð við HÍ. Reykjavík.
43. Sólveig Ingólfssdóttir. Guðmundur Stefánsson. Kristberg Kristbergsson. 1998. *Seasonal Variatons in Physicochemical and Textural Properties of North Atlantic Cod Mince*. J. Of Aquatic Food Product Technology, Vol. 7(3) 1998.
44. Þjóðhagsstofnun. 2003. *Ráðstöfun helstu fisktegunda innanlands og erlendis eftir skipstegundum 1998*. <http://www.ths.is/rit/atvsk/ta50314.xls>. Heimsótt 4.2.2003.

23. Junsoo Lee. 2002. *Pre Data Analysis*. University of Central Florida. www.bus.ucf.edu/lee. Heimsótt 23. 10. 2002.
24. Kirk, R.S., Sawyer, 1991. *Pearsons Composition and Analysis of food. 9th ed.* Longman Scientific and Technical, UK.
25. Kristberg Kristbergsson. 2000. Glósur í matvælav. 1 (09.81.45-040). HÍ
26. Kristín Þórarinsdóttir. 2001. *Léttsöltun, stöðugleiki og nýting frosinna afurða*. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Reykjavík.
27. Love, R. Malcolm. 1975. *Variability in Atlantic Cod (Gadus morhua) from the Northeastern Atlantic: A Review of Seasonal and Environmental Influences on Various Attributes of the Flesh*. J. Fish. Res. Board. Can. 32:2333-2342
28. Love, R.M. 1988. *The Food Fishes, their intrinsic variation and practical implications*. Van Nostrand Reinhold Company. New York.
29. Margrét Bragadóttir. Jónas Bjarnason. 1996. *Tegundagreining fiska og könnun á losi með rafdrætti*. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, rit 47.
30. Montgomery, Douglas, C. Runger, George, C. 1999. *Applied statistics and probability for engineers, 2nd ed.* John Wiley & Sons, Inc. New York.
31. Ólafur Pétur Pálsson, 2002, Glósur í Iðnaðartölfræði 2 (08.23.69-016). HÍ.
32. Ólafur Pétur Pálsson. 02.11.2000. *Data Preparation for Time Series Modeling for Reykjavik Energy. Nordic Seminar in Reykjavik*. Námsefni úr Iðnaðartölfræði 2 (08.23.69-016).
33. Ólafur Pétur Pálsson. 2002. Fyrirlestrarnótur í iðnaðartölfræði. Háskóli Íslands. Reykjavík.
34. Ólafur Pétur Pálsson. 2002. Tímaraðagreining, fyrirlestrarnótur á haustmisseri 2002. Háskóli Íslands.
35. Ólafur Pétur Pálsson. 2003. Glósur í iðnaðartölfræði 2. HÍ. Reykjavík.
36. Rúnar Birgisson. 1995. *Náttúrulegur breytileiki þorsks með tilliti til eiginleika í vinnslu. Forkönnun*. Rf rit nr. 111. Reykjavík.
37. Rúnar Birgisson. Pétur Snæland. Kristján Guðni Bjarnason. 1995. *AFLABÓT. Líkan af þorskflaki borið saman við raunveruleg flök*. Skýrsla Rf 104. Reykjavík.
38. Schaeffer, R. L, 1986. *Elementary survey sampling*. PWS publishers. Boston.
39. Sigfús A. Schopka. 2003. *Þorskur*. <http://www.hafro.is/>. Heimsótt 17.4.2003.
40. Sigmar V. Hjartarson. Hjörleifur Einarsson. Hannes Magnússon. Sveinn V. Árnason. 1998. *Bulk Storage of cod. Comparison of ice, CSW and CO2-saturated CSW storage*. Skýrsla Rf nr. 7-98. Reykjavík.
41. Sigurjón Arason. 2002. Námsefni í fiskiðnaðartækni 2. Háskóli Íslands.
42. Sólveig Ingólfssdóttir. 1996. *Seasonal Variations in some chemical and functional properties of cod (Gadus morhua) mince*. Meistararitgerð við HÍ. Reykjavík.
43. Sólveig Ingólfssdóttir. Guðmundur Stefánsson. Kristberg Kristbergsson. 1998. *Seasonal Variatons in Physicochemical and Textural Properties of North Atlantic Cod Mince*. J. Of Aquatic Food Product Technology, Vol. 7(3) 1998.
44. Þjóðhagsstofnun. 2003. *Ráðstöfun helstu fisktegunda innanlands og erlendis eftir skipstegundum 1998*. <http://www.ths.is/rit/atvsk/ta50314.xls>. Heimsótt 4.2.2003.

45. Valdimar Ingi Gunnarsson. *Meðhöndlun á fiski um borð í fiskiskipum*. sjavarutvegur.is/pds/kafli2.pdf. Heimsótt 1. apríl 2002.
46. Wall. F.J. 1986. *Statistical Data Analysis Handbook*. McGraw-Hill. Bandaríkin.

45. Valdimar Ingi Gunnarsson. *Meðhöndlun á fiski um borð í fiskiskipum*. sjavarutvegur.is/pds/kafli2.pdf. Heimsótt 1. apríl 2002.
46. Wall. F.J. 1986. *Statistical Data Analysis Handbook*. McGraw-Hill. Bandaríkin.

Viðauki 1

Marktækur munur meðaltalsnýtingar eftir reitum. Plús gefur til kynna að meðaltal nýtingar sé marktækt hærra hjá reitnum í löðréttu röðinni en hjá reitnum í láréttu röðinni. Þannig sýnir t.d. + merkið efst í vinstra horninu að meðalnýting í reit 311 er marktækt hærri en meðalnýting reits 312.

[illegible]

Viðauki 1

Marktækur munur meðaltalsnýtingar eftir reitum. Plús gefur til kynna að meðaltal nýtingar sé marktækt hærra hjá reitnum í lóðréttu röðinni en hjá reitnum í láréttu röðinni. Þannig sýnir t.d. + merkið efst í vinstra horninu að meðalnýting í reit 311 er marktækt hærri en meðalnýting reits 312.

[illegible]