



## Kestävän yhdyskunnan rakentaminen

Näkökulmia ja liiketoimintamahdollisuuksia

Terttu Vainio | Kari Nissinen | Veli Möttönen | Suvi Vainio |  
Maila Herrala | Harri Haapasalo





# **Kestävän yhdyskunnan rakentaminen**

**Näkökulmia ja liiketoimintamahdollisuuksia**

---

Terttu Vainio, Kari Nissinen, Veli Möttönen & Suvi Vainio

VTT

Maila Herrala & Harri Haapasalo

Oulun yliopisto

ISBN 978-951-38-7856-6 (soft back ed.)

ISSN 2242-1211 (soft back ed.)

ISBN 978-951-38-7861-0 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

ISSN 2242-122X (URL: <http://www.vt.fi/publications/index.jsp>)

Copyright © VTT 2012

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT

PL 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)

02044 VTT

Puh. 020 722 111, faksi 020 722 7001

VTT

PB 1000 (Teknikvägen 4 A, Esbo)

FI-02044 VTT

Tfn +358 20 722 111, telefax +358 20 722 7001

VTT Technical Research Centre of Finland

P.O. Box 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)

FI-02044 VTT, Finland

Tel. +358 20 722 111, fax + 358 20 722 7001

Toimitus Marika Leppilahti

Kopijyvä Oy, Kuopio 2012

## **Kestävän yhdyskunnan rakentaminen**

### **Näkökulmia ja liiketoimintamahdollisuuksia**

[Turning construction of a sustainable community into business].

**Terttu Vainio, Kari Nissinen, Veli Möttönen, Suvi Vainio, Maila Herrala & Harri Haapasalo.**

Espoo 2012. VTT Technology 40. 52 s. + liitt. 23 s.

## **Tiivistelmä**

”Kestävän yhdyskunnan rakentaminen – näkökulmia ja liiketoimintamahdollisuuksia” on Tekesin Kestävä yhdyskunta -teknologiaohjelman, Oulun kaupungin, Pöyry Finland Oy:n, NCC Rakennus Oy:n, RTK-Palvelu Oy:n, Kiinteistö-Tapiola Oy:n, VTT:n ja Oulun yliopiston rahoittaman projektin ”Kestävän yhdyskunnan arvoketjut” osaraportti.” Tutkimusryhmään kuuluivat Oulun yliopistosta Maila Herrala, Jukka Malvalehto, Tuomas Siponen ja Harri Haapasalo sekä VTT:ltä Veli Möttönen, Kari Nissinen, Suvi Vainio ja Terttu Vainio. Projekti toteutettiin vuosina 2010–2012.

Projektin tavoitteena on ollut lisätä ymmärrystä siitä, millainen on kestävä yhdyskunta ja miten sellainen rakennetaan. Julkaisussa on kuvattu lyhyesti sosiaalisen, ekologisen ja taloudellisen kestävä kehityksen ulottuvuuden teoriataustat ja esitelty arviointimenetelmiä sekä testattu niistä kahta Oulun Hiukkavaaraan.

Kestävän yhdyskunnan rakentamisen ratkaisevat päätökset tehdään jo ennen suunnittelun aloittamista tavoiteasetannassa. Kaavoitus, suunnittelu ja rakentaminen täyttävät omalta osaltaan asetetut tavoitteet. Elinkaaren aikana käyttövaiheella on ratkaiseva vaikutus varsinkin sosiaaliseen ja ekologiseen kestävä kehityksen ulottuvuuteen. Rakennetussa ympäristössä voidaan elinkaaren aikana joko tuhjata tai tuottaa energiaa. Sosiaalisesti kestävä kehitystä pidetään jo lähtökohtaisesti ennemmin prosessina kuin saavutettuna tilana. Onnistuessaan se näkyy myös alueen arvostuksen ja arvon nousuna, joka puolestaan on yksi osa taloudellisesti kestävä kehitystä. Kestävän kehityksen näkökulmat eivät ole irrallisia vaan sulautuvat toisiinsa.

Kestävän kehityksen näkökulman huomioiminen rakentamisessa laajentaa ja luo uusia liiketoimintamahdollisuuksia rakennusprosessin kaikissa vaiheissa. Riskinkantokykyisille isoille yrityksille sopivien elinkaarihankkeiden tai uudenlaisten verkostojen rakentamisen lisäksi kestävä rakentaminen tarjoaa mahdollisuuksia myös pienille, paikallisille yrityksille.

Pientalovaltaisen asuntoalueen suunnittelussa arvoketju yleissuunnittelusta valmiiksi asuntoalueeksi on ajallisesti pitkä. Alkuvaiheessa onkin täsmällisten asiakastarpeiden sijaan tärkeää säilyttää mahdollisuus muutoksiin. Rakentamisen arvoketjujen on pystyttävä kehittämään ratkaisuja muuttuvaan toimintaympäristöön. Rakennuksille on löydettävä käyttöä koko suunnitellun elinkaaren ajan. Energiatehokas rakennus ei ole ympäristöystävällinen ja taloudellisesti kannattava, mikäli se on vajaakäytössä tai puretaan ennen aikojaan.

## Turning construction of a sustainable community into business

[Kestävän yhdyskunnan rakentaminen. Näkökulmia ja liiketoimintamahdollisuuksia].

**Terttu Vainio, Kari Nissinen, Veli Möttönen, Suvi Vainio, Maila Herrala & Harri Haapasalo.**  
Espoo 2012. VTT Technology 40. 52 p. + app. 23 p.

### Abstract

The Tekes Sustainable Community Programme, the City of Oulu, Pöyry Finland Oy, NCC Construction Ltd, RTK-Palvelu Oy, Tapiola Real Estate Ltd, VTT Technical Research Centre of Finland and University of Oulu financed this Turning construction of a sustainable community into business project. The research team that carried out the project consisted of Maila Herrala, Jukka Malvalehto, Tuomas Siponen, Harri Haapasalo from University of Oulu and Veli Möttönen, Kari Nissinen, Suvi Vainio and Terttu Vainio from VTT. The project was implemented in 2010–2012.

The aim of the project was to increase understanding about what a sustainable community is like and how one can be built. This project considered the economical, social and economic dimensions. The report describes briefly the theoretical backgrounds of all three dimensions and presents assessment methods as well as tests two of them on Hiukkavaara, Oulu.

The crucial decisions regarding building a sustainable community are made already before planning starts during goal setting. Zoning, planning and construction for their part meet set goals. During the life cycle, the use phase has a decisive influence especially on the dimension of socially and ecologically sustainable development. The built environment may either waste or generate energy during the life cycle. In principle, socially sustainable development is considered more of a process than an achieved status. If successful, it increases the status and value of an area which is part of economically sustainable development. The aspects of sustainable development are not separate but merge with each other.

Considering the viewpoint of sustainable development in construction creates new and expands existing business opportunities at all phases of the building process. In addition to life-cycle projects suitable for large companies with risk-bearing capacity, or building of novel networks, sustainable construction offers opportunities also for small, local companies.

In the design of a one- and two-family house dominated residential area the value chain from general design to finished residential area is long time-wise. Thus, in the early phase it is important to retain the possibility to make changes instead of meeting exact client needs. A concrete example of that is the improvement of the energy efficiency of one- and two-family houses which calls into question the profitability of building a district heating system.

The value chains of construction must be able to develop solutions for the changing operating environment. Uses must be found for buildings throughout their entire planned life cycle. An energy efficient building is not environmentally friendly and economic if it is underutilised or demolished prematurely.

## Esipuhe

Tämä julkaisu on osa Tekesin Kestävä yhdyskunta -teknologiaohjelman, Oulun kaupungin, NCC Rakennus Oy:n, Pöyry Finland Oy:n, RTK-Palvelu Oy:n, Kiinteistö-Tapiola Oy:n, Oulun yliopiston ja VTT:n yhdessä rahoittamaa ”Kestävän yhdyskunnan arvoketjut” -projektia. Projektin tavoitteena on ollut lisätä ymmärrystä siitä, millainen on kestävä yhdyskunta, miten sellainen rakennetaan ja mitä uusia liiketoimintamahdollisuuksia se tarjoaa.

Kestävää yhdyskuntaa on tarkasteltu sosiaalisesta, ekologisesta ja taloudellisesta näkökulmasta. Raportissa kuvataan näiden kolmen ulottuvuuden teoriataustat ja esitellään useita arviointimenetelmiä.

Kahta ekologista arviointimenetelmää on testattu Oulun Hiukkavaaran Kivikkokankaaseen. Koko Hiukkavaaran aluetta on peilattu Uusi Oulu -asukasbarometrin vastauksiin. Hiukkavaaran rakentamisen liiketoimintapotentiaalit on laskettu sen 50 vuoden elinkaarikustannusten avulla.

Lisäksi tutkimuksessa on tarkasteltu rakentamisen arvoketjuja ja liiketoimintamalleja siitä näkökulmasta, miten niitä tulisi kehittää tukemaan kestävästä yhdyskunnan rakentamista.

Projektin johtoryhmän kokoonpano:

Jussi Roine (Kiinteistö-Tapiola Oy), johtoryhmän puheenjohtaja 19.11.2011 alkaen

Marko Palonen (NCC Rakennus Oy), johtoryhmän puheenjohtaja 18.1.2011 asti

Leena Kallioniemi (Oulun kaupunki, tekninen keskus)

Hannu-Pekka Hirvelä (NCC Rakennus Oy)

Mikko Hyytinen (Pöyry Finland Oy)

Annika Tapio (RTK-Palvelu Oy)

Harri Haapasalo (Oulun yliopisto)

Pentti Vähä (VTT), johtoryhmän jäsen 15.9.2010 alkaen

Kauko Tulla (VTT), johtoryhmän jäsen 14.9.2010 asti

Projektin toteuttivat yhteistyössä Oulun yliopisto (arvoketjut, liiketoimintamallit) ja VTT (kestävä yhdyskunta, liiketoimintapotentiaalit) vuosina 2010–2012. Oulun yliopiston tutkimusryhmään kuuluivat Maila Herrala, Harri Haapasalo, Jukka Malvalehto ja Tuomas Siponen. VTT:n projektiryhmään kuuluivat Terttu Vainio, Kari Nissinen, Veli Möttönen ja Suvi Vainio. Kasvihuonekaasupäästöjen arvioinnista EcoCity Evaluator -työkalulla vastasi tekninen johtaja Olli Salmi Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd -yhtiöstä.

# Sisältö

<b>Tiivistelmä .....</b>	<b>3</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>4</b>
<b>Esipuhe.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Johdanto .....</b>	<b>7</b>
1.1 Projektin tavoitteet .....	7
1.2 Projektin viitekehys ja sisältö.....	7
<b>2. Sosiaalisesti kestävä kehitys.....</b>	<b>10</b>
2.1 Kahden kaupungin sosiaalisen kestävyiden ohjelmat.....	11
2.2 Sosiaalisesti kestävä asuntorakentaminen.....	12
2.3 Sosiaalisesti kestävä alueen rakentaminen Oulun seudulle .....	16
2.4 Vastaako Hiukkavaara Oululaisten asumistoiveisiin? .....	21
<b>3. Rakennetun alueen ympäristövaikutukset .....</b>	<b>23</b>
3.1 Ekotehokas yhdyskunta .....	23
3.2 Ekotehokkuuden arviointi .....	24
3.3 Alueen kasvihuonekaasupäästöt.....	28
3.4 Yksittäisen rakennuksen ekotehokkuus .....	30
<b>4. Yhdyskunnan rakentamisen arvoketjut ja liiketoimintamahdollisuudet 35</b>	
4.1 Liiketoimintamallit ja -ekosysteemit.....	37
4.2 Rakennusprosessi .....	40
4.3 Liiketoimintamahdollisuudet .....	42
<b>5. Johtopäätökset .....</b>	<b>47</b>
5.1 Kestävä kehitys .....	47
5.2 Liiketoimintamahdollisuudet .....	48
5.3 Julkinen sektori.....	48
5.4 Kotitaloudet .....	48
5.5 Rakentuuko Oulun Hiukkavaarasta kestävä alue?.....	49
<b>Lähteet.....</b>	<b>50</b>

## Liitteet

Liite A: Kivikkokankaan arviointi

Liite B: Ratkaisuja ja teknologioita energiatehokkaaseen rakentamiseen

Liite C: Hiukkavaaran rakentamisen liiketoimintapotentiaali

Liite D: Omakotitalon lämmitysratkaisujen vuosikustannukset



# 1. Johdanto

Rakennettu yhdyskunta palvelee yhteiskunnan eri toimintoja. Sen merkitys ja elinkaarikustannusten osuus eri toimintojen arvosta ja arvonmuodostuksesta vaihtelee merkittävästi.

Toimintaan suhteutettuna arvokasta rakennettua ympäristöä pidetään usein pelkästään kustannustekijänä, jonka ylläpito pyritään minimoimaan. Päinvastaisessa tilanteessa rakennuksen merkitystä aliarvostetaan eikä välttämättä ymmärretä sitä, että pienetkin panostukset suhteessa toiminnan arvoon nähden voisivat tuottaa merkittävää arvonlisää ydintoiminnassa.

Koska yhteiskunnan ja yritysten toiminta on verkottunut niin vertikaalisesti kuin myös horisontaalisesti, kannattaa tietä kestävään yhdyskuntaan etsiä sen tuottamisen ja ylläpidon arvoverkkoista.

## 1.1 Projektin tavoitteet

Projektin päätavoitteena on ollut lisätä ymmärrystä siitä, millainen on kestävä yhdyskunta, miten sellainen rakennetaan ja mitä uusia liiketoimintamahdollisuuksia sen rakentaminen avaa.

Projektin tavoitteena on ollut kuvata 1) kestävä yhdyskunta sosiaalisesta, ekologisesta ja taloudellisesta näkökulmasta, 2) miten tavoitteena olevat ominaisuudet tulisi ottaa huomioon tuotannossa ja 3) mitä uusia liiketoimintoja kestävä yhdyskunnan rakentaminen avaa.

Tulokset luovat perustan strategiselle päätöksenteolle ja yhteiskunnan kehittämiselle nykyistä kestävämpään suuntaan.

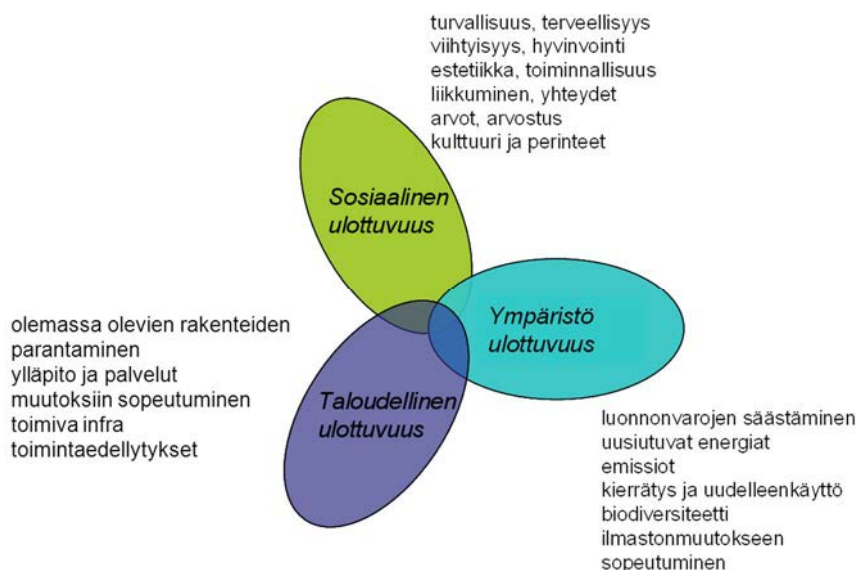
## 1.2 Projektin viitekehys ja sisältö

World Commission on Environment and Development, eli niin sanottu Brundtlandin komissio, ja sen tuottama raportti "Our Common Future" nostivat kestävä kehityksen käsitteen yleiseen keskusteluun 1980-luvun lopussa. Raportin mukaan kestävä kehitys on sellaista, joka tyydyttää nykyisen yhteiskunnan tarpeet tekemättä myönnytyksiä tulevien sukupolvien kustannuksella. Raportin julkaisemisen jälkeen kestävä kehitys -käsitettä on tulkittu monin tavoin.

## 1. Johdanto

Kestävyys ymmärretään usein ”pilareiden” avulla, joita voi olla kaksi, kolme tai viisi ja jotka ovat vuorovaikutuksessa keskenään. Kolmen pilarin versiossa toimintaa arvioidaan taloudellisen hyvinvoinnin, ympäristön hyvinvoinnin ja sosiaalisen oikeudenmukaisuuden näkökulmista. Jos kestävää kehitystä tarkastellaan viiden pilarin avulla, otetaan mukaan myös poliittinen ja kulttuurinen ulottuvuus. Brundtlandin komission ydinsanoma on, että ihmisten ja luonnon hyvinvointi riippuvat toisistaan – riippumatta siitä, kuinka montaa pilaria teoreettisissa kehitelmissä päätetään käyttää (Gibson 2000).

Kolmen pilarin malli on yleisin ja otettu myös tämän tutkimuksen viitekehykseksi (kuva 1). Mallin mukaan taloudellinen, yhteiskunnallinen tai sosiaalinen ulottuvuus ja ympäristöulottuvuus ansaitsevat kukin saman painoarvon.



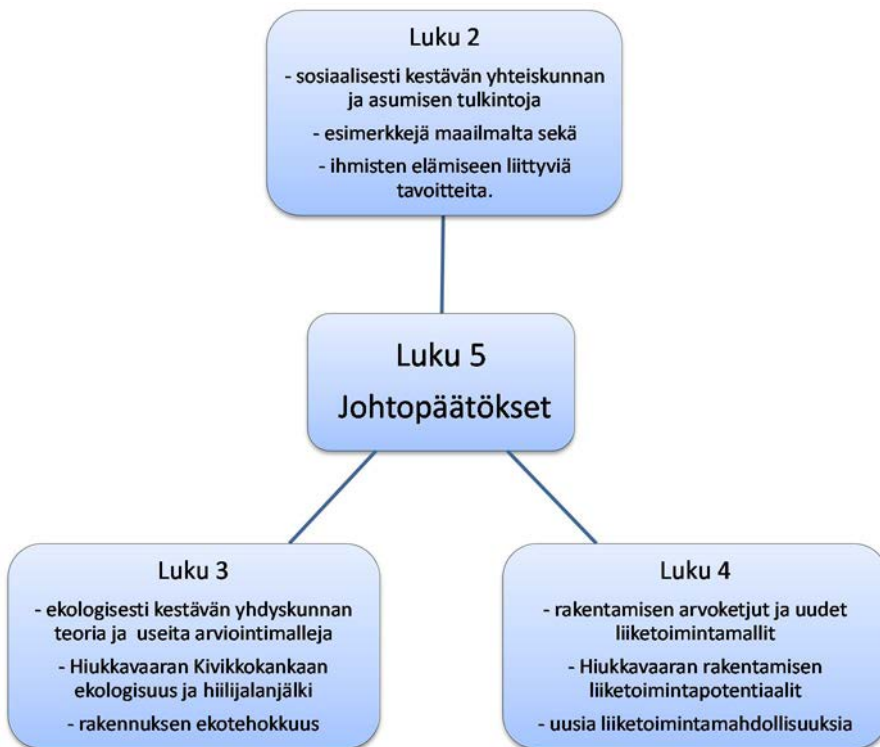
**Kuva 1.** Projektissa on käytetty viitekehyksenä kestävä kehityksen tasapainotettua, kolmen pilarin mallia.

Taloudellisesti kestävät yritykset pyrkivät toiminnan kannattavuuteen, kasvuun ja pitkään aikavälin kilpailukykyyn erinomaisen taloudellisen tuloksen ja strategian kautta. Ekologisesti kestävät yritykset tavoittelevat ekotehokkuutta ja ekologisesti myönteisiä tuloksia vähentämällä tuotteiden ja palveluiden tuottamiseen käytettyjä resursseja. Sosiaalisesti kestävät yritykset pyrkivät toimimaan sosiaalisesti hyväksyttävällä tavalla tuottamalla yhteisölle lisäarvoa ja olemalla hyviä ”yrityskansalaisia”.

Tulevaisuudessa kestävä kehityksen mukainen liiketoiminta ei ole vain ekotehokkuutta, vaan yhä enemmän sosiaalista oikeudenmukaisuutta ja taloudellisen, sosiaalisen ja ympäristöllisen arvon luomista kaikille sidosryhmille. Kestävä kehitys

tyksen mukaiset arvot on integroitava tiiviisti yrityksen liiketoiminta-arvoihin ja -strategiaan. Kestävää kehitystä ei tulisi nähdä taloudellisena taakkana, vaan sitä tulisi käyttää innovaation ja kilpailukyvyn lähtökohtana. Yrityksillä on sitä kautta mahdollisuus luoda asiakkaiden silmissä ”vihreämpi” brändi ja parantaa yhteiskunnan taloudellista tilaa, vakautta ja sosiaalista yhteenkuuluvuutta. Kestävän kehityksen mukainen liiketoiminta mahdollistaa myös kilpailuedun luomisen ja sosiaalisen oikeutuksen. (Herrala & Haapasalo 2010.)

Kuvassa 2 on koottu tämän julkaisun sisältö.



**Kuva 2.** ”Kestävän yhdiskunnan rakentaminen – näkökulmia ja liiketoimintamahdollisuuksia” -julkaisun sisältö.

## 2. Sosiaalisesti kestävä kehitys

Sosiaalitutkimusta ja sosiaalipoliittisia dokumentteja on kirjoitettu runsaasti, mutta niitä ei ole integroitu kestävä kehityksen viitekehykseen. Usein sosiaalisesti kestävä kehitystä tarkastellaan liiankin yksinkertaistetussa muodossa (Colantonio 2009). Tähän on osasyynä se, että sosiaalisesti kestävä kehitys on enemmän prosessi kuin saavutettavissa ja mitattavissa oleva tila (Sachs 1999).

Sosiaalisesti kestävä kehitys kuvataan usein teemoilla. Teemat ovat muuttuneet ajan kuluessa. Perinteisiä ja melko konkreettisia teemoja ovat oikeudenmukaisuus, köyhyyden vähentäminen ja elannon turvaaminen. Uusia teemoja ovat esimerkiksi identiteetti ja sosiaaliset verkostot. Perinteisiä sosiaalisen kestävyuden ulottuvuuksia kutsutaan usein kovaksi sosiaalisesti kestävyudeksi ja uusia määreitä pehmeäksi kestäväksi kehitykseksi. (Taulukko 1.) (Colantonio 2009.)

**Taulukko 1.** Perinteisesti ja nykyisin sosiaalisesti kestävässä kehityksessä korostettavia asioita.

Perinteinen	Nykyinen
Perustarpeet mukaan lukien asuminen ja terveellinen elinympäristö	Väestömuutokset (ikäntyminen, aluerakenteen muutokset ja liikkuvuus)
Koulutus	Alueitasolla väestöryhmien sekoittuminen, yhteenkuuluvaisuus ja yksilöiden vaikutusmahdollisuudet
Työ	Alueiden identiteetti ja kulttuuri
Tasa-arvo oikeuden edessä	Terveellisyys ja turvallisuus
Ihmisoikeudet ja sukupuolten tasa-arvo	Sosiaalinen pääoma
Toimeentulo	Hyvinvointi, onnellisuus ja elämän laatu
Sosiaalinen tasa-arvo	

Käyttäytymisen ja hyvinvoinnin taloustieteiden piirissä on nostettu ihmisten onnellisuus ja hyvinvointi keskiöön kestävä kehityksen tavoittelussa ja kestävä kehityksen tilassa (Colantonio 2011).

Rakennetun alueen kannalta kiinnostavia kysymyksiä ovat taloudellinen kasvu ja sosiaaliset kysymykset kuten kansalaisyhteiskunta, kulttuurien monimuotoisuus sekä

sosiaalinen integraatio, jotka konkretisoituvat jännitteinä ja allokaatiokustannuksina – ”trade-off” – sosiaalisen kestävyuden eri ulottuvuuksien välillä (Polese & Stren 2000).

## 2.1 Kahden kaupungin sosiaalisen kestävyuden ohjelmat

### 2.1.1 Vancouver

Vancouver hyväksyi Sosiaalisen kehityksen suunnitelman vuonna 2005 (City of Vancouver 2005). Siinä määriteltiin sosiaalinen kestävyys seuraavasti:

*For a community to function and be sustainable, the basic needs of its residents must be met. A socially sustainable community must have the ability to maintain and build on its own resources and have the resiliency to prevent and/or address problems in the future.* (Elävä ja kestävä yhdyskunta huolehtii asukkaidensa arjen perustarpeista, nojaa omiin voimavaroihinsa ja ehkäisee ongelmat ennakoita.)

Vancouverissa sosiaalista kestävyttä ohjaa neljä periaatetta: oikeudenmukaisuus, osallisuus, mukautuvuus sekä turvallisuus (equity, inclusion, adaptability ja security).

Oikeudenmukaisuudella tähdätään siihen, että kaikilla olisi käytössään riittävästi resursseja, jotta he voivat osallistua täysimääräisesti yhteisön elämään ja jotta heillä on mahdollisuus henkilökohtaiseen kehitykseen.

Osallistumisella ja vuorovaikutuksella tarkoitetaan sitä, että yhteisön jäsenillä on oikeus ja mahdollisuus osallistua yhteisten tavoitteiden muotoiluun ja niiden tavoitteluun, ja toisaalta sitä, että kaikilla yhteisön jäsenillä on mahdollisuus osallistua yhteisön toimintaan täysivaltaisesti.

Turvallisuusperiaatteen mukaisesti ihmisten ja yhteisöjen tulee olla taloudellisesti turvallisessa asemassa ja pystyä luottamaan siihen, että heidän ympäristönsä on turvallinen ja terveellinen.

