

---

**KESTÄVÄN KEHITYKSEN TAVOITTEIDEN  
SOVELTAMINEN ASUINALUEIDEN SUUNNITTELUSSA**

Painotuksena energiaratkaisut ja esimerkikohteena Hämeenlinnan Engelinranta



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Ympäristötekniologia

Visamäki, kevät 2014

Sini Yli-Öyrä

---

VISAMÄKI  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

---

<b>Tekijä</b>	Sini Yli-Öyrä	<b>Vuosi</b> 2014
<b>Työn nimi</b>	Kestävän kehityksen tavoitteiden soveltaminen asuinalueiden suunnittelussa. Painotuksena energiaratkaisut ja esimerkkikohteena Hämeenlinnan Engelinranta.	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli keskittyä kestäväan kehitykseen ja sen soveltamiseen asuinalueissa. Kohdetarkasteluna työssä oli Hämeenlinnan Engelinranta.

Kestävä kehitys pyrkii vastaamaan siihen haasteeseen, että nykyiset sukupolvet käyttäisivät luonnonvaroja ja vaikuttaisivat ympäristöön vain sillä laajuudella, että tulevien sukupolvien mahdollisuus samaan ei vaarantuisi. Kestävä kehitys aatteena ohjaa useita yhteiskunnan toimia jopa vuosikymmenten mittaisina strategioina ja toimintatapoina. Tavoitteena on, että kestävä kehitys otetaan osaksi myös asuinalueita ja niiden suunnittelua.

Työn teoriaosuudessa käsitellään kestäväan kehityksen historiaa ja kestäväan kehityksen käsitteen taustaa. Osuudessa tarkastellaan asuinalueiden yhteydessä kestäväan kehityksen saavuttamiseen liittyviä tekijöitä: maankäytön suunnittelua, yhdyskuntarakennetta, rakentamista ja rakennuksia, liikennettä, energiantuotantoa, jätteitä, ympäristötekijöitä sekä yleisesti kestäväan kehityksen saavuttamista.

Opinnäytetyössä pääpaino oli energiaratkaisuissa ja niissä keskityttiin vain uusiutuviin energiamuotoihin. Kestäväan kehitykseen kuuluu oleellisesti siirtyminen uusiutuviin energialähteisiin. Muista tekijöistä, kuten rakentamisesta, kerrotaan mikä on kyseisen aihealueen tila kestäväan kehitykseen siirtymisessä, mitä mahdollisuuksia alalla olisi ja mitä vielä pitäisi tehdä.

Kohdetarkastelussa opinnäytetyössä oli Hämeenlinnan Engelinranta. Alue on suunnitteilla oleva kestäväan kehityksen mukainen asuinalue. Opinnäytetyössä kerrotaan hankkeen tilasta ja tavoitteista. Työssä pohdittiin teoriaosuudessa käsiteltyjen kestäväan kehitykseen liittyvien tekijöiden kanalta Engelinrantaa, kiinnittäen erityishuomiota energiasovelluksiin.

**Avainsanat** Kestävä kehitys, asuinalueet, uusiutuvat energialähteet.

**Sivut** 77 s.

VISAMÄKI

Degree Programme in Environmental Technology

---

**Author**

Sini Yli-Öyrä

**Year** 2014

**Subject of Bachelor's thesis**

Applying objectives of sustainable development in residential area planning. Focus on energy solutions and a case study on Engelinranta, Hämeenlinna.

---

ABSTRACT

The aim of this thesis was to focus on sustainable development and its application in residential areas. The research was applied to the new residential area being planned at Engelinranta, Hämeenlinna.

Sustainable development aims at solving the challenge of an excessive use of natural resources. The core principle in sustainable development is that present-day generations are not to use natural resources in such an extent that the possibilities of future generation's to the same would be endangered. The concept of sustainable development is nowadays an essential part of any nation's agenda. The objective is that sustainable development would be part of residential areas and their planning.

In the theory part of the thesis, the history and the concept of sustainable development are discussed. Also factors influencing sustainable development in connection with residential areas are discussed. These factors include planning of land use, urban structure, construction and buildings, transport, environmental factors, municipal waste and achieving sustainable development in general.

The focus area of the thesis was energy solutions. Only renewable sources of energy were discussed since they are an essential part in reaching sustainability. In connection with other factors linked to sustainable development subjects such as the stage of reaching sustainability and future possibilities were discussed.

Ideas that were discussed in the theory section were applied to the Engelinranta residential area. Engelinranta is a neighbourhood being planned in Hämeenlinna with the objective of achieving sustainable development there. Special attention was paid to the possibilities of using renewable energy in Engelinranta.

**Keywords** Sustainable development, residential areas, renewable energy sources.

**Pages** 77 p.

---

## MÄÄRITELMIÄ

ATES	Aquifer Thermal Energy Storage Järjestelmä, jossa pohjavettä käytetään sekä lämmön että kylmän ottamiseen ja varastointiin. (Golder Associates Oy 2012, 4-5)
BREEAM	Building Research Establishment's Environmental Assessment Method Kestävän rakentamisen sertifiointijärjestelmä. (BRE Global 2010-2013)
CBD	Biodiversiteettisopimus (Convention on Biological Diversity) Biologista monimuotoisuutta koskeva yleissopimus, joka astui voimaan vuonna 1993. (United Nations Environment Programme (UNEP) 2013)
CHP	Yhdistetty sähkön ja lämmön tuotanto (Combined Heat and Power) CHP-laitoksessa tuotetaan samalla sekä sähköä että lämpöä. (Energiateollisuus. Energia ja ympäristö n.d.)
CIGS	Kupari-indium-gallium-diselenidi Aurinkokennoissa käytetty materiaaliseos. (Rautaruukki Oyj 2011, 2)
COP	Hyötysuhde (Coefficient of performance) Lämpökerroin, jolla ilmoitetaan lämpöpumpun hyvyys. Tuotetun lämpöenergian ja kompressorin kuluttaman sähkön välinen suhde. (Teknologia-teollisuus. Koti ja lämmitys. n.d.)
CSD	Yhdistyneiden kansakuntien kestävän kehityksen toimikunta (United Nations Commission on Sustainable Development) Vuoden 1993 Rio de Janeiron Yhdistyneiden kansakuntien ympäristökongressin tuloksena syntynyt toimikunta YK:n talous- ja sosiaali-neuvoston alaisuuteen. (United Nations Environment Programme (UNEP) 2013)
DDT	Diklooridifenyylitrikloorietaani Kloorattu hyönteisten torjunta-aine, joka on nykyään kielletty useimmissa maissa haitallisten terveys- ja ympäristövaikutustensa vuoksi. (Carson 2002, 103–118)
EPI	Ympäristöpolitiikan suoriutuvuusindeksi (Environmental Performance Index) Indeksi listaa valtioita indikaattoreiden avulla. Indeksiin kuuluu kahtena osana asiayhteytenä ympäristön terveys ja ekosysteemien elinvoimaisuus. Indeksillä arvioidaan valtioiden ympäristöpolitiikan tehokkuutta. (Yale Center for Environmental Law and Policy, Yale University Centre for International Earth Science Information Network & Columbia University. n.d.)
FAO	Yhdistyneiden kansakuntien elintarvike- ja maatalousjärjestö (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
GPI	Aidon kehityksen indikaattori (Genuine Progress Indicator)

	Taloudellisesti arvoitettu indeksi, jonka lähtökohtana on yksityinen kulutus ja tulonjako. indeksi huomioi myös muut kuluttajien hyvinvointiin vaikuttavat tekijät ja talouskasvun kestävyiden sekä talouden ympäristövaikutukset. (Tilastokeskus 2008)
GWHP	Ground Water Heat Pump Järjestelmä, jossa pohjavedestä otetaan ja siihen varastoidaan joko lämpöä tai kylmää. (Golder Associates Oy 2012, 4-5)
HDI	Inhimillisen kehityksen indeksi (Human Development Index) Indeksi mittaa kehitystä yhdistämällä elinajanodotteen, koulutustason ja tulotason ja muodostamalla niistä yhden tilastotiedon. (United Nations Development Programme 2013)
HLPF	Hallitustenvälinen korkean tason kestävä kehityksen foorumi (High-Level Political Forum) Foorumi, jonka tehtävä on tarjota poliittista johtamista, opastusta ja suosituksia kestävästä kehityksestä, tutkia ja tarkastaa kestävä kehityksen sitoumusten toteutuksen edistymistä ja parantaa kestävä kehityksen kolmen ulottuvuuden yhteensovittamista. Foorumin perustamisesta päätettiin vuonna 1992 Rio de Janeiron Yhdistyneiden kansakuntien kestävä kehityksen konferenssissa. (United Nations Sustainable Development Knowledge Platform 2011)
IBP	Kansainvälinen biologinen ohjelma (International Biological Programme)
ILO	Kansainvälinen työjärjestö (International Labour Organization)
IPCC	Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli (Intergovernmental Panel on Climate Change) Paneelin perustettiin vuonna 1988, jotta maailmalle voitaisiin antaa selkeä tieteellinen näkökulma hetkiseen tietämyksen tilaan ilmastonmuutoksesta ja sen mahdollisista ympäristö- ja yhteiskunnallis-taloudellisista vaikutuksista. (IPCC n.d.)
ISEW	Kestävä taloudellisen hyvinvoinnin indeksi (Index of Sustainable Economic Welfare) Indeksi, josta kehitettiin edelleen edelleen Aidon kehityksen indikaattori. (Hoffrén, Lemmetyinen & Pitkä 2010, 26)
IUCN	Kansainvälinen luonnonsuojeluliitto (International Union for the Conservation of Natural Resources)
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design Kiinteistöjen sertifiointijärjestelmä. Järjestelmän on kehittänyt U.S. Green Building Council. (U.S. Green Building Council 2014)
MAB	Man and the Biosphere (Unescon Ihminen ja biosfääri-ohjelma) 1970-luvun alussa käynnistetty ohjelma, jonka tavoitteena on asettaa tieteellinen pohja ihmisten ja heidän ympäristönsä välisten suhteiden parantamiselle. Lisäksi ohjelma kehittää pohjaa biosfäärin resurssien järkevälle

---

ja kestäväälle käytölle ja suojelulle. (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) n.d.)

- METKA** Metropoliialueen kestävä aluerakenne  
Hanke, jossa laadittiin aluerakenteen kestävyuden mittaamisen indikaattoreita. Indikaattoreiden tavoitteena oli kuvata aluerakenteen ominaisuuksia ja arvioida erilaisten aluerakennemallien vaikutuksia kestävä kehityksen eri ulottuvuuksiin. (Metka-hanke 2008, 6,12)
- SDGs** Sustainable Development Goals  
Yhdistyneiden kansakuntien vuosittaisiin pohjautuvia kestävä kehityksen tavoitteita. Tavoitteiden tulisi luoda pohja kestävä kehityksen ohjelmille ja aktiiviselle osallistumiselle vihreään talouteen. (United Nations 2012, 79)
- UNCED** Yhdistyneiden kansakuntien ympäristö- ja kehityskonferenssi (Conference on Environment and Development)  
Vuoden 1992 Yhdistyneiden kansakuntien ympäristö- ja kehityskonferenssi, joka järjestettiin Rio de Janeirossa. Konferenssi keskittyi globaalin ympäristön tilaan ja poliittisessa asiayhteydessä talouden, tieteen ja ympäristön välisiin suhteisiin. (United Nations Environment Programme (UNEP) 2013)
- UNCLOS** Yhdistyneiden kansakuntien Merioikeusyleissopimus (United Nations Convention on the Law of the Sea)
- UNCTAD** Yhdistyneiden kansakuntien kaupp- ja kehitysjärjestö (United Nations Commission on Trade and Development)
- UNDP** Yhdistyneiden kansakuntien kehitysohjelma (United Nations Development Programme)
- UNEP** Yhdistyneiden kansakuntien ympäristöohjelma (United Nations Environment Program)  
Ohjelma syntyi vuoden 1972 Yhdistyneiden kansakuntien Tukholman ympäristökongressin tuloksena. Kanslian johtajan vastuisiin kuului muun muassa ympäristöohjelmien koordinointi YK:n järjestelmässä sekä ehdotusten antaminen YK:n ympäristöalan ohjelmien keskipitkän ja pitkän tähtäimen suunnitteluun. (United Nations Environment Programme (UNEP) 2013)
- UNESCO** Yhdistyneiden kansakuntien kasvat-, tiede- ja kulttuurijärjestö (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)
- UNFCCC** Yhdistyneiden kansakuntien ilmastopöimus (United Nations Framework Convention on Climate Change)  
Sopimus syntyi vuoden 1992 Rio de Janeiron ympäristökongressin tuloksena ja astui voimaan vuonna 1994. Allekirjoittaneet maat tunnustivat ilmastomuutoksen oleva vakava ongelma. Tavoitteena on ilmakehän kasvihuonekaasujen vakiinnuttaminen vaarattomalle tasolle. (Energiateollisuus. Energia ja ympäristö. n.d.)

UVLP	Ulkoilma-vesilämpöpumppu Lämpöpumppu sisäilman ja veden lämmitykseen rakennuksissa, joissa on vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä. Pumppu siirtää lämpöenergiaa ulkoilmasta veteen. (Berninger 2012, 71; Motiva Oy 2013d.)
WCCA	Kirkkojen maailmanneuvoston yleiskokous (World Council of Churches Assembly)
WCED	Maailman ympäristö- ja kehityskomissio (World Commission on Environment and Development) Komissio on Yhdistyneiden kansakuntien yleiskokouksen vuonna 1983 asettama. Komissio muodostettiin pitämään maailmanlaajuisesti istuntoja hallitusten johtajien ja yleisön kanssa ympäristö- ja kehitysasioista. Komissio julkaisi vuonna 1987 raporttinsa ”Our Common Future”, jossa määriteltiin kestävä kehitys. (Government of Canada Publications 1992; Ulkoministeriön kehitysviestintä 2012; World Commission on Environment and Development 1987)
WCS	World Conversation Strategy (maailman luonnonsuojelustrategia) Kansainvälisen luonnonsuojeluliiton vuonna 1980 julkaisema strategia, jonka tavoitteena oli edistää kestävä kehitys saavuttamalla elollisten resurssien säilyttämisen kautta. (IUCN-UNEP-WWF 1980, IV; United Nations Sustainable Development Knowledge Platform 2011)
WHO	Maailman terveysjärjestö (World Health Organization)
WMO	Maailman ilmatieteen järjestö (World Meteorological Organization)
WSSD	Kestävän kehityksen huippukokous (World Summit on Sustainable Development) Johannesburgissa Etelä-Afrikassa vuonna 2002 järjestetty Yhdistyneiden kansakuntien kestävä kehityksen huippukokous. Kokouksen tarkoituksena oli arvioida Rio de Janeiron konferenssin tavoitteiden toimeenpanoa. Kokouksessa etsittiin myös ratkaisuja tulevaisuuden haasteisiin kestävässä kehityksessä. (Ulkoasiainministeriö 2013; United Nations 2002)

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Opinnäytetyön tausta.....	1
1.2	Tavoite.....	2
1.3	Tutkimusmenetelmät.....	2
2	KESTÄVÄN KEHITYKSEN HISTORIA, SISÄLTÖ JA MITTAAMINEN.....	2
2.1	Kestävän kehityksen historia.....	3
2.2	Kestävä kehitys Suomessa.....	9
2.3	Kestävän kehityksen sisältö.....	10
2.4	Kestävän kehityksen mittaaminen.....	11
3	KESTÄVÄÄN KEHITYKSEEN LIITTYVÄÄ TILASTOTIETOA SUOMESTA.....	13
3.1	Suomen energiankulutus ja -tuotanto tuotantomuodoittain.....	13
3.2	Asumisen energiankulutus ja päästöt.....	16
3.3	Väestön osuus taajamissa ja asuntokanta.....	17
3.4	Kotitalouksista, palveluista ja rakentamisesta syntyvät jätteet.....	17
3.4.1	Kotitalouksien ja palveluiden jätejakeet ja vuosittaiset määrät.....	17
3.4.2	Rakentamisen jätejakeet ja vuosittaiset määrät.....	18
3.5	Väestön vedenkulutus ja jätevesien muodostuminen.....	18
3.6	Liikenteen ympäristövaikutukset ja tavoitteet niiden vähentämiseksi.....	19
4	KESTÄVÄN KEHITYKSEN SAAVUTTAMINEN YHDYSKUNTARAKENTEESSA JA ASUINALUEISSA.....	20
4.1	Yhdyskunnat ja niiden rakenteet sekä yleisiä periaatteita kestävyuden saavuttamiseksi.....	20
4.2	Maankäytön suunnittelun ja kaavoituksen vaikutus kestävyteen.....	22
4.3	Yhdyskuntarakenteen muokkaaminen kestävämmäksi.....	23
4.4	Rakentamisen ohjaus viranomaistaholla.....	24
4.5	Rakentaminen ja rakennusten ylläpito.....	26
4.6	Asuinrakennuksien tyypit ympäristövaikutusten mukaan.....	28
4.6.1	Matalaenergiatalo.....	28
4.6.2	Passiivitalo.....	28
4.6.3	Nolla- ja plusenergiatalo.....	29
4.6.4	Hiilivapaa ja ”irtiverkosta”- talo.....	29
4.7	Talotekniikka ja sen vaikutus asumiseen sekä rakennusten energiankulutukseen.....	29
4.7.1	Vesihuollon toteutus asuinrakennuksissa.....	32
4.8	Liikenteen muuttaminen kestävämmäksi.....	32
4.9	Jätehuollon tavoitteet ja niiden toteutuminen sekä valtakunnallinen jätesuunnitelma.....	33
4.9.1	Valtakunnallinen jätesuunnitelma.....	34
4.10	Asuinalueiden hulevesihallinta ja vaikutus pienilmastoon.....	34
5	ENERGIATUOTANNON MAHDOLLISUUDET.....	36
5.1.1	Tuulivoima.....	36
5.1.2	Vesivoima.....	37



5.1.3	Aurinkoenergia .....	37
5.1.4	Bioenergia.....	39
5.1.5	Lämpöpumput.....	40
5.1.6	Kaukolämpö .....	44
5.1.7	Hajautetut energiajärjestelmät .....	45
5.1.8	Muut energiantuotantovaihtoehdot.....	45
6	KESTÄVÄN KEHITYKSEN TOTEUTTAMINEN HÄMEENLINNAN ENGELINRANNASSA .....	46
6.1	Johdanto .....	46
6.2	Engelinrannan toteutuksen tilanne .....	47
6.3	Engelinrannan ympäristöominaisuudet .....	48
6.4	Joukkoliikenne ja kevyen liikenteen mahdollisuudet.....	49
6.5	Kestävän kehityksen sosiaalisen ulottuvuuden tavoitteiden toteutuminen .....	50
6.6	Rakennukset ja yhdyskuntatekniikka kestävyiden edistämässä .....	51
6.7	Energiantuotantomahdollisuudet Engelinrannassa .....	54
6.7.1	Aurinkosovellukset.....	55
6.7.2	Lämpöpumput.....	55
6.7.3	Kaukolämpö .....	57
6.7.4	Sähkö/energiaverkko .....	57
6.8	Hulevesien ehkäiseminen ja hallinta .....	58
6.9	Rakentamisen ja asumisen jätteiden vähentäminen ja jätehuolto .....	60
7	YHTEENVETO .....	61
	LÄHTEET .....	63

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Opinnäytetyön tausta

Kestävä kehitys on kehitystä, jonka mukaisesti ihmiskunnan nykyajan tarpeiden kohtaaminen ei vaaranna tulevien sukupolvien kykyä kohdata heidän tarpeitaan. Kestävän kehityksen merkitys on korostumassa, kun ympäristöongelmat muuttuvat globaaleiksi ja vuosittain uusiutuvat luonnonvarat kulutetaan loppuun yhä nopeammin. (World Commission on Environment and Development 1987)

Kestävä kehitys kolmella ulottuvuudellaan kattaa yhdyskuntien kaikki toiminnot. Useimmiten ekologinen kestävyys koetaan perustaksi muille ulottuvuuksille, mutta yhdessä taloudellisen ja sosiaalisen näkökannan kanssa ne nivoutuvat tiiviisti yhteen. Kestävä kehitys on käsitteenä ihmislähtöinen. (Malaska 1994; Söderman. & Saarela (toim.) 2011, 15-20)

Kestävän kehityksen perusta on kansainvälisessä huolossa ympäristön tilasta. Yhdistyneiden kansakuntien ympäristökonferenssit ja kansainväliset sopimukset ovat olleet merkittävässä roolissa kestävän kehityksen saamisessa valtiotason toimintaan. Kestävän kehityksen historia on pitkä ja käsitteen muodostuminen alkoi jo muutama vuosikymmen ennen kuin termi määriteltiin.

Suomessa kestävä kehitys on ollut osa hallituksen toimia vuodesta 1990 lähtien. Vuonna 1993 Suomeen perustettiin kestävän kehityksen toimikunta ja tällä hetkellä Suomella on kansallinen kestävän kehityksen strategia, jonka tavoitteet ulottuvat aina vuoteen 2030. Näiden lisäksi kestävää kehitystä edistetään myös valtioneuvoston periaatepäätöksillä. (Rouhinen S. & Suomen kestävän kehityksen toimikunta 2011, 1; Suomen kestävän kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 11, 15, 29, 31; Ympäristöministeriö 2013b.)

Rakentamisella ja asumisella on suuri merkitys siinä mihin suuntaan Suomen päästöt ja luonnonvarojen kulutus tulevaisuudessa muokkaantuvat. Pitkäjänteinen asuinalue suunnittelu ja elinkaariajattelu auttavat ekotehokkuuden ylläpitämisessä myös itse rakennusvaiheen päätyttyä.

Asuinalue suunnittelussa tavallisten ympäristövaikutuksia aiheuttavien tekijöiden kuten liikenteen ja jätehuollon lisäksi tulee kiinnittää huomiota siihen millaisiksi alueiden energian tuotantovaihtoehdot muodostuvat. Kestäväan kehitykseen kuuluu oleellisesti siirtyminen uusiutuviin energian tuotantomuotoihin. Energian tuotantomuotoja on nykyään useita ja niiden yhdistäminen tuo joustavuutta ja varmuutta energian saantiin.

Nykyajan uusissa asuinaluehankkeissa pyritään usein kestäväan kehitykseen. Yksi tällaisista hankkeista on Engelinrannan tuleva asuinalue, joka rakennetaan keskeiselle paikalle Hämeenlinnaan. Engelinrantaa käytettiin opinnäytetyössä esimerkkialueena.

Engelinranta valittiin tarkasteluun sen takia, että alue oli minulle tuttu jo entuudestaan. Työskentelin talvella 2012-2013 projektityöntekijänä *Innovatiivisuutta julkisiin investointeihin III* -hankkeen Hämeen ammattikorkeakoulun osaprojektissa *Energiatohokkuuden huomioiminen Hämeenlinnan seudun julkisissa investoinneissa*. Projektin kautta tutustuin Engelinrantaan ja sen kestävästä kehityksestä koskeviin tavoitteisiin.

## 1.2 Tavoite

Opinnäytetyön päätavoitteina oli perehtyä kestäväan kehitykseen, kestävyuden toteutumiseen asuinalueiden yhteydessä ja siihen, miten esille tulleita asioita voitaisiin soveltaa uudessa asuinalueessa. Erityisesti pyrittiin keskittymään uusiutuviin energiaratkaisuihin.

Kestävän kehityksen käsitteen muodostuminen pyrittiin selvittämään sen pitkän kansainvälisen syntyhistorian kautta. Tarkoituksena oli kertoa kestäväan kehityksen ulottuvuuksista ja siitä millaisten asioiden kautta sen toteutumista tarkastellaan. Koska kestävä kehitys loi pohjan kaikille muillekin opinnäytetyön osa-alueille, pyrittiin käsite kattavasti selittämään työssä.

Asuinalueita käsiteltäessä tavoitteena oli käydä läpi yhdyskuntien perustoimintoja, niiden tilannetta Suomessa ja sitä, miten kestävä kehitys niissä voisi toteutua. Energiamuodoista oli tarkoituksena käsitellä vain uusiutuvia vaihtoehtoja.

Tavoitteena oli myös, että työssä esille tulleita asuinalueissa toteutuvia kestäväan kehityksen ajatuksia ja toimenpiteitä sovellettaisiin esimerkki-alueeseen. Energiaratkaisuja pyrittiin painottamaan myös tässä osuudessa. Tavoitteena oli, että opinnäytetyö ehdottaisi esimerkkialueelle toteutuskelpoisia ja kestäväan kehityksen mukaisia energiantuotantovaihtoehtoja.

## 1.3 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyö on pääosin kirjallisuustutkimus. Työssä perehdyttiin sekä kestäväan kehitystä käsittelevään materiaaliin että asuinalueita ja yhdyskuntia koskevaan aineistoon. Aineisto koostui sekä painetusta että sähköisestä materiaalista.

Kirjallisuustutkimuksen avulla selvitettyjä asioita käytettiin pohdintaan siitä, miten esimerkkialueella voitaisiin saavuttaa kestävä kehitys.

## 2 KESTÄVÄN KEHITYKSEN HISTORIA, SISÄLTÖ JA MITTAAMINEN

Kestävälle kehitykselle ei ole yhtä yksittäistä määrittelytapaa. Yksi tunnetuimpia on kuitenkin Yhdistyneiden kansakuntien Ympäristön- ja kehityksen maailmankomission (World Commission on Environment and Development WCED) eli niin sanotun Brundtlandin komission määritelmä

vuodelta 1987, jossa kestävän kehityksen sanottiin olevan kehitystä, joka kohtaisi nykyajan tarpeet vaarantamatta tulevien sukupolvien kykyä kohdata heidän tarpeensa. Kestävyyden yhteiskunnan näkökannalta ilmaisee esimerkiksi ”Kasvun rajat: 30 vuotta myöhemmin”-kirja, jossa sanotaan, että ”kestävä yhteiskunta kestää sukupolvelta toiselle, ennakoi ja joustaa riittävästi ja on tarpeeksi viisas ollakseen aliarvioimatta luonnonympäristöä tai sosiaalisia tukijärjestelmiä” (Meadows, Randers & Meadows 2005, 276). (Meadows, Randers & Meadows 2005, 276 ;World Commission on Environment and Development 1987.)

### 2.1 Kestävän kehityksen historia

Kestävä kehitys nousi kansainväliseen tietoisuuteen, kun vuonna 1987 YK:n yleiskokouksen asettama Ympäristön ja kehityksen maailmankomissio julkaisi ”Our Common Future” -raportin, jossa kestävä kehitys määriteltiin. Kestävän kehityksen teoreettinen viitekehys muodostui Yhdistyneiden kansakuntien Tukholman ympäristökonferenssin ja YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssin välillä vuosina 1972–1992. Tukholman konferenssissa globaalit ympäristöongelmat nousivat ensimmäisen kerran maailmanlaajuiseen tietoisuuteen. Konferenssin tuloksena sai alkunsa YK:n ympäristöohjelma UNEP. Vuosien varrella kestävä kehitys on ottanut paikkansa maailman asialistalla ja tullut osaksi sekä kansainvälistä että kansallista päätöksentekoa. (Stendahl & Urho 2010, 30; United Nations Environment Programme (UNEP) 2013; United Nations Secretary-General’s High Level Panel on Global Sustainability 2010, 7.)

#### 1960-LUKU

Nykyaikaisen ympäristöajattelun alkuvoimana pidetään usein vuonna 1962 ilmestynyttä meribiologi Rachel Carsonin kirjaa *Äänetön kevät*. Kirjassaan Carson kertoo myrkyllisten kemikaalien vaikutuksista ympäristöön ja eliöihin sekä väittää, että ympäristöä saastuttavalla tuholaistorjunta-aineiden väärinkäytöllä ihmiset hiljalleen myrkyttävät myös itsensä. Kirja aloitti Yhdysvalloissa kansallisen keskustelun tuholaistorjunta-aineiden käytöstä, tieteen vastuusta ja teknologisen kehityksen rajoituksista. (Carson 2002, 15-37; Lear 2002; Vuorela 2012.)

Vuonna 1968 huoli rajallisten resurssien kulutuksesta kasvavassa määrin toisistaan riippuvaisessa maailmassa ja kansainvälisissä asioissa vallalla olevan lyhyen aikavälin ajattelun ongelma sai italialaisen teollisuusjohtaja Aurelio Peccein ja skotlantilaisen tiedemiehen Alexander Kingin kutsumaan Roomaan kokoon pienen joukon asiantuntijoita. Syntyi Rooman klubi, jonka jäsenet lupasivat seuraavan vuoden aikana lisätä maailman päättäjien tietoisuutta tulevaisuuden kriittisistä asioista. (Club of Rome n.d.)

Samana vuonna, kun Rooman klubi syntyi, järjestettiin Pariisissa kokous, joka käsitteli biosfäärin resursseja ja niiden kulutusta. Kokouksen järjestäjiä olivat UNESCO, YK, FAO ja WHO yhteistyössä IUCN:n ja IBP:n kanssa. *The Intergovernmental conference of experts on the scientific basis for rational use and conservation of biosphere* -nimellä kulkevassa ko-

kouksessa esiteltiin biosfäärin rakenteeseen, toimivuuteen ja syntymiseen liittyen viisi tärkeää käsitystä. Näistä viimeisessä mainittiin, että mikäli halutaan taata tuleville sukupolville tyydyttävät elinolosuhteet, tulee biosfäärin resurssien käyttö rationalisoida maailmanlaajuisella tasolla. Viidennessä kohdassa siten käsiteltiin kestävästä kehityksestä, vaikka termiä ei silloin vielä ollutkaan esitelty. (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 1967, 45; Unesco 1968, 1-4.)

Kokouksen ideasta syntyi Man and the Biosphere (MAB) -ohjelma. Ohjelma käynnistettiin 1970-luvun alussa tavoitteena asettaa tieteellinen pohja ihmisten ja heidän ympäristönsä välisten suhteiden parantamiselle. Lisäksi ohjelma kehittää pohjaa biosfäärin resurssien järkevälle ja kestäväälle käytölle ja suojelulle. (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) n.d.)

## 1970-LUKU

Vuonna 1972 järjestettiin Tukholmassa Ruotsissa Yhdistyneiden kansakuntien ympäristökongressi. Kongressi nosti esille aiheen, josta ei ollut aiemmin ollut juuri puhetta: globaalin ympäristön. Kongressi ja sen jälkiseuraukset toivat tunnetuksi ympäristön kansainvälisen luonteen ja esittelivät ajatuksen yhteydestä kehityksen ja ympäristön välillä. Huolimatta siitä, että Tukholman kongressin johdosta esimerkiksi valtioiden, joissa oli ympäristöministeriö, määrä nousi, ei voida sanoa, että ympäristöajattelu lähti liikkeelle Tukholmasta vaan enemmänkin kongressi heijasteli yleistä henkeä etenkin länsimaissa. (Black 2012; Government of Canada Publications 1992; United Nations Environment Programme (UNEP) n.d.)

Tukholman kongressi johti myös YK:n ympäristöohjelman (United Nations Environment Programme, UNEP) perustamiseen samana vuonna. Kongressissa suositeltiin, että YK:iin perustettaisiin kanslia, jonka fokuksena olisi ympäristöliike ja koordinointi YK:n järjestelmässä. (United Nations Environment Programme (UNEP) 2013)

Samana vuonna 1972 jäsenmäärältään kasvanut Rooman klubi julkaisi ensimmäisen raporttinsa *Kasvun rajat*. Raportissa tarkasteltiin tulevaisuuden skenaarioita ja painotettiin yhteiskunnalle avoimia valintoja, joiden avulla voitaisiin saada aikaan kestävä edistyminen ympäristön rajoissa. Raportti havainnollisti materiaalien kulutuksen rajoittamattoman ja esteettömän kasvun sekä maailman, jossa resurssien määrä on selkeästi rajallinen, välisen ristiriidan ja toi asian globaalin agendan huipulle. Huolimatta siitä, että Rooman klubin raportti on saanut osakseen kritiikkiä, teki raportti kuitenkin tunnetuksi idean siitä, että kehitystä voisi rajoittaa maan resurssien rajallisuus. (Club of Rome n.d.; Melén-Paaso M. 2008; United Nations Environment Programme (UNEP) 2013.)

Vuonna 1974 Cocoyocissa Meksikossa pidettiin UNEP:n ja Yhdistyneiden kansakuntien kauppa- ja kehitysjärjestön järjestämä asiantuntijoiden symposiumi. Symposiumissa yksilöitiin taloudellisia ja sosiaalisia tekijöitä, jotka johtavat ympäristön heikkenemiseen. Symposiumin lausumissa ko-

rostui tietoisuus siitä kuinka vaikeaa on täyttää ihmisten tarpeet kestävästi kuormituksen alla olevasta ympäristöstä. (United Nations Environment Programme (UNEP) 2013)

Kestävä kehitys tuli terminä ensimmäisen kerran esille vuonna 1975 Kirkkojen maailmanneuvoston konferenssissa Nairobissa. Tuolloin useat maailmanneuvoston jäsenet ottivat esille, että heidän sen aikaiset teemansa oikeudenmukaisuus ja osallistuvuus ovat tärkeitä, mutta yhteiskunta ei voi selvitä, jos se tuhoaa pohjansa luonnossa. Yhteiskunnan tulisi heidän mukaansa elää kestävällä tavalla. (Cobb 2002; Suomen Ekumeeninen Neuvosto. n.d.)

1970-luvulla ehdittiin solmia myös yksi kansainvälinen yleissopimus. Vuonna 1979 Sveitsissä Genevessä solmittiin valtiosta toiseen tapahtuvaa ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskeva yleissopimus, joka astui voimaan vuonna 1983. Sopimuksen ratifioineet valtiot sitoutuivat rajoittamaan, ehkäisemään ja vähentämään ilmakehään päästämiään epäpuhtauksiaan asteittain ja siten torjumaan saasteiden kaukokulkeutumista toisiin valtioihin. Sopimus on yksi keskeisimmistä keinoista ympäristön suojelemiseksi ja on oleellisesti myötävaikuttanut kansainvälisen ympäristölainsäädännön kehittymiseen sekä luonut välttämättömät raamit kaukokulkeutuvien ilmansaasteiden ympäristölle ja ihmisille aiheuttaman vahingon rajoittamiseksi ja vähentämiseksi. (Euroopan unioni 1995-2013; United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) n.d.)

### 1980-LUKU

Kansainvälinen luonnonsuojeluliitto (IUCN) julkaisi vuonna 1980 *Maailman luonnonsuojelustrategian* (World Conservation Strategy WCS). Strategian tavoitteena oli edistää kestävä kehitys saavuttamalla elollisten resurssien säilyttämisen kautta. (IUCN-UNEP-WWF 1980, IV; United Nations Sustainable Development Knowledge Platform 2011.)

Strategiassa korostettiin, että tavoitteet tulisi saavuttaa kiireellisesti, sillä maapallon kyky ylläpitää ihmisiä oli peruuttamattomasti alenemassa. Strategia myös vakuutti, että luonnonsuojelua ei voida saavuttaa ilman kehitystä köyhyyden ja kurjuuden lieventämiseksi sekä korosti riippuvuussuhdetta suojelun ja kehityksen välillä, jossa kehitys riippuu maapallosta välittämisestä. Strategian viimeisessä kappaleessa käsiteltiin sitä, miten voitaisiin edetä kohti kestävä kehitystä. (IUCN-UNEP-WWF 1980; United Nations 2013.)

Kansainvälinen luonnonsuojeluliitto julkaisi vuonna 1991 *Maailman luonnonsuojelustrategialle* seuraajan, strategian nimeltään *Caring for the Earth*. Raportin tavoitteena on olla strategia kehitykselle, joka tarjoaa selkeitä parannuksia ihmisten elämisen laatuun sekä samalla säilyttää maan elinvoiman ja monimuotoisuuden. Strategia laajentaa ja korostaa *Maailman luonnonsuojelustrategian* viestiä. (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), United Nations Environment Programme (UNEP) & World Wildlife Fund (WWF) 1991, 8.)

