

# Mat á umhverfiskostnaði af Hólasandslínu 3



# Mat á umhverfiskostnaði af Hólasandslínu 3

HAGFRÆÐISTOFNUN

*skýrsla nr. c19:04 · október 2019*



HAGFRÆÐISTOFNUN HÁSKÓLA ÍSLANDS

Odda v/Sturlugötu

Sími: 525-5284

Heimasíða: [www.hhi.hi.is](http://www.hhi.hi.is)

Tölvufang: [ioes@hi.is](mailto:ioes@hi.is)

Skýrsla nr. C19:04

Mat á umhverfiskostnaði af Hólasandslínu 3,  
október 2019

## Formáli

Á VORDÖGUM 2017 SÖMDU HAGFRÆÐISTOFNUN og Landsnet um að Hagfræðistofnun mæti sjónræn áhrif raflínu frá Hólasandi til Eyjafjarðar (Hólasandslínu 3) til fjár. Nokkrir kostir skyldu kynntir og mat lagt á greiðsluvilja landsmanna vegna umhverfisáhrifa þeirra, en greiðsluvilji er almennur mælikvarði á hagrænt virði umhverfisgæða.

Að skýrslunni hafa af hálfu Hagfræðistofnunar einkum unnið hagfræðingarnir Ágúst Arnórsson og Kristín Eiríksdóttir, en Helgi Guðmundsson hjá Félagsvísindastofnun Háskólans vann að netkönnun á greiðsluvilja almennings. Starfsfólk Landsnets veitti margvíslega aðstoð við undirbúning könnunarinnar.

Skýrslan var rýnd af tveimur óháðum hagfræðingum.

SIGURÐUR JÓHANNESSON

*Reykjavík, október 2019*



# Efnisyfirlit

|       |                                                  |               |
|-------|--------------------------------------------------|---------------|
|       | FORMÁLI                                          | <i>bls. i</i> |
| 1     | INNGANGUR                                        | 1             |
| 2     | HÓLASANDSLÍNA 3                                  | 3             |
|       | Aðferðir yfirlýsts vals (rammagrein)             | 4             |
| 2.1   | Val á matsþáttum                                 | 5             |
| 2.2   | Valtilraun                                       | 7             |
| 2.2.1 | Forkönnun                                        | 9             |
| 2.2.2 | Aðalkönnun                                       | 11            |
| 2.3   | Úrvinnsla tilraunar                              | 11            |
| 2.3.1 | Mat á greiðsluvilja fyrir einstaka eiginleika    | 12            |
| 2.3.2 | Greiðsluvilji með hliðsjón af framkvæmdakostnaði | 14            |
|       | HEIMILDASKRÁ                                     | 17            |
|       | VIÐAUKI I                                        |               |
| i     | Mat á umhverfisgæðum                             | 21            |
| i.i   | Aðferðir yfirlýsts vals                          | 23            |
|       | VIÐAUKI II                                       | 25            |





## 1. Inngangur

Neysla á umhverfisgæðum er oftast án endurgjalds. Við öndum til dæmis að okkur hreinu lofti, ferðumst um landið og njótum útsýnis. Þessi gæði eru alla jafna ekki seld á markaði og þau eiga sér því ekki þekkt verð. Enginn vafi leikur þó á því að umhverfisgæði eru veigamikill þáttur í efnahagslífi og almennri velferð og þau eru manninum ákaflega verðmæt. Því skiptir miklu máli að nýta þau og vernda af skynsemi og fyrirhyggju.

Í fáum orðum má segja að *mat á umhverfisáhrifum* sé upptalning á hvers konar áhrifum framkvæmda á umhverfið og mat á umfangi þeirra. T.d. kemur fram hve stórt svæði fer undir uppistöðulón, hvaða dýrategundir missa varpsvæði eða heimkynni, hve mörg dýr eru af hverri tegund o.s.frv. (Lög um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000). Í *efnahagslegu umhverfismati* eru þessi umhverfisáhrif síðan metin til fjár.<sup>1</sup> Skýrslan, sem hér fer á eftir, er dæmi um slíkt mat. Lýst er nokkrum úrlausnarefnum við lagningu á Hólasandslínu 3. Aðferðin sem farin er við að verðmeta umhverfisáhrif er nefnd valtilraun á íslensku. Hún hefur þann meginkost að með henni má bera saman greiðsluvilja almennings vegna einstakra útfærslna af línunni. Í lok skýrslunnar er munur á mati á umhverfiskostnaði af nokkrum útfærslum borinn saman við áætlun Landsnets um framkvæmdakostnað við þessar útfærslur.

1 Umfjöllun um mælikvarða á hagrænt virði umhverfisgæða má finna í viðauka 1.



## 2. Hólasandslína 3

Til stendur að leggja nýja 72 km langa 220 kV raflínu frá Akureyri að Hólasandi í Þingeyjarsýslu og er hún nefnd Hólasandslína 3. Markmið framkvæmdarinnar er að bæta flutningsgetu og afhendingaröryggi flutningskerfis raforku á Norðausturlandi. Í dag er afhendingaröryggi og flutningsgetu í kerfinu töluvert misskipt eftir landshlutum. Framkvæmdin er mikilvægur áfangi að því að styrkja heildarflutningskerfi landsins, þar sem Hólasandslína er liður í því að tengja betur sterkari og veikari hluta kerfisins, þ.e. suðvesturhornið og Austurland (Landsnet, 2018 bls. 6).<sup>2</sup> Framkvæmdir á borð við þessa hafa mikil áhrif á nærumhverfið. Þrátt fyrir að Hólasandslína 3 fylgi að mestu slóð gömlu byggðalínunnar, Kröflulínu 1, sem er 132 kV raflína, er umrót af framkvæmdinni talsvert.<sup>3</sup> Leggja þarf 30 km af nýjum akstursslóðum og jarðvegsvinna í kringum ný möstur veldur jarðraski. Þá eru ótalin sjónræn áhrif nýju línunnar, en 220 kV raflínur krefjast þó nokkru hærri mastra en 132 kV línur.<sup>4</sup> Ef jarðstrengir verða lagðir gætir sjónrænna áhrifa minna, en meira jarðrask er af strengjum en loftlínunum.

Hólasandslína 3 hefur í för með sér rask á náttúru landsins, en á sama tíma færast raforkukerfið í betra horf. Því má velta fyrir sér hvort forsvaranlegt er að ráðast í slíka framkvæmd þegar umhverfiskostnaður er talinn með og hvort máli skiptir hvaða útfærsla er valin á línunni. Til að ná utan um fórnarkostnað umhverfisins var gerð valtilraun (e. *choice experiment*) með nokkrum útfærslum á Hólasandslínu 3. Valtíraun var tekin fram yfir skilyrt verðmætamat. Í valtilraun er hægt að útfæra línuna á mismunandi vegu, t.d. með því að gefa kost á fleiri en einni leið, bjóða möstur af ýmsu tagi, loftlínu eingöngu, loftlínu og jarðstreng að hluta o.s.frv. Nánari samanburð á matsaðferðum er að finna í viðauka I. Valtíraun hefur það fram yfir skilyrt verðmætamat að unnt er að meta jaðargreiðsluvilja fyrir einstaka eiginleika línunnar. Þannig er hægt að meta hvort ábatasamt er að leggja línuna með þeim útfærslum sem hæstur jaðargreiðsluvilji er fyrir, með hliðsjón af framkvæmdakostnaði.

<sup>2</sup> Sjá Orkustofnun (2012).

<sup>3</sup> Kröflulína 1 mun standa áfram.

<sup>4</sup> Sjá Landsnet (2018, bls. 67).

