



Skýrsla nr. C16:04
Eftirspurn íslenskra heimila eftir rafmagni
september 2016

HAGFRÆÐISTOFNUN



HÁSKÓLI ÍSLANDS

Hagfræðistofnun Háskóla Íslands
Odda v/Sturlugötu
Sími: 525-5284
Heimasíða: www.hhi.hi.is
Tölvufang: ioes@hi.is

Skýrsla nr. C16:04
Eftirspurn íslenskra heimila eftir rafmagni
september 2016

Efnisyfirlit

Formáli	4
Ágrip	5
Hvernig breytist rafmagnsnotkun heimila þegar verð á rafmagni breytist?	6
Skýringar á breytingum í rafmagnsnotkun íslenskra heimila 1997-2015.	7
Erlendar rannsóknir á teygni eftirspurnar heimila eftir rafmagni	10
Neyslukannanir sem byggðar eru á forsendum um hegðun	11
Könnun á rafmagnseftirspurn á Íslandi 1997-2015.	12

Formáli

Í þessari skýrslu met ég eftirspurn íslenskra heimila eftir rafmagni. Hún er aðeins reist á opinberum gögnum.

Reykjavík, október 2016,

Sigurður Jóhannesson

forstöðumaður Hagfræðistofnunar

Ágrip

Verðteygni rafmagnseftirspurnar íslenskra heimila, þegar rafmagn til hitunar er undanskilið, er -0,6. Það þýðir að þegar rafmagnsverð hækkar um 1% dregst notkun á rafmagni saman um 0,6%. Þetta er skammtímateygni, en langtímateygnin er heldur meiri. Þá reyndist tekjuteygni rafmagnseftirspurnar vera um það bil 1. Með öðrum orðum eykst rafmagnseftirspurn um það bil jafnhvort og tekjur, samkvæmt þessari könnun.

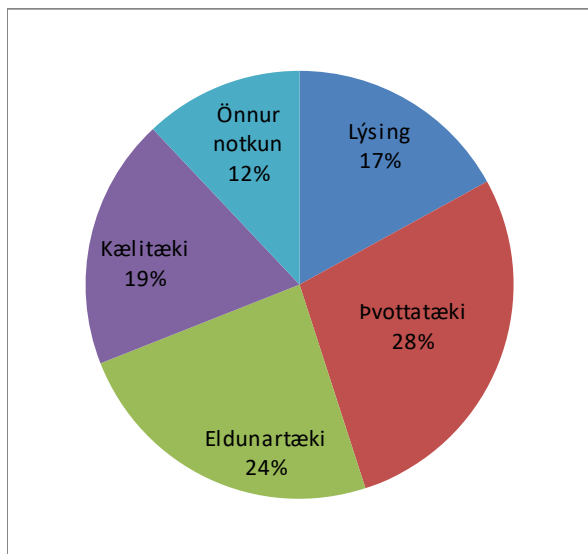
Aðferðin, sem hér er beitt, nefnist Nær fullkomið eftirspurnarkerfi, á ensku Almost Ideal Demand System, en hún var fyrst sett fram af þeim Angus Deaton og John Muellbauer árið 1980. Horft er á neyslu á ýmsum vörum og þjónustu í samhengi og gengið út frá sem gefnum ýmsum ályktunum sem menn hafa dregið í rekstrarhagfræði. Þetta léttir álagi á hina tölulega greiningu. Ekki þarf að nýta tölurnar til þess að staðfesta „sjálfsagða hluti“. Þess vegna er hægt að kreista meiri upplýsingar en ella út úr takmörkuðum gögnum. Það hvílir auðvitað á þeirri forsendu, að þær ályktanir rekstrarhagfræðinnar, sem byggt er á, séu réttar.

Þessar niðurstöður eru byggðar á tölum um notkun íslenskra heimila á rafmagni á árunum 1997 til 2015. Rafmagn til hitunar er undanskilið. Tölur um rafmagnsneyslu heimila koma frá íslenskum rafveitum. Notkun á rafmagni er skoðuð í samhengi við önnur útgjöld til reksturs heimila, en skýribreytur eru verð og heildarútgjöld til heimilisreksturs, sem hér eru tekin sem ígildi tekna. Tölur um önnur neysluútgjöld en rafmagnsnotkun eru úr neyslukönnunum Hagstofunnar.

Rafmagn er ódýrt á Íslandi og hefði því mátt búast við því að íslenskir neytendur kipptu sér síður upp við verðbreytingar en aðrar þjóðir. Athuginin bendir ekki til þess að þetta sé rétt. Í skýrslunni er vitnað í fjórar athuganir á verðteygni eftirspurnar heimila eftir rafmagni. Skammtímaverðteygnin er á bilinu tæplega -½ til -1. Það þýðir að þegar verð á rafmagni til heimila hækkar um 1% dregst eftirspurn heimila eftir rafmagni saman um tæplega hálft til allt að einu prósent. Niðurstöður Hagfræðistofnunar benda til þess að hér á landi sé verðteygnin á þessu bili. Ein könnun tilgreinir langtímaverðteygni, sem er meiri. Í tveim athugunum er tekjuteygni rafmagnseftirspurnar metin og er matið mun lægra en í þeirri rannsókn sem hér er kynnt.

Hvernig breytist rafmagnsnotkun heimila þegar verð á rafmagni breytist?

Rafmagn er ódýrt á Íslandi. Að jafnaði rennur 1½% af neysluútgjöldum heimila í rafmagn um þessar mundir, samkvæmt neyslukönnun Hagstofunnar. Um 15% af þessu fé fara til rafhitunar, en 8-9%



Mynd 1: Rafmagnsnotkun heimila í upphafi 21. aldar. Heimildir: Vísindavefurinn, Emilía Dagný Sveinbjörnsdóttir/Orkuveita Reykjavíkur.

