

# NORMEJA VIHHERKATOILLE – PERUSTEITA KEHITTÄMISEEN

| Laurila Sari | Jyrkänkallio-Mikkola Jenny | Mesimäki Marja |  
| Kallio Pasi | Kuoppamäki Kirsi | Nieminen Hanna | Lehvävirta Susanna |



**Tämä raportti on tuotettu osana EAKR-projektia Kohti kestävästä kaupunkia – optimaalinen viherkatto suomalaisiin olosuhteisiin; esiselvityshanke normistojen kehittämiseksi. Projektin toteuttajana on ollut Helsingin yliopiston Koulutus- ja kehittämiskeskus Palmenia yhteistyössä Helsingin yliopiston Viides ulottuvuus – viherkatot osaksi kaupunkia -tutkimusohjelman ja Viher- ja ympäristörakentajat ry:n kanssa. Lisäksi mukana ovat olleet Espoon, Helsingin ja Hyvinkään kaupungit sekä alan yrityksistä Biomass Refine Technologies BRT Ltd Oy, EG-Trading Oy, Envire VRJ Group, Icopal Oy, Nordic Waterproofing Oy/Kerabit Oy, Novarbo Oy, Puutarhapalvelu Hannonen Oy, Roslings Manor Gardens, Oy Viacon Ab ja Vihervakka Oy. Rahoituksen hallinnoijana oli Päijät-Hämeen liitto.**

Kannen kuva: Vuonna 1990 perustettu viherkatto Helsingissä Pohjois-Haagassa. Viherkaton pinta-ala on noin 330 m<sup>2</sup>, kasvilajeja on yli 30 (mm. nurmirölli, kissankello, rönstyrölli, punanata, lampaannata, peltokanankaali, päivänkakkara, lehtonurmikka, puna-apila, valkoapila ja keto-orvokki).

Kuvat: Malgorzata Gabrych (ellei toisin mainita)

ISBN 978-952-10-7778-4

# SISÄLLYSLUETTELO

<b>1</b>	<b>SELVITYKSEN TAUSTA JA TAVOITE</b> .....	<b>4</b>
1.1	Viherkattojen edistämisen ympäristöpoliittinen tausta .....	6
1.2	Viherkatot voivat tuottaa ekosysteemipalveluja ja muita hyötyjä – optimoinnin haasteet ja mahdollisuudet .....	7
<b>2</b>	<b>VIHERKATTOJEN RAKENNE JA LUOKITTELUN HAASTEET</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>VIHERKATTOJEN SUORITUSKYKY JA SEN TAVOITETASO</b> .....	<b>13</b>
3.1	Hulevesien hallinta ja viherkatolta suotautuvan veden laatu.....	13
3.2	Monimuotoisuuden lisääminen.....	17
3.3	Virkistysyödyt, saavutettavuus .....	21
3.4	Melun vähentäminen ja vaimentaminen .....	26
3.5	Energian säästö .....	28
3.6	Epäpuhtauksien poistaminen ilmasta .....	29
3.7	Hiilen sitominen.....	31
3.8	Kokonaisvastuullisuus viherkattojen materiaaleista .....	33
<b>4</b>	<b>VIHERKATTOJA KOSKEVIEN OHJAUSKEINOJEN KEHITTÄMINEN</b> .....	<b>36</b>
4.1	Ohjauksen tarve ja välineet.....	36
4.2	Maankäytön suunnittelun ja rakentamisen sääntely.....	38
4.2.1	Kaavoitus .....	38
4.2.2	Rakennusjärjestys ja rakentamistaohjeet .....	43
4.2.3	Rakentamista koskeva sääntely .....	44
4.2.4	Rakentamisen lupajärjestelmä ja valvonta .....	45
4.3	Taloudelliset ohjauskeinot .....	47
<b>5</b>	<b>LOPUKSI</b> .....	<b>49</b>
	<b>LIITE 1: VIHERKATTOTOIMIJOIDEN NÄKEMYKSIÄ NORMITETTAVISTA ASIOISTA JA OHJAUSKEINOISTA</b> .....	<b>50</b>
	<b>LÄHTEET</b> .....	<b>56</b>

# 1 SELVITYKSEN TAUSTA JA TAVOITE

Viherkatot nähdään keinona hallita ja vähentää kaupungistumisen ja ilmastonmuutoksen aiheuttamia ympäristöhaittoja, kuten kaupunkien lämpösaarekeilmiötä, eli kaupunkirakenteen kuumenemistä, tulvavesipulsseja ja meluisuutta. Siksi ne yleistyvät maailmalla nopeasti erityisesti kaupungeissa, joissa on runsaasti päällystettyä, vettä läpäisemätöntä pintaa ja hyödyntämätöntä tilaa kiinteistöjen katoilla. Suomalainen rakennuskulttuuri ja kaupunkisuunnittelu eivät ole nykyaikaisten viherkattoratkaisujen suhteen olleet eturintamassa. Kiinnostus on kuitenkin herännyt erityisesti hulevesien hallintaongelmien ja myös ekosysteemipalveluja ja vihreää infrastruktuuria koskevan keskustelun johdosta suomalaisissakin kaupungeissa.

Viherkatot ovat osa vihreää infrastruktuuria, (1) joka Suomen ympäristökeskuksen raportissa määritellään seuraavasti: Strategisesti suunniteltu verkosto, johon kuuluu niin luonnollisia kuin ihmisen luomiakin viheralueita, pihojen kasvullisia osia, pienvesiä ja vesialueita ja muita fyysisiä luonnon elementtejä, ja joka on suunniteltu tuottamaan erilaisia ekosysteemipalveluja ja jota hoidetaan tässä tarkoituksessa (2). Mainitut ekosysteemipalvelut voivat olla esimerkiksi kestävyyttä ja sopeutumiskykyä ilmaston muuttuessa, lisää luontoa ja luonnon monimuotoisuutta, esteettisiä kokemuksia, viihtyisyyttä sekä psyykkistä ja fyysistä hyvinvointia. Läheisiä käsitteitä vihreälle infrastruktuurille ovat mm. viherrakenne ja viheralueverkosto.

Yksi este viherkattojen laajamittaiselle hyödyntämiselle on kaavoituksessa ja rakennussuunnittelussa tarvittavan osaamisen ja helposti tarjolla olevan, luotettavan tiedon puute. Viherkattoja on monenlaisia moneen tarkoitukseen. Niiden ominaisuudet, vaatimukset ja hyödyt poikkeavat toisistaan, ja parhaan ratkaisun valitseminen kulloiseenkin paikkaan on haastavaa. Jos suunnittelijoilla ja toteuttajilla ei ole riittävää tietoa, saatetaan päätyä tuttuihin, totuttuihin konsepteihin. Tällöin viherkattojen yleistyminen voi johtaa yksipuolisiin ratkaisuihin, joilla ei saavuteta parhaita hyötyjä. Haasteeseen vastaaminen edellyttää suomalaisen ympäristöön, ilmastoon ja kaupunkikulttuuriin soveltuvien viherkattojen rakennetyyppien luokittelua ja tietoa luokittelun pohjaksi sekä soveltuvien ohjauskeinojen kehittämistä.

Viherkatolla tässä tekstissä tarkoitetaan kattoa, jonka päällä on kasvillisuutta ja kasvillisuuden edellyttämät alusrakenteet. Kansainvälisesti käytössä on useita termejä, mm. green roof, eco-roof ja vegetated roof. Suuri osa Euroopassa käytetyistä, nykyaikaisista viherkattoratkaisuista perustuu saksalaisen Maisemoinnin ja maisemoinnin kehittämisen ja tutkimuksen yhdistyksen (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, FLL) suosituksiin (3), joiden viherkattorakentamiseen liittyvät ohjeet ovat varsin tarkkoja. FLL:n ohjeistus on kuitenkin tehty keskieuropalaiseen olosuhteisiin, jotka eivät suoraan vastaa suomalaisia. Suomeksi viherkattorakentamista on ohjeistettu Rakennustiedon vuonna 1999 toimittaman tuotekortin (RT 85-10709) avulla. Sen päivittämisen tarve on alan toimijoiden keskuudessa todettu, ja prosessi kortin päivittämiseksi käynnistettiin keväällä 2014. Uusia viherkattoihin liittyviä tutkimustuloksia tuotetaan maailmalla kiihtyvällä tahdilla ja moninaista muuta kirjavaa tietoa löytyy netistä runsaasti. Viherkattokiinnostuksen kasvua kuvaa hyvin, että haku Googlessa termillä ”Green roof” tuotti lokakuussa 2010 noin 800 000 osumaa, vain puoli vuotta myöhemmin toukokuussa 2011 yli 9 miljoonaa osumaa, ja edelleen reilu kaksi vuotta siitä eteenpäin elokuussa 2013 noin 121 miljoonaa osumaa (Lehvävirta). Muutamissa keskeisissä tieteellisten tutkimusten tietokannoissa ”Green roof” -hakusanalla (kaikki dokumenttityypit, kaikki alat) osumia löytyy seuraavasti: Web of Science (449), Scopus (1033), Ebscohost Databases (1061) (Mesimäki, haku suoritettu 24.6.2014). Viherkattotutkimus on lisääntynyt tasaisesti viimeisen kymmenen vuoden aikana, kuten Blank ym. osoittaa (4). Tutkimus on kyseisen kirjallisuuskatsaus-tutkimuksen mukaan monitieteistä ja sisältää sekä teknisiä että luonnontieteitä, joskin insinööritieteet (sis. arkkitehtuuri ja rakentaminen) ovat hallinneet julkaisukenttää. Se esittää, että viherkattotutkimuksen yksi keskeinen tulevaisuuden ala on luonnon monimuotoisuuden suojelun tutkimus: kuinka viherkatot toimivat biologisina systeeminä, ekologian menetelmiä ja käsitteitä hyödyntäen. Helsingin yliopiston Viides ulottuvuus – viherkatot osaksi kaupunkia tutkimusohjelma tuottaa tieteidenvälistä tutkimustietoa viherkatoista erityisesti suomalaisissa olosuhteissa huomioiden vahvasti tämän näkökulman.

Viherkattojen yleistyessä yhteisten normien kehittäminen on tarpeellista, jotta viherkattojen toteuttamisessa vältetään sellaiset epäonnistuneet ja/tai kestävämmät ratkaisut, joissa viherkatoista saatavat ekosysteemipalvelut jäävät toteutumatta, taloudelliset tai ympäristölliset kokonaisyhdyt jäävät negatiivisiksi tai viherkatot eivät muutoin toimi halutulla tavalla. Normilla tarkoitetaan tässä yhteydessä niin virallisia, velvoittavuuteen perustuvia (esim. lait ja määräykset) kuin epävirallisia, toimijoiden itsensä määrittämiä, ”moraalisesti” velvoittavia (esim. hyvä rakentamistapa).

Vaikka laajat tieteelliset ja käytännölliset tutkimukset ovat jo osoittaneet viherkattojen monenlaiset hyödyt, niiden käyttö osana kaupunkien vihreää

infrastruktuuria voi merkittäväällä tavalla hidastua, mikäli niiden toteutuksissa epäonnistutaan. Koska monet viherkatoista saatavat hyödyt kohdistuvat paljon laajemmalle kuin vain rakennuksen asukkaisiin ja omistajiin ja ovat siten ns. julkisia hyötyjä, pitäisi niiden rakentamiseen saada tehokkaita kannustimia (5). Mm. ilman laadun paraneminen ja kaupunkialueen lämpösaarekeilmiön vähentäminen hyödyttävät kaikkia kaupunkilaisia.

Tämä raportti kokoaa **Kohti kestäväää kaupunkia – optimaalinen viherkatto suomalaisiin olosuhteisiin**; esiselvityshanke normistojen kehittämiseksi -projektin tulokset yhteen ja saattaa ne erilaisten kohderyhmien käyttöön. Tarkoituksena on tunnistaa viherkattojen rakenteisiin ja toimivuuteen sekä niihin soveltuviin ohjaukeinoihin liittyvät mahdollisuudet ja haasteet. Tavoitteena on nostaa esiin niitä seikkoja, joita viherkattojen osalta olisi mahdollista ja tarpeellista määritellä sekä ohjata. Raportissa pohditaan myös sitä, tulisiko viherkattoja säännellä ja jos, niin missä, miten ja kenen toimesta.

Esiselvitystä varten tutustuttiin tarjolla olevaan tieteelliseen tutkimuskirjallisuuteen sekä järjestettiin alan sidosryhmien edustajille (viheralan toimijat ja yritykset, kaupunkien kaavoittajat, rakennusvalvojat ja paloviranomaiset) työpajoja, joissa keskusteltiin hankkeen teemaan liittyvistä kysymyksistä ja kerättiin toimijoiden käsityksiä normittamisen ja ohjeistamisen tarpeesta ja keinoista.

## 1.1 Viherkattojen edistämisen ympäristöpoliittinen tausta

Luonnon monimuotoisuuden turvaaminen on viime vuosina noussut vahvasti esille muiden muassa YK:n kansainvälisen luonnon monimuotoisuuden vuosikymmenen (2011 - 2020) ja EU:n biodiversiteettistrategian myötä. Toukokuussa 2013 Euroopan komissio hyväksyi vihreän infrastruktuurin strategian (6). Sitoumus tämän strategian luomiseen sisältyi jo edellä mainittuun 2011 hyväksytyyn luonnon monimuotoisuutta koskevaan EU:n strategiaan (7). Luonnon monimuotoisuudella voidaan sanoa olevan itseisarvo (joskin luonnon itseisarvosta on myös kiistelty paljon), ja sen lisäksi on alettu ymmärtää myös sen merkittävä taloudellinen arvo. Ihmisten olemassaolo ja hyvinvointi lepäävät luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemien tarjoamien palveluiden varassa. Viherkatot ja niiden tuottamat ekosysteemipalvelut ovat yksi keino vihreän infrastruktuurin strategian toteuttamiseksi erityisesti rakennetussa ympäristössä.

Ekosysteemipalvelut -termi esiintyi ensimmäisen kerran Ehrlichin ja Mooneyn artikkelissa 1983 (8). Suomessa termi yleistyi viimeistään Maailman tila 2008 -teoksen myötä (9). Ekosysteemit tarjoavat meille monenlaisia palveluita

ja hyödykkeitä, niin aineellisia kuin aineettomia. Ekosysteemipalvelut luokitellaan EU:n Ekosysteemihyödykkeet ja palvelut -julkaisun mukaan neljään luokkaan seuraavasti(10):

1. tuotantopalvelut, joihin kuuluu mm. ruoka, vesi ja puu,
2. sääntelypalvelut, joihin kuuluu mm. ilmaston ja sademäärän sääntely,
3. kulttuuriset palvelut, jotka pitävät sisällään mm. luonnon kauneuden ja virkistyspalvelut ja
4. tukipalvelut, joihin kuuluu mm. yhteyttäminen ja ravinteiden kierto

Ekosysteemien toiminta ja ekosysteemipalvelujen saatavuus ovat maankäytön ja luonnon monimuotoisuuden vähenemisen vuoksi heikentyneet (7, 11). Euroopassa erityisesti kaupunkialueilla yhä tihenevä rakentaminen uhkaa monimuotoisuutta. Vihreän infrastruktuurin ideaa on kehitetty mm. sillä ajatuksella, että sen avulla voitaisiin vähentää luontoon kohdistuvia haitallisia vaikutuksia.

Vihreä infrastruktuuri korostaa monitoiminnallisuutta: kykyä toteuttaa useita ekologisia, sosiaalisia ja taloudellisia tehtäviä ja tarjota päällekkäisiä hyötyjä samalla alueellisella tasolla (1). Siten vihreä infrastruktuuri tuottaa ekosysteemipalveluita, korostaen luonnonsuojelun ja ekologisesti kestävästä kaupunkisuunnittelun keskinäistä yhteyttä. Viherkatot on yksi konkreettinen esimerkki vihreän infrastruktuurin monitoiminnallisuudesta, koska ne tarjoavat useita toimintoja ja hyötyjä samalla fyysisellä alueella, usein yhtäaikaaisesti (6). Viherkatot liittyvät ekosysteemipalvelut, vihreän infrastruktuurin ja eläin- ja kasvilajien suojelun luontevalla tavalla osaksi kaupunkisuunnittelua, mikä tarjoaa uudenlaisia mahdollisuuksia kaupunkialueiden kokonaisvaltaiseen kehittämiseen.

## 1.2 Viherkatot voivat tuottaa ekosysteemipalveluja ja muita hyötyjä – optimoinnin haasteet ja mahdollisuudet

Väestöennusteen mukaan Suomen väkiluku kasvaa vuoteen 2020 mennessä noin 5,63 miljoonaan (12), ja kaupunkimaisten kuntien väkiluku kasvaa koko ajan (13). Viherkatoista saatavat hyödyt liittyvät erityisesti kaupungistumisesta aiheutuviin haittoihin. Työpajoissa kaavoittajien kanssa käytyjen keskustelujen perusteella voidaan todeta, että hulevesien eli rakennetuilta alueilta pois johdettavien sade- ja sulamisvesien hallinta on tähän saakka ollut merkittävin kaavoittajien peruste viherkattojen rakentamiselle suomalaisissa kaupungeissa. Viherkatot tarjoavat kuitenkin myös monia muita tärkeitä ekosysteemipalveluja ja ympäristöhyötyjä, joita ei toistaiseksi ole riittävästi tunnustettu ja tunnustettu tai osattu niveltää osaksi kaupunkisuunnittelua (14).

Viherkattojen avulla on mahdollista vähentää melua ja lievittää lämpösaarekeilmiötä eli kaupunkirakenteen kuumenemistä, puhdistaa ilmaa, lisätä kaupunkiluonnon määrää ja monimuotoisuutta sekä sitoa hiiltä. Niillä on esteettistä arvoa ja ne voivat tuoda myös taloudellista hyötyä. Vihernäkymien ja viheralueiden on todettu vaikuttavan myönteisesti ihmisen sekä fyysiseen että henkiseen terveyteen ja hyvinvointiin (15, 16, 17). Riippuen katon rakenteesta ja eristyksen määrästä viherkatolla voidaan vähentää lämmityksen ja jäähdytyksen tarvetta (18) ja pidentää katemateriaalin ikää merkittävästi, kun siihen kohdistuva lämpötilanvaihtelusta aiheutuva rasitus vähenee (19, 20). Taloudellista etua saadaan mahdollisesti tulevaisuudessa aurinkokeräinten ja viherkaton toisiaan hyödyttävästä vaikutuksesta (21). Aurinkokeräimet varjostavat viherkattoa, mikä paahteisissa olosuhteissa parantaa kasvipeitteen kasvuolosuhteita. Viherkatto puolestaan tarjoaa aurinkokeräimille aurinkoisella säällä tavanomaista kattoa viileämmän ympäristön, mikä edistää niiden toimintaa. Vaikutus on merkittävin kuumassa ilmastossa, ja lisätutkimusta tarvitaan vielä sen merkityksen arvioimiseksi pohjoisessa ilmastossa (22).

Viherkatot ovat hyvä esimerkki monitoiminnallisesta vihreästä infrastruktuurista, sillä yhdellä ja samalla katolla voidaan helpottaa hulevesien hallintaa, vähentää rakennuksen energiantarvetta, lisätä vihernäkymiä ja -kokemuksia, tarjota kaupunkiviljelymahdollisuuksia ja lisätä kaupunkiluontoa (23). On kuitenkin huomattava, että vaikka viherkatot lisäävät kaupunkiluonnon määrää, ne eivät voi ekosysteemipalvelujen kokonaistarjonnan suhteen eivätkä luonnon monimuotoisuuden näkökulmasta korvata luonnontilaisia tai muitakaan maan pinnan tasossa olevia viherympäristöjä (24).

Luokittelun ja ohjauksen näkökulmasta viherkattojen monipuolisuus ja monitoiminnallisuus on selkeä etu mutta myös haaste. Jotta erilaiset hyödyt (ekosysteemipalvelujen tuotanto, tekniset ja taloudelliset hyödyt, luonnon monimuotoisuuden tukeminen), voidaan täysimääräisesti saavuttaa erityyppisissä kaupunkiympäristöissä, tarvitaan riittävä tietopohja erilaisten viherkattoratkaisujen merkityksestä ja suorituskyvystä (esim. hulevesien pidätyskapasiteetti), sovellettavuudesta ja roolista kaupunkisuunnittelussa ja -rakentamisessa. Mikäli viherkaton käyttötarkoitus ja sen halutut toiminnallisuudet eivät ole alusta alkaen kaikille osapuolille selviä, eivät tavoite ja toteutus välttämättä kohtaa. Viherkatot ovat rakennettu- ja ympäristöjä, eikä niille löydy suoraa vastinetta maan pinnan viheralueista tai ekosysteemeistä. Siksi myös niiden lainsäädännöllinen asema on vielä epäselvä.

Ainakin osaa viherkattojen tuottamien hyötyjen toteutumisesta olisi mahdollista ohjata määrittelemällä kunkin kohteen tai alueen osalta, mitä ekosysteemipalveluita erityisesti halutaan painottaa. Näin voidaan helpottaa kaikkien osapuolien keskustelua ja yhteistä ymmärrystä. Esimerkiksi hulevesien hallintaan ja melun vähentämiseen sopiville viherkattoratkaisuille on mahdollista ja kannatettavaa



määritellä jokin tietty vähimmäistaso tai tavoitetaso toimivuuden suhteen. Jos vaikkapa kaavoittaja tai rakennuttaja esittää toiveen lentomelualueelle rakennettavasta melua vaimentavasta viherkatosta, jonka on tarkoitus toimia myös osana alueen hulevesien hallintaa, pitää viherkaton suunnittelusta ja toteuttamisesta vastaavien ammattilaisten pystyä suunnittelemaan ja toteuttamaan haluttu ratkaisu oikein. Tämä edellyttää, että erilaisten viherkattojen suorituskyky tavoiteltujen ominaisuuksien osalta on viherkaton suunnittelijan, toimittajan ja rakentajan saatavilla. Jos esimerkiksi kaavoittaja haluaa määrätä tiukasti tietyn tavoitetason, on hänellä oltava käytössään sopivat työkalut suunnittelun ja rakentamisen ohjaukseen, vaikkapa täsmälliset kaavamerkinnot (25).

Seuraavassa esitellään tässä hankkeessa tehtyyn selvitykseen perustuen: viherkaton rakennetta ja sen luokittelun haasteita (luku 2); mitä viherkattojen ominaisuuksia ja toiminnallisuuksia voidaan määritellä ja mahdollisesti ohjata / ohjeistaa (luku 3); minkälaisia välineitä ja keinoja ohjaamiseen ja ohjeistamiseen on tarjolla (luku 4) sekä millainen kokonaiskuva rakentui projektin työpajoissa käydystä keskustelusta (liite 1).

## 2 VIHERRAKENNE JA LUOKITTELUN HAASTEET

Viherkaton rakennekerrosten materiaali ja ominaisuudet vaikuttavat viherkaton tuottamiin ekosysteemipalveluihin ja suorituskykyyn. Viherkattorakenteen alla on aina kantava kattorakenne vedeneristeinen ja mahdollisine sitä suojaavine kerroksineen. Viherkattorakenne koostuu yksinkertaisimmillaan juurisuojusta, kasvu-  
alustasta ja kasvillisuudesta. Muita mahdollisia ovat erilaiset salaoja- ja vedenpidätyskerrokset. Näiden valinta riippuu aina viherkaton toimivuudelle asetetuista, tapauskohtaisista tavoitteista ja ympäristöllisistä olosuhteista.