## 1983 Ympäristön ja kehityksen maailmankomissio

Vuonna 1983 YK:n yleiskokous asetti Ympäristön ja kehityksen maailmankomission (World Commission on Environment and Development WCED) eli niin sanotun Brundtlandin komission ympäristön tilaa koskevien huolien takia. Komissio oli itsenäinen elin, joka oli yhteydessä, mutta kuitenkin erillään hallituksista ja YK:n järjestelmästä. (Government of Canada Publications 1992; Ulkoministeriön kehitysviestintä 2012; World Commission on Environment and Development 1987.)

Komissio muodostettiin pitämään maailmanlaajuisesti istuntoja ympäristö- ja kehitysasioista. Komission tavoitteena oli myös yhdistää ympäristöasiat vuoden 1980 Brandtin komission raporttiin pohjoisen ja etelän suhteista. Komission raportti julkaistiin kuulemisten jälkeen vuonna 1987 nimellä *Our Common Future*. Raportissa käytettiin termiä ”kestävä kehitys” ja se määriteltiin kehitykseksi, joka kohtaisi nykyajan tarpeet vaarantamatta tulevien sukupolvien kykyä kohdata heidän tarpeensa. Raportin julkaisun jälkeen ”kestävästä kehityksestä” tuli osa ympäristösanastoa. (Government of Canada Publications 1992; Ulkoministeriön kehitysviestintä 2012; World Commission on Environment and Development 1987.)

1980-luvulla kiinnostus ympäristöä kohtaan kasvoi muutenkin. Vuonna 1982 solmittiin Yhdistyneiden kansakuntien Merioikeusyleissopimus (UNCLOS), joka säätelee puitteet merien ja niiden resurssien käytölle. Vuonna 1985 laadittiin Helsingissä pöytäkirja, joka koski rikkipäästöjen tai niiden rajojen yli kulkeutumisen vähentämistä ainakin 30 prosentilla. Pöytäkirja astui voimaan kaksi vuotta myöhemmin. Vuonna 1987 saatiin onnistuneesti päätökseen Montrealin pöytäkirja, jonka avulla rajoitettiin otsonikerrosta heikentävien aineiden valmistusta ja käyttöä. Vuonna 1988 UNEP ja Maailman ilmatieteen järjestö (WMO) perustivat Hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin (IPCC) antaakseen maailmalle selkeän tieteellisen näkökulman sen hetkiseen tietämyksen tilaan ilmastomuutoksesta ja sen mahdollisista ympäristö- ja yhteiskunnallis-taloudellisista vaikutuksista. Näiden lisäksi vuosikymmenen lopulla vuonna 1989 solmittiin Baselin yleissopimus vaarallisten jätteiden siirrosta ja valvonnasta tavoitteena suojella ympäristöä ja ihmisten terveyttä näiden aineiden haitallisia vaikutuksia vastaan. Sopimus astui voimaan vuonna 1992. (Basel Convention 2011; IPCC n.d.; Ulkoasiainministeriö. Kehityspoliittinen viestintä 2007, 62; United Nations Convention on the Law of the Sea 1982; United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) n.d.; United Nations Environment Programme (UNEP) Ozone Secretariat 2010-2011.)

## 1990-LUKU

Vuonna 1992 Rio de Janeiro isännöi Brasiliassa YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssia (Conference on Environment and Development, UNCED). Konferenssi keskittyi globaalin ympäristön tilaan ja poliittisessa asiayhteydessä talouden, tieteen ja ympäristön välisiin suhteisiin. Riossa ihmiset asetettiin kestävän kehityksen keskiöön toteamalla, että ihmiset ovat oikeutettuja terveelliseen ja antoisaan elämään sopusoinnussa ympäristön kanssa. Konferenssin jälkeen kestävä kehitys raivasi tiensä keskusteluihin.

(Government of Canada Publications 1992; Suomen YK-liitto 2013; Ulkoministeriön kehitysviestintä 2012; United Nations Environment Programme (UNEP) 2013.)

Ympäristö- ja kehityskonferenssin suurimpia saavutuksia olivat Agenda 21 -toimintaohjelma, Rion julistus, Yhdistyneiden kansakuntien kestävän kehityksen toimikunta (United Nations Commission on Sustainable Development, CSD) YK:n talous- ja sosiaalineuvoston alaisuuteen, ilmastonmuutoksen yleissopimus (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC), biologista monimuotoisuutta koskeva yleissopimus (Convention on Biological Diversity, CBD) sekä yhteisymmärrys neuvotteluista aavikoitumisen yleissopimukseksi. (Government of Canada Publications 1992; United Nations Environment Programme (UNEP) 2013; Ivanova 2012, 139.)

Konferenssin ansiosta syntynyt Agenda 21 on kestävän kehityksen toimintaohjelma, joka toimii luonnoksena ympäristönhoidolle suurimmassa osassa maapalloa. Ohjelman pääasiallinen tavoite on varmistaa, että kehitys etenee kestäväällä tavalla ja ohjelma asettaakin kestäväälle kehitykselle pohjan sosiaalisessa, taloudellisessa ja ympäristönsuojelullisessa kehittämisessä. Agenda 21 ei ole laillisesti sitova. (Government of Canada Publications 1992; United Nations Division for Sustainable Development 1992; United Nations Environment Programme (UNEP) 2013.)

Alun perin toivottiin, että muutama vuosi ennen konferenssia valmisteltu *Kestävän kehityksen peruskirja* (Earth Charter) hyväksyttäisiin Rio de Janeiron konferenssissa sitovaksi asiakirjaksi. Näin ei kuitenkaan käynyt vaan Earth Charter korvattiin 27-lausekkeisella Rion julistuksella, joka Agenda 21:n tavoin ei ole myöskään laillisesti sitova. Earth Charterin valmistelu aloitettiin Brundtlandin komission raportin pohjalta, sillä raportti kehotti laatimaan peruskirjan, jossa olisi periaatteita ohjaamaan valtioita muutoksessa kohti kestäväää kehitystä. Konferenssissa ei kuitenkaan päästy hallitusten väliseen sopuun periaatteista ja tuloksena syntyi Rion julistus, joka sisältää mainittuja periaatteita, mutta ei kuitenkaan yltänyt samaan kuin Earth Charterilta toivottiin. (The Earth Charter Initiative n.d.; Government of Canada Publications 1992; United Nations Division for Sustainable Development 1992.)

Koska Earth Charter jäi toteuttamatta Riossa, vuonna 1994 Rion kokouksen pääsihteeri Maurice Strong ja Mihail Gorbatšov käynnistivät perustamiensa organisaatioiden kautta aloitteen tavoitteena kehittää kestävän kehityksen peruskirja kansalaisyhteiskunnan hankkeena. Vuosien varrella dokumentista laadittiin muutama versio ja viimein vuonna 2000 tehtävää varten perustettu komissio pääsi yhteisymmärrykseen peruskirjasta. Vaikka yritykset saada *Kestävän kehityksen peruskirja* virallisesti tunnustetuksi vuoden 2002 kestävän kehityksen huippukokouksessa Johannesburgissa epäonnistuivatkin, tunnustetaan peruskirja nykyään kasvavassa määrin globaaliksi yhteisymmärrykseksi kestävyuden määritelmästä, kestävän kehityksen haasteista ja visiosta ja niistä periaatteista, joiden avulla kestävä kehitys voidaan saavuttaa. (The Earth Charter Initiative 2012)



## 2000-LUKU

Vuonna 2000 yli 40 maan johtajat kokoontuivat New Yorkiin YK:n pääkonttoriin sopimaan vuosituhattulistuksesta. Julistus sisältää julkilausuman arvoista, periaatteista ja tavoitteista kansainväliseksi agendaksi 2000-luvulle. Kahdeksalle tavoitteelle asetettiin määrärajaksi vuosi 2015. Yksi näistä tavoitteista oli ympäristön kestävän kehityksen turvaaminen. Vuosituhattulistus totesi ympäristön suojelemisesta, että kaikki keinot on otettava käyttöön sen uhkan torjumiseksi, että ihmisten toimet pilaavat peruuttamattomasti maapallon. (United Nations 2013; YK:n kehitysohjelma UNDP 2012.)

### 2001 Euroopan Unionin kestävän kehityksen strategia

Vuotta myöhemmin Euroopan unioni laati vuonna oman kestävän kehityksen strategiansa tavoitteena tarjota EU:n alueelle toimintatapojen raamit kestävän kehityksen toteuttamiseksi. Strategia on rakennettu seuraavien periaatteiden varaan: perusoikeuksien edistäminen ja suojeleminen, solidaarisuus sukupolvien välillä ja sisällä, takuu avoimesta ja demokraattisesta yhteiskunnasta, kansalaisten osanotto, liikealan ja yhteiskunnallisten kumppaneiden osanotto, toimintatapojen yhtenäisyys ja hallinnointi, toimintatapojen yhteensovittaminen, parhaan saatavilla olevan tiedon käyttö, varovaisuusperiaate ja saastuttaja maksaa -periaate. Strategia tunnistaa kestävämpiä kehityslinjoja, joihin on saatava muutoksia ja listaa toiminnallisia ja lukumääräisiä tavoitteita ja tarkkoja toimia tavoitteiden saavuttamiseksi. Strategiaa uudistettiin vuonna 2006. (European Commission. Summaries of EU legislation n.d.; European Commission 2013.)

### 2002 Johannesburg, Yhdistyneiden Kansakuntien huippukokous

Yhdistyneet kansakunnat järjesti vuonna 2002 Johannesburgissa Etelä-Afrikassa kestävän kehityksen huippukokouksen (World Summit on Sustainable Development, WSSD). Johannesburgin kokouksen tarkoituksena oli arvioida Rio de Janeiron konferenssin tavoitteiden toimeenpanoa. Kokouksessa etsittiin myös ratkaisuja tulevaisuuden haasteisiin kestävässä kehityksessä. Strategian toteutusosion aiheita olivat muun muassa köyhyyden hävittäminen, kulutuksen ja tuotannon kestävämmien tapojen muuttaminen sekä kestävä kehitys globaalistuvassa maailmassa. (Ulkoasiainministeriö 2013; United Nations 2002.)

### 2005–2014 Yhdistyneiden Kansakuntien *Kestävää kehitystä edistävän koulutuksen vuosikymmen*

Vuonna 2002 YK:n yleiskokous julisti kestävästä kehitystä edistävän koulutuksen vuosikymmenen vuosiksi 2005–2014. UNESCO asetettiin johtavaksi organisaatioksi ja se kehitti ennen vuosikymmenen käynnistämistä kansainväliset puitteet vuosikymmenen toteuttamiseksi ja myöhemmin suunnitteli kansainvälisen toteutus suunnitelman. *Kestävää kehitystä edistävän koulutuksen vuosikymmenen* tavoitteena on saada kestävä kehitys ohjelman toteutusaikana kaikkien maailman valtioiden opetusjärjestelmiin. (Suomen kestävän kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006,

121; United Nations Sustainable Development Knowledge Platform 2011.)

2012 Rio de Janeiro, Yhdistyneiden Kansakuntien konferenssi

Kesäkuussa 2012 järjestettiin Brasiliassa Rio de Janeirossa kestävän kehityksen konferenssi. Konferenssin tuloksena syntyi poliittinen loppuasiakirja *The Future We Want*, joka sisältää toimenpiteitä kestävän kehityksen saavuttamiseksi. Loppuasiakirjassa muun muassa painotetaan tarvetta edistyä aiemmin tehtyjen sitoumusten toteuttamisessa. Lisäksi mainitaan, että olisi tartuttava mahdollisuuksiin ja luotava niitä kestävän kehityksen saavuttamiseen taloudellisen kasvun ja diversifioitumisen, sosiaalisen kehityksen ja ympäristön suojelemisen kautta. Loppuasiakirjassa lisäksi ilmaistiin huoli siitä, että ilmastonmuutoksen negatiiviset vaikutukset heikentävät maiden kykyä saavuttaa kestävä kehitys ja vuonna 2000 asetetut vuosituhattavoitteet. (United Nations 2012, 3-5; Ympäristöministeriö 2013a.)

Konferenssissa päätettiin perustaa hallitustenvälinen korkean tason kestävän kehityksen foorumi (High-Level Political Forum, HLPF), jonka tehtävänä tulee olemaan tarjota poliittista johtamista, opastusta ja suosituksia kestävästä kehityksestä, tutkia ja tarkastaa kestävän kehityksen sitoumusten toteutuksen edistymistä ja parantaa kestävän kehityksen kolmen ulottuvuuden yhteensovittamista. Konferenssissa hyväksyttiin myös 10-vuotinen puiteohjelma koskien kestävästä kulutusta ja tuotantoa. (United Nations Sustainable Development Knowledge Platform 2011; Ympäristöministeriö 2013a.)

Näiden lisäksi konferenssi hyväksyi suositukset vihreän talouden toimintatavoiksi ja päätti aloittaa prosessin kestävän kehityksen tavoitteiden kehittämiseksi. *The Future We Want* -asiakirjassa mainitaan, että vihreä talous on yksi merkittävä väline kestävän kehityksen saavuttamiseksi, mutta sen ei tulisi olla jäykkä lista sääntöjä vaan sen tulisi enemmänkin tarjota vaihtoehtoja toimintatapojen luomiseen. Asiakirjassa listataan periaatteita vihreän talouden toimintatavoiksi kestävän kehityksen ja köyhyyden hävittämisen asiayhteydessä. Kestävän kehityksen tavoitteet (Sustainable Development Goals, SDGs) pohjaavat YK:n vuosituhattavoitteisiin. (United Nations 2012, 9; United Nations Sustainable Development Knowledge Platform 2011.)

## 2.2 Kestävä kehitys Suomessa

Kestävä kehitys on näkynyt Suomen hallituksen toimissa jo vuodesta 1990, jolloin hallitus antoi samana vuonna pidetyn kansallisen kestävän kehityksen kokouksen pohjalta eduskunnalle selonteon "Kestävä kehitys ja Suomi". (Rouhinen S. & Suomen kestävän kehityksen toimikunta 2011, 1)

Suomeen perustettiin vuonna 1993 kestävän kehityksen toimikunta, jonka tarkoituksena on edistää kestävän kehityksen tavoitteita kansallisella tasolla. Toimikunta perustettiin vuosi sen jälkeen, kun Rion ympäristö- ja kehityskonferenssin tuloksena YK oli perustanut oman kestävän kehityksen

toimikuntansa. Vuonna 1994 Suomen kestävän kehityksen toimikunta laati määritelmän kestäväälle kehitykselle: ”Kestävä kehitys on jatkuvaa, ohjattua yhteiskunnallista muutosta eri aluetasoilla, jonka päämääränä on turvata nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet” (Suomen kestävän kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 31). (Suomen kestävän kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 31; Suomen YK-liitto 2013.)

Vuonna 1998 hallitus laati kestävän kehityksen ohjelman valtioneuvoston periaatepäätöksen muodossa. Ohjelma ulottui vuoden 2002 Johannesburgin huippukokoukseen asti. (Suomen kestävän kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 29; Ympäristöministeriö 2013d)

Suomen kestävän kehityksen toimikunta hyväksyi vuonna 2006 kestävän kehityksen strategiaryhmän laatiman esityksen kansalliseksi kestäväksi kehityksen strategiaksi. Strategian visiona on turvata hyvinvointi luonnon kantokyvyn rajoissa kansallisesti ja globaalisti. Tavoitteeksi on asetettu kestävän hyvinvoinnin luominen ”turvallisessa, osallisuutta edistävässä ja moniarvoisessa yhteiskunnassa, jossa kaikki kantavat vastuuta ympäristöstä” (Suomen kestävän kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 15). Tavoitteiden aikajänne on asetettu ulottumaan vuoteen 2030. (Suomen kestävän kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 11,15.)

Suomen hallituksella on nykyään kaksi linjausta kestävän kehityksen edistämiseksi periaatepäätösten muodossa. Ensimmäisellä päätöksellä ”Vähemmästä viisaammin – Kestävän kulutuksen ja tuotannon ohjelma” tavoitellaan muun muassa energiaviisasta ja mukavaa asumista kotitalouksien elämänlaadun ja rahansäästön muodossa. Pyrkimyksenä on ympäristöhaittojen vähentäminen ja tuotannon rakenteen muuttaminen kohti vihreämpää taloutta sekä samalla työpaikkojen luominen uusille aloille. Toinen periaatepäätös ”Uusien ja kestävien ympäristö- ja energiaratkaisujen edistämisestä (Cleantech-ratkaisut) julkisissa hankinnoissa” koskee julkisen sektorin roolia edelläkävijänä vihreämmissä toimintatavoissa ja markkinoissa. (Ympäristöministeriö 2013b)

### 2.3 Kestävän kehityksen sisältö

Kestävän kehityksen kuvataan useimmiten sisältävän kolme toistensa kanssa vuorovaikutuksessa olevaa näkökantaa: ekologisen, sosiaalisen ja taloudellisen sekä lisäksi joskus otetaan neljänneksi ulottuvuudeksi mukaan kulttuurinen. Ajoittain kolmesta ulottuvuudesta käytetään myös termejä ympäristötaloudellinen, yhteiskunnallinen ja kulttuurinen. Kestävän kehityksen toteutumisen uskotaan yleisesti vaativan näiden kolmen ulottuvuuden yhteensulautumisen. (Suomen kestävän kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 31; United Nations Secretary-General’s High Level Panel on Global Sustainability 2010.)

Ekologisesta kestävydestä puhuttaessa ajatellaan usein ensimmäisenä biodiversiteettiä. Ekosysteemien tulee säilyttää kykynsä ylläpitää toimintojaan, joiden korjaaminen olisi joko vaikeaa tai mahdotonta. Ekologisen

kestävyyden yhteydessä käsitellään myös luonnonvarojen kestävää käyttöä ja hiilijalanjäljen pienentämistä. Edellä mainitut keskittyvät siihen, miten taloudellinen kasvu kyetään sopeuttamaan niihin ekologiisiin reunaehtoihin, jotka luonto on laatinut. Ekologista kestävyyttä pidetään pohjana muille kestävä kehityksen ulottuvuuksille, sillä kuten Arto O. Salonen sanoo väitöskirjassaan ”Kestävä kehitys globaalin ajan hyvinvointiyhteiskunnan haasteena” on ekologinen kestävyys kuitenkin merkityksellisin, ”sillä se luo perustan monimuotoisen elämän kukoistamiselle planeetallemme” (Salonen 2010, 65). (CBD 2000, 4; Malaska 1994; Söderman & Saarela (toim.) 2011, 15.)

Sosiaalisesta kestävydestä ei ole yhtä yksittäistä tulkintaa. Sitä määriteltäessä käsitellään usein muun muassa kehitysmaiden köyhyyttä, ympäristön tilan muutosten terveystaikutuksia, etnisten vähemmistöjen tilaa, sosiaalista eriarvoisuutta sekä laajemmassa mittakaavassa elämän laatua, hyvinvoinnin jakautumista, ihmisen mahdollisuutta vaikuttaa omaan elämänsä ja sosiaalisia ulottuvuuksia kuten perusoikeuksia, koulutusta ja rikkollisuutta. (Malaska 1994; Suomen kestävä kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 36; Stevens 2005, 5; Söderman. & Saarela (toim.) 2011, 17.)

Kestävyyden taloudellisella ulottuvuudella viitataan yleensä niihin olosuhteisiin, joiden vallitessa ennalta määrätty tuotannon ja kulutuksen arvon taso voisi jatkua ikuisesti. Suomen kansallisessa kestävä kehityksen strategiassa vuodelta 2006 talouden tekijät nähdään tapana luoda edellytykset hyvinvointiyhteiskunnalle. Strategiassa myös sanotaan, että taloudellisen kasvun tehtävänä on ympäristöä ja luonnon monimuotoisuutta vaarantamatta palvella inhimillisen hyvinvoinnin tavoitteita. Taloudelliset ohjauskeinot ovat myös tapa suunnata muita toimintoja kohti kestävä kehitystä. (Suomen kestävä kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 22, 25-26; Söderman & Saarela (toim.) 2011, 19.)

### 2.4 Kestävän kehityksen mittaaminen

Ongelmana on ollut kestävä kehityksen ja yleensäkin kestävyden mittaaminen. Tätä tehtävää varten jo vuoden 1992 Rio de Janeiron YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssin saavutuksena syntynyt Agenda 21-ohjelma kehotti valtioita kehittämään järjestelmiä valvomaan ja arvioimaan kehitystä kohti kestävä kehityksen saavuttamista. Toiminta voitaisiin suorittaa indikaattoreiden avulla, jotka mittaisivat muutoksia taloudellisissa, sosiaalisissa ja ympäristöllisissä ulottuvuuksissa. (Birch & Lynch 2012, 111; United Nations Division for Sustainable Development 1992.)

Indikaattoreita voidaan parhaimmillaan käyttää yhdistämään kestävä kehitystä käsitteenä käytäntöön sekä arvioimaan, miten asetetut tavoitteet saavutetaan. Indeksit ratkaisevat useiden eri indikaattoreiden hyödyntämisestä aiheutuvat käytännön hankaluudet yhdistämällä tietoa. Myös indeksien käytössä voi kuitenkin ilmetä ongelmia, sillä esimerkiksi eri indeksien avulla saatua tietoa voi olla hankala yhdistää ja niiden tulisi olla mahdollisimman selkeästi käytännön tavoitteisiin sidottuja. (Hakanen 1999, 171,173)

Indikaattorit voivat keskittyä johonkin tiettyyn alaan kuten bruttokansantuote tai elinajanodote ja niissä voidaan käsitellä hyvin erilaisiakin asioita. Suomen kestävän kehityksen strategia listaa 34 avainindikaattoria, joissa ovat mukana muun muassa kasvihuonekaasupäästöt, etäisyys kotoa palveluihin, elinajanodote syntymähetkellä ja äänestysaktiivisuus. (Birch & Lynch 2012, 112; Suomen kestävän kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 8.)

Yhdistyneiden kansakuntien kestävän kehityksen toimikunta CSD on kehittänyt indikaattoreita kestävän kehityksen mittaamista varten vuodesta 1996. Vuorossaan kolmas sarja tarkistettuja indikaattoreita valmistui vuonna 2006 ja se sisältää 96 erilaista indikaattoria. CSD:n ohella useat muutkin tahot kehittävät indikaattoreita. Näistä esimerkki on WHO:n lasten terveyden kohentamiseen pyrkivät indikaattorit. (Birch & Lynch 2012, 111-112; United Nations Sustainable Development Knowledge Platform 2011.)

Yksi laajalti käytetty indikaattori on Ekologinen jalanjälki, joka vertaa populaation vaadetta tuottavasta ekosysteemistä. Muita yleisesti käytettyjä ovat muun muassa Aidon kehityksen indikaattori, Ympäristöpolitiikan suoriutuvuusindeksi ja Inhimillisen kehityksen indeksi. Kaksi jälkimmäistä kuuluvat myös Suomen kestävän kehityksen strategian asettamiin avainindikaattoreihin. (Suomen kestävän kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 8)

Ekologisen jalanjäljen tavoitteena on havainnollistaa sitä maapallon kokonaispinta-alaa, jonka kansakunta, esimerkiksi valtio, tarvitsee toimintoihinsa. Tähän sisältyvät ruokien ja kuitujen vaatima tuotantotila, energiantuotannon jätteiden hajotus ja perusrakenteille varattu tila, joiden summana jalanjälki saadaan laskettua. (Kolttola 2006)

Aidon kehityksen indikaattori (Genuine Progress Indicator, GPI) on kestävän taloudellisen hyvinvoinnin indeksistä (Index of Sustainable Economic Welfare, ISEW) edelleen kehitetty aitoa kehitystä kuvaava indeksi. GPI on taloudellisesti arvioitu indeksi, jonka lähtökohtana on yksityinen kulutus ja tulonjako, joita korjataan hyvinvointiin vaikuttavien tekijöiden arvojen avulla. Indeksi huomioi myös talouskasvun kestävyys ja talouden ympäristövaikutukset. (Hoffrén, Lemmetyinen & Pitkä 2010, 26, 29; Hoffrén 2011; Tilastokeskus 2008.)

Ympäristöpolitiikan suoriutuvuusindeksi (Environmental Performance Index EPI) listaa valtioita 22:n eri indikaattorin avulla kymmenessä eri luokassa, joihin kuuluvat muun muassa ilman saastuminen ja vesiresurssit. Kyseiset luokat seuraavat suorittamista ja edistymistä kahdessa laajassa asiayhteydessä: ympäristön terveydessä ja ekosysteemien elinvoimaisuudessa. Jokaisella indikaattorilla on erityinen kohde, joka liittyy jompaankumpaan näistä asiayhteyksistä. Indeksillä avulla arvioidaan valtioiden ympäristöpolitiikan tehokkuutta. (Kolttola 2006; Yale Center for Environmental Law and Policy, Yale University Centre for International Earth Science Information Network & Columbia University. n.d.)

Inhimillisen kehityksen indeksi (Human Development Index HDI) mittaa kehitystä yhdistämällä elinajanodotteen, koulutustason ja tulotason sekä muodostamalla niistä yhden tilastotiedon. Indeksien tavoite on olla viitekehys sosiaaliselle ja taloudelliselle kehitykselle. HDI toimii asettamalla pienimmän ja suurimman arvon jokaiselle ulottuvuudelle ja kertoo missä kohdassa jokainen maa on suhteessa niihin. Arvot ovat välillä 0-1. (United Nations Development Programme 2013)

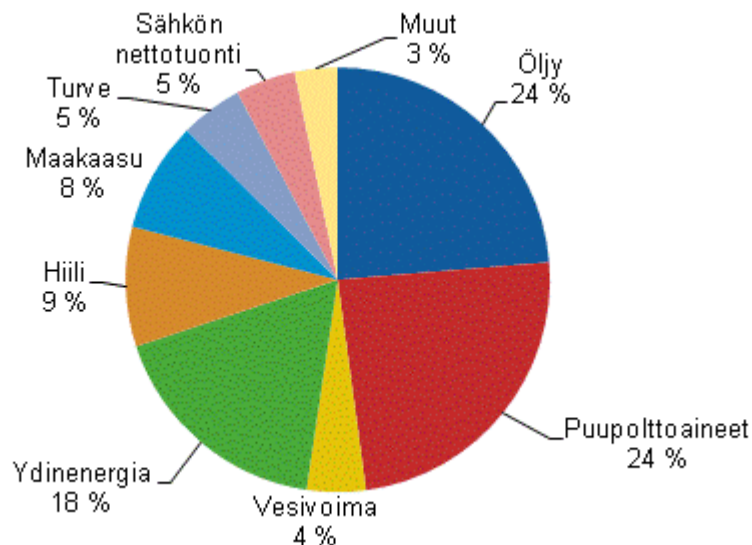
Yksi mediassa toistuva asia, jolla kestävyteen viitataan, on se ajankohta vuodessa, jolloin ihmiskunta on kuluttanut kyseisen vuoden uusiutuvat luonnonvarat loppuun. Kulutus ylittää nykyään vuosittain maapallon luonnonvarojen tuoton ja kyvyn käsitellä päästöjä. Uusiutuvien luonnonvarojen suhteen velaksi eläminen alkoi 1970-luvun alkupuolella ja vuonna 2013 luonnonvarat kulutettiin loppuun 20. elokuuta. (Ympäristöministeriö. Kestävä kehitys. 2013)

Ongelmana kestävä kehityksen mittaamisessa on myös se, että kestävä kehitykselle asetetut aikatavoitteet harvemmin ovat tarkkoja eikä ole asetettu mittareita, joiden avulla voitaisiin sanoa kestävä kehityksen saavutettuna. Esimerkiksi asuinalue suunnittelussa voidaan pyrkiä siihen, että alue olisi kestävä kehityksen mukainen, mutta ei pystytä sanomaan, että millä ajanjaksolla tämä tulisi tapahtumaan ja mitkä ne toimenpiteet ovat, joiden avulla kestävä kehitys olisi saavutettu. Asuinalue suunnittelussa pyritään nykyään pitkäjänteiseen kehitykseen jo siitäkin syystä, että teknologian kehittyminen antaa paremmat edellytykset nykyaikaiselle rakentamiselle tulevaisuudessa kuin mitä välttämättä tällä hetkellä. Siten asuinalueiden rakentaminen vaiheittain ja tarpeen mukaan takaa varmemmin sen, että rakentaminen on kestävä.

### 3 KESTÄVÄÄN KEHITYKSEEN LIITTYVÄÄ TILASTOTIETOA SUOMESTA

#### 3.1 Suomen energiankulutus ja -tuotanto tuotantomuodoittain

Vuonna 2012 energiankulutus Suomessa oli 1,37 miljoonaa terajoulea. Puupolttoaineet olivat ensimmäisen kerran suurin energianlähde 24 prosentilla (Kuvio 1.). Toiseksi suurin energianlähde oli öljy ja kolmanneksi suurin ydinenergia. Uusiutuvan energian käyttö kasvoi vuodesta 2011 10 prosenttia ja oli 32 prosenttia kokonaiskulutuksesta vuonna 2012. (Tilastokeskus 2013e)



Kuvio 1. Tilastokeskus 2013. Energian kokonaiskulutus 2012

Puupolttoaineista saadun energian kulutus oli 331 562 terajoulea, öljyn 324 903 TJ ja ydinenergian 240 685 TJ. Puupolttoaineiden käytön määrän kasvu selittyy osaksi metsähakkeen käytön lisääntymisellä; metsähakkeen käytössä oli 11 prosentin korotus vuodesta 2011. (Tilastokeskus. 2013e)

Suomessa etenkin metsistä saatavat energiajakeet ovat olleet pitkään tehokkaasti hyödynnyksessä. Metsäteollisuus on hyödyntänyt omat tuotannon yhteydessä syntyneet energiajakeensa energialähteinä pääosin omissa voimalaitoksissaan. Tuotannon sivutuotteina syntyvien jätteiden lisäksi metsähake on merkittävä metsistä saatava energiajakee. Haketta saadaan muun muassa kannoista ja harvennushakkuista. Omakotitalouksissa ja muilla kiinteistöllä puu on ollut aina perinteinen lämmitystapa. Sen käyttö on muuttunut ainoastaan lämmitysmuodosta yhdistämiseen toiseen lämmitysmuotoon kuten sähköön. Suomen kansallisessa uusiutuvan energian toimintasuunnitelmassa tavoitteena on pitää pienpuun käyttö 12 TWh:n tasolla ja pellettien käytön tavoitteena on 2 TWh käyttö vuonna 2020. Vuonna 2012 puun pienpolton energiankulutus oli 65 065 terajouleA (18 TWh). Näiden lisäksi kierrätyspuuta voidaan käyttää energian tuottamiseen. (Energiateollisuus. Energia ja ympäristö. n.d.; Työ- ja elinkeinoministeriö 2010, 5-6.)

Puujakeiden lisäksi bioenergiaa ovat myös pelloilta saatavat tuotteet kuten ruokohelpi sekä maatalouden biomassat. Elintarvikeketjussa muodostuu myös erilaisia sivuvirtoja ja jätteitä, jotka voivat soveltua energiakäyttöön. Biomassoja voidaan hyödyntää myös jalostettuina muotoina kuten bioöljynä. (Energiateollisuus. Energia ja ympäristö. n.d.; Työ- ja elinkeinoministeriö 2013.)

Suomen kansallisessa uusiutuvan energian toimintasuunnitelmassa on tavoitteena, että metsähakkeen käyttö CHP-tuotannossa ja erillisessä lämmöntuotannossa nostetaan 13,5 miljoonaan kiintokuutiometriin. Vertailu-

na voidaan käyttää sitä, että vuonna 2009 käyttö oli suunnilleen 5 miljoonaa kiintokuutiometriä. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2010, 2-3)

Tuulivoimalla tuotettiin vuonna 2012 energiaa 1 780 terajoulea. Vuoden 2012 lopulla Suomessa oli 151 tuulivoimalaa, joiden yhteenlaskettu kapasiteetti oli 257 MW. Kapasiteettia olisi kuitenkin mahdollista lisätä ja Suomen ilmasto- ja energiastrategioihin asetettu tavoite onkin tuulivoimasähkön osuuden nostaminen vuoteen 2020 mennessä kuuteen terawattituntiin. Vuoden 2013 strategiassa tavoitteeksi vuodelle 2025 asetettiin noin 9 TWh. Tuulivoiman käytössä oli 2,7 prosentin kasvu vuoteen 2011 verrattuna, mutta sen osuus sähkön tuotannosta pysyi edelleen 0,7 prosentissa. Tällä hetkellä tuulivoima ei ole vielä taloudellisesti kannattava sähköntuotantomuoto ilman taloudellisia tukitoimia. (Energiateollisuus. Energia ja ympäristö. n.d.; Motiva Oy 2014; Tilastokeskus 2013e; Työ- ja elinkeinoministeriö 2013, 28; VTT. n.d.)

Vesivoiman käyttö kasvoi vuodesta 2011 36 prosentilla ja vuonna 2012 sitä käytettiin 60 001 TJ. Vesivoima on Suomessa merkittävin uusiutuvista energiamuodoista. Myös vesivoiman käyttöä on tarkoitus lisätä niin, että tuotanto vuonna 2020 olisi 14 TWh. (Energiateollisuus. Energia ja ympäristö. n.d.; Tilastokeskus 2013e; Työ- ja elinkeinoministeriö 2010, 5.)

Lämpöpumpuista saatua energiaa kulutettiin vuonna 2012 16 175 terajoulea, joka vastasi neljää prosenttia kaikkien uusiutuvien energialähteiden käytöstä. Tavoitteena on, että lämpöpumppujen energiantuotanto olisi 8 TWh vuonna 2020. (Tilastokeskus 2013f; Työ- ja elinkeinoministeriö 2010, 5.)

Biokaasua Suomessa käytetään lähinnä kaatopaikoilla, sillä siellä 40-70 prosenttia metaania ja 30-60 prosenttia hiilidioksidia sisältävää biokaasua muodostuu jätteen hajoamisen seurauksena. Biokaasua voidaan tuottaa myös esimerkiksi mädättämällä jätevedenkäsittelyssä syntynyttä lietettä. Biokaasun lisäystavoitteena on 0,7 TWh:n käyttömäärä vuonna 2020. Biokaasun CHP-tuotannon edistämiseksi otetaan käyttöön markkinaehtoinen syöttötariffijärjestelmä. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2010, 6)

Tulevaisuudessa jätteen poltto todennäköisesti lisääntyy, sillä jätteen hyödyntämiseksi katsotaan myös sen energiakäyttö. Ensisijaisena tavoitteena on toki jätemäärän vähentäminen, mutta mikäli vaihtoehtoina ovat joko kaatopaikkasijoitus tai poltto, on energiahyödynnys kasvihuonekaasupäästöjen osalta kaatopaikkasijoitusta parempi vaihtoehto. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013, 29)

Suomen tavoitteena on vuoteen 2020 mennessä nostaa uusiutuvien energianlähteiden käyttö 38 prosenttiin. Yhtenä lähtökohdana Suomen energiapolitiikassa on öljyriippuvuuden vähentäminen ja samalla energiaomavaraisuuden edistäminen. Pitkän aikavälin pyrkimyksenä on pysäyttää primäärienergian kokonaiskulutuksen kasvu ja muuttaa trendi laskevaksi. Kansallisessa kestävän kehityksen strategiassa vuodelta 2006 mainitaan myös, että metsätähteistä tehdyn hakkeen, peltobiomassojen, kierrätyspolttoaineiden ja biokaasun osuus primäärienergiasta kolminkertaistuisi vuoden 2004



noin kahden prosentin osuudesta yli kuuteen prosenttiin 15-20 vuoden aikana (Suomen kestävän kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 54-55). (Suomen kestävän kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 54-55; Tilastokeskus 2013e.)

### 3.2 Asumisen energiankulutus ja päästöt

Rakennusten energiansäästöpotentiaali on suuri, sillä rakennusten osuus energian loppukäytöstä on keskimäärin 40 prosenttia. Tästä lämmityksen osuus on noin 22 prosenttia. (Airaksinen ym. 2013, 7)

Tilastokeskuksen Asumisen energiankulutus -tilaston mukaan asuinrakennusten lämmitykseen ja kotitalouslaitteisiin kului vuonna 2012 energiaa 66 682 GWh. Tästä varsinaisen lämmityksen osuus oli 58 600 GWh, kun taas lämmityksestä lämpimän veden osuus oli 9 658 GWh. Saunojen lämmitykseen energiaa kului 2 895 GWh. Uusi asuinrakennus kuluttaa Suomessa energiaa noin 130-150 kWh neliometriä kohden. Tästä lämmityksen osuus on noin 70 kWh/m<sup>2</sup>. Jo rakennetut vanhemmat asuinrakennukset kuluttavat energiaa noin 250 kWh/m<sup>2</sup>, josta tilojen lämmitykseen menee 160 kWh/m<sup>2</sup>. Energiankulutukseen vaikuttavat kuitenkin voimakkaasti asukkaiden tottumukset. (Airaksinen ym. 2013, 8; Tilastokeskus 2013.)