heimila á Íslandi eru hituð með rafmagni.¹ Í rannsókninni sem kynnt er hér á eftir er rafhitun ekki talin með almennri neyslu á rafmagni. Rafhitun er niðurgreidd og lýtur öðrum lögmálum en önnur rafmagnsnotkun. Annað sem einkennir rafmagnið er að erfitt er að finna nánar staðgönguvörur. Þetta tvennt, lágt hlutfall af heildarútgjöldum og skortur á staðgönguvörum, stuðlar að því að eftirspurn heimila eftir rafmagni sé lítt næm fyrir verðbreytingum. Með öðrum orðum miðar þetta að því að verðteygni eftirspurnar eftir rafmagni sé lítil. En rafmagnsneysla er ekki óbreytanleg. Venjur ráða miklu um hana og flestir geta sparað rafmagn ef þeir taka sig til. Sparperur

geta dregið úr orkunotkun vegna lýsingar um 15-20%. Hafa má lok á pottum, fylla þvottavélar og sleppa forþvotti. Þegar þvegið er í 90° heitu vatni er fer miklu meiri orka í þvottinn en ef þvegið er í 60°. Þá eru í flestum þvottavélum kerfi sem spara orku. Spara má rafmagn með því að hafa frystikistur á köldum stað, með því að skilja ekki sjónvarp og hljómtæki eftir í biðstöðu og slökkva á tölvuskjám, þegar ekki er verið að nota tölvurnar. Færð hafa verið rök að því að með slíkum ráðum megi draga úr rafmagnsnotkun á „dæmigerðu heimili“ um 20%.² Í sænskri rannsókn mældist að jafnaði 15% orkusparnaður hjá fólki sem kynnti sér heimasíðu um orkusparnað.³ Af þessu sést að munað getur um sparnað í rafmagnsnotkun. Verðhækkun gæti því haft umtalsverð áhrif á rafmagnsnotkun á heimilum, þótt nánar staðkvæmdarvörur fyrirfinnist ekki.

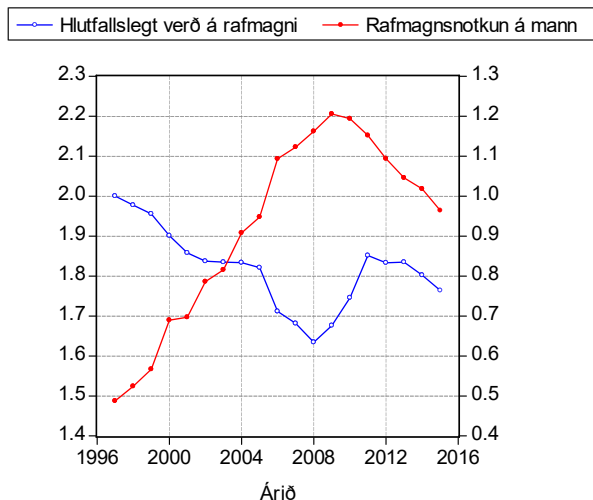
Samkvæmt samantekt Orkuveitu Reykjavíkur voru stærstu þættir í rafmagnsnotkun íslenskra heimila upp úr aldamótum þvottavélar, eldunartæki, ísskápar og önnur kælitæki auk lýsingar (sjá mynd 1).

- 1 Emilía Dagný Sveinbjörnsdóttir, 2012, Hvað notar meðalheimili á Íslandi mörg vött af rafmagni? Svar á Vísindavefnum.
- 2 Ragnheiður Ásbjarnardóttir, 2010, Orkunotkun heimila á Íslandi og mögulegur sparnaður, bs-ritgerð í Umhverfis- og orkufræði, Háskólanum á Akureyri.
- 3 Vassileva, Odlare, Wallin, Dahlquist, 2012, Analytical comparison between electricity consumption and behavioral characteristics of Swedish households in rented apartments, Applied Energy, 90, bls. 182-188.

Tæknin breytist hratt og má því gera ráð fyrir að þessi skipting sé síbreytileg. Rafmagnseldavélar leystu kolaeldavélar af hólmi um miðja 20. öld, skömmu síðar komu þvottavélar, ísskápar og þar á eftir frystikistur, uppvottavélar og þurrkarar.⁴ Sjónvörp verða algeng á 7. áratug 20. aldar, tölvur á árunum 1980-1990, síðar koma farsímar og spjaldtölvur. Næsta stóra breytingin gæti orðið rafmagnsbílar, sem stungið er í samband yfir nóttina. Það eru ekki bara ný rafmagnstæki sem móta eftirspurnina, heldur nota nýjar gerðir eldri tækja oft minna rafmagn en fyrri útgáfur. Eftir orkukreppuna á 8. áratug 20. aldar var meira lagt upp úr orkusparnaði í hönnun en áður. Þá hafa tilskipanir Evrópusambandsins, til dæmis um bann við gló- og halógenperum,⁵ áhrif á rafmagnsnotkun.

Tengsl tæknistigs og rafmagnsnotkunar torveldast mat á neysluvenjum almennings þar sem nýtt eru gögn frá löngum tíma. Í tölfræðilegu mati er jafnan gert ráð fyrir að stuðlar líkans, sem metnir eru, haldist óbreyttir þann tíma, sem er til skoðunar. Í tímalausum líkönum þýðir þetta að litið er svo á að smekkur breytist ekki á athugunartímabilinu og tæknistig ekki heldur. Við þessu má bregðast að nokkru með kvikum líkönum, sem meta breytingar á eftirspurn, en ekki eftirspurnina sjálfa.

Skýringar á breytingum í rafmagnsnotkun íslenskra heimila 1997-2015.



Mynd 1: Rafmagnsverð (vinstri ás) og notkun á rafmagni á mann á föstu verði (hægri ás).

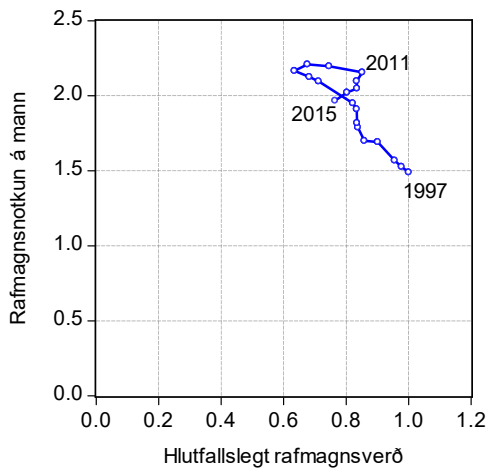
heimilis. Frá 2008 til 2010 hækkað verðið síðan snögglega um tæp 24%. Lækkun krónunnar olli því

Á mynd 2 má annars vegar sjá hlutfallslegt rafmagnsverð (blár ferill, vinstri kvarði) og hins vegar meðalnotkun á mann á föstu verði (rauður ferill, hægri kvarði) frá 1996 til 2015. Horft er á rafmagnsverð í hlutfalli við verð á útgjöldum til heimilishalds, þ.e. matar og drykkjar, fatnaðar, húsnæðis, húsbúnaðar, hita og rafmagns. Hlutfallið er stillt á 1 árið 1997. Myndin sýnir vísitölu rafmagnsverðs deilt með verði allra þeirra vara sem nefndar voru hér að framan. Frá 1997 til 2008 lækkað hlutfallslegt rafmagnsverð um 27%. Með öðrum orðum lækkað rafmagnsverð um 27% miðað við verðvísitölu útgjalda til