Viimeisellä periaatteella, joustavuudella tarkoitetaan ihmisten ja yhteisöjen sinnikkyyttä etsiä luovia ja sopivia ratkaisuja tapahtuviin muutoksiin.

### 2.1.2 Rotterdam

Rotterdamin asuinalueiden sosiaalista muutosta seurataan sosiaalisen kestävyuden indeksillä (Sociale index). Indeksissä on neljä ulottuvuutta: henkilökohtaiset kyvyt (kielitaito, terveys, tulot, koulutus), asumisympäristö (syrjintä, asuminen, julkiset palvelut, turvallisuus), osallisuus (töissä/koulussa käynti, sosiaaliset kontaktit, sosiaaliset ja kulttuuriset toiminnot) ja kiinnittyminen (liikkuvuus, yhteisöllisyyden tunne). Tietoa kerätään sekä asukaskyselyillä että tilastoista. (Colantonio 2011.)

Sosiaalisen kestävyuden indeksin taustalla on neljä tarkoitusta:

1. sosiaalisen tilan mittaaminen tietyssä paikassa tietyllä ajan hetkellä
2. eri naapurustojen välisten erojen vertailu ja havainnollistaminen

## 2. Sosiaalisesti kestävä kehitys

---

3. poliittisten päätösten perustana toimiminen
4. apuvälineenä toimiminen eri naapurustojen vahvuuksien ja heikkouksien analyysissä.

### 2.2 Sosiaalisesti kestävä asuntorakentaminen

Asuminen on tärkeässä roolissa kestävän kehityksen kannalta. Kestävä asuminen voidaan määritellä asumiseksi, joka täyttää tämän hetken asumistarpeet luonnon asettamien rajoitusten puitteissa. Asuminen ei ole pelkästään perustarpeen tyydyttämistä, vaan siinä kietoutuvat yhteen sosiaaliset, kulttuuriset sekä taloudelliset seikat (Chiu 2004). Turcotte ja Geiser (2010) ovat määritelleet kymmenen kestävän asumisen periaatetta:

1. "Vihreän" suunnittelun tai muotoilun sisällyttäminen suunnitelmiin: Tavoitteena on veden ja resurssien säästäminen, energiatehokkuus ja uusiutuviin energiamuotojen käyttö, sisäilman hyvä laatu, luonnonvalon käyttö, kierätettävien ja myrkyttömien materiaalien suosiminen ja jatkuva toiminta kestävän kehityksen mukaisesti.
2. Turvallisten sisäolojen turvaaminen: Sen varmistaminen, että sisällä on riittävästi tilaa, lämpötila on miellyttävä ja kosteustaso on terveellisissä rajoissa.
3. Rohkaiseminen edulliseen ja oikeudenmukaisesti jaettuun asumisresurssien kulutukseen: Asuminen ei saa olla niin kallista, että asukkaalle ei jää varoja muiden tarpeiden tyydyttämiseen.
4. Asumisen tuottajien taloudellisen kannattavuuden ja elinkelpoisuuden turvaaminen: Tavoitteena on luoda taloudellinen ympäristö, jossa on riittävästi kannustimia, jotta yhteisön asuintarpeet pystytään tyydyttämään pitkällä tähtäimellä.
5. Asujen ja naapuruston välisen yhteyden vahvistaminen: Monikäyttöisten asuinalueiden (sekä asuintaloja että liiketiloja) suunnittelu, jotta voidaan maksimoida tiiviys ja tehokas maankäyttö ja ehkäistä asuinalueiden rönssilyä ja yksityisautoilua. Yksityisautoilun vähentämiseen voidaan pyrkiä myös toimivan julkisen liikenteen ja kävely- ja pyöräilymahdollisuuksien avulla sekä mahdollistamalla asuminen ja aktiivinen elämä työpaikkojen, liikkeiden ja tärkeiden yhteiskunnallisten palveluiden läheisyydessä.
6. Pääsy terveelliseen ympäristöön sekä tukipalveluihin: Pääsy terveellisille ja houkutteleville virkistysalueille, edullisiin ruokakauppoihin sekä muiden palveluiden käyttäjäksi. Samalla tunnustetaan asukkaan terveyden ja laadukkaan naapuruston välinen yhteys.
7. Rakennustyöntekijöiden hyvinvoinnin tukeminen varmistamalla turvallisuus koko toimitusketjun osalta.

8. Kulttuuri- ja asumisperinnön säilyttäminen: Tietyn alueen ja sen asukkaiden, historiallisten ja kulttuuristen ominaispiirteiden kunnioittaminen rakentamista suunniteltaessa.
9. Osallistumisen ja harmonisen päätöksenteon vaaliminen: Kaikkien sidosryhmien ja nykyisten sekä tulevien asukkaiden tarpeiden huomioiminen riippumatta sosioekonomisesta, etnisestä tai uskonnollisesta taustasta.
10. Sopeutumisen ja joustavuuden edistäminen: Asukkailla on mahdollisuus muokata kotejaan olosuhteiden tai asumistarpeiden muuttuessa.

Kestävän ajattelun mukainen rakentaminen luo alueita, joilla on monia toimintoja. Kestävä rakentaminen on tiivistä ja suosii enemmän jo käytössä olevan tai olleen maan (brownfield land) kehittämistä kuin rakentamattoman maan (greenfield land) käyttöönottoa. Asuinalueiden tulisi olla julkisen liikenteen saavutettavissa ja mieluiten lähellä työpaikkoja. Varsinaisessa rakentamisessa on tärkeää rakennusten korkealaatuisuus ja materiaalien ympäristöystävällisyys sekä tiiviit asuinalueet puhtaassa ja turvallisessa ympäristössä. Sosiaaliselta kannalta on hyvä, jos asunnot ovat edullisia tai että samalla alueella on monen hintaisia asuntoja, jotta voidaan välttää alueiden eriytymistä (Winston 2010).

Länsimaissa on kiinnitetty viime vuosina huomiota maankäyttöön ja alettu yhä enenevässä määrin pyrkiä tiiviiseen kaupunkirakentamiseen. Tiiviiden kaupunkiyhteisöjen ajatellaan usein olevan resurssitehokkaita, vähentävän matkustamisen tarvetta ja mahdollistavan aktiiviset yhteisöt. Tiiviin kaupungin malli, ”compact city model”, kiteyttää kolme kestävän kehityksen kannalta olennaista seikkaa: Kuinka voidaan elävöittää kaupunkeja, majoittaa kotitaloudet, joiden määrä on kasvussa, ja luoda entistä kestävämpiä kaupunkialueita. Länsimaissa ihmisten mieltymykset näyttäisivät kuitenkin olevan ristiriidassa poliittisten tavoitteiden kanssa, mistä kertoo esimerkiksi asutuksen rönsyily entistä kauemmas (Howley et al. 2009). Suomessa kompaktin kaupunki-ihanteen epäonnistumisesta kertoo pendelöinti-matkojen pidentyminen.

### 2.2.1 Bostonin Maverick Landing ja Trolley Square

Bostonissa on testattu edellä esitetyistä periaatteista suurinta osaa kahteen hankkeeseen. Molemmista hankkeista oli sitouduttu alusta pitäen ekologisiin ratkaisuihin, kuten energiatehokkaisiin rakenneratkaisuihin, energiaa säästäviä laitteisiin ja valaistukseen, kierrätysmateriaaleihin ja tehokkaaseen lämmöntuotantoon. Molemmista hankkeista kiinnitettiin huomiota myös terveellisen asuinympäristön luomiseen ja erityisesti sisäilman laatuun.

Molempien rakennushankkeiden urakoitsijoilla on paljon kokemusta edullisen asumisen rakentamisesta. Maverick Landing -alueelle asetettiin etukäteen vaatimukseksi, että kohteiden tulisi olla edullisia, jotta niihin olisi varaa myös kaikkein pienituloisimmilla. Myöhempi selvitys osoitti asuntojen hintatason nousseen niin, että

## 2. Sosiaalisesti kestävä kehitys

---

tarvittiin ulkopuolista rahoitusta takaamaan asuntojen edullisuus asukkaille ja projektien tulosten pysyvyys pitkällä tähtäimellä.

Molemmissa projekteissa kiinnitettiin huomiota asukkaiden ja naapuruston välisiin yhteyksiin. Maverick Landingissa tämä konkretisoitui jalkakäytävien ja viheralueiden avulla. Trolley Squarella yhdistettiin monia toimintoja samoihin tiloihin. Molemmissa hankkeissa pyrittiin kehittämään julkisen liikenteen käyttömahdollisuuksia, sekä jalankulkua ja pyöräilyä. Molemmille alueille rakennettiin julkisia palveluja.

Myös kulttuurisen perinnön säilyttäminen oli esillä molemmissa rakennushankkeissa. Maverick Landingissa vuokra-asukkailla oli aktiivinen rooli kaikissa hankkeen vaiheissa: alustavassa suunnittelussa, tilapäisasumisen järjestämisessä, purkamisessa ja uudelleen kehittämisessä. Erimielisyyksiä esiintyi esimerkiksi siitä, kuinka suuri osa alueesta pitäisi jättää rakentamattomaksi, ja huolta aiheuttivat kasvavat liikennemäärät. Trolley Squaressa sidosryhmät puolestaan turhautuivat jatkuviin kokouksiin ja vähäisiin vaikutusmahdollisuuksiin.

### 2.2.2 Freiburg

Kestävän asumisen rakentamiseen liitetään tavallisesti se, että asianosaiset saavat olla osallisia prosessissa. Kansalaisten osallistumisesta esimerkkinä käytetään usein Saksan Freiburg im Breisgauissa sijaitsevan Vaubanin kaupunginosaa.

Projektin onnistumista edesauttoi kansalaisten aktiivisuus ja esityö, ammattimainen menettelytapa sekä ulkopuolisen rahoituksen saaminen erilaisista tukiprojekteista. Projektin esikuvia olivat Freiburg Riesefeldin alueen kansalaisosallistuminen, auton kaupunki Bremen (Autofreie Stadt Bremen) ja kasarmiprojekti Tübingenin Südstadtissa (Kasernenprojekt Tübinger Südstadt).

Vaubanin kaupunginosaan toteutettiin ympäristöystävällisiä teknisiä ratkaisuja (esimerkiksi autojen yhteiskäytön edistäminen, resursseja säästävät tekniikat ja matalaenergiatalojen rakentaminen). Alueen sosiaalista kestävyyttä haettiin muun muassa väestöryhmien sekoittamisella, sukupolvet ylittävällä yhteisasumisella sekä työn ja asumisen läheisyydellä. Lisäksi suosittiin edullisia, erilaisten yhteisöjen toteuttamia rakennusprojekteja rakennustontteja jaettaessa. Suunnittelutyötä tehtiin neljässä työryhmässä, jotka liittyivät liikenteeseen, energiaan, rakentamiseen ja sosiaaliseen ulottuvuuteen. (Ornetzeder & Buchegger 1998)

Kansalaisten vaikuttamiseen perustettiin Forum Vauban hyvissä ajoin. Sen tavoitteena oli luoda sosiaalinen ja ekologinen mallikaupunginosa. Suunnitteluun haettiin alueella jo olevien asukkaiden ohella uuden Vaubanin tulevia asukkaita. Kansalaisten aktiivisuus liittyy läheisesti Freiburgin kaupungin luonteeseen. Kaupungissa on viisi korkeakoulua ja noin 30 000 opiskelijaa. Ympäristöliike on saavuttanut suosiota, ja lisäksi kaupunginhallitus on sitoutunut ekologisiin tavoitteisiin. Kaupungissa on paljon sellaisia, jotka ovat valmiita tuomaan oman panoksensa julkiseen keskusteluun ilman erillistä korvausta.



### 2.2.3 Dublin

Dublinin seudun rakentamisessa painotettiin pitkään enemmän määrää kuin laatua, mikä johti monotonisiin ja palveluita vailla oleviin esikaupunkialueisiin. 1980-luvulla asumisolosuhteet olivat kestävämmät monilla sisäkaupungin alueilla ja uudistamista pyrittiin edistämään verotuksellisten kannustimien avulla. Painopiste oli uudisrakentamisessa. 1990-luvun alussa taloudellinen nousukausi, alhaiset korot ja hallinnon laissez-faire-politiikka johtivat Dublinin pendelöntialueen kasvuun sekä asuinalueiden leviämiseen. Dublinin keskustan kehittämishankkeita puolestaan kritisoitiin liian pienten asuntojen tuottamisesta.

Dublinin uudistamisen ensimmäinen vaihe alkoi vuonna 1986, jolloin Custom House Docks Development Authority (CHDDA) perustettiin. Tässä projektissa ohitettiin paikallinen hallinto ja paikalliset asukkaat. Prosessissa keskeisiä tekijöitä olivat verokannustimet sekä julkisen ja yksityisen sektorin kumppanuus.

Seuraavaa vaihe liittyi Temple Bar -alueen kehittämiseen, jonka asukkaat elivät hyvin vaatimattomissa olosuhteissa 1990-luvun alussa. Kuten ensimmäisessä mallissa, myös Temple Barin tapauksessa tehtiin verohelpotuksia sekä suosittiin julkisten ja yksityisten toimijoiden kumppanuutta. Paikalliset viranomaiset olivat mukana hankkeessa, ja myös sosiaalinen asuntotuotanto huomioitiin.

Kolmas malli on Historic Area Rejuvenation Project (HARP), joka käynnistyi vuonna 1995. Hankkeen asuntokomponenttiin sisällytettiin monentasoista asumista, ja paikalliset viranomaiset ohjasivat hanketta. Yhteisön edustajia oli mukana hankkeen ohjausryhmässä. Vaikka painopiste edelleenkin näyttäisi olleen yksityisen sektorin etujen ajamisessa, pystyvät yhteisön edustajat kuitenkin haastamaan liike-elämän näkemyksiä.

Neljäs malli, Urban Renewal Scheme, esiteltiin vuonna 1999, johon valittiin alueita paikallisten viranomaisten tietojen avulla. Sidosryhmien osallistuminen viimeisessä hankkeessa oli laajempaa kuin aiemmin, mukana oli paikallisia asukkaita, yhteisön edustajia sekä paikallisen liike-elämän toimijoita.

Dublinin kaupungin väkiluku kasvoi vuodesta 1991 vuoteen 2006, ja hankealueille onnistuttiin houkuttelemaan investointeja. Dublinin työssäkäyntialueen kuntien väkiluku kasvoi vieläkin enemmän, koska ne tarjosivat väljää asumista. Dublinin uudistuminen ei ole kestävällä pohjalla. Yli 82 prosenttia kehityshankealueilla asuvista ihmisistä suunnittelee muuttoa väljemmille alueille seuraavien viiden vuoden kuluessa. Asunnon vaihtajat eivät myy vaan vuokraavat asuntonsa. Asukkaiden vaihtuvuus yhdistettynä vuokralaisten kasvavaan joukkoon vaikeuttaa kestävien kaupunkiyhteisöjen luomispyrkimyksiä. Väljän asumisen suosiminen saattaa olla yhteydessä Dublinin tiiviisti rakennetun asuntokannan laatuun ja luonteeseen. Uudisrakentamisen ongelmia ovat asuntojen väärä koko, melu, kalleus ja se, että ne on suunniteltu yhden tai kahden hengen talouksille perheiden sijaan.

Dublinissa on paljon asuntoja tyhjiillään koska, omistajille aiheudu oikeastaan minkäänlaisia kustannuksia asuntojen pitämisestä käyttämättöminä. Kaiken kaikki-

## 2. Sosiaalisesti kestävä kehitys

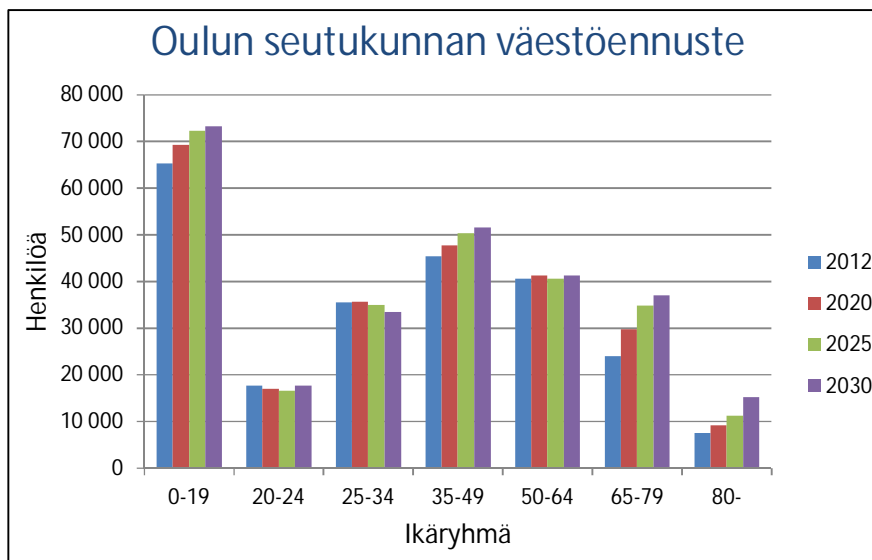
aan Dublinin rakentamisessa on nähtävissä kestävä kehityksen periaatteiden vastaisia piirteitä.

Kestävä kehityksen erääksi esteeksi nousee kestävä asumisen tarkan määrittelyn puute ja se, että kestävyys näyttäisi tarkoittavan eri asioita eri ihmisille. Toinen suuri este ovat puuttuvat resurssit kestävä asumisen rakentamiseen. Myös Maverick Landingsin ja Trolley Squaren tapauksissa yleishyödyllisistä varoista kanavoituilla varoilla oli suuri rooli kestävä kehityksen mukaisten ratkaisujen mahdollistajana. Myös hallinnointi- ja ylläpitokustannuksista kannettiin huolta, koska paikallisten viranomaisten budjetit ovat hyvin rajalliset.

### 2.3 Sosiaalisesti kestävä alueen rakentaminen Oulun seudulle

#### 2.3.1 Asuntotuotantotarve Oulun seudulla

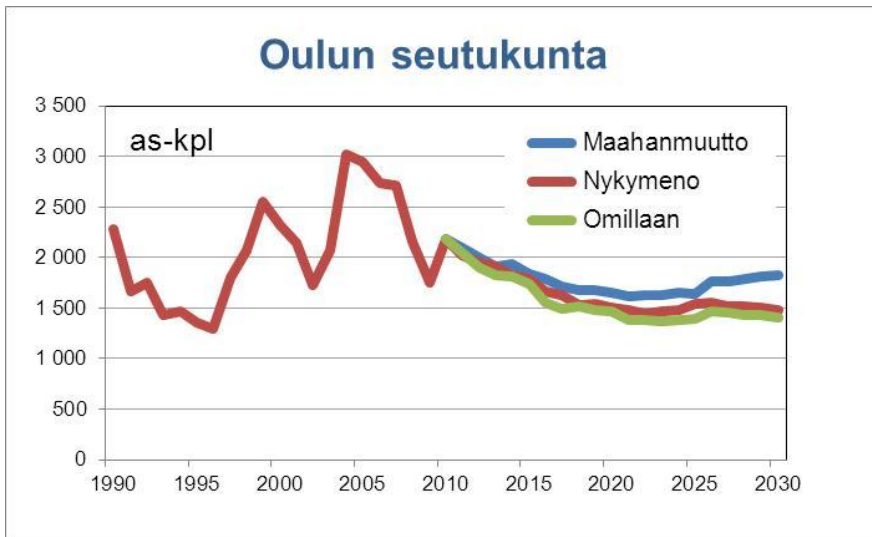
Tilastokeskuksen vuonna 2009 laatiman väestöennusteen mukaan Oulun seudun väestömäärä olisi vuonna 2030 yhteensä 270 000 henkilöä eli 33 000 enemmän kuin vuonna 2011 (kuva 3). Pohjois-Pohjanmaan maakuntasuunnitelmassa tuleva väestömäärä ennakoidaan hieman suuremmaksi, 280 000 henkilöksi (Pohjois-Pohjanmaan maakuntaliitto 2010).



**Kuva 3.** Oulun seutukunnan väestökehitys (Tilastokeskus 2009). Vuoden 2010 määrittelyn mukaisesti seutukuntaan kuuluivat Hailuoto, Haukipudas, Kempele, Kiiminki, Oulunsalo, Muhos, Liminka, Tyrnävä, Lumijoki ja Oulu.

Oulun seutukunta on pitkään laskettu Suomen yhdeksi kasvukeskukseksi. Seutukunta poikkeaa muusta Suomesta ja muista kasvukeskuksista siinä, että lasten ja nuorten osuus väestöstä on poikkeuksellisen suuri. Alle 19-vuotiaiden osuuden arvioidaan olevan vuonna 2030 lähes 30 prosenttia nykyisen seutukunnan asukkaista. Pohjois-Pohjanmaan maakuntaliitto onkin valinnut pitkän aikavälin ohjelman teemaksi ”Pohjois-Pohjanmaa – nuorten maakunta”.

Oulun seudulle on tarve rakentaa 1 600–1 800 uutta asuntoa vuosittain riippuen siitä, miten paljon alue houkuttelee muuttajia ja kuinka paljon asuntokantaa puretaan ja korvataan uusilla rakennuksilla.



**Kuva 4.** Oulun seudun asuntotuotantotarve (Vainio 2012).

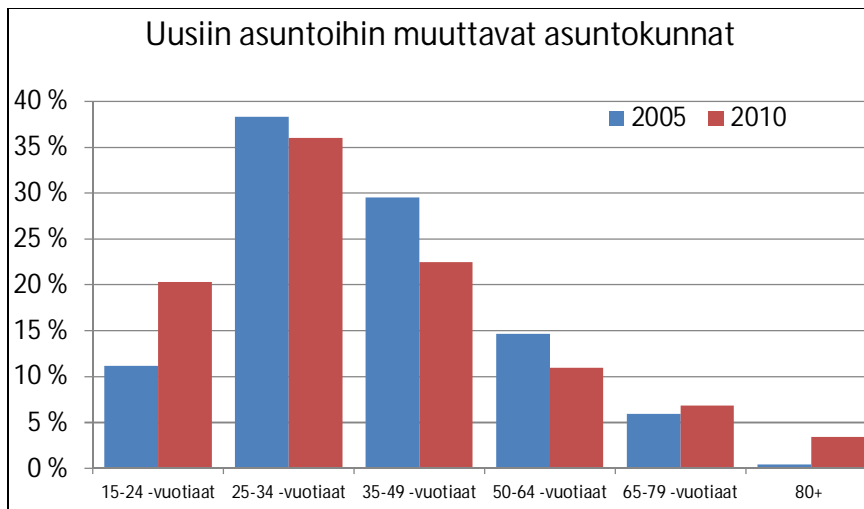
Kuvan 4 Maahanmuutto-skenaariossa oletetaan, että Suomen talouskehitys on hyvä ja houkuttelee maahanmuuttajia. Poistuma asuntokannasta oletetaan vähäiseksi. Nykymeno-skenaariossa väestökehitys ja poistuma säilyvät samanlaisina kuin lähihistoriassa. Omillaan-skenaariossa Suomeen ei muuteta ja asuntokanta uusiutuu, eli poistuma asuntokannasta kasvaa.

Oulun seudun asuntotuotantotarpeen ennakoidaan jäävän matalammalle tasolle kuin se on ollut 1995–2010. Vuodesta 2005 vuoteen 2010 uusiin asuntoihin muuttavien asuntokuntien ikärakenne on muuttunut merkittävästi. Nuorten aikuisten osuus asuntokunnista on kaksinkertaistunut. Myös iäkkäiden uusiin asuntoihin muuttajien osuus on lisääntynyt. (Kuva 5.)

Nuoret aikuiset ja iäkkäät ihmiset muuttavat pääasiassa kerrostaloasuntoihin ja perheelliset omakotitaloihin (kuva 6). Oulun seudun asukasbarometrin (Oulun

## 2. Sosiaalisesti kestävä kehitys

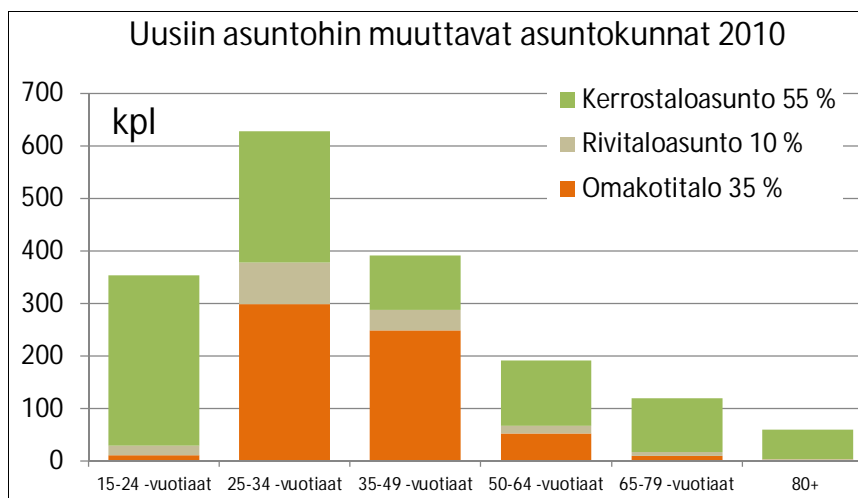
kaupunki 2011) mukaan kysymyksessä ovat tietoiset valinnat, ei vaihtoehtojen puute, ja juuri näin eri-ikäiset haluavatkin asua.



**Kuva 5.** Oulun seudulla uusiin asuntoihin muuttaneet asuntokunnat on jaettu ikäluokkiin asuntokunnan päämiehen mukaan (Tilastokeskus 2011).

Asuntorahoituksen saatavuus ja hinta ovat aikaistaneet asunnonhankintaa ja poistaneet välivaiheita. Lapsiperheet pystyvät hankkimaan riittävän ison ja usein juuri pientaloasunnon varhaisemmassa vaiheessa kuin aikaisemmat sukupolvet. Oulun seudun asukasbarometrissa tämä näkyy muun muassa siinä, että vuokra-asuntojen asuntokunnat ovat pienentyneet eli ne ovat menettäneet suosiotaan lapsiperheiden asumismuotona.

