

Vähähiilisyys ja kiertotalous julkisissa hankinnoissa

Kiihdyttämö –hankkeen tulokset, opit ja kokemukset

Katriina Alhola, Paula Sankelo, Riina Antikainen, Teemu Helonheimo, Minna Kaljonen, Linda Karjalainen, Jarmo Linjama, Johannes Lounasheimo, Juha Peltomaa, Janne Pesu, Camilla Sederholm ja Pasi Tainio



Vähähiilisyys ja kiertotalous julkisissa hankinnoissa

Kiihdyttämö –hankkeen tulokset, opit ja kokemukset

Katriina Alhola, Paula Sankelo, Riina Antikainen, Teemu Helonheimo, Minna Kaljonen, Linda Karjalainen, Jarmo Linjama, Johannes Lounasheimo, Juha Peltomaa, Janne Pesu, Camilla Sederholm ja Pasi Tainio



SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 45 | 2019

Suomen ympäristökeskus
Kulutuksen ja tuotannon keskus

Kirjoittajat: Katriina Alhola ¹⁾, Paula Sankelo ¹⁾, Riina Antikainen ¹⁾, Teemu Helonheimo ¹⁾, Minna Kaljonen ¹⁾, Linda Karjalainen ¹⁾, Jarmo Linjama ¹⁾, Johannes Lounasheimo ¹⁾, Juha Peltomaa ¹⁾, Janne Pesu ¹⁾, Camilla Sederholm ¹⁾ ja Pasi Tainio ²⁾

¹⁾ Suomen ympäristökeskus

²⁾ Hansel Oy (KL-Kuntahankinnat)

Vastaava erikoistoimittaja: Ari Nissinen

Rahoittaja/toimeksiantaja: Sitra

Julkaisija ja kustantaja: Suomen ympäristökeskus (SYKE)

Latokartanonkaari 11, 00790 Helsinki, puh. 0295 251 000, syke.fi

Taitto: Katriina Alhola

Kannen kuva: SYKEkuva

Julkaisu on saatavana veloituksetta internetistä: www.syke.fi/julkaisut | helda.helsinki.fi/syke sekä ostettavissa painettuna SYKEN verkkokaupasta: syke.juvenesprint.fi

ISBN 978-952-11-5093-7 (nid.)

ISBN 978-952-11-5094-4 (PDF)

ISSN 1796-1718 (pain.)

ISSN 1796-1726 (verkkoj.)

Julkaisuvuosi: 2019

TIIVISTELMÄ

Vähähiilisyys ja kiertotalous julkisissa hankinnoissa

Kaupungit ja kunnat ovat keskeisiä toimijoita hiilineutraalin kiertotalouden edistämässä. Kuntatasolla tehtävät julkiset hankinnat ovat vuodessa lähes 20 miljardia euroa, mikä on kaksi kolmasosaa julkisen sektorin hankinnoista. Julkisten varojen kohdentamisella vähähiilisiin ja kiertotaloutta edistäviin ratkaisuihin voidaan vauhdittaa niiden markkinoita ja hyvien käytäntöjen leviämistä.

Kiihdyttämö-hankkeen tavoite oli tuoda vähähiilisyys ja kiertotalous mukaan kuntien hankintoihin erityisesti hankesuunnitteluvaiheessa. Tässä raportissa kuvataan Kiihdyttämön tulokset, opit ja kokemukset siitä, miten kiertotalous ja vähähiilisyys voidaan ottaa keskeisiksi tavoitteiksi jo hankintojen suunnitteluvaiheessa ja kytkeä tavoitteet kilpailutukseen. Raportissa tuodaan esiin tarkasteltujen hankintakohteiden tärkeimmät vähähiilisyys- ja kiertotalousnäkökohdat sekä niiden odotettavissa olevat hyödyt ja tehdään toimenpide-ehdotuksia näiden huomioimiseksi suunnitteluprosessissa.

Kiihdyttämössä tarkasteltiin kymmentä hankintakohdetta rakentamisen, liikkumisen ja ruokapalveluiden teemoissa. Lisäksi vauhditettiin kahta yhteishankintaa, sekä edistettiin EUn tarjoamaa ELENA-rahoituksen käyttöä hankintojen valmisteluun. Kiihdyttämön keskeisenä menetelmänä oli toimintatutkimus, jonka puitteissa pidettiin yhteiskehittämiseen pohjautuvia sparraus- ja työpajatilaisuuksia.

Parhaat edellytykset vähähiilisyys- ja kiertotalousnäkökohtien huomioimiselle hankintaprosessissa on silloin, kun ne on asetettu tavoitteeksi jo mahdollisimman varhaisessa suunnitteluvaiheessa. Esimerkiksi rakentamisen hankkeissa päälämmitysjärjestelmän valinta osoittautui vähähiilisyyden näkökulmasta merkittäväksi. Jos se oli päätetty jo ennen kilpailutusta, niin hiilijalanjälkeen ei voitu enää kilpailutuksessa merkittävästi vaikuttaa. Myöhäisemmässä vaiheessa voidaan toki vaikuttaa materiaalivalintoihin ja pienentää hiilijalanjälkeä omalla uusiutuvan energian tuotannolla, mutta vain rajallisesti.

Hiilijalanjätkilaskentaa käytettiin Kiihdyttämössä osoittamaan eri vaihtoehtojen ympäristövaikutuksia, mutta se ei kuitenkaan ole ainoa kestävyuden mittari. Muuntojoustavuus ja tilatehokkuus ovat kiertotalouden mukaisia tavoitteita ja toteutuessaan pienentävät rakennetun ympäristön päästöjä, vaikka vaikutus ei näkyisikään yksittäisen rakennuksen hiilijalanjätkilaskelmassa. Samoin kiertotalouden resurssitehokkuuden näkökulmasta on tärkeää edistää uusiomateriaalien käyttöä ja säästää neitseellisiä luonnonvaroja, vaikka se ei näkyisikään merkittävänä vaikutuksena rakennuksen hiilijalanjätkijässä.

Liikennejärjestelmissä on käynnissä useita muutostrendejä. Tavoitteena on lisätä sähkö- ja biokaasukäyttöisten autojen osuutta liikenteessä ja niitä tukevaa latausinfrastruktuuria. Kiihdyttämössä toteutettiin tätä tukevia yhteishankintoja yhdessä KL-Kuntahankintojen kanssa. Lisäksi edistettiin yhteiskäyttöautojen hankintaa, jossa ajatuksena on pienentää kuntien omistamaa autokantaa ja tehostaa kaluston käyttöä. Korttelikilpailutuksessa kiertotalous tuli esiin muun muassa rakentamisen ja liikenteen infrastruktuurin edistämisenä sekä uusien toimintatapojen, palveluiden ja yhteisöllisyyden kehittämisenä.

Ruokapalveluiden hankintoihin Kiihdyttämössä kehitettiin hiilijalanjätkilaskuri, jonka avulla ruokapalveluiden päästöt ja hävikin merkitys tehtiin näkyviksi. Laskurin avulla pystytään paremmin tarttumaan konkreettisiin mahdollisuuksiin ruokapalveluiden hiilijalanjätkin pienentämiseksi. Päästölaskuri on avoimesti ladattavissa ja sen avulla kunnat pystyvät arvioimaan hiilineutraalisuustavoitteidensa saavuttamista.

Kestävyystavoitteiden läpivienti julkisessa hankinnassa edellyttää paitsi tietoa ja osaamista niin myös toimijoiden sitoutumista monella tasolla. Kuntapäätäjien ja esittelevien virkamiesten ymmärryksen lisääminen elinkaarinäkökulmasta sekä tuki ja sitoutuminen kestävyystavoitteisiin hankkeen eri vaiheissa on ensiarvoisen tärkeää. Tuomalla tutuksi EUn ELENA-rahoitusta ja muita rahoitusmahdollisuuksia, voidaan hankkijoita kannustaa kestäviin hankintoihin. Kiihdyttämön tapauskohtainen asioiden työstäminen hankesuunnitteluvaiheessa koettiin hyödylliseksi erityisesti silloin, kun siihen osallistuvat hankkeen toteutuksen ja päätösten kannalta keskeiset henkilöt yhdessä asiantuntijoiden kanssa.

Asiasanat: Kiertotalous, Kiihdyttämö-hanke, toimintatutkimus, julkiset hankinnat, hiilijalanjälki

SAMMANDRAG

Koldioxidnäla och cirkulära offentliga upphandlingar

Städerna och kommunerna är centrala aktörer i främjandet av en koldioxidneutral cirkulär ekonomi. De offentliga upphandlingar som görs på kommunnivå uppgår per år till så gott som 20 miljarder euro, vilket är två tredjedelar av den offentliga sektorns upphandlingar. Med styrning av offentliga medel till koldioxidnäla lösningar som främjar cirkulär ekonomi, är det möjligt att påskynda marknaden för dessa och utbredningen av god praxis.

Syftet med projektet Kiihdyttämö (Accelerator) var att införa koldioxidnälet och cirkulär ekonomi i kommunernas upphandling, i synnerhet i projektplaneringsskedet. Denna rapport beskriver resultaten, lärorna och erfarenheterna av Kiihdyttämö, rörande hur cirkulär ekonomi och koldioxidnälet kan upptas som ett centralt mål redan i planeringsskedet för upphandlingar och koppla målen till konkurrensutsättningen. Rapporten för fram de viktigaste synpunkterna som gäller koldioxidnälet och cirkulär ekonomi i de granskade upphandlingsobjekten och de förväntade fördelarna av dessa. Den innehåller också åtgärdsförslag för att beakta dessa i planeringsprocessen.

Kiihdyttämö granskades tiotals olika upphandlingsobjekt enligt temana byggande, rörelse och mattjänster. Därtill påskyndades två gemensamma upphandlingar. Också användningen av ELENA-finansiering som tillhandahålls av EU i projektberedningen främjades. Den centrala metoden i Kiihdyttämö utgjordes av aktionsforskning, inom ramen för vilken sparring- och workshopevenemang baserade på gemensam utveckling hölls.

De bästa förutsättningarna för att ta beakta aspekter som gäller koldioxidnälet och cirkulär ekonomi i upphandlingsprocessen är att de fastställts som mål i ett så tidigt planeringsskede som möjligt. Till exempel i byggprojekt visade sig valet av huvuduppvärmningssystem vara betydande ur koldioxidnäletssynvinkel. Om ett beslut om systemet fattats redan innan konkurrensutsättningen, var det inte längre möjligt att i betydande grad påverka koldioxidavtrycket i konkurrensutsättningen. I det senare skedet är det dock möjligt att påverka materialvalen och minska koldioxidavtrycket med egen produktion av förnybar energi, men enbart i begränsad utsträckning.

I Kiihdyttämö användes beräkning av koldioxidavtrycket för att visa miljökonsekvenserna av olika alternativ, men den är dock inte den enda indikatorn för hållbarhet. Omvandlingsflexibilitet och lokaleffektivitet är mål som är förenliga med cirkulär ekonomi och om de uppnås, minskar de utsläppen från den byggda miljön, trots att inverkan inte syns i beräkningen av koldioxidavtrycket av en enskild byggnad. På samma sätt är det med tanke på resurseffektiviteten i cirkulär ekonomi viktigt att främja användning av återvunnet material och spara på orörda naturresurser, trots att detta inte syns som en betydande konsekvens i koldioxidavtrycket av en byggnad.

Flera förändringstrender pågår i trafiksystemen. Målet är att öka andelen el- och biogasdrivna bilar i trafiken och den laddningsstruktur som stöder dessa. I Kiihdyttämö genomfördes gemensamma upphandlingar till stöd för detta tillsammans med KL-Kuntahankinnat. Därtill främjades upphandlingen av gemensamt använda bilar, där tanken är att minska den bilpark som ägs av kommunerna och effektivisera användningen av materielen. I kvarterskonkurrensutsättningen framträdde cirkulär ekonomi bland annat som främjande av infrastrukturen för byggande och trafiken samt som utveckling av nya förfaringssätt, tjänster och gemenskap.

I Kiihdyttämö utvecklades för upphandlingen av mattjänster en kalkylator för kolavtrycket, med vilken utsläppen och svinet i mattjänsterna synliggjordes. Med kalkylatorn är det möjligt att bättra dra nytta av konkreta möjligheter för att minska koldioxidavtrycket av mattjänster. Utsläppskalkylatorn kan laddas ner fritt och med den kan kommunerna bedöma uppnåendet av deras mål vad gäller koldioxidneutralitet.

Uppnående av hållbarhetsmålen i den offentliga upphandlingen förutsätter utöver information och kompetens också engagemang av aktörerna på flera nivåer. Utökande av förståelsen för livscykelperspektivet hos de kommunala beslutsfattarna och de konsultativa tjänstemännen och stöd för och förbindelse till hållbarhetsmålen i olika skeden av ett projekt är av primär vikt. Genom att göra EU:s ELENA-finansiering och övriga finansieringsmöjligheter bekanta, kan upphandlarna uppmuntras till hållbara upphandlingar. Bearbetning av olika angelägenheter från fall till fall i projektplaneringsskedet i Kiihdyttämö upplevdes som nyttigt, i synnerhet då centrala personer för genomförandet av projektet och besluten deltog tillsammans med experter.

Nyckelord: Cirkulär ekonomi, Kiihdyttämö-projektet, aktionsforskning, offentlig upphandling, koldioxidavtryck

ABSTRACT

Low carbon and circular public procurement

Cities and municipalities are key players in promoting a carbon-neutral circular economy. Public procurement at municipal level amounts to almost EUR 20 billion per year, which is two thirds of public sector procurement. The allocation of public funds to low-carbon and circular economy solutions can accelerate their market and the spreading of good practices.

The aim of the Accelerator project was to involve low-carbon and circular economy thinking in municipal procurement, especially at the project planning stage. This report describes the results, lessons, and experiences resulting from the Accelerator project on how the circular economy and low-carbon thinking can be taken as key targets already in the procurement planning phase and on how to link the targets to competition. The report highlights the main low-carbon and circular economy aspects of the procurement items examined as well as their expected benefits and sets out suggestions of measures to address them in the planning process.

The Accelerator project looked at ten procurement items within the themes of construction, transport, and food services. In addition, it accelerated two joint acquisitions and promoted the use of the ELENA funding offered by EU for the preparation of procurement. The core method in the Accelerator project was an action study, which included sparring and workshop events based on co-development.

The best conditions for the consideration of low-carbon and circular economy aspects in the procurement process exist when they have been set as a goal at the earliest possible stage in the planning phase. For example, in construction projects, the choice of the main heating system proved to be essential from a low-carbon perspective. If it had already been decided on before the competition, the carbon footprint could no longer be significantly affected in the competition. At a later stage, one can of course influence the material choices and reduce the carbon footprint with one's own renewable energy production, but only to a limited extent.

The carbon footprint calculation was used in the Accelerator project to demonstrate the environmental impact of different options, but it is not the only measure of sustainability, however. Conversion flexibility and space efficiency are objectives of the circular economy and, when realised, do reduce emissions from the built environment, even if the effect is not reflected in the carbon footprint calculation of an individual building. Similarly, from a resource-efficiency perspective in the circular economy, it is important to promote the use of recycled materials and to save virgin natural resources, even if it is not significantly reflected in the carbon footprint of a building.

Transport systems are undergoing a series of change trends. The aim is to increase the share of electric and biogas-powered cars in transport and the supporting charging infrastructure. In the Accelerator project, supporting joint procurements were carried out in conjunction with KL-Kuntahankinnat municipal procurements. In addition, the acquisition of shared cars was promoted, with the idea of reducing the car fleet owned by municipalities and enhancing the use of the fleet. In the block competition, the circular economy emerged, inter alia, in the promotion of construction and transport infrastructure, as well as in the development of new practices, services, and communality.

For the procurement of food services, a carbon footprint calculator was developed in the Accelerator project, which made the emissions of food services and the importance of waste food visible. The calculator will better capture concrete opportunities to reduce the carbon footprint of food services. The emission calculator is freely downloadable and allows municipalities to assess the achievement of their carbon neutrality targets.

The promotion and achievement of sustainability targets in public procurement requires not only knowledge and competence, but also the commitment of operators at many levels. Increasing the understanding of the municipal decision-makers and demonstration officers from the life-cycle point of view, as well as support and commitment to sustainability goals at different stages of the project is of paramount importance. By introducing the ELENA funding of EU and other funding options, acquirers can be encouraged to sustainable procurement. The case-specific way of working in the Accelerator project during the project planning phase was considered useful, in particular when it involves the key people in the project implementation and decision-making, together with experts.

Key words: Circular economy, Accelerator project, action study, public procurement, carbon footprint

ESIPUHE

Suomen pyrkimys hiilineutraaliksi kiertotalouden mallimaaksi edellyttää nopeita ja vaikuttavia toimia. Julkisen sektorin rooli on keskeinen kestävien kulutustapojen ja kunnianhimoisten kestävyystavoitteiden saavuttamisessa. Hankkimalla vähähiilisiä ja kiertotaloutta edistäviä ratkaisuja voidaan vähentää julkisen kulutuksen ympäristövaikutuksia ja parantaa samalla julkisten palvelujen laatua, sekä edistää ympäristöystävällisesti ja vastuullisesti tuotettujen tavaroiden ja ratkaisujen markkinoita.

Hankintalain uudistus vuoden 2017 alusta mahdollistaa jo hyvin kestävyysnäkökohtien huomioimisen hankinnoissa. Rinteen hallitusohjelma 2019 – 2023 (Valtioneuvosto 2019) pyrkii edelleen lisäämään kestävien ja innovatiivisten julkisten hankintojen painoarvoa ja kestävyysnäkökohtien huomioimisen velvoittavuutta. Linjauksissa painotetaan muun muassa laatuarvioinnin kehittämistä hankinnoissa ja ympäristö- ja hiilijalanjäljen huomioimista ympäristövaikutuksiltaan merkittävimmissä tuote- ja palveluhankinnoissa. Tämä voi edellyttää hankkijalta uudenlaista ajattelutapaa ja osaamista sekä hankintojen haasteiden ja pullonkaulojen ratkomista. Haasteita ovat muun muassa strategisen tuen puute, markkinatuntemuksen ja -vuoropuhelun vähyys, kokonaiskustannusajattelun puuttuminen, hankintojen hajautuneisuus eri yksiköille tai totuttuun toimintatapaan nojaava hankintakulttuuri.

Hankintayksiköiden tulee asettaa hankintojen kestävyysvaatimukset nykyistä kunnianhimon tasoa korkeammalle ja seurata niiden toteutumista, jotta hankintoja voidaan paremmin käyttää vähähiilisyys- ja kiertotaloustavoitteiden toteuttamisen välineenä. Kiertotaloushankinnat on yksi tärkeä osaamisen kehittämisen kohde myös Kestävien ja innovatiivisten julkisten hankintojen osaamisverkoston (KEINO) tekemän kyselyn perusteella. KEINO on vuonna 2018 perustettu kahdeksan organisaation muodostama verkosto, jonka tavoitteena on vauhdittaa kestäviä ja innovatiivisia julkisia hankintoja Suomessa.

Suomessa on saatu onnistumisia innovatiivisten julkisten hankintojen kautta. Kuitenkin monet eri toimijoiden käynnistämät kiertotaloutta ja vähähiilisyyttä tukevat toimenpiteet ovat jääneet kokeiluasteelle, eikä hyviä käytäntöjä ole pystytty valtavirtaistamaan. Osittain tilanteeseen on syynä rahoituksen ja resurssien puute tai niiden vähäinen tunnettuus. Esimerkiksi Euroopan unionin (EU) rahoituskanavat voisivat vahvistaa resursointia, mutta EU-rahoitusmahdollisuuksia on Suomessa tähän mennessä hyödynnetty melko vähän.

Kiertotalouden ja vähähiilisyyden edistäminen hankinnoissa vaatii käytäntöjä kehittävää otetta, hyötyjen parempaa tunnistamista ja avaamista toimijoille sekä uudenlaisia kumppanuuksia. Vuosina 2018 – 2019 Sitran rahoittama ja SYKEN toteuttama Kiihdyttämö-hanke vastasi tähän tarpeeseen. Hankkeen avulla vauhditettiin vähähiilisten kiertotalousratkaisujen toteutusta ja käyttöönottoa julkisissa hankinnoissa sekä vahvistettiin tätä tukevaa hankintakulttuuria ja päätöksentekoa. Hankkeessa arvioitiin 10 kohteen elinkaarenaikaisia vaikutuksia ja hyötyjä. Sparraustyöpajoissa konkretisoitiin ja havainnollistettiin vähähiilisyyteen ja kiertotalouteen liittyviä tavoitteita jo hankintojen suunnitteluvaiheessa. Kärkiteemoja Kiihdyttämössä olivat rakentaminen, liikenne ja ruokapalvelut, jotka on tunnistettu myös Sitran kokoamassa kiertotalouden kansallisessa tieläkartassa tärkeiksi sektoreiksi vauhdittaa kiertotaloutta. Kiihdyttämön puitteissa tehtiin myös kaksi yhteishankintaa ja tuotiin esiin rahoitusinstrumenttien, kuten EUn ELENA-rahoituksen mahdollisuuksia investointien valmistelussa.

Tämä raportti kokoaa yhteen Kiihdyttämön keskeisimmät tulokset. Hankkeen johtopäätökset ovat sovellettavissa vastaaviin hankintoihin ja investointeihin laajemminkin.

Marleena Ahonen, Sitra

Katriina Alhola, SYKE

SISÄLLYS

ESIPUHE.....	6
1 Kiihdyttämön tausta, teemat ja tavoitteet.....	9
1.1 Tausta.....	9
1.2 Teemat	10
1.3 Tavoitteet	11
2 Kiihdyttämö: tutkimusta ja toimintaa.....	13
2.1 Kiihdyttämön toiminta-ajatus	13
2.2 Hankkeen vaiheet.....	13
2.2.1 Kuntien hankintojen ja investointien kartoitus.....	13
2.2.2 Kohteiden soveltuvuuden arviointi	14
2.2.3 Valittujen kohteiden sparraus ja vaikutusten arviointi	14
2.2.4 Viestintä ja raportointi.....	14
2.3 Kiihdyttämöön valitut kohteet	15
2.4 Kiihdyttämössä käytetyt menetelmät	17
2.4.1 Toiminnalliset menetelmät.....	17
2.4.2 Laskentamenetelmät.....	18
3 Kiihdyttämön tuloksia: Rakentamisen hankinnat	20
3.1 Vähähiilisyys- ja kiertotalousnäkökohtien arviointi tarkastelluissa rakennushankkeissa	20
3.2 Vähähiilinen koulu.....	21
3.2.1 Länsirannan koulun lähtötilanne ja tavoitteet	21
3.2.2 Länsirannan koulu: eri suunnitteluvaihtoehtojen hiilijalanjäljen arviointi	23
3.2.3 Länsirannan koulu: tulokset ja johtopäätökset.....	24
3.2.4 Aiempaa tutkimusta aiheesta: Kontioniemen koulu.....	29
3.3 Energiatehokas uimahalli.....	31
3.3.1 Iisalmen uimahalli: uudisrakennushanke	31
3.3.2 Uimahallien energiatehokkuudesta: taustaa	32
3.3.3 Uimahallien energiatehokkuudesta: tutkimusta	34
3.3.4 Työkaluja energiatehokkaan uimahallin hankinnan tueksi	39
3.3.5 Rovaniemen uusi uimahalli: tähtäimessä energiatehokkuus.....	42
3.3.6 Holmenin uimahalli: päästöt puoliksi	43
3.4 Pitkäikäinen kirkkorakennus	45
3.5 Muuntojoustava monitoimirakennus	47
3.5.1 Tausta ja tavoitteet	47
3.5.2 Hankkeen toteutus	48
3.6 Sairaalasta kiertotalouden pilottikohde.....	50
3.6.1 Laakson sairaalahanke – kiertotalouden edelläkävijäksi	50
3.6.2 Kiertotalouspilotin suunnittelua	50
3.7 Aurinkoenergiaa hyödyntävä päiväkotit	52
3.7.1 Kuikkalammen päiväkotit	52
3.7.2 Aiempaa tutkimusta aiheesta: Luhtaan päiväkotit.....	54
4 Kiihdyttämön tuloksia: Liikenteen, liikkumisen ja kaupunkisuunnittelun hankinnat..	56
4.1 Yhteishankinnoilla vauhtia vähähiiliseen liikenteeseen	56

4.1.1 Sähkö- ja kaasuautojen yhteishankinta	56
4.1.2 Sähköautojen latausasemien yhteishankinta	57
4.2 Yhteiskäyttöautoja Jyväskylään.....	58
4.3 Kiertotalouskorttelin suunnittelukilpailu	58
4.3.1 Vähähiilisyys ja kiertotalous kaupunkisuunnittelussa.....	59
4.3.2 Toimenpiteiden vaikuttavuus ja skaalautuvuus.....	60
4.3.3 Keskeiset tavoitteet kilpailuohjelmalle	61
5 Kiihdyttämön tuloksia: Julkiset ruokapalveluhankinnat.....	63
5.1 Ruokapalvelut osana kaupungin hiilineutraalisuustavoitetta.....	63
5.2 Turun ruokapalveluiden hiilijalanjälki	63
6 ELENA-rahoituksen mahdollisuus kestävien julkisten hankintojen edistämässä	65
7 Johtopäätöksiä ja suosituksia	66
7.1 Vähähiilisten kiertotaloushankintojen tueksi tarvitaan tietoa.....	66
7.2 Vähähiilisten kiertotalousinvestointien rahoitusmahdollisuudet tulee tehdä tunnetuiksi. 67	
7.3 Kestävyystavoitteet mukaan hankinnan varhaisessa suunnitteluvaiheessa	68
Liitteet.....	74

1 Kiihdyttämön tausta, teemat ja tavoitteet

Julkisen sektorin edellytetään toimivan suunnannäyttäjänä kestävien palveluiden, tuotteiden ja ratkaisujen käyttöönotossa. Kestävillä julkisilla hankinnoilla voidaan tuottaa parempia ja laadukkaampia julkisia palveluja, joissa on huomioitu elinkaarenaikainen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen kestävä käyttö. Sen lisäksi kestäville hankinnoilla voidaan saavuttaa merkittäviä taloudellisia ja yhteiskunnallisia hyötyjä.

1.1 Tausta

Vähähiilisyden ja kiertotalouden edistäminen on välttämätöntä luonnonvarojen käytön vähentämiseksi ja ilmastomuutoksen hillitsemiseksi. Tässä julkisella sektorilla on käytössään merkittävä muutosvoima – julkiset hankinnat ja investoinnit. Niiden arvo on Suomessa lähes 35 miljardia euroa vuosittain ja ne aiheuttavat noin viidenneksen Suomen kulutusperusteisesti määritetyistä kasvihuonekaasupäästöistä (Nissinen & Savolainen 2019).

Kaksi kolmasosaa julkisista hankinnoista tehdään paikallisella tasolla, joten kunnat ja kaupungit voivat toimia kiertotalouden vetureina ja edelläkävijöinä huomioimalla vähähiilisyden ja kiertotalouden mahdollisuudet hankinnoissaan. Myös muilla julkisilla hankintaorganisaatioilla, kuten kirkolla, on tärkeä rooli kestävässä hankinnoissa. Tällä hetkellä ympäristövastuu huomioidaan strategian tai hankintalinjausten tasolla hieman alle puolessa julkisista hankintaorganisaatioista (KEINO 2018). Kahdessa kolmasosassa tarjouspyynnöistä kestävyyskriteerejä on esitetty vähintään yleisellä tasolla. Toimialoilla on kuitenkin eroja; esimerkiksi rakentamisen julkisissa hankinnoissa rakentamisen ilmastovaikutuksiin liittyviä kriteerejä asetetaan nykyisellään melko vähän. (Alhola & Kaljonen 2017)

Suomi sai ensimmäisen kansallisen kiertotaloustiekartan vuonna 2016 (Sitra 2016). Sitran julkaisema kiertotaloustiekartta oli samalla ensimmäinen laatuaan koko maailmassa. Siinä nostettiin yhdeksi keskeiseksi politiikkatoimeksi se, että julkiset hankinnat suunnataan uusien kiertotaloutta tukevien ratkaisujen ja tuotteiden hankintaan. Tässä yhteydessä kuntien roolista todetaan:

”Kunnat sisällyttävät kunta-, palvelu- tai hankintastrategioihinsa tavoitteet ja periaatteet, jotka vauhdittavat kiertotalousratkaisuja. Hankinnoista vastaavien tueksi kehitetään kriteeristö ja ohjeisto kiertotalouden ja materiaalitehokkuuden sisällyttämiseksi julkisiin hankintoihin. Elinkaarikustannusten arvioiminen on yksi esimerkki ohjeisiin sisällytettävistä asioista.” (Sitra 2016, s. 30)

Talouden ja energijärjestelmän nopeasta murroksesta sekä uudenlaisen kiertotalousajattelun tarpeesta kertoo se, että maaliskuussa 2019 Sitra julkaisi päivitetyn version kansallisesta kiertotaloustiekartasta: Kriittinen siirto – Suomen kiertotalouden tiekartta 2.0 (Sitra 2019). Uudessa kiertotalouskartassa kunnat on nostettu aiempaa tärkeämpään rooliin kiertotalouden toteuttajina. Päivitetty kiertotaloustiekartta on jäsennetty uudella tavalla: heti tavoitteiden ja tärkeimmän toimenpiteen jälkeen tunnistetaan kiertotalouden avainpelurit. Avainrooleissa ovat valtionhallinto, kunnat, yritykset sekä kansalaiset. Kuntia käsittelevä osuus on otsikoitu ”Kunta mahdollistaa tärkeät siirrot kiertotaloudessa” ja siinä todetaan muun muassa näin:

”Kunnat ja kaupungit voivat toimia kiertotalouden kiihdyttämöinä aktiivimalla alueen toimijoita, toteuttamalla kiertotalouden mukaisia julkisia hankintoja ja kannustamalla alueen elinkeinoelämää ja asukkaita kiertotalouden mukaisiin toimiin. Kiertotalouden toimintamallien kehittämiseen tarvitaan uudenlaisia kumppanuuksia ja kunnat voivat edesauttaa niiden muodostumista. Kunnat voivat hankinto-

jen kautta tarjota yrityksille testialustoja kiertotaloutta tukevien ratkaisujen kehittämiseksi.” (Sitra 2019, alisivu: Kunta mahdollistaa tärkeät siirrot kiertotaloudessa)

Kuntien ei tarvitse odottaa, että uudenlaiset kiertotalousratkaisut olisivat valmiina markkinoilla, ennen kuin niitä on mahdollista hankkia. Kunnat voivat itse nopeuttaa näiden uudenlaisten ratkaisujen syntymistä toteuttamalla hankintoja fiksusti ja asettamalla hankinnoille kunnianhimoisia, vähähiilisyys- ja kiertotalouteen liittyviä tavoitteita (ks. Taulukko 1 määritelmistä). Kuntien voima toimia kiertotalouden kiihdyttäjinä ja mahdollistajina on juuri se näkökulma, jolle Kiihdyttämö-hanke on pohjautunut.

Taulukko 1. Vähähiilisten ja kiertotaloushankintojen määrittelyä.

Kestävät julkiset hankinnat: vähähiilisyys ja kiertotalous

Vähähiilinen hankinta tarkoittaa, että tuotteen tai palvelun koko elinkaarenaikaiset kasvihiilikaasupäästöt on otettu hankinnassa huomioon ja niille on asetettu vaatimuksia ja/tai vertailukriteerejä. Vähähiilisyudessa korostuvat erityisesti energian ja materiaalien käyttö. Energiatehokkuudella, uusiutuvan energian käytöllä sekä oikeilla materiaalivalinnoilla hankinnan hiilijalanjälkeä voidaan pienentää. (Alhola & Kaljonen 2017; Ympäristöministeriö 2017a)

Kiertotaloushankinnoissa huomioidaan luonnonvarojen kestävä käyttö. Hankintakriteereillä voidaan edistää materiaalien turvallisuutta, haitattomuutta, kierrätettävyyttä tai uusiomateriaalien käyttöä. Hankintaan sisältyy myös tieto siitä, miten tuotteen sisältämiä materiaaleja voidaan elinkaaren aikana hyödyntää ja käyttää uudelleen. Kiertotaloutta tukevia tuotteita voivat olla esimerkiksi kierrätysmateriaalista valmistetut tekstiilit tai rakennusmateriaalit. (Alhola ym. 2018)

Vähähiiliset ja kiertotaloushankinnat voivat tarkoittaa myös uusia tuotteita ja tuote-palvelukonsepteja. Ne voivat sisältää tuotteen käytön intensiteetin lisäämistä, yhteiskäyttöä ja elinkaaripalveluja tuotteiden rinnalle. Laajimmillaan vähähiiliset ja kiertotaloushankinnat syntyvät monien toimijoiden verkostosta, jossa pystytään hyödyntämään materiaalivirtoja eri toimijoiden välillä. Paikallisesti tuotetun biokaasun hyödyntäminen julkisessa joukkoliikenteessä on esimerkki hankinnasta, jolla edistetään systeemitason muutosta kohti vähähiilisyttä ja kiertotaloutta. (Alhola & Salmenperä 2019)

1.2 Teemat

Kiihdyttämön kohdeteemoiksi valittiin rakentaminen, liikenne sekä ruokapalvelut, jotka ovat tärkeitä julkisen kulutuksen sektoreita ja myös ympäristövaikutuksiltaan merkittäviä aloja. Suomen kasvihiilikaasupäästöistä noin kolmasosa on peräisin rakentamisesta, rakennusten käytöstä sekä rakennusmateriaalien valmistamisesta (Ympäristöministeriö 2017a). Liikenteen osuus on viidennes (Ympäristöministeriö 2019) ja ruoan tuotannosta aiheutuu neljännes kulutuksen kasvihiilikaasupäästöistä (Reinikainen & Silvennoinen 2016).

Julkisiin rakennushankkeisiin käytetään Suomessa vuosittain lähes 7 miljardia euroa, mikä vastaa noin kolmasosaa kaikista julkisista hankinnoista (Ympäristöministeriö 2017a). Kuntien ja kuntayhtymien hankinnat muodostavat valtaosan julkisesta rakentamisesta (Valovirta ym. 2017). Rakentamisen sektorilla vähähiilisyttä ja kiertotaloutta voidaan edistää muun muassa energiaterhokkuuden parantamisella ja uusiutuvan energian hyödyntämisellä, vähäpäästöisten rakennusmateriaalien valinnalla sekä tilaterhokkuuden ja materiaalien käytön tehostamisella. Rakennusten energiaterhokkuusdirektiivi edellyttää rakennuskannan saattamista hiilivapaaksi vuoteen 2050 mennessä (EU 2018). Jotta päästöt saadaan Suomessa riittävän nopeasti vähenemään, rakennusten puhtaiden energiaratkaisujen vauhdittaminen on välttämätöntä (Auvinen ym. 2019).

Suomessa puolet jätteistä syntyy rakentamisessa (GreenBuildingCouncil 2018). Tällä hetkellä hyökykäytämme rakentamisen purkumateriaaleista hieman yli puolet, vaikka tavoite on 70 % vuoteen 2020

mennessä (Ympäristöministeriö 2017b). Maailmanlaajuisesti on laskettu, että jo käytössä olevien muovien sekä alumiinin, teräksen ja betonin kiertotalouden mukaisella uudelleenkäytöllä voitaisiin vähentää globaaleja ilmastopäästöjä vuosittain miltei neljä gigatonnia, mikä vastaa noin 40 % nykyisin teollisuuden tuottamista vuosipäästöistä. Vähennys olisi yksi merkittävä keino maapallon lämpenemisen pysäyttämiseksi noin kahteen asteeseen (Material Economics 2018).

Liikenteeseen ja liikkumiseen liittyvät hankinnat ovat noin 4 miljardia euroa vuodessa, josta lähes puolet liittyy väylä- ja liikenneinfrastruktuurin rakentamiseen ja ylläpitoon. Joukkoliikenteen kilpailutukset ovat pääosin kaupunkien tekemiä hankintoja. Vähähiilinen liikenne on mahdollista muun muassa joukkoliikenteen uusien käyttövoimaratkaisujen ja niiden latausinfraan käyttöönotolla, esimerkkeinä sähkö- ja biokaasubussit, sekä liikenteen digitaalisten ja yhteiskäyttöratkaisujen edistämällä (Valovirta ym. 2017).

Julkisten ruokapalvelu- ja elintarvikehankintojen arvo on vuosittain lähes miljardi euroa (Valovirta ym. 2017). Niiden osuus hankintojen kokonaismäärästä on parin prosentin luokkaa, mutta monen kaupungin ja kunnan toiminnassa ruokapalveluiden osuus on suuri ja ruokaketjujen vaikutukset ulottuvat laajalle alkutuotannosta kuluttajavalintoihin. Julkisia elintarvike- ja ruokapalveluhankintoja ohjaa kestävään suuntaan muun muassa valtioneuvoston periaatepäätös julkisten elintarvike- ja ruokapalveluhankintojen arviointiperusteista (ympäristömyönteiset viljelytavat, elintarviketurvallisuutta ja eläinten hyvinvointia edistävät tuotanto-olosuhteet) (VNK 2016). Periaatepäätös on velvoittava valtion virastoille, mutta suositus kunnille, mikä jättää niille enemmän väljyyttä kestävyyskriteerien huomioimiselle hankinnoissaan (Alhola & Kaljonen 2017). Ruokaketjujen vähähiilisyttä ja kiertotaloutta tarkasteltaessa huomio kiinnittyy ruokahävikkiin, jonka ilmastovaikutus on 16 – 22 % Euroopassa kulutetun ruoan ilmastovaikutuksesta (Reinikainen & Silvennoinen 2016). Suomessa koko ruokaketjun hävikki on arviolta 400 - 500 miljoonaa kiloa vuodessa (Luonnonvarakeskus 2016).

1.3 Tavoitteet

Ympäristöhyötyjen lisäksi kestäväillä hankinnoilla voidaan samaan aikaan saavuttaa merkittäviä taloudellisia ja yhteiskunnallisia hyötyjä. Käytännössä hyödyt jäävät kuitenkin usein tiedostamatta ja huomioidamatta, sillä hankinnan vaikutuksia ei juuri arvioida valmistelu- ja suunnitteluvaiheessa (Alhola & Kaljonen 2017).

Vähähiilisyyden ja kiertotalouden tavoitteiden yhteensovittamisessa ja liittämisessä hankintoihin on tarvetta osaamisen kehittämiseen (KEINO 2019). Tarvitaan tietoa konkreettisista, hyvistä toimintatavoista ja ratkaisujen elinkaarenaikaisista hyödyistä ja kustannuksista sekä rahoitusmahdollisuuksista. Esimerkiksi EU:n tarjoamia rahoitusmahdollisuuksia on Suomessa hyödynnetty melko vähän.

Kiertotalouden ja vähähiilisyyden edistäminen käytännössä vaatii käytäntöjä kehittävää otetta, hyötyjen parempaa tunnistamista ja avaamista toimijoille sekä uudenlaisia kumppanuuksia. Kiihdyttämön tarkoituksena oli vauhdittaa vähähiilisten kiertotalousratkaisujen toteutusta ja käyttöönottoa sparraamalla hankesuunnittelua ja kilpailutusprosessia.

Kiihdyttämön tavoitteina oli:

- tunnistaa ja arvioida kuntien hankintojen ja investointien vähähiilisyys- ja kiertotalousmahdollisuuksia,
- löytää keskeisiä tarpeita ja haasteita liittyen vähähiilisiin kiertotaloushankintoihin,
- vahvistaa tietopohjaa julkisten hankintojen vähähiilisyttä ja kiertotaloutta tukevien vaihtoehtojen elinkaarenaikaisista ympäristö- ja kustannushyödyistä,
- vauhdittaa prosesseja, jotka johtavat vähähiilisiin kiertotaloutta edistäviin hankintoihin käytännössä, mm. sparraamalla hankinnan valmistelua ja toteutusta,
- käynnistää yhteishankintoja ja

- tehdä EU-rahoitusinstrumentteja, erityisesti ELENA-rahoitusta tunnetuksi investointien valmistelussa ja toteuttamisessa.