Lämmitykseen kuluneen energian määrä heijastelee vahvasti sääolosuhteita. Esimerkiksi vuonna 2010 lämmitykseen kului energiaa 60 963 GWh, kun lämpötila pysytteli talvella 2009-2010 tavanomaista pidempään nollan alapuolella. Erilainen tilanne oli taas vuonna 2008, kun talvi 2007-2008 oli ennätyksellisen leuto ja energiaa lämmitykseen kului vain 50 984 GWh. Vuosittaiset erot saattavat siten olla hyvin merkittäviä ja tilastoidenkin avulla voidaan päätellä, että panostamalla nimenomaan asutuksen energiatehokkuuteen voidaan saada aikaan merkittäviä säästöjä energiankulutuksessa. (Ilmatieteen laitos n.d.; Tilastokeskus 2013)

Rakennuksia lämmitettiin vuonna 2012 eniten kaukolämmöllä (19 346 GWh), toiseksi eniten puulla (15 462 GWh) ja kolmanneksi eniten sähköllä (14 168 GWh). Näiden kolmen suurimman lämmitysmuodon osuus on yli 80 prosenttia asuntoihin kuluvaan lämmitysenergian kulutuksesta. Lämpöpumppujen osuus asuntojen lämmityksestä on kohonnut viime vuosina ja vuonna 2012 niiden osuus oli jo 7 prosenttia. (Tilastokeskus 2013)

Vuonna 2012 kotitalouslaitteet kuluttivat energiaa 8 082 GWh, josta suurin osa oli sähköä ja pieni, 10 GWh:n osuus, maakaasua. Kotitalouslaitteiden energiankulutus laski kaksi prosenttia edellisestä vuodesta. (Tilastokeskus 2013)

Vuoden 2011 kotitalouksista aiheutuneet kasvihuonekaasupäästöt olivat 5 692 083 CO<sub>2</sub>-ekvivalenttitonnia. Kasvihuonekaasupäästöt sisältävät fossiilisen hiilidioksidin, metaanin, dityppioksidin, fluorihiihivedyn, perfluorihiihivedyn ja rikkiheksafluoridin, mutta eivät bioperäistä hiilidioksidia. Tilastokeskus laskee metaanille, dityppioksidille ja fluoria sisältäville kaasuille CO<sub>2</sub>-ekvivalentin IPCC:n kertoimilla. Päästöt ovat 8,1 prosenttia

kaikkien toimialojen yhteenlasketuista kasvihuonekaasupäästöistä. (Tilastokeskus 2013b)

Kotitalouksien rikkidioksidipäästöt olivat vuonna 2011 1987 tonnia, typidioksidipäästöt 20 343 tonnia ja hiilimonoksidipäästöt 261 843 tonnia. Rikkidioksidipäästöt vastasivat 2,4 prosenttia kaikkien toimialojen kokonaispäästöistä, typidioksidipäästöt 9,7 prosenttia ja hiilimonoksidipäästöt 57,6 prosenttia. Vuonna 2011 kotitalouksien päästöt olivat aikaisempia vuosia alempia. (Tilastokeskus 2013b)

### 3.3 Väestön osuus taajamissa ja asuntokanta

Suomen väestöstä neljä viidesosaa asuu taajamissa, jotka käsittävät alle kaksi prosenttia Suomen pinta-alasta. Suomen taajamat ovat pieniä ja vuonna 2010 yli puolessa taajamista asui vain alle tuhat asukasta. Taajamat ovat kuitenkin kasvamassa ja niiden määrä vähenemässä, kun väestö siirtyy pienistä taajamista suurempiin. (Saarinen 2011)

Suomessa oli vuoden 2012 lopussa asuntoja 2 866 000, joista asuntokanta kasvaa vuosittain noin 30 000 asunnolla. Uusista asunnoista suurin osa valmistuu kaupunkimaisiin kuntiin. Asuntokanta on muuttunut viime vuosikymmeninä kohti kerrostaloasumista ja vuoden 2012 lopussa 44 prosenttia kaikista asunnoista sijaitsi kerrostaloissa. Myös rivitaloasuntojen määrä on kasvanut, vuoden 1970 30 000 asunnosta vuoden 2012 lopun yli 390 000:een. Asunnoista 833 000 oli vuokra-asuntoja. (Tilastokeskus 2013c)

Huolimatta siitä, että asuminen on siirtynyt kerrostalopainotteisemmaksi, on keskimääräinen huoneistoala kasvanut. Vuonna 2012 se oli 79,9 neliometriä. Yleisin huoneistotyyppi vuoden 2012 lopulla oli kaksio, joiden keskipinta-ala oli 55 m<sup>2</sup>. (Tilastokeskus 2013c)

### 3.4 Kotitalouksista, palveluista ja rakentamisesta syntyvät jätteet

Jätteen määrän vähentäminen on yksi keskeisimmistä kestävä kehityksen tavoitteista. Materiaalien korkea kierrätysaste on tärkeä tavoite ja mikäli kierrätykseen kelpaamatonta jätettä syntyy, on sen energiakäyttö myös mahdollista. Tulevaisuudessa pitäisi päästä kokonaan eroon jätteen pysyvistä kaatopaikkasäilytyksestä.

#### 3.4.1 Kotitalouksien ja palveluiden jätejakeet ja vuosittaiset määrät

Palvelut ja kotitaloudet tuottivat vuonna 2011 jätettä yhteensä 3 161 000 tonnia, josta niin sanottua sekajätettä oli 1 531 000 tonnia. Sekajätteen jälkeen kertyi eniten eläin- ja kasvijätettä, jota muodostui yhteensä 389 000 tonnia. Kolmanneksi eniten syntyi paperi- ja pahvijätettä (367 000 t) ja neljänneksi eniten niin sanottuja muita jätteitä (316 000 t), joita ei luokiteltu edellä mainittuihin eikä kemiallisiin jätteisiin, metallijätteisiin, lasijätteeseen, lietteeseen, mineraalijätteeseen eikä vaarallisiin jätteisiin. (Tilastokeskus n.d.)

Palveluiden ja kotitalouksien yhteenlaskettu jätemäärä on vaihdellut 3 000 000 tonnin molemmin puolin viime vuosina: vuonna 2010 jätettä syntyi yhteensä 2 841 000 tonnia, vuonna 2009 2 986 000 tonnia ja vuonna 2008 3 127 000 tonnia. Tästä sekajätteen osuus on ollut vuosina 2008-2010 reilusti yli 50 prosentin, mutta vuonna 2011 osuus laski 48 prosenttiin. Positiivista kehitystä on ollut myös biojätteen määrässä. Palveluiden ja kotitalouksien kaikesta yhteenlasketusta jätteestä sen osuus on kasvanut vuosien 2008 ja 2009 alle 10 prosentista vuoden 2011 12,5 prosenttiin. (Tilastokeskus n.d.)

Jätteiden käsittelyyn on tullut viime vuonna muutoksia polton lisääntyessä. Vuonna 2011 jätemateriaalia poltettiin 22 prosenttia enemmän kuin vuotta aikaisemmin. Määrä oli yli 10 miljoonaa tonnia ja yhdyskuntien sekä muista lähteistä tulleilla jätteillä tuotettiin päälle kymmenen prosenttia energian kokonaiskulutuksesta. Vuonna 2012 yhdyskuntajätteistä poltettavaksi meni 0,9 miljoonaa tonnia, joista 520000 tonnia tuli yhdyskunnilta. Kierrätys on kasvanut ja kierrätetyn materiaalin määrä oli vuonna 2011 lähes 34 miljoonaa tonnia. Kaatopaikalle sijoitetun jätteen määrä on ollut laskussa ja oli vuonna 2012 ensimmäistä kertaa vuosikymmeniin alle miljoonan tonnin. (Tilastokeskus n.d.; Tilastokeskus 2013d)

### 3.4.2 Rakentamisen jätejakeet ja vuosittaiset määrät

Tilastokeskuksen viimeisimmät tilastot rakentamisen toimialan (sisältäen korjaus-, purku- ja uudisrakentamisen) jätteistä ovat vuodelta 2011, jolloin rakentamisen jätettä syntyi noin 18,4 miljoonaa tonnia. Määrästä valtaosa, 17,8 miljoonaa tonnia, oli mineraalijätettä. Vaarallisia jätteitä syntyi 334 000 tonnia mikä vastasi 1,8 prosenttia rakentamisen kokonaisjättemäärästä. Vuonna 2010 rakentamisen jätettä kertyi 24,6 miljoonaa tonnia ja vuonna 2009 18,8 miljoonaa tonnia. Vuonna 2008 jätettä kertyi 25 tonnia. Aikaisempiin vuosiin verrattuna vuoden 2011 rakentamisen jättemäärä oli verrattain suuri. (Tilastokeskus n.d.)

Rakentamisen jätteiden hyödyntäminen on kasvanut. Niitä joko hyödynnettiin tai toimitettiin esikäsittelyyn hyödyntämistä varten yli 1,7 miljoonaa tonnia vuonna 2011. Edistystä on tapahtunut metalliosien lajittelun lisäksi myös palavan jätteen ja mineraalisten ainesosien lajittelussa ja hyödyntämisessä. Rakennusjätteitä päätyi kaatopaikalle arviolta 250 000 tonnia 2,2 miljoonan tonnin kokonaismäärästä. Osaltaan kehitykseen on voinut vaikuttaa myös se, että vuodesta 2012 rakennus- ja purkujäte on vaatinut siirtoasiakirjan vaarallisten aineiden ja pilaantuneiden maa-ainesten tavoin. (Tilastokeskus n.d.)

### 3.5 Väestön vedenkulutus ja jätevesien muodostuminen

Suomalaiset kuluttavat vuorokaudessa vettä 90-270 litraa asukasta kohden. Keskiarvo on 155 litraa vuorokaudessa. Tavoitteena olisi, että veden kulutus laskisi 100-120 litraan vuorokautta kohden. Lämmintä vettä käytetään henkilöä kohden 40-50 litraa vuorokaudessa. Lämpimällä vedellä on vai-

kutusta lämmitykseen kuluvan energian määrään, sillä esimerkiksi vuonna 2012 lämpimän veden osuus lämmitykseen kuluvasta energiasta oli 16 prosenttia. (Motiva Oy 2013; Tilastokeskus 2013.)

Jätevettä syntyy asukasta kohden noin 320 litraa vuorokaudessa, josta arviolta 90 litraa on vuotovesiä. Jäteveden määrä on ollut hienoisessa laskussa. Syitä laskuun ovat olleet muun muassa vesikalusteiden kehittymisen vettä säästäviksi ja putkistojen saneeraustoimien aikaansaama vuotojen vähenemä. (Säylä & Vilpas 2012, 19)

### 3.6 Liikenteen ympäristövaikutukset ja tavoitteet niiden vähentämiseksi

Kotimaanliikenteen henkilökuljetussuorite henkilöautoliikenteellä vuonna 2012 oli 65 270 miljoonaa henkilö-kilometriä. Rautatieliikenteen henkilökuljetussuorite oli 4 035 ja linja-autoliikenteen 7 540 miljoonaa henkilö-kilometriä. Julkisilla kulkuneuvoilla tehtiin vuonna 2011 17 prosenttia henkilöliikenteestä. (Putkuri, Lindholm & Peltonen 2013, 47; Tilastokeskus 2013g.)

Suomen kasvihuonekaasupäästöistä liikenteen osuus on keskimäärin 20 prosenttia eli noin 13 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttonnia. Tieliikenteen osuus tästä on noin 90 prosenttia ja siitä noin 60 prosenttia on henkilöautoliikenteen aiheuttamaa. Hiilimonoksidipäästöjä liikenne aiheutti vuonna 2011 noin 193 000 tonnia, typen oksidipäästöjä noin 92 000 tonnia ja hiilivetypäästöjä noin 24 000 tonnia. Rikkipäästöjä liikenteestä aiheutui noin 9 000 tonnia, mikä vastaa keskimäärin 15 prosenttia Suomen kokonaisrikkidioksidipäästöistä. Näiden päästöjen lisäksi liikenne saastuttaa ilmaa myös mekaanisilla epäpuhtauksilla kuten hiukkasilla. Hiukkaspäästöjä liikenteestä syntyi vuonna 2011 noin 4 000 tonnia. Vesiliikenne aiheuttaa suurimman osan liikenteen rikkidioksidipäästöistä, kun taas tieliikenne on vastuussa valtaosasta muista päästölajeista. Raide- ja lentoliikenteen osuudet pakokaasupäästöistä ovat hyvin pienet. Liikenteestä aiheutuva melu ja tärinä vaikuttavat negatiivisesti sekä ihmisten terveyteen että ympäristöön. (Liikennealan ympäristöstrategia –työryhmä 2013, 6,23,30; Liikenne- ja viestintäministeriö n.d.)

Liikenne aiheuttaa ympäristövaikutuksia myös teiden ja rautateiden rakentamisen ja ylläpidon kautta. Liikenneväylät kuluttavat luonnonvaroja, synnyttävät jätettä ja vievät tilaa luonnolta ja muilta toiminnoilta. Suomessa käytetään erilaisia maa-aineksia vuosittain noin 100 miljoonaa tonnia, josta teiden rakentamisen osuuden arvioidaan olevan noin 40 prosenttia. Maa- ja vesirakentamisesta syntyy vuosittain noin 25 miljoonaa tonnia jätettä. Jätteestä suurin osa hyödynnetään, mutta silti lähes puolet päätyy kaatopaikoille. Edellä mainittujen ongelmien lisäksi liikenne voi pilata pohjavesiä ja uhata luonnon monimuotoisuutta. Maanteitä Suomessa oli vuonna 2012 78 109 kilometriä ja valtion rautateitä 5 944 kilometriä. (Liikennealan ympäristöstrategia -työryhmä 2013, 46; Liikenne- ja viestintäministeriö n.d.)

Liikenteen ympäristöpolitiikkaa ja muita ympäristötavoitteita linjataan Liikenteen ympäristöstrategiassa. Strategiassa liikenteen tärkeimmiksi

haasteiksi mainitaan ilmastonmuutoksen hillitseminen, liikenteen terveyshaittojen vähentäminen ja elinympäristön parantaminen sekä vielä Itämeren suojelu ja vihreän kasvun mahdollisuuksien tukeminen. (Liikennealan ympäristöstrategia -työryhmä 2013, 6)

Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi Liikenteen ympäristöstrategia linjaa tavoitteeksi, että Suomen liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä vähennettäisiin vuoden 2005 tasosta 15 prosenttia vuoteen 2020 mennessä. Tavoitteet koskevat pääosin tieliikennettä, jossa vähennysmahdollisuutta on eniten. Liikenteen energiankulutuksen vähennystavoitteena on nykyisen noin 50 TWh:n kulutuksen laskeminen korkeintaan 48 TWh:iin vuoteen 2020 mennessä. (Liikennealan ympäristöstrategia -työryhmä 2013, 6)

Typenpäästöjen vähennystavoite on 25 prosenttia ja hiukkaspäästöjen 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä. Kolmas tärkeä ihmisten terveyteen liittyvä vähennys on melupäästöjen alentaminen. Tavoitteena on vuoteen 2020 mennessä vähentää yli 55 desibelin melulle altistumisen määrää noin 20 prosenttia. Vertailutasona käytetään vuotta 2003. (Liikennealan ympäristöstrategia -työryhmä 2013, 7)

## 4 KESTÄVÄN KEHITYKSEN SAAVUTTAMINEN YHDYSKUNTARAKENTEISSA JA ASUINALUEISSA

### 4.1 Yhdyskunnat ja niiden rakenteet sekä yleisiä periaatteita kestävyuden saavuttamiseksi

Mietittäessä sitä, miten kestävä kehitys kytkeytyy yhdyskuntiin ja niiden rakenteisiin, on aluksi helpointa lähteä liikkeelle siitä, mikä yhdyskunta oikein on ja miten se vaikuttaa ympäristöönsä. Maija Hakasen kirjan *Yhdyskuntien ekologisesti kestävä kehityksen arviointi, kriteerit ja mittaminen* (Hakanen 1999) mukaan yhdyskunta koostuu fyysisistä rakenteista ja näiden rakenteiden synnyttämistä toimintaedellytyksistä ja toiminnoista. Edellä mainitut koskevat luonnonvarojen käytön kohdalla esimerkiksi rakentamista ja energiahuoltoa, päästöjen ja jätteiden yhteydessä muun muassa jätevedenpuhdistuksen yhdyskuntatoimintoja ja tilan ja luonnon monimuotoisuuden muovaamisen ja suojelun kohdalla esimerkiksi kaavoituksen toimintoja. (Hakanen 1999, 58)

Pekka Lahti ja Irmeli Harmaajärvi (1992, 9) määrittelevät tutkimusraportissaan vuodelta 1992 yhdyskuntarakenteen olevan ”fyysisten rakenteiden, näiden välisiä yhteyksiä välittävien liikenne- ja teknisen huollon verkostojen sekä puistojen ja viheralueiden yms.” muodostamia kokonaisuuksia. Yhdyskuntarakennetta voidaan ajatella joko hyvin suuresta maailmanlaajuisesta näkökulmasta tai keskittyen yksittäisiin asuinalueisiin kuitenkin yleensä aina niin, että käsiteltävä alue on selkeästi ympäristöstään erottuva kokonaisuus. Kestävän kehityksen mukaisen yhdyskuntarakenteen he määrittelevät olevan kokonaisuus yhdyskuntarakenteiden tuottamis- ja käyttöprosesseja, jotka vaativat niin vähän kuin mahdollista luonnonvarojen sekä energian käyttöä ja joista aiheutuvat haitalliset päästöt ja jätteet ovat mahdollisimman vähäiset. (Lahti & Harmaajärvi 1992, 9,77)

Asuinympäristöjä ajatellessa voidaan kestävä kehitys ”Asuinympäristö ja kestävä kehitys. Periaatteita ja käytäntöjä” teoksen mukaan kiteyttää neljään sanaan: energiavirrat, kiertokulut, luonnonprosessit ja hallittavuus (Hakanen 1993, 7). Energiavirrat käsittävät sen mitä energiaa käytämme ja missä määrin. Käsitteeseen sisältyvät myös energiatehokkuus ja energiansäästö. Kiertokulut käsittävät aineiden kierron yhteiskunnassa. Kierrätyksellä on tässä oleellinen osa ja tavoitteena on raaka-aineiden mahdollisimman lyhyet kierrot. Luonnonprosessit ovat tavoitteina jätteiden ja päästöjen vähentämistä, niiden varastoitumisen estämistä ja ympäristömyönnteistä käsittelyä. Viimeinen avainsana, hallittavuus, tarkoittaa sitä, että asuinympäristöjen järjestelmät kestävät muutoksia, turvaavat oman jatkuvuutensa ja ovat tietoisia omasta ja ympäristönsä tilasta. Käsitteeseen sisältyvät siten sekä sosiaalinen kestävyys että rakenteellinen ja tekninen hallittavuus. (Hakanen 1993, 7-8)

Kestävää kehitystä voidaan asuinympäristöjen kohdalla ajatella myös kestävyuden kolmen ulottuvuuden kautta. Tällöin ekologiseen näkökulmaan sisältyvät esimerkiksi liikenteen päästöt, etäisyydet, raaka-aineiden kulutus ja vaikutukset ympäristöön. Taloudellinen ulottuvuus sisältää liikenteen, asumisen, palveluiden ja ympäristövaikutusten rahalliset kulut esimerkiksi verkostojen rakentamisen yhteydessä. Viimeinen, sosiaalinen ulottuvuus, sisältää asuinympäristöjen kohdalla sellaisia asioita kuten saavutettavuus, turvallisuus ja yhteisöllisyys. (Sipilä 2006, 8)

Erilaisiin tutkimuksiin ja selvityksiin on laadittu listoja keinoista, joiden avulla voitaisiin saavuttaa kestävyys yhdyskuntarakenteessa ja asuinympäristössä. Maija Hakasen vuodelta 1993 olevassa ympäristöministeriön kaavoitus- ja rakennusosaston selvityksessä (Hakanen 1993) on ensiksi lista kestävästä asuinympäristön toteutumisedellytyksistä, sitten ehdotuksia tutkimukselle, hallinnolle ja kokeilutoiminnalle ja viimeiseksi vielä tarkistuslista suunnitteluprosessin avuksi. Samalla tavoin Pekka Lahden ja Irmele Harmaajärven tutkimusraporttiin vuodelta 1992 on koottu 50 nyrkissäntöä suunnitteluun kestävästä kehityksen mukaisessa yhdyskuntarakentamisessa. Huolimatta kummankin julkaisun vanhuudesta, pätevät useimmat periaatteet edelleen. Esimerkiksi rakennettujen alueiden tiivistäminen, jätteiden syntypaikkalajittelu, passiivisen aurinkoenergian hyödynnyttäminen ja etätyömahdollisuuksien järjestäminen ovat asioita, jotka ovat edelleen ajankohtaisia. (Lahti & Harmaajärvi 1992, 86-88; Hakanen 1993, 64-68.)

Kestävään rakentamiseen ja asuinalue-suunnitteluun liittyy aina joitain toistuvia periaatteita. Näitä ovat esimerkiksi uusiutuvan energian käyttö, pienilmaston ja hulevesien huomioiminen, liikenteen keskittäminen solmupisteisiin, uusiutuvien ja lähellä tuotettujen rakennusmateriaalien käyttö, tilojen mitoitus todellisen tarpeen mukaan, rakennusten lämpötaloudessa poistoilman lämmön talteenotto ja muut energiantehokkuuden maksimoivat ratkaisut. Tärkeää on, että tiedostetaan mitä vaikutuksia rakentamisella on ympäristöön. Päälystetyt maapinnat ja muut ominaisuudet vaikuttavat väistämättä muun muassa alueen tuuliolosuhteisiin ja muihin pienilmastotekijöihin. (Lahti & Harmaajärvi 1992, 31; Palttala & Erat 2009; Vainio ym. 2012, 41.)

Energiatehokkuus on rakentamisessa yleensä eniten esillä. Energiatehokkuuden lisäksi huomiota olisi hyvä kiinnittää myös resurssitehokkuuteen, sillä myös se vaikuttaa rakennuksen elinkaaren aikaisiin ympäristövaikutuksiin. Materiaalitehokkuuden avulla voidaan säästää ympäristöä varsinaisen uudisrakentamisen lisäksi myös purkuvaiheessa, kun käytetyt materiaalit ovat helposti purettavissa, hyödynnettävissä ja siten vähentävät rakennus- ja purkujätteen määrää. Rahallista säästöä tulee, kun eri materiaalit voidaan jaotella eikä kerry kallista sekajätettä. Sama pätee, joskin hie-man pienemmässä mittakaavassa, myös itse rakentamisvaiheessa syntyvän jätteen hävittämiseen. Rakennusvaiheessa jätteen syntyminen viittaa myös materiaalihävikkiin ja turhaan rahantuhlaukseen, mikäli jäte on muuta kuin pakkausmateriaalia. Rakennusmateriaalien suojaaminen sääolosuhteilta vähentää hävikkiä. (Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma 2013, 5;10; Ympäristöhallinto 2013.)

#### 4.2 Maankäytön suunnittelun ja kaavoituksen vaikutus kestävyteen

Kunnilla on keskeinen rooli yhdyskuntarakentamisen ohjaamisessa kestävä kehityksen mukaiseksi, etenkin ekologisen kestävyuden saavuttamisessa. Maankäytön suunnittelulla ja kaavoituksella luodaan edellytykset esimerkiksi joukkoliikenteen tehokkaalle hyödyntämiselle ja palveluiden saatavuudelle. Kaupunkien maankäytössä on riski ekosysteemipalveluiden heikentämisestä, jolloin erityishuomioita tulisi kiinnittää viheralueiden säilyttämiseen. Viheralueiden laadun ja määrän vaatimukset riippuvat kohteesta. Kaavoituksessa merkitystä on pitkän tähtäimen maankäytön suunnittelulla. Suunnittelun keinoin voidaan arvioida toimenpiteiden vaikutusta ja kehittää keinoja, miten ympäristövaikutukset jäävät mahdollisimman vähäisiksi. (Sipilä 2006, 9; Söderman & Saarela (toim.) 2011, 16-17.)

Maankäyttö- ja rakennuslaki määrää tiettyjä vaatimuksia esimerkiksi yleiskaavalle ja siinä ympäristön huomioon ottamiselle. Lain 39 §:n mukaan yleiskaavaa laadittaessa on muun muassa otettava huomioon ekologinen kestävyys ja ympäristöhaittojen vähentäminen. Tällöin kunta saa vähimmäisvaatimukset kaavatyölleen, mutta saa toki laatia kaavan vähimmäisvaatimuksia kunnianhimoisemmin. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 39 §)

Maankäytön suunnittelu määrää pitkälle myös sen mitkä alueen energiaratkaisut tulevat olemaan. Useimmiten tiivis yhdyskuntarakenne johtaa suoraan kaukolämmön käyttöönottoon, mutta tulevaisuudessa asuntojen energiankulutuksen vähentyessä ei kaukolämpö välttämättä ole enää kannattavaa. Bioenergiaa hyödynnettäessä päätös tulee tehdä hyvin aikaisessa suunnittelun vaiheessa, jotta laitokselle löytyy paikka, joka on sekä järkevällä etäisyydellä asuinalueesta että siten sijoitettu, että se ei aiheuta terveyshaittoja. Suunnittelussa on huomioitava myös maalämmön suosion kasvu ja varauduttava määrittelemään, miten laajalti maalämpöä saa hyödyntää. Myös muut uusiutuvat energiantuotantomuodot vaativat erityishuomiota maankäytön suunnittelussa ja kaavoituksessa. Esimerkiksi aurinkoenergian kohdalla voidaan sille edulliset rinteet kaavoittaa rakennuksille ja jättää aurinkoenergian hyödynnykseen huonommin soveltuvat alu-

et muille käyttötarkoituksille. Tuulienergia vuorostaan vaatii ylemmän tason suunnittelua sen suurten maisema- ja meluvaikutusten vuoksi. (Stafans ym. 2012, 59-62)

Kaavoituksen avulla voidaan asettaa yksityiskohtaisia vaatimuksia myös rakennuksille. Vaatimukset voivat koskea jopa rakennusten pintamateriaaleja. Kaukolämpöverkostojen läheisyyteen rakennetut asuinalueet pääsääntöisesti liitetään verkostoon, mutta tulevaisuuden tarpeisiin varautuen voidaan esimerkiksi kattokulmat määrätä sellaisiksi, että aurinkopaneelit voidaan asentaa niihin jälkikäteen. (Airaksinen ym 2013, 14; Taipale 2012, 165.)

Kaavoituksen ja maankäytön tueksi on kehitteillä työkaluja, joiden avulla voidaan arvioida alueen kestävyyttä. Yksi tällainen työkalu on alueellisen ekotehokkuuden arviointityökalu KEKO, jonka avulla voidaan vertailla eri suunnitelmavaihtoehtoja. Työkalua toteuttavat yhdessä Suomen ympäristökeskus, Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT ja Aalto-yliopisto. (Suomen ympäristökeskus 2013.)

KEKO:ssa alueellinen ekotehokkuus tarkoittaa yhdyskuntarakenteen tai siihen liittyvien muutosten aiheuttamia ympäristövaikutuksia yhdyskunnan toimintojen tai fyysisten tilojen määrään. Arvioinnissa käytetään tekijöinä päästöjä, luonnonvarojen hyödynnystä sekä vaikutuksia, jotka kohdistuvat ekosysteemipalveluiden mahdollisuuksiin toimia. Ekotehokkuutta arvioidaan vain sellaisten asioiden yhteydessä, joihin voidaan suunnittelulla vaikuttaa. (Suomen ympäristökeskus 2013)

#### 4.3 Yhdyskuntarakenteen muokkaaminen kestävämmäksi

Tällä hetkellä pyrkimys on pääosin yhdyskuntarakenteen tiivistämiseen ja tavoitetta voidaan toteuttaa rakentamalla valmiit asuinalueet mahdollisimman täyteen riittävällä tehokkuudella. Mikäli toteutus tapahtuu joutomaiden rakentamisella tai vajaakäyttöisten alueiden tehokkaammalla hyödyntämisellä, voidaan puhua myös täydennysrakentamisesta tai alueiden uusiokäytöstä. Alueen uusiokäytöstä on kyse myös Hämeenlinnan Engelinrannassa, jossa puretaan vanhoja rakennuksia ja rakennetaan uusi asuinalue palveluiden, työpaikkojen ja hyvien joukkoliikenneyhteyksien läheisyyteen. (Lahti & Harmaajärvi 1992,79)

Yhtenä perusteluna tiiviille yhdyskuntarakenteelle on fossiilisten polttoaineiden käytön jatkuminen voimakkaana energiantuotannossa. Tiivis rakenne säästää luonnonvaroja. Tilanne voi kuitenkin tulevaisuudessa muuttua, mikäli, toivottavasti, kehitys johtaa uusiutuviin energianlähteisiin pohjautuvan teknologian käyttöön. Osaltaan tästä syystä yhdyskuntia ja niiden rakenteita pyritään suunnittelemaan pitkäjänteisesti ja asuinalueita rakentamaan vaihteittain. (Lahti & Harmaajärvi 1992, 79)

Yhdyskuntarakenteeseen liittyy tiiviisti kestävä infrastruktuuri. Yhdyskuntarakenteen suunnittelun eli kaavoituksen keinoin pitäisi mahdollistaa infrastruktuurin muodostuminen sellaiseksi, että esimerkiksi biopohjaisilla polttoaineilla tuotetun kaukolämmön hyödyntäminen mahdollistuisi. Tämä



vaatii suunnittelussa maankäytön, liikenteen ja kunnallistekniikan yhdistämisen. (Taipale 2012, 169)

Yhdyskunta- ja aluerakenteen kestävyyttä voidaan arvioida indikaattoreiden avulla. Esimerkiksi METKA (metropolialueen kestävä aluerakenne) -hankkeessa laadittiin aluerakenteen kestävyuden mittaamisen indikaattoreita neljässä eri luokassa: talous, elinkeino ja työvoima, ympäristö, liikenne sekä väestö, asuminen ja palvelut. Näihin luokkiin sisältyi muun muassa seuraavia indikaattoreita: asumisväljyys, palveluiden saavutettavuus, kestävien kulkumuotojen osuus matkoista, rakennetun maa-alan laajeneminen, työpaikkaomavaraisuus ja asukas- ja työpaikkasaavutettavuus. Indikaattoreiden tavoitteena oli kuvata aluerakenteen ominaisuuksia ja arvioida erilaisten aluerakennemallien vaikutuksia kestävä kehityksen eri ulottuvuuksiin. (Metka-hanke 2008, 6,12)

#### 4.4 Rakentamisen ohjaus viranomaistaholla

Viranomaistahon merkitys rakentamisen ohjaamisessa ympäristömyönteisempään suuntaan on merkittävä. Apuna voidaan käyttää erilaisia taloudellisia houkuttimia, rajoituksia ja asukkaiden tietoisuuden lisäämistä. Viranomaisten taholta tuleva ohjaus on monia muita tapoja edullisempi ja tehokkaampi tapa. Maankäyttöä ja rakentamista koskeva lainsäädäntö asettavat rajoituksia esimerkiksi rakennusluvan saamiselle. Usein vaatimukset ovat niin sanotusti toiminnallisia, jolloin ne koskevat esimerkiksi rakenteiden kestoa. (Taipale 2012, 165,166)

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) vaikuttaa rakennusten purkuun siten, että purkulupahakemuksessa tulee muun muassa selvittää edellytykset huolehtia syntyvän rakennusjätteen käsittelystä ja siitä, että käyttökelpoiset rakennusosat käytetään hyväksi. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 139 §)

Euroopan unioni velvoittaa jätedirektiivillään (2008/98/EY) jäsenvaltiot tehostamaan rakennusjätteen kierrätystä ja Suomen tulisi vuonna 2020 saavuttaa 70 painoprosentin kierrätysaste vaarattoman rakennus- ja purkujätteen uudelleenikäytössä ja materiaalihyödyntämisessä. Lisäksi myös rakennusjätteiden määrän seurannan tulee tarkentua. Lisätua tulee myös siitä, jos materiaalien sisältö tulee ilmoittaa tarkasti, jolloin niiden lajittelu hävitysvaiheessa on helpompaa. (Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämisohjelma 2013,4,7,11)

Suomen kansallista jätelainsäädäntöä on uudistettu viime vuosina. Vanha rakennusjätteitä koskeva valtioneuvoston päätös liitettiin osaksi uutta vuonna 2012 voimaantullutta valtioneuvoston asetusta jätteistä. Rakentamista koskien uutta asetuksessa oli, että erilliskerättävien jättejakeiden määrää lisättiin ja betoni-, tiili-, kivennäislaatta-, keramiikka – ja kipsijätteiden, kyllästämättömien puujätteiden, metallijätteiden ja maa-aines-, kiviaines- ja ruoppausjätteiden lisäksi nykyään tulee erilliskerätä lasijätteet, muovijätteet ja paperi- ja kartonkijätteetkin. Lajikkeet tulee kerätä erikseen, vaikka kyse olisi hyvin pienistäkin jättemääristä. (Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämisohjelma 2013, 7)

Rakennusten energiatehokkuuden parantamiseksi on luotu rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (2002/91/EY), joka auttaa rakennusten energiatehokkuuden määrittelemisessä ja parantamisessa. Direktiivi huomioi muun muassa kunkin maan ilmasto-olosuhteet ja sitä sovelletaankin kansallisella tasolla. (Motiva Oy 2013e)

Direktiivin avulla saatiin muodostettua yhtenäistetyt keinot, joilla rakennusten kokonaisenergiatehokkuus saadaan laskettua. Tämän lisäksi direktiivi koostuu kolmesta muusta pääkohdasta, joista ensimmäisen mukaan unionin jäsenvaltioiden tulee laatia vähimmäisvaatimukset uudisrakennusten energiatehokkuudelle. Direktiivi vaatii myös energiatodistusten laatimisen rakennuksille. Lisäksi jäsenvaltioiden tulee aloittaa rakennusten määräaikaistarkastukset rakennusten lämmityskattiloille ja ilmanvaihtojärjestelmille. (Taipale 2012, 171)

Energiatehokkuusdirektiiviä uudistettiin vuonna 2010. Uudistuksen myötä tuli vaatimus kaikkien uusien rakennusten olemisesta vuodesta 2021 lähes nollaenergiarakennuksia. Rakennuksissa käytetyn energia tulee olla tuotettu pääosin uusiutuvalla energialla rakennuksen läheisyydessä tai paikan päällä. Direktiivi vaikuttaa myös rakennusten korjaamiseen. Mikäli rakennuksesta peruskorjataan vähintään neljännes, tulee energiatehokkuutta parantaa. Jäsenvaltioiden velvoitteena on kirjata kannustimia, jolla siirtymistä nollaenergiarakennuksiin tuetaan. (Taipale 2012, 171)

Direktiivin vaatimassa energiatodistuksessa rakennukset lajitellaan luokkiin välillä A-G, joista A on energiatehokkain. Rakennukset on lajiteltu erilaisiin käyttötarkoituksiluokkiin, joille kullekin on laadittu omat luokittelusteikon raja-arvot. Käyttötarkoitukseluokkia ovat rivi- ja ketjutilat, asuinkerrostalot, erilliset pientalot, toimistorakennukset, liikerakennukset, majoitusliikerakennukset, opetusrakennukset ja päiväkodit sekä liikuntahallit ja sairaalat. (Vainio ym. 2012, 32; Ympäristöministeriö 2013c, 8-10.)

Lajittelu tapahtuu tarkastelemalla rakennuksen kokonaisenergiankulutusta ja laskemalla rakennukselle E-luku. Tarkasteluun otetaan mukaan kaikki rakennuksen energiankulutus ilmanvaihtoa ja valaistusta myöten. E-luku saadaan rakennukseen ostettavien energioiden ja energiamuotojen kertomien tulona yksikkönä kWh/m<sup>2</sup>(lämmitetty nettoala) vuodessa. (Motiva Oy. Energiatehokas koti. 2014; Suomen itsenäisyyden juhlarahasto SITRA 2012.)