Asuntotyypin valintaan vaikuttaa tarjonta, johon voidaan vaikuttaa kaavoituksella. Asukasbarometrin perusteella Oulussa on kaavoituksella onnistuttu luomaan asuinympäristöjä, joissa asumistoiveilla on mahdollisuudet toteutua.



**Kuva 6.** Tilastokeskuksen mukaan uusiin asuntoihin muuttaneita asuntokuntia oli Oulun seudulla vuonna 2010 yhteensä 1 750. Näistä suurin osa muutti kerrostaloihin.

### 2.3.2 Nuorten aikuisten asumistoiveet

Nuorten aikuisten asumistoiveita on haettu Owela-verkkolaboratoriossa (Open Web Lab, sosiaalista mediaa hyödyntävä työkalu). Keskusteluun osallistui sata yliopisto-opiskelijan loppuvaiheessa olevaa nuorta aikuista. Nuorille aikuisille esitetyt keskustelunavaukset käsitelivät asumista, hoivapalveluja, töiden tekemistä, harrastamista ja opiskelua sekä ostosten tekemistä.

Oleellinen asumiseen liittyvä kysymys on, löytävätkö nuoret aikuiset itselleen asunnon nykyisenlaisesta asuntokannasta vai ovatko vaatimukset sellaiset, että on rakennettava kokonaan uudenlaisia asuntoja. Nuoret aikuiset ovat ensimmäinen sukupolvi, joka on elänyt osan elämästään virtuaalimaailmassa, toisin kuin heidän vanhempansa. Kun elämän sisältö ja ajankäyttö ovat niin erilaisia, ovatko sitä myös tilatarpeet?

Nuria aikuisia kiinnostaa asua omakotitalossa maaseudulla, kaupungin laidalla tai kerrostalossa kaupungin keskustassa. Monet nuoret näkivät asuntonsa puutarhan ympäröimänä ja itsensä kotitarveviljelijöinä. Vain pieni osa korosti valitsevansa tulevan asumismuotonsa tiedostaen ympäristövaikutukset, vaikka valinnat itsessään saattoivat olla ekologisia. Keskustelujen perusteella muotoutui neljä asumisen toivemallia: minimalistinen, vaivaton, ylellinen, ekologinen. (Kuva 7.)

Asuntoalueiden suunnitteluun on sisäänrakennettu ajatus siitä, että samalla alueella asuvat ihmiset voisivat muodostaa yhteisön. Internetin tärkeä ominaisuus on se, ettei maantiede rajoita yhteisöjen muodostumista. Pienilukuiset ja kaukana toisistaan asuvat ihmiset pystyvät muodostamaan yhteisön internetin välityksellä.

## 2. Sosiaalisesti kestävä kehitys

Kun ihmisten elämästä suuri osa kuluu virtuaalimaailmassa, onko enää fyysisellä yhteisöllä merkitystä?

Owelan keskustelijat arvostivat ihmisten kohtaamista reaalielämässä. Oman yhteisön ei tarvinnut olla oma perhe. Virtuaaliyhteisön valinneet halusivat erottaa oikean oman elämän virtuaalielämästä. Virtuaaliyhteisön omaksi yhteisökseen valinneet olivat liki palveluammattissa leipänsä tienaavia: aktiivisuuden ja ihmisten kohtaamisten vastapainoksi haluttiin elää omassa rauhassa.

Omassa rauhassa eläminen tuli esille myös Oulun seudun asumisbarometrissa, jossa yhteisöllisyys oli vain harvojen vastaajien toiveasumisen ominaisuus.



**Kuva 7.** Owela-keskustelujen perusteella nuorten aikuisten asumistoiveet jakautuvat neljään tyyppiin. Yhteistä näille on elävän luonnon arvostaminen. Elävä luonto oli toisille puisto, toisille oma piha tai metsä.

Etätöitä on pidetty ekologisena ratkaisuna. Monissa suurkaupungeissa se säästää liikennemuutoksia, vähentää toimitilakuluja ja antaa vapauden tehdä työt silloin kun se itselle sopii. Suurin osa nuorista aikuisista valitsi kuitenkin etätöiden sijaan työskentelyn työpaikalla. Työpaikalle menon katsottiin tuovan elämään rytmin, erottavan työn vapaa-ajasta ja ennen kaikkea kiinnittävän ihmisen osaksi yhteisöä. Etätöitä taas arvostivat ne, jotka halusivat irrottautua järjestäytyneestä elämästä toteuttamaan itseään.

### 2.3.3 Nuorten aikuisten kanta palveluihin

Owelan keskusteluihin osaa ottaneet nuoret aikuiset kertoivat näkemyksiään erilaisista palveluista. Jo nykyisin monet ostokset voidaan tehdä internetissä ja tuotteet toimitetaan joko netin tai kuriirin tai postin välityksellä kotiin. Päivittäistavaroiden tilauksiin ja kotiinkuljetuksiin on ideoitu erilaisia järjestelmiä, jotta tavaroiden toimitus ei edellytä asiakkaan läsnäoloa. Monien keskustelijoiden mukaan ostosten teossa oleellista oli kokemus, jonka saa vain tavarat näkemällä ja hypistelemällä. Internetostoksissa tätä kokemusta ei saa. Suurin osa keskustelijoista halusikin edelleen käydä kaupassa itse. Oulun seudun asukasbarometrin myötäili Owelakeskustelijoita. Vähintään ruokakauppa halutaan asunnosta lähietäisyydelle.

Monissa maissa ikäihmisten osuus väestöstä kasvaa, koska ihmiset elävät vanhemmiksi. Lisäksi ns. babyboomer-ikäluokat ikääntyvät hoivapalvelujen kysyjiksi. Ikääntyneissä yhteiskunnissa keskustellaankin paljon dilemmasta *ageing place or places to age* eli tarvitaanko ikäihmisille varta vasten rakennettuja asuntoja vai rakennetaanko asuntoja, joissa ikäihmiset voivat asua kotonaan sinne tuotavien palvelujen turvin. Nuoret aikuiset halusivat hankkia läheisilleen hoivaa joko yhteiskunnalta tai järjestää sen omassa yhteisössään. Yhteisön itsensä järjestämä hoiva koettiin inhimillisemmäksi vaihtoehdoksi kuin viranomaisten järjestämä palvelu.

Virtuaalimaailmassa eläminen voi kattaa lähes kaikki elämänalueet. Julkisen sektorin talusongelmat ovat houkutelleet etsimään virtuaalikouluista kustannustehokasta ratkaisua opetukseen. Verkon välityksellä tapahtuva opetus on hyvä ratkaisu myös silloin, jos oppilaat asuvat hajallaan, olivat he sitten peruskoululaisia tai kapean tieteen alan tohtoriopiskelijoita. Internetistä voidaan ladata katsottavaksi elokuvia, sen avulla voidaan matkustaa maailman ääriin, kuunnella oopperaa toisesta maanosasta tai katsoa huippujalkapalloa.

Keskustelijoista suurin osa piti kuitenkin menemistä, kokemista, kohtaamisia ja myös tiloja niin tärkeänä osana opetusta tai elämystä, ettei internet voisi kokonaan syrjäyttää tiloja. Jonkin verran löytyi kotona viihtyviä henkilöitä, jotka olisivat valmiita rakentamaan kotiin tiloja harrastuksia ja opiskelua varten.

## 2.4 Vastaako Hiukkavaara Oululaisten asumistoiveisiin?

Hiukkavaarasta on tavoitteena suunnitella kestävän kehityksen mukainen kaupunkimaisen pientaloasutuksen alue noin 20 000 asukkaalle ja n. 9 500 asunnolle. Tältä osin laajuus vastaa Haukiputaata tai Kemiä. Aluekeskukseen ja paikalliskeskukseen sijoitetut julkiset ja yksityiset palvelut synnyttävät 1 800 työpaikkaa.

Aluesuunnittelun lähtökohtana oli selkeä ja ryhdikäs rakenne, joka viittaa alueen käytön historiaan puolustusvoimien harjoitusalueena. Kaupunkirakenne muodostuu selkeästi viherväylillä toisistaan erotetuiksi seitsemäksi osa-alueeksi.

Alueen suunnittelussa on kiinnitetty erityistä huomiota alueen viihtyisyyteen ja monipuolisuuteen, kattavaan ja turvalliseen kevyenliikenteen ja ulkoreitistöjen verkostoon, autoliikenteen turvallisuuteen ja saavutettavuuteen, monipuoliseen

## 2. Sosiaalisesti kestävä kehitys

---

asuntotuotantoon, väestörakenteen sekoittumiseen sekä hyvään palveluiden ja joukkoliikenteen saavutettavuuteen. Kaupunkirakenteen läpi kulkee viheryhteys Poikkimaantien suuntaisesti jatkuen sillan kautta Oulun kaupungin keskustaan, jonne on noin 6 kilometriä.

Oulun seudun asukasbarometrin mukaan suurin osa asunnonvaihtoista tapahtuu nykyisen asuinkunnan sisällä. Merkittävä osa tulevista Hiukkavaaran asukkaista asuu jo Oulussa. Tältä osin voidaan Hiukkavaaran suunnitelmaa peilata vasten Asukasbarometrin vastauksia. Vastaajien mukaan toiveasuinympäristö on turvallinen ja viihtyisä. Lähietäisyydelle toivotaan ruokakauppoja, terveyskeskusta, peruskoulua ja joukkoliikennepalveluita. Asukasbarometriin vastanneista 85 prosenttia haluaa asua omistusasunnossa ja 50 prosenttia omakotitalossa. Näitä lukuja kasvattaa jonkin verran nuorten ja sinkkotalouksien aliedustus vastauksissa.

Näin suunnitteluvaiheessa Oulusta näyttäisi löytyvän monia, joiden toiveisiin Hiukkavaara vastaa. Nähtäväksi jää, vastaako Hiukkavaaran keskusta nuorten ja ikäihmisten toiveita asua keskustassa kerrostalossa. Toinen kysymys on tulevien asukkaiden osallistaminen suunnittelun seuraavassa vaiheessa. Kansainväliset kokemukset nostavat asukkaiden osallistumisen tärkeäksi tekijäksi (tapaus Freiburg) ja korostavat riskiä, mikä liittyy rakentamiseen pelkästään markkinaehtoisesti (tapaus Dublin).



## 3. Rakennetun alueen ympäristövaikutukset

### 3.1 Ekotehokas yhdyskunta

Ekotehokkuudella tarkoitetaan suhdelukua, jossa verrataan tuotteen tai palvelun tuottamiseksi ja kuluttamiseksi tarvittavia luonnonvaroja (materiaaleja ja energiaa) sekä aikaansaatuja (haitallisia) päästöjä ja jätteitä saatavaan hyötyyn eli tuote- tai palveluyksikköön. (Kuva 8.)



**Kuva 8.** Ekotehokkuus on vertailua, jossa toisessa vaakakupissa on tavoiteltavia hyötyjä (tarpeita tyydyttäviä tuotteita ja palveluita, hyvinvointia) ja toisessa aiheuttettuja haittoja (luonnonvarojen kulutusta, päästöjä ja jätteitä) (Lahti 2010).

Ekotehokkuus parantuu, kun kulutetut luonnonvarat ja jätteet vähenevät asukasta tai työpaikkaa kohti. Mittaaminen voidaan tehdä joko tiettyä aikayksikköä (esim. vuotta) kohti tai rakenneyksikköä (esim. aluetta, rakennusta tai kerrosneliometriä) kohti. Jälkimmäisessä tapauksessa on syytä käyttää elinkaarinäkökulmaa eli arvioida vaikutukset arvioitavan tuotteen todennäköistä elinikää kohti.

Fyysisen ympäristön keskimääräisenä elinkaarena voidaan pitää 50:tä vuotta. Ekotehokkuusnäkökulmasta huomattavasti pidempi elinkaari, kuten esimerkiksi 100 vuotta, olisi toivottava. Rakenteiden kestoajan pidentäminen vähentäisi rakennus-

### 3. Rakennetun alueen ympäristövaikutukset

---

materiaalien kulutusta useissa tapauksissa jo rakentamisvaiheessa ja varsinkin rakennusten käyttö- ja kunnossapitovaiheissa.

Ekotehokkuutta voidaan lisätä monin tavoin, esimerkiksi lisäämällä energiatehokkuutta, vähentämällä materiaalien kulutusta, korvaamalla materiaalien käyttöä, käyttämällä lähivoimavaroja, lisäämällä uusiutuvien energialähteiden osuutta, lisäämällä matalaenergiaa ja käyttämällä puhtaampia materiaaleja ja energiaa. Kahdeksan nyrkkisääntöä kaupunkirakenteen ekotehokkuuden lisäämiseksi (Lahti et al. 2008):

1. Älä tuhlaa maata
2. Tiivistä ja täydennä olevaa kaupunkirakennetta
3. Hyödynnä raideliikenteen käytävät tehokkaasti
4. Sekoita asumista, työtä ja palveluja
5. Rajoita suurten kappakeskusten rakentamista etäällä asunnoista
6. Toteuta joukkoliikennejärjestelmät ennen muuta rakentamista
7. Älä jätä suunnitelmien toteuttamista vajeaksi
8. Valitse energiajärjestelmä paikallisista lähtökohdista.

Rakennetun alueen ympäristövaikutuksia voidaan arvioida monessa vaiheessa suunnittelua, toteutusta ja käyttöä. Arvioinnin kohteena voi olla yksittäinen rakennus, alue tai aluekokonaisuus, kuten kunta tai maakunta. Sekä tarkasteluvaihe että kohteen rajaus vaikuttavat arvioinnin tarkkuustasoon. Tästä syystä ympäristövaikutusten arviointia varten on kehitetty erilaisia menetelmiä. Osa menetelmistä on vaihtoehtoja toisilleen.

Ympäristövaikutusten arviointimenetelmät ovat syntyneet kansallisista tarpeista ja niissä näkyvät sekä maantieteelliset että kulttuuriset erot. Järjestelmien siirtämisestä maasta toiseen vaikeuttavat erilaiset mittajärjestelmät, olosuhteet tai esimerkiksi asetetut vaatimukset ja standardit. Vasta nyt ollaan kehittämässä Eurooppalaista viitekehystä ympäristövaikutusten arviointiin.

#### 3.2 Ekotehokkuuden arviointi

Suomalaisella, Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston käyttöön kehitetyllä HEKO-arviointijärjestelmällä (Lahti et al. 2010) saadaan vastauksia tyypillisimpiin suunnittelussa tehtävien valintojen (tehokkuusluvut, toimintojen sijoittelu, liikenne- ja palvelut, pysäköinti, talotyytit, viheralueiden määrä ja sijainti jne.) vaikutuksista ekotehokkuuteen. Mallilla voidaan analysoida suunnitelman eri ulottuvuuksia toisiinsa tai kokonaan toisiin alueisiin.

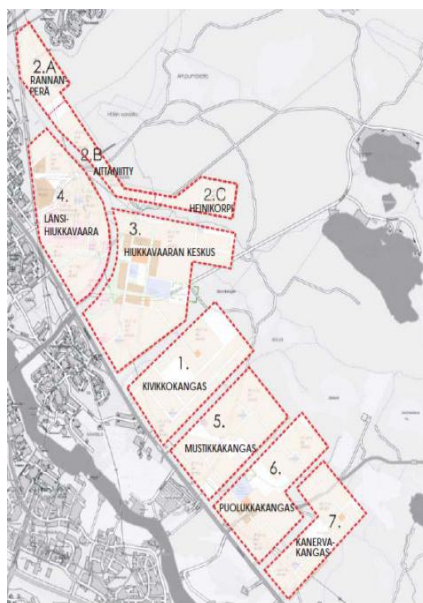
Arviointi sisältää viisi asiakokonaisuutta: maa (6 arvioitavaa asiaa), vesi (3 asiaa), energia (5 asiaa), liikenne ja palvelut (4 asiaa) sekä hiili- ja materiaali kierto (3 asiaa). Yhteenlaskettujen pisteiden perusteella alue saa kokonaisarvosanan (kuva 9).

### 3. Rakennetun alueen ympäristövaikutukset

Pisteet	Arvosana	Kirjainluokitus
110 tai yli	huipputaso	A+
105...109,9	erinomainen	A
95...104,9	hyvä	B O
86...94,9	normaali	C
75...85,9	välttävä	D
alle 75	heikko	E

**Kuva 9.** Kokonaisekotehokkuuden arviointiasteikko.

Mallia testattiin Kivikkokankaan asuntoalueeseen, joka on Hiukkavaaran kaavarunkoalueen ensimmäinen 237,3 hehtaarin osakaava-alue (kuva 10). Alueelle sijoituu noin 1 175 asuntoa ja 2 790 asukasta, ja asuinkerrosalaa on yhteensä 199 900 km<sup>2</sup>. Alueen ensimmäiset rakennukset valmistuvat vuonna 2013. Arvioinnissa käytetyt tiedot perustuvat Hiukkavaaran kaavarunkoraporttiin vuodelta 2008 sekä Kivikkokankaan asemakaavan ehdotuksen selostukseen 8.10.2010. Arviointiperusteet on kuvattu tarkemmin liitteessä A.



**Kuva 10.** Hiukkavaaran kaavarunko 2008, osa-alueet.

### 3. Rakennetun alueen ympäristövaikutukset

---

Kivikkokankaan alue sijaitsee Oulujoen pohjoispuolella entisellä Hiukkavaaran kasarmin alueella. Alueelle on laadittu asemakaavoituksen kanssa samanaikaisesti ympäristön ja kunnallistekniikan yleissuunnitelmat. Tavoitteena on ollut kaupunkimainen pientalovaltainen asuntoalue, jossa on otettu huomioon alueen maisemalliset ominaispiirteet ja suojeluarvot.

Kivikkokangas sai Heko-arvioinnissa pisteitä 102 ja yleisarvosanaksi hyvä (taulukko 2). Ekotehokkuudeltaan Kivikkokangas on samaa luokkaa kuin kolme muuta samalla työkalulla arvioitua helsinkiläistä aluetta – Meri-Rastila 102, Koivusaari 102 ja Saukonlaituri 103 pistettä (kuva 11) (Lahti et al. 2010).

**Taulukko 2.** Yhteenveto kaikista viidestä osasta (tarkemmin liitteessä A).

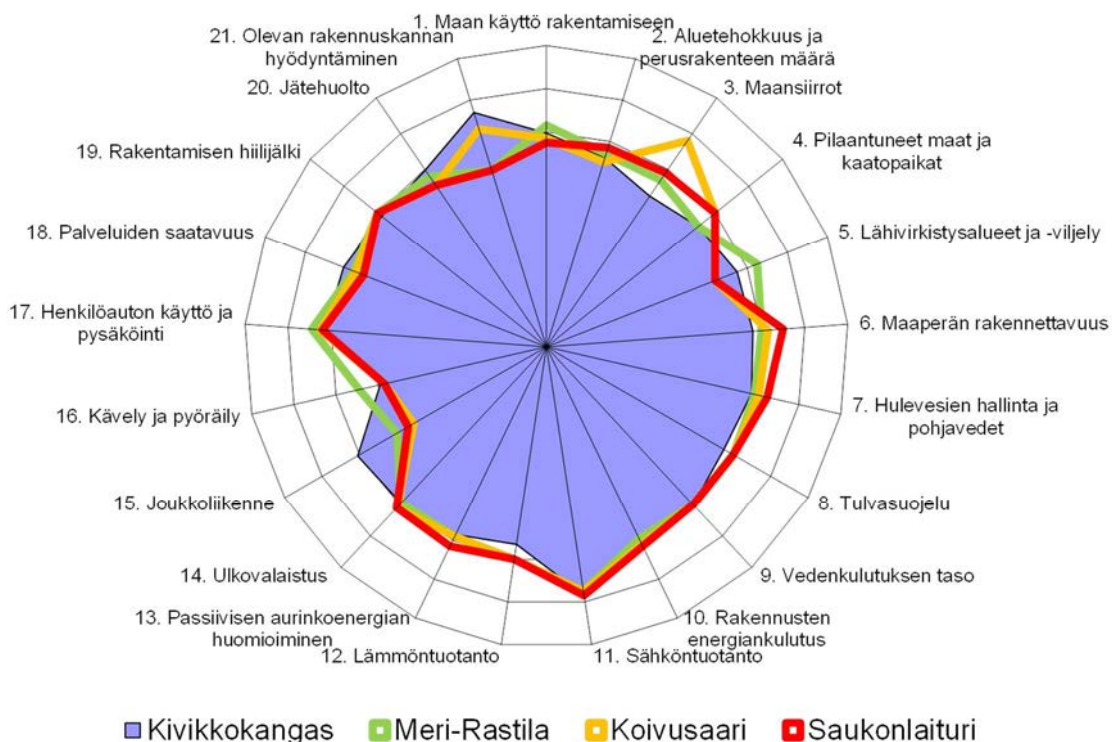
Yhteispisteet Kivikkokangas	
1. Maan käyttö rakentamiseen	101
2. Aluehokkuus ja perusrakenteen mää	108
3. Maansiirrot	115
4. Pilaantuneet maat ja kaatopaikat	110
5. Lähivirkistysalueet ja -viljely	105
6. Maaperän rakennettavuus	104
7. Hulevesien hallinta ja pohjavedet	103
8. Tulvasuojelu	105
9. Vedenkulutuksen taso	100
10. Rakennusten energiankulutus	99
11. Sähköntuotanto	83
12. Lämmöntuotanto	107
13. Passiivisen aurinko-energian huomi	103
14. Ulkovaistutus	101
15. Joukkoliikenne	99
16. Kävely ja pyöräily	121
17. Henkilöauton käyttö ja pysäköinti	97
18. Palveluiden saatavuus	99
19. Rakentamisen hiilijälki	102
20. Jätehuolto	100
21. Olevan rakennus-kannan hyödyntämi	86
Summa	2148
<b>Kokonaispisteet</b>	<b>102</b>

Helsingin Meri-Rastilan alueen länsiranta sijaitsee kävelyetäisyydellä Rastilan metroasemasta. Alueen pohjoisosassa on kaupunkimaisen tiivistä kerrostalokortteli- aluetta, keskiosassa suojeltava geologinen muodostelma ja eteläosassa kerrostaloja sekä niihin liittyvät rivitalosiivet.

Koivusaari sijaitsee Helsingissä Lauttasaaressa. Suuri osa alueesta on täyttö- maata Lauttasaaren pohjoisreunassa. Osa alueesta on Länsiväylän ja Länsimet- ron päälle rakennettavalla kannella. Liikenteellisesti alue on hyvin saavutettavissa. Alueelle tulee matalahkoja ja kiemurtelevia pienkerrostalonauhoja. Lähes kaikki rakennukset sijaitsevat välittömästi meren rannassa.

### 3. Rakennetun alueen ympäristövaikutukset

Saukonlaituri sijaitsee Helsingin Jätkäsaarella, jossa tavarasatama-alue muutetaan asuin- ja työpaikka-alueeksi. Rakennuksista suurin osa on 3–10-kerroksisia kerrostaloja. Lisäksi rantojen tuntumaan tulee rivi- ja kaupunkipientalokortteleita. Alueelle tulee peruskoulu, lastentalo, sosiaaliviraston nuorisokoti sekä kaupallisia palveluita.



**Kuva 11.** Kivikkokankaan (rasteroitu alue) vertailu kolmeen muuhun Heko-arvioituun alueeseen. Mitä pienempi kuvio – sitä parempi.

Alakohdista Kivikkokangas saa enemmän pisteitä kohdasta MAA/Maansiirrot, 115 pistettä (Meri-Rastila 106, Koivusaari 84 ja Saukonlaituri 102), sekä ENERGIA/Lämmöntuotanto, josta Kivikkokankaalle tulee 107 pistettä (Meri-Rastila, Koivusaari ja Saukonlaituri 100).

Heikoimmat pisteet tulevat kohdasta HIILI- JA MATERIAALIKIERTO / Olevan rakennuskannan hyödyntäminen, josta Kivikkokangas saa minimipisteet 86 (Meri-Rastila 114, Koivusaari 94 ja Saukonlaituri 114). Syynä Kivikkokankaan alhaisiin pisteisiin on se, että alue on neitseellinen.

#### 3.3 Alueen kasvihuonekaasupäästöt

EcoCity Evaluator on yrityksille ja kunnille suunnattu ympäristöstrategiatyökalu kasvihuonekaasupäästöjen arvioimiseen. Ohjelman avulla voidaan määrittää tietyn alueen toiminnasta ja maankäytöstä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt joko tuottaja- ja kuluttajanäkökulmasta sekä hiilinielujen vaikutukset.

Työkalu lukee mapInfo- ja bitmap-muotoisista kaavakartoista tiedot maankäytöstä ja arvioi käyttäjän syöttämien tarkentavien tietojen perusteella kaavan kasvihuonekaasupäästöt. Alueen rakennukset, liikenne, maatalous, teollisuus ja energiantuotanto voidaan mallintaa tarkasti mukaan laskentaan. Työkalun avulla on mahdollista vertailla erilaisten tekniikoiden, kulutustottumusten tai kaavavaihtoehtojen ilmastovaikutuksia sekä eri vaihtoehtojen kustannuksia.

EcoCity Evaluatorilla laskettiin Oulun Kivikkokankaan ja Ritaharjun hiilijalanjäljet.

##### **Kivikkokankaan lähtötiedot**

Rakentaminen: 122 870 km<sup>2</sup> pientaloja, 55 770 km<sup>2</sup> rivitaloja, 14 025 km<sup>2</sup> kerrostaloja, 635 km<sup>2</sup> liikerakennuksia, 100 km<sup>2</sup> varastorakennus. Pientaloista 85 % puuta ja 15 % kiveä, rivitaloista 30 % puuta ja 70 % kiveä, loput 100 % kiveä.