4 Sjá t.d. Þorsteinn Vilhjálmsson, 2001, Orkumenning og orkusaga, Svar á Vísindavefnum.

5 Sjá t.d. Brynhildur Ingimarsdóttir, 2012, Af hverju hefur Evrópusambandið bannað hefðbundnar ljósaperur?, Svar á Vísindavefnum.

að skuldir orkufyrirtækja jukust í krónum. Í kjölfarið hækkuðu þau taxta sína, einkum fyrir dreifingu rafmagns, sem ekki er á samkeppnismarkaði.⁶ Grunnþölur um rafmagnsneyslu hefur Jón Vilhjálmsson hjá verkfræðistofunni Eflu unnið úr gögnum frá rafmagnsveitum. Þær eru úr mælingu á heildarnotkun heimila á rafmagni og má gera ráð fyrir að þær séu traustari en niðurstöður úrtakskannana Hagstofu.⁷ Sem fyrr segir er rafhitun hér ekki talin með rafmagnsnotkun. Rafmagnsnotkun á mann á Íslandi vex jafnt og þétt um 80% frá 1997 til 2009, en lækkar síðan um tæp 20% til 2014. Í 14 ár, af þeim 19, sem hér eru skoðuð, hreyfast rafmagnsverð og rafmagnsnotkun í gagnstæðar áttir. Þetta eru fyrstu 12 árin sem skoðuð eru, það er frá 1997 til 2008 og 2010 og 2011. Þetta er það samhengi sem fyrirfram búast mætti búast við að sé með þessum tveim stærðum, að öðru óbreyttu. En í 4 ár hreyfist verð og rafmagnsnotkun í sömu átt, það er 2009, 2012, 2014 og 2015. Erfitt er að skýra breytingar í rafmagnsnotkun þessi ár með verðbreytingum.



Mynd 2: Rafmagnsnotkun og rafmagnsverð.

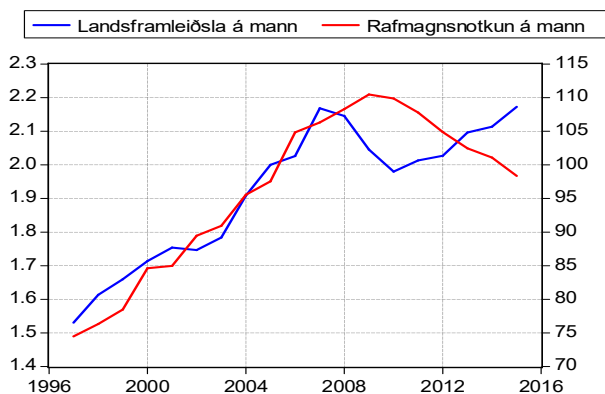
meðalfjölskylda noti meira af rafmagni. Á hinn bóginn eru ný rafmagnstæki oftast sparneytnari en næstu árgerðir á undan.

Á 4. mynd má sjá tekjur á mann (blár ferill, hægri kvarði) og rafmagnsneyslu á mann, án hitunar (rauður ferill, vinstri kvarði). Ferlarnir fylgjast oftast að, en þó ekki alltaf. Framan af, nánar tiltekið fyrstu 11 árin, vaxa bæði tekjur og meðalnotkun heimilis á rafmagni. En árin 2008 og 2009 skreppa meðaltekjur saman, á meðan rafmagnsnotkun vex enn. Tekjur og rafmagnsnotkun fylgjast að í samdrættinum 2010, en öll árin 2011-2015 aukast tekjur á meðan rafmagnsnotkun minnkar. Mynd 5

⁶ Jón Vilhjálmsson, EFLU, tölvuskeyti til Hagfræðistofnunar 21.10.2015.

⁷ Jón Vilhjálmsson, EFLU, mannfjöldatölur Hagstofu, eigin útreikningar.

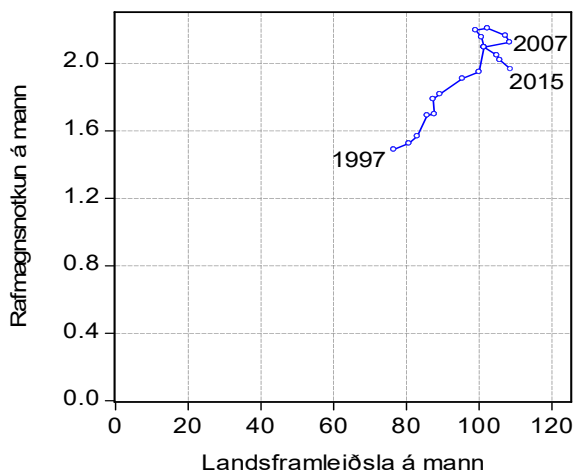
sýnir betur samhengi tekna og rafmagnsnotkunar á mann. Framan af eykst rafmagnsnotkun á sama tíma og tekjur vaxa, en árið 2009 rofnar þetta samhengi. Eftir það hreyfast tekjur og rafmagnsneysla í gagnstæðar áttir.



Mynd 4: Landsframleiðsla (hægri ás) og rafmagnsnotkun á mann (vinstri ás).

En engin slík umskipti er að sjá í rafmagnsnotkun heimila í Noregi og Danmörku á þessum árum.⁸

Hér er rafmagnsnotkun heimila til annars en hitunar skoðuð í skamman tíma, aðeins 19 ár. Þá er aðeins horft á 2 skýribreytur, hlutfallslegt verð á rafmagni og tekjur. En eins lýst verður hér á eftir má stundum draga víðtækar ályktanir um hegðun neytenda með því að skoða stutt tímabil. Það er gert



Mynd 5: Tekjur og rafmagnsnotkun

breytingum á athugunartímabilinu. Eins og fram hefur komið sveiflast rafmagnsverð þó nokkuð á þeim árum sem hér eru skoðuð. Hrunið 2008 gerir það líka að verkum að sveiflur í landsframleiðslu

Samdrátt í rafmagnsnotkun á mann 2011 til 2015 er ekki hægt að skýra með breytingum í verði eða tekjum á sama tíma. Verði getur að hér megi sjá áhrif verð- og tekjubreytinga árána á undan. Önnur skýring sem til greina kemur er breyting í tækni – að rafmagnstæki hafi orðið sparneytnari á þessum tíma. Ef sú skýring er rétt mætti líkast til sjá svipaða breytingu í rafmagnsnotkun í öðrum löndum.

með því ganga út frá því að hegðun fólks lúti nokkrum reglum, sem virðast skynsamlegar. Þar sem ekki þarf að nýta gögnin til þess að draga ályktanir um „sjálfsagða hluti“ nýtast þau betur til þess að draga ályktanir um það sem menn þóttust ekki vita fyrir. Gagnsemi þessara matsaðferða veltur að sjálfsögðu á því að forsendur um hegðun séu réttar. Fjallað verður nánar um aðferðirnar í sérstökum kafla. Þá lofa gögnin, sem hér eru skoðuð, að sumu leyti góðu. Þegar meta á áhrif verðs á eftirspurn er gott að verðið taki miklum

8 Danmörku: Energistyrelsen, Noregi: Hagstofan, Statistisk sentralbyrå.

eru meiri á þessu tímabili en gengur og gerist. Sveiflur í skýribreytum auðvelda mat á áhrifum þeirra. Hér ætti því að vera ágætisefniviður til þess að meta áhrif breytinga á verði og tekjum á rafmagnsnotkun.

Erlendar rannsóknir á teygni eftirspurnar heimila eftir rafmagni .

Margar rannsóknir hafa verið gerðar erlendis á rafmagnsnotkun heimila og áhrifavöldum hennar. Elsta athugunin sem hér er skoðuð er frá Barnes, Gillingham og Hagemann. Þau skoða einingagögn (þ.e. tölur um einstök heimili, ekki hagtölur) úr könnun á neyslu Bandaríkjamanna frá 1972-1973 ásamt upplýsingum um verð á rafmagni. Halvorsen og Larsen styðjast einnig við einingagögn, nánar tiltekið niðurstöður könnunar á neyslu rúmlega 23 þúsund heimila í Noregi á árunum 1975-1994 og upplýsingar um verð í hinum ýmsu héruðum landsins. Þær meta viðbrögð neytenda við verðbreytingum á rafmagni til langs og skamms tíma.

Tafla 1. Nokkrar erlendar athuganir á rafmagnsnotkun heimila

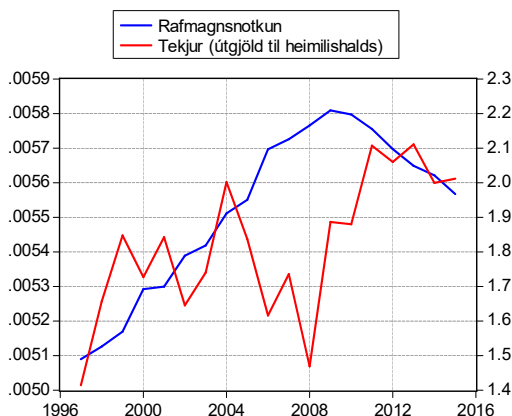
Rannsókn	Verðteygni	Tekjuteygni
Barnes, Gillingham, Hagemann, 1981, Bandaríkjunum	-0,55 (skammtíma)	0,2
Halvorsen, Larsen, 2001, Noregi	-0,4 til -1	0,1 til 0,2
Filippini, 2011, Sviss	-0,7 til -0,8 (skammtíma) og -1,3 til -2,3 (langtíma)	
Fell, Li, Paul, Bandaríkjunum.	-0,5	

Heimildir: Barnes, Gillingham og Hagemann, 1981, The Short-Run Residential Demand for Electricity, The Review of Economics and Statistics, 63. árg., 4. tbl., Halvorsen, Larsen, 2001, The Flexibility of household electricity demand over time, Resource and Energy Economics, 23, Fan og Hyndman, 2010, The Price Elasticity Demand in South Australia, Energy Policy, 39, Filippini, 2011, Short- and long-run time-of-use price elasticities in Swiss residential electricity demand, Energy Policy, 39, Fell, Li, Paul, 2014, A new look at residential electricity demand using household expenditure data, International Journal of Industrial Organization, 33.

Filippini skoðar rafmagnsnotkun heimila í 22 svissneskum borgum á árunum 2000 til 2006. Hann styðst við ársögn um neyslu á hverjum stað. Fell, Li og Paul skoða einingagögn um notkun á rafmagni í 7 bandarískum borgum á árunum 2006 til 2008. Þeir móða úr tölum um rafmagnsnotkun 7.500 heimila á mánuði.

Fræðimennirnir sem hér hafa verið nefndir komast að því að verðteygni eftirspurnar eftir rafmagni sé á bilinu -0,4 til -2,3. Það þýðir að þegar verð á rafmagni hækkar um 1% dregst rafmagnsnotkun saman um 0,4% til 2,3%. Algengt mat á verðteygninni virðist vera nálægt $-\frac{1}{2}\%$. Margir telja að rafmagnseftirspurn sé óteygin – eftirspurnin bregðist hægt við verðbreytingum (eftirspurn er talin óteygin ef teygnin er minni en 1). En rafmagnsnotkun er þó engan veginn í föstum skorðum. Verð hefur þó nokkur áhrif á hana. Tekjuteygnin er minni, 0,1 til 0,2, samkvæmt þeim mælingum sem hér eru skoðaðar. Eftir því að dæma er rafmagn nauðsynjavara, sem kallað er, notkunin eykst hægar en tekjur (litið er svo á að vara sé nauðsynjavara ef tekjuteygni er minni en 1). Þegar þessar niðurstöður eru skoðaðar er rétt að hafa í huga að rafmagn er víðast hvar dýrara en á Íslandi. Erlendis skiptir rafmagnsverð meira máli fyrir efnahag fólks en hér. Að öðru óbreyttu mætti því ætla að verðbreytingar vektu meiri viðbrögð erlendis en hér. Þá nota heimili sums staðar meira rafmagn en algengast er á Íslandi. Víða fer mikið rafmagn í að kæla húsnæði. Einnig er algengt erlendis að rafmagn sé notað til hitunar. Í könnun á rafmagnsnotkun á Íslandi, sem lýst er hér á eftir, er ekki horft á rafhitun.

Neyslukannanir sem byggðar eru á forsendum um hegðun .



Mynd 6: Tekjur (útgjöld til heimilishalds, vinstri skali) og rafmagnsnotkun (hægri skali).

Enski hagfræðingurinn Stone birti árið 1954 athugun sína á neyslu Bretá á 48 flokkum matvara í 19 ár, 1920 til 1938. Skýribreytur voru alls 50. Breyturnar voru verð hinna ýmsu vörflokka og heildarneysla á mat. Ef gert er ráð fyrir að hlutfall matar í neyslu haldist óbreytt má líta á matarneyslu sem vísbendingu um tekjur. Reyndar er hlutfall matar-innkaupa af heildarneyslu alls ekki fast. Hlutfallið fer lækkandi með tímanum. En þegar horft er á tiltölulega skamman tíma, til dæmis fáa áratugi, má líta á matarútgjöld sem grófa vísbendingu um tekjur. Stone gefur sér síðan að almennar verð- og launabreytingar hafi ekki áhrif á samsetningu útgjalda. Þetta þýðir til dæmis að þegar allt verðlag og öll laun hækka um 10% kaupir fólk áfram jafnmarga lítra af mjólk, jafnmikið af kjöti og svo framvegis. Hagfræðingar tala um að fólk sé ekki haldið peningagljýju. Við fyrstu sýn virðist það vera skynsamleg forsenda.⁹ Hér er rafmagnseftirspurn metin með líkani sem Deaton og Muellbauer kynntu árið 1980 og nefndu Nær fullkomið eftirspurnarkerfi (e. Almost

9 Angus Deaton og John Muellbauer, 1980-1993, Economics and consumer behavior, útg. Cambridge university Press, bls. 61-62.

Ideal Demand System, AIDS, hér eftir kallað eftirspurnarkerfið).¹⁰ Höfundar gefa sér nokkrar þekktar niðurstöður úr rekstrarhagfræði. Allar má rökstyðja með tilvísun til „heilbrigðrar skynsemi“, en einnig má prófa þær á gögnunum. Í fyrsta lagi gera þeir ráð fyrir að öllum tekjum sé varið í einhverjar vörur eða þjónustu. Summan af tekjuteygni allra vara er með öðrum orðum 1. Það er ekki fjarri lagi í reynd, en hér er horft framhjá sparnaði. Eins og Stone gera þeir ráð fyrir að útgjöld til einstakra vöruflokka vaxi til jafns við verðbólgu þegar verðlag og laun vaxa jafnhvatt. Verðbólga hafi með öðrum orðum ekki áhrif á neysluvenjur fólks. Þá gefa þeir sér að útgjöld minnki ekki þegar verð tiltekinnar vöru hækkar. Þessi forsenda er þekkt úr rekstrarhagfræði og hljómar ekki ósennilega. Þá gera þeir ráð fyrir að sú niðurstaða rekstrarhagfræðinnar gildi, að tekjubætt víxlteygni hinna ýmsu vara sé samhverf. Eitt prósent hækkun á sykurverði hafi jafnmikil áhrif á brauðeftirspurn, í prósentum, og eitt prósent verðhækkun á brauðverði á eftirspurn eftir sykri. Þessi forsenda, sem auðvelt er að sýna fram á fræðilega, verður til þess að stuðlum eftirspurnarlíkansins snarfækkar.¹¹ Með því að byggja á hinum ýmsu niðurstöðum rekstrarhagfræði er hægt að fá mun meiri upplýsingar út úr takmörkuðum gögnum en ella – að því gefnu að forsendurnar séu réttar. Samhengið er metið með aðfallsgreiningu. Gert er ráð fyrir því að stíkar líkansins haldist óbreyttir allan tímann sem skoðaður er, eins og alltaf í aðfallsgreiningu. Í tímalausu (statísku) líkani má túlka þetta þannig að smekkur haldist óbreyttur allan tímann. Það er ekki rétt þegar langt tímabil er skoðað. Stone bregst við þessu með því að hafa tíma sem skýribreytu. En einnig má horfa á breytingar frá einum tíma til annars í kviku (dýnamísku) líkani. Hér er notuð kvik útgáfa af líkani Deatons og Muellbauers, sem ættuð er frá Alessie og Kapteyn, 1991, Assarsson, 1991, og Kesavan og fl. 1993.¹² Aðferðinni er lýst af Edgerton, 1996, og er stuðst við þá lýsingu hér.¹³

Könnun á rafmagnseftirspurn á Íslandi 1997-2015.

Aflað var upplýsinga um neyslu Íslendinga á árunum 1997-2015. Frá 1997 hefur Hagstofan kannað neysluvenjur Íslendinga á hverju ári. Í könnunum þar sem eftirspurnarkerfi Deatons og Muellbauers er beitt, er jafnan ekki horft á alla neyslu, heldur aðeins neysluflokka, sem eru tengdir á einhvern hátt. Þannig er oft látið nægja að skoða matvælaeftirspurn þegar eftirspurn eftir einstökum tegundum matvæla er könnuð. Þá er gert ráð fyrir að summa neysluflokka, sem skoðaðir eru, sé fast hlutfall af

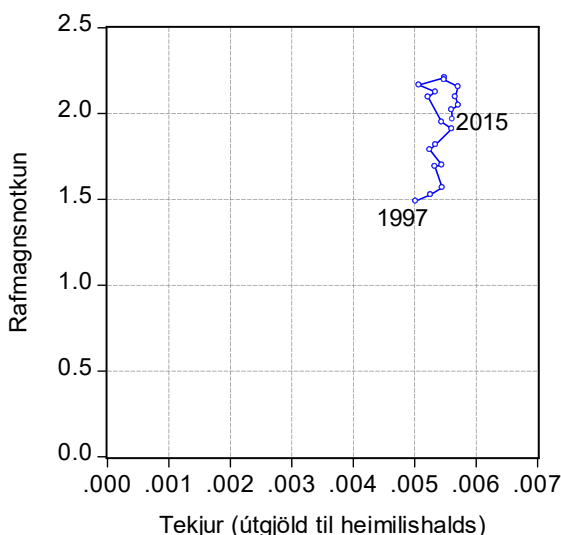
10 Deaton og Muellbauer, 1980-1993.

11 Aðferðunum er lýst betur í viðauka með skýrslu um Aðlögunarsamning ríkis og garðyrkjubænda 2002-2012, útg. 2012, sjá vef Hagfræðistofnunar, www.hhi.hi.is.

12 Alessie og Kapteyn, 1991, Habit forming and Interdependent Preferences in the Almost Ideal Demand System, *Economic Journal*, 101, bls. 4040-419, Assarsson, 1991, Homogeneity and Endogeneity in Systems of Demand Equations, *Journal of Econometrics*, 27, bls. 197-209, Kesavan, Hassan, Jensen, Johnsons, 1993, Dynamics and Long-Run Structure in U.S. Meat Demand, *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 41, bls. 139-153.

13 Edgerton (ritstj.), 1996, *The Econometrics of Demand Systems*, útg. Kluwer Academic Publishers, 4. kafli.

heildartekjum. Nánar verður rætt um þá forsendu hér á eftir. Hér eru skoðuð útgjöld til heimilishalds, nánar tiltekið til matar og drykkjar, fata og skófatnaðar, húsnæðis, hita, rafmagns og húsbúnaðar. Upplýsingarnar eru úr úrtakskönnun Hagstofunnar – að undanskildum tölum um rafmagnsnotkun. Tölurnar eru úr könnun Hagstofunnar fyrir hvert ár aftur til 2002, en árin 1997 – 2001 er horft á hlaupandi meðaltal þriggja ára. Tölur um rafmagnsnotkun eru í lykilhlutverki og mikilvægt að þær séu sem bestar. Þar er sem fyrr segir stuðst við tölur, sem Jón Vilhjálmsson hjá verkfræðistofunni Eflu hefur tekið saman úr gögnum frá rafmagnsveitum. Þetta eru heildartölur úr mælingum og þær ættu því að vera áreiðanlegar. Nokkur vandi stafar af því að summa neyslu-útgjalda er ekki alls staðar gerð upp á sama hátt í gögnum Hagstofunnar. Tölurnar sem hér er stuðst við eru samtölur heildarútgjalda til þeirra neysluliða sem taldir voru hér að framan, samkvæmt einkaneysluuppgjöri Hagstofunnar. Tölurnar eru á verðlagi hvers árs og þær staðvartar með með verðtölum frá Hagstofu (upplýsingum um undirliði neysluverðsvísitölu).



Mynd 7: Tekjur (útgjöld til heimilishalds) og rafmagnsnotkun

er að segja til um hvað það er náð.

Á mynd 6 hér að framan sést rafmagnsnotkun á mann á föstu verði ásamt útgjöldum meðalmanns til heimilishalds. Útgjöld til heimilishalds eru þar ígildi tekna. Tekjuteygni rafmagnseftirspurnar er því reiknuð út frá útgjöldum til heimilishalds, en ekki heildartekjum heimilis. Ein af forsendum líkansins er að hlutdeild útgjalda til heimilis í heildartekjum haldist óbreytt, en þegar mynd 6 er borin saman við fyrri myndir sést að það er ekki rétt. Á mynd 7 er samhengi útgjalda til heimilishalds og rafmagnsnotkunar skoðað nánar. Af myndinni að dæma virðist vera samband milli þessara tveggja breytna, en erfitt

Í töflu í viðauka má sjá útskrift á niðurstöðum aðhvarfsgreiningar. Þar sem notað er líkan með töfðum breytum um eitt ár verða árin sem nýtast aðeins átján. Metnir eru 60 stuðlar í sex jöfnum, en alls eru breytur í kerfinu 108. Eftirspurnarteygni rafmagnsnotkun heimila er -0,6 (sjá stutta umfjöllun í viðauka). Það þýðir að þegar verð á rafmagni hækkar um 1% dregst eftirspurn eftir því saman um 0,6%. Hér er horft á óbætta teygni, sem kölluð er, en þá er gert ráð fyrir að verðbreytingar hafi áhrif á kaupmátt. Langtímateygnin er aðeins meiri, eða -0,7, samkvæmt þessu mati. Tekjuteygnin er hins

vegar um það bil 1 samkvæmt matinu. Það þýðir að rafmagnseftirspurn vex um það bil jafnhvatt og tekjur.

Í ljósi þess að rafmagn til almennings er ódýrara á Íslandi en víða annars staðar mætti ætla að verð- og tekjuteygni í rafmagnseftirspurn væri minni hér á landi en annars staðar. Ef rafmagn er ódýrt virðist líklegt að fólk noti það eftir hentisemi og láti verðbreytingar og breytingar í tekjum ekki ráða miklu um notkunina. Þessi mæling bendir ekki til þess að svo sé. Verðteygni er mjög svipuð og í erlendum mælingum, en tekjuteygnin mælist miklu meiri hér.

Æskilegt væri að athugunartíminn væri lengri, en gagnasafn Hagstofunnar býður ekki upp á lengra tímabil með samfelldum athugunum. Ef farið er langt aftur í tímann fara tæknibreytingar líka að skipta meira máli. Þá má benda á að Stone og fleiri sem hafa kannað neyslu með svipuðum aðferðum höfðu ekki úr miklu meiri gögnum að móða. Þá má deila um hvaða aðra vöruflokka en rafmagn á að taka með í könnunina. Engar nánar staðgönguvörur eru fyrir rafmagn. Þá má minna á að mat Hagstofu á neyslu þeirra vöruflokka sem hér eru skoðaðir kann að vera ónákvæmt.

Viðauki. Niðurstöður aðfallsgreiningar með nær fullkomnu eftirspurnarkerfi

Aðferð minnstu kvaðrata

Athuganir frá árunum 1998-2015

Athuganir: 18

Athuganir í kerfi 108

	Stuðull	Staðalfrávik	t-gildi	p-gildi
C(1)	2,165309	0,562162	3,851754	0,0003
C(211)	-0,350258	0,365374	-0,958628	0,3426
C(212)	-0,795234	0,674688	-1,178669	0,2443
C(213)	-0,585661	0,411671	-1,422642	0,1613
C(214)	2,024101	2,811583	0,719915	0,4751
C(215)	0,258425	1,204155	0,214611	0,8310
C(11)	0,162966	0,038139	4,272960	0,0001
C(21)	-0,077504	0,054546	-1,420911	0,1618
C(31)	0,016596	0,131795	0,125921	0,9003
C(41)	-0,135541	0,110150	-1,230519	0,2245
C(51)	0,296386	0,165370	1,792258	0,0794
C(101)	0,264021	0,073987	3,568467	0,0008
C(2)	-0,054718	0,562162	-0,097335	0,9229
C(221)	0,206977	0,365374	0,566481	0,5737
C(222)	1,014667	0,674688	1,503905	0,1392
C(223)	0,370314	0,411671	0,899539	0,3729
C(224)	-3,785758	2,811583	-1,346486	0,1845
C(225)	1,552059	1,204155	1,288919	0,2036
C(12)	0,044243	0,038139	1,160054	0,2518
C(22)	0,033751	0,054546	0,618759	0,5390
C(32)	-0,210879	0,131795	-1,600054	0,1161
C(42)	0,115994	0,110150	1,053061	0,2976
C(52)	-0,141894	0,165370	-0,858038	0,3951
C(102)	0,035978	0,073987	0,486267	0,6290
C(3)	-0,515478	0,393505	-1,309964	0,1964
C(231)	-0,172301	0,293343	-0,587371	0,5597
C(232)	-1,324982	0,642766	-2,061376	0,0447
C(233)	-0,130098	0,354818	-0,366660	0,7155
C(234)	4,325487	2,257678	1,915901	0,0613
C(235)	-2,253605	0,923193	-2,441098	0,0184
C(13)	-0,237320	0,038116	-6,226233	0,0000
C(23)	0,025924	0,047005	0,551511	0,5838
C(33)	0,335107	0,096281	3,480512	0,0011
C(43)	0,035318	0,063866	0,553001	0,5828
C(53)	-0,158978	0,045949	-3,459859	0,0011
C(103)	-0,219791	0,061788	-3,557172	0,0009
C(4)	0,010615	0,562162	0,018883	0,9850
C(241)	-0,019132	0,365374	-0,052362	0,9585
C(242)	0,161190	0,674688	0,238911	0,8122
C(243)	-0,012293	0,411671	-0,029862	0,9763
C(244)	-0,277847	2,811583	-0,098822	0,9217
C(245)	0,142095	1,204155	0,118004	0,9066
C(14)	-0,012213	0,038139	-0,320222	0,7502
C(24)	0,011993	0,054546	0,219866	0,8269
C(34)	-0,018600	0,131795	-0,141131	0,8884
C(44)	0,009855	0,110150	0,089468	0,9291
C(54)	-0,012496	0,165370	-0,075565	0,9401
C(104)	-0,000390	0,073987	-0,005267	0,9958
C(5)	1,109370	0,562162	1,973400	0,0542
C(251)	-0,466587	0,365374	-1,277012	0,2077
C(252)	-0,392649	0,674688	-0,581971	0,5633
C(253)	-0,392060	0,411671	-0,952361	0,3457
C(254)	1,490057	2,811583	0,529971	0,5986
C(255)	0,146825	1,204155	0,121932	0,9035
C(15)	0,042773	0,038139	1,121509	0,2677
C(25)	-0,018321	0,054546	-0,335880	0,7384
C(35)	0,093356	0,131795	0,708341	0,4822
C(45)	-0,093527	0,110150	-0,849090	0,4000
C(55)	0,127185	0,165370	0,769095	0,4456
C(105)	0,138433	0,073987	1,871042	0,0674

Jafna 1: Hlutfall matar og drykkjar í útgjöldum= $C(1)+C(211)$ *Hlutfall matar og drykkjar í útgjöldum(-1)+ $C(212)$ *Hlutfall fata og skófatnaðar í útgjöldum(-1)+ $C(213)$
 *Hlutfall húsnæðis í útgjöldum(-1)+ $C(214)$ *Hlutfall rafmagns í útgjöldum(-1)+ $C(215)$ *Hlutfall hita í útgjöldum(-1)-
 $(C(211)+C(212)+C(213)+C(214)+C(215))$ *Hlutfall húsbúnaðar í útgjöldum(-1)+ $C(11)$ *LOG(verð á fatnaði og skóm)+ $C(21)$
 *LOG(húsnæðisverð)+ $C(31)$ *LOG(rafmagnsverð)+ $C(41)$ *LOG(verð á hita)+ $C(51)$
 *LOG(verð á mat og drykk)-(C(11)+C(21)+C(31)+C(41)+C(51))
 *LOG(verð á húsbúnaði)+ $C(101)$ *(LOG(útgjöld á mann)-LOG(verðlag))

Athuganir: 18

R ²	0,993967	Meðaltal háðrar breytu	0,305133
Staðalfrávik háðrar breytu	0,982908	Staðalfrávik háðrar breytu	0,044351
Staðalfrávik aðfallsgreiningar	0,005798	Summa kvaðrata	0,000202
Durbin-Watson tala	2,829666		

Jafna 2: Hlutfall fata og skófatnaðar í útgjöldum= $C(2)+C(221)$ *Hlutfall matar og drykkjar í útgjöldum(-1)+ $C(222)$ *Hlutfall fata og skófatnaðar í útgjöldum(-1)+ $C(223)$
 *Hlutfall húsnæðis í útgjöldum(-1)+ $C(224)$ *Hlutfall rafmagns í útgjöldum(-1)+ $C(225)$ *Hlutfall hita í útgjöldum(-1)-
 $(C(221)+C(222)+C(223)+C(224)+C(225))$ *Hlutfall húsbúnaðar í útgjöldum(-1)+ $C(12)$ *LOG(verð á fatnaði og skóm)+ $C(22)$
 *LOG(húsnæðisverð)+ $C(32)$ *LOG(rafmagnsverð)+ $C(42)$ *LOG(verð á hita)+ $C(52)$
 *LOG(verð á mat og drykk)-(C(12)+C(22)+C(32)+C(42)+C(52))
 *LOG(PHBUN)+ $C(102)$ *(LOG(útgjöld á mann)-LOG(verðlag))

Athuganir: 18

R ²	0,975423	Meðaltal háðrar breytu	0,108270
Staðalfrávik háðrar breytu	0,930364	Staðalfrávik háðrar breytu	0,013616
Staðalfrávik aðfallsgreiningar	0,003593	Summa kvaðrata	7,75E-05
Durbin-Watson tala	2,712345		

Jafna 3: Hlutfall húsnæðis í útgjöldum= $C(3)+C(231)$ *Hlutfall matar og drykkjar í útgjöldum(-1)+ $C(232)$ *Hlutfall fata og skófatnaðar í útgjöldum(-1)+ $C(233)$
 *Hlutfall húsnæðis í útgjöldum(-1)+ $C(234)$ *Hlutfall rafmagns í útgjöldum(-1)+ $C(235)$ *Hlutfall hita í útgjöldum(-1)-
 $(C(231)+C(232)+C(233)+C(234)+C(235))$ *Hlutfall húsbúnaðar í útgjöldum(-1)+ $C(13)$ *LOG(verð á fatnaði og skóm)+ $C(23)$
 *LOG(húsnæðisverð)+ $C(33)$ *LOG(rafmagnsverð)+ $C(43)$ *LOG(verð á hita)+ $C(53)$
 *LOG(verð á mat og drykk)-(C(13)+C(23)+C(33)+C(43)+C(53))
 *LOG(verð á húsbúnaði)+ $C(103)$ *(LOG(útgjöld á mann)-LOG(verðlag))

Athuganir: 18

R ²	0,994382	Meðaltal háðrar breytu	0,410969
Staðalfrávik háðrar breytu	0,984082	Staðalfrávik háðrar breytu	0,066664
Staðalfrávik aðfallsgreiningar	0,008411	Summa kvaðrata	0,000424
Durbin-Watson tala	2,609163		

Jafna 4: Hlutfall rafmagns í útgjöldum= $C(4)+C(241)$ *Hlutfall matar og drykkjar í útgjöldum(-1)+ $C(242)$ *Hlutfall fata og skófatnaðar í útgjöldum(-1)+ $C(243)$
 *Hlutfall húsnæðis í útgjöldum(-1)+ $C(244)$ *Hlutfall rafmagns í útgjöldum(-1)+ $C(245)$ *Hlutfall hita í útgjöldum(-1)-
 $(C(241)+C(242)+C(243)+C(244)+C(245))$ *Hlutfall húsbúnaðar í útgjöldum(-1)+ $C(14)$ *LOG(verð á fatnaði og skóm)+ $C(24)$
 *LOG(húsnæðisverð)+ $C(34)$ *LOG(rafmagnsverð)+ $C(44)$ *LOG(verð á hita)+ $C(54)$
 *LOG(verð á mat og drykk)-(C(14)+C(24)+C(34)+C(44)+C(54))
 *LOG(verð á húsbúnaði)+ $C(104)$ *(LOG(útgjöld á mann)-LOG(verðlag))

Athuganir: 18

R ²	0,926148	Meðaltal háðrar breytu	0,025034
Staðalfrávik háðrar breytu	0,790754	Staðalfrávik háðrar breytu	0,001278
Staðalfrávik aðfallsgreiningar	0,000584	Summa kvaðrata	2,05E-06
Durbin-Watson tala	1,785865		

Jafna 5: Hlutfall hita í útgjöldum=C(5)+C(251)*Hlutfall matar og drykkjar í útgjöldum(-1)+C(252)*Hlutfall fata og skófatnaðar í útgjöldum(-1)+C(253)
 *Hlutfall húsnæðis í útgjöldum(-1)+C(254)*Hlutfall rafmagns í útgjöldum(-1)+C(255)*Hlutfall hita í útgjöldum(-1)-C(251)+C(252)
 +C(253)+C(254)+C(255))*Hlutfall húsbúnaðar í útgjöldum(-1)+C(15)*LOG(verð á fatnaði og skóm)+C(25)
 *LOG(húsnæðisverð)+C(35)*LOG(rafmagnsverð)+C(45)*LOG(verð á hita)+C(55)
 *LOG(verð á mat og drykk)-C(15)+C(25)+C(35)+C(45)+C(55))
 LOG(PHBUN)+C(105)(LOG(útgjöld á mann)-LOG(verðlag))

Athuganir: 18

R ²	0,959464	Meðaltal háðrar breytu	0,033496
Staðalfrávik háðrar breytu	0,885148	Staðalfrávik háðrar breytu	0,008438
Staðalfrávik aðfallsgreiningar	0,002859	Summa kvaðrata	4,91E-05
Durbin-Watson tala	2,321343		

Jafna 6: Hlutfall húsbúnaðar í útgjöldum=1-C(1)-C(2)-C(3)-C(4)-C(5)-(C(211)+C(221)+C(231)+C(241)+C(251))*Hlutfall matar og drykkjar í útgjöldum(-1)-(C(212)+C(222)+C(232)+C(242)+C(252))*Hlutfall fata og skófatnaðar í útgjöldum(-1)-(C(213)+C(223)+C(233)+C(243)+C(253))*Hlutfall húsnæðis í útgjöldum(-1)-(C(214)+C(224)+C(234)+C(244)+C(254))*Hlutfall rafmagns í útgjöldum(-1)-(C(215)+C(225)+C(235)+C(245)+C(255))*Hlutfall hita í útgjöldum(-1)+C(211)+C(212)+C(213)+C(214)+C(215)+C(221)+C(222)+C(223)+C(224)+C(225)+C(231)+C(232)+C(233)+C(234)+C(235)+C(241)+C(242)+C(243)+C(244)+C(245)+C(251)+C(252)+C(253)+C(254)+C(255))*Hlutfall húsbúnaðar í útgjöldum(-1)-(C(11)+C(12)+C(13)+C(14)+C(15))
 *LOG(verð á fatnaði og skóm)-(C(21)+C(22)+C(23)+C(24)+C(25))*LOG(húsnæðisverð)
 -(C(31)+C(32)+C(33)+C(34)+C(35))*LOG(rafmagnsverð)-(C(41)+C(42)+C(43)+C(44)+C(45))*LOG(verð á hita)-(C(51)+C(52)+C(53)+C(54)+C(55))*LOG(verð á mat og drykk)+(C(11)+C(21)+C(31)+C(41)+C(51)+C(12)+C(22)+C(32)+C(42)+C(52)+C(14)+C(24)+C(34)+C(44)+C(54)+C(15)+C(25)+C(35)+C(45)+C(55))*LOG(verð á húsbúnaði)-(C(101)+C(102)+C(103)+C(104)+C(105))*LOG(útgjöld á mann)
 -LOG(verðlag))

Athuganir: 18

R ²	0,860331	Meðaltal háðrar breytu	0,117098
Staðalfrávik háðrar breytu	0,017580	Summa kvaðrata	0,000734
Durbin-Watson tala	2,635532		

Sú jafna sem mest athygli er á er númer 4, en þar er leitast við að skýra rafmagnsnotkun. Óbætta

$$e_{ij} = \frac{Y_{ij} - \beta_i w_j}{w_i} - \delta_{ij}$$
 eftirspurnarteygni má setja fram þannig (sjá Edgerton, 1996, bls. 66), þar sem e_{ij} er eftirspurnarteygni vöru i gagnvart verði j , Y_{ij} er metinn stuðull sem sýnir áhrif verðs á vöru j á útgjöld til vöru i , β_i sýnir áhrif tekna á útgjöld til vöru i , w_j og w_i sýna hlut vara j og i í heildarútgjöldum, en δ_{ij} er gervibreyta sem hefur gildið 1 þegar $i=j$, annars núll. Þegar meta skal eigin eftirspurnarteygni er $i=j$. Þá er Y_{ii} jafn stuðlinum C(44) hér að framan, en β_i jafn stuðlinum C(104), en $\delta_{ii}=1$. Verðteygni eftirspurnar til skamms tíma verður þá:

$$\frac{0,0099+0,00039 \cdot 0,025}{0,025} - 1 = -0,6$$
 , og til langs tíma (þar sem vog fyrir fyrra ár er dregin frá vog fyrir samtíma) verður teygnin
$$\frac{1}{1,277} \frac{0,0099+0,00039 \cdot 0,025}{0,025} - 1 = -0,7$$
.

$$E_i = 1 + \frac{\beta_i}{w_i}$$
 Tekjuteygnin er einfaldari (sjá Edgerton, 1996, bls. 66), en hún verður hér
$$1 + \frac{0,00039}{0,025} = 1$$
.