

HAGFRÆÐISTOFNUN HÁSKÓLA ÍSLANDS

Hagfræðistofnun Háskóla Íslands
Odda v/Sturlugötu
Sími: 525-4500/525-4553
Fax nr. 552-6806
Heimasíða: www.hag.hi.is/ioes
Tölvufang: ioes@hag.hi.is

Skýrsla nr. 98:03

Samgöngulíkan fyrir innanlandsflug

Skýrsla til Flugmálastjórnar

Nóvember 1998

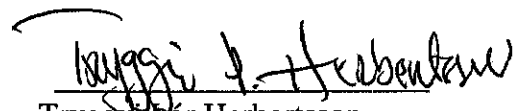
Formáli

Í júní 1997 var samningur Flugmálastjórnar og Hagfræðistofnunar um að stofnunin tæki að sér að þróa líkan sem skoðaði val einstaklinga á samgöngumáta. Líkanið sem hér er sett fram byggir á annarri rannsókn þar sem skoðuð var staðsetning Reykjavíkurflugvallar. Í kjölfar útgáfu þeirrar skýrslu vaknaði áhugi á að útfæra það líkan nánar. Niðurstöður þeirrar vinnu eru birtar í þessari skýrslu þar sem skoðuð eru áhrif samgöngubóta á landi á innanlandsflug.

Rétt er að taka það fram, að viðfangsefni þessarar skýrslu er yfirgripsmikið og margbrotið. Til að unnt sé að framkvæma þá útreikninga sem gerðir eru er nauðsynlegt að gefa strangar forsendur sem hafa áhrif niðurstöður. Efnistöð og niðurstöður skýrslunnar ber að skoða í þessu ljósi.

Skýrsluna vann Axel Hall, sérfræðingur á Hagfræðistofnun.

Hagfræðistofnun í júní 1998


Tryggvi Þór Herbertsson
forstöðumaður

Efnisyfirlit

Ágrip	5
English Summary	7
1. Inngangur	9
2. Fræðilegur grunnur.....	11
2.1 Tímavirði farþega og ferðaákvörðun.....	11
2.2 Kostnaðarbreyting þeirra sem aka.....	15
2.3 Breytingar á ferðamynstri	15
2.4 Aðferðir við mat á launadreifingu.....	19
2.5 Verðteygni eftirspurnar í innanlandsflugi.....	23
3. Helstu forsendur líkansins	26
3.1 Einkabifreið.....	26
3.1.1 Ferðatími og aksturskostnaður	26
3.1.2 Breytingar á vegakerfi.....	28
3.2 Flug.....	29
3.3 Greining ferðahraða og ferðatíma	31
3.4 Launadreifing	32
4. Niðurstöður.....	39
4.1 Jafnvægisgildi tímavirðis.....	39
4.2 Áhrif breytinga á vegakerfi á flugsamgöngur.....	40
4.3 Verðteygni eftirspurnar.....	41
4.4 Niðurstöður	42
5. Viðaukar	44
5.1 Viðauki A: Tímavirði	44
5.1.1 Nytjahámörkun.....	44
5.1.2 Val	44
5.2 Viðauki B: Gögnin	45
6. Heimildaskrá	62

Ágrip

Á hverjum tíma á sér stað hörð samkeppni milli innanlandsflugsins og einkabifreiðarinnar sem samgöngumáta. Breytingar á aðstæðum sem snerta innanlandsflug og bifreiðar breyta samkeppnisstöðunni milli þessara tveggja ferðamáta. Með opnun Hvalfjarðarganga mun óhjákvæmilega halla á innanlandsflugið þar sem vegalengdir á áfangastaði landleiðina frá Reykjavík munu styttest. Til þess að geta metið áhrif þessarar breytingar sem og annarra breytinga á vegakerfinu er í þessari skýrslu sett fram líkan þar sem tímavirði einstaklinga gegnir lykilhlutverki við val fólks á ferðatilhögun. Með framsetningu líkans og með ákveðnum forsendum eru reiknuð út áhrif nokkurra samgöngubóta á eftirspurn eftir flugi. Niðurstöður gefa til kynna að ef miðað er við þær aðstæður sem voru ríkjandi í byrjun árs 1997 muni samdráttur í innanlandsflugi verða á bilinu 0-18% í kjölfar opnunar Hvalfjarðarganga. Eins og sjá má í töflu 1.

1. TAFLA Spá um samdrátt í innanlandsflugi
í kjölfar opnunar Hvalfjarðarganga

	Samdráttur
Vestmannaeyjar	0%
Þingeyri	5%
Sauðárkrókur	18%
Flateyri	10%
Ísafjörður	9%
Akureyri	12%
Siglufjörður	11%
Húsavík	7%
Egilsstaðir	0%
Höfn í Hornafirði	0%

Rétt er að gera fyrirvara við þessar niðurstöður. Niðurstöðurnar eru að verulegu leyti háðar þeim forsendum sem gefnar eru í skýrslunni. Forsendur sem gefnar eru við mat á tímavirði hafa veruleg áhrif á niðurstöður. Í líkaninu er launadreifing notuð til grundvallar fyrir mat á tímavirði. Vera kann að önnur sjónarmið en laun ráði oft meiru þegar einstaklingar ákvarða tímavirði sitt. Enn fremur skiptir máli hvaða launadreifing er lögð til grundvallar við matið. Í skýrslunni eru einnig birtar niðurstöður um áhrif annarra samgöngubóta á landi á innanlandsflug. Samkvæmt niðurstöðum þessarar skýrslu má gera ráð fyrir að breytingar á vegakerfinu muni hafa allveruleg áhrif á innanlandsflug. Telja má líklegt að flugsamgöngur til nokkurra

áfangastaða þurfi að breytast verulega ef takast á að halda uppi flugsamgöngum á þá staði.

Að lokum er gerð tilraun til að meta verðnæmi eftirspurnar í innanlandsflugi. Niðurstöður þeirra útreikninga gefa til kynna að eftirspurn eftir flugi sé teygjin að áhrif verðbreytinga á eftirspurn séu veruleg. Þannig reyndust áhrif 1% verðhækkunar leiða til allt að 5% samdráttar í flugi á einstökum áfangastöðum. Samskonar fyrirvara ber að gera hér og að framan. Niðurstöðurnar eru að verulegu leyti undir því komnar hvaða mælikvarðar eru notaðir til að meta tímavirði einstaklinga. Þó gera megi ráð fyrir að laun einstaklinga ákvarði tímavirði þeirra að mestu leyti eru þó aðrir þættir sem skipta einnig nokkru máli

Niðurstöður þessarar skýrslu eru byggðar á verði sem ríkjandi var áður en sérleyfi á flugleiðum voru afnumin 1. júlí 1997. Síðan hefur verðið lækkað verulega á helstu flugleiðum. Um þessar mundir lítur út fyrir að verðið muni hækka á nýjan leik en erfitt er að spá um hversu mikið. Þannig getur endanleg niðurstaða orðið sú að verðið nái að einhverju leyti fyrra stigi. Því er ekki óraunhæft að nota verðið sem var í gildi fyrir lækkanirnar til grundvallar útreikningum þar sem reikna má með að það sé nær því verði sem verði til langframa fremur en það verð sem nú er í gildi.

Sá lærdómur sem draga má af þróun í flugmálum á síðasta ári er að líkanið ofmetur nokkuð áhrif verðbreytinga og samgöngubóta í flugi. Þetta ofmat á verðteygni virðist vera nokkuð ríkjandi hérlandis, þannig má ráða af aðgerðum flugfélaganna að áætlanir þeirra hafi gengið út frá mun meiri aukningu í innanlandsflugi við þær verðlækkanir sem gerðar voru. Verðlækkanirnar hlupu á tugum prósentu en fjölgun farþega var innan við 20%, sem gefur til kynna verðteygni sem er lægri en einn, það er verulegt frávik frá niðurstöðum þess mats sem birt er í skýrslunni.

Það er ljóst að þær breytur sem líkanið notar við matið eru mjög mikilvægar en það er enn fremur ljóst að aðrar breytur eru einnig mikilvægar við val á ferðamáta. Þannig er sú aðferð sem leggur greitt tímakaup einstaklinga til grundvallar tímavirði þeirra kannski of mikil einföldun í sjálfu sér. Reynsla síðasta árs sýnir að ef til vill er nauðsynlegt að taka tillit til fleiri breyta í líkani sem þessu.

Við ritun skýrslunnar var leitast við að fylgja þeirri stefnu að gera sem skilmerkilegasta grein fyrir forsendum, gögnum og útreikningum með það fyrir augum að auðvelda gagnrýni og skynsamlega umræðu um efni hennar.

English Summary

Aviation and car travel are competing modes of transportation. The competitive environment is altered when changes in circumstances occur which affect domestic flights or auto motives. The opening of the Hvalfjörður Tunnel or for that matter any road improvement will inevitably affect the domestic aviation adversely as driving distances from Reykjavík to points of destination will be reduced. To estimate the effect of road improvements on aviation we have built a model where the value an individual places on time plays a pivotal role in his choice of a mode of transportation. By utilizing this model combined with a set of specific assumptions, we have calculated the effects of specific road improvement on the demand for domestic flights in Iceland. Taking into account the conditions that were prevailing at the beginning of 1997, this report indicates that when the Hvalfjörður Tunnel is opened for operation, there will be a reduction in domestic air travel demand in the range of 0% to 18% depending upon points of destination.

TABLE 1 *Forecast on the reduction in demand for domestic flight consequent to the opening of Hvalfjörður Tunnel*

Destination	Reduction in demand
Vestmannaeyjar	0%
Þingeyri	5%
Sauðárkrókur	18%
Flateyri	10%
Ísafjörður	9%
Akureyri	12%
Siglufjörður	11%
Húsavík	7%
Egilsstaðir	0%
Höfn í Hornafirði	0%

The following set of disclaimers must be noted. The findings of this report are to a large extent dependent on the underlying assumptions assumed in this report. Particularly the results are very sensitive to the assumptions concerning the estimation of an individual value of time. In this model the distribution of wages is used as the basis for the individual value of time. There may be other factors which are more decisive in determining an individual's value of time when individual use their time value in decision making.

In this report we report the model's outcome when taking into account the effect of other road improvements on aviation. Our results imply that these improvements will have a considerable effect on domestic aviation. It is likely that the present flight schedule which includes several destinations will need to change considerably if economic viability is to be maintained.

Finally, an attempt is made to estimate the price elasticity of demand for domestic air travel. Our results imply that the demand for flights is very elastic i.e. much greater than one. Note that the outcome of the calculations performed for the elasticities is very sensitive to the criterion used for the individual's value of time.

All the calculations in the report are based on prices that were prevalent at the beginning of 1997 before the introduction of competition to domestic aviation. Since this time the price of domestic air flights has been considerably reduced. However, presently it appears that these reductions are unsustainable and the domestic airlines are currently increasing prices again. It is therefore difficult to forecast equilibrium outcome of the market. It is likely that the end price will be closer to the prices that were prevalent before the opening of the domestic market for flights. Thus it is reasonable to use these prices to calculate long-run effects of various external changes in circumstances on the demand for domestic flights. The lesson to be learned from the development of aviation during the past year is that our model overestimates the effect of price changes and road improvements on the demand for flight. Our experience seems to suggest that more variables need to be incorporated into the model to strengthen the forecasting power of the model.

1. Inngangur

Á hverjum tíma á sér stað hörð samkeppni milli flugsins og bílsins sem samgöngutæki. Tíðar flugsamgöngur til helstu þéttbýlissvæða á landinu gera neytendum kleift að velja á milli flugs og bíls til að komast á milli staða. Valið er að vissu leyti takmarkað af aðstæðum neytenda á hverjum tíma. Margir þættir hafa áhrif á þetta val. Helstu atriðin eru meðal annars:

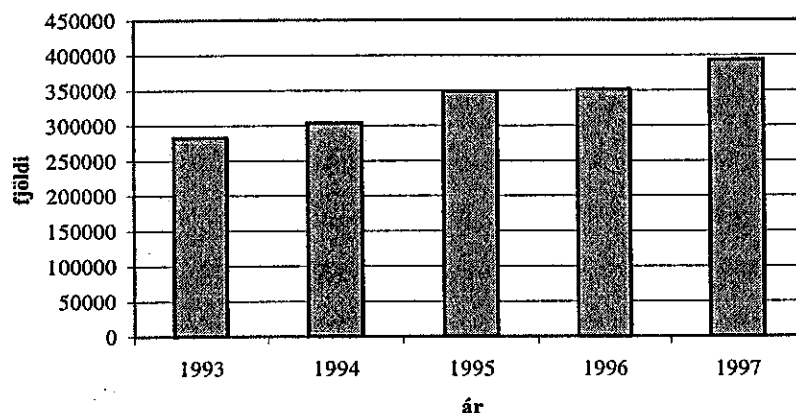
- Hvort einstaklingurinn hefur bifreið til umráða.
- Færð á vegum og veður.
- Tímalengd ferðar og fjarlægð milli áfangastaða.
- Mismunandi kostnaður ólíkra samgöngumáta, s.s. verð flugmiða eða bensíns.
- Kaupmáttur einstaklinga.
- Aðrar persónulegar aðstæður.

Alla þessa og fleiri þætti taka neytendur til athugunar þegar ákvörðun er tekin um hvernig þeir ætli að komast á áfangastað. Á hverjum tíma ráða ólíkar aðstæður einstaklinga því að mismunandi ákvarðanir eru teknar við val. Þegar skoðaðar eru tölur yfir fjölda farþega sem fara um Reykjavíkurflugvöll kemur í ljós að hann hefur vaxið nokkuð stöðugt undanfarin fimm ár. Árið 1997 sker sig þó allverulega úr og stafar það af lækkun fargjalda sem varð í kjölfar afnáms sérleyfa á flugleiðum þann 1. júlí 1997. Ef einungis er skoðaður seinni hluti ársins 1997 kemur í ljós að fjölgun farþega á Reykjavíkurflugvelli var 19% miðað við árið á undan en ef allt árið er skoðað var fjölgunin um 12%. Tölur fyrir fyrstu þrjá mánuði ársins 1998 virðast benda til 13% aukningar umfram fyrstu þrjá mánuði fyrra árs.

TAFLA 1.1 *Fólksflutningar um Reykjavíkurflugvöll*

Ár	Innanlands- farþegar
1993	282.469
1994	303.580
1995	348.331
1996	351.429
1997	393.306

Heimild: Flugmálastjórn



MYND 1.1 *Fjöldi innanlandsfarþega um Reykjavíkflugvöll*

Af þeim atriðum sem nefnd voru að framan virðist verðlækkunin sem varð í fyrra hafa leitt til fjölgunar þeirra sem fljúga. Verðbreytingar á bílum, bensíni og á verði flugmiða hafa áhrif á flugsamgöngur en einnig samgöngubætur á landi. Til þess að unnt sé að spá einhverju um áhrif slíkra breytinga á flugsamgöngur er nauðsynlegt að setja fram líkan um hegðun fólks við val á ferðamáta. Þar sem reynt er að skoða ákvarðanir fólks með þær breytur í huga sem nefndar eru hér að framan. Í því felst verkefni þessarar skýrslu. Í stuttu máli má skipta viðfangsefni hennar í þrennt. Í 2. kafla er sett fram fræðilegt líkan sem skýrir ferðaákvörðun fólks við mismunandi aðstæður. Í 3. kafla eru tíundaðar þær forsendur og þau gögn sem eru nauðsynleg við útreikninga skýrslunnar á áhrifum samgöngubóta á landi á flugsamgöngur og í 4. kafla eru birtar niðurstöður útreikninga skýrslunnar.

2. Fræðilegur grunnur

Í þessum kafla er varpað ljósi á hvaða þættir hafa áhrif á ferðaákvörðun fólks. Með því að ákvarða þessa þætti er hægt að setja fram líkan þar sem val einstaklinga milli ferðamáta er afleiðing skynsamrar hegðunar þeirra. Með líkaninu má síðar meta áhrif breytinga á valkostunum á val einstaklinganna.

2.1 Tímavirði farþega og ferðaákvörðun

Tími er takmörkuð gæði. Að verja tíma til hvaða nota sem er hefur því hagrænan kostnað í för með sér. Þessi kostnaður, oft nefndur fórnarkostnaður tíma, er jafnvirði þess ávinnings sem viðkomandi hefði haft af því að nota tíma sinn á annan hátt. Aukinn ferðatími flugfarþega felur í sér kostnað fyrir samfélagið, ekki aðeins vegna þess að vinnuafli nýtist ekki meðan á ferðatíma stendur heldur og vegna þess að vera kann að farþegi kysi heldur að eyða tíma sínum öðruvísi ef þess væri kostur. Einstaklingar gera sér að sjálfsögðu grein fyrir þessum kostnaði. Þetta endurspeglast m.a. í því að þegar ferð með áætlunarflugi tekur skemmri tíma en ferð með bifreið kýs farþeginn oft að borga meira fyrir flugið en bílfarið. Þannig má segja að velji farþeginn að greiða meira fyrir hraðari ferðamáta sé hann m.a. að kaupa sér styttri ferðatíma. Með því að kaupa sér tíma hefur hann gefið tíma sínum ákveðið virði, þ.e. verðlagt tímann.

Unnt er setja fram heildarkostnað einstaklings vegna ferðar á tiltekinn áfangastað á eftirfarandi hátt:

$$HK = F(t, v, p) \quad (2.1)$$

Hér er heildarkostnaður við ferð, HK , fall af tímalengd ferðar, t , tímavirði

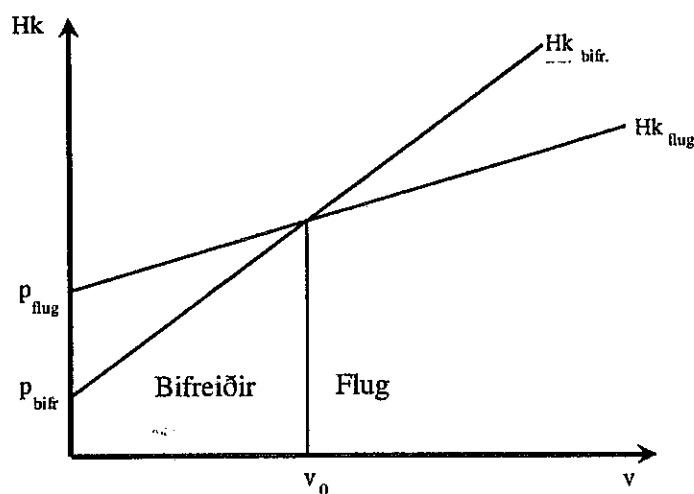
einstaklingsins, v , og öðrum kostnaði við ferðina, p , t.d. verði farmiða. Einföld útgáfa þessarar kenningar er:¹

$$HK = p + vt \quad (2.2)$$

Samskonar jafna gildir fyrir ferðakostnað einstaklings hvort sem ferðast er með bifreið, flugi eða á annan hátt. Miðað við ferðamáta, i , verður jafna (2.2):

$$HK_i = p_i + vt_i, \quad i = 1, 2, \dots, I \quad (2.3)$$

þar sem I er fjöldi ferðamáta. Sérhver einstaklingur velur þann ferðamáta sem leiðir til minnstra útgjalda. Þetta má skýra með mynd.



