

Kotitalouksien preferenssit energiahyödykkeitä ja -palveluja kohtaan

Enni Ruokamo

William D. Nordhaus kertoo Nobel-luennossaan, että ilmastonmuutos on tärkein ja perimmäisin haaste niin ihmiskunnalle kuin taloustieteellekin. Ilmastonmuutoksen kannalta merkittävin ilmastopäästöjen aiheuttaja on energia-sektori, jonka saaminen päästöttömäksi vaatii nopeaa teknologista muutosta (Nordhaus 2018). Uusiutuvaan energiaan pohjautuvan tuotannon on lisääntyvä merkittävästi lähitulevaisuudessa. Lopulta energiantuotannon on perustuttava täysin uusiutuviin energiamuotoihin. Myös olemassa olevia resursseja on hyödynnettävä mahdollisimman tehokkaasti. Muutoksia vaaditaan kaikilta osapuolilta, niin tuottajilta, päättäjiltä kuin kuluttajiltakin.

Eurostatin (2018) mukaan kotitalouksien energiankulutus vastaa noin neljänneksen EU:n kokonaisenergiankulutuksesta. Suomessa valtaosa (noin 80 %) kotitalouksien energian-

kulutuksesta kohdistuu asuintilojen ja käyttöveden lämmitykseen (Tilastokeskus 2017). On siis selvää, että energiamurros kohti päästötöntä energiajärjestelmää vaatii myös kotitalouksien osallistumista.

Kotitalouksille on tarjolla useita eri ratkaisuja vaikuttaa energiankulutukseensa. Nämä ratkaisut pitävät sisällään esimerkiksi investoinnit energiatehokkuuteen asumisessa, sähkön pientuotannon, sähkönkulutuksen pienentämisen ja sähkön kulutusjouston. Ratkaisujen laajamittaisessa hyödyntämisessä on kuitenkin ollut erilaisia haasteita.

Tämä väitöskirja käsittelee kotitalouksien mieltymyksiä energiajärjestelmän ilmastoystävällisiä ratkaisuja kohtaan. Väitöskirja koostuu kolmesta empiirisestä tutkimuksesta, joiden tavoitteena on tutkia kotitalouksien energiatuotteisiin, -sopimuksiin ja -palveluihin liitty-

Kirjoitus perustuu Oulun yliopiston kauppakorkeakoulussa 22.3.2019 tarkastettuun väitöskirjaan *Household preferences for energy goods and services: a choice experiment application*. Väitöstilaisuudessa vastaväittäjänä oli professori Anni Huh-tala VAT:sta ja kustoksena toimi professori Rauli Svento Oulun yliopiston kauppakorkeakoulusta. KTT Enni Ruokamo (enni.ruokamo@ymparisto.fi) työskentelee tutkijatohtorina Suomen ympäristökeskuksessa ja Oulun yliopiston kauppakorkeakoulussa.

viä preferenssejä. Preferenssejä tutkitaan tieteellisesti tunnustetulla ja vankan talousteoreettisen pohjan omaavalla valintakoemenetelmällä eli valintakokeella (*choice experiment*) (Lancaster 1966; McFadden 1974). Väitöskirjan valintakokeet tarkastelevat erilaisia lämmitysjärjestelmä- ja kulutusjoustoratkaisuja.

Valintakoe on ilmaistujen preferenssien arvottamismenetelmä, joka soveltuu hyvin diskreettien valintojen analysointiin (Johnston ym. 2017). Valintakoe toteutetaan perinteisesti joko kyselyn tai haastattelun avulla. Valintakokeessa vastaajalle esitetään hypoteettisia valintatilanteita, joissa valintavaihtoehtoina on kuvauksia tarkasteltavasta hyödykkeestä, palvelusta tai projektista. Valintatilanteissa valintavaihtoehtoja kuvaillaan attribuuteilla, joiden tasot vaihtelevat valintavaihtoehtojen välillä. Perinteisen hyvinvointiteorian mukaan vastaaja valitsee valintatilanteessa aina sen vaihtoehdon, joka tuottaa hänelle korkeimman hyödyn. Valintatilanteista saatujen vastauksien analysoinnissa käytetään diskreettien valintojen malleja, jotka ottavat huomioon preferenssien heterogeenisuuden (McFadden ja Train 2000).

Valintakokeen selkeä etu on se, että se mahdollistaa useiden attribuuttien arvottamisen samanaikaisesti. Menetelmä tarjoaa ainutlaatuisia tietoa tarkasteltujen attribuuttien tärkeydestä ja vaihtosuhteista. Lisäksi menetelmän avulla on johdettavissa rahallinen arvo eli maksuhalukkuus sellaisillekin attribuuteille, joille ei ole olemassa markkinahintaa. Tällaisia ovat esimerkiksi käyttömukavuuden tai päästövähennyksen arvo kotitaloudelle. Menetelmä soveltuu myös erinomaisesti hypoteettisten ratkaisujen tutkimiseen.

