

Iivo Vehviläinen
Juha Vanhanen

Energiatehokkuuden mahdollisuudet

Arvio Suomen energiatehokkuus- ja säästöpotentiaaleista valikoiduilla sektoreilla

Loppuraportti
28.8.2008

Sitran Energiaohjelma ja Gaia Consulting Oy
Helsinki 2008

SITRA

Sitran selvityksiä 3
ISBN 978-951-563-641-6
URL:<http://www.sitra.fi>
ISSN 1 796-7112
URL:<http://www.sitra.fi>

SISÄLTÖ

Esipuhe	3
1 Johdanto	4
2 Lähtöoletukset ja laskentamalli	5
2.1 Lähtöoletukset	5
2.2 Potentiaalien määrittelyt	5
2.3 Laskentamallin kuvaus	5
3 Energiatehokkuus- ja säästöpotentiaalit sektoreittain	7
3.1 Rakennusten lämmitysenergian kulutus	7
3.1.1 Uudisrakentaminen	7
3.1.2 Korjausrakentaminen	8
3.1.3 Lämpöpumput	10
3.1.4 Kulutustottumusten muutokset	12
3.1.5 Lämmityksen energiantarpeen herkkyyksiä	13
3.2 Kotitalouksien ja palveluiden sähkönkulutus	15
3.2.1 Kotitalouksien koneet ja laitteet	16
3.2.2 Kotitalouksien valaistus	17
3.2.3 Kulutustottumusten muutokset	17
3.2.4 Palvelusektori	18
3.3 Liikenteen energiankulutus	20
3.3.1 Yhdyskuntasuunnittelu ja julkinen liikenne	20
3.3.2 Teknologian kehittäminen	21
3.3.3 Nopeusrajoitusten alentaminen	22
4 Skenaariotarkastelut	24
4.1 Nopean kehityksen skenaario	24
4.2 Hitaan kehityksen skenaario	26
5 Energiatehokkuuden tutkimustarpeet	28
6 Johtopäätökset	30
Liite – Laskelmien tulokset	33

ESIPUHE

Rakennetun ympäristön energiatehokkuuden parantamisella on keskeinen rooli Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. Yhdyskuntasektori käyttää lähes yhtä paljon energiaa kuin teollisuus. Energiatehokkuuden parantaminen ja energiansäästö ovat siten keskeisiä keinoja vähentää yhdyskuntien ilmastorasitusta ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Sitran Energiaohjelma keskittyykin rakennetun ympäristön energiankäytön tehostamiseen.

Energiatehokkuuden ja energian säästön potentiaalien tunnistaminen on tärkeää toimenpiteitä kehitettäessä ja käynnistettäessä. Tässä raportissa on nopeasti saatavilla olevan aineiston pohjalta tarkasteltu Sitran energiaohjelman kannalta keskeisiä energian kulutuksen sektoreita eli rakennusten lämmitysenergian kulutusta, kotitalouksien ja palveluiden sähkölukulutusta sekä liikenteen energiakulutusta. Selvityksen tarkoituksena on ollut luoda kokonaiskuva edellä mainittujen sektoreiden energiatehokkuuden parantamisen potentiaaleista huomioiden niin tekniset, taloudelliset kuin sosiaaliset mahdollisuudet ja rajoitteet. Tarkoituksena on ollut yhtäältä havainnollistaa eri toimien potentiaalit suuruusluokkatasolla, mutta toisaalta myös tuoda samalla esille näihin potentiaaleihin liittyviä epävarmuuksia ja tarkastelumallin herkkyyksiä. Näiden epävarmuuksien havainnollistamiseksi raportissa on tuotu esille kaksi vaihtoehtoista skenaariota, jotka kuvaavat nopean ja hitaan kehityksen eroja. Tämän lisäksi raportissa on tuotu esille energiatehokkuuteen liittyviä tutkimustarpeita, joiden avulla voitaisiin paremmin vastata avoimiin kysymyksiin ja epävarmuuksiin.

Raportin tuloksia hyödynnetään sekä Sitran energiaohjelman selvitysten ja hankkeiden suuntaamisessa että käytännön toimenpiteiden suunnittelussa. Raportin tuloksien toivotaan myös antavan tukea suuntaa antavasti kansallisen energiatehokkuustyöryhmän työlle sekä lukuisille muille tahoille, jotka parhaillaan valmistelevat toimenpiteitä energiatehokkuuden parantamiseksi.

Parhaimmat kiitokset Iivo Vehviläiselle ja Juha Vanhaselle selvityksen laatimisesta.

Helsingissä 28.elokuuta 2008

Jukka Noponen
Ohjelmajohtaja
Energiaohjelma
Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra

1 JOHDANTO

Energiatehokkuuden parantamisella ja energiansäästöllä on arvioitu useiden selvitysten perusteella olevan vähintään yhtä suuri merkitys kuin uusiutuvilla energialähteillä ja muilla uusilla tuotantoteknologioilla kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamisessa niin Suomessa kuin useassa muussakin kehittyneessä maassa. Suomessa energiansäästön ja energiatehokkuuden parantamisen potentiaalia on tutkittu useassa erillisessä hankkeessa, mutta vasta viimeaikoina asiasta on alkanut muodostua kokonaiskuva, jossa eri energiankulutuksen sektoreiden merkitys on konkretisoitunut.

Tässä projektissa on tuotettu arviot Suomen energiatehokkuuspotentiaalista seuraavilla sektoreilla:

1. Rakennusten lämmitysenergian kulutus
2. Kotitalouksien ja palveluiden sähkönkulutus
3. Liikenne

Kyseiset sektorit ovat teollisuuden jälkeen merkittävimmät energiankuluttajat Suomessa ja kattavat yhteensä noin puolet Suomen koko energian kulutuksesta¹.

Tässä raportissa kustakin sektorista on esitetty laskelmat, jossa erilaiset energiaa säästävät tai energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet on eritelty ja näin on pyritty muodostamaan kuva kunkin toimenpiteen suuruudesta. Laskelmissa kunkin sektorin energiatehokkuuden parantamispotentiaali on jaettu ns. tekniseen, taloudelliseen ja sosiaaliseen potentiaaliin, joiden tarkempi määrittely on esitetty luvussa 2. Varsinaisten sektorikohtaisten laskelmien tulokset on esitelty luvussa 3. Näiden laskelmien lisäksi luvussa 4 on vielä esitetty kaksi skenaariotarkastelua, jotka kuvaavat äärimmäisiä kehityskulkuja. Ensimmäisessä skenaariossa oletetaan energiatehokkuustoimien tapahtuvan laajalla rintamalla ja nopeassa aikataulussa, kun taas toisessa skenaariossa energiatehokkuustoimien oletetaan puolestaan tapahtuvan hitaasti. Lisäksi luvussa 5 on esitetty alan tutkimustarpeet ja pyritty tunnistamaan sellaisia tutkimuskohteita, joiden avulla energiatehokkuuden potentiaalista voitaisiin muodostaa vielä tarkempi kuva. Raportin tärkeimmät johtopäätökset on koottu lukuun 6.

¹ Tilastokeskus, Energiatilasto, 2007.

2 LÄHTÖOLETUKSET JA LASKENTAMALLI

2.1 Lähtöoletukset

Tässä raportissa on keskitytty tunnistamaan konkreettisia, energiatehokkuutta parantavia ja energiansäästöä aikaansaavia toimenpiteitä ja niiden vaikutuksia. Raportin laskelmissa energiankäytön tehostamisella tai -säästöllä saavutettavia energiankulutuksen vähenemisiä on verrattu työ- ja elinkeinoministeriön Baseline-skenaariota mukaiseen energiankulutuksen kehitykseen. Raportissa on tarkasteltu energiatehokkuustoimien mahdollisia vaikutuksia vuoteen 2020 ja vuoteen 2050 mennessä. Tarkasteltavat toimenpiteet vuoteen 2020 ulottuvalle aikavälille ovat pääosin jo toimivia ja käytössä tai ne ovat markkinoiden kynnyksellä. Vuoteen 2050 ulottuvalla aikajänteellä tulee olemaan mahdollista hyödyntää myös uudempia, vielä kehitteillä olevia, teknologioita. Näiden osalta on nojaututtu kirjallisuudessa esitettyihin arvioihin teknologian kehittymisestä.

2.2 Potentiaalien määrittelyt

Tässä tarkastelussa energiatehokkuuden potentiaali on jaettu tekniseen, taloudelliseen ja sosiaaliseen potentiaaliin. Näiden potentiaalien rajausta ei ole tarkka, mutta niiden avulla voidaan kuvata energiatehokkuuden potentiaalin toteutumisen erilaisia esteitä.

Tekninen potentiaali kuvaa sitä potentiaalia, joka on teknisesti mahdollista toteuttaa parhaalla mahdollisella markkinalla olevalla teknologialla, mutta joka ei välttämättä täysimääräisesti toteudu oletettujen ohjauskeinojen ja takaisinmaksuaikavaatimusten vallitessa.

Taloudellinen potentiaali kuvaa sitä potentiaalia, joka on taloudellisesti kannattavasti toteutettavissa huomioiden markkinoilla vallitsevat ohjauskeinot ja yleiset yhteiskunnassa vallitsevat takaisinmaksuaikavaatimukset tehtäville investoinneille.

Sosiaalinen potentiaali puolestaan kuvaa sitä osaa taloudellisesta potentiaalista, joka käytännössä voi toteutua erilaisten sosiaalisten esteiden vuoksi. Tällaisia esteitä ovat muun muassa kuluttajien tietämättömyys, laiskuus, mukavuudenhalu sekä hyväksyttävyyden puute, jotka voivat liittyä esimerkiksi teknologisten ratkaisujen ulkonäköön, tilantarpeeseen tai äänekkyyteen.

2.3 Laskentamallin kuvaus

Teknistä potentiaalia on laskelmissa arvioitu nykyisen tai lähitulevaisuudessa todennäköisesti käyttöön tulevien teknologisten ratkaisujen mahdollistamien energiansäästömahdollisuuksien avulla. Taloudellisen potentiaalin arvioiminen on tehty ottaen huomioon energiansäästön kustannuksia alentava vaikutus sekä investointikustannukset. Sosiaalisen potentiaalin arvioimisessa on hyödynnetty mahdollisuuksien mukaan tietoja ihmisten todellisesta nykyisestä käyttäytymisestä.

Potentiaalien analyysissä on mahdollisuuksien mukaan pyritty välttämään ns. tupla-laskentaa. Toimenpiteiden osalta on ensin arvioitu järjestelmätason muutoksia (kuten yhdyskuntasuunnittelu), seuraavaksi teknologian kehitystä (kuten ajoneuvoteknologia) ja jäljelle jäävän energiankulutuksen osalta kulutuskäyttäytymisen muutoksia.

Selvityksessä pääosin käytetyn nk. bottom-up lähestymistavan tuloksia tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon, että arvioidun kokonaispotentiaalin toteutuminen edellyttää energiatehokkuuden muidenkin pullonkaulojen poistamista. Esimerkiksi investointeihin vaadittava rahoitus, korkeampien investointien ja uuden teknologian tuomat riskit, osaamisen puuttuminen tai energiatehokkuustoimien houkuttelevuus voivat muodostaa esteitä esitettyjen potentiaalien toteutumiselle². Lisäksi tuloksia arvioitaessa on otettava huomioon, että esimerkiksi palvelusektorilta on tarjolla rajoitetusti luotettavaa, läpinäkyvää ja kattavaa lähtöaineistoa.

² Ks. myös esim. Cost curve for greenhouse gas emission reduction in Canada: The Kyoto Period and Beyond, 2007. MK Jaccard and Associates Inc., www.greenparty.ca/files/JaccardFullReport.pdf

3 ENERGIATEHOKKUUS- JA SÄÄSTÖ- POTENTIALIT SEKTOREITTAIN

3.1 Rakennusten lämmitysenergian kulutus

Tässä raportissa on tarkasteltu joukkoa merkittäviä rakennusten lämmitysenergian kulutusta pienentäviä toimia. Rakennuksien ulkoista energiankulutusta voidaan vähentää energiatehokkaamman uudisrakentamisen avulla, pienentämällä nykyisen rakennuskannan energiankulutusta korjausrakentamisen toimin, asentamalla lämpöpumppuja sekä muuttamalla kulutustottumuksia, joista tärkeimmät ovat sisälämpötilan laskeminen ja lämpimän käyttöveden kulutuksen vähentäminen. Rakennusten lämmitysenergian kulutuksen säästöpotentiaalia on verrattu työ- ja elinkeinoministeriön Baseline-skenaarioon ottaen huomioon ilmaston lämpenemisen vaikutus³.

3.1.1 Uudisrakentaminen

Asuin- ja palvelurakennusten kannan ennustetaan kasvavan mm. väestönkasvun ja asumisväljyyden lisääntymisen seurauksena. Suomen väkiluvun arvioidaan kasvavan tasaisesti, ollen noin 5,73 miljoonaa vuonna 2040⁴. Asumisväljyyden oletetaan kasvavan vuoden 2005 36,6 m²:stä asukasta kohti vuoden 2025 44 m²:iin⁵ ja tästä eteenpäin samalla vauhdilla. Asumisväljyyden kasvunäkymät perustuvat varallisuuden kasvuun ja sitä kautta asumisväljyyden kasvuun kohti Länsi-Euroopan tasoa sekä muihin väestörakenteen muutoksiin. Lisäksi rakentamisen tarvetta syntyy vanhojen rakennusten purkamisen kautta. Vuotuisen poistuman oletetaan olevan noin 0,29 % vuosina 2010-2020 ja kasvavan tasaisesti tasolle 0,99 % vuosina 2040-2050⁶. Poistuman oletetaan kohdistuvan yli 40 vuotta vanhoihin taloihin.

Uudisrakentamisen energiamääräyksiä on viimeksi päivitetty vuonna 2003. Julkisuudessa esitettyjen tietojen mukaan hallitus tulee ehdottamaan seuraavaa päivitystä vuoden 2010 alusta, jolloin energiatehokkuusnormit kiristyvät nykytasosta 30-40 %. Lisäksi normien oletetaan kiristyvän edelleen 20 % jo vuonna 2012.⁷ Uudisrakentamisen energiatehokkuuden kiristymisen tekninen ja taloudellinen sekä sosiaalinen potentiaali suhteessa nykynormitasoiseen rakentamiseen on esitetty kuvassa 3.1.

Nykynormien mukaisesti rakennetun talon keskekulutus on Suomessa noin 35 kWh/m³. Tekninen potentiaali uudisrakentamisessa on laskettu olettaen uusien talojen ominaislämmönkulutuksen putoavan normitasolta nopeasti tasolle 7,5 kWh/m³⁸, joka vastaa ns. minimienergiatalojen kulutusta. Vuoteen 2020 mennessä tekninen lämmitysenergian säästöpotentiaali olisi noin 2,6 TWh ja vuoteen 2050 mennessä noin 15 TWh.

3 Verrattuna Baseline-skenaarion lähtötilanteeseen, lämpötilan nousun oletetaan vähentävän lämmitysenergian tarvetta noin 10 % vuonna 2020 ja 16 % vuonna 2050.

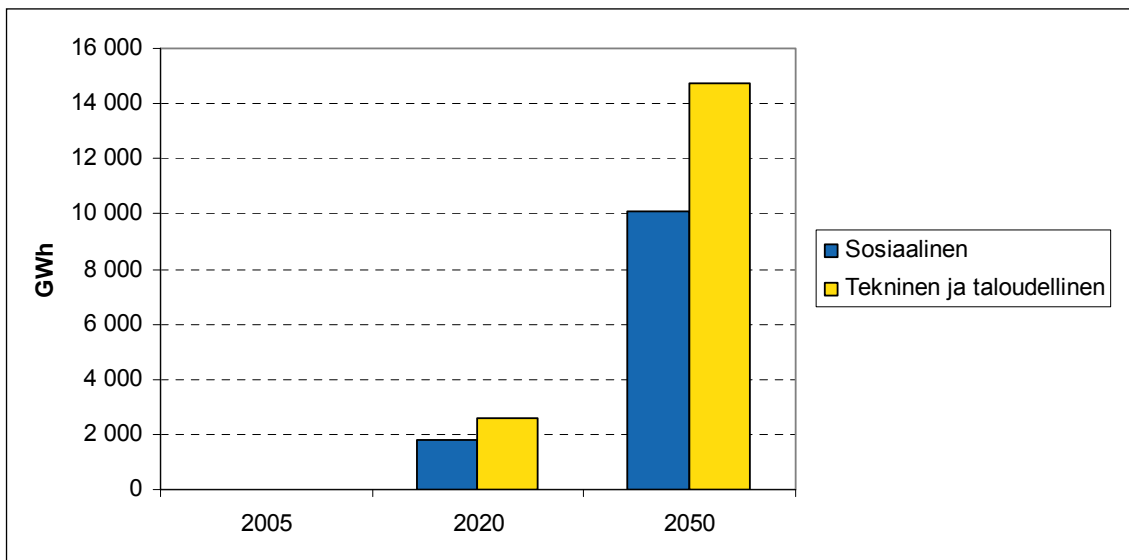
4 Väestöennuste, Tilastokeskus, 2007.

5 Asuinrakentaminen vuoteen 2025, 2005, VTT.

6 VTT P. Tuomaala, esitys TEM seminaarissa 12.2.2008.

7 Asuntonministeri Jan Vapaavuori AsuntoForumissa 17.4.2008.

8 Energiategokkuuden paranemisen oletetaan seuraavan normikiristystä vuosina 2010-2012 ja paranevan tämän jälkeen tasolle 7,5 kWh/m³ jo ennen vuotta 2020.