MYND 2.1 Samband tímavirðis og heildarkostnaðar

Mynd 2.1 lýsir sambandi tímavirðis og heildarkostnaðar við að ferðast á tiltekinn áfangastað með annars vegar bifreið og hins vegar flugi. Hallatölur línanna eru tíminn sem það tekur að komast á áfangastað með ferðamátunum tveimur. Skurðpunktar við lóðrétta ásinn tákna annan kostnað en tímakostnað vegna ferðar, t.d. fargjald. Á mynd 2.1 er gert ráð fyrir því að heildarferðatími í flugi sé styttri en með bifreið. Því er halli línu heildarkostnaðar við akstur meiri en hinnar. Í flestum tilfellum er annar kostnaður en tímakostnaður hærri fyrir flugferð en bílferð, þ.e. $p_{flug} > p_{bifr}$. Því eru skurðpunktar línanna við lóðrétta ásinn þannig að

¹ Með því að gefa sér ákveðnar rekstrarhagfræðilegar forsendur um einstaklinga má leiða út jöfnu (1.2) sem niðurstöðu af hármörkun velferðar samanber viðauka við þennan kafla.

heildarkostnaðarlína flugs sker heildarkostnaðarlínu bifreiðar ofan frá. Að þessu verður vikið frekar síðar.

Framleiðni einstaklinga er misjöfn og því einnig tímavirði þeirra. Misjafnt tímavirði er helsta ástæða þess að ekki velja allir sama ferðamáta. Við tímavirði v_0 á mynd 2.1 er heildarkostnaður ferðar sá sami, hvort heldur sem farið er með bifreið eða flugvél, þ.e.²

$$v_0 = \frac{P_{flug} - P_{bifr.}}{t_{bifr.} - t_{flug}} \quad (2.4)$$

Eins og jafna (2.4) sýnir er v_0 gildið einungis fall af öðrum kostnaði og ferðatímanum og því óháð neytandanum.³ Táknið v_0 er kallað jafngildistímavirði. Einstaklingar með lægra tímavirði en v_0 munu væntanlega ferðast með bifreið en einstaklingar sem eru með hærra tímavirði en v_0 með áætlunarflugi.

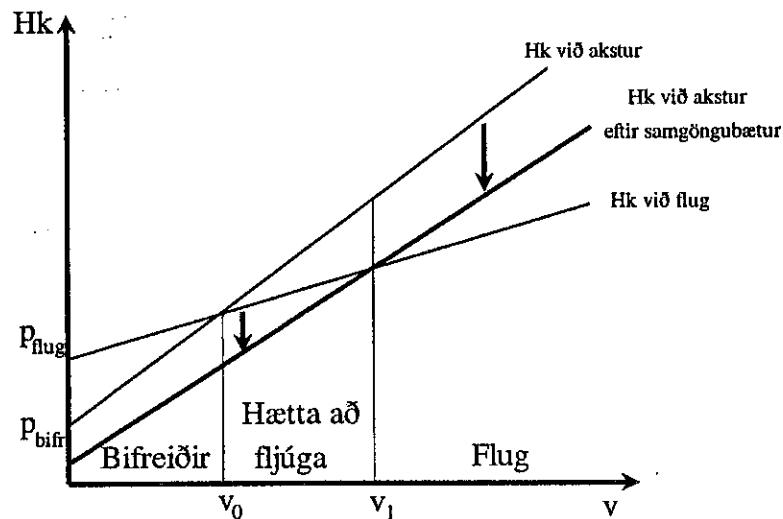
Hægt er að hugsa sér að hafa þriðja valkostinn sem væri þá t.d. heildarkostnaður ef ferðast er með áætlunarbifreið. Gera má ráð fyrir því að ferð með áætlunarbifreið sé ódýrasti kosturinn ef verð ferðar er eingöngu skoðað. Á móti kemur að sú ferð tekur hvað lengstan tíma af valkostunum þremur. Ef kostnaðarlína ferðar með áætlunarbifreið væri sett inn á mynd 2.1 myndi hún skera kostnaðarlínu bifreiðar fyrir neðan v_0 sem gerir það að verkum að óþarft er að hafa áætlunarbifreið sem valkost í þeirri greiningu sem hér fer á eftir. Af þessari ástæðu og til einföldunar eru einungis tveir valkostir skoðaðir hér.

Þegar breyting verður á valkostum, þ.e. tíma- eða verðbreytingar, hefur það í för með sér hliðranir og breytingu á halla línanna á mynd 2.1. Vegna tíðra verðbreytinga eru línurnar sífellt að hliðrast og samanburður valkosta síbreytilegur. Aftur á móti eiga breytingar á ferðatíma sér stað yfir lengri tíma. Dæmi um þetta eru samgöngubætur á landi sem gera það að verkum að stöðugt tekur skemmri tíma að ferðast milli áfangastaða. Bæði vegna þess að meðalhraði eykst á þjóðvegum landsins og vegna þess að einstakir vegakaflar eru að styttest með samgöngubótum. Við samgöngubætur á landi til tiltekins áfangastaðar i mun ferðatími til og frá Reykjavík með bifreið styttest. Einnig mun annar kostnaður fyrir bifreið, $p_{bifr.}$, lækka vegna lægri

² Ef heildarkostnaður við flugið er jafn heildarkostnaði við akstur, þ.e. $HK_{flug} = HK_{bifr.}$, þá er $p_{bifr.} + v_0 t_{bifr.} = p_{flug} + v_0 t_{flug}$. Í textanum er þessi jafna leyst fyrir v_0 .

³ Þessi niðurstaða byggist m.ö.o. á þeirri forsendu að p sé óháð neytanda, þ.e. að allir aki eins bifreiðum til og frá flugvelli og kaupi eins farmiða, sem er auðvitað einföldun.

kostnaðar við að aka styttri vegalengdir. Áhrifum þessara samgöngubóta á jafnvægistímavirði fyrir áfangastað i má lýsa á mynd.



MYND 2.2 Heildarkostnaður í kjölfar breytinga á vegakerfi

Eins og sjá má á mynd 2.2 mun halli heildarkostnaðarlínunnar minnka í kjölfar breytinga á vegakerfi, auk þess sem skurðpunktur línunnar hefur hliðrast upp á við. Hallabreytingin er til komin vegna minni tíma sem fer í að ferðast með bifreið. Hliðrun skurðpunkts endurspeglar lækkun $p_{bifr.}$, þ.e. lægri kostnað við að komast til áfangastaðar i . Við þessa breytingu mun skurðpunktur heildarkostnaðarlínu áætlunarflugs og heildarkostnaðarlínu bifreiðar færast upp og til hægri. Bæði styttri ferðatími og lægri aksturskostnaður valda því að jafnvægistímavirðið hækkar, þ.e.

$$\frac{\partial v_0}{\partial t_{bifr.}} = \frac{-(p_{flug} - p_{bifr.})}{(t_{bifr.} - t_{flug})^2} < 0$$

$$\frac{\partial v_0}{\partial p_{bifr.}} = \frac{-1}{t_{bifr.} - t_{flug}} < 0$$
(2.5)

Einstaklingar sem hafa tímavirði á milli v_0 og v_1 munu hætta að nota áætlunarflug og nota bifreiðar í staðinn. Bilið $[v_0, v_1]$ fer eftir breytingu á ferðatíma með bifreið og breytingu á kostnaði við akstur. Fjöldi einstaklinga sem breytir um ferðamáta fer eftir stærð bilsins $[v_0, v_1]$ og dreifingu fólks á þetta bil, eins og nánar verður vikið að hér á eftir.

2.2 Kostnaðarbreyting þeirra sem aka

Ekki er hlaupið að því að henda reiður á breyttum ferðakostnaði í kjölfar samgöngubóta. Meta þarf tímalækkunina, Δt , og lækkun annars kostnaðar, Δp , fyrir alla áfangastaði sem eru í samkeppni við flug. Auk þess þarf að ákvarða tímavirði einstaklinga.

Kostnaðarbreytingu fyrir einstakling með tímavirðið v sem heldur áfram að aka er hægt að lýsa með eftirfarandi jöfnu:

$$\Delta HK_{bifr.} = \Delta p_{bifr.} + v \Delta t_{bifr.} \quad (2.6)$$

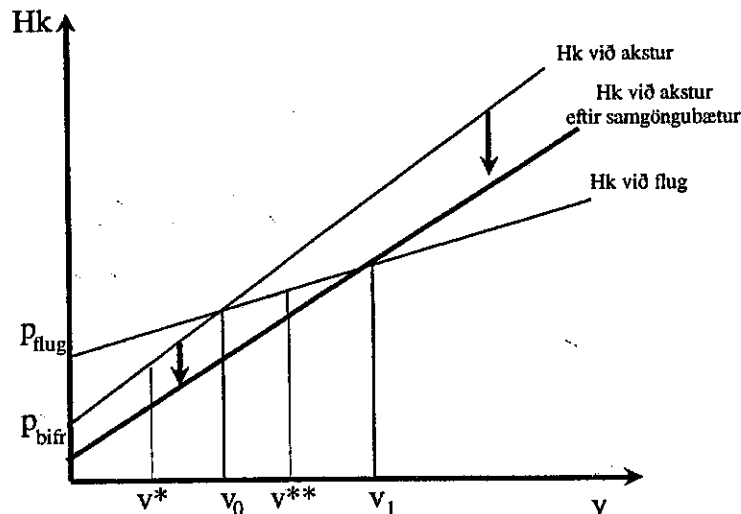
Skipta má kostnaðarbreytingu í tvennt:

1. Styttri tíma tekur að komast á áfangastað vegna styttri fjarlægðar og hærri meðalhraða, þ.e. Δt .
2. Lækkun á aksturskostnaði $\Delta p_{bifr.}$. Lækkun kostnaðar við að komast á áfangastað, þ.e. minni notkun bifreiða, bensínkostnaður, slit á bifreið o.s.frv.

Um þessar breytingar er fjallað hér á eftir en þar er farið yfir samgöngubætur á einstökum leiðum.

2.3 Breytingar á ferðamynstri

Samkvæmt líkaninu sem sett var fram hér að framan mun farþegum í innanlandsflugi fækka við styttingu akstursvegalengda á landi. Fjöldi þeirra sem hætta að fljúga fer eftir því hve margir hafa tímavirði á bilinu v_0 til v_1 . Kostnaðarbreytingu einstaklings sem ætlar á ákveðinn áfangastað má lýsa með mynd.



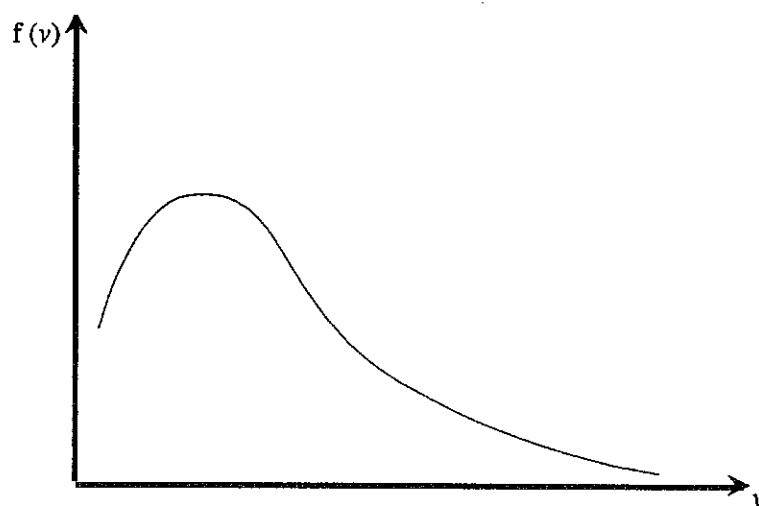
MYND 2.3 *Kostnaðarlækkun einstaklinga*

Til þess að skoða kostnaðarbreytinguna er greiningunni skipt í þrennt:

- Fólk sem er með tímavirði undir v_0 ferðaðist með bifreið og mun halda því áfram. Dæmi um þetta væri einstaklingur með tímavirði v^* . Kostnaðarlækkun þessa einstaklings er lýst með samfellda strikinu við v^* sem er mismunur á milli kostnaðar af því að ferðast með bifreið fyrir og eftir breytingu.
- Fólk sem er með tímavirði milli v_0 og v_1 er fólk sem ferðaðist áður með flugi en ferðast eftir breytinguna með bifreið, sem nú verður hagstæðara fyrir það. Dæmi um þetta væri einstaklingur með tímavirði v^{**} . Kostnaðarlækkun þessa einstaklings er lýst með samfellda strikinu við v^{**} sem er mismunur á milli kostnaðar af því að ferðast með flugvél og kostnaðar af því að fara með bifreið eftir breytingar í samgöngum.
- Fólk með tímavirði sem er hærra en v_1 notar flugið fyrir og eftir breytinguna. Kostnaðaraukning þess er því engin.

Sérhver einstaklingur sem tekur ferðaákvörðun fellur í einn framangreinda flokka, a), b) eða c). Í hvaða flokk einstaklingarnir falla fer eftir tímavirði þeirra. Eðlilegt má teljast að tímavirði einstaklinga fari eftir framleiðni þeirra og að laun séu greidd í samræmi við framleiðni einstaklinga líkt og nýklassískar hagfræðikenningar gera ráð fyrir. Því er það sett fram sem forsenda hér að tímavirði einstaklinga sé það sama og

laun þeirra. Því þarf að meta launadreifingu einstaklinganna. Mikilvægt er að gera sér strax grein fyrir því að kjör stétta eru mjög misjöfn og launadreifing þar af leiðandi og því er nauðsynlegt að skipta farþegum í stéttir. Með gögn yfir starfaskiptingu farþega er hægt að skipta farþegum í hópa og meta launadreifingu þeirra. Til að skýra mikilvægi launadreifingarinnar fyrir líkanið byrjum við á því að gera ráð fyrir að við höfum undir höndum launadreifingu starfstéttar j sem ætlar á áfangastað i , gerum enn fremur ráð fyrir því að launadreifingu þessarar stéttar sé lýst með þéttifallinu $f_{ij}(v)$ og að launadreifingin sé eitthvað í líkingu við það sem lýst er á mynd 2.4.

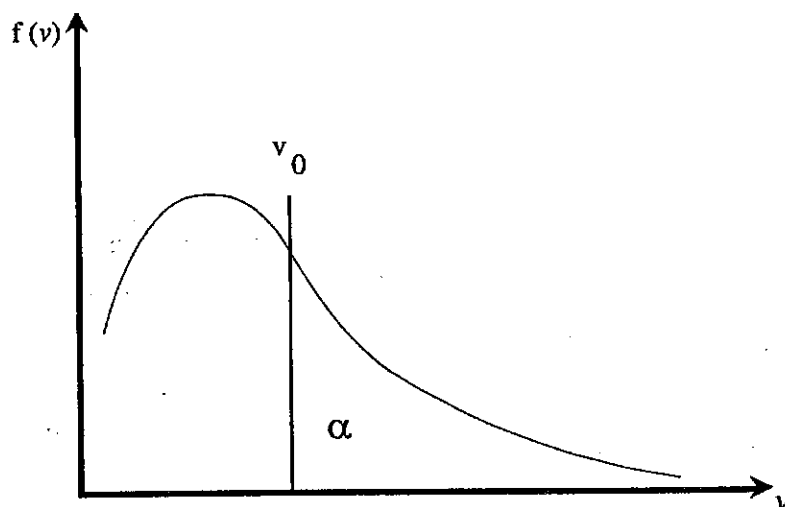


MYND 2.4 Launadreifing

Þessi skilgreining á launadreifingunni felur í sér að líkurnar á því að einstaklingur sem er tekinn af handahófi úr hópi j og ætlar til áfangastaðar i hafi tímavirði sem er hærra en v_0 séu

$$\alpha = \int_{v_0}^{\infty} f_{ij}(v) dv \quad (2.7)$$

þar sem α er flatarmál svæðisins undir þéttifallinu ofan við v_0 . Þessu má lýsa með mynd 2.5.

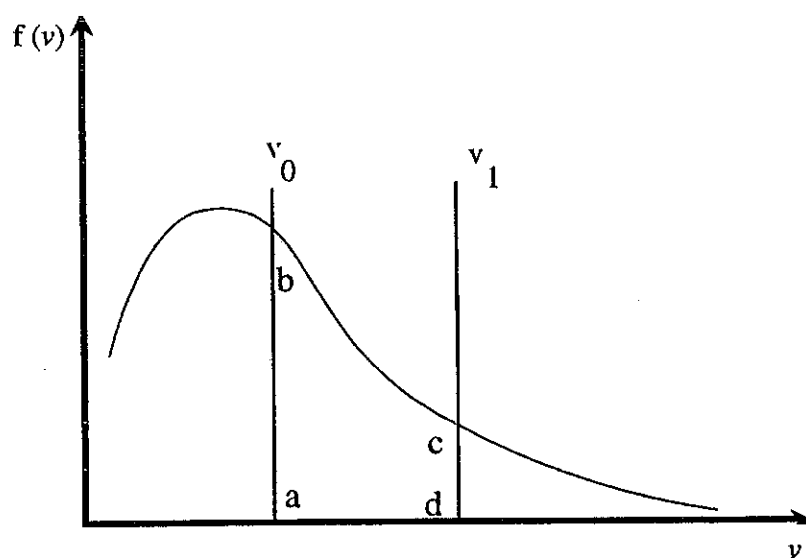


MYND 2.5 Launadreifing og líkur

Samkvæmt líkaninu eru það einstaklingar sem hafa hærra tímavirði en v_0 sem ferðast með flugi. Með því að við höfum launadreifingu þessara einstaklinga er hægt að skala launadreifingu þeirra þannig að eftirfarandi gildi:

$$\text{Fjöldi flugfarþega úr stétt } j = N_{ij} \int_{v_{0i}}^{\infty} f_{ij}(v) dv = N_{ij} \alpha \quad (2.8)$$

Nú er fjöldi flugfarþega úr stétt j sem ætlar til áfangastaðar i þekktur og einnig þéttifall líkindadreifingarinnar og þar með er hægt að reikna út N_{ij} sem gegnir lykilhlutverki í því að reikna út hversu margir hætta að fljúga og taka þess í staðinn upp á því að aka. Þetta er skýrt á mynd 2.6.



