

Indikaattorit
Vaikutusten arviointi
Seuranta
Materiaalitehokkuus

Materiaalitehokkuus-
hankkeiden seurannan
ja vaikutusarvioinnin
kehittäminen

Esiselvitys 10/2012

Sisällysluettelo

Sisällysluettelo	1
Alkusanat	3
Tiivistelmä	4
Lyhenteet	5
1 Johdanto	7
1.1 Tausta	7
1.2 Tavoitteet	8
2 Materiaalitehokkuushankkeiden seurannan ja vaikutusarvioinnin menetelmäkartta	9
2.1 Missä materiaalitehokkuustoimien seurantaa ja vaikutusten arviointia tarvitaan?	9
2.2 Käsitteitä	9
2.3 Työkaluja	10
2.4 Materiaalitehokkuusajattelun yleiset taustatekijät ja tavoitteet	11
2.5 Materiaalitehokkuusajattelu toiminnan eri tasoilla	12
2.6 Materiaalitehokkuuteen liittyvän mittaroinnin eri tasot	15
2.7 Materiaalitehokkuuteen liittyviä mittareita ja seurannan ja vaikutusten arvioinnin toteutuksia menetelmäkartalla	18
2.8 Materiaalitehokkuuden mittaamisen sudenkuopat ja kritiikki	33
3 Aihepiiriin liittyviä toimia ja hankkeita	36
3.1 Hallitusohjelma	36
3.2 Valtioneuvoston luonnonvaraselonteko/Kansallinen luonnonvarastrategia	36
3.3 Valtakunnallinen jätesuunnitelma 2016	37
3.4 Ympäristöliiketoiminnan strateginen ohjelma	37
3.5 EU:n etenemissuunnitelma resurssitehokkaaseen Eurooppaan	37
3.6 Biotalousstrategia Euroopalle	38
3.7 Eurooppa 2020 -strategia, Suomen kansallisen ohjelman tarkistus	39
3.8 Luonnonvarojen ja energian käytön tehostamisen potentiaalit, kehitysarviot ja vaikutukset kansantalouden tasolla vuoteen 2020	39
3.9 Luonnonvarojen kestävä käyttö ja Suomen talous (Sustainable Use of Natural Resources and the Finnish Economy - SURE)	40
3.10 Kestävä kulutus ja tuotanto ohjelma (KULTU)	40
3.11 Tuore-verkosto	41
3.12 Tie kestävään talouteen -ohjelma	41

4	Materiaalitehokkuushankkeiden seuranta ja vaikutusten arviointi	43
4.1	Seurannan ja vaikutusten arvioinnin tarpeita eri tasoilla	43
4.2	Materiaalitehokkuuden vaikutusten arvioinnin etenemissuunnitelma	45
5	Case – Materiaalitehokkuuskatselmuksitoiminnan seuranta ja vaikutustenarviointi	48
5.1	Materiaalikatselmuksukset	48
5.2	Materiaalikatselmuksitoiminnan seurannan ja vaikutusten arvioinnin alustava suunnitelma	51
5.3	Seurantatiedon keräämisen esimerkki olemassa olevista materiaalikatselmuksista	56
5.4	Jatkotyö	57
6	Johtopäätökset ja jatkokehitystarpeet	59
7	Lähteet	61
8	Liite 1: Esimerkki Japanin kansantalouden materiaalivirroista (Tanaka 2008)	65
9	Liite 2: Materiaalitehokkuustoimien seurannan ja vaikutusten arvioinnin etenemissuunnitelma	66

Alkusanat

Työssä on selvitetty ja luotu perusteita ja puitteet materiaalitehokkuuden parantamiseen tähtäävien hankkeiden seurannalle ja vaikutusten arvioinnille sekä kartoitettu jatkokehitystarpeita. Nämä luovat pohjaa materiaalitehokkuuden parantamiseen tähtäävien hankkeiden tulokselliselle kohdentamiselle.

Työn on tilannut ja rahoittanut työ- ja elinkeinoministeriö. Työstä on Motivassa vastannut Ilkka Hippinen ja lisäksi siihen ovat osallistuneet Henrik Österlund, Paula Eskola ja Ulla Suomi.

Helsingissä lokakuussa 2012

Motiva Oy
Ilkka Hippinen
Henrik Österlund

Tiivistelmä

Tämän hankkeen tavoitteena oli selvittää ja luoda aikataulutettu yleissuunnitelma materiaalitehokkuuden vaikutustenarviointiin liittyvien osa-alueiden kehittämisestä. Tämä luo pohjaa materiaalitehokkuuden parantamiseen tähtäävien hankkeiden tulokselliselle kohdentamiselle jatkossa.

Keskeisiä politiikkatoimia, jotka vaikuttavat materiaalitehokkuustoimien suuntaamiseen ovat EU:n tiekartta 2020 ohjelma, Valtioneuvoston luonnonvaraselonteko ja Hallitusohjelma 2011.

Projektissa selvitettiin materiaali- ja resurssitehokkuushankkeiden seurantaan ja vaikutusten arviointiin käytettyihin indikaattoreihin eri tasoilla: makro-, meso-, mikro- sekä tuote- ja palvelutasolla. Lähteinä käytettiin alan toimijoiden julkaisuja ja internet-sivustoja sekä tieteellistä lähdemateriaalia.

Esimerkkikohteeksi valittiin Motivan materiaalikatselmustoiminta. Materiaalikatselmus on raportin kirjoittamiseen mennessä tehty viidelle tehtaalle käyttäen Motivassa kehitettyä materiaalikatselmusmallia. Projektissa haettiin esimerkkitapauksiin sopivia materiaalitehokkuuden indikaattoreita ja testattiin niiden mahdollisuuksia materiaalitehokkuuden muutosten kuvaajina ja toimenpiteiden seurannan ja vaikutusten arvioinnin välineinä. Osuudessa arvioitiin myös katselmustoiminnan seurannan vaatimuksia.

Esitetyssä etenemismallissa hahmotellaan materiaalitehokkuuden vaikutustenarvioinnin tulevaisuuden tarpeita ja sitä kuinka seuranta ja vaikutusten arviointia kehitetään edelleen materiaalitehokkuuteen liittyvissä erilaisissa hankkeissa. Yksityiskohtaisempia vaikutustenarvioinnin suunnitelmia pystytään laatimaan, kun niitä vaativien toimenpiteiden suunnittelu ja täytäntöönpano etenevät.

Lyhenteet

BKT	Bruttokansantuote	
DE	Kotimaan materiaalin otto	Domestic Extraction
DMC	Kansantalouden suora materiaalikulutus (kotimaan luonnosta + tuonti – vienti)	Domestic material consumption
DMI	Suora materiaalipanos	Direct Material Input
DMI-P	Sektorin tuotantoon liittyvä suora materiaalipano	Direct Material Input related to sectoral production
DPO	Suora tuotanto	Domestic Processed Output
Eco-Ef	Eko-tehokkuus	Eco-efficiency
Eco-In	Eko-intensiteetti	Eco-intensity
ECOREG	Alueellinen ekotehokkuus – esimerkkinä Kymenlaakso -hanke	
EEA	Euroopan ympäristökeskus	European Environment Agency
EE-IO	Ympäristölaajennettu panos-tuotosmalli	Environmentally Extended Input-Output Model
EG	Ekologinen jalanjälki	Ecological footprint
E-In	Energiaintensiteetti	Energetic Intensity
EMC	Ympäristöpainotettu materiaalien kulutus	Environmentally Weighted Material Consumption
GDP	Bruttokansantuote (BKT)	Gross Domestic Product
GO	Kokonaistuotannon rahallinen arvo	Monetary value of overall output
GVA	Bruttoarvonlisäys	Gross Value Added
IOA	Panos-tuotos-analyysi	Input Output Analysis
ITMR	Loppukulutukseen tuottamisen vaatiman kokonaismateriaalin tarve	Total Material Requirement Induced by production for final demand
KEPI	Tuotteiden ympäristöominaisuuksia kuvaavat avainindikaattorit	Key Environmental Performance Indicators
LCA	Elinkaariarviointi	Life Cycle Assessment
LCIA	Elinkaariarvioinnin vaikutusarviointi	Life Cycle Impact Assessment
LV	Lopputuotteiden rahallinen arvo	Monetary value of production for final use
MATKAT	Materiaalikatselemus	
MFA	Materiaalivirta-analyysi	Material Flow Analysis
MFCA	Materiaalivirtojen kustannusanalyysi	Material Flow Cost Accounting
M-Inef	Materiaalitehottomuus	Material Inefficiency
MIPS	Materiaalipanos palveluyksikköä kohden	Material Input per Service Unit
MUE	Materiaalin käyttötehokkuus	Material Use Efficiency
MUT	Materiaalin käyttöaika	Material Use Time
NAS	Nettovaraston lisäys	Net Additions to Stock
NISP	Iso-Britannian kansallinen teollisen symbioosin ohjelma	National Industrial Symbiosis Programme
PTB	Fyysinen kauppataase	Physical Trade Balance
RRUP	Käytettyjen tuotteiden talteenotto	Recovery Rate of Used Products

TEI	Kokonaisenergiankulutus	Total Energy Input
TMC	Materiaalin kokonaiskulutus	Total Material Consumption
TMR	Kokonaismateriaalin tarve	Total Material Requirement
TMR-P	Sektorin tuotantoon liittyvä kokonaismateriaalin tarve	Total Material Requirement related of sectoral production
TWG	Jätteiden kokonaismäärä	Total Waste Generation
TWI	Kokonaisvedenkulutus	Total Water Input
TWWG	Kokonaisjäteveden tuotanto	Total Waste Water Generation
URRUP	Talteenotettujen käytettyjen tuotteiden käyttöaste	Use Rate of Recovered Used Products
WP	Työntekijän tuottavuus	Worker Productivity
ZP	Väli tuotteiden rahallinen arvo	Monetary value of intermediate production output

1 Johdanto

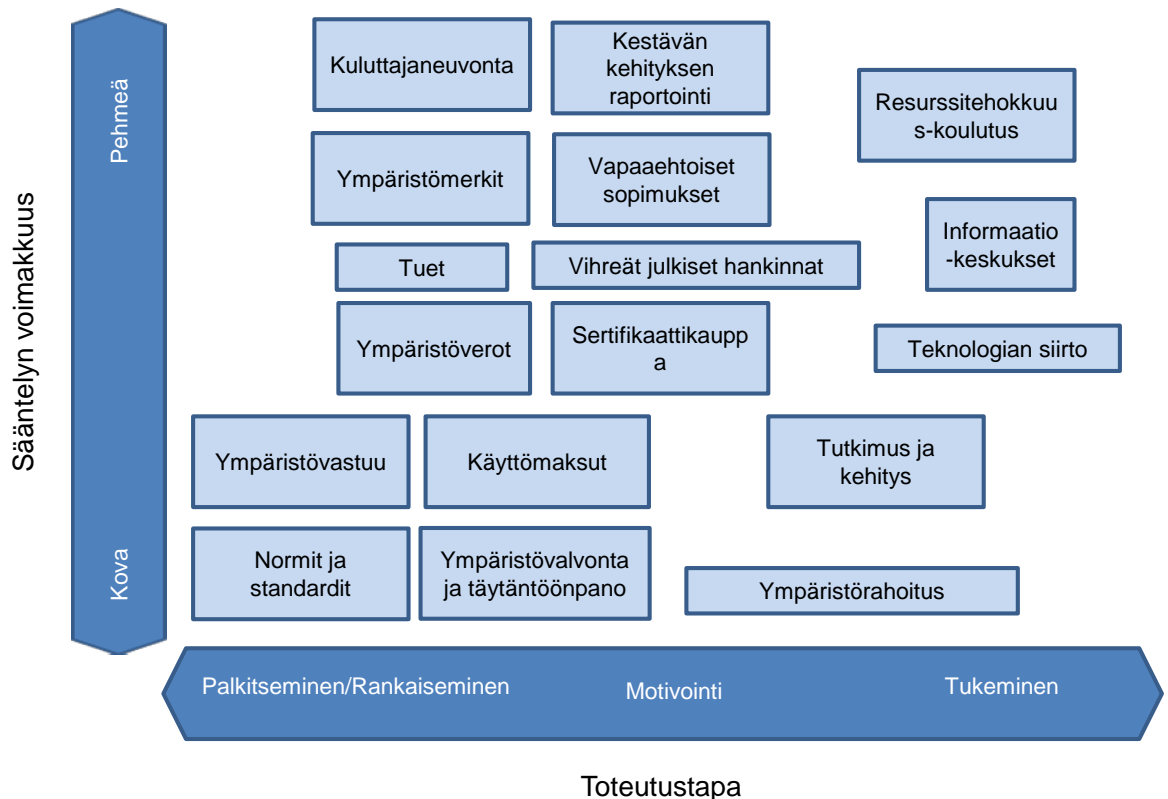
1.1 Tausta

Valtionhallinnon tarve resurssienkäytön vaikutusten arvioimiseksi ja niiden kohdistamiseksi kasvaa kaikilla alueilla. Lyhyellä aikavälillä on odotettavissa myös tarve materiaalitehokkuuteen liittyvien hankkeiden mitattavissa olevien tavoitteiden asettamiselle ja niiden seurannan ja vaikutustenarvioinnin toteuttamiselle

Materiaalitehokkuuden edistämiseen liittyvät tavoitteet voivat olla aluksi toiminnallisia ja myöhemmässä vaiheessa varsinaisiin mitattaviin muutoksiin ja vaikuttavuuteen liittyviä. Materiaalitehokkuuden edistämiseen liittyvien toimien arviointi voi myös perustua selvästi mitattaviin suureisiin (säästetty materiaali, kustannukset/säästöt) tai ne voivat olla esimerkiksi muita numeerisia indikaattoreita (tehtyjen katselmusten määrä, järjestelmässä mukana olevien yritysten määrä, tapahtumaan/koulutukseen osallistuneiden ihmisten määrä jne.)

Materiaalitehokkuuden mittareita koskeva tietämys on toistaiseksi suhteellisen vaikiintumatonta ja jäsentymätöntä. Tarvitaan selkeytetty näkemys siitä mihin liittyviä vaikutuksia ja minkä tyyppisiä mittareita materiaalitehokkuudelle on mahdollista asettaa.

Kuvassa (Kuva 1) on esitetty esimerkkejä resurssitehokkuuteen liittyvistä politiikka-toimista diagrammissa, jossa toimet on asetettu kuvaan säätelyn voimakkuuden ja toteutustavan mukaan. Kuvasta on tunnistettavissa materiaalitehokkuuden parantamiseen liittyviä keinoja.



Kuva 1 Resurssitehokkuustoimia säätelyn voimakkuuden ja toteutustavan mukaan (DG Environment 2011A, alkuperäinen lähde CSCP 2006:).

Tämän hankkeen tavoitteena oli selvittää ja luoda perusteet ja puitteet materiaalitehokkuuden parantamiseen tähtäävien hankkeiden seurannalle ja vaikutusten arvioinnille ja kartoittaa jatkokehitystarpeita. Tämä luo pohjaa materiaalitehokkuuden parantamiseen tähtäävien hankkeiden tulokselliselle kohdentamiselle.

Tavoitteena oli myös luoda valmiuksia arvioida materiaalitehokkuuden parantamiseen liittyvien hankkeiden vaikutuksia. Tämä edellyttää jatkossa uusia hankkeita käynnistettäessä vaikutusten arvioinnin edellyttämien tietojen keräämisen ja seurannan huomioon ottamista, joka luo tulevaisuudessa pohjaa ennalta tunnistaa ja arvioida materiaalitehokkuuden parantamisen kannalta mahdollisimman tulokselliset ja/tai potentiaaliset alueet ja toimenpiteet.

Hankkeessa tavoitteiden mukaisesti laadittiin etenemissuunnitelma materiaalitehokkuushankkeiden seurannan ja vaikutusarvioinnin kehittämiseksi materiaalitehokkuuteen liittyvistä osa-alueista sekä esitettiin ajatuksista näiden osa-alueiden kehittämiseksi. Työ sisältää myös näkemyksen materiaalitehokkuuden vaikutusten arviointiin sisällytettävistä osa-alueista sekä arvion siitä, millaisia mittareita näille osa-alueille voidaan asettaa ja näiden laskentaan mahdollisia ja tarvittavia seurantatiedonlähteitä.

Hankkeessa laadittiin materiaalitehokkuushankkeiden seurannan ja vaikutusarvioinnin menetelmäkartta ja sen eri tasojen kuvaukset. Tavoitteena oli kuvata materiaalitehokkuuden mittareita ja työkaluja niin hankkeiden seurannalle ja vaikutusarvioinnille sekä kuin niiden tavoitteiden asetannalle eri kohderyhmissä ja eri tarkkuustasoilla.

Työhön sisältyvässä case-tarkastelussa oli yhteistyössä ko. esimerkkihankkeen kanssa tavoitteena valita ja kehittää vaikutusarvioinnin mittareita sekä määrittää niiden laskennassa tarvittavat suureet sekä niiden mahdolliset tiedonlähteet sekä testata valittujen vaikutusarvioinnin mittareiden laskentaa konkreettisessa esimerkkitapauksessa.

Työn tuloksena oli tavoitteena tehdä ehdotus jatkokehitys- ja selvitystarpeista liittyen materiaalitehokkuusalueen vaikutusten arviointiin.

Työn tavoitteena ei tässä vaiheessa ollut laajemmin materiaalitehokkuushankkeiden yksityiskohtaisten mittareiden kehittämistä.

2 Materiaalitehokkuushankkeiden seurannan ja vaikutusarvioinnin menetelmäkartta

2.1 Missä materiaalitehokkuustoimien seuranta ja vaikutusten arviointia tarvitaan?

Erilaisille materiaalitehokkuuteen vaikuttaville toimille ja niiden vaikutusten arvioinnin tarpeille on tunnistettavissa omat kohderyhmät. Kohderyhmiä voivat olla valtionhallinto, muu julkinen sektori, yritykset ja kuluttajat.

Valtionhallinto tarvitsee tietoa ja työkaluja erilaisten toimien vaikuttavuuden arviointiin, mm. resurssien kohdentamiseksi.

Yrityksille materiaalitehokkuus on ensisijaisesti talouskysymys. Vähemmällä raaka-ainepanoksella ja pienemmällä jätemäärällä voidaan alentaa tuotantokustannuksia ja parantaa kilpailukykyä. Yritys tarvitsee päätöksentekoonsa mittareita siitä, kuinka materiaalitehokkuustoimet vaikuttavat tuotannon taloudellisuuteen. Luonnonvarojen kestävä käyttö ja ympäristönäkökulmat nähdään yrityksissä myös yhä enemmän mm. businessmahdollisuutena ja imagokysymyksenä. Lisäksi luonnonvarojen saatavuus muodostaa jo nykyisin joillakin toimialoilla toimiville yrityksille liiketoimintariskin.

Julkinen sektori voi omalla toiminnallaan osoittaa sitoutumista kestävän kehityksen periaatteisiin ja toimia esimerkkinä muille. Valtioneuvoston periaatepäätöksen mukaisesti kaikkia julkisia toimijoita – valtion keskus- ja aluehallintoa sekä kuntakenttää kannustetaan kestäviin hankintoihin. Hankintojen arviointi ja vertaaminen materiaalitehokkuuden näkökulmasta tukee tätä tavoitetta.

Kuluttajat tarvitsevat valintojensa tekoon tietoa tuotteiden ominaisuuksista. Tuotteen tai palvelun ympäristömyönteisyys on yhä merkittävämpi valinnan peruste. Tähän tarkoitukseen tarvitaan läpinäkyviä ja vertailukelpoisia tunnuslukuja.

Lisäksi erilaiset alueelliset integraatiotoimet (teolliset symbioosit, teollisuuspuistot, yhteistyöhankkeet) luovat tarpeita työkaluille, joilla yhteistyön kustannuksia ja hyötyjä voidaan arvioida ja jakaa osallistujien kesken. Näissä hyödyntäjinä voivat olla yritykset, julkinen sektori ja/tai kolmannet tahot.

2.2 Käsitteitä

Materiaalitehokkuus (Material efficiency)

Materiaalitehokkuus on kilpailukykyisten tuotteiden ja palvelujen aikaansaamista pienenevin materiaalipanoksin siten että haitalliset vaikutukset vähenevät elinkaaren aikana. Tämä Motivan määritelmä viestii mm. sitä, että massapohjainen vähemmästä enemmän ajattelu ei yksin riitä materiaalitehokkuusajattelun lähtökohdaksi.

Resurssitehokkuus (Resource efficiency)

EU komission etenemissuunnitelmassa kohti resurssitehokasta Eurooppaa KOM(2011) 571 (EU 2011) todetaan, että resurssitehokkuuden avulla talous pystyy luomaan enemmän vähemmällä ja tuottamaan enemmän lisäarvoa vähemmillä panoksilla, kun resurssiä käytetään kestäväällä tavalla ja niiden ympäristövaikutukset minimoidaan. Käsitteelle ei ole vakiintunutta määritelmää, ja painotukset em. asioiden suhteen vaihtelevat sen mukaan kuka termiä käyttää. EU komission kuvaus on otettu tähän lähtökohdaksi, sillä se tulee todennäköisesti vaikuttamaan siihen millä tavoin resurssitehokkuus näkyy poli-

tiikkatoimissa ja ohjauskeinoissa jatkossa. Laajan tulkinnan mukaan resurssitehokkuus sisältää materiaali- ja energiatehokkuuden lisäksi myös mm, veden ja maan käytön, jätteiden muodostumisen ja luontoarvojen säilyttämisen.

Resurssituottavuus (Resource productivity)

Resurssituottavuus kuvaa taloudellisen tuloksen ja materiaali- tai resurssisyötteitä kuvaavien fyysisten indikaattoreiden suhdetta. OECD:n (2008) mukaan resurssituottavuus sisältää sekä määrällisen ulottuvuuden (kvantifioi tuloksen suhteessa käytettyihin luonnonvaroihin) ja laadullisen ulottuvuuden (esim. ympäristövaikutukset tuotantoyksikköä kohden tietylle luonnonvarojen käytölle).

Ekotehokkuus (Eco efficiency)

Ekotehokkuus on sellaisten hinnaltaan kilpailukykyisten tuotteiden ja palvelujen tuottamista, jotka tyydyttävät inhimillisiä tarpeita ja tuovat laatua elämään, siten että ekologinen kuormitus ja resurssi-intensiteetti asteittain vähenevät koko elinkaaren ajalta alle maapallon arvioidun kestävävyyden. (Glavic ym. 2007, EPA, UN)

Luonnonvarojen kestävä käyttö (Sustainable use of natural resources)

Luonnonvarojen ekologisesti kestävällä käytöllä pyritään säilyttämään luonnon monimuotoisuutta sekä sopeuttamaan ihmisen toiminta hyödynnettäviin luonnonvaroihin ja luonnon sietokykyyn. Luonnonvarojen kestävä käyttö pitää sisällään ekologisen, taloudellisen ja sosiaalisen kestävyuden käsitteet (Ympäristö, 2012a). Joissakin tarkasteluissa mukaan on liitetty myös kulttuurillinen kestävyys.

2.3 Työkaluja

ENVIMAT- malli

”Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutusten arviointi”-hankkeessa (Seppälä J. ym. 2009) syntynyt malli, jolla voidaan arvioida materiaalivirtojen, ympäristövaikutusten ja taloudellisten vaikutusten välisiä suhteita. Malli edustaa ns. ympäristölaajennettua panos-tuotostyökalua, jossa perustana ovat taloudelliset panos-tuotostaulukot yhdistettynä elinkaariin ympäristövaikutuksiin. Suomelle tehty ENVIMAT-malli mahdollistaa tuotanto- ja kulutuslähtöisen ympäristövaikutusten analysoinnin siten, että työllisyys- ja arvonlisäysvaikutukset ovat samanaikaisesti mukana.

Elinkaariarviointi (LCA)

Elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment, LCA) on menetelmä, jonka avulla pyritään systemaattisesti selvittämään tuotteen tai palvelun koko elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset. Elinkaariarvioinnin toteuttamisessa voidaan käyttää apuna kansainvälisen standardisointijärjestön, ISO:n 14040-sarjan standardeja ja EU komission julkaisemaa käsikirjaa elinkaariarvioinnista (ILCD handbook¹).

Materiaalivirtojen kustannusanalyysi

Materiaalivirtojen kustannusanalyysi (MFCA Material Flow Cost Accounting) on johdon työkalu, jonka avulla organisaatiot kykenevät paremmin ymmärtämään omien materiaalien ja energian käytön käytäntöjensä mahdollisia vaikutuksia ympäristöön ja organisaation talouteen sekä näitä käytäntöjä muuttamalla etsimään keinoja ympäristövaikutusten pienentämiseen ja kustannustehokkuuden parantamiseen.

¹ <http://lct.jrc.ec.europa.eu/assessment/publications>

Materiaalivirtojen kustannusanalyysissa hyödynnettävä materiaalivirtamalli helpottaa materiaalien ja energian käytön käytäntöjen seuraamista. Tässä mallissa organisaation sisäiset materiaalivirrat ja -varastot esitetään ja lasketaan fysikaalisissa yksiköissä. Energia voidaan materiaalivirtojen kustannusanalyysissa laskea joko materiaalina tai erikseen. Kaikki materiaalivirroista ja energian käytöstä syntyvät sekä niihin liittyvät kustannukset lasketaan ja kohdennetaan jälkikäteen. Materiaalivirtojen kustannusanalyysi mahdollistaa erityisesti tuotteisiin ja materiaalihävikkiin liittyvien kustannusten (kuten jätteet, päästöt ilmaan, jätevesi) vertailun.

Monissa organisaatioissa kuva materiaalihävikin aiheuttamista todellisista kustannuksista on vajavainen, sillä materiaalihävikkiä ja siihen liittyviä kustannuksia koskeva tieto on usein vaikeasti erotettavissa perinteisistä tieto-, kustannuslaskenta- ja ympäristöjärjestelmistä. Kun nämä tiedot hankitaan materiaalivirtojen kustannusanalyysilla, niiden avulla voidaan selvittää mahdollisuuksia vähentää materiaalien käyttöä ja hävikkiä. Lisäksi niiden avulla voidaan tehostaa materiaalien ja energian käyttöä sekä pienentää haitallisia ympäristövaikutuksia ja niihin liittyviä kustannuksia. (ISO14051, 2011)

Materiaalikatselemus

Materiaalikatselemuksessa (MATKAT) yritys selvittää materiaalien käytön tehostamis mahdollisuuksiaan konsultin avulla käyttäen Motivan kehittämää katselemusmallia.

Materiaalikatselemus on käytännön työkalu yrityksen toiminnan tehostamiseen ja materiaalivirtojen hallintaan. Katselemuksella tunnistetaan tuotantoprosessista vaiheet, joissa voidaan vähentää materiaalien käyttöä, syntyvän jätteen määrää sekä ympäristöhaittoja. Samalla voidaan savuttaa merkittäviä kustannussäästöjä.

Katselemus tuottaa konkreettisia säästötoimenpide-ehdotuksia. Toimenpiteiden hyödyt (esim. materiaalinsäästö, energiansäästö, jätteen/hävikin vähenemä), säästöpotentiaali ja mahdolliset investointitarpeet arvioidaan, sekä tehdään ehdotukset jatkotoimista. Materiaalikatselemuksen pohjalta yrityksen on helppo lähteä toteuttamaan materiaalitehokkuuteen liittyviä parannustoimenpiteitä suunnitelmallisesti.

Motivan materiaalikatselemusmallin erityispiirteenä on merkittävä tukeutuminen kohdeyrityksen oman tietämyksen ja myös tuotantohenkilöstön kokemusperäisen piilevän tiedon hyödyntämiseen. Materiaalikatselemusten aikana toteutettavien työpajojen yksi tavoite on juuri tällaisen piilevän tiedon esiin saaminen. Lisäksi tämän työskentelytavan on huomattu sitouttavan kohdeyritysten henkilöä tehostamisajatteluun.

