

Ágúst Einarsson
Prófessor við Viðskipta- og hagfræðideild Háskóla Íslands

Aðgerðarannsóknir í sjávarútvegi

1. Inngangur

Hér verður stuttlega fjallað um notkun aðgerðarannsókna í sjávarútvegi. Aðgerðarannsóknir (Operations research) eru stærðfræðilegar aðferðir við áætlanagerð og eru mikið notaðar innan fyrirtækja og stofnana. Upphaf þeirra má rekja til seinni heimsstyrjaldarinnar og aðgerðarannsóknir eru kenndar í viðskiptafræðum og raunvísindum á háskólastigi. Skipulögð áætlanagerð hefur ekki verið algeng í íslenskum sjávarútvegi. Henni hefur þó fleygt mjög fram hin síðari ár en fjölmargir íslenskir vísindamenn hafa sýnt þessum aðferðum áhuga og hafa unnið að þeim á námsárum sínum og síðar.

Eitt meginatriði aðgerðarannsókna er að setja fram vandamál með þeim hætti að tiltekin stærð, t.d. hagnaður, er háværð á ákveðnu tímabili að teknu tilliti til ýmis konar skorða sem aðstæður setja starfsemi fyrirtækisins. Unnið er með breytum en gildi þeirra er ákveðið. Fyrirliggjandi upplýsingar, t.d. fjöldi starfsmanna, eru kallaðar stíkur. Breytur og stíkar eru oft tengdir bókstöfum, svokölluðum vísnum, sem afmarka t.d. einstaka fisktegundir.

Ef samband milli áhrifaþátta er línulegt er beitt línulegri bestun sem er algengasta aðferð aðgerðarannsókna. Aðrar algengar aðferðir eru t.d. heiltölubestun, þ.e. að breytur geta einungis verið heilar tölur, ólínuleg bestun, þ.e. samband milli áhrifaþátta er ólínulegt, hermun, þ.e. í tölvu er líkt eftir atburðarrás innan fyrirtækja og biðraðafræði, þ.e. atburðir gerast með tilteknum líkindum og biðraðir myndast t.d. í vinnsluferli. Einnig er netgreining hluti aðgerðarannsókna, þ.e. sýnt er samhengi atburða í tímalegu samhengi og fundinn er t.d. lágmarksvinnslutími. Tímatengd áætlanagerð er þegar gerð er áætlun yfir mörg tímabil þar sem ákvörðun á einu tímabili hefur áhrif á ákvarðanir á næsta tímabili. Leikjafræði þar sem fjallað er um áhættu- og óvissuáðstæður er svið sem fær sífellt meiri athygli innan aðgerðarannsókna og annarra sérgreina hagfræðinnar.

Í aðgerðarannsóknnum er gerð grein fyrir rökréttu sambandi ákvarðana og áhrifaþátta og nákvæm stærðfræðileg framsetning er algeng. Oft er talað um hugsunarhátt aðgerðarannsókna en með því er átt við skipulagða framsetningu á vandamáli, nákvæma greiningu þess og skýra aðferð til lausnar. Skipulögð vinnubrögð eru aðalsmerki aðgerðarannsókna eins og reyndar gildir almennt um góða áætlanagerð.

2. Dæmi um notkun aðgerðarannsókna í sjávarútvegi

Sá sem einna helst hefur sinnt þessum málum hérlendis er Páll Jensson, prófessor við Raunvísindadeild Háskóla Íslands. Notkunarsvið aðgerðarannsókna er víða í sjávarútvegi, m.a. fiskiðnaði og fiskveiðistjórnun. (Haley - 1981, Lane - 1989). Dæmi um notkun innan sjávarútvegsfyrirtækja eru við áætlun um hagkvæmustu vinnslurás (Pétur Mack, Páll Jensson - 1985) og sem hefur verið útfært ítarlega (Páll Jensson - 1988).

Norrænir vísindamenn hafa m.a. beitt aðferðum aðgerðarannsókna við gerð heildarlíkans um sjávarútveg (Wallace, Snjólfur Ólafsson - 1994).