Kuva 3.1. Uudisrakentamisen energiatehokkuuden parantamisen potentiaalinen vaikutus asuin- ja palvelurakennusten lämmitysenergian kulutukseen verrattuna nykynormien tasoiseen rakentamiseen.

Uudisrakentamisessa voidaan nykyteknologialla saavuttaa matalaenergiarakentamisen taso ilman, että rakentamiskustannukset välttämättä nousevat enempää kuin 2-5 %⁹. Lisäksi normien kiristäminen ja globaali kehitys tulee vähentämään energiatehokkaan rakentamisen kustannuksia. Kaiken kohtuudella järkevän teknisen potentiaalin voidaankin olettaa olevan myös taloudellisesti kannattavaa.

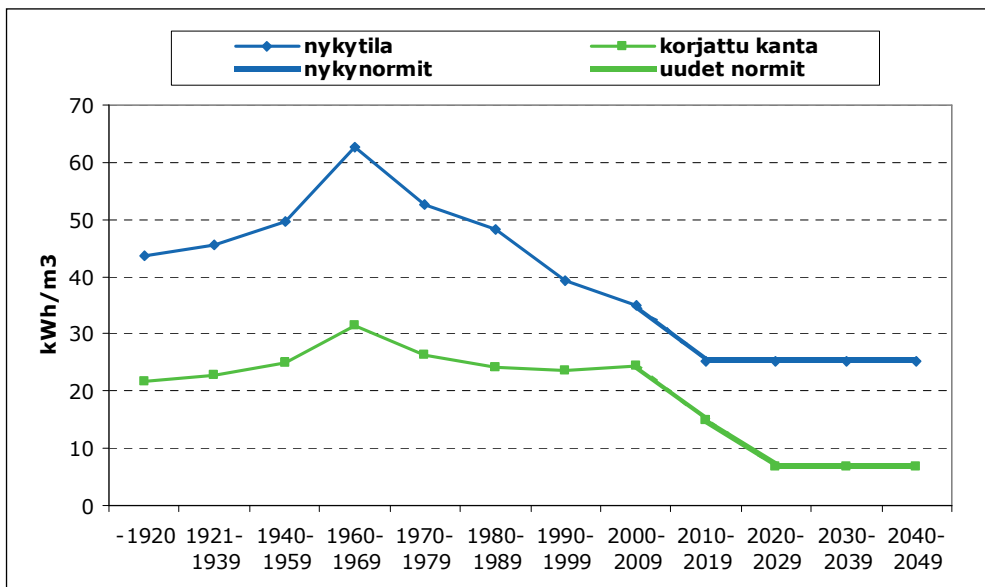
Sosiaalinen potentiaali on arvioitu olettaen keskimääräisen energiankulutuksen olevan esitettyjen uusien normien mukaisesti noin 15 kWh/m³ vuoden 2012 jälkeen¹⁰. Vertailukohtana muodostamiseksi, oletetaan sosiaalisen potentiaalin arvioissa, että rakentamisen energiatehokkuuden katsotaan tällöin saavuttaneen riittävän tason ja lisäkirstyksiä ei tehdä. Keskimääräisen rakentamisen oletetaan noudattavan normiohjauksen tasoa ja vapaaehtoisten tätä energiatehokkaamman rakentamisen olevan erittäin vähäisiä. Vuoteen 2020 mennessä sosiaalinen säästöpotentiaali olisi tällöin noin 1,8 TWh ja vuoteen 2050 mennessä noin 10 TWh.

3.1.2 Korjausrakentaminen

Nykyisen rakennuskannan energiatehokkuutta merkittävästi parantavia korjausrakentamisen toimenpiteitä ovat esimerkiksi ulkoseinien lisälämmöneristys, ikkunoiden ja ovien uusiminen, lämmönvaihtimien uusiminen ja/tai säätäminen sekä asuntokohtaisen ilmanvaihdon rakentaminen lämmön talteenotolla. Kuvassa 3.2 on esitetty rakennuskannan nykyinen ominaisenergiankulutus sekä korjaustoimilla ja energiatehokkaammalla uudisrakentamisella teknisesti mahdolliset ominaislämmönkulutukset vuonna 2050.

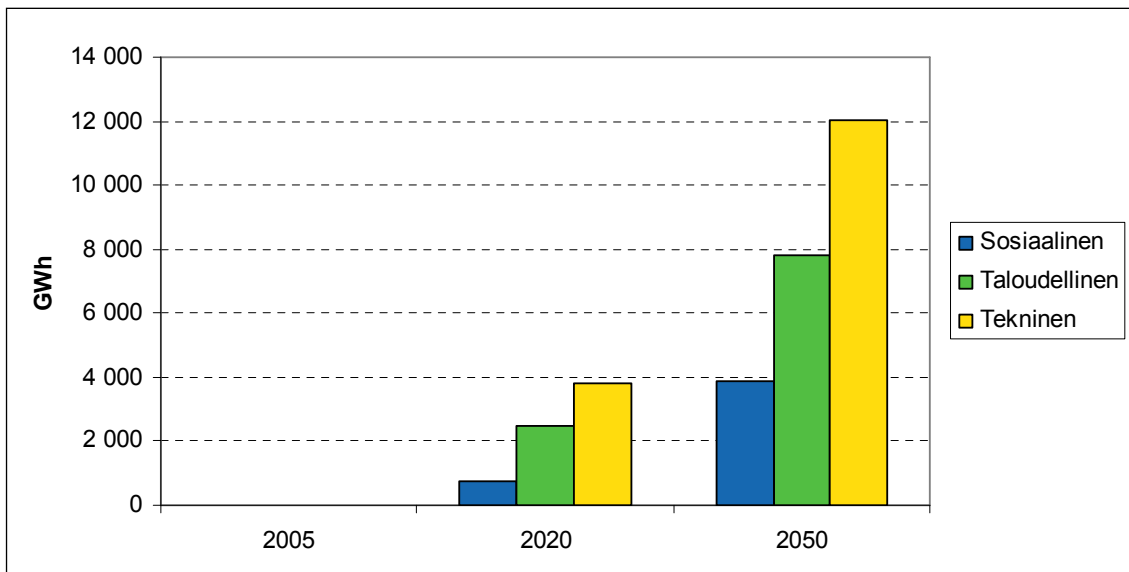
⁹ VTT Energy Use, 2007.

¹⁰ Vastaten 50 % kiristystä suhteessa nykytasoon.



Kuva 3.2. Korjausrakentamisen arvioitu tekninen potentiaali ja uudisrakentamisen energiatehokkuuden parantuminen vuonna 2050 jaoteltuna rakennusajankohdan mukaan.

Korjausrakentamisen avulla saavutettavaksi arvioidut tekninen, taloudellinen ja sosiaalinen potentiaali on esitetty kuvassa 3.3.



Kuva 3.3. Korjausrakentamisen yhteydessä tehtävien energiatehokkuustoimien potentiaalinen vaikutus asuin- ja palvelurakennusten lämmitysenergian kulutukseen.

Korjausrakentamisen avulla oletetaan voitavan vähentää energiankulutusta teknisesti noin 50 % nykytasosta¹¹. Tekninen potentiaali, mikäli koko nykyinen rakennuskanta korjataan, on noin

¹¹ Esimerkiksi VTT Suomalaisten rakennusten energiakorjausmenetelmät ja säästöpotentiaalit, 2007 esittää korjaustoimet, joilla 1950-1980 välillä valmistuneiden rakennusten energiankulutusta vähennetään 50 %. Teknisesti vieläkin tehokkaampia menetelmiä on varmasti mahdollista ottaa käyttöön, mutta toisaalta osa koko rakennuskannan energiatehostamispotentiaalista on jo hyödynnetty. Laskelmissa on oletettu korjaustoimin voitavan parantaa energiatehokkuutta 50 % ennen vuotta 1990 rakennetuissa taloissa ja 30 % sen jälkeen rakennetuissa taloissa.

12 TWh vuoteen 2050 mennessä. Olettaen korjausrakentamisen vauhdiksi 2,5 % vuodessa yli 30 vuotta vanhoille taloille, on tekninen potentiaali noin 3,8 TWh vuoteen 2020 mennessä.

Olettamalla suhteellisen maltillisen energiahintojen kehityksen, on noin 2/3 teknisestä säästöpotentiaalista kannattavaa, eli noin 2,5 TWh vuoteen 2020 mennessä ja 7,8 TWh vuoteen 2050 mennessä.¹² On kuitenkin huomattava, että mikäli takaisinmaksuaikavaatimus on alle 10 vuotta, eivät korjausrakentamisen investoinnit ole kannattavia oletetulla maltillisella energiahintojen kehityksellä.

Korjausrakentamisen osalta yksittäisten rakennusten energiatehokkuustoimien toteuttavuuteen vaikuttaa kerrostaloasunnoissa nykyinen asunto-osakeyhtiöiden päätöksentekomalli. Yksittäisten osakkaiden vastakkaiset näkemykset voivat hidastaa tai estää kannattavienkin toimenpiteiden toteuttamisen. Pitkällä aikavälillä kannattavien hankkeiden toteutumisen esteenä voi olla myös taloudellisten kannustimien kohdentuminen. Korjauskulut kohdistuvat rakennuksen asukkaalle investointihetkellä. Mikäli takaisinmaksuajat ylittävät 5-10 vuotta, ei asukkailla ole välttämättä riittävää kannustinta energiatehokkuuden parantamiseen, mikäli investointikulut eivät näy myös asunnon arvostuksessa.

Kaikkien asuntojen osalta haasteena on lisäksi korjausrakennushankkeista päättävien asukkaiden tietojen ja osaamisen mahdollisesti puutteellinen taso. Rakennuskannan korjaamisen potentiaaliin vaikuttaa lisäksi korjausrakentamismarkkinan kapasiteetti, esimerkiksi kiinnostuneiden markkinatoimijoiden määrä, rahoituksen järjestäminen sekä riittävän ammattitaitoisen työvoiman saatavuus. Sosiaalisen potentiaalin on oletettu olevan 30 % vuoden 2020 taloudellisesta potentiaalista ja 50 % vuoden 2050 taloudellisesta potentiaalista, vastaten noin 0,7 TWh:n ja 3,9 TWh:n lämmitysenergian vähentymistä. Pidemmällä tähtäimellä on siis oletettu näiden edellä kuvattujen sosiaalisten esteiden pikkuhiljaa väistyvän.

3.1.3 Lämpöpumput

Rakennusten lämmitykseen tarvittavan ulkoisen ostoenergian määrää voidaan vähentää hyödyntämällä paikallisia energialähteitä, kuten esimerkiksi erilaisten lämpöpumppujen ja aurinkoenergiakeräimien avulla. Lämpöpumppujen asentamiselle soveltuvien kohteiden määrä on arvioitu nykyisen pientalokannan perusteella. Suomessa on noin 600 000 sähkölämmitettyä¹³ ja 260 000 öljylämmitettyä erillistaloa¹⁴. Lämpöpumppuja on Suomessa asennettu jo reilu 150 000. Näistä noin 100 000 on ilmalämpöpumppuja ja loput noin 50 000 pääasiassa maalämpöpumppuja.¹⁵

Teknisen maksimipotentiaalin laskennassa kaikkiin nykyisiin sähkölämmitteisiin omakotitaloihin oletetaan asennettavan ilmalämpöpumppu ja kaikkiin nykyisiin öljylämmitteisiin omakotitaloihin maalämpöpumppu¹⁶. Lisäksi on huomioitu nykyisen omakotitalokannan poistuma, jonka on oletettu

12 Oletuksien mukaan lämmitysenergian reaalin hinta nousee maltillisesti tasolta 50 €/MWh IEA:n World Energy Outlook 2007:n fossiilisten polttoaineiden kehityksen mukaisesti ja investoinnin diskonttauskerroksena käytetään 5 %. Korjausrakentamisen kustannuksien lähde VTT Suomalaisten rakennusten energiakorjausmenetelmät ja säästöpotentiaalit, 2007.

13 Energiateollisuus ry, Energiavuosi 2007 - Sähkö, Versio 5.3.2008, [www.energia.fi/content/root%20content/energiateollisuus/fi/ajankohtaista/lehdist%c3%b6tiedotteet/liitteet/2008/energiavuosi%202007s%c3%a4hk%c3%b6kuvat%20suom%20ppt.ppt?SectionUri=%2fffi%2fajankohtaista%2flehdistotiedotteet#391,20,Sähkölämmitteiset asunnot](http://www.energia.fi/content/root%20content/energiateollisuus/fi/ajankohtaista/lehdist%c3%b6tiedotteet/liitteet/2008/energiavuosi%202007s%c3%a4hk%c3%b6kuvat%20suom%20ppt.ppt?SectionUri=%2fffi%2fajankohtaista%2flehdistotiedotteet#391,20,S%C3%A4hk%C3%B6l%C3%A4mmitteiset%20asunnot); Sähköala.fi, www.sahkoala.fi/ajankohtaista/pienrakentajan/fi_FI/220108_lammitys/

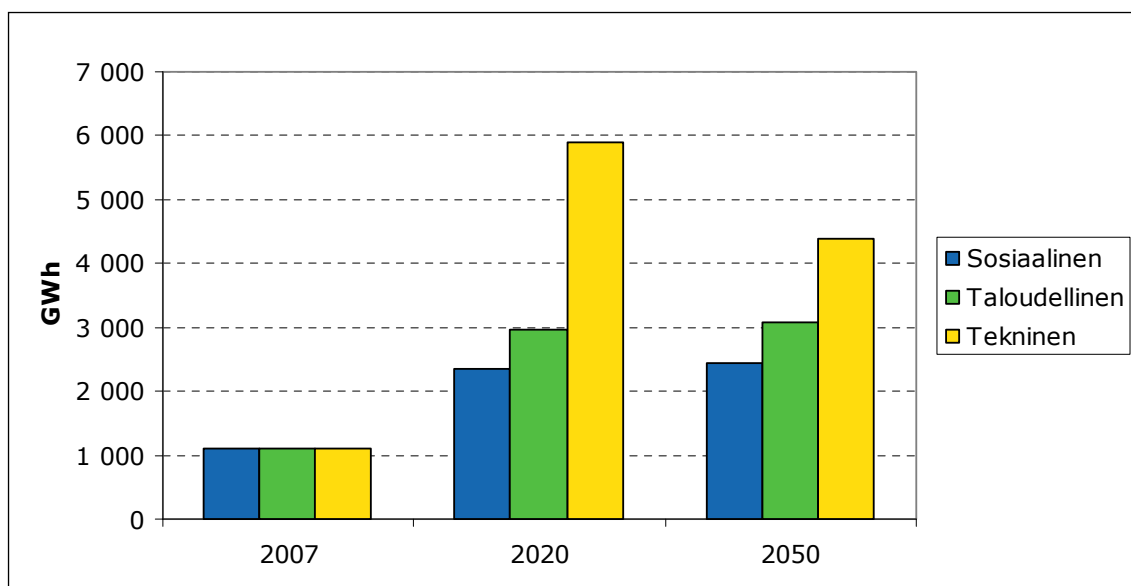
14 Öljy- ja kaasualan keskusliitto, Vuosikirja 2007.

15 Suomen lämpöpumppuyhdistys.

16 Öljylämmitteisissä taloissa lämpöpumpun asentamisen sijaan vaihtoehtona voi olla myös esim. öljykattilan saneeraus ja aurinkolämpökeräimen asentaminen, mikä voi vähentää kulutusta noin 50 % (esim. SOLPROS-projekti, Extend Accredited Renewables Training for Heating, 2006)

olevan vuosittain 1 %. Uusien kohteiden osalta mahdollisten lämpöpumppujen energiansäästö on huomioitu uudisrakentamisen vähentyneen energiankulutuksen kohdalla.

Myös korjausrakentamisen vaikutus lämpöpumppujen kokonaispotentiaaliin on otettu laskennallisesti huomioon. Tekninen potentiaali lämpöpumppujen ja aurinkolämmön hyödyntämisen lisäämiseksi on laskettu olettaen, että yksittäisessä omakotitalossa maalämpöpumppu säästää 12 000 kWh vuodessa ja ilmalämpöpumppu 6 000 kWh vuodessa. Tämä vastaa noin 60 % vähennystä maalämpöpumpulle ja 30 % vähennystä ilmalämpöpumpulle vuoden 2003 normien mukaan rakennetussa talossa. Korjausrakentamisen oletuksena on, että rakennuskanta tullaan vuoteen 2050 mennessä korjaamaan keskimäärin likimain nykynormeja vastaavalle tasolle.



Kuva 3.4. Lämpöpumppujen potentiaalinen vaikutus lämmitysenergian tarpeeseen. Vuoden 2007 luvut perustuvat todelliseen lämpöpumppujen määrään ja käytettyihin laskentaoletuksiin.

Lämpöpumppujen tekninen potentiaali on yllämainituin oletuksin yhteensä 5,9 TWh vuonna 2020 ja 4,4 TWh vuonna 2050.

Lämpöpumppujen taloudellinen kannattavuus riippuu mm. talon rakenteesta ja muusta rakennustekniikasta, asuinpaikan lämpötiloista, lämpöpumpun tehokkuudesta ja maalämpöpumppujen osalta erityisesti investointikuluista. Taloudellisesti kannattavien lämpöpumppujen määräksi on oletettu 50 % vuonna 2020 ja 75 % vuonna 2050, vastaten noin 3,0 TWh:n säästöjä vuonna 2020 ja 3,3 TWh:n säästöjä vuonna 2050.