Ikanon koeviherkaton asennuksen vaiheita: vasemmalla salaoja- ja vedenpidätyskerroksen asennus, oikealla kasvualustan nosto suursäkeissä katolle, alhaalla kasvualustan asentamista.

Kasvualustan paksuuden mukaan viherkatot jaotellaan useissa yhteyksissä ekstensiivisiin, intensiivisiin ja toisinaan jaottelussa on mukana vielä näiden välimuoto, semi-intensiivinen viherkatto (3, 26). Tämä jaottelu on kuitenkin ongelmallinen, sillä selviä yhteisesti sovittuja kriteereitä ei ole. Toisen tutkijan luokittelun mukaan viherkatto voi olla ekstensiivinen, kun toisen mielestä se on intensiivinen (27).

Paitsi kasvualustan paksuus, myös muut viherkaton rakennekerrokset vaikuttavat sen ominaisuuksiin, toimintaan ja elinkaareen. Viherkattoa on tarkasteltava kokonaisuutena. Rakennevaihtoehtoja saman suorituskyvyn saavuttamiseen esimerkiksi hulevesien hallinnassa on varmasti useita ja siksi on mahdotonta määrittää juuri yhtä tiettyä oikeaa. Siksi on tärkeää, että alan yritykset pystyvät tarvittaessa todentamaan tarjoamiensa viherkattotuotteiden ominaisuudet.

Erilaisten hyötyjen optimoinnin kannalta jako ekstensiivisistä intensiivisiin viherkattoihin (26) ei palvele riittävän hyvin. Ehdotamme viherkatoille kehitettäväksi luokittelua, joka perustuu niiden toiminnallisuuteen eli niihin tavoitteisiin, joita viherkatoille asetetaan suorituskyvyn näkökulmasta. Näin syntyvä luokittelu tukisi oleellisesti suunnittelua, tuotteistamista ja tavoitteiden toteutumista. Esimerkiksi hulevesien hallintaan tarkoitetuille viherkatoille voidaan määritellä vedenpidännän tavoitekapasiteetit pinta-alayksikköä kohden; monimuotoisuuskaatoille puolestaan voidaan Sveitsin Baselin malliin määritellä kasvualustan paksuus ja sen vaihtelu, lajisto, sekä erilaisia monimuotoisuutta edistäviä komponentteja. Tällaisella ”toiminnallisuusluokituksella”, joka lähtökohtaisesti määrittelee viherkattoja hyötyjen, ei rakenteiden kautta, voitaisiin saavuttaa myös kansainvälisesti sovellettavissa oleva kehikko, johon sitten paikallisesti vain lisättäisiin rakennetiedot ko. hyödyn saavuttamiseen sopivista ratkaisuista.

Puutarhamaiset viherkatot voivat olla esteettisesti ja hoidollisesti vaativia ja avoimia yleisölle, kun taas kevytrakenteiset ja luonnonmukaiset viherkatot saattavat pärjätä lähes hoidotta ja tuottaa ensisijaisesti ekologiaa ja teknisiä hyötyjä. Toisaalta viherkattolle voi olla pääsy, mutta kasvillisuus silti karua, helppohoitoista ja edullista asentaa. Samalle katolle voidaan rakenteiden niin salliessa rakentaa sekä puutarhamaisia että hoitovapaita osia, ja painavimpia ratkaisuja voidaan kenties sijoittaa kantavien rakenteiden päälle silloin, kun ne eivät ole mahdollisia muutoin (28). Samalla katolla voi myös olla useita eri käyttötarkoituksia sekä alueita, joihin käyttäjät pääsevät ja alueita, joihin ei pääse. Viherkatto voi toimia esteettisenä elementtinä kaupunkirakenteessa, jolloin päähuomio kiinnittyy sen sopivuuteen kyseessä olevaan kaupunkimaisemaan ja käyttäjien tarpeisiin; esimerkiksi vanhainkotialueella huomiota voidaan kiinnittää kasvillisuuden terapeuttisiin ominaisuuksiin, koulukiinteistöalueella opetuksellisiin näkökulmiin, kaupunkikeskustassa wow-efektiin jne. Erilaisten tarpeiden, toimintojen, toteutettavuuden ja kustannusten kirjo on laaja, joten ei ole tarkoituksenmukaista niputtaa erilaisia näkökulmia yhden ja saman rakenneratkaisun alle.

Viides ulottuvuus -tutkimusohjelmassa tutkitaan erilaisia viherkattojen toteuttamisratkaisuja, esimerkkinä alla kevytrakenteinen helppohoitoinen viherkatto.

Kevytrakenteinen, luonnonmukainen viherkatto. Kuvassa ei ole erillistä salaojakerrosta, vaan katon kaltevuus oletetaan olevan vähintään 2 astetta. Kasvualusta voi olla esimerkiksi tiilimurskapohjaista, rakennuspaikalta talteen otettua pintamaata tai muuta kierrätettyä, kunhan se on melko hyvin vettä läpäisevää eikä ole liian hienojakoista (savea tai hiesua).

**Ketokasvillisuus (esim. ketoneilikka, kangasajuruoho, ahomansikka, kissankäpäle, päivänkakkara, keto-orvokki)**

**Kasvialusta 10–20 cm**

**Järviruoko tai olkisirppu**

**“Lumppumatto” eli kierrätyskuidusta valmistettu ohuehko vedenpidätyskerros**

**Juurisuoja**



Kuva vasemmalla: Ketokasvillisuutta Vuorikadun koeviherkatolla Helsingissä 2014.

Kuva oikealla: Ketokasvillisuutta Ikanon koeviherkatolla Vantaalla 2014.

## 3 VIHerkattojen suorituskyky ja sen tavoitetaso

Seuraavassa käydään läpi sellaisia viherkattojen ominaisuuksia, joiden suorituskykyä tai saavutettavissa olevan hyödyn tasoa on mahdollista määritellä suhteessa rakenneratkaisuihin. Tällöin voidaan myös laatia tavoitetasoja jonkin tietyn hyödyn saavuttamiseksi ja liittää niitä viherkattojen rakentamista koskevaan ohjeistukseen. Lukuarvot saatetaan mieltää yksiselitteisinä, joten ohjauskeinoja laadittaessa on hyvä pohtia, asetetaanko hyötyjen saavuttamiselle vähimmäistaso vai jokin muu tavoitetaso. Esimerkiksi hulevesien hallintakapasiteetin osalta erilaisilla kaupunkialueilla saatetaan tarvita eritasoista tehokkuutta: mikä riittää yhdellä alueella ei välttämättä riitä toisella. Voidaan myös etsiä kompromissia, joka parhaalla tavalla toteuttaa useampia hyötyjä samanaikaisesti. Kaikille hyödyille ei ole mahdollista laskea täsmällisiä lukuarvoja, mutta toteutuksia voidaan silti ohjata esimerkiksi osana laajempia kokonaisuuksia (esim. virkistyshyödyt). Alla kunkin ominaisuuden osalta kuvataan ko. ominaisuuden merkitys ja suosituksia toteuttamiseen.

### 3.1 Hulevesien hallinta ja viherkatolta suotautuvan veden laatu

#### *Merkitys*

Kaupungistumisen myötä lisääntyvien päällystettyjen pintojen aiheuttamista ympäristöongelmista yksi suurimmista on pintavalunnan lisääntyminen ja äärevöityminen (29). Ilmastomuutoksen seurauksena sademäärän oletetaan Suomessa kasvavan ja rankkasateiden voimistuvan (30). Kokonaissademäärien arvioidaan kasvavan eniten talvella, jolloin sadannan eri olomuodoissaan arvellaan lisääntyvän nykyisestä 10–40 % (31). Rankkasateet painottuvat kesäaikaan (31,32).

Hulevesiä syntyy kaduilta, teiltä, rakennusten katoilta ja muilta rakennetuilta pinnoilta muodostuvana pintavaluntana. Perinteisesti ne johdetaan mahdollisimman tehokkaasti ja nopeasti pois seka- tai erillisviemäröinnin avulla ja ohjataan läheiseen pintavesistöön. Yksittäiset kiinteistöt käsittelevät lisäksi hulevesiä omilla tonteillaan tai ojajärjestelmillä. Vesihuoltolaitos vastaa hulevesien poisjohtamisesta ja käsittelystä toiminta-alueellaan vesihuoltolain mukaan, ja laitos voi periä asiakkailtaan maksua. Hulevesiviemärin toiminta-alueella sijaitsevan kiinteistön tulee liittyä hulevesiverkostoon, ellei kunnan ympäristönsuojeluviranomainen ole kiinteistöä tästä velvoitteesta erikseen vapauttanut. Hulevesien käsittelyn

ja johtamisen suurimmat ongelmat ovat tiiviisti rakennetuilla alueilla, missä läpäisemättömät päällysteet estävät luontaista imeytymistä, viivytystä ja puhdistumista. (33,34)

Valtaosa hulevesistä johdetaan erillisviemäröinnin avulla puhdistamatta suoraan vesistöihin. Sekaviemäröintijärjestelmässä, joita Suomessa löytyy vanhoista kaupunkikeskustoista, hulevedet johdetaan samassa putkessa yhdessä muiden jätevesien kanssa vedenpuhdistamolle (35). Kaupunkien sekaviemäröinnin kapasiteetti voi rankkasateen sattuessa ylittyä, jolloin puhdistamatonta jätevettä voidaan joutua laskemaan suoraan vesistöön (33). Tämän keskitetyn, teknisen hulevesien hallintamenetelmän rinnalle on maailmalla ryhdytty kehittämään ekologista, hajautettua mallia, jossa sadevedet pyritään käsittelemään jo niiden syntysijoilla mm. vihreän infrastruktuurin avulla sekä rakentamalla huleveden varastointialtaita, sadevesipuutarhoja, biosuodatusrakenteita ja kosteikkoja. Näille voi olla vaikeaa löytää maanpinnan tasossa riittävää pinta-alaa kaupunkiympäristössä (36).

Viherkatot pidättävät ja käsittelevät vettä siellä, missä hulevesi syntyy (22). Viherkattojen avulla voidaan merkittävästi pienentää valuntahuippuja, koska valunta viivästyy ja kokonaisvalunta on vähäisempi osan vedestä imeytyessä viherkattoon ja haihtuessa siitä takaisin ilmaan. Valunta myös jakaantuu pidemmälle ajalle viherkaton vapauttaessa kasvualustaan imeytynyttä vettä vähitellen (36). Veden suodattuminen viherkaton läpi ja juuriston mikrobiologinen toiminta puhdistavat sadevettä sen mahdollisesti sisältämistä epäpuhtauksista, joita kaupunkialueilla ovat mm. tyyppi ja sulfaatti



Katolle rakennettu kosteikko, Sins, Aargau, Sveitsi.

(37). Vedenpuhdistus on tehottomampaa rankalla sateella, kun veden virtaus kasvukerroksen läpi on nopeampaa ja mikrobit eivät ehdi käsittelemään vettä (28). Viherkatoista voi toisaalta myös liueta suotautuvaan veteen ravinteita, jos kasvualustaa lannoitetaan, jolloin viherkatoista voi pahimmassa tapauksessa tulla uusi vesistökuormituksen lähde (38). Sateen pidättyminen viherkattoon riippuu sateen voimakkuudesta ja vuodenajasta. Pienet sateet pidättyvät viherkattoihin tehokkaasti varsinkin lämpimänä vuodenaikana. Viherkattojen vedenhallintakyky riippuu myös kasvillisuudesta, kasvualustan koostumuksesta, paksuudesta



Malmön Augustenborgin alueen viherkatto ja kosteikko.

ja kosteudesta. Kasvillisuustyy-piltään ja kasvutavoiltaan monimuotoisten kattojen tehokas kokonaisresurssien käyttö vähentää huleveden ja ravinteiden valuntaa (43). Ominaisuuksiin vaikuttaa myös viherkaton ikä sekä kasvu-alustan ja kasvillisuuden kehityskaari. Pidättyminen riippuu lisäksi katon kaltevuudesta ja muista teknisistä ratkaisuista (39). Luonnollisesti vedenhallintaan vaikuttaa

oleellisesti myös vuodenaika ja sään vaihtelut, kuten lämpötila ja edeltävän kuivan jakson pituus, jotka säätelevät viherkaton kasvualustan kosteutta ja siten vedenpidätyskapasiteettia yhdessä kasvillisuuden kanssa (40). Jos esimerkiksi ohut-rakenteisella, hyvin vettä läpäisevällä viherkatolla on tehokas salaojitus, on selvää, ettei katolla voi olla kovin suurta roolia hulevesien hallinnassa.

### Suositus

Hulevesien hallinnan osalta normit voisivat koskea katoilla pidätettävän veden määrää ja katoilta poistuvan veden laatua. Mikäli viherkaton motiivina on hulevesien hallinta, kaavoittaja voi esimerkiksi ilmaista tahtonsa hulevesikatosta sitovassa kaavamääräyksessä tai väljemmin kaavaselostuksessa, mahdollisesti myös kaavaa tukemaan laadittavissa rakentamistapaohjeissa (ks. tarkemmin näiden instrumenttien käytöstä jäljempänä luvussa 4). Tällöin rakennetaan paikalle viherkatto, jonka ominaisuudet täyttävät veden pidäntä- ja viivytyiskyvyn osalta tietyt tavoitearvot. Kaavamerkintänä ja/tai -määräyksenä voisi olla esimerkiksi vedenpidätyskatto, johon liittyy tavoitekapasiteetti. Tavoitekapasiteetti voidaan asettaa esimerkiksi odotettavissa olevien rankkasadehuippujen mukaan: katon tulee pidättää tietty osuus huippusateesta ja viivyttää veden poistumista katolta tietyn aikaa. Tällainen normi olisi helposti testattavissa tuotteistuksessa standardiolosuhteissa. Tavoitekapasiteettia voidaan nostaa sen mukaan, kuinka tärkeä osa viherkatoilla on alueen hulevesijärjestelmässä.

### Toteuttaminen

Viherkattojen kykyä pidättää ja viivyttää sadevettä on tutkittu paljon, mutta tutkimustulosten vertailtavuus ei ole aivan helppoa tutkimusolosuhteiden vaihtele-

vuoden vuoksi. Lisäksi valtaosa tutkimuksista on tehty Suomea lauhkeammissa olosuhteissa, joten niitä ei suoraan voi soveltaa Pohjolan oloihin.

Mentens ym. (36) on tehnyt yhteenvedoa useiden tutkimusten pohjalta ja sen perusteella viherkatolla, jonka kasvualustan paksuus on keskimäärin 100 mm, valunta on 50 % vuosittaisesta sademäärästä. Vertailuna sorapintaisen katon valunta on 76 %, tavanomaisen katon 81 % ja 25 % viherkatoilla, joiden kasvualustan paksuus on keskimäärin 210 mm. Yhdysvalloissa Pohjois-Carolinassa vuosina 2003 ja 2004 15 kuukauden aikana tehdyssä tutkimuksessa kasvualustaltaan 75–100 mm paksujen ja kaltevuudeltaan 0-3 astetta olevien maksaruohopeitteisten viherkattojen avulla onnistuttiin pidättämään kokonaissadannasta keskimäärin 64 % ja valuntahuipun vesimäärää pystyttiin vähentämään keskimäärin 75 % (41). Berliinissä pystyttiin pidättämään kasvualustaltaan 50–120 mm paksujen viherkattojen avulla vuotuisesta kokonaissadannasta 60–79 % (42). Kuoppamäki ym. ovat tehneet Etelä-Suomessa jatkuvatoimisia mittauksia 100 mm paksuisilla viherkatoilla läpi vuoden ja julkaistuja tuloksia saadaan lähitulevaisuudessa.

Tulee myös muistaa, että vaikka puutarhamaiset viherkatot pidättävät ohutrakenteisia enemmän vettä, niiden kastelu puutarhamaisten olosuhteiden ylläpitämiseksi voi vähentää vedenpidätyskapasiteettia, etenkin jos kastelu on jatkuvaa eikä sadejaksoja osata ennakoida. Kesällä vedenpidätys on suuremmasta kokonaisuudesta johtuen paljon suurempaa kuin talvella (28,36).

Viesien suojelelun kannalta on tärkeää huomata, että ekologisista hyödyistään huolimatta viherkatot voivat toimia myös ravinnelähteenä (27, 38, 41). Erityisesti perustamisvaiheen jälkeinen ravinnevalunta voi olla merkittävää. Tämä on tärkein syy sille, miksi lannoitteiden ja tuholaistorjunta-aineiden käyttöä viherkatoilla tulisi rajoittaa. Biohiili vaikuttaa lupaavalta materiaalilta ravinnevalumien hallintaan, ja samalla se pidättää vettä tehokkaasti katolla ja parantaa kasvien kasvua (44). Vuosina 2012 - 2013 on perustettu laaja koesarja, jossa seurataan biohiilen vaikutusta viherkatoilla Suomessa (Viides ulottuvuus -tutkimusohjelma). Luonnonmukainen viherkatto ei tarvitse lannoitusta, vaan ylläpitää itsensä. Katoviljelyssä, ml. puutarhakatot, valuntaveden talteenotto ja uudelleenkäyttö (suljetut systeemit) ovat keinoja estää ravinteiden päätyminen katolta hulevesiviemärin kautta vesistöihin. Ylipäänsä viherkatoilta suotautuva vesi kannattaisi mahdollisuuksien mukaan hyödyntää esim. istutusten ja hyötyviljelmien kasteluun, koska kasvualustasta suotautuvana se sisältää ainakin jonkin verran ravinteita ja orgaanista ainetta.

Viherkatoilta tulevan valunnan laatuun vaikuttavat (27):

- käytetyt materiaalit (kaikki veden kanssa kosketuksissa olevat, ml. rännimateriaali)
- kasvualustan paksuus



- huolto ja sen yhteydessä mahdollisesti käytettävät kemikaalit
- kasvillisuustyypit, vuodenaika
- sateen dynamiikka
- paikalliset saasteiden lähteet
- tuulensuunta
- katon sijainti suhteessa mahdollisiin päästölähteisiin
- epäpuhtauksien fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet

Kasvualustaan lisätty, pyrolyysin avulla tuotettu biohiili sitoo ravinteita ja vettä (44, 45), joten se tarjoaa yhden tavan parantaa viherkaton ominaisuuksia.

## 3.2 Monimuotoisuuden lisääminen

### *Merkitys*

Luonnonsuojelualueiksi ja luonnontilan palauttamiseksi varatut maa-alueet eivät yksin riitä estämään ihmistoiminnasta johtuvaa maailmanlaajuisia lajien sukupuuttoaaltoa, vaan monimuotoisuutta tulisi vaalia läpäisyperiaatteella kaikkialla (46, 47). Viherkatot ovat yksi keino kaupunkien luonnon monimuotoisuuden lisäämiseksi, sillä niiden perustamiseen ei tarvita uutta maa-alaa, vaan ne voidaan liittää rakennettuun alueeseen (48).

Paahdeympäristöt ovat tärkeitä elinympäristöjä monille kasvilajeille ja selkärangattomille. Monet paahdeympäristöt ovat kuitenkin avoimien alueiden sulkeutumisen vuoksi taantumassa (49). Niiden tilalle on kaupungeissa mahdollisuus tarjota täydentäviä elinympäristöjä, mm. tienpientareita, joutomaita, sorakuoppia ja radanvarsia sekä viherkattoja (50,51). Viherkatot voivat toimia turvapaikkoina taantuville ja harvinaisille lajeille sekä ainakin teoriassa toimia ekologisina astinkivinä ja helpottaa eliölaajien liikkumista ja leviämistä. Viherkattojen on todettu ylläpitävän monimuotoista eläin- ja kasvilajistoa (52,53). Viherkattoinventoinneissa



Kultakuoriainen Ikanon koeviherkatolla Vantaalla.

on havaittu paljon niveljalkaislajeja, esimerkiksi hämähäkkejä, kova-kuoriaisia, ampiaisia, mehiläisiä ja muurahaisia (24). Luonnon monimuotoisuuden kannalta kiinnostavan vaihtoehdon tarjoavat keto- ja niittykatot, joiden kasvillisuus on monipuolinen yhdistelmä kotimaisia kuivissa ja avoimissa ympäristöissä viihtyviä lajeja (54).

Yksi suurimmista viherkattojen monimuotoisuuteen liittyvistä hyödyistä on juuri niiden kyky tarjota elinympäristöjä sinne luontaisesti leviävälle lajeille. Näiden joukossa on todettu olevan mm. kasvutavaltaan toisistaan eroavia kasvilajeja, millä on myönteinen vaikutus viherkaton toimintaan (53). Viherkatoilla on siis potentiaalia spontaanin monimuotoisuuden syntymiseen, kun vain sopivia kasvualustoja on tarjolla (48, 55).

Rajallisen kokonsa vuoksi viherkatot hyödyttävät eniten suhteellisen pienikokoisia ja helposti levittäytymään kykeneviä eliöitä. Lisäksi kuivuuteen sopeutuneet ja sellaiset lajit, jotka kykenevät käyttämään viherkattoja osana laajempaa elinympäristöä (esimerkiksi linnut, pölyttäjähönteiset), hyötyvät viherkatoista eniten. Lajit jotka eivät kykene itsenäisesti siirtymään viherkatoille, eivät pysty hyödyntämään sitä elinympäristönään, ellei niitä tarkoituksellisesti sinne siirretä. Esimerkiksi lierot (*Lumbricidae*) eivät voi siirtyä katolle omin neuvoin ja ohuet kasvualustat ovat monesti sopimattomia elinympäristöjä niille, mistä seuraa, että muut orgaanisen aineen kierrättäjät kuten hyppyhäntäiset (*Collembola*) voivat yleistyä niiden sijaan (23). Kaupunkialueet voivat estää tai hidastaa joidenkin lajien leviämistä (56), ja viherkatot voivat tarjota levähdyspaikkoja esimerkiksi kaupunkien läpi pyrkiville perhoslajeille (57).

On näyttöä siitä, että viherkattojen toiminta on parhaimmillaan, kun niiden ekosysteemi on kasvilajistoltaan monipuolinen ja sisältää kasvutavaltaan erilaisia lajeja, jolloin kasvuyhteisö on monitoiminnallinen (58). Kaukaisempaa sukua olevilla lajeilla on vähemmän täysin samanlaisia ominaisuuksia, ne kilpailevat keskenään vähemmän, käyttävät kokonaisresurssit tehokkaammin ja toimivat paremmin monilajisessa ympäristössä (59). Lisäksi monilajiset yhteisöt kykenevät kasvukauden aikana säilyttämään biomassan vakaampana (60).

Monimuotoinen luonto voi tuottaa hyvinvointi- ja terveyshyötyjä kaupunkilaisille. Hanskin ym. (61) mukaan luonnon monimuotoisuuden vähenemisen ja allergioiden lisääntymisen välillä on yhteys. Monimuotoisessa ympäristössä elävillä ihmisillä oli tutkimuksen mukaan muun muassa vähemmän atooppista ihottumaa kuin yksipuolisessa ympäristössä elävällä vertailuryhmällä. Englannissa tehdyn tutkimuksen tulosten perusteella kasvilajiston rikkaus saattaa vaikuttaa positiivisesti kaupunkiviheralueiden käyttäjien henkiseen hyvinvointiin (62).