Energiankulutus: Noin 21 000 MWh/a pientaloihin, 8 600 MWh/a rivitaloihin, 2 200 MWh/a kerrostaloihin, 160 MWh/a liiketiloihin, 22 MWh/a varastotilaan.

Energiantuotanto: Kaukolämpö (CHP-laitoksesta), jossa polttoaineena 63 % turvetta, 33 % biomassaa, 3% polttoöljyä ja 1% jätettä.

Maat ja metsät: 152 ha metsää.

Liikennesuorite HLT:n asukasmäärän suhteessa Oulun kokoisen kaupungin pien- ja kerrostaloalueelle.

##### **Ritaharjun lähtötiedot**

Rakentaminen: 111 950 km<sup>2</sup> pientaloja, 1 750 km<sup>2</sup> palvelurakentamista; pientaloista 85 % puuta ja 15 % kiveä, palvelurakennukset 100 % kiveä.

Energiankulutus: Noin 16 800 MWh/a pientaloihin, 380 MWh/a palvelurakennuksiin

Energiantuotanto: Kaukolämpö (CHP-laitoksesta), jossa polttoaineena 63 % turvetta, 33 % biomassaa, 3% polttoöljyä ja 1% jätettä.

Maat ja metsät: 22 ha peltoa, 51 ha metsää.

Liikennesuorite HLT:n taulukoista Oulun kokoisen kaupungin pientaloalueelle.

### 3. Rakennetun alueen ympäristövaikutukset

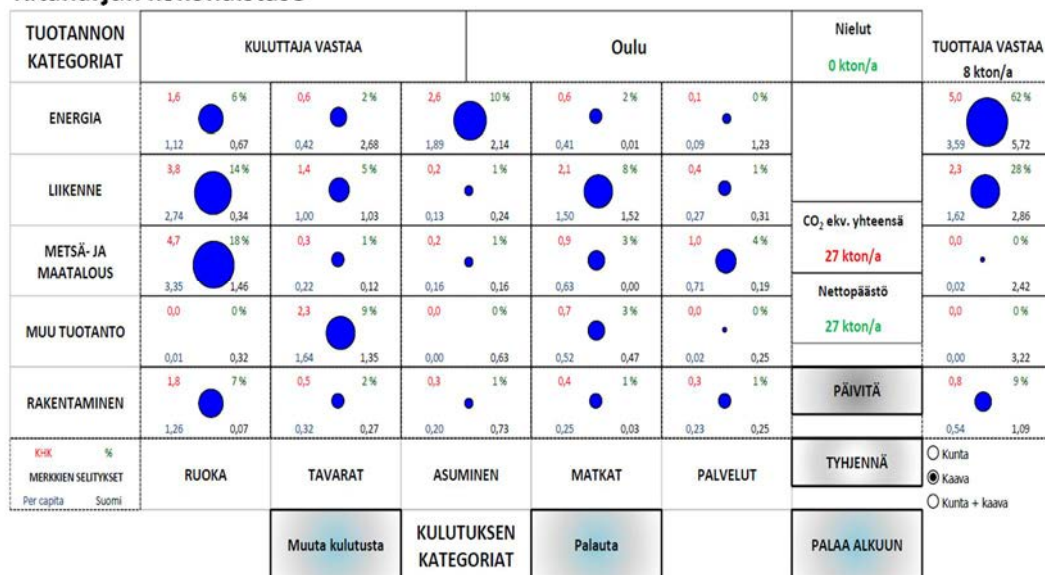
Alla on yhteenveto Ritaharjun (kuva 12) ja Kivikkokankaan (kuva 13) kaavojen hiilijalanjäljestä:

Ritaharju: 5,72 t CO<sub>2</sub> ekv/capita  
 Kivikkokangas: 5,45 t CO<sub>2</sub> ekv/capita  
 Kuluttaja vastaa: n. 15 t CO<sub>2</sub> ekv/capita.

Alueet ovat samankaltaiset ja päästöerot ovat pienet. Alueet eroavat toisistaan korttelitehokkuuden (rakennustyytit) ja liikerakennusten määrän suhteen. Tarkempi arvio vaatisi rakennustyyppikohtaisia tarkasteluja, esimerkiksi tietoa siitä, millaisia pientaloja ja kerrostaloja alueelle rakennetaan.

Tässä tarkastelussa alueiden aiheuttaman liikenteen päästöt on arvioitu Oulun keskimääräisillä matkasuoritteilla, joten alueiden todellista etäisyyttä kaupungin keskustasta tai palveluista ei ole otettu huomioon.

#### Ritaharjun kokonaistase

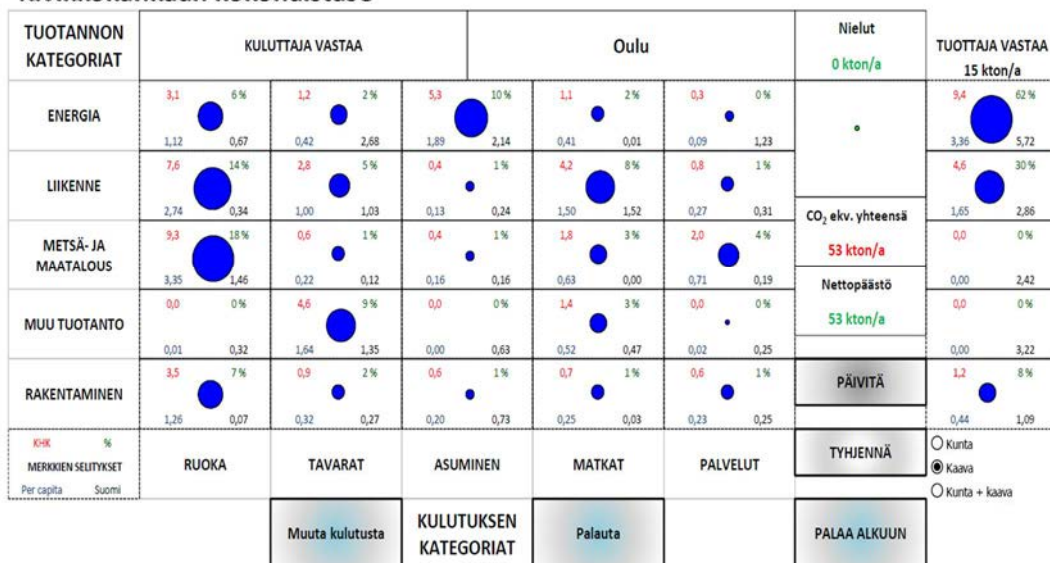


Kuva 12. Ritaharjun arviointi.



### 3. Rakennetun alueen ympäristövaikutukset

#### Kivikkokankaan kokonaistase



Kuva 13. Kivikkokankaan arviointi.

## 3.4 Yksittäisen rakennuksen ekotehokkuus

### 3.4.1 Ulkomaisia arviointijärjestelmiä

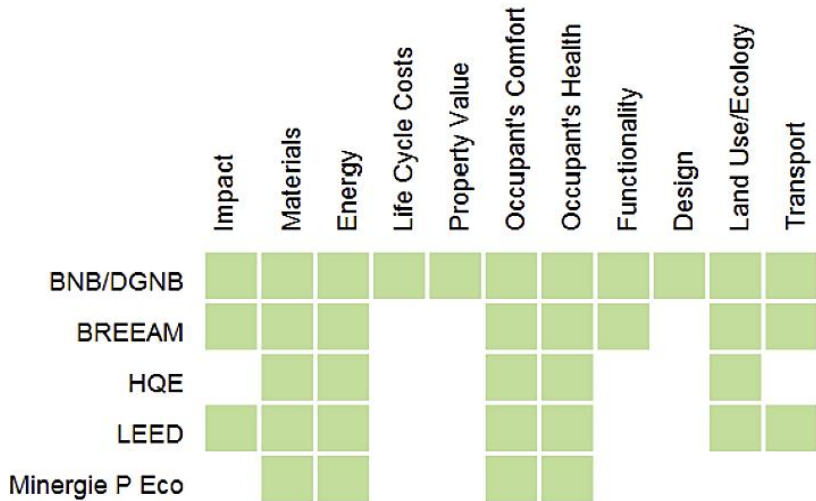
Ulkomaisista järjestelmistä tunnettuja ovat yhdysvaltalainen LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ja Ison-Britanniassa kehitetty BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method). LEED- ja BREEAM -menetelmät ovat lähtökohdiltaan kaupallisia ja poikkeavat sisällöltään joiltakin osin suomalaisista suunnittelu- ja toteutuskäytännöistä. Molemmilla menetelyillä on Suomessa sertifioituja arviointisijoita, jotka voivat tehdä arviointeja. LEED käsittää työkaluja mm. erilaisille uudisrakennuskohteille, rakennusalueille, ja rakennusten ylläpitoon. LEEDin käyttämä arviointiasteikko on: Certified (40–49 pistettä), Silver (50–59 pistettä), Gold (60–79 pistettä) ja Platinum (80 pistettä tai yli). Myös BREEAM käsittää työkaluja sekä uudisrakennusten ja olemassa olevien rakennusten että yhdyskuntatason arviointiin. Arviointiasteikkona on Pass, Good, Very good, Excellent ja Outstanding. (Kuva 14.)

Saksankieliset Euroopan maat ovat kehittäneet yhteistyössä omaa järjestelmää (DGNB). Kuvassa 14 on vertailtu edellä mainittujen lisäksi itävaltalaisen Minergien ja ranskalaisen HQE:n (Haute Qualité Environnementale) sisältöä. Saksalaisessa järjestelmässä arvioidaan ympäristö- ja terveysvaikutusten lisäksi hankkeen taloudellisuutta. Järjestelmien tuottamiin arviointeihin vaikuttaa arvioitavien ominai-

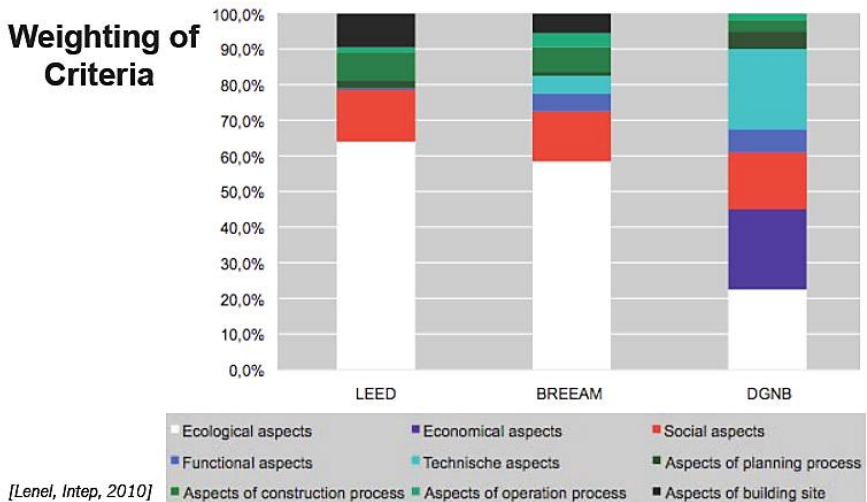


### 3. Rakennetun alueen ympäristövaikutukset

suuksien lisäksi niiden painottaminen. Esimerkiksi LEED-järjestelmässä ekologisten ominaisuuksien painoarvo on 60 prosenttia ja DGNB-järjestelmässä vain 20 prosenttia. DGNB-järjestelmässä painotetaan rakennusten taloudellisia ja sosiaalisia ominaisuuksia. (Kuva 14.)



### Sustainable development through Sustainable Building

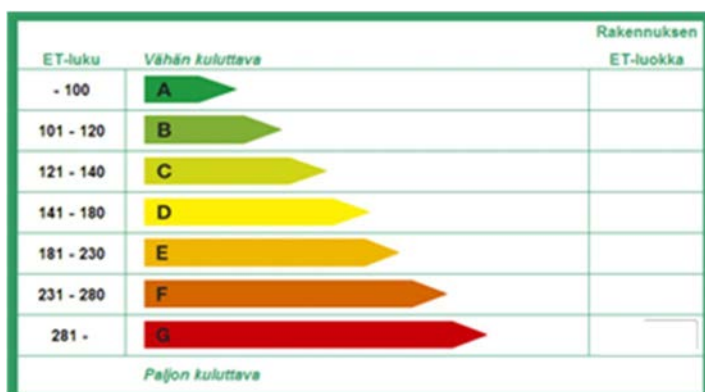


**Kuva 14.** Sertifiointijärjestelmien rakenteiden vertailu (Frank et al. 2010).

### 3. Rakennetun alueen ympäristövaikutukset

#### 3.4.2 Energiatodistus

Alueen energiakulutukseen vaikuttaa rakennusten energiatehokkuus. Energiatodistuksessa rakennukset sijoitetaan luokkiin A–G sen mukaan, millainen niiden energiatehokkuus on ET-luvulla ilmaistuna. Kuvassa 15 on esitetty esimerkkinä suurten asuinrakennusten luokitus. Luokkaan A pääsevät asuinrakennukset, joiden ET-luku jää alle sadan. Luokkaan B päätyvät ne asuinrakennukset, joiden ET-luku asettuu välille 100–120.



Kuva 15. Energiatehokkuusluvun (ET) luokitteluasteikko suurille asuinrakennuksille.

Jo vuodesta 2009 lähtien NCC:n kohteissa on tähdätty korkeimpaan A-energia-luokkaan muun muassa huolellisella rakennuksen arkkitehtuurin ja ikkuna-aukokuksen suunnittelulla, energiatehokkaiden ikkunoilla, tiiviillä ulkovaipalla, energiatehokkaaseen ilmanvaihtoon panostamalla, energiatehokkaiden kodinkoneilla, vettä säästävillä hanoilla, etävalvottavalla taloautomaatiolla ja asukkaiden perehdyttämisellä. Esimerkiksi NCC on rakentanut vuoteen 2012 mennessä Ouluun useita energiatehokkaita asuinrakennuksia (taulukko 3). Parhaisiin tuloksiin on päästy perustajaurakoiduissa kohteissa.

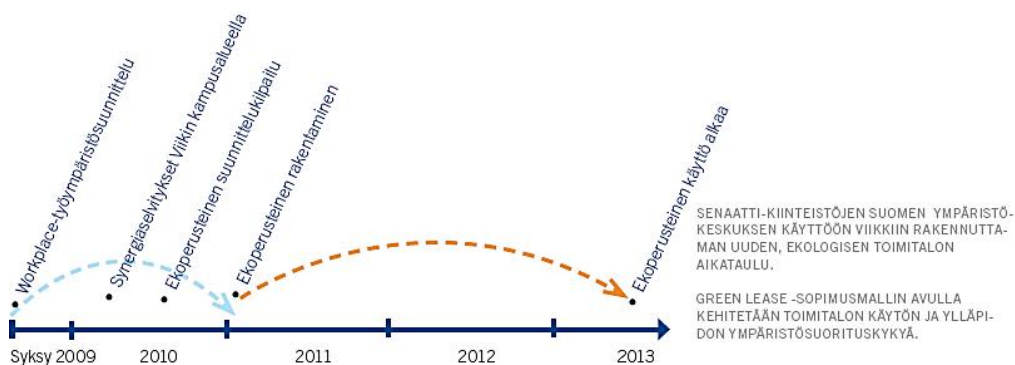
Taulukko 3. ET-luokka NCC:n rakentamissa asuinrakennuksissa.

	Valmistumisvuosi	ET-luku	Energialuokka
As Oy Oulun Riverside Folk	2009	99	A
As Oy Oulun Riverside Jazz	2011	99	A
As Oy Oulun Riverside Swing	2011	99	A
As Oy Oulun Kurkelanpuisto	2011	104	B
As Oy Oulun Sokurin Kranssi	2012	99	A
As Oy Oulun Sokurin Nisu	2011	114	B

#### 3.4.3 Green lease

Green Lease on vuokrasopimusmalli, joka kannustaa sopimusosapuolia sekä ympäristöystävällisyyttä parantaviin toimintatapoihin että investoimaan ympäristöystävällisiin energiatehokkaisiin ratkaisuihin tai laitteisiin siten, että osapuolten yhdessä asettamat ympäristötavoitteet saavutetaan (kts. kuva 16). Alentuneista käyttökustannuksista koituvat säästöt jaetaan vuokranantajan ja vuokralaisen kesken investointi- ja hyvitysmallien mukaan.

Pöyry on ollut mukana kehittämässä Green Lease -sopimusmallia. Sopimusmallia on käyttänyt esimerkiksi Senaatti-kiinteistöt rakennuttaessaan Suomen ympäristökeskuksen käyttöön Viikin toimitalon. Mallin käyttöön on sitouduttava varhaisessa vaiheessa projektia.



**Kuva 16.** Green Lease -sopimusmalliin perustuvan kohteen rakennuttaminen.

#### 3.4.4 Ratkaisuja ja teknologioita energiatehokkuuteen

Tulevaisuudessa sähkön tuntihinnoittelu voi tuoda mukanaan voimakkaan hintavaihtelun. Kuormitushuippujen aikana sähkön hinta voi hetkellisesti nousta myös yksityisille kuluttajille, kuten se tekee jo nykyisin suurasiakkaille, jotka jo säätelevät sähkönkulutustaan. Jotta kotitaloudet pystyvät reagoimaan sähköhinnan vaihteluihin, ne tarvitsevat avukseen teknologiaa ohjaamaan sähkön kulutusta huippuhintojen aikana.

Kiinteistönpidossa on mahdollista tiivistää seurannan ja säätöjen taajuutta uusien langattomien teknologioiden ja anturiteknologioiden kehittymisen ansiosta.

LED-tekniikan odotetaan tuovan muutoksia valaistukseen. Sillä saadaan todellista energiansäästöä sekä ulko- että sisävalaistuksessa, koska se on energiatehokasta, helposti säädettävää ja kiinnostava teknologia myös muotoilumahdollisuuksien puolesta.

Lämmön talteenotto ilmasta, vedestä tai jopa naapurin jäteilmasta tulee entistä laajempaan käyttöön jo rakentamismääräysten vuoksi. Teknologia on vanhaa,

### 3. Rakennetun alueen ympäristövaikutukset

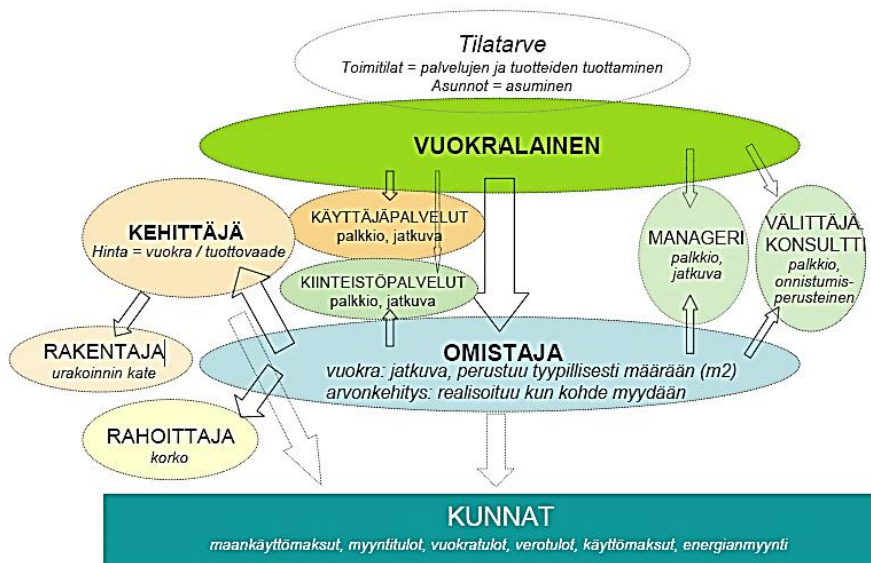
---

mutta hyötysuhteet paranevat laitetekniikan ja ohjattavuuden ansiosta. Analogista lämmöntalteenoton kanssa on veden talteenotto ja kierrättäminen käyttökohteisiin, joihin ei vaadita juomaveden tasoista puhdasta vettä.

Liitteessä B on esitelty tarkemmin ideoita ja teknologioita hyödynnettäviksi energiatehokkaassa rakentamisessa.

## 4. Yhdyskunnan rakentamisen arvoketjut ja liiketoimintamahdollisuudet

Arvoverkoston laajuudesta ja monitahoisuudesta johtuen kiinteistö- ja rakennusalan päätöksentekoketju on pilkkoontunut ja ketjuuntunut pieniin osa-alueisiin (kuva 17). Ketjun osapuolet – kaavoittajat, kehittäjät, urakoitsijat, omistajat, managerit, käyttäjät sekä kiinteistö- ja käyttäjäpalvelujen tuottajat – ovat tiukasti sidoksissa, usein jopa riippuvaisia toisistaan.



Kuva 17. Kiinteistöliiketoiminnan ansaintalogiikat ja tulovirrat (KTI 2010).

Arvoverkoston eri toimijoiden ansaintalogiikat ja toiminnan aikajänteet poikkeavat merkittävästi toisistaan. Osa toimijoista pyrkii maksimoimaan lyhyen tähtäimen tuottoa (yksittäisen projektin ja kaupan kautta saavutettava tuotto) esimerkiksi

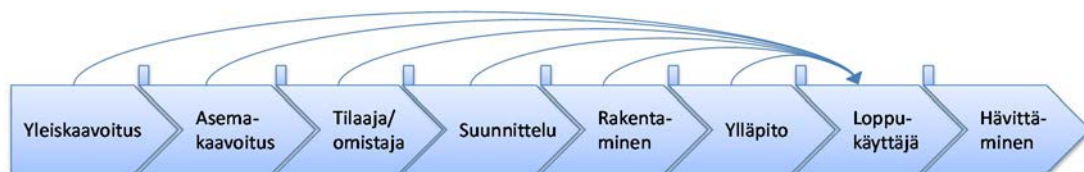
#### 4. Yhdyskunnan rakentamisen arvoketjut ja liiketoimintamahdollisuudet

kehittämisen tai urakoinnin katteen muodossa. Toisten ansaintalogiikka perustuu pitkällä – joskus jopa vuosikymmenten – tähtäimellä synnyttävään arvoon.

Kestävän kehityksen ratkaisujen käyttöönotto vaatii ansainta- ja toimintamallien kyseenalaistamista, yksittäisten kohteiden sijaan suurempien kokonaisuuksien kehittämistä ja yksittäisistä liiketoimintasuhteiden sijaan koko arvoverkoston ohjaamista (KTI 2010).

Arvoverkkoa analysoimalla saadaan kuva siitä, miten asiakastarpeeseen vastataan ja miten toiminnassa tunnistetaan esiintyvät arvoa tuottamattomat toiminnot eli hukat (Womack 2006). Tässä projektissa tutkittiin tämän teorian ja asiantuntija-haastatteluiden pohjalta asuinalueen rakentamisprosessia. Tarkastelun kohteena olivat vesihuolto-, energiahuolto- ja katuverkko (Malvalehto et al. 2011) sekä koulu-, liike- ja asunto-osakekiinteistöt (Siponen et al. 2011). Tarkastellut arvoketjut katsoivat kaavoituksen, suunnittelun, rakentamisen, ylläpidon, hävittämisen sekä loppukäyttäjän toiminnot.

Perinteisesti eri arvoketjun toimijat pyrkivät itsenäisesti tunnistamaan loppukäyttäjien tarpeita. Rakennusprosessi etenee usein vaiheesta toiseen hintakilpailun kautta. (Kuva 18.) Tämä voi olla kestävä kehitys ja elinkaarikustannusten kannalta huono ratkaisu, koska yksittäisellä toimijalla ei ole intressiä tai tarvetta suunnitella ja toteuttaa koko elinkaaren huomioivaa ratkaisua. Perinteisessä toimintatavassa suunnittelu ja rakentaminen ovat erillään käyttövaiheesta. Ylläpidon toteutusmahdollisuudet ja kustannusrakenne rajataan jo arvoketjun alussa.



**Kuva 18.** Perinteisesti osapuolet ovat toimineet toisistaan riippumattomasti arvioissaan loppuasiakkaan tarpeen.

Jokaisen toimijan tekemät valinnat vaikuttavat myöhempien vaiheiden mahdollisuuksiin vaikuttaa omaan arvontuottoon. Vaikutus voi olla joko rajaava tai mahdollisuuksia antava. Arvon virtauksen parantamiseksi toimijoiden olisi huomioitava paremmin koko arvoketju. Arvoverkon kokonaisuuden ymmärtäminen ja asiakastarpeen tunnistaminen kokonaisuutena tukee uusien ja innovatiivisempien ratkaisujen sekä niihin liittyvien uusien liiketoimintojen kehittämistä.

Pyrkimyksenä on yhteistyön lisääminen. Yleiskaavoituksessa asiakastarpeiden tunnistaminen tehdään kaupunkistrategian ohjaamana ennusteiden perusteella. Tämä luo raamit asemakaavoitukselle, joka päivittää yleiskaavoituksen ennusteet. Kaavoja laaditaan yleistasolla varmistamaan rakennuskelpoisen maan saatavuus sekä hankekaavoja suoraan rakennuttajan tarpeeseen. Hankekaavoituksessa

osapuolet pyrkivät tekemään yhteistyötä varmistaakseen asiakkaan tarpeiden huomioon ottamisen ja arvon muodostumisen.

Uusi yhteistyömuoto on kumppanuuskaavoitus (Nykänen et al. 2007). Kumppanuuskaavoituksessa kunnan ja yritysten yhteistyö käynnistetään visioprosessilla, jossa kunnan aikaisemmin asettamia tavoitteita ja visiota täydennetään alueen toteuttamisesta kiinnostuneiden yritysten ajatuksilla. Samalla määritetään laatu- ja toimivuuskriteerit, joiden avulla lopulliset yhteistyökumppanit valitaan. Kumppanuuskaavoituksen hyödyt ja lisäarvo syntyvät kunnan ja yritysten suunnittelijoiden yhteistyön tuloksena. Kunta voi hyödyntää yritysten suunnitteluresursseja, eikä valmis kaava ole rajoittamassa suunnittelijoiden työtä. Yritysten motivaatiota osallistua ja panostaa suunnitteluun kasvattaa se, että kerralla on mahdollisuus saada toteutettavaksi selvästi yksittäistä tonttia laajempi alue, kuten kortteli.