Väitöskirjan ensimmäinen tutkimus keskittyy kotitalouksien lämmitysjärjestelmävalintoihin ja niitä määrittäviin tekijöihin (Ruokamo

2016). Tutkimus on sarjassaan ensimmäisiä, jossa selvitetään kotitalouksien preferenssejä hybridilämmitysjärjestelmiä kohtaan. Hybridilämmitys on useamman eri energiamuodon, kuten maalämmön ja aurinkoenergian hyödyntämistä lämmityksessä. Hybridilämmitysjärjestelmä koostuu yleensä päälämmitysjärjestelmästä ja tämän ohella käytettävästä yhdestä tai useammasta tukilämmitysjärjestelmästä.

Tutkimuksen aineisto kerättiin laajalla kyselytutkimuksella elokuussa 2014. Kyselyn kohderyhmä koostui pientaloasujista, jotka asuivat vastikään valmistuneissa omakotitaloissa. Kysely lähetettiin 2000 satunnaisesti Väestötietokeskuksen tietokannasta valitulle kotitaloudelle. Vastauksia palautui yhteensä 432 kappaletta.

Tutkimuksen valintakokeen valintatilanteet sisältävät kuusi vesikiertoista päälämmitysjärjestelmävaihtoehtoa. Nämä ovat maalämpöpumppu, poistoilmalämpöpumppu, puulämmitys, pellettilämmitys, varaava sähkölämmitys ja kaukolämpö. Lämmitysjärjestelmävaihtoehtoja kuvataan viiden attribuutin avulla, jotka ovat tukilämmitysjärjestelmä, investointikustannukset, käyttökustannukset, käyttömukavuus ja ympäristöystävällisyys.

Tulosten mukaan kotitaloudet suhtautuvat lämmitysratkaisuihin hyvin vaihtelevasti. Maalämpö osoittautuu selkeästi suosituimmaksi ja kaukolämpö toiseksi suosituimmaksi vaihtoehdoksi. Puulämmitys ja poistoilmalämpöpumppu ovat seuraavaksi suosituimmat vaihtoehdot, kun taas varaava sähkölämmitys ja pellettilämmitys osoittautuvat vähiten suosituiksi vaihtoehtoiksi. Tuloksista selviää, että kaikenlaiset pää- ja tukilämmitysjärjestelmien yhdistelmät eivät ole yhtä suosittuja. Tukilämmitysmuodoista kotitaloudet suosivat etenkin aurinkokeräin- ja aurinkopaneeliyhdistelmiä sekä il-

malämpöpumppuja. Vesitakka vähemmän tunnettuna tukilämmitysmuotona ei ole verrattain kovin haluttu vaihtoehto.

Attribuutteihin liittyvät tulokset osoittavat, että investointi- ja käyttökustannusten kasvu pienentää odotetusti lämmitysjärjestelmän valinnan todennäköisyyttä. Myös käyttömukavuus on merkittävä tekijä lämmitysjärjestelmän valinnassa. Etenkin puu- ja pellettilämmityksen keskimääräistä huonompi käyttömukavuus vaikuttaa lämmitysjärjestelmän valinnan todennäköisyyteen sitä pienentävästi. Lisäksi ympäristöystävällisyyden tasolla on selkeä vaikutus lämmitysjärjestelmävalintaan.

Myös useat eri kotitalouskohtaiset tekijät selittävät lämmitysjärjestelmävalintaa. Maa-lämmön valinnan todennäköisyyttä kasvattavat asuminen harvaan asutulla seudulla ja keskimääräistä korkeammat tulot. Iäkkäämmät henkilöt puolestaan valitsevat todennäköisemmin varaavan sähkölämmityksen. Puu- ja pellettilämmityksen valinnan todennäköisyyttä kasvattavat alempi koulutusaste sekä asuminen harvaan asutulla seudulla. Odotetusti metsänomistus lisää puulämmityksen valinnan todennäköisyyttä.

Väitöskirjan ensimmäinen tutkimuksen tulokset antavat useita suosituksia, joilla päätöksentekijät ja yritykset voivat edistää energiatehokkaiden lämmitysjärjestelmien käyttöönottoa kotitalouksien keskuudessa. Ohjauskeinojen suunnittelussa on muun muassa hyvä ottaa huomioon lämmitysjärjestelmien välinen substituoitio, mikäli investointi- tai käyttökustannuksiin vaikutetaan esimerkiksi tuen avulla. Markkinoinnissa sekä ohjauskeinojen suunnittelussa täytyy myös huomioida kotitalouksien heterogeisuus.