## AÐFERÐIR YFIRLÝSTS VALS

**Skilyrt verðmætatamat** (e. *contingent valuation*) er það form yfirlýsts vals sem mest er notað. Það byggist í stuttu máli á því að fólk velur á milli viðmiðunarástands (e. *base case*) og einnar sérstakrar útfærslu (e. *specific alternative*) á undirliggjandi umhverfisgæðum. Sem dæmi um útfærslu má nefna hvort virkja á tiltekna á eða ekki. Annað tilbrigði yfirlýsts vals eru **valtilraunir** (e. *choice experiment*), en þeim hefur töluvert verið beitt seinni árin. Þar velja svarendur milli heildarútfærslna með ýmsum afbrigðum af eiginleikum eða þáttum (e. *attribute*) framkvæmdanna. Heildarútfærslurnar eru valdar úr öllum samsetningum eiginleika sem til greina koma (Adamowicz, Boxall, Williams og Louviere, 1998) og velja þátttakendur vanalega á milli tveggja kosta í senn, hvað eftir annað. Valtíraun stendur skilyrtu verðmætatamati framar að því leyti að þar er hægt að meta virði hvers eiginleika umhverfisgæðanna fyrir sig og hvort eða hvernig tilfærsla í einum eiginleika getur vegið upp á móti færslu í öðrum. Með öðrum orðum má meta valröðun fólks á eiginleikum umhverfisgæðanna. Aftur á móti gefur skilyrt verðmætatamat einungis mat á tiltekinni útfærslu sem heild. Skilyrta valröðun má útfæra á sama hátt og valtilraunir en þá eru þátttakendur beðnir um raða heildarútfærslum frá þeirri, sem þeir kjósa helst, til þeirrar, sem þeir kjósa síst. Þessi aðferð krefst mikils af þátttakendum því að oft er auðvelt að mynda sér skoðun um jaðrana, þ.e. hvað þykir best og/eða verst, en skoðanir um miðjuna eru ekki eins fastmótaðar.

Sjá nánari umfjöllun í viðauka 1.

## 2.1 VAL Á MATSPÁTTUM

Fyrirhuguð línuleið Hólasandslínu 3 er sýnd í bláum lit á mynd 1. Á myndinni má einnig sjá línuleið Laxárlínu 1, í gulum lit, en það er u.þ.b. 60 km löng 66kV raflína frá Akureyri að Laxárvirkjun. Matið sem fer hér á eftir lýtur sérstaklega að þremur þáttum eða *eiginleikum*<sup>5</sup> Hólasandslínu 3: Afbrigðum línunnar í Fnjóskadal, afbrigðum á verndarsvæði í Laxárdal og mótvægisaðgerð við línuna, þar sem til greina kemur að rífa Laxárlínu 1:

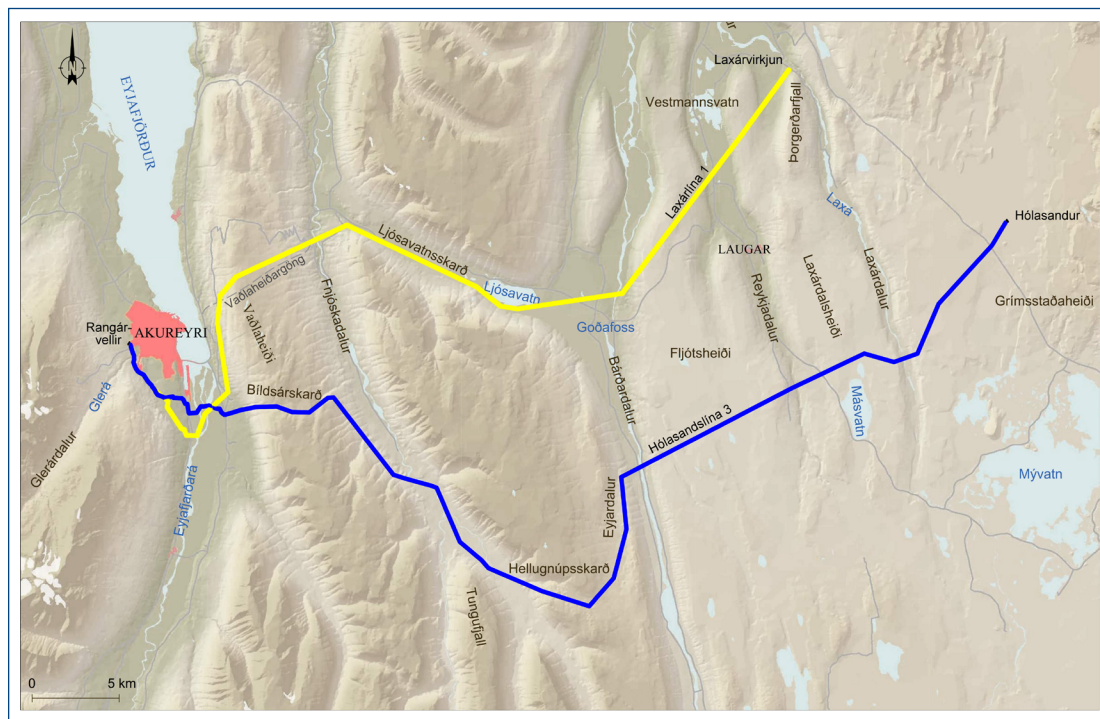
☞ *Fnjóskadalur* · Þar eru sethjallar og strandlínur sem mynduðust við lok síðustu ísaldar. Þar er einnig að finna einn stærsta skóg landsins, Vagla-skóg. Í frummatsskýrslu vegna Hólasandslínu 3 er nefnt að raflínan geti haft talsverð neikvæð sjónræn áhrif, auk rasks á landi og vistgerðum. Það er talið skerða möguleika í ferðapjónustu og spilla upplifun útivistarfólks (Landsnet, 2018 bls. 13). Ákveðið var að bera saman tvær útfærslur á eiginleikum línunnar þar, annars vegar að sameina Hólasandslínu 3 og Kröflulínu 1 í eitt stórt tvíbreitt mastur og hins vegar að Hólasandslína 3 yrði lögð við hliðina á Kröflulínu 1.

☞ *Laxárdalur* · Hann er mikilvægur lífríki fugla og fellur hluti hans innan friðlýsts verndarsvæðis Mývatns og Laxár. Áhrif Hólasandslínu 3 eru talin slæm fyrir ásýnd og landslag svæðisins (Landsnet, 2018 bls. 15). Kannað var hvernig loftlína yfir dalinn með sérstökum hámöstrum hvoru sínum megin við dalinn kæmi út í samanburði við jarðstreng með endavirkjum.

☞ *Laxárlína 1* · Hún liggur frá Eyjafirði yfir í Laxárvirkjun í Laxárdal. Hægt er að flytja rafmagnið sem í dag fer með Laxárlínu 1 inn á flutningskerfi raforku með öðrum raflínum sem nú þegar eru fyrir hendi. Því væri hægt að taka línuna niður til að vega á móti raski sem hlýst af lagningu Hólasandslínu 3 án þess að það hefði slæm áhrif á flutningskerfið. Sá kostur er metinn á móti óbreyttu ástandi.

5 Í tilraunasmíð (e. *experimental design*) er talað um eiginleika (e. *attribute*) heildarinnar sem er til athugunar. Hér er sú heild Hólasandslína 3. Sjá enn fremur umfjöllun um valtilraunir í kafla 1.1. í viðauka 1.

### Mynd 1 · Línuleið Hólasandslínu 3



Einhvers konar afbrigði af þessum þremur eiginleikum koma fram í öllum útfærslum sem lagt var mat á. Einblínt var á kosti sem þóttu trúverðugir í ljósi laga og hefða um háspennulínur í nágrenni þéttbýlis.<sup>6</sup> Þar sem tækni setur lengd jarðstrengja skorður þótti ekki trúverðugur kostur að öll línin yrði lögð í jörð.<sup>7</sup>