Rakennuksen energiatodistuksissa kaukolämmölle asetettu kerroin on 0,7, kaukojäähdytyksen 0,4, fossiilisten polttoaineiden 1 ja puun sekä muiden uusiutuvien polttoaineiden 0,5 ja sähkön runsaasti edellisiä suurempi: 1,7. Rakennuksille laadittavan e-luvun avulla tähdätään rakennusten energiatehokkuuden kasvuun ja kokonaisenergiankulutus on siten työväline rakennuksen ympäristövaikutusten ja luonnonvarojen kulutuksen arviointiin. Sähkön korkea kerroin heijastelee pyrkimystä edistää uusiutuvien energialähteiden käyttöä ja laskea sähkön osuutta lämmityksessä. Energiatodistusta käytetään lähinnä rakennusten energiankulutuksen vertailuun ja jos ha-

lutaan tarkempi selvitys rakennuksen energiankäytöstä, laaditaan energiaselvitys. Energiatodistuksen tavoitteena on saada energiatehokkuudesta laatuksena rakennuksen valintaan. Energiaselvitys on pakollinen uusille rakennuksille ja se vaaditaan rakennusluvan mukaan. (Martinkauppi (toim.) 2010, 65; Motiva Oy. Energiatehokas koti. 2014; Suomen itsenäisyyden juhlarahasto SITRA 2012; Ympäristöministeriö 2013c, 4, 9-10.)

#### 4.5 Rakentaminen ja rakennusten ylläpito

Nykyajan rakentamisessa pyritään monipuoliseen rakentamiseen etenkin uudisrakentamisessa. Hankkeet toteutetaan pidemmällä aikajänteellä, jolloin pystytään reagoimaan myös tulevaisuuden trendeihin asuinoloissa. Suunnittelu lähtee liikkeelle tarpeiden määrittelystä. Energiatehokkuus ja eko/materiaalitehokkuus ovat olennaisia asioita rakentamisessa, koska ne vaikuttavat suoraan päästöihin. Edellä mainittuihin asioihin puuttuvat rakennusmääräykset ja muut vaatimukset sekä toisaalta myös ihmisten halu asua ympäristömyönteisemmin. Lisäksi kestävän kehityksen ajatuksen mukaisesti rakentamisessa tulisi ajatella myös tulevaisuuteen eli rakennusten helppoon korjattavuuteen, huollettavuuteen ja yleiseen ylläpitoon. Näillä asioilla vähennetään tulevaisuudessa korjaamisesta syntyvän jätteen määrää. Suunnitelmallinen kiinteistönpito voi vähentää sekä tulevaisuuden investointeja että ympäristöä mikäli esimerkiksi lämmitysjärjestelmä valitaan ympäristöystävällisesti suurista alkuinvestoinneista huolimatta. (Kojo & Lilja 2011, 36; Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämisohjelma 2013, 13; Taipale 2012, 167.)

Rakentaminen on monivaiheinen prosessi, jonka aikana energiaa kuluu muun muassa raaka-aineisiin, rakennusaineiden valmistukseen ja rakennuspaikan valmisteluun. Rakennuksen valmistuttua energiaa kuluu asumiseen, korjaamiseen ja muihin käytön aikaisiin toimiin ja lopulta energiaa vaatii rakennuksen purkaminen ja materiaalien oikeaoppinen hävittäminen. Suurin osa rakennuksen energiankulutuksesta aiheutuu käytöstä. Tämä on 10-20 kertaa rakentamista suurempi energiamäärä, joka riippuu muun muassa rakennustyyppistä ja ylläpidosta. (Erat 1994, 121, 123)

Monipuolisen rakentamisen etuna on mahdollisuus rakennusten käyttötarkoituksen muuttamiseen, jolloin purkamisen sijasta voidaankin joillakin muutoksilla saada rakennus käyttöön toiseen tarkoitukseen. Mikäli on tiedossa, että rakennuksen käyttöikä tulee joka tapauksessa olemaan lyhyt, voidaan tämä huomioida rakentamisessa siten, että purkaminen on helppoa ja rakenteet kierrätettävissä. Useimmiten rakennusten käyttöikä on kuitenkin pitkä, jolloin suunnittelussa ja rakentamisessa tuleekin huomioida rakenteiden kestävyys. Rakennusten käyttöikä pidetään nykyään noin 50 vuotta, mutta ekotehokkuuden nimessä käyttöikä olisi syytä pidentää, jopa kaksinkertaiseksi. (Kojo & Lilja 2011, 36; Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämisohjelma 2013, 13; Vainio ym. 2012, 23.)

Monipuoliseen rakentamiseen yhdistetään usein vaihteleva maisema, jossa rakennuksia voi olla useassa eri tasossa. Tällä tavoin voidaan vähentää sitä, että rakennukset varjostavat toisiaan ja esimerkiksi avata useammalta paikalta näköala vaikka järvelle rantarakentamisessa. Samalla voidaan

asuntotarpeen mukaan optimoida rakennusten kerroskorkeus. Kerroskorkeus vaikuttaa myös rakennusten energiankulutukseen. Toisaalta korkeissa taloissa käytetään tehokkaasti hyödyksi maa-ala, mutta toisaalta rakennusten ollessa yli 4-kerroksisia, tuulisuus alkaa vaikuttaa negatiivisesti niiden energiankulutukseen. (Hakanen 1993, 20)

Asuinalueen ympäristövaikutuksia voidaan, ja tulisikin, arvioida monessa vaiheessa suunnittelun, toteutuksen ja käytön aikana. Arviointia voidaan tehdä erilaisten elinkaarianalyysien avulla, jolloin selvitetään alueen mahdolliset ympäristövaikutukset sen elinkaaren ajalta. (Häkkinen, Saari, Vares, Vesikari & Leinonen 1999, 17; Kojo & Lilja 2011, 40,41; Vainio ym. 2012, 24.)

Esimerkiksi suomalainen elinkaarityökalu PromisE käyttää neljää pääluokkaa, ihmisten terveyttä, luonnonvarojen käyttöä, ekologisia seurauksia ja ympäristöriskien hallintaa, tarkastellakseen rakennuksen ympäristöominaisuuksia. Rakennukselle tai hankkeelle annetaan arvosana, jolla kuvataan ympäristöominaisuuksien laatua. Muita käytettyjä elinkaarianalyysityökaluja ovat muun muassa BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) ja LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). (Kojo & Lilja 2011, 40,41; Vainio ym. 2012, 24.)

BREEAM on kestävän rakentamisen sertifiointijärjestelmä, joka arvioi muun muassa rakennuksen rakentamista ja käyttöä. Vertailuperusteet sisältävät laajan valikoiman kategorioita ja kriteereitä ja käsittävät muun muassa energiankäytön, saastumisen, materiaalit ja hoitomenetelmät. Nykyisellään kolme neljäsosaa kestävän rakentamisen sertifikaateista on BREEAM-sertifikaatteja. (BRE Global 2010-2013)

LEED on kiinteistöjen sertifiointijärjestelmä, joka sopii kaikenlaisille rakennuksille kodeista sairaaloihin ja kokonaisesti naapurustoihin. Järjestelmän on kehittänyt U.S. Green Building Council. Eri rakennustyypeille on omat luokitusjärjestelmänsä. Rakennuksen tulee omassa luokassaan täyttää tietyt kategorioiden ennakko vaatimukset ja ansaita tämän jälkeen krediittejä, joiden perusteella määritellään LEED -sertifikaatin taso. Kategorioita ovat muun muassa veden käyttö ja jätteen määrän vähentäminen materiaaleissa. (U.S. Green Building Council 2014)

Rakennusala tarvitsee mittareita, joiden avulla arvioida kestävyyttä myös itse. Sustainable Building Alliansella on tähän tarkoitukseen kuusi indikaattoria: kasvihuonekaasupäästöt, energia, vesi, jätteet, lämpötilan miellyttävyys ja sisäilman laatu. Kasvihuonekaasupäästöjä käsitellään CO<sub>2</sub>-ekvivalenteina, energiaa primäärienergiana kWh:na, vettä kuutiometreinä ja jätteitä lajiteltuina neljään eri kategoriaan (ongelmajäte, tavanomainen jäte, reagoimaton jäte ja ydinjäte, kaikissa yksikkönä tonni). Lämpötilan miellyttävyys on prosenttiosuutena tilassa vietetystä ajasta, jolloin lämpötila ylittää tietyn arvon ja sisäilman laatu huomioi hiilidioksidipitoisuuden (ppm) ja formaldehydin (µg/m<sup>3</sup>). Sustainable Building Alliance on yhteistyöjärjestö, jonka tarkoituksena on nopeuttaa kestävien rakennuskäytäntö-

jen käyttöönottoa. (Sustainable Building Alliance 2009, 33-34; Taipale 2012, 170.)

Rakentamisessa tulisi huomioida myös kestävyuden sosiaalinen ulottuvuus. Itse rakentamisvaiheessa tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että työmaalla työskentelevien vakuutukset ovat kunnossa. Sosiaalinen ulottuvuus vaikuttaa lähes kaikkiin rakennustyön vaiheisiin aina rakennuspaikan valinnasta itse rakennustöihin ja rakentajien hankintaan. Sosiaalinen kestävyys asuinalueiden kohdalla on muuttuvampi tila kuin mitä se on esimerkiksi ekologisen kestävyuden kohdalla. Sosiaalinen kestävyys nähdään enemmänkin prosessina ja toteutuessaan se lisää asuinalueen arvoa. (Taipale 2012, 165-166; Vainio ym. 2012, 40.)

#### 4.6 Asuinrakennuksien tyypit ympäristövaikutusten mukaan

Rakennukselle hyvä tavoite on pyrkiä nolnaan. Tämä tarkoittaa energian nettokulutusta, jätemäärää ja hiilitasetta. Lainsäädännön keinoin ohjataan tehokkaasti rakennusten energiankulutusta, mutta merkittävä vaikutus on myös asukkaiden sitoutumisella vähäpäästöiseen elämäntapaan. Lainsäädäntö ohjaa siihen, mitkä vähimmäistavoitteet rakennuksen ominaisuuksille on oltava, mutta tiukemminkin tavoitteilla voidaan rakentaa. Tällä hetkellä rakennukset jaetaan kolmeen luokkaan niiden energiankulutusominaisuuksiensa perusteella: matalaenergiataloihin, passiivitaloihin sekä nol- ja plusenergiataloihin. (Taipale 2012, 166)

##### 4.6.1 Matalaenergiatalo

Matalaenergiatalon määritellään yleensä olevan talo, jonka lämmitysenergian tarve on puolet siitä mikä rakentamismääräykset täyttävällä talolla. Vuonna 2010 rakentamismääräykset kuitenkin tiukentuivat ja määritelmä muuttui siten, että nykyään suunnitellussa matalaenergiarakennusta laskennalliset lämpöhäviöt saavat olla enintään 85 prosenttia rakennukselle määritellystä vertailulämpöhäviöstä. Edellinen lasketaan käyttäen lämmönläpäisykertoimenä ulkoseinille arvoa 0,17 W/m<sup>2</sup>K lämpimissä tiloissa ja 0,26 W/m<sup>2</sup>K puolilämpimissä tiloissa. Lämmitysenergian kulutuksen tulee olla Etelä-Suomessa alle 60 kWh/brm<sup>2</sup> vuodessa ja Pohjois-Suomessa alle 90 kWh/brm<sup>2</sup>. (Motiva Oy 2008, 13; Motiva Oy 2013f; Suomen RakMK 2008, 5.)

##### 4.6.2 Passiivitalo

Passiivitaloksi voidaan kutsua taloa, joka ei vaadi lämmitysjärjestelmää vaan talo lämpenee sähkölaitteiden, auringon ja ihmisten tuottamalla lämmöllä. Myöskään jäähdytysenergiaa ei tarvita. Vaikka ilman lämmitysjärjestelmää periaatteessa pärjättäisiinkin, tarvitaan taloihin kosteusongelmien välttämiseksi kosteustilojen lämmitystä ja kylmimpään aikaan tuulilman lämmitystä. (Motiva Oy 2008, 13; Motiva Oy 2013f.)

Suomen olosuhteissa lämmitys- ja jäähdytysenergian kulutus passiivitalossa on sijainnista riippuen vuosittain 20-30 kWh/m<sup>2</sup> ja kokonaisenergian-

tarve näin ollen arviolta 40-60 kWh/m<sup>2</sup>. Primäärienergian tarve on noin 130-140 kWh/m<sup>2</sup>. Passiivitalon ulkovaipan ilmapuotoluvun tulee olla  $n_{50} < 0,6 \text{ dm}^3/\text{h}$ . (Lahti, Nieminen & Virtanen 2008, 52; Teknologiateollisuus 2010.)

#### 4.6.3 Nolla- ja plusenergiatalo

Nollaenergiatalolla tarkoitetaan taloa, joka tuottaa uusiutuvaa energiaa vähintään yhtä paljon kuin mitä se kuluttaa uusiutumattomilla energian lähteillä tuotettua energiaa. Nollaenergiatalon rakennusratkaisut ovat pitkälle samoja kuin passiivitalossa. Plusenergiatalo puolestaan tuottaa energiaa enemmän kuin kuluttaa. (Lahti, Nieminen & Virtanen 2008, 52; Motiva 2013f.)

#### 4.6.4 Hiilivapaa ja ”irtiverkosta”- talo

Edellä mainittujen talomuotojen lisäksi voidaan puhua hiilivapaasta talosta ja niin sanotusta irtiverkosta-talosta. Hiilivapaa talo ei tuota hiilidioksidipäästöjä. Rakennus hyödyntää uusiutuvia energianlähteitä. Mikäli käsitettä halutaan soveltaa laajemmalle, voidaan hiilivapaalla talolla tarkoittaa rakennusta, joka on rakennettu ilman, että hiilidioksidipäästöjä on aiheutettu. (Suomen Arkkitehtiliitto SAFA n.d.)

”Irtiverkosta”-talo on rakennus, joka tuottaa itse sähkön ja lämmön eikä ole liittynyt viemäri- ja vesiverkostoihin. Rakennus on omavarainen. (Suomen Arkkitehtiliitto SAFA n.d.)

#### 4.7 Talotekniikka ja sen vaikutus asumiseen sekä rakennusten energiankulutukseen

Talotekniikan merkitys korostuu nykyään kiristyvien rakennusvaatimusten takia etenkin hyvän sisäilman mahdollistajana. Huolimatta energiatehokkuudelle asetetuista vaatimuksista, talotekniset järjestelmät (lämmitys, valaistus, ilmanvaihto ja jäähdytysjärjestelmät) tulee järjestää niin, että samalla toteutuvat myös hyvän sisäilman vaatimukset. (Suomen RakMK 2008,7; Teknologiateollisuus 2010.)

Talotekniikalla on vaikutusta asunnon energiankulutukseen. Kuitenkaan se ei ole ensisijainen energiankulutuksen vähennyskeino. Vähentäminen lähtee liikkeelle asunnon suunnittelusta siten, että rakenteellisin keinoin saadaan vähennettyä energiankulutus mahdollisimman alhaiselle tasolle. Tämän jälkeen pyritään siihen, että talotekniikka tukee ympäristöystävällisyyttä esimerkiksi siten, että ilmastointilaitteet ovat mahdollisimman matalakulutuksellisia. Ilmastointilaitteiden käyttö tulee tulevaisuudessa ilmastomuutoksen myötä yhä lisääntymään. Koska tätä ei voitane talojen rakenteellisten keinojen myötä täysin poistamaan, on tärkeää, että myös laitteet valitaan niin, että niiden hyötysuhteet ovat mahdollisimman hyvät. (Taipale 2012, 169)

Talotekniikkaan liittyen eniten energiaa säästyy järjestelmien automatisoinnilla. Samalla parannetaan asuinolosuhteita lämpötilojen tasaisuuden

ja sisäilman laadun paranemisen avulla. suurimmat hyödyt saadaan lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien automatisoinnista niiden suuren energiankulutuksen ja monimutkaisen tekniikan takia. Automatiikasta on hyötyä myös kiinteistöjen ilmanvaihtokoneiden, lämmönsiirtolaitteiden ja lämpöpumppujen käytössä. Taloautomaatiota voidaan seurata etänä, jolloin talotekniset palvelut voidaan hankkia palveluita tarjoavilta yrityksiltä eikä käyttöosaaminen jää taloyhtiöiden tai kiinteistöhuoltoyritysten vastuulle. (Lehtonen 2014, 24-26)

Periaatteessa hyvin suunnitellun talon energiankulutus on niin pieni, että lämpöä tarvitaan vain talvisin lämmitykseen ja yleensä käyttöveden lämmitykseen. Lämmitysjärjestelmän yksinkertaisuutta kannattanee aina tavoitella. Järjestelmän olisi hyvä olla pitkäikäinen ja yksinkertainen rakenne turvaa huollon onnistumisen ja varaosien saannin myös myöhemmin. (Häkkinen, Saari, Vares, Vesikari & Leinonen 1999, 45)

Vedenkulutuksen vähentämisen kannalta huoneistokohtainen vesimittari on käytännössä välttämättömyys. Vesimaksun tulisi perustua kulutukseen. Vesi- ja viemärijärjestelmät tulisi suunnitella helposti korjattaviksi ja hyljaisiksi. Vesiputkien lämpöeristys ja vesivuodot havaitseva turvajärjestelmä ovat myös oleellisia asioita. (Häkkinen, Saari, Vares, Vesikari & Leinonen 1999, 49-50)

Se, miten rakennuksissa järjestetään lämmönjakotapa, riippuu niiden taloteknisistä ratkaisuista. Vesikeskuslämmityksen etuna on mahdollisuus moneen eri energialähteeseen tai niiden rinnakkaiskäyttöön. Myös ilmakiertoisissa järjestelmissä on mahdollisuuksia energialähteen valintaan. (Motiva Oy 2011b; Motiva Oy 2011c.)

Vesikeskuslämmitys voidaan toteuttaa joko pattereilla, lattialämmityksenä tai kummallakin. Vesikiertoinen lattialämmitys on lämmönjakotavoista yleisin uusissa pientaloissa. Se soveltuu useimpiin lattiamateriaaleihin ja sitä voidaan käyttää kaikissa huonetiloissa. Lämpötilaa voidaan säätää pattereiden termostaateilla tai lattialämmityksen kohdalla huonekohtaisilla termostaateilla, jolloin lämmitys ei ole turhaan päällä silloin, kun lämpöä saadaan esimerkiksi takasta. Nykyään putket asennetaan siten, että ne eivät ole näkyvillä. (Motiva Oy 2011b)

Matalaenergiataloihin ja passiivitaloihin soveltuisi hyvin myös ilmakiertoiset lämmönjakojärjestelmät. Talojen hyvän eristyksen ansiosta vedon tunnetta ei synny, vaikka pattereita ei rakennuksissa olekaan. (Motiva Oy 2011c)

Ilmakiertoiseen lämmönjakoon voi yhdistää ilmanvaihdon. Tällöin ilmanvaihdon tarve määrittää tuloilmavirran ja ilma lämmitetään ilmanvaihtokoneessa ennen huonetiloihin puhallusta. Huonetermostaatti ohjaa päälaitteen sähkövastusta. Järjestelmässä tilat, joista ilmaa poistetaan, vaativat erillisen lämmityksen esimerkiksi lattialämmityskaapeleilla. (Motiva Oy 2011c)

Ilmakiertoinen lattialämmitys voidaan järjestää sähkön lisäksi myös muilla energialähteillä kuten maalämmöllä. Järjestelmässä putkiston ilma ei ole kosketuksissa huoneilmaan vaan ilmanavisto ja lämpöä tuottava laitteisto asennetaan lattialaattaan. Myös perinteisessä ilmalämmityksessä energialähde on valittavissa, sillä ilma voidaan lämmittää joko sähkövastuksella tai vesipatterilla. (Motiva Oy 2011c)

Koneellinen ilmanvaihto lämmön talteenotolla on nykyään lähes kaikissa uusissa omakotitaloissa. Järjestelmä on yleinen myös muissa rakennuksissa. Vaatimuksena uusissa taloissa on, että 30 prosenttia ilmanvaihdon kuluttamasta energiasta on saatavissa talteen, mikä on perusteltua, sillä jopa kolmannes rakennuksen lämmitysenergiasta voi poistua ilmanvaihdon kautta. (Energiateollisuus. Energia ja ympäristö. n.d.)

Säädöillä on suuri merkitys ilmanvaihtolaitteiston sähkönkulutukseen. Mahdollisuutena on esimerkiksi ilmanvaihdon pienentäminen aikoina, jolloin rakennuksessa ei oleskella. Säätojen tulee muutenkin olla suositusten mukaiset, jotta turhalta lämpöhukalta vältytään. (Energiateollisuus. Energia ja ympäristö. n.d.)

Laitteistoissa on usein myös imuilman esilämmitys, jolloin sisäilman lämpötilan pysyminen miellyttävänä ei ole pelkästään lämmön talteenoton varassa. Esilämmitys voidaan hoitaa liittämällä ilmanvaihtokone talon muuhun lämmitysjärjestelmään. Järjestelmässä tuloilma kulkee suodattimen kautta, jolloin sisäilma paranee, kun esimerkiksi siitepöly saadaan poistettua ilmasta. (Energiateollisuus. Energia ja ympäristö. n.d.)

Lämmön talteenotto on mahdollista yhdistää myös jätevesijärjestelmään. Osa kotitalouslaitteista lämmittää tarvitsemansa veden, mikä korottaa lämpimän veden osuutta jätevedestä. Lämpöä voidaan ottaa talteen joko kiinteistökohtaisesti tai keskitetysti. Ensimmäisessä jäteveden sisältämällä lämmöllä voidaan suoraan lämmittää käyttövettä. Tällöin lämpimät ja kylmät jätevedet erotetaan toisistaan aina lämmönsiirtimelle asti. Lämmön talteenotolla jätevedestä voidaan saada jopa 30 prosenttia käyttöveden lämmitysenergiasta. (Rajala ym. 2010, 45)

Kiinteistökohtaisella lämmön talteenotolla on ongelmana jäteveden muodostumisen epätasaisuus ja siten lämmönvarastointitarve. Keskitetyssä ratkaisussa jätevesivirtaama on tasaisempi ja siten lämmön talteenotto helpompaa. Lämpöä voidaan ottaa talteen myös puhdistetusta jätevedestä. Kuitenkaan suora hyödynnys ei onnistu, jolloin veden lämpötilaa tulee nostaa muilla keinoilla. (Rajala ym. 2010, 45-46)

Rakennuksissa kuluu paljon energiaa myös valaistukseen. Valaistuksen energiankulutusta voidaan vähentää siirtymällä vähän energiaa kuluttaviin lampuihin kuten LED-valoihin. Myös liiketunnistimella toimiva valaistus säästää energiaa. (Rajala ym. 2010, 48)



#### 4.7.1 Vesihuollon toteutus asuinrakennuksissa

Jätevesien käsittely toteutetaan keskitetysti alueilla, jotka kuuluvat vesihuoltolaitoksen toiminta-alueeseen. Näillä alueilla sijaitsevilla rakennuksilla on velvollisuus ja oikeus liittyä vesihuoltolaitoksen ylläpitämään viemäriverkostoon. Yhdyskuntajätevesidirektiivi määrittelee puhdistamoiden vaatimukset puhdistuksen ja käytön suhteen. Lisäksi ympäristölupaan voidaan kirjata direktiiviä tiukempia määräyksiä. (Säylä & Vilpas 2012, 8)

Haja-asutusalueellakin asuvat ovat velvoitettuja huolehtimaan jätevedenpuhdistuksesta. Jätevedenkäsittelyä koskevia kohtia on monessa eri laissa ja esimerkiksi ympäristönsuojelulaki määrää siitä millainen jätevesienkäsittelyjärjestelmän tulee olla ja valtioneuvoston asetuksessa talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla on tarkemmat tiedot muun muassa jäteveden vähimmäispuhdistustasosta. (Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 209/2011; Ympäristönsuojelulaki 86/2000, 27 b & c §.)

Asumisessa veden säästäminen on kiinni toisaalta käyttötottumuksista ja toisaalta vesikalusteista. Helpointa on tarttua vesikalusteiden kulutukseen ja valita pesukoneet ja muut kodinkoneet niiden vedenkulutuksen mukaan ja tämän jälkeen pyrkiä asukkaiden käyttötottumusten muuttamiseen vähemmän vettä käyttäväksi. Tätä voidaan toteuttaa joko valistuksen keinoin ja muuttamalla vesimaksu kulutuksen mukaiseksi. Tulevaisuudessa olisi ehkä myös hyvä, jos vesimittari olisi nähtävillä, jolloin veden kulutuksen ajanmukainen seuranta ja määrien ymmärtäminen helpottuisi.

#### 4.8 Liikenteen muuttaminen kestävämmäksi

Liikenne saastuttaa ja etenkin yksityisautoilla tehtävien matkojen tulisi vähentyä. Yleisenä tavoitteena kestävään kehitykseen siirryttäessä olisi siirtyminen joko julkisen liikenteen käyttöön tai mahdollisuuksien mukaan kevyeen liikenteeseen. Yksi keino tähän on asuinalueiden sijoittuminen palveluiden ja työpaikkojen läheisyyteen. Myös julkisen liikenteen yhteyksien tulisi sijaita lähellä asuinalueita, jolloin kynnys niiden käyttöön olisi alhainen.

Julkisen liikenteen käyttöön liittyy lähes aina jonkinasteisia odotustilanteita, joita helpottamaan olisi hyvä laatia esimerkiksi katettuja pysäkkejä. Kyse on matkustajien kannalta mukavuusnäkökannasta, jolla on vaikutusta asenteisiin liittyen julkisen liikenteen käyttöön. Kevyen liikenteen kohdalla vastaavaa merkitystä on esimerkiksi polkupyörien sääsuojuilla, joissa pyöriä on turvallista säilyttää. (Erat 1994, 88-89; Liikennealan ympäristöstrategia –työryhmä 2013, 6.)

Odotustilanteiden vähentämiseksi voidaan matkustajille tarjota ajantasaisia tietoja vaikka bussien saapumisajoista pysäkeille. Esimerkiksi Tampereella on käytössä tällainen järjestelmä, jossa pysäkkiajajat voi joko tarkistaa Internetistä löytyvästä Lissu Liikenteenseuranta -palvelusta tai keskustalueella olevista aikataulunäyttöistä. (Nystedt, Sepponen & Virtanen 2012, 15; Tampereen joukkoliikenne 2013.)

Uudet autot ovat vähäpäästöisempiä kuin vanhat, joten uuden autoteknologian suosiminen on kannattavaa. Taloyhtiöt voisivat esimerkiksi tarjota sähköautoille latauspaikkoja ja siten mahdollistaa paremmin niiden käytämisen. Nykyään on olemassa myös aurinkosähkövoimalalla varustettuja autokatoksia, jotka voivat toimia suoraan sähköautojen latauspaikkana. Yksityisautoilua voitaisiin vähentää sijoittamalla lataus- ja pysäköintipaikat kauemmaksi asunnoista ja vähentämällä niiden lukumäärää. Liikenteen energiankulutuksen vähentäminen vaatii lisäksi taloudellisia ohjauskeinoja. (Alanen ym. 2010, 42; Erat 1994, 88-89; Liikennealan ympäristöstrategia –työryhmä 2013, 6.)

Liikenne vaikuttaa elämisen laatuun erityisesti kaupunkiympäristössä. Pienhiukkasilla on merkittäviä terveysvaikutuksia. Niiden lisäksi myös liikennemelu on merkittävä terveyttä ja ympäristöä kuormittava tekijä. Liikenteen ympäristöstrategia listaa melun vähentämisen keinoiksi muun muassa ajonopeuksiin ja liikennesuoritteisiin vaikuttamisen ja hiljaiset päällysteet. Asuinalueet tulisi suunnitella siten, että meluntorjunta otetaan alusta alkaen huomioon. (Lahti, Nieminen & Virtanen 2008, 33; Liikennealan ympäristöstrategia –työryhmä 2013, 7.)

#### 4.9 Jätehuollon tavoitteet ja niiden toteutuminen sekä valtakunnallinen jätesuunnitelma

Tavoitteena jätehuollossa on aina jätteen määrän vähentäminen. Kuitenkin sen konkretisoituminen asuinalueilla on asukkaista itsestään kiinni. Tätä voidaan kuitenkin edistää monipuolisilla kierrätysmahdollisuuksilla, jolloin kynnys jätteiden lajitteluun vähenee. Jätteen syntypaikkalajittelu on aina edullisinta ja paras tapa varmistaa lajittelun onnistuminen.

Rakentamisessa rakentajalla on vastuu jätehuollon onnistumisesta. Pakkausmateriaaleista syntyy aina jätettä, mutta esimerkiksi kirkas pakkausmuovi on nykyisellään mahdollista toimittaa hyödynnettäväksi. Jätehuolto rakentamisessa liittyy pitkälti myös materiaalitehokkuuteen, jolloin pyritään ensisijaisesti jätteen määrän vähentämiseen. Tämä on myös kustannustehokkain vaihtoehto, kun hävikkiä ei synny.

Kaikkien jätelajikkeiden hyödynnys ei ole vielä kovin pitkällä. Erilaiset metallijätteet ovat helpoiten hyödynnettävissä, mutta esimerkiksi huonolaatuisen puujätteen hyödynnys kaipaa parannusta. Purkubetoni menee useimmiten maanrakentamiseen tai uuden betonin runkoaineeksi. Siinä missä Euroopan unionin alueella rakennus- ja purkujätteen kierrätysaste on noin 47 prosenttia jää luku Suomessa vain arvioituun 26 prosenttiin. Tilastoissa on erilaisten mittaus- ym. käytäntöjen takia kuitenkin epätarkkuuksia, mutta voidaan kuitenkin sanoa, että Suomi on materiaalien kierrätyksessä muita maita jäljessä. Muun muassa materiaalien kierrätystä pyritään edistämään Suomen valtakunnallisella jätesuunnitelmalla. (Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma 2013, 6)

#### 4.9.1 Valtakunnallinen jätesuunnitelma

Suomen valtioneuvosto hyväksyi vuonna 2008 valtakunnallisen jätesuunnitelman, joka ulottuu vuoteen 2016. Suunnitelma sisältää kahdeksan pääryhmää, joiden alle on ryhmitelty ohjauskeinoja suunnitelman tavoitteiden toteuttamiseksi. Pääryhmiä ovat jätteiden synnyn ehkäisy materiaalitehokkuutta parantamalla, kierrätyksen tehostaminen, vaarallisten aineiden hallinnan edistäminen jätenäkökulmasta, jätehuollon haitallisten ilmastovaiikutusten vähentäminen, jätehuollon terveys- ja ympäristöhaittojen vähentäminen, jätehuollon organisoinnin kehittäminen ja selkeyttäminen, jätealan osaamisen kehittäminen ja jätteiden kansainvälisten siirtojen tekeminen hallitusti ja turvallisesti. (Ympäristöministeriö 2008,3,7-9)

Kaupunkirakentamiseen ja -asumiseen vaikuttavia valtakunnallisen jätesuunnitelman tavoitteita ovat yhdyskuntajätteen määrän vakiinnuttaminen noin 2,3-2,5 miljoonaa tonniin vuodessa. Tämän jälkeen pyritään kääntämään jätemäärä laskuun vuoteen 2016 mennessä. Yhdyskuntajätteistä materiaalina pyritään kierrättämään puolet ja hyödyntämään energiana 30 prosenttia vuonna 2016, jolloin kaatopaikkajätteen osuus jäisi korkeintaan 20 prosenttiin. Lisäksi tavoitteisiin on kirjattu Euroopan unionin jätedirektiivin tavoite rakentamisen jätteen hyödyntämisestä. Vuonna 2016 on tavoitteena korvata teollisuuden ja kaivannaistuotannon jätteillä viiden prosentin osuus luonnonsorasta ja kalliomurskeesta maanrakentamisessa. Näiden ohella tavoitteeksi on asetettu, että vuonna 2016 kaikki syntyvät yhdyskuntalietteet hyödynnetään joko maanparannuskäytössä tai energiana. (Ympäristöministeriö 2008, 9-10)

#### 4.10 Asuinalueiden hulevesihallinta ja vaikutus pienilmastoon

Rakennetussa ympäristössä hulevesihallinta on tärkeä ympäristövaikutustekijä. Ilman kunnollista hulevesihallintaa tulvariski lisääntyy ja läheisten rakennusten kunto ja vesistöjen laatu saattavat kärsiä. Hulevedet sisältävät ympäristölle haitallisia aineita, joiden pääsy vesistöihin tulisi estää.

Tavoitteena hulevesihallinnassa on aina saavuttaa mahdollisimman luonnonmukainen hulevesien käsittely niin, että samalla ehkäistään taajamatulvia. Hulevesien hallintaan liittyy erilaisia periaatteita, joista yleisimmät ovat hulevesien muodostumisen estäminen ja niiden määrän vähentäminen, hulevesien johtaminen suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä hidastus- ja viivytyalueille ja johtaminen purkuvesiin tai pois alueelta. (Lahti 1997, 71-72; Suomen Kuntaliitto 2012, 19-21.)

Hallinnan tavoitteena on hydrologisen kierron ennallistaminen rakentamisen jälkeen ja tämä saadaan parhaiten aikaan ehkäisemällä hulevesien syntymistä. Hulevesien käsittely voidaan suorittaa niiden syntyvän mukaan. Katoilta tuleva puhdas vesi on useimmiten imeytettävissä, mutta esimerkiksi pysäköintialueiden hulevedet voivat vaatia käsittelyn. Tästä syystä olisikin pyrittävä siihen, että hulevedet pysyisivät puhtaina. (Lahti 1997, 71-72; Suomen Kuntaliitto 2012, 19-21.)

Paras tapa hulevesien hallintaan olisi niiden kerääminen ja johtaminen avoimeen kuivatusjärjestelmään, johon kuuluisi painanteita, avo-ojia, rumpuja ja viemäriosuuksia riippuen tarpeesta. Kuitenkin avoimet kuivatusjärjestelmät ovat vaikeita toteutettavia tiiviisti rakennetuilla alueilla. Muita mahdollisuuksia ovat esimerkiksi viherkattojen sekä puistojen ja muiden viheristutusalueiden rakentaminen vesien imeyttämiseksi eli niin sanonut Low Impact Development (LID)-ratkaisut. LID -ratkaisuissa tavoitteena on ylläpitää tai palauttaa ennen rakentamista vallinnut hydrologinen järjestelmä hallitsemalla hulevesiä lähtöpaikalla käyttämällä koko alueelle jaettuja pieniä hallintakeinoja. (Eero Paloheimo Ecocity Ltd, arkkitehtuuritoimisto B&M Oy & Pacsdata Oy 2009; Lahti 1997, 71-72; Suomen Kuntaliitto 2012, 19-21; United States Environmental Protection Agency 2000, 1.)

Vesihuoltolaitoksilla on vesihuoltolain perusteella toiminta-alueellaan velvollisuus huolehtia hulevesien poisjohtamisesta. Kiinteistöjen on ilman ympäristöviranomaisen vapautusta liityttävä hulevesiverkostoon. Yksi peruste vapautukselle on, jos kiinteistö pystyy hoitamaan kiinteistön perustusten kuivatusveden ja huleveden hallinnan asianmukaisesti. (Vesihuoltolaki 2001/119, 10-11§; Vesilaitosyhdistys n.d.)

Pienilmastoon voidaan vaikuttaa eniten paikan valinnalla, mutta myös rakennuksen ja ympäristön suunnittelulla. Pienilmastoon vaikuttavat yhdessä tai erikseen tuulisuus, aurinkoisuus, lämpötila ja kosteus. (Erat 1994, 132; Hakanen 1993, 19.)