Tässä raportissa kuvataan Kiihdyttämön menetelmä, sparrattaviksi valitut hankinnat sekä keskeisimmät tulokset ja johtopäätökset. Johtopäätökset ovat sovellettavissa laajemmin myös muissa vastaavissa hankinnoissa. Lisäksi hankkeen puitteissa on tehty erilliset julkaisut ruokapalveluhankintojen hiilijalanjäljestä ja hiilijalanjälkilaskurista (Lounasheimo ym. 2019) sekä kiertotalouskorttelin kilpailutuksesta (Karjalainen ym. 2019).

2 Kiihdyttämö: tutkimusta ja toimintaa

Kiihdyttämö-hanke on esimerkki toimintatutkimuksesta, jossa hankinnan valmisteluprosessin edetessä tehtyjä havaintoja ja aiemman tutkimuksen kautta tehtyjä tulkintoja viedään käytäntöön. Kiihdyttämön kautta tutkimustietoa, hyviä käytäntöjä ja oppeja sekä kehitysehdotuksia käytiin hankkijoiden kanssa läpi yhteisissä sparraustyöpajoissa. Toiminnalla pyrittiin vauhdittamaan vähähiilisyys- ja kiertotaloustavoitteiden kytkemistä hankintaan.

Tässä luvussa kuvataan Kiihdyttämön toiminta-ajatus, hankkeen vaiheet ja siihen valitut kohteet sekä käytetyt menetelmät.

2.1 Kiihdyttämön toiminta-ajatus

Kiihdyttämön toiminnan ideana oli tavoittaa hankkijat heidän päivittäisessä toimintaympäristössään ja tarjota syvällistä ymmärrystä hankintojen kestävyysnäkökohdista, keskittyen vähähiilisyys- ja kiertotalousnäkökohtiin. Hankkijat ovat usein kiireisiä työssään, jolloin mahdollisimman konkreettinen apu on tarpeen. Kiihdyttämössä käytettiin erilaisia menetelmiä riippuen siitä, missä vaiheessa hankinta oli meneillään ja/tai millä kokoonpanolla hankintojen valmistelijat pystyivät osallistumaan työhön. Sparrauksessa tunnistettiin kohteiden keskeisimmät vähähiilisyys- ja kiertotalousnäkökohdat ja keskityttiin niiden huomioimiseen sekä niihin liittyvien haasteiden ratkomiseen.

Kiihdyttämön toiminta-ajatukseseen kuului yksittäisten hankintatapausten sparraamisen lisäksi hankintojen pitkän aikavälin kehittämisprosessi. Keskeistä oli strateginen näkökulma, jossa hankkija ymmärtää mahdollisuutensa vaikuttaa ja muuttaa hankintaprosesseja niin, että kestävyystavoitteet tullaan ottamaan huomioon järjestelmällisesti myös tulevissa hankinnoissa.

2.2 Hankkeen vaiheet

Kiihdyttämössä oli neljä päävaihetta: 1) Kuntien hankintojen ja investointien kartoitus 2) Kohteiden soveltuvuuden arviointi ja valinta 3) Valittujen kohteiden sparraus ja vaikutusten / hyötyjen arviointi, sekä 4) Viestintä ja raportointi. (Kuva 1).

2.2.1 Kuntien hankintojen ja investointien kartoitus

Kiihdyttämö käynnistettiin keväällä 2018. Kunnilta, hankintaorganisaatioilta, alueiden kehitysorganisaatioilta ja erilaisten kuntaverkoston asiantuntijoilta kysyttiin lähitulevaisuuden hankintatarpeita ja eri vaiheessa olevia hankintoja ja investointeja, joissa vähähiilisyys ja kiertotalous voisivat olla keskeisiä tavoitteita. Haku toteutettiin verkkoviestintäkampanjalla ja lehti-ilmoituksella. Lisäksi käytiin keskusteluja ja tehtiin haastatteluja kuntien hankkijoille. Kohteita tunnistettiin Kiihdyttämön teemavalintojen mukaisesti seuraavista aiheista: 1) rakentaminen, 2) liikkuminen ja logistiikka ja 3) ruokapalvelut. Rakentamisen teemassa kartoitettiin erityisesti kohteita, joihin sisältyi kiinteistöjen rakentamista, uusiomaateriaalin käytön mahdollisuuksia ja energiatehokkaiden ratkaisujen hankintaa. Kestävään urbaaniin liikkumiseen ja logistiikkaan kuuluivat muun muassa kiertotalousratkaisut erilaisissa kaupunkirakenteissa, jakamistalouden ratkaisut, digitaalisten alustojen hyödyntäminen, innovatiiviset kuljetusratkaisut ja vaihtoehtoiset käyttövoimat liikenteessä ja kuljetuspalveluissa. Kestävät ruokajärjestelmät keskittyvät hankintojen mahdollisuuksiin vähentää ruokahävikkiä ja pienentää hiilijalanjälkeä tuotanto- ja jakeluketjussa, sekä huomioida ruoka- ja elintarvikehankintojen aluetaloudellinen merkitys.

2.2.2 Kohteiden soveltuvuuden arviointi

Kiihdyttämössä sparrattaviksi hankinnoiksi saatiin lähes 30 ehdotusta. SYKEN asiantuntijoista muodostettu työryhmä kokoontui työpajassa ja arvioi kohteiden vähähiilisyys- ja kiertotalousmahdollisuudet ja luokitteli hanke-ehdotukset neljään erilaisiin jatkotoimia vaativaan kategoriaan:

1. **Merkittävä vähähiilisuuden ja/tai kiertotalouden potentiaali, mutta ei vielä selkeää käytännön ratkaisua** -> otetaan mukaan Kiihdyttämön hankintaprosessien sparrausvaiheeseen. Pyritään löytämään uusia ratkaisuja.
2. **Merkittävä vähähiilisuuden ja/tai kiertotalouden potentiaali ja olemassa olevia ratkaisuja** -> otetaan mukaan Kiihdyttämön sparraukseen. Pyritään skaalautuvuuteen ja vaikuttavuuteen.
3. **Ei ole riittävästi vähähiilisuuden ja/tai kiertotalouden potentiaalia** -> ohjataan kestävien hankintojen neuvonnan piiriin. Pyritään huomioimaan hankinnassa kestävyysnäkökohdat, vaikka merkittävää vähähiilisyys-/tai kiertotalouspotentiaalia ei tunnistettu.
4. **Yhteishankintaan soveltuvat kohteet** -> lähdetään rakentamaan koko Suomen kattavaa yhteishankintaa.

Näistä valittiin jatkotoimenpiteitä varten ne, joissa tunnistettiin merkittävä vähähiilisyys- ja kiertotalouspotentiaali ja joissa hankkija oli motivoitunut tavoitteen saavuttamiseksi. Sparrattaviksi kohteiksi valikoitui tässä vaiheessa 10 kohdetta. Yhden kohteen suunnittelun viivästyessä sen tilalle otettiin myöhemmin toinen kohde. Yhteishankinnat toteutettiin KL-Kuntahankintojen kanssa.

2.2.3 Valittujen kohteiden sparraus ja vaikutusten arviointi

Sparrausvaiheessa SYKEN asiantuntijat kävivät kuntien edustajien kanssa läpi hankintaan liittyvät tarpeet sekä konkretisoivat ja täsmensivät niitä vähähiilisten kiertotalousratkaisujen näkökulmasta. Sparraus tarkoitti käytännössä hankinnan tavoitteiden kirkastamista, hankinnan suunnittelun tai markkinavuoropuhelun vauhdittamista, hankintakriteerien pohtimista, käytännön esteiden ratkomista sekä hankinnan ympäristö- ja kustannushyötyjen arvioimista. Tavoitteena oli myös saavuttaa ymmärrys vähähiilisten kiertotaloushankintojen strategisista tavoitteista ja merkityksestä. Lisäksi hankkijoita ja kuntapäätäjiä informoitiin EU:n ELENAn tai vastaavien rahoitusinstrumenttien mahdollisuuksista ja autettiin niihin liittyvien kysymysten selvittelyssä.

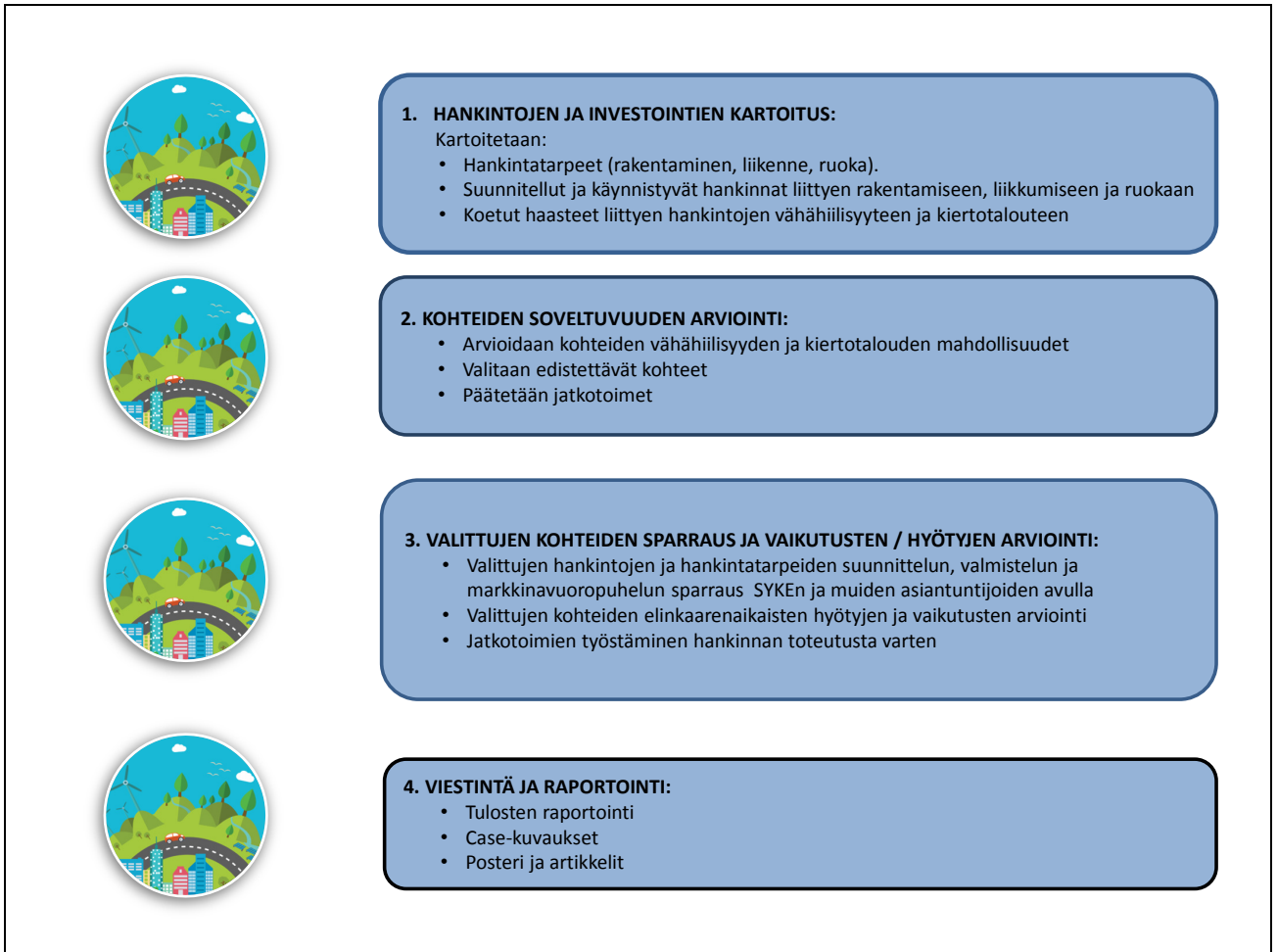
Sparraustilaisuudet järjestettiin sellaisessa paikassa, että kuntien edustajien oli helppo tulla niihin. Tilaisuudet olivat pienehköjä työpajamaisia klinikoita, joihin tuotiin kattava ja monipuolinen, kunkin aiheen kannalta relevantti asiantuntemus. Tarvittaessa mukaan pyydettiin SYKEN lisäksi asiantuntijoita muista organisaatioista, kuten ympäristöministeriöstä. Esiin nousseita kysymyksiä ratkottiin myös tilaisuuksien jälkeen esimerkiksi laatimalla laskelmia. Sparraukseen osallistuneet kunnat saivat itselleen kirjallisen esityksen keskeisistä päätelmistä.

Sparrausprosessin aikana kerättiin havaintoja eri käytäntöjen vahvuuksista ja heikkouksista sekä tehtiin suosituksia niihin liittyvistä toimintamalleista. Samalla tarkasteltiin myös hankkijan edellytyksiä hankinnan ja kestävyystavoitteiden läpivientiin ja kykyä tehdä tarvittavia muutoksia omaan toimintaansa. Hankkeessa käytettyjä menetelmiä on kuvattu tarkemmin luvussa 2.4.

2.2.4 Viestintä ja raportointi

Viestintä ja vuorovaikutus olivat tärkeä osa Kiihdyttämön työtä. Kiihdyttämön toiminnasta kerrottiin hankkeen aloitusseminaarissa 10.2.2018. Lisäksi kohteiksi valituista hankintatapauksista viestittiin yleisesti ja paikallisella tasolla. Hanke tuotti kolme raporttia, posterin, verkkouutisia ja esitysmateriaalia. Kiihdyttämön viestinnän pääasiallisina kohderyhminä olivat kuntien hankintoja valmistelevat virkamiehet, kuntapäätäjät ja hankintapalveluja tarjoavat yritykset. Hankkeessa laadittiin vähähiilisyyttä ja kier-

totaloutta havainnollistavia esityksiä ja aineistoja sekä posterit. Kiihdyttämön viestinnässä on hyödynnetty erityisesti olemassa olevia kanavia ja foorumeita, kuten KEINO-osaamisverkostoa¹, HINKU²-, FISU³-, Circwaste⁴ ja Canemure⁵ -verkostoja.



Kuva 1. Kiihdyttämön vaiheet.

2.3 Kiihdyttämöön valitut kohteet

Kiihdyttämön sparraukseen valittiin 10 kohdetta ja lisäksi käynnistettiin kaksi yhteishankintaa (Taulukko 2).

¹ KEINO Kestävien ja innovatiivisten julkisten hankintojen verkostomainen osaamiskeskus www.hankintakeino.fi

² HINKU Hiilineutraalit kunnat –verkosto www.syke.fi/hankkeet/hinku

³ FISU Resurssiviisaat kunnat –verkosto www.fisunetwork.fi

⁴ Circwaste Kohti kiertotaloutta –hanke www.materiaalitkiertoon.fi/fi-FI/Circwaste

⁵ Canemure Kohti hiilineutraaleja kuntia ja maakuntia –hanke www.syke.fi/hankkeet/canemure

Taulukko 2. Kiihdyttämöön valitut hankintakohteet ja niiden tavoitteet.

Hankinnan kohde (kustannusarvio)	Tavoitteet
Rakentaminen	
Uudenkaupungin sivistys- ja hyvinvointikeskus, uudisrakennus 40 miljoonaa €	<ul style="list-style-type: none"> • Monikäyttöinen, muuntojoustava ja tilatehokas monitoimirakennus. • A-energiatehokkuusluokka. • Kierrätettävien ja/tai hiiltä sitovien materiaalien mahdollisuuksien huomioiminen. • Maalämpö ja/tai hakepohjainen kaukolämpö. Myös uusia ratkaisuja liittyen energian varastointiin ja etähallintaan otetaan käyttöön. • Käyttöastetta nostavien mobiilisovellusten käyttö. • Vähäpäästöinen ja materiaalitehokas rakentamisprosessi.
Ilisalmen uusi uimahalli 13 miljoonaa €	<ul style="list-style-type: none"> • Energiatehokkuus, energiankulutuksen vähentäminen ja uusiutuvan energian käytön, muun muassa maalämmön ja aurinkoenergian lisääminen uimahallin energiantuotannossa. • Huuhteluveden palauttaminen kiertoon (vedenpuhdistusjärjestelmä). • Kustannustehokkuus. • Vanhan uimahallin purku kiertotalouden periaatteet huomioiden.
Kuikkalammen päiväkotia, Kuopio 8,4 miljoonaa €	<ul style="list-style-type: none"> • Kustannustehokkaat ja kestävät tilaratkaisut. • Nykyaikainen oppimisympäristö varhaiskasvatukselle, esiopetukselle ja nuorisotoiminnalle. • Ulkopuolinen viikonloppukäyttö mahdollista osaan tiloista. • Uusiutuvan energian tuotanto ja käyttö, mm. aurinkosähkön tuotanto ja kallioperästä saatavan lämmön/jäähdytysenergian käyttö.
Länsirannan maaseutualueen lähipalvelukeskus, Kuopio (kolmen kyläkoulun korvaaminen)	<ul style="list-style-type: none"> • Hirsirakennus. • Tontilta saatavan maalämmön hyödyntäminen ja oma aurinkosähkön tuotanto. • Uutta opetussuunnitelmaa tehokkaasti tukeva oppimis- ja toimintaympäristö. • Iltta- ja muun vapaa-ajan käytön tarpeet, yhteiskäyttöön sopivat tilat, rakennuksen pitkä elinkaari ja tulevien sukupolvien tarpeet huomioivat tilaratkaisut.
Ruosniemen koulu⁶ (uudisrakennus) Pori	<ul style="list-style-type: none"> • Monikäyttöisyys eli tilat ovat iltaisin kaupunkilaisten käytössä. • Ekologinen ja energiatehokas koulurakennus.
Ylivieskan ekologinen kirkko 13,5 miljoonaa €	<ul style="list-style-type: none"> • Huomioidaan ympäristönäkökohdat, rakennusmateriaalien ekologisuus ja energiatehokkaat lämmitysvaihtoehdot. • Kestävä, turvallinen, toiminnallinen ja käytettävä kirkko. • Rakennuksen tulee kestää aikaa ja säitä. • Erityistä huomiota kiinnitetään rakennuksen elinkaarikustannuksiin ja todelliseen tilantarpeeseen. • Monikäyttöinen ja eri käyttäjäryhmiä palveleva kirkko.
Laakson sairaala -kiertotalouspilotti	<ul style="list-style-type: none"> • Kiertotalousperiaatteet huomioiva sairaala. • Resurssitehokas rakentamisen prosessi. • Uusiomateriaalien mahdollisuuksien tunnistaminen ja käyttö rakennustuotteissa ja rakentamisessa.
Liikkuminen ja logistiikka	
Jyväskylän yhteiskäyttöautot	<ul style="list-style-type: none"> • Biokaasuautojen osuuden lisääminen kaupungin autoista (arviolta 5 – 10 autoa). • Autojen käyttö yli yksikkörajojen ja virka-ajan ulkopuolella. • Autojen käyttöaste korkeammalle eli autoille käyttöä myös iltaisin ja viikonloppuisin. • Kaupungin käytössä olevien autojen määrän vähentäminen.
Vaasan Ravilaakson kiertotalouskortteli	<ul style="list-style-type: none"> • Korttelin kilpailutus sisältää kiertotaloutta edistäviä ratkaisuja. • Suunnittelussa otetaan huomioon pitkä aikajänne ja tuleva rakentaminen 10 – 15 vuotta eteenpäin.

⁶ Päätös koulun rakentamisesta viivästyi, jolloin hankesuunnitelma ei edennyt Kiihdyttämön aikana. Tuloksia ei raportoida tässä raportissa.

	<ul style="list-style-type: none"> • Kortteliin pyritään sijoittamaan kiertotaloutta tukevia palveluja, hankkeita ja kokeiluja, ns. kiertotalouden living lab. • Fiksun liikkumisen edellytykset kytketään mukaan suunnitteluun. • Kokeillaan uusia, kiertotalouteen perustuvia rakennusmateriaaleja ja rakennustapoja. • Tontinluovutusehdoissa huomioidaan kiertotalouden edellytykset.
Sähkö- ja biokaasuautojen yhteishankinta	<ul style="list-style-type: none"> • Vaihtoehtoisten käyttövoimien osuuden kasvattaminen. • Kuntien bensiini- ja dieselautojen korvaaminen täyssähkö- ja biokaasuautoilla.
Sähköautojen latausasemat yhteishankinta	<ul style="list-style-type: none"> • Kansallisen tavoitteen mukaan Suomessa on vuoteen 2030 mennessä vähintään 250 000 täyssähköautoa. • Sähkö- ja biokaasuautojen latausinfrastruktuurin vahvistaminen Suomessa.
Ruokapalvelut	
Turun ruokapalvelujen kestävyden edistäminen	<ul style="list-style-type: none"> • Ruokapalvelujen hiilijalanjäljen huomioiminen hankinnoissa. • Kasvisruokavaihtoehdon tarjoaminen alakouluissa, pilotin käynnistäminen. • Hävikin seurannan kehittäminen yhteistyössä palveluntuottajien kanssa.

2.4 Kiihdyttämössä käytetyt menetelmät

Kiihdyttämössä käytettiin erilaisia tutkimuksellisia menetelmiä ja käytännön työkaluja riippuen hankinnan vaiheesta ja sparrauksen sisällöstä.

2.4.1 Toiminnalliset menetelmät

Keskustelut, kokoukset ja sparraustyöpajat olivat keskeinen toimintatapa hankkijoiden ja hankinnan sidosryhmien kanssa yhteisten tavoitteiden kirkastamiseksi. Työpajoissa käytiin hankinnan avaintoimijoiden kanssa läpi mahdolliset vähähiilisyys- ja kiertotalousnäkökulmat ja tunnistettiin niistä hankinnan kannalta merkityksellisimmät ja pohdittiin, mitä niiden toteuttaminen käytännössä vaatii.

Ympäristöministeriön vähähiilisen rakentamisen oppaita (Kuittinen & le Roux 2017a,b) käytettiin apuna rakentamisen hankkeiden vähähiilisyysnäkökohtien arvioinnissa.

Kiertotalous KIRA-alalla hankintakriteerijä (Green Building Council 2018) sovellettiin rakentamisen kohteiden kiertotalousnäkökohtien arvioinnissa.

Tieteellisiä artikkeleja (mm. Manninen ym. 2018) ja muuta kirjallisuutta (ks. lähdeluettelo) käytettiin apuna hankintojen vaikutusten sekä vähähiilisyys- ja kiertotalousmahdollisuuksien arvioinnissa. Tuotteen tai palvelun elinkaarinäkökulma oli tarkastelun lähtökohtana kaikissa kohteissa.

Hyvien esimerkkien ja aiempien tutkimustulosten esittelyllä osoitettiin vähähiilisyys- ja kiertotaloushyötyjä hankkijoille. Aiempien tutkimusten aineistoa (mm. COMBI-hanke) ja KEINO-osaamisverkoston materiaalia hyödynnettiin.

Hankesuunnitelmien ja alustavien tarjouspyyntöjen kommentointi oli konkreettista hankinnan suunnittelun ohjausta, jolla voitiin vaikuttaa suoraan hankinnan tavoitteisiin ja siinä määritettäviin kriteereihin.

Rahoitusratkaisujen koonti sekä työpajat, esitykset ja puheenvuorot niihin liittyen avasivat uusia mahdollisuuksia hankkijoille. Erityisesti ELENA-rahoitusinstrumentin puitteissa järjestetty työpaja ja tilaisuudet poikivat jatkokehittelyä.

Markkinavuoropuhelu toteutettiin yhteishankinnoissa, jonka KL-Kuntahankinnat fasilitoi.

2.4.2 Laskentamenetelmät

Odotettavissa olevien elinkaarenaikaisten ympäristöhyötyjen ja kustannusten arviointia käytettiin muun muassa silloin, jos hankintaan liittyviä päätöksiä tuli perustella laajemmin (esim. luku 3.2.1).

Hankkeessa **kehitettiin hiilijalanjälkilaskuri** ruokapalveluhankinnoille (Lounasheimo ym. 2019), jota käytettiin ruokapalveluhankintojen jalanjäljen ja vähähiilisuuden osa-alueiden arviointiin.

Hiilijalanjälkilaskentaa käytettiin toteutuneiden rakennushankkeiden hiilijalanjäljen arvioinnissa. Arvioinnin apuna käytettiin Bionova oy:n **OneClick LCA- laskuria** ja **Carbon Designer -työkalua** sekä EQUA Simulation Oy:n **IDA ICE -energiamallinnusohjelmaa**.

Hiilijalanjälkilaskenta perustui **ympäristöministeriön menetelmäluonnokseen** (Ympäristöministeriö 2018a,b). Ympäristöministeriö on asettanut tavoitteeksi, että rakennusten elinkaaren aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä ohjataan lainsäädännöllä vuoteen 2025 mennessä. Lainsäädännön valmistelun osana on laadittu tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa (Bionova Oy 2017) sekä selvityksiä erilaisista toteuttamisvaihtoehdoista (RTY ry 2017; Häkkinen & Vares 2018). Marraskuussa 2018 ympäristöministeriö julkaisi lausuntokierrokselle ensimmäisen version rakennusten hiilijalanjäljen arviointimenetelmästä (Ympäristöministeriö 2018a) sekä taustamuistion menetelmäohjeeseen (Ympäristöministeriö 2018b). Menetelmä tarkentuu vielä ennen velvoittavan sääntelyn voimaantuloa, ja esimerkiksi kaukolämmön ja sähkön päästökertoimia tarkennetaan ennen menetelmän julkaisemista. Myös rakennusmateriaalien päästötietoihin liittyvien menetelmän kehittäminen on kesken.

Ympäristöministeriön laskentamenetelmän luonnos otettiin Kiihdyttämön hiilijalanjäljen arviointimenetelmäksi. Tarkastelu ei siis ole varsinainen elinkaari vaikutusten arviointitutkimus (LCA, life cycle assessment). Kiihdyttämön tutkijat eivät esimerkiksi tehneet omia harkintaan perustuvia rajauksia sen suhteen, mitkä elinkaaren vaiheet otettiin tarkasteluun mukaan, vaan ympäristöministeriön menetelmäluonnoksen rajauksia ja muita ohjeita noudatettiin sellaisenaan.

Ympäristöministeriön hiilijalanjäljen laskentamenetelmäluonnoksessa hiilijalanjälki lasketaan rakennuksen lämmitettyä nettoalaa kohden. Tarkastelun aikajänne on asuinrakennuksille 75 vuotta ja muille rakennuksille 50 vuotta, vaikka uuden rakennuksen suunniteltu elinikä saattaa olla pidempikin. Laskennan tuloksena saatua hiilijalanjälkeä ei jaeta tarkastelujakson vuosien määrällä, vaan hiilijalanjälki kuvaa päästöjä lämmitettyä nettoalaa kohden koko rakennuksen elinkaaren aikana.

Elinkaaren eri vaiheiden huomioiminen on esitetty Taulukossa 3. Energian käyttö elinkaaren vaiheessa B6 arvioidaan rakennuksen laskennallisen käytön mukaisesti. Rakennuksen laskennallinen käyttö ei välttämättä vastaa rakennuksen suunniteltua käyttöä. Hiilijalanjälki ympäristöministeriön menetelmällä laskettuna kuvaa siis itse rakennusta ja sen rakenteellisia ja teknisiä ratkaisuja, mutta ei rakennuksen suunniteltua tai toteutuvaa käyttötapaa. Käytettyjen energiamuotojen päästöt ovat menetelmässä valtakunnallisia keskiarvoja, eli laskelmassa ei huomioida myöskään sitä, mitkä ovat kaukolämmön tuotannon päästöt paikallisessa kaukolämpöverkossa.

Taulukko 3. Elinkaaren vaiheiden huomioiminen laskentamenetelmässä (Ympäristöministeriö 2018 a,b).

Ympäristöministeriön menetelmäluonnos rakennuksen elinkaaren aikaisen hiilijalanjäljen arvioimiseksi, arvioinnin rajaukset ja laskennassa käytettävät vakioarvot	
A1–A3: Valmistus	Lasketaan hankekohtaisin tiedoin
A4: Kuljetus työmaalle	Lasketaan vakioarvolla 10,20 kg CO ₂ e / m ²
A5: Työmaan toiminnot	Lasketaan vakioarvolla 27,30 kg CO ₂ e / m ²
B1: Tuotteiden käyttö rakennuksessa	Ei arvioida
B2: Ylläpito	Ei arvioida
B3–B4: Korjaukset ja vaihdot	Korjausten energiankulutus lasketaan vakioarvolla 2,16 kg CO ₂ e / m ² , korjaukseen tarvittavien materiaalien tiedot hankekohtaisia
B5: Laajamittaiset korjaukset	Arvioidaan erikseen laajamittaisen korjauksen yhteydessä
B6: Energian käyttö	Lasketaan hankekohtaisin tiedoin
B7: Veden käyttö	Ei arvioida
C1: Purkutyömaan toiminnot	Lasketaan vakioarvolla 7,80 kg CO ₂ e / m ²
C2: Kuljetukset käsittelyyn	Lasketaan vakioarvolla 10,20 kg CO ₂ e / m ²
C3-C4: Jätteenkäsittely ja loppusijoitus	Lasketaan vakioarvolla 15,60 kg CO ₂ e / m ²
D: Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset ("hiilikädenjälki")	Ei yhdistetä hiilijalanjälkilaskelmaan

3 Kiihdyttämön tuloksia: Rakentamisen hankinnat

Rakennushankkeet lohkaisevat kuntien budjeteista ison osan. Suomessa lähes puolet kuntien tekemistä investoinneista kohdistuu rakentamiseen ja peruskorjaukseen. Jos julkinen rakennuskanta rakennetaan kestävästi, se ohjaa vahvasti kohti vähähiilistä ja kiertotalouden mukaista rakennettua ympäristöä.

Tässä luvussa tarkastellaan Kiihdyttämön hankintatapausten kautta vähähiilisten ja kiertotalousnäkökohtien huomioimista rakentamisen hankkeissa sekä esitetään menetelmä, jolla vähähiilisyys- ja kiertotalousnäkökohtia voidaan arvioida.

3.1 Vähähiilisyys- ja kiertotalousnäkökohtien arviointi tarkastelluissa rakennushankkeissa

Rakentamisen kohteiden vähähiilisten kiertotalousratkaisujen mahdollisuuksia ja hyötyjä arvioitiin elinkaarinäkökulmasta. Arvioinnin tekivät aihepiiriin SYKEN asiantuntijat kohteiden sparrausprosessin ja muun kohteesta saadun aineiston perusteella.

Arvioinnin pohjana käytettiin Mannisen ym. 2018 kehittämää kiertotalouden liiketoimintamallien ympäristöarvolupauksen kartoittamisen kehikkoa. Se nojautuu Ellen MacArthur Foundationin (2015) määrittämiin kiertotalouden periaatteisiin ja EEA:n (2016) listaamiin kiertotalouden ympäristöarvolupauksiin, joita täydennettiin vähähiilisyteen ja rakentamiseen liittyvillä keskeisillä arvolupauksilla eli kriteereillä Green Building Councilin kiinteistö- ja rakentamisalan kiertotalousoppaan (2018), vähähiilisen rakentamisen oppaiden (Kuittinen & le Roux 2017a ja 2017b) sekä rakentamisen kiertotalousliiketoimintamallien kuvauksen (Arup ym. 2016) perusteella.

Arvioinnin tulokset on esitetty Taulukossa 4. Analyysin perusteella uusiutuvan energian hyödyntäminen on useimmin tavoiteltu vähähiilisen kiertotalouden ratkaisu. Uusiutuvaa energiaa oli tarkoitettu hyödyntää kaikissa paitsi yhdessä Kiihdyttämön rakentamisen kohteista. Seuraavaksi yleisimmin tavoitellut kriteerit olivat energiatehokkuus, sekä tilatehokkuus ja tilojen muuntojoustavuus (molemmat 4/6 kohdetta). Myös kierrätettävissä olevien ja kierrätettyjen materiaalien huomioiminen sekä purkumateriaalin ja/tai komponenttien uudelleenkäyttö olivat tärkeitä tavoitteita (molemmat 3/6 kohdetta).

Lisäksi useissa kohteissa tavoitteena oli vedenkulutuksen vähentäminen (kohteet, joihin oli tulossa uimahalli), hukkalämmön hyödyntäminen, ekosysteemien terveyden ylläpito, palauttaminen ja ennallistaminen (luonnonympäristöä ja kasvillisuutta säästävä rakentaminen), hiilen sitominen rakenteisiin (puurakentaminen) ja saavutettavuus ja/tai kestävien liikennemuotojen edistäminen.

Muita ympäristöarvolupauksia tavoiteltiin vain yksittäisissä kohteissa. Raaka-aineiden kestävä hankinta ja arvokkaiden resurssien hajapäästöjen minimointi eivät nousseet analyysin perusteella tavoitteiksi yhdessäkään kohteessa.

Taulukko 4. Kiihdyttämön rakentamisen kohteiden ympäristöarvolupaukset. Arvo (1) tarkoittaa, että kohteessa on piirteitä, jotka toteutuessaan toteuttavat kyseistä kriteeriä. Esimerkiksi Iisalmen uimahallissa suunnitellaan vettä säästävien teknologioiden käyttöönottoa. Useimmin esiintyneet näkökohdat on lihavoitu.

	Uuden- kaupun- gin moni- toimitalo	Kuikka- lammen päiväkot	Länsi- rannan koulu	Iisal- men uima- halli	Ylivies- kan kirkko	Laak- son sairaa- la
Luonnonvarojen tuontiriippuvuuden väheneminen					1	
Luonnonvarojen käytön minimointi ja tehokas käyttö				1		
Energiatehokkuus	1	1	1	1		
Vedenkulutuksen vähentäminen	1			1		
Uusiutuvan energian hyödyntäminen	1	1	1	1	1	
Hukkalämmön hyödyntäminen	1			1		
Uusiutuvat materiaalit	1		1			1
Kierrätettävissä olevien ja kierrätettyjen materiaalien huomioiminen	1				1	1
Materiaali- ja ainekiertojen sulkeminen			1			
Raaka-aineiden kestävä hankinta						
Materiaalien päästöjen vähentäminen elinkaaren aikana					1	
Jätteen synnyn minimointi						1
Polton ja kaatopaikkasijoittamisen minimointi	1					
Ekosysteemien terveyden ylläpito, palauttaminen ja ennallistaminen				1	1	
Arvokkaiden resurssien hajapäästöjen minimointi						
Materiaalien ja rakenteiden eliniän pidentäminen tuotteiden arvoa säilyttämällä					1	
Purkumateriaalin ja/tai komponenttien uudelleenkäyttö			1		1	1
Tilatehokkuus ja tilojen muuntojoustavuus	1		1	1	1	1
Hiilen sitominen rakenteisiin			1		1	
Saavutettavuus / kestävät liikenne- muodot	1			1		

3.2 Vähähiilinen koulu

3.2.1 Länsirannan koulun lähtötilanne ja tavoitteet

Kuopion Länsirannan uuteen lähipalvelukeskukseen⁷ suunniteltiin yhdistettäväksi kolme lakkautettavaa koulua ja tilat 2–3 päiväkotiryhmälle. Ilta-aikoina tiloja voidaan käyttää kuntalaisten kokoontumiseen tai harrastamiseen (Kuopion kaupunki 2018). Vaikka rakennus on monikäyttöinen ja sen nimikin on virallisemmin Kuopion läntisen maaseutualueen lähipalvelukeskus, viitataan siihen tässä raportissa lyhyiden vuoksi nimellä Länsirannan koulu. Rakennusta on myös hiilijalanjälkilaskennan kannalta tarkoituksenmukaista tarkastella pääasiallisen käyttötarkoituksensa mukaisesti eli koulurakennuksena.

Kuopion läntinen maaseutualue on maantieteellisesti laaja alue, jonka vahvimmat asumiskeskittymät ovat Kaislastenlahti, Rytty ja Hirvilahti. Kolme alueella sijaitsevaa vanhaa koulua olivat joko elin-

⁷ Ks. esim. [http://www.fisunetwork.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Kuopiossa_rakennetaan_resurssiivisaia_k\(49280\)](http://www.fisunetwork.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Kuopiossa_rakennetaan_resurssiivisaia_k(49280))

kaarensa päässä tai käymässä pedagogisesti epätarkoituksenmukaisiksi, joten Kuopion kaupunki alkoi selvittää koulujen korvaamista yhdellä uudisrakennuksella. Uuden koulun mitoitus perustuu n. 150–160 oppilaan määrään sekä esiopetuksen ja päivähoidon järjestämisen tarpeisiin.

Uuden koulun rakentamisen päästövaikutuksia tarkasteltiin Kiihdyttämössä kokonaisuuden kannalta, myös koulukuljetukset huomioiden. Uuden koulurakennuksen myötä koulumatkat pitenevät, mutta toisaalta energiatehokkaan uudisrakennuksen ennakoitaan vähentävän päästöjä verrattuna kolmen vanhemman erillisen koulun ylläpitoon.

Länsirannan koulun tulevaa energiankulutusta arvioitiin käyttäen vertailuarvoina Iisalmessa sijaitsevan, kaukolämpöä käyttävän Kauppi-Heikin koulun sähkön ja lämmön kulutuslukuja (MWh/v). Länsirannan koulu tulee olemaan hiukan Kauppi-Heikin koulua isompi, joten arvot suhteutettiin oikeaan pinta-alaan. Näitä arvoja verrattiin kolmen lopetettavan koulun (Rytky, Hirvilahti ja Kaislaistenlahti) toteutuneisiin kulutuslukuihin. Lisäksi tehtiin arvio siitä, miten paljon koulukuljetusten lisääntyminen vaikuttaa kuljetuskilometreihin ja sitä kautta päästöihin.

Kolmen lopetettavan koulun sähkön ja lämmönkulutuksen tiedot saatiin vuosilta 2016–2017. Kauppi-Heikin koulusta kulutuslukuja vertailujaksoneka käytettiin vuoden pituisista jaksoista 8/2017–7/2018. Sähköä ja lämpöä kului kolmessa vanhassa koulussa yhteensä vuositasolla keskimäärin 641 MWh/v. Kauppi-Heikin koulun sähkönkulutus oli 164 MWh/v ja lämmönkulutus 346 MWh/v.

Länsirannan koulun toteutuksessa on eroja Kauppi-Heikin kouluun verrattuna. Lämmitysenergia tullaan tuottamaan kaukolämmön sijaan maalämmöllä. Lisäksi Iisalmen ja Kuopion lämmitystarve poikkeaa hieman, samoin kuin vertailtavat ajanjaksot. Nämä erot on huomioitu laskelmissa. Kun käytetään Länsirannan koulun energiankulutuksena Kauppi-Heikin koulun kulutuslukuja (MWh/m²/v) ja pinta-alaan 2067 m², lämmitysenergian kulutukseksi saadaan laskennallisesti 443 MWh/v. Maalämpöpumppujen vuosihyötysuhde on keskimäärin 3,3, joten sähköä tarvitaan lämmitysenergian tuottamiseen 134 MWh/v. Jos käytetään muun kiinteistösähkönkulutuksen osalta Kauppi-Heikin koulun kulutuslukuja (164 MWh/v) suhteutettuna Länsirannan koulun pinta-alaan, päästään sähkön kokonaiskulutuksessa arvoon 352 MWh/v. Lämmitysenergia tuotetaan maalämpöpumpulla eli lämmitykseen ei kulu muuta energiaa. Edellä olevan laskelman perusteella energiankulutus pienenee kolmen vanhan koulun yhteiskulutukseen verrattuna 289 MWh/v eli noin 45 %.

Kasvihuonekaasupäästöjen osalta päästövähennys on noin 47 000 kg/v, kun käytetään sähkön päästökertoimena viiden vuoden liukuvaa keskiarvoa 164 kg CO₂/MWh. Mikäli Länsirannan koulussa käytetään suunnitellun mukaisesti aurinkosähköpaneeleita, ostosähkön määrä ja päästöt vähenevät edelleen. Tätä vähennyspotentiaalia ei tässä laskelmassa vielä huomioitu.

Koulujen yhdistäminen lisää koulukuljetuksia verrattuna aiempaan tilanteeseen.⁸ Kuopion kaupungilta saatuja kolmen vanhan koulun koulukuljetusmatkojen pituuksia verrattiin tilanteeseen, jossa kaikki oppilaat kuljetetaan Länsirannan kouluun. Uuden koulun valmistuttua oppilaiden koulukuljetusten kokonaismäärä kasvaa nykyiseen verrattuna arviolta noin 75 000 km/vuosi. Kun käytetään päästöinä 230 g/CO₂/km, koulukuljetusten päästöt kasvavat noin 17 300 kg CO₂/v.