MYND 2.6 Fjöldi einstaklinga sem hætta að fljúga

Á mynd 2.6 sést hvernig hægt er að reikna hversu margir hætta að fljúga í kjölfar samgöngubóta á landi. Svæðið fyrir ofan v_0 undir sköluðu launadreifingunni er fjöldi farþega úr stétt j sem ætlar á áfangastað i . Eins og sýnt var á mynd 2.3 munu einstaklingar sem hafa tímavirði á milli v_0 og v_1 hætta að fljúga og nota bifreiðar í staðinn sem nú verður ódýrari valkostur. Fjöldi þessara einstaklinga er jafn svæðinu $abcd$ sem er svæðið undir hinni sköluðu launadreifingu á milli v_0 og v_1 . Því er einfalt að reikna út samdrátt í flugi til áfangastaðar i .

$$\text{Samdráttur í flugi til áfangastaðar } i = \sum_j \int_{v_{0i}}^{v_{1i}} N_{ij} f_{ij}(v) dv \quad (2.9)$$

Með því að leggja saman alla áfangastaði er hægt að reikna út heildarsamdrátt í innanlandsflugi. Gera verður fyrirvara hér. Líkanið spáir í prósentum miðað við núverandi stöðu mála. Þannig er tekið tillit til núverandi verðlags sem endurspeglar núverandi rekstrar- og samkeppnisskilyrði. Því getur reynst nauðsynlegt á einhverjum leiðum að taka í notkun minni flugvélar og jafnvel að fella niður áætlunarflug til einhverra áfangastaða.

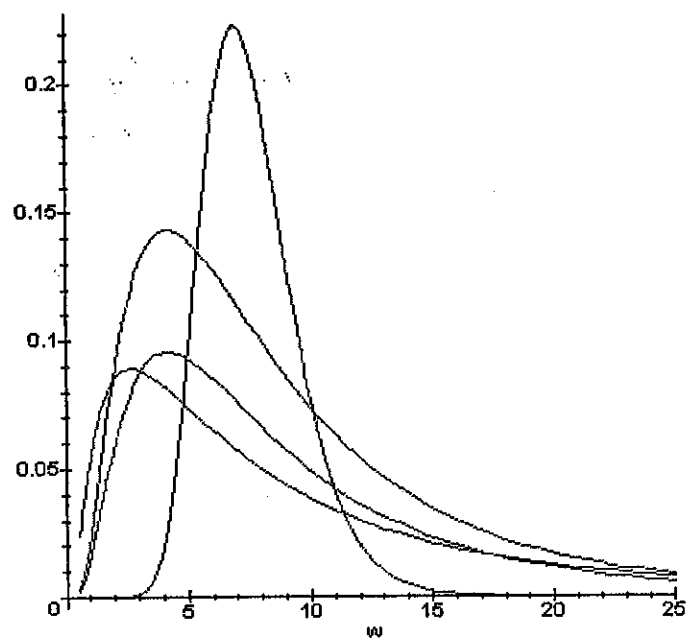
2.4 Aðferðir við mat á launadreifingu

Lögun launadreifingarinnar ræður úrslitum um fjölda þeirra sem hætta að fljúga, þ.e.a.s. fjölda þeirra sem liggja á milli v_0 og v_1 . Mat á lögun launadreifingar er því einn mikilvægasti þáttur þessarar rannsóknar.

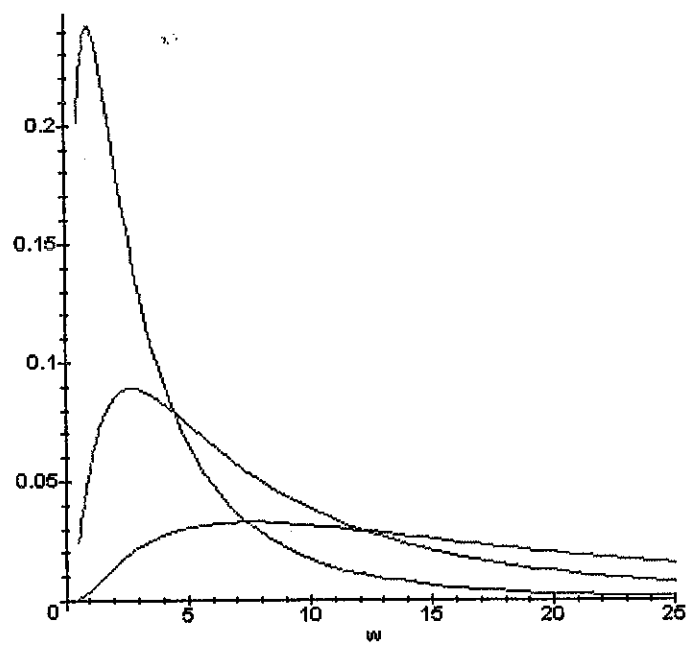
Við mat á launadreifingu þarf að ákvarða hvort nota eigi stikafríar eða stikaðar (*e. non-parametric* eða *parametric*) matsaðferðir. Hér verður notast við stikaðar aðferðir. Það er vel þekkt að líkja megi eftir launadreifingu með log-normaldreifingunni. Log-normaldreifingu hendingarinnar W er lýst í jöfnu (2.10) þar sem hendingin X er normaldreifð:

$$X \sim N(\mu, \sigma^2) \text{ , } W = e^X \quad (2.10)$$

Einkennum log-normal dreifingarinnar er lýst á mynd 2.7 og mynd 2.8 fyrir nokkur ólík stikagildi og eins og sjá má er dreifingin ósamhverf. Hún tekur einungis jákvæð gildi líkt og á við um tekjur einstaklinga.



MYND 2.7 Log-normaldreifing með $\mu=2$ og breytilegt staðalfrávik



MYND 2.8 Log-normaldreifing með $\sigma=1$ og breytilegt meðaltal

Eins og sjá má á myndunum er dreifingin mjög breytileg eftir gildum á stikum dreifingarinnar. Þessi dreifing hefur einungis tvo stika og til að meta þá er nauðsynlegt að leiða út þéttifall hendingarinnar W . Til þess er hentugt að líta á dreififall hendingarinnar W sem er lýst í jöfnu 2.11

$$G(w) = P(W \leq w) = P(e^x \leq w) = P(X \leq \ln w), \quad 0 < w$$

p.s.

$$G(w) = \int_{-\infty}^{\ln w} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right], \quad 0 < w \quad (2.11)$$

Með því að taka afleiðu $G(w)$ með tilliti til w , nota reglu Leibniz um afleiðu heildis og að $\ln(w) = x$, fáum við þéttifall W :

$$g(w) = \frac{1}{w\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(\ln w - \mu)^2}{2\sigma^2}\right], \quad 0 < w \quad (2.12)$$

Með þessu þéttifalli má reikna út þéttifall allra athugana (*e. joint density function*):

$$f(\tilde{w} | \mu, \sigma^2) = \prod_s \frac{1}{w_s \sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(\ln w_s - \mu)^2}{2\sigma^2}\right], \quad 0 < w \quad (2.13)$$

Þar sem $\tilde{w}$ er vektor athugana á tímakaupi einstaklinga í viðkomandi starfstétt, w_s eru laun einstaklings, s , í viðkomandi starfstétt og $s = (1, \dots, N)$ þar sem N er fjöldi einstaklinga. Með því að skilgreina þéttifallið sem líkindafall er hægt að meta μ og σ^2 með aðferð hámarkssennileika. Log-sennileikafallið verður því

$$\ell(\mu, \sigma^2 | \tilde{w}) = -\sum_s^N \left(\ln w_s + \frac{(\ln w_s - \mu)^2}{2\sigma^2} \right) - (N \ln \sigma + N/2 \ln 2\pi) \quad (2.14)$$

Með því að taka hlutafleiðu líkindafallsins með tilliti til μ og σ^2 fást eftirfarandi metlar:

$$\hat{\mu} = \frac{1}{N} \sum_s^N \ln w_s, \quad \hat{\sigma}^2 = \frac{1}{N} \sum_s^N (\ln w_s - \hat{\mu})^2 \quad (2.15)$$

Þessir metlar eru notaðir við matið sem lýst var að framan. Að lokum verður að taka tillit til þess að gögnin eru á formi launa fyrir skatt en þegar einstaklingurinn metur

tímavirði sitt þá reiknar hann tímavirði miðað við laun eftir skatt. Í þessu sambandi er tímakaup einfaldlega margfaldað með hlutfalli tekna eftir skatt. Þessi margföldun hefur ekki áhrif á dreifinguna að því leyti að dreifingin verður áfram log-normal þó að hún hliðrist. Það stafar af því að margfeldi tveggja log-normaldreifinga er log-normal. Þar sem verið er að margfalda með fasta má líta á hann sem log-normalhendingu með enga dreifni og þar með hefur margföldunin engin áhrif á tegund dreifingarinnar. Þannig mun launadreifingin endurspegla hrein laun.

Ástæða þess að dreifing launa er oft metin sem log-normal má að einhverju leyti rekja til eftirfarandi samhengis. Hugsum okkur að launamunur milli einstaklinga séu hlutfallsleg við laun annars einstaklingsins. Þ.a.

$$W_j - W_{j-1} = \varepsilon_j W_{j-1} \quad \text{og} \quad \varepsilon_j \sim \text{iid} \quad (2.16)$$

Þessa jöfnu má umrita þannig

$$\frac{W_j - W_{j-1}}{W_{j-1}} = \varepsilon_j. \quad (2.17)$$

Með samlagningu og með nokkurri nálgun fæst:

$$\sum_{j=0}^N \frac{W_j - W_{j-1}}{W_{j-1}} \approx \int_{W_0}^{W_N} \frac{dW}{W} = \log(W_N) - \log(W_0), \quad (2.18)$$

Þar sem

$$\log(W_N) = \log(W_0) + \varepsilon_1 + \dots + \varepsilon_N \quad (2.19)$$

Þar með er lógaritmi launa summa óháðra hendinga og er því normal-dreifður samkvæmt miðleitinisetningunni (e. *central limit theorem*). Þar af leiðir að ofangreind lýsing ætti við um laun væru þau log-normaldreifð.

Svo vikið sé aftur að metlunum í jöfnu (2.15) er ljóst að eingöngu er hægt að nota metlana í þeim tilfellum þar sem gögn fyrir launadreifingu eru til staðar. Í sumum tilfellum hefur ekki verið safnað gögnum um tekjudreifingu þessara hópa. Í því tilfalli verður að notast við aðrar aðferðir. Ein aðferð sem hægt er að notast við er að gefa sér fallform dreifingarinnar með almennum hætti. Hugsa mætti sér að launadreifing atvinnurekenda sé að einhverju leyti lík mynd 2.4. Ennfremur er hægt að gefa sér þá forsendu að þeir sem ferðast með flugi, þ.e. þeir sem eru ofan við v_0 ,

séu staddir á niðurhallandi hluta dreifingarinnar og að þannig megi nálga þéttifall fyrir tímavirði þessa hóps ofan við v_0 með fallinu

$$f_i(v) = \frac{\gamma_i}{v^2} \quad (2.20)$$

þar sem γ_i er fasti en v er tímavirði eins og áður. Til að finna γ_i er notast við þá staðreynd að þeir einstaklingar sem ætla á áfangastað i með tímavirði hærra en v_0 ferðast núna með flugi. Þannig gildir að fjölda flugfarþega úr hópi þessara einstaklinga til ákvörðunarstaðar i má lýsa með eftirfarandi jöfnu:

$$\text{Fjöldi flugfarþega} = N_i \int_{v_0}^{\infty} \frac{\gamma_i}{v^2} dv = N_i \frac{\gamma_i}{v_0} \quad (2.21)$$

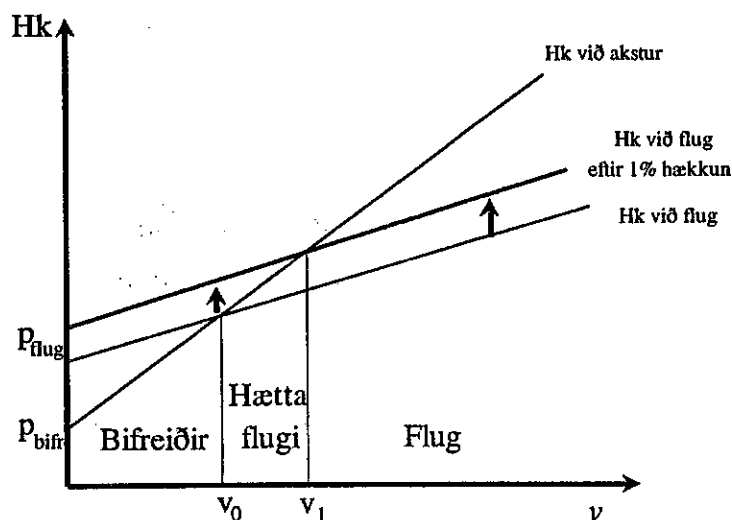
Þar með er hægt að reikna $(N_i \gamma_i)$ fyrir hvern áfangastað. Með þessa niðurstöðu er búið að reikna út hið skalaða þéttifall og því hægt að nota það við þá útreikninga sem lýst er að framan.

2.5 Verðteygni eftirspurnar í innanlandsflugi

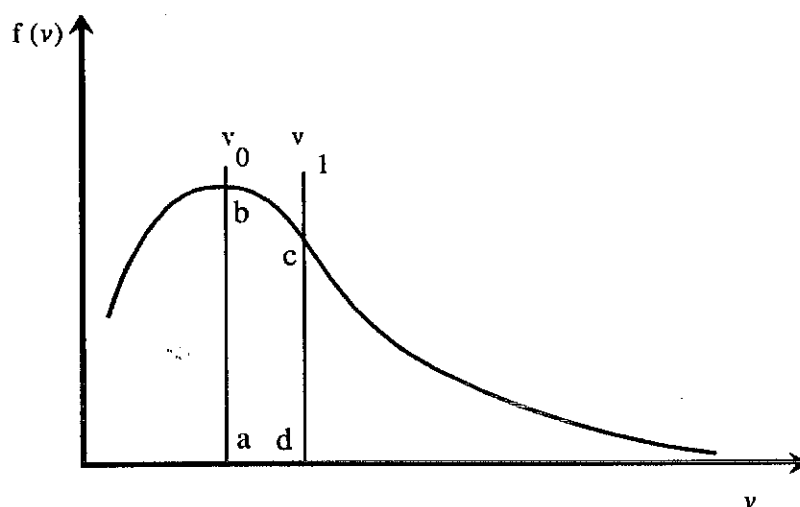
Líkanið sem hér er sett fram er hægt að nýta á marga vegu og gefur það möguleika á mörgum ólíkum svörum. Dæmi um þetta er að hægt er að reikna út verðteygni eftirspurnar í innanlandsflugi. Verðteygni sem lauslega má skilgreina sem prósentubreytingu eftirspurnar við eins prósents breytingu í verði er skilgreind sem stærðin:

$$E_{Q,P} = \frac{\partial Q}{Q} \cdot \frac{P}{\partial P} \approx \frac{\% \text{ magnbreyting}}{\% \text{ verðbreyting}} \quad (2.22)$$

Undir venjulegum kringumstæðum er erfitt að meta þessa stærð þar sem nauðsynlegt er að þekkja eftirspurnarfallið. Með einföldum hætti er hægt að reikna verðteygni út frá forsendum líkansins sem hér hefur verið sett fram. Á mynd 2.9 og mynd 2.10 er lýst áhrifum eins prósents almennrar verðhækkunar flugfargjalds á eftirspurn.



MYND 2.9 Áhrif verðhækkunar á innanlandsflug



MYND 2.10 Samdráttur innanlandsflugs í kjölfar verðhækkunar

Eins og sjá má á mynd 2.9 mun heildarkostnaðarlína flugs hliðrast upp í kjölfar 1% verðhækkunar, hliðrun skurðpunkts við y -ás endurspeglar hækkun p_{flug} um 1%. Við þessa breytingu mun skurðpunktur heildarkostnaðarlínu áætlunarflugs og heildarkostnaðarlínu bifreiðar færast upp og til hægri sem veldur því að jafnvægistímavirðið hækkar. Á mynd 2.10 má sjá áhrif verðhækkunar á eftirspurn eftir flugi. Fjöldi farþega var áður skilgreindur af svæðinu undir launadreifingunni ofan við v_0 , fjöldi farþega verður nú hins vegar svæðið undir launadreifingunni ofan við v_1 . Þannig er prósentubreytingin hlutfallið milli svæðisins $abcd$ og svæðis sem afmarkast af launadreifingunni ofan við v_0 . Með samskonar útreikningi og lýst var í

jöfnu (2.8) má reikna út samdrátt í eftirspurn eftir flugi fyrir alla tekjuhópana, leggja saman og reikna út samdrátt á áfangastað.

3. Helstu forsendur líkansins

3.1 Einkabifreið

Ein af mikilvægustu breytum líkansins sem sett er upp í 2. kafla er jafnvægisgildi tímavirðis (jafna 2.4). Jafnan gerir auðvelt um vik að reikna v_0 fyrir nokkra áfangastaði, að gefnu því að nauðsynleg gögn um breyturnar p_{flug} , p_{bifr} , t_{bifr} , t_{flug} liggi fyrir. Enn fremur þarf að meta tímavirðisdreifingu farþega í innanlandsflugi til að hægt sé að spá fyrir um breytingar á farþegafjölda í kjölfar breytinga á ytri stikum líkansins. Til þess að þetta sé mögulegt þurfa að liggja fyrir ýmis gögn auk nokkurra forsendna. Hér er leitast við að birta helstu gögn auk forsendna á sem skýrastan hátt.

3.1.1 Ferðatími og aksturskostnaður

Þeir áfangastaðir sem hér eru skoðaðir eru núverandi áfangastaðir Flugfélags Íslands hf. og Íslandsflugs hf. Í töflu 3.1 eru fjarlægðir sem liggja til grundvallar við útreikning á ferðatíma.