Lämpöpumppumarkkinan viimeaikaisen positiivisen kehityksen perusteella sosiaalisesti potentiaalliseksi on oletettu 80 % taloudellisesta potentiaalista. Omakotitalojen poistuman seurauksena lämpöpumppujen kokonaismäärä säilyy kuitenkin suhteellisen tasaisena. Maalämpöpumppuja on tällöin noin 120 000, ilmalämpöpumppuja noin 270 000 ja lämmitysenergian säästö on noin 3,0 TWh. Lämpöpumppu on tällöin asennettu noin 40 %:iin (vanhoista) omakotitaloista, vastaten noin Ruotsin nykytilannetta¹⁷.

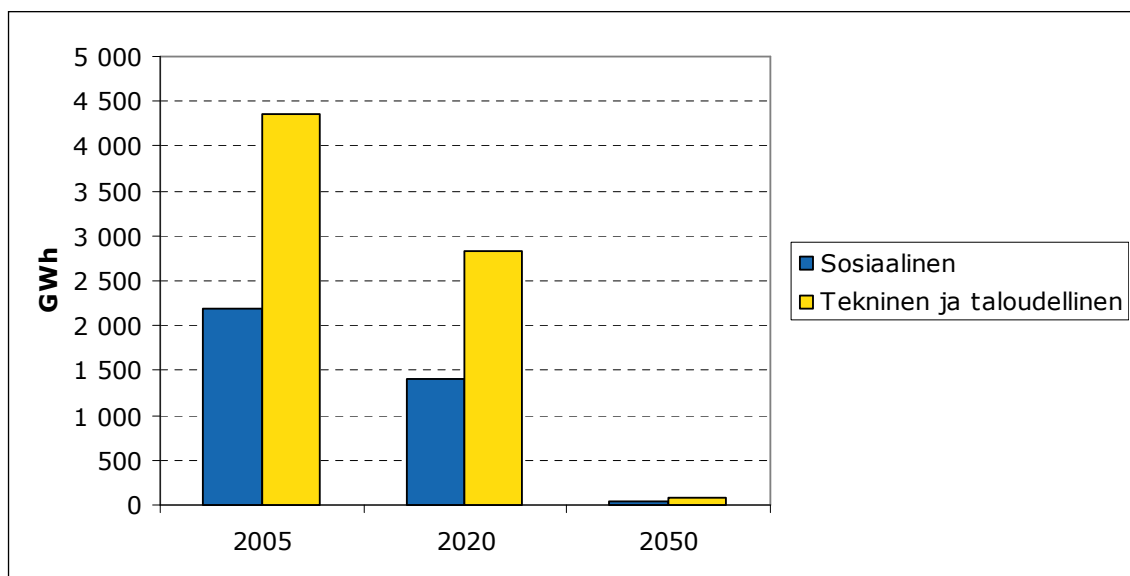
¹⁷ Omakotitalojen yhteismäärä on noin 1 miljoona. Ruotsin tietojen lähde, Statistiska centralbyrån.

Tämän selvityksen puitteissa on rajoittauduttu yleisen tason oletuksiin korjausrakentamisen vaikutuksista lämpöpumppujen taloudelliseen kannattavuuteen. On mahdollista, että lämpöpumppujen avulla saavutettavat säästöt voivat vaikuttaa korjausrakentamisen säästöjen kannattavuuteen.

3.1.4 Kulutustottumusten muutokset

Lämmitysenergian tarvetta voidaan vähentää myös kulutuskäyttäytymisen muutoksilla, esimerkiksi sisälämpötilan laskemisella ja lämpimän käyttöveden kulutuksen vähentämisellä. Näiden toimenpiteiden etuina ovat välitön toteutettavuus ja kaikkien säästötoimien taloudellisuus.

Teknisesti sisälämpötilan lasku keskimäärin kahdella asteella vähentäisi lämmitysenergian kulutusta noin 10 %. Tekninen potentiaali on laskettu ottaen huomioon uudisrakentamisen, korjausrakentamisen ja lämpöpumppujen tekninen potentiaali. Lisäksi on oletettu, että uusissa matalaenergiataloissa tai hyvin korjatuissa taloissa vastaavaa sisälämpötilan laskupotentiaalia ei ole. Vuonna 2020 potentiaalia omaavien talojen osuudeksi on arvioitu 80 % ja vuonna 2050 20 %. Nykyisellä rakennuskannalla potentiaali olisi siis noin 4,5 TWh, vuonna 2020 noin 2,8 TWh ja vuonna 2050 noin 0,1 TWh. Sosiaalisesti potentiaaliksi sisälämpötilan laskulle on oletettu 50 %, eli potentiaali on vuonna 2020 noin 1,4 TWh ja vuonna 2050 alle 0,1 TWh.



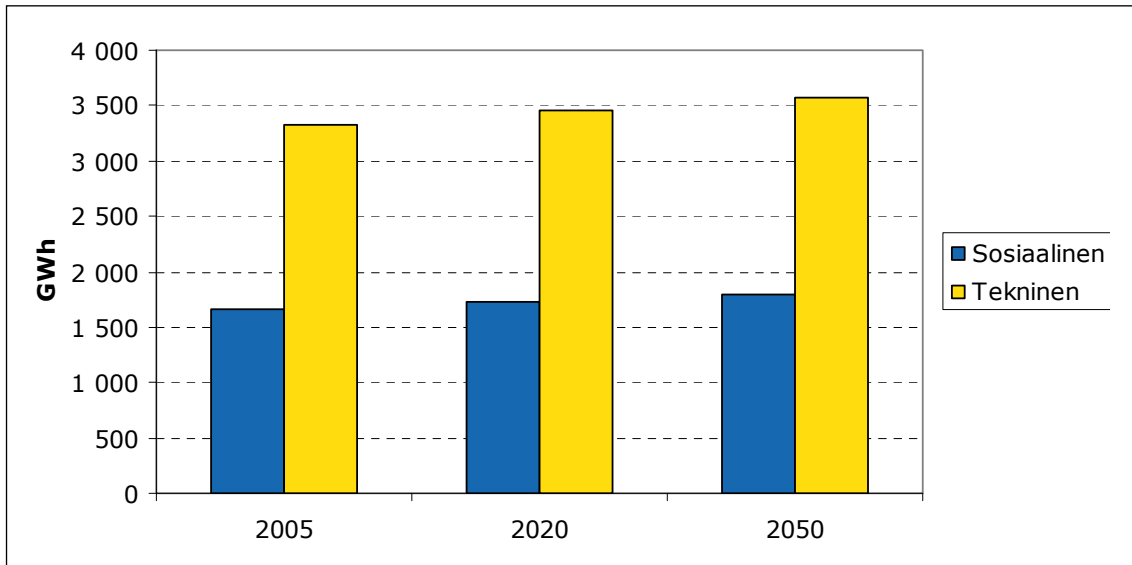
Kuva 3.5. Keskimääräisen sisälämpötilan 2 asteen laskun potentiaalinen vaikutus.

Lämpimän käyttöveden vähentämisen tekninen potentiaali on arvioitu tilastoidun vedenkäytön ja lämpimän veden oletetun osuuden avulla sekä veden käytön vähentämisen potentiaalilla. Koko maan keskimääräinen vedenkulutus on nykyisin noin 155 l/henkilö/vrk kerrostaloissa ja 135 l/henkilö/vrk pientaloissa¹⁸. Väestö jakaantuu likimain tasan puoliksi kerros- ja rivitalojen sekä omakotitalojen välillä¹⁹. Uudeksi vedenkulutukseksi on oletettu 100 l/henkilö/vrk ja lämpimän käyttöveden osuudeksi on oletettu 45 % vedenkulutuksesta. Vedenkulutukseen käytettävä lämpöenergia on näillä oletuksilla nykyisin noin 11 TWh. Nykyväestömäärällä tekninen

¹⁸ Motiva Oy, 2007, Kodin energiankulutus, www.motiva.fi/fi/kuluttajat/asuminen/kodinenergiankulutus/.

¹⁹ Tilastokeskus, Asuntokunnat ja asuinolot, 2007. Asumismuodon ajan myötä mahdollisten muutoksien vaikutuksia ei ole otettu huomioon.

säästöpotentiaali olisi noin 3,3 TWh ja väestönkasvun myötä vuonna 2020 noin 3,4 TWh ja vuonna 2050 noin 3,6 TWh. Sosiaalisesti potentiaaliksi on oletettu 50 %, jolloin potentiaali vuonna 2020 on noin 1,7 TWh ja vuonna 2050 noin 1,8 TWh.



Kuva 3.6. Lämpimän käyttöveden vähentämisen potentiaalinen vaikutus.

3.1.5 Lämmityksen energiantarpeen herkkyksiä

Lämmityksen energiankulutuksen voidaan katsoa koostuvan kolmesta tekijästä:

- rakennuskannan koko
- rakennusten energiatehokkuus
- halutun sisälämpötilan ja ulkolämpötilan erotus

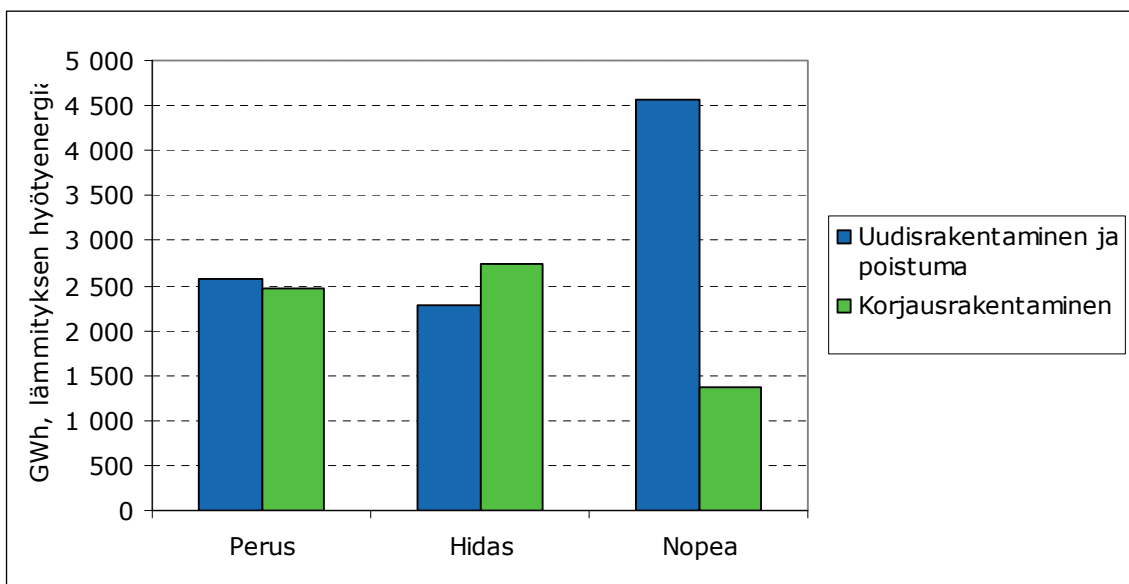
Rakennusten energiatehokkuus paranee eniten energiatehokkaamman uudisrakentamisen ja vanhojen rakennusten korjaamisen kautta (näitä vaikutuksia tutkittu kohdissa 3.1.1 ja 3.1.2). Lisäksi rakennusten ulkoisen lämmitysenergian tarvetta voidaan pienentää esimerkiksi lämpöpumppujen tai aurinkolämmön avulla (ks. 3.1.3).

Rakennuskannan energiatehokkuuden paranemisen myötä muiden energiankulutukseen vaikuttavien tekijöiden merkitys on vähäisempi. Esimerkiksi väestönkasvun ja asumisväljyyden kasvun aiheuttaman lisärakentamisen merkitys kokonaisenergiankulutukselle vähenee, kun energiatehokkuus paranee. Uudisrakentamisen oletettu energiatehokkaampi taso tarkoittaa, että vuosittaisen asuntotuotannon isotkin poikkeamat (esimerkiksi +- 20 % eli kymmenessä vuodessa noin 7–8 milj. m² tai 100 000 asuntoa), vaikuttavat vuotuisen lämmitysenergian tarpeeseen vain vähän (noin +- 0,5 TWh). Samaten ilmastonlämpenemisen vaikutukset vähenevät, kun rakennusten energiatehokkuus paranee. Ulkoilman lämpötilan osalta lämpenemisen vaikutusta voi verrata sisäilman lämpötilan alentamisen tekniseen potentiaaliin (ks. kohta 3.1.4).

Olettaen, että asumisen ja palveluiden vaatima tilantarve säilyy samana, voidaan arvioida nykyisen rakennuskannan hitaamman tai nopeamman poistuman vaikutuksia. Perusskenaariossa poistuma vastaa vuositasolla 0,29 % rakennuskannasta vuosina 2010–2020 kasvaen 0,99 %:iin vuosina 2040–2050. Poistuman oletetaan kohdistuvan yli 40 vuotta vanhoihin taloihin. Vuosien

2010 ja 2020 välillä tämä tarkoittaa noin 8 milj. m² poistumaa. Poistuman puolittaminen eli vuoteen 2020 mennessä vaikuta kovin merkittävästi energiankulutukseen, koska jo poistuman lähtötaso on alhainen.

Nopean poistuman skenaariossa on tarkasteltu vaihtoehtoa, jossa vuosien 1940–1979 välisenä aikana rakennettuja taloja poistetaan noin 12 milj. m² enemmän kuin perusskenaariossa²⁰. Lämmitysenergian tarve vähenee poistuman myötä noin 3 TWh. Keskimääräisellä uudisrakentamisella vuoteen 2020 mennessä vastaavan rakennuskannan energiankulutus on noin 1 TWh. Poistuman energiansäästö on kokonaisuudessaan noin 2 TWh, mutta toisaalta vähäisempi korjausrakentaminen pienentää vaikutusta noin 1,1 TWh²¹. Nettovaikutus tehostetulla poistumalla lämmitysenergian kulutukseen olisi siis vajaa 1 TWh. Vuoteen 2050 mennessä nopean ja peruspoistumaskenaarion erotus vielä pienenee, koska osa vanhoista taloista poistuu luontaisesti vuoteen 2050 mennessä ja loppujen energiatehokkuus on parantunut korjausrakentamisen myötä. Kuvassa 3.7 on esitetty uudisrakentamisen ja korjausrakentamisen energiatehokkuuspotentiaalit vuonna 2020.

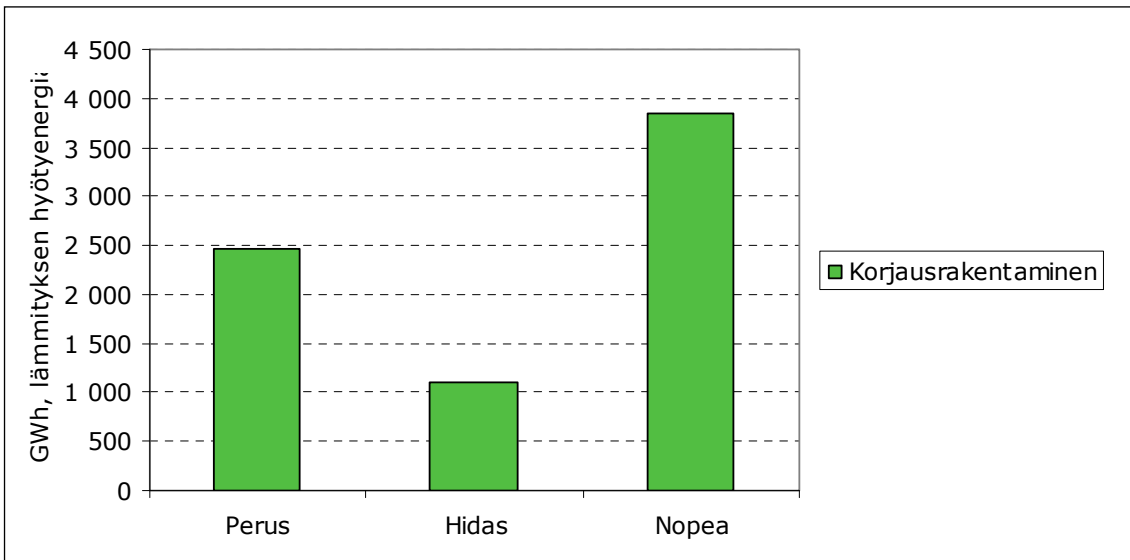


Kuva 3.7. Uudisrakentamisen ja korjausrakentamisen taloudellinen energiatehokkuuspotentiaali vuoteen 2020 mennessä eri poistumaskenaarioissa.

Nykyisen rakennuskannan energiankulutuksen vähenemiseen vaikuttaa oleellisesti 1) tehtyjen korjaustoimien taso eli paljonko korjattavien kohteiden energiankulutusta voidaan pudottaa ja 2) korjausrakentamisen vauhti. Korjaustoimien tason vaikutusta potentiaaliin on jo osin tarkasteltu korjausrakentamista käsittelevän kappaleen yhteydessä (ks. 3.1.2). Korjausrakentamisen vauhdiksi on perusskenaariossa oletettu 2,5 % yli 30 vuotta vanhalle rakennuskannalle ja vuoteen 2020 mennessä saavutetaan tällöin noin 2,5 TWh energiantehostuminen (ks. kuva 3.8). Mikäli korjaamisen vuotuinen vauhti on 1,7 %, jäädään noin 1,1 TWh tasolle, kun puolestaan 3,3 % vuotuinen korjaamisvauhti tuo noin 3,9 TWh:n säästöt.