Skipulagning veiða og vinnslu í umfangsmiklu líkani byggt á raunverulegum aðstæðum í sjávarútvegi í Kanada sýnir vel notkunarmöguleika þessarar aðferðafræði (Gunn *et al.* - 1990) en einnig er hægt að miða við breytilegan afla og sveiflur í eftirspurn (Millar - 1998). Ýmis afmörkuð verkefni hafa verið unnin með aðferðum aðgerðarannsókna innan sjávarútvegs en starfandi er Aðgerðarannsóknafélag Íslands sem gefur m.a. út fréttabréf og stendur fyrir ráðstefnum.

3. Beiting flutningavandamálsins við hagkvæmstu ráðstöfun aflakvóta

Flestar helstu fisktegundir eru kvótabundnar hérlendis og eitt það mikilvægasta fyrir sjávarútvegsfyrirtæki er að ráðstafa kvótanum á sem hagkvæmastan hátt. Hér verður sýnt hvernig hægt er að beita einfaldri aðferðafræði innan aðgerðarannsókna, svokölluðu flutningavandamáli, við lausn þessa. (Ágúst Einarsson - 1994).

Flutningavandamálið felst í því að fyrirtæki rekur nokkrar verksmiðjur (framboð) og selur afurð sína á nokkrum mörkuðum (eftirspurn). Fyrirtækið vill flytja framleiðsluna þannig á markað að flutningskostnaðurinn verði lágmarkaður. Litið er á úthlutaðan kvóta sem framboð og eftirspurn byggist á ýmsum möguleikum, t.d. vinna afla í landi, vinna um borð í frystitogara, selja á markaði o.s.frv. Líkaninu er lýst í jöfnum (1) til (4).

$$(1) \quad \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (-d_{ij}) \cdot x_{ij} \Rightarrow \text{lágmarka}$$

Jafna (1) er markfall líkansins og i er vísir fyrir fisktegund, t.d. þorsk, karfa og ýsu, j er vísir fyrir ráðstöfun, t.d. vinnsla í landi, vinnslu um borð í frystitogara, selt á fiskmarkaði og leigður kvóti, x_{ij} er breyta líkansins og er magn af fisktegund i sem er ráðstafað með hætti j og d_{ij} er framlegð á hvert tonn af fisktegund i sem er ráðstafað með hætti j .

$$(2) \quad \sum_{j=1}^J x_{ij} + L_i = A_i \quad i = 1(1)I$$

$$(3) \quad \sum_{i=1}^I x_{ij} + M_j = B_j \quad j = 1(1)J$$

$$(4) \quad x_{ij} \geq 0 \quad i = 1(1)I \quad \text{og} \quad j = 1(1)J$$

A_i er úthlutaður kvóti af fisktegund i sem er framboð í flutningavandamálinu. L_i er óráðstafað framboð af fisktegund i . B_j er hámark þess sem hægt er að ráðstafa með hætti j . M_j er óuppfyllt eftirspurn. Jafna (2) tryggir að öllum kvóta allra fisktegunda er ráðstafað og jafna (3) tryggir að ekki sé meiru ráðstafað en er til staðar. Jafna (4) er jákvæðisskilyrði breytnanna.

Eftirfarandi tafla sýnir hvernig stillt er upp til lausnar fyrir fyrirtæki sem ræður yfir 500 tonna þorskvóta, 300 tonna karfakvóta og 200 tonna ýsukvóta. Ráðstöfunarleiðir eru að veiða fyrir eigin vinnslu, vinna um borð í frystitogara eða leiga frá sér kvótann. Hámarksvinnslugeta frystihúsins er 1.500 tonn og afkastageta frystitogarans er 2.000 tonn á ári.

	Fisk- vinnsla	Frysti- togari	Leigja frá sér kvóta	Óráðstafað framboð	Framboð af kvóta
Porskur	-d ₁₁	-d ₁₂	-d ₁₃	0	500
Karfi	-d ₂₁	-d ₂₂	-d ₂₃	0	300
Ýsa	-d ₃₁	-d ₃₂	-d ₃₃	0	200
Óuppfyllt eftirspurn	0	0	0	0	4.500
Eftirspurn	1.500	2.000	1.000	1.000	5.500

Tafla 1: Dæmi um notkun flutningavandamálsins við hagkvæmustu ráðstöfun kvóta

Lausnin felst í því að fylla út í reitina þannig að kostnaður er lágmarkaður en efst til hægri í einstökum reitum er framlegð á hvert tonn með neikvæðu formerki. Það eru til fjölmargar aðferðir til að leysa þetta vandamál, t.d. ungerska aðferðin. Hið einfalda form töflunnar veitir góða yfirsýn yfir rekstur sjávarútvegsfyrirtækja og það er hægðarleikur að fjölga fisktegundum, hafa lágmarksvinnslu og fjölga ráðstöfunarleiðum án þess að skerða hið einfalda form flutningavandamálsins.