Kun lasketaan yhteen rakennuksen energiankäytön väheneminen ja kuljetuksien päästöjen kasvu, lopputuloksena koulujen yhdistämisen seurauksena kokonaispäästöt vähenevät runsaat 30 000 kg/v. Mahdollisten aurinkopaneelien käyttö vähentäisi päästöjä edelleen.

Länsirannan koulu suunniteltiin hirsirakenteiseksi ja tilojen suunnittelussa tähdättiin muuntojoustavuuteen sekä tilatehokkuuteen. Koulussa ei ole kiinteitä luokkatiloja, vaan opetustiloja voidaan muun-

⁸ Kuopion kaupunki antoi kolmen vanhan koulun koulukuljetuksiin osallistuvien oppilaiden määrät ja matkojen pituudet. Samoin annettiin Länsirannan koulukuljetuksista oppilasmäärä ja arviot kilometreistä. Laskelmissa ei ole mukana niitä, jotka kulkevat kävellen tai pyörällä. Oletus on, että jos matkan pituus oikeuttaa koulukuljetukseen, sitä käytetään. Kuljetusautona on tilataksi jonka päästöt ovat 230 g CO₂/km. Oletuksena keskimäärin 4 oppilasta kydyssä.

nella tarpeen mukaan. Päälämmitysratkaisuksi valittiin maalämpö. Uusiutuvaa energiaa hyödynnetään myös omalla aurinkosähkön tuotannolla.

3.2.2 Länsirannan koulu: eri suunnitteluvaihtoehtojen hiilijalanjäljen arviointi

Länsirannan koulun elinkaaren aikaista hiilijalanjälkeä arvioitiin laskennallisesti. Laskentoja tehtiin myös koulun aurinkosähköjärjestelmän mitoittamiseksi. Tarkasteluja varten SYKEN asiantuntijat saivat käyttöönsä Granlund Consulting Oy:n koulusta laatiman IDA ICE⁹ -mallin. Koulun elinkaaren aikaista hiilijalanjälkeä arvioitiin ympäristöministeriön valmisteilla olevalla menetelmällä (16.11.2018 julkaistu versio). Koulun eri suunnitteluvaihtoehtojen hiilijalanjälkeä laskettiin käyttämällä Bionova Oy:n One Click LCA -laskentatyökalua, joka sisältää eräänä arviointimenetelmänä ympäristöministeriön menetelmäluonnoksen.

Koulun osalta ei ollut vielä tiedossa tarkkoja tietoja käytettävistä rakennusmateriaaleista, mutta tämä ei ollut esteenä tarkastelulle. Tavoitteena oli tehdä vertailuja mahdollisista suunnitteluvaihtoehdoista, kuten puurakentaminen vs. betonirakentaminen, joten kaikkien tarkasteltavien vaihtoehtojen osalta ei tarkkoja materiaalitietoja olisi missään vaiheessa saatavillakaan. Sen sijaan tarkastelu suoritettiin hyödyntämällä sekä rakennuksesta saatavilla olevaa IDA ICE -mallia sekä One Click LCA työkaluun hankittua Carbon Designer -suunnittelutyökalua.

Carbon Designer -työkalun avulla laadittiin sekä puu- että betonirakenteisesta koulusta mallit, joiden avulla arvioitiin kuhunkin rakenneosaan tyypillisesti tarvittavia materiaalien määriä. Carbon Designer -työkalussa mallit on mahdollista määritellä pelkän bruttoalan ja kerrosten lukumäärän perusteella, mutta tässä tapauksessa malleja tarkennettiin korjaamalla eri rakenneosien kuten ulkoseiniä, sisäseiniä ja ikkunoiden pinta-ala vastaamaan rakennuksen IDA ICE -mallista saatuja rakenneosien pinta-aloja. Näin geneerinen mallirakennus saatiin materiaalimääriensä osalta tarkemmin vastaamaan suunnitteilla oleva koulurakennusta.

Carbon Designer -työkalun avulla mallirakennuksesta voitiin luoda erilaisia suunnitteluvaihtoehtoja pääarakennusmateriaalin mukaan. Tämän tarkastelun mukaista hiilijalanjälkilaskentaa tehtäessä Carbon Designer -työkalun tarjoamat suunnitteluvaihtoehdot olivat betoni-, puu- ja teräsrakenne.¹⁰ Näistä valittiin tarkasteluun betoni- ja puurakenteinen koulu, ja alun perin rankarakenteisena mallinnettua puurakennetta tarkistettiin laskennan kuluessa vastaamaan hirsirakennetta. Tällä tavalla saatiin hiilijalanjälkilaskelman elinkaaren osioihin A1–A3 ja B3–B4 tarvittavat rakennus- ja korjausmateriaalien päästötiedot (ks. Taulukko 5).

Rakennuksen käytön aikaiset energiankulutukset (elinkaaren osio B6) laskettiin Granlund Consulting Oy:n laatiman IDA ICE -rakennusmallin perusteella. Tältä osin poikettiin hiukan ympäristöministeriön menetelmästä, jossa rakennuksen käytön aikaisen päästöjen mallinnus tulisi tehdä rakennuksen vakioidulla käytöllä määritetyn ostoenergian kulutuksen mukaan. Vakioitu käyttö sisältää paitsi määrätyt läsnäoloasteet ja käyttöaikataulun, myös sen, että rakennuksen energiankulutusta tarkastellaan Etelä-Suomen säätiedoilla. Granlundin malli on laadittu energiaratkaisujen tarkastelua ja mitoittamista varten eikä E-lukulaskentaa, joten mallissa rakennuksen sijainti on Kuopio ja rakennuksen energiankulutusta tarkastellaan Kuopion säätiedoilla. Rakennuksen käyttöastetta ja käyttöaikatauluja on mallissa kuvattu FINVAC-käyttöprofiilien¹¹ mukaisesti, jotka nekin poikkeavat hiukan E-lukulaskennassa määritellystä rakennuksen vakioidusta käytöstä. Rakennuksen käytön aikainen energiankulutus ei siis tässä tarkastelussa mene aivan yksi yhteen ympäristöministeriön menetelmän kanssa. Kun kuitenkin laitekuormat

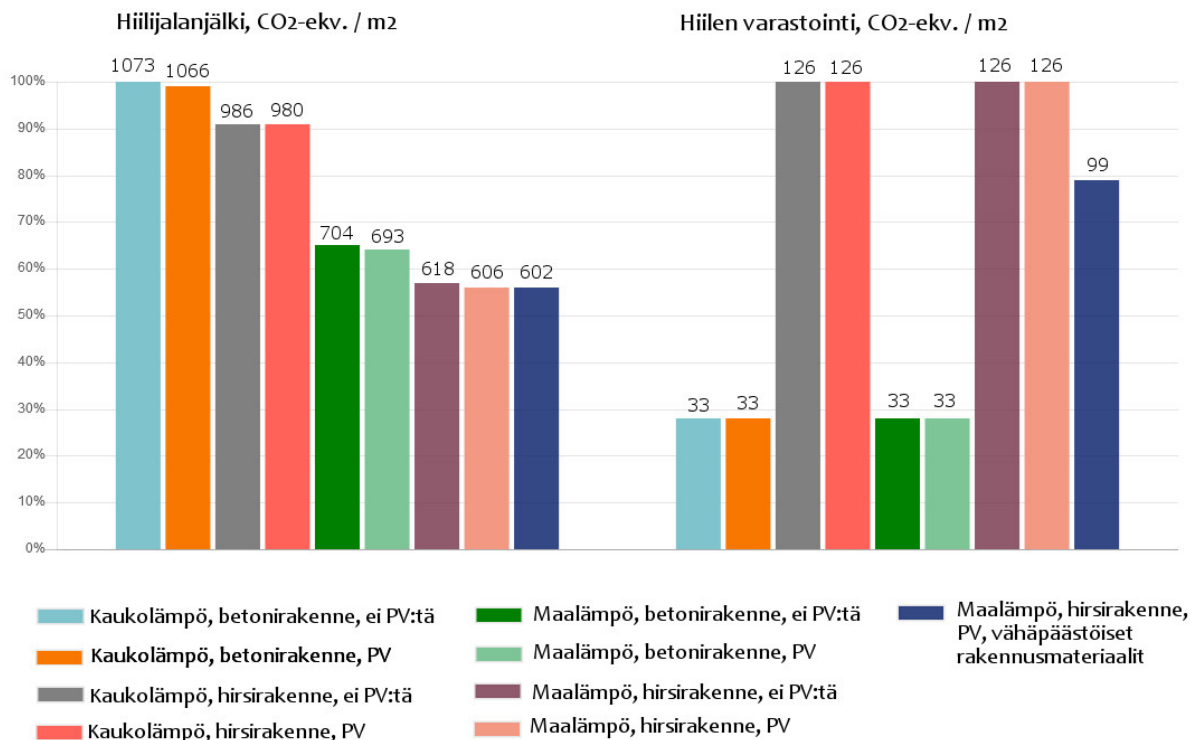
⁹ IDA Indoor Climate and Energy on Equa Simulation Oy:n rakennusten energiasimulaatio-ohjelma.

¹⁰ Sittemmin työkalua on kehitetty ja se sisältää esimerkiksi CLT-rakenteen ja enemmän vaihtoehtoja erilaisille betonirakenteille. Näitä eri vaihtoehtoja ei kuitenkaan ehditty tarkastella tässä laskelmassa ja raportissa.

¹¹ http://www.en.finvac.org/files/en.finvac.kotisivukone.com/tiedostot/kayttoprofiilit_20140207.xlsx

ovat mallissa vakioitun käytön mukaiset ja rakenteiden U-arvot vertailuarvojen mukaiset, mallin antama energiankulutus on tosiasiaa hyvin lähellä myös E-lukulaskennan mukaista laskennallista osatoenergian kulutusta.¹²

Kuopion kaupungilta saadussa IDA ICE -mallissa oli valmiina maalämpöjärjestelmän mallinnus. Kaukolämpötapauksien laskentaa varten mallista tehtiin versio, jossa maalämmön korvasi kaukolämpö. Lisäksi sekä maalämpö- että kaukolämpötapauksien malleista tehtiin versiot, joissa oli mukana 150 m² aurinkopaneeleja (hyötysuhde 16,6 %, asennuskulma 15°, suunta etelä). Energiasimulaatiot ajettiin kullekin tapaukselle erikseen, koska oman aurinkosähkön tuotannon hyödyntämistä riippuu päälämmitysjärjestelmästä ja tämä kyettiin huomioimaan simulaatiossa. Aurinkosähköjärjestelmän mitoitusta arvioitiin erillisillä simulaatioilla ja valittiin suhteellisen suuri järjestelmä, jolla kuitenkin omasta aurinkosähkön tuotannosta kyettiin hyödyntämään noin 87 %. Koulurakennuksesta sähköverkkoon syötettävää ylimääräistä aurinkosähköä ei huomioitu tässä hiilijalanjälkilaskelmassa, mutta tulevaisuudessa on mahdollista, että se voidaan lukea hyödyksi ”hiilikädenjäljessä” eli elinkaaren ulkopuolisten vaikutusten osiossa D (ks. Taulukko 3).



Kuva 2. Hiilijalanjälki ja eloperäisen hiilen varastointi laskettuna Länsirannan koulun eri suunnitteluvaihtoehdoille. Kuva laadittu One Click LCA -työkalun avulla. Kuvassa y-akseli ilmaisee tulokset prosentteina (korkein vaihtoehto 100 %). Hiilijalanjälki ja eloperäisen hiilen varasto on ilmoitettu myös yksiköissä kg CO2e/m2. Laskelman tarkasteluajana on käytetty ympäristöministeriön menetelmäluonnoksen 16.11.2018 mukaan 50 vuotta (kyseessä on muu kuin asuinrakennus).

3.2.3 Länsirannan koulu: tulokset ja johtopäätökset

Länsirannan koulurakennuksen hiilijalanjälki arvioitiin seuraaville suunnitteluvaihtoehtojen yhdistelmille:

¹² Arvio tästä on varmistettu mallin laatineelta Kristian Martinilta Granlund Consulting Oy:stä.

- Lämmitysmuoto: joko kaukolämpö tai maalämpö
- Päärakennusmateriaali: joko betoni tai hirsi
- Oma aurinkosähkön tuotantoa: ei lainkaan tai 25 kW_p järjestelmä (150 m² paneeleja).

Tuloksena saatiin aluksi kahdeksan eri suunnitteluvaihtoehtoa vertailutapauksiksi. Kuvassa 2 esitetään hiilijalanjälki näille suunnitteluvaihtoehdoille. Kuvasta huomataan, että kaukolämpötapausten hiilijalanjälki on selkeästi suurempi kuin maalämpötapausten. Betonirakenteisen koulun hiilijalanjälki on suurempi kuin puurakenteisen, mikäli lämmitysjärjestelmä on sama. Aurinkosähköä hyödyntävien tapausten hiilijalanjälki on pienempi kuin aurinkosähköä hyödyntämättömien, mutta tässä tapauksessa ero ei ole kovin suuri. Tämä johtuu siitä, että aurinkopaneelien valmistamisen päästövaikutukset ovat merkittävät suhteessa niiden tuomaan hyötyyn elinkaarisessa hiilijalanjäljessä.

Eri suunnitteluvaihtoehtojen hiilijalanjäljen keskinäinen suuruusjärjestys ei ole yllättävä, mutta tulokset auttavat hahmottamaan suunnitteluvaiheen valintojen vaikutusten suuruusluokkaa. Tapausta ”Kaukolämpö, betonirakenne, ei PV:tä” voitaneen pitää eräänlaisena perustapauksena: tällaisia opetusrakennuksia on rakennettu Suomessa runsaasti, ja oletettavasti yhä edelleenkin rakennetaan. Mikäli tällaiseen rakennukseen asennettaisiin omaa aurinkosähkön tuotantoa n. 25 kW_p eli omaa käyttöä varten mitoitettu suurehko järjestelmä, rakennuksen elinkaarin hiilijalanjälki ei pienenesi tässä käytetyllä arviointimenetelmällä käytännössä lainkaan (1066 vs. 1073 kg CO₂e/m²). Mikäli samaa perustapauksia muutettaisiin siten, että se toteutettaisiin hirsirakenteisena mutta lämmitysjärjestelmänä säilyisi kaukolämpö, rakennuksen elinkaarin hiilijalanjälki pienenesi **9 %** (986 vs. 1073 kg CO₂e/m²). Mikäli koulu-rakennus säilyisi betonirakenteisena mutta päälämmitysjärjestelmäksi valittaisiin maalämpö, rakennuksen elinkaarin hiilijalanjälki pienenesi **35 %** (704 vs. 1073 kg CO₂e/m²). Mikäli taas kaikki yllä mainitut toimet toteutettaisiin, eli rakennettaisiin maalämmöllä lämpiävä hirsikoulu, jossa on omaa aurinkosähkön tuotantoa (tapaus ”Maalämpö, hirsirakenne, PV”), koulun hiilijalanjälki pienenesi perustapaukseen verrattuna jopa **44 %** (606 vs. 1073 kg CO₂e/m²).

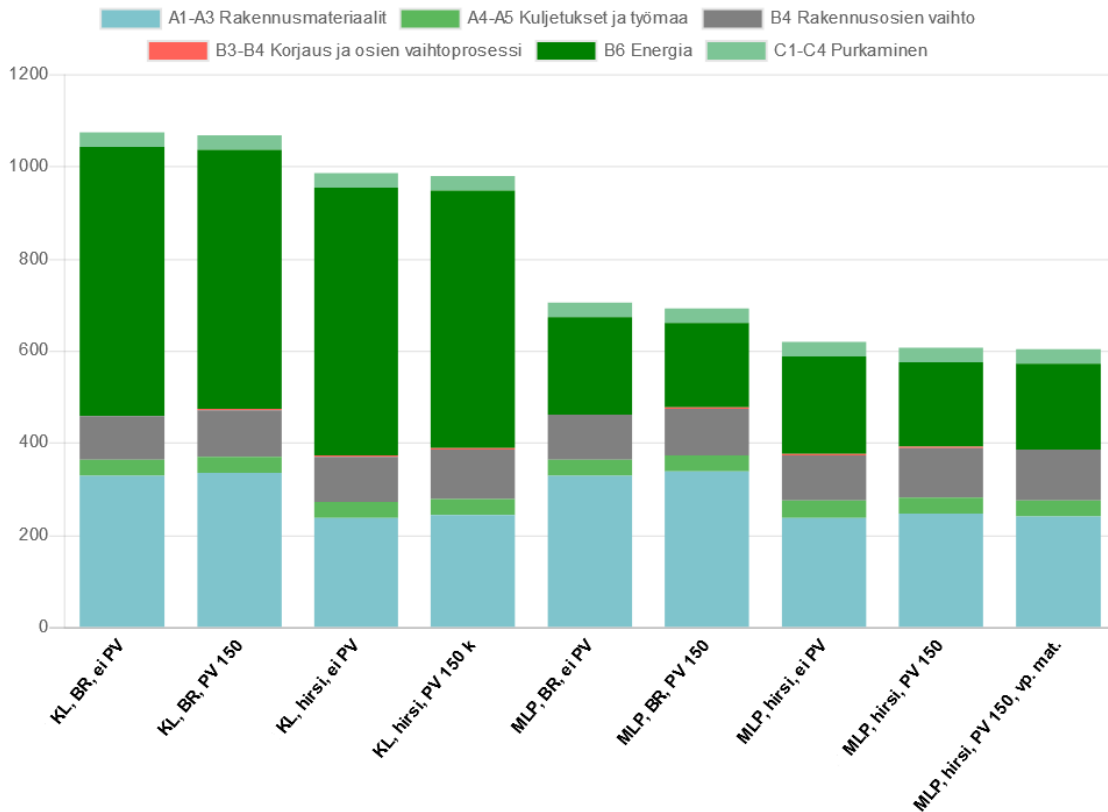
Mikäli ei verrata perustapaukseen ”kaukolämpö, betonirakenne, ei PV:tä” vaan verrataankin hirsirakenteista ja betonirakenteista maalämpökoulua toisiinsa (kummassakin omaa aurinkosähkön tuotantoa), hirsirakenteisen koulun hiilijalanjälki on **13 %** pienempi (606 vs. 693 kg CO₂e/m²). Jos verrataan hirsirakenteista koulua kaukolämmitteisenä tai maalämpöpumpulla varustettuna (kummassakin omaa aurinkosähkön tuotantoa), maalämpötapausten hiilijalanjälki on **38 %** pienempi (606 vs. 980 kg CO₂e/m²). Ja mikäli verrataan aurinkosähkön tuottamista tai pois jättämistä hirsirakenteisen maalämpökoulun tapauksessa, aurinkosähkön tuotanto tuo **2 %** pienennyksen hiilijalanjälkeen (606 vs. 618 kg CO₂e/m²).

Suunnitteluvaihtoehtojen vertailussa on hyvä huomata, että eri ratkaisujen vaikutus riippuu rakennuksen kokonaisuudesta. Esimerkiksi aurinkosähköllä voi olla suurempi vaikutus maalämpöratkaisussa kuin kaukolämpöratkaisussa, sillä sähköön perustuva lämmitysjärjestelmä hyötyy enemmän omasta sähköntuotannosta. Juuri tämän kaltaisten vaikutusten esiin tuomiseksi rakennuksen energiamallinnus eri järjestelmävaihtoehdoilla on tarpeen.

Kuvassa 2 on esitetty myös eloperäisen hiilen varastointi rakennuksessa sen eri suunnitteluvaihtoehtoilla. Yllä kuvattujen kahdeksan eri suunnitteluvaihtoehdon tapauksessa hiilen varastointiin vaikuttaa ainoastaan se, onko koulu betoni- ja hirsirakenteinen. Myös betonirakenteisessa koulussa on jonkin verran puuosia, joten se varastoi hiiltä 33 kg CO₂e/m². Hirsirakenteinen koulu varastoi eloperäistä hiiltä 126 kg CO₂e/m², eli 3,8 kertaa enemmän kuin betonirakenteinen. Vaikka tässä tutkimuksessa ei tarkasteltu muita puurakentamisen vaihtoehtoja kuin hirsirakentamista, aiemmasta tutkimuksesta tiedetään myös, että hirsirakenne varastoi hiiltä enemmän kuin rankarakentaminen (esim. Ruuska & Häkkinen 2013).

Nykyisessä ympäristöministeriön menetelmäluonnoksessa hiilen varastointi rakennuksen rakenteisista voidaan ilmoittaa osiossa D (Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset, luku 2.4.2; Taulukko 3). Rakennuksen ”hiilikädenjälkeä” ei kuitenkaan vähennetä hiilijalanjäljessä. Hirsirakenne vähentää elinkaaren

päästöjä osioissa A1–A3, koska rakennusmateriaalin tuotantoketju on vähäpäästöisempi, mutta varastoidun hiilen vaikutusta ei huomioida hiilijalanjäljen puolella. Hiilen varastointi rakennetussa ympäristössä on kuitenkin ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta edullista, sillä puuta on suotavaa käyttää mieluummin pitkä- kuin lyhytikäisiin tuotteisiin¹³.



Kuva 3. Hiilijalanjälki laskettuna Länsirannan koulun eri suunnitteluvaihtoehdoille ja eriteltynä elinkaaren vaiheisiin. Kuva on laadittu One Click LCA -työkalun avulla. Hiilijalanjäljen yksikkö on kg CO₂e/m².

Rakennusten hiilivaraston huomioiminen on tärkeää myös siksi, että mikäli kyse on puurakennuksesta tai rakennuksen puisista osista, päästösäästöjä ei välttämättä kannata lähteä hakemaan etupäässä rakennusmateriaalien puolelta. Tämän havainnollistamiseksi luotiin vielä yksi suunnittelutapaus (”Maalämpö, hirsirakenne, PV, vähäpäästöiset materiaalit”). Tämän avulla luotiin suunnitteluvaihtoehdosta ”Maalämpö, hirsirakenne, PV” vielä vähäpäästöisempi versio valitsemalla One Click LCA:n materiaali-tietokannassa saatavilla olevista rakennusmateriaaleista mahdollisimman vähäpäästöisiä vaihtoehtoja. Rakennuksesta valittiin 10 materiaalia tai järjestelmää, joilla oli eniten vaikutusta rakennukseen sitoutu-neisiin päästöihin. Näiden osalta tarkastettiin, löytyisikö One Click LCA:n hyödyntämistä (varsin kattavista) tietokannoista vähäpäästöisempiä vaihtoehtoja, joita on saatavilla Suomesta tai muista Pohjois-maista. Tämän rajauksen ja saatavilla olevien päästötietojen mukaisesti betoni, raudoitusteräs, höyrysulkumuovi, seinälaudoitus ja parkettilattia vaihdettiin vähäpäästöisempiin vaihtoehtoihin: esimerkiksi raudoitusteräksessä uusiomateriaalin osuus kasvatettiin oletusarvosta 90 % arvoon 100 %.

Materiaalien osalta tehdyn hienosäädön vaikutus ei kuitenkaan ollut elinkaarisen hiilijalanjäljen näkökulmasta enää kovin merkittävä (Kuva 2). Tapauksen ”Maalämpö, hirsirakenne, PV” elinkaarinen

¹³ Tilanne olisi toinen, mikäli vertailukohtana olisi tilanne, jossa puu jätetään kokonaan korjaamatta ja sen annetaan jatkaa hiilen sitomista metsässä. Näin ei kuitenkaan käytännössä ole, sillä puun kysyntä on suuri.

hiilijalanjälki 606 kg CO₂e/m² pieneni tässä ylimääräisessä tarkastelussa arvoon 602 kg CO₂e/m² eli alle 1 %. Rakennuksen hiilivarasto pieneni kuitenkin samalla 21 % (126 vs. 99 kg CO₂e/m²). Hiilivaraston pieneneminen johtui siitä, että seinälaudoituksen ja lattian osalta käytetty vähäpäästöisempi rakenne oli myös kevytrakenteisempi. Uusiomateriaalien käyttö rakentamisessa on suotavaa, ja materiaalien päästöihin sekä muihin ympäristövaikutuksiin on syytä kiinnittää huomiota. Rakennusten hiilivarasto huomioiden voidaan kuitenkin arvioida, että materiaalien päästövähennyksiä voi olla perustellumpaa hakea betonin, teräksen, alumiinin ja muovin osuudesta kuin puurakenteiden määrän pienentämisestä.

Kuvassa 3 esitetään hiilijalanjäljen erottelu elinkaaren eri vaiheisiin kaikille yllä kuvatuille suunnitteluvaihtoehdoille. Kuva havainnollistaa hyvin murrosta, jossa parhaillaan elämme. Mikäli rakennamme edelleen kaukolämmitteisiä rakennuksia, ja etenkin mikäli kaukolämmön tuotannossa käytetään fossiilisia polttoaineita, rakennuksen energiankulutus muodostaa edelleen suurimman osan rakennuksen hiilijalanjäljestä. Mikäli taas siirrymme vähäpäästöiseen päälämmitysjärjestelmään, tyypillisesti jonkinlaiseen lämpöpumppuratkaisuun, materiaalien osuus on jo yhtä suuri tai suurempi kuin käytön aikaisen energiankulutuksen osuus. Tulevaisuudessa materiaalien päästöjen osuus korostuu, ja tämä selittää sitä, miksi rakennusmateriaalien aiheuttamia päästöjä ollaan tuomassa sääntelyn piiriin.

Eri suunnitteluvaihtoehtojen hiilijalanjälkilaskelmien pohjalta voidaan todeta, että vähähiilisen päälämmitysjärjestelmän valinta on merkittävin teko koulurakennuksen hiilijalanjäljen pienentämiseksi. Hirsirakentaminen on myös laskelman mukaan selkeästi ilmastoystävällisempää kuin betonirakentaminen. Lisäksi hirsirakennus toimii pitkäaikaisena hiilen varastona, vaikka tätä ei erikseen hiilijalanjälkilaskelmassa huomioidakaan. Omalla aurinkosähkön tuotannolla tai hienosäädöllä rakennusmateriaalien suhteen ei saavuteta läheskään samansuuruisia vaikutusta elinkaarisien hiilijalanjälkeen kuin päälämmitysjärjestelmän ja päärakennusmateriaalin valinnalla.

Tulosten osalta ei ole tehty herkkyystarkastelua, sillä kyseessä ei ole varsinainen elinkaari vaikutusten laskelma, jossa tutkijat olisivat tehneet omat harkintaan perustuvat rajauksensa esimerkiksi tarkasteluun mukaan otettujen järjestelmien tai elinkaaren osien suhteen. Tavoitteena on ollut esittää koulun hiilijalanjälki niillä laskentatavoilla, rajauksilla ja vakioarvoilla kuin ympäristöministeriön 16.11.2018 julkaistussa menetelmäluonnoksessa määritellään. Tarkastelussa, jossa rakennuksen hiilijalanjälki pyritäisiin määrittämään mahdollisimman fysikaalisesti oikein, myös herkkyystarkastelu olisi paikallaan. Tässä tapauksessa tulokset kuitenkin kertovat ennen kaikkea siitä, minkälaisiin raja-arvoihin mikäkin suunnitteluvaihtoehto ylittäisi nimenomaan ympäristöministeriön menetelmäluonnoksella laskettuna. Lähestymistapa on perusteltu, sillä lainsäädäntöön suunnitellaan hiilijalanjäljelle raja-arvo-ohjausta, jolloin raja-arvo lasketaan ympäristöministeriön laatimalla menetelmällä. Kunnissa on varmasti kiinnostusta sitä kohtaan, mitkä ovat rakennusten päästöt myös puhtaasti fysikaaliselta kannalta tarkasteltuna, mutta tulevan raja-arvo-ohjaukseen valmistautuessa tieto ympäristöministeriön menetelmällä lasketuista hiilijalanjäljistä on kunnille erityisen ajankohtainen.

Vaikka rakennuksen hiilijalanjäljelle ei ole vielä velvoittavaa sääntelyä, opetusrakennuksen hiilijalanjäljen laskeminen palvelee kuntien suunnittelutyötä ennen kaikkea siten, että merkittävimmät hiilijalanjälkeen vaikuttavat valinnat voidaan tunnistaa jo varhaisessa vaiheessa. Jos esimerkiksi koulu on jo päätetty rakentaa betonirakenteisena ja lämmitetään kaukolämmöllä, sen hiilijalanjälkeen voi myöhemmässä vaiheessa vaikuttaa materiaalivalinnoilla tai omalla uusiutuvan energian tuotannolla vain hyvin rajallisesti. Hiilijalanjälkilaskenta ei kuitenkaan vastaa kaikkiin kysymyksiin, joita kunnilla saatetaan tarveharkinta- ja suunnitteluvaiheessa olla. Esimerkiksi luvussa 3.2.1 tarkasteltu valinta siitä, tulisiko rakentaa uusi monikäyttöisempi opetusrakennus palvelemaan asukkaita myös ilta-aikaan vai mieluummin pitää vanhat rakennukset käytössä, soveltuu huonosti hiilijalanjälkitarkasteluun ympäristöministeriön menetelmällä, jossa ei huomioida vakioidusta käytöstä poikkeavaa käyttöä. Myöskään rakennuksen suunniteltu elinkaari ei ainakaan menetelmän tässä kehitysvaiheessa vaikuta rakennuksen hiilijalanjälkeen: asuinrakennuksen tapauksessa hiilijalanjälki arvioidaan 75 vuoden ajalle ja muille rakennuksille

50 vuoden ajalle¹⁴. Mikäli rakennuksesta suunnitellaan alusta alkaen muuntojoustava, se saattaa lisätä rakennuksen suunniteltua ja toteutuvaakin elinikää, sillä muuntojoustavuus tuo mahdollisuuksia esimerkiksi muuttaa rakennuksen käyttötarkoitusta tulevaisuudessa. Tämä eliniän lisäys ei näy hiilijalanjälkilaskennassa.

Hiilijalanjälkilaskelma ei kuitenkaan ole ainoa kestävyuden mittari. Muuntojoustavuus ja tilatehokkuus ovat kiertotalouden mukaisia tavoitteita ja toteutuessaan pienentävät rakennetun ympäristön päästöjä, vaikka vaikutus ei näkyisi yksittäisen rakennuksen hiilijalanjälkilaskelmassa. Samoin kiertotalouden ja resurssitehokkuuden näkökulmasta on tärkeää edistää uusiomateriaalien käyttöä ja säästää neitseellisiä luonnonvaroja, vaikka niiden vaikutus ei merkittävästi näkyisi rakennuksen hiilijalanjäljessä.

Energia- ja liikennejärjestelmässä on puolestaan käynnissä useita muutostrendejä, jotka puoltavat hajautetun sähköntuotannon lisäämistä. Ilmaston lämmitessä rakennusten jäädytystarve kasvaa (esim. Jylhä ym. 2011), jolloin itse tuotettua aurinkosähköä on edullista olla saatavilla samanaikaisesti kuin jäädytystarvekin on suurimmillaan. Sähköautojen määrän lisääntyessä ylimääräistä aurinkosähköä voidaan entistä useammin varastoida sähköautojen akkuihin. Myös rakennuskohtaiset akut todennäköisesti halpenevat edelleen, jolloin oma hajautettu sähköntuotanto voi lisätä sekä omavaraisuutta että koko energiajärjestelmän joustavuutta. Tämän kaltaiseen energiajärjestelmään, resurssiviisauteen ja rakentamisen muihin ympäristövaikutuksiin liittyvät näkökohdat tulee pitää mukana ohjaamassa vähähiilisen koulurakennuksen suunnittelua. Länsirannan lähipalvelukeskuksen vähähiilisyys- ja kiertotalousnäkökohdat on koottu Taulukkoon 5.

Taulukko 5. Länsirannan lähipalvelukeskuksessa huomioidut vähähiilisyys- ja kiertotalousnäkökohdat.

Vähähiilisyys- / kiertotalousnäkökulma	Hyöty / vaikutus
Kolmen koulun yhdistäminen	Pienemmät elinkaarikustannukset.
Hirsirakenne	Hirsirakenne pienentää koulurakennuksen hiilijalanjälkeä 13 % verrattuna tapaukseen, jossa koulun energiaratkaisut ovat samat (maalämpö + omaa aurinkosähkön tuotantoa), mutta rakenne betonista. Hirsirakenteinen koulu varastoi hiiltä miltei neljä kertaa enemmän kuin betonirakenteinen.
Maalämpö	Maalämpö pienentää koulurakennuksen hiilijalanjälkeä 38 % verrattuna tapaukseen, jossa koulun rakenne on myös hirrestä ja koulussa omaa aurinkosähkön tuotantoa, mutta päälämmitysjärjestelmänä on kaukolämpö.
Oma aurinkosähkön tuotanto	Oma aurinkosähkön tuotanto pienentää koulurakennuksen hiilijalanjälkeä 2 % kun verrataan tapauksia, joissa kummassakin on hirsirakenne ja maalämpöpumppu, mutta vain toisessa omaa aurinkosähkön tuotantoa. Pienentää koulurakennuksen ostoenergiankulutusta. Tuo energiajärjestelmään joustavuutta, mikäli oman tuotannon varastointi on tulevaisuudessa mahdollista. Edesauttaa liikenteen sähköistymistä, mikäli ylimääräistä omaa sähköntuotantoa käytetään sähköautojen lataukseen.

¹⁴ Tämä tarkastelutapa on muuttunut hiilijalanjälkilaskentamenetelmän 31.9.2019 julkaistussa luonnosversiossa, joka on raporttia laadittaessa tuorein versio menetelmästä.

	Parantaa sopeutumista ilmastonmuutoksen vaikutuksiin, sillä itse tuotettua sähköä on tarjolla juuri lämpimimpään vuodenaikaan, jolloin rakennusten jäähdytystarve todennäköisesti lisääntyy.
Hirsirakenne, maalämpö ja oma aurinkosähkön tuotanto, yhteisvaikutus	Hirsirakenne, maalämpö ja oma aurinkosähkön tuotanto pienentävät yhdessä koulurakennuksen hiilijalanjälkeä 44 % verrattuna ns. perustapaukseen. Aurinkosähkijärjestelmä tukee hyvin maalämpöjärjestelmää.
Muuntojoustavuus	Muuntojoustavuus voi lisätä koulurakennuksen elinikää, sillä muunneltavaksi suunniteltu rakennus pysyy tiloiltaan ajanmukaisena pidempään ja palvelee käyttäjiään erilaisissa tilanteissa. Uuden rakennuksen rakentamisella on aina päästövaiikutuksia, joten rakennusten käyttöä pidentäminen on tärkeää.
Tilatehokkuus	Mikäli samalle oppilasmäärälle voidaan rakentaa pienempi koulu, voidaan saavuttaa absoluuttisia päästösäästöjä. Toisaalta opetustilojen tulisi olla tarkoituksenmukaiset ja saman koulurakennuksen tulisi voida palvella aluetta muuttuvissakin tilanteissa, jolloin myös oppilasmäärän kasvuun tulevaisuudessa on hyvä varautua. Yksi vaihtoehto olisi suunnitella koulurakennus siten, että siihen on helppoa rakentaa lisäosa tarvittaessa. Tilatehokkuus siinä merkityksessä, että rakennuksen tilat voivat ilta-aikaan olla alueen asukkaiden monipuolisessa käytössä, ei näy nykyisen menetelmän mukaisessa hiilijalanjälkilaskennassa tai rakennuksen energiatehokkuuden vertailuluvussa (E-luku). Vaikka iltakäyttö ei vaikuta hiilijalanjälki- tai energiatehokkuuslaskelmiin, se voi tuoda päästösäästöjä ainakin siten, että: 1) lähialueen asukkailla on lyhyt matka harrastustiloihin, jolloin niihin ei pääasiassa tarvitse autoilla ja 2) vastaavia harrastustiloja ei tarvitse rakentaa erikseen. Tilojen monipuolinen käyttö on kierto- ja jakamistalouden kannalta suositeltavaa.

3.2.4 Aiempaa tutkimusta aiheesta: Kontioniemen koulu

Suomessa koulurakennuksen elinkaarista hiilijalanjälkeä on aiemmin arvioinut Keskisalo (2019), jonka esimerkkikohteena on ollut Kontioniemen koulu Kontiorannassa. Hiilijalanjäljen tarkastelu on tehty osana ”Kohti vähähiilistä rakentamista – Joensuu Wood City” -projektia. Koulun elinkaarinen hiilijalanjälki on laskettu Bionova Oy:n One Click LCA -laskentatyökalulla eurooppalaisen standardin EN-15978 mukaisesti. Tarkastelun aikajänneeksi on valittu 60 vuotta EU Level(s) -menetelmän mukaan (Dodd ym. 2017). Keskisaloon tutkimus eroaa tässä raportissa selostetusta Länsirannan koulun eri suunnitteluvaihtoehtojen vertailusta siinä, että hiilijalanjälkilaskenta on suoritettu jo valmistuneelle koulurakennukselle. Näin ollen toteutuneet rakennusmateriaalien määrät ovat olleet saatavilla laskentaa varten.

Vuonna 2018 valmistunut Kontioniemen koulu on betonirakenteinen ja kaukolämmitteinen, eli samankaltainen kuin Länsirannan koulun hiilijalanjälkilaskelman ”perustapauksena” pidetty suunnitteluvaihtoehto. Elinkaariarvioinnissa käytettyjen dokumenttien mukaan koulun energiatehokkuudessa tähdättiin energiatehokkuusasetuksen asettamaan määräystasoon, eli E-lukuun $\leq 100 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$. Energiatodistusrekisterissä koulun rakennuslupavaiheen energiatodistuksen E-luku on $91 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$, joten tosiasiallisesti määräystasosta on päästy jonkin verran parempaan energiatehokkuuteen, mutta ei riittävästi energiatehokkuusluokkaan A:n saavuttamiseksi.

Kontioniemen koulun elinkaarisiksi hiilijalanjäljeksi saadaan Keskisaloon tarkastelussa n. $947 \text{ kg CO}_2\text{e/m}^2$, eli 12 % vähemmän kuin Länsirannan koulun tapauksessa arvioitiin betonirunkoiselle ja kaukolämmitteiselle suunnitteluratkaisulle ilman omaa aurinkoenergian tuotantoa. Nämä arviot on kuitenkin laskettu eri laskentamenetelmällä, joten luvut eivät ole keskenään suoraan vertailukelpoisia. Kenties tärkeimpänä laskentamenetelmien erona Kontioniemen koulun hiilijalanjälki on ilmoitettu bruttoalaa

kohden, kun taas Länsirannan koulun tapauksessa hiilijalanjälki on ilmoitettu ympäristöministeriön menetelmäluonnoksen mukaisesti lämmitettyä nettoalaa kohden. Tavallisen approksimaation mukaan lämmitetty nettoala on 90 % bruttoalasta. Tätä approksimaatiota käyttämällä saataisiin Kontioniemen koulun hiilijalanjäljeksi lämmitettyä nettoalaa kohden 1052 kg CO₂e/m², joka on enää 2 % suurempi kuin Länsirannan koulun arvo 1073 kg CO₂e/m² (tapaus betonirakenne, kaukolämpö, ei omaa aurinkosähköä). Koska kyseessä ovat eri rakennukset ja erityyppinen tutkimus (erilaisten suunnitteluvaihtoehtojen vs. toteutuneen rakennuksen hiilijalanjälki), ei tietysti ole tarpeenkaan päätyä samaan elinkaaren aikaiseen hiilijalanjäljen numeroarvoon. Vertailu Keskisaloon laskennan kanssa kuitenkin antaa vahvistusta sille, että Länsirannan koululle ympäristöministeriön menetelmällä lasketut hiilijalanjäljen arviot ovat järkevää suuruusluokkaa.

Keskisaloon tutkimuksessa ei verrattu keskenään mahdollisia eri suunnitteluvaihtoehtoja, joilla samankokoisen ja toiminnoiltaan samanlaisen koulurakennuksen olisi voinut toteuttaa. Selvityksessä ei siis vertailtu esimerkiksi samantyyppisen koulun toteuttamista betonirakenteisen sijaan puurakenteisena tai koulurakennuksen lämmittämistä muutoin kuin kaukolämmöllä, joilla toimenpiteillä olisi todennäköisesti tämänkin koulun tapauksessa saavutettu merkittäviä päästösäästöjä. Selvityksessä kuitenkin nostetaan esiin yleisiä keinoja, joilla myös betonirakenteisesta ja kaukolämmitteisestä koulurakennuksesta voisi saada vähähiilisemmän. Keskeinen nosto on vähähiiliseen rakentamiseen liittyvien tavoitteiden asettaminen jo suunnitteluvaiheessa:

”Tärkeimpänä vähennystoimenpiteenä voidaan [...] pitää vähähiilisen rakentamisen tavoitearvojen asettamista jo tarvesuunnitteluvaiheessa. Tällöin tavoitearvot voidaan ottaa jo osaksi jo tilaohjelman valmistelua sekä suunnittelutyötä jo alkuvaiheessa. Alkuvaiheen vähähiilisten arvojen mukaanotolla voidaan myös estää osaltaan lisäkustannuksien syntyminen hankkeelle sekä edistää rakenteiden optimointia sekä kustannustehokasta rakentamista osaltaan.”
(Keskisalo 2019, s. 17)

Tämä huomio on täysin linjassa Kiihdyttämön havaintojen kanssa: vähähiilisyys tulee asettaa tavoitteeksi jo mahdollisimman varhaisessa suunnitteluvaiheessa, jotta suunnittelutyön edetessä löydetään sekä ilmastoystävälliset että muutenkin laadukkaat ja toimivat ratkaisut.

Taulukossa 6 on esitetty poimintoja Keskisaloon muista suosituksista koulurakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen pienentämiseksi. Kuten yllä todetaan, keinovalikoima ei kata kaikkia mahdollisuuksia pienentää koulurakennuksen hiilijalanjälkeä (päälämmitysjärjestelmä, päärakennusmateriaali), mutta ne ovat arvokkaita huomioita hiilijalanjäljen pienentämisen mahdollisuuksista rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa.

Taulukko 6. Keinoja vähentää koulurakennuksen elinkaarisia kasvihuonekaasupäästöjä (Keskisalo 2019).

Rakennusmateriaalit (elinkaaren vaiheet A1–A3)

- Muuntojoustavuus ja rakennuksen muodon optimointi, ”minimalistinen” rakennus
- Fossiilipohjaisten eristeiden käytön vähentäminen
- Materiaalitehokkuus
- Kierrätettyjen rakennusosien uudelleenkäyttö esimerkiksi purkukohteista
- Uusiomateriaalien suosiminen

Rakentaminen (elinkaaren vaiheet A4–A5)

- Kuljetusten täyttöaste mahdollisimman suureksi
- Työmaan ajoittaminen kesäkaudelle vähentää työmaan lämmityksen tarvetta

- Työmaan kosteudenhallinta ja suojaus (Kuivaketju 10)
- Rakennusaikaisen materiaalihukan vähentäminen
- Työmaan energiankulutuksen seuranta ja mahdollisten parannustoimien toteutus

Käytön aikaiset energian päästöt (elinkaaren vaihe B6)

- Määräystasoa parempi lämmöneristys – tosin on huomattava, että tästä voi koitua enemmän päästöjä elinkaaren vaiheeseen A1–A3
- Tiiveyden parantaminen, kylmäsiltojen välttäminen
- Energiatehokkaat ikkunat ja ovet (matala U-arvo)
- Rakennuksen oikea sijoittelu tontille, ikkunoiden koot ja suuntaukset tarkoituksenmukaisesti ilmansuuntien mukaan
- Tehokas lämmön talteenotto pääilmanvaihtokoneissa

Purkaminen ja elinkaaren loppu (elinkaaren vaiheet C1–C4)

- Rakenteiden suunnittelu helposti purettaviksi, uudelleen käytettäviksi ja kierrätettäviksi
- Rakennusosien helppo erottelu purkuvaiheessa
- Rakennusaikaiset dokumentit taltioituna hyödynnettäväksi elinkaaren loppuvaiheessa

3.3 Energiatehokas uimahalli

3.3.1 Iisalmen uimahalli: uudisrakennushanke

Iisalmeen nykyinen uimahalli on rakennettu vuonna 1974 ja sitä on laajennettu sekä saneerattu vuonna 1996. Uimahalliin ei ole tehty valmistumisen jälkeen laajamittaista peruskorjausta. Uimahallin peruskorjaushanketta alettiin suunnitella vuonna 2009, mutta suunnitelmien edetessä kuntotutkimukset osoittivat korjaustarpeen erittäin laajaksi. Selvitysten tuloksena päädyttiin uuden uimahallin rakentamiseen ja vanhan purkamiseen (Iisalmen kaupunki 2017). Uuden uimahallin rakentaminen saa kannatusta myös kuntalaisten keskuudessa. El Shallaly (2019) on opinnäytetyössään kartoittanut Iisalmen asukkaiden tarpeita ja toiveita kunnan uimahallipalveluiden suhteen. Uimahallin uudistushankkeeseen suhtaudutaan myönteisesti ja kartoituksessa on saatu selville useita kuntalaisten esiin tuomia kehityskohteita liittyen esimerkiksi uimahallin aukioloaikoihin ja esteettömyyteen.

Kiihdyttämön päättyessä uudisrakennusprojekti on edelleen hankesuunnitteluvaiheessa. Uuden uimahallin rakennustöiden on tarkoitus alkaa vuonna 2020 ja vanhan rakennus purettaisiin vuonna 2022. Kiihdyttämön aikana Iisalmen uimahallin suunnittelutyöstä jätettiin tarjouspyyntö, jonka pohjana on olemassa oleva hankesuunnitelma. Kiihdyttämössä on siis voitu työskennellä pitkälti hankesuunnitelman pohjalta, siihen sisältyviä kiertotalous- ja energiätehokkuusnäkökohtia kommentoiden.

Kiihdyttämössä järjestettiin kaksi sparraustilaisuutta Iisalmen kaupungin edustajien kanssa, joista ensimmäisessä (29.11.2018) käytiin uimahallin vähähiilisyys- ja kiertotalousnäkökohtia yleisellä tasolla ja toisessa (26.2.2019) pureuduttiin hankesuunnitelmaan (Taulukko 7). Jo aiemmin laadittua ja kunnanvaltuustossa päätettyä hankesuunnitelmaa ei viety uudelleen kunnanvaltuuston hyväksyttäväksi, mutta suunnittelu-urakan alkuvaiheessa on tarkoitus täsmentää Kiihdyttämössä esiin tulleita rakennuksen energiätehokkuus- ja ympäristövaatimuksia suunnittelijoille annettujen suunnitteluvaatimusten kautta.¹⁵

¹⁵ Tiedonanto sähköpostitse, Kari Nissinen 24.6.2019.

Taulukko 7. Iisalmen uimahallissa huomioituid vähähiilisyys- ja kiertotalousnäkökohdat.

Vähähiilisyys- / kiertotalousnäkökulma	Hyöty / vaikutus
Energiatehokkuuden parantaminen	Uimahallin energiatehokkuuden parantamisella on mahdollisuus saavuttaa merkittäviä säästöjä niin elinkaaren aikaisissa päästöissä kuin käyttökustannuksissakin. Merkittävin energiatehokkuustoimenpide on lämmön ottaminen lämpöpumpujen avulla talteen sekä poistoilmasta että jätevedestä, ja talteen otettua lämpöä voidaan siirtää sekä ilmaan että käyttöveteen.
Uusiutuvan energian hyödyntäminen	Uimahallissa voidaan hyödyntää esimerkiksi maalämpöä, aurinkolämpöä, aurinkosähköä tai näiden yhdistelmää. Uusiutuvan energian hyödyntäminen vähentää uimahallin ostoenergian tarvetta ja siten myös päästöjä. Merkittävin uusiutuvan energian käyttöön liittyvä päätös on valita päälämmitysjärjestelmäksi maalämpö.
Hukkalämpöjen hyödyntäminen	Mikäli uimahalli sijaitsee esimerkiksi jäähallin, hiihtoputken, datakeskuksen tms. läheisyydessä, lauhdelämpöä voidaan mahdollisesti hyödyntää uimahallissa. Asiaa on ainakin hyvä tarkastella ja uuden rakennuksen tapauksessa miettiä sen sijoituspaikkaa tästäkin näkökulmasta.
Liikenteen järjestelyt	Uimahallit ovat suosittuja liikuntapaikkoja ja niihin voi suuntautua paljon liikennettä. Liikenteen päästöjä voidaan pienentää suunnittelemalla sekä uimahalli että sen ympäristö ja muut liikennejärjestelyt siten, että uimahalliin on luontevinta kulkea kevyellä tai julkisella liikenteellä. Tämä tehdään suunnittelemalla uimahallille toimivat julkisen liikenteen yhteydet ja kevyen liikenteen väylät sekä riittävä määrä laadukasta pyörien pysäköintitilaa. Myös sähköajoneuvojen latausmahdollisuuksien tulee olla kattavat (henkilöautojen lisäksi sähköpyörille ja esimerkiksi sähkömopoille / skoottereille).

Uusi uimahalli ei valmistunut Kiihdyttämön aikana, joten sen toteutuneita vaikutuksia ei voida arvioida. Siksi tässä raportissa käsitellään uimahallien energiatehokkuutta ja siihen vaikuttavia toimia yleisellä tasolla. Tätä tietoa käytettiin hyödyksi sparraustyöpajoissa.

Uimahallien energiatehokkuutta on tutkittu niin kotimaassa kuin kansainvälisestikin, ja tuore pohjoismaainen tutkimus on erityisen relevanttia suomalaisten uimahallihankkeiden suunnittelun kannalta. Energiatehokkaan uimahallin suunnittelulle ei ole esteenä ainakaan kustannustehokkaan tekniikan tai ajanmukaisen tiedon puute. Pääasiallinen haaste lienee siinä, kuinka ajanmukaista tietoa saadaan kunnille, jotka toimivat rakennushankkeen tilaajina, ja kuinka tarjouskilpailuihin saadaan uusien ja peruskorjattavien uimahallien energiatehokkuudelle selkeitä kriteerejä.

3.3.2 Uimahallien energiatehokkuudesta: taustaa

Energiatehokkuuden näkökulmasta uimahallit ovat rakennuksina ”uimisolosuhteiden tehtaita”. Tehtaan energiatehokkuutta eivät olennaisesti luonnehdi tehdasrakennuksen rakenteelliset ratkaisut, vaan tehtaan tuotantoprosessien energiatehokkuus. Samaan tapaan myös uimahallin energiatehokkuuden määräävät ennen kaikkea rakennuksen uimahallina toimimiseen liittyvät prosessit, kuten veden lämmitys, kierrätys ja puhdistus. Tämä asettaa haasteen uimahallien energiatehokkuuden kriteerien asettamiselle: uimahallin energiatehokkuutta ei ole mahdollista arvioida samaan tapaan kuin tavanomaisen rakennuksen. (Kampel ym. 2013, 2014, 2016.)

Energiatehokkuusasetuksessa (YM asetus 1010/2017) ja energiatodistusasetuksessa (YM asetus 1048/2017) uimahallit kuuluvat käyttötarkoitukseluokkaan 9 eli ”Muut rakennukset”. Tässä käyttötarkoi-

tusluokassa rakennuksille ei ole määritetty vakioitua käyttöä samaan tapaan kuin käyttötarkoituusluokkien 1–8 rakennuksille, ja rakennuksen E-luku lasketaan lähtökohtaisesti suunnitteluarvojen perusteella. Käyttötarkoituusluokan 9 rakennusten E-luvulle ei myöskään ole asetettu ylärajaa: E-luku tulee laskea, mutta se voi rakentamismääräysten puolesta olla miten korkea hyvänsä. Periaatteessa uimahallin E-luvun laskemisessa ei tulisi huomioida uima-altaisiin liittyviä prosesseja, kuten allasveden lämmitystä. Prosesseja ei kuitenkaan voi helposti rajata E-lukulaskelmasta pois, koska E-luvun laskenta tapahtuu suunnitteluarvoilla ja uimahallin kaikki talotekniset järjestelmät on mitoitettu sen mukaan, että uimahalli toimii nimenomaan uimahallina.

Kunnalla on rakennuttajana mahdollisuus asettaa uimahallin energiatehokkuudelle vähimmäisvaatimuksia, ja näin on myös hyvin perusteltua tehdä, sillä energiakustannukset muodostavat uimahallin käyttökustannuksista merkittävän osan. Energiatehokas uimahalli paitsi vähentää päästöjä, on myös käyttökustannuksiltaan kunnalle edullisempi. Kunnan ei kuitenkaan kannata asettaa uimahallihankinnalle energiatehokkuuskriteeriä E-lukulaskennan kautta: uimahallilta ei ole mielekästä edellyttää esimerkiksi tiettyä energiatehokkuusluokkaa, sillä jo energiatehokkuusluokan määrittämiseen voi liittyä epäselvyyttä sen suhteen, mitkä kaikki uimahallin prosessit huomioidaan E-lukulaskelmassa. Tällöin laskelman tulos voi vaihdella paljonkin sen mukaan, kuka laskelman on laatinut.

Energian päästöjen lisäksi uimahallin rakennus- tai korjausmateriaaleilla on päästöjä, ja rakennuksella on muitakin elinkaarisia päästövaikutuksia. Ympäristöministeriön menetelmäluonnoksen mukaan laskettuna hiilijalanjälki ei kuitenkaan sovellu uimahallien keskinäiseen vertailuun ainakaan sellaiseenaan. Ympäristöministeriön menetelmässä uimahallin energiankulutuksen päästöt lasketaan vakioidun käytön mukaan, mutta käyttötarkoituusluokan 9 rakennuksena uimahallille ei ole määritetty vakioitua käyttöä. Lisäksi veden kulutus on rajattu pois ympäristöministeriön menetelmästä, kun taas uimahallin tapauksessa se olisi olennaista pitää mukana. Toisaalta rakennusmateriaalien valinnan suhteen haasteita asettaa uimahallin erityisluonne ja vaaditut kosteustekniset ominaisuudet. Rakennusmateriaalin määrään voi tietysti vaikuttaa arkkitehtuurin keinon, esimerkiksi rakennuksen muotokertoimen kautta. Uimahallin luonne rakennuksena on kuitenkin sellainen, että käytön aikaiset päästöt ovat selkeästi pääosassa, jolloin myös uimahallin elinkaarisia vaikutuksia pienennetään tehokkaammin parantamalla energiatehokkuutta. Tämän vuoksi Kiihdyttämössä keskityttiin ennen kaikkea uimahallien energiatehokkuuteen.

Uimahallin energiatehokkuutta ja sen kriteerien asettamista on tutkittu jonkin verran niin kansainvälisesti kuin Suomessakin. Yllä kuvattu problematiikka ei ole tyypillinen vain Suomelle ja Suomen rakentamismääräyskokoelmalle, vaan se on tunnistettu myös tutkimuksen kentällä: mikä on paras energiatehokkuuden mittari rakennukselle, jonka energiankulutus riippuu monenlaisista erikoistoiminnoista? Uimahallin energiankulutukseen vaikuttavat paitsi uimahallin tekniikan energiatehokkuus sinänsä, myös esimerkiksi aukioloajat, kävijämäärät, saunojen määrät ja erikoistoiminnot kuten vesiliukumäet, ulkoaltaat ja vesihierontapisteet. Ylipäänsä uimahalliksi luokiteltavia rakennuksia on keskenään hyvin erilaisia: uimahalli saattaa olla kylpylätyyppinen rakennus, jossa on saunaosastot ja vesiliukumäet, tai se voi olla lähinnä kuntouimiseen ja uimaopetukseen tarkoitettu uimala ilman erikoistoimintoja. (Kampel ym. 2013, 2014, 2016)

Kunnan ja kuntalaisten näkökulmasta on jopa kyseenalaista, tulisiko energiankulutuksen absoluuttisen minimoinnin olla uimahallin rakentamisen tavoitteena. Uimahalli palvelee kuntalaisia kirjaimellisesti vauvasta vaariin: pienet lapset käyvät perheidensä kanssa uimatuokioissa, koululaiset saavat arvokasta uimaopetusta, uimaseurat harjoittelevat, vesiliikuntaryhmät tarjoavat kuntoliikuntaa kaikenikäisille, erilaiset erityisryhmät hyötyvät terapia-altaista kuntoutuksen välineenä ja ikääntyväkin väestö harrastaa uimista aktiivisesti. Lisäksi sisäolosuhteiden on oltava turvalliset ja terveelliset niin käyttäjille kuin työntekijöillekin, eikä peseytymisestä voida tinkiä hygienian vuoksi. Mikäli suunnitellaan uimahalli, joka palvelee kuntalaisia hyvin, sen käyttöasteen voi olettaa muodostuvan korkeaksi, ja tämä tietysti vaatii energiaa. Vastapainoksi kuntalaiset saavat taitoja, terveyttä ja iloa, mistä koko kunta hyötyy. Uimahalli, jossa olisi vain vähän toimintoja ja huono käyttöaste, kuluttaisi vähemmän energiaa, mutta olisi investointina epätarkoituksenmukainen. El Shallalyn (2019) kartoituksesta käy ilmi, että myös Iisalmes-

sa uimahallilta toivotaan monipuolisia toimintoja sekä riittävän hyvin kuntalaisia palvelevia aukioloaikoja.

Uimahallin monipuolisuus ja energiatehokkuus eivät kuitenkaan ole toisilleen vastakkaiset tavoitteet. Kuntalaisia huonosti palveleva uimahalli saattaa olla energiasyöppö, ja vastaavasti laadukas ja monenlaisia toimintoja tarjoava uimahalli voi olla energiatehokas. Energiatehokkuuteen kannattaa satsata niin päästöjen kuin kustannustenkin näkökulmasta, eikä muista tavoitteista tai laatukriteereistä tarvitse tinkiä. On kuitenkin tärkeää pitää energiatehokkuus keskeisenä suunnittelua ohjaavana periaatteena heti alusta lähtien ja valita vähähiiliset energiaratkaisut ja -järjestelmät mahdollisimman varhain, sillä näiden valintojen muuttaminen suunnittelun edetessä voi olla vaikeaa.

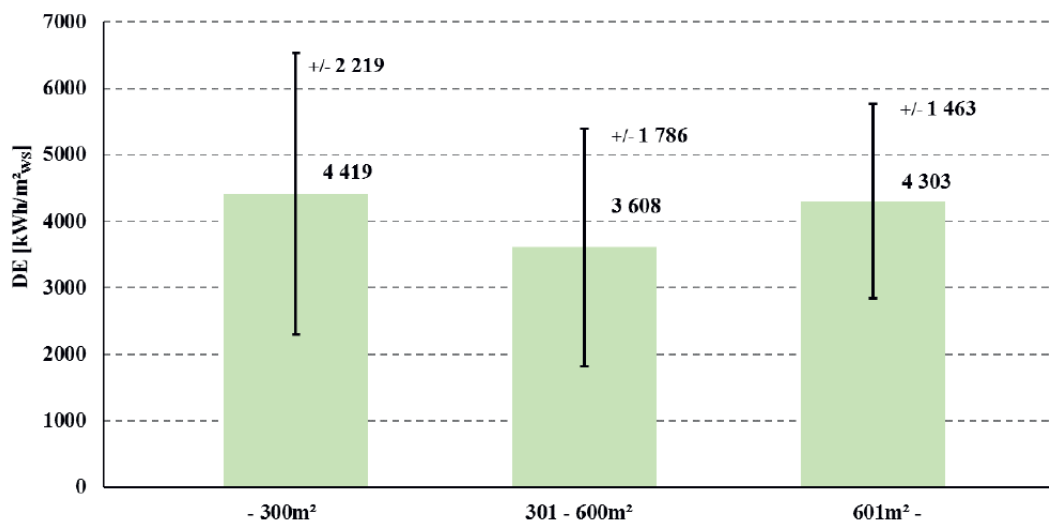
3.3.3 Uimahallien energiatehokkuudesta: tutkimusta

Norjassa on tutkittu uimahallien energiatehokkuutta laajasti (mm. Kampel ym. 2013, 2014, 2016; Kampel 2015; Aas 2016). Yksi keskeinen tutkimuskysymys on se, kuinka uimahallien energiatehokkuutta ylipäänsä tulisi mitata. Kuten luvussa 3.3.2 on selitetty, tavanomaiset rakennuksen energiatehokkuutta kuvaavat tunnusluvut (kuten Suomessa E-luku) eivät sovellu hyvin uimahallien energiatehokkuuden luonnehtimiseen.

On tavanomaista kuvata rakennuksen energiatehokkuutta ilmoittamalla energiankulutus jaettuna rakennuksen pinta-alalla. Tämäkin tunnusluku on eri yhteyksissä ja eri maiden rakentamismääräyskoelmissa erilainen: energiankulutus voi olla esimerkiksi ostoenergiankulutusta tai primäärienergiankulutusta, kun taas rakennuksen pinta-ala voi olla ilmaistu esimerkiksi hyötyalana tai lämmitettynä nettoalana. Norjalaisia uimahalleja tutkittaessa huomattiin, että uimahallien pinta-alasta oli vaikeaa saada luotettavaa ja vertailukelpoista tietoa (Kampel ym. 2013, 2016). Uimahallit voivat olla keskenään hyvin erilaisia, ja osa uimahalleista voi sijaita esimerkiksi urheiluhallin yhteydessä. Käytännöt sille, mikä osuus rakennuksen pinta-alasta tilastoitiin uimahallin pinta-alaksi, vaihtelivat. Mikäli yhdessä uimahallissa on lähinnä uima-altaat ja toisessa lisäksi laajat kuntosalitilat ja kahviot, pinta-alalla normittaminen vaikeuttaa näiden uimahallien keskinäistä energiatehokkuuden vertailua. Sama uimahallien energiatehokkuuden tunnuslukujen problematiikka on havaittu ja tunnistettu myös Ruotsissa (Norbäck & Termens 2016).

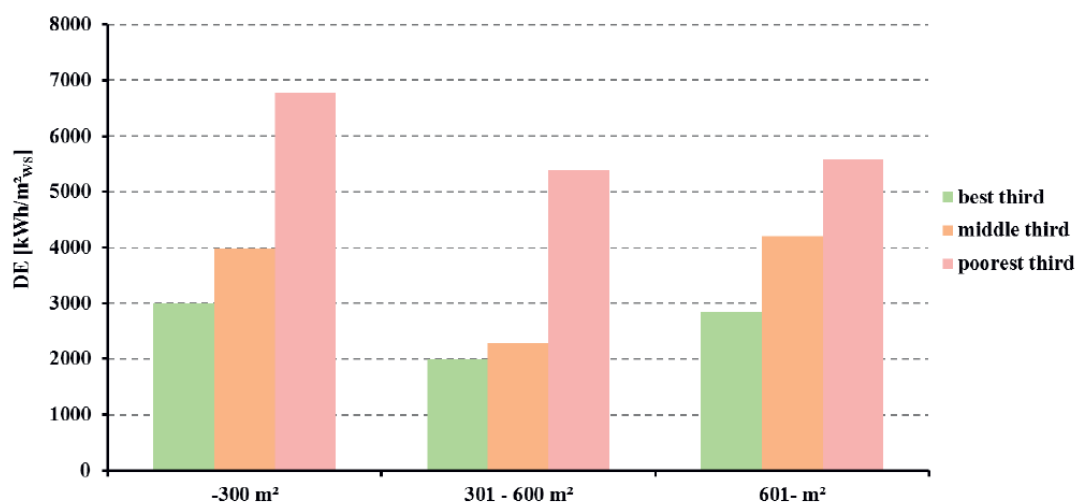
Kampel ym. (2016) päätyvät suosittamaan, että uimahallien energiatehokkuudelle tilastollisesti selkein tunnusluku olisi ostoenergian määrä jaettuna kävijämäärällä, mikäli kävijämäärästä on saatavilla dataa. Oman ongelmansa muodostaa kuitenkin se, että mikäli uimahalleissa ei ole automaattista kävijöiden määrän rekisteröintiä ja tiedon tallennusta, kävijämäärästäkin voi olla hankalaa saada vertailukelpoista tietoa. Mikäli tällaista tietoa ei ole saatavilla, norjalaistutkijat suosittavat ilmaisemaan uimahallin energiatehokkuuden jakamalla ostoenergian määrän allaspinta-alalla, joka on helpommin määritettävä ja tarkoituksenmukaisempi suure kuin uimahallin pinta-ala.

Kun norjalaisten uimahallien energiankulutusta on vertailtu näiden kahden tunnusluvun avulla (ostoenergia / allaspinta-ala tai ostoenergia / kävijämäärä), on havaittu, että uimahallien energiankulutuksessa on hyvin suuria eroja (Kampel ym. 2013; Kampel 2015; Aas 2016). Kuvassa 4 tutkitut uimahallit on jaettu allaspinta-alan mukaan kolmeen kokokategoriaan: allaspinta-ala alle 300 m², 301–600 m² tai yli 601 m² (Kampel 2015). Kullekin kategorialle näytetään keskimääräinen vuotuinen ostoenergiankulutus allaspinta-alaa kohden sekä sen keskihajonta. Keskihajonnasta huomataan, että kaikissa kokoluokissa energiankulutuksen vaihtelu on suurta.



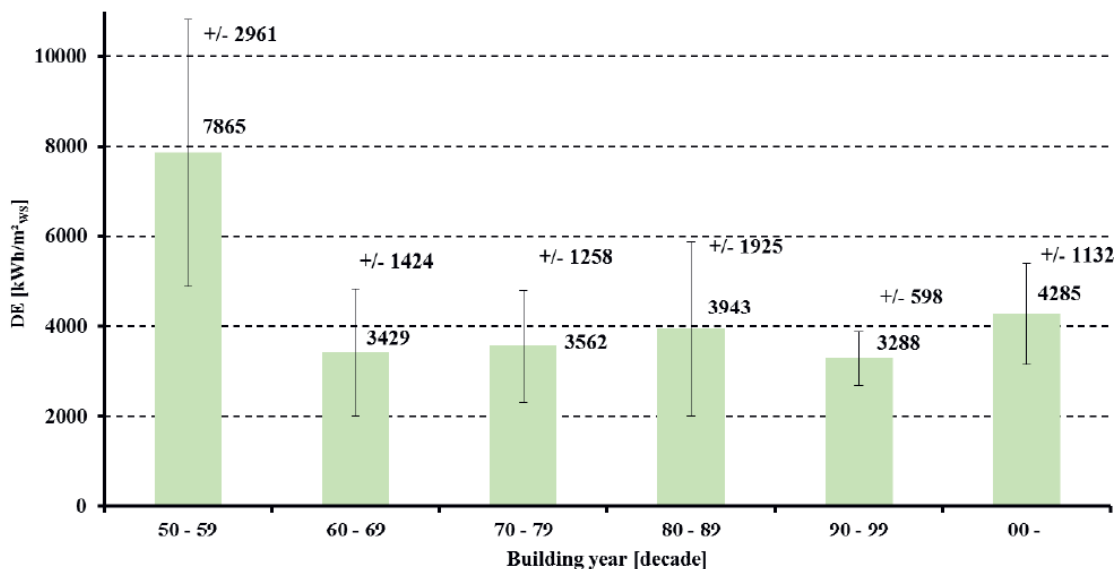
Kuva 4. Vuosittainen ostoenergiankulutus allaspinta-alaa kohden [kWh/m²WS] norjalaisissa uimahalleissa. Hallit on ryhmitelty kokoluokkiin allaspinta-alan mukaan. Kuvan lähde: Kampel (2015).

Kuvan 4 nojalla voi tehdä oletuksen, että energiatehokkuuden suhteen olisi monessa norjalaisessa uimahallissa merkittävästi parantamisen varaa. Mittaustulosten lähempi tarkastelu myös vahvistaa tämän johtopäätöksen. Yksi tapa havainnollistaa tätä on esitetty kuvassa 5 (Kampel 2015), jossa on esitetty eri väreillä kunkin kategorian parhaan, keskimäisen ja huonoimman kolmanneksen vuotuinen keskimääräinen ostoenergiankulutus allaspinta-alaa kohden. Etenkin pienissä ja keskisuurissa uimahalleissa huonoimman kolmanneksen lukema on selkeästi korkeampi kuin parhaan tai keskimäisen kolmanneksen, mikä viittaa siihen, että erittäin energiasyöpöt uimahallit hilaavat keskiarvoa ylöspäin. Uimahallien energiatehokkuuden edistämässä on siis runsaasti ns. matalalla roikkuvia hedelmiä eli kohteita, joissa voitaisiin saada aikaan merkittäviä energiatehokkuuden parannuksia ja päästösäästöjä. Vertailemalla norjalaisten uimahallien energiankulutusta keskenään sekä eri maista (Suomi, Tanska, Saksa) kerättyihin aineistoihin Kampel ym. (2013) toteavat, että norjalaisten uimahallien energiatehokkuutta voitaisiin parantaa keskimäärin jopa noin 30 %.



Kuva 5. Vuosittainen ostoenergiankulutus allaspinta-alaa kohden [kWh/m²WS] norjalaisissa uimahalleissa. Hallit on ryhmitelty kokoluokkiin allaspinta-alan mukaan ja kussakin kokoluokassa jaettu energiatehokkuuden mukaan kolmen kategoriaan: paras (vihreä), keskinkertainen (oranssi) ja huonoin (vaaleanpunainen). Lähde: Kampel (2015).

Yksi selitys uimahallien energiankulutuksen voimakkaalle vaihtelulle voisi olla uimahallin ikä: kenties vanhemmat uimahallit kuluttavat säännönmukaisesti enemmän energiaa kuin uudemmat? Kun uimahallit jaetaan kokoluokkien sijasta luokkiin valmistumisvuoden mukaan, huomataan kuitenkin, että tällainen säännönmukaisuus ei päde (kuva 6). Kaikkein vanhimmat eli 1950-luvulla valmistuneet uimahallit tosin kuluttavat selkeästi eniten energiaa, mutta seuraavien viiden vuosikymmenen aikana ei ole havaittavissa laskevaa trendiä. Uimahallien energiankulutus ei siis näyttäisi olevan vähitellen paranemassa rakentamismenetelmien kehittyessä, vaan niiden energiankulutuksen pienentämiseksi tulee työskennellä tavoitteellisesti.



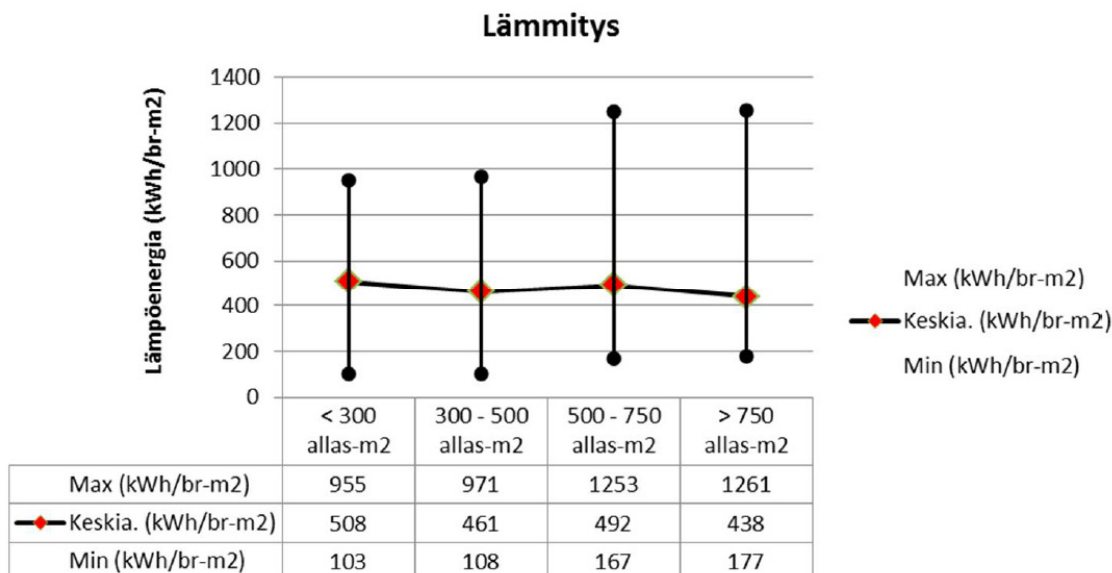
Kuva 6. Vuosittainen ostoenergiankulutus allaspinta-alaa kohden [kWh/m²WS] norjalaisissa uimahalleissa. Hallit on ryhmitelty ikäluokkiin rakennusvuosikymmenen mukaan. Kuvan lähde: Kampel (2015).

Kampel ym. (2014) selvittivät myös, mitkä tutkituista norjalaisista uimahalleista olivat energiatehokkaimpia ja mikä selitti niiden energiatehokkuutta parhaiten. Tässä tutkimuksessa uimahallit kategorisoitiin paitsi allaspinta-alan, myös varustetason mukaan kolmeen ryhmään: 1) yhden altaan uimahallit, joissa on vain vähän erikoistoimintoja (esimerkiksi pieni liukumäki tai hyppylauta), 2) 2–3 altaan uimahallit, joissa on jonkin verran erikoistoimintoja (esimerkiksi iso liukumäki, sauna, hyppytorni, vesihierontapisteitä) ja 3) suuret uimahallit, joissa on paljon erikoistoimintoja (esimerkiksi useita liukumäkiä, erityyppisiä saunoja, porealtaita, solarium). Kustakin kategoriasta valittiin tarkasteluun kaksi energiatehokkainta uimahallia. Keskeinen johtopäätös oli, että kaikkien kategorioiden energiatehokkaimmissa uimahalleissa oli käytössä lämmön talteenotto sekä poistoilmasta että harmaasta (käytetystä) vedestä, ja talteen otettua lämpöä voitiin myös johtaa sekä ilmanvaihdon että käyttöveden lämmitykseen. On tärkeää huomata, että myös poistoilmasta talteen otettua lämpöä tulisi voida ohjata pesuveden tai allasveden lämmitykseen. Kesäaikaan uimahallin ilmanvaihdon kautta saadaan talteen runsaasti ylimääräistä lämpöä, jota ei lämpimillä säillä tarvita ilmanvaihdon lämmitykseen, joten se tulee ohjata veteen. Kaikista energiatehokkaimmissa uimahalleissa jäteveden lämmön talteenotto myös tapahtuu lämpöpumpun avulla, ei pelkällä lämmönvaihtimella. Tällä tavalla saadaan harmaan veden lämpöä hyödynnettyä tehokkaimmin.

Suomessa VTT julkaisi vuonna 2018 selvityksen ”Tavoitteena nollaenergiiliikuntarakennukset” (Hemmilä & Laitinen 2018), jossa tarkasteltiin uimahallien ja jäähallien energiatehokkuutta. Selvityk-

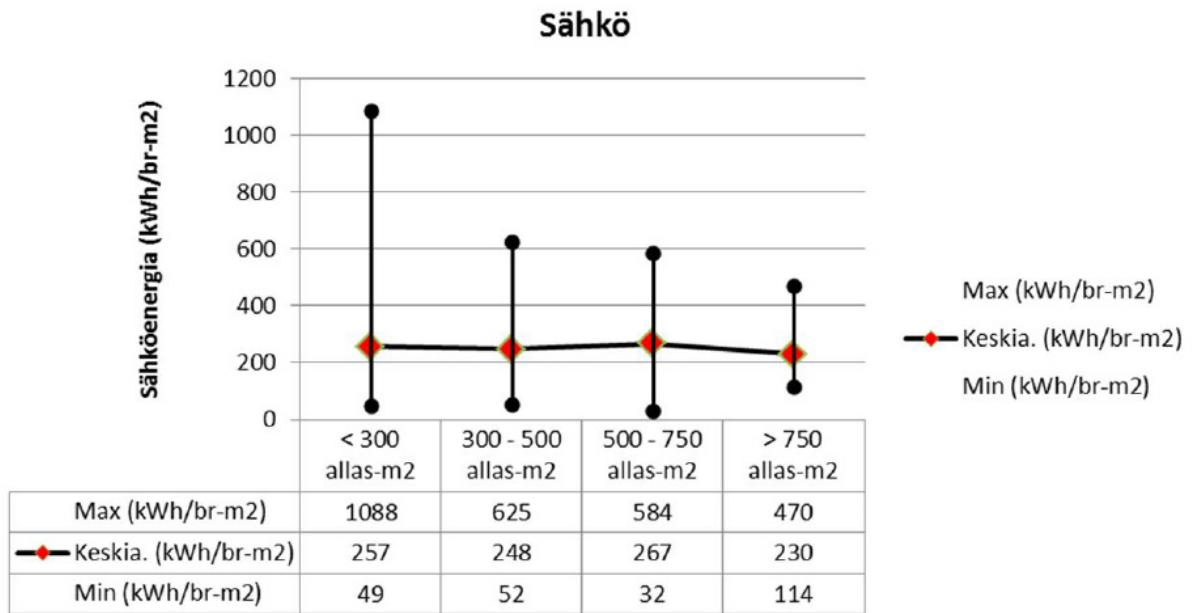
sessä hyödynnetään uimahalliportaalista¹⁶ saatuja energiankulutustietoja. Uimahalleja tarkasteltiin myös mallintamalla niitä IDA-ICE -mallinsohjelmalla. Mallinnuksen keinoin tutkittiin uusiutuvan energian hyödyntämistä sekä energian varastoinnista uimahalleissa.

Tarkastelua varten VTT:n tutkijat jakoivat suomalaiset uimahallit kokoluokkiin allaspinta-alan perusteella. Valittu kulutuksen tunnusluku oli VTT:n selvityksessä kulutus per hallin bruttoala, eli tunnusluku oli eri kuin norjalaistutkimuksissa. Tälläkin tunnusluvulla tehtiin kuitenkin samanlainen löydös kuin Norjassa: uimahallien energian ja veden kulutus pinta-alaa kohden vaihtelee suuresti hallien välillä. Suurimman ja pienimmän kulutuksen suhde saattoi lämmön osalta olla 10-kertainen (Kuva 7), sähkön osalta 20-kertainen (Kuva 8) ja veden osalta jopa 40-kertainen (Kuva 9). Kaikissa tarkastelluissa kokoluokissa ja kaikille kulutuksen lajeille (lämpöenergia, sähkö, vesi) mediaanikulutus on pienempi kuin keskimääräinen kulutus, mikä vahvistaa sen, että jokaisessa kokoluokassa on joukko erittäin energiatehottomia uimahalleja. Myös Suomessa tilanne vaikuttaisi olevan se, että uimahallien energiankulutuksesta on saatavilla merkittäviä päästösäästöjä energiatehottomimpia uimahalleja peruskorjaamalla. Jos kuitenkin arvellaan, että vanha uimahalli ei ole enää korjattavissa ja päädytään uudisrakennushankkeeseen, uuden uimahallin energiatavoitteet tulee asettaa huomattavasti olemassa olevan uimahallikannan keskiarvoa korkeammalle.

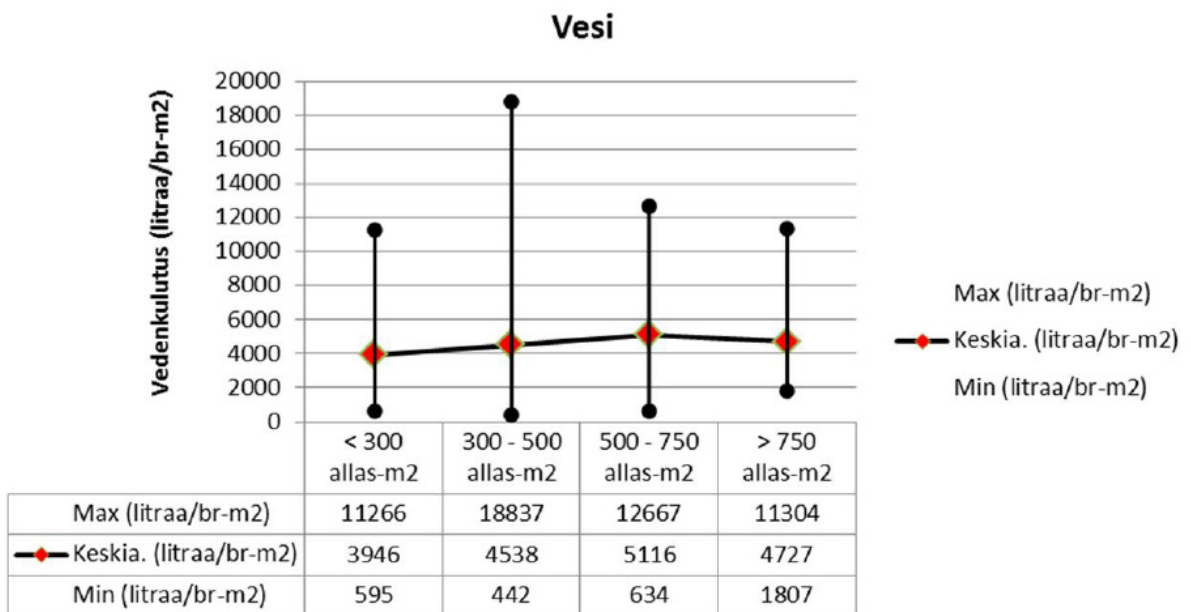


Kuva 7. Vuosittainen lämmitysenergiankulutus bruttoalaa kohden [kWh/br-m²] suomalaisissa uimahalleissa. Hallit on ryhmitelty kokoluokkiin allaspinta-alan mukaan. Kuvan lähde: Hemmilä & Laitinen (2018).

¹⁶ Nykyään osa LIPAS-portaalia; <https://www.lipas.fi/uimahalliportaali>



Kuva 8. Vuosittainen sähkönkulutus bruttoalaa kohden [kWh/br-m²] suomalaisissa uimahalleissa. Hallit on ryhmitelty kokoluokkiin allaspinta-alan mukaan. Kuvan lähde: Hemmilä & Laitinen (2018).



Kuva 9. Vuosittainen vedenkulutus bruttoalaa kohden [l/br-m²] suomalaisissa uimahalleissa. Hallit on ryhmitelty kokoluokkiin allaspinta-alan mukaan. Kuvan lähde: Hemmilä & Laitinen (2018).

VTT:n selvityksessä (Hemmilä & Laitinen 2018) suositellaan mm. seuraavia toimenpiteitä uimahallien energiatehokkuuden parantamiseksi:

- Lämpöenergian talteenotto poistoilmasta lämpöpumpun avulla sekä jätevedestä lämpöpumpun ja lämmönvaihtimen avulla. Myös ilmankosteuteen sitoutunut latentti lämpö kannattaa ottaa talteen poistoilmasta.
- Talteen otettua lämpöä johdetaan lämpöpumpun avulla uima-allasveteen tai käyttöveden esilämmitykseen.

- Allas- ja lämpöpumppujen sekä ilmanvaihdon tuulettimien pyörimisnopeuden säätö invertteriteknikalla vähentää pumppujen ja puhaltimien energiankulutusta.
- Hiljaisena aikana ylimääräiset saunat ja tilat pidetään suljettuina, jolloin saavutetaan säästöä sähkönkulutuksessa.
- Ilmanvaihdon tarpeenmukainen ohjaus.
- Luonnonvalon hyödyntäminen, LED-valaistus + valaistuksen säätö.
- Aputiloissa valot sytytetään ja sammutetaan läsnäolotunnistimen avulla.

Suosittelut toimenpiteet ovat hyvin linjassa myös norjalaisen tutkimuksen kanssa. Mikään näistä toimenpiteistä ei vaadi uutta tekniikkaa tai merkittäviä innovaatioita. Selvityksessä todetaankin, että nykyisillä taloteknisillä järjestelmillä on mahdollista saavuttaa uimahalleissa merkittäviä sähkö- ja lämpöenergian säästöjä.

Selvityksessä tarkasteltiin myös omaa uusiutuvan energian tuotantoa ja energian varastoimista. Energiasimulaatioiden lähtötietoina käytettiin Porin uuden uimahallin rakennusmallia sekä Helsingin sijaintia ja säädataa. Omaa aurinkosähkön ja -lämmön tuotantoa tarkasteltiin aluksi siitä näkökulmasta, voitaisiinko uimahallista saavuttaa tosiasiallinen nollaenergialiikuntarakennus. Tämä kuitenkin vaatisi hyvin suuria järjestelmäkokoja sekä sähkön ja lämmön varastointia. Varastoinnin osalta selvityksessä todetaan, että sähkön varastointi akuissa vaatii liiaksi tilaa, ja on lisäksi ainakin toistaiseksi liian kallista. Lämpöenergian varastoiminen vedessä ei ole yhtä kallista, mutta nollaenergiarakennukseen pyrkiminen vaatisi hyvin suuria lämpövarastoja: esimerkiksi yhden MWh:n varastointiin tarvittaisiin 34 m³ vesitankki. Lämpöenergian tarve talvikuukausina on niin suurta, ettei riittävän suurta lämpöenergian kausivarastoa kannattaisi käytännössä rakentaa. Varsinaista nollaenergiarakennusta ei siis ole uimahallista tarkoituksenmukaista tavoitella.

Mikäli aurinkoenergian tuotantoa tarkastellaan sitä näkökulmasta, että aurinkoenergiaa tuotettaisiin lähinnä omaan käyttöön, ovat järjestelmäkoot maltillisempia. Tapauksessa, jossa sekä aurinkosähköä että -lämpöä mitoitetaan uimahallin omiin tarpeisiin, järjestelmäkooksi saadaan PV:lle 150 kW_p (15 % hyötysuhteen paneelilla vastaa 1000 m² asennuspinta-alaa) ja aurinkolämmölle vuosituotto n. 790 MWh (vastaa n. 1500 m² asennuspinta-alaa). Valitulla realistisella järjestelmäkoollla ja laiteratkaisuilla voidaan kattaa simuloidun uimahallin lämpöenergiatarpeesta jopa 24 %. Jos lisäksi on käytössä poistoilmalämpöpumppu, tällä voidaan kattaa 64 % lämmöntarpeesta, ja ostoenergian osuudeksi jää ainoastaan 12 %. Valitulla PV-asennuksen koolla voidaan puolestaan kattaa sähköenergian tarpeesta 11 %, jolloin ostosähkön osuudeksi jää 89 %. Ostolämmön kulutus olisi tällöin vain noin 10 % LIPAS-portaalissa olevien hallien keskiarvosta ja ostosähkön kulutus noin 52 % keskiarvosta.

Vaikka kokonaan nollaenergiauimahalliin ei ole tarkoituksenmukaista pyrkiä, energiatehokkaaseen uimahallin tähtäävällä suunnittelulla ja omalla uusiutuva energian tuotannolla voidaan siis saavuttaa uimahalli, jossa ostoenergiankulutus on merkittävästi keskiarvoa pienempi. Myös maalämpöratkaisu on yksi keino tavoitella vähäistä ostoenergiankulutusta, kuten Holmenin uimahallin tapauksessa (luku 3.3.6).

3.3.4 Työkaluja energiatehokkaan uimahallin hankinnan tueksi

Energiatehokkaan uimahallin suunnitteluun ja hankintaan on olemassa paljon ajanmukaista käytännön ohjeistusta, kuten Ruotsin hankintaviranomaisen uimahalleja koskevat hankintakriteerit, Norjassa kehitetty urheiluhallin energiajohtamisen työkalu sekä suomalaiset asiantuntija-arviot uimahallien energiatehokkuuden parantamiseksi. Kiihdyttämässä kerättiin esimerkkejä myös toteutuneesta, erittäin energiatehokkaasta uimahallista (Holmenin uimahalli Askerissa, Norjassa; luku 3.3.6) sekä energiatehokkuuden kannalta perusteellisesta uimahallin hankesuunnitelmasta (Rovaniemen uuden Ounasvaaran uimahallin hankesuunnitelma; luku 3.3.5).

Ruotsin kansallinen hankintavirasto (Upphandlingsmyndigheten) on antanut toukokuussa 2019 lausuntokierrokselle luonnoksen uimahallien hankintakriteereistä¹⁷. Kriteerit käsittelevät uimahallien energiatehokkuutta, veden laatua ja sisäolosuhteita. Kriteeristö soveltuu parhaiten uusille uimahalleille, mutta sitä voidaan hankintaviraston mukaan soveltaa myös uimahallien peruskorjauksissa.

Ruotsin hankintavirasto huomauttaa, että uimahalleja rakennetaan tai peruskorjataan suunnilleen 40 vuoden välein, eli etenkin pienissä kunnissa suuria uimahalliurakoita tehdään verraten harvoin. Nimenomaan uimahalleihin liittyvää ajanmukaista hankintakokemusta ei siis välttämättä ole kaikissa kunnissa lainkaan. Ruotsin hankintaviranomaisten laatimien hankintakriteerien tarkoituksena on välittää tietoa uimahallien tuoreista teknisistä ratkaisuista niin viranomaisille kuin suunnittelijoille ja rakentajillekin.

Suomen kunnissa tilanne lienee sama kuin Ruotsissakin, eli tuoretta kokemusta ja ajanmukaista osaamista uimahallihankinnoista puuttuu monessa kunnassa. Ruotsin hankintaviranomaisen kriteerejä on kiinnostavaa tarkastella myös Suomessa ja ottaa niistä oppia soveltuvilta osin. Poimintoja lausuntokierrokselle lähteneestä kriteeristöstä on esitetty Taulukossa 8. Uimahallien energiatehokkuudelle ei ole tässä kriteeristössä annettu mitään yksittäistä, kaikenkattavaa numeerista tunnuslukua, esimerkiksi osatoenergiankulutus per allaspinta-ala tai per kävijä. Sen sijaan kriteereiksi ehdotetaan – joko määrällisesti tai laadullisesti muotoiltuna – sellaisia teknologioita ja rakenteellisia ratkaisuja, jotka tunnetusti parantavat uimahallin energiatehokkuutta.

Taulukko 8. Poimintoja Ruotsin kansallisen hankintaviraston luonnoksesta uimahallien hankintakriteereiksi (annettu lausuntokierrokselle toukokuussa 2019).

Uimahallien mahdollisia hankintakriteerejä

Rakenteelliset ratkaisut

- Rakennuksen muotokertoimen (vaipan ala / lämmitetty lattiapinta-ala) tulee olla enintään 1,2.
- Lasipintojen osuus vaipan alasta saa olla korkeintaan 10–15%.
- Rakennusosien U-arvojen tulee olla korkeintaan seuraavat:
 - Seinä ja alapohja 0,09 W/m² K
 - Yläpohja 0,07 W/m² K
 - Ikkunat (ml. puitteet) 0,90 W/m² K
 - Kattoikkunat (ml. puitteet) 0,80 W/m² K
- Ilmavuotoluku rakennusvaipan yli saa paine-eron 50 Pa vallitessa olla korkeintaan 0,20 l/s m²
- Saunoissa ei tule olla raskaita kaakeli-, kivi, betoni- tai lasirakenteita, jotta ne lämpiäisivät nopeasti. Saunojen ei myöskään tule olla tarpeettoman suuria tai korkeita. Suositeltavaa on rakentaa pienempiä saunoja ja pitää niitä päällä tarpeen mukaan.
- Lämmön haihtumisen ehkäisemiseksi ulkoaltaat tulee voida peittää kannella, kun ne eivät ole käytössä.

Talotekniikka

- Uimahalli tulee varustaa energiankulutuksen seuranta- ja säätöjärjestelmillä.
- Uimahallien eri järjestelmien energiankulutusta tai -tuotantoa tulee mitata ja seurata erikseen.
- Lämmön talteenoton jälkeen poistoilman lämpötila saa olla enintään 4 °C.
- Harmaalle vedelle (käytetty suihkuvesi ja allasvesi) sekä mustalle vedelle (vessojen ja keittiöiden jätevesi) on oltava omat poistojärjestelmät. Harmaasta vedestä on otettava lämpöä talteen joko lämpöpumpun avulla tai vastaavalla järjestelyllä.
- Lämmön talteenotossa jäteveden lämpötilan tulee jäähtyä vastaamaan tuloveden lämpötilaa. Lämmön talteenottojärjestelmän tulee olla käytössä vähintään 90 % ajasta.

¹⁷ <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/hallbarhet/stall-hallbarhetskrav/lamna-synpunkter-pa-hallbarhetskriterier-for-bad--och-simanlaggningar/>

- Jotta jätevedestä talteen otettua energiaa voitaisiin hyödyntää mahdollisimman täysimääräisesti, voi olla perustelua myös varastoida lämpöenergiaa rakennuksessa.
- Valaistuksen toimittajan on raportoitava ennalta, kuinka valaistuksen ohjausjärjestelmiä hyödynnetään mahdollisimman alhaisen energiankulutuksen saavuttamiseksi ja minkä teknisten ominaisuuksien perusteella valaisimet valitaan.

Norjan luonnontieteellis-teknillinen yliopisto (NTNU) on kiinnittänyt huomiota siihen, että Norjassa erilaiset urheiluhallit (mukaan lukien uimahallit) saattavat usein olla kolmannen sektorin toimijoiden, tyypillisesti urheiluseurojen omistuksessa. On mahdollista, että tällaisilta toimijoilta puuttuu sellaista rakennushankkeen projektihallinta-asiantuntemusta, joka on tarpeellista urheiluhallien uudisrakennustöissä ja peruskorjauksissa. Energiatohokkaiden urheiluhallien rakentaminen on tärkeää myös kolmannen sektorin toimijoille: energiakustannukset ovat suuri menoerä erilaisten urheiluhallien käyttökustannuksissa, joten päästöjen lisäksi energiatohokkuus säästää rahaa.

NTNU on julkaissut oppaan, jossa annetaan käytännön työkaluja urheiluhallin tai uimahallin rakennusprojektin energiaojohtamisen tueksi (NTNU 2017). Opasta ja sen tarkistuslistoja kehoitetaan käyttämään soveltuvilta osin, sillä kaikki kohdat eivät sovi kaiken tyyppisille uima- tai urheiluhalleille, ja osa asiasta koskee peruskorjauskohteita pikemminkin kuin uudisrakennushankkeita. Näillä varauksilla NTNU:n ohje voi olla hyödyllinen myös kunnille ja kunnissa uimahallihankinnasta vastaaville työntekijöille. Liitteessä 1 on esitetty NTNU:n ehdottama energiaojohtamisen seurantalomake ja Liitteessä 2 on muistilista toimintasuunnitelman laatimisen tueksi.

Suomessa liikuntapaikka rakentaminen kuuluu opetus- ja kulttuuriministeriön alaisuuteen, ja ministeriöllä on käynnissä erilaisia liikuntapaikkarakentamisen tutkimus- ja kehittämishankkeita¹⁸. Hankkeiden tuloksena on valmistunut erilaista käytännön ohjeistusta liittyen uimahallien suunnitteluun ja rakentamiseen, mutta lukuun ottamatta aiemmin mainittua VTT:n selvitystä ”Nollaliikuntarakennukset” (2017), yksikään raporteista tai ohjeista ei painotu energiatohokkuuteen tai uimahallin ilmastovaikutuksiin. Osa uimahalleja koskevasta ohjeistuksesta on jo vanhentunutta, esimerkiksi selvitys ”Uimahallin ympäristökuormitukset” on valmistunut vuonna 2001.

Opetus- ja kulttuuriministeriön (2017) teknisen valiokunnan ohjeistuksessa ”Kommunikoinnin parantaminen rakentamishankkeen eri osapuolten välillä” käydään läpi huomioita ja tavallisia ongelmakohtia nimenomaan uimahallien rakentamishankkeissa, ja sen päivitetty versio on marraskuulta 2017. Ohjeessa käsitellään jonkin verran myös energiatohokkuutta ja uimahallin järjestelmien asianmukaista käyttöönottoa, jotta energiatohokkuustoimet todella toteutuvat ja jotta tuloksia voidaan seurata.

Suomen Uimaopetus- ja Hengenpelastusliiton asiantuntija Ilpo Johansson (2019) on laatinut seikkaperäisen ohjeistuksen ”Uimahallien energiatohokkuus”, jonka tuorein versio on helmikuulta 2019. Nostoja ohjeesta ovat mm. seuraavat kohdat:

- Lämmön talteenotossa on suuri säästöpotentiaali
- Päällekkäistä lämmitystä ja jäähdystystä tulee välttää
- Ulkovaipan tiiveys on tärkeää
- Lämpöpumppu voi olla kaukolämpöä edullisempi
- Tulevaisuudessa kenties mahdollista lämpöpumppujärjestelmien hyödyntäminen kahdensuuntaisissa kaukolämpöverkossa ja uimahallin ylijäämlämmön myyminen verkkoon
- Aurinkosähkön ja -lämmön takaisinmaksuajat alkavat olla kohtuullisia

¹⁸ Käynnissä (2019) olevat hankkeet:

<https://minedu.fi/kaynnissa-olevat-liikuntapaikkarakentamisen-tutkimus-ja-kehittamishankkeet>

Valmistuneet hankkeet ja niiden tuloksena syntyneet raportit (vuodesta 1991 saakka):

<https://minedu.fi/valmiit-liikuntapaikkarakentamisen-tutkimus-ja-kehittamishankkeet>

- Viereisen jäähallin lauhdelämmön käyttö mahdollista, kannattavuustarkastelun tehtävä
- Sisäolosuhteista ei saa tinkiä.

3.3.5 Rovaniemen uusi uimahalli: tähtäimessä energiatehokkuus

Porin uimahalli on esimerkki uimahallista, jossa hyödynnetään itse tuotettua aurinkosähköä ja -lämpöä ja jossa aurinkolämpökeräimet on integroitu osaksi hallin julkisivun näyttäviä kuparielementtejä. Hallissa on huomioitu energiatehokkuus muillakin tavoilla; esimerkiksi suihkuvedestä otetaan lämpöenergiaa talteen.¹⁹ Koska Porin uimahalli on esimerkkinä aurinkoenergian hyödyntämisestä jo suhteellisen tunnettu, ja koska Kiihdyttämössä oltiin tekemisissä uusien rakennusten hankesuunnitelmien kanssa, nostettiin tässä yhteydessä esiin Rovaniemen uusi uimahalli esimerkkinä kotimaisesta uimahallihankkeesta, jossa energiatehokkuus on huomioitu tavoitteellisesti ja kattavasti jo hankesuunnitelmavaiheessa.

Uutta uimahallia kaavavillaan Rovaniemen Ounasvaaralle ja päätös sen rakentamisesta on tarkoitus tulla kunnan vuoden 2020 talousarvioon, jolloin halli valmistuisi vuonna 2022²⁰. Halli ei kuulunut Kiihdyttämön sparrauskohteisiin, eivätkä hankkeen tutkijat ole seuranneet sen suunnitteluprosessia lähemmin, mutta julkisesti saatavilla oleva hankesuunnitelma on hyvä esimerkki kestävyysnäkökohtien perusteellisesta huomioimisesta hankesuunnittelussa. Energiatehokkuus on asetettu tärkeäksi suunnittelua ohjaavaksi tavoitteeksi usealla suunnittelun osa-alueella, unohtamatta kuitenkaan hallin toimivuutta, turvallisuutta ja terveellisyyttä.

Hankesuunnitelmassa linjataan selvästi, että toimivuuden ohella juuri energiatehokkuus on suunnittelun keskiössä:

Rakenteelliset ratkaisut (Rovaniemen uimahalli, hankesuunnitelma 28.2.2018)

"Suunnittelun tavoitteena on toimiva ja energiatehokas rakennus. Tavoite toteutetaan arkkitehtonisin ja teknisin ratkaisuin, tehokkaalla tilankäytöllä, hyvällä lämmöneristävyydellä ja allasenergian hyväksikäytöllä, materiaalivalinnoilla, rakennuksen tiiveyden laadunvalvonnalla sekä ilmanvaihdon energiatehokkuudella sekä turvallisilla ja terveellisillä rakennusratkaisuilla." (s. 20)

Energiatehokkuus ohjaa suunnittelua myös sähkötekniikan ja ilmanvaihdon osalta:

Sähkötekniikka ja ilmanvaihto (Rovaniemen uimahalli, hankesuunnitelma 28.2.2018)

"Sähkötekniikka suunnitellaan ja toteutetaan niin, että tuloksena on laadukas, ajanmukainen ja energiaa säästävä kokonaisuus." (s. 25)

"Energiatehokkuus tulee ottaa suunnittelun keskeiseksi tavoitteeksi." (s. 31)

Rovaniemen uimahalliin suunnitellaan asennettavaksi juuri sen kaltainen harmaan veden lämmöntalteenottojärjestelmä, joka norjalaisessa tutkimuksessa havaittiin olevan kaikkein energiatehokkaimissa uimahalleissa. Suihkuvesien lisäksi myös altaasta poistettu vesi ohjataan lämmöntalteenottoon, jossa hyödynnetään lämpöpumppua:

¹⁹ "Suomen ensimmäinen aurinkoenergiauimahalli": https://issuu.com/mkekki/docs/uimahalli_esite_final

²⁰ Lapin Kansa 19.3.2019: <https://www.lapinkansa.fi/uusirovaniemi/ounasvaaran-uimahalli-valmistuisi-helmikuussa-2022-uimareille-tulossa-tilaa-enemman-kuin-vesihiidessa-ja-santasportissa-yhteensa-3499762/>

Vesi- ja viemärlaitteet (Rovaniemen uimahalli, hankesuunnitelma 28.2.2018)

”Vedenkulutuksen säästötavoitteiden saavuttamiseksi käytetään vettä säästäviä kalusteita. [...] Suihkuveden poistoviemäri varustetaan lämpöpumpputekniikalla varustetulla lämmön talteenotolla. Samaan viemäriin pumpataan puskurisäiliöstä allasvesien huuhteluvedet.” (s. 32)

Rovaniemen uimahalliin suunnitellaan myös aurinkosähköjärjestelmää:

Aurinkosähköjärjestelmät (Rovaniemen uimahalli, hankesuunnitelma 28.2.2018)

”Kiinteistöön rakennetaan aurinkoenergiajärjestelmä. Järjestelmä koostuu uimahallin pitkälle, yhtenäiselle lappeelle sijoitettavista paneeleista ja sähkötiloihin asennettavista invertteriyksiköistä, joiden välityksellä sähkö siirretään kiinteistön verkkoon.” (s. 27)

Uusi uimahalli aiotaan rakentaa nykyisten liikuntapaikkojen (jäähalli, palloiluhalli ja urheiluopisto) läheisyyteen. Hankesuunnitelman liitteenä on konsultin laatima energiaselvitys, jossa arvioidaan, mitä synergiahyötyjä näiden liikuntapaikkojen lämmön käytön ja lämmön tuoton osalta on saavutettavissa. Selvityksessä tarvittavaa uuden uimahallin energiakulutusta arvioidaan hyödyntämällä mittaustietoja Porin uimahallista, joka on valmistunut vuonna 2011. Tämä on myös tutkimustietojen valossa järkevää, sillä koko uimahallikantaa tarkasteltaessa joukko erittäin energiatehottomia uimahalleja nostaa keskiarvoa ylöspäin. Kun suunnitellaan uutta energiatehokasta uimahallia, sen energiantarvetta kannattaakin arvioida moderneihin ja energiatehokkaiksi tiedettyihin uimahalleihin verraten.

Samaten kun selvityksessä arvioidaan mahdollisuutta läheisen jäähallin hukkalämmön hyödyntämiseen, vertailukohdaksi otetaan Mäntän jäähalli, jonka energiatalous on (selvityksen mukaan) ”ehkä Suomen tehokkaimmin järjestetty”, ja josta toimitetaan lauhdelämpöä viereiselle uimahallille. Rovaniemen uimahallin osalta selvityksessä päädytään arvioon, jonka mukaan jäähallista saatavan hukkalämmön osuus voisi olla uimahallin lämmönkulutuksesta yli 20 % kun Rovaniemen jäähallin energiajärjestelmiä modernisoidaan. Jäähallin hukkalämmön hyödyntäminen tällä tavalla arvioidaan myös taloudellisesti kannattavaksi. Myös uimahallin käyttämän kaukolämmön paluuvettä voitaisiin hyödyntää esimerkiksi piha-alueen sulanapitoon. Toisaalta maalämpöön perustuva lämmitysratkaisu koko urheilukeskuksen alueelle arvioidaan kilpailukykyiseksi vaihtoehdoksi kaukolämmölle. Urheilukeskuksen sähkönkulutuksesta puolestaan noin 15 % olisi katettavissa omalla aurinkosähkön tuotannolla.

Kaiken kaikkiaan hankesuunnitelman osana on arvioitu varsin kattavasti sekä hukkalämpöjen hyödyntämistä että uusiutuvien energianlähteiden hyödyntämistä. Arvioimatta jää oikeastaan vain se, olisiko aurinkolämmön hyödyntäminen kannattavaa vielä aurinkosähkön lisäksi. Tällainen laskelma tulisi mieluiten tehdä erikseen sekä kaukolämpö- että maalämpötapauksille, jotta kummallekin saataisiin selville itse tuotetun aurinkosähkön ja -lämmön optimaalinen suhde. Todennäköisesti aurinkolämmön osuutta kannattaisi kasvattaa lähinnä kaukolämpötapauksessa, mutta tarkempi tarkastelu aiheesta olisi mielenkiintoinen.

3.3.6 Holmenin uimahalli: päästöt puoliiksi

Holmenin uimahalli (Kuva 10) sijaitsee Askerin kunnassa lähellä Osloa. Uimahalli on valmistunut vuonna 2017 ja se on eräs FutureBuilt -ohjelman pilottikohteista.²¹

²¹ FutureBuilt on Osloon ja sen ympäryskuntien hanke, jossa pyritään puolittamaan uudisrakennus- tai peruskorjauskohteiden päästöt niin materiaalien, energiankulutuksen kuin liikkumisenkin osalta. Hankkeen ensimmäisessä



Kuva 10. Holmenin uimahalli. Kuva: Paula Sankelo

Holmenin uimahallissa on käytössä suuri osa erilaisista uimahallin energiansäästö- ja uusiutuvan energian ratkaisuista, joita on käsitelty tässä raportissa. Rakennuksen ulkovaippa on eristetty passiivitasolle. Uimahallin pääasiallisena lämmönlähteenä toimii maalämpö: hallissa on kaksi maalämpöpumppua ja 15 maalämpökaivoa. Aurinkosähköä tuotetaan oman tarpeeseen sekä katolle että julkisivuun asennetuilla aurinkopaneeleilla. Kaikkiaan aurinkosähköllä tuotetaan 10 % omasta sähköenergiantarpeesta, mikä suhteutuu hyvin VTT:n mallintamaan lukuun (11 %, ks. alaluku 3.3.3)²². Lisäksi uimahallin parkkipaikan alle on asetettu aurinkolämpöä keräävä putkisto, jolla lämpöä siirretään maalämpökaivoihin. Tällä tavalla maalämpökaivoja voidaan ladata kesäaikaan, eli maalämpökaivot toimivat jossain määrin myös lämmön kausivarastoina. Niitä voidaan kesäaikaan käyttää myös itse uimahallin tilojen vapaajäähdytykseen.

Uimahallissa lämpöä otetaan talteen sekä poistoilmasta että harmaasta vedestä, ja talteen otettua lämpöä voidaan siirtää niin ilmanvaihtoon kuin käyttöveteenkin. Lämmön talteenotto ja kierrätys tapahtuu lämpöpumppujärjestelmien avulla. Hallissa on älykkäät säätöjärjestelmät, LED-valot sekä vettä säästävät suihkut. Joissakin altaissa on myös säädettävät pohjat, jotka nostetaan ylös, kun allas ei ole käytössä. Tämä ehkäisee haihtumista altaasta ja siten pienentää energiankulutusta.

Rakenteisiin on käytetty vähäpäästöistä betonia (Norjassa betonin päästöluokituksen mukaista ”luokka B” -vähäpäästöbetonia). Julkisivun pintamateriaalina on käytetty tammilevyjä. Rakennuksessa on viherkatto, joka on tarkoitettu kuntalaisten oleskelu- ja virkistyskäyttöön. Rakennus on hyvin julkisen liikenteen ja kevyen liikenteen saavutettavissa. Sille on rakennettu 65 % vähemmän autojen parkki-

vaiheessa 2010–2020 mukana on ollut 50 pilottikohdetta, joista Holmenin uimahalli on ainoa uimahalli. (Future-Built, 2019)

²² Aurinkoenergian tuotto-odotus oli 12 %, mutta maaston muotojen takia osa paneeleista varjostuu hiukan. Tieto saatu tutustumiskäynnillä Holmenin uimahalliin 24.5.2019.

paikkoja kuin kunnallinen määrästaso normaalisti edellyttäisi. Sen sijaan katettuja pyöräparkkeja on runsaasti. Parkkipaikalla on myös lataustolppia sähköautoille, sähköpyörille ja sähkömopoille.

Kaikissa FutureBuilt -ohjelman pilottikohteissa pyritään siihen, että rakennuksen päästöt pienenevät vähintään 50 % kaikilla kolmella tarkasteltavalla osa-alueella: energian käyttö, materiaalien päästöt ja liikenne. Tavoite on kunnianhimoinen, etenkin kun liikennekin on sisällytetty tarkasteltavaksi osa-alueeksi. Holmenin uimahallin tapauksessa energian kulutuksen päästöt pienenevät tavoiteltua enemmän (-55 %), liikenteen päästöt tavoiteltua vähemmän (-35 %) ja materiaalien päästöt jopa kasvoivat (+46 %). Kaikki osa-alueet yhteen laskien päästöt kuitenkin pienenevät tavoitteen mukaisesti (-50 %), mikä havainnollistaa energiankulutuksen merkittävää vaikutusta uimahallin elinkaarisiin päästöihin. Kuten alaluvussa 3.3.2 todettiin, uimahallien tapauksessa käytön aikaiset päästöt ovat selkeästi pääosassa, joten uimahallin elinkaarisia vaikutuksia pienennetään tehokkaammin panostamalla energiatehokkuuteen. Esimerkiksi Holmenin uimahallin tapauksessa materiaalin päästöt kasvoivat vähäpäästöisen betonin käyttämisestä huolimatta, ja yksi selitys tälle on se, että uimahalliin haluttiin kuntalaisten oleskelun mahdollistava viherkatto. Tämän vuoksi kattorakenteesta täytyi tehdä jyrkempi, mikä lisäsi tarvittavan materiaalin määrää.

Uimahallin hinnaksi tuli noin 277 miljoonaa Norjan kruunua (noin 28 M€). Tämä oli investointina noin 2 % kalliimpi kuin normaalitasoisen uimahallin tapauksessa. Pilottihankkeena Holmenin uimahalli sai jonkin verran ulkopuolista tukea, jolloin kunta ei joutunut rahoittamaan sitä kokonaan itse. Käyttökustannuksissa Askerin kunta säästää lähes miljoona Norjan kruunua vuodessa, ja kunnan oman laskelman mukaan normaalia kalliimman alkuinvestoinnin takaisinmaksuaika tulee olemaan noin 10 vuotta eli varsin kohtuullinen²³. Energiatehokas uimahalli on myös tuonut kunnalle hyvää julkisuutta. Se sai Norjan ”Vuoden rakennus” -palkinnon vuonna 2017. Hanke on esimerkki siitä, että uimahallin energiatehokkuutta voidaan parantaa merkittävästi olemassa olevilla tekniikoilla, ja suurienkin päästövähennyksen tavoittelu voi olla taloudellisesti kannattavaa. Uimahalli on suunniteltu toimimaan rakennuksena paljon kauemmin kuin 10 vuotta, joten kalliimpi alkuinvestointi vähäpäästöiseen uimahalliin 10 vuoden takaisinmaksuajalla on monin tavoin viisas valinta.

3.4 Pitkäikäinen kirkkorakennus

Kiihdyttämön yhtenä sparrauskohteena oli Ylivieskan uusi kirkko. Vanha, yli 200-vuotias kirkko poltettiin pääsiäisenä 2016. Sen tilalle kaupunkiin rakennetaan uusi, moderni kirkko. Kirkon Ilmastostrategia ja ympäristödiplomi velvoittavat toimimaan ympäristön hyväksi koko seurakunnassa. Arkkitehtikilpailutuksen voitti arkkitehtitoimisto K2S:n Trinitas-niminen ehdotus, jossa on myös kellotorni. Kirkon toteutuksessa on käytetty allianssimallia, johon ovat osallistuneet seurakunta tilaajana, pääsuunnittelija, kehitysvaiheen projektipäällikkö sekä suunnittelija- ja rakentajaryhmittymät

Ylivieskan uusi kirkko on esimerkki kirkosta, jossa huomioidaan koko elinkaari ja elinkaarikustannukset. Suunnitellun kirkon tulee olla aikaa ja säätä kestävä, turvallinen ja toiminnallinen sekä palvella eri käyttäjäryhmiä nyt ja tulevaisuudessa. Seurakuntasalit muuntuvat käyttötarkoituksen mukaan – olipa kyse raamattupiirien kokoontumisista, vanhusten ruokailusta tai bändi-illoista. Luonnonvaloa käytetään hyödyksi kirkkosalin valaistuksessa. Hankkeen kustannusarvio (10 milj. €) perustuu kestävänsä kehityksen ja pitkän elinkaaren (200 vuotta) tavoitteeseen.

Keskeiset tavoitteet kirkon suunnittelussa ovat (Taulukko 9):

- pitkä käyttöikä (minimissään 200 vuotta)
- ympäristöystävällisyys
- sisäilmatakuu

²³ Tieto saatu tutustumiskäynnillä Holmenin uimahalliin 24.5.2019.

- kiertotalous
- paikallisuus.

Tavoitteet pyritään saavuttamaan muun muassa seuraavasti:

- lähiressurssien hyödyntäminen
- kestävä suunnittelu- ja rakenneratkaisut
- materiaalivalinnat
- tulevaisuuden tarpeiden ymmärtäminen
- muunneltavuus / huollettavuus.

Taulukko 9. Ylivieskan kirkon suunnitteluvaiheessa huomioitua vähähiilisyys- ja kiertotalousnäkökohdat.

Vähähiilisyys- / kiertotalousnäkökulma	Hyöty / vaikutus
Pitkä elinkaari	Suunniteltu 200 vuoden elinkaari säästää materiaaleja, työtä, rahaa ja energiaa sekä pienentää haitallisia ympäristövaikutuksia verrattuna tilanteeseen, missä kirkko rakennetaan 200 vuoden aikana neljä kertaa uudelleen.
Rakennuksen yläosa massiivipuuta	Puurakenteisiin sitoutuu hiiltä, mikä pienentää rakennuksen hiilijalanjälkeä. Ylivieskan kirkon tapauksessa puurakenteet sitovat hiiltä jopa satoja vuosia. Puutuotteet ovat myös usein kotimaisia, jopa paikallisia tuotteita, mikä pienentää kuljetusmatkoja ja sitä kautta päästöjä.
Monikäyttöisyys	Kirkon tilojen muunneltavuus tulee mahdollistamaan sen, että se tulee palvelemaan monia käyttäjäryhmiä (esimerkiksi kerhot, kuorot). Tämä vähentää rakentamistarvetta muualla. Kirkon käyttöaste tulee olemaan perinteistä kirkkoa merkittävästi suurempi, mikä yhteisöllisyyden ja muiden sosiaalisten arvojen lisäksi parantaa merkittävästi rakennuksen energiatehokkuutta käyttötuntia kohden laskettuna.
Terveellisyys ja haitattomuus	Rakennusten kaikki osat ja materiaalit on valittu siten, että ne säilyvät turvallisina, haitattomina ja terveellisinä koko rakennuksen elinkaaren ajan. Kansanterveydellisen hyödyn lisäksi tämä mahdollistaa sen, että kaikki materiaalit on elinkaarensa lopuksi turvallisesti kierrätettävissä.

Kiihdyttämön ja hankkeen suunnitteluryhmän työpajassa 19.9.2018 Ylivieskassa tunnistettiin keskeisiksi vähähiilisyys- ja kiertotalousnäkökohdiksi erityisesti pitkä käyttöikä, puhdas sisäilma sekä rakennuksen monikäyttöisyys ja muunneltavuus. Työpajassa pidettiin tärkeänä myös sitä, että rakentamisessa hyödynnettäisiin paikallisia materiaaleja ja osaamista. Suunnittelun alkuvaiheessa pidettiin mahdollisena paikallisen tiilitehtaan ylijäämätiilien hyödyntämistä uuden kirkon rakentamisessa. Selvitysten ja suunnitelmien edetessä tästä kuitenkin kustannus- ja ulkonäkösyistä luovuttiin. Lähiressurssia, kuten paikallisia rakennusmateriaaleja ja tuotteita sekä työvoimaa, pyritään kuitenkin muuten hyödyntämään mahdollisimman paljon niin suunnittelussa kuin rakentamisessakin. Muut listatut tavoitteet ovat suunnitellusti toteutumassa.

Paikallisuus, yhteisöllisyys ja yhdessä tekeminen on listattu rakennushankkeen keskeisiksi arvoiksi. Projektiryhmä kannustaa löytämään lisää paikallisia, ekologiaa, ekonomisia, eettisiä, esteettisiä, ekuumeenisiä ja etnisiä ratkaisuja. Mottona on "Hukan eliminointi on aitoa vihreyttä!".

Kirkkosaliin on suunnitteilla painovoimainen ilmanvaihto. Ratkaisu noudattelee perinteistä isojen kirkkojen tapaa ja sen huollon tarve on vähäinen. Työpajassa kuullun viestin mukaan painovoimainen ilmanvaihto mielletään myös riskittömämmäksi ja terveellisemmäksi kuin koneellinen. Kirkkoraken-

nuksen muunneltavuus ja huollettavuus on keskeinen tavoite ja sen mukaisia rakenneratkaisuja haetaan suunnittelu- ja kehitysvaiheen aikana. Kirkkoa tulevat suunnitelmien mukaan käyttämään muun muassa monet kerhot ja kuorot.

Hankkeen suurimmat haasteet liittyvät yksilöllisen suunnittelu- ja rakennusprojektin kohonneisiin kustannuksiin. Suunnitelmaa muokattiin kustannuksia säästävän suuntaan, kirkkoa madallettiin ja sen pinta-alaa pienennettiin. Kirkkohallitus hyväksyi hankkeen elokuussa 2019 ja rakentamistyö jatkuu syksyllä 2019.

Kiihdyttämössä todettiin, että kirkkorakennuksiin ei välttämättä ole tarkoituksenmukaista soveltaa samoja elinkaaritavoitteita ja minimimääräyksiä kuin tavanomaisiin toimistorakennuksiin. Rakennettaessa 50 vuoden elinkaariodotuksella, on todennäköistä, että myös käytön aikaiset korjaus- ja käyttökulut kasvaisivat verrattuna pitkäaikaisempaan, vankempaan ja laadukkaampaan toteutukseen.

Kiihdyttämössä käytiin Ylivieskan kirkon projektiryhmän kanssa kesällä 2019 keskustelua siitä, minkälaisia vaikutuksia pitkällä elinkaarella on verrattuna siihen, että rakennetaan minimivaatimuksella ja –elinkaarella. Yhteisenä näkemyksenä todettiin, että Ylivieskan kirkon suunniteltu 200 vuoden elinkaari säästää materiaaleja, energiaa, työtä ja rahaa sekä vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja muita haitallisia ympäristövaikutuksia verrattuna vaihtoehtoon, jossa 200 vuoden aikana kirkko rakennetaan neljä kertaa uudelleen.

Ylivieskan kirkon mahdollisia kiertotalouskriteereitä



Kuva 11. Ylivieskan kirkon mahdollisia kiertotalouskriteereitä (työpajan pohdinnan tulos).

3.5 Muuntojoustava monitoimirakennus

3.5.1 Tausta ja tavoitteet

Uudenkaupungin nopea kasvuvauhti luo paineita rakennuskannan ylläpitämiselle ja kasvattamiselle sekä sosiaalisten tilojen tarjonnalle. Tämä on otettava huomioon alueiden ja rakennusten suunnittelussa. Uu-

denkaupungin sivistys- ja hyvinvointikeskus on lähes 40 miljoonan euron uudisrakentamisen kohde, jonka on tarkoitus palvella kaupunkilaisia tarjoamalla monipuoliset palvelut helposti ja mahdollisuuden uusien sosiaalisten kontaktien luomiseen. Kaupunkilaisten ja käyttäjien ideoita ja toiveita on kuultu suunnitteluvaiheessa. Keskus sijoittuu koulumäelle, osin vanhojen tilojen yhteyteen hyödyntäen niitä mahdollisimman hyvin.

Hankinnan suunnittelun kulmakivi on alusta alkaen ollut vähähiilisyys. Hankkeen muita tärkeitä tavoitteita ovat:

- **Elinkaarenaikaiset palvelut:** Tarjotaan kaupunkilaisten elinkaarenaikaiset palvelut, kuten päiväkotit, koulu sekä urheilu- ja kulttuurimahdollisuudet ja ruokapalvelut.
- **Resurssitehokkaat tilaratkaisut:** Käyttäjätasoisella ja tehokas tilojen käyttö, tilojen muunneltavuus ja muunneltavuus tulevaisuudessa.
- **Helppo korjattavuus.** Materiaalit ja rakennustekniikat valitaan siten, että myös purkaminen on helppoa ja mahdollistaa materiaalien mahdollisimman korkean kierrätysasteen.
- **Käyttäjätasoiset mobiilisovellukset ja datan hyödyntäminen:** Käyttäjätasoisuutta lisätään mobiilisovelluksilla, jotka varmistavat esimerkiksi urheiluvuorojen helpon varaamisen ja siten samalla tilojen korkean käyttöasteen.
- **Energiätehokkuustavoitteet:** Rakennus rakennetaan energiatehokkuudeltaan luokkaan A. Lämmitysjärjestelmäksi suunnitellaan maalämpöä tai vaihtoehtoisesti hakepohjaista kaukolämpöä. Lämpöenergian varastointimahdollisuus selvitetään. Aurinkoenergiaa hyödynnetään soveltuvin osin.
- **Etäohjattavuus:** Energianhallintaan tulee etäohjaus ja mahdollisuuksien mukaan oppiva tekoäly, joka optimoi energiankulutusta.
- **Vähähiilinen rakentaminen:** Rakentamiseen käytetään mahdollisuuksien mukaan puuta sekä muita hiiltä sitovia ja mahdollisimman pienet valmistusketjun ja rakennusvaiheen aikaiset päästöt tuottavia materiaaleja.
- **Rakentamisen resurssitehokkuus:** Rakentaminen toteutetaan resurssitehokkaasti hyödyntäen rakennusaikaista materiaalitietoa (tietoalustojen, materiaalipankkien ja rakennusdatan hyödyntäminen rakennusprosessissa). Rakennuksen jätehuollon suunnittelussa lähtökohtana on ”jätteen kierrätys” eli jätteen minimointi ja hyödyntäminen rakennuksen muussa käytössä sekä tehokas kierrättäminen.

Yllämainituilla tavoitteilla arvioitiin saavutettavan pienemmät elinkaarenaikaiset CO₂-päästöt, jätteen määrän vähentyminen, alhaisemmat haitallisten aineiden pitoisuudet sekä pienemmät elinkaarikustannukset. Vastaavasti uusiutuvan energian käytön sekä materiaalin kierron ja kestävyuden odotetaan parantuvan. Myös kuntalaisten hyvinvoinnin odotetaan kasvavan. Keskeiset näkökohdat on esitetty Taulukossa 10.

3.5.2 Hankkeen toteutus

Hanke toteutetaan elinkaarihankkeena ja kilpailutetaan kilpailullisena neuvottelumenettelyinä, jossa käydään neljä neuvottelukierrosta. Keväällä 2019 pidettiin hankkijan, konsultin ja Kiihdyttämön suunnittelukokous, jossa määriteltiin elinkaarikilpailuun soveltuvia vihreän rakentamisen vaatimuksia.

Kokonaistaloudellisuudessa laadun osuus on 70 % ja hinnan 30 %. Kokonaistaloudellisuus koostuu seuraavista osista:

- Elinkaarikustannukset
- Ylläpidon tehokkuus ja vihreä rakentaminen
- Kaupunkikuva ja arkkitehtuuri

- Suunniteltujen tilojen sekä ulkoalueiden turvallisuus ja terveellisyys
- Tilojen ja ulkoalueiden suunnitteluratkaisujen toiminnallisuus ja ympäristön virikkeellisyys.

Keskeisiä kriteerejä kilpailutuksessa:

- **Energia:** Tavoitteena on A-luokka ja mahdollisimman iso osa energiasta tulee olla uusiutuvaa energiaa. Ympäristökriteereiden pisteetyksessä yhtenä tärkeänä osana on ostoenergian määrä. Näin pyritään mahdollisimman vähän energiaa kuluttavaan lämmitysratkaisuun ja kannustetaan paikallisen uusiutuvan energian käyttöön (maalämpö, aurinkosähkö ja -lämpö, kaukolämpö). Tämä motivoi tarjoajaa myös hyödyntämään jäähallin ja uimahallin hukkalämpöä sekä muuta lämmön talteenottoa vedestä ja ilmasta.
- **Materiaalit:** Vaaditaan materiaalien matalaa hiilijalanjälkeä, mikä voi toteutua esimerkiksi puun käytön huomattavana osuutena. Lisäksi keskustelussa kannustetaan uusiutuvien materiaalien ja kierrätettyjen materiaalien käyttöön.
- **Innovatiivisuus:** Energiaratkaisuissa kysytään tarjoajilta näkemystä innovatiivisten ratkaisujen mahdollisuuksista viereisten rakennusten ja rakennelmien hukkaenergioiden hyödyntämiseksi.
- **Muut vaatimukset:** Kosteudenhallintajärjestelmät, jotka ovat vaativammat kuin Kuivaketju 10 –vaatimukset, sisäilmaluokka S2, liikenteeseen liittyvien ratkaisujen huomioiminen, sisältäen sähköautojen ja pyörien sijoittamisen, jätehuollon ratkaisut (6-jakeinen lajittelu).

Taulukko 10. Uudenkaupungin sivistys- ja hyvinvointikeskuksen suunnittelussa huomioidut vähähiilisyys- ja kiertotalousnäkökohdat.

Vähähiilisyys- / kierto- talousnäkökulma	Hyöty / vaikutus
Energiatehokkuusluokka A	Tekemällä rakennus parhaaseen energiatehokkuusluokkaan säästetään rakennuksen elinkaaren aikana energiansäästön kautta merkittävästi kustannuksia ja vähennetään päästöjä. Paras energialuokka on erityisen tärkeää silloin, kun kyse on isosta rakennuksesta, joka on käytössä ympäri vuorokauden/vuoden. Lisäksi koulurakennuksen hyvä energiatehokkuus ja muu ympäristön huomioiminen toimivat erinomaisena esimerkkinä ja oppimisalustana rakennuksen käyttäjille, esimerkiksi koulun oppilaille.
Aurinkosähkö- ja lämpö	Aurinkosähkö- ja lämpö pienentävät rakennuksen ostoenergiankulutusta sekä elinkaarista hiilijalanjälkeä. Aurinkosähkö antaa myös energiajärjestelmään joustavuutta, mikäli oman tuotannon varastointi on tulevaisuudessa mahdollista. Mahdollista ylijäämäenergiaa voidaan käyttää myös sähköautojen lataamiseen. Mikäli rakennuksen päälämmitysmuoto on maalämpö, aurinkosähkö täydentää hyvin tällaista järjestelmää, sillä aurinkoenergiaa on eniten saatavilla silloin, kun jäädytystarvekin on suurin. Aurinkokeräimillä voidaan tuottaa lämmintä vettä maaliskuusta lokakuulle esim. uimahallin tarpeisiin.
Lämmitysmuoto (jos maalämpö)	Ilmaston lämpenemisen myötä rakennusten jäädytystarve kasvaa. Tontin kallioperän hyödyntäminen jäädytykseen on päästövähennysten kannalta hyvä ratkaisu. Jäädytystarve on suurimmillaan kesällä, jolloin rakennuksessa (todennäköisesti) on myös omaa aurinkosähkön tuotantoa, eli lämpöpumput ja aurinkosähkö tukevat toisiaan erinomaisesti. Jäädytettäessä lämpöä siirtyy rakennuksesta maaperään,

	joka puolestaan tukee lämpöpumpun talviaikaista käyttöä lämmitykseen.
Lämmön talteenotto / hukkalämmön hyödyntäminen	Isossa monitoimirakennuksessa syntyy runsaasti hukkalämpöä, mm. laitoskeittiössä ja uimahallissa. Toisaalta samaan aikaan toisissa tiloissa tarvitaan lämmitystä ja lämmintä vettä. Hukkalämpöjen mahdollisimman tehokas talteenotto vähentää ostoenergian tarvetta ja vähentää päästöjä.
Ostoenergian tarpeen minimointi	Hankinnan yhtenä ympäristökriteerinä on ostoenergian tarpeen minimointi. Tämä kannustaa energiansäästön lisäksi myös siihen, että rakennuksessa käytetään mahdollisimman paljon itse tuotettua energiaa, kuten aurinkosähköä ja –lämpöä sekä maalämpöä. Myös lämmön talteenoton maksimointi vähentää ostoenergian tarvetta. Kaikki tämä yhdessä vähentää merkittävästi rakennuksen energiankulutusta ja päästöjä.
Puurakentaminen	Rakennus tullaan rakentamaan mahdollisimman isoksi osaksi puusta. Myös kaikissa muissa rakenteissa pyritään vähähiilisyteen. Tämä kasvattaa rakennukseen sitoutuneen hiilen määrää, mikä pienentää hiilijalanjälkeä ja päästöjä.

3.6 Sairaalasta kiertotalouden pilottikohde

3.6.1 Laakson sairaalahanke – kiertotalouden edelläkävijäksi

Laakson sairaalahanke Helsingissä on mittava, vuosille 2020 – 2024 ajoittuva uudis- ja peruskorjaushanke, jonka suunnittelu on käynnistetty vuonna 2019. Sairaalaan tullaan keskittämään Uudenmaan vaativa psykiatrinen sairaanhoito, lasten psykiatrian osasto, sekä vaativan neurologisen kuntoutuksen yksikkö, jotka yhteensä käsittävät yli 900 sairaalapaikkaa.

Sairaalan tulee tuottaa vaikuttavaa hoitoa osana yliopistollista koulutus- ja tutkimussairaala ja kampusta. Sen tulee olla muuntojoustava ja vastata monimuotoiseen palvelutarpeeseen. Tilojen tulee olla terveellisiä, turvallisia, toimivia ja helposti ylläpidettäviä, mutta myös muunneltavia ja geneerisiä, jolloin niiden elinkaarinäkökulma korostuu. Sairaalan tulee sopia hyvin kaupunkikuvaan ja toiminnan tulee olla kustannustehokasta.

Sairaalahankkeeseen liittyy tiettyjä erityisvaatimuksia, jotka ohjaavat suunnittelua. Tällaisia ovat esimerkiksi korkea hygienian taso, tekniikan suojaaminen iskulta, tietyt käyttäjävalinnat sekä käytännössä laaja hankeorganisaatio, päätöksenteon prosessi sekä kustannuspaine. Toisaalta mittavan luokan hankkeeseen sisältyy myös paljon mahdollisuuksia pilotointiin, sillä hanke sisältää paljon infrarakentamista, uudisrakentamista, korjausrakentamista sekä purkua.

Laakson sairaalahankkeesta tavoitellaan kiertotalouden pilottikohdetta, joka tukee Hiilineutraali Helsinki 2030 kaupunkistrategiaa (Helsinki 2018), ja jossa kierrätysmateriaalien ja purkumateriaalien käyttö on keskeinen tavoite.

3.6.2 Kiertotalouspilotin suunnittelua

Laakson sairaalan suunnittelutyöpajassa 22.3.2019 kiertotalousteemaa pohdittiin SYKE:n, ympäristöministeriön sekä GreenBuildingCouncilin asiantuntijoiden ja hankkeen suunnitteluryhmän (noin 20 henkilöä) voimin. Työpajan tavoitteena oli muodostaa yhteinen käsitys siitä, mitä kiertotalous Laakson yhteissairaalan rakennushankkeessa suunnittelun näkökulmasta tarkoittaa ja määrittää suunnittelualoittain, miten kiertotalous huomioidaan suunnittelussa ja löytää tähän konkreettisia ratkaisuja. Lisäksi kartoitettiin, mitä mahdollisia esteitä tai haasteita kiertotalouden toteutumisen suunnittelun näkökulmasta liittyy ja mitä toimenpiteitä niiden ratkomiseksi tarvitaan.

Työpajakeskusteluissa korostuivat hyvän rakennussuunnittelun ja materiaalivalintojen merkitys. Materiaalivalinnoilla pystytään vaikuttamaan ensisijaisesti rakennuskohteen hiilijalanjälkeen ja materiaalitehokkuuteen, sekä sisätilojen kosteustasapainoon, terveysvaikutuksiin ja kustannustehokkuuteen. Keskeisinä toimina nousivat esiin myös tilasuunnittelun muuntojoustavuus ja materiaalien dokumentointi liittyen purkusuunnitteluun. Materiaalivalinnoissa nousi esiin uusiutuvien, uusiorakennusmateriaalien ja kierrätysmateriaalien hyödyntäminen korjaus- ja uudisrakentamisessa. Puumateriaalia suositetaan uusien tutkimusten (Cronhjort ym. 2017) perusteella käytettäväksi enemmän terveyshuollon rakennuksissa paitsi ilmastovaikutuksen vuoksi niin myös puun todettujen terveysvaikutusten perusteella.

Laakson sairaalan pilottihankkeen suunnittelussa keskityttiin seuraaviin näkökulmiin (Taulukko 11):

1. Purkukartoitus ja purkumateriaalien hyödyntäminen
2. Kierrätysmateriaalit ja – tuotteet
3. Materiaalitehokkuus ja uusiutuvat materiaalit
4. Suunnittelu korjattavaksi ja uudelleen käytettäväksi/kierrätettäväksi

Purkukartoitus ja purkumateriaalien hyödyntäminen - mahdollisuuksia pohdittiin kolmesta näkökulmasta: 1) mitä jo nyt tehdään ja mikä on helppo toteuttaa, 2) mikä olisi mielenkiintoista, mutta vaatii lisäselvitystä ja 3) mikä on vielä hyvin haasteellista toteuttaa.

Kuntokartoituksia on jo tehty ja haitta-ainekartoitukset sekä purkumateriaalikartoitus tullaan tekemään. Viherrakentamisessa tullaan hyödyntämään kaadettuja puita, reunakiviä ja lohkareita. Lisäselvityksiä tarvitaan sen suhteen, miten kiinteistöstä saatavat purkumateriaalit kuten ikkunalasit, kattohirret, tiilet, irtokalusteet ja toimivat sairaalalaitteet voitaisiin käyttää hyödyksi paikan päällä tai jälkimarkkinoilla.

Taloudellisia hyötyjä saataisiin betonin hyödyntämisestä tontilla, sillä olemassa olevasta kiinteistöstä syntyy betonimursketta ja kalliolouhetta. Keskeinen kysymys ja iso haaste on, miten materiaali väli-varastoidaan. Esimerkiksi tiiliä tai massiivisia hirsipalkkeja voitaisiin käyttää rakentamisessa, mutta niiden varastointi työmaalla vaatii varastotilaa ja hirren suojaamista sääolosuhteilta. Tähän tarvittaisiin mahdollisesti erikseen rakennettava tai sijoitettava varasto, joka vie tilaa rakennustontilla. Myös logistiikka työmaalla tulee ottaa huomioon.

Irtaimiston hyödyntäminen edellyttää sen irrottamista rakenteita ja laitteita rikkomatta, mikä vaatii ammattimaisen osaamisen. Tämä ei ole toimittajan ydinosaamista, joten toiminnon hoitamiseen tarvitaan osaava toimija. Huutokauppa voisi olla yksi mahdollisuus, mutta se tulisi järjestää hallitusti ilman, että rakenteita ja irtaimistoa hajoaa irrotustilanteessa. Näistä ratkaisemattomista kysymyksistä voitaisiin järjestää markkinavuoropuhelu toiminnan konseptin ja potentiaalisten tekijöiden löytämiseksi.

Kierrätysmateriaalit ja –tuotteet – teeman osalta keskeinen kysymys on, mitä ja miten kierrätysmateriaaleja ja –tuotteita voisi Laakson sairaalassa käyttää, sekä mitä kierrätysmateriaaleja ja –tuotteita on olemassa. Ainakin uusiomateriaalia sisältävät lasivillaeristeet ja vaahtolasimurske olisivat mahdollisia. Hankkeessa tullaan selvittämään kierrätysalumiinituotteiden saatavuutta sekä kierrätysmuovista valmistettujen tuotteiden soveltuvuutta (esim. komposiitit ulkokäyttöön).

Materiaalitehokkuus ja uusiutuvat materiaalit –teemassa keskusteltiin siitä, miten käytetään mahdollisimman vähän materiaalia ja vältetään materiaalihukkaa, ja miten huomioidaan materiaalien pitkäikäisyys ja huollettavuus. Keskeinen kysymys on, miten tiedot käytetyistä materiaaleista dokumentoidaan ja miten tieto siirtyy eteenpäin. Hankkeessa tullaan pitämään huoltokirjaa käytetyistä materiaaleista. Myös tilaajan vastuuta urakkasopimuksista korostettiin materiaalihukan vähentämiseksi. Huomiota kiinnitetään erityisesti työmaasuunnitteluun ja valvontaan, kuten materiaalien oikea-aikaiseen tilaamiseen ja materiaaliarpeen tehokkaaseen suunnitteluun. Materiaalivalinnoissa tullaan suosimaan M1-luokitusta.

Jatkoselvitettyäksi todettiin puunkäytön terveysvaikutukset ja vaikutukset hiilijalanjälkeen sairaalahankkeessa, sekä pakkausjätteen minimointimadollisuudet ja tilaajan mahdollisuus vaikuttaa pakkausmenetelmiin. Lisäksi selvitetään, sulkeeko M1-luokitusvaatimus pois mahdollisuuksia käyttää uusiomateriaalia sisältäviä rakennustuotteita, sekä mitä rajoitteita sairaalahygienia aiheuttaa materiaalivalinnoille.

Suunnitellaan korjattavaksi ja uudelleen käytettäväksi/kierrätettäväksi -teemassa pääpaino oli muuntojoustavuuden huomioimisessa (tilat ja tekniikka), sekä tilojen jaettavuudessa ja monikäyttöisyydessä. Keskeistä oli pohtia, miten tullaan välttämään rakennepurkua korjausten ja osavaihtojen yhteydessä. Hankkeen elinkaarisuunnitelma tehdään 100 vuodeksi.

Taulukko 11. Kiertotalousnäkökohdat Laakson sairaalan suunnittelussa (työpajan pohdintaa).

- Uusio- tai kierrätysmateriaaleista valmistettujen rakennusmateriaalien ja –tuotteiden, sekä luonnossa uusiutuvan puumateriaalin käyttö yleisissä tiloissa.
- Purettavan rakennuksen materiaalien hyödyntämismahdollisuudet tontilla esimerkiksi piharakentamisessa tai yleisissä tiloissa.
- Rakennuksen suunnittelu helposti korjattavaksi ja huollettavaksi, jolloin ainakin osa talotekniikan peruskorjauksista ja olisi tehtävissä ilman rakenteiden purkua.
- Viherpihojen, -kattojen tai –seinien käyttö osana rakennuksia.
- Tilojen muuntojoustavuus ja tilatehokkuus.
- Materiaalipassin (listauksen) käyttö, mitä materiaalia rakennus sisältää ja miten ne voidaan purkaa ehjänä ja käyttää uudelleen.
- Materiaalien uudet käyttömahdollisuudet, esim. vanhojen sairaalatekstiilien hyödyntäminen akustiikkaeristelevyissä.

3.7 Aurinkoenergiaa hyödyntävä päiväkot

3.7.1 Kuikkalammen päiväkot

Kuopion Kuikkalammen päiväkotikohde oli Kiihdyttämön aikana jo toteutusvaiheessa. Rakennuksen odotetaan valmistuvan loppuvuodesta 2019 ja se on tarkoitus ottaa käyttöön alkuvuodesta 2020. Päiväkotirakennus on suunniteltu 156 hoitopaikalle (maksimissaan 192 lasta) ja sen viitesuunnitelman mukainen kerrosala on 2200 m² (bruttoala 2500 m²).

Päiväkodin hankesuunnitelmassa oli useita tavoitteita, jotka tukevat vähähiilisyyden ja kiertotalouden toteutumista (Taulukko 12):

- Tilojen yhteiskäyttö ja päiväkotitoiminnan ulkopuolinen käyttö huomioidaan salin ja oheistilojen suunnittelussa.
- Tilojen muunneltavuus huomioidaan.
- Kuopion KETS-sopimukseen (kuntien energiatehokkuussopimus) sitoudutaan.
- Uusiutuvan energian tuotantoa otetaan käyttöön.

Kuikkalammen päiväkodin rakennushankkeessa tavoitteena oli hyödyntää omaa uusiutuvan energian tuotantoa ja ympäristön energialähteitä. Päiväkodin tontti on hyvin soveltuva ympäristön energioiden hyödyntämiseen: kallioinen maaperä on otollinen maalämpöjärjestelmän asennukselle ja tontti avautuu etelä-lounaaseen, joten myös aurinkosähkön hyödyntäminen on luontevaa. Omalla aurinkosähköllä suunniteltiin katettavaksi noin 25–30 % rakennuksen vuotuisesta sähköenergian käytöstä. Päiväkotiin tulee huipputeholtaan 10,8 kW_p oleva järjestelmä, mutta raporttia kirjoitettaessa ei ole tiedossa, minkä

osuuden päiväkodin sähköenergiantarpeesta tämän on laskettu kattavan. 25–30% osuus omasta sähkönkulutuksesta vaikuttaisi korkealta järjestelmän kokoon nähden, mutta Kiihdyttämössä ei ole tehty omia laskelmia päiväkodin sähköenergian kulutuksesta tai -tuotannosta.

Taulukko 12. Kuikkalammen päiväkodin vähähiilisyys- ja kiertotalousnäkökohdat

Vähähiilisyys- / kiertotalousnäkökulma	Hyöty / vaikutus
Määräystasoa parempi energiatehokkuusluokka (tavoitteena B, sittemmin A)	Kuikkalammen päiväkodille tavoiteltiin silloista määräystasoa parempaa energiatehokkuusluokkaa B. Vuoden 2017 lakimuutosten jälkeen päiväkotikiinnitys saavutti rakennuslupavaiheessa energiatehokkuusluokan A. Tämä on parannus määräysten mukaiseen rakentamiseen ja pienentää rakennuksen käytönaikaisia päästöjä.
Oma aurinkoenergian tuotanto	<p>Pienentää päiväkodin tarvitsemää ostoenergiankulutusta. Todennäköisesti pienentää päiväkotirakennuksen elinkaarista hiilijalanjälkeä, mutta ei merkittävästi. (Länsirannan koulun tapauksessa arvioitiin, että oma aurinkosähkön tuotanto pienentää koulurakennuksen hiilijalanjälkeä n. 2 %.)</p> <p>Tuo energiajärjestelmään joustavuutta, mikäli oman tuotannon varastointi on tulevaisuudessa mahdollista.</p> <p>Edesauttaa liikenteen sähköistymistä, mikäli ylimääräistä omaa sähköntuotantoa käytetään sähköautojen lataukseen.</p> <p>Parantaa sopeutumista ilmastonmuutoksen vaikutuksiin, sillä itse tuotettua sähköä on tarjolla juuri kuumimpaan vuodenaikaan, jolloin rakennusten jäähdytystarve lisääntyy. Kuikkalammen tapauksessa jäähdytys hoituu maalämpöjärjestelmällä, joka tarvitsee sähköä. Aurinkosähkö täydentää hyvin tällaista järjestelmää, sillä aurinkoenergiaa on eniten saatavilla silloin, kun jäähdytystarvekin on suurin.</p>
Maalämmön hyödyntäminen	Ilmaston lämpeneminen lisää rakennusten jäähdytystarpeen kasvua. Tontin kallioperän hyödyntäminen jäähdytykseen on ilmaston kannalta hyvä ratkaisu. Jäähdytystarve on suurimmillaan, kun saatavilla on myös omaa aurinkosähkön tuotantoa, eli lämpöpumppuratkaisu ja aurinkosähkö tukevat hyvin toisiaan. Jäähdytettäessä lämpöä siirtyy rakennuksesta maaperään, joka puolestaan tukee lämpöpumpun talviaikaista käyttöä lämmitykseen.
Tilojen yhteiskäyttö ja muunneltavuus	<p>Päiväkotirakennusta on alusta alkaen suunniteltu myös ulkopuolinen käyttö huomioiden. Tilojen yhteiskäyttö päiväkodin aukioloaikojen ulkopuolella ei näkyisi nykyisen menetelmän mukaisessa hiilijalanjälkilaskennassa tai rakennuksen energiatehokkuuden vertailuluvussa (E-luku), sillä nämä perustuvat laskennalliseen (vakioituun) käyttöön. Vaikka iltakäyttö ei vaikuta hiilijalanjälki- tai energiatehokkuuslaskelmiin, se voi kuitenkin tuoda päästösäästöjä ainakin sen kautta, että vastaavia harrastus- tai liikuntatiloja ei tarvitse rakentaa erikseen. Tilojen monipuolinen käyttö on kierto- ja jakamistalouden kannalta suositeltavaa.</p> <p>Muuntojoustavuus voi lisätä koulurakennuksen elinikää, sillä muunneltavaksi suunniteltu rakennus pysyy tiloiltaan ajanmukaisena pidempään ja palvelee käyttäjiään erilaisissa tilanteissa. Uuden rakennuksen rakentamisella on aina päästövaikutuksia, joten rakennusten käyttöiän pidentäminen on tärkeää.</p>

Kallioperästä saatavaa lämmityksen tai jäähdytyksen mahdollisuutta selvitetään. Suunnittelun edessä päiväkotia päätettiin liittää kaukolämpöverkkoon, mutta päiväkotiin asennettiin myös maalämpöjärjestelmä sekä kesäaikaista jäähdyttämistä että talvikauden lämmitystä varten. Lopullisessa mitoituksessaan järjestelmän jäähdytysteho on 40 kW ja lämmitysteho 60 kW. Tilojen kesäaikainen jäähdyttäminen maalämmöllä on järkevää monestakin syystä: lämpöpumppujärjestelmällä jäähdyttäminen ei vaadi kovin runsaasti sähköä, ja jäähdyttämistä tarvitaan eniten aikana, jolloin myös omaa aurinkosähkön tuotantoa on saatavilla runsaimmin. Lisäksi jäähdyttäessä maaperään siirtyy rakennuksesta lämpöenergiaa, joka on hyödyksi lämmityskaudella.

Suunnitteluvaiheessa päiväkodille tavoiteltiin energiatehokkuusluokkaa B. Vuonna 2017 rakennusmääräyskokoelmassa tapahtui useita muutoksia, joiden seurauksena vanhojen määräysten mukaan energiatehokkuusluokka B:hen yltävä rakennus saa nykyisin pääsääntöisesti energiatehokkuusluokituksen A. Näin on tapahtunut myös Kuikkalammen päiväkodin tapauksessa: rakennuslupavaiheen energiatodistuksessa päiväkotia sijoituu energiatehokkuusluokkaan A. Päiväkodin E-luku eli laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku on $84 \text{ kWh}_E/\text{m}^2 \text{ a}$, eli 16 % pienempi kuin määräystaso edellyttää ($100 \text{ kWh}_E/\text{m}^2 \text{ a}$).

Kaiken kaikkiaan päiväkodissa on tehty vähähiilisyttä tukevia energiaratkaisuja, kuten hyödynnetty sekä maalämpöä että omaa aurinkosähkön tuotantoa. Näillä keinoilla sekä muillakin energiatehokkuuksella ratkaisulla (esimerkiksi energiatehokkaat ikkunat, lämmitysjärjestelmien tarpeenmukainen säätö, ilmanvaihdon tehokas lämmöntalteenotto) päiväkodista on rakennuslupavaiheen energiatodistuksen mukaan tulossa energiatehokkuusluokan A rakennus. Päiväkodin käyttöönoton jälkeen rakennuksen toimintaa olisi kiinnostavaa seurata ja selvittää, kuinka suuren määrän päiväkodin sähkönkulutuksesta oma aurinkosähkön tuotanto kattaa, ja paljonko lämpöenergian tarpeesta saadaan maalämmöstä.

Kiihdyttämässä ei tehty elinkaarista hiilijalanjälkitarkastelua Kuikkalammen päiväkodille, vaan päiväkodin osalta keskityttiin tarkastelemaan ennen kaikkea aurinkoenergian tuotannon ja energiatehokkuuden näkökulmaa. Päiväkotirakennuksen elinkaarista hiilijalanjälkeä ja muita elinkaarisia ympäristövaikutuksia on arvioinut esimerkiksi Vares ym. (2010). Vares ym. selvittivät tutkimuksessaan mm. kaukolämpö- ja maalämpöratkaisujen vaikutusta päiväkodin elinkaariseen hiilijalanjälkeen ja saivat tulokseksi, että maalämpöratkaisu pienensi rakennuksen käytönaikaisia päästöjä elinkaaren aikana noin 33 %²⁴. Maalämmön käyttö huomattiin myös Länsirannan koulun tarkastelussa tehokkaimmaksi tavaksi pienentää koulurakennuksen hiilijalanjälkeä (alaluku 3.2), ja tulos on todennäköisesti yleistettävissä myös päiväkotirakennuksiin. Päätös käyttää Kuikkalammessa maalämpöä kaukolämmön rinnalla tukee vähähiilisyden tavoitteiden toteutumista.

3.7.2 Aiempaa tutkimusta aiheesta: Luhtaan päiväkotia

Kuikkalammen päiväkodin hankesuunnitelmassa mainitaan referenssi kohteena Tampereelle vuonna 2012 valmistunut Luhtaan päiväkotia. Luhtaan päiväkodista ja ennen kaikkea sen energiaratkaisuista on olemassa aiempaa tutkimustietoa, jota esitellään tässä taustana Kuikkalammen päiväkodin käsittelylle.

Puurakenteinen Luhtaan päiväkotia oli yksi Tampereen Tilakeskuksen matalaenergiarakentamisen piloteista. Valmistuessaan se oli myös Suomen ensimmäinen passiivitaso päiväkotirakennus. Puurakenteen ja hyvän lämmöneristyksen lisäksi eräs päiväkodin matalaenergiaratkaisusta on se, että päiväkodissa hyödynnetään omaa aurinkoenergian tuotantoa. Päiväkodin aurinkoenergiajärjestelmä on pinta-alaltaan 144 m^2 ja huipputeholtaan vastaa 22 kW_p .

Luhtaan päiväkodin aurinkosähköjärjestelmää ja muita energiaratkaisuja on tutkittu vuosina 2015–2017 EU-rahoitteisessa COMBI-hankkeessa (”Comprehensive development of nearly zero energy mu-

²⁴ Ero oli pienempi, mikäli talvikauden sähkö oletettiin tuotettavaksi hiililauhteella, mutta tämä ei ole nykyään relevantti oletus. Oman aurinkosähkön tuotannon vaikutusta hiilijalanjälkeen ei arvioitu kyseisessä tutkimuksessa, eivätkä aurinkosähköasennukset olleet vuonna 2010 palvelurakennuksissa yhtä tavallisia kuin nykyään.

nicipal buildings”). Kiihdyttämön tutkijat kävivät Kuopiossa kertomassa COMBI-hankkeen tuloksista, erityisesti liittyen Luhtaan päiväkotiin ja tutkimuksiin Sankelo 2016 ja Sankelo ym. 2019.

COMBI-hankkeessa tarkasteltiin omaa aurinkoenergian tuotantoa kolmessa tapauskohteessa Tampereella: 1) Luhtaan päiväkoti, 2) uusi koulu (Vehmainen) ja 3) peruskorjattava vanhainkoti (Koukkuniemen Jukola-talo). Energiamallinnuksen tuloksena todettiin, että omalla aurinkosähkön tuotannolla voitiin pienentää päiväkodin kokonaisenergiankulutusta merkittävästi, valitusta asennusalasta sekä tarkasteltavasta päälämmitysjärjestelmästä riippuen jopa noin 30–38%. Elinkaarikustannuksia ajatellen oma aurinkoenergian tuotanto osoittautui kuitenkin taloudellisesti kannattavaksi lähinnä vanhainkodissa, jossa asutaan ja kulutetaan sähköä ympäri vuoden. Päiväkotien ja koulujen osalta aurinkosähkön taloudellinen kannattavuus heikentyy, jos rakennus on kiinni kesäkauden. Päiväkotien osalta näin ei välttämättä ole, mutta tutkimuksessa mallinnettiin Luhtaan päiväkodille kesätauko. Mikäli Luhtaan päiväkotia tarkasteltiin vain mallinnetun kulutuksen perusteella, vaikutti siltä, että oma aurinkoenergian tuotanto ei olisi rahallisesti kannattava investointi päiväkodissa. (Sankelo 2016.)

Johtopäätös kuitenkin muuttui, mikäli mallinnetun energiankulutuksen sijasta tarkasteltiin Luhtaan päiväkodissa toteutunutta sähkönkulutusta. Kun oikeita kulutusmittauksia vietiin lähtötiedoiksi rakennusmalliin, kävi ilmi, että toteutuneen kulutuksen kanssa tarkasteltuna aurinkosähkö paitsi pienentää energiankulutusta niin tuo kunnalle säästöä. Tapauksessa, jossa Luhtaan päiväkoti lämpiää kaukolämmöllä – kuten tosiasiaassa onkin – kustannusoptimaaliseksi paneelien asennusalaksi saatiin noin 20 kW_p. Tämän kokoisella asennuksella päiväkodin kokonaisenergiankulutus laski noin 10 % ja samalla järjestelmän rahallinen tuotto oli suurimmillaan (elinkaarituotto n. 1,6 €/m² eli koko päiväkodille noin 2300€ 20 vuoden ajalla). Aurinkosähköjärjestelmän kokoa ei tarvitse mitoittaa vain juuri kyseisen järjestelmän tuomaa suurinta mahdollista rahallista tuottoa ajatellen, sillä kokonaiskuvassa ilmastonmuutoksen hillitseminen on välttämätöntä. Päiväkodin aurinkosähköjärjestelmän voi siis mitoittaa myös kustannusoptimaalista kokoa suuremmaksi, jos tavoitellaan erityisen energiatehokasta rakennusta, ja etenkin mikäli halutaan varautua esimerkiksi sähköautojen lataamiseen tai mahdolliseen sähkön varastointiin rakennuksessa. Kustannusoptimi on kuitenkin hyvä tietää siksi, että missään tapauksessa uuden rakennuksen aurinkosähköjärjestelmää ei kannata mitoittaa ainakaan kustannusoptimia *pienemmäksi*: muutenhan säästetään vähemmän energiaa ja vähemmän rahaa. (Sankelo 2016.)

Luhtaan kaltaiselle päiväkodille (lämmitetty pinta-ala 1438 m², 120 lasta) näyttäisi siis soveltuvan hyvin noin 20 kW_p tai sitä suurempi järjestelmä. Päiväkodin aurinkosähköjärjestelmä on tätä kokoluokkaa (22 kW_p), eli sen mitoitus on ollut tosiasialliseen käyttöön nähden ilmeisen onnistunut. Saman kokoluokan järjestelmiä asennetaan uusiin päiväkotirakennuksiin esimerkiksi Helsingissä, jossa päiväkoti Yliskylään on tullut 25 kW_p järjestelmä vuonna 2018 ja päiväkoti Neulaseen tulossa 23 kW_p järjestelmä vuonna 2019. Vaikka Kuikkalammen järjestelmän koko on 10,8 kW_p ja päiväkoti on Luhtaan päiväkotia suurempi (156 vs. 120 lasta), voidaan miettiä, olisiko myös Kuikkalammen päiväkotiin asennettu järjestelmä mahdollisesti kannattanut mitoittaa vieläkin suuremmaksi. Toisaalta mikäli päiväkodin katon on suunniteltu riittävästi asennuspinta-alaa, paneeleja voidaan asentaa lisää myöhemminkin. Erityisesti jos päiväkotia pidetään kesäaikaan auki, on hyvä seurata päiväkodin sähkönkulutusta ja arvioida, olisiko oman aurinkosähköjärjestelmän laajentaminen kustannustehokas vaihtoehto. On hyvä myös tarkkailla, onko päiväkodin toteutunut sähkönkulutus jostain syystä suurempi kuin suunniteltu sähkönkulutus: jos näin on, tulee oma aurinkosähkö edelleen kannattavammaksi.

Luhtaan päiväkodin osalta voi todeta, että aiemmassa tutkimuksessa (Nyman 2016) selvitettiin, mikä olisi ollut kyseiselle päiväkotirakennukselle kustannusoptimaalinen lämmitysmuoto. Lämmitysmuodoista tarkasteltiin kaukolämpöä, puupellettilämmitystä, maalämpöpumppua ja ilma-vesilämpöpumppua. Tutkimuksen tulos oli, että maalämpöpumppu ja lisälämmitysjärjestelmänä suora sähkölämmitys oli päiväkodille sekä energia- että kustannustehokkain lämmitysvaihtoehto.

4 Kiihdyttämön tuloksia: Liikenteen, liikkumisen ja kaupunkisuunnittelun hankinnat

Kaupungistumisen jatkuessa nopeana kunnilla on keskeinen rooli ilmastonmuutoksen hillinnässä ja kiertotalouden edistämässä. Kunnat ovat avainasemassa erityisesti puhtaan teknologian ratkaisujen käyttöönotossa rakennetussa ympäristössä, kuten liikenteen ja kaupunkitekniisten järjestelmien kehittämisessä.

Vähähiilisyiden ja kiertotalouden edistäminen kunnissa ja kaupunkiseuduilla edellyttää siirtymistä keuilujen tasolta koko systeemitason muutokseen, mikä vaatii kunta- ja organisaatorajat ylittävää yhteistyötä. Esimerkiksi liikkumisen ratkaisut ja uudet kulkutapatottumukset voivat levitä organisaatio- ja kuntarajat ylittävien investointien kautta nopeammin kuin yksittäisten pienempien hankkeiden kautta.

Liikenne aiheuttaa noin viidenneksen Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan (KAISU) tavoitteena on pudottaa liikenteen päästöt puoleen vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2005 tilanteeseen. Tieliikenteen päästöjä vähennetään korvaamalla fossiilisia polttoaineita uusiutuvilla ja vähäpäästöisillä käyttövoimaratkaisuihin sekä parantamalla ajoneuvojen ja liikennejärjestelmän energiatehokkuutta ja latausinfrastruktuuria. Erilaisilla jakamistalouden ratkaisuihin sekä kyytien ja kuljetusten yhdistelyillä voidaan tehostaa autokannan käyttöä. Näitä toimia voidaan merkittävästi edistää julkisten hankintojen avulla.

Tässä luvussa kuvataan keskeiset näkökohdat Kiihdyttämössä mukana olleista vähähiilisen liikkumisen hankinnoista ja kiertotalouskorttelikilpailutuksesta.

4.1 Yhteishankinnoilla vauhtia vähähiiliseen liikenteeseen

4.1.1 Sähkö- ja kaasuautojen yhteishankinta

Suomessa tavoitellaan vuoteen 2030 mennessä vähintään 250 000 sähköautoa ja 50 000 kaasuautoa. Sähkö- ja kaasuautot ovat käyttökustannuksiltaan edullisimmat vaihtoehdot ja vihreää sähköä tai biokaasua käytettäessä ne ovat myös pienipäästöisimmät vaihtoehdot. Biokaasu tuotetaan kotimaisista jätteistä Suomessa. Suomessa käytettävä sähkö tuotetaan pääosin Suomessa ja vuosi vuodelta pienemmin päästöin. On arvioitu, että erityisesti jatkossa sähköautot voivat isojen akkujensa ansiosta osallistua päästöjen vähentämiseen myös tasaamalla sähköverkon kulutuspiikkejä.

Kiihdyttämön osana käynnistettiin sähkö- ja kaasukäyttöisten henkilö- ja pakettiautojen kilpailutus, joka kattaa ajoneuvojen ostohinnat. Valmiiksi kilpailutettu ajoneuvojen perusvalikoima toimitusehtoineen tarjoaa vaivattoman mahdollisuuden uusiutuvan energian käyttöön liikenteessä. Hankintaan sitoutuvat organisaatiot pääsevät vaikuttamaan siihen, minkälaisia ominaisuuksia ja varustelua hankittavilta ajoneuvoilta vaaditaan. Yhteiskilpailutuksella saadaan hankintaan selkeää hinta- ja prosessisäästöä ja asiakas voi käyttää eri vaihtoehtoja ajoneuvohankintojen rahoittamiseen.

Kilpailutus toteutettiin KL-Kuntahankintojen ja SYKEN yhteistyönä. Kiihdyttämö osallistui erityisesti asiakashankintaan sekä tiedottamiseen ja KL-Kuntahankinnat vastasi markkinavuoropuhelusta ja kilpailutuksesta sekä sopimuksen aikaisesta sopimushallinnasta. Tarjouspyyntö julkaistiin toukokuussa 2019 ja siihen saatiin monia tarjouksia. Sopimukset allekirjoitettiin syyskuussa ja ensimmäisten ajoneuvojen toimitusten arvioidaan toteutuvan vuoden 2020 puolella. Arvioitu autotoimitusten kokonaisvo-lyymi neljän (2+2) vuoden ajalle on noin 10 miljoonaa euroa.

Valtion virastot, kunnat ja muut julkiset laitokset ovat toistaiseksi tilanneet vähäpäästöisiä autoja varovaisesti. Toisaalta EU-direktiivien kiristyminen ja tekniikan kehittyminen lisää todennäköisesti kiinnostusta sellaisten hankkimiseen. Yksi selkeä havaittu ongelma on tiedon puute esimerkiksi sähköautojen nykyisistä ominaisuuksista. Myös hinnat on koettu kalliiksi. Jatkuva markkinointi on välttämätöntä, jotta vähäpäästöisten autojen osuus saadaan julkisella sektorilla lisääntymään. Yhteiskilpailutus on tärkeä keino vauhdittaa vähähiilistä liikennettä.

4.1.2 Sähköautojen latausasemien yhteishankinta

KL-Kuntahankinnat kilpailutti yhteistyössä Suomen ympäristökeskuksen kanssa myös sähköautojen latausasemat. Kilpailutus kattoi ostohinnat sähköautojen latauspisteille sekä soveltuvin osin huolto-, päivitys-, etätuki- ja laskutuspalvelut. Latauspisteet jaettiin kahteen teholuokkaan: peruslatauspisteisiin (22 kW vaihtosähkö, type 2, latausaika noin 1,5-3 tuntia) sekä pikalatauspisteisiin (50 kW tasasähkö, CCS Combo ja CHAdeMO, latausaika noin 30 min).

Valmiiksi kilpailutettu latausasemien perusvalikoima toimitusehtoineen tarjoaa helpon mahdollisuuden uusiutuvan energian käyttöön liikenteessä. Hankintaan sitoutuvat organisaatiot pääsivät vaikuttamaan siihen minkälaisia ominaisuuksia ja varustelua hankittavilta latausasemilta vaaditaan.

Hankinta tukee julkisen sektorin suunnannäyttäjän roolia päästövähennyksissä. Suomessa käytettävä sähkö tuotetaan pääosin Suomessa ja vuosi vuodelta pienemmin päästöin. Sähköautot voivat osallistua päästöjen vähentämiseen myös tasaamalla sähköverkon kulutuspiikkejä. Asettamalla sähköautojen (puolinopea tai pika-) latauspiste julkiseen käyttöön, voidaan sille saada valtiolta 30-45 %:n investointituki. Julkisessa käytössä latauspiste lisää organisaation sekä alueen vetovoimaa ja voi kattaa kuluja latauksesta syntyvillä tuotoilla.

Sähköautojen latausasemien sopimuskausi alkoi 28.6.2019 ja jatkuu 27.6.2021 saakka. Lisäksi sopimuksessa on mahdollisuus kahteen optiovuoteen. Kesän 2019 aikana tilauksia on jo tullut ja joitain asemia on jo asennettu ja käytettykin. Kiinnostus on jatkuvasti kasvamassa ja asiakkaat seuraavat tilannetta ja ovat valmiudessa lisätilauksiin kysynnän kasvaessa. Hankinnan arvioitu kokonaissuuruus on noin 10 miljoonaa euroa eli sama kuin sähkö- ja kaasuautojen hankinnassa. Hankinta huomioitiin laajasti mediassa.²⁵

Latauspisteiden hankintaan pääsevät tässä vaiheessa mukaan ainoastaan ennakkoon ilmoittautuneet asiakkaat. Latauspisteiden hankintaan suunnattu Lataustuki.fi tuen loppuminen osui juuri elokuulle, eli tämän hankinnan asiakkaat eivät ehtineet mukaan, joitain poikkeuksia lukuun ottamatta. Tukea latauspisteiden hankintaan saa edelleen Aralta sekä Energiavirastolta. Energiaviraston tuki poikkeaa hieman totutusta ja on joissain yhteyksissä koettu hieman kankeahkoksi. Energiaviraston tuki on myös kilpailuluonteensa vuoksi epävarma, mikä saa monet tahot harkitsemaan tuen hakemista entistä kriittisemmin.

Sekä sähköautojen että latauspisteiden hankintojen valmistelua on selkeästi viivästyttänyt se, että kyse on uudesta toimialasta, jolla ei ole vielä totuttu julkisiin hankintoihin. Toisaalta yhteishankinnat ovat olleet erittäin tärkeitä prosesseja toimintamallien kehittämiseksi. Kuntien ja muiden julkisten toimijoiden on tämän jälkeen helppo tehdä autoihin ja niiden lataukseen liittyviä hankintoja, kun pelisäännöt ovat selkiytyneet. Myös alan tekniikan jatkuva ja nopea kehitys samoin kuin edellä mainitut EU-direktiivien kiristymiset helpottavat varmasti jatkossa myös latauspisteiden hankintaa.

²⁵ Talouselämä: <https://www.talouselama.fi/uutiset/yli-60-kuntaa-aikoo-hankkia-uusia-sahkoautojen-latausasemia-jaossa-on-satojatuhansia-euroja-tukirahaa/718322b7-e4d4-4ff0-b527-121c74aaba>
Kauppalehti: <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/lisaa-latinkia-kymmenet-kunnat-aikovat-rakentaa-uusia-sahkoautojen-latausasemia/075069e8-88da-4830-b92e-4945a90c86e7>
MTV3: <https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/kymmenet-kunnat-villiintyivat-sahkoautojen-latauspisteista-asemien-maara-lisaantyy-suomessa-sadoilla/7474960#gs.nv3bxe>
Autotoday: <https://autotoday.fi/kunnat-lisaavat-sahkoautojen-latauspisteita-satoja-uusia-latauspisteita-virran-verkoston/>

4.2 Yhteiskäyttöautoja Jyväskylään

Kuntien yhteiskäyttöautojen määrä on kasvanut viime vuosina. Autot hankitaan yleensä palveluna, mikä vähentää auton omistamisen tarvetta. Ajatuksena on pienentää kuntien käytössä olevaa autokantaa, tehostaa autoresurssien käyttöä, edesauttaa puhtaampien teknologioiden käyttöönottoa sekä mahdollistaa kuntalaisille liikkuminen yhteiskäyttöautoilla iltaisin ja viikonloppuisin. Tavoitteena on, että joukkoliikenne ja yhteiskäyttöautot saadaan toimivaksi kokonaisuudeksi, jolloin autoa ei tarvitse omistaa. Autot pyritään sijoittamaan niin, että ne ovat mahdollisimman helposti saavutettavissa sekä kunnan työntekijöiden työajoihin että kuntalaisten käyttöön.

Kuntien yhteiskäyttöautot ovat useimmiten puhtaamman teknologian autoja, eli biokaasuautoja, sähköautoja tai ladattavia hybridejä. Autoista koituvien suorien päästövähennysten ohella kuntien tarjoamat puhtaamman teknologian autot toimivat asukkaille matalan kynnyksen mahdollisuutena tutustua sähkö- ja kaasuautoihin. Tätä myötä kuntien esimerkki edesauttaa sekä puhtaamman teknologian yleistymistä että käyttäjien tottumista kestävien liikkumispalvelujen käyttöön ja kannustaa esimerkiksi perheiden kakkosautojen korvaamiseen yhteiskäyttöisillä autoilla. Yhteiskäyttöautojen on havaittu pienentävän kokonaisuudessaan autolla liikuttuja kilometrejä (Peltomaa 2019). Kestävää yhteiskäyttöautopalvelua rakennettaessa kunnilla onkin keskeinen rooli erityisesti autojen pysäköinnin ja muuhun liikennejärjestelmään liittymisen edistäjänä. Tämä koskee niin kuntien omia yhteiskäyttöautoja kuin kunnissa toimivien palveluntarjoajien toiminnan mahdollistamista.

Jyväskylä on suunnitellut 5–10 yhteiskäyttöauton hankkimista palveluna, jolloin autot voisivat olla kaupungin työntekijöiden käytössä virka-aikaan ja muina aikoina asukkaiden vuokrattavissa. Erityisenä tavoitteena on vähentää kunnan työntekijöiden tarvetta kulkea omilla autoilla töihin työpäivän aikana hoidettavien työtehtävien takia. Autot olisivat virka-ajan ulkopuolella myös kaupunkilaisten käytössä. Kaupungin eri toimialoilla on nyt omassa käytössään noin 60 leasing-autoa, mutta nämä autot eivät ole työntekijöiden käytössä yli toimialarajojen eikä niiden vuokraus ulkopuolisille virka-ajan ulkopuolella ole mahdollista. Yhteiskäyttöautot tulisivat aluksi hallintokortteliin, jossa on noin 500 työntekijää, mutta voisivat levitä laajemmallekin. Kaupungilla on yhteensä noin 7000 työntekijää.

Jyväskylän kaupunki jatkaa keskustelua yhteiskäyttöautojen hankinnasta. Kiihdyttämön tiimoilta Jyväskylässä järjestettiin syksyllä 2019 keskeisille päätöksentekijöille tilaisuus, jossa pohdittiin Jyväskylään parhaiten sopivaa mallia autojen kustannusten jakamisesta kaupungin organisaation sisällä. Lisäksi kaupungin yhteiskäyttöautojen kestävä järjestämistä ja etuja esiteltiin kaupungin työntekijöille ja kaupunkilaisille Liikkujan viikon tapahtumissa.

Jyväskylän Kankaan alueelle rakentuvassa kaupunginosassa on alueen kehittämishankkeen puitteissa otettu käyttöön vuoden 2018 lopussa kaksi yhteiskäyttöistä biokaasuautoa. Palvelun tuottaa yhteiskäyttöautoja tarjoaja Omago Oy. Kiihdyttämö ei ollut suoraan mukana palvelun rakentamisessa, mutta yhteiskäyttöautoista tarjottu tieto on ollut edesauttamassa Jyväskylän kaupungin strategian fiksun arki-liikkumisen teemaa ja palvelun järjestämisen erilaisten vaihtoehtojen kartoittamista.

4.3 Kiertotalouskorttelin suunnittelukilpailu

Vaasa kilpailuttaa Ravilaakson tulevalta asuinalueelta jaettavan korttelin tontin suunnittelu- ja tontinluovutuskilpailuun kiertotalusteemalla. Kyseessä on kaksiosainen kilpailu, jonka ensimmäisen vaiheen tavoitteena on kiertotalouskorttelin konseptin luonti. Kilpailun toisessa vaiheessa valittu kilpailijaryhmä järjestää arkkitehtikilpailun. Kilpailuasiakirjojen laatimista varten Kiihdyttämössä tehtiin selvitys siitä, mitä kiertotalous ja vähähiilisyys tarkoittavat kestävässä kaupunkisuunnittelussa (Karjalainen ym. 2019). Selvitystä käytettiin pohjana kilpailuohjelman luonnostelemisessa.

4.3.1 Vähähiilisyys ja kiertotalous kaupunkisuunnittelussa

Tarkastelussa jäsennetään kestävästä kaupunkisuunnittelusta vähähiilisyys ja kiertotalouden toimenpiteiden kautta. Siinä vähähiilisyys ja kiertotalous luovat puitteet kestäväälle kaupunkisuunnittelulle, joka pyrkii minimoimaan rakennetun ympäristön tuottamia negatiivisia ympäristövaikutuksia huomioiden samalla ympäristön asettamia haasteita rakennetulle ympäristölle. Niiden pohjalta esitellään yksityiskohtaisia toimenpiteitä rakennetun ympäristön elinkaaren läpileikkaavasti.

Kestävä kaupunkisuunnittelu edellyttää sosiaalisten, taloudellisten sekä ekologisten ulottuvuuksien kokonaisvaltaista yhteensovittamista kaupunkialueilla. Kestävään kaupunkikehitykseen katsotaan kuuluvaksi (Wheeler 2000; Naess 2001 ; Agudelo-Vera ym. 2011; Li ym. 2017):

- Tiivis kaupunkimuoto
- Avoimen tilan ja ekosysteemien suojelu
- Vähentynyt yksityisautoilu
- Vähentyneet päästöt ja jätemäärät, sekä vähentynyt energiankulutus
- Materiaalien kierrätys ja uudelleenkäyttö, sekä terveelliset ja paikalliset materiaalit
- Viihtyisät ja yhteisölliset naapurustot ja alueet
- Kohtuuhintainen asuminen
- Tasa-arvo, oikeudenmukaisuus ja terveys kaupunkitilassa
- Paikallisen talouden elinvoimaisuus.

Vähähiilisyys- ja kiertotalousratkaisujen varmistamiseksi näkökulmat tulee kytkeä kaupunkiympäristön suunnitteluun jo alkuvaiheessa. Korttelitason kannalta vähähiilisyys ja kiertotalouden toimenpiteitä on mielekästä yhdistää, sillä monet toimista menevät luonnostaankin päällekkäin ja tukevat toisiaan. Toimia yhdistävä kehys (Taulukko 13) tarjoaa pohjan monipuoliselle käytölle suunnittelussa. Kehys on jäsennetty sektoreiksi, jotka ovat korttelitasolla keskeisimpiä.

Taulukko 13. Vähähiilisuuden ja kiertotalouden keskeiset toimenpiteet kaupunkiympäristössä.

Toiminto	Vähähiilisuuden keskeiset toimenpiteet	Kiertotalouden keskeiset toimenpiteet
Energia	<ul style="list-style-type: none"> • Uusiutuvan energian (paikallis)tuotanto ja käyttö • Energiatohokkuus ja energiankulutuksen lasku 	<ul style="list-style-type: none"> • Uusiutuvan energian (paikallis)tuotanto, jakelu ja käyttö • Energiatohokkuus ja energiankulutuksen lasku • Energiainnovaatiot, mm. jätteiden ja jätevesien hyödyntäminen biokaasun ja lämmön tuotannossa
Asuminen ja rakennukset	<ul style="list-style-type: none"> • Rakennusten energiatohokkuus • Energiasaneeraus • Huolto ja kunnossapito • Materiaalien tuotannon päästöt, kuljetustarve ja hiilinielun mahdollisuus • Materiaali ja –resurssitohokkuus • Tekniset ratkaisut luonnonvalon, luonnollisen viilennyksen ja lämmönkeräyksen osalta • Rakentamisvaiheen päästöt • Rakenteiden pitkäikäisyys • Muuntojoustavuus ja materiaalien uusiokäyttö 	<ul style="list-style-type: none"> • ”Rakennetaan purettavaksi” - ajatus rakennuksesta materiaalipankkina • Materiaalien tuotannon päästöt, kuljetustarve ja hiilinielun mahdollisuus • Materiaalien kierrätys ja uusiokäyttö • Materiaali ja –resurssitohokkuus • Tekniset ratkaisut luonnonvalon, luonnollisen viilennyksen ja lämmönkeräyksen osalta • Rakennusten energiatohokkuus • Rakentamisvaiheen päästöt ja rakennusjätteen synnyn minimoiminen • Purkamisen ja uudelleenkäyttö • Huolto ja kunnossapito • Rakenteiden pitkäikäisyys • Muuntojoustavuus • Kiertotalouden mahdollistavat rakenteet ja yhteiskäyttötilat • Jakamistalouden palvelut ja alustat

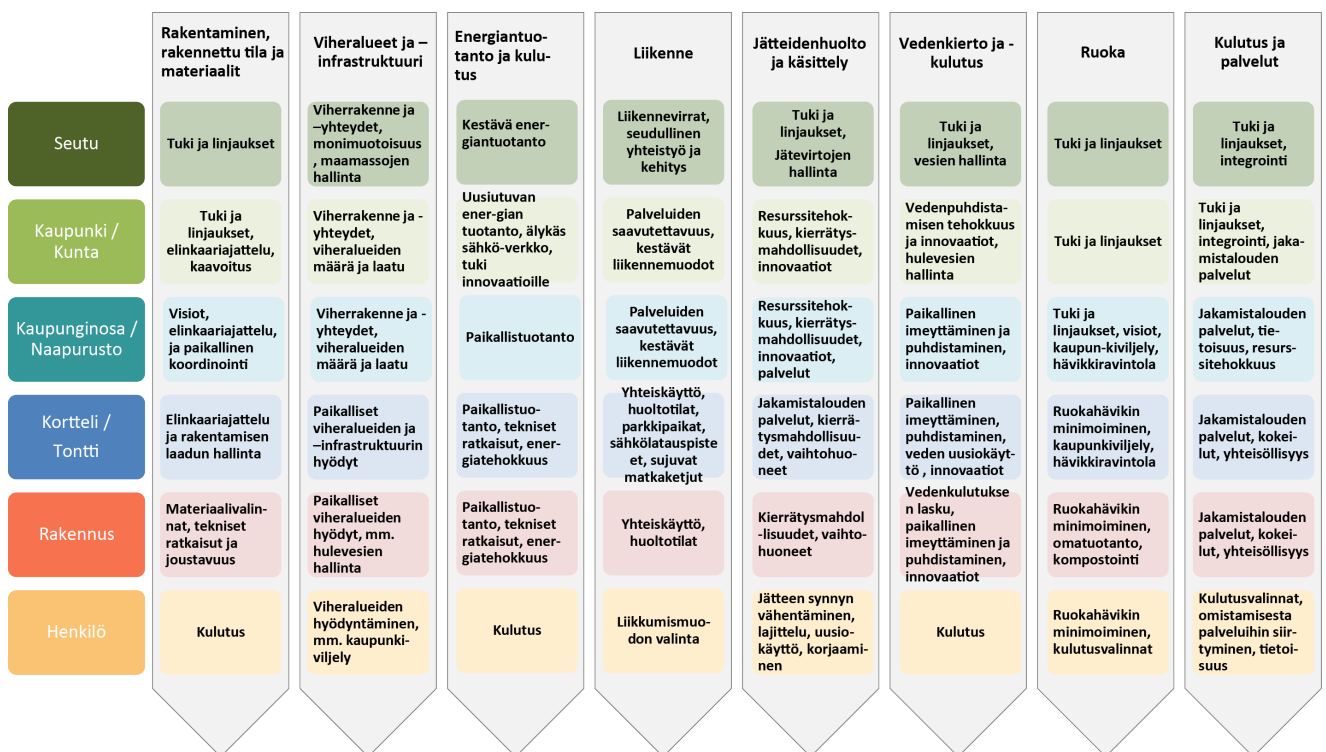
Liikenne	<ul style="list-style-type: none"> • Yksityisautoilun vähentäminen • Joukkoliikenne, pyöräily ja kävely priorisoidaan • Uusiutuvat ja vähäpäästöiset polttoaineet • Liikennevirtojen minimoiminen ja tehostaminen paikallisen yhdistämisen ja keskittämisen kautta erityisesti logistiikassa 	<ul style="list-style-type: none"> • Uusiutuvat ja vähäpäästöiset polttoaineet • Autojen yhteiskäyttö • Pyörien yhteiskäyttö • Liikennevirtojen minimoiminen ja tehostaminen paikallisen yhdistämisen ja keskittämisen kautta erityisesti logistiikassa
Jätteet	<ul style="list-style-type: none"> • Syntyvän jätteen määrän vähentäminen • Lajittelu ja kierrätys • Uusiokäyttö • Jatkojalostus, mm. kompostimullaksi, lämmöksi, biopolttoaineeksi ja lannoitteiksi 	<ul style="list-style-type: none"> • Syntyvän jätteen määrän vähentäminen • Lajittelu ja kierrätys • Uusiokäyttö • Jatkojalostus, mm. kompostimullaksi, lämmöksi, biopolttoaineeksi ja lannoitteiksi • Jakamistalouden palveluiden hyödyntäminen uusiokäytössä ja kierrätyksessä • Korjaaminen
Vesi	<ul style="list-style-type: none"> • Veden kulutuksen lasku • Paikallinen imeyttäminen • Harmaan veden hyödyntäminen ja uudelleenkäyttö • Veden kierrätys • Veden puhdistamisen tehokkuus ja yhdistetty lämmöntuotanto mädätyksen avulla 	<ul style="list-style-type: none"> • Veden kulutuksen lasku • Paikallinen imeyttäminen • Veden kierrätys ja uusiokäyttö • Veden puhdistamisen tehokkuus ja yhdistetty lämmöntuotanto mädätyksen avulla • Virtsan ja mustien vesien erilliskeräys ja jatkojalostus • Ravinteiden talteenotto ja jatkojalostus mm. lannoitteiksi
Ruoka	<ul style="list-style-type: none"> • Lähiruoan suosiminen ja paikallinen omatuotanto (kaupunkiviljely) • Kasvisruoan suosiminen • Ruokahävikin minimoiminen 	<ul style="list-style-type: none"> • Lähiruoan suosiminen ja paikallinen omatuotanto (kaupunkiviljely) • Kasvisruoan suosiminen • Ruokahävikin minimoiminen • Hävikkiruoan hyödyntäminen mm. ravintoloissa
Kulutus	<ul style="list-style-type: none"> • Yhteiset hankinnat ja yhteiskäyttö • Turhien hankintojen ja kertakäyttöisyyden välttäminen • Uudelleenkäyttö 	<ul style="list-style-type: none"> • Yhteiset hankinnat ja yhteiskäyttö • Turhien hankintojen ja kertakäyttöisyyden välttäminen • Uudelleenkäyttö • Jakamistalous ja -palvelut • Korjaamisen palvelut
Hiilinielut	<ul style="list-style-type: none"> • Hiilen sitoutuminen viheralueilla kasvillisuuteen ja maaperään • Puurakentamisen ja luonnonmateriaalien suosiminen 	

4.3.2 Toimenpiteiden vaikuttavuus ja skaalautuvuus

Toimenpiteiden valinnan ja vaikuttavuuden kannalta on tärkeää huomioida toimintataso. Ravilaakson kiertotalouskorttelin osalta toimenpiteitä sovelletaan vain yhteen kortteliin, mikä rajoittaa huomattavasti kiertotalouden toimien vaikuttavuutta (Kuva 12). Sen sijaan vähähiilisyyden toimenpiteitä on yksinkertaisempaa soveltaa myös kortteli- tai rakennuskohtaisesti saaden aikaan vaikuttavuutta. Kiertotalouden kannalta moninaiset ja laaja-alaiset toimijat on tärkeä saattaa yhteen, jotta eri kiertojen suhteen voidaan löytää uusia yhteyksiä ja käyttötarkoituksia.

Korttelitasolla keskeisiksi vaikutuskeinoiksi nousevat materiaali- ja resurssitehokkuus, uusiutuvan energian tuotanto, hiilen sidonta, viheralueiden ja –infrastruktuurin paikalliset hyödyt, energian- ja veden kulutuksen lasku, jätteiden synnyn ehkäisy ja tehokas kierrätys- ja uusiokäyttäjärjestelmä, sekä jakamistalouden yhteiskäyttöratkaisut. Living lab –kokeilut tukevat innovatiivista ja rohkeaa otetta kiertotalouden ja vähähiilisyysn toimii. Niin korttelissa kuin rakentuvalla Ravilaakson alueellakin tulee huomioida ekologisesti kestävä kaupunkirakenteen ja toimintojen integrointi osaksi suunnittelua ja asukkaiden arkea, sekä pyrkiä laajentamaan Kiertotalouskorttelin esimerkillisiä toimia ja Living lab –kokeilujen onnistumisia laajemmalla tasolla.

Vaikka kilpailutettavan korttelin suhteen kiertotalous on valittu keskiöön, tukevat useat vähähiilisyysn toimet myös kiertotalouden konseptia ja pienentävät ympäristövaikutuksia. Luvussa 4.3.1 tunnistetut toimenpiteet muodostavat yhdessä yleispätevän ja kattavan kehyksen kestäväälle kaupunkisuunnittelulle, jonka toimia voidaan skaalata korttelitasolta ylöspäin Ravilaakson alueen kehittyessä. Lisäksi erilaisia jakamistalouden palveluita voidaan laajentaa jatkossa vaikka koko kaupungin kattaviksi.



Kuva 12. Vähähiilisyysn ja kiertotalouden analyysikehikko kiertotalouskorttelikilpailutuksessa.

4.3.3 Keskeiset tavoitteet kilpailuohjelmalle

Korttelin kilpailutuksen keskeisenä tavoitteena on kiertotalouden toimenpiteiden huomioiminen siten, että myös vähähiilisyys sisällytetään osaksi kilpailun vaatimuksia ja kriteerejä. Korttelin ympäristövaikutuksia tulee tarkastella sen koko elinkaaren ajalta. Kilpailuohjelmassa on olennaista painottaa, että suunnitelmia arvioidaan materiaalivalintojen, rakentamisvaiheen, käyttövaiheen, sekä purkuvaiheen osalta. Kilpailuohjelman kriteereihin on tärkeää sisällyttää muuntojoustavuus, korjaustarpeiden ja rakenteiden pitkäikäisyyden huomioiminen suunnittelun yhteydessä, sekä yhteiskunnallisiin rakennemuutoksiin ja ympäristöhaasteisiin varautuminen ja sopeutuminen.

Kiertotalouden kannalta yhteisöllisyys ja alustojen luominen jakamistalouden palveluille ovat keskeisessä roolissa. Yhteiskäyttöön pohjautuvia ratkaisuja tulee painottaa korttelin suunnittelussa. Kiertotaloutta palvelevia toimia ovat esimerkiksi korjaamis-, kunnostus- ja kierrätyspalvelut tai hävikkiruoka-

ravintola. Lisäksi tilojen yhteiskäyttö, kaupunkiverstas-tyyppiset palvelut, sekä yhdessä asukkaiden kesken toteutettava kaupunkiviljelyalue ovat toivottavia ratkaisuja.

Toimenpiteiden toteutumisen kannalta on saavutettava asukkaiden ja alueen toimijoiden tuki. Vahva yhteisöllisyys, osallistaminen ja tietoisuuden lisääminen ovat keskeisessä roolissa. Lisäksi kulutuksen seuranta ja jätteiden määrään pohjautuva jätemaksusysteemi toimivat kannustimina kestäväälle käyttäytymiselle. Korttelin kannalta on myös tärkeää, että valittava isännöinti- ja huolto-yhtiö on perehtynyt kiertotalouden ja vähähiilisyuden periaatteisiin ja osoittaa sitoutuneisuutta edistää ekologisen kestäväyyden ja yhteisöllisyyden toteutumista alueella. Valintaa varten voi olla otollista asettaa kriteerit, jotka tuovat toivotut toimintatavat ja innostuneisuuden esiin.

Ehdotuksia kilpailuohjelman arviointikriteerien pohjaksi kiertotalouden ja vähähiilisyuden toimien toteutumisen ja vaikuttavuuden kannalta on esitetty Taulukossa 14.

Taulukko 14. Kiertotalouden ja vähähiilisyuden tavoitteet kiertotalouskorttelin kilpailutusohjelmassa.

Taustana: Kestävä kaupunkisuunnittelu
<ul style="list-style-type: none"> • Kaupunkialueiden ympäristöhaasteet ja ilmastonmuutos • Rakennetun ympäristön päästöjen ja ympäristövaikutusten lasku • Muutoksiin sopeutuminen ja resilienssi
Kiertotalouden ja vähähiilisyuden toimenpiteet
<ul style="list-style-type: none"> • Rakentaminen, rakennukset ja materiaalit • Viheralueet ja –infrastrukturi • Energiantuotanto ja -kulutus • Liikenne • Jätteidenhuolto ja käsittely, kierrätys ja uusiokäyttö • Veden kierto ja –kulutus • Ruoka • Kulutus, palvelut ja jakamistalous
Elinkaarenaikaiset ympäristövaikutukset
<ul style="list-style-type: none"> • Materiaalivalinnat, rakentaminen, käyttö ja purku • Materiaalikiertojen ja resurssitehokkuuden sisällyttäminen suunnitteluun • Muuntojoustavuuden, korjaustarpeiden ja rakenteiden pitkäikäisyyden huomioiminen
Osallistaminen ja yhteisöllisyys
<ul style="list-style-type: none"> • Asukkaiden ja paikallisten toimijoiden vahva osallistaminen ja yhteisöllisyyden luominen • Jakamistalouden alustojen ja palveluiden luominen • Tietoisuuden lisääminen, opastaminen, ja käyttäytymisen muutos • Luovuus ja innovaatiot • Living lab -kokeilut

5 Kiihdyttämön tuloksia: Julkiset ruokapalveluhankinnat

Ruoantuotanto ja -kulutus aiheuttavat reilun viidenneksen kulutuksen ilmastovaikutuksista. Julkisten ruokapalvelujen kautta on merkittävä mahdollisuus vaikuttaa ruokaketjujen hiilijalanjälkeen, sillä ne tuottavat Suomessa lähes 380 miljoonaa annosta vuosittain. Myös kansalliset ravitsemus- ja kouluruokailusuositukset ohjaavat lisäämään kasvisten käyttöä kouluruokailussa sekä terveyst- että ympäristösyistä.

Kiihdyttämössä tarkasteltiin Turun kaupungin keittiöverkon ja kaupungin ostamien ruokapalveluiden hiilijalanjälkeen vaikuttavia tekijöitä. Turun kaupungin eri toimialojen käyttämät ruokapalvelut on kilpailutettu ja kaupungilla on useampia sopimustuottajia. Kilpailutusprosessien yhteydessä on tunnistettu tarve linjata keittiöverkoston kehittämisen periaatteet kaupunkitasolla ottaen huomioon kestävä kehityksen periaatteet.

5.1 Ruokapalvelut osana kaupungin hiilineutraalisuustavoitetta

Turun kaupungin tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2029 mennessä. Keittiöiden palveluverkon kehittäminen tähtää kustannusten ja hiilidioksidipäästöjen alentamiseen. Linjausten tekemistä varten tarvitaan konkreettista tietoa ruokapalveluista. Sen perusteella voidaan arvioida, miltä osin ruokapalvelut pystyvät vastaamaan hiilineutraalisuustavoitteisiin ja mitä muita toimia tarvitaan.

Kiihdyttämö auttoi tunnistamaan, mitkä ovat hiilidioksidipäästöjen näkökulmasta keskeisiä asioita Turun ruokapalveluissa ja mitä kilpailutuksessa tulisi ottaa huomioon. Tarkastelua varten kehitettiin excel-pohjainen laskuri, jonka avulla saadaan esiin ruokapalvelujen eri osa-alueiden merkitys hiilijalanjäljen pienentämisessä (Lounasheimo ym. 2019). Laskurissa huomioitiin kaikki osa-alueet aina ruuan valmistuksesta hävikin määrään saakka. Näihin sisältyivät rakennusten lämmitys, keittiöiden laitekanta, ruoan tuotantotapa, veden- ja sähkönkulutus, kuljetukset, kasvisruoan osuus tarjottavasta ruoasta ja ruokahävikki. Laskuria voidaan hyödyntää muun muassa ruokalistojen ja keittiöverkon suunnittelussa sekä ruokapalveluiden tulevaisuuden kilpailutuksissa.

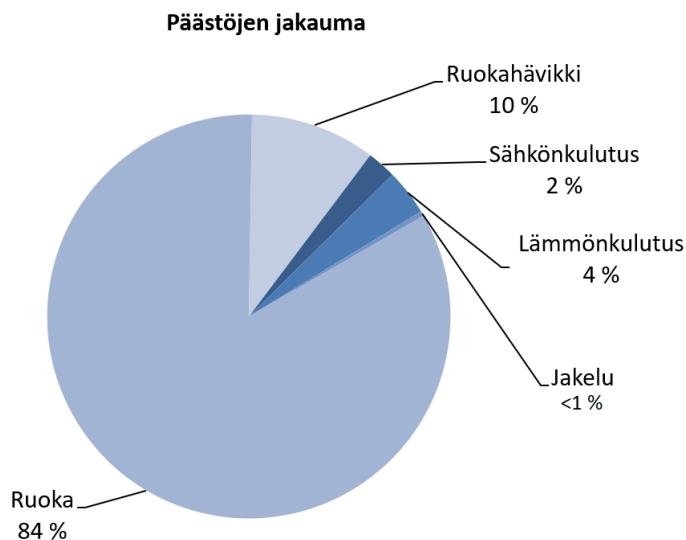
Turun ruokapalveluille kehitetty hiilijalanjälkilaskuri ja ruokaraatien toimintamalli on kehitetty sel-laisiksi, että niitä voidaan soveltaa myös muissa kunnissa. Laskurin lähtötietoja voi muuttaa todellista tilannetta vastaaviksi myös muilla alueilla. Tätä varten tarvitaan jonkin verran työaikaresursseja tietojen keruuta, käsittelemistä ja laskuriin syöttämistä varten. Lähtötiedot voivat jäädä osin puutteellisiksi, jol-loin on tukeuduttava asiantuntija-arvioihin ja yleistyksiin.

5.2 Turun ruokapalveluiden hiilijalanjälki

Turun ruokapalvelut tuottavat päivittäin lähes 20 000 ruoka-annosta (koululounaat + laitosruokailu). Tästä aiheutuu vuoden aikana hiilidioksidiksi laskettuna yhteensä noin 5 350 tonnin kasvihuonekaasupäästöt. Yhden aterian päästöiksi tulee noin 1,4 kg ja yhden ruokailijan vuosipäästöiksi 0,3 tonnia. Tätä voidaan verrata suomalaisten kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälkeen, joka oli tuoreen selvityksen mukaan noin 11 tonnia per asukas vuonna 2016. Tästä ruoan osuus oli 2,4 tonnia (Nissinen & Savolainen 2019).

Tulokset kertovat, että suurimmat kasvihuonekaasujen päästölähteet ruokapalvelutoiminnassa ovat sekaruoan tuotanto (84 % kokonaispäästöistä) ja ruokahävikki (10 %). Yhteensä ruoan vuosipäästöt ovat tällä hetkellä noin 5 000 tonnia, mikä on enemmän kuin koko Turun maatalouden aiheuttamat 3 700 tonnin päästöt.

Ruoan jälkeen seuraavaksi eniten päästöjä aiheutuu keittiöiden energiankulutuksesta (6 %). Ruokien kuljetusten päästöt (alle 1 %) eivät ole merkittävässä roolissa kokonaisuutta tarkastellessa. (Kuva 13)



Kuva 13. Turun ruokapalveluiden kasvihuonekaasupäästöt nykytilassa.

Päästölaskurilla voidaan kokeilla, miten erilaiset toimet vaikuttavat ruokapalveluiden kasvihuonekaasupäästöihin. Itse ruoka on ylivoimaisesti vaikuttavin tekijä ilmastopäästöjen kannalta, joten myös suurimmat päästövähennykset saadaan ruoan tuotannosta ja ruokahävikistä. Hiilijalanjäljen pienentämiseksi kannattavin toimenpide on tarjottavan ruoan muuttaminen kasvispainotteiseksi. Hävikin pienentämisellä on myös vaikutusta, vaikkakin sen arvioitu osuus oli jo nykytilanteessa suhteellisen alhainen.

Viikon ruokalistaa muokkaamalla voidaan saada merkittäviä tuloksia aikaan. Ruokauudistuksen onnistumiseksi tulee oppilaiden vaikutusmahdollisuuksia lisätä, sillä uusien ruokien vastaanotto voi olla torjuva, jos niitä otetaan käyttöön ilman asiakkaiden mielipiteiden kuulemistä. Varsinkin yläkouluissa uusiin ruokiin liittyvät mielipiteet ja vertaisryhmän sosiaalinen paine voivat aiheuttaa merkittävää vastarintaa ja sitä kautta suurentaa ruokahävikkiä. Tämä voi myös johtaa vanhempien oppilaiden keskuudessa ruokapalveluiden ulkopuolisten ravitsemuspalveluiden käyttöön, jos niitä sijaitsee oppilaitoksen lähi-alueella. Esimerkiksi oppilaille järjestettävä ”ruokaraati”, jossa maistatetaan uusia annoksia oppilaille, on hyvä vaihtoehto uusiin ruokiin tutustuttamiseksi.

Energiankulutuksen osalta suositellaan kiinteistöjen energiakatselmusten teettämistä. Sen sijaan Cook & Chill -tekniikkaa käyttämällä ei saavuteta päästövähennyksiä. Jos ruokaa kuljetettaisiin vain kolmesti viikossa nykyisen viiden kerran sijaan, ja kahtena muuna päivänä ruoka lämmitettäisiin, olisivat päästöt käytännössä samat lähtötilanteen kanssa. Cook & Chill -tekniikan haittapuolena voi myös olla ruoan rakenteen muuttuminen, mikä saattaa johtaa hävikin lisääntymiseen. Myöskään sillä, valmistetaanko kaikki ruoka yhdessä suuressa valmistuskeittiössä vai erikseen kohteissa paikan päällä ei ole suurta merkitystä.

Turku aikoo olla hiilineutraali kaupunkialue vuonna 2029. Hiilidioksidipäästöjä pitäisi vähentää 80% vuoden 1990 tasosta. Loput 20% saavutetaan sitomalla hiilidioksidia ilmakehästä. Laskurin avulla huomattiin, että ruokapalvelujen osalta tavoite ei ole mahdollinen. Vaikka kaikki tarjottu ruoka olisi kasvisruokaa, hävikki saataisiin pois ja kaikki käytetty energia olisi hiilineutraalia, saavutettaisiin noin 76 % päästövähennys. Realistinen tavoite ruokapalvelujen osalta voisi olla 50% päästövähennys. Tämä tarkoittaa sitä, että kaupungin muiden toimien täytyy olla vastaavasti tehokkaampia.

6 ELENA-rahoituksen mahdollisuus kestävien julkisten hankintojen edistämässä

Kiihdyttämön tavoitteena oli tehdä soveltuvia rahoitusinstrumentteja tunnetuksi investointien valmistelussa ja toteuttamisessa. Tämä koski erityisesti European Local Energy assistance (ELENA) –rahoitusta. ELENAan hyväksytyjä hankkeita on useissa Euroopan maissa, mutta toistaiseksi Suomessa mahdollisuuteen ei ole vielä tartuttu.

ELENA rahoittaa vähintään 30M€ suuruisen investointiohjelman valmistelua jopa useamman miljoonan euron avustuksella. Kaikkien mukaan laskettavien investointien täytyy kuitenkin olla energiatehokkuuteen, hajautettuun uusiutuvaan energiaan tai tiheään asutun alueen liikenteeseen liittyviä. Esimerkiksi uudisrakennuksen investoinneista voidaan mukaan laskea vain pieni osa. ELENA-rahoituksen tavoitteena on innovatiivisten käytäntöjen levittäminen.

Kiihdyttämöön valittujen kohteiden sparrauksen yhteydessä käytiin läpi rahoitusmahdollisuuksia ja selvitettiin hankkijoiden ja kuntapäätäjien esiin nostamia kysymyksiä. Rakentamisen alueelta löytyi kiinnostusta myös ELENA-rahoitukseen, mutta yhtään hakua ei tehty pitkälle edenneistä valmisteluista huolimatta. Vaikka kiihdyttämöön valittujen kohteiden investoinnit ovat kunnissa suuria, olisi ELENA-haku edellyttänyt usean hankkeen yhdistämistä.

Koska Kiihdyttämöön valitut kohteet eivät vaikuttaneet kovin potentiaalisilta ELENA-rahoituksen hakijoilta, lähdettiin systemaattisesti tunnistamaan tahoja, joilla yhdessä tai erikseen olisi tarvittavan kokoisia investointeja. ELENA:n esittely pääkaupunkiseudun kunnille herätti kiinnostusta ja johti lopulta kuuden suurimman kaupungin yhteishakemuksen valmisteluun, joka on edelleen syksyllä 2019 käynnissä. Vaikka mukana on monta suurta kaupunkia, vaatii 30 miljoonan euron arvoisen relevantin investointisalkun kokoaminen ponnisteluja. Potentiaalisimmat investoinnit on monissa kaupungeissa jo tehty, eikä valmistelurahoitus konseptina tunnu sopivan kovinkaan hyvin kaupunkien investointiprosessiin. Luonnollisesti olisi myös helpompaa, jos hakijana ja investoijana olisi vain yksi taho.

Aktiivinen viestintä ELENA-rahoituksesta ja yhteistyö suurten kaupunkien kanssa on johtanut useampaan yhteydenottoon potentiaalisten hankkeiden osalta. Erityisen potentiaalisia ovat isot raitio-
tie/joukkoliikennehankkeet sekä vuokra-asuntoyhtiöiden korjausrakentaminen. Konkreettinen ELENA-esittely, yhteinen ideointi ja hankekohtainen sparraus ovat selvästi edistäneet mahdollisuuksia ELENA-rahoitukseen. Uuden ja vähän vaikean asian käsittelyssä on myös ollut tärkeää kokoontua fyysisesti samaan tilaan ja varmistaa, että kaikki kysymykset ja epäilyt tulevat viiveettä käsitellyiksi.

7 Johtopäätöksiä ja suosituksia

7.1 Vähähiilisten kiertotaloushankintojen tueksi tarvitaan tietoa

Kunnilla ja kaupunkiseuduilla on selkeä edelläkävijän ja kehittäjän rooli vähähiilisyyden ja kiertotalouden kansallisten sekä kansainvälisten tavoitteiden saavuttamisessa. Kiertotalouden toimintamallien kehittämiseen tarvitaan uudenlaisia kumppanuuksia ja kunnat voivat edesauttaa niiden muodostumista. Ne voivat hankintojen kautta myös tarjota yrityksille testialustoja kiertotaloutta tukevien ratkaisujen kehittämiseksi. Hankintoihin tarvitaan lisää kunnianhimoa ja uskallusta nostaa rima korkealle.

Siirtymistä kohti vähähiilistä kiertotaloutta nopeutetaan myös sääntelyn avulla, mikä heijastuu julkisiin hankintoihin. Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki on pian otettava huomioon jo suunnitteluvaiheessa, jolloin se on keskeistä myös julkisissa kilpailutuksissa. Elinkaariarvioinnilla ja hiilijalanjälkilaskurin avulla kehitetään rakentamistapoja ja -tekniikoita vähäpäästöisemmiksi. Pääministeri Rinteen hallitusohjelma (Valtioneuvosto 2019) pyrkii nopeuttamaan rakentamisen hiilijalanjälkilaskennan laajaa käyttöönottoa ja ulottamaan ympäristö- ja hiilijalanjäljen huomioimisen muihinkin ympäristövaikutuksiltaan merkittäviin tuote- ja palveluhankintoihin. Hallitusohjelma pyrkii myös vauhdittamaan liikenteen vähäpäästöisen kaluston käyttöönottoa ja asettaa tavoitteen vähäpäästöisten ajoneuvojen osuudeksi palveluhankinnoissa 41 % vuoteen 2025 mennessä ja 59 % vuoteen 2030 mennessä. Ruokapalveluiden osalta tavoitteena on lisätä kotimaisen ja kasvispainotteisen ruoan osuutta. Hallitusohjelma myös pyrkii lisäämään hankintalain velvoittavuutta ottaa vastuullisuusnäkökohdat paremmin huomioon julkisissa hankinnoissa.

Kuntien hankintojen vähähiilisyyteen ja kiertotalouteen voidaan parhaiten vaikuttaa hankesuunnitelmavaiheessa ja ennen suunnitelman hyväksyntää valtuustossa. Valtuusto tulee sitouttaa kestävyystavoitteisiin, jotta hankkeelle tai suunnitelluille prosesseille ei tule yllättäviä keskeytyksiä. Valmistelevilta virkamiehiltä tarvitaan osaamista ja halukkuutta viedä hankkeen kestävyystavoitteet jo varhaisessa vaiheessa valtuuston käsittelyyn ja vakuuttaa päätöksentekijät niiden merkityksellisyydestä ja vaikuttavuudesta. Jo suunnitteluvaiheessa päätöksenteon tueksi tarvitaan riittävästi tietoa, mikä tarkoittaa tavoitteiden konkretisointia; millä keinoin energiatehokkuus ja materiaalitehokkuustavoitteet saavutetaan ja miten niiden tarkempi määrittely hankesuunnitelmaan tullaan tekemään. Kuntien päätöksenteon ja hallinnon toimintatapojen tulee mahdollistaa siirtyminen kunnianhimoisempien kestävyystavoitteiden toteuttamiseen julkisissa hankinnoissa.

Uusien hankkeiden suunnittelussa ja toteuttamisessa tulisi pyrkiä merkittäviin vähähiilisyys- ja kiertotalousharppeuksiin. Hankkeiden kustannusarvioissa tulee entistä vahvemmin ottaa huomioon koko elinkaarenaikaiset kustannukset pelkän hankintahetken investointikustannuksen sijaan. Elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset ja kustannukset korostuvat erityisesti rakennuksissa niiden pitkän elinkaaren vuoksi. Rakennusten hiilijalanjäljen muodostumisessa suurimmat vaikutukset syntyvät lämmitysmuodon valinnasta, energiatehokkuudesta ja päärakennusmateriaalin valinnasta. Mikäli päälämmitysmuoto on jo tarjouspyyntövaiheessa lyöty lukkoon, ei kilpailutuksessa enää päästä aidosti kilpailemaan hiilijalanjäljen kautta.

Monet hyvät ja energiatehokkaat ratkaisut ovat jo olemassa, mutta niitä tulisi osata hankkia ja pyytää kilpailutuksen yhteydessä. Kiihdyttämässä tehdyssä arviossa maalämpö pienensi rakennuksen hiilijalanjälkeä 38 % kaukolämpöön verrattuna ja hirsirakenne pienensi hiilijalanjälkeä 13 % betonirakenteeseen verrattuna. Huomioitavaa kuitenkin on, että uudisrakentamisen energiatehokkuuden parantuessa ja energiatuotannon päästöjen vähentyessä, rakennusmateriaalien hiilijalanjäljen merkitys on kasvanut entisestään (Ruuska ym. 2013). Rakennusmateriaalien hiilijalanjäljen käyttö hankintakriteerinä tai vertailuperusteena edellyttää nykyistä kattavamman ja läpinäkyvämmän tiedon saamista eri materiaaliavaihtoehtojen hiilijalanjäljistä, jotta niitä voidaan aidosti vertailla.

Kiinnostus kierrätettyjen ja uusiomateriaalin käyttöön rakentamisessa on kasvanut. Kierrätettyjen rakennustuotteiden ja uusiomateriaalien käytön tavoitteita sisältyy rakentamista koskeviin ympäristöjärjestelmiin, kuten LEED, BREEAM ja pohjoismaainen Joutsen -ympäristömerkki taloille ja korjausrakentamiselle. Erityisesti tapauksissa, joissa rakentaja on vastuussa rakennuksesta pitkän sopimuskauden ajan (elinkaarimallit), rakennukseen ei haluta käyttää kierrätettyjä materiaaleja. Koska uusiorakennusmateriaalien tarjonta on vielä melko rajattu ja hajanainen (Sederholm 2019), luonnossa uusiutuvien rakennusmateriaalien merkitys korostuu kiertotalous- ja ilmastotavoitteiden näkökulmasta. Suomessa näistä uusiutuvista materiaaleista merkittävin on puu. Tietoa kierrätys- ja uusiomateriaalien soveltuvuudesta ja niiden erityiskysymyksistä, kuten CE-merkinnän vaatimuksista, tulee lisätä. Kierrätettyjen ja uusiotuotteiden hyödyntämisen lisäksi tulee aina huomioida rakennuksen elinkaarenaikainen ympäristökuormitus kokonaisuudessaan.

Vastuukysymykset nousivat esiin myös purkumateriaalien käytön yhteydessä. Vanhojen rakenteiden ja teknologioiden purku asiantuntevasti siten, että ne ovat jälkimarkkinoilla ehjiä ja hyödynnettäviä, edellyttää erityisosaamista. Tällainen erityisosaaminen ei ole tilaajan tai rakentajan ensisijaista toimintaa ja voi siten tarvita kolmannen toimijan operoimaan toimintaa. Toteutuminen voi edellyttää markkina- vuoropuhelua ja uusien liiketoimintamallien kehittämistä.

Kiihdyttämön aikana huomattiin, että toimijat jossain määrin vierastavat kiertotalous-termin käyttöä. Sen sijaan kierrätys ja sitä edistävät ratkaisut ymmärretään ja otetaan huomioon entistä paremmin. Kiertotaloutta tarkastellaan myös usein liian suppeasti pelkän yksittäisen kohteen osalta, vaikka tarkasteluissa tulisi huomioida laajempi kokonaisuus. Esimerkiksi rakennuskohteiden yhteydessä on otettava huomioon liikenteen ratkaisut ja vähähiilisen liikenteen edistäminen esimerkiksi autopaikkoja vähentämällä, käsiteltävien maa-ainesten hyödyntäminen, tilojen käytön tehokkuus ja joustavuus laajemmin, sekä kiertotalouden mukaisen palvelutarjonnan mahdollistaminen.

7.2 Vähähiilisten kiertotalousinvestointien rahoitusmahdollisuudet tulee tehdä tunnetuiksi

Uusien rahoituslähteiden käyttöön otossa on samaa problematiikkaa kuin vähähiilisyyden ja kiertotalouden edistämisessä – tietoa tarvitaan lisää ja sen pitää olla oikeilla ihmisillä oikeaan aikaan. Lisäksi huomattava muutos vaatii usein myös prosessitason muutoksia. Jos ensin suunnitellaan hanke lopulliseen muotoonsa ja vasta sitten aletaan miettiä rahoitusta, on ELENA-tyyppisen valmistelurahan käyttäminen paljon vaikeampaa.

EU-rahoituksen optimointi vaatisi rahoituksen miettimistä hyvin aikaisessa vaiheessa julkisia hankintoja. Tämä tarkoittaa, että tieto erilaisista rahoitusmahdollisuuksista pitäisi olla laajasti omaksuttuna kaikilla hankesuunnittelun päätahoilla, eli hankehallinnossa, suunnittelijoilla ja päättäjillä. Hankehallinnolla viitataan tässä tahoon, joka päättää hankintojen prosesseista ja raamittaa suunnittelijoiden esityksiä päättäjille. Mitä aikaisemmassa vaiheessa käydään yhteinen keskustelu hankkeen vaiheista ja rahoitusmahdollisuuksista, sitä enemmän mahdollisuuksia on saada myös ulkoista rahoitusta.

Montaa muutosta hidastaa resurssien puute, joka näkyy myös EU-rahoituskeskustelussa. Sekä hakemisen että raportoinnin monimutkaisuus ja työläys ovat usein kuultuja syitä jättää hakematta EU-rahaa. Vaikka rahoitus aiheuttaa työtä, on saatava hyöty kuitenkin paljon suurempi ja osaavaa apua on saatavilla. Moni rahoitusinstrumentti, kuten ELENA, nimenomaan tukee lisäresurssointia nopeuttaakseen asetettujen tavoitteiden saavuttamista.

Vihreiden rahoitusmuotojen käytön edistäminen on tehokas työkalu ympäristövaikutusten saavuttamiseen. Ensinnäkin, hankkeisiin saadaan edullista rahoitusta tai jopa avustusta ja toiseksi, rahoitusmuotoihin liittyy yleensä ehtoja, jotka pakottavat hankkeet asettamaan ympäristötavoitteita rahan ja aikatauluun liittyvien tavoitteiden rinnalle. Tämä totuttaa valmistelijoita ja päättäjiä uudenlaiseen toimintatapaan ja auttaa siirtymään kohti tulevaisuutta, jossa jokaiseen julkiseen hankintaan sisältyy mitattavia ympäristötavoitteita.

Rahoitus ei välttämättä ole pullonkaula kestävien julkisten hankintojen edistämässä, mutta houkutteleva vihreä rahoitus saa ajattelemaan sekä toimimaan paremman tulevaisuuden eteen. Vielä ei tiedetä, johtaako Kiihdyttämö EUn tarjoamaan ELENA-rahoitukseen jonkin käynnistyneen hankkeen osalta, mutta joka tapauksessa tieto ELENA-rahoituksesta on levinnyt hyvin ja hakumahdollisuus tulee varmasti huomioiduksi monen uuden julkisen hankinnan valmistelussa.

7.3 Kestävyystavotteet mukaan hankinnan varhaisessa suunnitteluvaiheessa

Kiihdyttämössä sparratut hankkeet olivat eri vaiheissa. Valtaosa oli hankesuunnitteluvaiheessa tai menossa kilpailutukseen. Parhaat vaikuttamismahdollisuudet olivat niissä hankkeissa, jotka olivat vasta suunnittelun tasolla. Kilpailutuksessa oleviin hankkeisiin pystyttiin vaikuttamaan lähinnä vain tarjouspyynnön puitteissa, jos se oli jätetty riittävän joustavaksi esimerkiksi aurinkoenergian mitoituksen suhteen. Myös hankintatapa vaikutti siihen, miten hyvin tavoitteet pystyttiin ottamaan huomioon lopullisessa kilpailutuksessa ja toteutuksessa. Erityisesti allianssimalli mahdollisti toimijoiden sitoutumisen ja kestävyysteemojen yhteiskehittämisen puitteet.

Kiihdyttämön vahvuutena oli konkretia. Toiminnan avulla tavoitettiin hankkijoita työn äärellä, mikä tarjosi uudenlaista ymmärrystä niin hankkijoille kuin Kiihdyttämön asiantuntijoillekin. Lähestymistapa auttoi ymmärtämään haasteita toiminnan takana ja sitä, miksi tavoitteita ei aina suoraviivaisesti saada käytäntöön. Joissain tapauksissa kyse oli päätöksenteon pitkästä ja monivaiheisesta prosessista. Paras ajankohta vaikuttaa asioihin, on hankesuunnitelman varhainen vaihe, jo ennen kuin hanke menee valtuuston käsittelyyn.

Kiihdyttämö toimi tutkimuksen ja käytännön rajapinnassa. Hankkeessa toiminta ja tutkimus olivat samanaikaisia. Sillä pyrittiin saavuttamaan välitön käytännöllinen hyöty. Kiihdyttämössä käytettiin välineinä erilaisia aineiston keruu-, analysointi- ja soveltamismenetelmiä. Esimerkiksi hankesuunnitelma- tai tarjouspyyntöluonnosten kommentointi oli nopea tapa tuoda esiin ratkomista vaativat keskeiset näkökulmat ja mahdolliset toimintamallit hankkijalle. Tunnusomaista Kiihdyttämössä oli elinkaarin tarkastelu, jota kuntien hankesuunnittelussa tulisi lisätä. Tämä vähentäisi hankinnan hinnan painoarvoa päätöksenteossa.

Haasteena Kiihdyttämön tyyppisessä toiminnassa on hyötyjen arvioiminen ennakkoon. Sparraus tapahtuu vaiheessa, jossa valmiita hankittuja ratkaisuja ei vielä ole, mutta vaihtoehtoja on silti kyettävä arvioimaan ja mahdollisesti perustelevaan hankesuunnitteluryhmälle ja päättäjille. Hyötyjä voidaan tällöinkin arvioida vähintään laadullisesti tai tukeutumalla aiempien vastaavien hankkeiden perusteella laskettuihin hyötyihin. Tarkemmat laskelmat Kiihdyttämössä saatiin juuri toteutumassa tai kilpailutuksessa oleviin kohteisiin. Tällöin tulosten tulkinta ei välttämättä enää johda radikaaleihin muutoksiin kyseisen hankinnan osalta, mutta sillä voi olla vaikutusta tuleviin vastaaviin hankkeisiin. Tästä syntyi myös tärkeä osa Kiihdyttämön vaikuttavuudesta. Toiminta oli tulevaisuuteen ja kehittämiseen suuntautunutta ja mahdollistaa asioiden kehittämisen ja tulosten hyödyntämisen tulevissa hankkeissa. Kiihdyttämön avulla onnistuttiin myös lisäämään ihmisten osallistumista hankintojen kehittämiseen. Toiminnassa on tärkeää olla mukana hankinnasta vastaavat ja päättävät henkilöt, joilla on myös lopullinen päätäntävalta hankinnan tekemisen ja ratkaisujen suhteen.

Saadun palautteen perusteella Kiihdyttämön tyyppinen ongelmalähtöinen asioiden työstäminen ja yhdessä kehittäminen koettiin hyödylliseksi. Erityisesti on arvostettu sitä, että toteuttaja on ollut aidosti kiinnostunut hankkeista, "tarttunut hankintakohteisiin konkreettisesti" ja pitänyt niitä myös viestinnällisesti julkisuudessa esillä. Hankkeissa toivottiin myös, että viestinnällinen ja muukin yhteistyö voisi jatkua. Erityisesti pienemmät organisaatiot, joilla ei ole valmiuksia palkata ulkopuolista tahoa tai uusia resursseja, voisi hyötyä sparrausavusta. Kiihdyttämö-tyyppisen toiminnan painopisteen tulisi olla hankesuunnitteluvaiheessa ja sen toteuttajan tulisi olla puolueeton taho. Tällainen voisi olla esimerkiksi Kestävien ja innovatiivisten julkisten hankintojen KEINO-osaamisverkosto.

Taulukko 15. Kiihdyttämön suosituksia.

- Kestävyystavoitteet tulee määritellä varhaisessa hankesuunnitteluvaiheessa riittävän kunnianhimoisesti ja konkreettisesti.
- Tietoa ja osaamista vähähiilisistä ja kiertotaloushankinnoista tulee lisätä ja linkittää tavoitteet ja toimintatavat hankkijoiden omiin hankintakäytäntöihin ja -ohjeisiin.
- Tietoa rahoitusmahdollisuuksista tulee lisätä ja löytää kuntien yhteisiä investointitarpeita EU-rahoituksen paremmaksi hyödyntämiseksi.
- Kiihdyttämön tyyppistä toimintamallia tulisi edelleen kehittää ja ottaa laajemmin käyttöön, koska hankkijoiden keskuudessa se koettiin hyödylliseksi. Malli toi lisätietoa ja uusia näkökulmia hankesuunnitteluun ja lisäsi keskustelua ja vuorovaikutusta toimijoiden välillä.
- Onnistunut vähähiilinen kiertotaloushankinta vaatii sitoutumista monella tavalla, muun muassa seuraavasti:
 - Johdon tuki ja sitoutuminen koko hankesuunnittelun ja –toteutuksen eri vaiheisiin. Erityisen tärkeää on riittävän varhainen keskustelu ja hankesuunnittelun esittely päätöksentekijöille ja heidän sitouttaminen hankkeen kestävyystavoitteiden toteuttamiseen.
 - Kestävyystavoitteista ja strategioista vastaavien henkilöiden tulee olla mukana hankintaprosessissa, jotta strateginen ja käytännön taso kohtaavat.
 - Mikäli Kiihdyttämön tapaista toimintamallia hyödynnetään, tulee päättävien tahojen osallistua siihen, jotta tavoitteet saadaan kilpailutusprosessiin aidosti mukaan.

LÄHTEET

- Aas, B., 2016. Energibruk i norske svømmehaller. <https://www.godeidrettsanlegg.no/print/1237> Julkaistu 31.5.2016, viimeksi muutettu 30.5.2018 [viitattu 31.7.2019].
- Agudelo-Vera, C., Mels, A., Keesman, K. Rijnaarts, H. 2011. Resource management as a key factor for sustainable urban planning. *Journal of Environmental Management* 92: 2295-2303.
- Alhola, K. & Salmenperä, H., 2019. Kiertotaloutta julkisiin hankintoihin. *Uusiouutiset* 3/2019, s. 20-21.
- Alhola, K., Ryding, S-O., Salmenperä, H. & Busch N.J., 2018. Exploiting the potential of public procurement – Opportunities for circular economy. *Journal of Industrial Ecology* 23(1):96-109 <http://dx.doi.org/10.1111/jieec.12770>
- Alhola, K. & Kaljonen, M., 2017. Kestävät julkiset hankinnat – nykytila ja kehittämissuhteita. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 32.
- Alhola, K., Saramäki, K., Manninen, K., Lehtoranta, S., Pursimo, J., Judl, J., Linjama, J., Pietiläinen, O-P, Huuhtanen, J. ja Tainio, P., 2016. Cleantech julkisissa hankinnoissa - Cleantech Hankintamappi -hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 10.
- Arup, 2016. The circular economy in the built environment. London. https://www.arup.com/-/media/arup/files/publications/c/arup_circulareconomy_builtenvironment.pdf
- Auvinen ym., 2019. Hallitusohjelmalla vauhtia rakennusten puhtaisiin energiaratkaisuihin. Poliitikkasuositus 8.5.2019. http://smartenergytransition.fi/wp-content/uploads/2019/05/Politiikkasuositus_Rakennusten-puhtaat-energiaratkaisut_08052019.pdf [viitattu 24.6.2019].
- Bionova Oy, 2017. Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. Helsinki 29.6.2017.
- Cronhjort Y, Tulamo T, Verma I, Zubillaga L 2017, Interior Design and Care Environments End –user Perceptions of Wood Material, Project report, Wood2New Competitive wood-based interior materials and systems for wood construction.
- Dodd, N., Cordella, M., Traverso, M. & Donatello, S., 2017. Level(s) – A common EU framework of core sustainability indicators for office and residential buildings. Part 3: How to make performance assessments using Level(s). Draft Beta v1.0. European Commission Joint Research Centre Technical Reports. August 2017. http://susproc.jrc.ec.europa.eu/Efficient_Buildings/docs/170816_Levels_EU_framework_of_building_indicators.pdf [viitattu 10.6.2019].
- Duverge, J. J., Rajagopalan, P., Fuller, R. & Woo, J., 2018. Energy and water benchmarks for aquatic centres in Victoria, Australia. *Energy and Buildings* 177: 246-256.
- EEA, 2016. Circular Economy in Europe. Developing the Knowledge Base. EEA. Report No 2/2016.
- Ellen MacArthur Foundation, 2015. Growth within: a Circular Economy Vision for a Competitive Europe. McKinsey Center for Business and Environment, SUN.
- EU, 2018. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EU) 2018/844. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/844/oj?locale=fi> [viitattu 10.6.2019].
- FutureBuilt, 2019. FutureBuilt 10 years. Annual report. Oslo. <https://www.futurebuilt.no/content/download/14888/98933> [viitattu 8.6.2019].
- Green Building Council. 2018. Näin rakennamme kiertotaloutta. 7 tavoitetta kiertotalouden toteuttamiseksi KIRA-alalla. Green Building Council, Sitra. https://home.greenbuildingcouncil.fi/wp-content/uploads/2018/05/GBC_Kiertotalous-KIRA-alalla-7tavoitetta-210518.pdf [viitattu 28.6.2019].
- Helsinki, 2018. Hiilineutraali Helsinki 2035 -toimenpideohjelma. Helsingin kaupungin keskushallinnon julkaisuja 2018:4. <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/julkaisut/HNH-2035-toimenpideohjelma.pdf> [viitattu 3.7.2019].
- Hemmilä, K. & Laitinen, A., 2018. Tavoitteena nollaenergiiliikuntarakennukset. VTT Technology 320. <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2018/T320.pdf> [viitattu 30.5.2019].
- Häkkinen, T. & Vares, S., 2018. Rakennusten khk-päästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi. VTT Technology 324.
- Iisalmen kaupunki, 2017. Iisalmen uimahalli, hankesuunnitelma 2017, uudisrakennus. 14.11.2017.
- Johansson, I., 2019. ”Uimahallien energiatehokkuus”. Suomen Uimaopetus- ja Hengenpelastusliitto, helmikuu 2019. http://www.suh.fi/files/2414/Uimahallin_energiatehokkuuteen_vaikuttavia_asioita_Johansson_SUH_2019.pdf [viitattu 13.6.2019].

- Jylhä, K., Kalamees, T., Tietäväinen, H., Ruosteenoja, K., Jokisalo, J., Hyvönen, R., Ilomets, S., Saku, S. & Huttila, A., 2011. Rakennusten energialaskennan testivuosi 2012 ja arviot ilmastonmuutoksen vaikutuksista. Ilmatieteen laitoksen raportteja 6/2011.
- Kampel, W., Aas, B. & Bruland, A., 2013. Energy-use in Norwegian swimming halls. *Energy and Buildings* 59: 181-186.
- Kampel, W., Aas, B. & Bruland, A., 2014. Characteristics of energy-efficient swimming facilities – A case study. *Energy* 75: 508-512.
- Kampel, W., 2015. Energy Efficiency in Swimming Facilities. Thesis for the degree of Philosophiae Doctor. Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Engineering Science and Technology, Department of Civil and Transport Engineering. Trondheim, September 2015.
https://www.godeidrettsanlegg.no/system/files/sites/default/files/Publikasjoner/PhD/PhD_Wolfgang_Kampel.pdf [viitattu 13.6.2019].
- Kampel, W., Carlucci, S., Aas, B. & Bruland, A., 2016. A proposal of energy performance indicators for a reliable benchmark of swimming facilities. *Energy and Buildings* 129: 186-198.
- Karjalainen, L., Alhola, K. ja Helminen, V., 2019. Kiertotalous ja vähähiilisyys kestävässä kaupunkisuunnittelussa. Kiihdyttämö -hankkeen case: Kiertotalouskorttelin kilpailutus. Käsikirjoitus sarjaan Suomen ympäristökeskuksen raportteja.
- KEINO, 2019. Kestävien ja innovatiivisten julkisten hankintojen osaamisen tila Suomessa 2018.
<https://www.hankintakeino.fi/fi/ajankohtaista/2019/kestavien-ja-innovatiivisten-julkisten-hankintojen-osaamisen-tila-suomessa-2018> [viitattu 27.6.2019].
- Keskisalo, M. 2019. Kontioniemien koulu: Elinkaariarvioinnin (LCA) tulokset, toteutettu EN 15978 mukaisesti. Kareliammattikorkeakoulu: Kohti vähähiilistä rakentamista – Joensuu Wood City -projekti.
- Kuittinen, M. & le Roux, S. 2017a. Vähähiilisen rakentamisen hankintakriteerit. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristöopas 2017. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4746-3>
- Kuittinen, M. & le Roux, S. 2017b. Vihreä julkinen rakentaminen. Hankintaopas. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristöopas 2017. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4744-9>
- Kuopion kaupunki, 2018. Läntisen maaseutualueen koulu ja päiväkotit: hankesuunnitelma. Versio 6.8.2018.
<http://publish.kuopio.fi/Kuopio/kokous/2018516803-3-1.PDF>
- Li, F., Liu, X., Zhang, X., Zhao, D., Liu, H., Zhou, C. & Wang, R. 2017. Urban ecological infrastructure: An integrated network for ecosystem services and sustainable urban systems. *Journal of Cleaner Production* 163: S12-S18.
- Lounasheimo, J., Helonheimo, T. & Kaljonen, M., 2019. Turun ruokapalveluiden hiilijalanjäljen vähentäminen. Kiihdyttämöhanke. <https://www.epressi.com/media/userfiles/132306/1567770392/turun-ruokapalveluiden-hiilijalanjaljen-vahentaminen.pdf> [viitattu 30.8.2019].
- Luonnonvarakeskus, 2016. Ruokahävikki ja ruokajärjestelmän kiertotalous. <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/ruoka-ja-ravitsemus/ruokahavikki/> [viitattu 28.6.2019].
- Manninen, K., Koskela, S., Antikainen, R., Bocken, N., Dahlbo, H., Aminoff, A. 2018. Do circular economy business models capture intended environmental value propositions? *Journal of Cleaner Production* 171:413-422.
- Material Economics, 2018. The Circular Economy – A powerful force for climate mitigation. Sitra, European Climate Foundation, Climate-KIC, Energy Transitions Commission, Ellen MacArthur Foundation, MAVA, ClimateWorks Foundation.
<https://media.sitra.fi/2018/05/04145239/material-economics-circular-economy.pdf> [viitattu 18.6.2019].
- Moschetti, R., Brattebø, H. & Sparrevik, M., 2019. Exploring the pathway from zero-energy to zero-emission building solutions: A case study of a Norwegian office building. *Energy and Buildings* 188-189: p. 84-97.
- Naess, P. 2001. Urban Planning and Sustainable Development. *European Planning Studies* 9 (4):503-524.
- Nissinen, A. & Savolainen, H., (toim.), 2019. Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö. ENVIMAT-mallinnuksen tuloksia. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 15/2019.
- Norbäck, M. & Termens, J. 2016. Energieffektivisering ad badhus, förstudie. CIT Energy Management AB, Göteborg, marraskuu 2016. http://belok.se/download/genomforda_projekt/Energieffektiva-badhus-slutrapport.pdf [viitattu 14.6.2019].
- NTNU, 2017. Energiledelse i idrettsanlegg. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Senter for idrettsanlegg og teknologi, Trondheim. <https://www.godeidrettsanlegg.no/veiledere/energiledelse-i-idrettsanlegg> [14.6.2019].
- Nykänen, E., Häkkinen, T., Kiviniemi, M., Lahdenperä, P., Pulakka, S., Ruuska, A., Saari, M., Vares, S., Cronhjort, Y., Heikkinen, P., Tulamo, T. & Tidwell, P., 2017. Puurakentaminen Euroopassa: LeanWOOD. VTT Technology 297.

- Nyman, Jonathan, 2016. Cost optimal heating and cooling systems in nearly zero energy service buildings. A MSc thesis. Aalto University, Espoo.
- Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2017. Kommunikoinnin parantaminen rakentamishankkeen eri osapuolten välillä. Tekninen valiokunta, marraskuu 2017. http://www.suh.fi/files/2278/Kommunikoinnin_parantaminen_rakentamishankkeissa.pdf [viitattu 5.8.2019].
- Peltomaa, J., 2019. Yhteiskäyttöautot vauhdilla osaksi kestävää arkiliikkumista. SYKE:n ratkaisujan blogi 8.1.2019 [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Ratkaisujablogi/Juha_Peltomaa_Yhteiskayttoautot_vauhdill\(48945\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Ratkaisujablogi/Juha_Peltomaa_Yhteiskayttoautot_vauhdill(48945)) [viitattu 20.9.2019].
- Rakennustarkastusyhdistys RTY ry (2017). Viranomaisnäkökulma rakennuksen elinkaaren hiilijalanjalkiohjaukseen. 29.6.2017
- Reinikainen, A. & Silvennoinen, K., 2016. Ruokahävikki Suomessa. Luonnonvarakeskus. <https://docplayer.fi/26216696-Ruokahavikki-suomessa.html> [viitattu 27.6.2019].
- Ruuska, A. & Häkkinen, T., 2013. Hirsitalon ympäristövaikutusten elinkaarilaskenta. VTT. <https://www.hankeportaali.fi/hankkeet/58-uusi> [viitattu 28.6.2019].
- Ruuska, A., Häkkinen, T., Vares, S., Korhonen M-R., ja Myllymaa, T., 2013, Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset, Ympäristöministeriön raportteja 8/2013.
- Sandanayake M., Loguke, W., Zhang, G., Setunge, S. & Thushar, Q., 2018. Greenhouse gas emissions during timber and concrete building construction — A scenario based comparative case study. Sustainable Cities and Society 38:91-97.
- Sankelo, P., 2016. Optimal production and use of solar electricity in municipal nearly Zero Energy service buildings. Master of Science Thesis, Aalto University.
- Sankelo, P., Jokisalo, J., Nyman, J., Vinha, J. & Sirén, K., 2019. Cost-optimal energy performance measures in a new daycare building in cold climate. International Journal of Sustainable Energy 38(2): 104-122.
- Sederholm, C., 2019. Kiertotalouden rakennusmateriaalit, markkinakatsaus 2019, esimerkkejä uusiutuotteista ja materiaaleista <https://www.hankintakeino.fi/fi/ajankohtaista/2019/uusiomateriaaleista-tehdyt-ja-vahahiiliset-rakennusmateriaalit-keratty-yksiin> [viitattu 27.6.2019].
- El Shallaly, S., 2019. Iisalmen kaupungin uimahallin asiakstarpeet. Asiakasmielityskysely 2018. Savonia-ammattikorkeakoulu, Yhteiskuntatieteiden, liiketalouden ja hallinnon ala, opinnäytetyö 1.5.2019. <https://www.theseus.fi/handle/10024/170100> [viitattu 5.7.2019].
- Sitra 2016. Kierrolla kärkeen: Suomen tiekartta kiertotalouteen 2015-2016. Sitran selvityksiä 117. <https://media.sitra.fi/2017/02/27175308/Selvityksia117-3.pdf> [viitattu 5,7,2019].
- Sitra 2019: Kriittinen siirto: Suomen kiertotalouden tiekartta 2.0. <https://www.sitra.fi/hankkeet/kriittinen-siirto-kiertotalouden-tiekartta-2> [viitattu 5.7.2019].
- Valovirta, V., Alhola, K., Leväsluoto, J., Nissinen, A., Oksanen, J., Pelkonen, A. & Turtonen, A., 2017. Innovatiiviset julkiset hankinnat – määrittely, mahdollisuudet ja mittaaminen. Valtioneuvoston selvitys ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 82/2017. 169 s.
- Valtioneuvosto, 2019. Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Pääministeri Rinteen hallitusohjelma 2019. <https://valtioneuvosto.fi/rinteen-hallitus/hallitusohjelma> [viitattu 15.9.2019].
- Vares, S., Häkkinen, T. & Vainio, T., 2017. Rakentamisen hiilivarasto. VTT Asiakasraportti VTT-CR-04958-17.
- Vares, S., Häkkinen, T., Shemeikka, J. 2010. Kestävän rakentamisen tavoitteet ja niiden toteutuminen: Espoo Suurpellon päiväkodin arvio. VTT Tiedotteita 2573.
- Wheeler, S., M. 2000. Planning for metropolitan sustainability. Journal of Planning Education and Research 20: sivut 133-145.
- Ympäristöministeriö, 2019. Kohti ilmastoviisasta arkea - keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma vuoteen 2030. Ympäristöministeriö 19.3.2019 <https://www.ym.fi/Ilmastosuunnitelma2030> [viitattu 18.6.2019].
- Ympäristöministeriö 2018a. Rakennusten hiilijalanjäljen arviointimenetelmä. Luonnos lausuntokierrosta varten. Helsinki 16.11.2018.
- Ympäristöministeriö 2018b. Taustamuistio rakennusten elinkaariarvioinnin menetelmäohjeeseen. Luonnos lausuntokierrosta varten. Helsinki 16.11.2018.
- Ympäristöministeriö, 2017. Oppaat vähähiilisen rakentamiseen. https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus/Vahahiilinen_rakentaminen/Oppaat_vahahiiliseen_rakentamiseen [viitattu 20.6.2019].

Ympäristöministeriö, 2017b. Uusi valtakunnallinen jätesuunnitelma ja esitys jätelaiksi vauhdittavat kiertotaloutta. Tiedote 19.12.2017 [https://www.ymparisto.fi/FI/Ymparisto/Jatteet/Uusi_valtakunnallinen_jatesuunnitelma_ja\(45459\)](https://www.ymparisto.fi/FI/Ymparisto/Jatteet/Uusi_valtakunnallinen_jatesuunnitelma_ja(45459)) [viitattu 18.6.2019].

Liitteet

Liite 1. Energiajohtamisen seurantalomake uimahallin tai muun urheiluhallin uudisrakennus- tai perusparannushankkeelle (soveltuvin osin). Lähde: NTNU 2017, käänös Paula Sankelo.

		Kyllä / ei	Vas- tuuhen- kilö	Ajankohta
Suunnittelu				
Energiasuunnitelma	Onko energiasuunnitelma laadittu?			
Toteutus				
Järjestäytyminen	Onko energiasta vastaava henkilö nimetty?			
	Onko energiasta vastaava ryhmä nimetty?			
	Onko sisäinen ja mahdollisesti myös ulkoinen energiaosaaminen kartoitettu?			
Tilannekartoitus	Onko kohteen nykyinen energiankulutus selvitetty?			
Tavoitteenasettelu	Onko energiatyölle määritetty tavoitteet?			
Toimintasuunnitelma	Onko toimenpiteet tunnistettu ja priorisoitu?			
	Onko toimenpiteille määrärahat ja muut resurssit?			
	Ovatko kaikki asianosaiset tietoisia toimenpiteistä?			
Valvonta				
Mittaukset	Onko määritetty, mitä mittauksia tarvitaan energiankulutuksen seurantaan?			
Tunnusluvut	Onko määritetty, mitä energiankulutuksen tunnuslukuja mittauksista muodostetaan?			
Arviointi				
Dokumentaatio	Onko energiankulutuksen kehitystä dokumentoitu?			
Rutiinit	Seurataanko energiankulutuksen kehitystä säännöllisesti sekä johtoryhmän kokouksissa että uimahalliin / urheiluhalliin liittyvissä työtehtävissä?			

Liite 2. Muistilista toimintasuunnitelman tueksi uimahallin tai muun urheiluhallin uudisrakennus- tai perusparannushankkeelle (soveltuvin osin). Lähde: NTNU 2017, käänös Paula Sankelo.

		Kustan- nukset	Vaiku- tukset	Vastuu- henkilö
Pienet toimenpiteet				
Ulkoseinät	Tiivisteiden uusiminen ikkunoiden ja ovien ympärillä			
Ilmanvaihto	Ilmamäärien säätö			
	Lämmityksen säätö pienemmälle yöaikaan			
	Sisälämpötilojen madaltaminen			
	Lämmön talteenotto poistoilmasta			
Vesi	Vettä säästävät suihkut			
	Lämmön talteenotto harmaasta vedestä			
Sähkölaitteet	Läsnäolosensoreiden asentaminen			
	Termostaattien asentaminen			
	Sähkölaitteiden ohjaaminen keskitetysti			
	Ilmamäärien, valaistuksen ja lämmityksen ohjaus			
	Valaistuksen läsnäolo-ohjaus			
	LED-valaisimet			
	Laitteiden aikaohjaus			
	Tuulettimien ja pumppujen tarpeenmukainen ohjaus			

	Laitteet, jotka eivät kuluta virtaa standby-tilassa			
Suuret toimenpiteet				
Katto	Katon lämmöneristyksen parantaminen			
	Aurinkolämpökeräimien asentaminen			
	Aurinkosähköpaneelien asentaminen			
Ulkoseinät	Energiatehokkaat ikkunat ja ovet			
	Ikkunoiden optimaalisymat ja suuntaukset			
	Ulkoseinien lämmöneristyksen parantaminen			
	Höyrysulun tarkistaminen / parantaminen			
	Tiivistystoimenpiteet			
Alapohja	Alapohjan ilmatiiveyden parantaminen			
	Alapohjan lämmöneristyksen parantaminen			
Salaojitus	Salaojittaminen + maanvaraisten seinien lämmöneristystason parantaminen			
Ilmanvaihto	Tarpeenmukainen ilmanvaihto ja tilan jako erillisiin ilmanvaihtovyöhykkeisiin			
	Tasapainossa oleva ilmanvaihto, jossa lämmön talteenotto			
Lämmitysjärjestelmä ja lämmönlähteet	Lämpöpumpun asennus			
	Vesikiertoisen lämmönjakojärjestelmän asennus			
	Kaukolämpöliittymän asennus			
	Biopolttoaineiden käyttäminen lämmönlähteenä			
Tehonhallinta	Tarvittavan huipputehon pienentäminen			
Energian varastointi	Lämmön varastointi (esim. maalämpökaivoon)			
	Sähkön varastointi (akkuun)			



ISBN 978-952-11-5093-7 (nid.)

ISBN 978-952-11-5094-4 (PDF)

ISSN 1796-1718 (pain.)

ISSN 1796-1726 (verkkoj.)