²⁰ Poistuman lisäys 1940-1959 noin 3 milj. m², 1960-1969 noin 3 milj. m² ja 1970-1979 noin 6 milj. m²

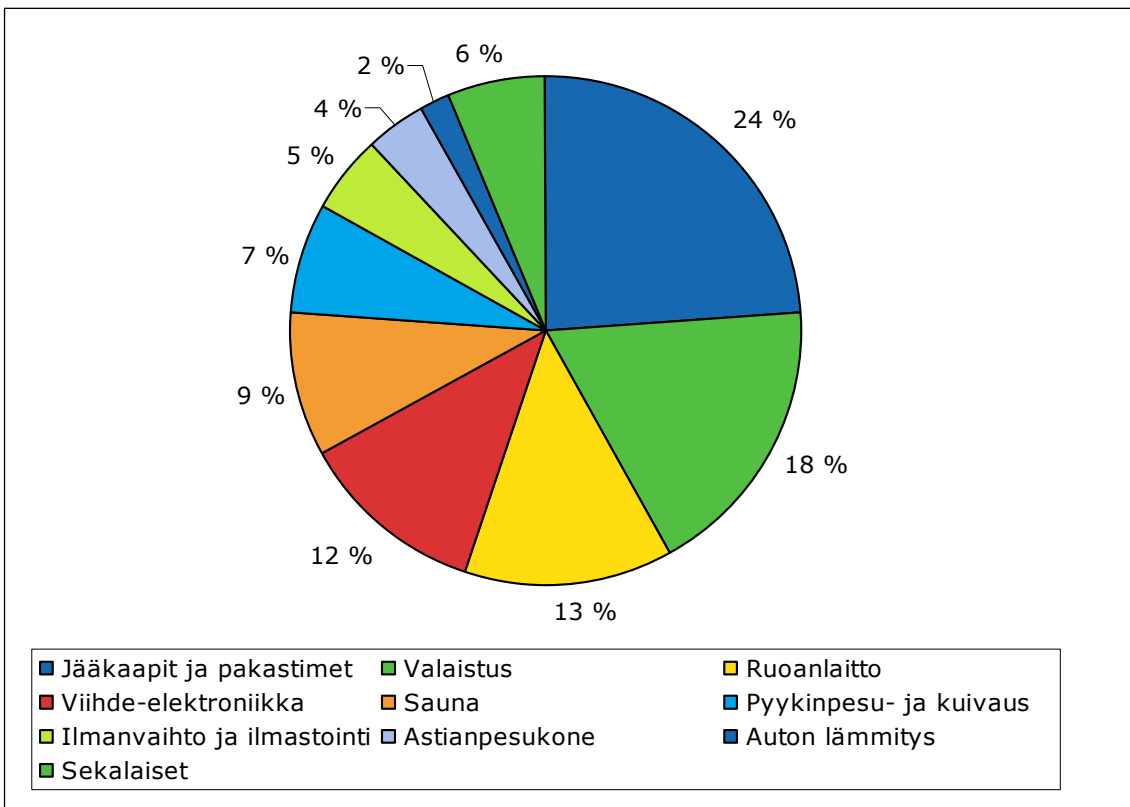
²¹ Laskelman tulokset perustuvat keskimääräisiin lukuihin ja ovat luonteeltaan suuntaa-antavia.



Kuva 3.8. Korjausrakentamisen vauhdin vaikutus taloudelliseen energiatehokkuuspotentiaaliin vuoteen 2050 mennessä.

3.2 Kotitalouksien ja palveluiden sähkönkulutus

Kotitalouksien muun kuin lämmitykseen käyttämän sähkön kulutus on nykyään noin 10 TWh. TEM:in baseline-skenaariossa kulutuksen ennakoitaan nousevan 12 TWh:iin vuoteen 2020 mennessä ja 13 TWh:iin vuoteen 2050 mennessä. Kotitalouksien sähkönkulutus on jakautunut kuvan 3.9 esittämällä tavalla.

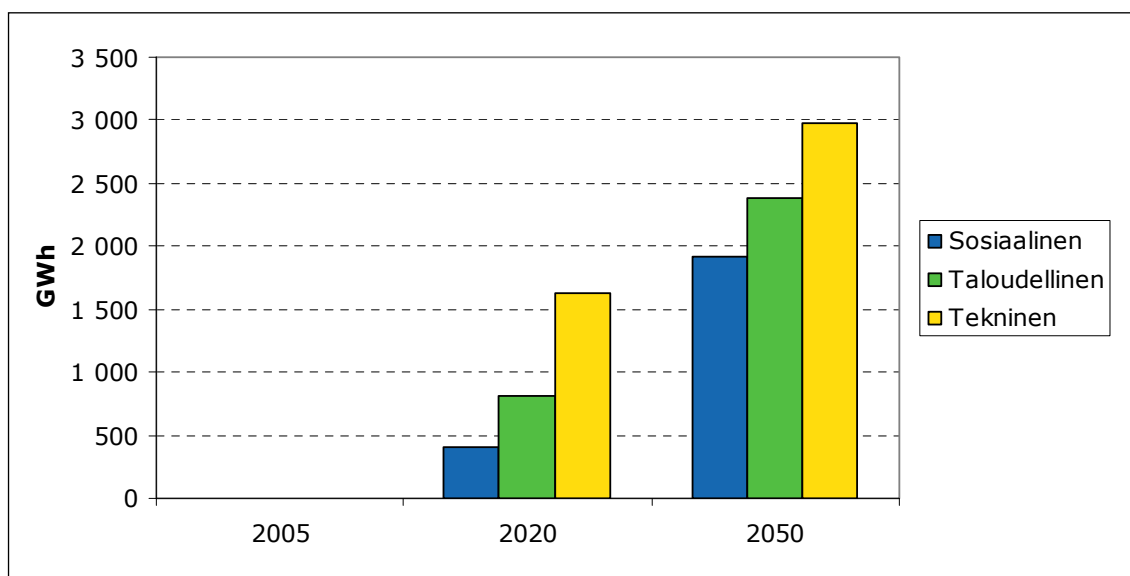


Kuva 3.9. Kotitaloussähkön kulutuksen jakautuminen 2000-luvun alussa²².

²² Korhonen et al., Kotitalouksien ja toimistojen laitesähkön käytön tehostaminen, Työtehoseuran julkaisu 384, 2002

3.2.1 Kotitalouksien koneet ja laitteet

Kotitalouksien käyttämien koneiden ja laitteiden energiankäyttöä voidaan useiden arvioiden mukaan tehostaa vielä nykyisestäkin merkittävästi, IEA:n tuoreen arvion mukaan 30 % – 60 %.²³ Joidenkin kodinkoneiden energiankulutuksen osalta kulutustottumuksia määräävämmässä asemassa ovat yhä laitteiden tekniset ominaisuudet. Näitä laitteita ovat esimerkiksi jääkaapit ja pakastimet, pyykinpesukoneet, ilmastointi- ja ilmanvaihtolaitteet sekä astianpesukoneet. Kuvassa 3.10 on esitetty arvio näiden laitteiden energiatehokkuuden lisäämispotentiaaleista Suomessa.



Kuva 3.10. Sähkönkulutuksen säästöpotentiaali tehokkaimpien laitteiden avulla.

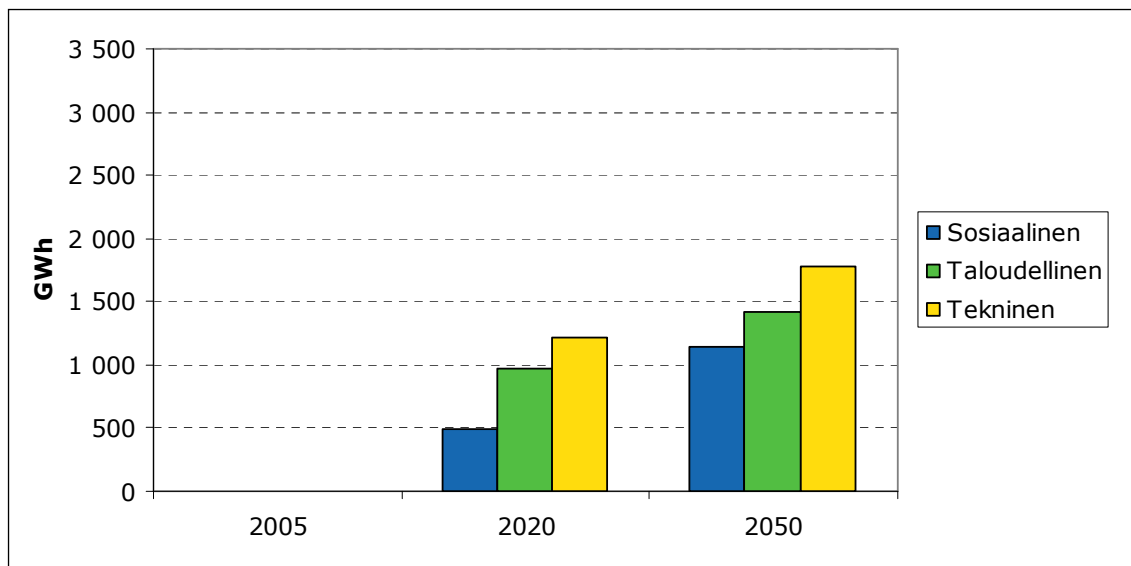
Kodinkoneiden teknisen säästöpotentiaalin arvioimisessa on käytetty potentiaalina 30 % säästöä vuoteen 2020 ja 60 % säästöä vuoteen 2050 mennessä. Teknisestä säästöpotentiaalista on oletettu olevan myös taloudellisesti järkevää investoida 50 % tapauksista vuoteen 2020 ja uuden teknologian halpenemisen myötä 90 % tapauksista vuoteen 2050 mennessä. Taloudellinen potentiaali riippuu myös kulloinkin markkinoilla olevien energiatehokkaiden laitteiden suhteellisista hinnoista. Esimerkiksi sekä A, että A++ luokan jääkaapit voivat elinkaarensa aikana olla taloudellisesti kannattavia, mutta mikäli A-luokan malli on selkeästi halvempi nyt, hidastaa se vielä tehokkaampien mallien markkinoille tuloa. Tarkkoja taloudellisen potentiaalin laitetyyppi ja teknologiakohtaista arvioita ei kuitenkaan ole tehty. Säästöjen Baseline-kehityksen tasosta arvioidaan olevan myös yhteiskunnallisesti realistisia 7,5 % edestä vuoteen 2020 mennessä ja 46 % vuoteen 2050 mennessä. Vuoden 2020 sosiaalisen potentiaalin arvioimisessa on hyödynnetty arvioita laitekannan kehittymisestä kun EU:n uudet ekologisen suunnittelun ja energiatehokkuusmerkintöjen direktiivit otetaan käyttöön²⁴.

²³ IEA Energy Technology Perspectives, 2008.

²⁴ EU DG TREN, Preparatory Studies for Eco-design Requirements for EuPs, 2008. Esimerkiksi M. Presutto et. al., Lot 13, Domestic Refrigerators & Freezers, Task 7, Scenario, Policy, Impact and Sensitivity Analysis, March 2008 arvioi realistisin politiikkatoimin saavutettavan parannuksena olevan jääkaapeille noin 7 % ja pakastimille noin 9 % vuoteen 2020 mennessä.

3.2.2 Kotitalouksien valaistus

Kotitalouksien valaistuksessa käytetään Suomessa yhä laajalti hehkulamppuja²⁵. Näiden korvaamiseksi on tarjolla laaja valikoima täysin vastaavaan käyttötarkoitukseen soveltuvia energiasäästölamppuja. Lisäksi käyttökohteiden älykkäämmällä valaistuksella ja luonnonvalon paremmalla hyödyntämisellä voidaan saavuttaa säästöjä valaistuksessa käytetyn sähkön määrään. Kuvassa 3.11 on esitetty arviot kotitalouksien valaistuksen energiasäästöpotentiaaleista.



Kuva 3.11. Sähkönkäytön säästöpotentiaali kotitalouksien valaistuksessa.

Tekninen säästöpotentiaali valaistuksessa on vuoteen 2020 mennessä noin 1,2 TWh tai 60 % vastaten likimain kaikkien hehkulamppujen korvaamista nykyisin markkinoilla olevilla energiasäästölamppuilla. Vuoteen 2050 mennessä teknisen säästöpotentiaalin oletetaan kasvavan edistyneimpien teknologioiden myötä 1,8 TWh:iin eli 80 % nykytasosta.

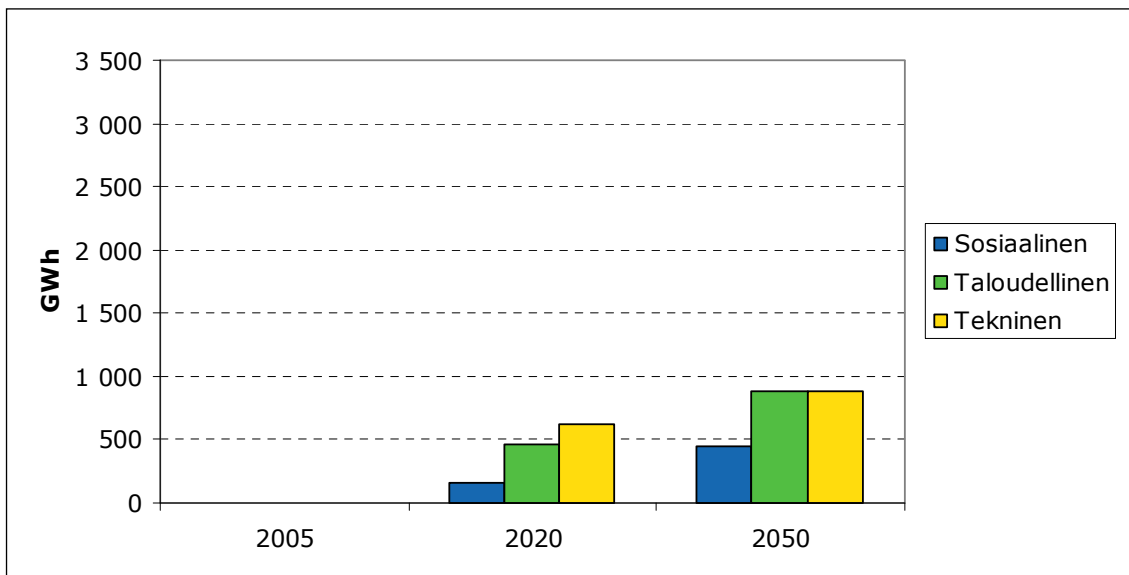
Lähes kaiken teknisestä potentiaalista oletetaan olevan myös taloudellisesti kannattavaa, eli 80 % vuonna 2020 ja 90 % vuonna 2050. Taloudellisesti kannattamattomat kohteet voivat olla esimerkiksi harvoin käytettyjen tilojen valaistuskohdeita tai muita erityiskohteita. Sosiaalisesti potentiaali arvioidaan vuonna 2020 noin 50 % ja vuonna 2050 noin 80 %, jolloin potentiaali olisi vastaavasti noin 0,5 TWh ja 1,1 TWh.

3.2.3 Kulutustottumusten muutokset

Kotitalouksien muu sähkönkäyttö ja sen kasvu on laitteiden teknisten ominaisuuksien sijaan kiinni paljolti myös käyttötottumuksista. Vaihtoehdon kulutustottumuksiin vaikuttamiseksi tarjoavat automaattiseen mittarinluentaan tarkoitetut modernit sähkömittarit, joiden avulla voidaan tuottaa reaaliaikaista tietoa sähkönkäytöstä. Kansainvälisten tutkimusten mukaan kuluttajien saama ajantasainen tieto omasta kulutuksestaan voi vähentää sähkön kulutusta 5–15 %²⁶. Kotitalouksien muun sähkönkäytön vähennyspotentiaalista on esitetty arvio kuvassa 3.12.

²⁵ VTT Energy Use, 2007.

²⁶ Esimerkiksi Darby (2006), Abrahamse (2005), Ueno (2006)



Kuva 3.12. Sähkönkäytön tehostamispotentiaali kotitalouksien reaaliaikaisen sähkömittauksen avulla.

Tekniseksi säästöpotentiaaliksi kotitalouksien reaaliaikaisen sähkömittauksen avulla on oletettu 15 %. Säästöpotentiaali on laskettu baseline-kehityksestä ja mukaan on huomioitu kotitalouksien muu sähkönkulutus kuin laitteet ja valaistus. Näin saatu potentiaali on noin 0,6 TWh vuonna 2020 ja 0,9 TWh vuonna 2050.

Automaattisen sähkömittarin luennan mahdollistavia laitteistoja asennetaan sähköverkkoyhtiöiden toimesta kustannussäästöjen saavuttamiseksi vähäisempien virheiden ja tehokkaamman laskutusprosessin myötä. Pelkästään energiansäästöyistä tehtävät mittari-investoinnit eivät ole kannattavia kuin erityistapauksissa. Taloudellisesti kannattava potentiaali on arvioitu asennettujen mittareiden perusteella. Arviolta noin 75 % kotitalouksista voisi olla reaaliaikaisen mittauksen piirissä vuoteen 2020 mennessä ja käytännössä kaikki kotitaloudet vuoteen 2050 mennessä.