### **Suositus**

Mallia olisi mahdollista ottaa esimerkiksi Sveitsin Zürichistä, missä katoille on määritetty ”hyvä tavoitetaso” ja ”erityistaso” ja Baselista, jossa on määritetty viherkaton ominaisuuksia (63).



Viherkattojen runsautta Sveitsissä.

Myös esimerkkejä mahdollisista ohjauskeinoista löytyy mm. Sveitsistä. Siellä lainsäädäntö antaa mahdollisuuden määrätä viherkattojen rakentamisesta ja rakentamisen tasosta paikallisesti, kaupunkitasolla. Baselissa kannustinkampanjoiden ja lainsäädännön muutosten kautta on päästy tilanteeseen, jossa kaikki uudet ja peruskorjattavat tasakatot teh-

dään viherkatoiksi. 2002 uudistettu rakennuslainsäädäntö määrää lisäksi, että (63)

- kasvualustan on oltava alkuperältään paikallista maa-ainesta – paikallisen hortonomin konsultointia suositellaan
- kasvualustan paksuus minimissään 10 cm
- 30 cm syvyisiä ja 3 metrin levyisiä kumpareita tulisi rakentaa selkärangattomien elinympäristöksi
- kasvillisuuden tulisi olla sekoitus paikallisia, alueelle tyypillisiä kasveja
- rakennettaessa yli 1000 m<sup>2</sup> tasakattoja tulee konsultoida kaupungin viherkattoasiantuntijaa niin suunnittelun kuin toteutuksen yhteydessä

Onnistuminen on kuitenkin edellyttänyt kaikkien osapuolien ottamista mukaan jo kannustimia ja lainsäädännön uudistamista suunniteltaessa.

Myös Zürichissä uusille tasakatoille vaaditaan viherkatto, mikäli se taloudellisesti ja teknisesti on kohtuullista toteuttaa eikä katto ole terassikäytössä. Rakennettavat katot on jaettu kahteen vaatimustasoon, joista kevyempi koskee pieniä rakennuksia ja pieniä kattopinta-aloja ja vaativampi, monimuotoisuuskatto suurempia tasakattoja. (Bettina Tschander, PowerPoint-aineisto, saatu 15.5.2014.)



Kuva vasemmalla: Satavuotias orkideakatto Wollishofenissa, Zürichissä. Kasvillisuus koostuu lukuisista ympäröivän alueen kosteiden niittyjen lajeista.

Kuva oikealla: 2010 rakennettu raitiovaunuhallin viherkatto Baselissa Sveitsissä.

Taulukko 1. Viherkattojen rakennusprosessia ja itse viherkattoa koskevia laatuvaatimuksia Zürichissä.

<p><b>”Perustason” viherkaton rakentamisprosessia koskevat vaatimukset</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mahdollisuus keskusteluun viranomaisten kanssa, tietoa ja ohjeita rakentajalle</li> <li>- virallinen lausunto rakennuslupaa varten</li> <li>- suositukset viherkaton laadusta, vastuu rakentajalla</li> </ul>	<p><b>Luonnon monimuotoisuutta erityisesti edistävän viherkaton rakentamisprosessia koskevat vaatimukset</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aina keskustelut viranomaisten kanssa, tietoa rakentajille</li> <li>- rakennusluvassa lausunto, jossa edellytetään             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) kaupungin viranomaisen neuvontaa</li> <li>2) korkeaa laatua</li> <li>3) suunnitelmien esitarkastus ennen rakennuslupaa, mm. 2) teknisen kattopiirroksen hyväksyttäminen</li> </ol> </li> </ul>
<p><b>”Perustason” viherkattoa koskevia vaatimuksia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kasvualustan paksuus vähintään 10 cm</li> <li>- vedenpidätyskyky vähintään 45 l/m<sup>2</sup></li> <li>- vettä kasvien käytössä vähintään 25 l/m<sup>2</sup></li> <li>- sveitsiläisiä kasveja, paikallista alkuperää, paahteisiin ja kuiviin ääriolosuhteisiin sopeutuneita</li> </ul>	<p><b>Mahdollisia lisävaatimuksia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kasvualustan laatu, esim. paikallista pintamaata</li> <li>- vaihteleva kasvualustan paksuus</li> <li>- siementen alkuperä paikallinen</li> <li>- viheryhteys maanpinnan tasoon</li> <li>- suurempi vedenpidätyskyky, mm. lammikot katolla</li> <li>- muut mahdolliset vaatimukset</li> </ul>

### Toteuttaminen

Viherkaton elinympäristöjen ja lajiston monimuotoisuus riippuu kasvualustan paksuudesta ja ominaisuuksista sekä näiden vaihtelusta katolla, perustamisvaiheessa katolle tuoduista kasveista sekä viherkaton iästä ja koosta (24). Viherkatot voidaan suunnitella ylläpitämään monimuotoisuutta yleisesti (64) tai ne on mahdollista muokata tietyn lajin suojeluun soveltuviksi räätälöimällä elinympäristö lajiin vaatimusten mukaiseksi (52, 53). Mahdollisuudet ovat laajat, sillä esimerkiksi useat lintulajit ovat löytäneet viherkatolta uuden elinpiirin. Bauman et. al on



Västäräkin pesä Vuorikadun koeviherkatolla Helsingin keskustassa.

tutkimuksissaan selvittänyt töyhtöhyppien pesintää ja sen onnistumista viherkatoilla (65). Review-artikkelissaan Fernandez-Canero ja Gonzalez-Rodondo listaavat lähes 30 lintulajia, joiden on havaittu lisääntyvän viherkatoilla, monet niistä Malmössä Augustenborgissa (66).

Kasvualustan tärkeimmät ominaisuudet, joita säätelemällä voidaan vaikuttaa eri lajien menestymiseen viherkatolla, ovat paksuus, pH, raekoko,

vedenpidätyskapasiteetti sekä orgaanisen aineksen, ravinteiden ja mykoritsan eli sienijuuren määrä (67). Kosteutta pidättävien teknisten kerrosten avulla voidaan lisätä veden saatavuutta ja elinympäristön monipuolisuutta (48, 68).

Monimuotoisuuskattoja tavoiteltaessa viherkatoille istutettavan kasvillisuuden tulee olla tavoitteen mukaista, ja kasvutavoiltaan vaihtelevaa, mutta myös kasvien luontainen leviäminen viherkatolle tulisi tehdä mahdolliseksi. Lajiston kehittymistä viherkatolla on tarpeen seurata, alkuun vuositasolla ja myöhemmin kehityksen hidastuessa harvemmin. Mikäli viherkaton avulla tavoitellaan tietyn tyyppistä monimuotoisuutta tai tietyn lajin suojelua, viherkaton suunnittelu on suositeltavaa toteuttaa yhteistyössä asiantuntijoiden (esim. suojelubiologi) kanssa.

Luonnon monimuotoisuutta edistäviä viherkattoja suunniteltaessa tulee huomioida seuraavat seikat (48):

- Katon koon rajoitteet; onko katto liian pieni tietyn lajin elinympäristöksi.
- Kasvualustan rakenteen ja ravinnepitoisuuden tulee olla sopiva halutuille lajeille.
- Suurella katolla toteutetaan erilaisia kasvialustatyyppisiä ja -paksuuksia, esim. harvan kasvillisuuden ja karkean kasvialustan alueita.
- Katolla tulisi olla lintujen ja selkärangattomien suojapaikkoja kuten puu- tai kivikasvoja.
- Kattojen ryhmittely siten, että ne muodostavat astinkiviä alueelta toiselle tai elinympäristölaikkujen tiiviitä kokonaisuuksia, on suositeltavaa.

### 3.3 Virkistysyödyt, saavutettavuus

#### *Merkitys*

Viherkattojen avulla voidaan lisätä kaupungin viheralueita ja siten oletettavasti parantaa elämänlaatua kaupungeissa (23). Viherkattoja koskevia ihmisten psyykkiseen ja fyysiseen hyvinvointiin kohdistuvia hyötyjä ja viherkattojen käyttäjäkokemuksia on toistaiseksi tutkittu hyvin vähän, joten viherkattojen hyvinvointihyötyjä on tarkasteltava lähinnä muita kaupunkiviheralueita ja kasvillisuutta tästä näkökulmasta käsittelevien tutkimusten valossa. Viides ulottuvuus -tutkimusohjelmaan sisältyy tutkimusosioita, jotka keskittyvät viherkattoympäristöön (mm. koetun elvyttävyyden tutkiminen viherkatoilla, viherkattojen käyttäjäkokemukset ja mielikuvat).

Kaupunkiluonnon ihmisille tarjoamia aineettomia hyötyjä voidaan lähestyä esimerkiksi kulttuuristen ekosysteemipalvelujen näkökulmasta. Kulttuuriset ekosysteemipalvelut edustavat ihmisten ja ekosysteemien välisiä aineettomia ulottuvuuksia, jotka voivat olla psykologisia, filosofisia, sosiaalisia ja spirituaalisia (68). Kyseiseen kokonaisuuteen voidaan liittää ainakin teoriassa esimerkiksi seuraavia

arvoja ja hyötyjä: luonnon/ luonnonympäristön kauneus ja arvostus, esteettiset ja maisemalliset arvot, yhteisöllisyys ja sosiaalinen koheesio (yhteisön jäsenten kiinnittyminen ja yhteenkuuluvuuden tunne), inspiraatio (esim. taiteellinen), ope- tukseen, oppimiseen ja tutkimukseen liittyvät hyödyt, paikan tuntu ja tunneside ekologiseen ympäristöön, kulttuuriperintö, kulttuurinen monimuotoisuus ja tie- donsiiro, symboliset arvot, hengellisyys ja uskonnollisuus sekä virkistys ja eko- turismi (69, 70, 71). Voidaan olettaa, että viherkattojen luonnonympäristöllä on osaltaan mahdollisuuksia tuottaa näitä palveluja. Kulttuuristen tai aineettomien ekosysteemipalvelujen sisällön määrittely ja jäsenitys on kuitenkin osin puutteel- lista, eikä kaikille luokituksissa mukana oleville ulottuvuuksille ole riittävää em- piiristä todistus pohjaa (68).

Luonnon ihmisille tuottamia hyvinvointihyötyjä käsittelevän kirjallisuuden pe- rusteella voidaan yleisesti sanoa, että luonto(suhde) tekee ihmiset usein onnelli- semmiksi ja terveemmiksi (68). Jo kasvillisuuteen kohdistuvan näkökontaktin on todettu edistävän terveyttä ja elämänlaatua, lisäävän työntekijöiden tyytyväisyyttä, vähentävän stressiä ja jopa lyhentävän leikkauksien jälkeisiä palautumisaikoja (72, 73, 74). Tutkimusten mukaan melko pienetkin kaupunkien viheralueet voivat vaikuttaa positiivisesti ihmisten hyvinvointiin etenkin, jos ne ovat lähellä ja hel- posti saavutettavissa, esimerkiksi tarjoamalla psykologista elvyttävyyttä (psycho- logical restoration), lepoa, esteettisiä kokemuksia ja sosiaalista koheesiota (75, 76, 77). Kaupunkipuistoista saatavia koettuja hyötyjä voivat olla luonnosta ja rauhal- lisuudesta nauttiminen, luonnon tarkkailu, liikunta, stressistä palautuminen, lepo ja rentoutuminen, ajanvietto ystävien ja perheen kanssa, luova tekeminen, ajatte- lu ja reflektointi sekä ylipäättään ajanvietto ulkoilmassa (78). Kaupunkiviljelmät saattavat lisätä yhteenkuuluvuuden tunnetta ja ylpeyttä omasta yhteisöstä (79). Kattoviljelmillä voisi vastaavasti olla pienimuotoisen lähiruuan tuotannon lisäksi sosiaalisia hyötyjä.

On huomattava, että viherkatot eivät hyvinvointihyötyjenkään näkökulmasta voi korvata maanvaraisia suurempia viheralueita kuten esimerkiksi kaupunkimet- siä. Esimerkiksi suljettu näkymä metsässä (kasvillisuuden läpi ei pilkota kaupun- kirakennetta) voi olla psykologisesti elvyttävämpi kuin avoimempi näkymä (80). Virkistystarpeisiin voidaan kuitenkin vastata sekä perinteisillä että uudennlaisilla luontoelementeillä sisältävillä ratkaisuilla (76). Viherkatot voivat tarjota Viides ulot- tuvuus -ohjelman tutkimuksen alustavien tulosten perusteella täydentäviä mah- dollisuuksia tilallisten ominaisuuksiensa kautta (esim. korkeus ja näkymät, rajattu tila). Luonnon hyvinvointihyötyjen tarkastelussa pitäisi ottaa huomioon myös luon- toympäristöön kohdistuvat pelot ja turvallisuuskysymykset. Esimerkiksi Bengtsson ja Carlsson (81) havaitsivat vanhainkotien asukkaita koskevassa tutkimuksessaan, että asukkaat toivovat uskaltavansa mennä ulos, mikä viittaa kirjoittajien mielestä



Viherkatto sairaalan katolla Baselissa, Sveitsissä. Kasvualustan paksuuden vaihtelu mahdollistaa monimuotoisen kasvillisuuden.

turvallisten ja häiriöttömien ulkoilu- mahdollisuuksien järjestämisen tarpeeseen ja negatiivisten vaikutelmien välttämiseen. Viherkatot voisivat tässä suhteessa tarjota vaihtoehtoisia ulkoilu- ja virkistysympäristöjä, koska niissä tilan luonnetta ja käyttömahdollisuuksia on helpompi hallita kuin esimerkiksi kaupunkimetsässä. Vastaavia mahdollisuuksia voidaan ajatella esimerkiksi koulukiinteistöihin tai sairaaloihin.

Viherkatoilla saattaa olla vihernäkymiin ja luontoympäristön läheisyyteen liittyvä taloudellinen ulottuvuus, sillä kaupunkiviheralueiden on havaittu vaikuttavan positiivisesti asuntohintoihin (82, 83).

### Suositus

Viherkattojen virkistysarvojen ja hyvinvointihyötyjen määrittely ja niihin liittyvä ohjeistaminen edellyttävät vastaavia välineitä ja tietopohjaa kuin esimerkiksi huulevesien hallinnan kapasiteetin määrittely ja ohjeistaminen. Yleiset ilmaukset kuten ”virkistyskäyttö” tai ”viihtyisyyden lisääminen” eivät riitä yksityiskohtaisen suunnittelun lähtökohdiksi varsinkin, jos viherkatoilla tavoitellaan täsmähyötyjä. Virkistys- ja hyvinvointihyödyt koostuvat monenlaisista osatekijöistä, jotka on eriteltävä ja tutkittava. Jos esimerkiksi tavoitteena on ”psykologisesti elvyttävä viherkatto”, pitäisi tietää minkälainen viherkatto sitä ympäröivine maisemineen tuottaa tietyn tason elvyttävän kokemuksen. Hyödyt toteutuvat viherkaton yksittäisten ominaisuuksien (kasvillisuus ja muut elementit) lisäksi mittakaavoihin ja sijoitteluun liittyvien tekijöiden kautta. Keskeisiä määrittelyn ja ohjeistamisen seikkoja voivat tässä suhteessa olla näkyvyys ja saavutettavuus/ pääsy katolle.

Eri maissa ja kaupungeissa on erilaisia kriteeristöjä viheralueiden määrälle, laadulle ja sijoittelulle, mutta yhteistä niille on saavutettavuuden korostaminen. Päivittäisen lähivirkistysalueen tulisi olla saavutettavissa muutamassa minuutissa myös lapsille ja vanhuksille. Hollantilaisen Green City ohjeistuksen suomen- netussa versiossa (2012) annetaan eri puistotyyppien etäisyydelle seuraavat suositukset (84):

Puistotyyppi	Etäisyys kodista	Puiston koko
taskupuisto	200 m (4 min. kävely)	0,01 ha-1 ha
korttelipuisto	400 m (6 min. kävely)	1 ha-6 ha
kaupunginosapuisto	800 m (12 min. kävely)	6 ha-18 ha

Suomessa asuinalueiden suunnittelussa käytetään seuraavaa luokitusta viheralueiden osalta (85):

#### 1. Tonttikohtaiset leikki- ja oleskelualueet

- Enimmäisetäisyys asunnosta 50 m, lähellä pääsisäänkäyntiä.
- Järjestettyä leikkipaikkaa 10 m<sup>2</sup> / 100 m<sup>2</sup> asuntokerrosalaa, vähimmäiskoko 100 m<sup>2</sup>, jokaista 3000 kerros m<sup>2</sup> kohti yksi leikkipaikka

#### 2. Korttelikohtaiset virkistysalueet eli lähipuistot

- Enimmäisetäisyys asunnosta 150 m
- 25 m<sup>2</sup> / 100 m<sup>2</sup> asuntokerrosalaa; koko vähintään 3500 - 4000 m<sup>2</sup>

#### 3. Asuinaluekohtaiset virkistysalueet

(puistoalue, jossa on leikkipuisto; aluekohtaiset urheilukentät ja liikuntapaikat)

- Enimmäisetäisyys asunnosta 500 m
- Mitoitus riippuu alueen rakentamistiheydestä ja luonnonoloista; koko vähintään 10 ha, josta 0,6 - 1,2 ha leikkipuistoksi

#### 4. Virkistysreitit (kävely- ja puistoreitit; hiihtoladut, kuntopolut, ulkoilureitit)

- Enimmäisetäisyys asunnosta jalankulkuetäisyys
- Ulkoilutie-kävelyreitit pituus 3 - 10 km

Viherkatot voivat toimia osana ja täydentää kaupungin viheralueverkostoa periaatteessa kaikilla näillä tasoilla. Viherkattojen erityisenä roolina on tarjota lähiviheralueita ja vihernäkymiä erityisesti sinne, missä se ei muutoin olisi mahdollista, esimerkiksi keskellä teollisuus- tai työpaikka- aluetta tai hyvin tiiviillä keskusta-alueella. Suunnittelussa voidaan huomioida viherkattojen näkyminen laajemmin kaupunkimaisemassa sekä julkinen tai yksityinen pääsy, jos kyseessä on oleskeluviherkatto. Ihmisillä on henkilökohtaisesti määrittynyt tarve päästä nauttimaan erilaisista maisemista eri aikoina ja erilaisiin tarkoituksiin (86). Sijoittamista ja toteuttamista voidaan siten tarkastella tiettyjen ennalta määrättyjen käyttäjäryhmien tarpeiden näkökulmasta, esimerkiksi alueen asukkaat, työntekijät, koululaiset, opiskelijat, sairaalan tai vanhainkodin asiakkaat, turistit jne.

”Viherkaton käyttö” voidaan ymmärtää tässä viherkaton kokemisen kautta, sisältäen näköyhteyden katolle, luonnon tarkkailun sekä aktiivisemmän käytön näköalapaikasta kattoviljelyyn. Erilaisten käyttötarkoitusten tärkeysjärjestys voidaan arvioida tapauskohtaisesti tai osana laajempaa viheralueverkoston suunnittelua.





Oleskelualue viherkatolla Kööpenhaminassa, Tanskassa.

Viherkattoja on tarpeellista avata aktiivikäyttöön ainakin tilanteissa, joissa lähivirkistys viheralueella on muuten hankala järjestää. Näköyhteys viherkatolle on kannatettavaa järjestää aina, kun se on mahdollista erityisesti alueilla, joissa on muuten niukasti kasvillisuutta.

Aktiivikäyttöön/ oleskeluun tarkoitettut viherkatot voivat tarjota mahdollisuuksia monipuoliseen virkistämiseen ja tuoda siten täydennystä kaupunkipuistojen ja muiden rakennettujen viheralueiden tarjontaan. Käyttöviherkatto voi olla asunto- tai taloyhtiökohtaista tai julkista ulko-oleskelutilaa. Kattopinta-alan rajallisuus ja tilan luonne asettavat vaatimuksia esimerkiksi turvallisuuden osalta. Tapauskohtaisesti voidaan pohtia, minkälaista ohjeistusta esimerkiksi asunto-osakeyhtiön yhteinen kattoviljelmä tai vihreä oleskelualue katolla edellyttää. Osa sosiaalisista käytännöistä muotoutuu vasta käytön aikana, joten aivan kaikkia yksityiskohtia ei ole mahdollista eikä järkevää lyödä etukäteen lukkoon.

### *Toteuttaminen*

Esteetön pääsy kodin, työpaikan, koulun, kauppakeskuksen tms. kiinteistön viherkatolle takaa lähivirkistysmahdollisuuden tiiviissäkin kaupunkirakenteessa. Rakennusten katoilla sijaitsevat kaupunkiviljelmät, virkistys- ja rauhoittumiskeitaat, näköalapaikat ja oppimisympäristöt voidaan usein myös sovittaa yhteen muiden tavoitteiden kanssa. Esimerkiksi virkistäväksi keitaaksi tarkoitettu puutarhakatto voidaan suunnitella hyvin vettä pidättäväksi, ja koulun oppimisympäristöksi sopii hyvin luonnon monimuotoisuutta ylläpitävä ratkaisu.

Viherkattojen maantieteellisen jakautumisen lisäksi oleellista on selvittää katon käyttäjäryhmien tarpeet, jos se on mahdollista. Näin viherkattoinvestoinnista saadaan paras hyöty myös käyttäjien kannalta, mikä tukee vihreän infrastruktuurin tuloksellista suunnittelua (87). Esimerkiksi vanhainkodin asukkaat voivat hyötyä suuresti hyvin suunnitellusta kattopuutarhasta lähivirkistysalueena. Viherkattojen avulla voidaan luoda uudenlaisia viherympäristöjä, jotka hyödyttävät kaupunkilaisia osin eri tavalla kuin muut viheralueet.

Viherkattojen tuottamien virkistys- ja hyvinvointihyötyjen näkökulmasta viherkattoja koskeva ohjaus voisi liittyä laajempiin suunnittelukokonaisuuksiin, mieluiten jo suunnittelun alkuvaiheessa; muuten viherkattojen hyödyntäminen saattaa

tässä suhteessa jäädä puutteelliseksi. Esimerkiksi työpaikka-alueiden tai koulu-kiinteistöjen suunnittelussa voitaisiin tavoitella tilannetta, jossa työskentelytiloista mahdollistetaan näkymä luonnonympäristöön, vähintään viherkatolle.

Käyttöviherkattojen osalta RT-korttien käyttökelpoisuutta voidaan selvittää. Esimerkiksi turvallisuuskysymykset olisi tarpeellista käydä läpi jossakin yleisesti saatavilla olevassa ohjeessa (vrt. Asuntosuunnittelu/ ulko-oleskelu, RT 93-10940, jonka ohjeet koskevat asuntojen parvekkeita ja terasseja sekä maantasoasuntoihin välittömästi liittyviä ulkotiloja). Hoitoluokitusten osalta voidaan pohtia, miten viherkatot liitetään eri luokkiin. Tällä hetkellä Viherympäristöliiton julkaisemassa Viheralueiden hoito VHT' 14 julkaisussa Viherkatot on huomioitu A-hoitoluokassa erityiskohteenä viherkattojen perennakasvillisuuden ja sen hoidon osalta (88).