Kaavoituksen jälkeen suunnittelijat, rakennuttajat, rakentajat ja ylläpitäjät tämentävät tehtävänsä vaikuttavat asiakastarpeet. Tässä kohtaa hankkeet eroavat toisistaan merkittävästi sen suhteen, millainen taho ryhtyy hankkeeseen. Omajoh-toisessa pientalo- tai toimitilahankkeessa rakennuttaja on samalla asiakas, joka kertoo tarpeensa suoraan valitsemalleen suunnittelijalle ja rakentajalle. Tiiviillä yhteistyöllä sekä suunnittelun ja toteutuksen yhdistävissä hankintamalleissa pystytään suunnittelussa huomioimaan myös kohteen rakennettavuus. Tällaisessa mallissa asiakastarve virtaa luontevasti arvoketjussa eteenpäin.

Arvoketjun on pystyttävä kehittämään ratkaisuja, jotka pystyvät vastamaan muuttuvaan toimintaympäristöön ja mahdollistavat tilojen käytön tehokkaasti koko kiinteistön elinkaaren ajan. Energiatehokas kiinteistö ei ole ympäristöstävällinen ja taloudellisesti kannattava, mikäli se on vajaakäytössä.

### 4.1 Liiketoimintamallit ja -ekosysteemit

Jokaisella yrityksellä on liiketoimintamalli eli ydinlogiikka, joka yhdistää yrityksen tarjoaman, ansaintamallin ja asiakkaalle tuotettavan arvon (kuva 19). Se on parhaimmillaan tehokas johtamistyökalu, jonka avulla organisaation johto voi analysoida ja kommunikoida strategisia päätöksiään sekä auttaa ymmärtämään valintojen vaikutuksen yrityksen toimintaan (Shafer et al. 2005) ja mahdollistaa nopean reagoinnin muuttuvaan toimintaympäristöön (Linder & Cantrell 2000).

Tarjoamalla tarkoitetaan yrityksen yhden tuote- ja palvelujoukon kokonaiskuvausta, joka määrittelee, miten asiakkaalle luotu arvo paketoidaan, myydään ja toimitetaan asiakkaan tarpeiden täyttämiseksi (Osterwalder 2004).

Yrityksen arvontuotantokyky luo perustan sen liiketoiminnalle. Pitkissä toimitusketjuissa yksittäisen yrityksen sijaan arvon tuottavat toisistaan riippuvat toiminnot ja osapuolet (Porter 1985). Yrityksen näkökulmasta ne voidaan jakaa esimerkiksi omiin ydinresursseihin ja osaamiseen sekä omaa arvon tuotantojärjestelmää tukeviin partnereihin tai toimittajiin (Osterwalder & Pigneur 2009).

Ansaintamalli on tarjoaman hinnoittelumekanismi. Hinnoittelumekanismiä kehittämällä yritykset voivat päästä eroon kustannusperusteisesta hintakilpailusta.

#### 4. Yhdyskunnan rakentamisen arvoketjut ja liiketoimintamahdollisuudet



**Kuva 19.** Tarjoama, arvonluomisen järjestelmä ja ansaintalogiikka ovat liiketoimintamallin pääelementit.

Kun yritys uudistaa tuotteita tai ottaa käyttöön uusia teknologioita, on myös liiketoimintamalli päivitettävä. Toimintalogiikkaansa monipuolisesti innovoivia yrityksiä on hankala jäljitellä, ja ne saavat merkittävän kilpailuedun niihin yrityksiin nähden, jotka keskittyvät vain yksittäisten tuotteiden tai prosessien kehittämiseen (Hamel 2000).

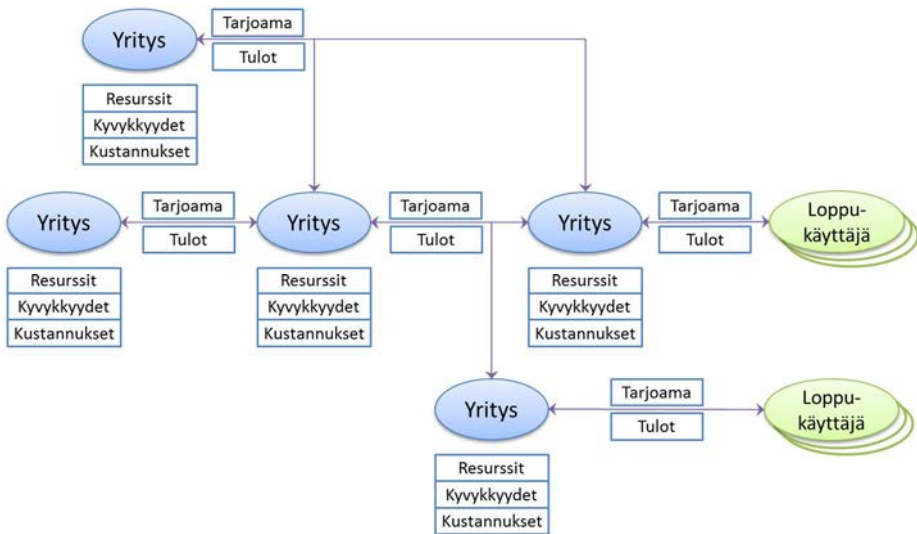
Yleensä yritykset toimivat osana liiketoimintaekosysteemiä (kuva 20), jossa ne ovat linkittyneet toisiinsa horisontaalisesti tai vertikaalisesti arvonvaihtotoimintojen kautta. Ekosysteemissä yritykset tuottavat arvoa sekä loppukäyttäjälle että muille verkostossa toimiville yrityksille.

Biologisen ekosysteemin on katsottu muodostavan vahvan analogian liiketoimintaverkostojen ymmärtämiseen (Iansiti & Levien 2004b). Keskeiset ilmiöt luonnossa, kuten kilpailu, yhteistyö, erikoistuminen, hyväksikäyttö, oppiminen ja kasvu ovat tavallisia myös liiketoiminnassa (Rothschild 1990) ja yritysverkostoissa (Gossain & Kandiah 1998, Iansiti & Levien 2004a). Ekosysteemi-metafora korostaa siis yritysverkoston jäsenten symbioottista suhdetta ja dynaamista luonnetta.

Ekosysteemin voidaan ajatella olevan sen toimijoiden liiketoimintamallien muodostama kokonaisuus, jossa yksittäiset yritykset ovat riippuvaisia koko ryhmittymän onnistumisesta. Tunnistamalla yksittäisten toimijoiden liiketoimintamallien kohtauspisteet ekosysteemin yritykset voivat yhdessä kehittää kyvykkyyksiään, tyydyttää paremmin asiakastarpeet, luoda uusia innovaatioita (Moore 1993) ja siten saavuttaa kilpailuetua muihin vastaaviin ekosysteemeihin nähden.



#### 4. Yhdyskunnan rakentamisen arvoketjut ja liiketoimintamahdollisuudet



**Kuva 20.** Teoreettinen malli liiketoimintaekosysteemille, joka perustuu sen toimijoiden liiketoimintamalleihin.

Jotta projektin parhaaksi tehtävät päätökset ovat kaikkien osapuolten kannalta kannattavia ja palkitsevia sekä kannustavat organisaatioita toimimaan tiiminä, täytyy kehittää uusia projektien toteutusmuotoja ja kaupallisia malleja.

Kun tavoitteena on kestävä rakentaminen, tilaajan on otettava hankkeen laatu-, investointikustannus- ja aikataulukiteijöiden lisäksi ohjaaviksi tavoitteiksi myös hankkeen elinkaarenaikaiset sosiaaliset, ekologiset ja taloudelliset vaikutukset. Nämä täsmentyvät yleensä vasta suunnittelun edetessä, joten kestäväan rakentamiseen on luontevaa käyttää esimerkiksi integroituihin projektitiimeihin perustuvia ratkaisuja (esim. allianssimalli), joissa kohteen elinkaaren ajan toimijoiden osaamista hyödynnetään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa (taulukko 4).

Avaintoimijoiden aikaisen osallistamisen tavoitteena on tuottaa enemmän arvoa (mm. laatu) tilaajalle, mutta todennäköistä on, että yhteistyöllä saavutetaan myös alhaisempi hinta ja käytön kustannukset, nopeampi toimitusaika, laadukkaampi suunnittelu, rakennettavuuden parantuminen ja rakennusprosessin parempi luotettavuus sekä varmuus kustannuksista.

#### 4. Yhdyskunnan rakentamisen arvoketjut ja liiketoimintamahdollisuudet

**Taulukko 4.** Integroinnin periaatteet ja toivotut piirteet.

Olellaiset periaatteet	Toivotut piirteet
<ul style="list-style-type: none"><li>• Yhteistyön kulttuuri</li><li>• Avaintoimijoiden aikainen osallistuminen</li><li>• Monen toimijan välinen sopimus</li><li>• Jaetut riskit ja hyödyt</li><li>• Tuottamusvastausta luopuminen</li><li>• Yhteinen päätöksenteko ja kontrolli</li><li>• Yhdessä määritetyt, vahvistetut tavoitteet</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Keskinäinen kunnioitus ja luottamus</li><li>• Yhteistyössä tehtävä innovointi</li><li>• Tehostettu suunnittelu</li><li>• Avoin kommunikaatio</li><li>• Asianmukainen teknologia (esim. BIM)</li><li>• Lean työkalut ja periaatteet</li><li>• Yhteiset työtilat ja työpajatyöskentely</li><li>• Taloudellinen läpinäkyvyys</li></ul>

### 4.2 Rakennusprosessi

Kestävän yhdyskunnan rakentamisen ratkaisevat päätökset tehdään jo ennen suunnittelun aloittamista. Kaavoituksen ja suunnittelun tehtävänä on hakea tavoitteet täyttävä ratkaisu, ja rakentamisen tehtävänä on toteuttaa se. Hoidon ja kunnossapidon tehtävänä on varmistaa suunnitellun ratkaisun pysyvyys. (Kuva 21.)

Elinkaaren aikana käyttövaiheella on ratkaiseva vaikutus kestävän kehityksen kolmeen ulottuvuuteen. Rakennetussa ympäristössä voidaan elinkaaren aikana joko tuhlaata tai tuottaa energiaa. Sosiaalisesti kestävää kehitystä pidetään jo lähtökohtaisesti enemmän prosessina kuin saavutettuna tilana. Onnistuessaan se näkyy myös alueen arvostuksen ja arvon nousuna, joka puolestaan on yksi osa taloudellisesti kestävästä kehityksestä.



**Kuva 21.** Kestävä rakennettu ympäristö -prosessikuvaus.

### **Tavoitteet täyttävän ratkaisun hakeminen**

Kestävään yhdyskuntaan voidaan joko pyrkiä tai sen rakentamista ohjata

- alueen ominaisuuksien maksimoinnilla sekä energian että virkistyskäytön suhteen
- palvelujen keskittämisellä liikkumisen/joukkoliikenteen solmupisteisiin ja panostamalla turvallisiin ja esteettömiin liikennejärjestelyihin
- erilaisilla palvelulupauksilla asemakaava- tai haja-asutusalueille
- kaavan toteutusjärjestyksellä, tontinluovutuksen ehtoilla ja tonttien hinnoittelulla
- integroidulla energia- ja arkkitehtisuunnittelulla, jossa pyritään matalaenergiarakentamiseen ja suosimaan uusiutuvia energialähteitä sekä paikallista energiaa esim. maalämpöä, tuulta, aurinkoa, lämmön kierrätystä
- yllilämmön estämisellä (kasvillisuus)
- tarpeenmukaisella ilmastoinnilla ja valaistuksella sekä älykkäällä ohjauksella
- rakenteiden integroinnilla; detaljitason suunnittelulla.

Esimerkkejä kestävän yhdyskunnan rakentamisessa tarvittavista uusista suunniteltu ja konsultointipalveluista:

- maaperän sopivuus hulevesien käsittelyyn, energiatuotantoon, turvalliseen rakentamiseen
- optimaalisten yhdyskuntatekniikkajärjestelmien valinta alueelle ja talotekniikkajärjestelmien valinta rakennuksiin
- uusien rakennusten ja korjattavien rakennusten energiatehokkuuslaskenta.

### **Varmistetaan tavoitteiden toteuttaminen**

Kestävään kehitykseen tähtäävä rakentaminen tuo muutoksia myös rakennusprosessiin eli suunnitelmien toteuttamiseen:

- tonttien esirakentaminen: maalämpökaivot, jätteiden putkikeräys, hulevesien pidätys, harmaiden vesien kierrätys
- suunnitelmien mukainen rakentaminen, laadun varmistaminen
- Lean rakentaminen
- ryhmärakentaminen
- omajohtoisten hankkeiden ylimääräinen ohjaus.

Tavoitteiden toteuttamiseen liittyviä uusia liiketoimintoja:

- ”tee se itse” -miesten tietopalvelut ja valintojen vaikutukset
- esivalmistus, työmaa-aikaiset suojausjärjestelmät
- energiatehokkaiden konseptien franchising
- mittaus-, ohjaus- ja tietojärjestelmät.

### **Ratkaisun pysyvyyden varmistaminen**

Rakennusprosessi on lyhyt aika rakennetun ympäristön elinkaareissa. Onnistuminen mitataan vasta rakennusten käytön aikana. Tähän liittyen rakennuksiin tarvitaan:

#### 4. Yhdyskunnan rakentamisen arvoketjut ja liiketoimintamahdollisuudet

---

- monitorointia (kosteus, kastepiste, ilmanlaatu)
- mittarointia (erikseen lämmitys, ilmanvaihto, käyttö, jäähdytys)
- suunnitelmallista kunnossapitoa, katselmointia sekä huoltokirja
- kannustimia kiinteistöpalvelujen tuottajille.

Sosiaalisesti kestävä kehitys on enemmän prosessi kuin projekti. Prosessia edistävät esimerkiksi:

- turvallisuus, kuten kyläpoliisi; nopea puuttuminen
- yhteisöllisyys, kuten harrastustilat kaikille; kolmannen sektorin palvelut
- tasavertaisuus, kuten esteettömyys (asunnot, liikkuminen, palvelut), vuokra- ja omistusasuminen, sosiaalinen asuminen.

Tavoitteiden toteutuminen on varmistettava. Tähän tarvitaan:

- evaluointeja
- energiakatselmoiteja ja -todistuksia
- laadun varmistamista
- tavoitteiden toteutumisen varmistamista: tiiviysmittaukset, lämpökamerakuvaukset jne.

### 4.3 Liiketoimintamahdollisuudet

Lähes kaikki yhteiskunnan toiminnot vaativat rakentamista. Tässä tarkastelussa rajoitutaan kuitenkin ainoastaan siihen liiketoimintaan, joka kytkeytyy suoraan rakentamiseen, rakennuksiin ja infrastruktuuriin sekä niiden hoitoon ja kunnossapitoon. Kaikki tässä raportissa esitetyt kustannukset ovat arvonalisäverottomia kustannuksia (alv 0 %). Potentiaalisen liiketoiminnan volyyymi voidaan arvioida elinkaarikustannusten avulla. Niitä ovat:

- alueen kaavoituskustannukset
- tonttien hankinta- tai vuokrauskustannukset
- rakennusten ja infran rakennuskustannukset
- rakennusten ja infran hoitokustannukset
- rakennusten ja infran kunnossapitokustannukset
- rakennusten ja infran hävittämiskustannukset niiden elinkaaren lopussa.

Hiukkavaaran rakennettuun ympäristöön kytkeytyvän liiketoiminnan arvo tulee olemaan 50 vuoden aikana 3,4 miljardia euroa (kuva 22, taulukot 5–7). Siitä suurimman osan tuottavat asuinrakennukset sekä investointivaiheessa (85 prosenttia) että käytön aikana (90 prosenttia). Investointivaiheessa infran rakentamiseen käytetään enemmän rahaa (10 prosenttia) kuin muiden kunnallisten palvelujen rakentamiseen (5 prosenttia). Käyttöaikana molempiin käytetään yhtä suuri osa summa (noin 5 prosenttia).

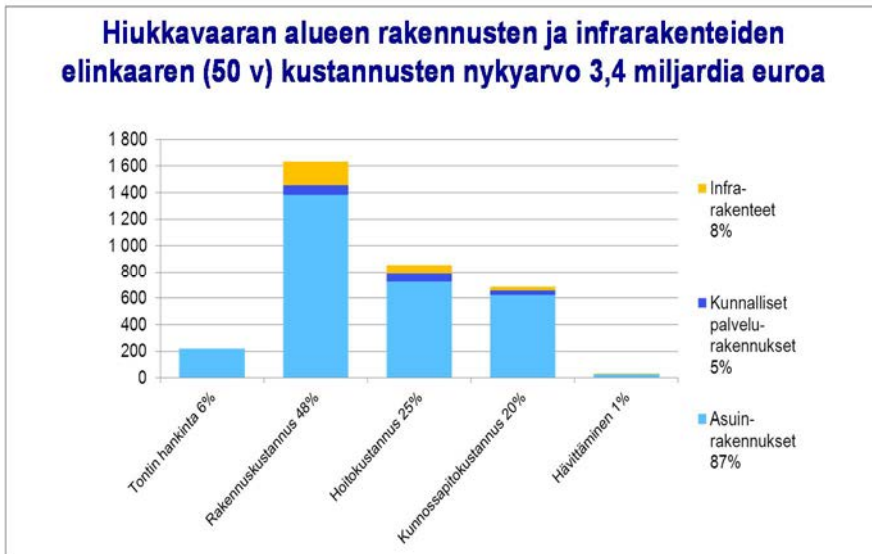
Asuinrakennusten hoitoon ja kunnossapitoon käytetään 50 vuoden aikana yhtä paljon rahaa kuin rakentamiseen. Omalle tontille rakentaminen nostaa investointikustannukset käyttöajan kustannuksia suuremmiksi. Vuokratontille rakentaminen puolestaan nostaa käyttöajan kustannukset rakentamisvaiheen kustannuksia korkeammiksi.

#### 4. Yhdyskunnan rakentamisen arvoketjut ja liiketoimintamahdollisuudet

Kunnallisten palvelujen osalta käyttöajan kustannukset ovat yksiselitteisesti suuremmat kuin rakentamisvaiheen kustannukset. Investointipäätöstä tehtäessä sidotaan samalla merkittävä määrä tulevaisuuden kustannuksia.

Tarkasteluaikajänteellä (50 vuotta) infrarakenteiden investointikustannus on lähes kaksinkertainen verrattuna käytönajan kustannuksiin. Talojen käytönajan kustannuksia verrattuna infrarakenteiden vastaaviin nostavat käyttöaineet eli energia ja vesi.

Oheisen yhteenvedon lähtötiedot, laskentamenetelmä ja yksityiskohtaiset tulokset on esitetty liitteessä C (kts. myös taulukot 5–7).



**Kuva 22.** Hiukkavaaran rakentamisen liiketoimintapotentialit (kts. liite C).

**Taulukko 5.** Yhteenvedo Hiukkavaaran alueen rakennusten ja infrarakenteiden elinkaaren kustannusten nykyarvoista, milj. € (kts. liite C).

NYKYARVO	Asuin-rakennukset	Kunnalliset palvelu-rakennukset	Infra-rakenteet	Yhteensä
	milj. €	milj. €	milj. €	milj. €
Tontin hankinta	220			220
Rakennuskustannus	1 385	70	180	1 635
Hoitokustannus	725	65	65	855
Kunnossapitokustannus	625	30	30	685
Hävittäminen	25	1	5	30
<b>YHTEENSÄ (alv 0 %)</b>	<b>2 980</b>	<b>165</b>	<b>280</b>	<b>3 425</b>

#### 4. Yhdyskunnan rakentamisen arvoketjut ja liiketoimintamahdollisuudet

**Taulukko 6.** Yhteenvedo Hiukkavaaran alueen rakennusten ja infrarakenteiden elinkaaren kustannusten nykyarvoista, % (kts. liite C).

NYKYARVO	Asuin-rakennukset	Kunnalliset palvelu-rakennukset	Infra-rakenteet	Yhteensä
	%	%	%	%
Tontin hankinta	7 %			6 %
Rakennuskustannus	47 %	42 %	64 %	48 %
Hoitokustannus	24 %	39 %	23 %	25 %
Kunnossapitokustannus	21 %	19 %	12 %	20 %
Hävittäminen	1 %	1 %	1 %	1 %
YHTEENSÄ (alv 0 %)	100 %	100 %	100 %	100 %

**Taulukko 7.** Yhteenvedo Hiukkavaaran alueen rakennusten ja infrarakenteiden elinkaaren kustannusten nykyarvoista asukasta kohti (kts. liite C).

NYKYARVO	Asuin-rakennukset	Kunnalliset palvelu-rakennukset	Infra-rakenteet	Yhteensä
	€/asukas	€/asukas	€/asukas	€/asukas
Tontin hankinta	11 000			11 000
Rakennuskustannus	69 250	3 500	9 000	81 750
Hoitokustannus	36 250	3 250	3 250	42 750
Kunnossapitokustannus	31 250	1 500	1 500	34 250
Hävittäminen	1 250	50	250	1 550
YHTEENSÄ (alv 0 %)	149 000	8 300	14 000	171 300

Asuinrakennusten elinkaarikustannuksista hoitokustannukset ovat noin neljänneksen (taulukko 6). Hoitokustannusten suurin kuluerä ovat lämmityskustannukset.

Ajankohtainen kysymys on, kuinka paljon kannattaa sijoittaa rakennusten energiatehokkuuteen. Tämän kysymyksen käsittelemiseen ei löydy yksiselitteistä vastausta tai standardoitua laskentamallia. Vaikuttavia tekijöitä on useita, ja ne joudutaan ennustamaan. Rakennuksen ulkovaipan parempi eristys ja tiiviys lisäävät kustannuksia, mutta samalla ne vähentävät lämmitystehotarvetta eli pienentävät lämmitysjärjestelmän kustannuksia.

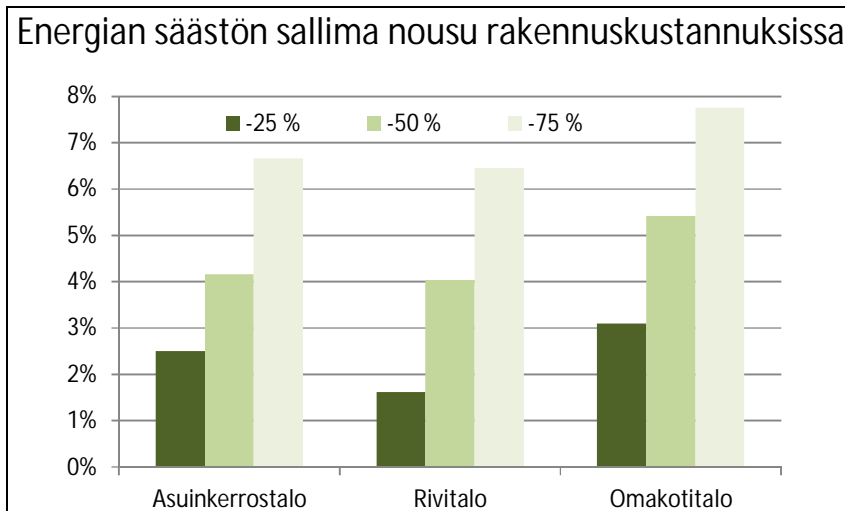
Tässä tutkimuksessa laadittujen laskelmien mukaan energiakustannukset (lämpö ja sähkö yhteensä) muodostavat noin 35–50 prosenttia nykyaikaisten asuinrakennusten hoitokustannuksista. Koko elinkaaren kustannuksesta tämä on 10 prosentin luokkaa.

#### 4. Yhdyskunnan rakentamisen arvoketjut ja liiketoimintamahdollisuudet

**Taulukko 8.** Laskelmissa käytetyt elinkaaren kustannusten nykyarvot kerrosneliometriä kohti rakennustyypeittäin (kts. liite C). Elinkaaren pituus on 50 vuotta ja laskentakorko 3 prosenttia.

Nykyarvo	Asuinkerrostalo		Asuinrivitalo		Asuinpienitalo	
	€/krs-m <sup>2</sup>	Osuus	€/krs-m <sup>2</sup>	Osuus	€/krs-m <sup>2</sup>	Osuus
Tontin hankinta	200	7 %	200	7 %	200	7 %
Rakennuskustannus	1 200	44 %	1 240	46 %	1 290	48 %
Hoitokustannus	790	29 %	650	24 %	610	23 %
Kunnossapitokustannus	540	20 %	560	21 %	580	21 %
Hävittäminen	20	1 %	20	1 %	20	1 %
<b>YHTEENSÄ (alv 0 %)</b>	<b>2 750</b>	<b>100 %</b>	<b>2 670</b>	<b>100 %</b>	<b>2 700</b>	<b>100 %</b>

Hiukkavaaran elinkaarilaskelmien avulla laskettiin, kuinka suuri rakennuskustannusten kasvu energiansäästöllä voitaisiin rahoittaa. Jos lämmityskuluissa halutaan säästää 25 prosenttia, voi energiatehokkuuden parantamiseen sijoittaa 1,5 prosenttia enemmän (rivitalot), 2,5 prosenttia enemmän (kerrostalot) tai 3 prosenttia enemmän (omakotitalot). 50 prosentin tai 75 prosentin säästö sallii hieman suuremman panostuksen (kuva 23). Kun rakennuskustannukset ovat luokkaa 1 200–1 300 euroa per neliö, lisäkustannuksen suuruus jää vain muutamiin kymmeniin euroihin neliötä kohti.