Automaattinen mittarinluenta ei suoraan tarkoita mahdollisuutta reaaliaikaiseen ja kulutustottumuksien vaikuttavaan tekniikkaan. Kuluttajien aktiivisuuden lisäksi edellytetään palveluntarjoajia, jotka voivat paketoida mittarin tuottamat kulutustiedot ymmärrettävästi ja kustannustehokkaasti. Sosiaalisesti potentiaaliksi onkin oletettu noin 1/3 taloudellisesta potentiaalista vuoteen 2020 ja puolet taloudellisesta potentiaalista vuoteen 2050 mennessä, ollen noin 0,2 TWh vuonna 2020 ja 0,4 TWh vuonna 2050.

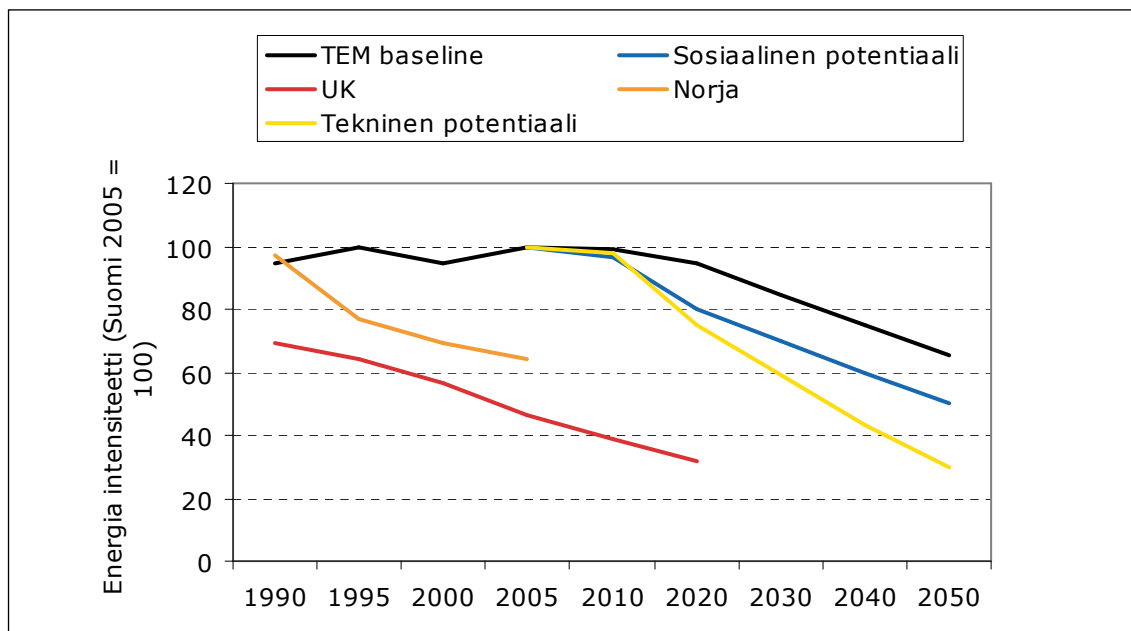
3.2.4 Palvelusektori

Palvelusektorin säästöpotentiaalın arvioinnissa yksittäisten energiakäyttökohteiden ja -muotojen kirjo on varsin laaja. Yksityiskohtaista ja kattavaa tietoa eri Suomen palvelusektorin energiankäytöstä ja arvioidusta kehityksestä ei ole saatavilla. Energiasäästöpotentiaalia onkin palvelusektorin osalta arvioitu epäsuorasti hyödyntäen tietoja muiden maiden palvelusektorin energiankäytöstä.

Palvelusektorin energiankäytön tehokkuutta voidaan mitata energian kulutuksella palvelusektorin tuottamaa lisäarvoa kohden. Suomen palveluiden energiaintensiteetti on yksi EU:n korkeimmista

ja lisäksi se on säilynyt korkealla tasolla vuodesta 1990 lähtien toisin kuin esimerkiksi UK:ssä ja Norjassa (ks. kuva 3.13).

TEM:in Baseline-skenaariossa palvelusektorin tuottaman lisäarvon oletetaan kasvavan noin 2 % vuosivauhdilla^{27,28}. Palvelusektorin energiantensiteetin oletetaan Baseline-kehityksessä paranevan noin 5 % vuoteen 2020 ja 35 % vuoteen 2050 mennessä ja palveluiden energiankulutuksen kasvavan noin 19 TWh:iin vuonna 2020 ja 23 TWh:iin vuonna 2050.



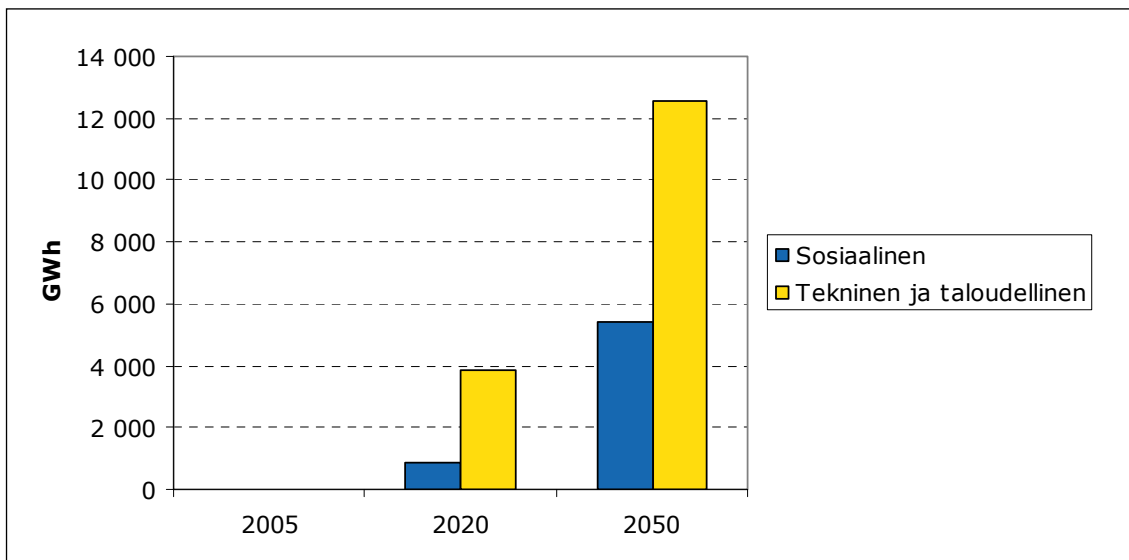
Kuva 3.13. Palvelusektorin energiantensiteetti (energian käyttö jaettuna tuotetulla lisäarvolla)

Palveluiden energiantensiteetin teknisen vähennyspotentiaalin arvioidaan olevan vähintään 25 % vuoteen 2020 mennessä ja 70 % vuoteen 2050 mennessä. Tehokkaampien laitteiden ja valaistuksen lisäksi palveluiden energiantensiteettiä voitaneen vähentää toimialarakenteen kehittyessä ja prosessien toimivuutta muokkaamalla. Vertailukohtana tarjoaa 25 % energiatehokkuuden paraneminen Tanskassa vuosien 1990 ja 2005 välisenä aikana sekä 34 % energiatehokkuuden paraneminen Norjassa samana ajanjaksona. Ruotsissa vähenemä on ollut viidessä vuodessa 20 %.²⁹ Tekninen säästöpotentiaali suhteessa baseline-kehitykseen on täten 3,8 TWh vuonna 2020 ja 12,6 TWh vuonna 2050 (ks. kuva 3.14).

27 J. Honkatukia, VATT 2025 taustaa, esitys.

28 J. Honkatukia, VATT, Pitkän aikavälin taloudellisia skenaariota, esitys kauppa- ja teollisuusministeriön baseline-seminaarissa, 7.11.2007..

29 Odyssee tietokanta, www.odyssee-indicators.org, luettu 9.5.2008.



Kuva 3.14. Palveluiden sähkönkäytön tehostamispotentiaali.

Palvelusektorin taloudellisen potentiaalin arvioiminen on haastavaa, koska energiankäytön vähentäminen voi jossain tapauksissa pienentää myös tuottavuutta. Esimerkiksi kaupan näyteikkunan valaistuksen vähentäminen voi tuoda säästöjä energiassa, mutta samalla vähentää kaupan näkyvyyttä ja myyntituloja. Samoin sosiaalisen potentiaalin arvioimiseksi tarjolla on vain rajallisesti luotettavia tietoja. Sosiaalisesti potentiaalliseksi energiaintensiteetin parantamisessa on oletettu 10 % vuoteen 2020 ja 50 % vuoteen 2050 mennessä. Säästöpotentiaali suhteessa baseline-kehitykseen on tällöin noin 0,9 TWh vuonna 2020 ja 5,4 TWh vuonna 2050.

3.3 Liikenteen energiankulutus

Liikennesektorin energiakulutuksen vähentämisen keinoista on tässä selvityksessä tarkasteltu yhdyskuntarakenteen eheyttämisen ja julkisen liikenteen tehostamisen, teknologian kehittymisen sekä ajonopeuksien vähentämisen vaikutuksia. Lisäksi liikenteen energiankulutusta voitaisiin pienentää ottamalla käyttöön toimenpiteitä liikennesuoritteiden siirtämiseksi maanteiltä rautateille, henkilöautoilun vähentämiseksi kilometrimaksujen tai ruuhkamaksujen avulla, työntekijöiden autoetujen vähentämiseksi, kimpakyytien lisäämiseksi ja telekonferenssien suosimiseksi matkustamisen sijaan. Näiden toimenpiteiden vaikutusta ei ole tämän hankkeen puitteissa tarkemmin arvioitu.

3.3.1 Yhdyskuntasuunnittelu ja julkinen liikenne

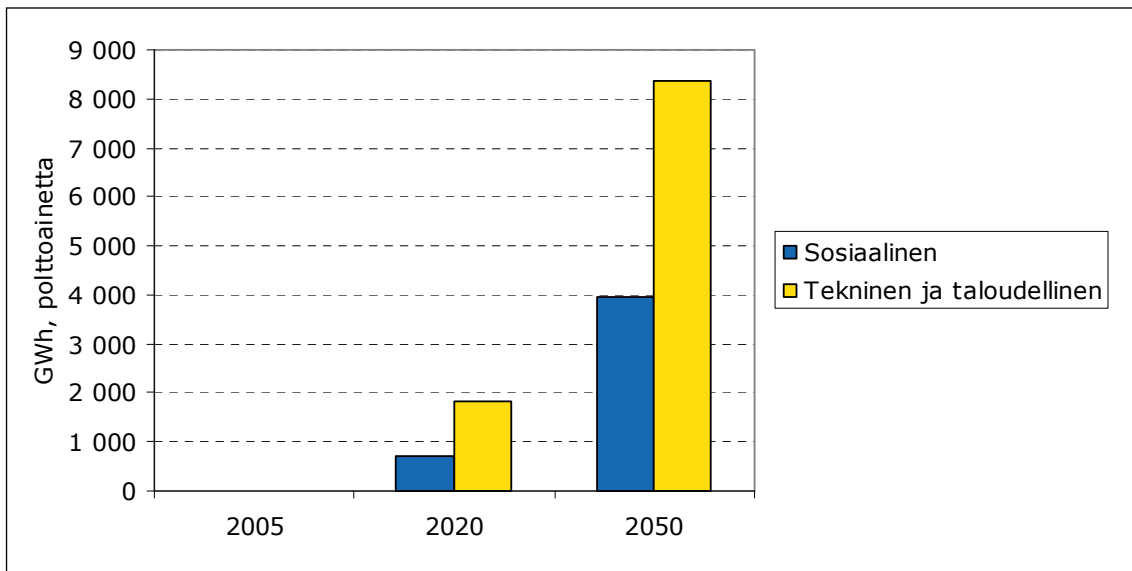
Yhdyskuntasuunnittelun avulla voidaan vähentää ihmisten liikkumistarvetta ja samalla tehostaa energiankäyttöä, mikäli ihmisiä saadaan siirtymään henkilöautoista joukkoliikenteen käyttäjiksi. Yhdyskuntarakentamisen eheyttämällä tarkoitetaan esimerkiksi taajamarakentamisen tiivistämistä ja kasvuseutujen tuomista lähemmäs keskustoja, jolloin henkilöautosuoritetta saadaan vähennettyä.

Yhdyskuntarakentamisen vaikutukset näkyvät liikennesuoritteiden kautta. Esimerkiksi työmatkojen keskipituus vuosina 2004-2005 oli noin 13,4 kilometriä, mikä oli likimain samalla tasolla vuoden 1998 tilanteeseen. Työmatkojen jakauma oli kuitenkin muuttunut ja lähelle asutusta

syntyneiden palvelualan työpaikkojen myötä lyhyiden työmatkojen osuus oli lisääntynyt. Toisaalta muuttoliike yhä kauemmas keskusta-alueista väljemmän asumismuodon perässä oli pidentänyt työmatkoja.³⁰

Tekniseksi potentiaaliksi energiatehokkuuden lisäämiseksi on arvioitu 30 % niistä matkoista, jotka liittyvät päivittäin tehtäviin matkoihin, kuten työ- ja opiskelumatkoihin sekä kauppamatkoihin. Yhteensä nämä vastaavat noin 2/3 liikennesuoritteista. Tällä tavoin tarkasteltuna vuoteen 2050 mennessä voitaisiin saavuttaa 8,4 TWh:n energiansäästö liikennepolttoaineissa. Olettaen, että uudisrakentamista tehdään noin 900 000 asukkaalle vuoteen 2020 mennessä ja suhteuttamalla vähennyspotentiaali tähän väkimäärään, on tekninen potentiaali noin 1,8 TWh (ks. kuva 3.15).

Sosiaalisen potentiaalin oletetaan olevan 50 % teknisestä potentiaalista vastaten noin 0,9 TWh:n vähennystä vuoteen 2020 ja 4,2 TWh:n vähennystä vuoteen 2050 mennessä, mikä vastaa likimain esimerkiksi liikennepoliittisen selonteon mukaisia säästöpotentiaaleja.³¹



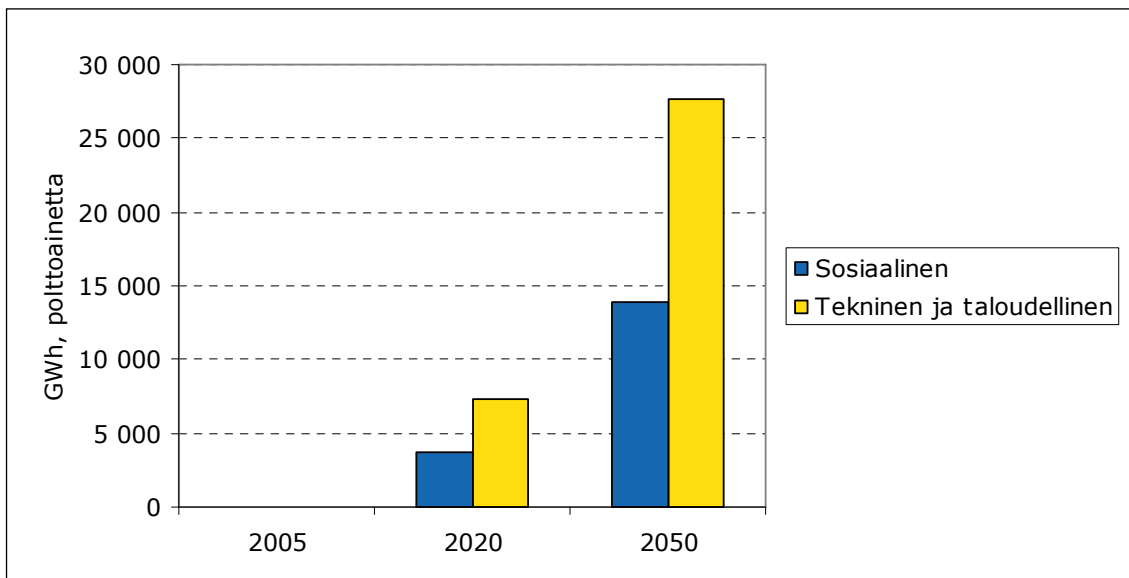
Kuva 3.15. Yhdyskuntarakenteen eheyttämisen ja joukkoliikenteen käytön lisäämisen tehostamispotentiaali.

3.3.2 Teknologian kehittäminen

Ajoneuvoteknologian kehittyminen tulee myös parantamaan liikenteen energiatehokkuutta Suomessa. Tekninen potentiaali on arvioitu pääosin henkilöautoliikenteen kehittymisen osalta ja tulokset on yleistetty koko maan liikenteen tasolle (ks kuva 3.16).

³⁰ Henkilöliikennetutkimus, 2007 (<http://www.hlt.fi/tyomatkaliikkuminen.pdf>)

³¹ VTT:n liikennepoliittisen selonteon valmistelussa tekemissä laskelmissa on päädytty noin 0,7 TWh:n potentiaaliin vuonna 2020 ja 4 TWh:n vuonna 2050 (laskettuna päästövähennemistä keskimääräisellä polttoaineiden päästökertoimella).



Kuva 3.16. Ajoneuvoteknologian mahdollistama energiankäytön tehostamispotentiaali.

Henkilöautojen kokonaismäärän oletetaan kasvavan reiluun 3 miljoonaan autoon vuoteen 2020 mennessä. Uusia autoja oletetaan myytävän noin 154 000 kappaletta vuosittain.³² Vuoden 2012 jälkeen myytyjen uusien autojen osuus on täten noin 40 % koko autokannasta vuoden 2019 loppuun mennessä. Olettamalla keskimääräisiksi uusien autojen päästöksi EU:n tavoitteen mukainen 120 g/km, saadaan päästövähennyksi verrattuna nykytason 160 g/km keskimääräisiin päästöihin noin 25 % vähennys. Energiatehokkuuden on oletettu parantuvan vastaavasti. Vuoteen 2050 mennessä on oletettu koko autokannan uusiutuvan ja teknisen energiatahokkuuspotentiaaliksi olevan 50 %. Tekninen potentiaali on tällöin 7,4 TWh vuoteen 2020 ja 27,7 TWh vuoteen 2050 mennessä.