Väitöskirjan toinen tutkimus on menetelmällinen ja se on tehty yhteistyössä professori

Mikolaj Czajkowskin, professori Nick Hanleyn, professori Artti Juutisen ja professori Rauli Sventon kanssa (Ruokamo ym. 2016). Tutkimus keskittyy vastaajien kokeman vastaamisen vaikeuden vaikutuksiin valintakokeessa. Tutkimuksessa käytetään ensimmäisen tutkimuksen lämmitysjärjestelmäaineistoa.

Aikaisempi tutkimuskirjallisuus valintakokeeseen liittyen osoittaa, että useat eri tekijät voivat hankaloittaa vastaamista valintatilanteissa (DeShazo ja Fermo 2002; Swait ja Adamowicz 2001). On siis luontevaa olettaa, että myös tässä valintakokeessa osa vastaajista koki valintatilanteisiin vastaamisen vaikeampana kuin toiset. Tämä tutkimus laajentaa aikaisempaa kirjallisuutta tutkimalla, kuinka vastaajien itse arvioimat vastaamisen vaikeutta mittaavat tekijät vaikuttavat ekonometrisen valintamallin parametreihin.

Vastauksien analysoinnissa käytetään diskreettien valintojen malleista sovellusta, joka huomioi sekä preferenssien heterogeisuuden että skaalaheterogeisuuden (Czajkowski ym. 2016). Vastaamisen epätarkkuus tunnustetaan mallinnuksessa keskimääräisen skaalan ja skaalavarianssin avulla.

Tulosten mukaan koettu vastaamisen vaikeus vaikuttaa systemaattisesti ekonometrisen valintamallin parametreihin. Vastaamisen vaikeutta mittaavien tekijöiden välillä on kuitenkin eroja. Tulosten perusteella vastaajat, jotka kokevat valintatilanteisiin vastaamisen vaikeana, tekevät keskimääräistä satunnaisempia valintoja valintatilanteissa. Lisäksi vastaajat, jotka ilmaisevat, että valintatilanteissa on epäuskottavia vaihtoehtoja hankaloittamassa vastaamista, ovat keskimääräistä satunnaisempia valinnoissaan.

Edellä mainitut tulokset voidaan tulkita viitteinä siitä, että vastaamisen vaikeus on mo-

niulotteinen ilmiö, joka on todennäköisesti läsnä valintakokeessa. Vastaamisen vaikeus ei kuitenkaan välttämättä aiheuta niin suurta harhaa valintamallin parametreihin, että se vaikuttaisi tilastollisesti merkittävästi maksuhalukkuusestimaatteihin.

Väitöskirjan kolmas tutkimus keskittyy kulutusjoustoratkaisuihin ja se on tehty yhteistyössä professori Maria Kopsakangas-Savolaisen, tohtorikoulutettava Teemu Meriläisen ja professori Rauli Sventon kanssa (Ruokamo ym. 2018).

Yleisesti kulutusjousto edistää vaihtelevan tuuli- ja aurinkoenergian kustannustehokasta integrointia energijärjestelmään. Kulutusjoustolla eli joustavalla sähkön- ja energiankulutuksella kotitaloudet voivat osallistua kasvavassa määrin energijärjestelmän resurssitehokkuuden parantamiseen sekä päästöjen ja kustannusten vähentämiseen. Kulutusjousto kotitalouksien keskuudessa on kuitenkin ollut vähäistä.

Tutkimuksessa arvioidaan kotitalouksien halukkuutta osallistua kulutusjoustoratkaisuihin. Lisäksi tutkimuksessa selvitetään, millaista korvausta osallistumisesta vaaditaan.

Tutkimuksen valintatilanteet muodostuvat kolmesta valintavaihtoehdosta, joista kaksi on kuvauksia mahdollisista kulutusjoustoratkaisuisista ja yksi perustilanteesta ilman joustoratkaisuja. Valintavaihtoehdot kuvaillaan kuudella attribuutilla, jotka ovat sähkönmyyntisopimus, sähkönsiirtosopimus, lämmityksen etäohjaaminen, sähkönkulutuksen etäohjaaminen, hiilidioksidipäästövähennys ja vuotuinen rahallinen säästö.