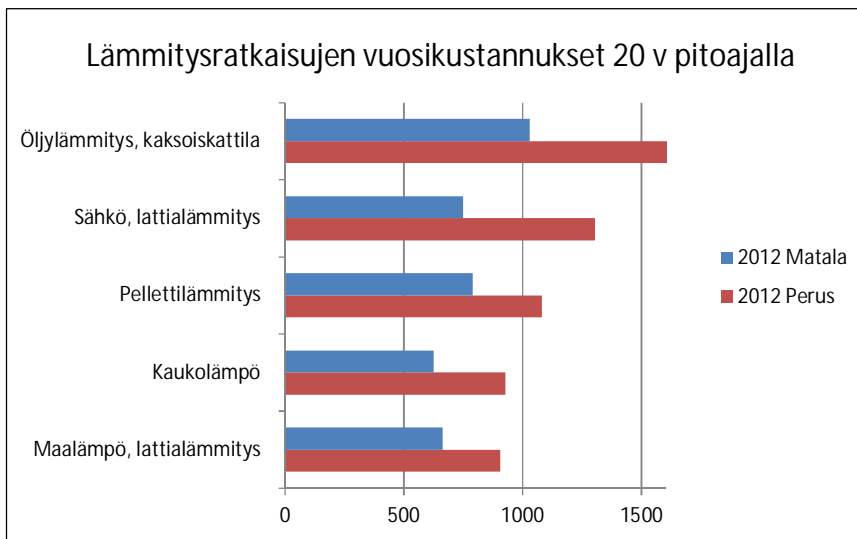


**Kuva 23.** Kuinka suuren rakennuskustannusten nousun rahoittaa 25, 50 ja 75 prosentin energiansäästö?

#### 4. Yhdyskunnan rakentamisen arvoketjut ja liiketoimintamahdollisuudet

Alueen energiankulutusta voidaan vähentää rakentamalla energiatehokkaita rakennuksia. Energiatehokkaiden rakennusten lisäksi päästöjä voidaan hillitä valitsemalla vähäpäästöinen lämmitysjärjestelmä. Liitteessä D on esitetty omakotitalon useiden erilaisten lämmitysratkaisujen elinkaarikustannukset. Kustannukset on laskettu vuoden 2012 määräysten mukaan perusratkaisulle ja matalaenergiaratkaisulle.

Lämmitystavalla on suurempi merkitys perusratkaisussa kuin matalaenergiaraken-  
kentämisessä. Perusratkaisussa vuosikustannusten ero kalleimman ja edullisimman  
ratkaisun välillä on vuositasolla 700 euroa ja matalaenergiaratkaisussa 400 euroa.  
Rahallisen säästön lisäksi edullisemmat ratkaisut tuottavat merkittävästi vähemmän  
kasviuonekaasuja.



**Kuva 24.** Vuoden 2012 määräysten mukaisesti rakennetun 150 m<sup>2</sup>:n kokoisen omakotitalon erilaisten lämmitysratkaisujen vuosikustannukset (kts. liite D).



## 5. Johtopäätökset

### 5.1 Kestävä kehitys

Kestävän yhdiskunnan arvoketjut (KERVO) -projektissa on perehdytty kestäväan rakennetun ympäristön ominaisuuksiin ja arviointimenetelmiin. Usein kestävä kehitys rajautuu ekologisesti kestäväan kehityksen tarkasteluun. Tämä on korostunut ilmastomuutoksen ja siihen liittyvien energiansäästö- ja päästövähennystavoitteiden takia. KERVO-projektissa johtoryhmä päätti laajentaa tarkastelujen näkökulmaa ja ottaa mukaan ekologisen ulottuvuuden lisäksi sosiaalisen ja taloudellisen ulottuvuuden.

Sosiaalinen, ekologinen ja taloudellinen ulottuvuus kietoutuvat toisiinsa. Esi-merkiksi sosiaalisesti kestäväan asumisen kymmenestä periaatteesta kolme voitaisiin luokitella ekologiseksi ja toiset kolme taloudellisiksi periaatteiksi.

Kestävän yhdiskunnan rakentamisen ratkaisevat päätökset tehdään jo ennen suunnittelun aloittamista. Kaavoituksen, suunnittelun ja rakentamisen on täytettävä omalta osaltaan asetetut tavoitteet. Suunnittelun osuus elinkaaren kustannuksista on vähäinen. Siihen panostamalla voidaan kuitenkin vaikuttaa merkittävästi sekä rakentamisen elinkaarikustannuksiin että tiloissa tapahtuvan toiminnan tehokkuuteen.

Elinkaaren aikana käyttövaiheella on ratkaiseva vaikutus varsinkin kestäväan kehityksen sosiaaliseen ja ekologiseen ulottuvuuteen. Rakennetussa ympäristössä voidaan elinkaaren aikana joko tuhjata tai tuottaa energiaa. Sosiaalisesti kestäväa kehitystä pidetään jo lähtökohtaisesti enemmän prosessina kuin saavutettuna tilana. Onnistuessaan se näkyy myös alueen arvostuksen ja arvon nousuna, joka puolestaan on yksi osa taloudellisesti kestäväa kehitystä.

Investointipäätösten mukana sidotaan samansuuruinen summa tulevia käytön-ajan ylläpito- ja kunnossapitokustannuksia. Vaikka taloudelliset tarkastelut osoittavat matalaenergiarakentamisen merkityksen vähäiseksi, on tärkeää edetä tähän suuntaan. Uusilla alueilla tämä on toteutettavissa viranomaismääräyksillä ja ohjaustoimilla. Tämä ei kuitenkaan riitä, elleivät rakennukset toimi suunnitelmien mukaisesti. Vuositason seurannan sijaan on syytä siirtyä reaaliaikaiseen seurantaan ja säätöön, johon jo on tarjolla teknologisia ratkaisuja.

Isossa mittakaavassa olemassa olevalla rakennuskannalla on ratkaiseva merkitys. Ratkaisumallien hakeminen tälle rakennuskannalle on tärkeä. Miten niiden energiankulutus voidaan pienentää sisäilmaolosuhteiden ja rakennusten kärsimättä.

### 5.2 Liiketoimintamahdollisuudet

Kestävän kehityksen näkökulman huomioiminen rakentamisessa laajentaa ja luo uusia liiketoimintamahdollisuuksia rakennusprosessin kaikissa vaiheissa. Riskinkantokykyisille isoille yrityksille sopivien elinkaarihankkeiden tai uudenlaisten verkostojen rakentamisen lisäksi kestävä rakentaminen tarjoaa mahdollisuuksia myös pienille, paikallisille yrityksille.

Pelkällä hintakilpailulla on erittäin vaikea saada laadukasta ja myös ympäristönäkökulmat huomioon ottavaa rakentamista. Rakennuttamisessa on otettava ohjauksiksi tavoitteiksi hankkeen elinkaarenaikaiset vaikutukset. Koska niitä on melko vaikea arvioida projektin alussa, sitä varten tarvitaan uudenlaisia hankintamalleja (allianssimalli, IPD, PPC), joissa avaintoimijoiden osaamista hyödynnetään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Yhteistyö mahdollistaa alhaisempien elinkaarikustannusten lisäksi nopeamman toimituksen sekä paremman laadun ja rakennettavuuden.

### 5.3 Julkinen sektori

Yhteistyömallit palvelevat liiketoiminnallista rakentamista. Edelleenkin osa asuntorakentamisesta on omajohtoisesti rakennettavia pientaloja. Pientaloalueiden kohdalla julkisen sektorin rooli on merkittävä. Tutkimus osoitti, että kaavoituksella osataan jo nyt vastata kaupunkilaisten toiveisiin. Toiveet eivät kuitenkaan välttämättä tähtää kestävään rakentamiseen. Tässä kohtaa julkisella sektorilla on velvollisuus pitää tulevien sukupolvien puolta ja tarvittaessa ohjata tämän päivän rakentajat kestäviin ratkaisuihin.

Tärkeimmät kestävää kaupunkisuunnittelua edistävät energiaan liittyvät periaatteet ovat: 1) Energiankulutuksen minimointi, mukaan lukien energiantuotanto, -siirto ja -kulutus, joissa otetaan huomioon sekä sähkön, lämmön ja liikennepolttoaineiden kulutus. Rakennukset ja liikenne ovat alueiden merkittävimpiä energian kuluttajia. Energia- tehokkuuden parantaminen on tässä avainasemassa, sillä laadun, esimerkiksi sisäilmaolosuhteiden, tulee pysyä edelleen hyvänä. 2) Kestävä energiantuotanto ja -siirto, erityisesti uusiutuvien energialähteiden ja hukkaenergian suosiminen sekä tehokkaat tuotantoprosessit ja pienet energian siirtohäviöt. 3) Kokonaisvaltaiset ratkaisut, ei osioimintia.

### 5.4 Kotitaloudet

Toive asumisen mallien kirjo on kasvanut. Yhtä aikaa on kysyntää sekä perheasumiseen sopiville omakotitaloille että pienperheille ja yhden hengen talouksille sopiville keskusta-asunnoille. Iso omakotitalo isolla tontilla ei ole enää yhtä ehdoton tavoite kuin aiemmin. Toiveasunto on entistä useammin kohtuukokoinen kerrostaloasunto tai kaupunkipientalo (omakotitalo pienehköllä tontilla) muun muassa siksi, että ikäihmisten määrä asuntomarkkinoilla on kasvussa.

Ihmisten asumisura on muuttunut ratkaisevasti sen jälkeen, kun rahoituksen saataavuus on parantunut ja rahan hinta laskenut. Asunnonhankkijoiden ei tarvitse tyytyä

minimiratkaisuun, vaan he pystyvät hankkimaan suoraan toiveitaan vastaavan asunnon. Tämä nostaa sekä asunnolle että asumisympäristölle asetettavia vaatimuksia. Yleisen koulutusnousun kautta kaupungin asukkaat ovat myös entistä kykenevämpiä osallistumaan asumisympäristönsä suunnitteluun. Tämä resurssi kannattaa ehdottomasti hyödyntää tulevaisuuden yhdyskuntasuunnittelussa.

Ekologiset valinnat ovat arkipäiväistyneet. Syitä tähän kehitykseen ovat esimerkiksi fossiilisten polttoaineiden raju hintojen nousu ja monien yritysten linjarvedot, esimerkiksi autoedun hinnan sitominen päästöihin. Tänä päivänä ollaan aiempaa valmiimpia hyväksymään tiivis yhdyskuntarakenne, johon kaupunki voi ohjata erilaistamalla haja- ja asemakaava-alueiden palvelulupaukset.

## **5.5 Rakentuuko Oulun Hiukkavaarasta kestävä alue?**

Sosiaalisesti kestävä kehitys on prosessi, ei saavutettu tila. Hiukkavaaralla on potentiaalia tulla sosiaalisesti kestäväksi alueeksi, koska sen suunnitelmat vastaavat monien nykyisten oululaisten toiveisiin. Oulun asukkaiden yleisesti kritisoimia ominaisuuksia on pyritty korjaamaan Hiukkavaarassa. Esimerkiksi joukkoliikenne on pyritty huomioimaan suunnittelussa entistä paremmin.

Hiukkavaaraan Kivikkokankaan ekotehokkuus arvioitiin hyväksi suomalaisella 21 kohdan HEKO-mittaristolla (Lahti et al. 2010). Ekotehokkuusnäkökulmasta erityisen hyviä asioita Kivikkokankaan kaavoituksessa olivat muun muassa kävely- ja pyöräilyreitit, poistettavien maamassojen hyödyntäminen läheisen liikuntamaan rakentamisessa, alueen puhtaus, kaavoituksen aluetehokkuus sekä ympäristöystävällinen lämmöntuotanto.

Hiukkavaaran rakennusten ja infrarakenteiden liiketoimintapotentiaali on 50 seuraavan vuoden aikana lähes 3,5 miljardia euroa. Investoinneista asuinrakennusten osuudeksi tulee 86 prosenttia, julkisten toimitilojen osuudeksi 4 prosenttia ja infrarakenteiden 10 osuudeksi prosenttia. Alueen asuinrakennuksiin ja tontteihin tullaan investoimaan noin 1,6 miljardia euroa. Kunnallisten peruspalveluiden toimitiloihin investoidaan yli 70 miljoonaa euroa ja alueen infrarakenteisiin 180 miljoonaa euroa. Julkiset perusinvestoinnit ovat yhteensä 250 miljoonaa euroa, mikä on noin 12 500 euroa tulevaa asukasta kohti.

Hiukkavaaran rakentaminen, hoito ja kunnossapito tuottavat työtä 35 000 henkilötyövuotta. Tästä 55 prosenttia tehdään rakentamisessa ja 45 prosenttia hoidossa sekä kunnossapidossa.

Asuinrakennusten hoidon ja kunnossapidon kustannukset ovat yhtä suuret kuin investointikustannukset (noin 1,4 miljardia euroa eli 70 000 euroa per asukas). Peruspalveluiden toimitilojen hoito- ja kunnossapitokustannukset ovat investointikustannuksia suuremmat (noin 100 miljoonaa euroa eli 5 000 euroa per asukas) ja infrarakenteiden pienemmät (noin 100 miljoonaa eli 5 000 euroa per asukas). Peruspalveluiden toimitilojen ja infrarakenteiden hoito- ja kunnossapitokustannukset ovat yhteensä noin 10 000 euroa per asukas.

## Lähteet

- Chiu, R.L.H. (2004). Socio-cultural sustainability of housing: a conceptual exploration. *Housing, Theory and Society* 21(2).
- City of Vancouver (2005). A social development plan for the city of Vancouver: Moving towards social sustainability. Administrative Report A7, Vancouver.
- Colantonio, A. (2009). Social sustainability: A review and critique of traditional versus emerging themes and assessment methods. Loughborough, UK, 22–24.4.2009.
- Colantonio, A. (2011). Social sustainability: Exploring the linkages between research, policy and practice. In: Anonymous European Research on Sustainable Development. Springer Berlin Heidelberg.
- Frank, S., Buttler, M., Neumann, M. (2010). Building sustainability rating tools (BSRT). 4<sup>th</sup> International Summer Academy 16.–18.8.2010. TU Delft
- Gibson, R.B. (2000). Specification of sustainability-based environmental assessment decision criteria and implications for determining “significance” in environmental assessment. Ottawa: Canadian Environmental Assessment Agency’s Research and Development Program.
- Gossain, S. & Kandiah, G. (1998). Reinventing Value: The new business ecosystem. *Strategy & Leadership* 26(5).
- Hamel, G. (2000). *Leading the revolution*. Harvard Business School Press, Boston, MA, USA.
- Herrala M. & Haapasalo H. (2010). From Social Responsibility and Environmental Management to Sustainable Business. SB10 conference proceedings,
- Howley, P., Scott, M. & Redmond, D. (2009). An examination of residential preferences for less sustainable housing: Exploring future mobility among Dublin central city residents. *Cities*, 2, 26(1).
- Iansiti, M. & Levien, R. (2004a). *The keystone advantage: What the new dynamics of business ecosystems mean for strategy, innovation and sustainability*. Harvard Business School Press, Boston, MA, USA.
- Iansiti, M. & Levien, R. (2004b). *Strategy as Ecology*. Harvard Business Review 82(3).
- KTI (2010). *Kiinteistöliiketoiminnan arvoverkostot, ansaintalogiikat ja päätöksentekoprosessit – kestävän kehityksen ratkaisujen käyttöönoton haasteet ja esteet*. Helsinki.

- Lahti, P. (2010) Ekotehokkaasti uudistuva yhdyskunta EcoDrive & Helsingin ekotehokkuusarviointityökalu Heko. Tekes, Kestävä yhdyskunta -seminaari, Helsinki 17.8.2010.
- Lahti, P., Nieminen, J., Nikkanen, A. & Puurunen, E. (2010). Helsingin kaavoituksen ekotehokkuustyökalu (HEKO). VTT.
- Lahti, P., Nieminen, J. & Virtanen, M. (2008). Ekotehokkuuden arviointi ja lisääminen Helsingissä. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto ja VTT.
- Linder, J. & Cantrell, S. (2000). Changing business models: surveying the landscape. The Accenture Institute for Strategic Change,
- Malvalehto, J., Siponen, T., Herrala, M. & Haapasalo, H. (2011). Infrastruktuurin arvoketjuanalyysi. Tuotantotalouden osaston tutkimusraportteja 2/2011, Oulun yliopisto.
- Moore, J.F. (1993). Predators and prey: A new ecology of competition. *Harvard business review* 71(3).
- Nykänen, V., Huovila, P., Lahdenperä, P., Lahti, P., Riihimäki, M. & Karlund, J. (2007). Kumppanuuskaavoitus aluerakentamisessa. VTT Tiedotteita 2393. Espoo.
- Ornetzeder, M. & Buchegger, B. (1998). Soziale Innovationen für eine nachhaltige Entwicklung. Zentrum für Soziale Innovation, Wien.
- Osterwalder, A. (2004). The business model ontology – a proposition in design science approach. Ph.D. thesis, University of Lausanne, Department of Business and Economics.
- Osterwalder, A. & Pigneur, Y. (2009). Business model generation. John Wiley & Sons, New Jersey.
- Oulun kaupunki (2011). Oulun seudun ja uuden Oulun asukasbarometri 2011.
- Pohjois-Pohjanmaan maakuntaliitto (2010). Pohjois-Pohjanmaa. Nuorten maakunta.
- Polèse, M. & Stren, M. (toim.) (2000). The social sustainability of cities: Diversity and the management of change. University of Toronto Press.
- Porter M. (1985). Competitive advantage: creating and sustaining superior performance. The Free Press, New York, NY, USA.
- Rothschild, M. (1990). Bionomics: Economy as ecosystem. Henry Holt and Company, New York, NY, USA.
- Sachs, I. (1999). Social sustainability and whole development: exploring the dimensions of sustainable development. Teoksessa: Becker, E. & Jahn, T.

Sustainability and the social sciences: a cross-disciplinary approach to integrating environmental consideration into theoretical reorientation. UNESCO, Pariisi. Zed titles on sustainable development.

- Shafer, S., Smith, J. & Linder, J. (2005). The power of business models. *Business horizons* 48(3).
- Siponen, T., Malvalehto, J., Herrala, M. & Haapasalo, H. (2011). Kiinteistöjen arvoketjuanalyysi. Tuotantotalouden osaston tutkimusraportteja 1/2011, Oulun yliopisto.
- Tilastokeskus (2009). Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestöennuste 2009–2060.
- Tilastokeskus (2011). Valmistuneet asunnot ja niissä asuvat asuntokunnat asuntokunnan vanhimman iän mukaan (julkaisematon tilastoaineisto).
- Turcotte, D.A. & Geiser, K. (2010). A framework to guide sustainable housing development. *Housing and Society* 37(2).
- Vainio, T., Belloni, K. & Jaakkonen, L. (2012). Asuntotuotanto 2030. Asuntotuotantotarpeeseen vaikuttavia tekijöitä. VTT Technology 2. Espoo.
- Winston, N. (2010). Regeneration for sustainable communities? Barriers to implementing sustainable housing in urban areas. *Sustainable Development* 18(6).
- Womack, J. (2006). Value stream mapping. *Manufacturing engineering*, 136(5).
- World Commission on Environment and Development 1987. Our common future. Oxford University Press. xv.

# Liite A: Kivikkokankaan arviointi

## Maa

Taulukko A1. Yhteenveto: Maa	Pisteet
Maan käyttö rakentamiseen	101
Aluetehokkuus ja perusrakenteen määrä	108
Maansiirrot	115
Pilaantuneet maat, kaatopaikat	110
Lähivirkistysalueet ja -viljely	105
Maaperän rakennettavuus	104

Maan käyttö rakentamiseen: Vähäarvoista joutomaata 40 prosenttia ja keskinker-  
taista maata, jolla ei ole erityisen suurta ekologista arvoa, 60 prosenttia. Arvokas-  
ta, alueellisesti harvinaista tai korvaamatonta maa-alaa ei ole.

Aluetehokkuus ja perusrakenteen määrä: Edustavat keskimääräistä tehokkuutta.

Maansiirrot: 250 000 m<sup>3</sup> siirretään Kivikkokankaan liikuntamaahan.

Pilaantuneet maat ja kaatopaikat: Ei pilaantuneita maa-alueita.

Lähivirkistysalueet ja lähiviljely: Uimaranta 1 000 m, Jyrkkä rinne 1 200 m, Iso  
rinne 1 100 m, Pikkurinne 1 000 m, Frisbeegolf 1 300 m, Retkipaikka 1 150 m, A2-  
luokan puisto 15 ha, 300 m, muu luontoalue tai puisto 135 ha, 1 000 m sekä Hiuk-  
kavaaran keskuksessa neljä urheilukenttää, kolme yleisurheilun suorituspaikkaa,  
kuntorata 1 500 m.

Ympäristöviher- ja ulkoiluverkkojen jatkuvuus alueen läpi: Alue kytkeytyy  
merkittäviin viher- tai ulkoiluverkkoihin. Kielteisessä tapauksessa pisteitä vähen-  
nettäisiin.

Lähiviljely: Ei mahdollista.

Maaperän rakennettavuus: Helposti rakennettavaa maata 40 prosenttia, normaalisti  
rakennettavaa maata 55 prosenttia ja vaikeasti rakennettavaa maata 5 prosenttia.

## Vesi

Taulukko A2. Yhteenveto: vesi	Pisteet
7. Hulevesien hallinta ja pohjavedet	103
8. Tulvasuojelu	105
9. Vedenkulutuksen taso	100

Hulevesien hallinta ja pohjavedet: II. Paikalliset hidastavat ja viivyttävät järjestelmät 50 prosenttia ja III. Hulevesiviemäriä pitkin hidastus- ja viivytys paikalle 50 prosenttia.

Rakentaminen pohjavesialueelle: Ei mahdollista.

Tulvasuojelu: Ei tulvavaaraa.

Vedenkulutuksen taso: Normaali.

## Energia

Taulukko A3. Yhteenveto: Energia	Pisteet
10. Rakennusten energiankulutus	99
11. Sähköntuotanto	83
12. Lämmöntuotanto	107
13. Passiivisen aurinkoenergian huomioiminen	103
14. Ulkovalaistus	101

Rakennusten energiankulutus: Vuoden 2012 rakennusmääräysten mukaisesti rakennettujen rakennusten osuus tulee olemaan 50 prosenttia, matalaenergiarakennusten 30 prosenttia, passiivitalojen 15 prosenttia, nollaenergiatalojen 4 prosenttia ja plusenergiatalojen 1 prosentti.

Sähköntuotanto: Paikallinen uusiutuva energiantuotanto 5 prosenttia. Kartoitusta uusiutuvien energialähteiden käytöstä sähköntuotantoon ei ole tehty eikä kaavamääräyksiä uusiutuvan energiankeräinten sallimisesta ole annettu.

Lämmöntuotanto: Puun ja biokaasun osuus 23,7 prosenttia, turve ja öljy 5,9 prosenttia sekä lämmin käyttövesi aurinkolämmöllä 5 prosenttia.

Passiivisen aurinkoenergian huomioiminen: Nollaenergiataloja 4 prosenttia, passiivinen aurinkolämmitys 6 prosenttia, lasitetut parvekkeet 20 prosenttia, luonnonvalon käyttö 20 prosenttia, Ei mekaanista viilentämistä 50 prosenttia.

Ulkovalaistus: Alueelle on tehty valaistussuunnitelma ja sinne tulee valaistusautomaatiikka.



## Liikenne ja palvelut

Taulukko A4. Yhteenveto: liikenne ja palvelut	Pisteet
15. Joukkoliikenne	99
16. Kävely ja pyöräily	121
17. Henkilöauton käyttö ja pysäköinti	97
18. Palveluiden saatavuus	99

Joukkoliikenteen saavutettavuus puoliksi 200 metriä, puoliksi 200–400 metriä. Vuorotiheys on kohtuullinen.

Kävely ja pyöräily: Tasavertaisuus toteutuu.

Kävely ja pyöräily: Kävelyreittien varrella on kasvillisuutta. Pyöräilyreitit ovat turvallisia ja sujuvia.

Pyörien pysäköinti ja säilytys: Ei ole.

Henkilöauton käyttö ja pysäköinti: AK- ja AP-kortteleissa autopaikkoja/kerros-m<sup>2</sup> on 1/100, autopaikkoja / liike- ja toimisto-m<sup>2</sup> on 1/50 ja Y-kortteleissa autopaikkoja/kerros-m<sup>2</sup> on 1/80.

Pysäköintiratkaisu: Pääasiassa samassa korttelissa pysäköintipaikat 97 prosenttisesti ja korttelialueen ulkopuolelle 3 prosenttisesti.

Yhteiskäyttöautojen parkkipaikat: Pysäköintipaikkoja ei ole varattu yhteiskäyttöön.

Lähipalvelut: Matkaa on keskimäärin 400 metriä.

Laajemmat palvelut: Julkisen liikenteen vaikutusalueella.

Toimintojen sekoittuminen: Ei ole.

## Hiili- ja materiaalikierto

Taulukko A5. Yhteenvedo: hiili- ja materiaalikierto	Pisteet
19. Rakentamisen hiilijälki	102
20. Jätehuolto	100
21. Olevan rakennuskannan hyödyntäminen	86

Rakentamisen hiilijälki: Rakennuksissa tullaan käyttämään paljon puuta. Rakennusten julkisivuissa paljon hiili- ja energiasäästöistä materiaalia

Todennäköiset rakennusmateriaalit: Rakennusmateriaaleille ei ole asetettu erikoisvaatimuksia.

Jätehuolto: Lajitellaan biojäte, paperi, aaltopahvi, keräyskartonki, lasi, metalli, energijäte. Ongelmajätteitä, sähkö- ja elektroniikkaromulle ei ole paikallista eikä alueellista keräilyä.