Yksi mahdollinen energiatahokkuutta merkittävästi parantava teknologinen vaihtoehto on ladattavien hybridi-autojen laajamittainen käyttöönotto. Teknisen potentiaaliksi laskennassa on oletettu hybridi-autojen saavuttaneen jo reilun 10 % markkinaosuuden vuonna 2020 ja 80 % osuuden vuonna 2050. Hybridien tuomista liikennepolttonesteiden säästöistä osa korvaantuu sähköllä, arviolta vajaa 1 TWh vuoteen 2020 mennessä ja 7-8 TWh vuoteen 2050 mennessä.

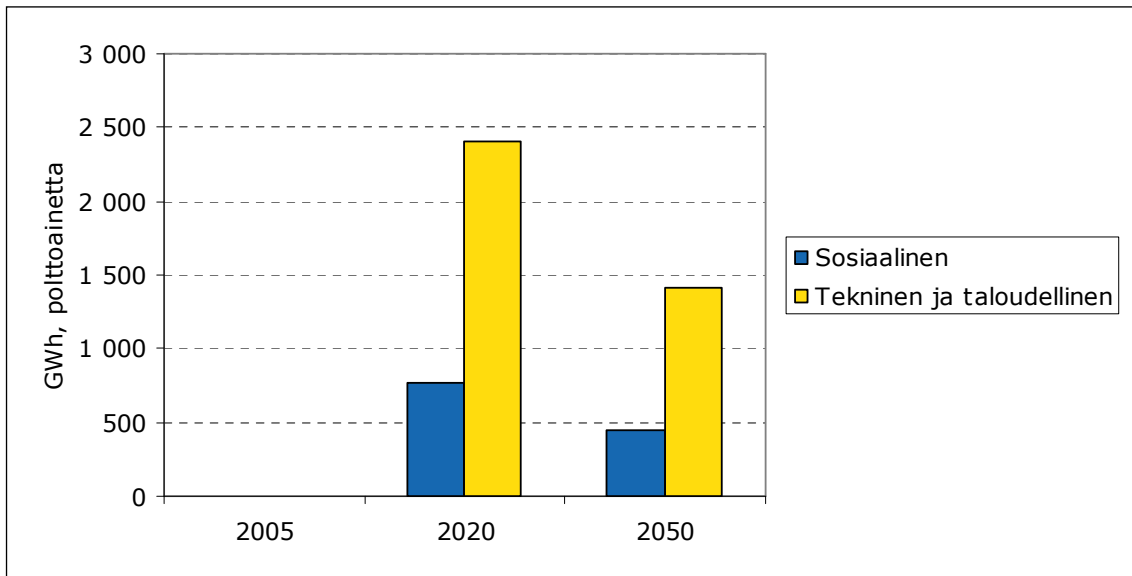
Sosiaalisesti potentiaaliksi ajoneuvoteknologian kehittymiselle on oletettu 50 % teknisestä potentiaalista. Sosiaalinen potentiaali on pienempi, koska huolimatta teknologian parantumisesta ihmisten valinnat ovat perinteisesti kohdistuneet isompiin ja enemmän energiaa kuluttaviin autoihin. Ajoneuvoteknologian avulla voidaan täten saavuttaa noin 3,7 TWh:n vähennys vuoteen 2020 mennessä ja 13,8 TWh:n vähennys vuoteen 2050 mennessä.

3.3.3 Nopeusrajoitusten alentaminen

Henkilöautojen moottorit on useimmiten säädetty niin, että polttoaineen kulutus on pienimmillään välillä 80-90 km/h. Arvioiden mukaan maantienopeuksien alentaminen 120 km/h:sta 100 km/h:iin vähentää polttoaineenkulutusta tieosalla noin 11 % ja 100 km/h:sta 80 km/h:iin noin 14 %.³³ Nopeusrajoitusten alentamisen potentiaalit on esitetty kuvassa 3.17.

³² Ajoneuvohallintakeskus, Autokannan tulevaisuustutkimus, 2006.

³³ Rouwendal, Jan. 1996. An economic analysis of fuel use per kilometre by private cars. Journal of Transport Economics and Policy. January 1996. p. 3 – 14.



Kuva 3.17. Nopeusrajoitusten kiristämisen ja noudattamisen säästöpotentiaali.

Tekninen potentiaali on arvioitu ottaen huomioon tieosuudet, joiden nopeusrajoitus on tällä hetkellä yli 70 km/h ja erityisesti kaupunkien väliset tieosuudet, joilla nopeusrajoitukset ovat 80-120 km/h. Kevyen autoliikenteen liikennesuorite kaupunkien välisessä liikenteessä on noin 21 700 miljoonaa kilometriä. Lisäksi on oletettu, että nykyisiin säännöllisiin ylinopeuksiin puututaan ja keskinopeus pudotetaan nykyisten talvinopeusrajoitusten tasolle ympäri vuoden.³⁴ Tekninen potentiaali on vuoteen 2020 mennessä noin 2,4 TWh ja vuoteen 2050 mennessä noin 1,4 TWh. Samoilla toimenpiteillä olisi mahdollista saavuttaa päästövähennyksiä myös kuorma-autoliikenteessä, joka ei näissä laskelmissa ole mukana.

Sosiaalisen potentiaalın laskennassa on oletettu, että vain nopeusrajoitusten noudattamiseen puututaan esimerkiksi tehokkaamman automaattisen valvonnan keinoin. Energiankulutus vähenisi tällöin noin 0,8 TWh vuoteen 2020 ja 0,5 TWh vuoteen 2050 mennessä.

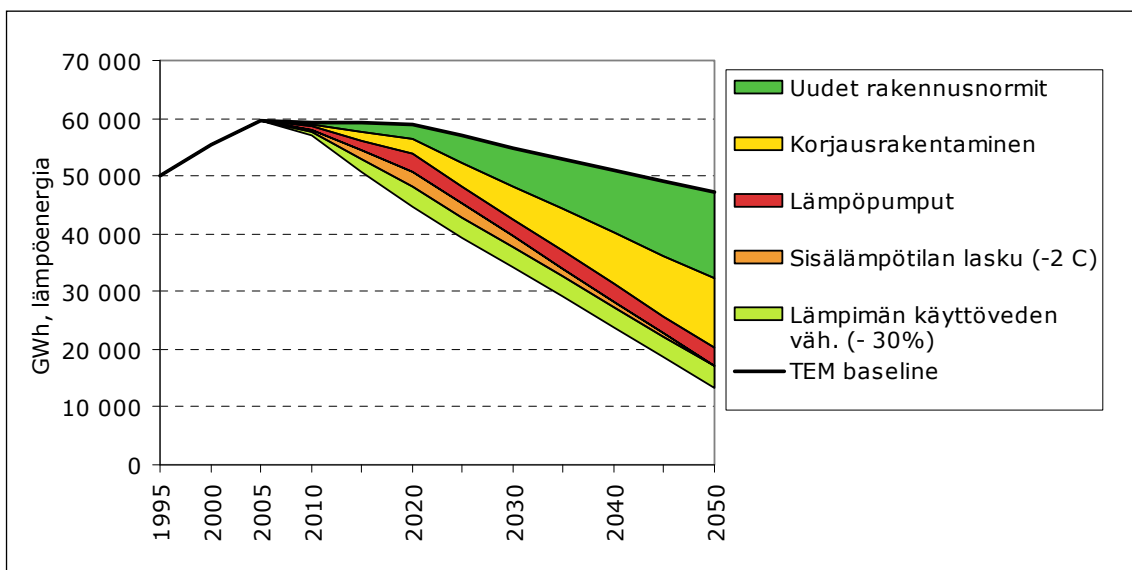
³⁴ Tarkastelu perustuu Tampereen Teknillisen Korkeakoulun Climtech-ohjelman puitteissa tehtyyn selvitykseen "Liikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämismahdollisuudet Suomessa", tutkimuksia 48, Tampere 2002 sekä laskemasta tehtyyn päivitykseen vuonna 2008 (Hanna Kalenoja, TTY 2008). Pakettiautojen osuus kevyen autoliikenteen liikennesuoritteesta on noin 10 %. Laskennassa on hyödynnetty päätieverkon tietoa ajoneuvojen todellisista nopeuksista 80 km/h:n ja 100 km/h:n nopeusrajoitusalueilla sekä tietoja liikennesuoritteista 80 km/h ja 100 km/h nopeusrajoitusalueilla ajoneuvotyypeittäin.

4 SKENAARIOTARKASTELUT

4.1 Nopean kehityksen skenaario

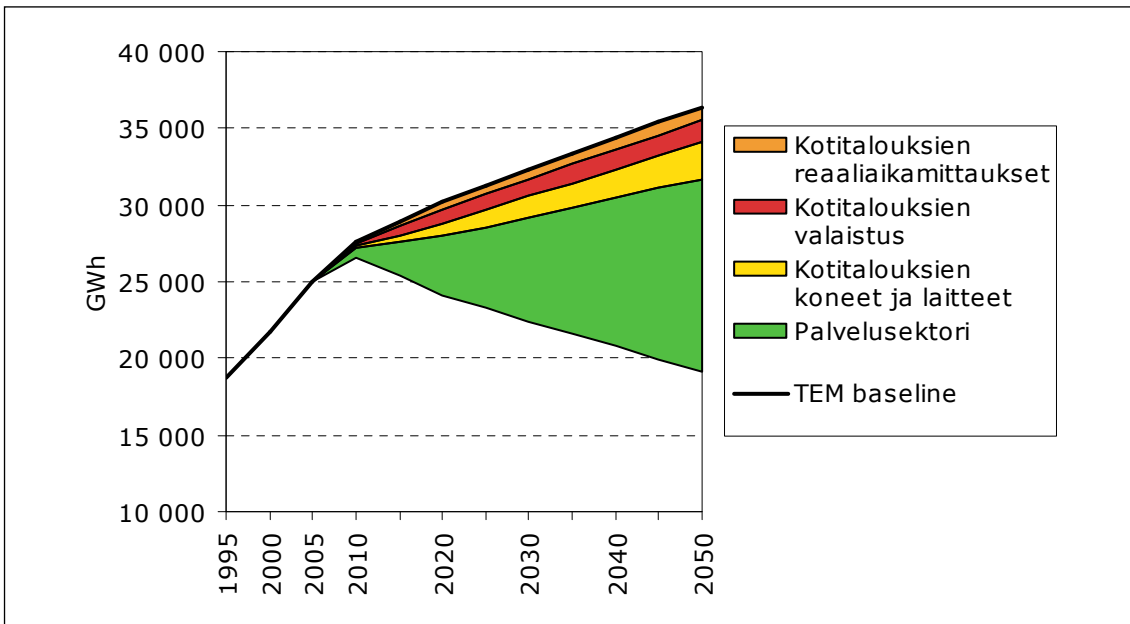
Energiatohokkuuden parantamisen potentiaalin lisäksi oleellinen kysymys on miten nopeasti potentiaali saadaan hyödynnettyä. Seuraavassa on esitetty skenaario, jossa on oletettu, että luvussa 3 esitetyt teknologiset potentiaalit saataisiin lähes täysin realisoitua tehostettujen ohjaukeinojen käyttöönoton vaikutuksesta. Oletettu toimenpidevalikoima on laaja ja tulisi muuttamaan nykyisiä energiakäyttötottumuksia radikaalisti jo lähitulevaisuudessa.

Nopean kehityksen skenaariossa uudisrakentamisessa otetaan jo ennen vuotta 2020 pääosin käyttöön minimienergiatasoinen rakentaminen. Korjausrakentamisessa toteutetaan kaikki toimenpiteet, jotka ovat taloudellisesti kannattavia ja lämpöpumppuja asennetaan puoleen nykyisistä omakotitaloista vuoteen 2020 mennessä. Kulutustottumuksia onnistutaan muuttamaan niin, että keskimääräinen sisälämpötila laskee 2 astetta ja vedenkulutus laskee tasolle 100 l/hlö/vrk. Lämmityksen hyötyenergian tarve vähenee näillä toimin noin 45 TWh:iin vuonna 2020 ja 13 TWh:iin vuonna 2050.



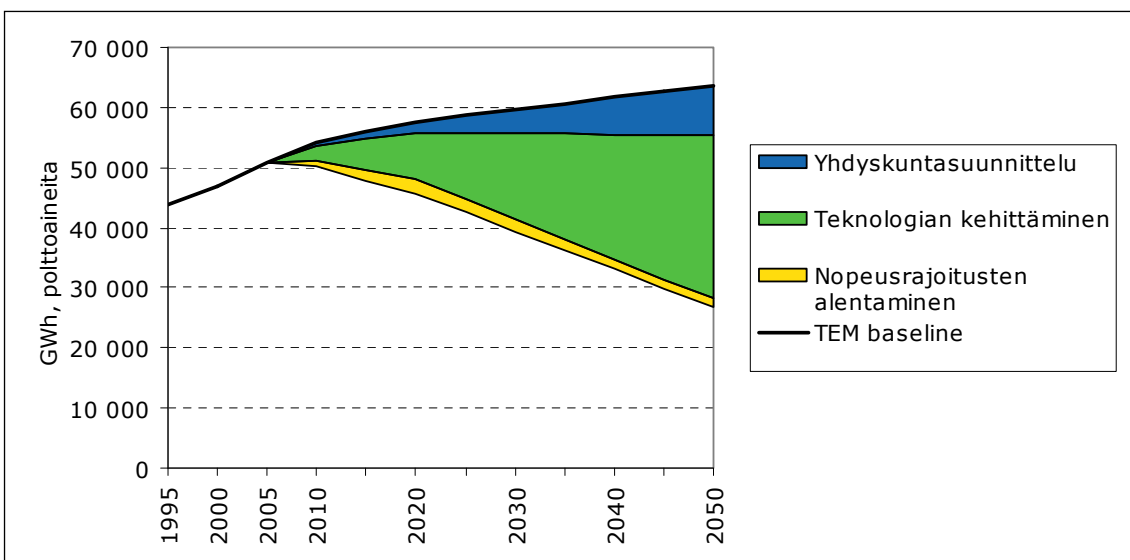
Kuva 4.1. Lämmityksen hyötyenergian tarve nopean kehityksen skenaariossa.

Nopean kehityksen skenaariossa palvelusektorin energiaintensiteettiä parannetaan 25 % vuoteen 2020 ja 70 % vuoteen 2050 mennessä. Kotitalouksien koneissa ja laitteissa siirrytään teknisesti 30 % parempiin laitteisiin ja laitekannasta uusitaan 50 % vuoteen 2020 mennessä (teknisesti 60 % parempia ja 90 % uusitaan vuoteen 2050). Valaistuksessa tekninen parannus on 60 % ja valaistuksesta uusitaan 80 % vuoteen 2020 mennessä (teknisesti 80 % parempia ja 90 % uusitaan vuoteen 2050). Kulutustottumuksien muutoksissa päästään 15 % vähennyksiin kaikissa niissä 75 % kotitalouksissa, joihin on asennettu automaattinen mittauslaitteisto vuoteen 2020 mennessä ja kaikissa kotitalouksissa vuoteen 2050 mennessä. Muu sähkönkäyttö vähenee tällöin noin 24 TWh:iin vuonna 2020 ja 19 TWh:iin vuonna 2050.



Kuva 4.2. Kotitalouksien ja palveluiden sähkönkulutuksen kehittyminen ja säästöpotentiaalit nopean kehityksen skenaariossa.

Nopean kehityksen skenaariossa yhdyskuntasuunnittelussa hyödynnetään nykyhetkestä lähtien täysimääräisesti tekniset mahdollisuudet liikennesuoritteiden vähentämiseen ja joukkoliikenteen lisäämiseen. Koska yhdyskuntarakenteen kehittyminen on kuitenkin hidaskaikuteinen keino, näkyvät vaikutukset kuitenkin melko hitaasti. Ajoneuvoteknologian käyttöönotossa Suomessa päästään EU-tavoitteiden mukaiseen energiatehokkuuteen jo selkeästi ennen vuotta 2020 ja vuoteen 2050 mennessä on siirrytty laajamittaiseen ladattavien hybridien tai muiden tehokkaiden ajoneuvotyyppien käyttöön. Lisäksi nopeusrajoituksia alennetaan vastaamaan nykyisiä talvirajoituksia läpi vuoden ja nopeusrajoitusten valvontaa tehostetaan. Liikenteen energiankäyttö vähenee tällöin noin 46 TWh:iin vuonna 2020 ja 27 TWh:iin vuonna 2050.