Tuulisuus nähdään useimmiten negatiivisena asiana. Oleskelutilat pyritään suunnittelemaan hyvin tuulelta suojatuiksi. Lisäksi tuulisuus vaikuttaa myös rakennuksiin. Tuulella on viilentävä vaikutus ja mikäli taloa ei ole suunniteltu ja rakennettu tarpeeksi tiiviiksi, voi sisätiloihin syntyä vetoa ja lämpöhäviöitä. Samoin tuulisuus vaikuttaa siihen, miten sade osuu rakennuksiin. Suunnittelun keinon voidaan vähentää kosteudelle herkkien rakenteiden altistumista sateelle ja jäätymiselle. (Erat 1994, 133)

Tuulisuudessa voi olla paikallisia eroja, mutta pääsääntöisesti on olemassa tiettyjä suuntia, joista yleensä tuulee. Nämä suunnat tulisi selvittää etenkin kylmien vuodenaikojen ajoilta, jolloin voidaan rakentamisen keinoin vaikuttaa rakennuksen energiankulutukseen. Kylmimmät tuulet myös yleensä tuulevat pohjoisesta ja koillisesta. Tuulensuojauksessa voidaan hyödyntää luonnollisia maaston tai kasvillisuuden luomia tuulensuoja-alueita. Tuulensuojia voidaan lisäksi rakentaa joko kasvillisuuden tai kiinteiden rakenteiden avulla. Rakennuksen suuntaaminen ja muotoilu ovat myös keinoja vähentää tuulisuutta ja tähän tarkoitukseen voidaan käyttää myös muita rakennuksia, jolloin alue voidaan suunnitella siten, että rakennukset tarjoavat toisilleen suojaa. (Erat 1994, 133; Hakanen 1993, 20.)

Metsät ja puuvyöhykkeet olisivat tehokkaita tuulen hidastajia, mutta ovat hankalia toteuttaa kaupunkiympäristössä. Vaihtoehtoisesti pensasistutukset ovat yksi ratkaisu, sillä ne myös läpäisevät tuulta, jolloin sen vauhti hidastuu, mutta ei kokonaan esty, jolloin ehkäistään pyörteiden ja painerojen muodostumista. (Erat 1994, 133)

Parhaita rakennuspaikkoja ovat alueet, jotka ovat luonnollisesti tuulen-suojassa ja vastaanottavat paljon auringon säteilyä. Sen lisäksi, että näillä paikoilla on hyvät mahdollisuudet aurinkoenergian hyödyntämiseen, ovat ne myös miellyttäviä asua. Eteläiset rinteet, jotka sijaitsevat mäen tuulen-suojapuolella olisivat näitä edullisia rakennuspaikkoja. (Erat 1994, 134,136; Hakanen 1993, 19.)

Usein edullisesta rakennuspaikasta huolimatta rakennuksia kuitenkin varjostavat muun muassa toiset rakennukset ja puut. Tämä korostuu etenkin aikoina, jolloin aurinko paistaa matalalta. Jotta aurinkoenergiaa voitaisiin hyödyntää optimaalisesti, tulisi jo suunnitteluvaiheessa huomioida, miten rakennukset asettuvat suhteessa toisiinsa ja miten pystytään parhaiten välttämään varjostukset. (Erat 1994, 134, 136)

## 5 ENERGIATUOTANNON MAHDOLLISUUDET

Kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti tulisi pyrkiä eroon fossiilisten polttoaineiden käytöstä ja siirtyä uusiutuviin energialähteisiin. Vaihtoehtoja on useita, mutta niiden käyttö riippuu kohteesta ja vaadittavasta energiamäärästä.

Lämmitysjärjestelmää valitessa tulee ajatella pitkäjänteisesti. Energian hinnat tuskin pysyvät vuosikymmeniä, tai edes vuosia, samana ja järjestelmien muunneltavuus olisi yksi tapa varautua hintamuutoksiin. Tavoitteena toki on, että rakennus olisi lähtökohtaisesti aina mahdollisimman vähän energiaa kuluttava. Tällöin lämmitysmuodon valinta ei muodostu kaikkein tärkeimmäksi asiaksi.

### 5.1.1 Tuulivoima

Tuulivoima on kestävän kehityksen kannalta kannattava energianlähde. Siitä ei synny päästöjä eikä se vaadi polttoainetta. Suurimmat hiilidioksidipäästöt eivät tule niinkään voimalan käytön aikana vaan rakentamisesta, kasaamisesta, kuljettamisesta ja huollosta ja ovat sellaisenaankin vain noin 10 g/kWh. Tuulivoiman tuotanto soveltuu hyvin alueille, joissa ei ole läheistä asutusta. Esimerkiksi teollisuuskäytössä olevilla alueilla melu, varjostus ja esteettiset haitat eivät niin korostu. Asuinalueita mietittäessä on vaikea kuvitella, että Suomessa naapurusto tai isomman asuinalueen asukkaat yhdessä rakennuttaisivat tuulivoimalan aiemmin mainituista syistä. Näin ollen vaihtoehdoksi jääkin uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön ostaminen. (Berninger 2012, 58; Suomen Tuulivoimayhdistys ry. n.d.; VTT. n.d.)

Yksittäisillä kuluttajilla, taloyhtiöillä ja muilla toimijoilla on EKOenergia -merkin avulla mahdollisuus valita uusiutuvilla energialähteillä tuotettua sähköä, joka täyttää EKOenergia -verkoston sähkölle asettamat kestävyyskriteerit. Tässäkin asiassa kulutus vaikuttaa kehitykseen, sillä kysynnän kasvaessa käyttäjät myös vaikuttavat uusiutuvan energian käyttöön. EKOenergia -merkki on Suomen luonnonsuojeluliiton luoma ja se on ai-

noa sähkön yleiseurooppalainen ympäristömerkki. Tuulivoiman kohdalla EKOenergia -merkin saaminen edellyttää, että voimala ei sijaitse luonnonsuojelualueella, valtakunnallisesti ja maakunnallisesti arvokkaalla maisema-alueella tai kulttuuriperintöalueella eikä myöskään kansainvälisesti ja valtakunnallisesti arvokkaalla lintualueella. Tuulivoiman lisäksi EKOenergia -merkki voidaan myöntää energialle, jonka lähteenä on aurinko-, vesivoima-, valtameri- ja merivesienergia, geoterminen energia, bioenergia, kaatopaikkakaasut ja jätevesilaitosten kaasu edellyttäen, että ne täyttävät kullekin energiantuotantomuodolle asetetut vaatimukset. (Berninger 2012, 55; EKOenergia-verkosto, co. Suomen luonnonsuojeluliitto. n.d.; EKOenergia-verkosto, co. Suomen luonnonsuojeluliitto. n.d.b.; Suomen Tuulivoimayhdistys ry. n.d.)

Tuulivoimaa on mahdollista hyödyntää kiinteistökohtaisestikin ja pienemmissä kohteissa. Voimalat ovat teolliseen tuotantoon tarkoitettuja turbiineja vähätehoisempia, mutta lisäävät silti käyttökohteen energiaomavaraisuutta. Ongelmina ovat kuitenkin sähkön tuotannon kalleus ja hyvin suuret paikalliset erot tuottavuudessa. Pientuulivoiman laitteiden nimellisteho on alle 50 kW ja mastojen korkeudet 5-30 metrin välillä. (Airaksinen ym. 2013, 17; Motiva Oy 2014.)

### 5.1.2 Vesivoima

Siinä missä tuulisuus vaikuttaa tuulivoiman tuotantoon, vesivoimaan vaikuttavat vuoden sääolosuhteet veden osalta ja vuosien välillä voi olla suurta vaihtelua. Vesivoiman hyödynnys perustuu kahden eri vesitason väliseen korkeuseroon ja energiaa saadaan, kun generaattori muuntaa turbiinin avulla veden energian sähköksi. Suurin osa Suomen suurimmista joista on otettu vesivoimahyödynnykseen, mutta lisärakentamiseen on silti mahdollisuuksia. Vesivoimallakin on ympäristövaikutuksia, jotka usein liittyvät varsinaiseen rakentamisvaiheeseen. Asuinalueiden ja yksittäisten asukkaiden mahdollisuudet vesivoiman hyödyntämiseen muuta kuin ostettavan sähkön valitsemisen kautta ovat hyvin vähäiset. Tässäkin tapauksessa paras tapa on valita esimerkiksi EKOenergia -merkin saanut sähkö. (Berninger 2012, 59-60; Energiateollisuus. Energia ja ympäristö. n.d.; Motiva Oy 2013b.)

### 5.1.3 Aurinkoenergia

Aurinkoenergian hyödyntämismahdollisuudet joko sähkönä tai lämpönä ovat Suomessa joulu- ja tammikuuta lukuun ottamatta hyvät. Etelä-Suomi vastaanottaa 1000 kWh auringonsäteilyä vuoden aikana vaakatasossa laskehtuna. Käyttöä on rajoittanut kuitenkin vuodenaikavaihtelun lisäksi aurinkosähkön kustannukset ja käyttökohteiden lukumäärä. Aurinkolämpöjärjestelmät ovat melko huoltovapaa lämmitysjärjestelmä. (Berninger 2012, 61; Energiateollisuus. Energia ja ympäristö. n.d.; Motiva Oy 2012, 29; Motiva Oy 2013c.)

Aurinkoenergiaa voidaan aktiivisesti hyödyntää aurinkopaneeleilla sähköksi muunnettuna ja aurinkokeräimillä lämmöksi tuotettuna. Aurinko-

paneeleilla hyödynnysaste on noin 15 prosenttia ja aurinkokeräimillä noin 25-35 prosenttia. Sähkön tuotantokykyyn vaikuttavat auringon säteilyn lisäksi myös kennojen rakenne- ja muut tekniset ominaisuudet. (Alanen ym. 2010, 11; Berninger 2012, 61; Motiva Oy 2013c.)

Aurinkopaneeleissa sähkö tuotetaan aurinkokennoissa. Aurinkokennot ovat elektronisia puolijohteita, joissa auringonsäteiden energia saa aikaan sähköjännitteen. Haluttu sähköjännitteen taso saadaan aikaan kytkemällä useampia kennoja sarjaan. Materiaalina kennoissa on useimmiten pii. Uudemmissa tekniikoissa materiaaleina käytetään myös orgaanisia tai yhdistelmä materiaaleja. Jälkimmäisillä saadaan kenno toimimaan eri aallon pituuksilla. (Alanen ym. 2010, 13, 15; Energiateollisuus. Energia ja ympäristö. n.d.)

Aurinkoenergiaa hyödynnettiin alun perin eniten vain mökeillä ja muissa paikoissa, joihin ei ollut vedetty sähkölinjoja. Muiden sähkönsaantitapojen puuttuessa aurinkoenergian varastointi vaatii akkuja, joskaan niiden käyttö ei ole välttämätöntä. Mikäli sähköä on muutenkin saatavilla, on ylimääräistä aurinkopaneeleilla tuotettua sähköä mahdollista syöttää sähköverkkoon. Suomessa tätä mahdollisuutta ei ole suuressa määrin hyödynnetty, mutta käytäntö on yleistymässä. (Berninger 2012, 61; Energiateollisuus. Energia ja ympäristö. n.d.; Motiva Oy 2013c.)

Helppimmillaan aurinkosähköjärjestelmien liitälaitteeksi liittää pelkkä akkulaturi. Vaatimuksiin vaikuttavat järjestelmän koko, hyödyntämistavoitteet ja liitännän tyyppi. Verkkoon syöttämistä varten tarvitaan DC-AC muunnin ja monimutkaisemmissa järjestelmissä myös suojaus- ja säätelylaitteistoa sekä automaatiota. (Alanen ym. 2010, 18, 20)

Akkujen lisäksi sähköä voidaan varastoida muun muassa suprajohtaviin magneettisiin energiavarastoihin, paineilmaparastoihin ja pumpatun veden varastoihin. (Alanen ym. 2010, 22)

Aurinkoenergian hyödynnys sopii moniin kohteisiin ja se on mahdollista yhdistää päälämmitysmuotoihin. Sen sopivuus on parhain sellaisiin järjestelmiin, joissa on valmiina vesivaraaja, jolloin aurinkokeräimiltä saatu lämpö varastoidaan lämminvesivaraajaan. Aurinkokeräimillä on mahdollista kattaa jopa 25-35 prosenttia talon lämmitystarpeesta. Osuus on vielä suurempi nykyajan energiategokkaissa taloissa. (Berninger 2012, 61-62)

Nykyään on kehitetty julkisivuun ja kattoon integroitua aurinkosähköjärjestelmiä. Nämä järjestelmät muuttavat auringon säteilyn suoraan sähköksi. Rautaruukki Oyj:n julkisivuun integroitava järjestelmä ei ole riippuvainen auringon lämmöstä vaan sähköä tuotetaan ainoastaan säteilystä. Auringon säteitä pystytään hyödyntämään myös pilvisellä säällä. (Rautaruukki Oyj 2011, 2-3)

Ruukin integroitu järjestelmä perustuu PV (photovoltaic) -kasetteihin. Kasetit on valmistettu lasista tehdyistä PV-moduleista ja teräksisestä kasettijärjestelmästä. Perustana moduleissa on CIGS-ohutkalvoteknologia. (Rautaruukki Oyj 2011, 2)

Kasettijärjestelmä muuntaa auringon säteilyn suoraan sähköenergiaksi, joka kootaan yhteen ja syötetään vaihtosuuntaajalle. Vaihtosuuntaaja muuttaa sähköä vaihtosähköksi. Moduulien teho neliometriä kohden on noin 125 wattia, jolloin vuosituotoksi muodostuu noin 85 kWh neliometriä kohden. (Rautaruukki Oyj 2011, 4-5)

Ruukilla on myös kattoon integroitava aurinkosähköjärjestelmä. Etuna on, että erillistä katteen päälle asennettavaa aurinkolämpökeräintä ei tarvita. Järjestelmään kuuluu keräimien lisäksi teknisen tilan laitteet ja lämmönsiirtoputket. Lämminvesivaraaja lämmitetään lämmönkeräysyksikössä kiertävällä nesteellä, jonka aurinko lämmittää. (Rakennuslehti 2013)

Aurinkokennojen sijoittaminen ikkunoiden karmeihin tarjoaa myös mahdollisuuden aurinkoenergian hyödyntämiseen. Tällöin ikkuna tai jokin muu lasipinta päällystetään kalvolla, jolla siirretään auringon energiaa pinnan ulkoreunoille eli ikkunoiden tapauksessa karmeihin. Energiaa saadaan, kun kalvossa olevat väriaineet absorboivat tietyn aallonpituuden valoa. (Savolainen 2008)

Passiivisessa aurinkoenergian hyödynnyksessä valoa ja lämpöä voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi asunnon sijoittamisella siten, että suurin osa rakennuksen vaipasta olisi suunnattu etelään. Pintoja, jotka läpäisevät valoa voidaan käyttää aurinkokeräinten tapaan ja lämpöä varastoida talon massaan kuten lattioihin. Kesäisin ylitämenemistä voidaan välttää erilaisin varjostuskeinoin. Kannattavaa on yhdistää sekä aktiiviset että passiiviset tavat hyödyntää aurinkoenergiaa. (Berninger 2012, 61; Erat 1994, 138; Motiva Oy 2013c.)

#### 5.1.4 Bioenergia

Puu on ollut Suomessa perinteinen lämmitysmuoto. Tavallisten pilke-, klapi- ja halkolämmityksen rinnalle on tullut pelletti- ja hakelämmitys. Puulla toimivassa lämmitysjärjestelmässä on usein varaaja, jolloin lämmöntuotannon energiatehokkuus kasvaa ja lämmitys helpottuu. Kattiloiden tekniikka ja säädettävyys ovat parantuneet minkä seurauksena energiatehokkuus ja palamisen puhtauskin ovat parantuneet. Edellisistä johtuen puupolton päästöt ovat vähentyneet. Päästöjen määrään ja palamisen tehokkuuteen vaikuttaa voimakkaasti käytetyn polttoaineen laatu eli puun kohdalla käytännössä kosteus. (Berninger 2012, 64-65; Motiva Oy. Energiatehokas koti 2014.)

Pelletit ovat käytännössä tiivistettyä energiaa ja laadultaan melko tasaista. Ne tarvitsevat kuivan, pölyttömän ja sähköttömän varastointitilan kattilahuoneen läheisyyteen, josta ne siirretään siirtoruuvilla polttimelle. Pellettien polttoon on suunniteltu erityisesti niille sopivia polttimia ja kattiloita, mutta sopiva poltin voidaan asentaa myös vanhaan öljy- tai puukattilaan. Haketettua puuta käytetään automaattisissa puulämmityslaitteissa, aluelämpölaitoksissa ja lämpövoimaloissa. Pieniä järjestelmiä varten on pientä ja tasalaatuista haketta, sillä hakkeen laatu voi vaihdella suuresti. Hyötysuhde hakekattiloissa voi olla nimellistehona jopa yli 80 prosenttia ja



hakelämmitysjärjestelmä on automatisoitu. (Motiva Oy. Energiatehokas koti 2014.)

Puulämmityksessäkin on ongelmansa ympäristön kannalta. Puun käyttö vähentää metsien hiilivarastoja ja hiilinieluja. Hakkeen käytössä merkitystä on sillä käytetäänkö hakemateriaalina oksia vai kantoja vai molempia. Ympäristön kannalta pelkkien oksien käyttö olisi parempi vaihtoehto sillä kannot varastoivat hiiltä niitä pidempään. Haketta voidaan tehdä myös teollisuuden jätetuusta. Pelletit taas tulee valmistaa, mutta niiden raaka-aineena on teollisuuden sivutuotteet. (Berninger 2012, 64-65; Motiva Oy. Energiatehokas koti 2014.)

Puu on lämmitysmuotona vähän muita tapoja työläämpi, mutta puulämmitykseen pystyy yhdistämään esimerkiksi aurinkokeräimet, jolloin on mahdollista pärjätä kesäaika pelkästään aurinkokeräimien varassa. Puulämmityksen tehoa on mahdollista nostaa myös lisäämällä siihen lämpöä talteen ottavan hormin. Useissa omakoti- ja joissain rivitaloissa on yksi tai useampi tulisija. Tulisijat soveltuvat hyvin sähkö- ja lämmitysjärjestelmän katkosten aikaiseksi lämmönlähteeksi. Mikäli nämä ovat isoja ja varaavia luovuttavat ne lämpöä huonetiloihin pitkällä aikavälillä ja voivat saavuttaa jopa 80-85 prosentin hyötysuhteen. Perinteisen takan sijaan voidaan hankkia pellettitakka. Pellettitakan eroavaisuutena on, että se tarvitsee puhallinta ja pellettisyöttöä varten sähköä. Takan tehoa voidaan säätää ja puhallin siirtää lämmön huoneistoihin. Mahdollisuuksina ovat myös lämmön siirto vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään ja ilmakehän käyttö lämmönsiirrossa. Pellettitakka on perinteistä takkaa kevyempi asennettava. Jos takkojen tulisijoihin yhdistetään vielä lämpöä talteen ottava hormi, saavutetaan sisällä hyvä energiansäästö. (Motiva Oy 2013c; Motiva Oy. Energiatehokas koti 2014; Savumax Oy 2014.)

Metsäntutkimuslaitoksen tilaston *Pientalojen polttopuun käyttö* mukaan pientalojen lämmitysenergiasta tuotetaan polttopuilla noin kaksi viidesosaa. Tiedot ovat lämmityskaudelta 2007-2008, jolta ovat uusimmat tilastoidut tiedot aiheesta. Lämmitykseen kuluu puuta noin 6,7 miljoonaa kuutiometriä. Keskimäärin pientaloissa poltetaan 3,8 kuutiometriä polttopuuta vuosittain. (Torvelainen 2009)

Biokaasun hyödynnys on järkevää esimerkiksi kaatopaikoilla ja jätevedenkäsittelylaitoksilla, mutta omakoti- ja muilla asuinalueilla sen hyödyntäminen ei ole realistista. Maatiloilla voisi olla biokaasulaitoksia, mutta koska niitä ei ole sisällytetty uusiutuvan energian syöttötariffijärjestelmään, ei ole kannusteita niiden rakentamiselle. (Berninger 2012, 68)

### 5.1.5 Lämpöpumput

Lämpöpumppujen suosio on ollut kasvussa. Suosio perustuu siihen, että lämpöpumput hyödyntävät maahan, kallioon tai veteen varastoitunutta aurinkon lämpöenergiaa, joka on periaatteessa ilmaista. Lämpöenergialla lämmitetään rakennuksia ja käyttövesi. Asentaminen on helpointa kiinteistöön, jossa on jo valmiina vesikiertoinen lämmitys tai ilmalämmitys. Lämmön siirtoaineena käytetään 30 prosentista teollisuusalkoholia ja

koska kierto on suljettu, ei järjestelmän pitäisi saastuttaa ympäristöä. Maalämpöpumpuilla hyödynnetään varastoitunutta lämpöä, kun taas ilmalämpöpumpuilla lämpöä voidaan ottaa talteen ilmasta. (Berninger 2012, 69; Motiva Oy 2013d; Motiva Oy. Energiategohas koti 2014.)

### Maalämpöpumput

Vaikka maalämpöpumppuja on perinteisesti asennettu lähinnä omakotitaloihin, on niiden määrä rivitaloissa ja suuremmissa asuntokeskityksissä kasvamassa. Lämpöpumput vaativat sähköä toimiakseen ja alkuinvestointi on suuri. Sähkönkulutus vähenee maalämpöpumpulla noin kolmanneksella verrattuna pelkkään sähkölämmitykseen. Käyttöveden lämmityksen hyötysuhde on pelkän huoneilman lämmittämisen hyötysuhdetta huonompi. Lämpöpumppujen tehoa kuvataan lämpökertoimella COP, joka kertoo pumpun lämmöntuoton verrattuna sen käyttämään sähköenergiaan. COP-kerroin on yleensä noin kolme. (Berninger 2012, 69; Motiva Oy 2012, 7; Motiva Oy 2013d; Rajala ym. 2010, 28.)

Maalämpö on mahdollista rakentaa joko vaakaputkistona tai lämpökaivoon pystyputkistona. Ennen rakentamista tulee suorittaa tutkimukset, joilla selvitetään esimerkiksi soveltuuko maaperä lämpökaivon rakentamiseen. Maalämpöpumpun asennuksessa vaaditaan asiantuntemusta, sillä huonosti asennettu maalämpö voi muun muassa aiheuttaa pohjaveden pilaantumisen, muuttaa maaperän vesivirtauksia tai johtaa radon-kaasua asuintiloihin. Tästä syystä maalämpökaivon sijoittaminen pohjavesialueelle vaatii useimmiten erikoisluvan tai, kuten Hämeenlinnassa, on kiellettyä. Lisäksi tulee huomioida suojaetäisyydet muun muassa rakennuksiin ja talousvesikaivoihin sekä mahdolliset maanalaiset rakenteet. (Berninger 2012, 69; Hämeenlinnan Kaupunki 2013; Motiva Oy. Energiategohas koti 2014.)

Mikäli maalämpöä kerätään maanpinnalta, kaivetaan maahan 0,7-1,2 metrin syvyyteen usean sadan metrin pituinen muovinen vaakaputkisto. Toinen vaihtoehto on porata kallioon 60-150 metrin syvyinen reikä, johon upotetaan pystyputkisto. Pystyputkiston etuna on putkimetriä kohden suurempi energiamäärä eikä tonttipihaa tarvitse kaivaa. Vaakaputkisto on kuitenkin halvempi investointi. Yli 60 prosenttia maalämpöhankkeista toteutetaan pystyputkistolla. (Motiva Oy 2013d)

Maapiiriä voidaan hyödyntää myös jäädytyksessä (sekä pinta- että porakaivoasennus), jolloin sen avulla siirretään lämpöä maaperään. Erona maahan asennetulla maapiirillä verrattuna maalämpöpumppuun on se, että kompressoritekniikkaa ei välttämättä tarvita. Etuna viilennyksen käytössä on se, että maaperää pystytään käyttämään energiavarastona, jolloin putken lämmitysteho pysyy korkeana. Maaperän käyttö sekä lämmityksessä että viilennyksessä vaatii lämmityspatterin lisäksi myös viilennyspatterin. Jos maapiirillä halutaan lämmittää pelkkä ilmanvaihto, tulee talossa olla koneellinen ilmanvaihto. Kannattavinta maapiirin asentaminen on savi- maahan, jossa on suurempi vesipitoisuus. (Seuna n.d.)

Maaperäolosuhteiden lisäksi maalämpöä hankittaessa on selvitettävä onko tarvetta pääsulakekoon suurentamiseen, pehmökäynnistimen hankintaan tai tasavirtaohjatun maalämpöpumppumallin hankintaan. Oikealla mitoituksella lämpöpumpulla voidaan tuottaa 80-90 prosenttia omakotitalon lämmön tarpeesta. Loppulämpö on mahdollista tuottaa esimerkiksi puulla tai lämpöpumpun sähkövastuksilla. (Motiva Oy 2013d; Motiva Oy. Energiategohas koti 2014.)

### Vesistölämpö

Maaperän lisäksi lämpöä on mahdollista ottaa myös vesistöistä. Veteen upotettavat putkistot vastaavat tekniikaltaan maahan kaivettavia. Putkisto ankkuroidaan betonipainoilla pohjaan. Vesistöihin asennetaan vuosittain noin viisi prosenttia maalämpökeruuputkistoista. (Motiva Oy 2013d)

Vesistöistä on mahdollista saada enemmän energiaa kuin maaputkituksesta veden hyvien lämmönsiirto-ominaisuuksien vuoksi. Rajoituksena vesistölämmön hyödyntämisessä on, että järven, lammen, merenrannan tai jopa suuren ojan syvyyden on oltava kaksi metriä jo rannasta lähtien. Putket viedään eristettyinä maalta avoveteen pohjan läheltä ja niin, että ne asettuvat routarajan alapuolelle. Asennuksessa on hyvä käyttää sukeltajaa varmistamassa putkien kiinnittyminen ja varmistaa vesialueen omistaja suostumus. Kustannukset ovat kuitenkin usein maalämmön lämpökaivoa alhaisemmat. (Motiva Oy 2013d; Motiva Oy. Energiategohas koti 2014.)

Varsinaisten vesistöjen ohella lämpöä ja kylmää voidaan ottaa pohjavedestäkin. Etenkin jäähdytystarkoitukseen pohjavesi soveltuu hyvin. Järjestelmät voivat käyttää sekä jäähdytystä että lämmitystä, jolloin ne ovat niin sanottuja ATES (aquifer thermal energy storage) -systeemejä. Mikäli järjestelmää käytetään vain toiseen niin sitä kutsutaan GWHP (ground water heat pump)-järjestelmäksi. (Golder Associates Oy 2012, 4-5)

Kumpikin järjestelmä on turvallinen pohjaveden kannalta sillä vesi ei joudu kosketuksiin ympäristölle vaarallisten aineiden kanssa. Kuitenkin järjestelmät vaativat kattavat tutkimukset ennen rakentamista ja soveltuvat parhaiten alueille, joissa maaperä mahdollistaa pohjaveden hyvän liikkuvuuden. Haasteena on myös veden kemiallisten ominaisuuksien vaikutukset lämpöpumpuille. (Golder Associates Oy 2012, 6-7)

### Poistoilmalämpöpumppu

Rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto, voidaan käyttää poistoilmalämpöpumppua, jolloin lämpöpumppu hoitaa ilmanvaihdon. Lämpöpumppu ottaa talteen sisäilman sisältämää lämpöä ja siirtää sen joko vesikiertoiseen lämmönjakojärjestelmään, lämpimään käyttöveeteen tai tuuloilmaan. Järjestelmällä voidaan lämmittää myös käyttövesi, joten poistoilmalämpöpumpun avulla voidaan periaatteessa lämmittää koko rakennus. Käytännössä kuitenkin kovimmilla pakkasilla lämpöpumpun lisäksi tarvitaan toinen lämmitysjärjestelmä. Poistoilmalämpöpumpulla voidaan viilentääkin huoneilmaa. Poistoilmalämpöpumppu on edullisempi kuin

muut lämpöpumpputyypit. (Berninger 2012, 71; Motiva Oy & Sulpu ry 2008; Motiva Oy 2012, 19)

#### Ulkoilma-vesilämpöpumppu (UVLP)

Rakennuksissa, joissa on vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä, voidaan käyttää ulkoilma-vesilämpöpumppua sisäilman ja veden lämmitykseen. Toimintaperiaate on samanlainen kuin muissakin lämpöpumpuissa ja kompressorilla pystytään lämmittämään lämmitys- ja käyttövesi noin 50 asteeseen. Pumppu siirtää lämpöenergiaa ulkoilmasta veteen, mutta toimii heikoimmin kovilla pakkasilla. Pakkasilla lämmitystarve on luonnollisesti korkeimmillaan ja tästä syystä järjestelmän yhteydessä on aina oltava toinen lämmitysmuoto. Yleensä tämä toteutetaan sähkölämmityksellä, johon voidaan käyttää lämpöpumpun omia sähkövastuksia, jolloin ulkoilma-vesilämpöpumppu järjestelmänä riittää rakennuksen ainoaksi lämmitysmuodoksi. (Berninger 2012, 71; Motiva Oy 2013d.)

Ilma-vesilämpöpumppu voidaan asentaa joko vanhan lämmitysjärjestelmän tilalle tai sen rinnalle. Lämpöpumppu soveltuu käytettäväksi esimerkiksi yhdessä puulämmityksen kanssa. Lämpöpumppu on hyvä vaihtoehto, mikäli maalämpöä ei voida toteuttaa ja tulee useimmiten myös hieman halvemmaksi. Ilma-vesilämpöpumppujen etuna on, että useimmat markkinoilla olevat mallit ovat sellaisia, joissa lämmitystehoa säädetään kompressorin kierrosluvun avulla. Tasavirtaohjaus tuottaa oikean määrän lämpöenergiaa, parantaa hyötysuhdetta, pidentää kompressorin elinikää ja vähentää sähkövirran kulutushuippua, joka johtuu kompressorin käynnistämisestä. (Motiva Oy 2013d)

Laitteet jaetaan pääasiassa kahteen tyyppiin, split-laitteisiin ja monoblock-laitteisiin. Erona on, että split-laitteissa on erikseen ulko- ja sisäyksikkö. Kylmäaine kiertää yksiköiden välillä. Monoblock-laitteissa on vain yksi ulkona sijaitseva yksikkö. Sisätiloissa olevien varaajien ja ulkoyksikön välillä kiertää vesi. Monoblock-laitteisto voidaan kytkeä toisen lämmitysjärjestelmän rinnalle. Näiden lisäksi on olemassa myös kokonaan sisälle asennettavia ulkoilma-vesilämpöpumppuja. (Motiva Oy. Energiatehokas koti 2014.)

Ulkoilma-vesilämpöpumpun valintaa rakennuksen ainoaksi lämmitysjärjestelmäksi rajoittaa se, että järjestelmä ei pysty lämmittämään vettä noin 50 celsiusastetta lämpimämmäksi. Tästä syystä järjestelmä toiminee paremmin jonkin toisen lämmitysjärjestelmän, kuten sähkön tai öljyn, rinnalla ja siten etenkin vanhoissa asunnoissa, joissa haetaan säästöä lämmityskuluihin. Toisaalta puulämmityksen rinnalla ulkoilma-vesilämpöpumppu voisi olla hyväkin vaihtoehto, jolloin puulämmityksellä voitaisiin hoitaa pidempien pakkasjaksojen lämmitys ja käyttöveden lämmitys kuumemmaksi. (Motiva Oy & Sulpu ry 2008)

#### Ilmalämpöpumppu

Perinteinen ilmalämpöpumppu toimii tukilämmityksenä. Lämpöpumppulaitteisto voidaan myös asentaa siten, että sillä on mahdollista jäähdyttää

tuloilmaa. Lämpöpumppu koostuu ulkoyksiköstä ja sisäyksiköistä, jotka voidaan tarvittaessa erikseen vaihtaa. Ilmasta kompressorin avulla talteen otettu lämpö siirretään lämmön huoneilmaan luovuttavaan sisäyksikköön. Ilmalämpöpumpun voi asentaa kaikenlaisiin taloihin, mutta se vaatii aina rinnalleen täystehoisen lämmitysjärjestelmän eikä sovellu liitettäväksi vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Ilmalämpöpumpuilla voidaan kattaa jopa noin 30-40 prosenttia rakennuksen lämmitysenergiatarpeesta. (Beringer 2012, 69-70; Motiva Oy & Sulpu ry 2008; Motiva Oy 2013d.)

### 5.1.6 Kaukolämpö

Kaukolämpö on edelleen yleisin rakennusten lämmitystapa Suomessa ja usein myös pientaloja liitetään kaukolämpöverkostoon. Liittymisestä maksetaan liittymismaksu ja käytöstä perus- ja energiamaksu. Kaukolämmön lämmönjakojärjestelmä voi olla vesikiertoinen patteri- tai lattialämmitys, ilmalämmitys tai myös ilmanvaihtolämmitys käy. Mittaus suoritetaan lämpö määrän laskimella, joka mittaa laitteiden kautta kulkeneen kaukolämpöveden määrän ja sen perusteella paljonko vesi on jäähtynyt, laskee lämpöenergian kulutuksen. Kaukolämmitysjärjestelmän avulla on mahdollista toteuttaa myös kiinteistöjen viilennystä. (Motiva Oy 2012, 20; Tilastokeskus 2013.)

Kaukolämpölämmityksen vaatima laitteisto sijoitetaan yleensä erilliseen tekniseen tilaan. Lämmönjakokeskuksen laitteet mitoitetaan tarvittavan lämmitys- ja käyttöveden määrän mukaan. Kaikki tarvittava hankitaan yleensä kokonaisuutena eikä erillistä lämminvesivaraajaa tarvita. Kaukolämmöllä voidaan myös hoitaa tuloilman jälkilämmitys ilmanvaihtolaitteissa. (Motiva Oy. 2011a; Motiva Oy 2012, 20-21.)

Kaukolämpöjärjestelmä on asiakkaalle helppo ja harvoin huoltoa vaativa vaihtoehto. Se on myös usein hinnaltaan hyvin kilpailukykyinen muihin järjestelmiin verrattuna. Hinta vaihtelee paikkakunnittain. Lämmityksen ympäristövaikutukset eivät kaukolämmön kohdalla riipu niinkään asiakkaasta vaan tuotantotavasta. Merkitystä on sillä tuotetaanko lämpö esimerkiksi uusiutuvalla energialla kuten hakkeella vai fossiilisella polttoaineella. Pelkän lämmöntuotannon lisäksi vaihtoehtona ovat sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitokset, jolloin kaukolämmitys hyödyntää esimerkiksi sähköntuotannon tai teollisuusprosessien hukkalämpöä. Yhteistuotantolaitosten hyötysuhde on parempi ja niissä tuotetaankin suurin osa Suomen kaukolämmöstä. Joka tapauksessa polttoaineita säästyy, kun lämpöä tuotetaan suurissa yksiköissä kuten kaukolämpölaitoksissa ja esimerkiksi savukaasujen käsittely hoidetaan ympäristön kannalta paremmin kuin mitä esimerkiksi omakotitalojen tulisijojen. (Motiva Oy 2011a; Motiva Oy 2012, 20-21.)

Kaukolämpöä voidaan tuottaa myös aurinkoenergialla suurissa aurinkolämpöjärjestelmissä. Suuret järjestelmät ovat hyötysuhteeltaan pieniä hajautettuja järjestelmiä parempia ja järjestelmien kustannukset laskevat, kun niiden koko kasvaa. Lämmön varastointia kuitenkin tarvitaan, jos tarkoituksena on tuottaa suuria osuuksia kaukolämmön kokonaistarpeesta. Tästäkin suhteesta suuret järjestelmät ovat parempia, sillä varastoinnin hyö-

tysuhde on sitä parempi mitä suurempia varastot ovat. (Tahkokorpi, Hagström & Vanhanen 2011, 33)

Asemakaava-alueella kunta voi velvoittaa uudisrakennukset liittymään kaukolämpöverkoston, jos se koetaan tarpeelliseksi energian tehokkaan ja kestävän käytön kannalta, ilman tavoiteltavan laadun tai jonkin muun asemakaavan tavoitteen kannalta. Kaukolämpöverkoston tulee olla valmiina rakennuspaikan läheisyydessä, jotta liittymistä voidaan vaatia. Tästä on kuitenkin mahdollista poiketa, jos rakennukseen on tulossa uusiutuvaan energiaan perustuva vähäpäästöinen lämmitysjärjestelmä. Määräystä ei myöskään sovelleta, jos rakennuksen laskennallinen lämpöhäviö on korkeintaan 60 prosenttia rakennukselle määritetystä vertailulämpöhäviöstä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132, 57 a §)

Kiristyvät rakennusten energiatehokkuusvaatimukset ja esimerkiksi kiinteistökohtaisten ilmalämpöpumppujen yleistymisen voivat tulevaisuudessa heikentää sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitosten toimintaedellytyksiä. Kehityksen ympäristömyönteisyys riippuu siitä, miten tuotantolaitokset energiansa tuottavat ja millä esimerkiksi lämpöpumppujen vaatima sähkö tuotetaan. (Martinkauppi (toim.) 2010, 40)

#### 5.1.7 Hajautetut energiajärjestelmät

Hajautettujen energiajärjestelmien periaatteena on ratkaista pienten alueiden tai taloryhmien sähkön-, lämmön- ja/tai kylmäntuotanto hajallaan lähellä kulutuskohteita esimerkiksi aluelämpölaitoksella. Etuna hajautetussa järjestelmässä on sen energiantuottajien riippumattomuus toisistaan. Käytännössä hajautettuja järjestelmiä ei kuitenkaan rakenneta, mikäli asuinalue pystytään kustannustehokkaasti liittämään kaukolämpöverkoston. (Lahti, Nieminen & Virtanen 2008, 69-71; Sähköturvallisuuden edistämiskeskus STEK n.d.)