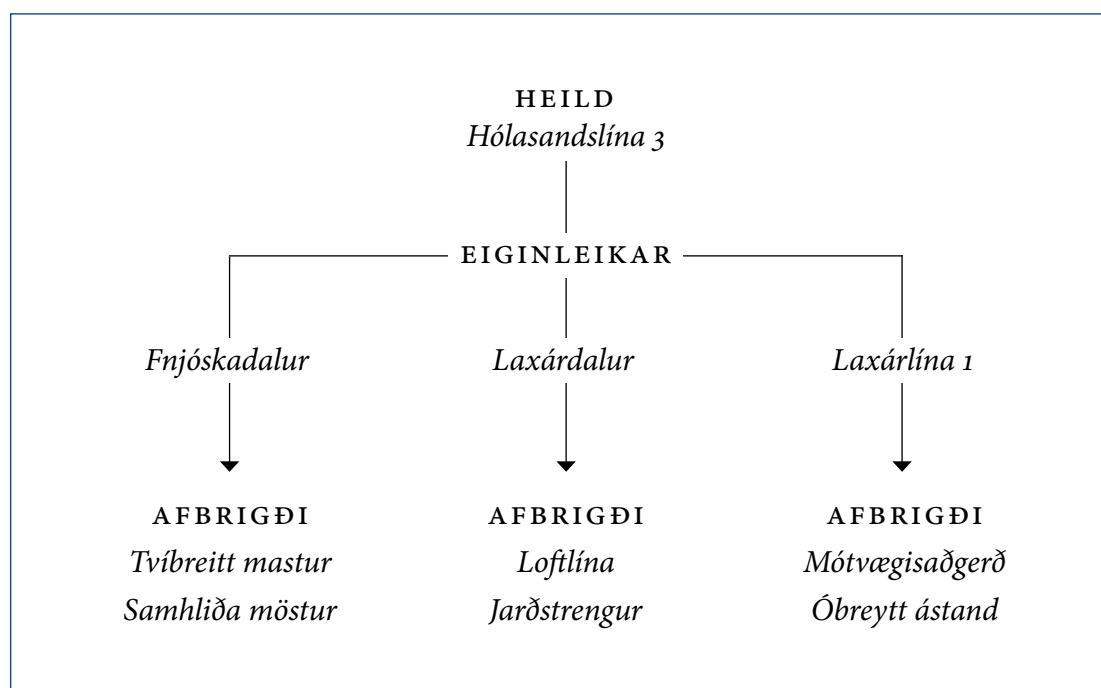
Fjöldi útfærslna sem lagt var mat á í könnuninni takmarkast af skorðum sem aðferðin setur. Útfærslum, sem meta þarf, fjölga í veldisvexti með fjölda eiginleika sem leggja á mat á og fjölda afbrigða af þeim. Jafnframt reynist þátttakendum erfiðara að taka afstöðu til valkosta þegar valið verður flóknara. Ef meta á tvö afbrigði af hverjum eiginleika framkvæmdar og eiginleikarnir eru þrír, eins og hér er gert, koma átta valkostir af línulögn til greina (23). Þegar eiginleikum er bætt við matið, t.d. verðviðd til að hægt sé að meta greiðsluvilja, eykst fjöldi valkosta í veldisfalli. Til greina kom að meta röðun neytenda á tegundum mastra á línuleiðinni um leið og fyrrnefnda eiginleika. Mastrategundirnar eru fjórar talsins: M-röramastur, M-stálgrindamastur, I-mastur og

6 Til dæmis var Eyjafjarðarsvæðið undanskilið í rannsókninni þó svo að fleiri en einn valkostur væru kynntir í frummatsskýrslu fyrir þann hluta framkvæmdarinnar. Ástæðan er sú að loftlína þótti ekki trúverðugur kostur á svæðinu.

7 Í frummatsskýrslu um Hólasandslínu 3 kemur fram að einungis sé hægt að leggja 12 km af línunni með streng og þar af fara 10 km í kringum Akureyri (Landsnet, 2018 bls. 8–10).

V-röramastur.<sup>8</sup> Hefði mastravíddinni verið bætt við valtilraunina hefðu samsetningar sem meta þyrfti orðið a.m.k. 32 talsins ( $2^3 \times 4$ ) auk verðviddar. Því var ákveðið að halda möstrunum fyrir utan tilraunina, en biðja þátttakendur sérstaklega um að raða þeim eftir smekk. Þannig fæst einungis mat á valröðun en ekki greiðsluvilja.<sup>9</sup>

## Mynd 2 · Skýringarmynd fyrir útfærslur



Endanlegt val á eiginleikunum þremur, sem nefndir eru hér að ofan, réðst því af blöndu af því hvað þótti trúverðugt að setja fram um Hólasandslínu 3, áhuga framkvæmanda og aðferðafræðilegum takmörkunum.

## 2.2 VALTILRAUN

Sendar voru út tvær kannanir með valtilraun. Valtíraunin var tvær umferðir, en það þýðir að hver þátttakandi valdi tvisvar milli tveggja heildarútfærslna á Hólasandslínu 3 og þess að ekki yrði af framkvæmdinni. Hverjum þátttakanda stóðu því í raun fjórar heildarútfærslur til boða. Þátttakendum var gert ljóst að

8 Frekari upplýsingar má finna í frummatsskýrslu framkvæmdarinnar (Landsnet, 2018 bls. 67).

9 Niðurstöður mats á valröðun mastrategunda verða settar fram á öðrum vettvangi.

nýframkvæmdir á flutningskerfi raforku yllu varanlegri hækkun á flutningskostnaði allra notenda á landsvísu, óháð því hvar þeir ættu heima og hvar línur yrðu lagðar. Sá kostnaðarauki skilar sér í hærri rafmagnsreikningi til allra heimila og hefur þar með áhrif á ráðstöfunartekjur þátttakenda. Leitast var við að koma viðhorfum um afhendingaröryggi og flutningsgetu raforkukerfisins á framfæri til jafns við umhverfissjónarmið.

Undirliggjandi þýði var öll heimili í landinu sem greiða fyrir rafmagn. Dregið var 5.500 manna úrtak úr netpanel Félagsvísindastofnunar og fékk hópurinn sendan tölvupóst með beiðni um að taka þátt í könnun um samfélagslega mikilvæg málefni. Könnunin birtist þátttakendum í netviðmóti Félagsvísindastofnunar, sem er sveigjanlegt að því leytinu til að enginn þátttakandi fær spurningu sem hann ætti ekki að svara miðað við fyrri svör. Röðun einstakra svarmöguleika birtist einnig í tilviljanakenndri röð. Líkt og venja er í spurningakönnunum sem notaðar eru við verðmætamát á vörum sem ekki eru seldar á markaði, byrjaði könnunin á léttum inngangsspurningum um almenna hegðun eða skoðanir þátttakenda (Carson og Hanemann, 2005). Spurt var um ferðavenjur og hvort þátttakendur ættu sumarbústað eða hefðu aðgang að bústað og þá hvar. Því næst var greiðsluaðferðin (e. *payment vehicle*) kynnt, rafmagnsreikningur á mánaðargrundvelli, sem stuðst var við á tilbúnum markaði, og þátttakendur voru spurðir út í sinn rafmagnsreikning. Eftir það var markaðurinn kynntur fyrir þátttakendum og þeim sýnt dæmi um hvernig uppsetningin og þátttaka í valtilraun virkar. Stuðst var við myndir til að draga fram upplýsingar sem fram komu í texta um eiginleikana. Að valtilraun lokinni voru þeir, sem höfnuðu heildarútfærslum sem þeim voru sýndar, spurðir hvers vegna þeir vildu þær ekki. Er þetta gert til þess að greina á milli þessara hópa:

- ☞ Þeirra sem hafa raunverulegan greiðsluvilja en fengu hreinlega ekki þá heildarútfærslu sem þeir myndu helst kjósa.
- ☞ Þeirra sem hafa raunverulega engan greiðsluvilja, eru hrifnastir af óbreyttu ástandi.
- ☞ Þeirra sem hafa í raun greiðsluvilja en mótmæltu könnuninni eða framkvæmdinni og reyndu með svörum sínum að hafa áhrif á niðurstöðurnar.



Að valtilraun og spurningum tengdum henni lokinni voru þátttakendur beðnir um að raða fjórum mastrategundum fyrir háspennulínur út frá útliti þeirra. Möstrin sem um ræðir eru M-röramastur, M-stálgrindamastur, I-mastur og V-röramastur. Þau voru hvert og eitt sýnd á mynd í náttúrulegu landslagi ásamt tækniteikningum. Umfang jarðvegsrasks sem fylgir hverri tegund fyrir sig var ekki kynnt sérstaklega fyrir þátttakendum né kom það beint fram á myndefninu. Að því loknu var spurt út í lýðfræðileg atriði eins og kyn, aldur, búsetu, hjúskaparstöðu, þátttöku á vinnumarkaði og tekjur heimilis á mánaðargrundvelli. Könnunina í heild með öllum texta og myndum er að finna í netviðauka III á heimasíðu Hagfræðistofnunar.<sup>10</sup>

### 2.2.1 FORKÖNNUN

Fyrri könnunin, svokölluð forkönnun (e. *pilot*), var send út í lok nóvember 2018. Miðað var við að fá svör frá 100 þátttakendum í netpanel Félagsvísindastofnunar og í framhaldinu voru 26 manns<sup>11</sup> boðaðir í tvo rýnihópa. Markmiðið með því að ræða við rýnihópa var að draga fram hvort erfitt væri að svara spurningunum. Jafnframt var lögð áhersla á að kanna hvort markaðurinn sem settur var upp með valtilrauninni væri trúverðugur og hvort líklegt þætti að svörin hefðu áhrif á Hólasandslínu 3. Félagsvísindastofnun sá um viðtöl við rýnihópa fyrir Hagfræðistofnun. Skýrslu um viðtölin má finna í netviðauka I.<sup>12</sup> Í forkönnuninni var þátttakendum í netpanelnum skipt í tvo hópa sem hvor um sig fékk sína útgáfu af texta í könnuninni, annars vegar formlegan og hins vegar óformlegan. Óttast var að formlegi textinn væri torskilinn og kæmi nauðsynlegum skilaboðum ekki nægilega vel á framfæri til þátttakenda. Niðurstöður forkönnunarinnar bentu til þess að slíkar áhyggjur væru ástæðulausar. Engu að síður var formlegri textinn uppfærður lítillega með aðrar niðurstöður rýnihóparannsóknarinnar í huga. Helstu athugasemdir frá rýnihópunum lutu að skorti á tölulegum upplýsingum í tengslum við myndefni, t.d. um umfang jarðrasks, og að tilteknir valkostir sem lagðir voru fyrir suma þátttakendur í könnuninni væru ráðandi í svörum þeirra.