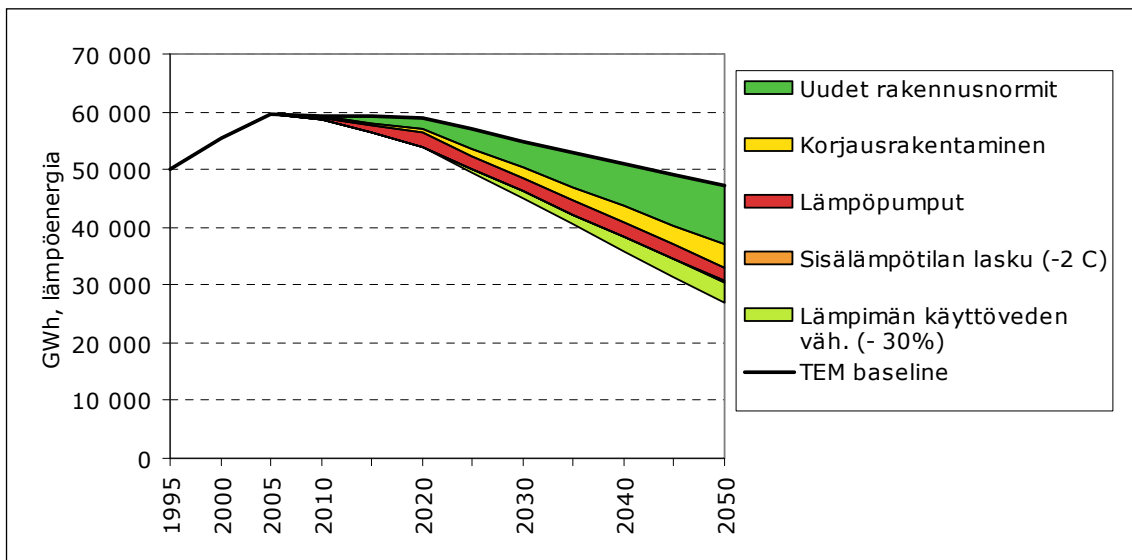


Kuva 4.3. Liikenteen energiankulutuksen kehittyminen ja säästöpotentiaalit nopean kehityksen skenaariossa.

4.2 Hitaan kehityksen skenaario

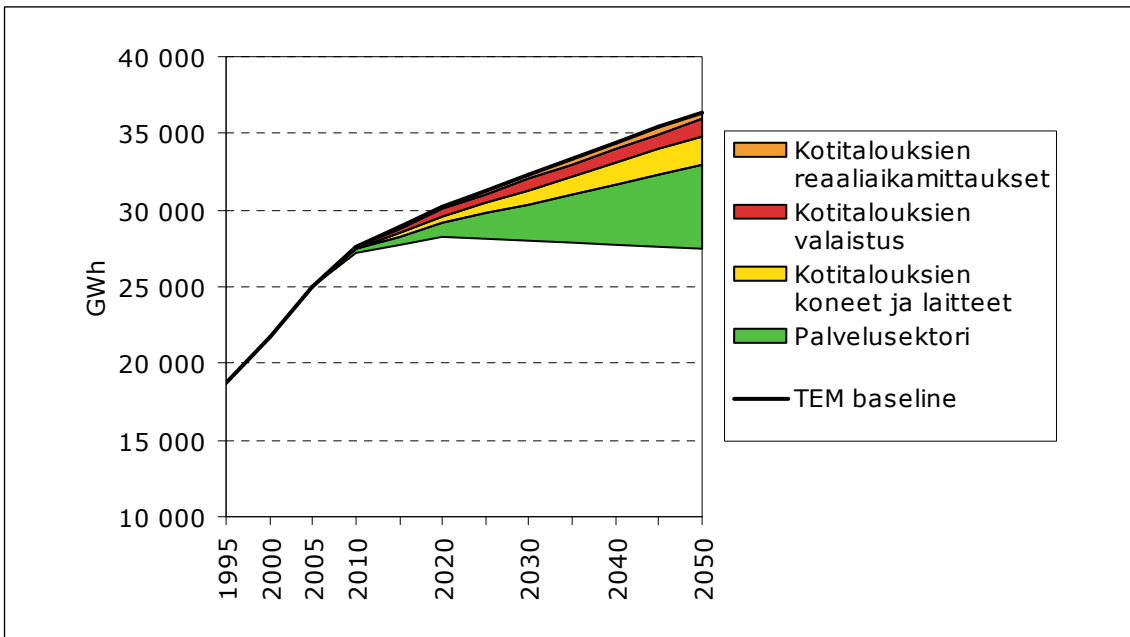
Hitaan kehityksen skenaariossa on oletettu, että merkittäviä uusia ohjauskeinoja ei oteta käyttöön lukuun ottamatta EU:n direktiivien vähimmäisvaatimukset täyttäviä keinoja, kuten rakennusten energiatehokkuusnormien kiristymistä, laitteiden energiatehokkuusvaatimuksia sekä autojen teknologian kehittymistä. Lisäksi oletetaan, että energiatehokkuuden parantaminen ei lähde liikkeelle vapaaehtoisin keinoin, jolloin toteutuva potentiaali vastaa likimain luvun 3 sosiaalista potentiaalia.

Hitaan kehityksen skenaariossakin uudisrakentamisen normeja korjataan niin, että uudisrakentamisen taso paranee matalaenergiarakentamisen tasolle. Uudisrakennusten keskimääräinen energiatehokkuus ei kuitenkaan parane tästä. Korjausrakentamisessa toteutetaan 30 % kannattavista toimenpiteistä vuoteen 2020 mennessä ja 50 % vuoteen 2050 mennessä. Lämpöpumppuja asennetaan 40 % talouksista vuoteen 2020 mennessä ja hieman yli puoleen nykyisistä omakotitaloista vuoteen 2050 mennessä. Kulutustottumuksissa ei tapahdu merkittäviä muutoksia. Rakennusten lämmitykseen tarvittavan hyötyenergian määrä on tällöin noin 54 TWh (nopea skenaario 44 TWh) vuonna 2020 ja noin 27 TWh (13 TWh) vuonna 2050.



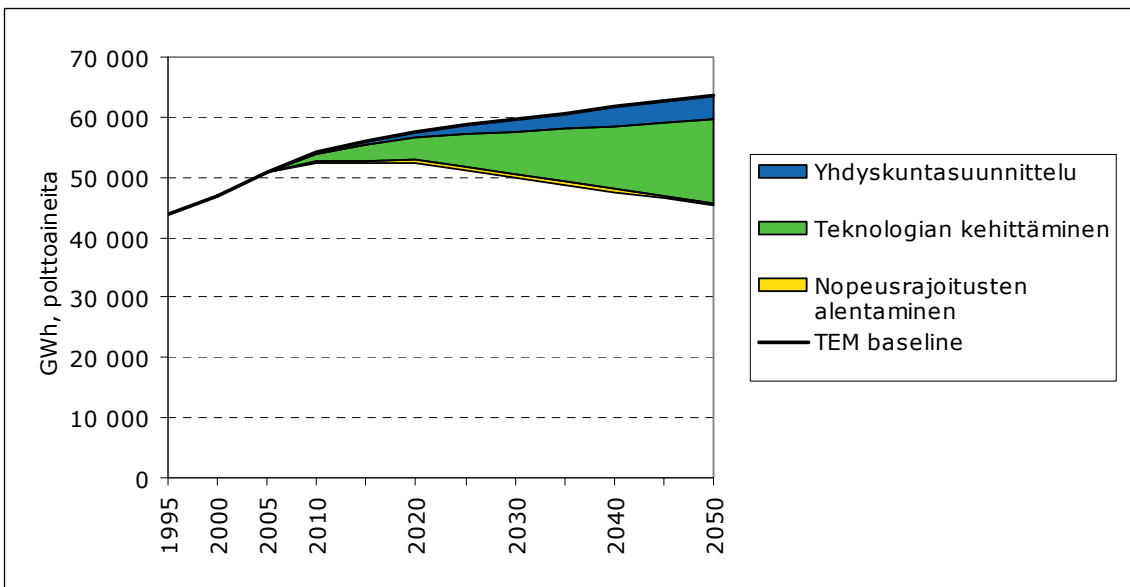
Kuva 4.4. Lämmityksen hyötyenergian tarve hitaan kehityksen skenaariossa.

Hitaan kehityksen skenaariossa palvelusektorin energiaintensiteettiä parannetaan 10 % vuoteen 2020 ja 50 % vuoteen 2050 mennessä. Kotitalouksien sähkökäytössä hyödynnetään puolet teknisestä potentiaalista. Kotitalouksien sähkön kulutuskäyttö muuttuu vain 1/3 kodeista vuoteen 2020 ja puolissa kodeissa vuoteen 2050 mennessä. Muu sähkökäyttö vähenee tällöin noin 28 TWh:iin (nopea 24 TWh:iin) vuonna 2020 ja 27 TWh:iin (19 TWh:iin) vuonna 2050.



Kuva 4.5. Kotitalouksien ja palveluiden sähkönkulutuksen kehittyminen ja säästöpotentiaalit hitaan kehityksen skenaariossa.

Hitaan kehityksen skenaariossa yhdyskuntasuunnittelussa otetaan käyttöön vain puolet teknisestä potentiaalista. Ajoneuvoteknologiassa Suomessa päästään noin puoleen EU-tavoitteiden mukaisesta energiatehokkuustavoitteesta. Nopeusrajoitusten valvontaa tehostetaan, mutta muita toimia energiatehokkuuden parantamiseksi ei oteta käyttöön. Tässä skenaariossa liikenteen energiankäyttö pysyy likimain nykytasolla noin 52 TWh vuonna 2020 (nopeassa skenaariossa 46 TWh) ja vähenee 45 TWh:iin vuoteen 2050 mennessä (nopea 27 TWh).



Kuva 4.6. Liikenteen energiankulutuksen kehittyminen ja säästöpotentiaalit hitaan kehityksen skenaariossa.

5 ENERGIATEHOKKUUDEN TUTKIMUS-TARPEET

Energiatehokkuuden potentiaalin arvioinnin pohjana on tässä raportissa käytetty useita kotimaisia ja kansainvälisiä tutkimuksia ja selvityksiä. Yleisesti ottaen tietoa on olemassa varsin kattavasti ja viime vuosina on julkaistu useita eri sektoreita koskevia selvityksiä. Tästä huolimatta raporttia koottaessa on noussut esille tutkimustarpeita, joiden selvittäminen voisi edistää paremman kuvan luomista energiatehokkuuden potentiaalista. Seuraavassa on listattu näitä tutkimustarpeita

Matalaenergiarakentamisen vaikutukset lämmitysmuotojen kilpailukykyyn

Matalaenergiarakentamisen yleistyminen vaikuttaa myös rakennusten lämmitystapavalintoihin. Koska rakennusten elinkaaren aikainen lämmitysenergian tarve on suhteessa aiempaa vähäisempi, ei matalaenergiataloissa ole kannattavaa tehdä suuria investointeja lämmityksen infrastruktuuriin.

Ilmalämpöpumppujen jäähdytyskäytön vaikutus sähkön kokonaiskulutukseen

Ilmalämpöpumpun vaikutukset lämmitysenergian tarpeen vähenemiseksi pystytään arvioimaan varsin luotettavasti. Toistaiseksi on kuitenkin olemassa vain vähän tutkimustietoa siitä, kuinka paljon ilmalämpöpumppuja käytetään kesäaikana rakennusten jäähdyttämiseen ja kuinka paljon tämä lisää sähkönkulutusta.

Lämpöpumppujen lisääntymisen vaikutus korjausrakentamisen ajoitukseen

Lämpöpumppujen asentaminen vähentää ulkoisen lämmitysenergian hankintatarvetta merkittävästi. Investointi lämpöpumppuun voi heikentää korjausrakentamisen kannattavuutta, koska samalla korjausrakentamisen investoinnilla saavutetaan pienempi ostoenergian säästö. Lisäksi lämpöpumppuun sijoittaminen voidaan katsoa jo riittäväksi energiankäytön tehostamistoimeksi ja muihin toimiin ollaan haluttomampia ryhtymään. Myös kotitalouksien erilaisiin investointeihin tarjolla olevat kokonaisvarat voivat rajoittaa molempien toimien yhtäaikaista toteutumista.

Lämpimän käyttöveden todellisen kulutuksen mittaaminen/arviointi

Lämpimän käyttöveden osuudeksi lämmityksen kokonaisenergian tarpeesta on esitetty arvioita varsin laajalla välillä 20-35 %. Todennettuja, ajantasaisia ja kattavia mittaustietoja on kuitenkin tarjolla niukasti. Samaten tunnetaan huonosti lämpimän käyttöveden osuus (arviolta 45 %) veden kokonaiskulutuksesta (keskimäärin 155 l/hlö/vrk kerrostaloissa). Lisäksi lämmitysenergian tarpeen ja vedenkulutuksen muutoksien vaikutuksia ei tunneta riittävästi.

Fossiilisten polttoaineiden hintojen vaikutukset

Tässä raportissa esitetyissä kannattavuuslaskelmissa on käytetty varsin maltillisia oletuksia fossiilisten polttoaineiden hinnan kasvulle. Mikäli kuitenkin tarkasteluvälillä, vuoteen 2050 mennessä, öljyn tuotantokapasiteettia ei pystytä lisäämään riittävästi kasvavan kysynnän tahdissa, voi hintakehitys poiketa merkittävästi.

Palvelusektorin energiankulutus toimialoittain

Palvelusektorin energiantensiteetti on Suomessa korkea verrattuna muihin EU-maihin ja myös muihin Pohjoismaihin. Lisäksi toisin kuin muissa maissa, Suomen palvelusektorin energiantensiteetti ei ole parantunut viime aikoina.

Ihmisten kulutustottumusten ymmärtäminen

Sosiaalisen potentiaalin arvioimisen suurin haaste on ihmisten käyttäytymisen ymmärtäminen. Vaikka joillakin osa-alueilla on tarjolla tilastotietoa – esimerkiksi tietoja ihmisten päivittäisistä liikennesuoritteista, kulkutavoista ja matkojen tarkoituksista yhdyskuntasuunnittelun ja joukkoliikenteen edistämisen keinoin saavutettavien energiansäästöjen arvioimiseksi – niin tietoa ei kuitenkaan ole jalostettu sellaiseen muotoon, josta ilmenisi millä osa-alueilla energiatehokkuuden potentiaali olisi suurin ja millä toimenpiteillä parhaiten saavutettavissa.

Muutokset energiamuotojen välillä

Energiankäytön tehostamistoimien yhteydessä vaihdetaan monissa sovelluksissa samalla käytettävää energianlähdettä. Esimerkiksi maalämpöpumppujen asentamisella vähennetään polttoöljyn kulutusta, mutta samalla lisätään sähkönkulutusta. Toisaalta sähkölämmitettyjen talojen liittäminen kaukolämmön piiriin vähentää sähkönkulutusta, mutta lisää kaukolämmön tuottamiseen käytettävien energialähteiden kulutusta. Ladattavien hybridi-autojen käyttöönotto vähentäisi polttonesteiden kulutusta, mutta lisäisi sähkönkulutusta. Näiden muutoksien kokonaisvaikutusten arviointi suhteessa energiantuotantokapasiteettiin ja sen rakenteeseen olisi hyödyllistä esimerkiksi uusiutuvien energialähteiden tavoitteiden osalta.

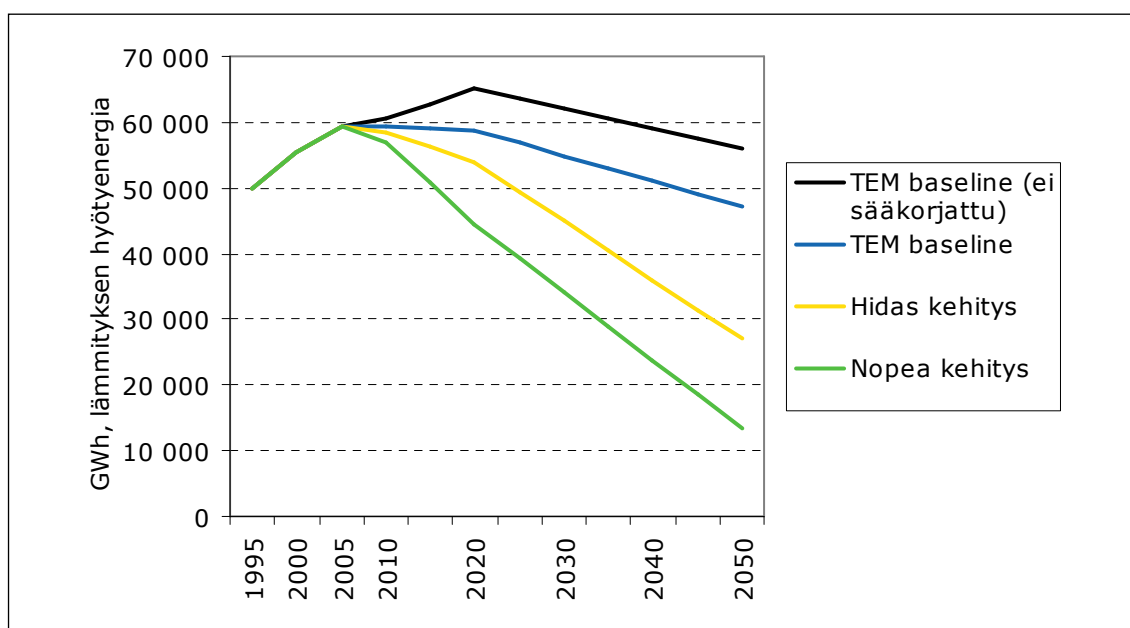
Oheishyödyt

Energiatehokkuuden lisäämisen kustannustarkastelujen yhteydessä on harvoin systemaattisesti huomioitu vältettyjen kasvihuonepäästöjen lisäksi usein syntyviä oheishyötyjä (esim. muiden ilmanpäästöjen vähenemiseen, liikenneturvallisuuteen, uuden liiketoiminnan ja työllisyyden kehittymiseen tai energiaomavaraisuuteen ja turvallisuuteen liittyen). Esimerkiksi nopeusrajoitusten alentamisella saadaan vähentyneen energiankulutuksen ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentymisen lisäksi lukuisia oheishyötyjä. Näitä ovat mm. polttoainekustannusten lasku, muiden päästöjen pieneneminen, liikennemelun väheneminen, liikenneturvallisuuuden paraneminen, sekä vähentynyt tarve isompien ja suuripäästöisten autojen hankintaan.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Energiatehokkuuspotentiaalin realisoitumiseen liittyy useita epävarmuuksia. Ensinnäkin energiatehokkuutta voidaan parantaa useilla eri toimenpiteillä ja näiden toimenpiteiden realisoitumiseen liittyy teknisten seikkojen lisäksi sekä taloudellisia että sosiaalisia rajoitteita. Toiseksi energiatehokkuuden potentiaalin realisoitumisen aikatauluun liittyy epävarmuuksia. Osa näistä aikataulullisista epävarmuuksista liittyy kiristyvän normiohjauksen ajoitukseen ja osa taas markkinoiden kykyyn sopeutua muutoksiin. Tässä raportissa on pyritty havainnollistamaan näitä epävarmuuksia systemaattisella tavalla tarkastelemalla teollisuuden jälkeen tärkeimpiä energiankulutuksen sektoreita eli rakennusten lämmitysenergian kulutusta, kotitalouksien ja palvelujen sähkönkulutusta sekä liikennettä.