### 3.4 Melun vähentäminen ja vaimentaminen

#### *Merkitys*

Katuliikenteestä aiheutuva melu ja lentomelu ovat yleisiä ongelmia kaupunkialueilla. Euroopan ympäristömeludirektiivin (2002/49/EY) mukaisen, vuonna 2012 Helsingissä tehdyn meluselvityksen mukaan tie- ja katuliikenteen melualueella, jossa vuorokausimelutaso ulkona ylittää 55dB, asui 282 060 ihmistä. Pienemmässä määrin melutason ylittymistä aiheuttaa myös raide- ja lentoliikenne. (89)

Ympäristön korkea melutaso vaikuttaa rakennusten melutasoon ja ääneneristystarpeeseen, mutta myös esimerkiksi piha-alueiden ja lähipuistojen viihtyisyyteen. Viherkatot vaikuttavan melun kulkeutumiseen rakennuksen kattorakenteiden läpi sekä niiden yli esimerkiksi sisäpihalle tai avoimeen ikkunaan (90). Näin melua vaimentavaa vaikutusta voidaan hyödyntää hyvin monipuolisesti.

Rakennuksen julkisivun ja katon materiaalit ja eristys vaikuttavat siihen, miten ja kuinka paljon ulkoa kantautuu ääntä sisälle (90). Riippuen rakennuksen geometriasta, viherkatot voivat tuomansa lisäeristyksen ansiosta vähentää merkittävästi sisälle kantautuvaa melua. Niiden melua vaimentava vaikutus johtuu ääniaaltojen kulkeutumisesta huokoiseen kasvualustaan ja sitä seuraavasta ääniaaltojen ja kasvialustahiukkasten vuorovaikutuksesta. Kasvit vaimentavat pääasiassa korkeataajuisen äänen etenemistä (91). Viherkaton melua vähentäviä vaikutuksia voi hyödyntää myös toiseen suuntaan eli vähentämään rakennuksen sisältä sen ympäristöön välittyvää melua (92). Viherkattojen avulla voidaan konkreettisesti vähentää melua, mutta kaupunkivihreän on havaittu muiden positiivisten vaikutustensa ohella myös puskuroivan melun haitallisia psykologisia vaikutuksia (93).

Renterghem ja Botteldooren (86) mallinsivat viherkattojen äänenvaimennuspotentiaalia ja havaitsivat, että kasvipeitteinen viherkattorakenne vähentää ääniaaltojen

kulkeutumista niin sisälle rakennukseen kuin sen sen yli, mahdolliselle sisäpihalle. Tuloksiin vaikuttivat kasvualustan paksuus ja äänen taajuus. Maksimitehokkuus saavutettiin 15–20 cm:n paksuisella kasvialustalla, eikä paksuutta kasvattamalla päästy enää parempaan lopputulokseen. Viherkatto vaimentaa tehokkaimmin taajuuksia, jotka ovat 500–1000 Hz:n välillä. Enimmillään äänen voimakkuus vaimeni 10 dB:n verran, edellyttäen että kasvillisuus peittää riittävän osan katon pinta-alasta (90).

Toisessa tutkimuksessaan Renterghem ja Botteldooren havaitsivat, että jotta viherkaton avulla voidaan merkittävästi vähentää sen yli kantautuvaa melua, on viherkaton oltava riittävän laaja. Merkitystä on erityisesti katon leveydellä ääniaaltojen kulkusuunnassa. Tutkimuksessa havaittiin myös, että kun kevyiden moottoriajoneuvojen nopeudet kasvoivat, kasvoi myös viherkaton ääntä vaimentava vaikutus. Raskaan liikenteen nopeuksien kohotessa äänenvaimennus ei enää kasvanut. Tasakatto kykeni vaimentamaan ääntä yleisesti ottaen parhaiten, mutta koska melu kantautuu helpommin rakennuksiin, joissa on kalteva katto, oli viherkattojen ääntä vaimentava vaikutus erityisen merkittävä kaltevakattoisissa rakennuksissa. (90.)

Connelly ym. tutkivat kasvialustan paksuuden, siihen sitoutuneen veden ja kasvillisuuden vaikutusta viherkaton melua vaimentaviin ominaisuuksiin (94). He totesivat, että kasvialustan paksuus vaikuttaa melun vaimenemiseen, mutta ei lineaarisesti. Ensimmäisten n. 50 mm jälkeen kasvialustan paksuuden kasvattaminen lisää melun vaimennusta, mutta 100 mm:n kasvialusta ei ole tuplasti 50 mm parempi. Kasvialustaan sitoutuneen veden määrällä ei näyttänyt juurikaan olevan vaikutusta. Kasvillisuudella sen sijaan on merkittävä rooli. Viherkattorakenne ilman kasvillisuutta vaimentaa ääntä heikommin kuin kasvipeitteinen, ja syväjuuriset kasvit, esim. niittyheinät, näyttäisivät toimivan tehokkaammin kuin matalajuuriset.

### Suositus

Viherkatot huomioidaan aina rakentamisen ja kattojen uudistamisen kohdalla keinoa vaikuttaa paitsi rakennuksen, myös laajemmin kaupungin äänimaailmaan. Viherkattojen suosimista toivotaan erityisesti niillä alueilla, joissa kaupungin melutason on mitattu tai ennustetaan ylittävän suositusarvot tai joissa halutaan luoda hiljaisia alueita.

### Toteuttaminen

Mikäli rakennettavan viherkaton halutaan erityisesti vähentävän melua



tai se on yksi tavoitelluista ominaisuuksista, suositellaan vähintään 15 cm kasvu-  
alustaa ja putkilokasveja, mieluiten sellaisia, joilla on kunnan juuristo. Matala-  
juuriset tai juurettomat kasvit kuten maksaruohot ja sammalet eivät riitä tehok-  
kaaseen melunvaimennukseen.

### 3.5 Energian säästö

#### *Merkitys*

Rakennusten lämmitykseen kuluvan energian määrä on Tilastokeskuksen vuo-  
sittaisen tilastoinnin mukaan n. 25 % vuotuisesta kokonaisenergiankulutukses-  
ta Suomessa (95). Kyseessä on siis merkittävä osuus ajatellen niin kustannuksia  
kuin päästöjäkin. Viherkattojen mahdollisuuksia rakennusten lämmitys- ja jää-  
dytystarpeen vähentämisessä on tutkittu melko paljon, mutta mitään päteviä las-  
kentasääntöjä, joilla vaikutusta pystyttäisiin hyvin ennustamaan, on ollut vaikea  
kehittää. Tutkimustulosten yleistettävyyttä heikentää se, että lopputulokseen vai-  
kuttaa niin rakennuksen muoto, sijainti, käyttötarkoitus, eristyksen määrä kuin  
tietysti sääolosuhteetkin, ja vuosittain niin lämmityksen kuin jäähdytyksen tarve  
voi vaihdella merkittävästi.

Nurmi ym. (2013) ovat viherkattojen kustannushyötyjä koskevassa tutkimuk-  
sessaan kuitenkin arvioineet, millainen energiansäästö ja sitä vastaavat kustannus-  
vaikutukset olisivat mahdollisia (96). Nykyisten määräysten mukaisesti kattojen  
eristys meillä Suomessa on jo niin hyvä, että viherkatto pystyy parantamaan läm-  
mönläpäisykerrointa eli U-arvoa vain vähän, 0,9:stä 0,8:aan. Heikommin eristet-  
tyjen vanhempien rakennusten kohdalla vaikutus voisi olla suurempi (5).

Lämmitykseen verrattuna jäähdytykseen käytetyn energian määrä on pieni.  
On oletettavaa, että se kuitenkin kasvaa ilmaston lämmitessä myös meillä. Jyl-  
hän ym. (2012) tutkimuksen mukaan toimistorakennuksissa jäähdytykseen käy-  
tetty energiamäärä on selkeästi asuinrakennuksia suurempi (96). Nurmi ym. ovat  
esimerkkirakennuksensa osalta arvioineet, että viherkatolla jäähdytykseen käytet-  
tyä energiamäärää voitaisiin vähentää 10 %. Viherkaton vaikutus ulottuu kuitenkin  
yksittäistä rakennusta laajemmalle, ja niiden merkitys kaupunkien lämpösaare-  
keilmiön vähentämisessä tai jopa kumoamisessa on laajan mielenkiinnon kohtee-  
na, mitä kuvaa sekin, että Euroopan komission ympäristöasiain pääosaston uutis-  
palvelu raportoi tuoreeltaan amerikkalaistutkimuksesta (97).

USA:ssa tehdyn laajan, vuoteen 2100 ulottuvan skenaariotutkimuksen tulok-  
sena oli, että viherkatoilla, ns. viileillä katoilla (auringon valoa voimakkaasti hei-  
jastava cool roof) ja niiden yhdistelmillä kaupunkien lämpösaarekeilmiö voitai-  
siin kokonaan torjua ja jopa viilentää alueen ilmaa. Suurin viilentävä vaikutus

oli ”viileillä katoilla”, mutta niiden viilentävä vaikutus jatkui myös talvella, toisin kuin viherkatoilla, joilla oli jopa marginaalinen lämmittävä vaikutus. Paitsi lämpötilaan, katon tyyppi vaikutti luonnollisesti myös haihduntaan ja sitä kautta veden kiertoon alueella. Oletuksena oli tietyn kattotyypin 100 % kattavuus alueella, mikä on tietysti teoreettista, mutta kuvaa niiden vaikutuspotentiaalia. Tutkijat korostivat vaikutusten riippuvuutta alueen ilmastosta ja optimaalisten ratkaisujen paikallisuutta. (98.)

Viherkaton lämpötilanvaihteluita säätelevästä vaikutuksesta liian pieni osa realisoituu kyseisen rakennuksen energiansäästönä, jotta se yksin riittäisi takaamaan viherkaton kannattavuuden omistajan kannalta (5).

### **Suositus**

Ennen konkreettisen tavoitteen asettamista tarvitaan vielä pohjoismaista tai kotimaista tutkimusta. Mikäli tulokset ovat kokonaistaseen osalta lupaavia, tarvitaan verotuksellisia ja muita taloudellisia kannustimia viherkattojen lisäämiseksi.

### **Toteuttaminen**

Mikäli viilennysvaikutus osoittautuu myös meidän olosuhteissamme merkitykselliseksi, kaavoituksessa huomioidaan viherkattojen merkitys erityisesti tiiviin kaupunkirakenteen osalla, jossa lämpösaarekeilmiön kehittyminen on merkittäväntä ja erityisesti työpaikka-alueilla ja toimistorakennusten kohdalla.

Viilennysvaikutuksen kannalta viherkaton kastelumahdollisuus on keskeinen. Se on kuitenkin voitava toteuttaa kestävästi. Kattojen rakentamisessa tulee tällöin huomioida esim. harmaan veden kierto, mikä mahdollistaa katon kastelun kestäväällä tavalla kuivina ja kuumina ajankohtina.

## **3.6 Epäpuhtauksien poistaminen ilmasta**

### **Merkitys**

Kasvien kyky sitoa ilmansaasteita perustuu sekä kaasumaisten epäpuhtauksien siirtymiseen kasvien sisäosiin ilmarakojen kautta että hiukkasten tarttumiseen kasvien pintaan (99). Tuulen mukana saapuvia hiukkasia tarttuu kasvien pintaan (100), ja osa näistä aineista voi siirtyä kasviin sisälle, kun taas osa jää kiinni pintaan tai siirtyy eteenpäin tuulen tai sateen mukana (101). Tutkimukset ovat osoittaneet, että ilmansaasteiden määrä laskee pienhiukkasten (PM<sub>2,5</sub> PM<sub>10</sub>) tarttuessa kasvien lehtiin ja varsiin (102). Tan ja Sia (103) osoittivat Singaporessa tehdys-

sä tutkimuksessaan, että nokihiukkasten määrä viherkaton ympäristössä pieneni merkittävästi viherkaton asentamisen jälkeen.

Viherkatot voivat vähentää kaupungin ilmansaasteita myös epäsuorasti, alentamalla ympäröivän ilman lämpötilaa. Savusumu muodostuu typenoksidien (NO<sub>x</sub>) reagoitessa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) kanssa, jotka vapautuvat fossiilisten polttoaineiden epätäydellisessä palamisessa. Ilman korkeampi lämpötila kiihdyttää typenoksidien reaktioita haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kanssa (104). Ilman alhaisempi lämpötila vähentää reaktioiden määrää ja täten myös savusumun määrää. Lisäksi kiinteistön viilennystarve on vähäisempi, mikä vähentää siihen tarvittavan energian tuottamista ja näin mahdollisia saasteita (105).

Kaupunkien välillä voi olla eroja siinä, kuinka hyvin kasvillisuus poistaa ilmansaasteita. Erot voivat johtua kaupungin viheralueiden kokonaisuudesta, ilmansaasteiden pitoisuuksista, kasvukauden pituudesta ja ilmastotekijöistä (106). Kaupunkimaisten kuntien väestömäärän kasvaessa myös ilmanlaadun parantamiseen on tärkeää löytää uusia tehokkaita keinoja. Viherkatot ovat yksi keino parantaa kaupunkien ilmanlaatua, mutta tulee muistaa, että viherkatot voivat myös itse lisätä ilman epäpuhtauksia. Kasvien tuottama siitepöly saattaa aiheuttaa haittaa allergisille henkilöille, ja kovalla tuulella kasvualustasta voi irrota hiukkasia, jotka lisäävät ilman hiukkaspitoisuutta (103). Tämä on yksi syy, miksi kasvualustan tulee olla erittäin pysyvä. Kasvit voivat myös lisätä haihtuvien hiilivetyjen, lähinnä isopreenin ja monoterpeenin määrää, mikä voi johtaa otsonin ja pienhiukkasten muodostukseen (107, 108). Helsingissä kasvien tuottamat hiilivedyt olivat kesällä selkeästi suurin ryhmä alailmakehän otsonin ja pienhiukkasten muodostuksen suhteen, mutta muina vuodenaikoina ihmistoiminnasta, lähinnä liikenteestä ja puunpoltosta, aiheutuvat aromaattiset hiilivedyt aiheuttavat enemmän otsonin muodostusta (108).

### *Suositus*

Kaupunkien olemassa olevat viheralueet ovat tulevaisuudessakin hyvin tärkeitä ilman laadun kannalta, eivätkä viherkatot yksin voi toimia ratkaisuna kaupunkien huonolle ilmanlaadulle. Mikäli kaavoittaja suunnittelee, että viherkatto toimii myös ilmanpuhdistajana, tulee etsiä ratkaisuja, joiden kasvillisuus sitoo tehokkaasti haluttuja epäpuhtauksia. Ilman epäpuhtauksien sitomiseen tarkoitettujen viherkattojen sijoittelu on optimaalisinta ilmanlaadultaan huonoimpien paikkojen (esim. pääliikenneväylät) läheisyydessä ja päästölähteistä katsoen vallitsevien tuulensuuntien alapuolella. Ainavihantien kasvien käyttäminen optimoi ilmanpuhdistuksen myös talvella.

Tavoitteen saavuttamiseksi olisi keskeistä selvittää erilaisten kasvillisuus- ja kasvualustaratkaisujen puhdistuskapasiteetti tai niistä mahdollisesti aiheutuvat päästöt Suomen olosuhteissa.

### **Toteuttaminen**

Currie ja Bass (105) vertasivat tutkimuksessaan puiden, pensasmaisten ja ruohovartisten kasvien kykyä sitoa ilman epäpuhtauksista typen- ja rikinoksideita, otsonia ja pienhiukkasia Torontossa Kanadassa. Tutkimus osoitti, että viherkatot vähentävät kaupungin ilmansaasteiden määrää muun kaupunkikasvillisuuden lisänä, jos niitä rakennetaan riittävän paljon. Tehokkaimpia ilman epäpuhtauksien poistajia olivat puut, mutta suurempi määrä epäpuhtauksia poistui ilmasta, kun pensaiden, viherseinien ja viherkattojen vaikutus otettiin huomioon. Yang ym. osoittivat tutkimuksessaan, että hehtaarin kokoinen viherkatto pystyi poistamaan ilmansaasteita jopa 85 kg vuodessa (109).

Ilmansuojeluun liittyen keskeiseksi nousee se, miten viherkatot valmistetaan: jos materiaaleiksi valitaan sellaisia, joiden tuottamisessa syntyy runsaasti päästöjä, näyttää ympäristöhyötyjen laskeminen tässä suhteessa arveluttavalta.

Chicagossa tehty tutkimus osoitti, että lehtipuut puhdistivat ilmaa parhaiten toukokuussa, lehtien ollessa täysikasvuisia ja ilmansaasteiden pitoisuuden ollessa suuri (109). Koska kaasumaisten epäpuhtauksien ja pienhiukkasten siirtyminen lehtipuihin tapahtuu kasvukaudella, saattaa Suomen ilmasto-oloissa ainavihantien havupuiden käyttäminen soveltua parhaiten ilmanpuhdistustavoitteeseen. Esimerkiksi katajat (*Juniperus*) voivat vuoden ympäri vähentää ilmansaasteita, pois lukien se aika, jolloin niiden oksat ovat lumen peitossa (105).

Kaiken kaikkiaan viherkatoilla voi siis olla merkittävä potentiaali ilman puhdistajina, mutta nettohyötyjen saaminen edellyttää sekä ympäristövastuullista rakentamista että runsasta, kerroksellista kasvillisuutta.

## **3.7 Hiilen sitominen**

### **Merkitys**

Ilmastonmuutosta voidaan hillitä paitsi kasvihuonekaasujen määrän vähentämisellä, myös niin sanotuilla hiilinieluilla. Hiilinielu kerää ja varastoi hiiltä jossakin muodossa, yleensä hiilidioksidina (110). Tärkeimpiä hiilinieluja ovat meret ja metsä. Rakennetun alueen levittäytyminen ja rakentamisen tiivistyminen vähentävät metsien ja muun vihreän määrää kaupunkialueilla. Viherkatot tarjoavat hyvän mahdollisuuden hiiltä sitovan alueen lisäämiseen ja hiilitaseen parantami-

seen (111). Kevytrakenteisilla helppohoitoisilla viherkatolla, joiden kasvualustan paksuus on maksimissaan n. 10 cm, kasvillisuuden biomassa ei kasva kovin suureksi, mikä asettaa oman rajoituksensa hiilen sidonnan määrälle. Muihin kattoihin verrattuna viherkaton hiilitase on kuitenkin positiivinen. Getter ym. tutkivat Michiganissa ja Marylandissa maksaruohopeitteisten viherkattojen potentiaalia sitoa hiiltä ja vertasivat sitä viherkaton materiaalien tuottamisessa ja rakentamisessa vapautuneen hiilen määrään. Testikatot sitoivat itseensä keskimäärin 375 g C·m<sup>-2</sup>. Tuon arvion mukaan esimerkiksi Detroitin alueen teollisuus- ja liikera kennusten kattaminen tutkimuksessa käytetyllä viherkatolla sitoisi kasvimassaan ja kasvualustaan 55 252 t hiiltä, mikä vastaa 10 000 maasto- tai kuorma-auton vuosittaisia päästöjä. (112.)

Getter ym. yhdistävät tuloksensa Sailorin (113) viherkattojen energian säästöä koskeviin laskelmiin ja päätyvät tulokseen, että energian säästö huomioiden viherkaton hiilitase muuttuu negatiiviseksi yhdeksässä vuodessa. Kun mukaan laskelmaan otetaan kasvimassaan ja 6 cm kasvualustaan kasvukauden aikana sitoutuvan hiilen määrä, lyhenee hiilitaseen tasapainottamisen aika kahdella vuodella ja hiilitase muuttuu negatiiviseksi jo seitsemässä vuodessa. Hiilitaseen tasapainottamiseen kuluvaan aikaan voidaan vaikuttaa niin viherkaton rakenteilla kuin kasvillisuudella. Mitä vähemmän päästöjä materiaalien tuottaminen vaatii ja mitä enemmän kasvillisuus sitoo hiiltä, sitä nopeammin negatiivinen tase saavutetaan.

### **Suositus**

Suosittelavaa on, että viherkatossa käytetyt materiaalit:

- tuotetaan menetelmin, jotka aiheuttavat mahdollisimman vähän hiilipäästöjä ilmakehään
- tuodaan läheltä, jotta kuljetukset aiheuttavat mahdollisimman vähän hiilipäästöjä

Vaikka hiilen sidonta ei olisi kovin suurta, noudatetaan kuitenkin läpäisyperiaatetta eli sidotaan aina viherrakentamisessa se määrä hiiltä mikä on mahdollista.

### **Toteuttaminen**

Ohutrakenteisten kattojen kyky sitoa hiiltä on puutarhamaisia tai muutoin kerroksellisinä kasvavia kattoja pienempi johtuen niiden pienemmästä biomassasta. Lisäksi yleisesti käytettyjen maksaruohojen aineenvaihdunta (CAM) toimii tavalla, joka sitoo hiiltä vähemmän kuin monilla muilla kasveilla. Mikäli halutaan erityises-





Linnanmäen vesitornin rehevä viherkatto, Helsinki.

ti painottaa viherkaton toimimisesta hiilinieluna, paksu kasvualusta ja monipuolinen kasvillisuus ovat tärkeitä. Erityisesti katot, joilla kasvaa puuvartisia kasveja, voivat toimia merkittävänä hiilinieluna kaupungeissa. Viherkattojen monimuotoisuuden edistämiseksi suositellaan lahoppuun sijoittamista katolle. Tiiviisti rakennetussa kaupunkiympäristössä, jossa muutoin vähän paikkoja,

joihin esimerkiksi puisto- tai pihapuita voi jättää lahoamaan, viherkatot voisivat tarjota tähän vaihtoehtoon. Hiilen sidonnan kannalta sillä voisi olla merkitystä, sillä yksi kuutiometri puuta sisältää 200 kg hiiltä.

### 3.8 Kokonaisvastuullisuus viherkattojen materiaaleista

#### *Merkitys*

Kestävän kehityksen kannalta viherkaton elinkaaren aikaiset vaikutukset ja rakennatarkaisut ovat keskeisiä (114). Kokonaisuhyötyjen arvioinnissa tarkasteluun tulevat yhtäältä viherkattojen rakentamiseen ja ylläpitoon kuluvat resurssit ja niistä syntyvät päästöt ja toisaalta viherkatoista saatavat ympäristöhyödyt, säästöt ja ekosysteemipalvelut. Viherkattojen toteuttamiseen sopivat ympäristövastuulliset ratkaisut, joiden tuottamat hyödyt ja säästöt kompensoivat tai ylittävät vastaavat investoinnit. Laajamittainen viherkattojen rakentaminen on kestävyuden näkökulmasta kyseenalaista, jos materiaaleihin käytetty energia ylittää viherkaton avulla saavutettavan energiansäästön, jos materiaalien tuotanto kuormittaa ympäristöä voimakkaasti, tai jos viherkatoista vapautuu ylimääräisiä ravinteita vesistöihin. Viherkattojen merkitys esimerkiksi hiilen sitojina tai hiilen päästölähteenä on riippuvainen materiaalien valmistuksessa ja kuljetuksessa syntyneen hiilidioksidin määrästä suhteessa kattoon sitoutuneen hiilen määrään.