10 Sjá [netviðauka III](#).

11 Af þessum 26 manns tóku 13 þátt í rýnihópunum.

12 Sjá [netviðauka I](#).

Í valtilrauninni sem fylgdi forkönnuninni var þátttakendum skipt í sex hópa,<sup>13</sup> sem hver um sig valdi í tveimur umferðum á milli tveggja heildarútfærslna á Hólasandslínu 3 eða þess að ekki yrði af framkvæmdinni. Afbrigði eiginleika úr kafla 2.1 voru pöruð saman við þrjá kosti um hækkun rafmagnsreiknings á mánuði (250,- kr., 650,- kr. og 1.000,- kr.)<sup>14</sup> og heildarútfærslunum var síðan stillt hverri á móti annarri þannig að þátttakendur stæðu frammi fyrir vali á milli tveggja heildarútfærslna á línulögninni hverju sinni. Við hönnun á valtilraunum ræðst pörun og uppstilling heildarútfærslna af útkomu úr bestunarverkefni þar sem fylgni eiginleika hvers við annan er lágmörkuð í valfylki tilraunarinnar. Ef fylgni er milli eiginleika verða mælingar á framlagi hvers þeirra til endanlegrar valröðunar bjagaðar. Með öðrum orðum er reynt að draga fram sérhæfð áhrif hvers eiginleika á svör þátttakenda í valtilrauninni.<sup>15</sup> Hagfræðistofnun gaf sér engar forsendur um hvernig eiginleikar framkvæmdarinnar pöruðust í heildarútfærslur, þ.e. fyrir gefna hækkun á rafmagnsreikningi var engin útfærsla á eiginleikum talin ríkjandi. Það þýðir að jarðstrengur var t.d. ekki talinn algilt betri en loftlína í Laxárdal þegar hækkun á rafmagnsreikningi væri höfð til hliðsjónar. Hér þarf að gera greinarmun á því hvað einstakar útfærslur kosta í framkvæmd og umhverfisáhrifa sem framkvæmdinni fylgja í huga þátttakenda. Með öðrum orðum þarf að draga fram einstaklingsbundið mat á virði jarðstrengs og loftlínu um Laxárdal, óháð hugmyndum um framkvæmdakostnað.

Niðurstöður úr forkönnuninni og rýnihópunum leiddu í ljós að stór hluti þátttakenda átti erfitt með að sætta sig við val milli tveggja heildarútfærslna þegar augljóst var að önnur útfærslan væri dýrari í framkvæmd, þrátt fyrir að hún fæli í sér minni hækkun á rafmagnsreikningi í valtilrauninni en hin. Dæmi um þetta eru útfærslur þar sem jarðstrengur um Laxárdal fól að öllu öðru óbreyttu í sér minni hækkun á rafmagnsreikningi en loftlína yfir dalinn. Tekið skal fram að þessi afstaða þátttakenda var ekki algild en vegna þess hve fáir tóku þátt í forkönnuninni var ekki hægt að álykta um tölfræðilega marktækni svaranna.

13 Í tilraunasmíð eru þessir hópar kallaðir blokkir (e. *blocks*) en þær eru búnar til þannig að þær hafi engin áhrif á niðurstöður tölfræðimatsins.

14 Verðið var valið með rafmagnsreikning meðal heimilis í huga. Verð þarf að vera nægilega hátt til að það hafi áhrif á ráðstöfunartekjur þátttakenda en jafnframt þarf stærðargráða þess að vera trúanleg hækkun á rafmagnsreikningi.

15 Í þessu tilfelli var valfylki tilraunarinnar hornrétt og umrædd fylgni því engin.

### 2.2.2 AÐALKÖNNUN

Til að bregðast við niðurstöðum forkönnunarinnar var ákveðið að skilyrða þörun heildarútfærslna þannig að útfærsla með jarðstreng um Laxárdal yrði að öllu öðru óbreyttu ekki boðin sem valkostur með minni hækkun á rafmagnsreikningi en útfærsla með loftlínu um Laxárdal. Jafnframt var þörunin skilyrt þannig að heildarútfærsla þar sem Laxárlína 1 er rifin yrði að öllu öðru óbreyttu ekki boðin sem valkostur með minni hækkun á rafmagnsreikningi en heildarútfærsla þar sem Laxárlína 1 stæði óbreytt. Að lokum var þörunin skilyrt þannig að framangreindar skilyrðingar virkuðu saman, til dæmis að útfærsla með jarðstreng um Laxárdal og niðurrifi Laxárlínu 1 yrði ekki boðin sem valkostur með minni hækkun á rafmagnsreikningi en útfærsla með loftlínu yfir Laxárdal og óhaggaðri Laxárlínu. Þegar hönnun valtilraunar er skilyrt á þennan hátt dregur úr skilvirkni metla við mat á greiðsluvilja. Ákveðið var að takmarka hvernig heildarútfærslur gætu parast saman með sjónarmið um trúverðugleika í huga, þrátt fyrir að augljóst sé að ekki er í huga allra beint samhengi á milli greiðsluvilja og kostnaðar við framkvæmdir.

Einnig var ákveðið að hækka fjárhæðir fyrir mánaðarhækkanir frá forkönnuninni í 250,- kr., 800,- kr. og 1.250,- kr. Fyrri verð þótti ekki nógu hátt til að fanga efri mörk undirliggjandi greiðsluvilja og ekki þótti ráðlegt að hækka efri mörkin enn meira, þar sem 1.250,- kr. eru umtalsverður hluti af rafmagnsreikningi flestra heimila á mánaðargrundvelli. Skýrslu Félagsvísindastofnunar um aðalkönnunina og texta hennar er að finna í netviðaukum II og III.<sup>16</sup>

### 2.3 ÚRVINNSLA TILRAUNAR

Hér á eftir fara niðurstöður valtilraunarinnar sem sett var fram í meginspurningakönnuninni á vegum Hagfræðistofnunar. Fyrst er gerð grein fyrir því hvaða svör liggja niðurstöðunni til grundvallar og hvernig þau eru yfirfærð á samfélagið í heild. Næst er farið stuttlega yfir hvernig staðið er að tölulegri úrvinnslu á svörum þátttakenda. Því næst er farið yfir greiðsluvilja fyrir helstu þætti/eiginleika framkvæmdarinnar. Fjárhæðirnar eru síðan bornar saman við annan kostnað við verkþættina.

16 Sjá [netviðauka II](#) og [netviðauka III](#).

### 2.3.1 MAT Á GREIÐSLUVILJA FYRIR EINSTAKA EIGINLEIKA

Greiðsluvilji þátttakenda sem taka þátt í að greiða rafmagnsreikninginn á sínu heimili (sjá Q.8 í netviðauka III) auk þeirra sem sjá fram á að greiða fyrir rafmagnsnotkun á næstu fimm til tíu árum (sjá Q.9 í netviðauka III) er metinn út frá svörum þeirra í valtilraun. Við valtilrauninni fengust 2.790 svör en þegar búið var að flokka mótmælasvör<sup>17</sup> frá öðrum þar sem ekki var tekin afstaða til neinnar heildarútfærslu, sem birt var, kom í ljós að 753 þátttakendur höfðu engan greiðsluvilja (0 kr.). Því teljast 73% þátttakenda hafa greiðsluvilja fyrir a.m.k. einni heildarútfærslu á Hólasandslínu 3. Þegar horft er til þess að árið 2018 voru 140.600 íbúðir í landinu má herma niðurstöðurnar upp á 102.653 greidda rafmagnsreikninga (Þjóðskrá Íslands, 2019) en ekki er tekið tillit til væntrar fjölgunar íbúða á líftíma framkvæmdarinnar.<sup>18, 19</sup>

Niðurstöður valtilraunarinnar voru metnar með margvíðu umhverfðu veldisvísis-aðhvarfslíkani (e. *multinomial logit regression*) að teknu tilliti til ytri breytna á borð við aldur, búsetu, hjúskaparstöðu, kyn, menntun og stöðu á vinnumarkaði. Þátttakendur í könnuninni gáfu upp heildartekjur heimilis á mánuði fyrir skatt á tekjubilum. Til að fá tekjurnar á samfelld form innan tekjubils var notast við aðhvarf á bilum (e. *interval regression*); sjá töflu II.II og rækilegri umfjöllun í viðauka II. Eins var farið með rafmagnsreikning þátttakenda; sjá töflu II.III í viðauka II. Stikamat endanlegs líkans fyrir greiðsluvilja er að finna í töflu II. IV í viðauka II.

Greiðsluvilji fyrir helstu eiginleika framkvæmdar Hólasandslínu 3 er sýndur í töflu 1 hér að neðan.<sup>20</sup> Fjárhæðirnar eru núvirtar miðað við 6% raunávöxtunarkröfu yfir líftíma framkvæmdarinnar.<sup>21, 22</sup> Eiginleikarnir sem valtilraunin tekur

17 Mótmælasvör eru skilgreind sem svör þeirra sem lýsa ekki yfir raunverulegum greiðsluvilja sínum fyrir umrætt gæði, hér framkvæmdina við Hólasandslínu 3, heldur eru svörin gefin til að reyna að hafa áhrif á niðurstöðurnar. Slík svör afhjúpast þegar svörum þátttakenda er fylgt eftir í könnuninni og við mat á greiðsluvilja teljast þessir þátttakendur ekki frábrugðnir öðrum sem afhjúpa jákvæðan greiðsluvilja.

18 Mikil óvissa er um þróun fasteignamarkaðsins, búsetuform yngri kynslóðarinnar og fólksfjölgun. Gögn fyrir undanfarna áratugi veita ekki endilega áreiðanlega spá.

19 Hefur það áhrif á greiðsluviljamatið því til lækkunar.

20 Taflan sýnir metinn greiðsluvilja í eitt skipti þar sem búið er að núvirða greiðsluvilja yfir líftíma framkvæmdarinnar.

21 Raunávöxtunarkrafan miðar við þá ávöxtun sem sögulega hefur verið krafist fyrir raforkuframkvæmdir á Bretlands-eyjum og Ástralíu og komu fram í skýrslu um arðsemi Landsvirkjunar (Ásgeir Jónsson og Sigurður Jóhannesson, 2012) og notuð hefur verið í núvirðingu á vatnsréttindum hér á landi. Sjá t.d. Sigurður Jóhannesson (2017).

22 Greiðslur yfir líftíma framkvæmdarinnar eru hér settar fram sem eilífðargreiðslur (e. *perpetuity*). Sú aðferð er valin þar sem ekki liggur fyrir hve lengi verksummerki framkvæmdarinnar verða greinanleg í náttúrunni.

til eru settir fram sem tvíkostastærðir í líkaninu sem metið er. Fjárhæðirnar eru því reiknaðar út frá líkum á því að eitt afbrigði sé valið umfram annað. Greiðsluvilji sem nemur 277,5 milljónum króna fyrir tvíbreitt mastur þýðir að samfélagið, sem hér er almennir rafmagnsnotendur,<sup>23</sup> er samtals tilbúið að láta 277,5 milljónir af hendi rakna til að fá tvíbreitt mastur í stað tveggja mastra hlið við hlið í Fnjóskadal.<sup>24</sup> Af matinu að dæma virðast þátttakendur afhuga jarðstreng um Laxárdal. Að öðru óbreyttu er greiðsluvilji neikvæður fyrir jarðstreng samanborið við loftlínu um Laxárdal (–256 milljónir króna). Þetta má túlka þannig að samfélagið sé reiðubúið til að greiða 256 milljónir króna til að fá loftlínu yfir Laxárdal og koma þannig í veg fyrir að dalnum verði raskað með jarðstreng. Ef framkvæmandi kys heldur að leggja jarðstreng en loftlínu um Laxárdal þyrfti hann að vera reiðubúinn til að bæta samfélaginu skaðann með 256 milljóna króna greiðslu. Þá er núvirtur greiðsluvilji fyrir þá mótvægisáðgerð að rífa Laxárlínu 201 milljón króna.<sup>25</sup> Að því gefnu að ekki kosti meira en 201 milljón að rífa Laxárlínu 1 borgar það sig fyrir samfélagið. Tölurnar eru fyrir þýðið í heild, þ.e. heimilin í landinu, að teknu tilliti til þeirra sem hafa ekki greiðsluvilja.

*Tafla 1 · Metinn greiðsluvilji landsmanna fyrir einstaka eiginleika í milljónum króna*

|                  | Greiðsluvilji [ $p < 0,001$ ] | Staðalskekkja | 95% öryggisbil |      |
|------------------|-------------------------------|---------------|----------------|------|
| Tvíbreitt mastur | 277,5                         | 67            | 146            | 409  |
| Jarðstrengslögn  | –256                          | 65            | –385           | –128 |
| Mótvægisáðgerð   | 201                           | 71            | 62             | 340  |

Þegar allt er tekið saman sýna niðurstöður matsins að verðmætasta heildarútfærslan á Hólasandslínu 3 er tvíbreitt mastur í Fnjóskadal, loftlína yfir Laxárdal og niðurrif Laxárlínu 1 til að vega á móti áhrifum Hólasandslínu 3 á umhverfið.

23 Talan sýnir greiðsluvilja allra landsmanna, en greiðsluvilji fyrirtækja er ekki metinn sérstaklega.

24 Í kostnaðar- og ábatagreiningu mætti lagning tvíbreiðra mastra því kosta 277,5 milljónir umfram útfærslu með tveimur samhliða möstrum áður en kostnaðurinn tekur ábatanum fram.

25 Hér er átt við einskiptisgreiðslur þar sem búið er að taka tillit til núvirðingar fyrir líftíma framkvæmdarinnar.

### 2.3.2 GREIÐSLUVILJI MEÐ HLIÐSJÓN AF FRAMKVÆMDAKOSTNAÐI

Í frummatsskýrslu framkvæmenda kemur fram að aðalvalkostur felur í sér loftlínu sem lögð yrði við hliðina á Kröflulínu 1 í Fnjóskadal og loftlínu yfir Laxárdal (Landsnet, 2018). Niðurrif Laxárlínu 1 stendur þar fyrir utan, en eins og áður segir er sá liður óháður því hvort Hólasandslína verður lögð. Samkvæmt bráðabirgðatölum um framkvæmdakostnað kostar 350 milljónum króna meira að leggja tvíbreitt mastur í Fnjóskadal heldur en að leggja Hólasandslína 3 við hliðina á Kröflulínu 1 (Landsnet, tölvupóstur 21. ágúst 2019). Sömu heimildir gefa til kynna að 250 milljónum króna meira kosti að leggja jarðstreng um Laxárdal, í stað loftlínu yfir dalinn. Áætlað er að um 325 milljónir kosti að rífa Laxárlínu, en það er eins og áður segir sérstök framkvæmd.

Pegar þessar kostnaðartölur eru bornar saman við metin greiðsluvilja í töflu 1 fæst hugmynd um þjóðhagslega hagkvæmni afbrigða framkvæmdarinnar sem hér hafa verið rædd. Samanburðurinn er settur fram í töflu 2 hér að neðan. Eins og þar má sjá er talið að heldur meira kosti að setja upp tvíbreið möstur í Fnjóskadal en landsmenn vilja greiða fyrir þau, samkvæmt punktmati. Þá er áætlað að dýrara verði að rífa Laxárlínu en nemur punktmati á greiðsluvilja fyrir það. Engu að síður fellur kostnaðurinn í báðum dæmum innan 95% vikmarka á greiðsluvilja. Því er ekki hægt að hafna því að útfærsla á Hólasandslínu 3 með þessum eiginleikum sé þjóðhagslega hagkvæm út frá sjónarhorni velferðarhagfræði. Út frá sömu mælikvörðum er aftur á móti óhagkvæmt að leggja jarðstreng yfir Laxárdal – landsmenn myndu krefjast bóta fyrir þá framkvæmd, sem að auki er dýr, hvort tveggja er mínusmegin.

*Tafla 2 · Hagkvæmni einstakra eiginleika, fjárhæðir í milljónum króna*

|                  | Greiðsluvilji | Neðri<br>vikmörk | Efri<br>vikmörk | Framkvæmda-<br>kostnaður | Hagkvæmt |
|------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------------------|----------|
| Tvíbreitt mastur | 277,5         | 146              | 409             | 350                      | Óljóst   |
| Jarðstrengslögn  | -256          | -385             | -128            | 250                      | Nei      |
| Mótvægisáðgerð   | 201           | 62               | 340             | 325                      | Óljóst   |

*Vikmörkin miða við 95% öryggisbil*





## Heimildaskrá

- Adamowicz, W., Boxall, P., Williams, M., og Louviere, J. (1998). Stated preference approaches for measuring passive use values: choice experiments and contingent valuation. *American journal of agricultural economics*, 80 (1), 64–75.
- Arrow, Kenneth, Robert Solow, Paul R. Portney, Edward E. Leamer, Roy Radner og Howard Schuman. (1993). Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation, Federal Register 58, bls. 4.601–4.614.
- Atkinson, G., Groom, B., Hanley, N., og Mourato, S. (2018). Environmental valuation and benefit-cost analysis in UK policy. *Journal of Benefit-Cost Analysis*, 9(1), 97–119.
- Atkinson, Giles, Nils Axel Braathen, Ben Groom og Susana Mourato. (2018). Cost Benefit Analysis and the Environment. OECD.
- Ásgeir Jónsson og Sigurður Jóhannesson. (2012). *Arðsemi Landsvirkjunar af rafmagnssölu til stóriðju 1966–2010* (Skýrsla nr. R12:01). Reykjavík: Hagfræðistofnun Háskóla Íslands.
- Boyle, Kevin J. (2003). Contingent valuation in practice. Í Patricia A. Champ, Kevin J. Boyle og Thomas C. Brown (ritstj.), *A Primer on Nonmarket Valuation* (bls. 111–169). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Brown, Thomas C. (2003). Introduction to stated preference methods. Í Patricia A. Champ, Kevin J. Boyle og Thomas C. Brown (ritstj.), *A Primer on Nonmarket Valuation* (bls. 99–110). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Brynhildur Davíðsdóttir, Daði Már Kristófersson og Sigurður Jóhannesson. (2013). *Hagrænt mat á náttúrugæðum og umhverfisáhrifum*. Sótt í apríl 2019 af <http://www.ramma.is/media/beinleid/Hagraent-mat-a-natturugaedum-final.pdf>
- Carson, Richard T., Mithchell, Robert C., Hanemann, Michael, Kopp, Raymond, Presser, Stanley, Ruud, Paul A. (2003). *Environmental and Resource Economics* 25: 257–286.
- Carson, Richard T. og Hanemann, W. Michael. (2005). Contingent valuation. Í Karl-Göran Maler og Jeffrey R. Vincent (ritstj.), *Handbook of Environmental Economics: Valuing Environmental Changes*, vol. 2 (bls. 821–936). Elsevier: North-Holland.

- Daði Már Kristófersson og Navrud, S. (2007). Can use and non-use values be transferred across countries? Í Stale Navrud og Richard Ready (ritstj.), *Environmental Value Transfer: Values and Methods* (bls. 207–225). Dordrecht: Springer.
- Tilskipun 2011/92/EU/ Evrópuþingsins og -ráðsins frá 13. desember 2019 um mat á áhrifum vissra verkefna einkafyrirtækja og hins opinbera er lúta að umhverfinu [Texti sem varðar EES]. Sótt af <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32011L0092>.
- European Commission. (2006). Guidance on the Methodology for Carrying out Cost-Benefit Analysis. Working Document No. 4.
- Feuillette, Sarah, Harold Levrel, Blandine Boef, Stéphanie Blanquart, Olivier Gorin, Guillaume Monace, Bruno Penisson, Stéphane Robichon. (2016). The use of cost-benefit analysis in environmental policies: some issues raised by the Water Framework Directive implementation in France,. *Environmental Science Policy* 57, bls. 79–85.
- Hoffman, E., og Spitzer, M. L. (1993). Willingness to pay vs. willingness to accept: legal and economic implications. *Wash. uLQ*, 71, 59.
- Holmes, Thomas P. og Adamowicz, Wiktor L. (2003). Attribute-based methods. Í Patricia A. Champ, Kevin J. Boyle og Thomas C. Brown (ritstj.), *A Primer on Nonmarket Valuation* (bls. 171–219). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Kristín Eiríksdóttir, Daði Már Kristófersson, Gunnar Haraldsson og Sveinn Agnarsson. (2009). *Áhrif stóriðjuframkvæmda á íslenskt efnahagslíf* (Skýrsla nr. CO8:10). Reykjavík: Hagfræðistofnun Háskóla Íslands.
- OECD. (2006). Willingness to Pay vs. Willingness to Accept. *Cost-Benefit Analysis and the Environment: Recent Developments*. París: OECD Publishing.
- Orkustofnun. (2012). *Skömmun raforku dreifiveitna*. Sótt í maí 2019 af [https://orkustofnun.is/gogn/Raforkueftirlit/Skommtun\\_raforku.pdf](https://orkustofnun.is/gogn/Raforkueftirlit/Skommtun_raforku.pdf).
- Landsnet. (2018). *Hólasandslína 3. 220 kV raflína frá Akureyri að Hólasandi – Frummatsskýrsla*. Reykjavík Sótt af [http://www.skipulag.is/media/attachments/Umhverfismat/1358/HS3%20frummatssk%C3%BDrsla\\_vefur.pdf](http://www.skipulag.is/media/attachments/Umhverfismat/1358/HS3%20frummatssk%C3%BDrsla_vefur.pdf).
- Lög um mat á umhverfisáhrifum 106/2000.
- Pearce, D.W., og Seccombe-Hett, T. (2000). Economic valuation and environmental decision-making in Europe. *Environmental Science and Technology*, 34(8), 1419–1425. Sótt af <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es9906711>.

- Sartori, D. (2015). *Guide to cost-benefit analysis of investment projects: economic appraisal tool for cohesion policy 2014–2020*. Brussels: European Commission, Directorate-General for Regional and Urban policy. Sótt af [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba\\_guide.pdf](https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf).
- Sigurður Jóhannesson. (2003). Er landslag einhvers virði?. *Vísbending*, 21 (46), bls. 3–4.
- Sigurður Jóhannesson. (2017). *Líklegar tekjur af vatnsréttindum vegna Hvalárvirkjunar* (Minnisblað). Reykjavík: Hagfræðistofnun Háskóla Íslands.
- C. Whitehead, John Blomquist, Glenn. (2006). The Use of Contingent Valuation in Benefit-Cost Analysis. Handbook on Contingent Valuation.
- Þjóðskrá Íslands. (2019). *Fjöldi íbúða*. Sótt af <https://skra.is/thjonusta/gogn/talnaefni/fjoldi-ibuda/>.



## Viðauki I

### 1 MAT Á UMHVERFISGÆÐUM

Í kenningum hagfræðinnar gengur verðmætamat almennt út frá því að hvað það sem eykur velferð sé ábatasamt og þar af leiðandi verðmætt. Á hverjum einasta degi stendur fólk frammi fyrir margs konar vali, t.d. hversu mikið það vinnur, hvað er keypt í matinn, hversu miklum tíma er varið til frístundaiðkunar o.s.frv. Við allar þessar ráðstafanir er gengið út frá því að fólk hámarki eigin velferð með vali sínu miðað við þær aðstæður og auðlindir sem það býr við. Það að maður eyði tíma og fjármunum til að stunda tiltekna afþreyingu ber til að mynda með sér að hann kjósi þá ráðstöfun þessara takmörkuðu auðlinda umfram aðrar sem honum stóðu til boða. Því er litið svo á að velferð mannsins sé meiri ef hann leggur stund á umrædda afþreyingu en annars væri.

Þegar kemur að gæðum og þjónustu sem umhverfið veitir mönnum er ljóst að verðmæti þess er töluvert víðtækara heldur einungis það sem stafar af notkun náttúruauðlinda, eins og veiðum á fiskistofnum, skógarhöggi og vinnslu olíu og kola, eða upplifun af notkun umhverfisins til frístunda. Að jafnaði má flokka verðmæti umhverfisgæða eftir því hvort þau eru dregin af beinni notkun (e. *use value*), óbeinni notkun (e. *indirect use value*) eða þau eru óháð notkun (e. *non-use value*). Skilin milli síðustu tveggja flokkanna eru oft óljós og algengt að þeim sé steipt saman. Til þeirra heyra tilvistargildi (e. *existence value*), erfðagildi (e. *bequest value*) og valréttargildi (e. *option value*):

- ☞ **Tilvistargildi:** Það eitt að tiltekin umhverfisgæði séu fyrir hendi kann að vera nokkurs virði fyrir fólk þó svo að það ætli sér aldrei að nota þau beint.
- ☞ **Erfðagildi:** Það að tiltekin umhverfisgæði verði til staðar fyrir afkomendur eða komandi kynslóðir kann að vera nokkurs virði fyrir fólk þó svo að það sjálft muni aldrei nota gæðin eða upplifa þau.
- ☞ **Valréttargildi:** Það að eiga kost á að nota tiltekin gæði eða upplifa þau einhvern tímann í framtíðinni kann að vera nokkurs virði fyrir fólk.

Þegar um er að ræða framkvæmdir sem valda óafturkræfum breytingum á umhverfinu er sérstaklega mikilvægt að tekið sé tillit til tilvistargildis, erfðagildis og valréttargildis þegar fórnarkostnaður umhverfisins er metinn. Heildarverðmæti í hagrænum skilningi er ávallt samtala þess verðmætis sem stafar af beinni notkun, auk tilvistar-, erfða- og valréttargildis.

Greiðsluvilji (e. *willingness to pay*) og bótavilji (e. *willingness to accept*) eru mælikvarðar á hagrænt virði sem fólk hlýtur af ráðstöfun tiltekinna gæða. Greiðsluvilji er sú hámarksupphæð sem fólk er reiðubúið til að greiða til að ná fram tiltekinni ráðstöfun gæða en bótavilji er lágmarksupphæð sem fólk sættir sig við í bætur fyrir að verða af tilteknum gæðum. Munurinn á mælikvörðunum snýst í grunninn um eignarrétt eða upphafsráðstöfun gæða. Greiðsluvilji er nánast alltaf notaður í efnahagslegu umhverfismati þar sem eðli umhverfisgæða er slíkt að eignarréttur þeirra er oftast ekki skýrt skilgreindur (Hoffman og Spitzer, 1993; OECD, 2006). Mælikvarðarnir eru báðir byggðir á fræðilegum grunni nytjahagfræði þar sem fólk hámarkar velferð sína með þeim neyslusamsetningum sem það kys að velja sér að gefnum auði sem það býr yfir. Því getur greiðsluvilji ekki orðið meiri en heildarauður fólks. Þar sem greiðsluvilji er því augljóslega háður undirliggjandi tekjudreifingu og þeim velferðarkerfum sem samfélög bjóða er ekki farsælt að heimfæra greiðsluvilja á milli samfélaga eða tímabila (Daði og Navrud, 2007).

Fyrir vörur sem seldar eru á markaði er greiðsluvilji þeirra sem kaupa vöruna markaðsverðið að viðbættu því hversu miklu meira þeir hefðu verið reiðubúnir til að greiða fyrir vöruna. Því er markaðsverð góður mælikvarði á neðri mörk greiðsluvilja þegar markaðs nýtur við. Þó nokkrar aðferðir hafa verið þróaðar innan hagfræðinnar til að meta verðmæti umhverfisgæða sem ekki eru seld á markaði. Aðferðirnar eiga það allar sameiginlegt að leitast er við að draga fram greiðsluvilja, annað hvort út frá hegðun fólks á tengdum mörkuðum, aðferðir afhjúpaðs vals (e. *revealed preference methods*), eða með því eða setja upp aðstæður í spurningakönnun sem líkja sem best eftir markaði sem fólk er fengið til að taka þátt í. Undir aðferðir afhjúpaðs vals falla t.d. ferðakostnaðaraðferð sem er einkum beitt til að verðmeta útivistarsvæði og aðferð ánægjuverðs (e. *hedonic pricing method*) sem hefur verið beitt hérlandis til að leiða rök að því að fasteignir í Reykjavík þar sem útsýni er yfir Esjuna séu að jafnaði 3–10% dýrari en samsvarandi híbýli án sama útsýnis (Sigurður Jóhannesson, 2003).

Pegar staðgöngumarkaðir á borð við fasteignamarkað standa ekki til boða og/eða óbein not af einhverjum umhverfisgæðum eru til athugunar er notast við aðferðir yfirlýsts vals (e. *stated preference methods*). Þá er líkt eftir markaðs- aðstæðum, oftar en ekki með viðtölum eða spurningakönnun, og undirliggjandi greiðsluvilji metinn út frá atferli fólks á tilbúnum markaði (Brown, 2003). Þróaðar hafa verið ýmsar aðferðir til að þátttakendur upplifi markaðinn sem trúverðugar aðstæður og lágmarka bjögun eða skekkju í svörum til að tryggja áreiðanleika verðmætamatsins. Frumforsenda er að þátttakendur telji líklegt að aðstæðurnar endurspegli það sem er að gerast í raunveruleikanum og að þær hafi áhrif á ráðstöfunartekjur þeirra. Á raunverulegum mörkuðum er hegðun fólks skilyrt af ráðstöfunartekjum þeirra og tryggja þarf að þær kringumstæður séu einnig til staðar á tilbúna markaðnum. Þátttakendur verða að skilja hvaða skorður eru á þeim auðlindum sem þeir hafa til umráða. Ef meta á greiðsluvilja fyrir opinberar framkvæmdir þarf að tiltaka hvernig skattbyrði vegna verkefnisins dreifist á framteljendur. Auk þess þarf að vekja athygli á því að ef ráðist verði í verkefnið kunni það að breyta forgangs röðun annarra verkefna og samsetningu samneyslunnar. Í framkvæmd er nauðsynlegt að úrtakið endurspegli alla þá sem hafa verulegra hagsmuna að gæta af tilteknu verkefni en jafnframt þarf að gæta þess að lágmarka sjálfval inn í könnunina úr úrtakinu til að hagsmunir tiltekinna hópa skekki ekki svörunina. Eins þarf að taka tillit til svara sem gefin eru í mótmæla- eða hagsmunaskyni, en það eru svör þar sem greiðsluvilji er annað hvort ýktur eða vantalinn til þess að ná fram ákveðinni niðurstöðu (Kristín, Daði, Gunnar og Sveinn, 2009).

### 1.1 AÐFERÐIR YFIRLÝSTS VALS

Með aðferðum innan þessa flokks má mæla virði sem stafar af beinni notkun og virði sem er alls óháð notkun, en þær eru skilyrt verðmætamat (e. *contingent valuation*), valtilraunir (e. *choice experiments*) og skilyrt valröðun (e. *contingent ranking*). Allar aðferðirnar eiga það sameiginlegt að kynnt er fyrir þátttakendum breyting á undirliggjandi umhverfisgæðum ásamt áhrifum sem breytingin kann að hafa á fjárhag þeirra. Þátttakendur eru fengnir til að taka afstöðu til breytinganna að teknu tilliti til fjárhagsáhrifanna. Munurinn á aðferðum liggur helst í því hvernig valið er kynnt fyrir fólki, en það hvaða aðferð verður fyrir

valinu hverju sinni veltur á eðli undirliggjandi umhverfisgæða og breytingunum sem verið er að verðmeta.

Skilyrt verðmætatamat er elsta aðferðin og hefur hún því verið mest notuð (Boyle, 2003). Undanfarinn rúman áratug hafa valtilraunir verið að ryðja sér rúms, en þær eru sveigjanlegri en skilyrt verðmætatamat (Holmes og Adamowicz, 2003). Í stuttu máli byggist skilyrt verðmætatamat á því að fólk velur á milli viðmiðunarástands (e. *base case*) og einnar sérstakrar útfærslu (e. *specific alternative*) á undirliggjandi umhverfisgæðum. Sem dæmi um útfærslu mætti nefna hvort virkja ætti tiltekna á eða ekki. Með valtilraun velur þátttakandinn aftur á móti milli heildarútfærslna á framkvæmdum með mismunandi samsetningum afbrigða af eiginleikum (e. *attribute*) framkvæmdanna. Þessar ólíku samsetningar mynda heildarútfærslur sem valdar eru úr grunnmengi allra samsetninga eiginleikanna (Adamowicz, Boxall, Williams og Louviere, 1998) og þátttakendur eru vanalega fengnir til að velja á milli tveggja í einu, hvað eftir annað.<sup>26</sup> Sem dæmi um valtilraun fyrir virkjanadæmið hér að framan væru settar fram nokkrar útfærslur á virkjuninni sem hefðu mismikil áhrif á ána og eiginleika hennar, til dæmis lífríki.

Valtilraunir hafa ýmislegt fram yfir skilyrt verðmætatamat. Með þeim er hægt að meta virði hvers eiginleika umhverfisgæðanna fyrir sig og hvort eða hvernig tilfærsla í einum eiginleika getur vegið upp á móti færslu í öðrum. Með öðrum orðum er hægt að meta valröðun fólks fyrir eiginleika umhverfisgæðanna. Aftur á móti gefur skilyrt verðmætatamat einungis mat á tiltekinni útfærslu sem heild. Skilyrta valröðun má útfæra með sama hætti og valtilraunir en þá eru þátttakendur beðnir um raða heildarútfærslum frá þeirri sem hann kys helst til þeirrar sem hann kys síst. Þessi aðferð krefst mikils af þátttakendum því að oft er auðvelt að mynda sér skoðun um jaðrana, þ.e. hvað þykir best og/eða verst, en skoðanir um miðjuna eru ekki eins fastmótaðar.

Burtséð frá því hvað aðferð verður fyrir valinu hverju sinni er greiðsluvilji metinn með hendingarkenndu nytjalíkani (e. *random utility model*) með hjálp tölfræðilíkana sem eru viðeigandi hverju sinni (Holmes og Adamowicz, 2003). Val á tölfræðilíkani veltur á því hvernig greiðsluviljaspurningar eru settar fram, en í valtilraunum er notast við ósamfelld vallíkön (e. *discrete choice models*).

26 Hversu oft þátttakendur velja á milli tveggja mismunandi heildarútfærslna veltur á hönnun valtilraunarinnar.



## Viðauki II

### VARÐANDI TÖFLU II. I.

Þátttakendur í rannsókninni voru beðnir að gefa upp heildartekjur heimilis síns á mánaðargrundvelli fyrir skatt (sjá bakgrunnsspurningar í viðauka III). Til að fá tekjurnar á samfelld form er þeim spáð innan bils með aðhvarfi á bilum. Stikamatið að baki spánni er sett fram hér að neðan.

*Tafla II. I · Tekjuspá – aðhvarf á bilum (e. interval regression)*

|                                                    | ln (tekjur)* | Staðalskekkja |
|----------------------------------------------------|--------------|---------------|
| MENNTUN                                            | GRUNNUR      |               |
| <i>Grunnskólanám eða minna</i>                     |              |               |
| <i>Starfsnám</i>                                   | 0,0268       | 0,0207        |
| <i>Iðnnám – verklegt nám á framhaldsskólastigi</i> | 0,0868       | 0,0157        |
| <i>Bóklegt nám á framhaldsskólastigi</i>           | 0,161        | 0,0153        |
| <i>Nám í sérskóla á háskólastigi</i>               | 0,276        | 0,0206        |
| <i>Grunnnám í háskóla</i>                          | 0,285        | 0,0144        |
| <i>Meistaránám í háskóla</i>                       | 0,469        | 0,0150        |
| <i>Doktorsnám</i>                                  | 0,463        | 0,0399        |
| VINNUMARKAÐSSTAÐA                                  | GRUNNUR      |               |
| <i>Á vinnumarkaði</i>                              |              |               |
| <i>Í námi</i>                                      | -0,312       | 0,0153        |
| <i>Utan vinnumarkaðar</i>                          | -0,417       | 0,0144        |
| ALDUR                                              | 0,0193       | 0,00159       |
| ALDUR (2)                                          | -0,000186    | 0,0000159     |
| KARLKYN                                            | 0,0948       | 0,00827       |
| HJÓNABAND / STAÐFEST SAMVIST / SAMBÚÐ              | 0,479        | 0,00925       |
| FASTI                                              | 12,61        | 0,0381        |
| LN (σ)                                             |              |               |
| FASTI                                              | -0,775       | 0,00646       |

\* p < 0,001  
nema Starfsnám

Þeir sem falla undir skilgreininguna að vera á vinnumarkaði eru allir sem segjast vera í vinnu, sjálfstætt starfandi, atvinnurekendur, í atvinnuleit, í fæðingarorlofi og heimavinnandi í bakgrunnspurningum spurningakönnunarinnar. Þeir sem teljast utan vinnumarkaðar eru eftirlaunaþegar, öryrkjar og þeir sem eru ekki í virkri atvinnuleit.

## VARÐANDI TÖFLU II. II

Líkt og með heimilistekjur þá gáfu þátttakendur upp rafmagnsreikning heimilisins á mánaðargrundvelli á bilum. Til að fá rafmagnsreikninginn á samfellt form er þeim spáð innan bils með aðhvarfi á bilum. Stikamatið að baki spánni er sett fram hér að neðan.

*Tafla II. II · Spá fyrir rafmagnsreikning – aðhvarf á bilum*

|                          | ln (reikningur) [p < 0,001] | Staðalskekkja |
|--------------------------|-----------------------------|---------------|
| RAFMAGNSHITUN            | 0,416                       | 0,0159        |
| PÓSTNÚMER                |                             |               |
| <i>Höfuðborgarsvæðið</i> | Grunnur                     |               |
| <i>Austurland</i>        | 0,230                       | 0,0189        |
| <i>Norðausturland</i>    | 0,383                       | 0,0354        |
| <i>Norðvesturland</i>    | 0,311                       | 0,0301        |
| <i>Reykjanes</i>         | 0,268                       | 0,0238        |
| <i>Suðurland</i>         | 0,286                       | 0,0184        |
| <i>Vestfirðir</i>        | 0,622                       | 0,0457        |
| <i>Vesturland</i>        | 0,155                       | 0,0261        |
| FASTI                    | 8,734                       | 0,00708       |
| LN (σ)                   |                             |               |
| FASTI                    | -0,507                      | 0,00752       |

Helstu bakgrunnsbreytur höfðu þegar verið notaðar fyrir tekjuspána (tafla II. I). Því eru póstnúmer þátttakenda einu ytri breytturnar í spánni. Póstnúmerin eru sett inn sem flokkunarbreyta (e. *categorical variable*) og er höfuðborgarsvæðið viðmiðunarflokkur matsins.

## VARÐANDI TÖFLU II. III

Skýribreyturnar *verð* og *tekjur* eru niðurstöður úr spánum sem verða til úr keyrslunum í töflum II.I og II.II. Breyturnar sem liggja þeim spám til grundvallar rata því óbeint inn í keyrsluna í töflu II. III. Þær eru ekki hafðar aftur með í greiðsluviljalíkaninu til að koma í veg fyrir marglínuleika (e. *multicollinearity*). *Tvíbreitt mastur* er vísibreyta sem tekur gildið einn ef boðin útfærsla innihélt stórt mastur í Fnjóskadal en núll ef um var að ræða tvö samliggjandi möstur. *Jarðstrengslögn* tekur gildið einn ef jarðstrengur um Laxárdal er í útfærslunni en núll fyrir loftlínu um sama dal. Breytan *mótvægisadgerð* tekur gildið einn ef Laxárlína 1 er rifin en núll ef hún stendur áfram. Einnig var haldið utan um hvort þeir, sem kyntu með rafmagni eða sögðust hafa farið í hálendisferðir upp á síðkastið, svöruðu öðruvísi en aðrir. Svo reyndist ekki vera en breytur fyrir svör um þetta hafa engu að síður vægi fyrir heildarmynd líkansins.

*Tafla II. III · Stikamat endanlegs líkans fyrir greiðsluvilja*

|                  | Val                     | Staðalskekkja |
|------------------|-------------------------|---------------|
| TVÍBREITT MASTUR | 0,236 [p < 0,001]       | 0,0508        |
| JARÐSTRENGSLÖGN  | -0,218 [p < 0,001]      | 0,0634        |
| MÓTVÆGISADGERÐ   | 0,171 [p < 0,01]        | 0,0544        |
| VERÐ             | 0,000989 [p < 0,001]    | 0,0000682     |
| TEKJUR           | 0,000000223 [p < 0,001] | 4,85e-08      |
| RAFMAGNSHITUN    | -0,00000998             | 0,00000620    |
| HÁLENDISFERÐ     | 0,0970                  | 0,0546        |
| FASTI            | -2,070 [p < 0,001]      | 0,0872        |