Kuvassa 6.1 on esitetty asuin- ja palvelurakennusten lämmittämiseen tarvittavan hyötyenergian tarve eri skenaariossa. TEM:in baseline-skenaarion mukaisesti lämmitysenergian tarve jatkaa kasvuaan vielä vuoteen 2020 asti, jonka jälkeen tarve kääntyy maltilliseen laskuun. Myös lämpötilan nousun mukaisesti korjatussa baseline-skenaariossa lämmitysenergian tarve säilyy lähes 50 TWh:n tasolla vielä vuonna 2050. Tässä raportissa esitettyjen hitaan ja nopean kehityskulun suurin ero vaikuttaisi syntyvän jo vuoteen 2020 mennessä, jonka jälkeen kehityspotut ovat hyvin samansuuntaiset. Energiatehokkuustoimin voidaan saavuttaa jopa 14 TWh vähennys (noin -25 % baseline-skenaariosta) vuoteen 2020 ja 34 TWh vähennys (noin -70 %) vuoteen 2050 mennessä. Vastaavat laskennalliset päästövähennykset ovat noin 4 Mtn vuoteen 2020 ja 9 Mtn vuoteen 2050 mennessä³⁵.



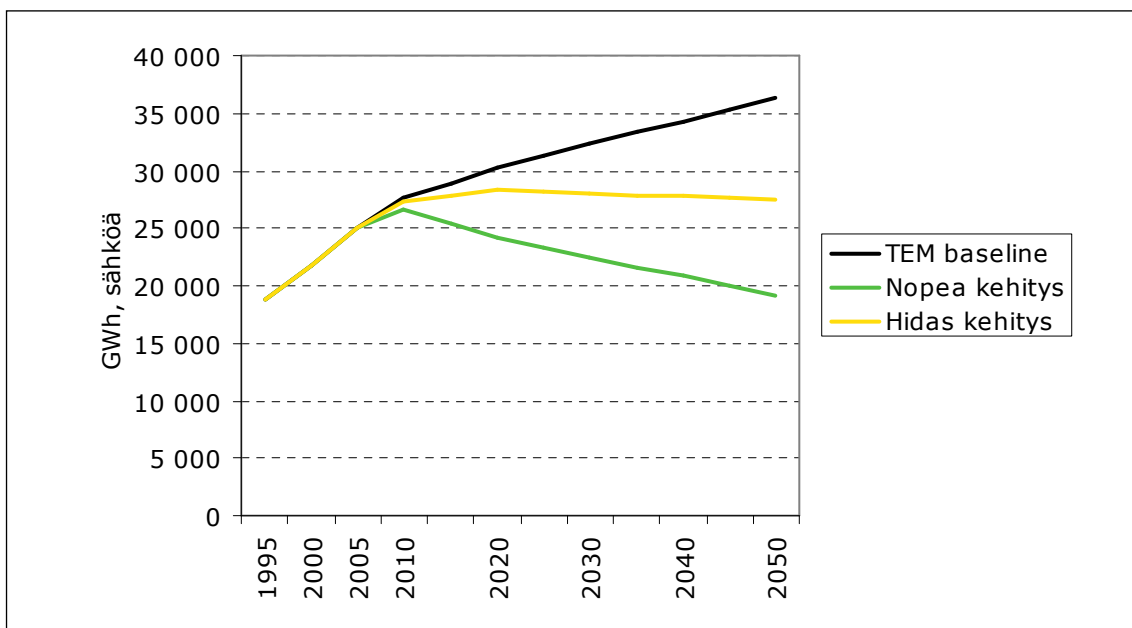
Kuva 6.1. Asuin- ja palvelurakennusten lämmittämiseen tarvittavan hyötyenergian tarve eri skenaarioissa ottaen huomioon ilmaston lämpenemisen (TEM baseline-skenaariosta on esitetty sekä alkuperäinen, että ilmastonlämpenemisen huomioon ottava skenaario).

Lämmitysenergian kulutuksen vähentämisessä uudisrakentamisen energiatehokkuuden parantamisella ja korjausrakentamisen yhteydessä tehtävillä energiatehostamistoimenpiteillä saavutetaan tarkastelluista toimista suurimmat ja pitkäkestoisimmat vähennykset.

³⁵ Olettaen, että lämmityksen energiantuotannon rakenne ja päästöt säilyvät nykyisen kaltaisina on keskimääräinen päästökertoimenä käytetty 0,269 gCO₂/kWh.

Lämmitysenergian tarve vähenee näiden toimien toteuttamisen myötä niin paljon, että muiden toimien absoluuttinen merkitys on vähäisempi. Pienimmillään vuoden 2050 noin 13 TWh:n lämmitysenergian kulutusta voi verrata esimerkiksi nykyiseen kaukolämmön kulutukseen, joka on noin 30 TWh. Vuoteen 2020 mennessä uudisrakentamisen ja korjausrakentamisen vaikutus on vähäisempi ja niiden kanssa suuruusluokaltaan samansuuruisia, 2-4 TWh:n, vaikutuksia on saavutettavissa lämpöpumppujen käyttöön otolla ja kulutustottumuksien muutoksilla.

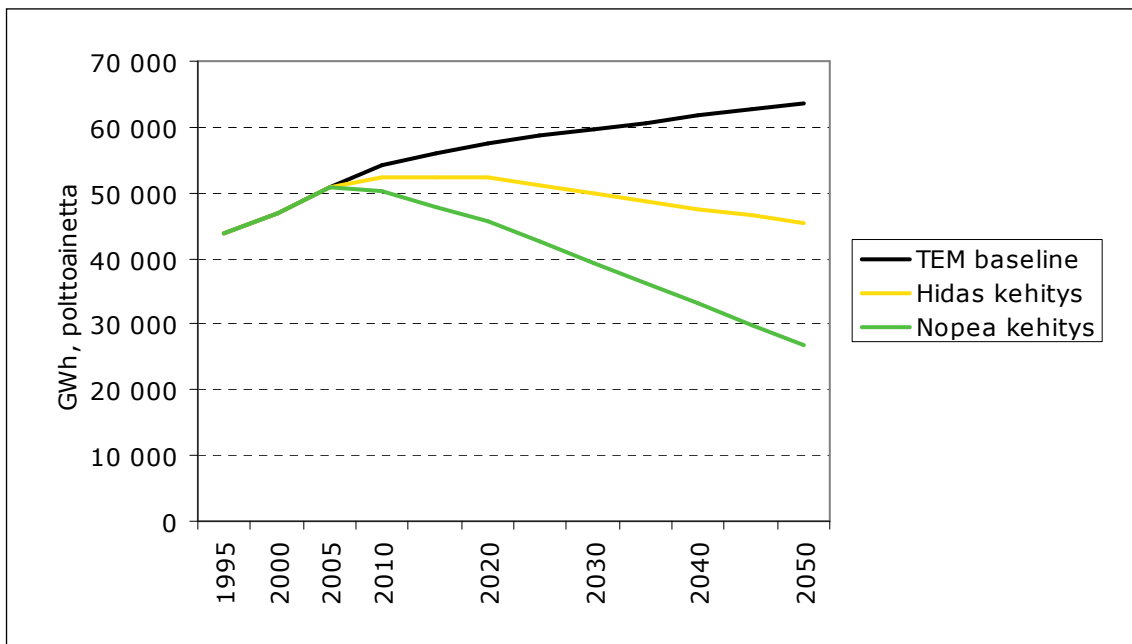
Kotitalouksien ja palveluiden muun sähkönkäytön kehittymisen skenaariot on esitetty kuvassa 6.2. Nopean kehityksen skenaariossa muun sähkönkulutuksen nousu näyttäisi olevan mahdollista saada käännettyä laskuun jo vuoteen 2020 mennessä, kun taas hitaan kehityksen skenaariossa kulutus likimain tasaantuisi. Energiatехostamisen potentiaali on nopeassa skenaariossa noin 6 TWh (noin -20 % suhteessa baselineen) vuoteen 2020 ja 17 TWh (noin puolet) vuoteen 2050 mennessä. Keskimääräiset laskennalliset päästövähennykset ovat noin 2 Mtn CO₂ vuonna 2020 ja 4 Mtn CO₂ vuonna 2050.



Kuva 6.2. Palvelusektorin ja kotitalouksien sähkönkäyttö eri skenaariossa.

Kotitalouksien ja palveluiden sähkönkäyttö jakaantuu laajaan joukkoon käyttökohteita ja erilaisia laitteita, koneita ja muita sähkölaitteita. Teknologian kehittyminen ja EU-tasoiset säädökset tulevat pitkällä aikavälillä muokkaamaan laitekantaa energiatehokkaampaan suuntaan. Tässä selvityksessä esitetyn yleiskatsauksen tarkentaminen on kuitenkin tarpeen, jotta sähkönkäytön vähentämisessä oleva potentiaali voidaan realisoida.

Liikenteen polttonesteiden käyttö jatkaa baseline-skenaariossa kasvuaan kuvan 6.3 esittämällä tavalla. Polttoaineiden kulutus on kuitenkin mahdollista kääntää laskuun ja erityisesti teknologian kehittyminen näyttäisi tuovan merkittäviä säästöjä jo vuoteen 2020 mennessä niin hitaan kuin nopean kehityksen skenaarioissa. Nopeilla toimin energiankulutus voi vähentyä 12 TWh (noin -20 % suhteessa baselineen) vuoteen 2020 ja 37 TWh (noin -60 %) vuoteen 2050 mennessä. Vastaavat vähennykset CO₂-päästöissä olisivat noin 3 Mtn vuoteen 2020 ja 9 Mtn vuoteen 2050 mennessä.



Kuva 6.3. Liikenteen energiankulutus eri skenaariossa.

Liikenteen energiatehokkuudessa liikkumistarpeen vähentäminen yhdyskuntasuunnittelun keinoin on pitkällä aikavälillä todennäköisesti tehokas keino, mutta lisätutkimuksia konkreettisista toimista ja niiden vaikutuksista ihmisten käyttäytymiseen tarvitaan. Samoin yhdyskuntasuunnittelun ja joukkoliikenteen keinoin saavutettavasta kokonaispotentiaalista on haasteellista luoda kokonaiskuva. Energiatehokkuuden paraneminen on muutoin suurelta osin kiinni käytössä olevan ajoneuvoteknologian kehittymisestä. Nopea siirtyminen esimerkiksi ladattaviin hybridi-autoihin vaatii teknologisen kehityksen lisäksi voimakkaita yhteiskunnallisia panostuksia. Ajetottumusten muutoksia voidaan saada aikaan esimerkiksi tässä selvityksessä tarkastellulla nopeusrajoitusten kiristämisellä, jonka vaikutukset energiatehokkuuteen ja kasvihuonekaasupäästöihin voivat olla suhteessa vähäisempiä, mutta oheisvaikutukset huomioon ottaen kiinnostavia.

Yhteensä teknisen potentiaalin täysimääräinen ja mahdollisimman nopea hyödyntäminen voisi yllä esitettyjen laskelmien mukaan vähentää lämmitysenergian tarvetta 14 TWh, sähkön tarvetta 7 TWh³⁶ ja polttonesteiden kulutusta 12 TWh (vastaten noin 1000 milj. litraa) suhteessa baseline-kehitykseen vuoteen 2020 mennessä (ks. tarkemmat luvut raportin liitteestä). Vastaava vuotuinen päästövähennys voisi olla noin 8 milj. tonnia vuonna 2020. Tästä päästövähennyksestä noin 4 milj. tonnia kohdistuu päästökauppasektorin ulkopuolelle, vastaten noin 2/3 Suomen 16 % vähennystavoitteesta vuoteen 2020 mennessä³⁷.

³⁶ Ottaen huomioon sähkölämmityksen vähenemisen ja maalämpöpumppujen lisääntymisen yhteisvaikutukset, säästöt kotitalouksien ja palveluiden sähkönkulutuksessa sekä plug-in hybridien kasvun.

³⁷ Kimmo Tiilikaisen esittely eduskunnalle. Oletettu, että liikenteen päästöt kokonaan ja lämmitysenergian vähentämisestä noin 27 % kohdistuu päästökauppasektorin ulkopuolelle. Lähteenä laskelmassa käytetty KTM päästökaupan perusteet

LIITE – Laskelmien tulokset

Taulukko L.1 Laskennalliset energiatehokkuus ja -säästöpotentiaalit.

TWh	2005	2020			2050		
	Nykytila	Baseline	Nopea	Hidas	Base-line	Nopea	Hidas
Lämmitys	59,5	58,8	44,5	53,9	47,1	13,4	27,0
Uudisrakentaminen			-2,6	-1,8		-14,9	-10,1
Korjausrakentaminen			-2,5	-0,7		-12,0	-3,9
Lämpöpumput			-3,0	-2,4		-3,1	-2,5
Sisälämpötilan lasku			-2,8	0,0		-0,1	-0,1
Lämpimän käyttöveden vähennys			-3,5	0,0		-3,6	-3,6
Muu sähkönkäyttö	25,0	30,2	24,1	28,3	36,4	19,1	27,5
Palvelusektori			-3,8	-0,9		-12,6	-5,4
Kotitalouksien koneet ja laitteet			-0,8	-0,4		-2,4	-1,9
Kotitalouksien valaistus			-1,0	-0,5		-1,4	-1,1
Kotitalouksien kulutusmuutos			-0,5	-0,2		-0,9	-0,4
Liikenne	50,7	57,6	45,7	52,2	63,7	26,8	45,3
Yhdyskuntasuunnittelu			-1,8	-0,9		-8,4	-4,2
Nopeusrajoitusten alentaminen			-2,4	-0,8		-1,4	-0,5
Teknologian kehittäminen			-7,7	-3,7		-27,2	-13,8
Lisäys sähkönkulutukseen	0,0	0,0	1,5	0,9	0,0	8,0	4,2
Maalämpöpumppujen sähkö			0,5	0,4		0,5	0,4
Ladattavien sähköautojen kulutus			1,0	0,5		7,5	3,8

Taulukko L.2 Laskennalliset CO₂-päästöjen vähentämispotentiaalit³⁸.

Mtn CO ₂	2005	2020			2050		
	Nykytila	Baseline	Nopea	Hidas	Base-line	Nopea	Hidas
Lämmitys	16,0	15,8	12,0	14,5	12,7	3,6	7,3
Uudisrakentaminen			-0,7	-0,5		-4,0	-2,7
Korjausrakentaminen			-0,7	-0,2		-3,2	-1,1
Lämpöpumput			-0,8	-0,6		-0,8	-0,7
Sisälämpötilan lasku			-0,8	0,0		0,0	0,0
Lämpimän käyttöveden vähennys			-0,9	0,0		-1,0	-1,0
Muu sähkönkäyttö	6,2	7,5	6,0	7,0	9,0	4,7	6,8
Palvelusektori			-1,0	-0,2		-3,1	-1,3
Kotitalouksien koneet ja laitteet			-0,2	-0,1		-0,6	-0,5
Kotitalouksien valaistus			-0,2	-0,1		-0,4	-0,3
Kotitalouksien kulutusmuutos			-0,1	0,0		-0,2	-0,1
Liikenne	13,2	15,0	11,9	13,6	16,6	7,0	11,8
Yhdyskuntasuunnittelu			-0,5	-0,2		-2,2	-1,1
Nopeusrajoitusten alentaminen			-0,6	-0,2		-0,4	-0,1
Teknologian kehittäminen			-2,0	-1,0		-7,1	-3,6
Lisäys sähkönkulutukseen	0,0	0,0	0,4	0,2	0,0	2,0	1,0
Maalämpöpumppujen sähkö			0,1	0,1		0,1	0,1
Ladattavien sähköautojen kulutus			0,2	0,1		1,9	0,9
Yhteensä	35,4	38,3	30,2	35,3	38,2	17,3	26,8
Vähennys yhteensä			-8,1	-3,0		-21,0	-11,4
Ei-PKS vähennys			-4,2	-1,8		-12,3	-6,4

³⁸ Päästökertoimina on käytetty lämmölle 0,269 gCO₂/kWh, sähkölle 0,247 g CO₂/kWh ja liikenteen polttonesteille 0,26 g CO₂/kWh.