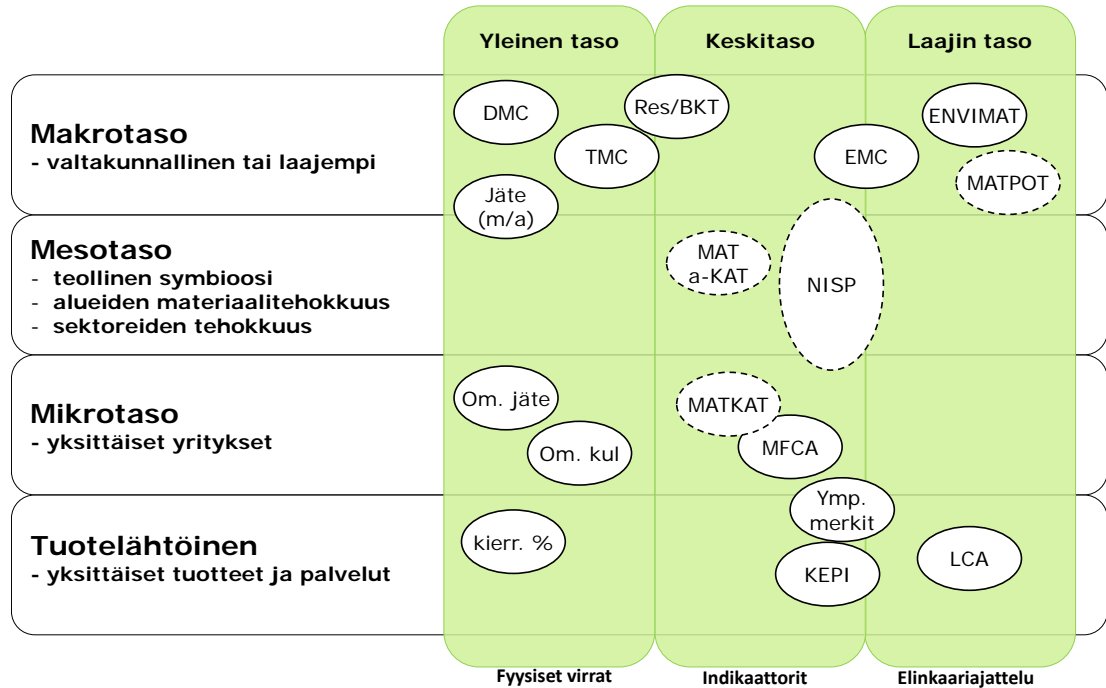
Ensimmäisten Suomessa tehtyjen materiaalikatselemusten tulokset ovat olleet lupaavia. Viidessä keskisuudessa teollisuusyrityksessä tehdyssä materiaalikatselemuksessa laskennallinen säästöpotentiaali oli 0,3–1 miljoonaa euroa/vuosi, josta ensimmäisen vuoden aikana toteutuu arviolta 20–50 %. Yksittäisen materiaalin säästöpotentiaaliksi on arvioitu jopa 30 %.

2.4 Materiaalitehokkuusajattelun yleiset taustatekijät ja tavoitteet

Materiaalitehokkuuden edistämisen taustalla on pyrkimys tavoitella parannusta (Kuva 2):

- talouden,
- luonnonvarojen riittävyyden ja
- ympäristönäkökohtien näkökulmista.

Materiaalitehokkuutta edistäviksi toimiksi voidaan kutsua sellaisia, jotka parantavat valitsevaa tilannetta em. kolmen näkökulman mukaisilla mittareilla ilmaistuna. Materiaalite-



Kuva 3 **Materiaalitehokkuuden mittareiden ja menetelmien (yhtenäisellä viivalla) sekä toimien (katkoviivalla) menetelmäkartta toiminnan eri tasojen mukaisesti jäsennehtynä. Laajuus ja monimuotoisuus kasvavat vasemmalta oikealle. (Kuvassa esitetyt lyhenteet on selitetty seuraavassa taulukossa.)**

Taulukko 1 **Menetelmäkartassa olevat lyhenteet ja niiden selitykset**

DMC	Kansantalouden suora materiaalikulutus
EMC	Ympäristöpainotettu materiaalien kulutus
ENVIMAT	Suomen kansantalouden materiaalivirtojen, ympäristövaikutusten ja taloudellisten vaikutusten välisiä suhteita tarkasteleva malli
Jäte (m/a)	Jätteen määrä vuodessa
KEPI	Tuotteiden ympäristöominaisuuksia kuvaavat avainindikaattorit
kierr, %	Kierrätysastetta kuvaavat indikaattorit
LCA	Elinkaariarviointi
MAT a-KAT	Toimipaikkojen välisten virtojen tehostamismahdollisuuksiin keskittyvät selvitykset
MATKAT	Materiaalikatselmusohjelma
MATPOT	Luonnonvarojen ja energiankäytön tehostamisen potentiaalit, kehitysarviot ja vaikutukset kansantalouden tasolla vuoteen 2020 -tutkimusprojekti
MFCA	Materiaalivirtojen kustannusanalyysi
NISP	Iso-Britannian kansallinen teollisen symbioosin ohjelma
Om. jäte	Ominaisjättemäärä
Om. kul	Ominaiskulutus
Res/BKT	Resurssien kulutus suhteutettuna bruttokansantuotteeseen
TMC	Materiaalin kokonaiskulutus
Ymp.merkit	Ympäristömerkit

Makrotaso (Valtakunnallinen ja sitä laajempi taso)

Makrotasolla materiaalitehokkuutta tarkastellaan valtakunnallisen tai sitä laajemman tason kysymyksenä, jolloin kyse voi olla esimerkiksi Suomen kansantalouden materiaalitehokkuudesta tai Euroopan talousalueen materiaalitehokkuudesta. Makrotason materiaalitehokkuustarkasteluille on tyypillistä, että kaikki kolme taustatekijää, talous, luonnonvarojen riittävyys ja ympäristönäkökohdat ovat melko tasavahvasti mukana tarpeina. Makrotason materiaalitehokkuustarkastelut nojaavat yleensä valtakunnalliseen materiaalivirtatilinpitoon, jossa tärkeimpinä lähtötiedon tuottajina toimivat mm. kansalliset tilastokeskukset. Massapohjaisilla mittareilla on ollut toistaiseksi varsin suuri rooli makrotason materiaalitehokkuustarkasteluissa, mutta tulevaisuudessa niitä tulisi korvata mittareilla ja indikaattoreilla, jotka korreloivat edellisessä kappaleessa esiteltyjen materiaalitehokkuusajattelun taustatekijöiden eli talouden, luonnonvarojen riittävyyden ja ympäristövaikutusten kanssa. Tiedot fyysisistä materiaalivirroista tulevat kuitenkin myös jatkossa olemaan oleellista lähtötietoaineistoa materiaalitehokkuuden indikaattoreille.

Makrotason materiaalitehokkuus muodostuu muiden toiminnan tasojen toimintojen ja toimenpiteiden summana, joten laajamittainen systemaattinen materiaalitehokkuuden edistämis työ kaikilla sitä alemmilla tasoilla (alue-, mikro- ja tuotetaso) on merkityksellistä makrotason materiaalitehokkuuden kannalta. Erilaisilla hallinnollisilla toimenpiteillä ja ohjauskeinoilla voi myös olla merkittävä vaikutus siihen, mihin suuntaan materiaalitehokkuus makrotasolla kehittyy.

Mesotaso (Alueellinen taso)

Meso- eli alueellisella tasolla tarkoitetaan tässä yhteydessä valtakunnallista tasoa pienempää tarkastelukokonaisuutta, jossa on suuri joukko mikrotason toimijoita, kuten yritysten toimipaikkoja sekä näiden kanssa vuorovaikutuksessa toimivia julkisia tahoja. Alueellisella tasolla materiaalitehokkuustoimet voivat liittyä esimerkiksi toimipaikkojen välisten materiaalivirtojen hyödyntämiseen siten, että yhden toimijan sivutuote on toisen raaka-aine. Esimerkiksi teollisen ekologian, teollisen symbioosin ja prosessi-integraation käsitteet ovat lähellä alueellisen materiaalitehokkuuden käsitettä. Mikrotason toimijoilla on suuri merkitys alueellisen tason materiaalitehokkuuteen, joten nämä tasot ovat vahvasti vuorovaikutuksessa keskenään. Alueellisen tason materiaalitehokkuuden edistämiseen voivat vaikuttaa mm. erilaiset yritysverkostot sekä alueelliset kehittämisorganisaatiot.

Mesotasolla voidaan käsittää myös sektorilajuisia tasoa ja tarkasteluja.

Mikrotaso (Yksittäiset yritykset)

Mikrotasolla materiaalitehokkuutta tarkastellaan esimerkiksi yksittäisen teollisen tuotantolaitoksen näkökulmasta. Toimipaikan tuotantoprosessissa käytettävien raaka-aineiden ominaiskulutukset ja muodostuvat ominaisjätemäärät ovat esimerkkejä materiaalitehokkuuden yksinkertaisimmista mittareista mikrotasolla. Motivan mallin mukainen materiaalikatselmus pureutuu yksittäisen teollisen toimipaikan materiaalivirtojen tehostamismahdollisuuksiin syvällisesti, tunnistuen tehostamistoimenpiteitä, joiden säästöpotentiaali ilmaistaan sekä massamääräisesti että euroissa. Yksittäisten toimipaikkojen materiaalitehokkuusasioihin on eniten vaikutusmahdollisuuksia tuotannosta ja tuotekehityksestä vastaavilla. Lisäksi on tyypillistä, että lähes jokaisella tuotannossa työskentelevällä voi olla varsin suuri vaikutusmahdollisuus siihen kuinka materiaalitehokasta toiminta on.

Tuotelähtöinen taso (Yksittäiset tuotteet ja palvelut)

Tuotelähtöisellä tasolla materiaalitehokkuutta tarkastellaan yksittäisen tuotteen tai palvelun tehokkuuskysymyksenä. Tällöin voidaan tarkastella esimerkiksi yksittäisen vesikalusteen materiaalitehokkuutta tai siivouspalvelun materiaalitehokkuutta. Eniten vaikutusmahdollisuuksia tuotteiden materiaalitehokkuuteen on yritysten tuotekehitystoiminoilla ja palvelujen kyseessä ollessa palvelumuotoilulla ja -suunnittelulla. Tuotteiden suunnitteluvaiheessa tehtävät ratkaisut materiaalivalinnoissa, fyysisissä muodoissa jne. vaikuttavat voimakkaasti mm. siihen kuinka materiaalitehokkaasti tuotanto voi toimia. Samaten niillä on vaikutusta tuotteiden pitkäikäisyyteen ja käytön jälkeisen käsittelyn toimivuuteen. Tuotelähtöisissä tarkasteluissa on osaoptimoinnin välttämiseksi yleensä lähtökohtaisesti hyvä soveltaa elinkaariajattelua. Tuotelähtöisen tarkastelunäkökulman tarkimmalla mittaustasolla materiaalitehokkuus kannattaa sulauttaa osaksi elinkaariarviointia, eikä pitää sitä erillisenä kysymyksenä.

Tuotteiden ja palvelujen kyseessä ollessa ei voida ohittaa myöskään käyttäjien merkitystä materiaalitehokkuuden kannalta. Yksittäisten kuluttajien, yritysten hankinnoista vastaavien sekä julkisia hankintoja tekevien valintakriteereillä, ostopäätöksillä ja käytötavoilla on merkittävä vaikutus siihen kuinka materiaalitehokkuus toteutuu yksittäisten tuotteiden ja palvelujen tasolla.

2.6 Materiaalitehokkuuteen liittyvän mittaroinnin eri tasot

Materiaalitehokkuuden edistämisen tarpeet, erityispiirteet ja taustatekijöiden painoarvot voivat olla erilaisia riippuen toiminnan tasosta. Näillä tarpeilla ja erityispiirteillä on vaikutusta siihen, minkä tasoilla mittareilla materiaalitehokkuuden tasoa ja parannuksia tulisi arvioida. Yleisesti voidaan todeta, että oikeantasoisten menetelmien käyttö on materiaalitehokkuuteen liittyvän päätöksenteon perusedellytys. Käytettävien mittareiden ja menetelmien valinta on jatkuvaa tasapainoilua niiden riittävän laajuuden, tarkkuuden ja soveltuvuuden sekä toisaalta niiden käytön edellyttämän työmäärän ja kustannusten välillä.

Fyysisiin materiaalivirtoihin eli massataseiden syötteisiin ja tuotoksiin liittyvä kvantitatiivinen tieto muodostaa materiaalitehokkuuden mittaamisen perustan. Materiaalitehokkuuden arviointia ja mittaamista ei kuitenkaan tule rajata tarkoittamaan yksin tätä massaperusteista tehokkuutta, vaan se muodostaa lähtötietopohjan, jolle varsinaiset materiaalitehokkuuden hyötynäkökulmia kuvaavat mittarit ja indikaattorit tulisi perustaa.

Lähtökohtana voidaan pitää sitä, että materiaalitehokkuutta edistäviksi toimiksi voidaan kutsua sellaisia fyysisiin materiaalivirtoihin kohdistuvia toimenpiteitä tai muutoksia, jotka parantavat vallitsevaa tilannetta talouden, luonnonvarojen riittävyyden tai ympäristönäkökohtien näkökulmasta. Kääntäen ilmaistuna voidaan sanoa, että materiaalitehokkuuden paranemista ei toteudu esim. tilanteessa, jossa jonkin toimenpiteen seurauksena massaperusteinen materiaalienkäyttö vähenee, mutta taloudelliset tai ympäristövaikutukset kasvavat. Käyttökelpoisimpia materiaalitehokkuuden mittareita ovat sellaiset, jotka fyysisiä massatasetietoja lähtötietoina käyttäen muodostavat selkeän korrelaation materiaalitehokkuusajattelun taustatekijöihin (talouden, luonnonvarojen kestävä käytön ja ympäristönäkökohtien näkökulmat) ja kuvaavat muutoksia niissä.

Materiaalitehokkuuden mittaamisen eri tasojen perusjäsentely oli esitetty materiaalitehokkuuden menetelmäkartassa (Kuva 3). Siinä mittaamisen tasot (pystypalkit) eri toimintatasoilla (vaakarivit) on esitetty karkealla jaottelulla: yleinen taso, keskitaso ja laajin taso. Mittareiden luonne muuttuu menetelmäkarttakuvassa vasemmalta oikealle edetessä suoriin fyysisiin virtoihin liittyvistä mittareista niiden monipuolisempiin johdannaisiin. Äärimmäisenä oikealla on mittareita, joihin liittyy elinkaariajattelua sekä ympäristövaiku-

tusten kokonaisvaltaista arviointia. Viimeksi mainitun kaltaisissa mittareissa kyse ei ole enää pelkästään materiaalitehokkuuden mittaamisesta, mutta voidaan sanoa, että materiaalitehokkuus näyttelee niissä merkittävää osaa.

Yleinen taso

Materiaalitehokkuuden menetelmäkartan (Kuva 3) yleiselle tasolle sijoittuvat fyysiset materiaalivirtamittarit ja niihin suoraan nojaavat yksinkertaiset tunnusluvut. Tällaisia mittareita ovat esimerkiksi makrotason massapohjaisia materiaalikulutuksia kuvaavat TMC ja DMC sekä mikrotasolla käytettävät yksinkertaiset tunnusluvut kuten ominaisjätekeritymät tai raaka-aineiden ominaiskulutukset. Tuotetasolla yleiselle tasolle luettavia materiaalitehokkuuteen liittyviä tunnuslukuja ovat esimerkiksi tuotteen sisältämien eri valmistusmateriaalien lukumäärät ja massat sekä esimerkiksi tuotteen käytön jälkeinen kierrätysaste.

Keskitaso

Materiaalitehokkuuden menetelmäkartan (Kuva 3) keskitasolle voidaan sijoittaa indikaattoriluonteisia menetelmiä (esim. MFCA), sekä keskitasoa monimutkaisemman tason menetelmillä saatujen tulosten perusteella johdettuja indikaattoreita (esim. KEPI). Näille menetelmille on luonteenomaista, että niiden tulokset on tarkoitettu materiaalitehokkuuden parantamista koskevan päätöksenteon tueksi. Perusedellytyksenä voidaan tällöin pitää sitä, että menetelmät tuottavat tuloksena tunnuslukuja, joilla on suora yhteys materiaalitehokkuuden edistämisen taustatekijöihin.

Esimerkiksi Motivan materiaalikatselmusmalli voidaan sijoittaa tarkkuudeltaan keskitason menetelmien joukkoon. Sen käsittelemä lähtötietoaineisto pohjautuu tuotantoprosessin massataseiden syötteisiin ja tuotoksiin sekä niihin liittyviin suoriin ja välillisiin kustannuksiin. Materiaalikatselmustyökalussa sovellettavan MFCA-menetelmän avulla materiaalivirtoihin liittyvät suorat ja välilliset kustannukset voidaan kohdentaa pää- ja sivutuotevirroille. Täten esimerkiksi jätevirroille voidaan laskea todellinen raaka-aine-, prosessointi-, työvoima-, ja energiakustannukset sisältävä hinta. Materiaalikatselmustyökalun ero tarkimman tason mittareihin on mm. se, että siinä ei sovelleta elinkaariajattelua eikä siinä arvioida toimipaikkatason (mikrotason) ympäristövaikutuksia.

Laajin taso

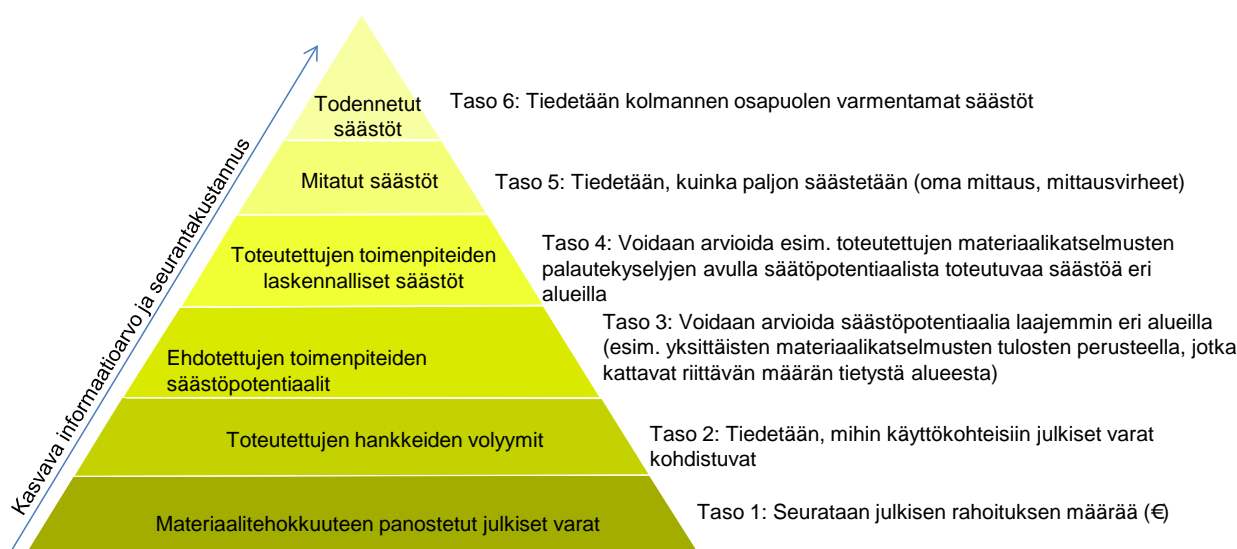
Materiaalitehokkuuden menetelmäkartan (Kuva 3) laajimmalle tasolle voidaan sijoittaa elinkaariperusteiset menetelmät ja ympäristövaikutusten arviointia sisältävät menetelmät. Näilläkin menetelmillä lähtötietoaineisto perustuu fyysisiin materiaalivirtoihin eli massataseiden syötteisiin ja tuotoksiin. Tarkasteltavat järjestelmät voivat kuitenkin olla huomattavan monimutkaisia jakautuen esimerkiksi satoihin toisiinsa liittyviin osataseisiin tai alijärjestelmiin. Perusmateriaalivirtojen ohella tarkimman tason mittareihin voi liittyä mm. päästötaseiden laskentaa sekä niistä edelleen johdettua ympäristövaikutusten mallintamista ja laskentaa. Se missä laajuudessa eri menetelmät kykenevät ottamaan huomioon eri ympäristövaikutusluokkia vaihtelee huomattavasti. Laajimmalla tasolla pyrki- myksenä tulisi olla tarkastella kokonaisympäristövaikutuksia ottaen huomioon kuhunkin tarkasteltavaan järjestelmään liittyvät oleelliset ympäristövaikutusluokat.

Kansantalouden (makrotason) ainevirtoja ja ympäristövaikutuksia tarkasteleva ympäristölaajennettu panos-tuotos malli ENVIMAT on esimerkki laajimman tason menetelmästä makrotasolla. Vastaavasti tuotteiden ja palvelujen elinkaarenaikaisten ympäristövaikutusten arviointiin tarkoitettu elinkaariarviointi (LCA) on esimerkki laajimman tason menetelmästä tuotetasolla.

Seurannan tarkkuuden merkitys saatavissa oleviin tuloksiin

Edellä esitettyä materiaalitehokkuuden menetelmä- ja mittarivalikoiman laajuustasojen perusjäsentelyä on mahdollista täsmentää ja laajentaa tarpeiden mukaisesti. Kuvassa (Kuva 4) on esitetty materiaalitehokkuustoimien seurannalle ja vaikutusten arvioinnille tarkkuustasoja.

Tarkkuustasojen perusjäsentelyä on laajennettu siten, että fyysisiin materiaalivirtoihin perustuvien mittareiden rinnalle on otettu näitä yleisempiä toiminnallisia mittareita (materiaalitehokkuuteen panostetut varat, toteutettujen hankkeiden sektorikohtainen volyyymi). Kuvassa em. tasojen yläpuolelle sijoittuvissa tasoissa mittarit perustuvat joko potentiaaliin tai toteutuneisiin muutoksiin fyysisissä materiaalivirroissa. Tarkinta tasoa edustaa kolmion huippu, toteutettujen toimenpiteiden todennetut taloudelliset säästöt. Yleisesti voidaan todeta, että seurannan ja vaikutusten arvioinnin työmäärä kasvaa kuvassa alhaalta ylöspäin.



Kuva 4 **Esimerkki materiaalitehokkuuden seurannan ja vaikutusten arvioinnin tarkkuustasoista.**

Käytännössä jo tasolle 3 ja 4 pääsy edellyttää jotain kansalliseen materiaalitehokkuuteen liittyvää politiikkatoimea/-ia, jotka mahdollistavat ko. tyyppisen seurannan ja vaikutusten arvioinnin. Näistä esimerkkinä ovat energiatehokkuuden alueella energiakatselmustoiminta (Taso 3) ja energiatehokkuussopimustoiminta (Taso 4). Nämä ovat politiikkatoimia joilla on pitkäjänteisesti tuettu kansallisen energia- ja ilmastostrategian toimeenpanoa. Tasolle 6 voidaan päästään energiatehokkuuden alueellakin vain harvoissa hankkeissa ja silloinkaan tieto ei ole yleisesti käytettävissä.

2.7 Materiaalitehokkuuteen liittyviä mittareita ja seurannan ja vaikutusten arvioinnin toteutuksia menetelmäkartalla

Tässä luvussa esitellään muutamilla esimerkeillä mittareita ja seurannan ja vaikutusten arvioinnin toteutuksia eri tasoilla ja kuvataan niiden soveltamisalaa ja liittyviä materiaalitehokkuusajatteluun.

2.7.1 Makrotaso: Valtakunnallinen ja sitä laajempi taso

Kansallisen tason materiaalivirtoihin perustuvat indikaattorit kuvaavat trendejä ja tasoja ja niitä voidaan tietyin rajoituksin käyttää esimerkiksi maiden sisäisten muutosten seurantaan ja maiden välisiin vertailuihin. Ne eivät kuitenkaan kerro sitä, mitkä toimet ovat mahdollisesti vaikuttaneet tapahtuneisiin muutoksiin tai anna tietoa siitä, millaisin toimin tilannetta voidaan parantaa.

Eurostat

Eurostat (2009) esittelee joukon materiaalivirta-indikaattoreita ympäristötilinpitojärjestelmän raportointiohjeessaan. Ohjeessa jaotellaan indikaattorit määrä- ja intensiteetti-indikaattoreihin. Ensin mainitut ovat indikaattoreita, joihin vaikuttaa suoraan tarkasteltavan järjestelmän koko (tilavuus, massa, energia). Jälkimmäiset taas ovat indikaattoreita, jotka on kompensoitu järjestelmän koolla, mikä mahdollistaa mm. eri maiden vertailun.

Määräindikaattoreita ovat mm.

- suora materiaalipanous (Direct Material Input, DMI)
- suora materiaalien kulutus (Direct Material Consumption tai Domestic Material Consumption, DMC)
- fyysinen kauppataase (Physical Trade Balance, PTB)
- nettovaraston lisäys (Net Additions to Stock, NAS)
- suora tuotanto (Domestic Processed Output, DPO)

Intensiteetti-indikaattoreita ovat mm.

- materiaali-intensiteetti (=DMC/GDP)
- materiaalituottavuus (materiaali-intensiteetin käänteisluku GDP/DMC)
- pinta-alaintensiteetti (Area intensity: DE (Domestic Extraction) tai DMC suhteessa pinta-alaan: kuvaa fyysisen talouden suhdetta luonnonympäristöön)
- kotimaan louhinnan ja suoran materiaalien kulutuksen suhde (DE/DMC: kotimaan resurssiriippuvuus).

Eurostatin edellä esitetyt indikaattorit ovat massapainotteisia, eivätkä ne ota huomioon materiaalien ominaisuuksia (globaali riittävyys, uusiutuvuus, jätteen ominaisuudet jne.).

Eurostatin jako materiaaleille on seuraava: fossiiliset, biomassat ja mineraalit. Mineraalit koostuvat metalleista ja ei-metallisista mineraaleista. Kovanda ym (2012) esittelee tarkemman jaon ainetyypeille: agrobiomassat, metsäbiomassat, muut biomassat, fossiiliset polttoaineet, metallimalmit, ei-metalliset mineraalit (teolliset, rakennus), abiootiset, muut tuotteet ja resurssit, kotimainen louhinta ja ruoppaus sekä maan eroosio.

EU:n analyysi resurssitehokkuuden avaintekijöistä

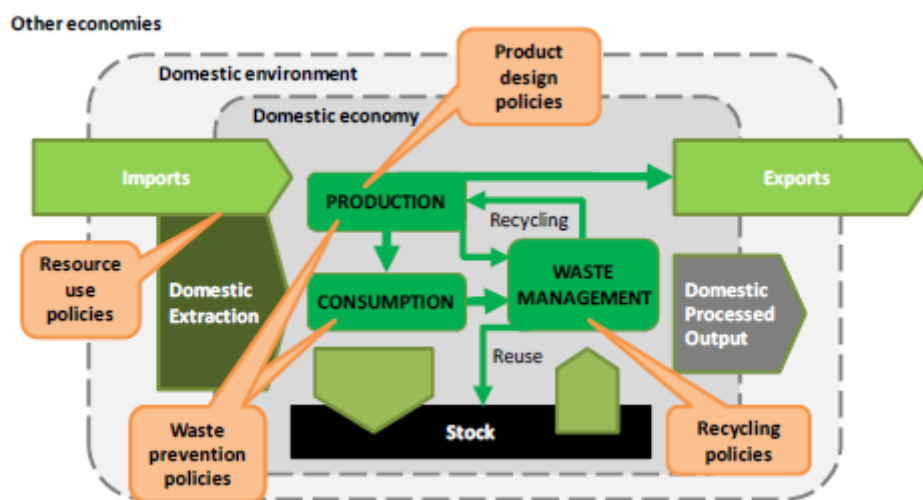
EU:n projektissa arvioitiin erilaisten resurssitehokkuustoimien vaikutuksia materiaalien kulutukseen, ympäristövaikutuksia, sosiaalisia vaikutuksia sekä muita yleisiä seurauksia ja vaikutuksia. Käytetty tilastotieto tuli Eurostatista ja European Topic Centre for Sustainable Consumption and Productionista täydennettynä teollisuusjärjestöiltä ja tutkimus-

laitoksista saadulla tiedolla. Tarkasteltavat resurssitehokkuuden politiikka-alueet on esitelty kuvassa (Kuva 5) (DG Environment 2011B)

Jätteen kierrätys oli merkittävin materiaalien säästöön ja materiaalitehokkuuteen vaikuttava verrattuna jätteen muodostumisen välttämiseen tai tuotesuunnitteluun. Jätteen muodostumisen ehkäisy ei ole vielä havaittu vaikuttaneen huomattavasti materiaalisäästöihin, mutta kevyempien tuotanto- ja rakennusmenetelmien sekä kasvavan uudelleen käytön ja kestävän kulutuksen rakenteiden avulla sillä arvioidaan päästävän merkittäviin materiaalisäästöihin heikentämättä kuitenkaan kansantuotetta. Suunnittelu-keskeisten tuotantopolitiikkojen on havaittu tuottavan vain pieniä materiaalisäästöjä, mutta on näyttöä siitä, että pakkaaminen, elektroniset ja sähkölaitteet ovat hyötäneet huomattavasti ekosuunnittelu-lähestymistavasta. Ekosuunnittelu-lähestymistapa vaikuttaa lupaavalta vaihtoehdolta materiaalien kulutuksen vähentämisessä paitsi rakenteiden keventämisen myös tukemassa kierrätystä ja uudelleen käyttöä.

Ympäristövaikutusten arviointiin tutkimuksessa käytettiin maan käyttöä, ekologista jalanjälkeä (EF, Ecological Footprint) ja ympäristöpainotettua materiaalien kulutusta (EMC, Environmentally Weighted Material Consumption). Kirjoittajat toteavat että vaikka kaikilla ko. menetelmillä on puutteensa, ne kuitenkin kuvaavat ympäristökuormituksia suhteessa materiaalityöntekijöihin. Maan käyttö ja ekologinen jalanjälki palvelevat enemmän biomassan tuotannon ja maankäytön indikaattoreina kun taas EMC:tä voidaan laajasti käyttää erilaisille materiaalivirroille ja ympäristökuormitusluokille.

Kierrätyksen, jätteen synnyn estämisen ja tuotesuunnittelun sosiaalis-taloudellisia vaikutuksia analysoitiin suhteessa työllisyyteen ja kilpailukykyyn.



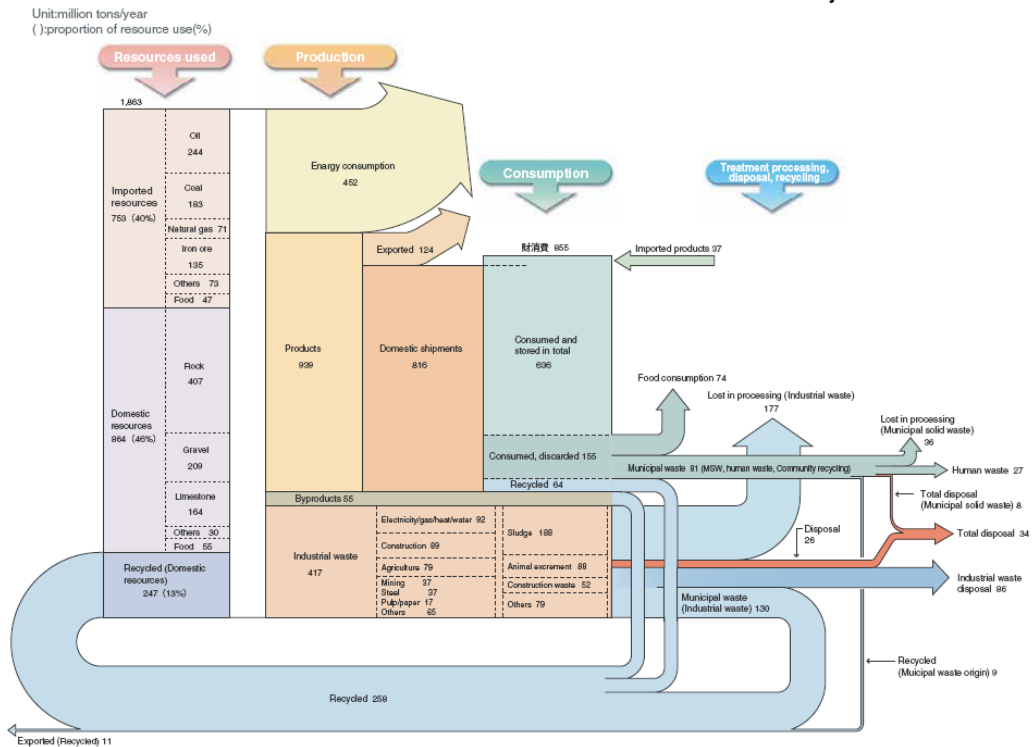
Kuva 5 Esitys eri resurssitehokkuuden politiikkatoimien vaikutusalueista materiaalityöntekijöiden (DG Environment 2011B)

Japanin 3-R -resurssitehokkuusohjelma

Esimerkiksi makrotason mittaroinnista käy Japanin kansalliset tehokkuusmittarit, jotka on esitelty Japanin 3-R (Reduce, Reuse and Recycle) –resurssitehokkuusohjelmassa (Kuva 6). Kolme merkittävää kansallisen tason indikaattoria ovat luonnonvaratuottavuus (Input), jätteen määrä (Output) ja kierrätysaste (Recycle). (Tanaka, 2008)

3R-ohjelmassa materiaalityöntekijöille on määritetty kolme pääindikaattoria: ”Entry”: Materiaalityöntekijöiden edustan materiaalien tehokasta käyttöä (yksiköissä jeniä/tonni), Re-

cycled: Kierrätettävän materiaalin tai tuotteiden käyttöosuus kuvaten sitä kuinka suuri osuus syötteen osuudesta kierrätetään (uudelleen käyttö tai käsittelyn jälkeinen uudelleen käyttö, yksikkönä % ja "Exit": lopullinen hävittäminen kaatopaikkajätteenä (tonneissa). Näille indikaattoreille on asetettu kansalliset tavoitteet vuosille 2010 ja 2015.



Kuva 6 **Esimerkki Japanin kansantalouden materiaalivirroista (Tanaka 2008) (Kuva on esitetty suurempana liitteessä 1)**

Edellä mainittujen lisäksi 3-R:ssä esitetään tavoitteiden asettamiseen ja seurantaan täydentäviä indikaattoreita, jotka menevät materiaalitehokkuuden vaikutusarvioinnissa toiminnan eri tasoille. Näitä ovat:

Indikaattorit tavoitteiden asettamiseen:

- Resurssituottavuus ottamatta huomioon maa-ainesta ja kiveä syötteenä
- Yhteistyö vähähiilisen yhteiskunnan toimien kanssa
- Jätesektorin vähennys kasvihuonekaasujen vähenemä
- Jätesektorin kasvihuonekaasupäästöt ja fossiilisten polttoaineiden korvaaminen kierrätyspolttoaineilla

Indikaattorit kehityksen seurantaan:

- Fossiilisiin polttoaineisiin liittyvä resurssitehokkuus
- Biomassaresurssien syöttömäärä
- Piilotetut ainevirrat ja kokonaisuutena materiaalin tarve (TMR)
- Maiden välistä resurssien kiertoa kuvaavat indikaattorit
- Eri teollisuussektoreiden resurssituottavuus

Materiaalivirtoihin perustuvien indikaattoreiden lisäksi aktiivisuustasoa mitataan seuraavilla indikaattoreilla. Näitä ovat:

Indikaattorit, joissa tavoitteiden asettanta:

- Jätteen määrän vähentäminen (yhdyskunta- ja teollisuusjäte)

- Muutokset asenteissa ja toimissa kestävän materiaalikierron yhteiskunnan perustamiseen)
- kestävän materiaalikierron yhteiskunnan -liiketoiminnan edistäminen (vihreät hankinnat, ympäristöliikkeenjohto, markkinat)
- Yksittäisten kierrätyslakien vakaa täytäntöönpano

Indikaattorit kehityksen seurantaan:

- Leasing- ja vuokramarkkinoiden koko, uudelleentäytettävien tuotteiden tuotantomäärät
- Jätteeksi päätyvä muovikassien määrä, kertakäyttötavaroiden myyntimäärä
- Käytettyjen tavaroiden markkinoiden koko, uudelleenkäytettävien jätteiden käyttömäärä
- Uudelleen täytettävien kuppien käyttöön ottaneiden asemien määrä
- Paikallisten kestävän materiaalikierron yhteiskunnan käyttöönotosta tehtyjen perussuunnitelmien määrä
- Niiden paikallisviranomaisten osuus, jotka ovat ottaneet käyttöön jätteen käsittelyn laskutuksen
- Materiaalien uudelleenkäyttöön tarkoitettujen laitteistojen lukumäärä
- Kierrätettävän yhdyskuntajätteen määrä, paikallisviranomaisten toimeenpanemien lajitellun keräyksen käyttöönotto astiolle, pakkauksille jne
- Paikallishallinnon järjestämien ympäristökoulutus- ja tiedonvaihtotapahtumien määrä

Esimerkki: Japanin puuvarannot

Hashimoto ja Moriguchi (2004) päätyivät ehdottamaan kuutta indikaattoria kuvaamaan yhteiskunnan materiaalivirtoja, esimerkkinä Japanin puuvarannot: suora materiaalipanos (DMI), talteenotettujen käytettyjen tuotteiden käyttöaste (URRUP; Use Rate of Recovered Used Products), materiaalin käyttötehokkuus (MUE; Material Use Efficiency), materiaalin käyttöaika (MUT; Material Use Time), käytettyjen tuotteiden kierrätysaste (RRUP; Recovery Rate of Used Products) sekä kotimaan tuotanto (DPO: Domestic Processed Output). Indikaattoreita käytettiin sekä puuresursseihin että yksittäisiin tuoteryhmiin (puu ja paperituotteet).

ENVIMAT

Suomen ympäristökeskuksen, Oulun yliopiston Thule-instituutin ja Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) yhteistyönä toteutetussa ENVIMAT-hankkeessa selvitettiin Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutuksia. ENVIMAT-mallin lähtökohtana on kansantalouden yleinen tilipito käyttö- ja tarjontataulukoiheen. Sen pohjalta tehtyyn tuotevirtojen panos-tuotosanalyyysiin yhdistettiin tuotteiden elinkaariarvioinnin tekniikka ja tietopankit. Työssä kehitetyllä ns. ympäristölaajennetulla panos-tuotosmallilla (EE-IO, Environmentally Extended Input-Output Model) pystytään arvioimaan Suomen luonnosta otettujen ja Suomeen tuotujen materiaalien käsittelystä aiheutuvat ympäristövaikutukset. Mallissa ei kuitenkaan tarkastella Suomen vientituotteiden ympäristövaikutuksia ulkomailla. (Seppälä et al, 2009)

Kriittisten materiaalien riittävyyden indikaattorit

Materiaalivirtojen kannalta oman ryhmänsä tuovat riittävyytensä kannalta kriittiset materiaalit. Näiden osalta kyse ei ole vain geologisesta saatavuudesta, vaan merkittävämpiä ovat muutokset geopolittis-taloudellisessa viitekehyksessä, mikä vaikuttaa raaka-aineiden saatavuuteen ja tarpeeseen. Nämä muutokset johtuvat kasvavasta raaka-aineiden tarpeesta, mihin vaikuttavat kehittyvien maiden talouden kasvu ja uudet kehittyvät teknologiat. Monet kehittyvät taloudet myös varaavat raaka-ainevarantojaan omaan käyttöönsä ja rajoittavat näin raaka-aineiden saatavuutta. Uudet teknologiat (mm polttokennot, orgaaniset valodiodit, radiotaajuinen etätunnistus) taas voivat lisätä merkittävästi joiden raaka-aineiden kysyntää ja lisätä kilpailua vähistä resursseista. Esiselvitys Euroopalle kriittisistä luonnonvaroista valmistui kesäkuussa 2010 lähtökohtinaan taloudellinen merkitys avainsektoreille, korkeat saatavuusriskit sekä korvaavien aineiden puute. Euroopan komission raportissa (EC, 2010) tilanne on analysoitu 41 mineraalin osalta. Raportti kokoaa joukon raaka-aineiden riittävyyden kriittisyyteen liittyviä indikaattoreita. Näitä ovat mm. raaka-aineen taloudellinen merkittävyys, toimitusvarmuus (tuottajamaan vakaus, raaka-aineen korvattavuus toisella, raaka-aineen kierrätettävyys) ja maan ympäristöriski (raaka-aineen saatavuuden vaarantuminen kiristyvien ympäristömääräysten vuoksi). Nämä komission esittämät indikaattorit auttavat pelkkiä massapohjaisia indikaattoreita paremmin arvottamaan raaka-aineita niiden riittävyyden perusteella.

EU-maissa käytössä olevia resurssitehokkuuden indikaattoreita

EU2020 Resurssitehokkuuden lippulaivahankkeeseen liittyen Euroopan ympäristökeskus (European Environment Agency, EEA) teki marraskuussa 2010 selvityksen jäsen- ja yhteistyövaltioidensa resurssitehokkuuspolitiikoista ja -instrumenteista tavoitteena tiedon ja hyvien käytäntöjen jakaminen. Standardoiduilla kysymyksillä haettiin tietoa myös resurssitehokkuuden arviointiin käytetyistä indikaattoreista. Selvitykseen kuuluvaan kyselyyn vastasi 31 maata, joista 25 kuului EU-27-ryhmään.

Kaikki kyselyyn vastanneet maat raportoivat käyttävänsä indikaattoreita resurssitehokkuuden parantamiseen, yksityiskohtaisuuden taso ja indikaattoreiden kattavuus kuitenkin vaihteli merkittävästi eri maissa. Yleisesti indikaattorit oli kehitetty valvomaan sitä saavutetaanko ja millä tasolla resurssitehokkuudelle asetetut päämäärät. Joissakin tapauksissa indikaattoreita käytettiin myös tärkeiden politiikka-alueiden trendien havainnointiin, vaikka varsinaisia tavoitteita ei ollut asetettukaan.

Kooste EEA:n selvityksessä raportoiduista resurssitehokkuusindikaattoreista on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 2). Resurssitehokkuuden indikaattorit jaettiin kyselyssä materiaali-, energia-, vesi-, maankäyttö-, jäte- ja muihin indikaattoreihin. Useimmiten raportoidut resurssitehokkuusindikaattorit liittyivät jätteisiin, energiankäyttöön ja materiaalien käyttöön, melko laajasti raportoitiin myös vedenkäyttöä, maankäyttöä, metsäalaa, liikennettä, infrastruktuuria, luomuviljeltyä pinta-alaa, suoraa materiaalipanosta (DMI), kotimaan otto (DE), veden laatua, vesivarantojen hyödyntämissindeksiä, talussektoreiden ekotehokkuutta ja kalastusta. Useimmiten indikaattorit lasketaan kotimaan näkökulmasta, toisin sanoen tarkastelussa otetaan huomioon vain maan rajojen sisäpuolella tapahtuvat asiat. Vain muutamat maat raportoivat indikaattoreista, jotka ottavat huomioon tuontitavaroihin ja -raaka-aineisiin sitoutuneen materiaalikäytön. (EEA 2011).

Maa- ja yhteenvetoraportin löytyvät lähteestä (EEA 2012²).

² <http://www.eea.europa.eu/themes/economy/resource-efficiency/resource-efficiency-policies-country-profiles>.

Taulukko 2 Kooste EEA:n resurssitehokkuusindikaattoreista

Categories	Materials					Energy				Water			Land			Waste		Others				
	Indicators	Components of DMC/DMI	Total Material Requirement (TMR)	Domestic Material Consumption (DMC)/GDP/DMC/capita	Direct Material Input (DMI)/DMI/GDP or GDP/DMI	Domestic extraction (DE)	Energy efficiency of buildings	Biofuels share in transport	Share of renewable energy	Energy consumption	Energy efficiency	Exploitation index of renewable water resources	Water quality	Water use (total or by sector)	Forest area	Share of agricultural area under organic/agro-environmental farming	Land use/conversion of land/soil	Amount of waste recycled and/or the amount of waste deposited	Waste generation (total or per waste stream or sector)	Fisheries	Eco-efficiency of different sectors	Transport and infrastructure
Austria			*	*	*													*				
Belgium (FL)			*	*		*		*	*	*			*					*	*		*	*
Belgium (WA)		*								*	*	*								*		
Bulgaria	*		*															*	*	*		
Croatia			*				*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Cyprus								*	*			*			*	*	*	*	*			
Czech Republic			*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*
Denmark				*		*		*	*			*	*				*	*		*		
Estonia					*			*			*	*	*	*	*	*	*	*	*			*
Finland	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Former Yugoslav Republic of Macedonia								*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*
France			*					*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*			*
Germany				*		*		*	*	*						*						*
Greece										*		*	*		*	*	*	*	*			
Hungary									*		*	*	*		*	*	*	*	*			
Ireland			*					*	*			*	*		*	*	*	*	*			*
Italy	*	*	*	*	*						*	*	*				*	*				*
Latvia					*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*			*
Liechtenstein																	*	*				
Lithuania																						
Netherlands																						
Norway								*	*	*												
Poland			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Portugal			*					*	*	*							*	*				
Romania	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Slovakia			*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Slovenia	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Spain																						
Sweden			*	*	*	*		*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Switzerland			*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Turkey													*									*
United Kingdom			*	*	*	*		*	*	*		*	*							*		*
Total		4	3	17	9	8	5	5	18	17	15	7	7	13	12	11	13	18	20	6	7	9

OECD:n jätteen vähentämisen ja kierrätyksen työryhmä (Working Group on Waste Prevention and Recycling)

OECD:n jätteiden vähentämisen ja kierrätyksen työryhmä julkaisi maaliskuussa 2012 raportin (OECD 2012), jossa tarkastellaan järjestelmätasolla aine- ja jätevirtoihin liittyviä kasvihuonekaasupäästöjä. Raportti painottaa elinkaaritarkastelun tärkeyttä päästöjen arvioinnissa. Tarkastelussa otetaan huomioon hankinnan, tuotannon, kulutuksen ja käytön jälkeisen käsittelyn päästövaikutuksia. Neljässä maassa tehdyt esimerkkilaskelmat osoittavat, että kansallisista kasvihuonekaasupäästöistä yli puolet johtui materiaalien käsittelystä. Raportti vertaa erilaisia jätteenkäsittelyvaihtoehtoja päästöjen kannalta ja päätyy ehdottamaan erilaisia integroituja jätteiden käsittely järjestelmiä.

2.7.2 Meso-taso: alueellinen tai sektorikohtainen taso

Meso-taso käsittää tässä alueellisen tason, joka voi olla lääni, kunta, kaupunki tms. kokonaisuus, jossa on useita mikrotason toimijoita tai vaihtoehtoisesti myös sektorilaajuisen kokonaisuus.

Tähän tasoon kuuluu toimipaikkojen välisten materiaalivirtojen tarkastelu. Tyypillisiä esimerkkejä ovat teollisuuspuistot tai teolliset symbioosit, jossa yritysten materiaalivirrat liikkuvat yrityksestä toiseen, yrityksen tuotteet menevät edelleen jalostettavaksi toiseen yritykseen tai yritys hyödyntää tuotannossaan toisen yrityksen jäte- tai sivuvirtoja.

NISP-ohjelma Britanniassa

Vuonna 2003 Britanniassa käynnistettiin kansallinen teollisen symbioosin ohjelma NISP (National Industrial Symbiosis Programme). Ohjelmassa kehitettiin menetelmiä ja järjestelmiä teollisen symbioosin käyttöönottoon. Vuonna 2009 ohjelmassa oli 12 500 yritysjäsentä kaikilta teollisuuden sektoreilta ja kaikista kokoluokista. NISPissä on tuotettu koulutusmateriaalia ja kursseja, työpajoja ja tiedonvaihtotapahtumia. NISP pitää myös yllä kansallista resurssivirtojen tarkkailujärjestelmää ja tiedonkäsittelyjärjestelmää (Central Resource for Industrial Symbiosis Practitioner, CRISP, uudelta nimeltään SYNERGY), jonka avulla voidaan tunnistaa yritysten välisiä tämän hetkisiä ja tulevaisuuden synergioita. Tavoitteena on yritysten ja muiden toimijoiden resurssivirtojen integroinnilla tehostaa resurssien käyttöä, vähentää jätteiden muodostumista ja kasvihuonekaasupäästöjä sekä alentaa kustannuksia. Kestävän kehityksen kolme osa-aluetta, taloudellinen, ympäristöllinen ja sosiaalinen ovat tarkasteluissa mukana.

NISPiä on arvioitu sekä ohjelmatasolla että yrityksittäin. Ohjelmatasolla tunnusluokina annetaan mm. kaatopaikkajätteen määrän vähentymä, CO₂-päästövähennys, myynnin lisäys, kustannusten lasku, investoinnit uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen, vähennys primäärraaka-aineiden käytössä, vähennys veden käytössä ja ongelmajätteiden määrän vähennys.

Case-tasolla on laskettu vaikutusta mm. kustannussäästöinä ja lisääntyneenä myyntinä, kaatopaikkajätteen määränä, CO₂-vähennyksenä, säästöinä raaka-aineissa ja uusina työpaikkoina. (NISP 2009)

Euroopan komissio on arvioinut NISP:n onnistuneimmaksi materiaalitehokkuusohjelmaksi. (DG Environment 2011B)

Resurssitehokkuusohjelma Englannissa (Resource Efficiency Club Programme)

Mattson ym (2010) arvioi englantilaisen resurssitehokkuus ohjelman (Resource Efficiency Club Programme, 2005-2008) vaikutuksia. Ohjelmassa muodostettiin yritysten alueellisia yhteenliittymiä (clubs), joiden kautta yrityksille annettiin tietoa mahdollisuuksista resurssitehokkuuden parantamiseen. Asiantuntijoina käytettiin mm. liiketoiminnan tukiorganisaatioita ja yksityisiä konsultteja. Ohjelmaan osallistui 1330 yhtiötä 70 yhteenliittymässä. Näille annettiin neuvontaa tapaamisissa, tapahtumissa, verkostoitumismahdollisuuksia ja suoraan asiantuntijoilta. Toiminnan onnistumista arvioitiin ilmoitettujen taloudellisten säästöjen perusteella: saavutetun säästön suhteena annettuun tukeen. Tuloksissa esitetään myös säästöjen jakauma: energia 48%, jätteet 27%, raaka-aineet 20%, vesi 4% ja ongelmajätteet 1%. Tapahtumien vaikutusta arvioitiin myös osallistujamääräen perusteella ja ohjelman esteitä ja menestystekijöitä arvioitiin.

SMaRT-Pro2 tutkimusohjelma Belgiassa

Belgialainen SMaRT-Pro2 (The Industrial Knowledge Platform on Sustainable Materialization of Residues from Thermal Processes into Products) on vuoden 2010 alussa alkanut tutkimusohjelma, jonka tavoitteena on K.U.Leuvenin (Katholieke Universiteit Leuven) tutkimusryhmien yhteistyö teollisuusprosessien epäorgaanisten sivuvirtojen hyödyntämiseksi. Teollisuuden, julkishallinnon ja järjestöjen kanssa tehtävän yhteistyön päämääränä on lisätä tietämystä epäorgaanisten sivuvirtojen hyödyntämisestä ja tarjota ohjelma, joka edistää teollisuuden materiaalikiertojen sulkemista Flanderin osavaltiossa ja sen ulkopuolella. Tutkimuksessa tarkastellaan teknisten kysymysten lisäksi myös toteutettavuutta taloudellisesta ja lainsäädännöllisestä näkökulmasta, ekologisuutta sekä yhteiskunnallista merkittävyyttä. Tutkimuksessa haetaan, teknologioita, joissa voidaan sivuvirroista valmistaa uusia tuotteita ja samalla sitoa prosesseissa vapautuvaa hiilidioksidia näihin tuotteisiin, joista on mainittu hiilinielut, rakennusmateriaalit ja sorbentit. Hyödyntämispotentiaalien osuudessa lähdetään liikkeelle valittujen jätejakeiden teknisesti mahdollisten hyödyntämispolkujen inventoinnista. Taloudellisten potentiaalien lisäksi selvitetään hyödyntämispolkujen ympäristövaikutuksia LCA-menetelmällä ja taloudellisesti. Eri sidosryhmiä ja niiden vuorovaikutussuhteita tutkitaan niiden kiinnostuksenkohteiden, odotusten ja uhkakuvien selvittämiseksi, joita sidosryhmillä on yhteistyötä kohtaan. Tavoitteena on joukko mahdollisuuksia, työtapoja ja verkostoja erilaisten hyödyntämispolkujen kehittämiseen. (SMaRT-Pro², 2011)

Teollisen ekologian esimerkki Espanjasta

Espanjalaisessa tutkimuksessa (Sendra et al., 2007) arvioitiin teollisen ekologian esimerkkikohdetta joukolla materiaalivirta-analyysistä johdettuja indikaattoreita. Tarkastelussa mukana olleet indikaattorit on lueteltu taulukossa x (Taulukko 3). Tarkastelun avulla saatiin esiin materiaalitehokkuuden kannalta kriittiset kohdat 60 pienen ja keskisuuren yrityksen muodostamassa kokonaisuudessa. Tutkimus tehtiin kyselynä, joka koostui seitsemästä eri osa-alueesta: 1) yrityksen perustiedot, 2) ympäristöongelmat, 3) raaka-ainetarpeet, 4) energian käyttö, 4) veden käyttö, 5) päästöt ilmaan, 6) jätteiden muodostuminen ja 7) jätevesien muodostuminen.

Taulukko 3 **Esimerkkitarkastelussa käytetyt ympäristöindikaattorit (Sendra et al., 2007)**

Indicator	Definition	Expression
DMI (t)	Direct material input	Domestic extraction (DE) + imports
TMR (t)	Total material requirement	Direct material input + indirect flows + unused DE
DMIw (t/worker)	DMI/worker	DMI/number of workers
TMRw (t/worker)	TMR/worker	TMR/number of workers
TWG (t)	Total wastes generation	Total amount of wastes produced
TWGW (t/worker)	TWG/worker	TWG/number of workers
WP (t/worker)	Worker productivity	Total production/number of workers
Eco-Ef	Eco-efficiency	Annual production/TMR
Eco-In	Eco-intensity	TMR/total production
M-Inef	Material inefficiency	Outputs to nature/DMI
TWI (t)	Total water input	Total water consumption
TWWG (t)	Total wastewater generation	Total amount of waste water produced
TWIw (t/worker)	TWI/worker	TWI/number of workers
TEI (GJ)	Total energy input	Total energy consumption
TEIw (GJ/worker)	TEI/worker	TEI/number of workers
E-In (G/t)	Energetic intensity	TEI/total production

ECOREG-hanke Suomessa

ECOREG-hanke: Suomen ympäristökeskus (SYKE), Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, Kymenlaakson Liitto ja Oulun yliopiston Thule-instituutti toteuttivat 1.9.2002–31.12.2004 Life-hankkeen nimeltä “Alueellinen ekotehokkuus – esimerkkinä Kymenlaakso (ECOREG)”. Työtä rahoittivat Euroopan yhteisöjen LIFE-ohjelma (ympäristön LIFE-tuki) ja Suomen ympäristöministeriö. Hankkeessa demonstroitiiin ekotehokkuuskäsitettä ja ekotehokkuuden arviointia alueellisessa mittakaavassa esimerkkinä Kymenlaakson maakunta Kaakkois-Suomessa.

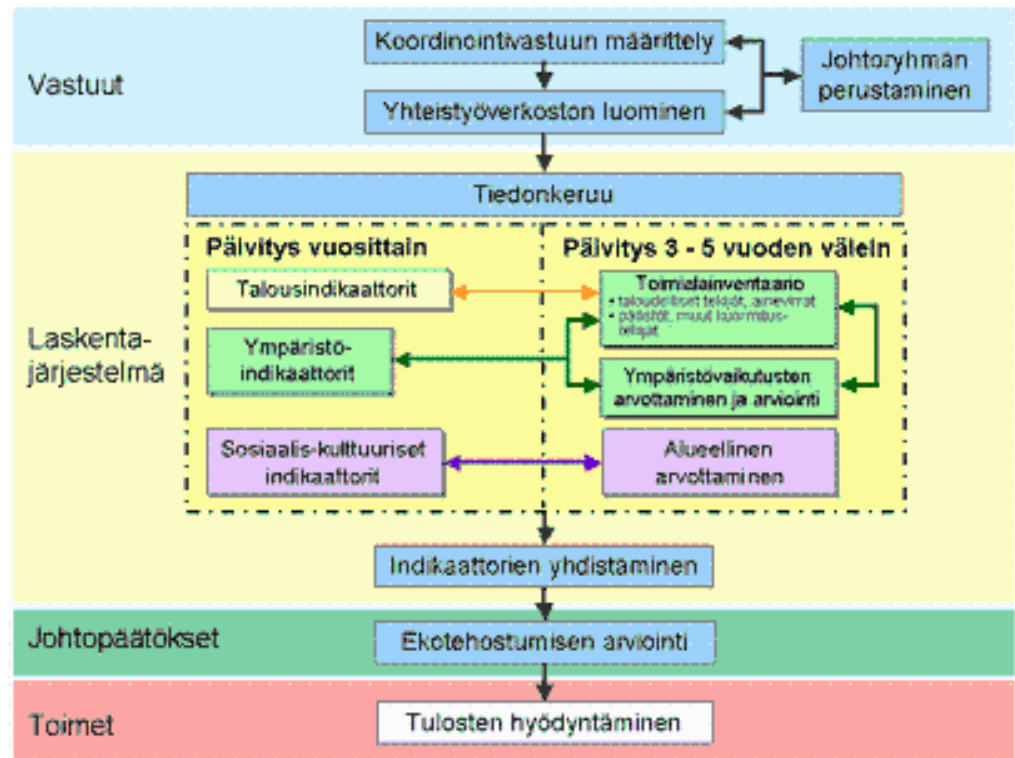
ECOREG-hankkeessa ja sen toteutuksessa oli neljä erityistä innovatiivista piirrettä:

- Siinä yhdistettiin uusimpien menetelmien (erityisesti elinkaariarviointi ja materiaalivirta-analyysi), EU-maissa yleisesti saatavissa olevan tilastollisen aineiston sekä erilaisten indikaattorien käyttö alueellista ekotehokkuuskehitystä kuvaavien mittareiden luomiseksi.
- Kestävän kehityksen kolmas ulottuvuus, sosiaalinen kehitys, otettiin mukaan tarkasteluihin suunnitteleamalla Kymenlaakson ekotehokkuuden mittaamista tukevat sosiaalis-kulttuuriset indikaattorit.
- Kehitetyillä menettelyillä pystyttiin käsittelemään myös alueelle tapahtuvan tuonin osuutta ja merkitystä sen ekotehokkuuden kehittämisessä.
- Ekotehokkuuden indikaattoreita, niillä saatuja tuloksia sekä ekotehokkuuden lisäämisen edellyttämiä toimia arvioitiin yhdessä Kymenlaakson paikallisten toimijoiden kanssa jo hankkeen aikana. Keskeisenä instrumenttina tässä olivat hankkeen ohjausryhmän keskustelujen ohella alueelliset seminaarit.

Ekotehokkuuden mittaamiseen käytetyt indikaattorit jakautuivat taloudellisiin indikaattoreihin, ympäristövaikutuksia kuvaaviin mittareihin, luonnonvarojen kulutusta ku-

vaaviin indikaattoreihin sekä sosiaalis-kulttuuristen muutosten seurantaan käytettäviin indikaattoreihin. Luonnonvarojen kulutusta kuvaavina indikaattoreina käytettiin

- Suorat ainepanokset DMI (Direct Material Input) = suorat ainepanokset omalta alueelta (DMIR) + suorat tuontipanokset (DMIU)
- Luonnonvarojen kokonaiskäyttö TMR (Total Material Requirements) = DMI + ns. piilovirrat (HFR + HFU), jotka liittyvät suorien ainepanosten käyttöönottoon.
- ECOREGissä kehitettyä seuranta- ja arviointijärjestelmää kuvataan kuvassa (Kuva 7)



Kuva 7 **ECOREG-hankkeessa kehitetty ekotehokkuuden seuranta- ja arviointijärjestelmän vaiheet (Melanen ym 2004)**

Sektoritason resurssitehokkuusindikaattoreita

Mesotaso voidaan määrittää mikro- ja makrotason välisenä määritelmänä myös sektori-tasoksi. Saksalainen Wuppertal-instituutti on listannut tälle tasolle joukon resurssitehokkuuden indikaattoreita (Bleischwitz ym. 2008). Näitä ovat:

Aineelliset:

- DMI-P: Sektorin tuotantoon liittyvä suora materiaalipanous
- TMR-P: Sektorin tuotantoon liittyvä kokonaisuutena materiaalin tarve
- ITMR: Loppukulutukseen tuottamisen vaatiman kokonaisuutena materiaalin tarve

Rahassa ilmaistavat:

- GVA: Bruttoarvonlisäys
- GDP: Bruttokansantuote (sektorin)
- ZP: Väli tuotteiden rahallinen arvo
- LV: Lopputuotteiden rahallinen arvo
- GO: Kokonaistuotannon rahallinen arvo

Resurssituottavuuden raportti määrittelee rahallisten indikaattorien ja resurssien käytön (aineelliset indikaattorit) suhteena.

2.7.3 Mikrotaso: tehdas- tai tuotantolinjatso

Mikrotasolla arvioidaan tyypillisesti tehtaan tai tuotantolinjan materiaalitehokkuutta. Yksinkertaisimmillaan mittarit ovat saantotyyppisiä (tuotteen massa/raaka-aineen massa tai tuotettu palvelu/raaka-ainemäärä), tarkemmissa indikaattoreissa otetaan huomioon koko tuotannon elinkaari. Nämä ovat mittareita, joita voidaan testata ja hyödyntää materiaalikatselmustoimien toteutuksessa, seurannassa ja vaikutusten arvioinnissa.

Materiaalikatselmus

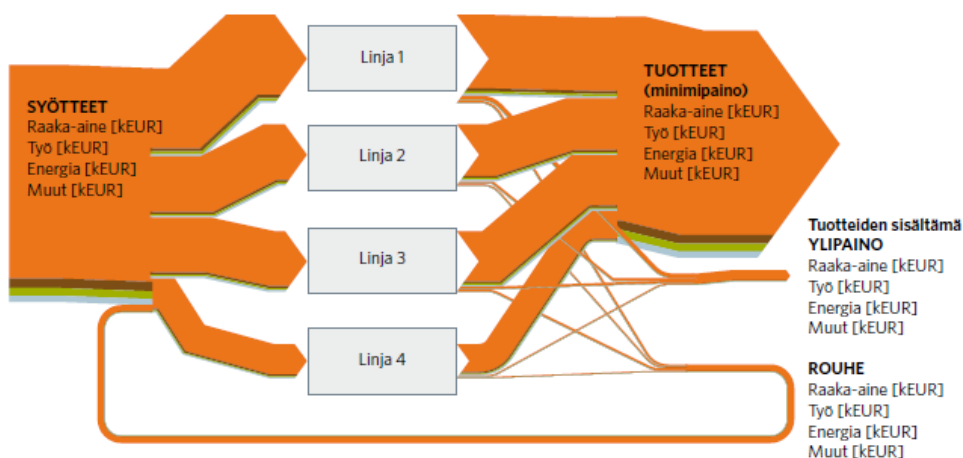
Motiva on kehittänyt yritysten ja konsulttien käyttöön kaikille aloille sopivan materiaalikatselmusmallin. Katselmus mahdollistaa materiaalivirtojen entistä systemaattisemman ja läpinäkyvämmän tarkastelun tuoden samalla tarkempaa tietoa materiaalivirtojen todellisista kokonaiskustannuksista. Katselmusmallia on kehitetty ja testattu joukossa pilot-tiirytyksiä. Malli ja työkalu on nyt valmis.

Materiaalikatselmus tehdään yrityksen ja konsultin yhteistyönä käyttäen Motivan kehittämää katselmusmenettelyä. Konsultti vastaa työn etenemisestä ja raportoinnista ja tuo prosessiin oman kokemuksensa ja ulkopuolisen näkökulman. Katselmuksessa hyödynnetään yrityksen omaa osaamista ja tietotaitoa lähtötietojen keräämisessä, tuotantoprosessien arvioinnissa ja parannuskohteiden tunnistamisessa.

Katselmuksen tuloksellisuus perustuu ennen kaikkea systemaattiseen tarkastelutapaan. Merkittävässä roolissa on myös yrityksen oman osaamisen hyödyntäminen ja toisaalta katselmoijan tuoma neutraali ulkopuolinen näkemys.

Katselmuksessa käydään läpi yritystoimipaikan materiaalivirrat, niihin liittyvät kustannukset ja tunnistetaan parannuskohteita. Parannuskohteisiin ideoidaan konkreettisia toimenpide-ehdotuksia, joiden toteutettavuus, säästöpotentiaali ja investointitarpeet arvioidaan.

Esimerkkitapauksessa suoritettu materiaalikatselmus tarjosi yritykselle tavan tunnistaa materiaalien säästömahdollisuutensa. Katselmuksessa käytiin läpi kaikki tehtaan materiaalivirrat ja niiden kustannukset. Parannuskohteita löytyi yhdeksän, ja konkreettisia toimenpiteitä esitettiin yhteensä 45. Niiden hyödyt, toteutettavuus ja säästöpotentiaali arvioitiin sekä esitettiin suositukset siitä, mitkä toimenpiteet ovat ensisijaisia. Kuvassa (Kuva 8) on esitetty materiaalikatselmuksessa materiaalivirtojen kustannusanalyysillä (MFCA) tuotettu sankey-diagrammi.



Kuva 8 Esimerkkikuva materiaalikatselmuksessa materiaalivirtojen kustannusanalyysillä (MFCA) tuotettu sankey-diagrammi

EMAS ympäristöjärjestelmä

EMAS (the Eco-Management and Audit Scheme) on yksityisen sektorin sekä julkishallinnon yrityksille ja organisaatioille tarkoitettu vapaaehtoinen ympäristöjärjestelmä. Ympäristöjärjestelmä on organisaation ympäristöjohtamisen väline, jonka avulla ympäristöasiat otetaan järjestelmällisesti huomioon toiminnassa ja sen suunnittelussa.

EMAS-organisaatio sitoutuu:

- ympäristölainsäädännön noudattamiseen
- ympäristönsuojelunsa tason jatkuvaan parantamiseen
- julkiseen raportointiin ympäristöasioistaan

Ulkopuolinen auditoija eli ympäristötodentaja todentaa järjestelmän toimivuuden ja vahvistaa raportissa esitetyt tiedot. Tämä tuo uskottavuutta yrityksen ympäristötoimiin. Rekisteröinnin yhteydessä EMAS-organisaatio saa käyttöönsä EMAS-sertifikaatin ja EMAS-logon, joita se voi käyttää viestinnässään.

EMAS-asetuksen liitteessä IV on annettu ohjeet ympäristöraportoinnista ja esitetyt keskeisen indikaattorit, joita raportoinnissa käytetään. Keskeisiä ympäristöasioiden osa-alueita ovat

- energiatehokkuus;
- materiaalitehokkuus;
- vesi;
- jätteet;
- biologinen monimuotoisuus; ja
- päästöt.

Materiaalitehokkuuden indikaattorina käytetään suhdelukua käytettyjen eri materiaalien vuosittainen massavirta tonneina suhteessa vuosittaisen kokonaisbruttoarvon-lisäykseen miljoonina euroina. (EU, 2009)

Saksan materiaalitehokkuusohjelman arviointi

Saksassa Wuppertal Insititut ja Sustainability GmbH evaluoivat valtakunnallisia materiaalitehokkuusohjelmia. Evaluoinnissa on arvioitu säästöjä ja tyytyväisyyttä erilaisiin materiaalitehokkuustoimiin. Menetelminä arvioinnissa käytettiin ohjelman dokumenttien analyysiä, internet-tutkimusta ohjelman näkyvyyden ja tehokkuuden arvioinnissa, tiedonvaihtoa demaan ja BMWi:n välillä, kyselytutkimuksia osallistuneisiin yrityksiin ja konsultteihin, haastatteluja ohjelmaan osallistuneisiin yrityksiin ja ohjausryhmiin ja keskusteluihin materiaalitehokkuuspalkinnon saajien kanssa. (Kristof ym 2008)

Selvitys EU:ssa toimivien yritysten kilpailukyvyistä ja resurssitehokkuudesta

Alankomaalaisen Ecorysin (ECORYS Nederland BV) tutkimuksessa "Competitiveness of European Companies and Resource Efficiency" tavoitteena oli muodostaa yleiskatsaus miten yritykset EU:ssa toimivat resurssitehokkuuden suhteen. Pääkysymykset, joihin etsittiin vastauksia olivat:

- Mitkä syyt johtavat siihen, että yritykset investoivat resurssitehokkuuteen
- Mitä menetelmiä (liiketoiminnan käytännöt ja strategiat) yritykset ottavat käyttöön resurssitehokkuuden parantamiseksi
- Kuinka yrityksen seuraavat ja mittaavat resurssitehokkuustoimia
- Mitä ovat esteet/markkinahäiriöt paremman resurssitehokkuuden tiellä
- Mitä poliittikkatoimia voidaan ottaa käyttöön paremman resurssitehokkuuden kannustimiksi

Tutkimukseen otettiin mukaan resurssi-intensiiviset teollisuuden alat, joiksi laskettiin ne alat, jotka kuluttavat resursseja tuotannossa paljon ja joiden ympäristökuormitus on huomattava. Sektorit, jotka otettiin mukaan, ovat: elintarvike-, sementti-, teräs-, lasi-, muut metallit (Cu ja Ni), kemian-, massa- ja paperi-, auto- ja elektroniikkateollisuus. Tutkimuksessa tunnistettuja aihekohtaisia resurssitehokkuusalueita on esitelty taulukossa (Taulukko 4).

Useat yritykset raportoivat resurssitehokkuustuloksiaan tavoitteena koota tietoa resurssi- ja ympäristöindikaattoreista. Tietoa tarvitaan pääasiassa kahteen tarkoitukseen:

- Informaatiota resurssien kulutuksen kehittymisestä tarvitaan arvioitaessa parannustoimenpiteiden vaikutuksia ja sitä voisivatko lisätoimenpiteet edelleen parantaa resurssitehokkuutta ja tuoda hyötyjä tätä kautta.
- Resurssien kulutuksen kehitystietoa tarvitaan näiden esittämisessä julkisesti saatavilla olevissa vuosiraporteissa.

Vaikka käytössä ei ole yhtä kaikenkattavaa luonnonvarojen seurannan kehystä, joka olisi tasapuolisesti kaiken teollisuuden käytössä, yritysten käyttämät seurantajärjestelmät ovat elinkelpoisia. Taloudellisen tulosten ja vaikutusten välisten vuorovaikutusten seuranta kuitenkin puuttuu. Näiden vuorovaikutusten raportointi olisi suositeltavaa yrityksille, koska niiden avulla yritykset voivat laskea takaisinmaksuajan investoinneilleen ja tehdä tietoon perustuvia päätöksiä tulevaisuudessa.

Tutkimuksen mukaan kokonaisvaltainen lähestymistapa resurssitehokkuuden mittaamiseen yritystasolla puuttuu. Tutkitut yritykset raportoivat joitakin käyttämiään resursseja, mutta eivät kaikkia. Mittaukset rajoittuivat usein strategisiksi valittuihin resursseihin: esim. energiavaltaisessa teollisuudessa energiankulutuksen mittaaminen oli muiden resurssien mittaamista merkittävämpää. Yritystasolla merkittävimpiä indikaattoreita ovat sellaiset, jotka havainnollistavat kehitystä vertaamalla, kuten saavutetut tulokset verrattuna aiempiin tai perustasoon, tai sellaiset, jotka esittävät resurssitehokkuuden ja yrityksen kilpailukyvyn välistä yhteyttä, kuten tuottavuus tai resurssitehokkuudella saavutetut kustannussäästöt. Yleisesti ottaen, indikaattorien tulisi olla sektori- ja materiaalispesifisiä.

EU-tasolla sektoritason tietoa ei ole tasapuolisesti saatavilla. Koska EU pyrkii nostamaan resurssitehokkuutta, kehitystä tulisi voida verrata tunnettuun lähtötilanteeseen. Seurantakehykset sektori- ja kansallisella tasolla olisivat tärkeitä työkaluja. Tämä tarkoittaa sitä, että mikrotasolla yrityksiä voitaisiin velvoittaa seuraamaan ja raportoimaan systemaattisesti resurssitehokkuuteen liittyvää toimintaansa

Ko. raportti esittelee myös resurssitehokkuuteen liittyviä kustannuksia: laitteet, työvoima, informaatio ja rakenteelliset muutokset: myös näiden seuranta on syytä harkita. (Rademaekers ym 2011)

Taulukko 4 **Esimerkkejä resurssitehokkuuden aihekohtaisista alueista (Rademaekers ym 2011)**

Materiaalit	Ympäristö	Energia	Jätteet	Yleistä
Materiaalikulutus (määrä)	CO2-päästöjen vähenemä/säästö tuotantoyksikköä kohden	Energian vuosikulutus	% kierrätysmateriaalia tuotantoon	Resursseihin liittyvään T&K:een käytetyt menot
Säästöt syöttömateriaaleissa (määrä, ei sisällä veden kulutusta)	Päästöt ilmaan (määrä)	Energian vuosisäästö	Kierrätysasteet	
Säästöt syöttömateriaaleissa (% ei sisällä veden kulutusta)	Päästöt veteen (määrä)	Fossiilisten polttoaineiden tarve	Jätteen keräysmäärät (kansalliset tasot)	
	Vesistöpäästöjen vähenemä (määrä)	Keskimääräinen lämmönkäytön energiatehokkuus tuotantoyksikköä kohden		
	Vesistöpäästöjen vähenemä (%)	Perinteisten polttoaineiden korvaaminen vaihtoehtoisilla (%)		
		Primäärienergian kulutus (määrä)		
		Säästöt primäärienergian kulutuksessa (% ja määrä)		

Flash Eurobarometri: pk-yritykset, resurssitehokkuus ja vihreät markkinat

Vuoden 2012 tammi-helmikuussa TNS Political & Social teki Euroopan komission tilauksesta Flash Eurobarometri 342 -tutkimuksen ” pk-yritykset, resurssitehokkuus ja vihreät markkinat (EC, 2012). Tutkimus käsitti EU-maiden lisäksi 11 EU:n ulkopuolista valtiota ja se tehtiin puhelinhaastatteluna. Haastatteluja tehtiin 13 167, joista 399 Suomessa. Tutkimuksessa oli kolme pääteemaa: resurssitehokkuus, vihreät markkinat ja vihreät työpaikat pienissä ja keskisuurissa yrityksissä. Resurssitehokkuuden osalta keskeisimmät tulokset olivat:

- 93 % EU:n pienistä ja keskisuurista yrityksistä kertoi tehneensä ainakin yhden resurssitehokkuutta parantavan toimenpiteen. Suosituimpia toimia olivat energian säästö (64 %), jätteiden määrän vähentäminen (62 %) ja kierrätys (61 %). Yli puolet yrityksistä raportoi myös säästämisestä materiaaleissa ja vedessä. Vertailuaineistona käytetyillä yli 250 hengen yrityksillä osuudet olivat huomattavasti suurempia.
- Neljä viidestä yrityksestä suunnitteli tekevänsä toimia resurssitehokkuuden parantamiseksi kahden seuraavan vuoden aikana. Toisaalta, 79 % niistä yrityksistä, jotka eivät nykyisin tee mitään toimia resurssitehokkuuden parantamiseksi, eivät myöskään aio tehdä toimia lähitulevaisuudessa.
- Kolmannes EU:n pk-yrityksistä ilmoitti syyksi resurssitehokkuuden parantamiseen sen kuulumisen yrityksen päätavoitteisiin. Muita tärkeitä syitä ovat taloudelliset tai verokannustimet tai muut julkisen tuen muodot (23 %), tavoitteen saavuttamiseksi kilpailuetua tai markkinamahdollisuuksia (23 %) tai kuluttajilta tai toimittajilta tulevat vaatimukset.

- 35 % pk-yrityksistä EU:ssa ilmoitti että resurssitehokkuustoimet ovat alentaneet tuotantokustannuksia 27 %:n kertoessa tuotantokustannusten nousseen. Suurista yrityksistä 56 % kertoi resurssitehokkuustoimien alentaneen tuotantokustannuksia.

Kyselytutkimus ei anna tietoa siitä kuinka suuret resurssitehokkuudessa saavutetut säästöt ovat, miten ne jakautuvat eri resurssitehokkuuden osa-alueille ja mitä muita mahdollisia vaikutuksia toimilla on ollut. Tutkimus antaa kuitenkin tietoa toimien laajuudesta ja syistä toimien takana sekä hahmottaa erilaisten politiikkatoimien mahdollisuuksia saavuttaa yritykset.

2.7.4 Tuotetaso

Tuotetaso mittareita ovat mm. erilaiset indikaattorit, joilla kuluttajille tai hankinnoista vastaaville kerrotaan tuotteen tai palvelun materiaali/resurssitehokkuudesta. Tyypillisiä ovat mm kierrätysmateriaalin osuus raaka-aineessa, erilaiset ympäristömerkit, tuotteen hiilijalanjälki ja erilaiset tuotteiden ympäristöominaisuuksia kuvaavat avainindikaattorit sekä muut elinkaariarvioinnin perusteella johdetut tulokset ja väittämät.

Joutsenmerkki

Joutsenmerkki on Pohjoismaiden virallinen ympäristömerkki. Merkki opastaa kuluttajia valitsemaan ympäristön kannalta parempia tuotteita ja kannustaa valmistajia tekemään tällaisia tuotteita. Joutsenmerkki on laajentunut myös palveluihin, kuten hotelleihin ja ravintoloihin.

Joutsenmerkin voivat saada vain sellaiset tuotteet ja palvelut, jotka omassa ryhmässään kuuluvat ympäristön kannalta parhaiten joukkoon. Merkin vaatimukset asetetaan siten, että enintään 20–30% ryhmän tuotteista/palveluista pystyy läpäisemään ne.

Joutsenmerkki ottaa huomioon eri ympäristövaikutukset hyvin monipuolisesti tuotteen/palvelun koko elinkaaren ajalta. Tällaisia vaikutuksia ovat mm. ilmaston lämpeneminen, vesistöjen rehevöityminen ja ympäristön kemikalisoituminen.

Jotta Joutsenmerkki jatkuvasti erottelisi ympäristön kannalta parhaat tuotteet ja palvelut muista, uusitaan vaatimuksia muutaman vuoden välein. Myös merkin käyttöoikeudet ovat määräaikaaisia. Vaatimusten kiristyessä tulee merkin käyttöoikeutta hakea uudestaan.

Vain sellaiset tuoteryhmät hyväksytään Joutsenmerkinnän piiriin, missä merkillä voidaan saavuttaa huomattavaa ympäristöhyötyä. Tuoteryhmään tulee ensinnäkin liittyä jokin ympäristöongelma. Lisäksi markkinoilla tulee olla ympäristön kannalta parempia ja huonompia tuotteita kyseisessä tuoteryhmässä, jotta merkin avulla voidaan ohjata kulu-tusta ympäristön kannalta parempiin vaihtoehtoihin. (Ympäristömerkki, 2012)

Pohjoismaainen joutsenmerkki otettiin käyttöön vuonna 1989, minkä jälkeen ohjelmalle on tehty kolme laajaa arviointia, viimeisin vuonna 2008. Ympäristömerkkeihin liit-tyen on käynnissä kaksi laajaa selvitystä niissä käytettävistä epäsuorista (proxy) indikaattoreista, toinen Pohjoismaisen Ministerineuvoston, toinen Global Ecolabelling Networkin tilaamana. Näiden selvitysten tulokset eivät ehdi mukaan nyt esillä olevaan rap-orttiin, mutta niiden tulokset on syytä ottaa huomioon materiaalitehokkuuden seurannan ja vaikutustenarvioinnin kehittämisen jatkotyössä.

EU-ympäristömerkki

EU-ympäristömerkki, Euroopan ympäristömerkki luotiin vuonna 1992 Euroopan parla-mentin ja neuvoston asetuksella. EU-ympäristömerkki on käytössä kaikissa EU- ja ETA-maissa. Jokaisessa maassa on oma organisaationsa valvomassa merkin käyttöä ja huolehtimassa merkin kehitystyöstä. Suomessa merkintää hoitaa Ympäristömerkitä.

EU-ympäristömerkki voidaan myöntää tuotteelle, joka täyttää sille asetetut kriteerit. Kriteerit laaditaan tutkimalla tuotteen ympäristövaikutuksia koko tuotteen elinkaaren ajalta. Vaikutuksista olennaisimmat valitaan vaatimuksiksi. Vaatimustaso asetetaan niin, että 10–20 % tuoteryhmän tuotteista voi saada EU-ympäristömerkin käyttöoikeuden.

EU-ympäristömerkki myönnetään aina määräajaksi ja EU-ympäristömerkin saaneita tuotteita valvotaan jatkuvasti. Tänä päivänä EU-ympäristömerkin kriteerit on vahvistettu yli kahdellekymmenelle tuoteryhmälle. Merkin käyttöoikeus on myönnetty lähes tuhannelle yksittäisille tuotteille.

Euroopan ympäristömerkin kriteereiden laadinnassa arvioidaan tuotteiden elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset puolueettomasti asiantuntijatyöryhmissä. Vaatimusten tulisi olla helposti ymmärrettäviä ja helppokäyttöisiä ja niiden olisi perustuttava tieteelliseen näyttöön ja niissä olisi otettava huomioon uusin teknologinen kehitys. Tavoitteena on, että asetetut arviointiperusteet ovat markkinalähtöisiä ja ne keskittyvät ainoastaan tuotteiden tärkeimpiin ympäristövaikutuksiin niiden koko elinkaaren aikana.

Laadinnan aikana arvioitaviin ympäristönäkökohtiin kuuluvat mm. energiankulutus, vesien ja ilman pilaantuminen, jätteen syntyminen, kestävä metsätalous sekä melu ja maaperän pilaantuminen. Lisäksi arvioidaan tuotteen toimivuudelle asetettujen vaatimusten täyttyminen. (Ympäristömerkki, 2012)

2.8 **Materiaalitehokkuuden mittaamisen sudenkuopat ja kritiikki**

Materiaalitehokkuuden mittaamiseen ja vaikutusarviointiin liittyy joukko sudenkuoppia, joita tulee mahdollisuuksien mukaan välttää. Materiaalitehokkuusajattelun taustatekijöiden, toiminnan eri tasojen sekä mittaamisen eri tarkkuustasojen muodostama kokonaisuus on monitahoinen. Eritasoisia mittaamiseen liittyviä ongelmia tulee vastaan jos mittareiden kuvaama tieto ei vastaa kussakin tilanteessa aiottua tarvetta. Tällaisia virhemahdollisuuksia on kuvattu seuraavassa.

Kategoriavirheiksi voidaan nimittää esimerkiksi tilannetta, jossa makrotasolla sovellettavaksi tarkoitettua, tarkkuudeltaan yleistä tasoa olevaa mittaria yritetään soveltaa tuotetason materiaalitehokkuuden mittaamiseen.

Toinen esimerkki mittaamiseen liittyvästä kategoriavirheestä on merkittävästi toisistaan poikkeavien asioiden tai ilmiöiden niputtaminen löyhin perustein samaan summaparametriin tai indikaattoriin ilman läpinäkyvästi tehtyä yhteismitallistamista. Esimerkkinä tämän kaltaisesta tilanteesta voi olla eri ympäristövaikutusluokkia kuvaavien tunnuslukujen esittäminen rinnakkain ilman niiden keskinäistä arvottamista tai arviointia siten, että lukijalle muodostuu harhakäsitys tunnuslukujen yhteismitallisuudesta.

Korrelaatiovirheeksi voidaan nimittää esimerkiksi tilannetta, jossa materiaalitehokkuutta yritetään kuvata mittarilla, jolla ei ole yksiselitteistä yhteyttä materiaalitehokkuusajattelun taustatekijöihin (talous, luonnonvarojen riittävyys, ympäristövaikutukset).

Esimerkki tällaisesta tilanteesta on puhtaasti massapohjaiseen materiaalinkulutukseen perustuvan mittarin käyttö kuvaamaan materiaalitehokkuutta millä tahansa toiminnan tasolla. Tämänkaltaisilla mittareilla ei ole korrelaatiota materiaalitehokkuusajattelun taustatekijöihin, ja tyypillisesti niiden soveltaminen sellaisenaan johtaa ristiriitaisiin tulkitoihin ja jopa harhaanjohtaviin suosituksiin.

Makrotason materiaalitehokkuuden mittaamiseen TMC:llä liittyy tämänkaltaisen ongelma. Vastaavasti massapohjaiseen summaparametrilaskentaan perustuvan MIPS-menettelyn käyttäminen tuotetasolla, johtaa helposti korrelaatio-ongelmista johtuviin harhapäätelmiin esimerkiksi ympäristövaikutusten muodostumisen suhteen.

Soveltumaton tarkkuustaso tulee helposti ongelmaksi erilaisilla mittareilla. Soveltavaksi aiottu mittari voi olla liian tarkka tai liian summittainen ottaen huomioon kulloisenkin päätöksentekotilanteen tarpeet.

Liiallinen tarkkuus on yleensä ongelma lähinnä työläyden kautta muodostuvan ajankäytön ja arvioinnin kustannusten vuoksi, ei niinkään sen vuoksi etteikö mittari kuvaisi haluttua asiaa. Liiallinen epätarkkuus tai summittaisuus puolestaan ei anna päätöksenteon tueksi riittävän varmaa tietoa. Tällaiseen mittariin tukeutuminen päätöksenteossa voi johtaa osaoptimointiin tai jopa tavoitteiden suhteen ristiriitaisiin toimenpiteisiin.

Kattavuusongelmat käytettävissä mittareissa johtavat myös helposti osaoptimointiin. Esimerkiksi pelkästään hiilijalanjäljen käyttäminen materiaalitehokkuuden keinoin saavutettujen ympäristöhyötyjen kuvaamiseen voi joillakin tuoteryhmillä antaa vaillinaisen kuvan kokonaistilanteesta siten, että oleellisia ympäristövaikutuksia jää ottamatta huomioon. Materiaalien käyttöön liittyvillä määrällisillä tai laadullisilla muutoksilla on tyyppillisesti vaikutuksia monissa eri ympäristövaikutusluokissa, ja käytettävät mittarit tulee valita sen mukaan.

Jäljitettävyyden puuttuminen johtaa helposti uskottavuusongelmiin siinä vaiheessa, kun materiaalitehokkuuden keinoin aikaansaattavia hyötyjä viestitään aiotuille kohderyhmille. Jäljitettävyyteen tulisi kiinnittää erityistä huomiota riippumatta siitä, millä toiminnan tasoilla tai millä tarkkuustasoilla materiaalitehokkuutta tai sillä aikaansaatuja hyötyjä mitataan.

Ongelmat lähtötietojen saatavuudessa voivat muodostua pullonkaulaksi kaiken tasoilla mittareilla. Hyväkään mittari ei anna luotettavaa tietoa päätöksenteon tueksi, jos lähtötiedoissa on puutteita. Relevanttien lähtötietojen saatavuuden ja niiden luotettavuuden arviointi tulisi aina liittää kulloinkin käytettävien mittareiden valintaan.

Kohderyhmien ja kohdeyleisön hyväksyntä käytetyille menetelmille on myös oleellinen asia, kun esitetään materiaalitehokkuuden keinoin aikaansaatuja vaikutuksia.

Tuotantolaitoksiin kohdistettavien materiaalitehokkuutta parantavien toimien tuloksellisuutta on luonteva esitellä yritysten päättäjille taloudellisin tunnusluvuin euromäärinä, takaisinmaksuaikoina tai sijoitetun pääoman tuottoina, mutta toisilla kohdeyleisöillä voi olla tarve saada ensisijaisesti toimenpiteiden ympäristöhyötyihin liittyvää tietoa.

Makrotasolla kansantalouden suoraa materiaalien kulutusta kuvaava ns. DMC-indikaattori on tavoiteindikaattorina harhaanjohtava – erityisesti se suosii kotimaisten luonnonvarojen käytön korvaamista puolijalosteiden tuonnilla eli luonnonvarojen käytön ja perusteellisuuden ulkoistamista vaikka ulkoistaminen merkitsisi materiaalitehokkuuden heikentymistä globaalitasolla. DMC-indikaattorin heikkoudet korostuvat Suomessa meneillään olevan kaivosbuumin vaikutuksissa.

Mikrotasolla yritystason mittareissa voidaan törmätä vastaavantyyppisiin ongelmiin kuin kansantalouden tasolla DMC:ssä. Yksinkertaisissa massapohjaisissa indikaattoreissa saadaan hyvin erilaisia tuloksia sen perusteella, miten tuotannon taseraja määritellään, mikä on käytettävien raaka-aineiden jalostusaste ja otetaanko raaka-aineiden valmistusprosessien materiaalivirrat huomioon indikaattorilaskennassa. Toisaalta raaka-aineiden vaatimien materiaalivirtojen määrittäminen voi käytännössä osoittautua erittäin hankalaksi.

Tuotannon taserajojen määrittäminen vaikuttaa voimakkaasti materiaalitehokkuuden arvioimiseksi laskettuihin tunnuslukuihin. Esimerkiksi tehdastuotannossa saadaan tuotannon saannolle hyvin erilaisia tunnuslukuja riippuen siitä millainen jalostusaste käytetyillä raaka-aineilla on. Otetaan esimerkiksi yritys, joka käyttää tuotannossaan teräsväyrystä leikattuja osia. Leikatessaan itse osat levyistä leikkauksessa jäävät hukkapä-

lat jäävät suoraan yrityksen materiaalitaseeseen. Ostaessaan osat valmiiksi leikattuna nämä hukkapalat eivät ole yrityksen suorassa materiaalitaseessa ja näennäisesti tuotannon materiaalitase paranee, vaikka kokonaismateriaalinkulutus ei laskisikaan hukan siirtyessä vain toiselle yritykselle. Toisaalta leikkaukseen erikoistunut yritys voi mahdollisesti alkuperäistä yritystä paremmin hyödyntää eri asiakkaiden materiaaliarpeiden eroja ja optimoida leikkausprosesseja siten että kokonaisuudessaan saanto paranee.

Puhtaasti massapohjaiset mittarit eivät ota huomioon mm. raaka-aineiden käytön haitallisuutta, arvoa, uusiutuvuutta, riittävyttä tai jätteiden ominaisuuksia.

EU:n etenemissuunnitelmassa resurssitehokkaaseen Eurooppaan komissio peräänkuuluttaa resurssitehokkuuden mittaamisen tarvetta niin makro- kuin mikrotasolla. Ensin mainittujen osalta komissio katsoo, että edistymisen mittaaminen on aloitettava välittömästi ja ehdottaa alustavaksi ensisijaiseksi indikaattoriksi resurssien tuottavuutta, jota mitataan BKT:n suhteena materiaalien kokonaiskulutukseen (DMC) EU:ssa. Mittarin tavoite olisi osoittaa aikaansaatu kasvua suhteellisesti pienemmillä resursseilla.

Ehdotettu mittari ei sovi yhteen komission esittämän resurssitehokkaan kehityksen vision kanssa, sillä se kohtelee kaikkia talouden luonnonvara- ja materiaalivirtoja samanarvoisesti massaansa perustuen, eikä kuvaa edistymistä komission resurssitehokkuudesta esittämän vision mukaisesti. Näin ollen tätä alustavaksi tarkoitettua mittaria ei kannattaisi ottaa tässä muodossa lainkaan käyttöön, sillä mittarin ilmeisen toimimattomuuden ohella lisävaarana on, että eri toimijoille tulee sen käyttöönoton myötä vääristynyt signaali siitä mitä resurssitehokkuudella Euroopassa tavoitellaan.

Se, että eri materiaalien kokonaiskulutus DMC tai TMC luvuin ilmaistuna ei korreloi esimerkiksi kokonaisympäristövaikutusten kanssa on tieteellisesti osoitettu mm. Suomen Ympäristökeskuksen ENVIMAT tutkimuksessa. Komission visiossa esitettyjen näkökulmien ohella tulisi jäsenvaltioiden resurssitehokkuuden mittaamisessa ottaa huomioon myös alueelliset erot eri luonnonvarojen niukkuudessa ja vaikutuksissa.

Euroopan parlamentin päätöslauselmassa 24. toukokuuta 2012 resurssitehokkaasta Euroopasta (2011/2068(INI)) todetaan, että resurssitehokkuuden edistymisen valvomiseksi olisi indikaattorien otettava huomioon koko elinkaaren vaikutukset ja mitattava talouteen saapuvat resurssit. Euroopan parlamentti myös varoittaa, että komission etenemissuunnitelmassa ehdotettu resurssituottavuusindikaattori ei anna vaadittuja tietoja. Vaihtoehtoisena ratkaisuna parlamentti esittää esimerkiksi neljän resurssien käyttöä kuvaavan indikaattorin muodostamaa koria (maankäytön jalanjälki, vesijalanjälki, materiaalijalanjälki ja hiilijalanjälki). (EU, 2011/2068(INI), kohdat 4 ja 61)

3 Aihepiiriin liittyviä toimia ja hankkeita

3.1 Hallitusohjelma

Hallitusohjelmassa esitetään tavoitteeksi, että Suomi on maailman eturintamassa ympäristöystävällisessä, resurssi- ja materiaalitehokkaassa taloudessa sekä kestävien kulu- tus- ja tuotantotapojen kehittäjänä.

Keskeisimpien toimenpiteiden joukossa on kansallinen materiaalitehokkuusohjel- ma, jonka toteutuksesta vastaavat lokakuussa 2011 julkaistun hallitusohjelman strategi- sen toimeenpanosuunnitelman mukaisesti työ- ja elinkeinoministeriö ja ympäristöminis- teriö. (Valtioneuvosto, 2011)

Kansallisen materiaalitehokkuusohjelman sisältö on vielä auki. Eri toimijat elinkei- noelämässä ja hallinnossa sitoutunevat osaltaan jopa innostuneesti tulevan ohjelman toteutukseen, sillä resurssitehokkuus on lähtökohtaisesti ristiriidaton tulokulma kestäväen kehityksen kysymyksiin. Odotettavissa on win-win tilanteita, joissa yhdistyvät kilpailuky- kyä, luonnonvarojen kestävää käyttöä ja ympäristönäkökohtien parempaa hallintaa kos- kevien tavoitteiden toteutuminen.

3.2 Valtioneuvoston luonnonvaraselonteko/Kansallinen luonnonvara- strategia

Kansallinen luonnonvarastrategia laadittiin laajassa yhteistyössä politiikan, hallinnon, elinkeinoelämän, tutkimuksen, järjestöjen sekä median kanssa. Strategisen tiedonhan- kinnan tueksi kutsuttiin laaja asiantuntijaverkosto, joka tuki strategiaryhmän työtä sekä verkkotyöskentelyn että seminaarien avulla. Kaikille kiinnostuneille tarjottiin mahdolli- suus osallistua strategiatyöhön vastaamalla julkisessa verkkotyökalussa, mihin kysy- myksiin luonnonvarastrategiatyön pitäisi vastata ja miten. Lisäksi hyödynnettiin useiden eri toimialojen yhteisen Luodin-viestintäkampanjan teemapäivien tuloksia.

Luonnonvarastrategian visiossa listataan strategiset tavoitteet:

1. Suomessa on menestyvä korkean arvonlisän biotalous.
2. Suomi hyödyntää ja kierrättää materiaalivirtoja tehokkaasti.
3. Alueelliset voimavarat luovat kansallista lisäarvoa ja paikallista hyvinvointia.
4. Suomi on aloitteellinen edelläkävijä luonnonvarakysymyksissä.

Luonnonvarastrategiassa esitetään ensimmäiset muutosaskeleet, joissa on käynnistet- tävä nopeasti erityyppisiä kehittämishankkeita. Näistä yhteydessä materiaalitehokkuu- teen ja sen seurantaan ja vaikutusten arviointiin ovat ainakin:

3. Materiaalikierron hallinnan kehittäminen
4. Tuotelähtöinen resurssitehokkuus
5. Kiertoön palauttaminen ja sulkeminen
6. Yritysten resurssitehokkuus
12. Kansainväliset mittarit ja pelisäännöt

3.3 Valtakunnallinen jätesuunnitelma 2016

Kohti kierrätysyhteiskuntaa – Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016, on valtioneuvoston hyväksymä strateginen suunnitelma jätehuollon ja jätteiden synnyn ehkäisyn periaatteista, päämääristä ja tavoitteista vuoteen 2016 sekä niiden saavuttamiseksi tarvittavista toimista.

Jätepolitiikan keskeisenä tavoitteena on jätteen synnyn ehkäisy ja jätteistä aiheutuvien haitallisten terveys- ja ympäristövaikutusten vähentäminen.

Suunnitelmaan sisältyy Suomen kansallinen jätteen synnyn ehkäisyn suunnitelma sekä seitsemän muuta jätehuollon sektoreita poikkileikkaavaa päämäärää, joiden alle on ryhmitelty jätesuunnitelman tavoitteet ja keskeiset ohjaukset niiden saavuttamiseksi.

Suunnitelman tavoitteena on saada yhdyskuntajätteen määrä kääntymään laskuun vuoteen 2016 mennessä. Tavoitteena on lisäksi mm., että yhdyskuntajätteestä kierrätetään materiaalina 50 % ja hyödynnetään energiana 30 %. Loppusijoitettavaksi kaatopaikoille päätyisi enintään 20 % jätteistä.

Suunnitelmassa esitetään lisäksi, että teollisuuden toimialat asettaisivat toimialakohtaisissa materiaalitehokkuussopimuksissa tavoitteita ominaisjättemääriensä vähentämiseksi ja kierrätyksen lisäämiseksi. (Ympäristöministeriö, 2008)

3.4 Ympäristöliiketoiminnan strateginen ohjelma

Hallitusohjelman kirjauksen mukaisesti Cleantech-liiketoiminta on yksi Suomen elinkeinopolitiikan painopisteistä ja hallituksen tavoitteena on nostaa Suomi Cleantechin kärkimaaksi.

Tavoitteen saavuttamiseksi työ- ja elinkeinoministeriö käynnisti 1.2.2012 ympäristöliiketoiminnan strategisen ohjelman (YLSO), jota ohjaa talouspoliittinen ministerivaliokunta ja josta vastaa elinkeinoministeri. Ympäristöliiketoiminnan strateginen ohjelma vauhdittaa suomalaisyrityksiä kestäväan kasvuun ja uudistumiseen ympäristöliiketoiminnan avulla.

Ohjelma kokoaa yhteen hajanaista toimija- ja toimenpidekenttä Tekesin kanssa käynnistetyn Lupauskampanjan avulla, jossa luodaan Suomen tiekartta ympäristöliiketoiminnan edelläkävijyyteen osana kestäväan talouskasvua. Elinkeinoelämää verkotetaan mukaan strategiatyöhön ja toimenpiteisiin yhteistyössä Elinkeinoelämän ympäristöforumin, Cleantech Finland-verkoston ja Teknologiateollisuus ry:n toimikuntien kanssa.

3.5 EU:n etenemissuunnitelma resurssitehokkaaseen Eurooppaan

Eurooppa 2020 -strategian "Resurssitehokas Eurooppa" -lippulaivahankkeella tuetaan siirtymistä resurssitehokkaaseen ja vähähiiliseen talouteen kestäväan kasvun aikaansaamiseksi

Lippulaivahanke tarjoaa pitkän aikavälin puitteet useilla politiikan aloilla toteutettaville toimille, jotka liittyvät ilmastonmuutokseen, energiaan, liikenteeseen, teollisuuteen, raaka-aineisiin, maa- ja kalatalouteen, luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseen ja aluekehitykseen. Sen avulla halutaan lisätä investointien ja innovaatioiden edellyttämää varmuutta ja varmistaa, että resurssitehokkuus otetaan tasapainoisesti huomioon eri aloilla.

Aikaisemmat kasvumallit ovat lisänneet vaurautta, intensiivisen ja usein tehottoman resurssien käytön avulla. Luonnon monimuotoisuuden, ekosysteemien ja ekosysteemi-

palvelujen rooli on laajalti aliarvostettu, kustannukset eivät usein heijastu hintoihin eivätkä nykyiset markkinat ja yhteiskuntapolitiikka pysy täysin mukana strategisten resurssien, kuten mineraalien, maan, veden ja biomassan, kilpailevassa kysynnässä. Tämä edellyttää asian yhdenmukaista käsittelyä useilla eri politiikan osa-alueilla, jotta voidaan käsitellä odotettavissa olevaa resurssien rajallisuutta ja ylläpitää vaurautemme pitkällä aikavälillä.

Hanke on ensimmäinen askel kohti yhdenmukaisten toimien kehystä, joka ulottuu politiikan eri osa-alueille. Sen tavoitteen on antaa vakaa näkemys siitä, miten taloutta olisi muutettava. Komissio laatii politiikka- ja lainsäädäntöehdotuksia tämän etenemissuunnitelman toteuttamiseksi. Ilman muiden julkisten ja yksityisten toimijoiden sitoutumista emme kuitenkaan saavuta resurssitehokkuustavoitteitamme.

Materiaalitehokkuuden edistämisen kannalta merkittäviä avauksia komission etenemissuunnitelmassa ovat:

- Jäsenvaltioiden tulisi ottaa käyttöön kannusteet, joilla saadaan useimmat yritykset mittaamaan, vertailemaan ja parantamaan resurssitehokkuuttaan systemaattisesti;
- Jäsenvaltioiden tulisi auttaa yrityksiä tekemään yhteistyötä tuottamiensa jätteiden ja sivutuotteiden hyödyntämiseksi;
- Jäsenvaltioiden tulisi varmistaa, että neuvoja ja tukea on tarjolla pk-yrityksille niiden resurssitehokkuuden ja raaka-aineiden kestävä käytön tunnistamiseksi ja tehostamiseksi;
- Jäsenvaltioiden tulisi keskittää julkinen tutkimusrahoitus keskeisiin resurssitehokkuustavoitteisiin;
- Yhteisen metodologisen lähestymistavan vahvistaminen tuotteiden, palveluiden ja yritysten ympäristönsuojelullisen tason arviointiin, esittelyyn ja vertailuun.

Etenemissuunnitelma antaa joukon ohjeita ja tavoitteita resurssitehokkuuden mittaamiseen makro- ja mikrotasolla. Niihin liittyviltä asioita ja ongelmia on käsitelty kappaleessa 2.8.

3.6 **Biotalousstrategia Euroopalle**

Biotalousstrategian ja biotalouden toimintasuunnitelman tavoitteena on raivata tietä innovatiivisemmalle, resurssitehokkaammalle ja kilpailukykyisemmälle yhteiskunnalle, jossa huolehditaan sekä elintarvikkeiden saatavuudesta että uusiutuvien varojen kestävästä teollisuuskäytöstä ja samalla suojellaan ympäristöä. Biotalousstrategia ja toimintasuunnitelma antavat tietoa biotalouden eri sektorien tutkimus- ja innovaatio-ohjelmiin ja muokkaavat osaltaan poliittista ympäristöä johdonmukaisemmaksi, parantavat vuorovai- kutusta kansallisten, EU:n ja globaalien biotalouspolitiikkojen välillä ja rohkaisevat julkista vuoropuhelua sitoutuneempaan suuntaan. Niissä haetaan yhteisvaikutuksia ja täydentävyyttä muiden politiikanlohkojen, välineiden ja rahoituslähteiden kanssa, joilla on samat tavoitteet, kuten yhteinen maatalouspolitiikka ja yhteinen kalastuspolitiikka, yh- dennetty meripolitiikka sekä ympäristö-, yritys-, työllisyys-, energia- ja terveyspolitiikka.

Strategia pohjautuu EU:n tutkimuksen ja teknologisen kehittämisen seitsemänteen puiteohjelmaan ja EU:n tutkimuksen ja innovoinnin puiteohjelmaan "Horisontti 2020".

3.7 **Eurooppa 2020 -strategia, Suomen kansallisen ohjelman tarkistus**

Kansallisen ohjelman tarkistuksessa kuvataan pääministeri Jyrki Kataisen hallitusohjelman päälinjaukset Eurooppa 2020 – strategian kansallisen toteutuksen näkökulmasta. Lisäksi kuvataan tarpeellisilta osin valtioneuvoston 5.10.2011 hyväksymien vuoden 2012 valtion talousarvioesityksen ja vuosien 2012 – 2015 kehyspäätöksen sisältö. Ohjelma noudattaa rakenteeltaan kevään 2011 ohjelmaa rajoittuen kuitenkin uusien linjausten ja päätösten esittelyyn. Yksilöityjä toimenpiteitä ja niiden budjettivaikutuksia esitetään mahdollisuuksien mukaan. Poiminnat koskien resurssi- ja materiaalihokkuutta:

Kohta 3.2 Tuotantorakenteen monipuolistaminen: Hallitus nostaa ympäristöliiketoiminnan yhdeksi elinkeinopolitiikan painoalueeksi. Ympäristöalan kasvua edistetään ohjelmalla, joka kokoaa yhteen alan kehittämistä koskevat toimenpiteet. Uuden teknologian mahdollisuuksia hyödynnetään energia- ja materiaalihokkuuden lisäämisessä ja päästöjen vähentämisessä. Energiateknologian kasvua tuetaan innovaatiopolitiikan, tutkimuksen ja tuotekehityksen sekä koulutuksen keinoin.

Kohta 4.3 EU:n taakanjakosopimuksen mukaiset ilmasto- ja energiatavoitteet: Hallitus uudistaa kansallisen kestävä kehityksen strategian. Kestävä kehityksen mukaiset tavoitteet otetaan huomioon kaikilla hallinnonaloilla ja tavoitteiden toteutumista seurataan mittareilla. Hallitus valmistelee myös kestävä kulutuksen ja tuotannon ohjelman. Ympäristölle haitalliset tuet kartoitetaan ja tukia suunnataan uudelleen. Hallitus laatii kansallisen ohjelman materiaalihokkuudelle ja luonnonvarojen kestäväälle käytölle sekä selvittää mahdollisuuksia kehittää niiden mittaamista ja arviointia. Hallitus vaikuttaa EU:n materiaalihokkuuden muotoiluun. (Valtiovarainministeriö, 2011)

3.8 **Luonnonvarojen ja energian käytön tehostamisen potentiaalit, kehitysarviot ja vaikutukset kansantalouden tasolla vuoteen 2020**

Suomen ympäristökeskuksen ja Oulun yliopiston Thule-instituutin hankkeen ”Luonnonvarojen ja energian käytön tehostamisen potentiaalit, kehitysarviot ja vaikutukset kansantalouden tasolla vuoteen 2020” tavoitteena on arvioida Suomen keskeisten toimialojen ja tuotteiden resurssitehokkuuden parantamisen potentiaalit, kehitysarviot sekä niihin liittyvät ympäristö-, työllisyys- ja arvonlisäysvaikutukset kansantalouden tasolla vuoteen 2020. Lisäksi tarkastellaan materiaali- ja energiavirtoja luonnonvarojen kestävä käytön näkökulmasta. Työ tehdään vuoden 2012 aikana.

Työssä pyritään vastaamaan kysymykseen, mitä hyötyjä voimme kansantalouden mittakaavassa saada aikaan, jos elinkeinoelämä ja kuluttajat nykyistä laajemmassa mittassa siirtyisivät soveltamaan niukkaresurssisuuteen tähtääviä liiketoimintamalleja, tuotesuunnittelua ja tuotantoprosesseja.

Hankkeen tarkoituksena on tuottaa tietoa Euroopan komission (EC) tiedonannon Etenemissuunnitelma kohti resurssitehokasta Eurooppaa edellyttämiin toimiin, jossa Suomen resurssitehokkuutta koskevan tavoiteasettelun lähtökohdat tulisi määrittää vuoteen 2013 mennessä. Työssä tehdään myös tiedonannon edellyttämää resurssitehokkuusindikaattorien määrittämis- ja arviointityötä.

Laajemmassa suunnitellussa jatkohankkeessa resurssitehokkuuden syvällisempi arviointi tehtäisiin yhteistyössä eri toimijoiden ja sidosryhmien kanssa ja samalla arviointiin keinoja ja esteitä resurssitehokkuuden lisäämiseen. Jatkohankkeessa hahmoteltaisiin myös tulevaisuuden skenaarioita, jotka heijastaisivat tuotannon ja kulutuksen radikaalimpia muutoksia. Nämä muutokset tähtäisivät tuotannon ja kulutuksen siirtymiseen kestävään vihreään talouteen.

Työssä rakennettava mallikokonaisuus antaa perusteet arvioida jatkossa Suomen talouden erilaisten rakennemuutoskenaarioiden ympäristö-, työllisyys- ja arvoisäysmuutoksia. Näiden skenaarioiden avulla voitaisiin arvioida erilaisten muutossuuntien hyväksyttävyyttä ja siten tulokset pystyisivät antamaan myös suuntaa julkisen hallinnon talouden edistämistoimille.

Jatkotyössä olisi tarpeen myös kehittää Suomen talouden resurssitehokkuuden tunnuslukuja, joilla kyettäisiin ilmaisemaan materiaalitehokkuuden edistämisen hyödyt talouden, luonnonvarojen kestävästä käytöstä ja ympäristövaikutusten näkökulmista. Masaperusteiset tiedot toimitettiin resurssitehostumisen hyötyjä kuvaavien tunnuslukujen kehitystyössä lähtötietoina tai välituloksina. (Ympäristö, 2012b)

3.9 **Luonnonvarojen kestävä käyttö ja Suomen talous (Sustainable Use of Natural Resources and the Finnish Economy - SURE)**

Oulun yliopiston Thule-instituutti, Suomen ympäristökeskus ja Geologian tutkimuskeskus käynnistävät Suomen akatemian rahoittamana syyskuussa 2012 nelivuotisen yhteishankkeen Luonnonvarojen kestävä käyttö ja Suomen talous (Sustainable Use of Natural Resources and the Finnish Economy - SURE). Tutkimushankkeen tavoitteina on

- Ennakoida Suomen luonnonvarojen käytön ja ympäristövaikutusten kehitystä erityisesti kahdella alueella: mineraalien kaivussa ja bioenergiassa, samalla vienti- ja tuontivaikutukset huomioon ottaen.
- Arvioida mahdollisuuksia parantaa resurssitehokkuutta ja kierrätystä jalostamalla tuotanto- ja kulutusketjuja
- Kehittää edelleen kansantalouden laajuisia ympäristövaikutusten indikaattorijärjestelmiä erityisesti kolmella alueella: uusiutumattomien luonnonvarojen käyttö globaalissa ympäristössä, maankäyttö ja luonnon monimuotoisuus ja kasvihuonekaasutaseet maankäytössä, maankäytön muutoksissa ja metsänhoidossa.
- Osa-alueiden yhdistäminen ENVIMATscen-simulointimalliin ja mallin käyttö luonnonvarojen käytön ja resurssitehokkuuden muutosten vaikutusten arvioimisessa Suomen kansantalouden kehitykseen ja sen ympäristövaikutuksiin Suomessa ja Suomen ulkopuolella
- Selvittää mahdollisuuksia erottaa toisistaan taloudellinen kasvu, resurssien kulutus ja ympäristövaikutukset Suomen kansantalouden kehityksessä, jakaen kahden osaan: kotimainen loppukäyttö ja tuonnin ja viennin vaikutukset globaalilla tasolla.

3.10 **Kestävä kulutus ja tuotanto ohjelma (KULTU)**

Ympäristöministeriö sekä työ- ja elinkeinoministeriö ovat aloittaneet Kestävän kulutuksen ja tuotannon ohjelman (KULTU) uudistamisen. Ohjelmaehdotuksen on tarkoitus olla valmis keväällä 2012.

Tavoitteena on tarkastella vähäpäästöistä tulevaisuutta tarpeiden, kulutuksen ja kysynnän näkökulmasta. Pääpaino on neljässä teemassa, joita ovat ravinto, asuminen, liikkuminen ja julkiset hankinnat.

Tavoitteena on löytää tutkimushankkeiden ja työpajojen avulla uudenlaisia ohjauskeinoja, toimintatapojen muutoksia ja innovaatioita, joilla kannustetaan tekemään kestävämpiä valintoja arkipäivässä sekä edistetään yritysmaailman ekotehokkaita ratkaisuja

ja uusia innovaatioita. Tavoitteiden toteutumista edistetään muun muassa erilaisten keuhkkehänkeiden kautta. (Ympäristö 2012c)

3.11 Tuore-verkosto

Ympäristön kannalta kestävien päätösten teko vaatii aina riittävän monipuolista ja laajaa tietoa. Yritykset tarvitsevat sitä kehittäessään palveluita ja tuotteita, viranomaiset laatiessaan ohjeistusta ympäristönsuojeluun ja kuluttajat valitessaan tuotteita ja palveluita.

Tuotelähtöisessä ympäristöjohtamisessa tuotannon ja kulutuksen ympäristönäkökohtia tarkastellaan ja hallitaan tuotenäkökulmasta.

Ympäristövaikutusten selvittäminen kokonaisuudessaan edellyttää laajaa tarkastelua. Selvitystyössä ei rajoituta vain yhteen valmistusvaiheeseen, vaan analysoidaan koko tuoteketju. Elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment, LCA) on systemaattinen ja toimialasta riippumaton menetelmä, jossa tarkastellaan tuoteketjun materiaali- ja energiavirtoja. Luonnonvarojen käyttö sisältyy tarkasteluun silloin, kun arvioidaan tuotteen koko elinkaarta. Vasta kun perustiedot tuotejärjestelmästä on kerätty, kyetään arvioimaan potentiaalisten ympäristövaikutusten merkittävyys.

Tuotelähtöisen ympäristöjohtamisen verkosto on tarkoitettu kaikille niille, jotka haluavat lisätä elinkaariosaamistaan tuotelähtöisessä ympäristöjohtamisessa. Toiminnassa on mukana sekä asiantuntijaorganisaatioita että yrityksiä. (www.tuoreverkosto.fi)

Tuotteiden ympäristöominaisuuksien arviointiin/mittaamiseen käytettäviin menetelmiin kohdistuu samoja vaatimuksia kuin muihinkin vastaaviin mittareihin. Menetelmän johdonmukaisuus, kattavuus, oikeellisuus, läpinäkyvyys, tulosten toistettavuus, tulosten vertailtavuus, raportointivaatimukset ja verifiointit ovat kaikki oleellisia menetelmää valittaessa.

Tuotteiden ympäristöominaisuuksien arviointiin/mittaamiseen liittyvät periaatteet on esitetty standardeissa:

- SFS-EN ISO 14040 "Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet" (ISO 14040:2006), ja
- SFS-EN ISO 14044 "Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Vaatimukset ja suuntaviivoja" (ISO 14044:2006).

Tavoitteena tuotelähtöisessä ympäristöjohtamisessa on välttää osaoptimoiteja selvittämällä tuoteketjun kokonaisympäristövaikutukset. Elinkaariarvioinnissa tarkastellaan tuotteen valmistuksen koko tuoteketjun aikaisia ympäristöominaisuuksia.

3.12 Tie kestävään talouteen -ohjelma

Green Growth - Tie kestävään talouteen -ohjelman pääteema on talouden kestävä kasvu ja luonnonvarojen tehokas ja vastuullinen käyttö. Ohjelman tavoitteena on tukea resurssitehokkuudeltaan harppauksellisten innovaatioiden syntyä ja luoda pohjaa uusien vihreän kasvun arvoverkostojen kehittymiselle.

Ohjelma on suunnattu kotimaisille yrityksille, jotka etsivät roolia vihreästä kasvusta tai haluavat kehittää liiketoimintaansa kestäväen talouden arvoverkkojen kautta. Erityisfokus on pienten ja keskisuurten yritysten kehittämisessä. Arvoverkkojen luominen ei kuitenkaan onnistu ilman vahvaa tutkimuksen panostusta, suuntaa näyttäviä suuryrityksiä sekä uusien toimintatapojen jalkautumista tukevaa julkista sektoria ja järjestöjä.

Green Growth -ohjelma rahoittaa tutkimus- ja kehitysprojekteja, jotka synnyttävät strategista osaamista ja tunnistavat uusia liiketoiminnan mahdollisuuksia nykyistä olen-

naisesti alhaisemman energia- ja materiaali-intensiteetin tuote- ja palveluketjuista. Tavoittelemme siis harppauksellisia ympäristöinnovaatioita, joilla on kasvupotentiaalia kansainvälisesti. (Tekes 2012)

4 Materiaalitehokkuushankkeiden seuranta ja vaikutusten arviointi

4.1 Seurannan ja vaikutusten arvioinnin tarpeita eri tasoilla

Materiaalitehokkuuteen pureutuvien toimenpiteiden seurannan ja vaikutustenarvioinnin tarvetta voidaan jäsenellä sen mukaan mille toiminnan tasolle varsinaiset toimenpiteet ensisijaisesti kohdistuvat, ja mitä vaikutuksia ja tarkastelutarpeita niihin liittyy muiden toiminnan tasojen näkökulmasta. Seuraavissa kappaleissa avataan alustavasti seurantaan ja vaikutustenarviointiin liittyviä tarpeita ja näkökohtia tästä näkökulmasta.

4.1.1 Kansallinen taso (makrotaso)

Kansallisen tason toimiin voi liittyä erillisiä politiikkatoimia, lainsäädännön tai muiden velvoittavien ohjauskeinojen kautta tehtävää sääntelyä, erilaisia kansallisia ohjelmakokonaisuuksia jne. Ajankohtainen esimerkki kansallisen tason toimesta on hallitusohjelmassa mainittu kansallinen materiaalitehokkuusohjelma tai mahdollisesti käynnistettävä materiaalikatselmusohjelma. Kansallisen tason toimet voivat kohdistua kaikille toiminnan eri tasoilla (makro-, meso-, mikro- ja tuotetaso). Kansalliset ohjelmat voivat siis sisältää kaikilla näillä eri tasoilla toteutettavia toimia ja niihin liittyvää seuranta- ja vaikutustenarviointia. Vaikutustenarvioinnin kannalta on tällöin oleellista jo toimien käynnistysvaiheessa suunnitella ja ratkaista se, kuinka näistä eri tasolla toteutettavien toimien tuloksista saadaan seurantatietoa, jonka perusteella vaikutusten arviointia riittävällä tarkkuudella voidaan tehdä.

Materiaalitehokkuuden tilaa kansallisella tasolla kuvaaville hyvillä mittareille on selkeä tarve. Toistaiseksi käytetyt mittarit ovat olleet lähinnä massapohjaista materiaalienkäyttöä kuvaavia tunnuslukuja. Massaperusteisten mittareiden ongelmia kuvattiin edellä kappaleessa 2.8.

Tarvitaan mittareita, jotka kykenevät osoittamaan materiaalitehokkuuden parantamisella aikaansaatuja muutoksia talouden, luonnonvarojen riittävyyden ja ympäristönäkökohtien näkökulmista. Makrotason resurssitehokkuusindikaattoreiden kehitystä kuvaavia indikaattoreita hakevat tällä hetkellä voimakkaasti myös EU komissio sekä parlamentti. Suomen kannattaa panostaa makrotason indikaattoreita koskevaan kehitystyöhön ja pyrkiä vaikuttamaan indikaattoreihin, joihin resurssitehokkuuden tavoitteet ja arviointi jatkossa EU:ssa perustuvat. Kehitystyön tavoitteeksi on hyvä asettaa vaikuttaminen EU:ssa sekä kansallisella tasolla käyttöön otettavien indikaattorien määrittely ja valinta

Makrotasolla tarvitaan myös tietoa siitä millä toiminnan tasoilla, toimialoilla tai sektoreilla materiaalitehokkuuden keinoin aikaansaavat hyödyt ovat kansantalouden kannalta suurimmat, jotta materiaalitehokkuutta edistävä toimet kyettäisiin suuntaamaan mahdollisimman tuloksellisesti.

4.1.2 Alueellinen taso (mesotaso)

Suomessa ei toistaiseksi ole käynnistetty systemaattisia mesotason materiaalitehokkuuden parantamiseen tähtäviä kansallisia ohjelmia tai toimenpiteitä. Alueellisten toimijat ja yritykset ovat sen sijaan toteuttaneet lukuisia eritasoisia hankkeita, jotka voidaan lukea materiaalitehokkuutta alueellisella tasolla parantaviksi. Näistä hankkeista ja niillä

aikaansaaduista tuloksista ei toistaiseksi ole olemassa kattavaa selvitykseen perustuvaa yleiskuvaa.

Britanniassa toteutetun NISP ohjelman hyvät tulokset antavat aiheen selvittää ja kokeilla samankaltaisia, jätteiden ja sivutuotteiden hyödyntämisen edellytyksiä parantavia, kansallisia ohjelmatoimia myös Suomessa. Mikäli tällaisia ohjelmatoimia päädytään käynnistämään, niin mikrotasolle kohdistuvien materiaalitehokkuutta edistävien toimien ja alueellisen tason toimien välille muodostuu selkeä sekä toiminnallinen että seurantaan ja vaikutusten arviointiin liittyvä yhteys. Käytännössä tämä voisi tarkoittaa esimerkiksi Suomessa toteutettavaa NISP-ohjelman tasoista kansallista ohjelmaa, joka perustuisi vapaaehtoiseen, mutta kansallisilla toimilla suunniteltuun ja ohjattuun yritysten verkottamiseen ja vuoropuheluun, ja jolla olisi suora kaksisuuntainen toiminnallinen yhteys materiaalikatselmustoimintaan. Esimerkiksi alueellista materiaalitehokkuutta parantavalla ja toimipaikkojen välisten materiaalivirtakytkösten syntymistä edistävällä ohjelmalla ja materiaalikatselmusohjelmalla voisi olla osittain samoja seurannan ja vaikutustenarvioinnin mittareita. Materiaalikatselmusohjelmasta saatava mikrotason (yritykset) seurantatieto toimisi tässä esimerkissä seurantatiedon lähteenä aluetasolle.

4.1.3 Yritykset ja yhteisöt (mikrotaso)

Mikrotasoon pureutuvista systemaattisista materiaalitehokkuustoimista pisimmällä Suomessa on materiaalikatselmustoiminnan kehitystyö, joka on edennyt kansallisen materiaalikatselmusohjelman suunnitteluvaiheeseen. Ohjelmaston elementtien valmistuttua materiaalikatselmustoiminta kannattaa asettaa pääasialliseksi mikrotason materiaalitehokkuutta systemaattisesti edistäväksi kansalliseksi toimintaohjelmaksi. Tämä vastaisi energiatehokkuuden parantamisen puolella jo vuodesta 1992 käynnistynyttä ja edelleen käynnissä olevaa tuloksekkaana pidettyä tuettua energiakatselmusohjelmaa, joka on myös olennainen osa energiatehokkuussopimustoiminnan toimeenpanoa Suomessa. Materiaalikatselmustoimintaa kannattaa tukea ja tehdä tunnetuksi riittävän kauan, jotta sille saadaan riittävä kattavuus ja sen vaikuttavuutta voidaan arvioida eri alueilla.

Materiaalikatselmustoiminnan seurannassa ja vaikutusarvioinnissa on hyvä ottaa oppia energiakatselmuspuolen kokemuksista ja tiedosta jo lähes parin kymmenen vuoden ajalta. Toisaalta kannattaa kiinnittää huomiota myös materiaalikatselmusten kautta löytyviin energiatehokkuusnäkökohtiin. Vaikutusten arvioinnissa on kuitenkin otettava huomioon, ettei samoja energiavaikutuksia lasketa kahteen kertaan eri ohjelmien kautta.

Nykyisessä hallitusohjelmassa on kirjaus vapaaehtoisten materiaalitehokkuussopimusten käyttöönoton edistämisestä. Materiaalikatselmustoiminnalla on lähtökohtaisesti selkeä yhteys mahdolliseen materiaalitehokkuussopimustoimintaan, mikäli sellainen käynnistyy. Energiakatselmustoiminnan ja energiatehokkuussopimustoiminnan läheisestä yhteydestä on pitkät kokemukset.

Mikrotason mahdolliset säädöspohjaiset ohjauskeinot tulisi sovittaa yhteen materiaalitehokkuuden edistämiseen tähtäävien muiden toimien kanssa. Esimerkiksi ympäristölupajärjestelmään on tulossa entistä vahvempi yhteys toimipaikkatason materiaalitehokkuuteen. Tämä voi vaikuttaa mm. materiaalitehokkuuden selvittämistarpeisiin niillä toimipaikoilla, jotka ovat ympäristölupavelvollisia. Materiaalitehokkuuden selvittämistä ja edistämistarpeita on kuitenkin kaikilla toimipaikoilla, ei vain ympäristölupavelvollisilla.

Yksittäisen yrityksen näkökulmasta tarkasteltuna potentiaalisia lähestymistapoja materiaalitehokkuuden edistämisen kannalta ovat toimipaikkatason tehostamisen lisäksi tuote- ja aluetason toimet. Materiaalikatselmustyökaluun on tämän vuoksi sisällytetty yhteydet kumpaankin näistä näkökulmista siten, että toimipaikkatason tarkastelun jälkeen yritys voi edetä selvittämisessä ja toimenpiteissä myös toimipaikkojen välisten

virtojen selvittämiseen tai tuotetason asioiden syvällisempään käsittelyyn. Nämä yhteydet ovat tärkeitä, sillä joissakin yrityksissä alueellisen tai tuotetason materiaalitehokkuuden näkökulmat voivat avata reitin potentiaalisimpiin tehostamistoimenpiteisiin toimialasta ja tilanteesta riippuen. Materiaalikatselemustoiminnan seurannassa ja vaikutusarvioinnissa kannattaakin kiinnittää erikseen huomiota myös sen myötä mahdollisesti käynnistyviin alueellisen- tai tuotetason tehostamistoimiin.

4.1.4 Tuotetaso

Tuotetason materiaalitehokkuusnäkökohdissa korostuu ennen kaikkea tuotesuunnittelun merkitys, koska tuotteen elinkaarenaikaiset materiaalitehokkuusnäkökohdat määrittyvät pitkälti tässä vaiheessa. Kokonaisoptimin saavuttamiseksi materiaalitehokkuusnäkökohdat tulisi mahdollisuuksien mukaan käsitellä tuotetasolla osana laajempaa tarkastelua, jossa lähtökohtina ovat elinkaariajattelu ja kestävä kehitys. Olemassa olevia tuotetason materiaalitehokkuusnäkökohtiin liittyviä toimia ovat mm. kansallinen tuotelähtöisen ympäristöjohtamisen osaamisverkosto (TUORE-verkosto), materiaalikatselemustointi ja pohjoismainen ympäristömerkintä.

Materiaalikatselemustoinnassa on havaittu hyvin käytännönläheisellä tavalla kuinka tuotesuunnittelussa tehtävät ratkaisut vaikuttavat tuotannon mahdollisuuksiin toimia materiaalitehokkaalla tavalla. Tuotesuunnittelussa tehtyjen valintojen vuoksi muodostuvan tuotannon materiaalihukan (design-hukan) muodostumisen seurannan sisällyttämisestä osaksi materiaalikatselemustoinnin seurantaan olisi harkinnan arvoista.

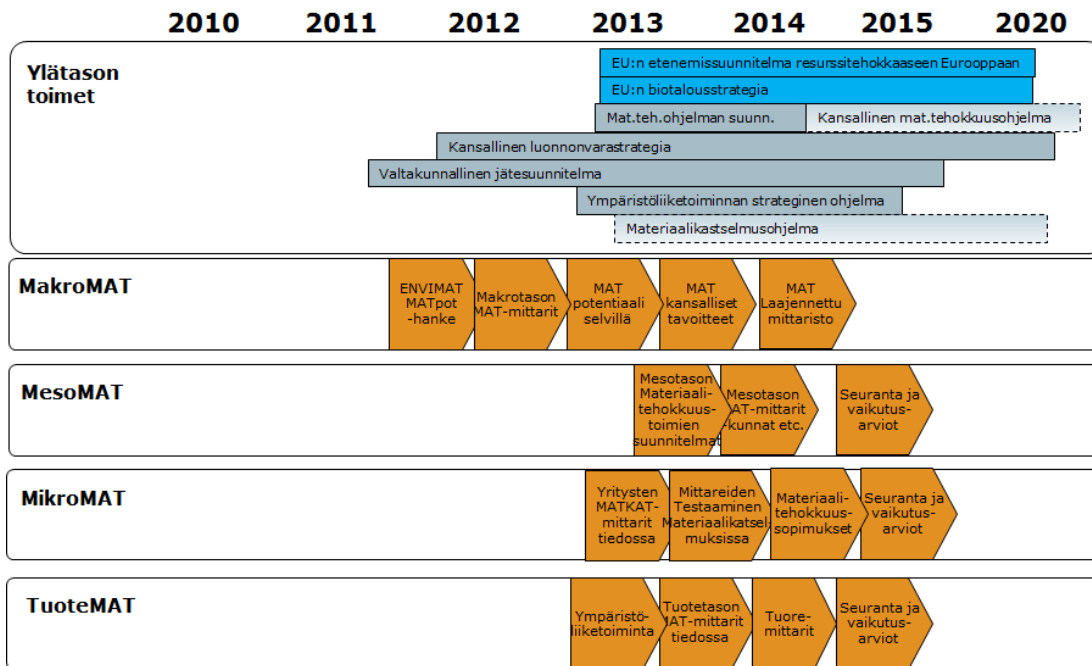
Materiaalikatselemustoinnassa on havaittu myös kuinka tuotesuunnittelun ja tuotannon yhteistoiminnan taso ja vuoropuhelu luo edellytyksiä tuotantovaiheen materiaalitehokkuuden toteutumiselle.

Tuore-verkoston toiminnan seuranta ja vaikutusarviointi tulee sopivassa vaiheessa kehittää ja toteuttaa. Seurattavia asioita voisivat olla mm. verkostossa aktiivisesti toimivien yritysten määrä, verkoston puitteissa käynnistyvien alan erillishankkeiden määrä ja verkoston jäsenten kattama asiantuntija-alue tuotelähtöisessä ympäristöjohtamisessa.

4.2 Materiaalitehokkuuden vaikutusten arvioinnin etenemissuunnitelma

Seuraavassa esitetään etenemissuunnitelma materiaalitehokkuustoimien seurannalle ja vaikutusten arvioinnille. Suunnitelman lähtökohtina ovat raportissa aiemmin esitellyt toimenpiteet sekä materiaalitehokkuuden alueelle vaikuttavat jo käynnistyneet tai suunnitteilla olevat politiikkatoimet ja tutkimushankkeet. Etenemissuunnitelman toteutumiseen ja tarkempaan aikataulutukseen vaikuttavat ko. erillisten toimien aikataulut ja erityisesti kansallisen materiaalitehokkuusohjelman toteutuminen. Jo käynnissä ja valmisteluvaiheessa olevia toimia ovat makrotason resurssitehokkuusindikaattorit, mikrotason materiaalikatselemustointi sekä tuotelähtöisen ympäristöjohtamisen toimet.

Kuvassa (Kuva 9) on esitetty luonnos materiaalitehokkuustoimien seurannan ja vaikutusten arvioinnin etenemissuunnitelmaksi.



Kuva 9 **Materiaalitehokkuustoimien seurannan ja vaikutusten arvioinnin etenemissuunnitelma. Katkoviivoilla merkityt ylätason toimet ovat joko suunnitteilla tai niistä ei ole tällä hetkellä tehty lopullisia päätöksiä (Kuva on esitetty suurempana liitteessä 2).**

Etenemissuunnitelman aikataulutukseen vaikuttavia toimia ovat mm.

- Hallitusohjelmassa esitetty materiaalitehokkuusohjelma
- Kansallinen luonnonvarastrategia
- Valtakunnallinen jätesuunnitelma
- Ympäristöliiketoiminnan strateginen ohjelma
- EU:n etenemissuunnitelma resurssitehokkaaseen Eurooppaan
- Biotalousstrategia
- Tutkimushankkeet (MATPOT, SURE, Green growth)

Seuranta- ja vaikutusarvioprosesseille voidaan muodostaa yleinen menetelmäkuvaus, jota voidaan noudattaa erityyppisille toimille ja eri seurannan tasoilla. Itse arvioitavat asiat ja indikaattorit tulee kuitenkin suunnitella ja valita toimikohtaisesti.

Yleisesti menetelmä voidaan kuvata seuraavasti:

- Kuvataan toimenpide ja sen tavoitteet.
- Mitä halutaan arvioida? Asetetaan vaikutusten arvioinnille tavoitteet: vaikutukset materiaalien käyttöön, talouteen, ympäristöön.
- Määritetään ja valitaan mittarit/indikaattorit, joilla vaikutuksia voidaan mitata ja kuvataan rajoitukset, mihin ne soveltuva. Mittarit voivat tapauksesta riippuen olla sekä kvalitatiivisia että kvantitatiivisia.
- Määritetään tarvittavat lähtötiedot ja selvitetään mahdolliset tiedonlähteet.
- Tiedon keruu ja käsittely.
- Arviointi ennen toimenpiteiden toteutusta (= vaikutusarviointi, ex-ante) ja toimenpiteiden jälkeen (= vaikuttavuusarviointi, ex-post).
- Johtopäätökset, toimenpiteet ja seuranta.

Seurannan ja vaikutusarvioinnin kvantitatiiviset mittarit voivat kuvata myös esimerkiksi toiminnan laajuutta: osallistujien määrää, tehtyjen katselmusten määrää, ympäristömerkkin saaneiden tuotteiden määrää silloin, kuin ei ole mahdollista arvioida suoraan materiaalien käyttöä koskevia vaikutuksia. Toisaalta tavoitteena pidemmällä tähtäimellä on kehittää seurantatiedon keräämistä siten, että riittävällä tasolla tehtävä materiaalien käyttöä koskeva vaikutusten arviointi. tarkentuu..

Yksityiskohtaisen materiaalitehokkuuden vaikutusten arvioinnin etenemissuunnitelman laatiminen on mahdollista vasta sitten, kun arvioitavat toimenpiteet selkeytyvät esim. hallitusohjelmassa esitetyn kansallisen materiaalitehokkuusohjelman konkretisoiduttua. Materiaalitehokkuustoimien seurannan ja vaikutusten arvioinnin kehittämistyön jatkaminen ja valmiuksien lisääminen on kuitenkin välttämätöntä, jotta jatkossa erilaisten toimien käynnistyessä valmiudet niiden vaikutusten arvioinnin ja siihen liittyvän seurantatiedonkeruun suunnittelulle ovat nykyistä paremmat.

5 Case – Materiaalitehokkuuskatselmustoiminnan seuranta ja vaikutustenarviointi

Tämän case-tarkastelun tavoitteena on kehittää ja testata alustavasti materiaalikatselmustoiminnan vaikutustenarvioinnissa tarvittavia mittareita ja niiden laskennassa tarvittavia seurattavia suureita sekä niiden saatavuutta eri vaiheissa materiaalikatselmusprosessia. Case-tarkastelun taustaksi alussa kerrotaan materiaalikatselmuksista, niiden hyödyistä ja käytännön toteutuksesta. Sen jälkeen esitetään seurannan ja vaikutusten arvioinnin alustava suunnitelma.

5.1 Materiaalikatselmuksiset

5.1.1 Mikä on materiaalikatselmus

Materiaalikatselmus on käytännön työkalu teollisuusyrityksen materiaalivirtoihin liittyvien tehostamiskohteiden löytämiseen. Katselmuksella tunnistetaan tuotantoprosessista vaiheet, joissa voidaan vähentää materiaalien käyttöä, syntyvän jätteen määrää sekä ympäristöhaittoja. Samalla saavutetaan merkittäviä kustannussäästöjä.

Katselmus tuottaa konkreettisia toimenpide-ehdotuksia säästöjen toteuttamiseksi. Toimenpiteiden hyödyt, säästöpotentiaali ja mahdolliset investointitarpeet arvioidaan, sekä tehdään ehdotukset jatkotoimista. Tavoitteena on, että materiaalikatselmuksen tulosten pohjalta yrityksen on helppo lähteä toteuttamaan parannustoimenpiteitä suunnitelmallisesti.

Materiaalikatselmus määrittellään systemaattiseksi menettelyksi, joka kartoittaa

- riittäväällä tarkkuudella kohteen materiaalitaseen
- materiaalivirtoihin liittyvät suorat ja välilliset kustannukset
- konkreettiset toimenpide-ehdotukset materiaalien käytön tehostamiseksi, joiden kannattavuus ja toteutusmahdollisuudet on arvioitu.

5.1.2 Materiaalikatselmuksen hyödyt

Materiaalinkäytön tehostaminen tuo yrityksille ja yhteisöille suoraa taloudellista hyötyä ja vähentää luonnonresurssien kulutusta, sekä toiminnasta aiheutuvia ympäristövaikutuksia.

Tavoitteena on, ettei materiaalikatselmus ole kertaprojekti, vaan osa suurempaa jatkuvan parantamisen ja ympäristöjohtamisen prosessia. Materiaalikatselmusraportissa esitetyt toimenpide-ehdotukset ja mahdolliset kehitysajatukset on tavoitteena liittää yrityksen olemassa olevaan johtamis- tai muuhun toimintajärjestelmään tai muuten kirjata ylös siten, että niitä voidaan hyödyntää ja edelleen kehittää. Tavoitteena on toiminnan tehostaminen, kustannusten minimointi ja materiaalitehokkuuden jatkuva parantaminen. Katselmusraportti toimenpide-ehdotuksineen, sekä kustannus- ja säästölaskelmineen antaa hyvän pohjan toteuttaa toimenpiteitä, joilla aikaansaadaan pysyviä säästöjä sekä hyvän perustan jatkuvalle tehostamistyölle.

Tehostamistoimenpiteiden lähtökohtana on tieto nykyisestä tilanteesta sekä taloudellista hyötyä aikaansaavien tehostamiskohteiden paikallistaminen.

Materiaalikatselmuksessa asiantuntijat käyvät yhdessä yrityksen työntekijöiden kanssa läpi kohteen materiaalivirrat, selvittävät tehostamismahdollisuudet ja esittävät toimenpide-ehdotuksia. Usein jo pelkkä materiaalien käytön tehottomuuden tiedostami-

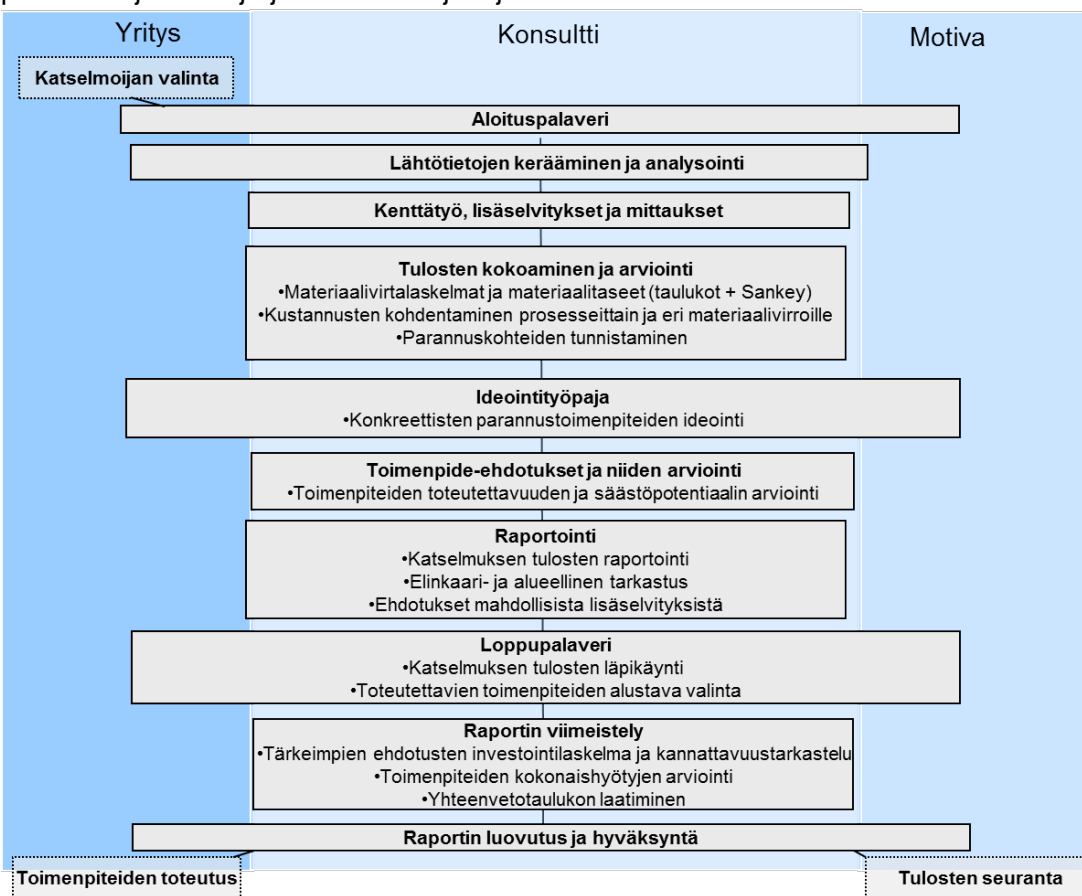
nen auttaa ohjaamaan työntekijöiden päivittäisiä rutiineja materiaaleja säästävään suuntaan. Pienilläkin prosessin säädöillä tai toimintatapojen muutoksilla voidaan joskus saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä ilman investointeja.

Tähän mennessä toteutetuissa viidessä pilottivaiheen materiaalikatselmuksessa esitettyjen tehostamistoimenpiteiden laskennallinen vuotuinen säästöpotentiaali vaihteli 300 000 eurosta yhteen miljoonaan euroon. Katselmoitujen kohdeyritysten raporttien luovutustilaisuudessa esittämien arvioiden pohjalta katselmuksessa osoitetusta säästöpotentiaalista toteutuu 20–50 % jo vuoden sisällä katselmuksesta. Säästöistä noin puolet on saavutettavissa ilman investointeja. Katselmuksen kustannukset saadaan säästötoimenpiteillä takaisin usein jo muutamassa kuukaudessa.

Motivan www-sivuilla³ ja materiaalikatselmusten case-korteissa on esitetty lisää tietoa materiaalikatselmuksilla saaduista tuloksista, säästöpotentiaalista ja hyödyistä.

5.1.3 Materiaalikatselmuksen toteutus

Materiaalikatselmus toteutetaan yrityksen ja konsultin yhteistyönä käyttäen Motivan kehittämää katselmusmallia. Katselmustyön toteutus etenee alla olevan kaavion mukaisesti (Kuva 10). Katselmuksen tulokset käydään loppupalaverissa läpi yrityksen kanssa ja yritys kertoo, mitä toimenpiteitä yritys lähtee toteuttamaan heti ja mitkä jäävät vielä harkintaan. Toimenpiteiden toteutus voidaan suunnitella tapahtuvaksi pidemmällä aikavälillä. Toimenpiteet suositellaan kirjattavaksi yrityksen johtamisjärjestelmään, jolloin ne palvelevat johtamisjärjestelmään kirjattujen tavoitteiden toteutusta.



Kuva 10 Materiaalikatselmuksen toteutus.

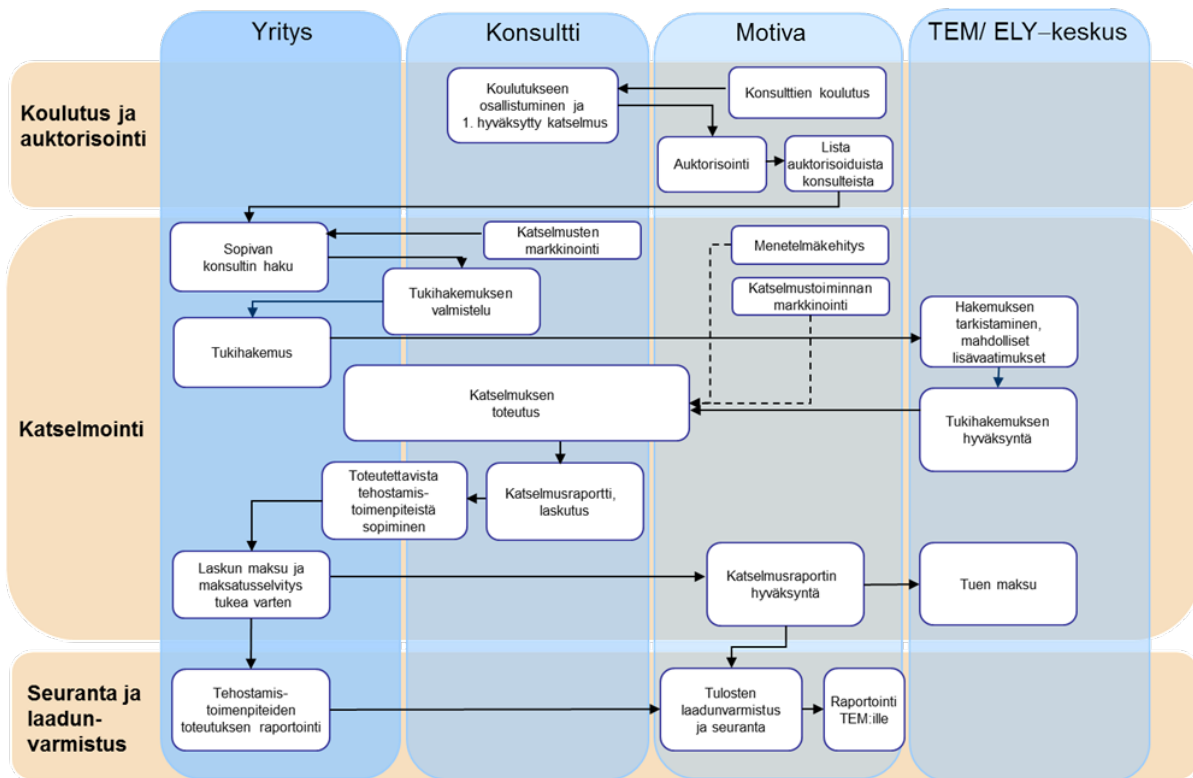
³http://www.motiva.fi/toimialueet/materiaalitehokkuus/materiaalitehokkuuden_parantaminen_yrityksissa/materiaalikatselmuksset

5.1.4 Toimenpiteiden toteutumisen seuranta

Tällä hetkellä katselmusraportissa esitettyjen toimenpiteiden toteutuksen seuraamiseksi Motiva pitää yritysten kanssa seurantapalaverin 0,5–1 vuoden kuluttua katselmuksen päättymisestä, jossa yritys kertoo toteutetuista jatkotoimenpiteistä ja niillä saavutetuista säästöistä. Seurantapalaverin sijaan voidaan vaihtoehtoisesti lähettää kyselylomake. Tässä yhteydessä kirjataan ylös toteutetut toimenpiteet sekä mahdolliset jatkossa toteutettavat toimenpiteet.

5.1.5 Eri toimijoiden roolit materiaalikatselmuksissa

Alla olevassa kuvassa (Kuva 11) on hahmoteltu alustavasti eri toimijoiden rooleja materiaalikatselmuksen toteutuksessa, tuen myöntämisessä ja tulosten seurannassa. Tämä roolitus voisi toteutua, mikäli kansallinen materiaalikatselmusohjelma saadaan käyntiin. Toistaiseksi (vuoden 2013 loppuun saakka) materiaalikatselmustoimintaa toteutetaan ”Materiaalikatselmusohjelman käynnistämisen valmisteluhankkeen 2011-2013” puitteissa.

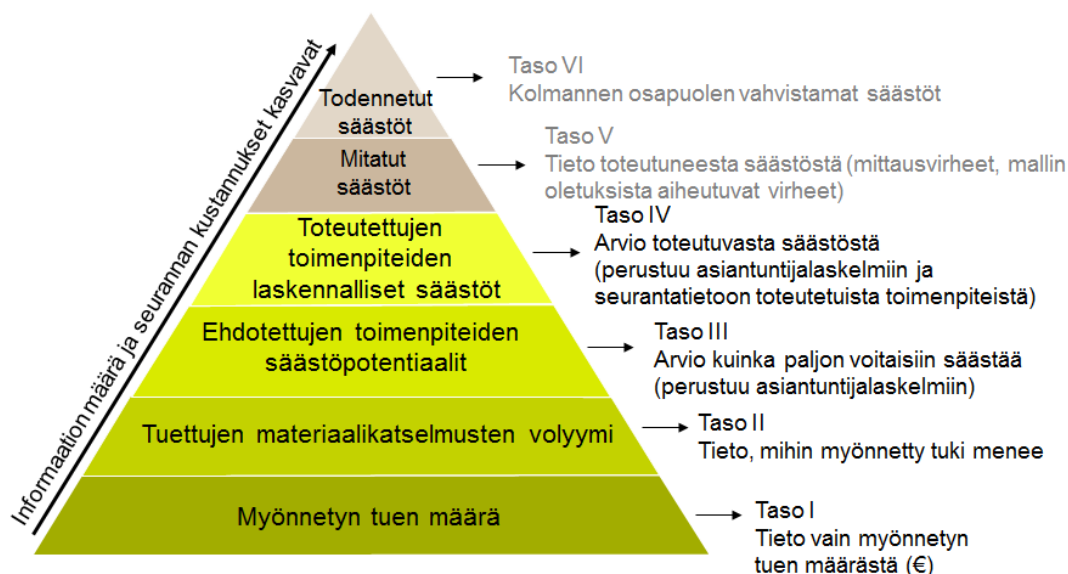


Kuva 11 Eri toimijoiden roolit materiaalikatselmuksissa.

5.2 Materiaalikatselmustoiminnan seurannan ja vaikutusten arvioinnin alustava suunnitelma

5.2.1 Tarkastelutasot

Aiemmin kappaleessa 2.6 käsiteltiin materiaalitehokkuuteen liittyvän mittaroinnin eri tasoja ja siihen liittyen seurannan tarkkuuden merkitystä saatavissa oleviin tuloksiin yleisellä tasolla (Kuva 4). Samaa periaatetta voidaan käyttää tarkastellessa materiaalikatselmustoimintaa (Kuva 12). Erityisesti ylempiä, vaativampaa tarkastelua ja tiedonkeruuta vaativia tasoja voidaan tarkastella useammasta eri näkökulmasta. Myös tiedonlähteet vaihtelevat eri tarkastelutasoilla.



Kuva 12 Materiaalikatselmustoiminnan seurannan ja vaikutusten arvioinnin tasoja.

Eri tasoilla seurannan tasosta riippuen saatavissa olevat tiedot ovat seuraavia:

- Tasolla I tiedetään valtionhallinnon rekisterien kautta toimintaan käytetty julkinen rahoitus yhteensä.
- Tasolla II on katselmustukipäätöksistä kerättävissä tieto materiaalikatselmusten määrästä ja laajuudesta. Tässä voidaan koota myös tieto katselmusten jakautumisesta eri teollisuussektoreille.
- Tasolla III on mahdollista tehdä yhteenveto materiaalikatselmustoiminnan kautta löytyneestä säästöpotentiaalista. Tiedot saadaan toteutettujen katselmusten raportoinnissa ehdotetuista säästötoimenpiteistä, mikäli tuettujen materiaalikatselmusten raporttien tiedot on saatavissa keskitetysti (vrt. Energiakatselmustoiminnan seuranta/Motiva). Taloudellisten säästöjen ohella voidaan koota myös arviot muutoksista materiaalien kulutuksessa, jätteiden määrässä ja energian kulutuksessa.
- Tasolla IV on mahdollista arvioida kerättävän palautetiedoin perusteella toteutuneita säästöjä raportoiduissa katselmuksissa esitettyjen säästötoimenpiteiden säästöpotentiaalin perusteella. Arviot lasketaan katselmusraportissa toimenpiteille esitettyjen säästövaikutusten ja raportoitujen tehtyjen toimenpiteiden perusteella (vrt. Energiatehokkuussopimustoiminnan seuranta/Motiva). Toimenpiteiden yhteisvaikutuksia laskiessa tulee mahdolliset toimenpiteiden päällekkäisvaikutukset huomioida materiaalitehokkuusraportissa ehdotettujen toimenpiteiden kesken. Lisäksi yhteenvedoissa on otettava huomioon sellaiset energiankäyt-

töön kohdistuvat toimenpiteet, jotka voivat olla päällekkäisiä kohteissa mahdollisesti toteutettujen energiakatselmusten/-analyysien kanssa.

- Tasolla V on kohdekohtaisesti mahdollista arvioida säästöjä mittauksiin perustuen. Mitattuja suureita voivat olla esim. materiaalien kulutus, materiaalihukka, jätteiden määrä, energian kulutus jne. Tälle tasolle päästään ohjelmatasolla käytännössä erittäin harvoin.
- Tasolla VI todennetaan kohdekohtaiset säästöt ulkopuolisen tahon tekemiin mittauksiin perustuen. Tämä lienee käytännössä mahdotonta toteuttaa materiaalikatselmushankkeissa ja myös energiatehokkuuteen liittyvissä hankkeissa on harvinaista ja liittyy käytännössä ns. kolmannen osapuolen toteuttamiin ns. säästötakuun hankkeisiin (esim. ESCO-hankkeet).

Koska materiaalikatselmuksilla tavoitellaan taloudellisen hyödyn lisäksi luonnonvarojen säästöä ja ympäristöhyötyjä, voisi tason VI tarkastelun laajentaa koskemaan myös näitä hyötyjä. Tällöin tarkastelua pitää laajentaa tehdastasolta koskemaan myös tehtyjen toimenpiteiden vaikutuksen raaka-aineketjuissa. Vasta sitä kautta pystytään laskemaan ”todelliset” kokonaissäästöt luonnon raaka-aineissa ja ympäristökuormituksissa. Laskettavia vaikutuksia voivat olla mm. raaka-aineiden määrät mukaan lukien sivuvirrat, energiankäyttö ja kasvihuonekaasupäästöt.

Jos materiaalikatselmuksen tuloksena saadaan tehdastasolla esim. 50 tonnin vuotuinen säästö muoviraaka-aineessa, lasketaan paljonko luonnonraaka-aineita (tässä tapauksessa öljyä) tarvitaan kyseisen muovierän valmistukseen, sekä huomioidaan muovin raaka-aineiden ostopäivä, muovin valmistuksesta ja kuljetuksista aiheutuneet ympäristökuormitukset. Koska kaikista raaka-aineketjuista ei ole saatavilla näitä tietoja, joudutaan laskennassa käyttämään erilaisia elinkaariarviointi (LCI/LCA) tietokantoja.

5.2.2 **Seurattavat suureet ja indikaattorit**

Eri tasoilla olevia materiaalikatselmuksen seurannan ja vaikutusten arvioinnin suureita ja indikaattoreita on esitetty taulukossa (Taulukko 5). Taulukossa esitetyt suureet ja indikaattorit ovat pääosin sellaisia, jotka voidaan määrittää eri vaiheissa tehtävässä materiaalikatselmuksen raportoinnissa. Raportoinnista saatavat tiedot kuvaavat hyötyjä tehdastasolla. Jos halutaan tarkastella vaikutuksia laajemmin (luonnonvarojen säästö, ympäristövaikutukset), joudutaan tarkastelu laajentamaan raaka-aineketjuun hyödyntämällä elinkaaritarkasteluja. Tässä taulukossa kuvattavat suureet mittaavat toimenpiteiden laajuutta, materiaalivirtoja, energiankäyttöä ja kasvihuonekaasupäästöjä. Laajempi vaikutusten arviointi voisi ottaa huomioon mm. laajemmat ympäristövaikutukset ja sosiaaliset vaikutukset.

Taulukon suureet ja indikaattorit soveltuvat yksittäisten kohteitten materiaalikatselmustoiminnan seurantaan ja vaikutusten arviointiin. Koko katselmustoiminnan vaikutusten arviointia käsitellään luvussa 5.2.4 ja sen vaikutusten arviointia suunnitellaan tarkemmin myöhemmin.

Taulukko 5 **Mahdollisia suureita ja indikaattoreita materiaalikatselmusten vaikutusten arviointiin**

Kuvattava suure	Indikaattori	Lähtötiedot	Huomioitavaa
Katselmustuki	Määrä, €	Tukipäätös	
Ehdotettujen toimenpiteiden määrä	Määrä, kpl Luokittain	Katselmusraportti	
Arvioidut taloudelliset säästöt	€/tuoteyksikkö, €/vuosi €/€ myönnetty tuki	Katselmusraportti MFCA	
Arvioitu materiaalien säästö	t/tuoteyksikkö, t/vuosi t/€ myönnetty tuki	Katselmusraportti	Materiaalien jako eri luokkiin ja arvottaminen*
Arvioitu energian säästö	kWh/tuoteyksikkö, kWh/vuosi kWh/€ myönnetty tuki	Katselmusraportti	
Arvioitu jätteen vähenemä	t/tuoteyksikkö, t/vuosi t/€ myönnetty tuki	Katselmusraportti	Jätehierarkia
Arvioitu kasvihuonekaasupäästöjen vähenemä	t _{CO2ekv} /tuoteyksikkö, t _{CO2ekv} /vuosi, t _{CO2ekv} /€ myönnetty tuki	Katselmusraportti	Laskentaohjeet
Toteutettujen toimenpiteiden määrä	Määrä, kpl Luokittain	Vuosiraportointi	
Toteutunut taloudelliset säästöt	€/tuoteyksikkö, €/vuosi €/€ myönnetty tuki	Vuosiraportointi tai otantatutkimus	
Toteutunut materiaalien säästö	t/tuoteyksikkö, t/vuosi t/€ myönnetty tuki	Vuosiraportointi tai otantatutkimus	Materiaalien jako eri luokkiin ja arvottaminen*
Toteutunut energian säästö	kWh/tuoteyksikkö, kWh/vuosi kWh/€ myönnetty tuki	Vuosiraportointi tai otantatutkimus	
Toteutunut jätteen vähenemä	t/tuoteyksikkö, t/vuosi t/€ myönnetty tuki	Vuosiraportointi tai otantatutkimus	
Toteutunut kasvihuonekaasupäästöjen vähenemä	t _{CO2ekv} /tuoteyksikkö, t _{CO2ekv} /vuosi, t _{CO2ekv} /€ myönnetty tuki	Vuosiraportointi tai otantatutkimus	Laskentaohjeet
Mitattu/Todennettu materiaalien säästö	t/tuoteyksikkö, t/vuosi t/€ myönnetty tuki	Mittaukset	Materiaalien jako eri luokkiin ja arvottaminen*
Mitattu/Todennettu energian säästö*	kWh/tuoteyksikkö, kWh/vuosi kWh/€ myönnetty tuki	Mittaukset	Jätehierarkia

Kuvattava suure	Indikaattori	Lähtötiedot	Huomioitavaa
Mitattu/Todennettu Jätteen vähenemä	t/tuoteyksikkö, t/vuosi t/€ myönnetty tuki	Mittaukset	Jätehierarkia
Toteutuneet taloudelliset säästöt	€/tuoteyksikkö, €/vuosi, takaisinmaksuaika €/€ myönnetty tuki	Laskettu toteutuksesta	Miten säästöt kohdennetaan toimenpiteille
Materiaalin säästö	t/tuoteyksikkö, t/vuosi t/€ myönnetty tuki	Tiedot raaka-aineketjusta, LCA-tietokannat	Materiaalien jako eri luokkiin ja arvottaminen*
Energian säästö	kWh/tuoteyksikkö, kWh/vuosi kWh/€ myönnetty tuki	Tiedot raaka-aineketjusta, LCA-tietokannat	
Vaikutus kasvihuonekaasu-päästöissä	t _{CO₂ekv} /tuoteyksikkö, t _{CO₂ekv} /vuosi, t _{CO₂ekv} /€ myönnetty tuki	Tiedot raaka-aineketjusta, LCA-tietokannat	Raskas, vaatii lähtöoletuksia

*Materiaalien jako luokkiin ja arvottaminen voivat perustua mm. materiaalin jakautuminen uusiutumattomiin ja uusiutuviin, neitseellisiin ja kierrätettyihin tai huomioon ottaen materiaalin strateginen riittävyys

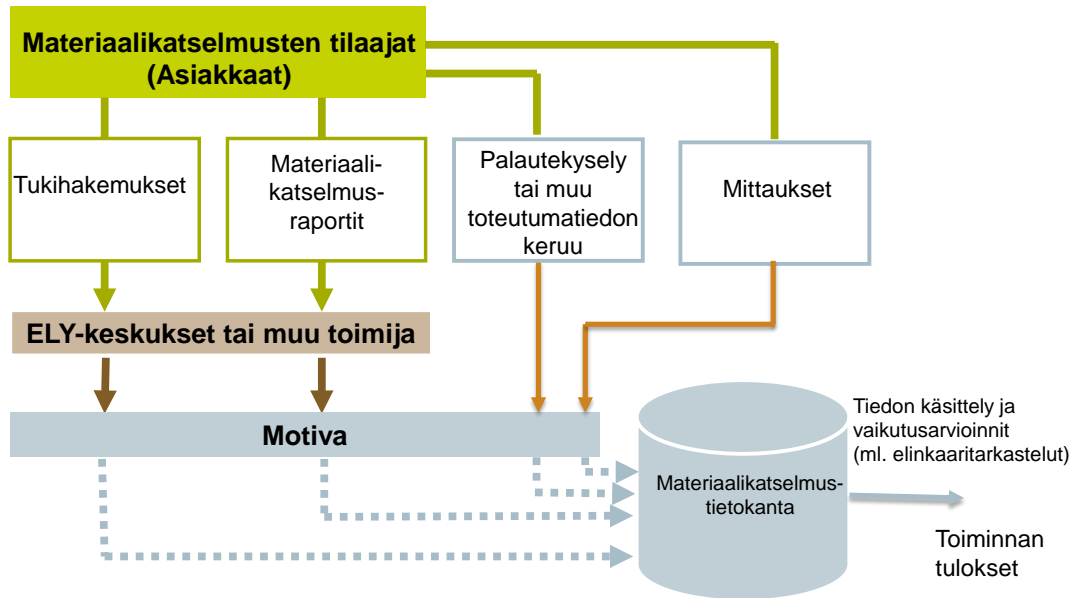
5.2.3 Lähtötietojen kerääminen

Vaikutusten arviointiin tarvittavia lähtötietoja voidaan kerätä eri vaiheissa materiaalikatselmusprosessia. Katselmustuen saannin edellytyksiin voidaan määrittää tuen saajan velvollisuus toimittaa seurannan vaatima raportointi. Taulukossa esitettyjä materiaalihokkuuskatselmustoiminnan vaikutusten arvioinnin tarvitsemia katselmustietoja voidaan kerätä hankkeen eri vaiheissa.

- Tukihakemuksen yhteydessä
- Katselmusraportissa ja sen luovutuspalaverissa
- Vuosiraportoinnissa
- Palautekyselyissä
- Erillisillä mittauksilla

Kuvassa (Kuva 13) on esitetty mahdollinen toteutettavissa oleva seurannan periaate tuetun materiaalikatselmustoiminnan vaikutusten arviointiin tarvittavan tiedon keruuseen, Kuvassa esitetty ajatus perustuu pääosin nykyisen TEM:n tukeman energiakatselmustoiminnan ja TEM:n ja eri alojen toimijoiden välillä solmittujen energiatehokkuussopimusten seurantaprosessiin ja seurantajärjestelmään. Esitetty periaate edellyttää tuettua materiaalikatselmustoimintaa, jolloin yrityksille voidaan asettaa vaatimuksia liittyen myös tulosten raportointiin.

Tähän mennessä kun materiaalikatselmuksia on tehty vasta vähän, on seuranta voitu toteuttaa kohteessa pidetyillä seurantalavereilla, joka jatkossa ei käytännössä ole mahdollista, jos toiminta laajenee toivotulla tavalla. Tällöin tarvitaan esim. kuvassa esitetyn tyyppistä seurantaa.



Kuva 13 Alustava luonnos materiaalikatselemustoiminnan seurantajärjestelmäksi.

Tukihakemus

Tukihakemuksessa esitettäviä tietoja katselmukskohteesta ovat:

- yrityksen liikevaihto ja omistussuhteet
- henkilöstön määrä
- hankkeen kustannusarvio ja rahoitussuunnitelma
- haettavan tuen määrä
- tiedot hakijan materiaalitaloudesta (raaka-ainekustannukset, jättekustannukset)
- kokonaisraaka-ainemäärä, pääraaka-aineet
- tuotannon yleiskuvaus

Materiaalikatselemusraportti

Katselmuksraportista saatavia tietoja ovat:

- ehdotetut toimenpiteet: toimenpiteiden luokitus, toimenpiteiden säästövaikutus: raha, materiaalit, energia, jätteen määrä,
- katselmuksraportin luovutuspalaverissa saatavat tiedot (mm. yrityksen arvio toimenpiteiden toteuttamisesta)

Palautekyselyt

Kysely voidaan tehdä kaikille kohdeyrityksille tai otoskyselyinä, jos kohdeyrityksiä on paljon. Otoskyselyä käytettäessä tulokset yleistetään koskemaan koko katselmuks-toimintaa. Saatavia tietoja ovat:

- tieto ehdotettujen toimenpiteiden toteutumisesta (esim. Toteutettu, Päätetty toteuttaa, Harkitaan, Ei toteuteta),

Säästövaikutus lasketaan toteutettujen toimenpiteiden ja katselmuksraportissa esitettyjen säästövaikutusten perusteella.

Vuosiraportointi

Mikäli jatkossa käynnistyy yrityksille kohdistettu vuosiraportointivelvoitteen sisältävä materiaalitehokkuusohjelma ja se sisältää kattavasti myös materiaalikatselemustoiminnan, saadaan edellä palautetietokyselyssä mainittu tieto kerättyä sitä kautta.

Erilliset mittaukset

Toteutettujen toimenpiteiden vaikutuksia voidaan määrittää toimenpiteiden jälkeisillä mittauksilla, jotka voivat olla mm. materiaalivirtoja tai energiankäyttöä mittaavia. Nämä antavat informaatiota toteutuneista vaikutuksista kohdetasolla, mutta ovat ohjelmatasolla käytännössä mahdottomia toteuttaa.

5.2.4 Materiaalikatselmustoiminnan vaikutukset

Seurannan ja vaikutusten arvioinnin kohteena on koko materiaalikatselmustoiminta. Yksittäisistä materiaalikatselmuksista kerättävä tieto on pystyttävä yhdistämään koko toimintaa koskevaksi vaikutusten arvioinnin tiedoksi. Materiaalitehokkuustoimenpiteiden jakaminen erilaisiin vaikutus- ja/tai toimenpideluokkiin katselmusraportoinnissa auttaa toiminnan raportoinnissa ja toimenpiteiden arvioinnissa ja tulosten kohdentamisessa. Luokittelu voidaan tehdä joko sen perusteella mitä tyyppiä toimenpide on tai mihin toimenpide (jätteen määrä, raaka-aineen käyttö, energian kulutus jne.) vaikuttaa. Tämä luokitus tulee sisällyttää yksikäsitteisesti raportointiohjeisiin.

Yksittäisen kohteen materiaalikatselmusraportissa ehdotettujen toimenpiteiden vaikutukset voivat olla päällekkäisiä, toisin sanoen niiden yhteisvaikutus ei ole sama kuin yksittäisistä vaikutuksista laskettu summa.

Materiaalikatselmusten lisäksi tehtävät muut materiaali- tai energiatehokkuuden edistämiseen tähtäävät toimet voivat olla päällekkäisiä ja ne raportoidaan mahdollisesti eri ohjelmien tms. kautta kansalliseen seurantaan. Ohjeistuksessa ja raportoinnin käsittelyssä tulee huolehtia siitä, ettei näiden toimien vaikutuksia huomioida useampaan kertaan kokonaisvaikutuksia määritettäessä.

5.3 Seurantatiedon keräämisen esimerkki olemassa olevista materiaalikatselmuksista

5.3.1 Materiaalikatselmusten tulosten seuranta tällä hetkellä

Materiaalikatselmuksen tuloksena saadaan lista toimenpide-ehdotuksia, joiden avulla yritystoimipaikan materiaalitehokkuutta voidaan parantaa. Katselmusraportissa arvioidaan toimenpiteiden säästöpotentiaali, investointitarve, takaisinmaksuaika, ympäristöhyödyt, energiansäästö ja alueelliset yhteistyömahdollisuudet, sekä tehdään arvio kunakin toimenpiteen käytännön toteutettavuudesta (toteutuksen helppous, tarvittava työ määrä, jatkotutkimustarpeet). Katselmusraportissa esitetty säästöpotentiaali perustuu toimenpiteen materiaalisäästöön / jätemäärän vähentymiseen tai muuhun materiaalitehokkuutta lisäävään toimintaan, mutta tätä massamääräistä tietoa ei raportoinnin yhteenvetotaulukossa esitetä. Raportointi on tähän mennessä keskittynyt toimenpiteiden tuomiin taloudellisiin hyötyihin.

Tällä hetkellä katselmusraportin pohjalta voidaan arvioida taloudellisten säästöjen lisäksi materiaalien säästö, saanto, tuotteen sisältämä ylipaino, jätteen vähenemä, energian säästö ja kasvihuonekaasupäästöjen vähenemä. Lisäksi pystytään raportimaan ehdotettujen toimenpiteiden määrä, tehtyjen katselmusten määrä ja myönnetyn katselmustuen määrä. Materiaalien säästö voidaan raportoida jaoteltuna eri tavoin (esim. materiaalityypeittäin, uusiutuva/ uusiutumaton, tuotteisiin sitoutuneet/sitoutumattomat, osto-osat, kemikaalit, pakkausmateriaalit). Jätteisiin liittyen voidaan raportoida erikseen esim. kierrätettävät, energiahyötykäyttöön menevät ja ongelmajätteet. Tässä vaiheessa erillisissä materiaalikatselmusraporteissa päästään siis seurannan tarkastelutasolle III (kuva 12). Tällä hetkellä materiaalikatselmuksia on toteutettu

vasta vähän ja niiden tiedon keruu ja yhteenveto onnistuu helposti, mutta toiminnan toivottavasti laajentuessa on tulosten seuranta varten kehitettävä työkalu vastaavasti kuin energiakatselmustoiminnassa on ollut jo 90-luvun puolesta välistä.

Tällä hetkellä materiaalikatselmuksen perusteella saaduista hyödyistä kootaan tietoa kohdeyritysten kanssa järjestettävissä seurantapalaverissa. Palaverissa käydään läpi katselmuksen pohjalta toteutetut toimenpiteet ja arvioidaan niiden tuomat säästöt. Seurantapalaverin pohjalta voidaan saada seuraavat tiedot: toteutunut materiaalien säästö, saannon parantuminen, tuotteen sisältämän ylipainon vähenemä, jätteen vähenemä, energian säästö ja kasvihuonekaasupäästöjen vähenemä. Seurantapalaverin jälkeen, joka toteutetaan noin vuosi katselmuksen päättymisen jälkeen, päästään yksittäisen kohteen osalta seurannan tarkastelutasolle IV (Kuva 12).

Mikäli valtakunnallinen materiaalikatselmuksen ohjelma käynnistyy tulevaisuudessa vastaavan typpisenä kuin nykyinen energiatehokkuussopimustoiminta, on ehdotettujen toimenpiteiden toteutumisen seuranta mahdollista toteuttaa seurantapalaverien sijasta osana yritysten vuosiraportointina. Tämä edellyttää luonnollisesti silloin sekä mahdollisille materiaalikatselmuksen ohjelmalle että materiaalitehokkuusohjelmalle kehitettyä toimivaa seurantajärjestelmää, jotta koko näiden ohjelmien vaikutuksia voidaan arvioida.

5.3.2 Seurannan laajentaminen tehdastasolta tuotantoketjuun

Mikäli halutaan arvioida tehdaskohtaisilla toimenpiteillä saavutettavaa vähennystä luonnonvarojen käytössä tai elinkaaren aikaisissa ympäristövaikutuksissa, joudutaan tarkastelemaan kunkin raaka-aineen tuotantoketjua taaksepäin raaka-aineen alkulähteelle saakka.

Laskennan monimutkaisuus riippuu tuotantoprosessista ja siinä käytettävien raaka-aineiden ominaisuuksista ja määristä. Mikäli materiaalikatselmuksessa tunnistetut parannustoimenpiteet kohdistuvat tietyn pääraaka-aineen käytön vähentämiseen, on parannustoimenpiteiden elinkaaren aikaisten hyötyjen/vaikutusten arviointi suhteellisen yksinkertaista toteuttaa. Useimmiten tuotannossa käytettäviä raaka-aineita on enemmän ja mukana on myös paljon osto-osia, joiden valmistuksen raaka-aineista ja ympäristövaikutuksista on vaikeaa tai työlästä saada tietoa. Tällöin tarkastelu monimutkaistuu.

Tuotantoketjun huomioivaa tarkastelua varten pitää kehittää laskentatapa, jolla materiaalikatselmuksista kerättävistä seurantatiedoista voidaan laskea muita suureita (mittarit). Tässä laskennassa voidaan hyödyntää mm. elinkaariarviointi (LCA/LCI) -tietokantoja. Tämänkaltainen laskentamalli voitaisiin yhdistää jatkossa materiaalikatselmuksen raportointijärjestelmään. Tätä laskentaa ei kannata sisällyttää materiaalikatselmuksen yhteyteen, vaan se tulee toteuttaa erikseen, jotta materiaalikatselmuksen sisältävä työ määrä ei kasva.

5.4 Jatkotyö

Tässä luvussa on esimerkkinä esitelty alustavasti materiaalikatselmustoiminnan seurannan tilannetta tällä hetkellä. Seuranta vaatii vielä paljon kehitystyötä ja tätä työtä jatketaan käynnissä olevassa hankkeessa ”Materiaalikatselmuksen ohjelman käynnistämisen valmisteluhanke 2011–2013”. Hankkeessa määritetään ne mittarit, jotka on mahdollista tällä hetkellä saada materiaalikatselmuksen tuloksista, sekä arvioidaan, mitä muita mittareita halutaan jatkossa määrittää. Jos uusia tarpeita ilmenee, arvioidaan onko katselmuksiraportointia muutettava näitä tarpeita vastaavaksi. Hankkeessa myös hahmotellaan, minkälainen seurantajärjestelmä voisi olla. Ko. hankkeessa laaditaan myös luokittelu katselmuksissa ehdotettaville materiaalitehokkuuden toimenpiteille.

Mikäli materiaalikatselmusohjelma käynnistyy, seurannan tavoitteena on, energia-katselmusohjelman mukaisesti, kerätä kaikista materiaalikatselmuksista tietty määrä sovittavia määrämuotoisia tietoja, joiden avulla voidaan jatkossa seurata ja raportoida materiaalikatselmusohjelman tuloksia esim. eri toiminta-alueilla ja/tai valtakunnallisella tasolla ja eri tarkoituksiin (esim. katselmusten markkinointi, media, valtionhallinto). Tiedonkeruu edellyttää käytännössä tuettua materiaalikatselmusohjelmaa, jossa tuen myöntämisen perusteena yrityksiltä voidaan vaatia tulosten raportointia.

Nykyisen energiakatselmustoiminnan kehitys, energiakatselmoijien koulutus, tulosten seuranta, energiakatselmustoiminnan laadunvarmistus, seurantajärjestelmän kehitys ja ylläpito sekä koko energiakatselmustoiminnan vaikutustenarviointi tapahtuu Motivassa. Motiva Oy vastaa myös materiaalikatselmuksien kehitystyöstä. On luontevaa, että myös energiakatselmusohjelmaa vastaavasti katselmustoiminnan seuranta ja vaikutusten arviointi kehitetään ja toteutetaan Motivassa.

Tässä esiselvityksessä on selvitetty ja käyty läpi perusteita materiaalitehokkuuden parantamiseen tähtäävien hankkeiden seurannalle ja vaikutusarvioinnille.

Materiaalitehokkuustoimet voidaan jakaa tarkastelutasoilla makro- meso-, mikro- ja tuotetasoihin. Työssä hahmoteltiin **menetelmäkartalle** erilaisia toimia, yleisellä tasolla niiden mittareita sekä esimerkkejä jakaen ne eri tarkastelutasoille (Luvut 2.1–2.7). Eri tarkastelutasoilla tavoitteet ja saavutettavat hyödyt ovat erilaisia ja myös vaikutusten arvioinnissa tarvittavat indikaattorit eroavat toisistaan.

Maailmalta on löydettävissä **esimerkkejä** eri tasoilla toimivien materiaali- ja resurssitehokkuustoimien ja projektien vaikutusten arviointiin (Luvut 2.7.1–2.7.4). Näihin paremmin tutustumalla ja sen perusteella niiden sopivalla valinnalla ja yhdistämällä energiatehokkuustoimien seurannan ja vaikutusten arvioinnin kokemuksiin ja käytäntöihin on jatkossa varmasti mahdollista kehittää tarvittavat seuranta ja vaikutusten arvioinnin käytännöt myös suomalaisille toimille. Vaikutustenarvioinnissa tulee ottaa huomioon talousnäkökulma, luonnonvarojen riittävyys ja ympäristönäkökohdat. Arvioinnin tavoitteet voivat olla aluksi toiminnallisia, myöhemmässä vaiheessa varsinaisiin muutoksiin ja vaikutavuuteen liittyviä.

Arvioinneissa olennaista on käytettävien mittareiden toimivuus: mittareiden on kuvattava niitä kuvaavia suureita läpinäkyvästi ja luotettavasti. Tämän vuoksi mm. talouden tunnuslukuja (BKT, nettolisäarvo) hyödyntävät indikaattorit voivat olla harhaanjohtavia, materiaalitehokkuuden muutosten sijaan niihin voivat vaikuttaa voimakkaasti mm. heilahtelut kansantaloudessa tai tuotantorakenteissa. Indikaattoreiden määrittämisessä tarvittavat lähtötiedot on saatava käyttöön kohtuullisella työmäärällä ja tarkastelun tase-rajoiden määrittäminen tulee olla selkeää. (Luku 2.8)

Esimerkkitarkastelussa suunniteltiin materiaalikatselemustoiminnan mahdollista vaikutusten arviointia (Luku 5). Arviointia varten mietittiin mahdollisia mittareita, niiden vaatimia lähtötietoja ja sitä missä vaiheessa lähtötietoja kerätään. Tulosten avulla on mahdollista jatkossa täsmentää materiaalikatselemustoiminnassa vaadittavia lähtö- ja seurantatietojen keräysohjeita sekä arvioida seurannan vaatimaa työmäärää perustuen myös energiakatselemustoiminnasta saatuihin kokemuksiin.

Käynnissä ja odotettavissa olevien materiaalitehokkuus- ja politiikkatoimien ja työssä kerätyn aineiston pohjalta suunniteltiin **etenemissuunnitelma** erilaisten toimien seurannan ja vaikutusarvioinnin kehittämiseksi (Luku 4.2). Etenemissuunnitelma voitiin tehdä yksityiskohtaisemmin jo menossa tai kehitteillä olevien toimien (kuten materiaalikatselemukset) osalta. Vielä suunnittelun alkuvaiheessa olevien toimien osalta etenemissuunnitelma voitiin esittää yleisellä tasolla. Näiden osalta suunnitelmaa voidaan täsmentää itse kehitystyön (kuten kansallinen materiaalitehokkuusohjelma) edetessä.

Materiaalitehokkuuden eri tarkastelutasoille voidaan tunnistaa jatkokehitystarpeita joita on alla koottu tarkastelutasoittain:

Makrotaso (Valtakunnallinen tai sitä laajempi):

- EU:ssa ja kansallisella tasolla resurssitehokkuuden tavoitteisiin ja arviointiin käytettävien indikaattoreiden kehitystyö, määrittely ja valinta
- Makrotason indikaattoreiden kehitystyö jatkuu Oulun Yliopiston Thule instituutissa ja Suomen ympäristökeskuksessa

- Makrotason kuvaaminen materiaalivirtaindikaattoreita laajemmin, siten että indikaattorit kuvaavat materiaalitehokkuuden yleisiä taustatekijöitä
- Makrotason indikaattoreiden ja alempien tasojen vaikutustenarvioinnin keskinäinen asemointi ja yhteydet

Mesotaso (Alueellinen tai sektorikohtainen):

- Yritysten ja muiden alueellisten toimijoiden väliselle yhteistyölle kehitettävien toimien vaikutusten arviointi ja seuranta: tällä tasolla on tarvetta mitata sekä toiminnan aktiivisuutta että vaikutuksia (talous-ympäristö-luonnonvarojen riittävyys)

Mikrotaso (Yksittäiset yritykset):

- Materiaalikatselemusten seuranta- ja vaikutustenarviointi, jossa määritetään myös vastuutahot ja seurantaan tulevat raportointivelvoitteet (menee myös meso- ja makrotasolle tietolähteenä)
- Miten yritystasolla tehdyt säästötoimenpiteet yleistetään meso- ja makrotasolle
- Onko mahdollista kehittää ainakin joillekin alueille tyyppisäästöjä vaikutusten arvioinnin pohjaksi
- Tarvitaan sekä toiminnan aktiivisuutta että vaikutuksia kuvaavia indikaattoreita

Tuotetaso (Yksittäiset tuotteet tai palvelut):

- Ympäristömerkkien materiaalitehokkuusosuuden tarkempi arviointi
- Ekosuunnittelu, materiaalitehokas suunnittelu: vaikutusten arvioinnin kehittäminen
- Tuotelähtöisen ympäristöjohtamisen vaikutusten arviointi

Yleisenä ohjenuorana lähdettäessä suunnittelemaan materiaalitehokkuuden vaikutustenarviointia eri seurannan tasoille ja/tai siellä tehtäville mahdollisille olemassa oleville tai suunniteltaville materiaalitehokkuus toimille voidaan karkealla tasolla pitää esimerkiksi seuraaviin kysymyksiin vastaamista:

- Miksi/mihin tarkoitukseen vaikutustenarviointia tehdään?
- Kuka/mitkä tahot tietoa tarvitsevat ja/tai sitä voivat hyödyntää?
- Millasta tietoa tarvitaan?
- Millaista tietoa on jo olemassa?

Materiaalitehokkuustoimien seurannan ja vaikutusten arvioinnin kehittämistyön jatkaminen ja valmiuksien lisääminen sekä EU-tason kuten myös muun kv-tason vastaavan työn tarkempi selvittäminen ja seuranta ovat olennaisia, jotta jatkossa erilaisten materiaalitehokkuuteen liittyvien toimien käynnistyessä valmiudet niiden vaikutusten arvioinnin ja siihen liittyvän seurantatiedonkeruun suunnittelulle ja käyttöön otolle ovat nykyistä paremmat.

Bleischwitz R., Bahn-Walkowiak B., Onischka M., Röder O ja Steger S. (2008) The relation between resource productivity and competitiveness. Projektin ENV.G.1/ETU/2007/0041 raportti. Wuppertal Institute. 155 s. Verkossa: http://ec.europa.eu/environment/enveco/economics_policy/pdf/part2_report_comp.pdf

CSCP (2006), Policies for Resource Efficiency, Towards Sustainable Consumption and Production. CSCP, GTZ, the Federal Ministry for Economic Cooperation and Development and the Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, Wuppertal.

DG Environment (2011B), Analysis of the Key Contributions to Resource Efficiency, Final report, March 2011, 116 s, Verkossa: http://ec.europa.eu/environment/natres/pdf/Resource_Efficiency_Final.pdf (Viitattu 26.4.2012)

DG Environment (2011A), Economic Analysis of Resource Efficiency Policies, Final report, August 2011, 97 s. Verkossa: http://ec.europa.eu/environment/enveco/resource_efficiency/pdf/economic_analysis.pdf (Viitattu 21.3.2012).

EC (2010) Critical raw materials for the EU, Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials. European Commission, Enterprise and Industry. Verkossa: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/documents/index_en.htm (Viitattu 21.3.2012)

EC (2012) SMES, Resource Efficiency and Green Markets. Flash Eurobarometer 342, Report. Maaliskuu 2012. 99 s. Verkossa: http://ec.europa.eu/public_opinion/flash/fl_342_en.pdf (Viitattu 25.4.2012)

EEA (2011) Resource efficiency in Europe: Policies and approaches in 31 EEA member and cooperating countries, EEA Report No 5/2011, European Environmental Agency, Kööpenhamina, Tanska, 82 s. Verkossa: <http://www.eea.europa.eu/highlights/publications/resource-efficiency-in-europe/> (Viitattu 22.3.2012)

EEA (2012) Verkkosivut <http://www.eea.europa.eu/themes/economy/resource-efficiency/resource-efficiency-policies-country-profiles> (Viitattu 20.6.2012)

EU (2009) Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1221/2009 annettu 25 päivänä marraskuuta 2009, organisaatioiden vapaaehtoisesta osallistumisesta yhteisön ympäristöasioiden hallinta- ja auditointijärjestelmään (EMAS-järjestelmä) ja asetuksen (EY) N:o 761/2001 ja komission päätösten 2001/681/EY ja 2006/193/EY kumoamisesta 45 s. Verkossa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:342:0001:0045:FI:PDF> (Viitattu 2.5.2012)

EU (2011), Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, Neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle sekä alueiden komitealle: Etenemissuunnitelma kohti resurssitehokasta Eurooppaa, Bryssel 20.9.2011, KOM(2011 571 lopullinen, 28 s. Verkossa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0571:FIN:FI:PDF> (Viitattu 22.3.2012)

EU (2012) Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, Neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja Alueiden komitealle: Innovaatiostrategia kestävää kasvua varten: biotalousstrategia Euroopalle, COM(2012 60 lopullinen, 11 s. Verkossa: http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/201202_innovating_sustainable_growth_fi.pdf (Viitattu 26.4.2012)

EU (2012B) Euroopan parlamentin päätöslauselma 24. toukokuuta 2012 resurssitehokasta Euroopasta (2011/2068(INI)) Verkossa: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P7-TA-2012-0223+0+DOC+XML+V0//FI> (Viitattu 4.6.2012).

Eurostat (2009), Economy Wide Material Flow Accounts: Compilation Guidelines for reporting to the 2009 Eurostat questionnaire. Draft Version 01 – June 2009. 126 sivua. Verkossa: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environmental_accounts/documents/Eurostat%20MFA%20compilation%20guide%20for%202009%20reporting.pdf (Viitattu 22.3.2012)

Glavic P, Lukman R (2007) Review of sustainability terms and their definitions, Journal of Cleaner Production 15 (2007) 1875-1885.

Hashimoto S., Moriguchi Y., Saito A. ja Ono T. (2004) Six indicators of material cycles for describing society's metabolism: application to wood resources in Japan. Resources, Conservation and Recycling 40 (2004) 201-223.

ISO 14051 (2011) Environmental management – Material flow cost accounting – General framework.

Kovanda J., van de Sand I., Schutz H. ja Bringezu S. (2012) Economy-wide material flow indicators: Over all framework, purposes and uses and comparison of material use and resource intensity of the Czech Republic, Germany and the EU-15. Ecol.Indicat. 17 (2012) 88-98.

Kristof K., Lemken T., Roser A. ja Ott V. (2008) Endbericht "Untersuchung der Wirksamkeit des Programms zur Verbesserung der Materialeffizienz" Wuppertal Institut, Karlsruhe, Tammikuu 2008, 117 s. Verkossa: http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wiprojekt/Prog_ME_Eval.pdf (Viitattu 22.3.2012)

Mattson L., Read A. and Phillips P. (2010) A critical review of the largest Resource Efficiency Club Programme in England (2005–2008): Key issues for designing and delivering cost effective policy instruments in the light of Defra's Delivery Landscape Review. Resources, Conservation and Recycling 55 (2010) 1-10.

Melanen M., Seppälä J., Myllymaa T., Mickwitz P., Rosenström U., Koskela S., Tenhunen J., Mäenpää I., Hering F., Estlander A., Hiltunen M., Toikka M., Mänty E., Liljeqvist L. ja Pesari J. (2004) SY735 Alueellisen ekotehokkuuden mittaaminen - mallina Kymenlaakso, ECOREG-hankkeen päätulokset, Suomen ympäristö 735, ympäristönsuojelu, 108 s. URN:ISBN:9521118857, ISBN 952-11-1885-7 (PDF). Verkossa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=29266&lan=fi> (Viitattu 22.3.2012)

NISP (2009) National Industrial Symbiosis Programme, The Pathway to a Low Carbon Sustainable Economy, International Synergies Ltd, UK, ISBN: 978 0 9564235 1 1, 93 s. Verkossa: <http://www.nisp.org.uk/Publications/Pathway.pdf> (Viitattu 21.3.2012)

OECD (2008), Environmental Outlook to 2030, Paris 2008. Verkossa: http://www.oecd.org/document/20/0,3746,en_2649_37465_39676628_1_1_1_37465,00.html (Viitattu 6.6.2012)

OECD(2012). Greenhouse gas emissions and the potential for mitigation from materials management within OECD countries. Working Group on Waste Prevention and Recycling. 113 s. Verkossa: <http://www.oecd.org/dataoecd/60/44/50035102.pdf> (Viitattu 25.4.2012)

Rademaekers K., Asaad, S. ja Berg J (2011) Study on the Competitiveness of the European Companies and Resource Efficiency. Final Report. ECORYS Nederland BV, Alankomaat, 140 s. Verkossa: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/files/competitiveness_of_european_companies_150711_en.pdf (Viitattu 22.3.2012)

Sendra S., Gabarrell X., Vicent T. (2007) Material flow analysis adapted to an industrial area, Journal of Cleaner Production 15 (2007) 1706-1715

Seppälä J, Mäenpää I, Koskela S, Mattila T, Nissinen A, Katajajuuri J, Härmä T, Korhonen M, Saarinen M ja Virtanen Y. (2009) Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla, Suomen ympäristö 20/2009. Suomen ympäristökeskus, Tutkimusosasto, 134 s. URN:ISBN:978-952-11-3460-9, ISBN 978-952-11-3460-9 (PDF). Verkossa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=108589&lan=fi> (Viitattu 21.3.2012)

SMaRT-Pro² (2011) Sustainable Materialization of Residues from Thermal Processes into Products, Knowledge Platform of the Industrial Research Fund, Katholieke Universiteit Leuven, 11 s. Verkossa: <http://smartpro2.eu/downloads.php> (Viitattu 1.6.2012).

Tanaka I. (2008) Promotion of Resource Efficiency in Japan – through 3R (Reduce, Reuse and Recycle) policies. ITPS Swedish Institute for Growth Policy Studies. ISSN 1652-0483. Verkossa: <http://www.tillvaxtanalys.se/tua/export/sv/filer/publikationer-arkiv/itps/pm-serien/2008/promotion-of-resource-efficiency-in-japan-08.pdf> (Viitattu 21.3.2012)

Tekes (2012) Verkkosivut <http://www.tekes.fi/ohjelmat/Kestavatalous> (Viitattu 19.6.2012)

United Nation Environment Programme, Division of Technology, Industry, and Economics (UNEP DTIE). Cleaner production (CP) activities. Available from: <<http://www.uneptie.org/>>; 2 June 2004

US Environmental Protection Agency (EPA). Available from: <<http://www.es.epa.gov/cooperative/international/>>; 2 June 2004

Valtioneuvosto (2011), Suomen hallitusohjelma 2011, Verkossa: <http://valtioneuvosto.fi/tiedostot/julkinen/hallitusneuvottelut-2011/neuvottelutulos/fi.pdf> (Viitattu 6.6.2012).

Valtionvarainministeriö (2011), Eurooppa 2020 –strategia, Suomen kansallisen ohjelman tarkistus, syksy 2011, Valtiovarainministeriön julkaisuja 38a/2011, 39 s. Verkossa http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/nrp/nrp_finland_fi.pdf (Viitattu 24.5.2012).

Ympäristö (2012a), Suomen ympäristökeskuksen verkkosivut, <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=480&lan=fi>, (Viitattu 27.9.2012)

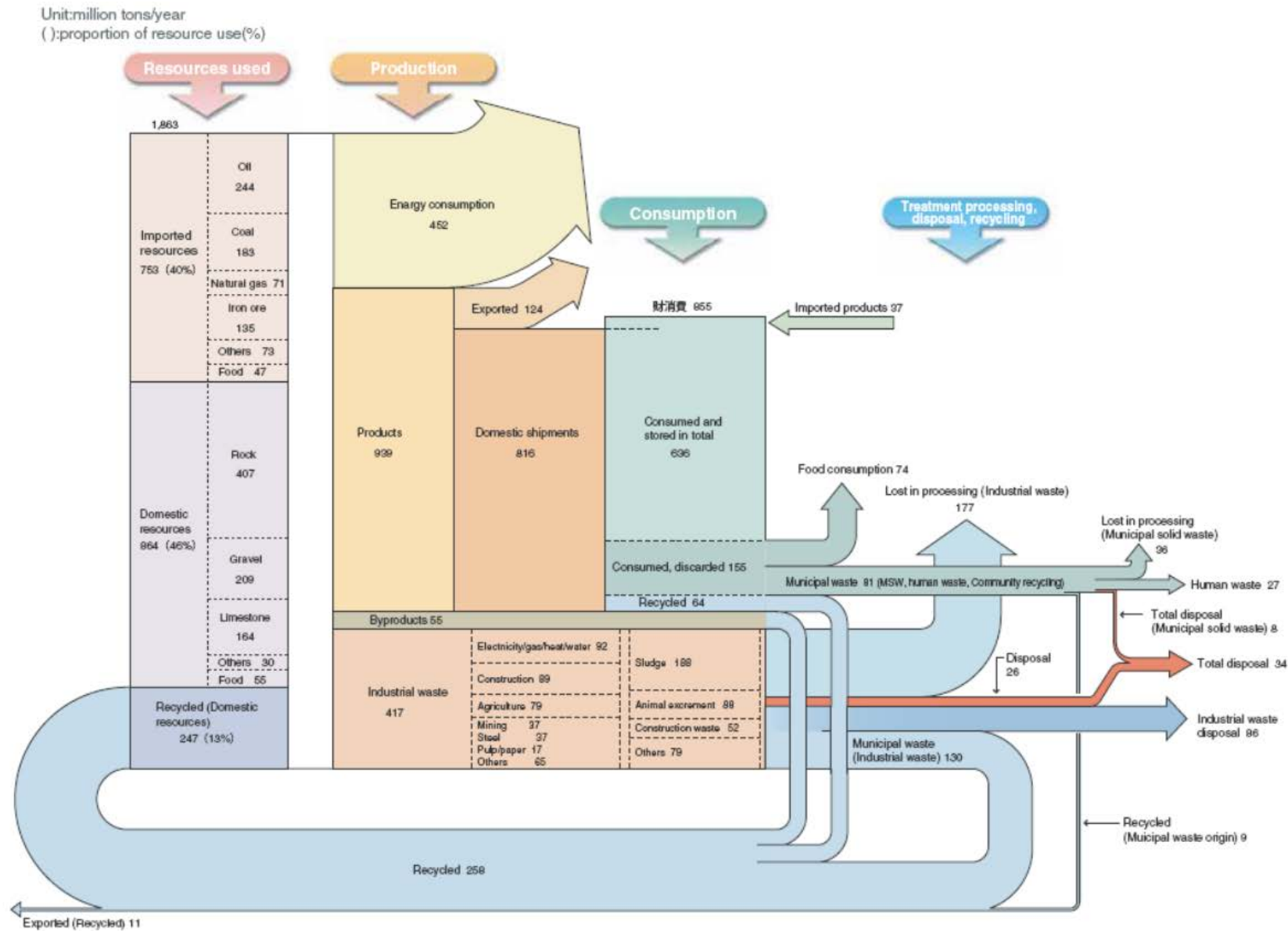
Ympäristö (2012b), Suomen ympäristökeskuksen verkkosivut, <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=406068&lan=fi&clan=fi>. (Viitattu 20.4.2012).

Ympäristö (2012c) Suomen ympäristökeskuksen verkkosivut, <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=406884&lan=FI>, (Viitattu 19.6.2012).

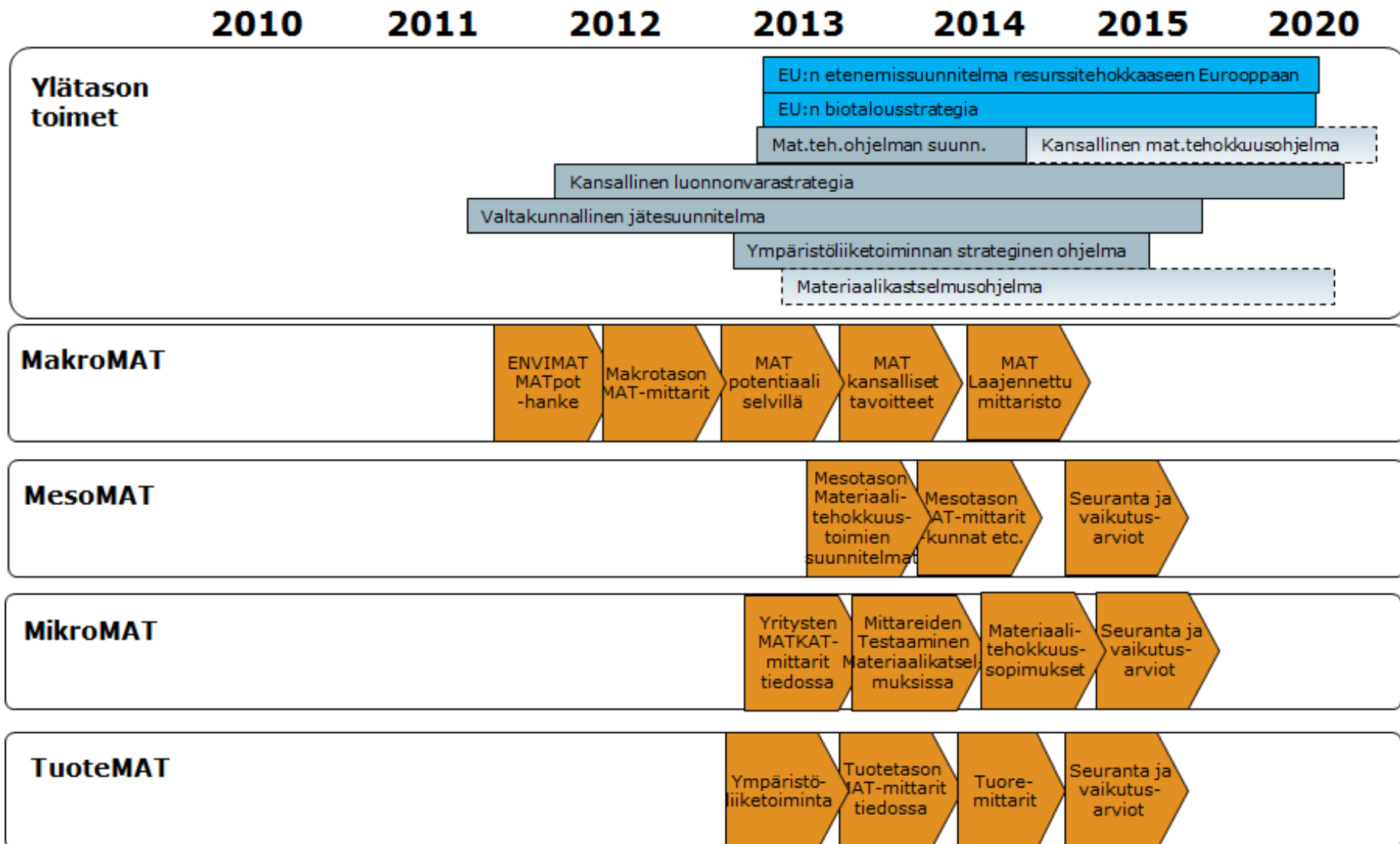
Ympäristömerkki (2012), Ympäristömerkin verkkosivut, <http://www.ymparistomerkki.fi/> (Viitattu 26.9.2012)

Ympäristöministeriö (2008), Kohti kierrätysyhteiskuntaa, Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016, Suomen ympäristö 32/2008, 58 s. Verkossa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=91466&lan=fi> (Viitattu 6.6.2012)

8 Liite 1: Esimerkki Japanin kansantalouden materiaali- ja energialivirroista (Tanaka 2008)



9 Liite 2: Materiaalitehokkuustoimien seurannan ja vaikutusten arvioinnin etenemissuunnitelma



Motiva

Urho Kekkosen katu 4–6 A
PL 489
00101 Helsinki

Puhelin 0424 2811
Faksi 0424 281 299
www.motiva.fi