TAFLA 3.1 *Fjarlægðir og ferðatími þegar ekið er með bifreið*

Áfangastaður	Fjarlægð	Ferðatími í klst.
Vestmannaeyjar	60 km	04:10
Þingeyri	471 km	06:42
Sauðárkrókur	363 km	05:12
Flateyri	524 km	07:26
Ísafjörður	536 km	07:36
Akureyri	432 km	06:10
Siglufjörður	445 km	06:20
Húsavík	523 km	07:25
Egilsstaðir	710 km	10:01
Höfn í Hornafirði	450 km	06:25

Heimild: Útreikningar Hagfræðistofnun

Til að reikna út ferðatíma með einkabifreið er deilt í vegalengd frá miðbæ brottfararstaðar til miðbæjar áfangastaðar með 80 sem er áætlaður meðalhraði bifreiða, mældur í km/klst. Við aksturstímann sem þannig fæst er bætt 20 mínútna aksturshvöld fyrir hverja þrjá tíma sem eknir eru. Upplýsingar um vegalengd og meðalhraða eru fengnar frá Vegagerðinni. Á ýmsum leiðum þarf að taka tillit til fleiri þátta en þeirra reiknireglna sem hér eru nefndar. Helst á það við um leiðina frá Reykjavík til Vestmannaeyja. Á þeirri leið þarf að nota Herjólf, ferjuna sem er í

flutningum frá meginlandinu til Eyja. Ferðin frá Reykjavík til Þorlákshafnar tekur tæplega klukkustund með einkabifreið. Áætlað er að farþegar Herjólfss séu mættir í ferjuna a.m.k. 30 mínútum fyrir brottför og siglingin taki 2 tíma og 45 mínútur. Að lokum er reiknað með að það taki 15 mínútur að fara frá borði og á áfangastað.

TAFLA 3.2 *Kostnaður á ekinn kílómetra*

Verðflokkur (kr.)	1.350.000	<i>C: Bílastæðagjöld, þríf o.fl.</i>	
Þyngd (kg)	1.050	Bílastæðakostnaður	5.700
Eyðsla (l/100 km)	9	Þríf	12.600
Tryggingaflokkur	2	Kostnaður á ári	18.300
Eignarár	5	Kostnaður á km	1,22
Akstur á ári (km)	15.000	A+C á km	13,20
<i>A: Kostnaður vegna notkunar</i>		<i>D: Verðmætarýrnun</i>	
Bensín, kostnaður pr. lítra	72	Verðmætarýrnun á ári	9,6%
Bensín, heildarkostnaður	97.200	Verðmætarýrnun á ári (kr.)	129.600
Viðhald og viðgerðir	61.000	Kostnaður á km	8,64
Hjólbarðar	21.500	A+B+C+D á km	28,49
Kostnaður á ári	179.700	<i>E: Fjármagnskostnaður</i>	
Kostnaður á km	11,98	Raunvextir	6%
<i>B: Tryggingar, skattar og skoðun</i>		Vaxtakostnaður 6%	61.560
Tryggingar	86.200	Kostnaður á km	4,10
Skattar og skoðun	13.500		
Kostnaður á ári	99.700	Heildarkostnaður á ári	488.860
Kostnaður á km	6,65	Heildarkostn. á km	32,59
A+B á km	18,63		

Heimild: Félag íslenskra bifreiðaeigenda

Við útreikning á kostnaði við að reka einkabifreið er stuðst við útreikninga FÍB á bifreiðarkostnaði árið 1996, sjá töflu 3.2. Gert er ráð fyrir að neytendur eigi einkabifreið. Þetta gerir það að verkum að einungis er tekið tillit til breytilegs kostnaðar til skamms tíma, þ.e. kostnaðar vegna bensíns, hjólbarða, bílastæða, þrifa, viðhalds og viðgerða. Eða liða A og B í töflu 3.2. Annar kostnaður telst ekki með þar sem einstaklingurinn telst hafa stofnað til hans áður en ferðaákvörðun er tekin og telst hann því sokkinn. Við framkvæmd kostnaðar-/ábatagreiningar hjá Vegagerðinni er reiknað með að 1,95 manns séu í bifreið að meðaltali og við þá tölu er notast hér. Því er deilt með 1,95 í kostnað á ekinn kílómetra til að fá aksturskostnað á einstakling.

3.1.2 Breytingar á vegakerfi

Á næstu árum eru fyrirhugaðar ýmsar endurbætur á íslenska vegakerfinu sem gera munu það að verkum að leiðir munu styttest. Ein veigamesta breytingin er opnun Hvalfjarðarganga í júlí 1998 sem veldur því að leiðin milli Reykjavíkur og Akureyrar styttest um 42 kílómetra. Þar sem Vegagerðin býr við nokkra óvissu hvað varðar fjárveitingar frá ríkinu eru framkvæmdir flokkaðar eftir því hversu líklegt er að þær nái fram að ganga. Í töflu 3.3 eru birtar tölur yfir fjarlægð frá Reykjavík til nokkurra staða á landinu eftir því hversu mikið af áætlunum Vegagerðarinnar nær fram að ganga.

TAFLA 3.3 *Breytingar vegalengda frá Reykjavík í kjölfar samgöngubóta*

Áfangastaður	Lengdarbreytingar				
	1.1 97	A	B	C	D
		Fyrirsjáanlegar	Líklegar	Hugsanlegar	Ólíklegar
Akureyri	431 km	389 km	389 km	389 km	378 km
Sauðárkrúkur	361 km	319 km	319 km	319 km	308 km
Húsavík	522 km	480 km	480 km	478 km	467 km
Egilsstaðir um Norðurland	699 km	653 km	653 km	653 km	642 km
Egilsstaðir um Suðurland	697 km	697 km	680 km	676 km	616 km
Þingeyri, Steingröfj., Djúp	580 km	538 km	538 km	500 km	500 km
Þingeyri, Þorskafj., Djúp	543 km	484 km	484 km	484 km	484 km
Þingeyri, Vestfjv. (Dynj.h)	469 km	410 km	410 km	405 km	405 km
Ísafjörður, Steingröfj., Djúp	538 km	496 km	496 km	458 km	458 km
Ísafjörður, Þorskafj., Djúp	501 km	442 km	442 km	442 km	442 km
Ísafjörður, Vestfjv. (Dynj.h)	517 km	458km	458 km	453 km	453km
Höfn í Hornafirði	459 km	459 km	442 km	442 km	442 km

Heimild: Vegagerðin

Til að átta sig betur á því um hvaða framkvæmdir sé að ræða er í töflu 3.4 sýnd staðsetning þeirra framkvæmda sem stytta vegalengdir á þjóðvegum landsins.

TAFLA 3.4 *Styttingar á leiðum flokkaðar eftir staðsetningu framkvæmda*

	Þjóðvegur nr.	Staðsetning og stytting
A. Fyrirsjáanlegar (eftir 1-2 ár)		
	1	Hvalfjörður 42 km
	60	Gilsfjörður 17 km
	1	Við Grímsstaði á Fjöllum 4 km
B. Líklegar	1	Um Svínafell í Örfum 4 km
	1	Hornafjarðarfljót 11 km
C. Hugsanlegar	1	Berufjörður 4 km
	60	Gufufjörður 5 km
	60/61	Um Arnkötuldal 21 km
	85	Skjálfandafljót 2 km
D. Ólíklegar	1	Um Auðkúlu (sunnan Blönduóss) 11 km
	939	Axarvegur 60 km
Heimild: Vegagerðin		

3.2 Flug

Til að reikna út ferðatíma í flugi er notaður flugtími að viðbættum þeim tíma sem það tekur að ferðast frá brottfararstað til flugvallar og frá flugvelli á leiðarenda. Flugtími er byggður á mælingum Flugfélags Íslands hf. og Íslandsflugs hf. á flugtíma flugvéla sinna í innanlandsflugi. Þegar reiknaður er út tíminn sem fer í að komast á flugvöll frá brottfararstað er gert ráð fyrir að einstaklingur aki frá flugvelli til miðbæjar þess kjarna sem flugvöllurinn þjónar. Gert er ráð fyrir að meðalhraði bifreiða innan þessa svæðis sé 60 km á klukkustund. Þá er reiknað með því að farþegi sé mættur á flugvöll 30 mínútum fyrir brottför. Tíminn sem það tekur að endurheimta farangur við komu og yfirgefa flugvöll er áætlaður 25 mínútur. Samkvæmt þessum forsendum og gögnum er áætlaður ferðatími með innanlandsflugi eins og birt er í töflu 3.5.

TAFLA 3.5 *Ferðatími í innanlandsflugi*

Áfangastaður	Ferðatími
Vestmannaeyjar	01:48
Þingeyri	01:47
Sauðárkrókur	02:03
Flateyri	02:35
Ísafjörður	02:05
Akureyri	02:08
Siglufjörður	02:17
Húsavík	02:24
Egilsstaðir	02:20
Höfn í Hornafirði	02:26
Heimild: Flugfélag Íslands hf. og Íslandsflug hf.	

Í 2. kafla kemur fram að nauðsynlegt sé að búa yfir gögnum um fjölda flugfarþega á áfangastaði til að skala til launadreifingar. Í töflu 3.6 er fjöldi flugfarþega á áfangastaði sýndur. Um er að ræða samanlagðan fjölda flugfarþega Íslandsflugs hf. og Flugfélagi Íslands hf. árið 1995.

TAFLA 3.6 *Fjöldi flugfarþega í innanlandsflugi*

Áfangastaður frá Reykjavík	Farþegar
Vestmannaeyjar	47.488
Þingeyri	2.518
Sauðárkrókur	9.038
Flateyri	4.026
Ísafjörður	45.303
Akureyri	116.596
Siglufjörður	6.264
Húsavík	10.087
Egilsstaðir	46.747
Höfn í Hornafirði	14.932
Samtals:	309.168

Heimild: Flugfélag Íslands hf. og Íslandsflug hf.

Í tengslum við töflu 3.6 er áhugavert að skoða fjölda flugfarþega pr. íbúa á landinu. Að öðru jöfnu má búast við að íbúar staða sem eru langt frá Reykjavík eða eru óaðgengilegir bílaumferð nýti flug frekar en aðrir íbúar.

TAFLA 3.7 *Hlutfall farþega af íbúum 1995*

Svæði:	Farþegar á hvern íbúa
Reykjavík	2,04
Patreksfjörður og Bíldudalur	6,72
Ísafjörður, Flateyri og Þingeyri	10,37
Hólmavík og Gjógur	2,22
Sauðárkrókur og Siglufjörður	2,21
Akureyri, Húsavík, Mývatn og Grímsey	6,56
Kópasker, Raufarhöfn, Þórshöfn og Vopnafjörður	2,86
Egilsstaðir, Norðfjörður, Borgarfjörður og Breiðdalsvík	6,43
Hornafjörður	5,37
Vestmannaeyjar	15,72
Vegið meðaltal:	2,86

Heimild: Flugmálastjórn

Athyglisvert er að Vestmannaeyjar hafa mestan fjölda farþega á hvern íbúa. Vegna staðsetningar eyjanna og þar sem ferðir með Herjólfri taka langan tíma í samanburði við flug hafa flugsamgöngur hlutfallslega yfirburði yfir bifreiðar. Einnig ber að vekja athygli á því í töflu 3.7 hvernig hlutfallið hækkar því fjær sem dregur frá Reykjavík með fáeinum undantekningum þó. Þannig er hlutfallið á Sauðárkróki og Siglufirði mjög lágt enda tiltölulega greið leið til höfuðborgarinnar frá þessum stöðum.

Við útreikning á p_{flug} , þ.e. öðrum kostnaði við flug, er stuðst við meðalflugfargjald að viðbættum kostnaði við akstur til og frá flugvelli. Með upplýsingum frá Flugfélagi Íslands og Íslandflugi er reiknað út vegið meðalfargjald í samræmi við markaðshlutdeild flugfélaganna árið 1996. Við þessa tölu er síðan bætt aksturskostnaði til og frá flugvelli. Annar kostnaður, p_{flug} , við flug á hvern áfangastað er birtur í töflu 3.8.

TAFLA 3.8 *Kostnaður við flug*

Áfangastaður	Annar kostnaður við flug
Vestmannaeyjar	2.848,-
Þingeyri	3.636,-
Sauðárkrókur	4.263,-
Flateyri	4.125,-
Ísafjörður	4.602,-
Akureyri	4.916,-
Siglufjörður	4.562,-
Húsavík	5.302,-
Egilsstaðir	5.313,-
Höfn í Hornafirði	5.052,-

3.3 Greining ferðahraða og ferðatíma

Áhugavert getur verið að bera saman ferðatíma í flugi og með einkabifreið. Á mynd 3.1 er borinn saman heildarferðatími eftir því hvort farið er með áætlunarflugi eða einkabifreið milli staða sem eru í 90 til 410 km loftlínufjarlægð hvor frá öðrum. Einn kílómetri í loftlínufjarlægð svarar til 1,65 km til 1,95 km á landi. Þetta hlutfall fæst með því að bera saman fjarlægð á landi við loftlínu. Ferlarnir eru byggðir á niðurstöðum aðfallsgreiningar þar sem ferðatíminn er settur fram sem fall af vegalengdinni. Niðurstöður aðfallsgreiningarinnar fyrir bifreiðar eru birtar í jöfnu 3.1 þar sem tölur í svigum tákna t -gildi.

$$\log(t_{bifr.}) = -17,56 - 0,0015 \cdot \log(\text{loftlínufjarlægð}) \quad R^2 = 0,79 \quad (3.1)$$

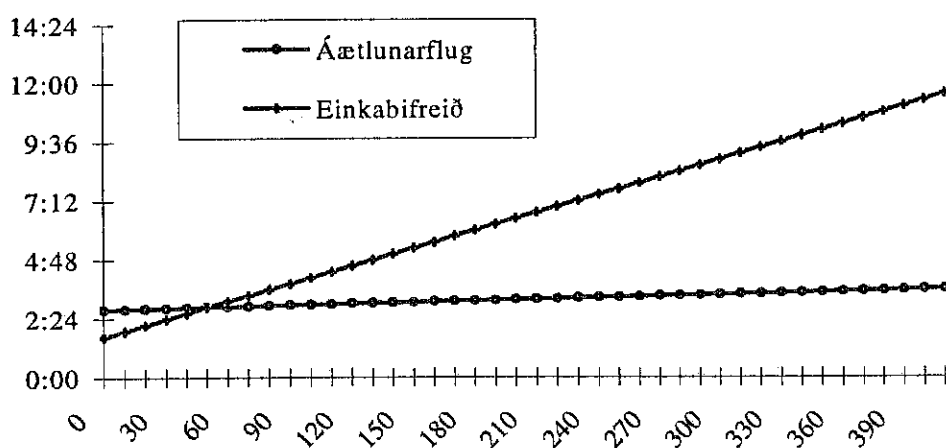
(17,11) (-7,09)

Mat fyrir samskonar jöfnu fyrir flug er birt í jöfnu 3.2.

$$\log(t_{flug}) = -1,13 - 0,0004 \cdot \log(\text{loftlínufjarlægð}) \quad R^2 = 0,32 \quad (3.2)$$

(-27,65) (-2,49)

Þegar farnar eru leiðir innanlands sem eru mjög stuttar er heildarferðatími minnstur ef farið er með bifreið. Hins vegar er heildarferðatími minnstur ef ferðast er með áætlunarflugi á lengri leiðum. Ástæða þessa er sú að hálendi Íslands og vogskorin strönd valda því að engar beinar hraðbrautir tengja saman fjarlæga landshluta eins og alþjóð veit. Á lengri vegalengdum er flugið því hentugur ferðamáti tímalega séð. Fluginu fylgir nokkur fastur tímakostnaður sem felst í biðtíma á flugvelli við komu, brottför og akstri til og frá flugvelli. Á skemmri vegalengdum er þessi tími stærsti hluti heildartímans. Vegna hraða flugvéla og smæðar landsins vegur flugtíminn sjaldnast mikið í heildarferðatímanum. Þannig er hlutfall flugtíma af heildarferðatíma á leiðinni Reykjavík-Egilsstaðir 44 af hundraði. Af þessum sökum er ferill heildarflugtíma nær láréttur á mynd 3.1. Þegar litið er á tímaferil bifreiða sést að hann er upphallandi og kúptur. Vegalengdin skiptir þarna meginmáli. Eftir því sem fjær dregur Reykjavík verður vegakerfið krókóttara, vogskornar strendur og minna um beina vegakafla sem gerir það að verkum að ferillinn verður kúptur. Ef birtur væri hraðaferill vegalengdar fyrir bifreiðar væri hann því að öllum líkindum hvelfdur.



MYND 3.1 Samband lofilínu og ferðatíma

3.4 Launadreifing

Í þessum kafla eru gerð skil öllum þeim atriðum í líkaninu sem varða launadreifingu. Þrjú atriði skipta hér meginmáli. Í fyrsta lagi þarf að nálgast vitneskju um skiptingu fólks eftir stéttum í innanlandsflugi, þá þarf að fá gögn yfir uppsafnaða launadreifingu þessara stétta og að lokum þarf að beita þeim matsaðferðum sem fjallað var um í 2.

kafla á þessi gögn. Efnisumfjöllunin fylgir þessari röð. Flugleiðir létu gera skoðanakönnun í flugvélum sínum á leiðum innanlands í mars-apríl 1996. Meðal spurninga sem þar voru lagðar fram var: Hvert er starf þitt? Niðurstöðurnar má lesa í töflu 3.9.