Julkaistavaksi lähetetyn tutkimuksen (Bozorg-Chenani ym.) mukaan esimerkiksi vuonna 2013 Suomessa yleisesti tarjolla olleiden viherkattoratkaisujen ilmastovaikutukset voivat olla merkittäviä (GWP, global warming potential), samoin muut ympäristökuormitukset. Materiaalivalinnoilla voidaan oleellisesti vähentää kuormitusta, joten näihin valintoihin vaikuttavat ohjaukset ovat keskeisiä.

Materiaalitietoisuuden karttuessa ja teknologioiden kehittyessä rakentamistapaa tulisi voida päivittää. Tämän hetkisen tiedon mukaan ongelmallisimpia materiaaleja ovat mm. kivivilla, muovikennorakenteet (mitä suurempi muovin määrä, sitä haitallisempi) sekä leca-sora (valmistetaan uusiutumattomalla energialla korkeissa lämpötiloissa).



Viherkaton elinkaaren vaiheet. Lähde: Veuro, S., Lehvävirta, S. & Mesimäki, M. 2012. Viherkattojen elinkaarianalyysi ja kestävätkä rakennusratkaisut - esiselvitys. Viides ulottuvuus -tutkimusohjelma. Helsinki. Helsingin yliopisto

Viherkattojen rakenteissa käytettävän polyetyleenin ja -propyleenin ympäristövaikutuksia on tutkittu arvioimalla valmistuksessa syntyvien rikkidioksidin ( $\text{SO}_2$ ), typpidioksidin ( $\text{NO}_2$ ), otsonin ( $\text{O}_3$ ) ja pienhiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) ympäristövaikutuksia suhteessa viherkaton elinaikanaan tuottamiin ympäristöhyötyihin (115). Mainittujen polymeerien tuottaminen on selkeästi haitallista. Vaikka vastaavien kierrätystuotteiden valmistaminen pienentää päästöjä, on korvaavien materiaalien kehittäminen silti välttämätöntä. Viherkaton ympäristöhyödyt ovat kuitenkin niin merkittävät, että pitkällä aikavälillä (13 - 32 vuotta) ne kompensoivat polymeerien tuottamisesta aiheutuneet ilmansaasteet.

### Suositus

Suosittelavaa on, että viherkattot toteutetaan aina kokonaisvastuullisesti arvioiden niiden eri toteuttamisvaihtoehtojen elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset mahdollisimman realistisesti parhaan tarjolla olevan tiedon varassa. Materiaalivalintoja voidaan ohjata haluttuun suuntaan, mm. suosimalla verotuksen avulla vähemmän kuormittavia materiaaleja. Jätelain kehittäminen voi myös olla tarpeen, jotta materiaalivirtoja voidaan tehostetusti hyödyntää, mutta asia vaatisi tutkimusta.

## *Toteuttaminen*

Suotavia ovat yksinkertaiset viherkattoratkaisut, kierrätyspohjaiset sekä läheltä saatavat materiaalit. Esimerkiksi Sveitsissä on runsaasti kokemusta ns. yksikerrosratkaisuista, ja eurooppalaisilla valmistajilla on niitä myös kaupallisesti tarjolla. Yksikerrosratkaisut perustuvat suoraan juurisuojan päälle levitettävään hyvin vettä läpäisevään kasvualustaan, jossa vesi poistuu ja pidättyy sopivasti. Myös rakennettavan kohteen pintamaan talteenotto ja käyttäminen viherkatolla sellaiseenaan tai karkeampaan ainekseen sekoitettuna on suositeltava vaihtoehto, ja Euroopassa tästä onkin jo kokemusta.

Myös kasvillisuus on osa viherkaton materiaaleja. Se voidaan tuoda paikalle asennusvalmiina kasvimattona, kylvää siemeninä kasvualustalle vasta katolla, istuttaa paakku- tai astiataimina kasvualustalle tai toteuttaa eri vaihtoehtojen yhdistelmänä. Kunkin kohteen osalta on arvioitava, mikä vaihtoehto on kokonaisuuden kannalta kestävin.

## 4 VIHHERKATTOJA KOSKEVIEN OHJAUSKEINOJEN KEHITTÄMINEN

### 4.1 Ohjauksen tarve ja välineet

Tarve viherkattorakentamiseen kytketyille ohjauskeinoille syntyy usein tavoitteesta hillitä jotain kaupunkialueella esiintyvää ympäristöongelmaa, tuottaa ekosysteemipalveluita tai edistää luonnon monimuotoisuutta.

Ekosysteemipalveluiden ylläpito ja siihen liittyvä viherkattojen rakentaminen edellyttää joustavaa ja laajaa keinovalikoimaa, kuten strategioita, suunnitelmia, taloudellisia tukia, vero-ohjausta, oikeudellista sääntelyä ja informaatio-ohjausta (116). Uudet, usein talous- ja markkinapainotteiset ohjauskeinot ovat tarpeen, mutta myös perinteiset ohjauskeinot, kuten oikeudellis-hallinnollinen ohjaus, rangaistukset, verot ja informaatio-ohjaus ovat välttämättömiä ekosysteemipalveluiden turvaamiseksi. Viherkattojen edistämisessä onkin hyödynnettävä jo olemassa olevia oikeudellisia ja taloudellisia välineitä, kuten erilaisia ympäristölupamenetelyitä, maksuhelpotuksia, verovähennyksiä ja mahdollisia investointitukia (113). Sitä viherkattojen sääntelyn ja muiden ohjauskeinojen tehokas kehittäminen edellyttää sekä voimassa olevan lainsäädännön mahdollisuuksien että sen puutteiden tunnistamista.

Viherkattojen edistämiseksi hyödynnettävät ohjauskeinot voivat olla luonteeltaan määrääviä ja kontrolloivia kuten esimerkiksi käytettävään teknologiaan liittyviä standardeja tai ne voivat olla markkinoihin perustuvia kuten verokannustimia tai valtion tukiaisia. Sopivinta ohjauskeinoa mietittäessä tulee selvittää, onko alalla havaittavissa suuria eroja eri tavoitteisiin sopivien viherkattojen perustamiskustannuksissa. Mikäli kustannuksissa ei esiinny suuria eroja, standardeihin perustuvat ohjauskeinot voivat olla aivan yhtä tehokkaita kuin markkinoihin perustuvat. (117). Teknologiset standardit voivat pohjautua esimerkiksi lainsäädäntöön, kuten erilaisiin lupamääräyksiin.

Viherkattojen toteutumista voidaan edistää ainakin seuraavilla toimenpiteillä:

- 1) Velvoittavan sääntelyn hyödyntäminen/kehittäminen
- 2) Kannustimet yksityisille päätöksentekijöille
- 3) Enemmän investointeja tutkimus- ja kehitystyöhön

- 4) Informaatio-ohjaus: Viherkattoihin liittyvän tiedon lisääminen ja levittäminen (5)
- 5) Kaupunkien strategiat

Kaupunkien ja kuntien strategioiden ja julkisten rakennusten pilottiprojektien avulla viherkatot voisivat tulla paremmin tunnetuiksi ja niiden avulla kaupungit voivat edistää rakentajien tietotaitoa ja viherkattojen rakentamista tulevaisuudessa. Esimerkkeinä relevanteista strategioista mainittakoon viherkattostrategiat (valmisteilla mm. Helsinkiin), hulevesistrategiat, viheralueohjelmat, kestävän kehityksen strategiat, luonnonsuojeluohjelmat, ilmastonmuutokseen sopeutumiseen tähtäävät strategiat, ynnä muut koulutukseen, kehittämiseen, rakentamiseen, ympäristöön ja luontoon liittyvät strategiat ja toteutusohjelmat sekä kampanjat.

Maailmalta löytyy runsaasti esimerkkejä erityisesti viherkattoihin kohdennetuista ohjauskeinoista. Muun muassa Saksassa, Sveitsissä, Itävallassa, Tanskassa, Yhdysvalloissa ja Kanadassa viherkatot ovat jo pidempään olleet yksi kaupunkisuunnittelun väline ja niiden lisäämiseen on myös pyritty aktiivisesti monin erilaisin toimenpitein. Näitä ovat olleet erilaiset taloudelliset kannustimet, kuten vero- ja maksuhelpotukset sekä oikeudellinen sääntely, kuten viherkattojen rakentamiseen velvoittavat rakentamissäännökset (25).

Esimerkiksi Sveitsin Baselissa on hyödynnetty viherkattojen rakentamiseen niin taloudellisia tukia, erillistä tutkimusrahoitusta kuin velvoittavia rakentamismääräyksiä (63). Baselin rakentamista koskevaan lainsäädäntöön lisättiin vuonna 2002 velvoite, jonka mukaisesti kaikilla uusilla ja peruskorjatuilla tasakatoilla tulee olla tietynsuuruinen vähimmäisosuus viherkattoa (25, 63). Samoin Kanadan Torontossa on säädetty viherkattojen rakentamisvelvoitteista ja määräyksistä. Torontossa astui vuonna 2009 voimaan yleinen viherkattopolitiikka, jota toteutetaan kunnallisen järjestyssäännön (The Green Roof By-law) välityksellä (25, 118). Sen mukaan jokaisen 30.1.2010 jälkeen rakennetun yli 2000 m<sup>2</sup> rakennuksen tulee sisältää viherkatto, jonka vähimmäiskoko määrittyy erillisen taulukon mukaan. Myös Tanskassa ja Norjassa pyritään edistämään viherkattoja erilaisten ohjauskeinojen avulla (25, 119, 120). Maailmalla kaupunkien uudet asuinalueet asetetaan entistä useammin aiempaa tiukemman ympäristökontrollin alle, mikä mahdollistaa myös viherkattojen määrän lisäämisen. Monet suurkaupungit ovat mm. linjanneet, että kaikkien julkisten rakennusten kattojen uusimisten yhteydessä niihin tulee samalla rakentaa myös viherkatto (121).

Suomessa ei ole toistaiseksi voimassa erityisesti viherkattojen rakentamiseen kohdennettua sääntelyä tai taloudellisia kannustimia. Tästä huolimatta Suomen ympäristölainsäädäntö soveltuu monin eri tavoin myös viherkattoihin. Esimerkiksi maankäyttö- ja rakennuslaki, jätelaki, ympäristönsuojelulaki, luonnonsuojelulaki

ja lannoitevalmistelaki asetuksineen sisältävät lukuisia viherkattoihin soveltuvia säännöksiä. Näistä erityisesti alueiden käytön suunnittelua ja rakentamista koskeva maankäyttö- ja rakennuslaki on keskeinen säädös, sillä kaavoitusta ja rakentamista koskevat oikeudelliset edellytykset määrittävät merkittäväällä tavalla viherkattojen toteuttamisedellytyksiä. Maankäyttö- ja rakennuslakiin palataan seuraavassa jaksossa tarkemmin.

Muusta lainsäädännöstä voidaan nostaa esiin mm. luonnonsuojelulain uhanalaisten lajien siirtämistä ja vieraslajien leviämisen estämistä, jätelain kierrätysmateriaalien hyödyntämistä sekä ympäristönsuojelulain pilaantumista koskevat säännökset, jotka kaikki voivat osaltaan rajoittaa viherkattojen toteuttamista tai muutoin ohjata sitä tiettyyn suuntaan.

Toistaiseksi oikeudellinen ymmärrys viherkattojen käsitteestä, niiden määrittelystä ja asemasta on Suomessa vielä puutteellista, mikä voi vaikeuttaa viherkattojen toteuttamista ja siten hidastaa niiden yleistymistä. Siten jatkotutkimus viherkattoihin soveltuvan ympäristölainsäädännön mahdollisuuksista ja rajoitteista on tarpeellista (25).

Seuraavaksi tarkastelemme tiivistetysti maankäyttö- ja rakennuslain sääntelyä siltä osin kuin se on sovellettavissa viherkattoihin. Viherkattoja ei suoraan laissa mainita, joten nostamme esiin sellaisia seikkoja, jotka mahdollistavat tai kenties estävät viherkattojen toteuttamista. Osio perustuu pitkälti viherkattojen sääntelyä koskevaan artikkeliin ”Monitoiminnalliset viherkatot ja maankäyttö- ja rakennuslaki” (25), joka on julkaistu Ympäristöjuridiikka-lehden numerossa 2/2014. Kyseisessä artikkelissa käydään yksityiskohtaisemmin läpi MRL:n soveltamista viherkattojen näkökulmasta.

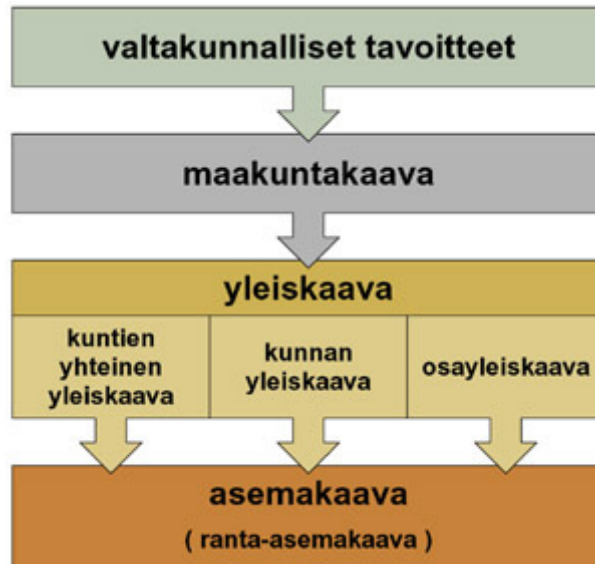
## 4.2 Maankäytön suunnittelun ja rakentamisen sääntely

### 4.2.1 Kaavoitus

Maankäyttö- ja rakennuslaki muodostaa viherkattojen sääntelyn perustan, sillä kaavoituksen vaatimukset ja rakentamisen edellytykset luovat puitteet viherkattojen suunnitelmalliselle toteuttamiselle. Kaavoituksen avulla sovitaan yhteen mm. asumiseen, teollisuuteen, virkistykseen ja luonnonsuojeluun liittyviä, usein keskenään ristiriitaisiakin intressejä. Kaavoituksen ja rakentamisen monet tavoitteet kytkeytyvät eri tavoin myös viherkattojen toteuttamiseen asettamalla reuna-ehtoja viherkattojen sijoittamiselle ja niiden rakentamiselle (25, 122).

Suomessa maankäytön suunnittelujärjestelmä koostuu pääasiassa maakunta-kaavoista, yleiskaavoista ja asemakaavoista. Kaavojen muodostamaa kokonaisuutta kutsutaan tavanomaisesti kaavahierarkiaksi, jossa ylemmän tason kaava ohjaa

alempien laatimista. Kaavajärjestelmää täydentävät alueiden käytön suunnittelua ohjaavat valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet sekä kunnan rakennusjärjestys.



Kuvan lähde: <http://www.tampere.fi/kaavatjakiinteistot/kaavoitus/kaavoitustietoa/kaavatasot.html>

Maakuntakaavat ovat maakunnan yleispiirteisiä maankäytön suunnitelmia, yleiskaavat koskevat pääsääntöisesti yhden kunnan aluetta ja asemakaavat ovat kaupunkien ja kuntien suunnittelun ja rakentamisen ohjaamisen yksityiskohtaisia välineitä. Kaavahierarkian mukaisesti kullakin kaavatasolla on omat tavoitteensa ja kaikille kaavatasoille on säädetty erilliset sisältövaatimukset. Viherkattojen näkökulmasta yleis- ja asemakaavoja voinee pitää maakuntakaavoja merkityksellisimpinä, lähinnä alueiden käytön suunnittelun mittakaavasta johtuen (25). Karkeasti ottaen voidaan todeta, että maakuntakaava ja yleiskaava luovat maankäytölliset puitteet viherkatoille, kun taas asemakaava määrittää niiden rakentamisen konkreettiset reunaehdot.

### **Maakuntakaavat**

Maakuntakaavassa kiinnitetään huomiota laajoihin maakunnallisiin kysymyksiin, kuten tarkoituksenmukaiseen alue- ja yhdyskuntarakenteeseen, alueiden käytön ekologiseen kestävyteen, maiseman, luonnonarvojen ja kulttuuriperinnön vaalimiseen sekä virkistysalueiden riittävyyteen. Nämä sisällöt mahdollistavat viherkattojen liittämisen osaksi maakunnallisen tason suunnittelua, mutta maakunta-

kaavat ovat suunnitteluasteeltaan yleispiirteisiä eikä niihin voi sisällyttää kovin täsmällisiä aluevarauksia tai kaavamerkintöjä.

Maakuntakaavassa voidaan kuitenkin esimerkiksi painottaa ekologisten yhteysien ja laajojen viherverkostojen tai -rakenteiden kehittämistä halutuilla alueilla, jolloin kaavan selostusosaan voitaneen liittää mainintoja viherkatoista yhtenä tavoitteiden toteuttamiskeinona (25). Myös erilaisten maankäyttöisten intressien yhteensovittaminen maakuntakaavan tasolla voi mahdollistua viherkattojen kautta. Esimerkiksi luonnonsuojeluintressit on mahdollista sovittaa yhteen vaikkapa suuren logistiikkakeskuksen kanssa, käyttäen hyväksi rakennusten viherkatuille rakennettavia monimuotoisuutta edistäviä paahdeympäristöjä. Virkistyskäytölliset tavoitteet taas voisi liittää yhteen kaupan toimintojen kanssa tuottamalla mm. isojen kauppakeskusten katoille tarkoitukseen sopivia viherympäristöjä (25).

### *Yleiskaavat*

Yleiskaavan tarkoituksena on kunnan maankäytön yleispiirteinen ohjaaminen sekä erilaisten toimintojen yhteensovittaminen. Jotta viherkattojen tarjoamat maankäytölliset mahdollisuudet tulisivat otetuksi kaavoituksessa kokonaisvaltaisesti huomioon, viherkattojen edistäminen ja kytkeminen muuhun alueiden käytön suunnitteluun olisi luontevaa jo yleiskaavatasolla (25). Yleiskaavassa on otettava huomioon esimerkiksi ekologinen kestävyys, olemassa olevan yhdyskuntarakenteen hyväksikäyttö, vesi- ja jätehuollon järjestäminen, ympäristöhaittojen vähentäminen, virkistykseen soveltuvien alueiden riittävyys sekä rakennetun ympäristön, maiseman ja luonnonarvojen vaaliminen. Viherkattojen hyödyt kytkeytyvät tiiviisti näihin yleiskaavan sisältövaatimuksiin, ja niitä voidaan edistää yleiskaavamerkintöjen ja -määräysten kautta.

Viherkatoilla on erityisen suuri potentiaali hulevesien hallinnassa. Yleiskaavassa voi esimerkiksi velvoittaa hulevesien suunnitelmalliseen hallintaan esimerkiksi ja sisällyttää kaavaan määräyksiä tai vähintäänkin suosituksia vettä pidättävien viherkattojen rakentamisesta. Hulevesien ohella yleiskaavassa on kiinnitettävä huomiota myös biologisen monimuotoisuuden ylläpitämiseen sekä asukkaiden virkistysmahdollisuuksien lisäämiseen. Tällaisten tavoitteiden toteuttamiseksi yleiskaavassa voitaisiin esimerkiksi osoittaa alueita, joilla pyritään edistämään tiettyjen ekosysteemipalvelujen ja luonnonarvojen turvaamista mm. juuri viherkattojen avulla. Tämä voisi toimia mm. entisille teollisuusalueille rakennettavien asuinalueilla sekä luonnonsuojelualueisiin rajautuvilla kaava-alueilla, sillä yleiskaavalla voisi edistää ekologisten yhteyksien muodostamista mm. luonnonvaraisista kasveista koostuvien viherkattojen avulla (25). Kuten maakuntakaavassa, myös yleiskaavan yleispiirteisyys asettaa kaavamerkintöjen ja -määräysten tarkkuudelle omat



rajoitteensa. Tavallisesti rakentamista koskevat yksityiskohtaisemmat merkinnät ja määräykset on jätetty asemakaavatasolle.

### *Asemakaavat*

Asemakaavoilla täsmennetään ja konkretisoidaan maakunta- ja yleiskaavan tavoitteita ja määritetään rakentamisen tarkempia, konkreettisia edellytyksiä. Asemakaavan merkinnöillä ja määräyksillä määrätään esimerkiksi rakennusten sijoittumisesta, koosta, väryksestä, sallituista materiaaleista jne. Koska viherkatot ovat osa rakennusta, niiden toteuttamisen perusedellytykset määräytyvät pitkälti asemakaavan kautta (25). Siten asemakaava on käytännössä viherkattojen kannalta usein keskeisin kaavataso.

Asemakaava on MRL 54 §:n mukaan laadittava siten, että siinä luodaan mm. edellytykset terveelliselle, turvalliselle ja viihtyisälle elinympäristölle. Asemakaavalla ei saa myöskään hävittää rakennettuun ympäristöön ja luonnonympäristöön liittyviä erityisiä arvoja. Lisäksi kaavoitettavalla alueella tulee olla riittävästi puistoja tai muita virkistysalueita, eikä asemakaavalla saa aiheuttaa elinympäristön laadun tarpeetonta heikkenemistä eikä kohtuutonta rajoitusta tai haittaa maanomistajalle. Viherkatot tarjoavat monia hyötyjä, jotka edistävät mainittuja asemakaavan sisältövaatimuksia (mm. melun vähentäminen, luonnonarvojen turvaaminen, ilman epäpuhtauksien sitominen, esteettisyyden lisääminen ja sadevesien hallinta).

#### **HALLITUKSEN ESITYS EDUSKUNNALLE LAEIKSI VESIHUOLTOLAIN SEKÄ MAANKÄYTTÖ- JA RAKENNUSLAIN MUUTTAMISESTA (HE 218/2013)**

Hulevesien hallinta on siirtymässä vesihuoltolaista MRL:iin. Asiaa koskeva lakimuutos on jo eduskunnassa hyväksytty ja muutos on tarkoitettu tulemaan voimaan 1 päivänä syyskuuta 2014. Hulevesien hallinnasta säädetään jatkossa maankäyttö- ja rakennuslain uudessa luvussa (13 a: Hulevesiä koskevat erityiset säännökset, jossa asetetaan mm. hulevesien hallinnan yleiset tavoitteet, määrätään kiinteistökohtaisista velvollisuuksista ja kuntien laatimasta erillisestä hulevesisuunnitelmasta sekä hulevesimaksuista). Viherkattojen näkökulmasta uudistuksessa on olennaista se, että siinä korostetaan hulevesien suunnitelmallista hallintaa, hyödyntäen luonnonmukaisia menetelmiä kuten hulevesien pidättämistä, viivyttämistä ja imeyttämistä sekä muita keinoja. Kuten edellä on jo todettu, viherkatot ovat laajalti hyödynnettävissä oleva keino hulevesien pidättämiseen, viivyttämiseen ja imeyttämiseen. MRL 13 a luvun säännökset hulevesien hallinnasta kytkevät hulevesien hallinnan tiiviimmin osaksi alueiden käytön suunnittelua ja vahvistavat myös viherkattojen asemaa osana alueiden käytön suunnittelua.