Með tilstyrk þessa líkans er hægt að sjá með skuggaverðsgreiningu, t.d. hvað fyrirtækið er reiðubúið að greiða fyrir leigukvóta eða fisk á fiskmörkuðum. Með næmnisgreiningu er hægt að sjá hvort og hversu hagkvæmt sé t.d. að auka afkastagetu í frystihúsi.

4. Lokaorð

Eins og fyrrgreint dæmi sýnir er hægt með einföldum hætti að nota aðgerðarannsóknir innan sjávarútvegs. Þróað hefur verið mun stærra línulegt bestunarlíkan (Ágúst Einarsson í Rögnvaldur Sæmundsson - 1994) þar sem fyrirtæki gerir út mörg skip, kvóta er ráðstafað á hagkvæmasta hátt, tekið tillit til leigðs kvóta, fiskmarkaðsviðskipta, kaupum á Rússafiski, meðafla, kvótaviðskiptum, m.a. tonn á móti tonni, kvótaálags, mismunandi afkastagetu við veiðar og fleiri raunhæfra vandamála.

Fyrirtæki hérlendis hafa markaðssett lausnir byggðar á aðgerðarannsóknum. Í fyrstu var um einföld Excel-líkon að ræða þar sem fyrst og fremst voru könnuð áhrif af breytingum en síðan er um nákvæmari áætlanagerð að ræða þar sem línuleg bestun er notuð við hámarkun. Nýjast á þessu sviði er líkan fyrirtækisins Bestun og ráðgjöf sem byggir m.a. á líkani Svans Guðmundssonar, sjávarútvegsfræðings (Bestun og ráðgjöf - 1999) þar sem m.a. fyrirkomulag útgerðar er skipulagt með nákvæmri kostnaðargreiningu.

Mörg skemmtileg útlausnarefni bíða enn, s.s. að tengja líkindareikning við þessar aðferðir í sjávarútvegi og ekki er að efa að miklar framfarir verða á þessu sviði eins og öðrum eftir því sem menntun eykst í atvinnugreininni og meiri rannsóknir verða innan háskóla.

Heimildaskrá

Ágúst Einarsson. *Aðferðafræði flutningavandamálsins við hagkvæmustu ráðstöfun aflakvóta*. Kynnt á ráðstefnu í félagsvísindum í Háskóla Íslands, Reykjavík 1994.

Bestun og ráðgjöf. „BR-Rekstrarbestun, BR-Vinnslubestun“. *Upplýsingar í bæklingi*, Reykjavík 1999.

Gunn, E.A., Millar, H.H., Newbold, S.M. „A Hierarchical Planning Structure for an Intergrated Fishing Enterprise; A Tactical Level Linear Programming Model“. *Operations Research and Management in Fishing* 1990.

Haley K.B (Ed.). *Applied Operations Research in Fishing*. Plenum Press, New York 1981.

Lane D.E. „Operational Research and Fisheries Management“. *European Journal of Operation Research*, Amsterdam, Vol. 42 1989.

Millar H.H. „The Impact of Rolling Horizon Planning on the Cost of Industrial Fishing Activity“. *Computers and Operations Research*, New York, október 1998.

Páll Jensson. „Daily production planning in fish processing firm“. *European Journal of Operation Research*, Amsterdam, Vol. 36 1988.

Pétur K. Maack, Páll Jensson. *Kostnaðarhugtök við val á vinnsluleiðum í frystihúsi*. Verkfræðistofnun Háskóla Íslands, Reykjavík 1985.

Rögnvaldur J. Sæmundsson. *Samstarf fyrirtækja í sjávarútvegi*. Meistaraprófsritgerð við Raunvísindadeild Háskóla Íslands, Reykjavík 1994.

Wallace S.W., Snjólfur Ólafsson (Ed.). *Nordic Fisheries Management Model - Description and Experience*. Nordic Council of Ministers, Nord 1994.