Tutkimus täydentää alan tutkimuskirjallisuutta usealla eri tavalla (Richter ja Pollitt 2018). Tutkimus on ensimmäinen, joka tarkastelee samanaikaisesti sähkön dynaamista hinnoittelua, lämmityksen ja käyttösähkön älykäs-
tä etäohjausta, sekä kulutusjouston mahdollis-

tamia päästövähennyksiä. Dynaamisista hinnoittelusopimuksista tutkimuksessa keskitytään pörssi- ja yösähkösopimuksiin sekä teho-
perusteisiin sopimuksiin. Tutkimus on myös sarjassaan ensimmäisiä, joka selvittää kulutus-
jouston mahdollistaman päästövähennyksen arvon kotitalouksille, ja tutkii kotitalouksien
preferenssejä teho-
perusteista siirtohinnoitte-
lua¹ kohtaan.

Tutkimuksen aineisto kerättiin kyselytutkimuksella lokakuussa 2016. Kyselyn kohderyhmä koostui suomalaisista omistusasujista. Kyselykutsu lähetettiin 4000 satunnaisesti Väestörekisterikeskuksen tietokannasta valitulle kotitaloudelle. Vastauksia palautui yhteensä 380 kappaletta.

Tutkimuksen toteutuneita valintoja käsittelevästä osiosta selviää, että valtaosalla kotitalouksista (72 %) on kiinteähintainen sähkö-
sopimus. Valintaa perustellaan etenkin hinnoittelun ymmärrettävyydellä ja halulla välttää
pörssisähkösopimukselle tyypillistä hintavaihtelua. Vain harvalla kotitalouksista (5 %) on
käytössä pörssisähkösopimus, jossa sähkön hinta vaihtelee tunneittain. Yllättävän moni
kotitalous (14 %) ei tiedä omaa sähkö-
sopimustyyppiään.

Valintakokeen tulosten mukaan kotitalouksien vaatimat korvaukset ovat pienempiä läm-
mityksen etäohjaukseen osallistumisesta kuin käyttösähkön etäohjaukseen osallistumisesta.
Myös ajankohdalla on väliä: älykkääseen etä-
ohjaukseen ollaan valmiimpia aamulla kuin

¹ *Tehoperusteisessa siirtohinnoittelussa kotitaloudelle määritetään korkeimpaan toteutuneeseen sähkönkulutukseen pohjaten siirtokaistan suuruus ja sen mukaan määräytyvä kuukausimaksu. Tehoperusteisessa hinnoittelussa kotitalous voi säästää jakamalla sähkönkulutustaan tasaisemmin vuorokauden eri tunneille.*

illalla. Korvausvaatimus käyttösähkön etäohjauksesta iltaisin on keskimäärin 199 euroa vuodessa, kun taas lämmityksen vastaava korvausvaatimus on selkeästi pienempi, noin 80 euroa vuodessa.

Tulosten perusteella kotitaloudet vaativat korvausta keskimäärin 78 euroa vuodessa valitakseen pörssisähkösopimuksen kiinteähintaisen sopimuksen sijaan. Lisäksi tulokset antavat viitteitä siitä, että osa kotitalouksista on indifferentejä kiinteähintaisen ja tehoerusteisen siirtosopimuksen välillä.

Tällä hetkellä kulutusjoustosta on vaikea saada markkinoilta merkittävää korvausta. Sähkön pörssihinta on ollut vaihtelevuudeltaan maltillista, mikä pienentää osaltaan kulutusjoustosta saatavaa säästöpotentiaalia. Onko rahallisen korvauksen lisäksi olemassa myös muita arvoa luovia tekijöitä lisätä kotitalouksien osallistumista kulutusjousto?

Tulosten mukaan kotitaloudet arvostavat kulutusjouston mahdollistamia hiilidioksidipäästövähennyksiä energiajärjestelmässä. Kotitaloudet tyytyvät vuositasolla keskimäärin 133 euroa pienempiin korvauksiin kulutusjoustoosallistumisesta, mikäli päästövähennys on merkittävä, eli 30 prosenttia nykyisestä. Myös pienempi 10 prosentin päästövähennys lisää kotitalouksien halukkuutta osallistua kulutusjoustoosallistumiseen. Tällöin kotitaloudet tyytyvät vuositasolla keskimäärin 79 euroa pienempiin korvauksiin.

Tutkimustieto kulutusjoustoratkaisuista on tarpeellista muun muassa kulutusjoustotuotteiden, -sopimusten ja -palveluiden suunnittelussa ja markkinoinnissa. Tulosten perusteella

kulutusjouston markkinoinnissa tulisi korostaa kotitalouksien toiminnan vaikutusta energiasektorin päästöihin, sillä laajamittainen kulutusjousto pienentää huipputuntien kysyntää. Samalla myös riippuvuus fossiilisia polttoaineita hyödyntävästä säädettyvästä tuotannosta laskee.