Yksinkertainen keino viherkattojen edistämiseen on velvoittava asemakaava-merkintä tai -määräys viherkaton rakentamiseen. Etenkin julkiset tai kaupalliset, melko tasakattoiset rakennukset mielletään usein hyviksi vaihtoehdoiksi tällaisen sääntelyn piiriin. Viherkattoja koskevien kaavamerkintöjen ja -määräysten osalta on kuitenkin syytä kiinnittää erityistä huomiota niiden muotoon ja tarkkuuteen. On tärkeää, että kaavoittaja määrittelee riittävällä tarkkuudella toteutukselle asetetut vaatimukset, joita ovat esimerkiksi kasvualustan paksuus, kasvipeitteen laajuus, vedenpidätyskyky tai mahdollisuus oleskeluun. Pelkkä ”viherkatto”-merkintä tai määräys viherkattojen rakentamiseen ei ole riittävän yksiselitteinen, eikä anna keinoja tarkoitustaan vastaavien viherkattojen toteuttamisen varmistamiseksi. Kaavassa olevaa viherkatto-merkintää tai -määräystä voidaan yrittää kiertää eri tavoin, mikäli merkintä on liian avoin. (25)

### *Johtopäätöksiä*

Vaikka viherkattoja koskevat kaavamerkinnät ovat tarpeellisia, ne eivät saisi olla liian rajoittavia ja tiukkoja, jotta yhteiskunnallinen kehitys tai maankäytön muutokset eivät aiheuttaisi tarpeettomia esteitä kaavan toteuttamiselle - asemakaavan hyväksymisestä sen toteuttamiseen kun saattaa kulua useampi vuosi. Kaavamerkintöjen ja -määräysten tulisi siksi olla riittävän avoimia ja joustavia (25).

On myös tärkeää myös tunnistaa, mitä viherkatolla kaavassa kulloinkin tavoitellaan. Esimerkiksi hulevesien pidättämisen näkökulmasta ohut maksaruohokatto ei ole erityisen tehokas, toisin kuin paksummalle kasvualustalle perustettu viherkatto. Mikäli tavoitteena taas on luonnon monimuotoisuuden turvaaminen, on tämän toteuttamiseen useita mahdollisuuksia, kohteesta riippuen. Kaavassa olisi hyvä tarkentaa joko kaavamerkintää tai -määräystä siten, että siitä käy ilmi vaadittavat viherkaton ominaisuudet (25).

On painotettava, ettei viherkattojen tehtävänä ole korvata, vaan täydentää ja tukea olemassa olevaa viherrakennetta ja sen säilymistä erityisesti tiiviisti rakennetuilla kaupunkialueilla. Uhkakuvana näyttäytyy tilanne, jossa viherkattoja käytetään yksinomaan oikeutuksena rakentamiseen varattujen alueiden lisäämiselle.

Viherkattojen käsitteistöä tulisi tarkentaa sekä laatia viranomaisten ja rakentajien käyttöön ohjeistusta siitä, mitä viherkatoilla tarkoitetaan ja millaisia kriteereitä niiden tulee täyttää, jotta viherkattojen ominaisuudet voidaan ottaa tarkemmin huomioon kaavamääräyksissä. Tämä raportti on askel oikeaan suuntaan, mutta myös valtion ja kuntien viranomaisten tulisi laatia omaa alueellista ohjeistusta viherkattojen toteuttamiseksi.

## 4.2.2 Rakennusjärjestys ja rakentamistapaohjeet

Kunnan rakennusjärjestyksessä voidaan asettaa lakia ja asetusta täydentäviä paikallisia rakentamismääräyksiä. Yleiskaava, asemakaava ja Suomen rakentamismääräyskokoelma syrjäyttävät kuitenkin rakennusjärjestyksen, eikä kunta voi ohittaa eikä tiukentaa rakennusjärjestyksellä näiden vaatimuksia. Rakennusjärjestyksen määräykset voivat koskea joko koko kuntaa tai kunnan eri osia. Kyse on paikallisiin oloihin kohdistuvista määräyksistä, jotka ovat mm. suunnitelmallisen rakentamisen, luonnonarvojen huomioon ottamisen sekä hyvän elinympäristön toteuttamisen näkökulmasta tarpeellisia. Rakennusjärjestyksen määräyksillä voidaan myös tukea kunnan maankäyttöön liittyvien strategioiden toteuttamista ja vahvistaa esimerkiksi ympäristön laadun ja paikallisten arvojen huomioon ottamista (25,120).

Rakennusjärjestyksen määräykset voisivat toimia kaavoituksen ohella viherkattojen rakentamista koskevana suunnittelu- ja ohjausvälineenä. Rakennusjärjestyksissä on tyypillisesti määrätty mm. kaupunkikuvallisista vaatimuksista, aitojen rakentamisesta, valaistuksesta, pienistä rakennelmista ym. Siten rakennusjärjestykseen voisi sisällyttää myös viherkattoja koskevia määräyksiä, mikäli kunta/kaupunki haluaa edistää tai ohjeistaa viherkattojen rakentamista. Rakennusjärjestyksessä voisi esimerkiksi (MRL:n ja MRA:n rajoissa) määrätä myös viherkattojen luvantarpeesta tai siitä vapauttamisesta, viherkattojen hyödyntämisestä esimerkiksi rakentamisen sopeuttamisessa ympäristöön tai vaikkapa hulevesien pidättämisessä (25).

Rakentamistapaohjeet puolestaan ovat kunnissa yleinen tapa antaa rakennusjärjestystä ja myös kaavoitusta selventäviä kannanottoja sopivasta ja suositeltavasta rakentamiskäytännöstä (25). MRL:iin ei kuitenkaan sisälly säännöksiä rakentamistapaohjeista. Siten ohjeet eivät ole lähtökohtaisesti sitovia, vaan lähinnä kunnan viranomaisen kannanottoja siitä, mikä on suositeltava rakentamistapa (25) tietyllä alueella. Rakentamistapaohjeet voivat kuitenkin muodostua sitoviksi kolmella eri tavalla.

1. Rakentamistapaohjeet voidaan hyväksyä osana asemakaavaa. Sitovuus edellyttää, että ohjeet kirjataan kaavan määräyksiksi. Tällöin voidaan tosin kysyä, onko kyse enää rakentamistapaohjeista vai jo kaavamääräyksistä.
2. Rakentamistapaohjeet voidaan liittää rakennusjärjestykseen, jolloin ne tulevat sitoviksi määräyksiksi, kun ne hyväksytään osana rakennusjärjestystä kunnanvaltuuston päätöksellä.
3. Rakentamistapaohjeet voidaan sitoa myös kunnan tontinluovutusehtoihin, jotka ovat juridisesti sitovia sopimuksia. Tontinluovutusehdoissa kunta voi edellyttää, että alueelle laadittuja rakentamistapaohjeita on noudatettava rakentamisessa (25, 123).

Rakentamistapaohjeet voisivat olla yksi mahdollinen keino selvittää viherkat-  
tojen toteuttamisen edellytyksiä, sillä yhdenmukaisten ja selkeiden rakentamis-  
tapaohjeiden avulla viherkattojen rakentaminen voisi olla nykyistä yksinkertai-  
sempaa. Esimerkiksi viherkattojen paloturvallisuuteen, käytettävien materiaalien  
valintaan, vedeneristykseen, rakenteiden kantavuuteen sekä hulevesien hallintaan  
liittyvien kysymysten kannalta selkeillä ja kohdennetuilla rakentamistapaohjeilla  
voisi olla mahdollista kehittää viherkattojen rakentamisen prosessia sekä vähen-  
tää lupaedellytysten täyttämiseen liittyvää, usein tarpeetonta epäselvyyttä. Jat-  
kossa olisi tarpeellista pohtia rakentamistapaohjeiden kehittämistä sitovampaan  
suuntaan, tai ainakin luoda rakentamistapaohjeen suhteen selkeät menettelytavat.

### 4.2.3 Rakentamista koskeva sääntely

Rakennuksia ja rakentamisen edellytyksiä koskeva sääntely asettaa täsmälliset  
kriteerit erilaisille rakentamisprojekteille ja varmistaa samalla, että rakentami-  
nen toteuttaa kaavoituksen tavoitteita. Rakentamista koskeva sääntely muodos-  
taa viherkattoja koskevan käytännönläheisen oikeudellisen kokonaisuuden. Ra-  
kentamisen säännöksiä täydentää Suomen rakentamismääräyskokoelma, jossa  
annetaan valtakunnallisesti yhtenäisiä, varsin teknisiä ja yksityiskohtaisia mää-  
räyksiä ja ohjeita (25, 124).

Rakentamisen näkökulmasta viherkatot voivat tarjota mm. elinkaariominai-  
suuksiltaan kestäviä sekä elinympäristön viihtyisyyttä ja rakennetun ympäristön  
hyödyntämistä edistäviä ratkaisuja. Rakentamisen yleisistä edellytyksistä on sää-  
detty MRL 17 luvussa, joka sisältää mm. rakennuspaikkaa, rakentamisen ympä-  
ristöllisiä vaatimuksia, rakennetun ympäristön kulttuuriarvoja sekä rakennuksen  
suunnittelua koskevia säännöksiä. Myös asemakaava ja kaavamääräykset rajaa-  
vat esimerkiksi rakennuksen ulkoasua ja - kaavan tarkkuudesta riippuen - myös  
tarkempia yksityiskohtia, kuten käytettävän rakennusmateriaalin, yhtenäisen kat-  
tokaltevuuuden, kateaineen jne. (122).

Rakennuksen tulee MRL 117.2 §:n mukaisesti täyttää myös ns. olennaiset tekni-  
set vaatimukset: ”rakennus on suunniteltava ja rakennettava ja rakennuksen muu-  
tos- ja korjaustyöt tehtävä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutos toteutet-  
tava siten, että rakennus täyttää siihen yleisesti ennakoitavissa oleva kuormitus ja  
rakennuksen käyttötarkoitus huomioon ottaen 117 a – 117 g §:ssä tarkoitettut olen-  
naiset tekniset vaatimukset”. Nämä vaatimukset liittyvät a) rakenteiden lujuuteen  
ja vakauteen, b) paloturvallisuuteen, c) terveellisyyteen, d) käyttöturvallisuuteen,  
e) esteettömyyteen, f) meluntorjuntaan ja g) energiatehokkuuteen. Säännökset  
lämmitysjärjestelmän arvioinnista (117 h §) sekä rakennuksen käyttö- ja huolto-  
ohjeesta (MRL 117 i §) on lueteltu samassa yhteydessä, mutta ne eivät varsinaisesti

lukeudu olennaisiin teknisiin vaatimuksiin. Rakennuksen olennaisia teknisiä vaatimuksia täsmennetään yksityiskohtaisesti Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Rakentamismääräyskokoelman merkitys rakennusten suunnittelijoiden apuvälineenä on ollut suuri, sillä sitä käytetään päivittäin (125). Rakentamismääräykset ovatkin rakentamisen lupajärjestelmän näkökulmasta varsin keskeinen apuväline, koska ne määrittävät ja ohjeistavat hyväksytyjä rakentamisratkaisuja.

Viherkattojen näkökulmasta em. olennaiset tekniset vaatimukset ovat keskeisessä asemassa. Ne asettavat viherkattojen rakentamiselle monia vaatimuksia, joista osa voi olla ongelmallisia. Teknisiä vaatimuksia tai rakentamismääräyskokoelman määräyksiä ei ole millään tavoin mietitty viherkattojen näkökulmasta, mutta niitä pitää siitä huolimatta soveltaa myös viherkattoihin. Viherkattojen ominaispiirteet voivat kuitenkin olla tässä suhteessa haasteellisia, minkä seurauksena olennaisien teknisten vaatimusten ja rakentamismääräyskokoelman määräysten soveltaminen on epäyhtenäistä ja myös tulkinnanvaraista. Viherkattoratkaisujen tulee täyttää vaadittavat tekniset määräykset siinä missä muidenkin rakenteiden, mutta niiden mahdollinen joustamattomuus uudenlaisten teknisten ratkaisujen mahdollistamiseksi voi olla ongelmallista. Siten ne voivat joissain tilanteissa tarpeettomasti vaikeuttaa viherkattojen toteuttamista ja sitä kautta hidastaa viherkattojen yleistymistä (25). Ks. laajemmin olennaisista teknisistä vaatimuksista suhteessa viherkattoihin Kallio ym. 2014 (25).

Jatkossa olisi ensiarvoisen tärkeää selvittää sekä olennaisten teknisten vaatimusten että niitä täsmentävien rakentamismääräyskokoelman määräysten yhteensovitus viherkattojen rakentamisen kanssa. Toinen merkityksellinen seikka on em. rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeiden hyödyntäminen viherkattojen toteuttamisessa. Näihin rakennuskohtaisiin ohjeisiin olisi tarpeellista sisällyttää myös viherkaton huoltoa ja hoitotarvetta koskevat kysymykset. Niiden avulla olisi mahdollista yhtenäistää viherkattojen hoitoa, mahdollisista omistajanvaihdoksista tai muista muutoksista huolimatta.

#### **4.2.4 Rakentamisen lupajärjestelmä ja valvonta**

Rakentamisen lupajärjestelmän lähtökohtana on, että rakennuksen, rakennelman tai vastaavan rakentaminen ja myös sen purkaminen on usein luvanvaraista. MRL:n lupajärjestelmä koostuu rakennusluvasta (MRL 125 §), toimenpideluvasta (MRL 126 §), purkamisluvasta (MRL 127 §) sekä maisematyöluvasta (MRL 128 §). Maisematyölupa koskee maisemaa muuttavaa maanrakennustyötä, eikä se todennäköisesti tule sovellettavaksi viherkattojen rakentamiseen. Sen sijaan rakennus-, toimenpide- ja purkamislupa voivat koskea myös viherkattoja, joko uudisrakennuksen rakentamisen tai vaihtoehtoisesti viherkaton erillisen rakentamisen yhteydessä.

Rakennuksen rakentaminen on pääsääntöisesti luvanvaraista, mutta luvantarve on kytketty lain 25 §:ssä erikseen määritellyn rakennuksen<sup>1</sup> rakentamiseen. Rakennuslupa tarvitaan myös korjaus- ja muutostyöhön, joka on verrattavissa rakennuksen rakentamiseen tai vaikuttaa käyttäjien turvallisuuteen tai terveydellisiin oloihin. Rakennusluvan sijasta rakentaminen voi edellyttää vain toimenpidelupaa, mikäli rakennelma tai laitos ei kaikilta osin edellytä rakentamisessa muutoin tarvittavaa ohjausta. Siten erilaiset katokset, vajat ym. eivät yleensä edellytä rakennuslupaa, vaan toimenpidelupaa. Voi myös olla, etteivät ne edellytä lupaa lainkaan. Arvio on kuitenkin tapauskohtainen, eikä yleistä ohjetta voi antaa, vaan rakennelman ja siihen mahdollisesti liitettävän viherkaton luvantarve kannattaa selvittää aina erikseen kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta. Myös asemakaava-alueilla ja niiden ulkopuolella noudatetaan erilaisia lupaedellytyksiä, mikä on otettava huomioon.

Arvioitaessa viherkattojen luvantarvetta lähtökohtana on, että viherkatto on yleensä rakennuksen kiinteä osa. Siten myös viherkattojen rakentamisen luvantarvetta arvioidaan koko rakennuksen näkökulmasta. Viherkatto voidaan kuitenkin rakentaa myös jälkiasennuksena vanhaan rakennukseen vaihtamalla tavallinen katto viherkattoon, jolloin toimenpiteen luvantarve on arvioitava erikseen. Pääsääntöisesti rakennuksen rakentaminen edellyttää rakennuslupaa. Rakennuslupa tarvitaan myös korjaus- ja muutostyöhön, joka on verrattavissa rakennuksen rakentamiseen tai vaikuttaa käyttäjien turvallisuuteen tai terveydellisiin oloihin. (25)

Ellei rakennuslupaa vaadita, voidaan edellyttää toimenpidelupaa. Esimerkiksi MRL 126 a §:n 1 momentti sisältää luettelon toimenpidelupaa edellyttävistä rakennelmista ja vastaavista toimenpiteistä. Tämän toimenpideluettelon 7-kohdan perusteella toimenpidelupa vaaditaan mm. rakennuksen julkisivun ja katteen tai sen väriytyksen muuttamiseen. Tällä perusteella viherkaton vaihtaminen vanhaan rakennukseen näyttäisi siten edellyttävän vähintäänkin toimenpidelupaa. (25)

Toimenpidelupaa edellyttävä toimenpide voidaan kuitenkin kunnan rakennusjärjestyksessä vapauttaa luvantarpeesta, mikäli sitä on pidettävä vähäisenä. Lisäksi lupamenettely voidaan korvata ilmoitusmenettelyllä. Nämä poikkeukset voivat siten joiltain osin keventää viherkattojen luvantarvetta, mutta nämä kysymykset olisi syytä selvittää kunnissa erikseen. Viherkattojen kohdalla voisi myös olla perusteltua säilyttää jonkinasteinen viranomaisvalvonta, jotta niiden toteuttamisessa kyetään valvomaan rakentamisen laatua. (25)

---

1 MRL 25 §:n mukaisesti rakennus on asumiseen, työnteekoon, varastointiin tai muuhun käyttöön tarkoitettu kiinteä tai paikallaan pidettäväksi tarkoitettu rakennelma, rakenne tai laitos, joka ominaisuuksiensa vuoksi edellyttää viranomaisvalvontaa turvallisuuteen, terveellisyteen, maisemaan viihtyisyyteen, ympäristönäkökohtiin taikka muihin lain tavoitteisiin liittyvistä syistä. Rakennuksena ei kuitenkaan pidetä kooltaan vähäistä ja kevytrakenteista rakennelmaa tai pienehköä laitosta, ellei sillä ole erityisiä maankäytöllisiä tai ympäristöllisiä vaikutuksia.

Viherkattoja ei ole aina toteutettu asemakaavojen velvoittavista kaavamääräyksistä huolimatta. Syy on usein taloudellinen ja viherkatto saatetaan rakennushankkeen loppumetreillä pyrkiä toteuttamaan joko puutteellisesti tai jättää kokonaan toteuttamatta. MRL tarjoaa joitakin valvontakeinoja, kuten luvan voimassaoloa ja jatkamista (MRL 143 §), keskeneräistä rakennusta (MRL 170 §) sekä uhkasakon ja teettämisuhan määräämisoikeutta (MRL 182 §) koskevat menettelyt (25). Nämä ovat kuitenkin turhan raskaita prosesseja. Jatkossa näitä kysymyksiä olisi tarpeen selvittää laajemmin. Helpoin ja todennäköisesti myös tehokkain keino vähentää valvontaan liittyviä ongelmia lienee viherkattoihin liittyvän tiedon lisääminen mm. ohjeistuksen, vuorovaikutuksen ja yhtenäisten käytäntöjen avulla. Myös viherkattoihin kytkeytyvän sääntelyn selventäminen sekä uusien tavoitteiden ja sitovien veloitteiden kehittäminen voisi tulevaisuudessa parantaa viherkattojen hyödyntämistä maankäytön suunnittelun välineenä.

### 4.3 Taloudelliset ohjaukeinit

Viherkatoista saatavat hyödyt eivät useimmiten ole niiden perustamiskustannuksista vastaavien osapuolten tiedossa tai kustannukset mielletään liian kalliiksi, minkä takia julkisten tahojen on tarpeellista kehittää viherkattojen rakentamista edesauttavia menettelytapoja. Suorat taloudelliset kannustimet voivat olla esimerkiksi rakentamistukia ja epäsuorat taloudelliset kannustimet puolestaan helpotuksia hulevesimaksuissa. Suorat taloudelliset kannustimet ovat tehokkaita välineitä edesauttamaan uuden teknologian omaksumista maissa, missä vihreän teknologian hyödyntäminen on uutta ja viherkattojen rakentamista vierastetaan. Tällöin kustannusten vähentäminen saattaa olla toimiva keino asennemuutoksen aikaansaamiseksi (117).

Lisärakennusoikeudet ja helpotukset hulevesimaksuissa ovat esimerkkejä epäsuorista taloudellisista kannustimista, joiden avulla rakennuttaja saa viherkattoja toteuttamalla suoraa hyötyä.

Suorien taloudellisten ohjaukeinojen hyödyntäminen saattaa kuitenkin olla paras keino edesauttaa viherkattojen rakentamista Suomessa. Viherkattojen rakentamisesta tehtiin 2013 kustannus-hyötyanalyysi missä osoitettiin, että mikäli minkäänlaisia kannustimia tai muuta sääntelyä ei kehitetä, viherkattojen toteuttamisasteen voidaan olettaa pysyvän alhaalla. Laskentaperusteena käytettiin Suomessa markkinoilla yleisimmin tarjolla ollutta ratkaisua eli monikerroksista rakennetta, joka päällystetään esikasvatetuilla maksaruoho-sammalmatoilla. Tällainen monikerroksinen, esikasvatettu ratkaisu on kalliimpi kuin yksinkertaisempi ja kylvämällä perustettava. Taloudellisia kannustimia kehitettäessä keskeistä on pohtia

viherkattoihin liittyviä tavoitteita, ovat ne sitten luonnonsuojelun, ekosysteemi-  
palvelujen tai muusta näkökulmasta nousevia. Taloudelliset kannustimet voisivat  
rohkaista esimerkiksi monimuotoisuutta tukevien, edullisten ratkaisujen kehittä-  
miseen ja hyvin vettä pidättävien järjestelmien toteuttamiseen.



## 5 LOPUKSI

Tässä dokumentissa on esitetty perusteita viherkattoja koskevien ohjauskeinojen kehittämiseksi tämänhetkisen tiedon valossa.

Viherkattotutkimusta tehdään yhä enemmän ja kokemuksia viherkattojen toimivuudesta suomalaisissa kaupungeissa saadaan jatkuvasti lisää. Tarvitaan foorumeita, jotka mahdollistavat kertyvän tiedon reaaliaikaisen päivittämisen ja jakamisen.

Ehdotamme seuraavia toimenpiteitä:

### 1) RT-Ideakortti viherkatoille voisi toimia yhtenä yhteisen keskustelun, tiedonjakamisen ja arvioinnin välineenä.

”RT-ohjekortista RT-ideakortti poikkeaa siinä, että ohjekorteilla on konsensusmenettelyn tuoma yleinen hyväksyntä, kun taas ideakortit puolestaan toimivat ajan hermolla ja tarttuvat uusiin aiheisiin - ideoihin, joista ei vielä ole alalla kokemuksen tuomaa varmaa tietoa. Tarkoituksena onkin herättää keskustelua, jossa ammattilaiset voivat tuoda esiin eri näkökulmia ja vaihtaa kokemuksiaan mm. meillä olevista ja toteutuneista hankkeista.”(127)

### 2) Yhteiset keskustelufoorumit

Kaupunkisuunnittelijoiden ja viherrakentajien yhteiselle keskustelulle kaivataan työpajakeskustelun mukaan foorumeita. Yhtenä sellaisena voisi toimia Viherpäivät, jonne myös kaupunkisuunnittelijat kutsuttaisiin mukaan. Tärkeää on edistää eri toimijoiden vuoropuhelua ja yhteisen ymmärryksen jakamista.