Tulevaisuudessa hajautetut energiajärjestelmät voivat kuitenkin lisääntyä, jolloin tulee ratkaistavaksi, miten esimerkiksi pienvesivoimala kyetään integroimaan valtakunnalliseen sähköverkkoon. Ratkaistavia ongelmia ovat ainakin kuinka sähkönjakelu varmistetaan ja sähkönjakelu säädetään voimassa olevien voimalaitosten kohdalla ja miten älykkäät sähköverkot saadaan toimimaan. Lisäksi tulee olla perillä kysynnän ohjauskeinoista ja mahdollisista tarvittavista tukitoimista. Tulevaisuudessa on mahdollista, että nykyiset sähkön jakeluverkot muuttuvatkin siirtoverkoiksi, joihin sähköä myös syötetään. (Airaksinen ym. 2013, 18; Sähköturvallisuuden edistämiskeskus STEK n.d.)

#### 5.1.8 Muut energiantuotantovaihtoehdot

Muita mahdollisia energiantuotantovaihtoja olisivat polttokennot ja vetyteknologia. Näiden kahden avulla olisi teoriassa mahdollista tuottaa tulevaisuudessa melkein päästötöntä energiaa. Vetyä voidaan polttaa fossiilisten polttoaineiden tavoin, jolloin palamistuotteena syntyy vettä. Vetyä voidaan käyttää myös polttokennoissa, jolloin syntyy sähköä, lämpöä ja

vettä, kun vety ja happi yhdistyvät sähkökemiallisesti. Muita mahdollisia polttoaineita polttokennoihin ovat vetyä sisältävät aineet kuten biokaasu tai etanoli. (Teknologiateollisuus 2014)

Kompastuskivenä vetytaloudessa on vielä vedyn tuotannon vaatima energia ja sen käytön tarvitsema jakelu- ym. verkoston rakentaminen. Polttokennoteknologia on jatkuvassa kehityksessä ja esimerkiksi Wärtsilä Oyj Abp:n tuottama ja käyttämä sähkö- ja lämpöenergiaa tuottava polttokennoyksikkö on toiminut hyvin Vaasan Suvilahden asuntomessualueella. Yksikkö hyödyntää kaatopaikalta saatavaa metaanipitoista kaasua. (Teknologiateollisuus 2014; Wärtsilä Oyj Abp 2010.)

## 6 KESTÄVÄN KEHITYKSEN TOTEUTTAMINEN HÄMEENLINNAN ENGELINRANNASSA

### 6.1 Johdanto

Eteläranta, uudelta nimeltään Engelinranta, on Hämeenlinnan keskustassa sijaitseva alue (Kuva 1). Alueen koko on 47 hehtaaria. Tästä maa-alueesta on 23 hehtaaria. Osayleiskaavassa Engelinrantaa rajaavat Vikmaninlahti, moottoritie, Eteläkatu, Palokunnankatu, Paasikiventien puisto, Arvi Kariston katu ja Ystävyyden puisto. (Hämeenlinnan Eteläranta Oy n.d.a.; Hämeenlinnan kaupunki 2012, 1; Hämeenlinnan kaupunki 2014a.)

Engelinrantaan kaavaillaan asuntoja noin 2000 asukkaalle. Tällä hetkellä Engelinrannassa on muun muassa linja-autoasema, puistoaluetta, kaksi urheilukenttää, uimahalli, pysäköintialueita ja liikekiinteistöjä. Hankkeen kehitys- ja rakennustyötä johtaa Eteläranta Oy. Engelinrannan periaatteellinen konsepti on valmis ja hyväksytty. (Hämeenlinnan Eteläranta Oy n.d.a.; Hämeenlinnan kaupunki 2012, 2; Hämeenlinnan kaupunki 2014a.)

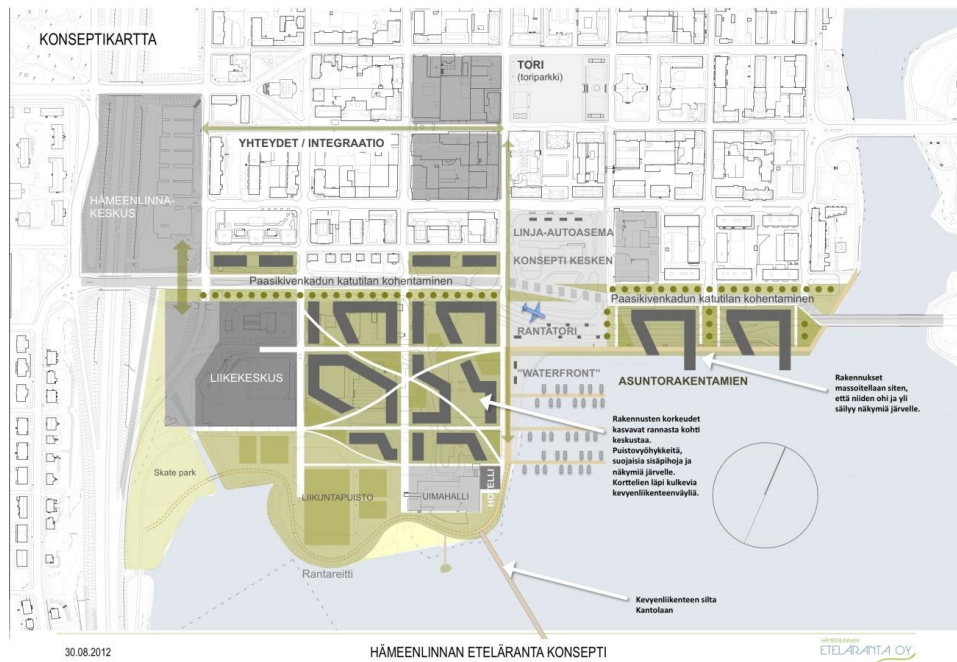


Kuva 1 Engelinrantaa moottoritien vierestä katsottuna

Engelinrantaa suunnitellaan pitkällä aikajänteellä ja kestävän kehityksen tavoitteet huomioon ottaen. Ekologinen kestävyys otettiin mukaan suunnitteluun jo aivan alusta asti niin, että alueen päästöt ja kokonaisenergiankulutus jäisivät alhaisiksi. Muita huomioitavia asioita ovat muun muassa hulevesihallinta ja jätteiden kierrätys. Kestävään kehitykseen liittyy oleel-

lisesti myös energiantuotanto ja Engelinrannassa tätä on tarkoitus huomioida siten, että alueen energiantuotannossa hyödynnettäisiin uusiutuvia paikallisia energiantuotantomuotoja. Tavoitteena on liittää Engelinranta sujuvasti osaksi olemassa olevaa kaupunkirakennetta ja tehdä alueesta Hämeenlinnan käyntikortti. (Hämeenlinnan Eteläranta Oy n.d.a.; Hämeenlinnan kaupunki 2012, 3.)

Engelinrannan rakentamisessa huomioidaan myös asukkaiden vaikutus alueen kestävyteen. Tästä syystä kevyen liikenteen mahdollisuudet pyritään optimoimaan ja siten kannustamaan asukkaita kävelyyn ja pyöräilyyn. Viihtyisyyttä ja toisaalta pienilmastoa muokataan viherrakentamisen avulla. Esimerkiksi puistot ja pienviljelypalstat yhdistävät ympäristöystävällisen elämäntavan ja kestävä kehityksen sosiaalisen ulottuvuuden lisäämällä asukkaiden kanssakäymistä ja viihtyisyyttä. Engelinrannan konseptikartta näkyy kuvassa 2. (Hämeenlinnan Eteläranta Oy n.d.a.)



Kuva 2 Engelinrannan konseptikartta (Hämeenlinnan Eteläranta Oy n.d.b.)

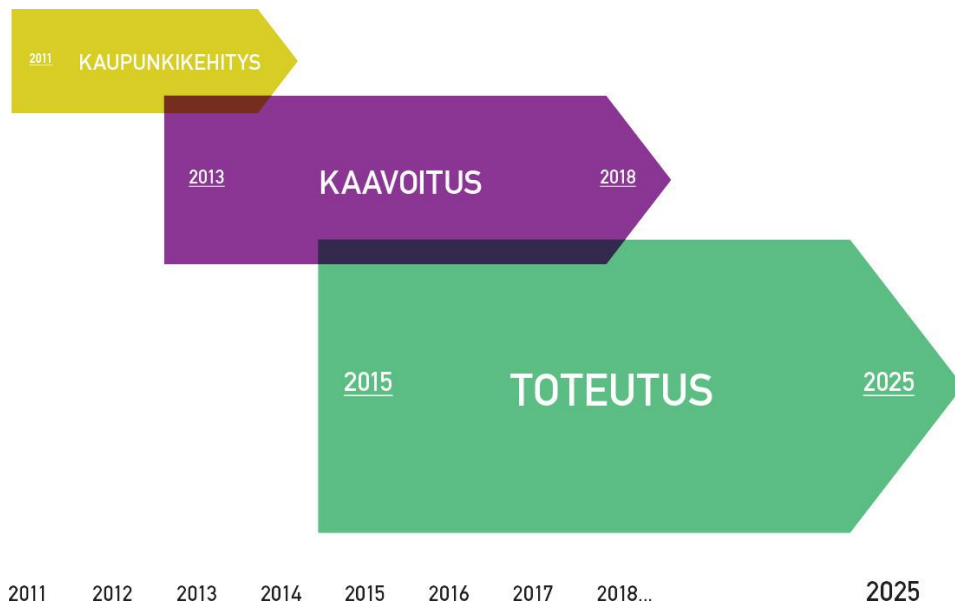
Yksi hankkeen haasteista on alueen historia. Etelärannan maaperä sisältää täyttömaata, kaatopaikkaa ja rantaviivaa. Tästä syystä vaaditaan kattavat maaperätutkimukset ja selvitysten jälkeen mahdollisia toimenpiteitä maaperän puhdistamiseksi. Mahdollista on myös, että löydökset vaikuttavat jossain määrin siihen millaiseksi alue tulee muodostumaan.

## 6.2 Engelinrannan toteutuksen tilanne

Uimahallin ja Hämeensaaren alueesta järjestettiin suunnittelukilpailu, jonka voitti alkuvuodesta Rakennusyhtiö Jatke Oy. Myös muista suunnitelmista poimitaan parhaita ideoita loppusuunnitelmaan. (Välimäki 2014)



Alueelle valmistunee osayleiskaava vuoden 2014 lopussa. Osayleiskaava on ollut vireillä kesäkuusta 2013. Kaavoitusvaiheen on suunniteltu kestävän vuodesta 2013 vuoteen 2018. Itse rakennusvaihe alkanee muutaman vuoden kuluttua. Sen on tällä hetkellä aikataulutettu olevan vuosina 2015-2025. Aikataulu näkyy kuvasta 3. (Hämeenlinnan Eteläranta Oy n.d.a.; Hämeenlinnan kaupunki 2014b.)



Kuva 3 Engelinrannan hankeaikataulu (Hämeenlinnan Eteläranta Oy n.d.b.)

### 6.3 Engelinrannan ympäristöominaisuudet

Engelinrannassa tehtyjen selvitysten perusteella alueen maaperä on pääosin Vanajaveden pohjaa, jonka päällä on täyttömaata. Alueella on tehty maatäyttöjä. Lisäksi alueella on toiminut muun muassa yhdyskuntajätteen kaatopaikka ja nahkatehdas. (Inha ym. 2013, 6; Pöry Finland Oy 2013, 3-4.)

Johtuen Engelinrannassa aikojen saatossa olleesta monipuolisesta toiminnasta, oli syytä epäillä, että alueelta löytyisi myös pilaantuneita maa-alueita. Maaperätutkimukset tilattiin Pöry Oy:ltä ja ne valmistuivat syksyllä 2013. (Pöry Finland Oy 2013)

Näytepisteitä oli yhteensä 53 kappaletta. Tutkimusalueella ylittyivät kynnysarvot arseenin osalta. Hämeenlinnassa arseenin luonnolliset taustapitoisuudet jo itsessään ylittävät kynnysarvopitoisuuden. Näytteistä 19:ssä ylittyivät joko alemman tai ylemmän ohjearvon osalta kuparin, sinkin, lyijyn, antimonin, arseenin, nikkelin, bentso[a]pyreenin, fenantreenin, fluo-ranteenin, PAH (polysykliset aromaattiset hiilivedyt)-summapitoisuuden sekä öljyhiilivetyjen ja haihtuvien hiilivetyjen pitoisuudet. Yhdessä orsi-vesitestikohdassa oli kohonnut naftaleeni-pitoisuus. (Pöry Finland Oy 2013, 4, 6-7, 9)

Pöyry Oy:n tutkimusten mukaan ekologiset riskit alueella ovat vähäiset, sillä itse Engelinrannassa tai sen lähialueilla ei ole luonnonsuojelu- tai pohjavesialueita. Alueelta löytyneistä raskasmetalleista ja PAH-yhdisteistä ei myöskään pitäisi olla lähialueille vaaraa, sillä ne eivät kulkeudu maaperästä. Raportin mukaan maaperä tulee kunnostaa ennen nykyistä vaativampaa käyttöä alueilta, joilla on kohonneita haitta-ainepitoisuuksia ja jätetäyttöä. (Inha ym. 2013, 6; Pöyry Finland Oy 2013, 15.)

Osa maaperätutkimuksista voidaan tehdä vasta purettavien rakennusten poiston jälkeen, jolloin niiden alapuolinen maa saadaan myös testattua. Pöyry Finland Oy:n raportissa myös mainitaan, että koska tutkimukset kohdennettiin vain jätetäyttöalueen ympäristöön, saataisiin pilaantuneiden maiden määräästä tarkempi arvio kohdentamalla tutkimukset myös muille alueille. (Pöyry Finland Oy 2013, 15)

Pilaantuneiden maiden laajuudella on vaikutusta tulevaan rakentamiseen. Suunnittelussa voidaan huomioida kustannusten kannalta mitkä alueet kannattanee jättää esimerkiksi puistokäyttöön niin, että kunnostusvaatimuksia ei välttämättä edes ole. Tosin silloinkin täytyy varmistua siitä, että puistokäytössäkään ihmiset eivät joudu maa-ainesten kanssa kosketuksiin. Kyseenalaista on myös se, millaisia haitta-ainepitoisuuksia sisältäviä maa-aineita kannattaa säilyttää alueella, jotka markkinoidaan kestävän kehityksen mukaisena. Silläkin on vaikutusta voidaanko sanoa maaperän kokonaan puhdistetun vai maaperän puhdistetun siihen pisteeseen, että sillä ei pitäisi enää olla haitallisia terveysvaikutuksia.

Asuinalueen sijainti järven rannassa tekee siitä oletettavasti tuulille alttiin paikan, mutta tuulisuuteen voidaan vaikuttaa suunnittelemalla rakennukset ja muut rakennelmat niin, että tuulitunneleita ei synny. Rakenteelliset, tuulen täysin pysäyttävät, esteet ovat usein raskaita ja hallitsevat maisemaa. Etenkin, kun lähialueen tuulisuojiin tulisi toimiakseen olla 2-5 metriä korkeita. Tästä syystä Engelinrannassakin kasvillisuus olisi hyvä vaihtoehto tuuliolosuhteiden hallintaan. Ympäristönäkökulmat huomioon ottaen se olisi myös luontevin vaihtoehto. (Erat 1994, 133)

Vanajavesi sijaitsee alueesta kaakossa/etelässä, jolloin vesistön suunnalta tuulevat tuulet eivät olisi kylmimpiä pohjoistuulia. Suunnittelussa tärkeää on selvittää tuulen vallitsevat suunnat etenkin lämmityskauden aikana ja miten usein kylmiä tuulia mitataan. (Erat 1994, 133)

#### 6.4 Joukkoliikenne ja kevyen liikenteen mahdollisuudet

Toimiva joukkoliikennejärjestelmä vaatii tarpeeksi suuren asukasmäärän. Joukkoliikenteen järjestäminen ei Engelinrannan kohdalla tuottane ongelmia, sillä alue on jo valmiiksi hyvien yhteyksien lähellä. Linja-autoasema sijaitsee puolen kilometrin ja rautatieasema reilun puolentoista kilometrin päässä. Linja-autoliikennettä on melko paljon rautatieasemalle. Lisäksi alueella pyritään nimenomaan edistämään kevyen liikenteen käyttöä esimerkiksi rakentamalla turvalliset ja kattavat kevyen liikenteen väylät. Myös Hämeenlinnan keskeinen sijainti on eduksi. Pääkaupunki ja toisaalta

myös Tampere ovat hyvien yhteyksien ja vain noin tunnin kulkumatkan päässä. (Hämeenlinnan Eteläranta Oy n.d.a.)

Jos todella halutaan vähentää yksityisautoilua, tarkoittaa se usein sitä, että muiden vaihtoehtojen on oltava asukkaille sekä taloudellisesti että käytännössä edullisempia. Asuinalueilla tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi siten, että pysäköintipaikat ovat kauempana, jolloin sekä autolle että pysäkillä on käveltävä. Pyörien turvalliset, tilavat ja toimivat säilytystilat ovat myös tärkeitä. Satunnaista käyttöä varten asukkailla voisi olla taloyhtiön puolesta lainattavia pyöriä.

Liikenteen vähentämiseksi tulisi uusille asuinalueilla rakentaa aina mahdollisuudet tehokkaaseen etätyöskentelyyn. Käytännössä tämä tarkoittaa tehokkaita tietoliikenneyhteyksiä.

Liikenne- ja ajoneuvoteknologian kehitys voitaisiin myös huomioida. Yksityisautoilua tuskin kyetään ikinä täysin poistamaan, mutta mikäli asuinalueella olisi esimerkiksi mahdollisuus sähköautojen lataukseen, voisi se osaltaan edistää asukkaiden siirtymistä ympäristöystävällisempien autojen hankintaan. Latauspistokkeet voitaisiin toteuttaa joko perinteisten fyysisten kytkentöjen avulla tai esimerkiksi induktiota hyödyntäen. (Edelman & Kirkinen 2010, 37)

Uimahalli tulee säilymään Engelinrannassa, jolloin se tulee vaatimaan jonkin verran pysäköintipaikkoja. Rakennusliike Jatke Oy:n voittamassa suunnitelmassa alueen pysäköinti hoidettaisiin rakentamalla pysäköintikansi parkkialueita peittämään. (Välimäki 2014)

### 6.5 Kestävän kehityksen sosiaalisen ulottuvuuden tavoitteiden toteutuminen

Asuinalue suunnittelussa on usein helpointa keskittyä vain ekologiseen puoleen niin, että sosiaalinen näkökulma jää vähäiselle huomiolle. Kuitenkin sosiaalinen näkökulma voi olla tärkeämpikin, kun mietitään esimerkiksi sitä kuinka mielellään asukkaat viettävät vapaa-aikaansa asuinalueellaan.

Suomessa loma-asumisella on vankat perinteet. Mökkikulttuuri ei ole häviämässä vaan kukoistaa alati paremmin. Kesän liikenteellä on ympäristövaikutuksia, joita voitaisiin hyvin vähentää siten, että ihmiset viihtyisivät paremmin asuinalueellaan eikä tarvetta erilliselle rauhoittumispaikalle olisi. Siksi olisikin hyvä keskittyä siihen, että betonikortteleiden sijaan asuminen olisi monipuolista ja viihtyisää ilman, että tiiviistä kaupunkirakentamisesta täytyisi luopua.

Sosiaalinen kestävä kehitys ulottuvuus konkretisoituu viihtyisyydessä muun muassa siinä, miten monipuolinen asuinalue on, millaiset väestöryhmät siellä asuvat ja miten asukkaiden välinen yhteydenpito toimii. Engelinrantaan on tavoitteena rakentaa monipuolisia asumismuotoja, joten väestöpohjaan on sen myötä tulossa monimuotoisuutta. Haasteena on, miten yhteisöllisyys asuinalueelle muodostuu. (Hämeenlinnan Eteläranta Oy n.d.a.)

Sosiaaliseen kestäväan kehityksen ulottuvuuteen liittyy myös kaupungin tai alueen mahdollisuudet tarjota asukkailleen aktiviteetteja. Mahdollisuudet ulkoiluun ja kulttuurikokemuksiin määräävät myös pitkälti alueen viihtyisyyttä. Engelinrannallekin etua on Hämeenlinnan historiasta ja Hämeen linnan kaltaisista kohteista. Lisäksi erilaisista ihmisistä tuleva rikkaus tuo mukanaan erilaiset tapahtumat ja niiden monipuolisuuden. (Hämeenlinnan Eteläranta Oy n.d.a.)

Sosiaalista näkökulmaa huomioidaan ottamalla Hämeenlinnan asukkaiden ja alueen käyttäjien mielipiteet huomioon jo Engelinrannan suunnittelussa. Tätä varten on järjestetty esimerkiksi keskustelutilaisuuksia ja palautetta voi jättää Engelinrannan facebook-sivuilla. (Hämeenlinnan Eteläranta Oy n.d.a.)

## 6.6 Rakennukset ja yhdyskuntateknikka kestävyden edistämisessä

Engelinrannassa on loistava mahdollisuus ottaa käyttöön uusia ideoita rakentamisen alalla. Rakennusmääräykset ovat kiristyneet niin, että kaikki uudisrakennukset ovat nykyään jo hyvin energiatehokkaita. Vähimmäisvaatimuksista toki voi aina parantaa ja Engelinrannassakin tähän varmasti pyritään.

Rakennettavien asuntojen tyyppiä mietittäessä tulee eteen eri rakennuksien energiankulutukset. Esimerkiksi rivitalot kuluttavat 10-13 prosenttia vähemmän lämmitykseen vaadittavaa energiaa neliometriä kohden kuin pientalot. Engelinrannasta ei ole tarkoituksena tulla omakotitaloaluetta, mutta pohdintaa voi silti suorittaa kerrostalojen kerroskorkeuksien välillä. (Nystedt, Sepponen & Virtanen 2012, 14)

Suurimmassa osassa parvekkeellisista asunnoista parvekkeet lasitetaan. Tämä on pitkälti viihtyvyystekijä, jonka avulla parvekkeen käyttöaika pitenee. Esimerkiksi parvekeviljelyä ajatellen voidaan lasituksen avulla pidentää kasvukautta.

Parvekelasituksella on myös vaikutusta rakennuksen energiansäätöön. Kimmo Hilliahon vuoden 2010 diplomityön *Parvekelasituksen energiataloudelliset vaikutukset* (Hilliaho 2010) mukaan parvekelasituksen vaikutus energiankulutukseen on suuri etenkin sisäänvedetyssä parvekkeessa. Sisäänvedettyjen parvekkeiden energiansäätö oli 6,8 prosenttia ja ulkonevien parvekkeiden 5,0 prosenttia. Lämpöhäviö on ulkonevissa parvekkeissa suurempi. (Hilliaho 2010, 127)

Rakennusten suunnittelussa olisikin kannattavampaa päätyä sisäänrakennettuihin parvekkeisiin. Hilliahon (Hilliaho 2010) mukaan vaikutus energiankulutukseen on pieni hyvin eristetyissä rakennuksissa, joiden lasitetut parvekkeet olivat suunnattu pohjoiseen ja tuloilma otettiin parvekkeiden ulkopuolelta. Siten olisikin järkevintä lasittaa parvekkeet ja suunnata ne etelään. Kesän kuumimpien kuukausien ajaksi parvekkeisiin on mahdollista asentaa esimerkiksi sälevarhot estämään liiallista asunnon lämpenemistä. (Hilliaho 2010, 127)

Myös räystäällä on vaikutusta rakennuksen energiakäyttöön. Ne suojaavat rakennusta ylikuumentumiselta. Lisäksi pitkät räystäät estävät vesisateen ulottumisen rakennuksen seiniin. Tulevaisuudessa, sateiden oletettavasti lisääntyessä, tämä voi vaikuttaa talon kosteudenkestävyyteen. (Suomen Arkkitehtiliitto SAFA n.d.)

Saunoilla on suuri vaikutus asuntojen energiankulutukseen. Toisaalta suomalaiset pitävät usein saunoja perusoikeutenaan, joka asuntoon halutaan, vaikka sitä ei käytettäisikään. Kerrostalojen saunatilat lenkkisaunoineen ja saunavuoroinen ovat yksi ratkaisu energiansäästöön. Kaikki eivät kuitenkaan näistä innostu, joten rakennuksissa voisi olla saunallisia ja saunattomia asuntoja, jolloin asukkaat voisivat hankkia asuntonsa heidän omilla vaatimuksillaan.

Uuden rakentamisen myötä voitaisiin tutustuttaa asukkaat ajantasaiseen energiamittaukseen. Ajantasaisen tiedon perusteella asukkaiden olisi helpoaa tiedostaa mihin energiaa kuluu ja siten aktiivisesti vaikuttaa siihen.

Yksi mahdollisuus Engelinrannassa olisi kaksoisvesijärjestelmän asentaminen asuntoihin ja hulevesien hyödyntäminen. Kaksoisvesijärjestelmän avulla harmaat vedet voitaisiin käsitellä ja käyttää esimerkiksi kasteluun. Tämä vähentäisi varsinaisen jäteveden määrää. Myös mustien jätevesien käsittely paikallisesti Engelinrannassa olisi mahdollista. Koska liittyminen kaupungin jätevesiverkostoon on kuitenkin helppoa ja suurissa yksiköissä puhdistustulokset ovat parempia, ei oman jätevedenpuhdistamon rakentaminen luultavasti ole kannattavaa.

Hulevesissä piilee monta mahdollisuutta verrattuna niiden suoraan johtamiseen vesistöön. Hulevesiä voitaisiin ottaa talteen, jolloin niitä voitaisiin käyttää myös esimerkiksi kasteluvesinä taskupuutarhoissa.

On myös pieniä energiankulutukseen vaikuttavia tekijöitä, jotka olisi hyvä huomioida. Esimerkiksi liiketunnistimella toimivat rappukäytävien valot ovat hyvä tapa vähentää valojen turhaa päällä oloa. Ne myös helpottavat asukkaiden asumista.

Engelinrannan rakennuksiin tulee luultavasti lähes kaikkien uudisrakennusten tapaan lämmön talteenottava ilmanvaihtojärjestelmä. Järjestelmä vaatii huoltoa, johon kuuluu suodattimien puhdistus ja vaihto sekä ilmanvaihtoputkistojen nuohous. Säännöllinen huolto on edellytys järjestelmän energiatehokkuudelle. Taloteknisten järjestelmien osalta ja niiden oikeanlaisen toimivuuden puolesta asukkaalta vaaditaan jonkin verran viitseliäisyyttä. Rivitaloissa ja muissa useamman asunnon rakennuksissa järjestelmien huolto on yleensä kuitenkin huoltoyhtiöiden vastuulla. (Energiateollisuus. Energia ja ympäristö. n.d.)

Engelinrannassa lämmönjakotapa ei rajoita uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Vesikiertoinen ja ilmakiertoinen järjestelmä on kumpikin mahdollista toteuttaa esimerkiksi maalämmöllä. Oletettavaa on, että tulevaisuudessa rakennusmääräysten kiristyessä ja ilmaston lämmitessä, lämmi-

tysenergian tarve entisestään vähenee ja silloin patterit eivät ole välttämättömiä. Hyvin pitkäjänteisessä suunnittelussa voitaisiin ehkä jo ennakoida tätä ja rakentaa ilmakiertoinen lämmönjakojärjestelmä.

Lämmitystä suunnitellessa voisi huomioida myös sen, että rakennuksissa on tiloja, jotka eivät vaadi yhtä korkeita lämpötiloja kuin mitä asuinhuoneet. Esimerkiksi sisävarastot ja rappukäytävät voivat olla selkeästi viileämpiä, jolloin säästetään lämmityskustannuksissa. Lisäksi ne toimivat hyvinä puskureina sisä- ja ulkoilman välillä. Rakennukset voisikin suunnitella niin, että kylmemmät tilat sijaitisivat rakennuksen pohjoispuolella ja lämpimät tilat eteläpuolella, jossa voidaan paremmin hyödyntää auringon lämmittävää vaikutusta.

Vesihuollon Hämeenlinnassa hoitaa Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy. Yhtiön omistaa Hämeenlinna, Hattula ja Akaa. (Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy n.d.)

HS-Veden toiminta on jaettu kolmeen yksikköön. Laitosyksikön vastuulla on veden hankinta ja jakelu sekä jätevesien johtaminen ja käsittely. Laitosyksikön lisäksi HS-Vedellä on suunnittelu- ja verkostoyksikkö. Jälkimmäinen huolehtii vesi-, jätevesi- ja sadevesiverkostojen ylläpidosta ja rakentamisesta. (Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy n.d.)

HS-Vedellä oli vesijohtoverkosta vuoden 2011 lopussa noin 846 kilometriä ja vedenjakeluverkostot oli jaettu neljään alueeseen. Hattula ja Hämeenlinna kuuluivat samaan verkostoalueeseen. Kanta-Hämeenlinnan alueella verkosto on kaikkein vanhinta, se on rakennettu 60-luvulla. (FCG Finnish Consulting Group 2013, 17)

Jätevesiviemäriverkosta vuoden 2011 lopussa oli noin 718 kilometriä. Kanta-Hämeenlinnan jätevedet johdetaan Paroisten puhdistamolle. Joissakin jätevesiviemäriin vanhoilla alueilla on edelleen sekaviemäriverkosta, joita kuitenkin muutetaan aina saneerausten yhteydessä erillisviiemäriin alueiksi. Hulevesiviemäriverkoston pituus oli vuoden 2011 lopussa noin 288 kilometriä. Hämeenlinnan teknisen toimen vastuulla ovat hulevesiviemärijärjestelmien ritiläkaivot ja viiksijohdot. (FCG Finnish Consulting Group 2013, 17-18)

Paroisten jätevedenpuhdistamo on kaksivaiheinen biologinen laitos kemiallisella fosforinpoistolla. Vuonna 2009 puhdistamoon lisättiin jälkiflotatitioyksikkö kiintoaineen poistoon. Yksiköllä saatiin vähennettyä fosforikuormitusta vesistöön noin 38 prosenttia. Jätevedenpuhdistamon voimassa olevan jätevesien laskuluvan mukaan BOD<sub>7</sub>-pitoisuus saa olla enintään 10 milligrammaa litrassa lähtevässä vedessä ja käsittelytehon tulee olla vähintään 95 prosenttia. COD<sub>cr</sub>-pitoisuuden enimmäisarvo on 90 mg/l 85 prosentin tehokkuudella sekä fosforin 0,3 mg/l ja 95 prosentin käsittelyteho. Ammoniumtyypipitoisuus lähtevässä vedessä saa olla enintään 4 milligrammaa litraa lähtevää vettä kohden vuoden keskiarvona laskettuna. (FCG Finnish Consulting Group 2013, 18; HS-Vesi n.d.)

Engelinrannassa olisi teoriassa mahdollista toteuttaa jätevedenkäsittely kunnallisesta verkostosta erillään. Tämä kuitenkin johtaa yleensä huomppiin puhdistustuloksiin kuin keskittyissä jätevedenpuhdistamoissa. Kestävä kehityksen aatteet toteutuvat jo jäteveden vähentämisessä ja hulevesien hyötykäytössä, joten liittyminen kunnalliseen vesi- ja jätevesihuoltoverkkoon on kannattavinta.

## 6.7 Energiantuotantomahdollisuudet Engelinrannassa

Engelinrannassa, kuten muissakin rakennuskohteissa, lähdetään liikkeelle alueen ominaisuuksien kartoituksesta. Alueen sijainti sekä mahdollistaa että rajoittaa energiamuodon valinnan. Maaperän laatu vaikuttaa siihen kannattaako maalämpöä pinta-asentaa ja toisaalta pohjavesialueet ja peruskallion syvyys vaikuttavat siihen onko porakaivo ja maalämpöpumppu alueella realistinen vaihtoehto. Maalämpöä varten tarvitaan lupa, mutta uudisrakennusten kohdalla sen hakeminen onnistuu rakennusluvan yhteydessä. Engelinrannan keskeinen sijainti mahdollistaa kaukolämpöverkostoon liittymisen. Usein kaukolämpö valitaan lämmitysmuodoksi myös ympäristöystävällisistä, mutta rakentamisessa voidaan myös miettiä alueen imagoa ja sitä, että halutaanko olla edelläkävijöitä uusiutuvien energialähteiden käytössä. Uudisrakentamisen ja nimenomaan kokonaan uuden asuinalueen rakentamisessa etu on siinä, että puusto ja rakennusten suuntaaminen tontilla voidaan alusta alkaen suunnitella niin, että ne sopivat yhteen valitun lämmitysmuodon kanssa ja että samalla voidaan hyödyntää passiivista aurinkoenergiaa. (Motiva Oy 2012, 4)

Toteutuskelpoisimpia vaihtoehtoja Engelinrantaan olisivat mielestäni erilaiset lämpöpumppusovellukset, aurinkoenergia ja näiden hybridiratkaisut taloryhmän tai asuinalueen laajuisesti toteutettuna. Engelinrantaan voitaisiin perustaa älykäs sähköverkko, lähienergiaverkko, joka voitaisiin yhdistää suuremman energiantuottajan sähköverkkoon.

Pientuulivoimalat ovat yleistymässä, mutta niiden haittana ovat suurien tuulivoimaloiden tavoin vaikutukset maisemaan ja varjojen muodostuminen. Voimalat soveltuisivat parhaiten paikoille, joissa asutus on väljempää ja voimala voidaan asentaa siten, että sen aiheuttamat varjot eivät osu rakennusten ikkunoihin ja muihin paikkoihin, joissa niistä voitaisiin kokea olevan häiriötä.

Vesivoimaa Engelinrannassa voitaisiin hyödyntää vain ostamalla vesivoimalla tuotettua sähköä. Tämä ei kuitenkaan ole kannattava vaihtoehto, sillä alueella kestävän kehityksen mukaisesti juuri pyritään eroon sähkölämmityksestä.

Bioenergia on myös yksi uusiutuvista energiantuotantomenetelmistä, joihin panostetaan. Engelinrannalle bioenergia ei ehkä ole kannattavin energiantuotantomuoto alueen suhteellisen pienuuden takia. Oma, esimerkiksi haketta polttava voimalaitos, sopisi kyllä pienemmällekin asuinalueelle, mutta se vaatii tilaa ja saattaa heikentää ympäristön viihtyisyyttä. Keskustaan läheisyyteen olisi sen maisemoiminen ja sijoittaminen hankalaa. Jos energia haluttaisiin nimenomaan tuottaa biopolttoaineilla, olisi järkevintä

järjestää lämmitys kaukolämmöllä, joka tuotetaan esimerkiksi hakkeella tai muilla biopolttoaineilla.