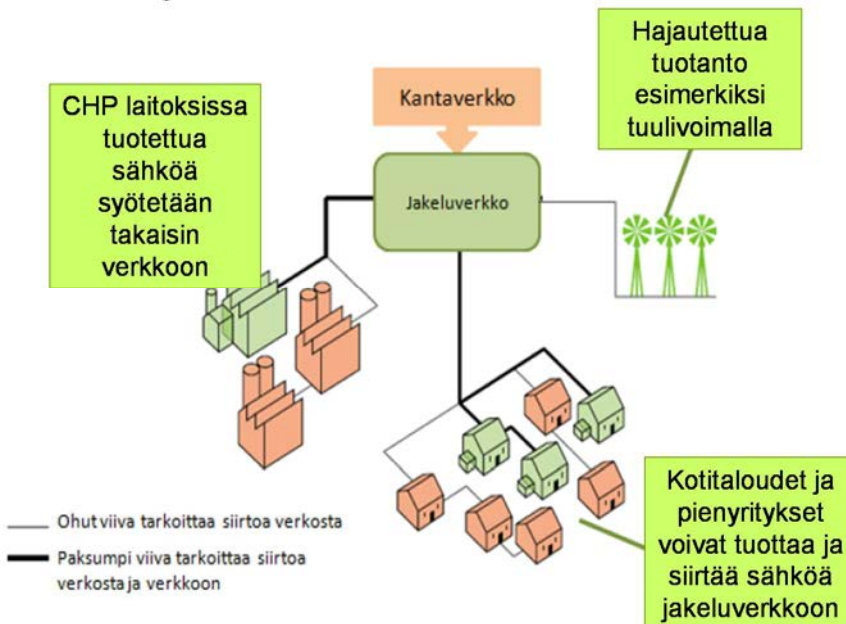
Jäteputkijärjestelmä: Ei ole

Olevan rakennuskannan hyödyntäminen: Ei ole.

## Liite B: Ratkaisuja ja teknologioita energia- tehokkaaseen rakentamiseen

1. Hajautettu sähkön tuotanto
2. Älykäs sähköverkko
3. Energian kulutusseuranta 1(3)
4. Energian kulutusseuranta 2(3)
5. Energian kulutusseuranta 3(3)
6. Maalämpöä yhdelle talolle
7. Maalämpöä alueelle
8. Energiapaalut
9. Hukkaenergian hyödyntäminen
10. Lämmöntalteenotto jätevedestä
11. Hulevesien ja harmaiden vesien hyödyntäminen
12. Hulevesien hallinta ja hyödyntäminen

### Hajautettu sähkön tuotanto



# Älykkäät sähköverkot



## Energian kulutusseuranta 1(3)

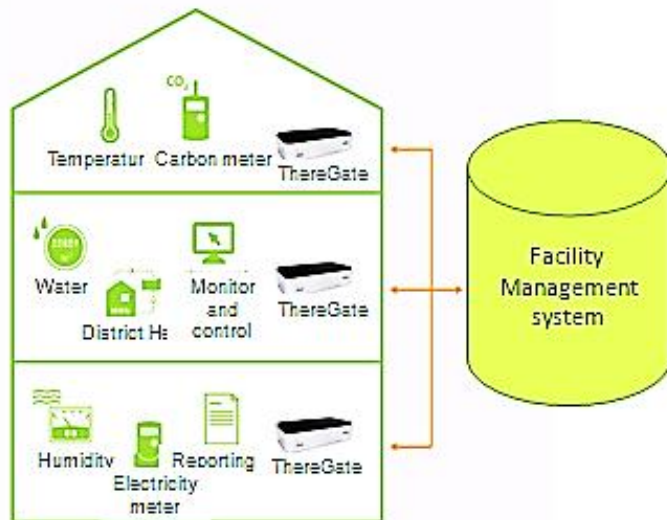
The screenshot shows the Google PowerMeter interface for 'Energy User's Home'. It features a bar chart of electricity usage and various utility tools. Annotations explain the following features:

- Track energy over time:** See how much energy you have used by the day, week or month.
- Always on power:** The darker shaded portion of the graph shows power that is always on, such as any appliance that goes on standby mode. Many appliances are always on; you just don't know it. Discovering these is one of the easiest and fastest ways to reduce energy use and save money.
- Predict your costs:** Google PowerMeter helps you to predict your annual energy bill so that you can start making changes and saving early.
- Compared to past usage:** 6% under Thursday's energy budget. Shows actual vs. expected usage.
- Budget Tracker:** Set an energy savings goal for yourself and track your progress.
- Join the community:** Get tips on how to save from other Google PowerMeter users and share what has worked for you.
- Have a question?:** Learn more about Google PowerMeter from our online help center.

Google powermeter  
a google.org project

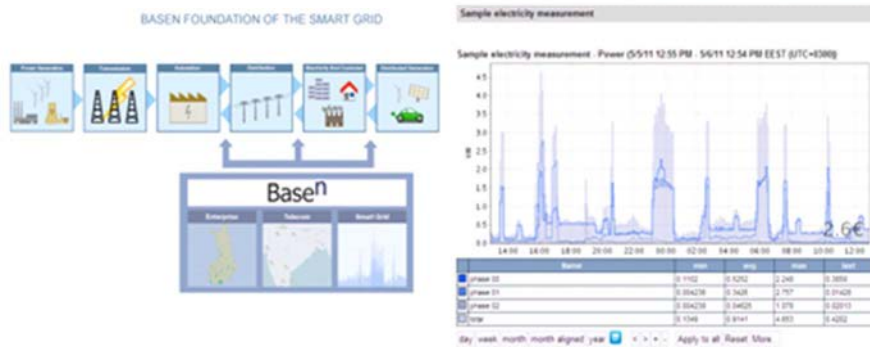
## Energian kulutusseuranta 2(3)

there.

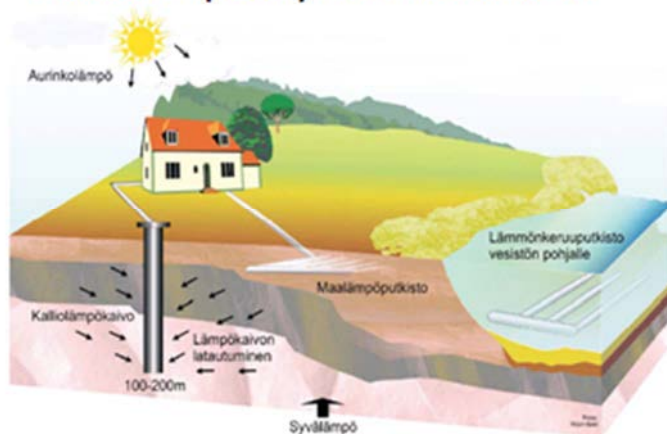


## Energian kulutusseuranta 3(3)

Base<sup>n</sup>



## Uusiutuva energia – maalämpöä yhdelle talolle

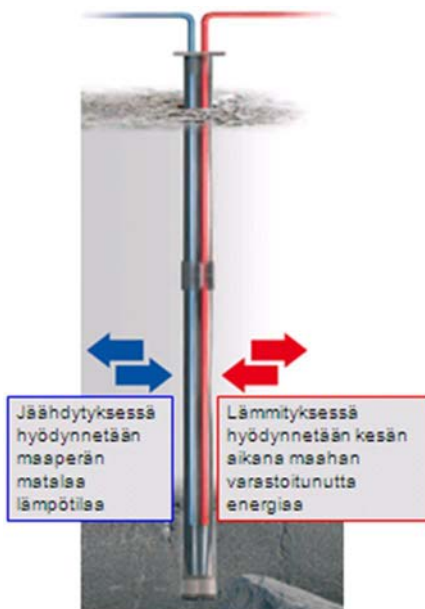


Green Energy

[www.gtk.fi](http://www.gtk.fi)

## Uusiutuva energia – maalämpöä alueelle

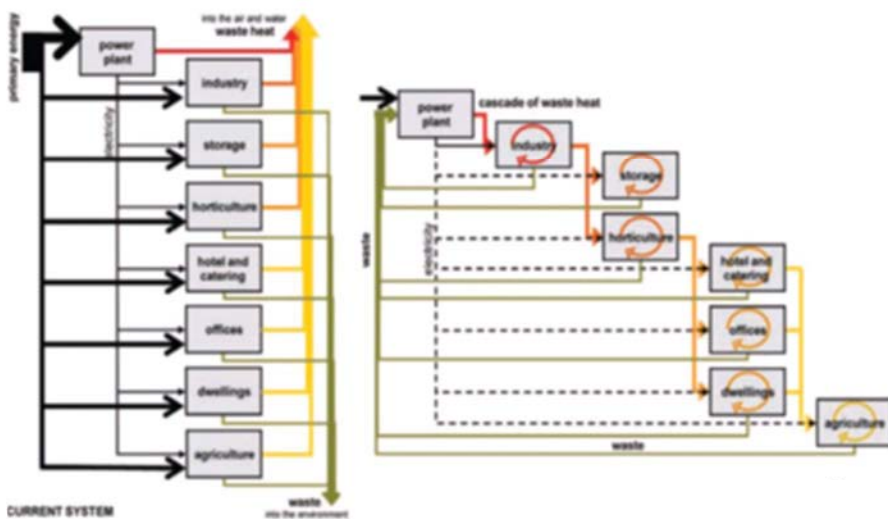




## eRR<sup>®</sup> - ja eRD<sup>®</sup> -energiapaalut

- Energiapaaluina käytetään normaaleja lyömä- tai porapaaluja
- Porapaalua voidaan jatkaa kallioon porattavalla maalämpökaivolla
- Normaaliin paalutuksen jälkeen paalun sisään asennetaan lämmönkeruuputkisto

## Hukkaenergian hyödyntäminen





# Lämmön talteenotto jätevedestä

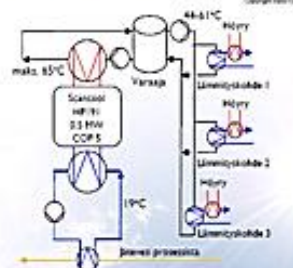
Valio Joensuu  
Asennusvuosi 2010

Scancool HP191 yksiköllä otetaan talteen aikaisemmin hyödyntämättömissä olutta hukkalämpöä jätevedestä. Talteen otetulla energialla tuotetaan korkeimmillaan 65 °C asteista vettä, jota käytetään prosessien kohteiden lämmitykseen.



## HP191 yksikön avainluvut

- 1-piirisen lämpöpumpun suurin teho 515 kW
- maks. COP 5.1
- Lämmönlähde 19 °C jätevesi
- Pehmökäynnistellinen ruuvikompressor
- Ohjelmoitava PLC automaatio



SCANCOOL

Keeping You Cool

www.scancool.fi

## Hulevesien hyödyntäminen, harmaiden vesien kierrätys

Nykyinen



Tulevaisuudessa?





## Hulevesien hallinta ja hyödyntäminen

Wavin Q-Bic –sadevesikasettijärjestelmä:

- rakennusten, teiden ja pysäköintialueiden hulevedet
- suurten toimisto-, hotelli- ja varistorakennusten kattovesien varastointi ja imeytys
- uusilla kaavoitusalueilla vesien paikalliseen käsittelyyn, varastointiin ja tasaukseen



Monissa maissa sadevesien kerääminen ja hyödyntäminen on aivan normaalia (esimerkki Uudesta Seelannista)





# Liite C: Hiukkavaaran rakentamisen liiketoimintapotentiaali

Arvoketjun sisältämä liiketoimintapotentiaali on määritetty talon- ja infrarakentamisen elinkaaren kustannusten avulla. Elinkaarikustannukset eivät sisällä työmaakatteita, yritystoiminnan katteita, riskivaroja eikä arvonlisäveroa.

## Kustannuslaskennan perusteet

Tarkastelussa yhdyskunnan elinkaaren kustannuksiin on sisällytetty seuraavat kustannuserät:

- alueen kaavoituksesta aiheutuvat kaavoituskustannukset
- alueelle rakennettavia rakennuksia varten hankittavien tonttien hankintakustannukset
- rakennusten ja infran rakentamisesta aiheutuvat rakennuskustannukset
- rakennusten ja infran käyttökunnossa pitämisestä aiheutuvat hoitokustannukset (käyttökustannukset)
- rakennusten ja infran elinkaarien eri vaiheissa ajankohtaisiksi tulevat kunnossapitokustannukset
- rakennusten ja infran elinkaarien lopussa vastaan tulevat hävittämiskustannukset (purkukustannukset).

Elinkaaren kustannuslaskennassa eräänä perusongelmana ovat eri kustannuserien erilaiset syntyajankohdat. Esimerkiksi alueelle rakennettavan koulun rakennuskustannus on kertaluonteinen investointi. Ennen rakentamisvaihetta kustannuksia on syntynyt kaavoituksesta ja suunnittelusta. Koulun käyttökunnossa pitämisestä syntyy hoitokustannuksia (käyttökustannuksia) koko sen elinkaarien ajan. Koulurakennuksen eri rakennusosilla ja teknisillä järjestelmillä on erilaiset rajalliset tekniset käyttöiät. Rakennusosia uusitaan aika ajoin elinkaaren eri vaiheissa, mistä aiheutuu kunnossapitokustannuksia. Koulun käyttöiän päättyessä edessä ovat vielä sen purkamisesta aiheutuvat hävittämiskustannukset.

## Laskentamenetelmät

Eri vaiheissa elinkaarta syntyvät kustannukset muutetaan vertailukelpoisiksi investointilaskentamenetelmien avulla. Tässä tutkimuksessa on käytetty kahta eri menetelmää:

- Nykyarvomenetelmässä kaikki kustannukset diskontataan nykyhetkeen laskentakoron ja pitoajan perusteella.
- Annuiteettimenetelmässä kaikki kustannukset tasataan koko pitoajalle yhtä suuriksi vuosikustannuksiksi laskentakoron perusteella.

## **Elinkaaren pituus ja korkotekijä**

Investointilaskentamenetelmiä käytettäessä on päätettävä se ajanjakso, jolta syntyvät kustannukset huomioidaan. Menetelmien käyttö edellyttää myös päätöstä tuottovaatimuksen eli laskentakoron suuruudesta. Tässä tutkimuksessa valittiin tarkasteluajanjaksoksi eli alueen elinkaaren pituudeksi 50 vuotta ja tuottovaatimukseksi eli laskentakoroksi 3 prosenttia.

## **Kustannustaso**

Tämän kirjan kaikki kustannukset on esitetty vuoden 2012 ensimmäisen neljänneksen kustannustasossa, ja ne eivät sisällä arvonlisäveroa.

## **Talonrakennusten elinkaarikustannukset – lähtötiedot**

### **Rakennuskustannukset**

Liikuntahallia ja jäähallia lukuun ottamatta rakennuskustannukset on määritetty Talonrakennuksen kustannustieto -kirjan perusteella. Liikuntahallin ja jäähallin osalta määrittäminen on tapahtunut VTT:n Sisäliikuntapaikkojen laatu ja kustannukset -hankkeen tietojen perusteella. Arvot kuvaavat kunkin rakennustyyppin osalta rakentamisen keskimääräistä kalleutta Oulussa. Arvot on esitetty taulukossa C1.

### **Hoitokustannukset**

Rakennustyyppien hoitokustannustasojen määrittämisessä on käytetty seuraavia tietolähteitä:

- Kiinteistön ylläpitokustannusindeksin laadinta- ja päivitysaineistot
- Kunnat BM – hankkeen tulokset
- Tilastokeskus
- Liikuntarakennusten laatu ja kustannukset -hanke
- Tilateho-tutkimushanke
- VTT:n kiinteistöjen ylläpitokustannustilastot.

Laskelmissa käytetyt hoitokustannustasot kuvaavat kunkin rakennustyyppin osalta kiinteistöjen hoidon keskimääräistä kalleutta Oulussa. Rakennusten hoitokustannuksia määritettäessä on huomioitu taulukossa C1 luetellut kustannuserät. Kaikissa rakennustyypeissä ei välttämättä esiinny aivan kaikkia kustannuseriä.

Hoitokustannuserät ovat:

- Hallinto
- Käyttö ja huolto
- Ulkoalueiden hoito
- Siivous
- Lämmitys
- Vesi- ja jätevesi
- Sähkö
- Jätehuolto
- Vahinkovakuutukset
- Vuokrat
- Kiinteistövero
- Muut hoitokulut.

**Taulukko C1.** Laskelmissa käytetyt rakennuskustannukset (€/krs-m<sup>2</sup>) ja hoitokustannusten tasot (€/krs-m<sup>2</sup> kuukaudessa) rakennustyypeittäin. Kustannukset ovat vuoden 2010 kustannustasossa ja arvonlisävero on 0 %.

Rakennustyyppi	Rakennuskustannukset (€/krs-m <sup>2</sup> )	Hoitokustannusten taso (€/krs-m <sup>2</sup> , kk)
Asuinkerrostalo	1 200	2,56
Asuinrivitalo	1 240	2,11
Asuinpientalo	1 290	1,97
Opetusrakennus	1 580	3,74
Päivähoitorakennus	1 720	5,97
Kirjastorakennus	1 670	2,92
Terveydenhoitorakennus	2 010	6,53
Sisäliikuntarakennus	1 200	4,84
Jäähalli (harjoitusjäähalli)	910	4,21
Uimahalli	2 040	10,22
Muu kuntatoimintorakennus	1 340	2,72

#### Muut elinkaaren kustannuserät

Tontin hankintakustannusten tasona on käytetty arvoa 200 €/krs-m<sup>2</sup>.

Vuosittaisten kunnossapitokustannusten tasona on pidetty arvoa 1,75 % rakennuskustannuksista. Kunnossapitokustannusten on katsottu sisältävän normaalit kiinteistön vanhenemisesta johtuvat korjaus- ja kunnossapitotyöt, mutta ei mitään merkittäviä perusparannuksia tai toiminnallisia muutoksia. Jäännösarvoa ei ole huomioitu, vaan pitoajan lopussa tapahtuvan rakennusten purkamisen ja hävittämisen kustannusten tasoksi on asetettu 7,5 % rakennuskustannuksista.

#### Talonrakennusten elinkaarikustannukset – nykyarvot

Laskelmissa käytetyt elinkaaren kustannusten nykyarvojen tasot yksikössä €/krs-m<sup>2</sup> on esitetty taulukossa C2. Elinkaaren kustannusten nykyarvojen kalleustasot vaihtelevat asuinrakennuksissa välillä 2 670–2 750 €/krs-m<sup>2</sup> ja muissa rakennustyypeissä välillä 2 640–6 148 €/krs-m<sup>2</sup>.

**Taulukko C2.** Laskelmissa käytetyt elinkaaren kustannusten nykyarvojen tasot (€/krs-m<sup>2</sup>) rakennustyypeittäin. Elinkaaren pituus on 50 vuotta ja laskentakorko 3 %.

Nykyarvo		Tontin hankinta	Rakennus- kustannus	Hoito- kustannus	Kunnossapito- kustannus	Hävittäminen	YHTEENSA (alv 0 %)
Asuinkeuhkotalo	€/krs-m <sup>2</sup>	200	1200	790	540	20	2750
	Osuus	7 %	44 %	29 %	20 %	1 %	100 %
Asuinrivitalo	€/krs-m <sup>2</sup>	200	1240	650	560	20	2670
	Osuus	7 %	46 %	24 %	21 %	1 %	100 %
Asuinpienitalo	€/krs-m <sup>2</sup>	200	1290	610	580	20	2700
	Osuus	7 %	48 %	23 %	21 %	1 %	100 %
Opetusrakennus	€/krs-m <sup>2</sup>		1580	1150	710	30	3470
	Osuus		46 %	33 %	20 %	1 %	100 %
Päivähoitorakennus	€/krs-m <sup>2</sup>		1720	1840	770	30	4360
	Osuus		39 %	42 %	18 %	1 %	100 %
Kirjastorakennus	€/krs-m <sup>2</sup>		1670	900	750	30	3350
	Osuus		50 %	27 %	22 %	1 %	100 %
Terveystieteidenhoitorakennus	€/krs-m <sup>2</sup>		2010	2020	910	30	4970
	Osuus		40 %	41 %	18 %	1 %	100 %
Sisäliikuntarakennus	€/krs-m <sup>2</sup>		1200	1490	540	20	3250
	Osuus		37 %	46 %	17 %	1 %	100 %
Jäähalli	€/krs-m <sup>2</sup>		910	1300	410	20	2640
	Osuus		34 %	49 %	16 %	1 %	100 %
Uimahalli	€/krs-m <sup>2</sup>		2040	3155	918	35	6148
	Osuus		33 %	51 %	15 %	1 %	100 %
Muu julkinen rakennus	€/krs-m <sup>2</sup>		1340	840	600	20	2800
	Osuus		48 %	30 %	21 %	1 %	100 %

### Vuosikustannukset

Rakennustyyppien elinkaaren kustannusten annuiteettien eli vuosikustannusten tasot on esitetty taulukossa C3. Vuosikustannusten tasot vaihtelevat asuinrakennuksissa välillä 8,65–8,91 €/krs-m<sup>2</sup> kuukaudessa ja muissa rakennustyypeissä välillä 8,55–19,90 €/krs-m<sup>2</sup> kuukaudessa.

**Taulukko C3.** Vuosikustannusten tasot (€/krs-m<sup>2</sup>) kuukaudessa rakennustyypeittäin. Elinkaaren pituus on 50 vuotta ja laskentakorko 3 %.

Nykyarvo		Tontin hankinta	Rakennuskustannus	Hoitokustannus	Kunnossapitokustannus	Hävittäminen	YHTEENSÄ (alv 0 %)
Asuinkerrostalo	€/krs-m <sup>2</sup> ,k	0,65	3,89	2,56	1,75	0,07	8,91
	Osuus	7 %	44 %	29 %	20 %	1 %	100 %
Asuinrivitalo	€/krs-m <sup>2</sup> ,k	0,65	4,02	2,11	1,81	0,07	8,65
	Osuus	7 %	46 %	24 %	21 %	1 %	100 %
Asuinpienitalo	€/krs-m <sup>2</sup> ,k	0,65	4,18	1,97	1,88	0,07	8,75
	Osuus	7 %	48 %	23 %	22 %	1 %	100 %
Opetusrakennus	€/krs-m <sup>2</sup>		5,12	3,74	2,30	0,09	11,25
	Osuus		45 %	33 %	20 %	1 %	100 %
Päivähoitorakennus	€/krs-m <sup>2</sup>		5,56	5,96	2,50	0,10	14,13
	Osuus		39 %	42 %	18 %	1 %	100 %
Kirjastorakennus	€/krs-m <sup>2</sup>		5,42	2,92	2,42	0,08	10,83
	Osuus		50 %	27 %	22 %	1 %	100 %
Terveydenhoitorakennus	€/krs-m <sup>2</sup>		6,50	6,53	2,94	0,11	16,08
	Osuus		40 %	41 %	18 %	1 %	100 %
Sisäliikuntarakennus	€/krs-m <sup>2</sup>		3,90	4,83	1,75	0,06	10,54
	Osuus		37 %	46 %	17 %	1 %	100 %
Jäähalli	€/krs-m <sup>2</sup>		2,95	4,21	1,33	0,05	8,55
	Osuus		35 %	49 %	16 %	1 %	100 %
Uimahalli	€/krs-m <sup>2</sup>		6,60	10,23	2,97	0,10	19,90
	Osuus		33 %	51 %	15 %	1 %	100 %
Muu julkinen rakennus	€/krs-m <sup>2</sup>		4,33	2,71	1,96	0,08	9,08
	Osuus		48 %	30 %	22 %	1 %	100 %

## Infrarakennetyypit ja niiden elinkaaren kustannusten määrittäminen

Hiukkavaaran alueen infrarakenteiden elinkaaren kustannusten laskennassa on huomioitu tietyt infrarakennetyypit:

- tiet ja kadut
- kaukolämpöverkosto
- sähkö- ja tietoliikenneverkosto
- vesihuoltoverkosto
- puistot ja viheralueet.

Kullekin infrarakennetyypille on määritetty elinkaaren kustannukset käyttäen alla kuvattuja menetelmiä ja perusteita.

### Rakennuskustannukset

Kaikkien infrarakenteiden rakennuskustannuksina on käytetty Hiukkavaaran kaavarunkoraportissa 24.1.2008 esitettyjä kustannuksia.

### **Hoitokustannukset ja muut elinkaaren kustannuserät**

Teiden, katujen ja kevyen liikenteen väylien hoitokustannukset vastaavat Suomen Rakennusinsinöörien Liiton (RIL) julkaisun<sup>1</sup> mukaista kustannustasoa suhteessa alkuperäisiin rakennuskustannuksiin seuraavien periaatteiden mukaisesti:

- Tiet: 0,05 % rakennuskustannuksista vuodessa.
- Kadut: 0,15...0,20 % rakennuskustannuksista vuodessa.

Teiden, katujen ja kevyen liikenteen väylien kunnossapitotajakoiksi ja kunnossapitokustannuksiksi on valittu seuraavat:

- Tiet ja pääkokoojakadut: 12,5 vuotta, kustannus 50 % rakennuskustannuksista.
- Muut kadut ja kevyen liikenteen väylät: 25 vuotta; kustannus 50 % rakennuskustannuksista.

Verkostojen (lämpö, sähkö, vesi ja tietoliikenne) osalta hoito- ja kunnossapitokustannusten yhteissummana on pidetty keskimääräistä arvoa eli 1 % alkuperäisistä rakennuskustannuksista vuodessa. Laskennassa kaikki nämä kustannukset on sijoitettu kohtaan hoitokustannukset.

Puistojen ja viheralueiden hoitokustannukset vastaavat RIL:n julkaisun mukaista kustannustasoa. Puistojen ja viheralueiden kunnossapitokustannuksina on pidetty 1,75 % alkuperäisistä rakennuskustannuksista vuodessa.

Jäännösarvoa ei ole huomioitu, vaan kunnossapitoajan lopussa tapahtuvan rakenteiden purkamisen ja hävittämisen kustannusten osuutena on pidetty 7,5 % rakennuskustannuksista.

### **Hiukkavaaran alueen rakennusten ja infrarakenteiden elinkaaren kustannukset**

Hiukkavaaran alueelle tullaan Hiukkavaaran kaavarunkoraportin 24.1.2008 mukaan rakentamaan asuinrakennuksia noin 1,1 miljoonaa krs-m<sup>2</sup>. Alueen arvioitu asukasmäärä on 20 000, joten kaavoitustietojen mukaan kerrosalaa asuinrakennuksissa olisi noin 55 krs-m<sup>2</sup> asukasta kohti. Asuinrakennusten kerrosalasta noin puolet tulee kaavoitustietojen mukaan sijoitamaan pientaloissa (taulukko C4).

---

<sup>1</sup> RIL 231-2- 2007 Infrarakentamisen kustannushallinta. Hanke- ja rakennusosahinnasto. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 140 s.



**Taulukko C4.** Hiukkavaaran alueelle kaavoitettujen asuinrakennusten kerrosala.

	<b>krs-m<sup>2</sup></b>	<b>Osuus</b>
Asuinkerrostalo	230 580	21 %
Asuinrivitalo	319 798	29 %
Asuinpientalo	550 740	50 %
Asuminen yhteensä	1 101 118	100 %

Laskennassa on huomioitu myös alueelle tulevat kunnalliset tilat. Muiden kunnallisten tilojen mitoitustietoina on käytetty seuraavia:

- Opetustilat 12,5 m<sup>2</sup>/oppilas (Tilateho-tutkimushankkeen keskiarvo).
- Päivähoitotilat 11,0 m<sup>2</sup>/lapsi (Tilateho-tutkimushankkeen keskiarvo).
- Muut kunnalliset hankkeet: tyypillinen yksikkökoko.

Kooste laskennassa huomioituista kunnallisista tiloista on esitetty taulukossa C5. Laskennassa on huomioitu kunnallisia tiloja yhteensä 46 000 m<sup>2</sup> eli noin 2,3 m<sup>2</sup> per asukas.

**Taulukko C5.** Laskennassa huomioitujen kunnallisten tilojen määrä.

	<b>krs-m<sup>2</sup></b>	<b>Osuus</b>
Opetustilat	26 000	57 %
Päivähoitotilat	4 000	9 %
Kirjastotilat	1 000	2 %
Terveydenhoitotilat	3 000	7 %
Sisäliikuntatilat	4 000	9 %
Jäähallitilat	3 500	8 %
Uimahallitilat	2 500	5 %
Muut kuntatoimintojen tilat	2 000	4 %
Kunnalliset tilat yhteensä	46 000	100 %

**Asuinrakennukset**

Laskennassa huomioitujen Hiukkavaaran alueen asuinrakennusten elinkaarikustannusten nykyarvot ja annuiteetit eli vuosikustannukset on esitetty taulukoissa C6–C8. Valituilla laskentaparametreilla asuinrakennusten elinkaaren kustannusten nykyarvo on yhteensä noin 3 miljardia euroa eli lähes 150 000 euroa asukasta kohti. Asuinrakennusten koko elinkaaren kustannuksista rakennuskustannusten osuus on 46 prosenttia ja käytönaikaisten kustannusten (hoito- ja kunnossapitokustannukset yhteensä) 47 prosenttia.

**Taulukko C6.** Hiukkavaaran alueen asuinrakennusten elinkaaren kustannusten nykyarvot.

NYKYARVO	Tontin hankinta-kustannus	Rakennus-kustannus	Hoito-kustannus	Kunnossapito-kustannus	Hävittämis-kustannus	Elinkaaren kustannus yhteensä
	milj. €	milj. €	milj. €	milj. €	milj. €	milj. €
Asuinkerrostalot	46,1	276,7	182,2	124,6	4,7	634,3
Asuinrivitalot	64,0	396,6	208,7	178,6	6,8	854,5
Asuinpientalot	110,1	710,5	335,1	319,9	12,2	1 487,8
Yhteensä	220,2	1 383,7	726,0	623,0	23,7	2 976,6

**Taulukko C7.** Hiukkavaaran alueen asuinrakennusten elinkaaren kustannusten nykyarvojen jakaumat.

NYKYARVO	Tontin hankinta-kustannus	Rakennus-kustannus	Hoito-kustannus	Kunnossapito-kustannus	Hävittämis-kustannus	Elinkaaren kustannus yhteensä
	%	%	%	%	%	%
Asuinkerrostalot	7 %	42 %	31 %	19 %	1 %	100 %
Asuinrivitalot	7 %	6 %	26 %	21 %	1 %	100 %
Asuinpientalot	7 %	47 %	23 %	21 %	1 %	100 %
Yhteensä	7 %	46 %	26 %	21 %	1 %	100 %

**Taulukko C8.** Hiukkavaaran alueen kaikkien asuinrakennusten elinkaaren kustannusten nykyarvo asukasta kohti.

NYKYARVO	Tontin hankinta-kustannus	Rakennus-kustannus	Hoito-kustannus	Kunnossapito-kustannus	Hävittämis-kustannus	Elinkaaren kustannus yhteensä
	€/asukas	€/asukas	€/asukas	€/asukas	€/asukas	€/asukas
Yhteensä	11 011	69 185	36 298	31 152	1 184	148 830

### Kunnalliset palvelujen tilat

Laskelmaan sisällytettyjen kunnallisten palvelujen tilojen elinkaaren kustannusten nykyarvoksi muodostuu noin 172 miljoonaa euroa, joka on noin 8 200 euroa per asukas (taulukot). Kustannuksiltaan merkittävimmät kunnalliset palvelutilat ovat opetus-, päivähoito-, uimahalli- ja terveydenhoitotilat. (Taulukot C9–C11.)

**Taulukko C9.** Hiukkavaaran alueen kunnallisten palvelujen tilojen elinkaaren kustannusten nykyarvot.

NYKYARVO	Tontin hankinta-kustannus	Rakennus-kustannus	Hoito-kustannus	Kunnossapito-kustannus	Hävittämis-kustannus	Elinkaaren kustannus yhteensä
	milj. €	milj. €	milj. €	milj. €	milj. €	milj. €
Opetus		41,1	30,0	18,5	0,7	90,3
Päivähoito		6,9	7,4	3,1	0,1	17,5
Kirjasto		1,7	0,9	0,8	0,0	h3,4
Terveystenhoito		6,0	6,0	2,7	0,1	14,9
Sisäliikunta		4,8	6,0	2,2	0,1	13,0
Jäähalli		3,2	4,6	1,4	0,1	9,2
Uimahalli		5,1	7,9	2,3	0,1	15,4
Muut kunnalliset		2,7	1,7	1,2	0,0	5,6
Yhteensä		71,4	64,4	32,2	1,2	169,2

**Taulukko C10.** Hiukkavaaran alueen kunnallisten palvelujen tilojen elinkaaren kustannusten nykyarvojen jakaumat.

NYKYARVO	Tontin hankinta-kustannus	Rakennus-kustannus	Hoito-kustannus	Kunnossapito-kustannus	Hävittämis-kustannus	Elinkaaren kustannus yhteensä
	%	%	%	%	%	%
Opetus		45 %	33 %	20 %	1 %	100 %
Päivähoito		39 %	42 %	18 %	1 %	100 %
Kirjasto		50 %	27 %	22 %	1 %	100 %
Terveystenhoito		40 %	41 %	18 %	1 %	100 %
Sisäliikunta		37 %	46 %	17 %	1 %	100 %
Jäähalli		35 %	49 %	16 %	1 %	100 %
Uimahalli		33 %	51 %	15 %	1 %	100 %
Muut kunnalliset		48 %	30 %	22 %	1 %	100 %
Yhteensä		42 %	38 %	19 %	1 %	100 %

**Taulukko C11.** Hiukkavaaran alueen kunnallisten palvelujen tilojen elinkaaren kustannusten nykyarvot asukasta kohti.

NYKYARVO	Tontin hankinta-kustannus	Rakennus-kustannus	Hoito-kustannus	Kunnossapito-kustannus	Hävittämiskustannus	Elinkaaren kustannus yhteensä
	€/asukas	€/asukas	€/asukas	€/asukas	€/asukas	€/asukas
Opetus		2 054	1 501	925	35	4 515
Päivähoito		344	369	155	6	873
Kirjasto		84	45	38	1	168
Terveystoiminta		302	302	136	5	745
Sisäliikunta		240	299	108	4	651
Jäähalli		159	228	72	3	461
Uimahalli		255	394	115	4	769
Muut kunnalliset		134	84	60	2	281
<b>Yhteensä</b>		<b>3 571</b>	<b>3 222</b>	<b>1 608</b>	<b>61</b>	<b>8 462</b>

**Infrarakenteet**

Laskennassa huomioitujen Hiukkavaaran alueen infrarakenteiden elinkaaren kustannusten nykyarvot on esitetty taulukoissa C12–C14. Alueen infrarakenteiden elinkaaren kustannusten nykyarvo on yhteensä noin 280 miljoonaa euroa eli noin 14 000 euroa asukasta kohti. Infrarakenteiden koko elinkaaren kustannuksista rakennuskustannusten osuus on 64 prosenttia ja käytönaikaisten kustannusten (hoito- ja kunnossapitokustannukset yhteensä) samaiset 35 prosenttia. Asukasta kohti kustannusmerkitykseltään suurimpia infrarakenteita ovat tiet ja kadut.

**Taulukko C12.** Hiukkavaaran alueen infrarakenteiden elinkaaren kustannusten nykyarvot.

NYKYARVO	Rakennus-kustannus	Hoito-kustannus	Kunnossapito-kustannus	Hävittämiskustannus	Elinkaaren kustannus yhteensä
	milj. €	milj. €	milj. €	milj. €	milj. €
Tiet ja kadut	82,7	30,7	28,4	1,4	143,2
Kaukolämpö	13,9	3,6		0,2	17,7
Sähkö- ja tietoliikenne	36,7	9,4		0,6	46,7
Vesihuolto	34,7	8,9		0,6	44,2
Puistot ja viheralueet	9,6	12,3	4,3	0,2	26,3
<b>Yhteensä</b>	<b>177,5</b>	<b>64,9</b>	<b>32,7</b>	<b>3,0</b>	<b>278,1</b>

**Taulukko C13.** Hiukkavaaran alueen infrarakenteiden elinkaaren kustannusten nykyarvojen jakaumat.

NYKYARVO	Rakennus-kustannus	Hoito-kustannus	Kunnossapito-kustannus	Hävittämiskustannus	Elinkaaren kustannus yhteensä
	%	%	%	%	%
Tiet ja kadut	58 %	21 %	20 %	1 %	100 %
Kaukolämpö	78 %	20 %		1 %	100 %
Sähkö- ja tietoliikenne	78 %	20 %		1 %	100 %
Vesihuolto	78 %	20 %		1 %	100 %
Puistot ja viheralueet	36 %	47 %	16 %	1 %	100 %
Yhteensä	64 %	23 %	12 %	1 %	100 %

**Taulukko C14.** Hiukkavaaran alueen infrarakenteiden elinkaaren kustannusten nykyarvot asukasta kohti.

NYKYARVO	Rakennus-kustannus	Hoito-kustannus	Kunnossapito-kustannus	Hävittämiskustannus	Elinkaaren kustannus yhteensä
	€/asukas	€/asukas	€/asukas	€/asukas	€/asukas
Tiet ja kadut	4 136	1 535	1 419	71	7 160
Kaukolämpö	694	179		12	884
Sähkö- ja tietoliikenne	1 833	472		31	2 336
Vesihuolto	1 735	446		30	2 210
Puistot ja viheralueet	478	614	216	8	1 316
Yhteensä	8 875	3 246	1 635	152	13 907



# Liite D: Omakotitalon lämmitysratkaisujen vuosikustannukset

**Esimerkkilaskelma lämmityslaskurilla laskettuna (<http://www.bioenergiaporssi.fi/käsitteet-ja-laskurit/lämmityslaskuri>)**  
150 as-k-m2 asuinpienalo (2 krs.), huonekorkeus 2,4 m, 3 asukasta, Oulun ilmastovyöhyke

Soveltaen vuoden 2012 rakennusmääräyksiä

LÄMMITYSMUOTO	COP tai hyötysuhde	Polttoaineen hinta (€/kWh)	Lämmitysenergia-kustannukset (€/vuosi)	Lämmitys-järjestelmän investointi (€)	20 vuoden kustannukset (€/vuosi)
Maalämpöjärjestelmä, lattialämmitys, vaakaputkistolla	3.2	0.1	337.2	10239.4	849.1
Kaukolämpö	1.0	0.1	567.0	7217.5	927.8
Maalämpöjärjestelmä, patterilämmitys, vaakaputkistolla	2.7	0.1	399.6	10239.4	911.6
Maalämpöjärjestelmä, lattialämmitys, lämpökaivolla	3.3	0.1	327.0	11571.3	905.5
Vesi-ilmalämpöpumppu	2.1	0.1	513.8	9137.9	970.7
Maalämpöjärjestelmä, patteriverkko, lämpökaivolla	2.8	0.1	385.3	11571.3	963.9
Suora sähkölämmitys	1.0	0.1	1079.0	1946.1	1176.3
Poistoilmalämpöpumppu	1.7	0.1	634.7	9137.9	1091.6
Pellettilämmitys	0.8	0.1	546.7	10656.6	1079.5
Vesikiertoinen sähkölämmitys	1.0	0.1	1135.7	3365.3	1304.0
Öljylämmitys	0.9	0.1	1070.7	8413.1	1491.4
Aurinko-öljy -hybridijärjestelmä	1.2	0.1	782.8	13246.7	1445.1
Hakelämmitys	0.8	0.0	190.0	21313.3	1255.7
Öljylämmitys, kaksoiskattila	0.8	0.1	1164.4	8974.0	1613.1

Matalaenergiatalo soveltaen vuoden 2012 rakennusmääräyksiä

LÄMMITYSMUOTO	COP tai hyötysuhde	Polttoaineen hinta (€/kWh)	Lämmitysenergia-kustannukset (€/vuosi)	Lämmitys-järjestelmän investointi (€)	20 vuoden kustannukset (€/vuosi)
Maalämpöjärjestelmä, lattialämmitys, vaakaputkistolla	3.2	0.1	174.6	8918.6	620.5
Maalämpöjärjestelmä, lattialämmitys, lämpökaivolla	3.3	0.1	169.3	9849.5	661.8
Maalämpöjärjestelmä, patterilämmitys, vaakaputkistolla	2.7	0.1	207.0	8918.6	652.9
Kaukolämpö	1.0	0.1	293.6	6630.5	625.1
Maalämpöjärjestelmä, patteriverkko, lämpökaivolla	2.8	0.1	199.6	9849.5	692.0
Vesi-ilmalämpöpumppu	2.1	0.1	266.1	7866.1	659.4
Pellettilämmitys	0.8	0.1	283.1	10099.0	788.1
Poistoilmalämpöpumppu	1.7	0.1	328.7	7866.1	722.0
Suora sähkölämmitys	1.0	0.1	558.8	1875.7	652.5
Hakelämmitys	0.8	0.0	98.4	20198.0	1108.3
Vesikiertoinen sähkölämmitys	1.0	0.1	588.2	3189.2	747.6
Aurinko-öljy -hybridijärjestelmä	1.2	0.1	405.4	11681.4	989.5
Öljylämmitys	0.9	0.1	554.5	7972.9	953.1
Öljylämmitys, kaksoiskattila	0.8	0.1	603.0	8504.4	1028.2





Nimeke	<b>Kestävän yhdyskunnan rakentaminen Näkökulmia ja liiketoimintamahdollisuuksia</b>
Tekijä(t)	Terttu Vainio, Kari Nissinen, Veli Möttönen, Suvi Vainio, Maila Herrala & Harri Haapasalo
Tiivistelmä	<p>Projektin tavoitteena on ollut lisätä ymmärrystä siitä, millainen on kestävä yhdyskunta ja miten sellainen rakennetaan. Julkaisussa on kuvattu lyhyesti kaikkien näiden kolmen eli sosiaalisen, ekologisen ja taloudellisen kestävä kehityksen ulottuvuuden teoriataustat ja esitelty arviointimenetelmiä sekä testattu niistä kahta Oulun Hiukkavaaraan.</p> <p>Kestävän yhdyskunnan rakentamisen ratkaisevat päätökset tehdään jo ennen suunnittelun aloittamista tavoiteasetannassa. Kaavoitus, suunnittelu ja rakentaminen täyttävät omalta osaltaan asetetut tavoitteet. Elinkaaren aikana käyttövaiheella on ratkaiseva vaikutus varsinkin sosiaaliseen ja ekologiseen kestävä kehityksen ulottuvuuteen. Rakennetussa ympäristössä voidaan elinkaaren aikana joko tuhjata tai tuottaa energiaa. Sosiaalisesti kestävä kehitystä pidetään jo lähtökohtaisesti ennemmin prosessina kuin saavutettuna tilana. Onnistuessaan se näkyy myös alueen arvostuksen ja arvon nousuna, joka puolestaan on yksi osa taloudellisesti kestävä kehitystä. Kestävän kehityksen näkökulmat eivät ole irrallisia vaan sulautuvat toisiinsa.</p> <p>Kestävän kehityksen näkökulman huomioiminen rakentamisessa laajentaa ja luo uusia liiketoimintamahdollisuuksia rakennusprosessin kaikissa vaiheissa. Riskinkantokykyisille isoille yrityksille sopivien elinkaarihankkeiden tai uudenlaisten verkostojen rakentamisen lisäksi kestävä rakentaminen tarjoaa mahdollisuuksia myös pienille, paikallisille yrityksille.</p> <p>Pientalovaltaisen asuntoalueen suunnittelussa arvoketju yleissuunnittelusta valmiiksi asuntoalueeksi on ajallisesti pitkä. Alkuvaiheessa onkin täsmällisten asiakastarpeiden sijaan tärkeää säilyttää mahdollisuus muutoksiin.</p> <p>Rakentamisen arvoketjujen on pystyttävä kehittämään ratkaisuja muuttuvaan toimintaympäristöön. Rakennuksille on löydettävä käyttöä koko suunnitellun elinkaaren ajan. Energiatohokas rakennus ei ole ympäristöstävällinen ja taloudellisesti kannattava, mikäli se on vajaakäytössä tai puretaan ennen aikojaan. Tämän alueet ja rakennukset ovat energiatohokkaita vain edeltäjiinsä verrattuna.</p>
ISBN, ISSN	ISBN 978-951-38-7856-6 (nid.) ISSN 2242-1211 (nid.) ISBN 978-951-38-7861-0 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/publications/index.jsp">http://www.vtt.fi/publications/index.jsp</a> ) ISSN 2242-122X (URL: <a href="http://www.vtt.fi/publications/index.jsp">http://www.vtt.fi/publications/index.jsp</a> )
Julkaisuaika	Syyskuu 2012
Kieli	Suomi, englanninkielinen tiivistelmä
Sivumäärä	52 s. + liitt. 23 s.
Projektin nimi	Kestävän yhdyskunnan arvoketjut – KERVO
Toimeksiantajat	Tekesin Kestävä yhdyskunta -teknologiaohjelma, Oulun kaupunki, Pöyry Finland Oy, NCC Rakennus Oy, RTK-Palvelu Oy, Kiinteistö-Tapiola Oy, VTT ja Oulun yliopisto
Avainsanat	Sustainable community; business opportunity; business model; sustainable technology
Julkaisija	VTT PL 1000, 02044 VTT, Puh. 020 722 111



Title	<b>Turning construction of a sustainable community into business</b>
Author(s)	Terttu Vainio, Kari Nissinen, Veli Möttönen, Suvi Vainio, Maila Herrala & Harri Haapasalo
Abstract	<p>The aim of the project was to increase understanding about what a sustainable community is like and how one can be built. The report describes briefly the theoretical backgrounds of all three dimensions sustainability and presents assessment methods as well as tests two of them on Hiukkavaara, Oulu.</p> <p>The crucial decisions regarding building a sustainable community are made already before planning starts during goal setting. Zoning, planning and construction for their part meet set goals. During the life cycle, the use phase has a decisive influence especially on the dimension of socially and ecologically sustainable development. The built environment may either waste or generate energy during the life cycle. In principle, socially sustainable development is considered more of a process than an achieved status. If successful, it increases the status and value of an area which is part of economically sustainable development. The aspects of sustainable development are not separate but merge with each other.</p> <p>Considering the viewpoint of sustainable development in construction creates new and expands existing business opportunities at all phases of the building process. In addition to life-cycle projects suitable for large companies with risk-bearing capacity, or building of novel networks, sustainable construction offers opportunities also for small, local companies.</p> <p>In the design of a one- and two-family house dominated residential area the value chain from general design to finished residential area is long time-wise. Thus, in the early phase it is important to retain the possibility to make changes instead of meeting exact client needs. A concrete example of that is the improvement of the energy efficiency of one- and two-family houses which calls into question the profitability of building a district heating system.</p> <p>The value chains of construction must be able to develop solutions for the changing operating environment. Uses must be found for buildings throughout their entire planned life cycle. An energy efficient building is not environmentally friendly and economic if it is underutilised or demolished prematurely.</p>
ISBN, ISSN	ISBN 978-951-38-7856-6 (soft back ed.) ISSN 2242-1211 (soft back ed.) ISBN 978-951-38-7861-0 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/publications/index.jsp">http://www.vtt.fi/publications/index.jsp</a> ) ISSN 2242-122X (URL: <a href="http://www.vtt.fi/publications/index.jsp">http://www.vtt.fi/publications/index.jsp</a> )
Date	September 2012
Language	Finnish, English abstract
Pages	52 p. + app. 23 p.
Name of the project	Value chains of sustainable community
Commissioned by	The Tekes Sustainable Community Programme, the City of Oulu, Pöyry Finland Oy, NCC Construction Ltd, RTK-Palvelu Oy, Tapiola Real Estate Ltd, VTT Technical Research Centre of Finland and University of Oulu
Keywords	Sustainable community; business opportunity; business model; sustainable technology
Publisher	VTT Technical Research Centre of Finland P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland, Tel. 020 722 111



**VTT** on puolueeton, moniteknologinen tutkimusorganisaatio. VTT tuottaa yhdessä kotimaisten ja kansainvälisten asiakkaidensa ja yhteistyökumppaneidensa kanssa tieteelliseen tutkimukseen pohjautuvia innovaatioita ja luo näin edellytyksiä yhteiskunnan kestäväälle kehitykselle ja hyvinvoinnille.

Liikevaihto: 300 milj. euroa

Henkilöstö: 3 200

## **VTT:n julkaisut**

VTT:läiset julkaisevat tutkimustuloksia ulkomaisissa ja kotimaisissa tieteellisissä lehdissä, ammattilehdissä ja julkaisusarjoissa, kirjoina, konferenssisitelminä, patenteina sekä VTT:n omissa sarjoissa. VTT:n julkaisusarjat ovat VTT Visions, VTT Science, VTT Technology ja VTT Research Highlights. Sarjoissa ilmestyy vuosittain noin sata korkeatasoista tiede- ja ammattijulkaisua. Julkaisut ilmestyvät verkossa ja suurin osa myös painettuna.

### **VTT Visions**

Sarja sisältää tulevaisuudennäkymiä ja ennakoiteja VTT:n näkemyksen mukaan merkittävistä teknologisista, yhteiskunnallisista ja liiketoiminnallisista teemoista. Sarja on suunnattu erityisesti yritysten ja julkishallinnon päättäjille ja asiantuntijoille.

### **VTT Science**

Sarja tuo esille VTT:n tieteellistä osaamista. Siinä ilmestyy väitöskirjoja ja muita vertaisarvioituja julkaisuja. Sarja on suunnattu erityisesti tutkijoille ja tiedeyhteisölle.

### **VTT Technology**

Sarja sisältää julkisten tutkimusprojektien tuloksia, teknologia- ja markkinakatsauksia, kirjallisuustutkimuksia, oppaita ja VTT:n järjestämien konferenssien esitelmää. Sarja on suunnattu ammattipiireille, kehittäjille ja soveltajille.

### **VTT Research Highlights**

Sarjassa esitellään tiiviissä muodossa VTT:n valittujen tutkimusalueiden uusimpia tuloksia, ratkaisuja ja vaikuttavuutta. Kohderyhmänä ovat asiakkaat, päättäjät ja yhteistyökumppanit.

## Kestävän yhdyskunnan rakentaminen

### Näkökuimia ja liiketoimintamahdollisuuksia

Kestävän yhdyskunnan arvoketjut (KERVO) -projektissa on perehdytty kestävän rakennetun ympäristön ominaisuuksiin ja arviointimenetelmiin. Kestävää kehitystä on tarkasteltu ns. kolmen pilarin mallin mukaisesti ja havaittu näiden – sosiaalisen, ekologisen ja taloudellisen ulottuvuuden kietoutuvan toisiinsa.

Kestävän yhdyskunnan rakentamisen ratkaisevat päätökset tehdään jo ennen suunnittelun aloittamista. Kaavoituksen, suunnittelun ja rakentamisen on täytettävä omalta osaltaan asetetut tavoitteet. Suunnittelun osuus elinkaaren kustannuksista on vähäinen. Siihen panostamalla voidaan kuitenkin vaikuttaa merkittävästi sekä rakentamisen elinkaarikustannuksiin että tiloissa tapahtuvan toiminnan tehokkuuteen.

Nykyinen yhdyskuntarakentaminen ja yksittäisten rakennusten rakentaminen vastaa ihmisten toiveita mutta on ekotehokasta vain verrattuna aiempaan rakentamiseen. Tulevaisuuden haasteisiin vastaaminen vaatii harppausta rakentamisessa ja uusien teknologioiden hyödyntämisessä. Julkisen ohjauksen rooli on merkittävä varsinkin pientaloalueiden rakentamisessa.

ISBN 978-951-38-7856-6 (soft back ed.)

ISBN 978-951-38-7861-0 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

ISSN 2242-1211 (soft back ed.)

ISSN 2242-122X (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