### 3) ”Viherkattotietokeskus”

Riippumattoman tahon ylläpitämä, esimerkiksi verkossa toimiva ”viherkattotietokeskus” on yhteisissä keskusteluissa todettu tarpeelliseksi, ja että sellaisen perustamisen mahdollisuuksia (rahoitus, toimintamuodot, henkilöstöresurssit jne.) pitää selvittää. (Pyydetään kommentteja)

# LIITE 1: VIHERRAKENTAMISMAKSUKKON NÄKEMYKSIÄ<sup>2</sup> NORMITETTAVISTA ASIOISTA JA OHJAUSKEINOISTA

## 1. Normitettavat asiat, mitoitettavat ominaisuudet/ vaatimukset ja haasteet

Yhtenä haasteena, ja osin myös esteenä, viherkattojen toteutumiselle pidetään yhteisten pelisääntöjen, määrittelyjen ja standardien puuttumista ja epäselvyyttä. Lisäksi viherkattojen hyötyjä on toimijoiden mielestä osittain vaikeaa hahmottaa. Viherkattojen toteutumisen edistämiseksi kaivataan erilaisia määräyksiä ja tukevaa sääntelyä, jolloin myös lähinnä tiedon puutteesta aiheutuvat haasteet ja esteet voidaan ylittää. Normittaminen vastaa siis epävarmuuteen luoden pelisääntöjä ja määrittelyjä.

Normien halutaan olevan yksiselitteisiä ja sitovia sekä perusteltuja ja faktoihin perustuvia. Erityisesti normien esittämistä numeerisessa muodossa painotettiin. Toimijat pohtivat myös, miten erilaiset normit voivat syntyä ja mitä eri asioita voidaan tai kannattaa ohjata. Työpajoissa tunnistettiin viherkattojen erilaisia hyötyjä ja tavoitteita, joiden saavuttamista tulisi tukea normien avulla. Keskeisimpiä normitettavia asioita ovat suorat viherkatoista saatavat hyödyt sekä viherkatot osana laajempia kaupunkiympäristön kehittämiseen liittyviä tavoitteita. Erilaisia tunnistettuja viherkattojen suoria hyötyjä ovat esimerkiksi hulevesien hallinta, lentomelun vaimentaminen, kaupunkikuvan ja kattomaiseman parantaminen, virkistys/viihtyisyys/terveyshyödyt, uudet kaupunkitilat oleskelukattojen avulla, ilmanlaadun parantaminen, hiilinieluna toimiminen ja kaupunkiluonnon monimuotoisuuden lisääminen. Viherkattoja hahmotettiin myös osana laajempia kaupunkiympäristön kehittämiseen liittyviä tavoitteita, kuten keinona vastata tiivistyvän kaupunkirakenteen haasteisiin, kaupungin resilienssin lisäämiseen ja turvaamiseen sekä osana kaupunkiluonnon tarjoamia ekosysteemipalveluita.

---

2 Tämä luku perustuu hankkeessa järjestettyihin työpajoihin, niissä laadittuihin muistioihin ja e-lomakekyselyyn. Aloitustyöpaja 3.4.2013: keskustelu ja ryhmätehtävät (läsnä 19 henkilöä)  
Työpaja 16.8.2013: keskustelu ja ryhmätehtävät (läsnä 19 henkilöä)  
Työpaja 29.1.2014: keskustelu ja ennakkokysymykset e-lomakkeella (läsnä 34 henkilöä)  
Yhteensä 47 henkilöä. Taustaorganisaatiot: yritykset (17), yhdistykset (2), kaupungit ja maakunnat (7), kaupunkisuunnittelijat (6), rakennusvalvonta (1), pelastusviranomaiset (1) ja tutkimus (13).

Edellä lueteltujen hyötyjen saavuttamiseksi työpajoissa pohdittiin, mitä viherkattojen ominaisuuksia ja rakentamista koskevia sääntöjä, ohjeita ja määritelmiä on luotava. Ensin tulisi tunnistaa, mitä sellaisia keskeisiä mitoitettavia ja tunnistettavia ominaisuuksia viherkatoilla on, joille on asetettava vaatimuksia ja luotava standardeja. Näiden määritelmien nähdään mahdollistavan hyvän rakennustavan ja toteutuksen laadun, viherkattojen asianmukaisen kunnon ja sen säilyttämisen sekä monimuotoisten viherkattojen toteutumisen.

Mitoitettavien ominaisuuksien ja vaatimusten lähtökohtana pidettiin viherkattojen yhtenäisen luokittelun muodostamista, johon normisto voisi perustua. Erilaisia luokitteluja voitaisiin suoraan hyödyntää RT-kortissa ja tätä kautta myös esimerkiksi asemakaavassa. Luokittelut voisivat perustua viherkaton kasvillisuuteen sekä käyttötarkoitukseen ja/tai toiminnallisuuteen. Kasvillisuutta ja tarkoitusta koskevat pääluokat voisivat olla esimerkiksi sammal-, maksaruoho-, keto-, niittykatto ja puutarha sekä hulevesi-, biodiversiteetti-, oleskelu-, melunhallinta-, ilmanpuhdistus- ja kaupunkiviljelykatto. Viherkattojen toiminnallisuuteen perustuvan luokittelun lähtökohtana olisivat erilaiset toiminnalliset kriteerit ja vaateet, joiden toteuttaminen ohjaisi viherkattojen mitoitusta ja sille asetettuja vaatimuksia.

Viherkaton rakenteen nähtiin oleellisesti vaikuttavan viherkaton ominaisuuksiin. Rakennetta koskevia mitoitettavia ominaisuuksia voisivat olla kasvillisuus (monipuolinen lajisto, muuntuvuus, nopea kasvipeitteisyys, kotimaiset vs. vierasperäiset lajit), kasvualusta (vedenpidätyskyky, vaihtelevuus), viivyttävän ja läpäisevän pinnan määrä katolla, viherkaton rakenteen paksuus, salaojitus, kiinnittyminen muuhun kattorakenteeseen (kulmarakenteet, kiinnityspisteet, läpiviennit jne.) ja materiaalit. Yhtenä rakennekerrosten normittamisen tavoitteena pidettiin viherkaton vähimmäis- tai tavoitesuorituskyvyn varmistamista, mutta normittaminen ei saisi olla liian tarkkaa.

Lisäksi pohdittiin, voidaanko viherkattojen perustamis- ja toteuttamistapaa normittaa. Tärkeänä pidettiin kasvipeitteen mahdollisimman nopeaa ja tasaista muodostumista, lajiston monipuolisuutta ja muuntuvuutta. Vaihtoehtoisiksi perustamis- ja toteuttamistavoiksi tunnistettiin esimerkiksi siemenkylvö, mattoon sidotut siemenet, pistokkaat ja/tai valmiin kasvimaton yhdistäminen. Viherkaton toteuttamista voitaisiin ohjata myös asettamalla erilaisia määrällisiä ja laadullisia vaatimuksia. Vaatimuksia ja yleisiä standardeja toivottiin myös viherkattojen turvallisuutta, paloturvallisuutta (pinta-alarajoitukset, palomuurit tai -katkot, paloturvallisuusluokittelu) sekä hoito- ja huoltokäytänteitä (takuuhoito, raportointi, huoltokerrat/vuosi) koskien.

Ilman standardeja viherkattorakentaminen nähtiin jatkuvana ”koerakentamisena”, mikä vähentää erityisesti rakennuttajien uskallusta toteuttaa viherkattoja. Nykyisiä jo toteutettuja viherkattoja pidettiin tietynlaisina pilottikohteina, joilla

on oma erityinen rakenteensa ja toteutustapansa. Eri normitettavien tavoitteiden ja niiden saavuttamiseksi asetettavien vaatimusten luomista pidettiin kuitenkin haasteellisena, koska yhdellä viherkattotyypillä voidaan saavuttaa monia eri tavoitteita ja hyötyjä sekä samalla katolla voi olla useita erilaisia kattorakenteita ja -osioita. Joidenkin asioiden normittamista pidettiin haasteellisena, esimerkiksi miten visuaalisuutta voidaan normittaa tai miten tarkasti viherkaton rakenteesta kannattaa määrätä. Lisäksi monet viherkatoille asetetut vaatimukset ovat tällä hetkellä kaupunkikohtaisia (esim. paloturvallisuusluokittelu).

Yhteenvetona voidaan todeta, että tärkeimpänä askeleena viherkattojen edistämiseksi pidettiin viherkattojen normittamista. Normittamisessa ja vaatimusten asettamisessa haluttiin edetä vähitellen yksinkertaisista reunaehdoista yksityiskohtaisempaan määrittelyyn. Normittamisen riittävästä tasosta ei päästy työpajoissa yksimielisyyteen, vaan todettiin, että paras vaihtoehto olisi lähteä liikkeelle ”edes jostain”.

## 2. Ohjauksen paikat ja keinot

Viimeiseen työpajaan ehdotuksenomaisesti koottuja ohjauskeinoja pidettiin liikaa pakkoon ja painostukseen keskittyvinä, mutta keskusteluissa tunnistettiin myös muita eritasoisia, eri paikoissa sovellettavia ja eri toimijoille kohdennettuja sekä sitovuudeltaan erilaisia ohjauksen keinoja. Ohjauskeinojen nähtiin mieluummin kehittyvän vähittäisistä askelista kohti yksityiskohtaisempaa ohjausta ja sääntelyä. Askelittaisen edistämisen nähtiin alkavan esimerkiksi sellaisten viherkattojen toteuttamisesta, jotka voidaan havaita ja nähdä (katokset, pienemmät rakennukset), jolloin erityisesti viherkattojen esteettiset hyödyt korostuisivat ja olisivat kaikkien nähtävillä. Viherkattoja voitaisiin näin myös testata ensin pienemmillä alueilla. Erimielisyyttä ilmeni sen suhteen, missä edellä luetelluista asioista pitäisi määrätä, kuinka tarkasti ja miten sitovasti.

Kannustavia ja vapaaehtoisia ohjauskeinoja voisivat olla esimerkiksi erilaiset taloudelliset kannustimet (tuet, porkkanat, rakennusoikeuden lisääminen), kuntien ja kaupunkien periaatelinjaukset (esim. hulevesistrategia), esimerkikohteet ja referenssit (erit. julkiset kehittämishankkeet), tunnettuuden lisääminen, rakentamisen sertifikaatit (LEED, Rakentamisen ruusu), tiedollinen ohjaus (ohjeet, RT-kortti, suosituksiset) sekä viherkatot osana laajempia kaupunkikehittämisen ja maankäytön suunnittelun instrumentteja (viherkerroin, luontoarvojen kompensatio, ekosysteemipalvelut, elinkaarimallit). Kannustavia ohjauskeinoja haluttiin kohdistaa rakentajille ja rakennusliikkeille, jotka nähtiin keskeisimpinä toimijoina.

Määrävistä ohjauskeinoista keskeisimpänä pidettiin kaavoitusta (asemakaavamääräykset, rakennustapaohjeet, uhkasakkokäytäntö), minkä ajateltiin olevan keino saada ennen kaikkea juuri rakennuttajat toteuttamaan viherkattoja. Muita pohdittuja ohjauskeinoja olivat esimerkiksi Suomen rakentamismääräyskokoelma ja muu lainsäädäntö (MRL, MRA), rakennusjärjestys ja -määräykset sekä määrävät standardit. Rakentamismääräyskokoelma on kaiken rakentamisen taustalla, ja sitä pohdittiin mahdollisuutena määrätä viherkattojen paloturvallisuudesta. Rakennusjärjestyksen määräykset koskevat puolestaan koko kaupunkia, minkä takia esimerkiksi viherkattojen kasvillisuudesta tai katon käyttötarkoituksesta määräämistä siinä pidettiin ongelmallisena. Lisäksi määräykset eivät koskisi jo rakennettuja alueita. Toimijoiden mukaan ohjauskeinojen tulisi keskittyä sellaisiin, jotka ovat jo yleisesti hyväksytyjä, kuten rakennusmääräyksiin tai rakennustapaohjeisiin.

Kaikkein keskeisimmiksi ohjaamisen paikoiksi nousivat kaavoitus ja eri kaavatasot, rakennustapaohje osana kaavaa ja RT-kortti tiedollisena ohjauskeinona. Maakuntakaavaa ei pidetty erityisen tärkeänä kaavatasona viherkattojen suunnittelun ja toteutumisen ohjaamiselle (ainoastaan ehkä laajempien ekologisten yhteyksien tai viheralueiden kautta). Yleiskaavatasolla viherkattoja voitaisiin esimerkiksi käsitellä yhtenä keinona toteuttaa laajemman tason tavoitteita, kuten osana hulevesien hallintaa tai luontoarvojen kompensatiota (esimerkiksi Espoossa asiasta käydään keskustelua yleisellä tasolla). Asemakaavatasoa pidettiin keskeisimpänä kaavatasona viherkattojen ohjauksessa. Kaavassa viherkattojen toteutusta voitaisiin ohjata kaavamääräyksissä ja -merkinnöissä, rakennustapaohjeissa, kaavaselostuksessa tai korttelisuunnitelmassa. Käsitukset kaavan ja sen eri osien sitovuudesta, ohjaavuudesta ja määräysten tarvittavasta tarkkuudesta olivat ristiriitaisia. Tavoitteiden, joiden toteuttamiseen kaavassa voidaan ohjata, nähtiin vaihtelevan tilanteen, paikan ja kohteen mukaan. Keskeisimpinä pidettiin kaupunkikuvan ja kattomaiseman parantamista, hulevesien hallintaa, kaupunkiluonnon monimuotoisuuden edistämistä ja virkistyksen paikkojen lisäämistä (oleskelutilat, pihat).

Asemakaavassa voitaisiin esimerkiksi määrätä, mihin tarkoitukseen viherkatto halutaan. Lisäksi voitaisiin esittää viherkaton rakenne (rakennekerrokset, paksuudet, kasvillisuus, kasvualusta, muut rakenteelliset yksityiskohdat), rakenteen huleveden pidätyskyky, tai suoraan määrätä viherkattotyyppi. Joidenkin mielestä tulisi määritellä vain se, saako viherkattoja rakentaa vai ei, ja esittää tarkempia määräyksiä muualla kuin kaavassa. Tähän mennessä viherkattoja koskevissa kaavamääräyksissä on pääasiassa juuri määrätty pelkästään viherkaton toteuttamisesta, mutta ei ole määritelty sen tarkemmin millainen viherkatto tulisi toteuttaa. Osana asemakaavaa voitaisiin esittää myös vaatimuksia useilla skaaloilla: rakennuskohtaisesti, rakennusryhmittäin, kaupunginosakohtaisesti tai aluetasolla.

Asemakaavoituksen yhtenä haasteena pidettiin kaavamerkintöjen ja määräysten kaupunkikohtaisuutta, sillä eri kaupungeissa on erilaiset asemakaavamerkinnot ja asemakaavalla ja asemakaavamääräyksillä on erilainen rooli. Joidenkin mielestä kaavoittaja voi määrätä periaatteellisella tasolla, mutta ei vaikuttaa yksityiskohtaisiin rakenteisiin. Normin tarkkuustaso herättikin pohdintaa siitä, kuinka tarkasti eri asioista kaavassa tulisi määrätä. Toisten mielestä liian tarkkojen vaatimusten esittäminen voi vaikeuttaa jopa rakennusten suunnittelua, toiset taas pitivät riittävän yksityiskohtaisia määräyksiä tarpeellisina viherkattojen toteutumisen kannalta. Yhtenä keskeisenä esteenä viherkattojen edistämiseksi pidettiin suunniteltujen viherkattojen toteutumattomuutta ja kaavamääräyksiin myönnettyjä poikkeamia. Kaavamääräysten juridista sitovuutta pohdittiin ja mietittiin, miten voitaisiin varmistua, että rakennuttaja ja rakentaja todella toteuttavat kaavan vaatimukset. Lisäksi huomautettiin, ettei kaavoihin kannattaisi sisällyttää vanhentuvaa tietoa (kuten toteutustapaa koskevia määräyksiä), koska kaavat eivät välttämättä toteudu heti eikä toteutus näin ollen välttämättä ole päivittyneen tiedon mukainen.

Rakentamistapaohjeen velvoittavuudesta oli samaten erilaisia tulkintoja, sillä pääosin se tulkitaan ohjeellisena ja ei-sitovana, mutta toisaalla sitä taas noudatetaan kirjaimellisesti. Eroja aiheuttaa myös se, sidotaanko ohjeet kaavan liitteeksi vai ei. Rakentamistapaohjeeseen voitaisiin lisätä esimerkiksi viherkattojen toteuttamista helpottavia ohjeita ja selventää kaavamääräyksiä rakennuksen toteuttajalle ja suunnittelijalle, mikä laskee toteuttamisen kynnyksiä (esim. jos kaavassa määrätään viherkaton rakentamisesta, rakentamistapaohjeessa voidaan tarkentaa, millainen viherkatto kohteeseen toteutetaan). Joidenkin mielestä itse kaavassa tulisi esittää suuret linjat ja kalliit ratkaisut, mikäli haluaa niiden toteutuvan, koska rakentamistapaohje ei sido rakentajaa juridisesti ja rakentaja voi muuttaa suunnitelmiaan rakentamistapaohjeesta poiketen. Rakentamistapaohjeen noudattamista voi kuitenkin edellyttää esimerkiksi kaavamääräyksellä asemakaavan liitteenä kaavaprosessin yhteydessä. Sitomista asemakaavaan pidettiin myös riskinä, sillä ohje saattaa vanheta ennen kaavan toteutumista.

Edellisten lisäksi RT-korttia pidettiin keskeisenä ohjauksen välineenä. RT-kortti usein tulkitaan käytännön toiminnassa määräykseksi, vaikka se on vain tiettyä rakentamisen osa-alueita koskeva tietokortti. Alan toimijoiden mielestä RT-kortti todentaa jo olemassaolollaan, että esimerkiksi viherkaton rakentaminen on mahdollista. RT-korttia uusitaan parhaillaan, ja siihen tulisi työpajoihin osallistuneiden mielestä sisällyttää esimerkiksi kasvillisuuden ja viherkaton toiminnallisuuden pääluokat, huoltokäytänteitä (mm. lumenpoisto) koskevia ohjeistuksia, paloturvallisuuden minimisuojaetäisyydet kattotyypeittäin, minimivaatimukset asentamiselle ja hyvät rakentamisen tavat. Lisäksi pohdittiin ulkomaisten jo olemassa olevien viherkattostandardien hyödyntämistä uuden RT-kortin laadinnassa. Esimerkiksi

FLL-normeja voitaisiin hyödyntää suhteutettuna suomalaiseen kontekstiin, mutta huomautettiin myös, että Sveitsissä ja Ruotsissa on luotu omat, poikkeavat standardit. RT-kortin lisäksi viherkattojen toteuttamista voitaisiin ohjata INFRA-RYL, eli infrarakentamisen yleisten laatuvaatimusten, kautta.

<b>Normitettavat asiat</b>	<b>Mitoitettavat ominaisuudet ja vaatimukset</b>	<b>Ohjauksen paikat ja keinot</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- hulevesien hallinta</li> <li>- lentomelun vaimentaminen</li> <li>- kaupunkikuvan ja kattomaiseman parantaminen</li> <li>- virkistys/viihtyisyys/terveyshyödyt</li> <li>- uudet kaupunkitilat oleskelukattojen avulla</li> <li>- ilmanlaadun parantaminen ja hiilinieluna toimiminen</li> <li>- kaupunkiluonnon monimuotoisuuden lisääminen</li> <li>- tiivistyvän kaupunkirakenteen haasteisiin vastaaminen</li> <li>- kaupungin resilienssin lisääminen ja turvaaminen</li> <li>- viherkatot osana kaupunkiluonnon ekosysteemipalveluiden tarjoamista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- luokittelut perustuen kasvillisuuteen, käyttötarkoitukseen ja/tai toiminnallisuuteen</li> <li>- rakenne ja rakennekerrokset</li> <li>- perustamis- ja toteuttamistavat?</li> <li>- määrälliset ja laadulliset vaatimukset</li> <li>- turvallisuus, paloturvallisuus</li> <li>- hoito- ja huoltokäytänteet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kannustavat ja vapaaehtoiset ohjauskeinot</li> <li>- taloudelliset kannustimet</li> <li>- kaupunkien strategiat</li> <li>- esimerkkikohteet ja referenssit</li> <li>- tunnettuus</li> <li>- sertifikaatit</li> <li>- tiedollinen ohjaus (RT-kortti)</li> <li>- viherkatot osana laajempia kaupunkikehittämisen ja maankäytön suunnittelun instrumentteja</li> <li>- määräävät ohjauskeinot</li> <li>- kaavoitus (rakentamistapaohje)</li> <li>- Suomen rakentamismääräyskokoelma</li> <li>- lainsäädäntö (MRL, MRA)</li> <li>- rakennusjärjestys ja määräykset</li> <li>- määräävät standardit</li> </ul>

## LÄHTEET

1. The multifunctionality of green infrastructure. 2012. In-depth reports. Science for environment policy. European Commission's Directorate-General Environment, edited by the Science Communication Unit. Bristol
2. Kaupunkiseutujen vihreän infrastruktuurin käsitteitä: ViherKARA-verkosto. 2013. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 39/2013. Helsinki. Suomen ympäristökeskus
3. FLL. Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofing. 2008. Englanninkielinen painos. Bonn. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landshaftsbau e.V
4. Blank, L., Vasl, A., Levy, S., Grant, G., Kadas, G.R., Dafni, A. & Blaustein, L. 2013. Directions in green roof research: A bibliometric study. *Building and Environment* 66, 23-28.
5. Nurmi, V., Votsis, A., Perrels, A. & Lehvävirta, S. 2013. Cost-benefit analysis of green roofs in urban areas: case study in Helsinki. *Ilmatieteen laitos, raportteja 2013:2*. Helsinki.
6. KOM(2013) 249 lopullinen. Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, Euroopan neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle. Vihreä Infrastrukturi (GI) - Euroopan Luonnonpääoman Parantaminen.
7. KOM(2011) 244 lopullinen. Tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle sekä alueiden komitealle. Luonnonpääoma elämämme turvaajana: Luonnon monimuotoisuutta koskeva EU:N strategia vuoteen 2020.
8. Ehrlich, P & Mooney, H. 1983. Extinction, substitution, and ecosystem services. *Bioscience* 33(4), 248-254.
9. Worldwatch-instituutti: Maailman tila 2008. *Gaudeamus 2008*
10. Ekosysteemihyödykkeet ja -palvelut [Internet].: Euroopan unioni; 2009. [http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Eco-systems%20goods%20and%20Services/Ecosystem\\_FI.pdf](http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Eco-systems%20goods%20and%20Services/Ecosystem_FI.pdf), haettu 28.7.2014



11. Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S. & Turner, R. K. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change* 26, 152–158
12. Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestöennuste [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-5137. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 29.7.2014]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/vaenn/tau.html>
13. Lehtinen, E., Nippala E., Jaakkonen, L & Nuutila H. 2005. Asuinrakennukset vuoteen 2025: Uudistuotannon ja perusparantamisen tarve. Tampere: VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
14. Hendricks, J. & Calkins, M. 2006. The Adoption of an Innovation: Barriers to Use of Green Roofs Experienced by Midwest Architects and Building Owners. *Journal of Green Building* 1 (3), 148-168
15. Maas, J., Verheij, R. A., Groenewegen, P. P., de Vries, S. & Spreeuwenberg, P. 2006. Green space, urbanity, and health: How strong is the relation? *Journal of Epidemiology and Community Health* 60 (7), 587-592.
16. Tyrväinen, L., Ojala, A., Korpela, K., Lanki, T., Tsunetsuku, Y. & Kagawa T. 2014. The influence of urban green environments on stress relief measures: A field experiment. *Journal of Environmental Psychology* 38, 1-9
17. Tsunetsugu, Y., Lee, J., Park, B-J., Tyrväinen, T., Kagawa, T. & Miyazaki, Y. 2013. Physiological and psychological effects of viewing urban forest landscapes assessed by multiple measurements. *Landscape and Urban Planning* 113, 90-93
18. Liu, K. & Baskaran, B. 2003. Thermal performance of green roofs through field evaluation. Report No. NRCC 46412 National Research Council Canada. Ottawa.
19. Peck, S. W. & Callaghan, C. 1999. Greenbacks from Green Roofs: Forging a New Industry in Canada. Ottawa: CMHC.
20. DeNardo, J.C., Jarrett, A.R., Manbeck, H.B. Beattie, D.J. & Berghage, R.D. 2005. Stormwater mitigation and surface temperature reduction by green roofs. *Transactions of the ASAE* 48, 1491–1496.
21. Köhler, M., Schmidt, M., Laar, M., Wachsmann, U. & Krauter, S. 2002. Photovoltaic-Panels on green roofs: positive interaction between two elements of sustainable architecture. Proceedings of the RIO 02 – World Climate – 11 & Energy Event, January 6–11 Rio de Janeiro, Brazil (2002),

- pp. 151–158. [http://www.rio12.com/rio02/proceedings/pdf/151\\_Koehler.pdf](http://www.rio12.com/rio02/proceedings/pdf/151_Koehler.pdf). Haettu 10.7.2014
22. Nagengas, A., Hendrickson, C. & Mathews, H. S. 2013. Variations in photovoltaic performance due to climate and low-slope roof choice. *Energy and Buildings* vol. 64, September 2013 p. 493-502
  23. Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, RR., Doshi, H., Dunnett N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu, K. K. Y. & Rowe B. 2007. Green roofs as urban ecosystems: Ecological structures, functions, and services. *Bioscience* 57(10), 823-33.
  24. Schrader, S. & Böning, M. 2006. Soil formation on green roofs and its contribution to urban biodiversity with emphasis on collembolans. *Pedobiologia* 50(4), 347-356.
  25. Kallio, P., Mesimäki, M. & Lehvävirta, S. 2014. Monitoiminnalliset viherkatot ja maankäyttö- ja rakennuslaki. *Ympäristöjuridiikka* 2/2014, 98–138.
  26. IGRA International Green Roof Association. Green Roof Types. [http://www.igra-world.com/types\\_of\\_green\\_roofs/index.php](http://www.igra-world.com/types_of_green_roofs/index.php). Haettu 10.7.2014
  27. Berndtsson, JC. 2010. Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review. *Ecological Engineering* 36(4), 351-360.
  28. Weiler, S. & Scholz-Barth K. 2009. *Green roof systems, A guide to the planning, design, and construction of landscapes over structure*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
  29. Schueler, TR. 1994. The importance of imperviousness. *Watershed Protection Techniques* 1(3), 100–111.
  30. Ylhäisi, J.S., Tietäväinen, H., Peltonen-Sainio, P., Venäläinen, A., Eklund, J., Räisänen J. & Jylhä, K. 2010. Growing season precipitation in Finland under recent and projected climate. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 10(7),1563-1574.
  31. Jylhä, K., Ruosteenoja, K., Räisänen, J., Venäläinen, A., Tuomenvirta, H., Ruokolainen, L., Saku, S. & Seitola, T. 2009. Arvioita suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten, ACCLIM-hankkeen raportti. Raportteja No. 2009:4. Ilmatieteen laitos. Helsinki
  32. Hulevesiopas. 2012. Kuntaliitto. Helsinki

33. Nurmi, P., Heinonen, T., Jylhänlehto, M., Kilpinen, J. & Nyberg, R. 2008. Helsingin kaupungin hulevesistrategia. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisut2008:9. Helsinki
34. Hulevedet. Vesilaitosyhdistys [http://www.vvy.fi/vesihuolto\\_linkit\\_lainsaadanto/hulevedet](http://www.vvy.fi/vesihuolto_linkit_lainsaadanto/hulevedet) [Internet]. Haettu 10.7.2014
35. Hulevesi. <http://fi.wikipedia.org/wiki/hulevesi> [Internet]. Haettu 10.5.2014
36. Mentens, J., Raes, D. & Hermy, M. 2006. Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? *Landscape and Urban Planning* 77(3),217-226.
37. Lovett, G., Traynor, M., Pouyat, R., Carreiro, M., Zhu, W.-X. & Baxter, J. 2000. Atmospheric deposition to oak forests along an urban-rural gradient. *Environmental Science and Technology* 34, 4294-4300.
38. Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, RR., Doshi, H., Dunnet, N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu KKY. & Rowe B. 2007. Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions and services. *BioScience* 10, 823-833.
39. Rowe, D. & Getter K. 2010. Green roofs and garden roofs. Teoksessa: Aitkenhead-Peterson J & Volder A. (toim.), *Urban ecosystem ecology: 391-412*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
40. Berretta, C., Poe, S. & Stovin, V. 2014. Moisture content behaviour in extensive green roofs during dry periods: The influence of vegetation and substrate characteristics. *Journal of Hydrology*. 511, 374-386.
41. Hathaway, A., Hunt, W. & Jennings, G. 2008. A field study of green roof hydrologic and water quality performance. *Transactions of the ASAE* 51(1), 37-44.
42. Köhler, M., Schimdt, M., Grimme, F., Laar, M., de Assunção Paiva, V. & Tavares, S. 2002 Green roofs in temperate climates and in the hot-humid tropics - far beyond the aesthetics. *Environmental Management and Health* 13(4), 382-91.
43. Lundholm, J., MacIvor, J., MacDougall, Z. & Ranalli, M. 2010. Plant species and functional group combinations affect green roof ecosystem functions. *PLOS ONE* DOI: 10.1371/journal.pone.0009677
44. Lehmann, J. 2007. Bio-energy in the black. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5, 381-387.

45. Beck, D., Johnson, G. & Spolek, G. 2011. Amending greenroof soil with biochar to affect runoff water quantity and quality. *Environmental Pollution* 159(8-9), 2111-2118.
46. Rosenzweig, ML. 2003. Reconciliation ecology and the future of species diversity. *Oryx* 37, 194-205.
47. Rosenzweig, ML. 2003. Win-win ecology: How the earth's species can survive in the midst of human enterprise. Oxford: Oxford University Press.
48. Francis, RA. & Lorimer, J. 2011. Urban reconciliation ecology: The potential of living roofs and walls. *Journal of Environmental Management* 92, 1429-1437.
49. From, S. 2005. Paahdeympäristöjen merkitys luonnon monimuotoisuudelle. Teoksessa Paahdeympäristöjen ekologia ja uhanalaiset lajit. Suomen ympäristö 774. Helsinki: Suomen ympäristökeskus
50. Kittamaa, S., Ryttylä, T., Ajosenpää, T., Aapala, K., Hallman, E., Lehesvirta T. & Tukia, H. (toim.). 2009. Harjumetsien paahdeympäristöt – nykytila ja hoito. Suomen ympäristö 25/2009. Helsinki: Suomen ympäristökeskus
51. Halonen, M. 2012 Viherkatot korvaavina elinympäristöinä - uhanalaisten ja harvinaisten kasvilajien esiintyminen pääkaupunkiseudun viherkatoilla. Helsingin yliopisto Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta, Pro gradu -tutkielma.
52. Grant, G. 2006. Extensive green roofs in London. *Urban Habitats* 4, 51-65.
53. Dunnett, N., Nagase, A. & Hallam, A. 2008. The dynamics of planted and colonising species on a green roof over six growing seasons 2001–2006: Influence of substrate depth. *Urban Ecosystems* 11, 373-84.
54. Ranta P. 2014: Villit vihreät kaupungit. Suomen kaupunkikasvio. Tampere: Vastapaino.
55. Kadas, G. 2006. Rare invertebrates colonizing green roofs in London. *Urban Habitats* 4, 66-86.
56. Kullberg, J. 2009. Tuhat ja sata lepattelijaa. Teoksessa Nieminen, J. (toim.) Santahamina - Sotilassaaren luontoaarteet. Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu, 201.
57. City of Toronto, Guidelines for biodiverse green roofs [Internet]. 2013. Toronto City Planning Division. [www.toronto.ca/greenroofs](http://www.toronto.ca/greenroofs). Haettu 4.5.2014

58. Hector, A. & Bagchi, R. 2007. Biodiversity and ecosystem multifunctionality. *Nature* 44, 188-90.
59. Burns, JH. & Strauss, SY. 2011. More closely related species are more ecologically similar in an experimental test. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 108, 5302-5307.
60. Cottingham, K., Brown, B. & Lennon, J. 2001. Biodiversity may regulate the temporal variability of ecological systems. *Ecology Letters*. 4(1), 72-85.
61. Hanski, I., von Hertzen, L., Fyhrquist, N., Koskinen, K., Torppa, K., Laatikainen, T., Karisola, P., Auvinen, P., Paulin, L., Mäkelä, M. J., Vartiainen, E., Kosunen, T. U., Alenius H. & Haahtela T. 2012: Environmental biodiversity, human microbiota, and allergy are interrelated. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 109, 8334-8339.
62. Fuller, R. A., Irvine K.N., Devine-Wright, P., Warren, P.H. & Gaston K.J. 2007. Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. *Biology Letters* 3, 390-394.
63. Kazmierczak, A. & Carter, J. 2010. Adaptation to climate change using green and blue infrastructure. A database of case studies. GraBs-project, Interreg IVC
64. Getter, KL., Rowe, DB. 2006. The role of extensive green roofs in sustainable development. *HortScience* 41, 1276-1285.
65. Baumann, N., 2006. Ground-nesting birds on green roofs in Switzerland: Preliminary observations. *Urban Habitats*, 4, 37-50.
66. Fernandez-Canero, R. & Gonzalez-Redondo, P. 2010. Green Roofs as a Habitat for Birds: A Review. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 15, 2041-2052
67. Molineux, C. 2010. Development of suitable growing media for effective green roofs [Väitöskirja.] Royal Holloway. University of London.
68. Russell, R., Guerry, A.D., Balvanera, P., Gould, R.K., Basurto, X, Chan, K.M.A, Klain, S., Levine, J. & Tam, J. 2013. Humans and nature: How knowing and experiencing nature affect well-being. *Annual Review of Environment and Resources* 38, 473-502.
69. Millennium Ecosystem Assessment. 2003. *Ecosystems and Human Well-Being. A Framework for assessment*. Island Press, Washington, DC.

70. Gómez-Baggethun, E., Gren, Å., Barton, D. N., Langemeyer, J., McPhearson, T., O'Farrell, P., Andersson, E., Hamstead, Z. & Kremer, P. 2013. Urban ecosystem services. *Teoksessa Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment*. Springer, 175-251.
71. Haines-Young, R. & Potschin, M. 2013. Common international classification of ecosystem services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012. EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003.
72. Cooper-Marcus, C. & Barnes, M. 1999. *Healing Gardens: Therapeutic Benefits and design recommendations*. New York: Wiley & Sons
73. Ulrich, R.S. 1984. View through window may influence recovery from surgery. *Science* 224, 420-421.
74. Kaplan, R. 2001. The nature of the view from home - Psychological benefits. *Environment and Behavior* 33, 507-542.
75. Nordh, H., Hartig, T., Hagerhall, C.M. & Fry, G. 2009. Components of small urban parks that predict the possibility for restoration. *Urban Forestry & Urban Greening* 8, 225-235.
76. Matsuoka, R.H., Kaplan, R. 2008. People needs in urban landscape: Analysis of landscape and urban planning contributions. *Landscape and Urban Planning* 84, 7-19.
77. Peschardt, K.K., Schipperijn J. & Stigsdotter U.K. 2012. Use of Small Public Urban Green Spaces (SPUGS). *Urban Forestry and Urban Greening*, 11, 235-244.
78. Brown, G., Schebella, M.F. & Weber, D. 2014. Using participatory GIS to measure physical activity and urban park benefits. *Landscape and Urban Planning* 121, 34-44.
79. Wakefield, S., Yeudall, F., Taron, C., Reynolds, J. & Skinner, A. 2007. Growing urban health: Community gardening in South-East Toronto. *Health Promotion International* 22 (2), 92-101.
80. Hauru, K., Lehvavirta, S., Korpela, K. & Kotze, D. J. 2012. Closure of view to the urban matrix has positive effects on perceived restorativeness in urban forests in Helsinki, Finland. *Landscape and Urban Planning*, 107 (4), 361-369.

81. Bengtsson, A. & Carlsson, G. 2006. Outdoor environments at three nursing homes: Focus group interviews with staff. *Journal of Housing for the Elderly* 19(3/4), 49-69.
82. Tyrväinen, L. 1997. The amenity value of the urban forest: an application of the hedonic pricing method, *Landscape and Urban Planning*, 37, 211-222.
83. Tyrväinen, L., Miettinen, A. .2000. Property prices and urban forest amenities, *Journal of Environmental Economics and Management*, 39, 205-223.
84. Green City -ohjeisto (Hollannin Green City -ohjeistoon perustuva käännös) 2012. Käännös Nina Holmlund. Helsinki: Viheraluerakentajat ry. [http://www.viheraluerakentajat.fi/download.php/download/Document\\_data/9683/Green\\_City\\_a\\_ohjeisto\\_web.pdf](http://www.viheraluerakentajat.fi/download.php/download/Document_data/9683/Green_City_a_ohjeisto_web.pdf). Haettu 11.7.2014
85. Mitoitus, Viheralueet. Aalto-yliopiston yhdyskunta- ja kaupunkisuunnittelun opetusmateriaalia. <http://arkkitehtuuri.tkk.fi/YKS/fin/opetus/tyokalut/mitoitus/viheralueet.htm>. Haettu 11.7.2014
86. Swanwick, G. 2009. Society's attitudes to and preferences for land and landscape. *Land Use Policy* 265, S62-S75.
87. Kabisch, N. & Haase, D. 2014. Green justice or just green? Provision of urban green spaces in Berlin, Germany. *Landscape and Urban Planning* 122, 129-139.
88. Viheralueiden hoito ´14 2014 Helsinki. Viherympäristöliitto ry, Julkaisu 55
89. Määttä, A., Pynnönen, T., Parviainen, S., Kokkonen, J., Korhonen, J., Kontkanen, O., Jääoja, J., Hänninen, O., Keskinen, A., Huhtinen, T., Lahti, T., Kilpi, L., Viinikainen, M. 2012. Helsingin kaupungin meluselvitys 2012. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 8/2012
90. Van Renterghem, T. & Botteldooren, D. 2009. Reducing the acoustical façade load from road traffic with green roofs. *Building and Environment*. 44, 1081-1087.
91. Van Renterghem T, Botteldooren D. 2008. Numerical evaluation of sound propagating over green roofs. *Journal of Sound and Vibration*. 317, 781-99.
92. Van Renterghem, T., Hornikx, M., Forssen, J. & Botteldooren D. 2013. The potential of building envelope greening to achieve quietness. *Building and Environment* 61, 34.

93. Dzhambov, A. M. & Dimitrova, D. D. 2014, Urban green spaces' effectiveness as a psychological buffer for the negative health impact of noise pollution: A systematic review. *Noise & Health* 16, 157-165
94. Connelly, M. & Hodgson, M. 2013. Experimental investigation of the sound transmission of vegetated roofs. *Applied Acoustics* 74, 1136–1143.
95. Suomen virallinen tilasto (SVT): Energian hankinta ja kulutus [verkköjulkaisu]. ISSN=1799-795X. 4. vuosineljännes 2013, Liitekuvio 14. Energian loppukäyttö sektoreittain 2013\*. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 13.7.2014]. Saantitapa: [http://www.stat.fi/til/ehk/2013/04/ehk\\_2013\\_04\\_2014-03-24\\_kuv\\_014\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/ehk/2013/04/ehk_2013_04_2014-03-24_kuv_014_fi.html)
96. Jylhä, K., Kalamees, T., Tietäväinen, H., Ruosteenoja, K., Jokisalo, J., Hyvönen, R., Ilomets, S., Saku, S. & Huttila, A. 2012 Rakennusten energialaskennan testivuosi 2012 ja arviot ilmastonmuutoksen vaikutuksista, Ilmatieteen Laitos, Raportteja 2011:6. Helsinki.
97. Green and cool roofs could eliminate the urban heat island effect 2014 “Science for Environment Policy”: European Commission DG Environment News Alert Service, edited by SCU, The University of the West of England, Bristol. Issue 374. [http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/374na4\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/374na4_en.pdf). haettu 13.7.2014
98. Georgescu, M., Morefield, P. E., Bierwagen, B. G., et al. 2014. Urban adaptation can roll back warming of emerging megapolitan regions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111, 2909–2914.
99. Baldocchi, D., Hicks, B. & Camara, P. 1987. A canopy stomatal-resistance model for gaseous deposition to vegetated surfaces. *Atmospheric Environment* 21, 91-101.
100. Bidwell, R. & Fraser, D. 1972. Carbon-monoxide uptake and metabolism by leaves. *Canadian Journal of Botany* 50, 1435.
101. Wesely, M. 1989. Parameterization of surface resistances to gaseous dry deposition in regional-scale numerical-models. *Atmospheric Environment* 23, 1293-304.
102. Hosker, R. & Lindberg, S. 1982. Review - atmospheric deposition and plant assimilation of gases and particles. *Atmospheric Environment* 16, 889-910.
103. Tan, P. Y. & Sia, A. 2005. ‘A pilot green roof research project in Singapore’, *Proceedings of 3rd North American Green Roof Conference: Greening*



- Rooftops for Sustainable Communities, Washington DC, The Cardinal Group, Toronto, 4–6 May, 399–415.
104. Chiotti, Q. & Urquizo, N. 1999. The relative magnitude of the impacts and effects of GHG related emission reductions. Ottawa: Environment Canada.
  105. Currie, BA. & Bass, B. 2008. Estimates of air pollution mitigation with green plants and green roofs using the UFORE model. *Urban Ecosystems* 11, 409-422.
  106. Nowak, DJ., Crane, DE. & Stevens, JC. 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening* 4, 115-123.
  107. Benjamin, M. & Winer, A. 1998. Estimating the ozone-forming potential of urban trees and shrubs. *Atmospheric Environment* 32, 53-68.
  108. Hellén, H., Tykkä, T. & Hakola, H. 2012. Importance of monoterpenes and isoprene in urban air in northern Europe. *Atmospheric Environment*, 59, 59-66.
  109. Yang, J., Yu, Q. & Gong, P. 2008. Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. *Atmospheric Environment*, 42, 7266-7273.
  110. Hiilinieluistahuolehtiminen. Ilmasto-opas.fi-verkkopalvelu. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/7c821f90-9605-4f9d-827b-894301c1e009/hiilinieluista-huolehtiminen.html>. Haettu 13.7.2014
  111. Kuntien hiilitasekartoitus osa 2. 2014. Loppurapotti, luovutettu Helsingin kaupungin ympäristökeskukselle. Osa Ilmaston kestävä kaupunki -työkaluja suunnitteluun (ILKKA) -hanketta. [http://www.ilmastotyokalut.fi/files/2013/01/ILKKA\\_Kuntien-hiilitasekartoitus\\_osa\\_2\\_final.pdf](http://www.ilmastotyokalut.fi/files/2013/01/ILKKA_Kuntien-hiilitasekartoitus_osa_2_final.pdf). Haettu 13.7.2014
  112. Getter, K.L., Rowe, B., Robertson, P., Cregg, B. & Andresen, J. 2009. Carbon sequestration potential of extensive green roofs. *Environmental Science & Technology* 43, 7564-7570
  113. Sailor, D.J. 2008. A green roof model for building energy simulation programs. *Energy and Buildings* 40, 1466-1478.
  114. Veuro, S., Lehvävirta, S. & Mesimäki, M. 2012. Viherkattojen elinkaarianalyysi ja kestävä rakenneratkaisut -esiselvitys. Viides ulottuvuus-tutkimusohjelma. Helsinki. Helsingin yliopisto

115. Bianchini, F. & Hewage, K. 2012. How “green” are the green roofs? Lifecycle analysis of green roof materials. *Building and Environment* 48, 57-65.
116. Similä, J. 2010. Ekosysteemipalvelut ja sääntely. Teoksessa Hiedanpää, J., Suvantola, L. & Naskali A. (toim.). *Hyödyllinen luonto. Ekosysteemipalvelut hyvinvointimme perustana*. Tampere, Osuuskunta Vastapaino, 99–112.
117. Revesz, R. & Stavins, R. 2007. Environmental law and policy. Teoksessa Polinsky, A., Shavell, S.(toim.) *The Handbook of Law and Economics*. Amsterdam: Elsevier B.V.
118. Toronto municipal code chapter 492, Green roofs. 2013. [http://www.toronto.ca/legdocs/municode/1184\\_492.pdf](http://www.toronto.ca/legdocs/municode/1184_492.pdf). Haettu 13.7.2014
119. Green Roofs Copenhagen 2012. <https://www.kk.dk/~media/91817F267DCf415ABC90C5D402ADCDAE.ashx>. Haettu 13.7.2014
120. Noreng, K., Kvalvik, M., Busklein, J. O., Ødegård, I. M., Clewing, C. S. & French H. K. 2012. Grønne tak Resultater fra et kunnskapsinnhentesprosjekt. Prosjektrapport nr. 104, Oslo: SINTEF akademisk forlag.
121. Carter, T. & Fowler, L. 2008. Establishing green roof infrastructure through environmental policy instruments. *Environmental Management* 42, 151-164.
122. Jääskeläinen, L. & Syrjänen, O. 2010. Maankäyttö- ja rakennuslaki selityksineen. Käytännön käsikirja. Helsinki: Rakennustieto.
123. Opas rakennusjärjestyksen laatimiseen. 2013. Helsinki: Kuntaliitto.
124. Ekroos, A. 2013. Rakentamishankkeet. Teoksessa Kuusiniemi, K., Ekroos, A., Kumpula, A. & Vihervuori P. *Ympäristöoikeus*. 2. uud. painos. Helsinki: Sanoma Pro, 871–950
125. Pentti, M. 2012. Rakentamisen ohjauksen toimivuus ja haasteet. Katsauksia maankäyttö- ja rakennuslain toimivuuteen. Ympäristöministeriön raportteja 4/2012, 81–86. Helsinki.
126. RTIdeakortit, Rakennustieto. RT-Net. [http://www.rakennustieto.fi/index/ajankohtaista/tiedotteet/uutiset/artikkelit/P\\_194.html.stx](http://www.rakennustieto.fi/index/ajankohtaista/tiedotteet/uutiset/artikkelit/P_194.html.stx) (katsottu 28.4.2014)