### 6.7.1 Aurinkosovellukset

Engelinranta sijaitsee hyvällä paikalla aurinkoenergian hyödyntämisen kannalta. Ranta osoittaa kaakkoon ja sen muusta rantaviivasta ulkoneva sijainti edistää auringon paistamista usealta suunnalta. Rakennusten ikkunat voidaan suunnata etelään, jolloin talvisaikaan saadaan passiivisesti hyödynnettyä auringon lämpöä. Kesän liikakuumenemista voidaan ehkäistä rakentamalla rakennuksiin vaikka varjostavat räystäät ja istuttamalla lehtipuita varjostamaan pahimmalta auringonpaahteelta. Lehtipuiden etuna on, että talvisaikaan ne eivät varjosta. (Palttala & Erat 2009, 25)

Aurinkoenergian hyödyntämiseen aurinkokennoilla on siten myös hyvät mahdollisuudet. Asunnot voitaisiin rakentaa ja on suunniteltukin rakennettavan niin, että matalimmat olisivat lähimpänä rantaa ja korkeammat kauempana, jolloin välttyttäisiin siltä, että ne varjostaisivat toisiaan. Aurinkokennoja voitaisiin sijoittaa kattojen lisäksi myös julkisivuihin. (Edelman & Kirkinen 2010, 48; Hämeenlinnan Eteläranta Oy n.d.a.)

Julkisivuun tai kattoon integroidut aurinkosähköjärjestelmät sopisivat Engelinrantaan. Esimerkiksi Rautaruukki Oyj:n julkisivuun integroitu järjestelmä hyötyy heijastuvasta säteilystä, joten rakennusten sijainti rannan läheisyydessä lisäisi järjestelmän hyödynnettävyyttä. Samoin kattoon integroidut aurinkokeräimet olisivat mahdollisia. Niillä voitaisiin lämmittää rakennusten käyttövesi. Rakennukset Engelinrannassa voitaisiin suunnata ja sijoittaa niin, että aurinkoenergian hyödynnys olisi optimaalista. (Rautaruukki Oyj 2011, 3)

Engelinrannassa aurinkopaneeleita voisi hyödyntää myös varsinaista rakennusten energiantuotantoa pienemmässä mittakaavassa esimerkiksi valaistuksessa. Katu- ja pihavalot voisivat olla aurinkopaneeleilla ja akuilla varustettuja. (Alanen ym. 2010, 64)

### 6.7.2 Lämpöpumput

Maalämmöllä olisi mahdollista toteuttaa koko Engelinrannan alueen rakennusten lämmitys, olettaen, että kallioperä on sopiva. Esimerkiksi pysäköintialueiden alle rakennettava energiakaivokenttä olisi yksi toteutusvaihtoehto koko alueen lämmön ja viileän tuotantoon. (Rototec Oy n.d.)

Maalämpökaivojen poraamisen voisi yhdistää maaperän puhdistamiseen. Maaporaus on kallioporausta kalliimpaa, jolloin puhdistuksen yhteydessä voisi kartoittaa maalämmölle soveltuvia alueita, joissa kallion päällä oleva maakerros ei olisi kovin paksu. Tällaisia alueita voitaisiin maaperän puhdistuksen yhteydessä luoda, mikäli se vain on hulevesihallinnan ja muiden tekijöiden kannalta mahdollista. (Senera Oy n.d.)



Maalämpö voitaisiin asentaa myös pintamaahan. Tämäkin vaatisi päätöksen jo aikaisessa vaiheessa, jolloin maalämmölle saataisiin suunniteltua sopiva alue.

Yhden mahdollisuuden tarjoaa alueen sijainti rannassa. Erilaiset lämpöpumppujärjestelmät ovat koko ajan kasvattaneet suosiotaan ja yksi näistä on mahdollisuus ottaa lämpöä vesistöjen pohjasta.

Esimerkiksi Uponor valmistaa lämmönvaihdinta, joka voidaan upottaa vesistöön. Laitteisto on mahdollista asentaa myös maan päälle tai alle ja sen avulla voidaan hyödyntää ilman jäätymisongelmaa jopa + 1 °C lämpöisen veden energiaa. (KWH Pipe 2008)

Uponorin lämmönvaihdin rakennetaan kennolevyrunkoon, jolloin lämmönvaihtimelle saadaan taattua pitkä käyttöikä. Runko myös helpottaa lämmönvaihtimen huoltoa eli esimerkiksi vuosittaista siirripintojen puhdistusta. Lämmönvaihdinyksikkö on tavallisesti noin 10 metrin pituinen, 2,4 metrin levyinen ja 2,5 metriä korkea. Kuitenkin asennusvaihtoehtoja löytyy useita ja moduulirakenteeseen on mahdollista asentaa myös useampia yksiköitä. (KWH Pipe 2008)

Lämmönvaihtimen yhteydessä on pumppukaivo, jota ohjataan taajuusmuuttajalla ja laitekaivo virtauksien hallintaan. Lämpökeskus voidaan asentaa joko rakennukseen lämpötilaan tai lämpökonttiin. Itse lämmönkeruuputkisto vietään vesistöön maahan kaivettua kanaalia pitkin. Putkisto tulee asentaa niin, että talvisin liikkuva jääpeite ei pääse vaurioittamaan sitä. Lämmönkeruuputkisto vaatii lisäksi riittävät painot pysyäkseen pohjasedimentissä. Mikäli putkiston ympärille kertyy jäätä, nostaa se putkistoa ylöspäin ja altistaa sen vaurioille. (KWH Pipe 2008; Senera Oy n.d.)

Vesistön pohjan laatu ei ole esteenä vesistölämmön asentamiselle, mutta vaikuttaa lämmönkeruuputken valintaan. Mikäli pohja on kivikkoinen, käytetään paksumpaa lämmönkeruuputkea, jotta vuotoriski saadaan mahdollisimman pieneksi. Putkiston vaurioitumisen välttämiseksi lämmönkeruualue ei sovellu veneitten ankkurointiin. (Senera Oy n.d.)

Uusi mahdollisuus kohteille, jotka vaativat paalutusta, on energiapaalut. Energiapaaluissa teräspaaluun on integroitu lämmönkeräin, jolloin maaperästä saadaan lämpöä tai kylmää tavallisten lämpöpumppujen tavoin. Betonirakenteisessa paalussa poikkileikkaukseen jätetään reikä maalämpöputkelle. Putken asennuksen jälkeen paalu valetaan umpeen. Etuna on, että erillisiä lämpökaivoja ei tarvitse tehdä. Kaivoa on mahdollista porata myös syvemmälle kuin mihin itse paalu ulottuu. Tavallisen maalämmön tavoin myös energiapaalujen suunnittelussa vaaditaan hyvät lähtötiedot maaperästä ja siitä onko maaperä sopivaa maalämmön hyödyntämiseen. (Tomhuri 2010; Vesämäki 2010, 2-3, 20.)

Aurinkosähkön ja -lämmön yhteydessä voisi parantaa järjestelmien vuodenaikaista hyötyä varastoimalla lämpöä maahan. Menetelmä toki vaatii siihen soveltuvan maaperän, mutta tarjoaisi mahdollisuuden ympäristöystävällisen lämmön käyttöön myös talven pimeinä aikoina. Samalla ehkäis-

täisiin maaperän viilenemistä, joka on vaarana maalämmön hyödynnyksessä. (The Drake Landing Solar Community (DLSC) n.d.)

Menetelmä on ollut käytössä muun muassa Kanadassa Drake Landing Solar Communityssä. Siellä lämpiminä kuukausina kuumennettua vettä kiertetään putkijärjestelmän avulla porausrei'issä. Reikiä on yhteensä 144 kappaletta ja ne ulottuvat 37 metriä maanpinnan alle. Kesän lopulla maaperän lämpö voi nousta jopa 80 asteen lämpötilaan. Lämmön pysyminen maassa varmistetaan alueen lämpöä pidättävillä päällysrakenteilla. Järjestelmässä on maaperän lämmön pitkäaikaisvarastoinnin lisäksi myös lyhyempään lämmön varastointiin tarkoitettu järjestelmä, josta kesäisin kierrätetään lämpöä ja talvisin kylmää porausreikiin. (The Drake Landing Solar Community (DLSC) n.d.)

Lämmitysmuodon yhteyteen voidaan asentaa vielä muita lämpöpumppujärjestelmiä. Esimerkiksi koneellisen ilmanvaihdon yhteyteen voidaan lisätä lämpöä talteen ottava poistolämpöilmapumppu. Tai mikäli lämmitysmuodoksi valitaan esimerkiksi aurinkokeräimet, voidaan rakennuksiin asentaa ilmalämpöpumput, joilla voidaan kesäisin tarvittaessa myös viilentää asuintiloja.

### 6.7.3 Kaukolämpö

Engelinrannan sijainti mahdollistaa liittymisen kaukolämpöverkoston. Hämeenlinna kuuluu Elenia Lämpö Oy:n lämpöverkon alueeseen. (Elenia n.d.)

Elenia osti vuonna 2012 Vattenfallin sähkönjakelu- ja lämpöliiketoiminnan. Hämeenlinnan verkon kaukolämpö tuotetaan pääosin Vanajan CHP-voimalaitoksella. Voimalassa tuotetaan sähköä ja lämpöä maakaasulla, turpeella ja biopolttoaineilla. Lisäksi lämpöä ostetaan myös Rautaruukin Hämeenlinnan tehtailta ja Hämeenlinnan Seudun Veden mädättämöltä. (Elenia n.d.; Hieta 2010, 25-26.)

Ympäristön kannalta CHP-laitoksessa tuotettu sähkö ja lämpö ovat melko hyviä vaihtoehtoja. Engelinrannassa on kuitenkin tavoitteena vähintäänkin osaksi hyödyntää uusiutuvia energialähteitä paikallisesti tuotettuna. Tarkoituksena on myös rakentaa taloista hyvin energiatehokkaita. Tästä syystä energiavaatimukset saattavat jäädä niin vähäisiksi, että kannattavampaa on tuottaa energia muilla tavoilla Engelinrannassa. Lisäksi tavoitteena on innovaativuus, jolloin olisi luontevampaa tukeutua muihin vaihtoehtoihin kuin kaukolämpöön.

### 6.7.4 Sähkö/energiaverkko

Energiakeskustelussa tapetilla ovat olleet lähiaikoina niin sanotut älykkäät sähköverkot. Yhdellä alueella tällainen voitaisiin koota lähienergiaverkoksi. Energiaa verkko saisi alueella tuotetusta energiasta sekä ylijäämäenergiasta, jota syntyy esimerkiksi kiinteistöissä ja laitteissa. Sähköverkko olisi yhteydessä myös suuremman energiantuottajan verkkoon. Tällöin lä-

hienergiaverkosta voitaisiin syöttää mahdollista ylimääräistä energiaa suuremman energiantuottajan verkkoon ja vastavuoroisesti lähienergiaverkko voisi tarvittaessa ottaa suuremmasta verkosta energiaa esimerkiksi poikkeustilanteissa. (RAKLI ry & Espoon kaupunki 2012, 7)

Alueellisten energiaverkkojen ei tarvitse olla vain sähköä varten. Verkkoihin voi kerätä myös esimerkiksi maalämpöä. Kokonaisuuteen kuuluisivat rakennukset, alueellinen energialähde ja liittymät muihin energiaverkkoihin. (RAKLI ry & Espoon kaupunki 2012, 7)

Haasteena verkoissa on niiden vaatima useiden alojen tekninen asiantuntemus ja se, että määritellään missä esimerkiksi kiinteistökohtaisten järjestelmien ja valtakunnan verkkojen rajapinnat ovat. Toteutus, etenkin sen yleistyminen, vaatii kaupunkien ja kuntien panosta sekä luultavasti myös valtion ainakin taloudelliselta kannalta. Verkko vaatii myös esimerkiksi lähienergiayhtiön tai muun toimijan verkon hallinointiin. (RAKLI ry & Espoon kaupunki 2012, 12-13)

Engelinranta voisi olla hyvä kohde tämäläisen sähkö/energiaverkon luomiseen. Alue on vielä sen verran varhaisessa suunnitteluvaiheessa, että päätökset ehtii vielä tekemään. Sähkön syöttäminen pientuottajilta suurempaan verkkoon ei ole Suomessa vielä kovin yleistä, mutta Engelinrannalla olisikin siten hieno mahdollisuus olla ensimmäisten joukossa. Tämlänsäköverkköjen oletetaan joka tapauksessa olevan tulevaisuutta.

Elenia on Hämeenlinnassa jakeluverkonhaltija. Elenian kanssa on mahdollista sopia pientuotantosähkön syöttämisestä yrityksen jakeluverkkoon. Pienisähköntuotantolaitos voidaan liittää joko olemassa olevaan sähköliittymään tai sitä varten rakennetaan erillinen sähköliittymä. (Elenia n.d.)

## 6.8 Hulevesien ehkäiseminen ja hallinta

Hämeenlinnan kaupunki on laatinut hulevesistrategian, jonka periaatteiden mukaisesti hulevesihuolto kaupungin alueella toteutetaan. Jo suunnitteluvaiheessa strategian mukaan tulee tehdä hydrologinen tarkastelu, jossa huomioidaan valuma-alueet kokonaisuutena. Hulevedet otetaan mukaan suunnittelu- ja lupaprosesseihin ja niistä annetaan ohjeita ja määräyksiä. Tavoitteena Hämeenlinnassa on ehkäistä hulevesien muodostumista, käsitellä ne paikallisesti ja mieluiten imeyttämällä. Lisäksi kaupungissa muun muassa pyritään hallitsemaan hulevesiä mahdollisimman luonnonmukaisissa järjestelmissä ja tarvittaessa myös puhdistamaan niitä. (Jutila 2009, 25-26)

Hämeenlinnan keskustan alueella ongelmana on ollut pahimpien sateiden aikaan toistuneet tulvat. Hämeenlinnan kaupungin hulevesitulvariskiarvioinnin mukaan Hämeenlinnan keskusta-alueen hulevesihallinta on ollut puutteellista ja linja-autoaseman ja moottoritien lähialue ovat riskialueita. Vuonna 2011 tulvaongelmaa oli ollut myös etelärannassa. Samassa raportissa myös mainitaan, että etelärannan suunnittelussa olisi pidettävä myös tulvamahdollisuudet mielessä ja kaavasunnittelun keinoin pyrkiä eroon jo

olemassa olevista ongelmista. Hämeenlinnassa hulevesiverkoston putkistosta vastaa Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy. Kaupungin vastuulla on katujen kuivatus ja kiinteistöjen taas niiden omalla tontilla tapahtuva hulevesihallinta sekä liittymät hulevesiverkostoon. Engelinrannan alueella hulevedet kulkeutuvat pääosin painovoimaisesti hulevesiverkostossa Vanajaan. (Jutila 2011, 4-5,9,13)

Haasteena Engelinrannassa on sinne muualta valuvat vedet. Linja-autoasemalta Vanajaveden rantaa kohti maasto on tasaista, mutta kaupungin keskustasta on jyrkkä lasku asemalle. Nimenomaan keskustasta rinnettä alas valuneet sadevedet ovat olleet yksi syy linja-autoaseman lähialueiden tulviin. (Inha ym. 2013, 5)

Engelinrannalle valmistui vuoden 2013 lopulla hulevesiselvitys. Selvityksen mukaan tavoitteena hulevesien hallinnassa on niiden ohjaaminen kasvillisuuden käyttöön, imeyttäminen ja suodattaminen maaperäkerrosten läpi ja hulevesien hyödyntäminen alueella. Tarkoituksenmukaista ei ole Vanajaveden laadun heikentäminen hulevesillä, jolloin pyritäänkin siihen, että vesistöön johdettavat hulevedet olisivat kokonaisuudessaan puhtaita. Hulevesiselvityksessä myös linjataan, että päällystämätöntä maa-alaa tulisi varata tarpeeksi hulevesien paikalliselle käsittelylle. (Inha ym. 2013, 16)

Engelinrannassa hulevesiratkaisujen sijoittaminen muiden rakenteiden sekaan tulee osaksi luonnostaan, sillä pyrittäessä kestävän kehityksen mukaiseen rakentamiseen, tulee tilaa jättää myös viheralueille ja –rakenteille. Hulevesihallinnalla on myös esteettistä merkitystä. Esimerkiksi vuoden 2013 Hyvinkään asuntomessualueella puistoalueiden hulealaiden ympärille rakennettiin japanilainen kivipuutarha. Suunnittelua vaatii kuitenkin imeytysalueiden sijainti. Hulevesiä ei voida imeyttää pilaantuneiden maa-aineksien läpi, jolloin niille on joko löydettävä tilaa toisesta paikasta tai alueen maaperä puhdistettava. (Inha ym. 2013, 20; Suomen Asuntomessut 2013, 10.)

Engelinrannassa on hieno mahdollisuus sulauttaa hulevesihallinta osaksi alueen muita rakenteita. Hulevedet johdetaan nykyään Vanajaveteen, jolloin tulevaisuudessakin hulevesijärjestelmiä varten ei tarvitsisi rakentaa esimerkiksi altaita, joissa vesi seisoo vaan vedet voitaisiin viivästyksen jälkeen johtaa edelleen puroina vesistöön. Taskupuutarhoissa voitaisiin imeyttää katoilta tulevat sadevedet ja samalla edistettäisiin ekologista elämäntapaa, kun asukkailla olisi mahdollisuus paikalliseen viljelyyn. Pysäköintialueiden vesissä ongelmana on niiden puhtaus, mutta mikäli vedet eivät tarvitse käsittelyä, voidaan näillä alueilla vedet imeyttää maaperään läpäisevien päällysteiden avulla. Ainakin teoriassa autopaikkojen määrä ei ole lähtökohtaisesti muutenkaan suuri, joten päällystettyä aluetta ei synny siten laajalti.

Myös viherkatot ovat mahdollisuus hulevesien vähentämiseen. Ne hillitsevät valumaa ja samalla suojaavat vesikatteita ultravioletisäteilyltä. Lisäksi viherkatot toimivat eristeenä ja ovat esteettinen etu, joka korostuu etenkin rakennusten ollessa erikorkuisia. (Suomen Kuntaliitto 2012, 280)

## 6.9 Rakentamisen ja asumisen jätteiden vähentäminen ja jätehuolto

Uuden asuinalueen kohdalla jätteet tulee ottaa huomioon heti suunnittelun alkuvaiheista lähtien. Aluksi ajatellaan yleensä vain sitä, miten tulevien asukkaiden mahdollisuudet jätteiden määrän vähentämiseen ja lajitteluun toteutuvat. Oleellista on kuitenkin huomioida myös rakentamisen aikainen jätehallinta.

Engelinrannassa olisi hyvä mahdollisuus todella kiinnittää huomiota rakentamisvaiheen jätteiden syntyyn. Kilpailutusvaiheessa yhdeksi kriteeriksi voitaisiin ottaa materiaalitehokkuus. Parhaista pyrkimyksistä huolimatta rakentamisvaiheessakin erilaista jätettä tulee syntymään ja näiden materiaalien kierrätys tulisi optimoida vaatimalla sitä rakennusyrytykseltä. Rakennusmateriaaleiksi olisi hyvä valita sellaisia materiaaleja, jotka myös tulevaisuudessa ovat kierrätettävissä. Materiaalit voitaisiin valita ympäristöystävällisyytensä, myös niiden valmistamiseen kuluvan energian, perusteella ja siten kiinnittää huomiota jo aiemmin mainittuun rakennusten elinkaareen ja siihen, että materiaalit olisivat helposti korjattavissa tai vaihdettavissa ja myös tulevaisuudessa kierrätettävissä. Puun käyttöä materiaalina tulisi ympäristöystävällisyydestä suosia. (Martinkauppi (toim.) 2010, 40)

Ensisijaista on aina jätteen määrän vähentäminen. Taloyhtiöissä voitaisiin jakaa ohjeita millä toimenpiteillä siihen voitaisiin päästä ja koska asumisessa erityispaino olisi kestäväällä kehityksellä, saavuttaisi valistus ehkä paremmin asukkaat. Lisäksi jätehuollon kulut voitaisiin vesimaksun tavoin eriyttää vastikkeista ja vuokrista, jolloin niiden olemassaolo konkretisoituisi asukkaille paremmin. Väärin lajitelluista jätteistä tulleet lisäkulut tulisivat erikseen asukkaille maksettavaksi ja tämä voisi jo sosiaalisen paineenkin kautta motivoida ihmisiä kiinnittämään lajitteluun huomiota.

Asukkaiden näkökulmasta huomionarvoista on mihin ja miten jäteasiat sijoitetaan. Monipuoliset mahdollisuudet jätteiden lajitteluun ovat tärkeitä eli jättepisteestä tulisi löytyä jäteasiat sekajätteen lisäksi myös biojätteelle, pienmetallille, lasille, kartongille ja keräyspaperille. Jätteenpolttolaitoksen lisääntyessä tilaa olisi hyvä varata myös energiajakeelle. Jäteastioiden ja niiden läheisyyden siisteys on keskeistä siihen, miten motivoituneita asukkaat ovat lajitteluun. Nykyään yleistä on taloyhtiöiden lukitut jätekatokset, jolloin niiden siisteys on helppo taata ja toisaalta varmistutaan siitä, että jäteastioissa on aina tilaa, kun ulkopuoliset eivät voi tuoda niihin omia roskiaan. Myös syväkeräyssäiliöt on mahdollista saada lukittuina versioina. Niiden etu on suuri tilavuus ja viileys, jolloin hajuhaitat vähenevät. Käytännössä syväkeräyssäiliöiden ja erilaisten varastojen yhdistelmät lienevät parhaita. Viherrakenteiden avulla ne kyetään myös hyvin maise- moimaan.

Jätteiden kuljetuksista syntyy myös päästöjä. Niihin on tavallisten asukkaiden vaikeampi vaikuttaa, mutta esimerkiksi taloyhtiökohtaisesti voidaan jätehuollon toimittavalta yhtiöltä vaatia tiettyjä ympäristösitoumuksia. Jätehuoltoyrityksille ympäristöimago on nykyään kilpailuvaltti, mutta yrityksissä löytynee eroja, jolloin vertailua voidaan suorittaa.

Yksi vaihtoehto jätekuljetusten vähentämiseen ja roskakatosten poistamiseen on Tampereen Vuoreksessa jo kokeiltu jätteiden putkikeräys. Vuoreksessa jätteet lajitellaan biojätteeseen, paperiin, kartonkiin ja sekajätteen, joille kullekin on oma syöttöputkensa. Jäte putoaa putkessa varastotilaan, joka täytyttyään tyhjenee järjestelmän ohjelman mukaisesti. Jätteet muotoillaan ja siirretään putkeen, jossa ne kulkevat alipaineen ja ilmavirran avulla koonta-asemalle. Jätelajit tyhjenetään vuorotellen, jolloin ne eivät sekoitu ja koonta-asemalla ne puristetaan ja siirretään omiin kontteihinsa. (Pirkanmaan Jätehuolto Oy n.d.)

## 7 YHTEENVETO

Kestävän kehityksen käsitettä ja sen syntyä avattiin tavoitteiden mukaisesti hyvin yksityiskohtaisesti opinnäytetyössä. Kestävä kehitys käsitteenä toistuu nykyään useissa yhteyksissä, mutta sen todellinen merkitys, soveltaminen ja toteutusvaatimukset jäävät monesti epäselviksi. Oli tärkeää, että kestävä kehitys käytiin tarkasti läpi, jotta muita opinnäytetyön osaluoteita pystyttiin tarkastelemaan sen kautta.

Yhtenä opinnäytetyön päätavoitteista oli arvioida kestävä kehitystä asuinalueissa. Tätä pohjustettiin kertomalla Suomen tilanteesta esimerkiksi jätteiden kierrätyksessä ja rakentamista koskevassa lainsäädännössä. Tämän jälkeen käytiin asuinalueita ja yhdyskuntarakennetta koskevia kohtia läpi ja kerrottiin niiden yhteydestä kestävyys ja siitä mitä kussakin kohteessa olisi tehtävissä kestävyys saavuttamiseksi. Asuinalueiden ja kestävä kehityksen yhdistäminen on hyvin laaja aihekenttä ja tähän nähdessä tavoitteessa onnistuttiin mielestäni hyvin. Työn kirjallisuustutkimusosassa esille tulleita asuinalueiden kestävyys vaikuttavia asioita pohdittiin myös Engelinrannan yhteydessä ja lopputulokseksi saatiin mielestäni Engelinrantaan soveltuvia kestävä kehitystä edistäviä kohtia.

Opinnäytetyössä oli tavoitteena painottaa erityisesti uusiutuvia energiaratkaisuja. Kestävä kehitys ja fossiiliset energialähteet eivät käy yksiin ja tämän takia on kiire saada uusiutuvat energiamuodot toimintavarmiksi ja käyttöpaikkaansa soveltuviksi. Opinnäytetyössä käytiin uusiutuvia energialähteitä läpi ja tarkastelussa oli myös vaihtoehtoja, joiden toteuttaminen Suomessa tulee vaatimaan vielä lisää kehitystyötä.

Engelinrannassa kestävä kehitys on ollut alusta alkaen kantava teema. Selvitykset tehdään sitä mielessä pitäen, jolloin varmistutaan siitä, että kestävyys todella tulee konkretisoitumaan. Teknologia kehittyy nopeasti esimerkiksi energialähteiden saralla ja tähän varaudutaan sillä, että suunniteltu etenee vaiheittain. Jokainen rakentuva asunto tulee edustamaan senhetkistä kannattavaa ympäristöystävällistä rakentamista.

Opinnäytetyössä käytiin mielestäni kattavasti läpi Engelinrantaan soveltuvia uusiutuvia energiantuotantomuotoja. Alueelle eivät sovi kaikki työn aikaisemmissa vaiheissa käsitellyt uusiutuvat tuotantomuodot, jolloin niiden sopimattomuus pyrittiin perustelemaan. Lopputuloksena saatiin mielestäni käytyä energialähteet läpi niin, että joukosta valikoituivat ne vaihtoehdot, joiden toteuttaminen Engelinrannassa olisi kannattavinta.

Vaihtoehtoja energiantuotantotavoiksi löytyi useita. Tavoitteena Engelinrannassa on kuitenkin pilotoida uusia mahdollisuuksia. Näitä ovat esimerkiksi vesistölämpö ja energiapaalut. Auringon energian hyödyntäminen on nykyään jo luonnollinen osa rakennussuunnittelua ja tähän Engelinrannassa on hyvät mahdollisuudet. Erilaisia energiantuotantovaihtoehtoja voidaan myös yhdistellä, jolloin varmistetaan energiaomavaraisuutta. Keskeisen sijainnin ja alueen muiden ominaisuuksien perusteella juurikin hybridiratkaisut sopisivat Engelinrantaan. Esimerkiksi lämpöpumppuratkaisujen kuten vesistölämmön sekä aurinkoenergiasovellusten yhdistämisellä voitaisiin hyvällä tavalla ratkaista alueen energiantuotanto.

Älykkäät sähköverkot ja sähkön syöttäminen jakeluverkkoon ovat myös nykyaikaisia mahdollisuuksia. Ylijäämänsähkön myyminen kannustaa pieniäkin tuottajia panostamaan uusiutuvaan sähköntuotantoon. Engelinrannan kaltaisessa asuinalueessa, jossa joka tapauksessa tuotetaan energiaa omiin tarpeisiin, tarjoaa sähkön myyminen lähtökohdan investointien takaisinmaksuaikojen lyhentämiselle.

Opinnäytetyö onnistui mielestäni tavoitteessaan kestävän kehityksen käsitelyssä ja siihen liittyvien periaatteiden soveltamisessa asuinalueiden kohdalla. Esille saatiin otettua laajasti erilaisia huomioitavia asioita ja näitä pystyttiin soveltamaan Engelinrantaan. Osa esille otetuista asioista ei ole vielä toteutettavissa, mutta ne saattavat mahdollistaa tulevaisuudessa ja uusien asuinalueiden myötä pystytään siten pilotoimaan uusia ratkaisuja.

Energiaratkaisuissa käsiteltiin perusteellisimmin energiantuotantotapoja, joista on jo kokemusta. Näitä ovat esimerkiksi aurinkosähkö ja tuulivoima. Kuitenkin myös mahdollisia tulevaisuuden energiantuotantomuotoja kuten polttokennoja käsiteltiin. Lopputuloksena saatiin esiteltyä kattavasti sekä nykyisin toteutettavissa olevia että vielä kehitysasteella olevia teknologioita.

Opinnäytetyön aihekenttä on todella laaja ja useista eri kohdista riittäisi vielä paljon kerrottavaa. Kestävän kehityksen soveltaminen asuinalueisiin ja yhdyskuntarakenteeseen on edelleen kehittyvä prosessi ja sen todellinen toteutuminen vienee aikaa ja tuonee esille vielä paljon kohtia, joita ei ole osattu edes ajatella. Opinnäytetyö onnistui kuitenkin mielestäni tuomaan esille tällä hetkellä asuinaluesuunnittelussa ja -rakentamisessa olevia ajankohtaisia asioita siihen soveltuvalla laajuudella. Joka tapauksessa kestävä kehitys on nykyään osa yhteiskuntaa ja tuo asuinalueille uusia mahdollisuuksia rajoitusten sijaan.

## LÄHTEET

Airaksinen, M., Seppälä, J., Vainio, T., Tuominen, P., Regina, P. K., Peltonen-Sainio, P., Luostarinen, S., Sipilä, K., Kiviluoma, J., Tuomaala, Savolainen, I., Kopsakangas-Savolainen, M. 2013. Rakennetun ympäristön hajautetut energijärjestelmät. Suomen Ilmastopaneeli, raportti 4/2013. [http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/selvitykset\\_lausunnot/Rakennetun%20ymp%C3%A4ris%C3%B6n%20hajautetut%20energياج%C3%A4rjestelm%C3%A4t.pdf](http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/selvitykset_lausunnot/Rakennetun%20ymp%C3%A4ris%C3%B6n%20hajautetut%20energياج%C3%A4rjestelm%C3%A4t.pdf)

Alanen, R., Heimonen, I., Hänninen, S., Lahti, P., Pihala, H. & Sipilä, K. 2010. Aurinkosähkön mahdollisuudet Helsingin Östersundomin alueella. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä 2011:12 Helsinki: Helsingin kaupunki kaupunkisuunnitteluvirasto. [http://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/yos\\_2011-12.pdf](http://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/yos_2011-12.pdf)

Basel Convention www-sivut. 2011. Viitattu 30.10.2013. <http://www.basel.int/Home/tabid/2202/Default.aspx>

Berninger, K. 2012. Hiilineutraali Suomi- Miten luodaan ilmastoystävällinen yhteiskunta?. Helsinki: Gaudeamus

Birch, E.L.& Lynch A. 2012. Kestävän kaupunkikehityksen mittaaminen Yhdysvalloissa. Teoksessa Worldwatch -instituutti, Maailman tila 2012. Helsinki: Gaudeamus, 110-119

Black, R. 2012. Stockholm: Birth of the green generation. Viitattu 25.9.2013. <http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-18315205>

BRE Global -www-sivut. 2010-2013. Viitattu 20.1.2014. <http://www.breeam.org/index.jsp>

Carson, R. 2002. Silent Spring. 40. p. New York: Houghton Mifflin Company.

CBD (Convention on Biological Diversity). 2000. Sustaining life on Earth. How the Convention on Biological Diversity promotes nature and human well-being. Viitattu 9.12.2013. <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-sustain-en.pdf>

Club of Rome. n.d. The story of the Club of Rome. Viitattu 25.9.2013. <http://www.clubofrome.org/?p=375>

Cobb, J. 2002. Sustainability and the World Council of Churches. Viitattu 1.10.2013. <http://www.clas.ufl.edu/users/bron/pdf-christianity/Cobb--Sustainability+World%20Council%20of%20Churches.pdf>

The Drake Landing Solar Community (DLSC) www-sivut n.d. Viitattu 28.3.2014. <http://www.dlsc.ca/>



Earth Charter Initiative www-sivut. 2012. Viitattu 8.11.2013.  
[www.earthcharterinaction.org](http://www.earthcharterinaction.org)

Earth Charter Initiative. n.d. A Short History of the Earth Charter Initiative. Viitattu 8.11.2013.  
[http://www.earthcharterinaction.org/download/about\\_the\\_Initiative\\_history\\_2t.pdf](http://www.earthcharterinaction.org/download/about_the_Initiative_history_2t.pdf)

Edelman, H. & Kirkinen, J. 2010. Low2No- kestävän rakentamisen kilpailu. Helsinki: Suomen itsenäisyyden juhlarahasto (Sitra)

Eero Paloheimo Ecocity Ltd, arkkitehtuuritoimisto B&M Oy & Pacsdata Oy. 2009. Aurinkokaupunki Nurmi-Sorila, Hiilineutraalin ja ekotehokkaan kaupunginosan toteutussuunnitelma. Luonnos 21.11.2012. Viitattu 7.3.2014.  
[http://www.tampere.fi/material/attachments/a/6F6wwIDMi/Loppuraportti\\_draft\\_121121.pdf](http://www.tampere.fi/material/attachments/a/6F6wwIDMi/Loppuraportti_draft_121121.pdf)

EKOenergia-verkosto, co. Suomen luonnonsuojeluliitto www-sivut. n.d.a Viitattu 21.1.2014. <http://www.ekoenergy.org/fi/>

EKOenergia-verkosto, co. Suomen luonnonsuojeluliitto. n.d.b. EKOenergia-verkosto ja -merkki. Viitattu 21.1.2014.  
[http://www.ekoenergy.org/wp-content/uploads/2013/06/Ekoenergy\\_Text\\_Finnish.pdf](http://www.ekoenergy.org/wp-content/uploads/2013/06/Ekoenergy_Text_Finnish.pdf)

Elenia www-sivut. n.d. Viitattu 15.4.2014. <http://www.elenia.fi/>

Energiateollisuus. Energia ja ympäristö www-sivut. n.d. Viitattu 22.1.2014. <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto>

Teknologiateollisuus. Koti ja lämmitys www-sivut. n.d. Viitattu 15.4.2014. <http://energia.fi/koti-ja-lammitys>

Erat, B. 1994. Ekologia, ihminen, ympäristö. Helsinki: Rakennusalan kustantajat & Kustantajat Sarmala Oy.

Euroopan unioni www-sivut. 1995-2013. Viitattu 4.11.2013.  
[http://europa.eu/index\\_fi.htm](http://europa.eu/index_fi.htm)

European Commission. Summaries of EU legislation www-sivut. n.d. Viitattu 12.11.2013. [http://europa.eu/legislation\\_summaries/index\\_en.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/index_en.htm)

European Commission. Sustainable development. 5.7.2013. Viitattu 2.12.2013. <http://ec.europa.eu/environment/eussd/>

FCG Finnish Consulting Group. 2013. Hattulan ja Hämeenlinnan vesi- huollon kehittämissuunnitelma. Viitattu 16.4.2014.  
[http://www.fcgware.fi/sites/default/files/2013-05-14\\_HattulaHML\\_VHKS\\_pienennetty.pdf](http://www.fcgware.fi/sites/default/files/2013-05-14_HattulaHML_VHKS_pienennetty.pdf)

Golder Associates Oy. 2012. Pohjavesi energiavarastona Suomessa. Turku: Golder Associates Oy. Viitattu 27.3.2014. [http://www.golder.fi/modules.php?name=Services&op=viewbrochure&sp\\_id=1264&brochure\\_id=208](http://www.golder.fi/modules.php?name=Services&op=viewbrochure&sp_id=1264&brochure_id=208)

Government of Canada Publications. 1992. The Rio Earth Summit: Summary of the United Nations conference on environment and development. Viitattu 24.9.2013. <http://publications.gc.ca/Collection-R/LoPBdP/BP/bp317-e.htm>

Hakanen, M. 1993. Asuinympäristö ja kestävä kehitys. Periaatteita ja käytäntöjä. Helsinki: Ympäristöministeriö. Kaavoitus- ja rakennusosasto. Selvitys 6/1993.

Hakanen, M. 1999. Yhdyskuntien ekologisesti kestävä kehityksen arviointi, kriteerit ja mittaaminen. Helsinki: Suomen Kuntaliitto.