Väitöskirjan johtopäätöksenä voidaan todeta, että oletusvaihtoehdon ohjausvaikutus (*power of default*) on todennäköisesti läsnä sekä kotitalouksien lämmitysjärjestelmävalinnoissa että kulutusjoustoosallistumisessa. Suomalainen lainsäädäntö ja rakennusvalvonta ohjaavat kotitalouksia lähtökohtaisesti valitsemaan energiatehokkaita lämmitysratkaisuja, mikä näkyy osaltaan myös tässä väitöskirjassa energiatehokkaiden lämmitysjärjestelmien suosiona. Kulutusjouston kohdalla tilanne on päinvastainen. Kulutusjoustoratkaisuissa oletusvaihtoehtona tarjotaan joustamattomia sopimus- ja palvelukokonaisuuksia, kuten esimerkiksi kiinteähintaisia sähkösopimuksia. Tämä heijastuu selvästi myös väitöskirjan tuloksiin, sillä kotitaloudet vierastavat dynaamisia pörssisähkösopimuksia ja vaativat merkittävää korvausta etäohjaukseen osallistumisesta.

Kaiken kaikkiaan energiatehokkaat lämmitysjärjestelmät ja kulutusjousto ovat tärkeä osa energiajärjestelmän ratkaisuja ilmastonmuutoksen torjumiseksi ja hillitsemiseksi. Kun kotitalouksien preferenssit tunnetaan, voidaan energiatuotteet, -sopimukset ja -palvelut suunnitella vastaamaan paremmin heidän mieltymyksiään. Kotitalouksien motivoiminen näyttää vaativan yhdistelmän teknologisia, rahallisia ja ekologisia kannustimia. □

Kirjallisuus

- Czajkowski, M., Hanley, N. ja LaRiviere, J. (2016), “Controlling for the effects of information in a public goods discrete choice model”, *Environmental and Resource Economics* 63(3): 523–544.
- DeShazo, J. R. ja Fermo, G. (2002), “Designing choice sets for stated preference methods: the effects of complexity on choice consistency”, *Journal of Environmental Economics and Management* 44(1): 123–143.
- Eurostat (2018), Energy consumption in households, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_consumption_in_households (viitattu 31.5.2019).
- Johnston, R. J., Boyle, K. J., Adamowicz, W., Bennett, J., Brouwer, R., Cameron, T. A., Hanemann, W. M., Hanley, N., Ryan, M., Scarpa, R., Tourangeau, R. ja Vossler, C. A. (2017), “Contemporary guidance for stated preference studies”, *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 4(2): 319–405.
- Lancaster, K. J. (1966), “A new approach to consumer theory”, *Journal of Political Economy* 74(2): 132–157.
- McFadden, D. (1974), “Conditional logit analysis of qualitative choice behavior”, In P. Zarembka (Eds.), *Frontiers in Econometrics* (pp. 105–142).
- McFadden, D., ja Train, K. (2000), “Mixed MNL models for discrete response”, *Journal of Applied Econometrics* 15(5): 447–470.
- Nordhaus, W. (2018), “Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics”, Prize Lecture, NobelPrize.org, Nobel Media AB, <https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/2018/nordhaus/lecture/> (haettu 30.5.2019).
- Richter, L. ja Pollitt, M. G. (2018), “Which smart electricity service contracts will consumers accept? The demand for compensation in a platform market”, *Energy Economics* 72: 436–450.
- Ruokamo, E. (2016), “Household preferences of hybrid home heating systems – A choice experiment application”, *Energy Policy* 95: 224–237.
- Ruokamo, E., Czajkowski, M., Hanley, N., Juutinen, A. ja Svento, R. (2016), “Linking perceived choice complexity with scale heterogeneity in discrete choice experiments: home heating in Finland”, Oulun yliopisto (julkaisematon käsi- kirjoitus).
- Ruokamo, E., Kopsakangas-Savolainen, M., Meriläinen, T. ja Svento, R. (2018), “Towards flexible energy demand – Household preferences for dynamic contracts, services and emissions reductions”. Oulun yliopisto (julkaisematon käsi- kirjoitus).
- Swait, J. ja Adamowicz, W. (2001), “Choice environment, market complexity, and consumer behavior: a theoretical and empirical approach for incorporating decision complexity into models of consumer choice”, *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 86(2): 141–167.
- Tilastokeskus (2017), Asumisen energiankulutus, http://www.stat.fi/til/asen/2017/asen_2017_2018-11-22_tie_001_fi.html (viitattu 31.5.2019).