TAFLA 3.9 Niðurstöður skoðanakönnunar Flugleiða

Stéttir	Hlutfall
Nemi	17,3%
Skrifstofustarf	15,5%
Faglært við opinbera þjónustu	10,5%
Atvinnurekandi	10,2%
Sérfræðingur í einkageira	8,2%
Faglært iðnaðarstarf	7,8%
Verkamaður	7,6%
Sérfræðingur í ríkisgeira	5,9%
Sjómaður eða bóndi	5,7%
Heimavinnandi	4,7%
Einfalt þjónustu- eða afgreiðslustarf	4,6%
Annað	2,2%
Samtals:	100,0%

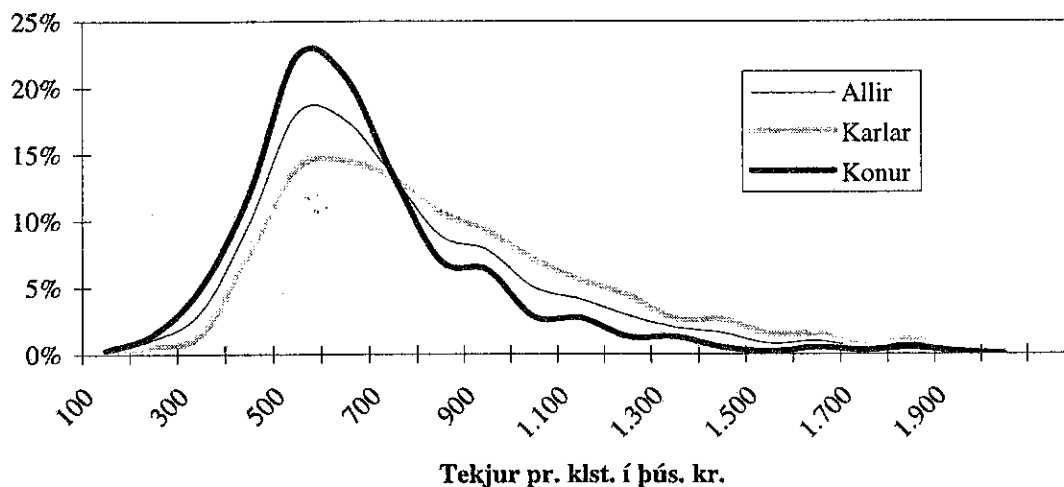
Heimild: Flugleiðir hf.

Næsta skref er að afla gagna um launadreifingu þessara hópa og ákvarða fyrir hvaða hópa launadreifing er ekki til og nota þá aðferð sem tilgreind er í 2. kafla. Í töflu 3.9 eru birt þau gögn sem liggja til grundvallar mati á launadreifingu. Upphaflega var ætlunin að nota gögn frá Kjararannsóknarnefnd opinberra starfsmanna, Kjararannsóknarnefnd ASÍ og VSÍ. Þar sem ekki voru til staðar gögn yfir heildarlaun ásamt heildarvinnutíma hjá þessum aðilum var ákveðið að nota þess í stað niðurstöður könnunar Félagsvísindastofnunar H.Í. frá árinu 1996. Auk þessarar könnunar var notast við niðurstöður kjarakönnunar á vegum Félags viðskipta- og hagfræðinga. Gögnin sem liggja til grundvallar eru birt í viðauka. Í gögnunum er að finna upplýsingar um heildarlaun hópanna og heildarvinnutíma.

TAFLA 3.10 *Uppruni gagna sem liggja til grundvallar við mat á launadreifingu*

Stéttir	Uppruni
Nemi	Sköluð fyrirframgefin dreifing
Skrifstofustarf	Skrifstofustarf skv. könnun Félagsvísindastofnunar
Faglært við opinbera þjónustu	Sköluð fyrirframgefin dreifing
Atvinnurekandi	Stjórn./Embættism. skv. könnun Félagsvísindast.
Sérfræðingur í einkageira	Félag viðskipta- og hagfræðinga
Faglært iðnaðarstarf	Iðnaðarmenn skv. könnun Félagsvísindastofnunar
Verkamaður	Verkamenn skv. könnun Félagsvísindastofnunar
Sérfræðingur í ríkisgeira	Sérfræðingur skv. könnun Félagsvísindastofnunar
Sjónmaður eða bóndi	Sjómenn og bændur skv. könnun Félagsvísindast.
Heimavinnandi	Sköluð fyrirframgefin dreifing
Einfalt þjónustu- eða afgreiðslustarf	Afgreiðslufólk skv. könnun Félagsvísindast.
Annað	Sköluð fyrirframgefin dreifing

Á mynd 3.2 má sjá niðurstöður um launadreifingu tímakaups allra einstaklinganna sem svöruðu spurningum um tekjur og vinnutíma, alls u.þ.b. 1260 manns. Á x-ás eru birtar upplýsingar um tímakaup fyrir skatt, á y-ás eru hlutföll einstaklinganna.



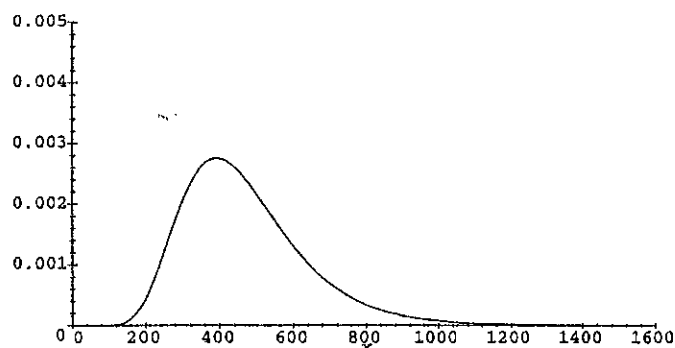
MYND 3.2 *Dreifing tekna pr. klst. hjá körlum og konum*

Með því að nota metlana úr jöfnu (2.15) í 2. kafla eru stikarnir í log-normaldreifingunni metnir fyrir ofangreinda hópa. Í töflu 3.10 eru birtar niðurstöður matsins

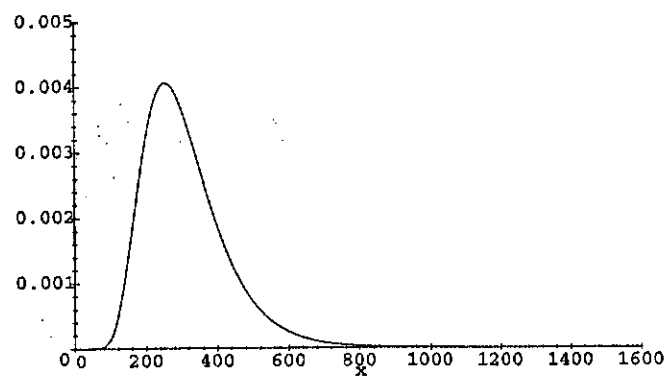
TAFLA 3.10 Niðurstöður mats á stikum log-normal fyrir tekjuhópa

Stéttir	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}^2$
Iðnaðarmenn	6,09	0,12
Verkafólk	5,67	0,13
Afgreiðslufólk	5,66	0,09
Skrifstofufólk	5,88	0,07
Sérfræðingar í einkageira	6,79	0,09
Sérfræðingar	6,03	0,16
Bændur	5,09	17,10
Stjórnendur/Embættismenn	6,15	0,22
Sjómenn	5,99	0,15

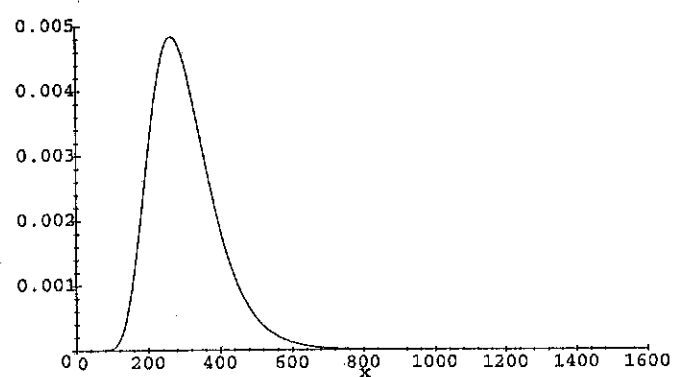
Með innsetningu þessara stuðla í þéttifall log-normaldreifingarinnar eru allar forsendur til staðar og þar með er hægt að framkvæma það mat sem lagt var upp með í 3. kafla. Á myndum 3.3 – 3.10 má sjá metna launadreifingu starfsstéttanna sem gefnar eru upp í töflu 3.8 fyrir árið 1996. Með því að nota metlana í jöfnu (1.15) í 2. kafla eru dregin upp metin þéttiföll (e. *density functions*) launadreifinga tímakaups eftir tekjuskatt. Myndirnar eru allar á sama formi: Á x -ás er tímakaup eftir skatta og á y -ás er metið þéttifall þess hóps er um ræðir.



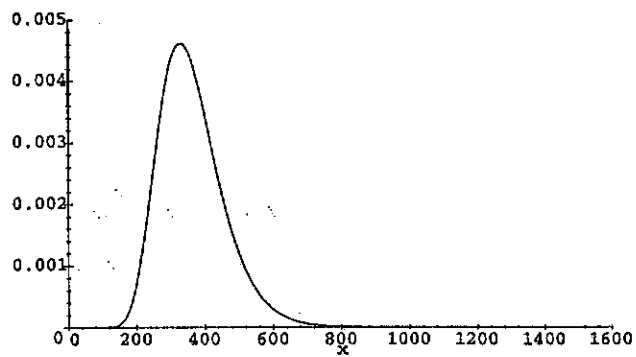
MYND 3.3 Metin launadreifing tímakaups iðnaðarmanna



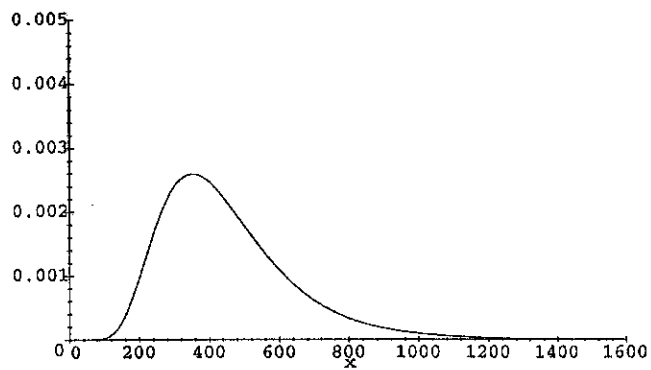
MYND 3.4 Metin launadreifing tímakaups verkafólks



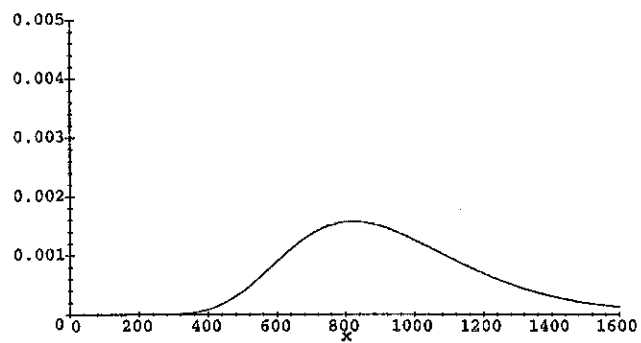
MYND 3.5 Metin launadreifing tímakaups afgreiðslufólks



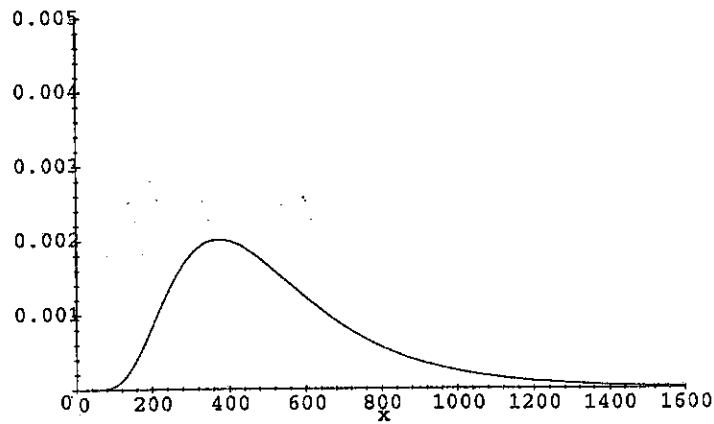
MYND 3.6 Metin launadreifing tímakaups skrifstofufólks



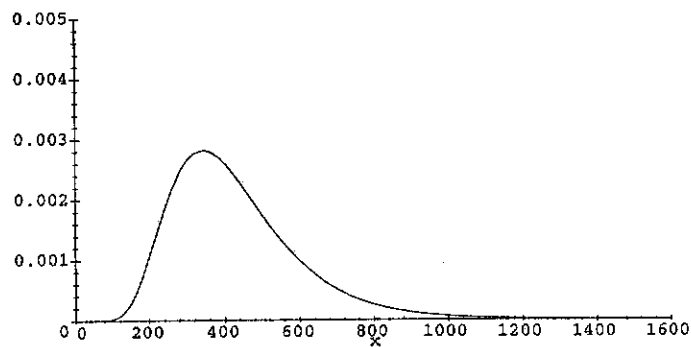
MYND 3.7 Metin launadreifing tímakaups sérfræðinga



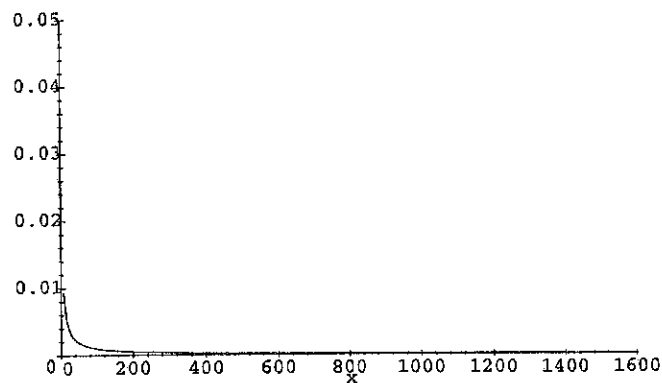
MYND 3.8 Metin launadreifing sérfræðinga í einkageira



MYND 3.9 Metin launadreifing tímakaups stjórnenda/embættismanna



MYND 3.10 Metin launadreifing tímakaups sjómanna



MYND 3.11 Metin launadreifing tímakaups bænda

Þegar lögum myndanna er skoðuð kemur í ljós að tekjulágir hópar hafa mestan massa við lágt tímakaup og tekjuháir hópar hafa mestan massa við hærra tekjustig. Einnig er athugunarvert að staðalfrávik tekjuhærri hópanna er hærra en hjá tekjulægri hópunum.

4. Niðurstöður

4.1 Jafnvægisgildi tímavirðis

Jafnvægisgildi tímavirðis gefur það tímavirði sem einstaklingur hefur ef hann gerir ekki greinarmun á því að ferðast með flugi eða bifreið. Einstaklingar sem hafa tímavirði sem er hærri en jafnvægistímavirði, ferðast með flugi en þeir sem hafa lægra tímavirði ferðast með bifreið.

TAFLA 4.1 *Jafnvægisgildi tímavirðis*

	Jafngildi v_0
Vestmannaeyjar	248 kr.
Þingeyri	103 kr.
Sauðárkrókur	636 kr.
Flateyri	151 kr.
Ísafjörður	150 kr.
Akureyri	545 kr.
Siglufjörður	428 kr.
Húsavík	364 kr.
Egilsstaðir	84 kr.
Höfn Hornafirði	534 kr.

Þegar taflan er skoðuð er athyglisvert að staðir eins og Vestmannaeyjar, Þingeyri, Flateyri, Ísafjörður og Egilsstaðir hafa fremur lágt v_0 gildi. Ef tafla 3.7 hlutfall farþega á hvern íbúa er skoðuð kemur í ljós að þessir staðir hafa tiltölulega hátt hlutfall yfir fjölda farþega á hvern íbúa samanborið við meðaltalið. Staðir eins og Sauðárkrókur og Siglufjörður hafa aftur á móti tiltölulega hátt v_0 en fjöldi farþega pr. íbúa á Siglufirði og Sauðárkrók er hins vegar lágur líkt og búast má við. Lágt v_0 virðist þannig leiða til hlutfallslega mikils farþegafjölda og hátt v_0 virðist leiða til að farþegafjöldinn verði hlutfallslega lágur. Ekki virðist þó vera hægt að heimfæra niðurstöður töflu 3.7 á niðurstöður um v_0 á Akureyri, Húsavík og Höfn í Hornafirði. Hugsanlegt er að fjöldi ferðamanna til Akureyrar sé hlutfallslega hærri en til annarra staða á landinu og að hjá ferðamönnum sé tímavirðisþátturinn ekki jafnmikilvægur og hjá farþegum í öðrum erindagjörðum að önnur sjónarmið séu þar sterkari. Einnig ber að athuga að upplýsingar úr töflu 3.7 eru fyrir árið 1995 þó líklegt megi teljast að tölurnar breytist lítt milli ára.

4.2 Áhrif breytinga á vegakerfi á flugsamgöngur

Í kafla 2.1 var lýst áhrifum samgöngubóta á jafnvægisgildi tímavirðis. Í töflu 4.2 eru birt jafnvægisgildi tímavirðis ef af samgöngubótum verður. Miðað er við þá kosti sem settir eru fram í 2. kafla. Samkvæmt upplýsingum frá fyrirtækinu Speli hf. mun kostnaður á bifreið að öllum líkindum nema 1000 kr. fyrir akstur í gegnum Hvalfjarðargöng. Þetta er grunngjald en að teknu tilliti til tilboða og afslátta verður reiknað hér með að verðið verði nemi 800 kr. og er tekið tillit til þess við niðurstöður þeirra útreikninga sem hér eru birtir.

TAFLA 4.2 *Jafnvægisgildi tímavirðis*

	Valkostur A	Valkostur B	Valkostur C	Valkostur D
Vestmannaeyjar	248 kr.	248 kr.	248 kr.	248 kr.
Þingeyri	120 kr.	120 kr.	132 kr.	132 kr.
Sauðárkrókur	724 kr.	724 kr.	724 kr.	804 kr.
Flateyri	194 kr.	194 kr.	208 kr.	208 kr.
Ísafjörður	188 kr.	188 kr.	199 kr.	199 kr.
Akureyri	596 kr.	596 kr.	596 kr.	648 kr.
Siglufjörður	459 kr.	459 kr.	459 kr.	505 kr.
Húsavík	379 kr.	379 kr.	417 kr.	451 kr.
Egilsstaðir	84 kr.	103 kr.	108 kr.	187 kr.
Höfn í Hornafirði	534 kr.	599 kr.	599 kr.	599 kr.

Heimild: Útreikningar Hagfræðistofnunar

Eins og sjá má er hér ekki um verulegar breytingar á tímavirði að ræða en áhrifin geta þó verið veruleg þar sem nokkur fjöldi einstaklinga getur haft tímavirði nálægt jafnvægistímavirðinu. Breytingar á tímavirðinu geta því haft töluverð áhrif. Með þeim aðferðum og forsendum sem getið hefur verið hér að framan er hægt að reikna prósentusamdrátt í innanlandsflugi vegna samgöngubóta. Niðurstöður þessara útreikninga eru í töflu 4.3.

TAFLA 4.3 *Spá um prósentusamdrátt innanlandsflugs*

	Valkostur A	Valkostur B	Valkostur C	Valkostur D
Vestmannaeyjar	0%	0%	0%	0%
Þingeyri	5%	5%	8%	8%
Sauðárkrókur	18%	18%	18%	31%
Flateyri	10%	10%	13%	13%
Ísafjörður	9%	9%	11%	11%
Akureyri	12%	12%	12%	22%
Siglufjörður	11%	12%	12%	25%
Húsavík	7%	7%	23%	34%
Egilsstaðir	0%	7%	7%	21%
Höfn í Hornafirði	0%	15%	15%	15%

Heimild: Útreikningar Hagfræðistofnunar

Niðurstöðurnar hér að framan gefa til kynna að samdráttur í innanlandsflugi geti orðið allverulegur í kjölfar ýmissa samgöngubóta. Gera verður nokkra fyrirvara við þessar niðurstöður. Í fyrsta lagi byggir líkanið að verulegu leyti á tímavirði byggðu á launadreifingu. Mikilvægi þess að komast á áfangastað getur haft áhrif á það tímavirði sem einstaklingar meta hverju sinni og getur dregið úr næmni breytinganna ef einstaklingar telja tíma sinn dýrari en endurspeglast í launadreifingu þeirra. Hér skal þó tekið fram að tími virðist vera ein mikilvægasta breytan þegar einstaklingar taka ákvörðun um að nota flugvél. Þannig segjast u.þ.b. 85% aðspurðra í skoðanakönnun Flugleiða hf. í mars 1996 að sú staðreynd að það sé fljótlegra að fljúga liggi einkum að baki því að þeir kjósi flugið fram yfir bílinn.

Einnig skal bent á að líkanið er ekki tímatengt sem leiðir til þess að breytingar eins og hagvöxtur sem hliðrar launadreifingu til hægri munu að öllum líkindum draga úr áhrifum breytinganna á eftirspurn eftir flugi. Þá munu tæknibreytingar og samkeppni í innanlandsflugi að öllum líkindum lækka farmiðaverð, sú þróun mun einnig draga úr áhrifum breytinga í vegakerfinu. Afleiðingar þessarar þróunar má nú þegar sjá á áhrifum þeirra nýju reglna sem tóku gildi þann 1. júlí 1997 og hafa leitt til verulegrar verðlækkunar í innanlandsflugi. Vísbindingarnar sem niðurstöðurnar að ofan gefa eru þó þess eðlis að þær gefa til kynna að mesti samdrátturinn verði á Sauðárkrók þegar miðað er við valkost (a) eða valkost (b). Sauðárkrókur er staður þar sem flug á nú þegar í vök að verjast í samkeppni við bílinn. Staðir eins og Ísafjörður, Akureyri, Siglufjörður og Húsavík virðast vera nokkurn veginn á sama róli með samdrátt í kringum 10%, Þingeyri virðist vera litlu lægri. Ekki er rétt að skoða mikið niðurstöður fyrir valkost (d) enda má telja mjög ólíklegt að nokkurn tíma komi til þeirra framkvæmda.

4.3 Verðteygni eftirspurnar

Í kafla 2.5 var lýst hugmynd að útreikningi á verðteygni eftirspurnar. Niðurstöður útreiknings á verðteygni eru birtar í töflu 4.4.

TAFLA 4.4 Metin verðteygni eftirspurnar

	Verðteygni
Vestmannaeyjar	-3,89
Þingeyri	-2,53
Sauðarkrúkur	-3,44
Flateyri	-2,21
Ísafjörður	-2,24
Akureyri	-3,34
Siglufjörður	-4,70
Húsavík	-5,14
Egilsstaðir	-2,70
Höfn Hornafirði	-3,39

Sé dæmi tekið fyrir Vestmannaeyjar mun hækkun á verði flugmiða um eitt prósent leiða til 3,9% samdráttar í flugi. Það að teygnistuðlarnir séu svo háir sem raun ber vitni bendir til að eftirspurn eftir flugi sé mjög teygin og að allar verðbreytingar hafi mikil áhrif á eftirspurnina. Gera verður fyrirvara við að túlka þessa teygni sem er svokölluð punktteygni sem bilteygni, þ.e. ekki má segja að 10% hækkun farmiðaverðs til Vestmannaeyja leiði til tæps 40% samdráttar í innanlandsflugi. Teygnin gildir einungis fyrir litlar verðbreytingar.

4.4 Niðurstöður

Hér hefur verið sett fram líkan sem ætlað er að meta áhrif breytinga í samgöngumálum á innanlandsflug. Með því að setja fram þá kenningu að tímavirði sé lykilþáttur ákvörðunartöku einstaklinga má reikna út þessi áhrif. Eftirfarandi forsendur gegna lykilhlutverki í þessum útreikningum.

1. Tímakostnaður og annar ferðakostnaður eins og hann er settur fram í líkaninu er eini þátturinn sem hefur áhrif á ferðaákvörðun einstaklinga.
2. Tímavirði einstaklinga ræðst af tímakaupi þeirra.
3. Launadreifing er log-normal.
4. Einstaklingar hafa bifreið til umráða og 1,95 einstaklingur er í hverri bifreið.

Þessar forsendur eru strangar, einkum og sér í lagi 1. forsenda. Ef allir einstaklingar hegða sér skynsamlega er 1. forsenda raunhæf en í raunveruleikanum eru það oft og tíðum aðrir þættir sem ráða ferðaákvörðun. Hugsa má að við ákvarðanatöku séu einstaklingar skynsamir og forsenda 1 haldi en hafi breytilegt tímavirði sem sé ekki endilega í samræmi við 3. forsendu. Telji einstaklingur tímavirði sitt minna en t.d. launatekjur sínar í einstökum tilvikum mun það hliðra dreifingunni til og við það getur

næmni niðurstaðnanna við breytingar á samgöngubótum minnkað. Sennilega ofmetur líkanið áhrif samgöngubóta á landi á flugsamgöngur. Það sést á niðurstöðum útreikninga á teygnistuðlum sem greinilega eru of háir í ljósi lítillar aukningar fjölda farþega í innanlandsflugi, þrátt fyrir verulega lækkun á verði flugmiða. Til þess að sannreyna líkanið þyrfti að kanna betur hvernig einstaklingar hagi ákvarðanatöku. Niðurstöður slíkrar könnunar gætu styrkt grundvöll þess líkans sem hér er sett fram eða varpað ljósi á nýja tegund líkans.

5. Viðaukar

5.1 Viðauki A: Tímavirði

5.1.1 Nytjahámörkun

Einstaklingur leitast við að hámarka eftirfarandi notagildisfall að gefnum ákveðnum hliðarskilyrðum:

$$\begin{aligned} \text{Max}_x \quad & U(x) \\ \text{þ.a.} \quad & px = 0 \quad tx = T \end{aligned} \quad (\text{A.1})$$

þar sem x er vektor athafna einstaklingsins, p er verðvektor, t er tímavektor og T er sá heildartími sem einstaklingurinn hefur til ráðstöfunar. Vandamálið má einnig setja fram á Lagrange-formi:

$$\text{Max}_x \quad U(x) + \lambda(px) + \sigma(T - tx) \quad (\text{A.2})$$

þar sem λ er skuggavirði eigna og σ er skuggavirði tíma. Skilgreinum nú eftirfarandi stærð:

$$C(p, t, \lambda, \sigma, T, x) = \lambda(px) + \sigma(T - tx) \quad (\text{A.3})$$

Vandamálið er þá eftirfarandi:

$$\text{Max}_x \quad U(x) - C(p, t, \lambda, \sigma, T, x) \quad (\text{A.4})$$

5.1.2 Val

Gerum ráð fyrir að einstaklingurinn hafi ákveðið að framkvæma athöfn x en á eftir að ákveða hvernig hann ætlar að framkvæma hana (t.d. keyra Hvalfjarðargöngin í stað þess að fara Hvalfjarðarveginn eða nota flugvél í stað bíls o.s.frv.). Gerum ráð fyrir að notagildið sé fasti. Vandamálið er þá að lágmarka kostnaðinn við x :

$$\text{Min}_{A=0,1} \quad \lambda[p_A A + p_B(1 - A)] - \sigma[T - t_A A - t_B(1 - A)] \quad (\text{A.5})$$

Einföldum vandamálið:

$$\min_{A=0,1} [\lambda p_A + \sigma_A]A + [\lambda p_B + \sigma_B](1-A) \quad (\text{A.6})$$

Lausnin á þessu vandamáli felur í sér :

$$C = p + vt \quad (\text{A.9})$$

fyrir viðkomandi einstakling, sem er einmitt jafna tímakostnaðar (2.2) í 2. kafla.

5.2 Viðauki B: Gögnin

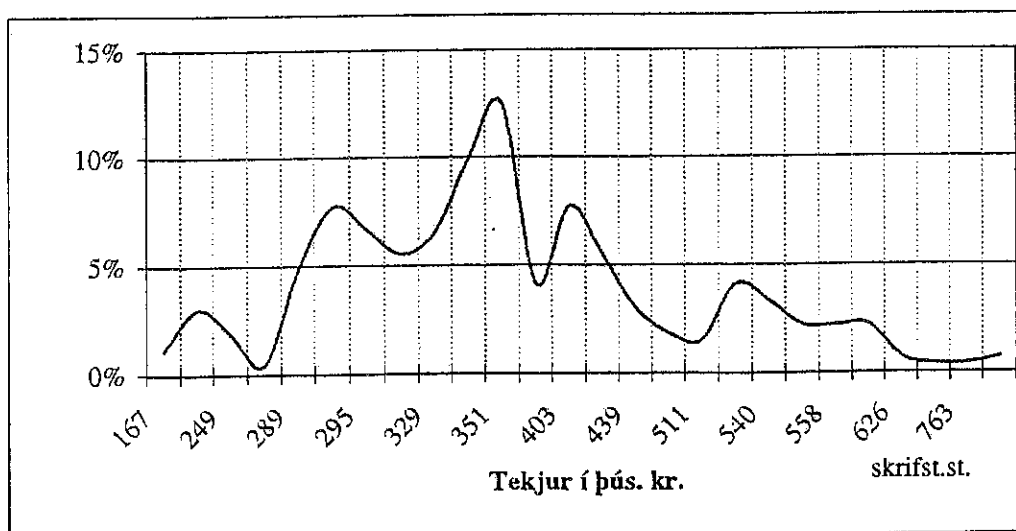
Í þessum viðauka eru birt öll þau gögn sem liggja til grundvallar matinu sem framkvæmt er í þessari skýrslu í töflum B.1-B.8 er um að ræða gögn yfir allar launadreifingarnar sem notaðar voru nema þá sem fengin var frá Félagi viðskipta- og hagfræðinga en hún er trúnaðarmál. Launadreifingarnar eru meðhöndlaðar á þann hátt að í frumgögnum var um að ræða upplýsingar úr könnun á vegum Félagsvísindastofnunar um var að ræða upplýsingar um laun, hlutfall og meðalvinnutíma á viku. Með því að yfirfæra vinnutíma á viku yfir í vinnutíma á mánuði var launum varpað yfir á tímakaup og með því að taka inn skattprósentuna fengust greidd laun eftir skatt. Fyrir neðan útreikninga fyrir hvern hóp er birt tíðnitafla. Þar sem prósenturnar eru lágar og gagnasafnið lítið er staðalfrávik sérhvers hlutfall hátt⁴ og þar með öryggismörkin þannig að lítt er að marka þó lögun grafsins fari ekki alveg saman við lögun log-normal dreifingarinnar. Töflurnar sem koma á eftir töflu B.8 hafa að geyma frumforsendur og útreikninga sem liggja til grundvallar mati á v_0 .

⁴ Staðalfrávik hverrar mælingar er $\sqrt{\frac{p \cdot (1-p)}{n}}$ þar sem n er fjöldi gagna og p er hlutfallið sem um ræðir

Tæknar/skrifstofufólk

				Meðal- vinnutími á viku	Uppræðið	
Launabil	Tímakaup eftir skatt	Hlutfall			Tímakaup eftir skatt	Hlutfall
0	20000	268	0%	5	167	1%
20000	30000	167	1%	20	242	3%
30000	40000	249	2%	18,8	249	2%
40000	50000	242	3%	24,9	268	0%
50000	60000	289	5%	25,5	289	5%
60000	70000	335	10%	26	290	8%
70000	80000	295	7%	34	295	7%
80000	90000	290	8%	39,2	303	6%
90000	100000	329	7%	38,6	329	7%
100000	110000	351	13%	40	335	10%
110000	120000	359	4%	42,9	351	13%
120000	130000	303	6%	55,3	359	4%
130000	140000	403	8%	44,8	403	8%
140000	150000	412	6%	47,1	412	6%
150000	160000	515	4%	40,3	439	3%
160000	170000	439	3%	50,3	459	2%
170000	180000	459	2%	51	511	2%
180000	190000	559	2%	44,3	515	4%
190000	200000	0	0%	0	540	3%
200000	210000	540	3%	50,8	555	2%
210000	220000	626	1%	46	558	2%
220000	230000	558	2%	54	559	2%
230000	240000	684	0%	46	626	1%
240000	250000	0	0%	0	684	0%
250000	260000	511	2%	66,8	763	0%
260000	270000	0	0%	0	778	1%
270000	280000	0	0%	0		
280000	290000	763	0%	50		
290000	300000	0	0%	0	Meðaltal	5,884
300000	310000	778	1%	52,5	Variance	0,065
310000	310000	555	2%	74,8		

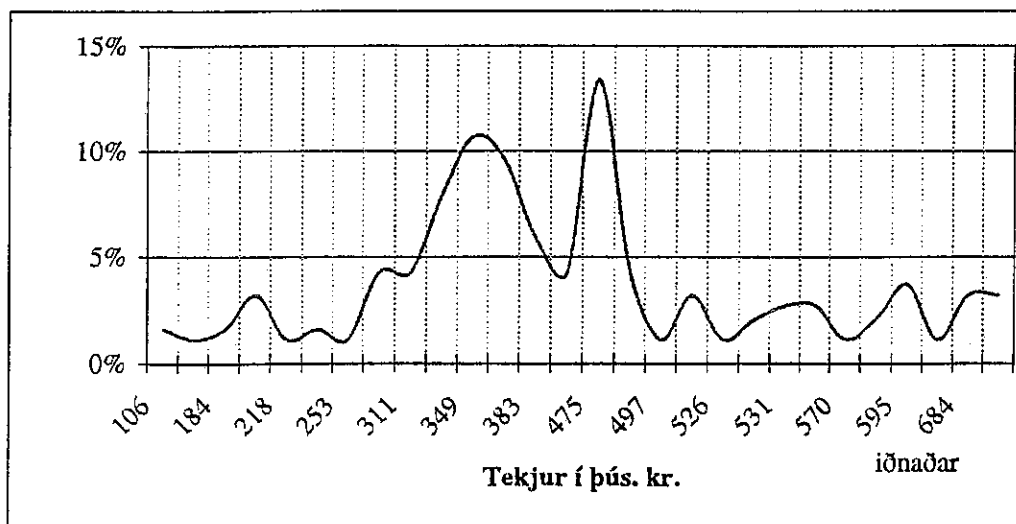
100%



lõnaðarmenn

Launabil		Tímakaup eftir skatt		Meðal- vinnutími á viku	Uppraðað	
					Tímakaup eftir skatt	Hlutfall
0	20000	0	0%	0	106	2%
20000	30000	106	2%	31,7	151	1%
30000	40000	229	2%	20,5	184	2%
40000	50000	151	1%	40	212	3%
50000	60000	184	2%	40	218	1%
60000	70000	218	1%	40	229	2%
70000	80000	212	3%	47,3	253	1%
80000	90000	253	1%	45	254	4%
90000	100000	254	4%	50,1	311	4%
100000	110000	312	8%	45	312	8%
110000	120000	311	4%	49,5	349	11%
120000	130000	349	11%	47,9	365	10%
130000	140000	388	4%	46,6	383	6%
140000	150000	383	6%	50,7	388	4%
150000	160000	365	10%	56,9	475	13%
160000	170000	504	3%	43,8	495	4%
170000	180000	495	4%	47,3	497	1%
180000	190000	531	3%	46,6	504	3%
190000	200000	497	1%	52,5	526	1%
200000	210000	475	13%	57,8	528	2%
210000	220000	0	0%	0	531	3%
220000	230000	528	2%	57	562	3%
230000	240000	562	3%	56	570	1%
240000	250000	570	1%	57,5	574	2%
250000	260000	595	4%	57,4	595	4%
260000	270000	0	0%	0	640	1%
270000	280000	640	1%	57,5	684	3%
280000	290000	526	1%	72,5	684	3%
290000	300000	0	0%	0		
300000	310000	684	3%	59,7	Meðaltal	6,091
310000	310000	574	2%	72,3	Variance	0,122

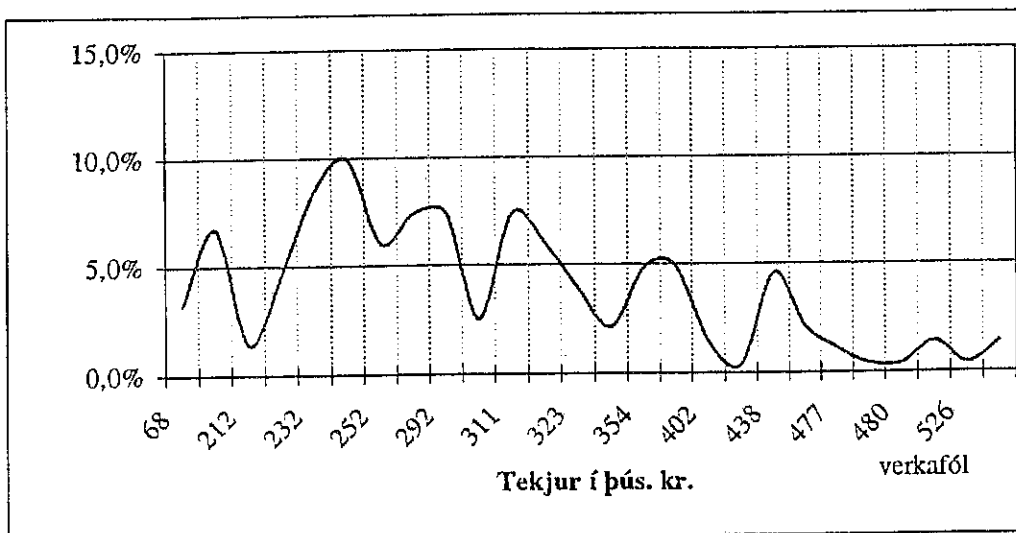
100%



Verkafólk

					Uppraðað	
		Tímakaup		Meðal-	Tímakaup	
Launabil		eftir skatt	Hlutfall	vinnutími á viku	eftir skatt	Hlutfall
0	20000	68	3,20%	19,6	68	3,20%
20000	30000	212	1,40%	15,8	208	6,70%
30000	40000	232	4,60%	20,2	212	1,40%
40000	50000	208	6,70%	28,9	232	4,60%
50000	60000	232	8,50%	31,7	232	8,50%
60000	70000	245	9,90%	35,5	245	9,90%
70000	80000	252	6,00%	39,8	252	6,00%
80000	90000	267	7,40%	42,6	267	7,40%
90000	100000	311	7,40%	40,9	292	7,40%
100000	110000	292	7,40%	48,1	302	2,50%
110000	120000	323	3,90%	47,6	311	7,40%
120000	130000	323	6,00%	51,8	323	6,00%
130000	140000	302	2,50%	59,9	323	3,90%
140000	150000	334	2,10%	58,2	334	2,10%
150000	160000	394	4,90%	52,6	354	4,90%
160000	170000	354	4,90%	62,4	394	4,90%
170000	180000	478	0,40%	49	402	1,40%
180000	190000	444	2,10%	55,8	430	0,40%
190000	200000	402	1,40%	65	438	4,60%
200000	210000	438	4,60%	62,7	444	2,10%
210000	220000	0	0,00%	0	477	1,10%
220000	230000	430	0,40%	70	478	0,40%
230000	240000	0	0,00%	0	480	0,40%
240000	250000	477	1,10%	68,7	512	1,40%
250000	260000	512	1,40%	66,7	526	0,40%
260000	270000	0	0,00%	0	700	1,40%
270000	280000	526	0,40%	70	684	3%
280000	290000	0	0,00%	0	684	3%
290000	300000	0	0,00%	0		
300000	310000	480	0,40%	85	Meðaltal	5,671
310000	310000	700	1,40%	59,3	Variance	0,130

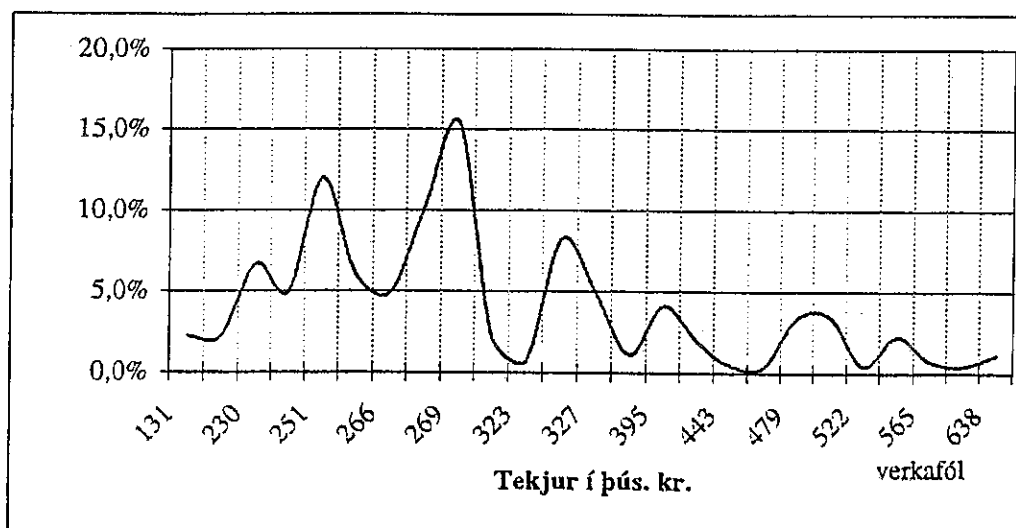
100%



Afgreiðslufólk/Tæknar

					Uppræðað	
Launabil	Tímakaup eftir skatt	Hlutfall	Meðal- vinnutími á viku	Tímakaup eftir skatt	Hlutfall	
0	20000	131	2%	10,2	131	2%
20000	30000	137	2%	24,4	137	2%
30000	40000	231	5%	20,3	230	7%
40000	50000	230	7%	26,2	231	5%
50000	60000	256	6%	28,8	251	12%
60000	70000	251	12%	34,6	256	6%
70000	80000	269	15%	37,3	266	5%
80000	90000	268	10%	42,5	268	10%
90000	100000	266	5%	47,9	269	15%
100000	110000	323	8%	43,5	319	2%
110000	120000	319	2%	48,2	323	1%
120000	130000	327	5%	51,1	323	8%
130000	140000	323	1%	56	327	5%
140000	150000	395	4%	49,1	381	1%
150000	160000	481	3%	43,1	395	4%
160000	170000	433	2%	51	433	2%
170000	180000	562	2%	41,7	443	0%
180000	190000	381	1%	65	463	0%
190000	200000	522	0%	50	479	3%
200000	210000	479	3%	57,3	481	3%
210000	220000	600	0%	48	522	0%
220000	230000	463	0%	65	562	2%
230000	240000	638	1%	49,3	565	1%
240000	250000	0	0%	0	600	0%
250000	260000	0	0%	0	638	1%
260000	270000	443	0%	80	700	1,40%
270000	280000	0	0%	0	684	3%
280000	290000	0	0%	0	684	3%
290000	300000	0	0%	0		
300000	310000	0	0%	0	Meðaltal	5,667
310000	310000	565	1%	73,5	Variance	0,089

100%



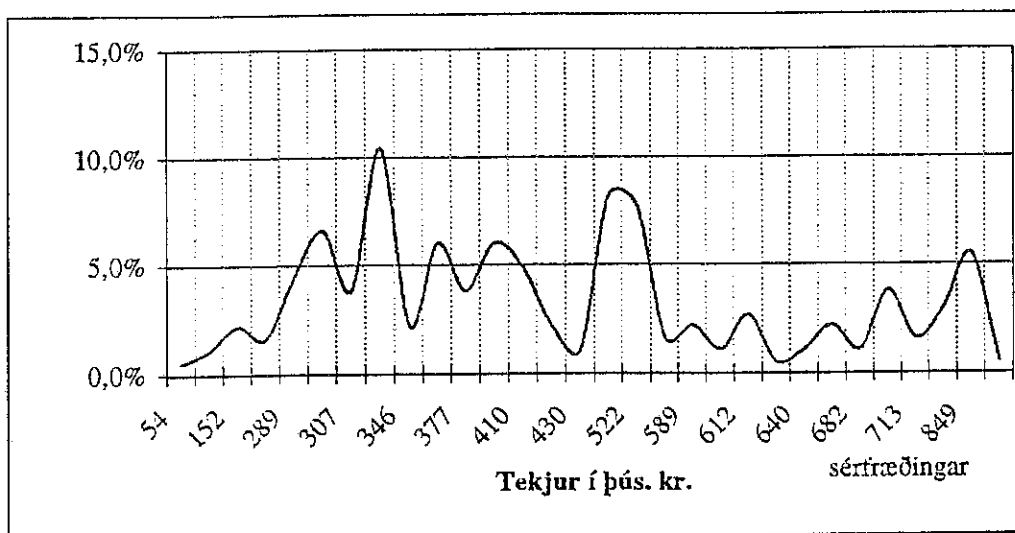
Sérfræðingar

					Uppræðið	
Launabil		Tímakaup eftir skatt	Hlutfall	Meðal- vinnutími á viku	Tímakaup eftir skatt	Hlutfall
0	20000	54	1%	25,0	54	1%
20000	30000	152	2%	22,0	151	1%
30000	40000	937	1%	5,0	152	2%
40000	50000	151	1%	40,0	268	2%
50000	60000	346	2%	21,3	289	4%
60000	70000	268	2%	32,5	298	7%
70000	80000	377	4%	26,6	307	4%
80000	90000	289	4%	39,4	330	10%
90000	100000	298	7%	42,7	346	2%
100000	110000	330	10%	42,6	372	6%
110000	120000	307	4%	50,2	377	4%
120000	130000	372	6%	45,0	404	6%
130000	140000	450	8%	40,2	410	5%
140000	150000	410	2%	47,3	410	2%
150000	160000	404	6%	51,3	430	1%
160000	170000	410	5%	53,9	450	8%
170000	180000	554	2%	42,3	522	8%
180000	190000	679	2%	36,5	554	2%
190000	200000	589	2%	44,3	589	2%
200000	210000	522	8%	52,6	609	1%
210000	220000	640	1%	45,0	612	3%
220000	230000	609	1%	49,5	636	1%
230000	240000	612	3%	51,4	640	1%
240000	250000	713	2%	46,0	679	2%
250000	260000	683	4%	50,0	682	1%
260000	270000	430	1%	82,5	683	3,80%
270000	280000	682	1%	54,0	713	2%
280000	290000	636	1%	60,0	741	3%
290000	300000	0	0%	0,0	849	6%
300000	310000	849	6%	48,1	937	1%
310000	310000	741	3%	56,0		

100%

Meðaltal 6,027

Variance 0,162



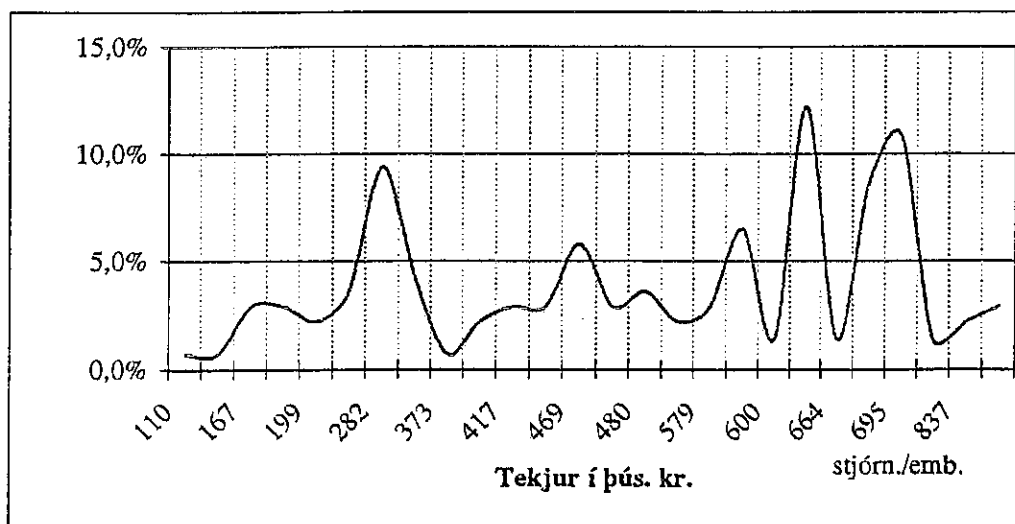
Stjórnendur fyrirtækja/Embættismenn

				Uppræðið		
Launabil		Tímakaup eftir skatt	Hlutfall	Meðal- vinnutími á viku	Tímakaup eftir skatt	Hlutfall
0	20000				110	1%
20000	30000				134	1%
30000	40000				167	3%
40000	50000	110	1%	55	184	3%
50000	60000	134	1%	55	199	2%
60000	70000	167	3%	52	221	4%
70000	80000	184	3%	54,7	282	9%
80000	90000	221	4%	51,6	287	4%
90000	100000	199	2%	64	373	1%
100000	110000	282	9%	49,8	385	2%
110000	120000	385	2%	40	417	3%
120000	130000	478	3%	35	465	3%
130000	140000	287	4%	63	469	6%
140000	150000	761	1%	25,5	478	3%
150000	160000	417	3%	49,8	480	4%
160000	170000	465	3%	47,5	555	2%
170000	180000	469	6%	49,9	579	3%
180000	190000	480	4%	51,6	588	7%
190000	200000	373	1%	70	600	1%
200000	210000	588	7%	46,7	640	12%
210000	220000	600	1%	48	664	1%
220000	230000	579	3%	52	665	9%
230000	240000	555	2%	56,7	695	11%
240000	250000	558	0%	58,8	761	1%
250000	260000	665	9%	51,3	837	2%
260000	270000	887	3%	40	887	2,90%
270000	280000	837	2%	44		
280000	290000	664	1%	57,5		
290000	300000	0	0%	0		
300000	310000	640	12%	63,8		
310000	310000	695	11%	59,7		

100%

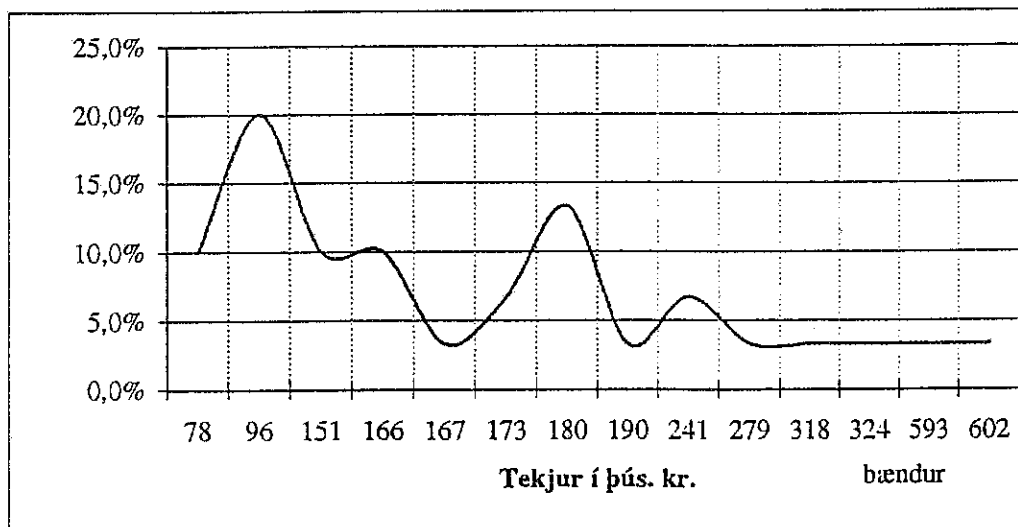
Meðaltal 6,145

Variance 0,226



Bændur

				Uppræðið		
Launabil		Tímakaup eftir skatt	Hlutfall	Meðal- vinnutími á viku	Tímakaup eftir skatt	Hlutfall
0	20000	0	0%	0,0	78	10%
20000	30000	167	3%	20,0	96	20%
30000	40000	78	10%	60,0	151	10%
40000	50000	151	10%	40	166	10%
50000	60000	96	20%	77	167	3%
60000	70000	166	10%	52,5	173	7%
70000	80000	173	7%	58	180	13%
80000	90000	190	3%	60	190	3%
90000	100000	318	3%	40	241	7%
100000	110000	180	13%	78	279	3%
110000	120000	0	0%	0	318	3%
120000	130000	279	3%	60	324	3%
130000	140000	241	7%	75	593	3%
140000	150000	324	3%	60	602	3%
150000	160000	0	0%	0		
160000	170000	0	0%	0		
170000	180000	0	0%	0		
180000	190000	0	0%	0		
190000	200000	0	0%	0		
200000	210000	0	0%	0		
210000	220000	0	0%	0		
220000	230000	602	3%	50		
230000	240000	0	0%	0		
240000	250000	0	0%	0		
250000	260000	0	0%	0		
260000	270000	0	0%	0		
270000	280000	0	0%	0		
280000	290000	0	0%	0		
290000	300000	0	0%	0		
300000	310000	0	0%	0		
310000	310000	593	3%	70		
				100%	Meðaltal 5,095	
					Variance 17,10	



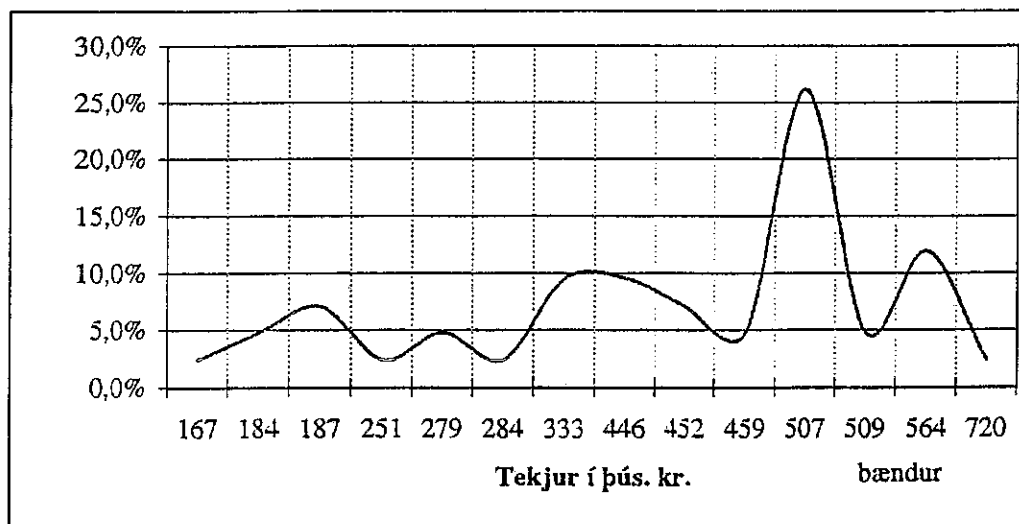
Sjómenn

		Uppræðað				
Launabil		Tímakaup eftir skatt	Hlutfall	Meðal- vinnutími á viku	Tímakaup eftir skatt	Hlutfall
0	20000	0	0%	0,0	167	2%
20000	30000	167	2%	20,0	184	5%
30000	40000	0	0%	0,0	187	7%
40000	50000	0	0%	0	251	2%
50000	60000	184	5%	40	279	5%
60000	70000	0	0%	0	284	2%
70000	80000	251	2%	40	333	10%
80000	90000	284	2%	40	446	10%
90000	100000	0	0%	0	452	7%
100000	110000	187	7%	75	459	5%
110000	120000	0	1%	0	507	26%
120000	130000	279	5%	60	509	5%
130000	140000	452	7%	40	564	12%
140000	150000	0	0%	0	720	2%
150000	160000	333	10%	62,3		
160000	170000	0	0%	0		
170000	180000	0	0%	0		
180000	190000	0	0%	0		
190000	200000	0	0%	0		
200000	210000	564	12%	48,7		
210000	220000	720	2%	40		
220000	230000	0	0%	0		
230000	240000	0	0%	0		
240000	250000	0	0%	0		
250000	260000	446	10%	76,5		
260000	270000	0	0%	0		
270000	280000	0	0%	0		
280000	290000	509	5%	75		
290000	300000	0	0%	0		
300000	310000	459	5%	89		
310000	310000	507	26%	81,8		
<u>100%</u>				Meðaltal 5,986 Variance 0,15		

100%

Meðaltal 5,986

Variance 0,15



Yngriar farangur	
Fartími til Reykjavíkurflugvallar	00:15 klst:min
Biðtími á flugvelli	00:30 klst:min
Biðtími eftir farangri flugvéla	00:25 klst:min
Radius þjónustusvæðis áætluðarflugvalla	20 km
Fjarlægð flugvallar radius=0, miðbæ=1	1,00 stuðull
Setunýting Flugleiða og Íslandsflugs	59%
Setaframboð Flugleiða	50
Setaframboð Íslandsflugs	19
Meðalfjöldi farþega í vél	28
Meðallengd til Reykjavíkurflugvallar	5 km

[illegible]

Skupina farjeon i vater

Stráfræðingur	15,50%	Tæknar skrifstofufólk félagsvísindad.
Sérfræðingur í einkagæða	8,20%	Sérfræðingur könnun félags viðskipta og hagfræðinga
Fráfarmafræðingur	7,80%	Iðnaðarmenn félagsvísindadeild
Verkamannabúur	7,60%	Verkamenn félagsvísindadeild
Sérfræðingur í einkagæða	5,90%	Sérfræðingur könnun félagsvísindadeildar
Einfallt þjónustur- eða afgreiðslustarf	4,60%	Afgreiðslufólk félagsvísindadeild
Arvannurekandi	10,20%	Sjómendur fyrirtækja og æðstu embættismenn
Sjómenn	2,85%	Sjómenn félagsvísindastofnunar
Bóndi	2,85%	Bóndi félagsvísindastofnunar
Annar	35%	Skuldb. fyrirframingin dreifing
	100%	

[illegible]

Viðauki

Kostnaður við flug							
	Flug Meðalmillitími	Fjarl. flugv. Frá miðbæ	Aksturstími Til & frá flugv.	Bíðitími & Annar tími	Samtals Heildartími	Vegið meðalfargjald	Heildar- kostnaður
Vestmannaeyjar	00:26	3,00	00:18:00	01:10	01:54	2.793	2.847 kr.
Hólmarvík	00:45	1,00	00:16:00	01:10	02:11	4.005	4.046 kr.
Bíldudalur	00:40	7,50	00:22:30	01:10	02:12	4.255	4.340 kr.
Pingeyri	00:20	8,00	00:23:00	01:10	01:53	3.548	3.636 kr.
Sauðarkrókur	00:40	4,00	00:19:00	01:10	02:09	4.202	4.263 kr.
Flateyri	01:05	11,00	00:26:00	01:10	02:41	4.017	4.125 kr.
Ísafjörður	00:40	6,00	00:21:00	01:10	02:11	4.194	4.269 kr.
Akureyri	00:45	3,30	00:18:18	01:10	02:13	4.860	4.916 kr.
Siglufjörður	00:55	3,00	00:18:00	01:10	02:23	4.508	4.562 kr.
Húsavík	00:55	10,00	00:25:00	01:10	02:30	5.200	5.302 kr.
Egilssaðir	01:00	1,00	00:16:00	01:10	02:26	5.272	5.313 kr.
Höfn Hornafirði	01:00	7,00	00:22:00	01:10	02:32	5.003	5.084 kr.

Ymsar færslur	
Meðalhraði bifreiða á þjóðvegum	80 km/klst.
Meðalhraði bifreiða innanbæjar	60 km/klst.
Meðalt. til að komast í farart. fyrir brottför	00:10 klst:min
Meðalt. til að komast í farart. eftir komu	00:05 klst:min
Meðalfjöldi farþega í einkabifreið	1,95 persónur
Breytilegur kostnaður á rekstri bifreiða per km.	13,20 kr/km

Kosturskostnaður bifreiða 1996			
Verðflokkur (kr)	1.350.000	D. Verðmætarmunur	
Þyngd (kg)	1.050	Verðmætarmunur á ári	9,6%
Eyðsla (l/100 km)	9	Verðmætarmunur á ári (kr)	129.600
Tryggingaflokkur	2	Kostnaður á km	8,64
Eignarár	5	A + B + C + D á km	28,49
Akstur á ári (km)	15.000	E. Flarmygukostnaður	
A. Kostnaður vegna notkunar		Raunvextir	6%
Bensín, kostnaður per líter	72	Vaxtakostnaður 6%	61.560
Bensín, heildarkostnaður	97.200	Kostnaður á km.	4,10
Viðhald og viðgerðir	61.000	Heildarkostnaður á ári	488.860
Hjólbarðar	21.500	Heildarkostn. á km	32,59
Kostnaður á ári	179.700		
Kostnaður á km	11,98		

B. Tryggingar skattar og vöðun	
Tryggingar	86.200
Skattar og skoðun	13.500
Kostnaður á ári	99.700
Kostnaður á km	6,65
A + B á km	18,63

C. Biflástæðugjöld þríf og fl.	
Biflástæðakostnaður	5.700
Þríf	12.600
Kostnaður á ári	18.300
Kostnaður á km	1,22
A + C á km	13,20

4 leiðir ef að stýlingu verður	Nóður			
	a	b	c	d
Vestmannaeyjar	51	51	51	51
Ólafsvík	195	195	195	195
Hólmavík	273	273	268	268
Bíldudalur	386	386	381	381
Þingeyri	410	410	405	405
Sauðarkrókur	319	319	319	308
Flateyri	450	450	445	445
Ísafjörður	458	458	453	453
Akureyri	389	389	389	378
Siglufjörður	401	401	401	390
Mývatnssveit	488	488	488	477
Húsavík	480	480	478	467
Egilsstaðir	697	680	676	616
Höfn í Hornafirði	459	442	442	442
Norðfjörður	752	735	731	731
Þatreksfjörður	404	404	399	399

Viðauki

Hvalfjörðargöngingur ákstur fyrir brytingu												
LEIÐ a,b,c eða d	Vegalengd		Áksturstími		Hvildartími		Annar		Samtals tími		Heildarkostnaður þr. einstakling	
	fyrir	eftir	fyrir	eftir	fyrir	eftir	tími		fyrir	eftir	fyrir	eftir
d												
Vestmannaeyjar	51	51	00:38	00:38	00:00	00:00	03:25		04:03	04:03	2.312 kr.	2.312 kr.
Ólafsvík	237	195	02:57	02:26	00:00	00:00	00:10		03:07	02:36	1.604 kr.	1.730 kr.
Hólnavík	315	268	03:56	03:21	00:20	00:20	00:10		04:26	03:51	2.132 kr.	2.224 kr.
Bíldudalur	445	381	05:33	04:45	00:20	00:20	00:10		06:03	05:15	3.012 kr.	2.989 kr.
Þingeyri	469	405	05:51	05:03	00:20	00:20	00:10		06:21	05:33	3.175 kr.	3.152 kr.
Sauðárkrókur	361	308	04:30	03:51	00:20	00:20	00:10		05:00	04:21	2.444 kr.	2.495 kr.
Flateyri	509	445	06:21	05:33	00:40	00:20	00:10		07:11	06:03	3.446 kr.	3.423 kr.
Ísaljörður	517	453	06:27	05:39	00:40	00:20	00:10		07:17	06:09	3.500 kr.	3.477 kr.
Akureyri	431	378	05:23	04:43	00:20	00:20	00:10		05:53	05:13	2.918 kr.	2.969 kr.
Siglufjörður	443	390	05:32	04:52	00:20	00:20	00:10		06:02	05:22	2.999 kr.	3.050 kr.
Mývatnssveit	530	477	06:37	05:57	00:40	00:20	00:10		07:27	06:27	3.588 kr.	3.639 kr.
Húsavík	522	467	06:31	05:50	00:40	00:20	00:10		07:21	06:20	3.534 kr.	3.571 kr.
Egilsstaðir	697	616	08:42	07:42	00:40	00:40	00:10		09:32	08:32	4.718 kr.	4.170 kr.
Hófn í Hornafirði	459	442	05:44	05:31	00:20	00:20	00:10		06:14	06:01	3.107 kr.	2.992 kr.
Norðljörður	752	731	09:24	09:08	00:40	00:40	00:10		10:14	09:58	5.090 kr.	4.948 kr.
Patreksfjörður	463	399	05:47	04:59	00:20	00:20	00:10		06:17	05:29	3.134 kr.	3.111 kr.

Gert er ráð fyrir að einstaklingar sem fara á staði frá Vesturlandi til Norðurlands austra fari í gegnum Hvalfjörðargöngin ef þér keyra á annað borð þeir einstaklingar sem fara á Suðurland eða Austurland fara syðri leiðina og því ekki í gegnum Hvalfjörðargöngin.

Ymsar forsendur um langferðabifreiðir

Fartími til og frá stoppastöð langferðabifr.	00:15 klst:min
Biðtími á umferðamiðstöð	00:15 klst:min
Biðtími eftir farangri langferðabifreiðar	00:05 klst:min

Ymsar forsendur um ferjur

Siglingartími Baldurs yfir Breiðafjörð	02:50 klst:min
Baldur kostnaður gang. vegf. per. leið	1.300 kr
Baldur kostnaður bíls per. leið	1.600 kr
Siglingartími Herjólfss	02:45 klst:min
Biðtími á bryggju í Þorlákshöfn	00:30 klst:min
Herjólfur kostnaður gang. vegf. per. leið	1.300 kr
Herjólfur kostnaður bíls per. leið	1.300 kr

Ymsar forsendur um Hvalfjardargöng

Meðalverð á léttum bifreiðum, m.v. afsláttarkort og annað slíkt.	
Leiðin norður stýttist um	42 km
Kostnaður bíls per leið	800 kr. kr
Kostnaður einstaklings per leið	410 kr. kr

Leiðir til hvaða stada stýttast vegna Hvalfjardarganga

Vestmannaeyjar	0	Suðurland
Ólafsvík	1	Vesturland
Hólmavík	1	Vestfirðir
Bíldudalur	1	Vestfirðir
Þingeyri	1	Vestfirðir
Sauðarkrókur	1	Norðurland-vestra
Flateyri	1	Vestfirðir
Ísafjörður	1	Vestfirðir
Akureyri	1	Norðurland-eystra
Siglufjörður	1	Norðurland-vestra
Mývatnssveit	0	Austurland
Húsavík	1	Norðurland-eystra
Egilsstaðir	0	Austurland
Höfn í Hornafirði	0	Austurland
Norðfjörður	0	Austurland
Patreksfjörður	1	Vestfirðir

1 ef stýttist, 0 ef stýttist ekki

6. Heimildaskrá

1. Aitchison. J.B. (1957), *The Lognormal Distribution*, McCraw-Hill: New York.
2. Félagsvísindastofnun Háskóla Íslands (1997), *Kjör Íslendinga: Efnahagur einstaklinga og fjölskyldna 1996*.
3. Hagfræðistofnun Háskóla Íslands (1993), *Verðnæmi eftirspurnar í innanlandsflugi: kostnaður, verðlagning og afkoma, nr. 8/1993*.
4. Hagfræðistofnun Háskóla Íslands (1997), *Staðsetning Reykjavíkurflugvallar: Skýrsla til Borgarskipulags Reykjavíkurborgar og Flugmálastjórnar, nr. C97:01*.
5. Hogg, R.V. og Tanis E.A. (1988), *Probability and Statistical Inference*, Macmillan Publishing Company: New-York.
6. Newbold, P. (1995), *Statistics for Business and Economics*, Prentice Hall International editions: New-York.

Aðrar heimildir:

Óbirt gögn frá Vegagerð Ríkisins, Flugfélagi Íslands hf. og Íslandsflugi hf.

Þjónustuskýrslur Hagfræðistofnunar Háskóla Íslands

- C90:01 Orkuverð á Íslandi
- C91:01 Gengisstefna í opnu smáriki
- C91:02 Efnahagssamvinna Evrópuþjóða og hagstjórn á Íslandi
- C91:03 Kostnaður og tekjur þjóðfélagsins vegna áfengisneyslu árin 1985-1989
- C91:04 Fjármagnsmarkaður og hagstjórn
- C91:05 Þjóðhagsleg hagkvæmni eflingar leikskóla og lengri skóladags í grunnskóla
- C91:06 Ákvæðisvinna og hlutaskipti í opinberum rekstri
- C91:07 Verðmyndun og þróun matvöruverðs á Íslandi
- C92:01 Áætlun um sparnað á árinu 1992
- C92:02 Framkvæmdir og verktakar
- C92:03 Starfsmenntun og atvinnulífið
- C92:04 Samanburður á heilbrigðisútgjöldum: Fyrri hluti
- C92:05 Neytendur, GATT og verðlag landbúnaðarafurða
- C92:06 Hagkvæmni sameiningar stofnana og fyrirtækja sveitarfélaga á höfuðborgarsvæðinu
- C92:07 Fiskveiðar: Verðmæti og afkoma
- C92:08 Þjóðhagsleg arðsemi menntunar
- C92:09 Þjóðhagslegur ávinningur Hvalfjarðarganga
- C92:10 Mat á þjóðhagslegum ábata almenningssvagna, framhaldskönnun
- C92:11 Tekju- og gjaldaskipting í skráningum og skoðunum ökutækja
- C92:12 Tjónabifreiðar
- C93:01 Rekstur innlánsstofnana á Íslandi
- C93:02 Tannlæknadeild og arðsemi tannlæknamenntunar
- C93:03 Stuðningur íslenskra stjórnvalda við landbúnað
- C93:04 Bókaútgáfa á Íslandi árin 1987-1992
- C93:05 Tekju- og gjaldaskipting í skráningum og skoðunum ökutækja (II)
- C93:06 Fiskvinnsla: Vinnslustöðvar, framleiðsla og útflutningur
- C93:07 Er hagkvæmt að taka upp þrípróf fyrir þungaðar konur?
- C93:08 Útgjöld íslenskra ferðamanna erlendis: Tímabilið október til desember árið 1992
- C93:09 Spálíkan fyrir nokkrar mikilvægar þjóðhagsstærðir, til skamms tíma
- C93:10 Verðnæmi eftirspurnar í innanlandsflugi: kostnaður, verðlagning og afkoma
- C94:01 Staða bilgreinarinnar í íslensku efnahagslífi
- C94:02 Sameining orkufyrirtækja í Borgarfirði
- C94:03 Keflavíkurflugvöllur: Tekjuöflunarleiðir og markaðssetning
- C94:04 Ísland og Evrópusambandið
- C95:01 Kostnaður vegna umferðarslysa 1993
- C95:02 Bókaútgáfa á Íslandi árið 1993
- C95:03 Investment Opportunities in the Baltic States
- C95:04 Sex matarkörfur
- C95:05 Forathugun vegna könnunar á flutningum eftir vegkerfinu
- C95:06 Kostnaður við Lánasjóð íslenskra námsmanna og eiginfjárstaða sjóðsins um áramót 1994-1995
- C95:07 Samanburður á niðurstöðum OECD skýrslu og skýrslu Hagfræðistofnunar H.Í.
- C95:08 Bókaútgáfa á Íslandi árið 1994
- C95:09 Framreikningur heilbrigðisútgjalda
- C96:01 Könnun á flutningum eftir vegakerfinu: Áfangaskýrsla nr. 1
- C96:02 Greining arðsemi vetrarþjónustu Vegagerðarinnar
- C96:03 Kostnaður vegna umferðarslysa á Íslandi
- C96:04 Nýjar aðferðir við áhættustjórnun í bankakerfinu: Tillögur um undirbúning og framkvæmd
- C97:01 Staðsetning Reykjavíkurflugvallar
- C97:02 Menntun, mannauður og framleiðni
- C97:03 Forathugun á skipulagi samgöngumála
- C97:04 Könnun á flutningum eftir vegakerfinu: Áfangaskýrsla nr. 2
- C97:05 Bókaútgáfa á Íslandi árið 1995
- C97:06 Veidigjald og skattbyrði byggðarlaga
- C97:07 Kynslóðareikningar fyrir Ísland
- C97:08 Hlutdeild kvenna í heildartekjum íþróttahreyfingarinnar
- C97:09 Framleiðni innan atvinnugreina á Íslandi 1973-1994: Samanburður við Danmörku og Bandaríkin

- C98:01 Könnun á flutningum eftir vegakerfinu: Áfangaskýrsla nr. 3
- C98:02 Atvinnuáhrif vegna Reykjavíkurflugvallar
- C98:03 Eftirspurn eftir innanlandsflugi
- C98:04 Tölfræðilegar aðferðir við fasteignamat
- C98:05 Fjármögnun Sundabrautar
- C98:06 Framfærslukostnaður og lögheimilisflutningar íslenskra námsmanna
- C98:07 Kostnaður vegna sjóslysa á Íslandi
- C98:08 Samgöngulíkan fyrir Ísland: Upplýsingar um samgöngur á Íslandi
- C98:09 Yfirlit yfir ritaðar heimildir um hagnýtingu náttúruauðlinda og gjalddöku fyrir nýtingu þeirra
- C98:10 Tölfræðileg greining á alvarlegum umferðarslysum á Íslandi 1970-1997
- C98:11 Fjármögnunarleiðir heilbrigðisþjónustu

Rannsóknarskýrslur Hagfræðistofnunar Háskóla Íslands

- R93:01 Utvärdering av Vestnordefonden
- R93:02 Framleiðni fyrirtækja
- R94:01 Small National Markets in Transition: The Case of Iceland
- R94:02 The Icelandic and the Faroese Economies: A Comparison of the Fishing Sectors
- R94:03 Energy Demand in Iceland
- R94:04 Input-Output Model for the Electricity Supply Industry in Iceland
- R95:01 Trade Between Iceland and the Soviet Union 1953-1996: Rise and Fall of Barter Exchange
- R96:01 Savings, Risk Diversification, and Economic Growth in Iceland
- R97:01 Infrequent Trading and the Stock Index: A Kalman Filter Approach to Estimation
- R97:02 Stúdentar af hugsjón?
- R98:01 Vinnumarkaðurinn og EMU
- R98:02 Um ávöxtun og núvirðingu
- R98:03 Þjóðhagslíkan Hagfræðistofnunar: Áfangaskýrsla nr. 1

Bækur

- B92:01 Peningar og gengi: Greinasafn um hagstjórn og peningamál á Íslandi, Guðmundur Magnússon
- B95:01 Ísland og Evrópusambandið: Skýrslur fjögurra stofnana Háskóla Íslands
- B97:01 Frjálsræði í efnahagsmálum: Ársskýrsla 1997