Hieta, A. 2010. Kaukolämmön hiilijalanjälki. AMK-opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu. Viitattu 15.4.2014. [http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/14813/Kaukolammon%20hiilijalanjalki\\_Antti%20Hieta.pdf?sequence=1](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/14813/Kaukolammon%20hiilijalanjalki_Antti%20Hieta.pdf?sequence=1)

Hilliaho, K. 2010. Parvekelasituksen energiataloudelliset vaikutukset. Diplomityö. Tampereen Teknillinen Yliopisto. Viitattu 15.4.2014. <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/6765/hilliaho.pdf?sequence=3>

Hoffrén, J., Lemmetyinen, I. & Pitkä, L. 2010. Esiselvitys hyvinvointi-indikaattoreista. Mittareiden vertailu ja kehittämiskohteet. Helsinki: Suomen itsenäisyyden juhlarahasto. Sitran selvityksiä 32. Viitattu 12.12.2013. <http://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4-sarja/Selvityksi%C3%A4%2032.pdf?download=Lataa+pdf>

Hoffrén, J. 2011. Kestävän hyvinvoinnin mittaamisen vaihtoehdot. Hyvinvointikatsaus 1/2011. Viitattu 12.12.2013. [http://www.stat.fi/artikkelit/2011/art\\_2011-03-07\\_004.html?s=0](http://www.stat.fi/artikkelit/2011/art_2011-03-07_004.html?s=0)

HS-Vesi. n.d. Toiminta. Viitattu 17.4.2014. <http://www.hsvesi.fi/Kiinteasivu.asp?KiinteasivuID=3868&NakymaID=242>

Häkkinen, T., Saari, M., Vares, S., Vesikari, E. & Leinonen, J. 1999. Ekotehokkaan rakennuksen suunnittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy

Hämeenlinnan Eteläranta Oy www-sivut. n.d.a. Viitattu 18.3.2014. <http://www.engelinranta.fi/>

Hämeenlinnan Eteläranta Oy. n.d.b. Engelinrannan hankeaikataulu. <http://www.engelinranta.fi/engelinrannan-hankeaikataulu/>

Hämeenlinnan kaupunki. 2012. Osallistumis- ja arviointisuunnitelma. Engelinrannan osayleiskaava. Dnro: 3861/12. Hämeenlinna: Hämeenlinnan kaupunki, Maankäytön suunnittelu. Viitattu 11.4.2014. [http://www.hameenlinna.fi/pages/407607/2488\\_OAS\\_engelinranta%2013062013.pdf](http://www.hameenlinna.fi/pages/407607/2488_OAS_engelinranta%2013062013.pdf)

Hämeenlinnan kaupunki. 2013. Maalämpö. Viitattu 23.1.2014. <http://www.hameenlinna.fi/Kaavat-ja-rakentaminen/Rakentaminen-ja-luvat/Maalampo/>

Hämeenlinnan kaupunki. 2014a. Eteläranta. Viitattu 11.4.2014. <https://www.hameenlinna.fi/Kaupunki-info/Kehittyva-kaupunki/Etelaranta/>

Hämeenlinnan kaupunki. 2014b. Engelinrannan osayleiskaava. Viitattu 11.4.2014. <http://www.hameenlinna.fi/Palvelut/Kaavat-ja-rakentaminen/Kaavoitus/Vireilla-olevat-kaavat/Etelarannan-osayleiskaava/>

Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy www-sivut. n.d. Viitattu 16.4.2014. <http://www.hsvesi.fi/>

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), United Nations Environment Programme (UNEP) & World Wildlife Fund (WWF). 1980. World Conservation Strategy. Viitattu 16.10.2013. <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/html/WCS-004/cover.html>

Ilmatieteen laitos. n.d. Talvtilastot. Viitattu 7.1.2014. <http://ilmatieteenlaitos.fi/talvtilastot>

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), United Nations Environment Programme (UNEP) & World Wildlife Fund (WWF). 1991. Caring for the Earth. Viitattu 12.11.2013. <https://portals.iucn.org/library/efiles/edocs/CFE-003.pdf>

Inha, L., Loukkaanhuhta, U., Kokkila, M., Harju, A., Kettunen, R. & Mustajärvi, K. 2013. Hämeenlinna, Engelinranta. Hulevesiselvitys. Viitattu 25.3.2014. [http://www.kestavaasuminen.fi/easydata/customers/keasy/files/innopark/engelinrannan\\_hulevesiselvitys\\_raportti\\_31-12-2013.pdf](http://www.kestavaasuminen.fi/easydata/customers/keasy/files/innopark/engelinrannan_hulevesiselvitys_raportti_31-12-2013.pdf)

IPCC:n www-sivut. n.d. Viitattu 16.10.2013. [http://www.ipcc.ch/index.htm#.U15Y\\_hBRLy0](http://www.ipcc.ch/index.htm#.U15Y_hBRLy0)

Ivanova, M. Kestävän kehityksen kansainvälinen hallintojärjestelmä. Teoksessa Worldwatch-instituutti, Maailman tila 2012. Helsinki: Gaudeamus, 138-152

Jutila, H. 2009. Hämeenlinnan kaupungin hulevesistrategia. Hämeenlinnan ympäristöjulkaisuja 1. Viitattu 25.3.2014. <https://www.hameenlinna.fi/pages/21158/Hulevesistrategia.pdf>

Jutila, H. 2011. Hämeenlinnan hulevesitulvariskien alustava arviointi. Hämeenlinnan ympäristöjulkaisuja 18. Hämeenlinnan kaupunki, Maankäyttö ja ympäristö. [https://www.hameenlinna.fi/pages/215561/hulevesitulvariskien\\_raportti\\_Hml\\_liitteinen.pdf](https://www.hameenlinna.fi/pages/215561/hulevesitulvariskien_raportti_Hml_liitteinen.pdf)

Kojo, R. & Lilja, R. 2011. Talonrakentamisen materiaalitehokkuuden edistäminen. Helsinki: Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön raportteja 21/2011. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BF23DDA2A-1E58-4771-ACA8-90D06AB4FBE6%7D/32103>

Kolttola, L. 2006. Kestävällä kehityksellä on monta mittaria. Viitattu 11.12.2013. [http://www.stat.fi/tup/tietotrendit/tt\\_05\\_06\\_kestava-kehitys.html](http://www.stat.fi/tup/tietotrendit/tt_05_06_kestava-kehitys.html)

KWH Pipe www-sivut. 2008. Viitattu 3.4.2014. <http://www.kwhpipe.fi/Suomeksi/Alkuun>

Lahti, P. & Harmaajärvi, I. 1992. Yhdyskuntarakenne ja kestävä kehitys. Kansainvälisiä kokemuksia. Ympäristöministeriö, kaavoitus- ja rakennusosasto. Tutkimusraportti 1/1992.

Lahti, P. 1997. Kestävä kehitys aluerakenteessa: kansainvälisiä näkemyksiä, suomalainen sovellus. Helsinki: Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 109/1997.

Lahti, P., Nieminen, J. & Virtanen, M. 2008. Ekotehokkuuden arviointi ja lisääminen Helsingissä. Ekotehokkuuden arviointi ja lisääminen Helsingissä. Tutkimusraportti VTT-R-05674-08. Helsinki: Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto & Espoo: VTT. [http://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/yos\\_2008-2.pdf](http://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/yos_2008-2.pdf)

Lear, L. 2002. Introduction. Teoksessa R. Carson Silent Spring. 40. p. New York: Houghton Mifflin Company.

Lehtonen, T. Taloautomaatio helpottaa elämää ja tuo säästöjä. Kiinteistö & talotekniikka. 1/2014. 24-28.

Liikennealan ympäristöstrategia –työryhmä. 2013. Liikenteen ympäristöstrategia 2013-2020. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 43/2013. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-378-7>

Liikenne- ja viestintäministeriö. n.d. Ympäristö. Viitattu 29.1.2014. <http://www.lvm.fi/ymparisto>

Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. L 5.2.1999/132.

Malaska, P. 1994. Kestävä kehitys. Raportti määritelmää pohtineen työryhmän keskusteluista 18. huhtikuuta 1994. Viitattu 22.2.2014.

<http://www.ym.fi/download/noname/%7B04066640-003A-4921-967A-873E1A6DFEE0%7D/27476>

Martinkauppi, K. (toim.) 2010. ERA 17. Energiaviisaan rakennetun ympäristön aika 2017. Helsinki: Ympäristöministeriö, SITRA, Tekes. Viitattu 31.3.2014. [http://www.tekes.fi/Julkaisut/era17\\_loppuraportti.pdf](http://www.tekes.fi/Julkaisut/era17_loppuraportti.pdf)

Meadows, D., Randers, J. & Meadows, D. 2005. Kasvun rajat: 30 vuotta myöhemmin. Helsinki: Gaudeamus

Melén-Paaso, M. 2008. Kestävästä kehityksestä maailmanlaajuiseen vastuuseen. Opetusministeriön verkkolehti. Viitattu 23.9.2013. <http://www.minedu.fi/etusivu/arkisto/2008/0603/globalivastuu.html>

Metka –hanke. 2008. Metropolialueelle kestävä aluerakenne. Helsinki: Uudenmaan liitto. Viitattu 27.3.2014. [http://www.uudenmaanliitto.fi/modules/publishbank/julkaisupankki\\_files/587\\_Metropolialueelle\\_kestava\\_aluerakenne.pdf](http://www.uudenmaanliitto.fi/modules/publishbank/julkaisupankki_files/587_Metropolialueelle_kestava_aluerakenne.pdf)

Motiva Oy & Sulpu ry. 2008. Lämpöä ilmassa. <http://www.motiva.fi/files/175/Ilmalampopumput.pdf>

Motiva Oy. 2008. Hyvä talo. Rakennetaan energiatehokas pientalo. [http://www.motiva.fi/files/2766/Hyva\\_talo\\_Rakennetaan\\_energiatehokas\\_pientalo.pdf](http://www.motiva.fi/files/2766/Hyva_talo_Rakennetaan_energiatehokas_pientalo.pdf)

Motiva Oy. 2011a. Kaukolämpö. Viitattu 24.1.2014. [http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/eri\\_lammitysmuodot/kaukolampo](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/kaukolampo)

Motiva Oy. 2011b. Vesikeskuslämmitys. Viitattu 24.1.2014. [http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/lammonjaon\\_vaihtoehdot/vesikeskuslammitys](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammonjaon_vaihtoehdot/vesikeskuslammitys)

Motiva Oy. 2012. Pientalon lämmitysjärjestelmät. [http://www.motiva.fi/files/7201/Pientalon\\_lammitysjarjestelmat\\_2012.pdf](http://www.motiva.fi/files/7201/Pientalon_lammitysjarjestelmat_2012.pdf)

Motiva Oy. 2013. Vedenkulutus. Viitattu 8.1.2014. [http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/mihin\\_energiaa\\_kuluu/vedenkulutus](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/vedenkulutus)

Motiva Oy. 2013b. Vesivoima. Viitattu 21.1.2014. [http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/vesivoima](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/vesivoima)

Motiva Oy. 2013c. Aurinkoenergia. Viitattu 22.1.2014. [http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/aurinkoenergia](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia)

Motiva Oy. 2013d. Lämpöpumput. Viitattu 23.1.2014. [http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/lampopumput](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/lampopumput)

Motiva Oy. 2013e. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi. Viitattu 3.3.2014.

[http://www.motiva.fi/taustatietoa/ohjauskeinot/direktiivit/rakennusten\\_energiatehokkuusdirektiivi](http://www.motiva.fi/taustatietoa/ohjauskeinot/direktiivit/rakennusten_energiatehokkuusdirektiivi)

Motiva Oy. 2013f. Matalaenergiatalon määritelmiä. Viitattu 3.3.2014.

[http://www.motiva.fi/rakentaminen/millainen\\_on\\_energiatehokas\\_pientalo/matalaenergiatalon\\_maaritelmiä](http://www.motiva.fi/rakentaminen/millainen_on_energiatehokas_pientalo/matalaenergiatalon_maaritelmiä)

Motiva Oy. 2014. Tuulivoima. Viitattu 21.1.2014.  
[www.motiva.fi/tuulivoima](http://www.motiva.fi/tuulivoima)

Motiva Oy. Energiatehokas koti www-sivut. 2014. Viitattu 23.1.2014.

<http://www.energiatehokaskoti.fi/>

Nystedt, Å & Sepponen, M. 2012. Yleiset ekosuunnitteluperiaatteet ja energia-analysit. Espoo: VTT. Viitattu 27.3.2014.  
[http://www.jklinnovation.fi/default/?\\_\\_EVIA\\_WYSIWYG\\_FILE=5275&name=file](http://www.jklinnovation.fi/default/?__EVIA_WYSIWYG_FILE=5275&name=file)

Nystedt, Å, Sepponen, M. & Virtanen, M. 2012. Ekotaajaman suunnittelu-periaatteet. Espoo: VTT.

Palttala, O. & Erat, B. 2009. Kestävä kylä pohjoisissa olosuhteissa. Vertaileva seurantatutkimus. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 32/2009.

Pirkanmaan Jätehuolto Oy. n.d. Jätteet putkeen - siistiä!. Viitattu 11.4.2014.  
<http://www.pirkanmaan-jatehuolto.fi/Palvelut/putkikeraysjarjestelma>

Putkuri, E., Lindholm, M. & Peltonen, A. 2013. Ympäristön tila Suomessa 2013. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. SYKE:n julkaisuja 1. Viitattu 6.3.2014.

[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42264/SYKEju1\\_Ympariston\\_tila\\_Suomessa\\_2013.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42264/SYKEju1_Ympariston_tila_Suomessa_2013.pdf?sequence=1)

Pöyry Finland Oy. 2013. Engelinrannan maaperä- ja pohjavesitutkimus sekä riskinarvio.  
[http://www.hameenlinna.fi/pages/407607/Engelinrannan%20maaper%C3%A4tutkimukset\\_150813\\_teksti%20ja%20litteet1-2-7-8.pdf](http://www.hameenlinna.fi/pages/407607/Engelinrannan%20maaper%C3%A4tutkimukset_150813_teksti%20ja%20litteet1-2-7-8.pdf)

Rajala, P., Hirvonen, H., Perttula, S., Lähde, E., Pulkka, P., Jarmala, L., Laukkanen, J., Patronen, J., Jokinen, M., Rintala, T., Rajakallio, K. & Kauppinen, T. 2010. Energiatehokkuus kaavoituksessa. Skaftkärr, Porvoo. Kaavarunkovaiheen loppuraportti. Helsinki: Suomen itsenäisyyden juhlarahasto. Sitran selvityksiä 41.

Rakennuslehti. 2013. Rautaruukilta maailman ensimmäinen pientalon kattoon täysin integroitava aurinkolämpöratkaisu. Viitattu 9.4.2014.  
<http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/rakennustuote/30852.html>

Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma, loppuraportti, versio 24.10.2013. Viitattu 15.1.2014.  
<http://www.ym.fi/download/noname/%7B71C335AC-857A-4189-AF0E-C3AE48AD2152%7D/57403>

RAKLI ry & Espoon kaupunki. 2012. Alueelliset energiaratkaisut – klinikan tulokset. Yhteenveto seminaarien ja työpajojen aineistoista. Viitattu 27.3.2014.  
<http://www.espoo.fi/download/noname/%7B2E284B0F-3818-46FE-A2C7-7B56E054594D%7D/28272>

Rautaruukki Oyj. 2011. White Paper: Julkisivu tuottamaan sähköä. : Rautaruukki Oyj. Viitattu 9.4.2014.  
<http://www.ruukki.fi/~media/Finland/Files/News%20and%20events/White%20papers/Ruukki-aurinkopaneelijulkisivu-white-paper-2011.pdf>

Rototec Oy www-sivut. n.d. Viitattu 8.4.2014. <http://rototec.fi/>

Rouhinen S. & Suomen kestävän kehityksen toimikunta. 2011. Suomen kestävän kehityksen "mallista". Taustamuistio. Viitattu 19.11.2013.  
[http://www.ym.fi/download/Suomen\\_kekemallipdf/4723b0b6-ac1a-4d35-893f-1107d239018d/30645](http://www.ym.fi/download/Suomen_kekemallipdf/4723b0b6-ac1a-4d35-893f-1107d239018d/30645)

Saarinen, U-M. 2011. Suomessa väki keskittyy taajamiin. Viitattu 10.3.2014. [https://www.stat.fi/tup/vl2010/art\\_2011-12-16\\_001.html](https://www.stat.fi/tup/vl2010/art_2011-12-16_001.html)

Salonen, A. 2010. Kestävä kehitys globaalin ajan hyvinvointiyhteiskunnan haasteena. Väitöskirja. Helsinki: Helsingin yliopisto. Tutkimuksia 318.

Savolainen, T. 2008. Läpimurto: Tavallisesta ikkunasta syntyy tehokas ja edullinen aurinkovoimala. Tekniikka&Talous. Energia. Viitattu 22.5.2014.  
<http://www.tekniikkatalous.fi/energia/article116630.ece>

Savumax Oy www-sivut. 2014. Viitattu 22.1.2014.  
<http://www.savumax.fi/>

Senera Oy www-sivut. n.d. Viitattu 8.4.2014. <http://www.senera.fi/>

Seuna, S. n.d. Energiatehokas koti. Maapiirillä lisää energiätehokkuutta ja asumismukavuutta.  
[http://www.energiatehokaskoti.fi/files/380/Maapiirilla\\_lisaa\\_energiatehokkuutta\\_ja\\_asumismukavuutta.pdf](http://www.energiatehokaskoti.fi/files/380/Maapiirilla_lisaa_energiatehokkuutta_ja_asumismukavuutta.pdf)

Sipilä, M. 2006. Kestävä kehitys näkyväksi, osallistuminen toimivaksi - avauksia maankäyttöön. Helsinki: Suomen Kuntaliitto

Staffans, A., Merikoski, T., Paatero, J., Hasu, E., Heinonen, J., Junnila, S., Sevander, V., Nousiainen, M. & Mikkonen, V. 2012. Kestävä maankäyttö. Uusia toimintatapoja, menetelmiä ja työkaluja. Helsinki: Tekes. Tekesin

julkaisu 11/2012. Viitattu 11.3.2014.  
[http://www.tekes.fi/Julkaisut/Kestava\\_maankaytto.pdf](http://www.tekes.fi/Julkaisut/Kestava_maankaytto.pdf)

Stendahl K. & Urho N. 2010. Kansainvälinen ympäristöyhteistyö tehostuu. Ympäristö 4, 30-31.

Stevens, C. 2005. Measuring Sustainable Development. Statistics Brief 10. Viitattu 10.12.2013. <http://www.oecd.org/std/35407580.pdf>

Suomen Arkkitehtiliitto SAFA. n.d. Energiatehokas ja ekologisesti kestävä rakennus. Viitattu 15.4.2014.  
[https://www.safa.fi/fin/safa/kestavan\\_suunnittelun\\_sivusto\\_-\\_eko-boxi/energiatehokas\\_ja\\_ekologisesti\\_kestava\\_rakennus/](https://www.safa.fi/fin/safa/kestavan_suunnittelun_sivusto_-_eko-boxi/energiatehokas_ja_ekologisesti_kestava_rakennus/)

Suomen Asuntomessut. 2013. Asuntomessut Hyvinkäällä 12.7.-11.8.2013. Loppuraportti. Viitattu 25.3.2014.  
[http://www.asuntomessut.fi/sites/default/files/loppuraportti\\_\\_asuntomessut\\_3.10.\\_p.pdf](http://www.asuntomessut.fi/sites/default/files/loppuraportti__asuntomessut_3.10._p.pdf)

Suomen Ekumeeninen Neuvosto. n.d. Etiikka ja ekumenia. Viitattu 1.10.2013. [http://www.ekumenia.fi/etiikka\\_ja\\_ekumenia/](http://www.ekumenia.fi/etiikka_ja_ekumenia/)

Suomen itsenäisyyden juhlarahasto SITRA. 2012. Pientalojen lämmitystapa vaikuttaa eniten energiatehokkuuteen. Viitattu 12.3.2014.  
<http://www.sitra.fi/uutiset/rakentaminen/pientalojen-lammitystapa-vaikuttaa-eniten-energiatehokkuuteen>

Suomen kestävä kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä. 2006. Kohti kestäviä valintoja. Kansallisesti ja globaalisti kestävä Suomi. Kansallinen kestävä kehityksen strategia. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia. Julkaisu 5/2006. Viitattu 18.11.2013.  
<http://www.ym.fi/download/noname/%7B3EECF3AB-6A1D-4641-AEA3-6901F3E18D72%7D/52526>

Suomen Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. Helsinki: Suomen Kuntaliitto. <http://ktshop.kunnat.net/download.php?filename=uploads/hulevesiopas-2012.pdf>

Suomen RakMK D3. 2008. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2010. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi)

Suomen Tuulivoimayhdistys ry. n.d. Tuulivoiman ympäristövaikutukset. Viitattu 21.1.2014. <http://www.tuulivoimatieto.fi/ymparistovaikutukset>

Suomen YK-liiton www-sivut. 2013. Viitattu 29.10.2013. <http://www.yk.fi/>

Suomen ympäristökeskus. 2013. Kaupunkien ja kuntien alueellinen ekolaskuri - KEKO B. Viitattu 12.3.2014. <http://www.syke.fi/fi->



FI/Tutkimus\_kehittaminen/Tutkimus\_ja\_kehittamishankkeet/Hankkeet/Kaupunkien\_ja\_kuntien\_alueellinen\_ekolaskuri\_KEKO\_B

Sustainable Building Alliance. 2009. Common metrics for key issues. <http://sballiance.org/wp-content/uploads/2011/11/2009-11-05-SBA-core-set-of-indicators-31.pdf>

Sähköturvallisuuden edistämiskeskus STEK. n.d. Hajautettu sähköntuotanto. Viitattu 12.3.2014. [http://www.stek.fi/energia\\_ja\\_ymparisto/sahkon\\_tuotanto\\_ja\\_ymparisto/fi\\_FI/hajautettu\\_sahkontuotanto/](http://www.stek.fi/energia_ja_ymparisto/sahkon_tuotanto_ja_ymparisto/fi_FI/hajautettu_sahkontuotanto/)

Säylä, J. & Vilpas, R. 2012. Yhdyskuntien jätevesien puhdistus 2010. Helsinki: Suomen ympäristökeskus (SYKE). Suomen ympäristökeskuksen raportteja 21/2012. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39681/SYKEra\\_21\\_2012.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39681/SYKEra_21_2012.pdf?sequence=1)

Söderman, T. & Saarela, S-R. (toim.) 2011. Kestävät kaupunkiseudut. Kriteereitä ja mittareita suunnittelun työvälineiksi. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 25/2011.

Tahkokorpi, M., Hagström, M. & Vanhanen, J. 2011. Aurinkolämmön mahdollisuudet kaukolämpöjärjestelmässä. Helsinki: Gaia Consulting Oy. Viitattu 18.3.2014. [http://energia.fi/sites/default/files/aurinkokaukolammon\\_mahdollisuudet\\_gaia\\_2011.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/aurinkokaukolammon_mahdollisuudet_gaia_2011.pdf)

Taipale, K. 2012. Vihertävästä kestäväan rakentamiseen. Teoksessa Worldwatch-instituutti, Maailman tila 2012. Helsinki: Gaudeamus, 164-172

Tampereen joukkoliikenne www-sivut. 2013. Viitattu 22.5.2014. <http://joukkoliikenne.tampere.fi/>

Teknologiateollisuus. 2010. Passiivitalo tarvitsee aktiivista talotekniikkaa. Tietoisku 29, 07/2010. Viitattu 4.3.2014. [http://teknologiateollisuus.fi/file/8893/29\\_matalaen\\_passiivi\\_070710.pdf.html](http://teknologiateollisuus.fi/file/8893/29_matalaen_passiivi_070710.pdf.html)

Teknologiateollisuus. 2014. Tehokkaat energiateknologiat. Viitattu 12.3.2014. <http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/palvelut/tehokkaat-energiateknologiat.html>

Tilastokeskus. n.d. Suomen virallinen tilasto (SVT): Jätetilasto. Viitattu 7.1.2014. <http://www.stat.fi/til/jate/tie.html>

Tilastokeskus. 2008. GPI laskettu ensimmäistä kertaa Suomelle. Aito kehitys kääntyi laskuun 20 vuotta sitten. Viitattu 12.12.2013. [http://www.stat.fi/tup/tietotrendit/tt\\_07\\_08\\_gpi.html](http://www.stat.fi/tup/tietotrendit/tt_07_08_gpi.html)

Tilastokeskus. 2013. Tilasto: Asumisen energiankulutus 2012. Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu 25.12.2013  
[http://www.tilastokeskus.fi/til/asen/2012/asen\\_2012\\_2013-11-13\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.tilastokeskus.fi/til/asen/2012/asen_2012_2013-11-13_tie_001_fi.html)

Tilastokeskus. 2013b. Tilasto: Ilmapäästöt toimialoittain. Viitattu 27.12.2013. [http://www.tilastokeskus.fi/til/tilma/2011/tilma\\_2011\\_2013-09-26\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.tilastokeskus.fi/til/tilma/2011/tilma_2011_2013-09-26_tie_001_fi.html)

Tilastokeskus. 2013c. Suomen virallinen tilasto (SVT): Asunnot ja asuinolot. Viitattu 7.1.2013.  
[http://www.tilastokeskus.fi/til/asas/2012/01/asas\\_2012\\_01\\_2013-10-18\\_kat\\_001\\_fi.html](http://www.tilastokeskus.fi/til/asas/2012/01/asas_2012_01_2013-10-18_kat_001_fi.html)

Tilastokeskus. 2013d. Suomen virallinen tilasto (SVT): Ympäristö ja luonnonvarat 2013. Jätetilasto 2012. Viitattu 7.1.2014.  
[http://www.stat.fi/til/jate/2012/jate\\_2012\\_2013-11-26\\_fi.pdf](http://www.stat.fi/til/jate/2012/jate_2012_2013-11-26_fi.pdf)

Tilastokeskus. 2013e. Suomen virallinen tilasto (SVT): Energian hankinta ja kulutus. Viitattu 21.1.2014.  
[https://www.tilastokeskus.fi/til/ehk/2012/ehk\\_2012\\_2013-12-12\\_tie\\_001\\_fi.html](https://www.tilastokeskus.fi/til/ehk/2012/ehk_2012_2013-12-12_tie_001_fi.html)

Tilastokeskus. 2013f. Tilastotietokannat. Viitattu 22.1.2014.  
[http://www.stat.fi/tup/tilastotietokannat/index\\_fi.html](http://www.stat.fi/tup/tilastotietokannat/index_fi.html)

Tilastokeskus. 2013g. Liikenne. Viitattu 29.1.2014.  
[https://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk\\_liikenne.html](https://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk_liikenne.html)

Tompuri, V. 2010. Energiapaalu on varjeltu salaisuus. Rakennuslehti. Viitattu 26.3.2014.  
<http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/20400.html>

Torvelainen, J. 2009. Pientalojen polttopuun käyttö 2007/2008. Vantaa: Metsäntutkimuslaitos. Metsätilastotiedote 26/2009. Viitattu 6.3.2014.  
<http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/mtt/2009/pientalopolttopuu2008.pdf>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2010. Suomen kansallinen toimintasuunnitelma uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian edistämisestä direktiivin 2009/28/EY mukaisesti. Energiaosasto. [https://www.tem.fi/files/27405/NREAP\\_300610\\_FINLAND.pdf](https://www.tem.fi/files/27405/NREAP_300610_FINLAND.pdf)

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2013. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 20. päivänä maaliskuuta 2013. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia ja ilmasto 8/2013. [http://www.tem.fi/files/36730/Energia-ja\\_ilmastostrategia\\_2013\\_SUOMENKIELINEN.pdf](http://www.tem.fi/files/36730/Energia-ja_ilmastostrategia_2013_SUOMENKIELINEN.pdf)

Ulkoasiainministeriön www-sivut. 2013. Viitattu 23.9.2013.  
<http://formin.finland.fi/public/default.aspx?culture=fi-Fi&contentlan=1>

U.S. Green Building Council www-sivut. 2014. Viitattu 20.1.2014.  
<http://www.usgbc.org/leed>

Ulkoasiainministeriö. Kehityspoliittinen viestintä. 2007. Kansainväliset ympäristösopimukset ja Suomen kehityspoliittikka 2007. Helsinki: Ulkoasiainministeriö.

Ulkoministeriön kehitysviestintä 2012. Kestävä kehitys. Viitattu 23.9.2013. <http://global.finland.fi/public/default.aspx?contentid=105453>

Unesco. 1968. Intergovernmental conference of experts on the scientific basis for rational use and conservation of the resources of the biosphere. Final report. Viitattu 31.10.2013.  
<http://unesdoc.unesco.org/images/0001/000172/017269eb.pdf>

United Nations www-sivut. 2013. Viitattu 12.11.2013.  
<http://www.un.org/en/index.shtml>

United Nations. 2002. Report of the World Summit on Sustainable Development. Viitattu 13.11.2013.  
[http://www.un.org/jsummit/html/documents/summit\\_docs/131302\\_wssd\\_report\\_reissued.pdf](http://www.un.org/jsummit/html/documents/summit_docs/131302_wssd_report_reissued.pdf)

United Nations. 2012. Report of the United Nations Conference on Sustainable Development. Viitattu 14.11.2013.  
<http://www.uncsd2012.org/content/documents/814UNCSD%20REPORT%20final%20revs.pdf>

United Nations Development Programme. 2013. Human Development Index (HDI). Viitattu 29.11.2013 <http://hdr.undp.org/en/statistics/hdi/>

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) www-sivut. n.d. Viitattu 4.11.2013. <http://www.unece.org/>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) www-sivut. n.d. Viitattu 1.11.2013. <http://en.unesco.org/>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 1967. Records of the General Conference. Fourteenth session. Viitattu 31.10.2013.  
[http://toolkit.ineesite.org/toolkit/INEEcms/uploads/1048/1966\\_UNESCO\\_ILO\\_Recs\\_EN.pdf](http://toolkit.ineesite.org/toolkit/INEEcms/uploads/1048/1966_UNESCO_ILO_Recs_EN.pdf)

United Nations Environment Programme (UNEP):n www-sivut. 2013. Viitattu 2.10.2013. <http://www.unep.org>

United Nations Convention on the Law of the Sea. 1982. Viitattu 17.10.2013.  
[http://www.un.org/depts/los/convention\\_agreements/texts/unclos/unclos\\_e.pdf](http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf)

United Nations Environment Programme (UNEP) Ozone Secretariat  
www-sivut. 2010-2011. Viitattu 16.10.2013.  
[http://ozone.unep.org/new\\_site/en/index.php](http://ozone.unep.org/new_site/en/index.php)

United Nations Sustainable Development Knowledge Platform www-  
sivut. 2011. Viitattu 15.10.2013. <http://www.uncsd2012.org/index.html>

United Nations Division for Sustainable Development. 1992. Agenda 21.  
Viitattu 4.11.2013.  
<http://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>

United Nations Secretary-General's High Level Panel on Global Sustaina-  
bility. 2010. Sustainable Development: From Brundtland to Rio 2012. Vii-  
tattu 28.10.2013.  
[http://www.un.org/wcm/webdav/site/climatechange/shared/gsp/docs/GSP1-6\\_Background%20on%20Sustainable%20Devt.pdf](http://www.un.org/wcm/webdav/site/climatechange/shared/gsp/docs/GSP1-6_Background%20on%20Sustainable%20Devt.pdf)

United States Environmental Protection Agency. 2000. Low Impact De-  
velopment (LID). A Literature Review. Washington, DC: United States  
Environmental Protection Agency. Office of Water. Viitattu 14.3.2014.  
<http://water.epa.gov/polwaste/green/upload/lid.pdf>

Vainio, T., Nissinen, K., Möttönen, V., Vainio, S., Herrala, M. & Haapa-  
salo, H. 2012. Kestävän yhdyskunnan rakentaminen. Näkökulmia ja liike-  
toimintamahdollisuuksia. VTT Technology 40. Espoo: VTT.  
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T40.pdf>

Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen  
ulkopuolisilla alueilla. 2011. A 10.3.2011/209. [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi)

Vesämäki, H. 2010. Energiapaalut. Geoenergian hyödyntäminen perustus-  
paalujen kautta rakennusten lämmitykseen ja viilennykseen. Helsinki:  
Rautaruukki Oyj. Viitattu 26.3.2014.  
[http://www.gtk.fi/export/sites/fi/tutkimus/tutkimusohjelmat/energia/geoener/Vesamaki\\_01122010.pdf](http://www.gtk.fi/export/sites/fi/tutkimus/tutkimusohjelmat/energia/geoener/Vesamaki_01122010.pdf)

Vesihuoltolaki. 2001. L 9.2.2001/119. [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi)

Vesilaitosyhdistys. n.d. Hulevedet. Viitattu 14.3.2014.  
[http://www.vvy.fi/vesihuolto\\_linkit\\_lainsaadanto/hulevedet](http://www.vvy.fi/vesihuolto_linkit_lainsaadanto/hulevedet)

VTT. n.d. Suomen tuulivoimatilastot. Viitattu 21.1.2014.  
<http://www.vtt.fi/proj/windenergystatistics/index.jsp>

Vuorela, H. 2012. Äänetön kevät nousi myrkkijä vastaan 50 vuotta sitten.  
Maaseudun Tulevaisuus.fi. Viitattu 30.9.2013.  
<http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/>

Välimäki, V. 2014. Kotihotelli, iso Citymarket ja reilu uimahallin laajenus  
Hämeensaaren voittajasuunnitelmassa. Yle uutiset, Häme. Viitattu

7.4.2014.

[http://yle.fi/uutiset/kotihotelli\\_iso\\_citymarket\\_ja\\_reilu\\_uimahallin\\_laajennus\\_hameensaaren\\_voittajasuunnitelmassa/7045961](http://yle.fi/uutiset/kotihotelli_iso_citymarket_ja_reilu_uimahallin_laajennus_hameensaaren_voittajasuunnitelmassa/7045961)

World Commission on Environment and Development. 1987. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Viitattu 12.11.2013. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>

Wärtsilä Oyj Abp. 2010. Wärtsilän ainutlaatuinen polttonoyksikkö saavuttanut erinomaisia tuloksia. Lehdistötiedote 22.2.2010. Viitattu 12.3.2014. <http://www.wartsila.fi/fi/tiedotteet/newsrelease1319>

Yale Center for Environmental Law and Policy, Yale University Centre for International Earth Science Information Network & Columbia University. n.d. EPI 2012. Environmental Performance Index and Pilot Trend Environmental Performance Index. Summary for Policy Makers. Viitattu 12.12.2013.

[http://epi.yale.edu/sites/default/files/downloads/Summary\\_Final-%20OnlineV3\\_1.pdf](http://epi.yale.edu/sites/default/files/downloads/Summary_Final-%20OnlineV3_1.pdf)

YK:n kehitysohjelma UNDP www-sivut. 2012. Viitattu 12.11.2013. [http://www.fi.undp.org/content/finland/fi\\_fi/home.html](http://www.fi.undp.org/content/finland/fi_fi/home.html)

Ympäristöhallinto. 2013. Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset ja materiaalitehokkuus. Viitattu 15.1.2014. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen\\_energia\\_ja\\_ekotehokkuus/Rakennusmateriaalien\\_ymparistovaikutukset\\_ja\\_materiaalitehokkuus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus/Rakennusmateriaalien_ymparistovaikutukset_ja_materiaalitehokkuus)

Ympäristöministeriö. Kestävä kehitys www-sivut. 2013. Viitattu 17.8.2013. URL: <http://www.ymparisto.fi/kestavakehitys>

Ympäristöministeriö. 2008. Kohti kierrätysyhteiskuntaa- Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016. Helsinki: Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 32/2008.

Ympäristöministeriö. 2013a. YK:n kestävä kehitys työ. Viitattu 5.11.2013. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Kestava\\_kehitys/YKn\\_kestavan\\_kehityksen\\_työ](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Kestava_kehitys/YKn_kestavan_kehityksen_työ)

Ympäristöministeriö. 2013b. Vähemmästä viisaammin. Helsinki: Valtioneuvosto. Julkaisu 7/2013. Viitattu 19.11.2013. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B3446F9C5-617B-46B0-B0ED-32E99653E955%7D/58317>

Ympäristöministeriö. 2013c. Energiatodistusopas 2013. Rakennuksen energiatodistus ja kokonaisenergiankulutuksen määrittäminen. Versio 27.09.2013. Viitattu 7.1.2013. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B2F479B50-D83D-4A2C-B726-749FBCF5F7CD%7D/91388>

Ympäristöministeriön www-sivut. 2013d. Viitattu 14.11.2013.  
<http://www.ym.fi/fi-FI>

Ympäristönsuojelulaki. 2000. L 4.2.2000/86. [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi)