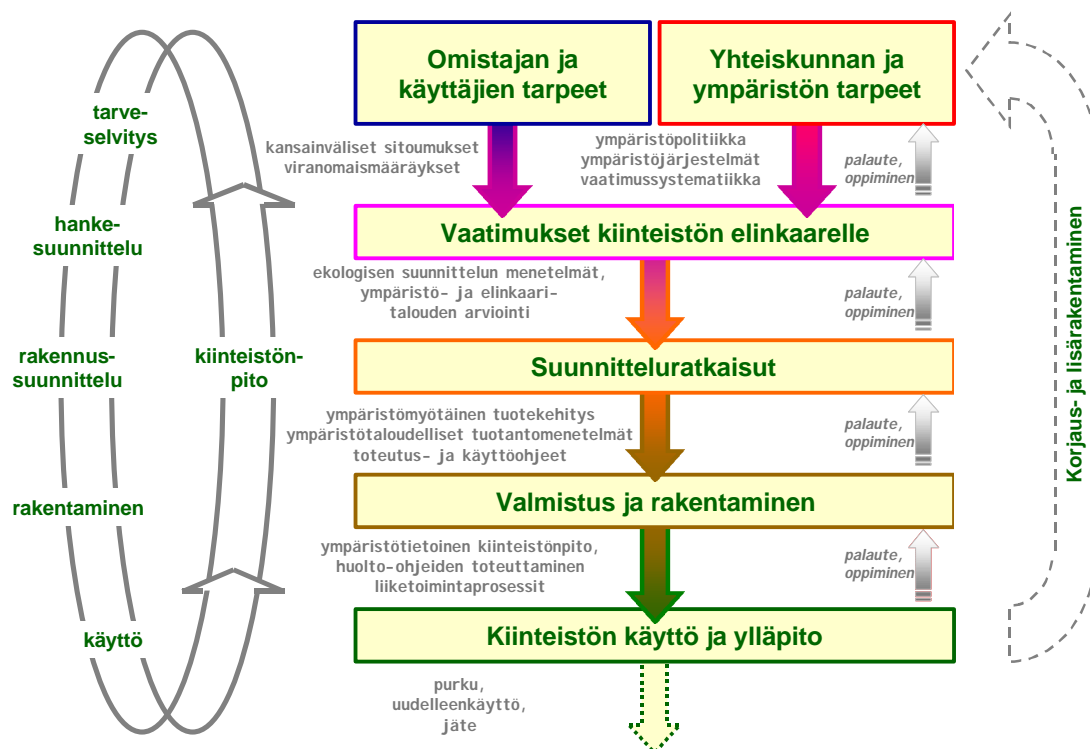


Ympäristöä säästävää rakentamista Suomessa

käytäntö, osaaminen ja apuvälineet



Tämä ympäristöä säästävän rakentamisen esite laadittiin VTT Rakennustekniikassa Best Practices for Sustainable Construction (**Eco-Best**¹) -hankkeen yhteydessä. Tarkoituksena on lyhyesti esitellä käytäntö, osaaminen ja apuvälineet Suomessa erityisesti silmällä pitäen Tekesin Rakentamisen ympäristöteknologian ohjelman (RYM) tavoitteita ja tuloksia.

Hankkeen johtoryhmään kuuluivat Matti Kairi (puheenjohtaja), Erkki Aho, Veikko Heino, Pertti Kokki (Juha Tammivuori), Aila Korpivaara, Kurt Lundström, Tarmo Mononen, Jarmo Mäenpää, Jorma Pekkinen (Risto Kosonen), Harto Rätty, Samu Salmelin sekä Tom Warras. Hankkeen tutkijoina toimivat Pekka Huovila (projektipäällikkö), Tarja Häkkinen, Pekka Leppänen sekä Ilari Aho VTT Rakennustekniikasta.

Projektin muina tuloksina laadittiin mm. kuvaukset tilaajaorganisaatioiden ympäristövaikutuksista, ympäristöpolitiikasta ja sen merkityksestä suomalaiselle rakentamiselle sekä ympäristöä säästävän rakentamisen hyvästä nykykäytännöstä. Hankkeen yhteydessä osallistuttiin lisäksi yhdessä Belgian, Ranskan, Unkarin, Irlannin, Italian, Japanin, Malesian, Hollannin, Romanian, Etelä-Afrikan, Espanjan, Ison Britannian ja Yhdysvaltojen kanssa CIB:n Sustainable Development and the Future of Construction projektiin ja laadittiin siihen liittyen kuvaus ympäristöä säästävän rakentamisen tulevaisuudesta² Suomessa.

Lisätietoja projektista ja esitteestä:

Pekka Huovila

VTT Rakennustekniikka

puh. 09 456 5903, pekka.huovila@vtt.fi

www.vtt.fi/cic/eco

Lisätietoja Tekesin RYM-ohjelmasta:

Harto Rätty

Finnmap Partners Oy

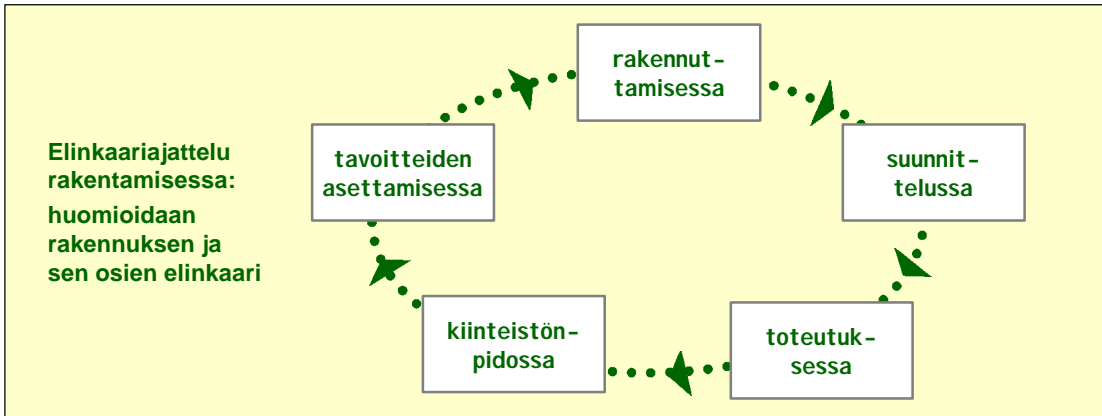
puh. 09 393 3608, harto.raty@kolumbus.fi

www.tekes.fi/ohjelmat/tuo/rym

¹ www.vtt.fi/cic/eco/ecobest.htm

² Sustainable Development and the Future of Construction, CIB Report, Publication 225, May 1998

Ympäristöä säästävää rakentaminen



Kestävä kehitys on ekologisesti kestävä, yhteiskunnallisesti oikeudenmukaista ja henkisesti uudistuvaa kehitystä. Kestävän kehityksen periaatteiden mukaisessa rakentamisessa otetaan huomioon paitsi ekologisesti kestävä kehityksen vaatimukset myös kulttuuriset ja sosiaaliset arvot.

Ekotehokkaassa rakentamisessa hankkeelle asetetut vaatimukset pyritään täyttämään mahdollisimman vähän ympäristöä kuormittavalla maan ja resurssien käytöllä rakennuksen koko elinkaaren aikana. Rakentamista pienin ympäristövaikutuksin voidaan kutsua myös ympäristöä säästäväksi rakentamiseksi tai ekologisesti kestäväksi rakentamiseksi.

Ympäristöä säästävää rakentaminen tarkoittaa elinkaariajattelun toteuttamista rakennushankkeiden vaatimusten asettamisessa, suunnittelussa, toteutuksessa ja kiinteistönpidossa.

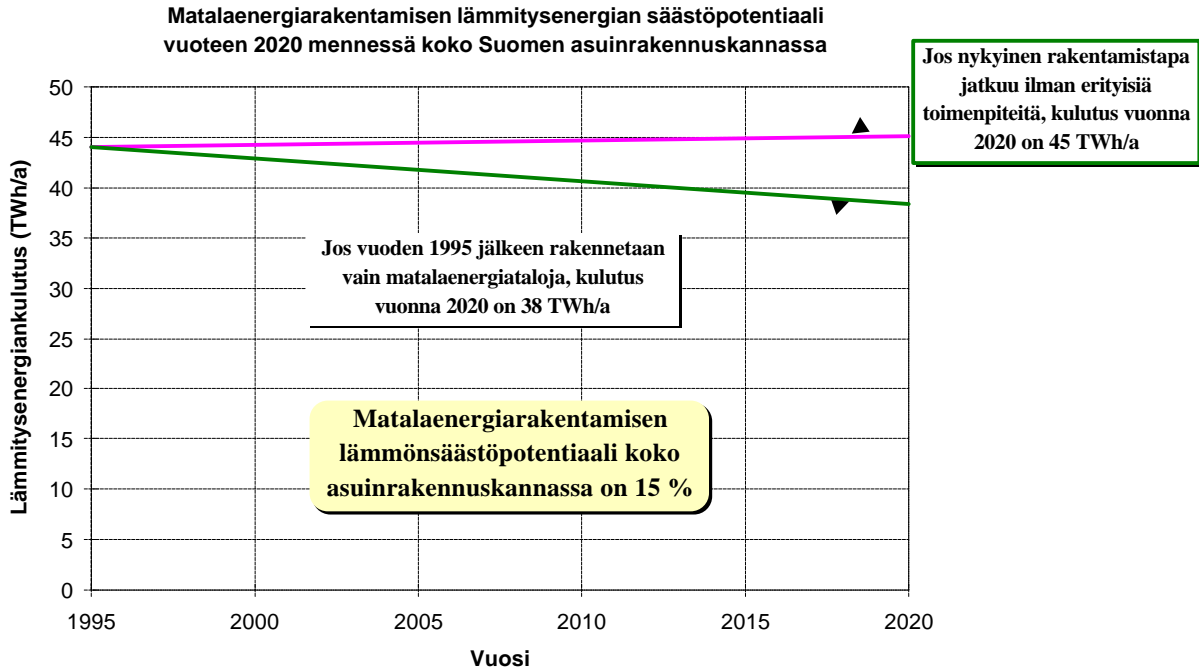
Ympäristöä säästävän rakentamisen tärkein ohjauskeino on tiedollinen ohjaus. Tutkimuksen ja koulutuksen keinoin on pyritty luomaan tarvittavat menetelmät sekä valmius menetelmien käyttöön. Menetelmiä ovat rakennusten elinkaarivaatimusten hallinta, ympäristöä säästävän suunnittelun menetelmät ja rakentamisen ympäristövaikutusten ja elinkaaritalon arvioinnin menetelmät.

Tietoisuuden kasvaessa ja toisaalta kiinteistöjen arvoon ja tuottoon liittyvien odotuksien kasvaessa ja tarkentuessa rakennus- ja kiinteistöalalle syntyy vaativan asiakkaan markkinat. Vaativan asiakkuuden syntyminen viime kädessä ratkaisee elinkaariajattelun toteutumisen uudis- että korjausrakentamisessa. Keskeistä ympäristöä säästävän rakentamisen periaatteiden vakiintumisessa on myös julkisen rakentamisen halu ja valmius asettaa hankkeille ympäristöä säästäviä elinkaarivaatimuksia.

Valtion ja rakennusalan rahoittamien tutkimusohjelmien, erityisesti Rakentamisen ympäristöteknologian ohjelman turvin Suomessa on kehitetty ympäristöä säästävän rakentamisen menetelmät ja välineet. Menetelmiä on tarjolla niin elinkaarivaatimusten hallintaan rakennushankkeessa, suunnitteluun vaatimusten toteuttamiseksi kuin rakennusten ja tuotteiden ympäristövaikutusten ja käyttöiän arviointiin. Menettelytapoja on tarjolla myös rakennusalan yritysten ympäristöasioiden hallintaan ja rakennusalan tuotteiden ympäristövaikutuksia ja elinkaari-käyttäytymistä koskevan tiedon ilmoittamiseen ja levitykseen sekä tuotteiden ympäristömerkintään.

Ympäristöpolitiikka ja rakentaminen

Kansainväliset sitoumukset ja niiden seuraukset rakentamiselle



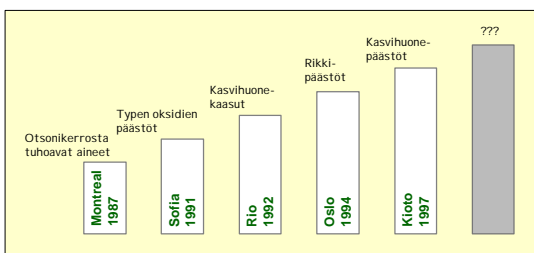
Ympäristöministeriön ympäristöohjelman perusteella Suomi pyrkii ympäristöpolitiikassa kansainvälisesti tukemaan sopimusten tiukentamista ja kunnianhimoisia tavoitteita ja toisaalta kansallisesti siihen, että tavoitteet toteutuvat pääosin ennakoivan suunnittelun ja informatiivisen ohjauksen keinoin.

Suomen valtio on kansainvälisillä sopimuksilla sitoutunut ilmastonmuutoksia aiheuttavien päästöjen rajoittamiseen. Kioton neuvottelujen päätteeksi hyväksyttiin kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä koskeva pöytäkirja, joka täsmentää ilmastonmuutoksen puitesopimuksen tavoitteita. Pöytäkirja sisältää päästövähennysvelvoitteet teollisuudelle aikatauluineen.

Edellisen kaavion mainitsemista päästöistä valtaosa aiheutuu fossiilisen energian käytöstä, jos tarkastellaan ihmisen toiminnan aiheuttamia päästöjä.

Näin ollen seuraamukset koskevat pääasiassa energiapolitiikkaa, energiatehokkuutta ja erityisesti fossiilisten polttoainoiden käyttöä. Toteutuneita määräohjauksen toimia ovat olleet esimerkiksi valtioneuvoston päätökset voimalaitosten päästöjen rajoittamisesta, polttoainoiden rikkipitoisuudesta ja kattiloiden tyyppipäästöistä. Energiapolitiittinen toimi päästöjen vähentämiseksi on myös ympäristöperusteinen energiaverotus. Toimet koskevat rakennusalaan pääasiassa yleisesti sähkön ja polttoainoiden käyttäjänä.

Koska Suomen primäärienergian kuluksista kuitenkin yli kolmannes kuluu kiinteistöjen lämmitykseen ja sähkönkäyttöön, niin toimet saattavat koskea rakennusalaan myös tiukentuvina kiinteistöjen energiavaatimuksina tai uusiutuvan energian käytön vaatimuksina.



Tällä hetkellä toimet kohdistuvat rakennusalaan lähinnä informatiivisen ja taloudellisen tuen keinoina, energiansääs-

töön ja korjaamiseen liittyvän tutkimuksen ja rakentamisen tukemisenä.

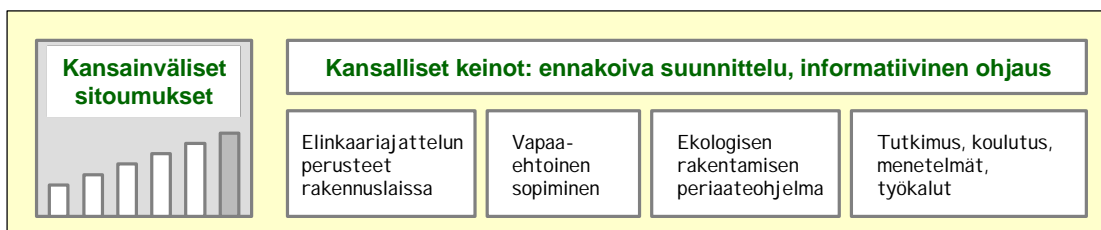
Elinkaariajattelu rakentamisen ympäristöpoliittisena tavoitteena

Rakentamiselle ja teollisuudelle ympäristöpolitiikan kansallisten tavoitteiden toteutuminen merkitsee toisaalta välttämättömyyttä arvioida hankkeiden ympäristövaikutuksia ja toisaalta mahdollisuutta ottaa nämä huomioon ja käyttää tulosta hyödyksi kiinteistöjen ja tuotteiden markkinoinnissa ja kustannustehokkuuteen pyrittäessä.

Ympäristöpolitiikan toteutuessa yhteiskunnan ja markkinoiden tukena ekotehokkaiden tuotteiden ja rakennusten kehittämiseksi ympäristöpolitiikan merkitys rakentamiselle on myönteinen. Vaikutus on myönteinen erityisesti niille yrityksille, jotka pystyvät nopeasti reagoimaan vaatimuksiin ja käyttämään hyväkseen kehittämistyön tukea ja uusia markkinoita. Ympäristöpoliittisten tavoitteiden toteutuminen merkitsee rakentamiselle pikemminkin välttämättömyyttä elinkaariajattelun omaksumiseen kuin kustannuksia vaativaa ja ennalta arvaamatonta sopeutumispakkoa päästörajoituksiin ja -maksuihin.

Ympäristöministeriön ja valtioneuvoston ympäristö- ja kestävä kehityksen ohjelmissa korostetaan elinkaariajattelun toteutumista rakentamisen keskeisimpänä ympäristöpoliittisena tavoitteena. Ehdotuksessa rakennuslaiksi painotetaan rakentamisen laadun turvaamista ja ympäristökysymyksiä. Ehdotuksen mukaan ekologisen rakentamisen periaatteisiin kuuluvat erityisesti rakennusten pitkäikäisyys, monikäyttöisyys, muunneltavuus ja huollettavuus.

Elinkaariajattelun toteutumisen vaikutukset rakennusalaan voivat olla merkittäviä. Muutokset voivat koskea niin tuoteinformaatiota, tilaajien vaatimuskäytäntöä, suunnittelumenetelmiä ja käyttäjäninformaatiota kuin rakentamisen vastu- ja vakuutusikäytäntöjä. Rakennusallalle syntynee sopimus pohjaisia elinkaariajattelun vaatimia menettelyjä ja käytäntöjä, jotka vakiintuvat alalle.



Valtioneuvoston periaatepäätös ekologisesti kestävä kehityksen edistämisestä rakennusallalla, 1998:

Tavoitteet:

- ▶ rakentamisen ja kiinteistökannan aiheuttama ympäristökuormitus vähenee oleellisesti
- ▶ ympäristöosaamisesta ja -teknologiasta muodostuu rakennusalan kansallinen kilpailukytekijä
- ▶ rakennus- ja kiinteistöalan valmiudet ympäristöperusteiseen ja asiakaslähtöiseen päätöksentekoon kasvavat
- ▶ yhdyskuntien kehityksessä vahvistuu ekologinen kestävyys.

Toimenpiteet:

Ohjaus

Vakiinnutetaan ympäristöajattelu rakennus- ja kiinteistöalan toimintaan

- elinkaariajattelu ja ekotehokkuus
- ympäristötavoitteet ja johtamisjärjestelmät.

Kehitetään ja vakiinnutetaan rakentamisen ylläpidon ympäristövaikutusten arviointimenettelyjä

- käyttöikäsuunnittelu
- elinkaariarviot ja rakennusten ympäristövaikutusten arviointimenetelmät.

Tuodaan ympäristönäkökulma rakentamista koskeviin määräyksiin, ohjeisiin ja hallinnollisiin menettelytapoihin

- rakennuslain uudistus.

Sisällytetään ekologisen rakentamisen tavoitteet kuntien kestävän kehityksen toimenpideohjelmiin.

Tehokkuus

Parannetaan rakennusten energiataloudellisuutta ja muuta ekotehokkuutta

sekä edistetään rakennetun ympäristön terveellisyyttä

- energiankäyttö
- sähkön käyttö.

Edistetään ekotehokkaiden rakennusmateriaalien, tuotteiden ja järjestelmien käyttöä sekä kierrätystä

- ympäristöseloste.

Suojellaan raakavesivaroja ja kehitetään vesihuollon tekniikoita.

Julkinen rakentaminen

Velvoitetaan julkiset hankkeet esikuviksi.

Asetetaan asuntorakentamiselle ekologiset tavoitteet.

Kehitys

Edistetään ekologisesti kestävän rakentamisen ja ylläpidon tutkimusta, kehittämistä ja koerakentamista.

Kannustetaan rakennus- ja kiinteistöalaa omaehtoisin sopimuksiin.

Lisätään koulutusta ja tiedotusta.

Rakennuttajat ja viranomaiset vaatimusten asettajina

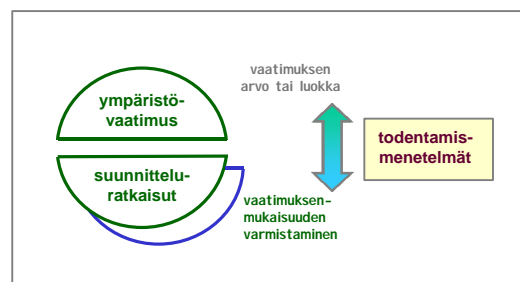
Vaativuussystematiikka

Rakennuttajat vaatimusten asettajina ovat ratkaisevassa asemassa elinkaariajattelun toteuttamisessa. Rakennusten koko elinkaarta koskevien vaatimusten motiivina voi olla paitsi asiakkaan oman toiminnan ympäristötavoitteet myös elinkaarialoudellinen ajattelu. Kiinteistöjen arvoon ja tuottoon kohdistuvat vaatimukset voivat johtaa elinkaari vaatimusten asettamiseen rakennushankkeissa olettaen hyvän ympäristömaineen kohtovan kiinteistön arvoa tai olettaen rakennuksen tarkoituksenmukaisen käyttiän, muuntojouston ja energiataloudellisen suunnittelun vähentävän kiinteistön käyttö- ja ylläpitokustannuksia.

Elinkaari vaatimusten asettamiseksi on tarpeen vaativuussystematiikka. Tätä varten rakennuksen (elinkaari) ominaisuudet on jäseneltävä yleisesti. Kussakin hankkeessa vaatimukset kohdiste-

taan haluttuihin ominaisuuksiin. Suunnittelun tehtävänä on löytää ne toteutustavat ja ratkaisut, jotka täyttävät asetetut vaatimukset.

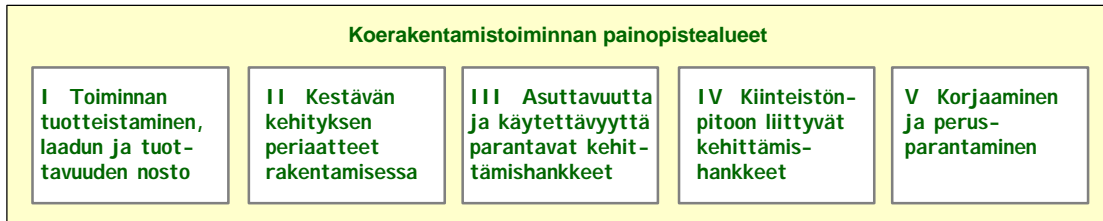
Elinkaari vaatimusten asettamista helpottaa, jos ominaisuuksiin kohdistuvat vaatimukset voidaan esittää arvona (vaatimuksen kohteena esimerkiksi käyttöikä) tai luokkana (vaatimuksen kohteena esimerkiksi tietty sisäilmastoluokka).



Jotta vaatimusten asettaminen on tuloksellista, tarvitaan myös vaatimusten todentamismenetelmät. Todentamismenetelmiä tarvitaan niin suunnitteluratkaisun kuin toteutuneen rakennuksenkin suhteen.

Todentamismenetelmät suunnitteluratkaisusta ovat pääasiassa arviontimenetelmiä ja laskennallisia menetelmiä. Todentamismenetelmät, joita voidaan soveltaa valmiiseen rakennukseen, voivat olla myös tarkastus- ja mittausmenetelmiä.

Koerakentaminen ympäristöä säästävän rakentamisen veturina



Valtion tukeman koerakentamistoiminnan tarkoituksena on rakentamisen, suunnittelun ja hallinnollisen ohjauksen kehittäminen. Tavoitteena on testata rakennusalan tutkimus- ja kehittämistyön tuloksia sekä jouduttaa kehittämistulosten ja teknologisten innovaatioiden käyttöönottoa.

Teknologian kehittämiskeskuksen (Tekes), Ympäristöministeriön (YM), Kauppa- ja teollisuusministeriön (KTM) ja Valtion asuntorahaston (ARA) koerakentamishjelmassa lähtökohtina on ollut mm.

- ▶ rakentamisen vientiedellytysten ja kansainvälisen kilpailukyvyn parantaminen (Tekes)
- ▶ rakentamisen edellytysten ja osaamisen kehittäminen sekä rakennustuotteiden sisämarkkinoiden laajeneminen (YM)
- ▶ asuinratkaisujen suunnitteluun, rakentamismenetelmiin ja rakennusteknologiaan liittyvä kehittäminen (ARA)
- ▶ energiansäästö ja uuden energiateknologian kaupallistuminen (KTM).

Rakennusten ympäristövaatimusten hallinta

Ekotehokkaassa, energiatehokkaassa ja/tai kustannustehokkaassa rakentamisessa toiminnalliset ominaisuudet toteutetaan mahdollisimman vähäisin ympäristö-, energia- ja kustannusvaikutuksin. Rakennuksen ominaisuusjäsentelyä on kansainvälisessä yhteistyössä kehitetty mm. CIB:n ja ISO:n piirissä. Tulosten pohjalta on Suomessa rakennuksen vaatimussystematiikasta kehitetty VTT ProP-ominaisuusjäsentely³. Joukko rakentajia on kehittämässä omaan käyttöönsä vaatimussystematiikan sovellusta elinkaarivaatimusten asettamiseksi rakennushankkeessa⁴.

Toiminnalliset ominaisuudet

Kelpoisuus omistajan ja käyttäjien toimintaan

- ▶ ydinprosessit
- ▶ tukitoiminnot
- ▶ yrityskuva

Sijainti

- ▶ tontin ominaisuudet
- ▶ liikenneyhteydet
- ▶ palvelut

Sisäolot

- ▶ sisäilmasto
- ▶ ääneneritys ja meluntorjunta
- ▶ valaistus

Käyttöikä ja vaurioriski

Muuntojousto

Turvallisuus

- ▶ rakenteellinen turvallisuus

³ www.vtt.fi/cic/eco/prop.htm

⁴ www.vtt.fi/cic/eco/ecopro.htm

- ▶ paloturvallisuus
- ▶ käyttöturvallisuus
- ▶ murtoturvallisuus
- ▶ luonnokatastrofit

Viihtyisyys

Vaikutukset lähiympäristöön

- ▶ fyysiset olosuhteet
- ▶ vaikutukset kulttuuriympäristöön
- ▶ sosiaaliset vaikutukset

Kustannukset ja ympäristövaikutukset

Elinkaarikustannukset

- ▶ perustamiskustannukset
- ▶ hoitokustannukset
- ▶ kunnossapito
- ▶ perusparantamiskustannukset

Maankäytön ympäristövaikutukset

Rakennusosiin sitoutunut ympäristökuorma

- ▶ energia- ja raaka-ainesisältö sekä päästöt

Käytönaikaiset ympäristökuormat

- ▶ rakennuksen energiankulutus, päästöt ja vedenkulutus
- ▶ käyttäjien energiankulutus, päästöt ja vedenkulutus.

Tuleva toiminta rakennuksessa ja tuotto-odotukset ovat lähtökohtana toiminnallisten vaatimusten asettamiselle. Vaatimuksena voidaan määritellä esimerkiksi halutut sisäolot, muuntojoustavuus ja käyttöikä.

Rakennuksen tekniselle käyttöiälle asetettu vaatimus ilmaisee numeroarvona rakennuksen kestävyydelle asetetun vaatimuksen. Oma tuleva toiminta, tuotto-odotukset, elinkaarikustannusten ja ympäristökuormien hallinnan tarve ovat lähtökohtana vaatimuksen asettamiselle. Rakennusosien käyttöikä riippuu teknisestä turmeltumisesta ja vanhanaikaistumisesta. Rakenteiden käyttöikään vaikuttaa paitsi tuotteiden laatu, rakenneratkaisut ja ympäristöolot myös suunnittelun ja työn laatu. Rakennuttaja kohdistaa käyttöikävaatimuksen koko rakennukselle. Rakennusosille tulevat vaatimukset johdetaan suunnitteluprosessissa rakennuksen käyttöikävaatimuksesta. Käyttöiän aikana rakennuksella voi olla

useita käyttötarkoituksia. Jos näin on, niin rakennukselle asetetaan vastavat muuntojoustovaatimukset.

Ekotehokkaassa rakentamisessa vaadittuihin toiminnallisiin ominaisuuksiin pyritään mahdollisimman pienin maan, energian ja raaka-aineiden käytön aiheuttamin ympäristövaikutuksin:

Maankäyttö

Erilaisten luonnonympäristöjen väheneminen ja niiden eliölajiston uhanalaistuminen ovat ensisijassa seurausta luonnonympäristöjen muuttumisesta maa- ja metsätalouden, yhdyskuntarakentamisen sekä maa- ja kiviainesten oton seurauksena. Rakentamisen merkitys lajien uhanalaistumisen syynä on kasvanut.

Rakennuttaja voi halutessaan asettaa tavoitteet maaresurssien käytölle ja maankäytön ympäristövaikutuksille. Maankäytön ympäristövaikutuksia ovat paikallisia muutoksia ympäristössä, jotka uhkaavat biologisen monimuotoisuuden säilymistä. Rakentamisen suhteen tavoitteet voivat koskea viitettä 5 mukailten seuraavien muutoksien ehkäisemistä:

- ▶ lintuvesien häviäminen
- ▶ rantojen käyttö
- ▶ harjualueiden käyttö ja maa- ja kiviainesten käyttö
- ▶ arvokkaiden biotooppien muutokset ja luonnonympäristöjen pirstoutuminen ja
- ▶ lajien uhanalaistuminen.

Rakennuksen käyttö

Rakennuksen käytönaikaiset energia-virrat aiheuttavat merkittävimmän osan rakennuksen elinkaaren aikaisista energiareсурssien käytöstä ja merkittävän osan päästöistä. Tämä pätee ainakin rakennusten energiankäytön nykytasolla ja niin kauan, kun lämmitykseen käytetään pääasiassa fossiilisia polttoaineita.

⁵ Suomen biologista monimuotoisuutta koskeva kansallinen toimintaohjelma 1997-2005. Suomen ympäristö 137. Luonto ja luonnonvarat. Ympäristöministeriö. Helsinki 1997. 189 s. 40-44.

Rakennuksen energiankäyttöä koskeva vaatimus voidaan kohdistaa joko rakennuksen sisäilmaston ja palvelutason ylläpidon (lämmitys, jäähdytys, ilmanvaihto, valaistus, sisäiset kuljetusjärjestelmät jne.) tarvitsemaan sähköön ja/tai lämpöön tai niiden aiheuttamaan ympäristökuormaan:

- sähkön tai polttoaineiden energiasisältö (uusiutuva/uusiutumaton) [MJ/a]
- kasvihuonekaasut, happamoittavat päästöt, fotokemialliset oksidantit, hiukkaset [g/a].

Rakennuksen käyttäjien toiminnan ympäristökuormia koskeva vaatimus voidaan samoin kohdistaa seuraavasti

- taloussähkön tai polttoaineiden energiasisältö [MJ/a]
- kasvihuonekaasut, happamoittavat päästöt, fotokemialliset oksidantit, hiukkaset [g/a]
- kaatopaikalle menevän jätteen määrä [kg/a]
- vesijohtoveden kulutus [l/a].

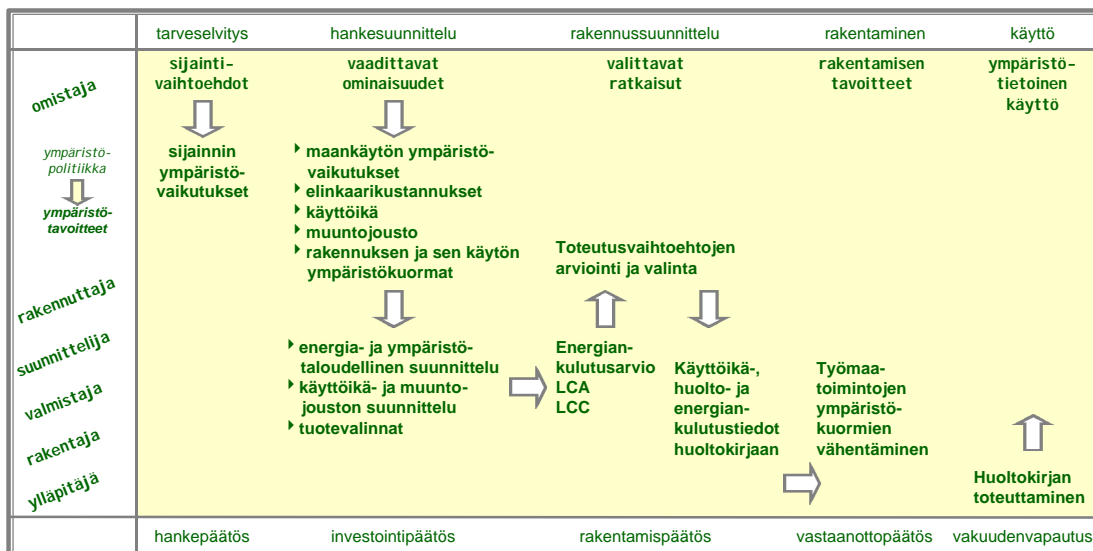
Referenssiarvoja vaatimusten asettamista varten esitetään mm. VTT Rakennustekniikan Ekotehokkaan rakennuksen suunnittelun ohjeessa.

Rakennusmateriaalit

Rakennusmateriaalien käyttö aiheuttaa merkittävimmän osan rakentamisen aiheuttamista luonnon raaka-aineiden kulumisesta ja maankäytöstä sekä merkittävän osan rakennuksen elinkaaren aikaisista päästöistä. Rakennusosiin sitoutuneeseen ympäristökuormiin liittyvät vaatimukset voidaan kohdistaa rakennusosan energiasisältöön, raaka-ainesisältöön ja päästöihin:

- energiasisältö (uusiutuva/uusiutumaton) [MJ/rakennusosa]
- raaka-ainesisältö (uusiutuva t. sekundäärinen/uusiutumaton) [kg/rakennusosa]
- kasvihuonekaasut [g CO₂/rakennusosa], happamoittavat päästöt [g SO₂/rakennusosa] ja fotokemialliset oksidantit [g eteeni/rakennusosa].

Ympäristöä säästävä rakennussuunnittelu ja rakentaminen



Ekologisten vaatimusten mukaisiin ratkaisuihin pyrittäessä suunnittelussa saavat painoarvoa käyttöikä, muuntojouston ja rakennuksen energia- ja ympäristötaloudellisuuden suunnittelu. Rakennuksen energiankäytön arviointiohjelmat, elinkaarilaskelmat ja elinkaarikustannuslaskelmat ovat puolestaan välineitä, joiden avulla lopputuloksen vaatimuksenmukaisuutta voidaan arvioida.

Ekologisten vaatimusten mukaisiin ratkaisuihin pyrittäessä suunnittelussa saavat painoarvoa käyttöikä, muuntojouston ja rakennuksen energia- ja ympäristötaloudellisuuden suunnittelu. Rakennuksen energiankäytön arviointiohjelmat, elinkaarilaskelmat ja elinkaarikustannuslaskelmat ovat puolestaan välineitä, joiden avulla lopputuloksen vaatimuksenmukaisuutta voidaan arvioida.

Energiatehokas rakennus

Tähänastiset tutkimustulokset eri maista osoittavat selvästi, että keskeinen asia ympäristöä säästävien rakennusten suunnittelussa ja rakentamisessa on käytön aikaisen energiantarpeen vähentäminen. Energiatehokas rakennus voidaan tehdä käytännössä kaikista tavanomaisista rakennusmateriaaleista. Rakennusmateriaalien tuottamiseen ja itse rakentamiseen tarvittava energia on suuruusluokaltaan 1/10 rakennuksen käytön aikaisesta energiasta. Tästä valtaosa on lämmitykseen kuluva energiaa.

Rakennusoikeuden määrittely talon seinien ulkopintojen mukaan on yksi este energiaa säästävän rakentamisen yleistykselle, koska seinien paksuntuminen syö myytävää tai vuokrattavaa lattiapintaa.

Suomen rakentamismääräyskokoelman nykyiset rakennusten lämmöneristystä koskevat vaatimukset ovat noin 20 vuoden takaa. Mikään ei pakota rakentamaan paremmin eristettyjä taloja. Muille rakentavat ovat yleensä noudattaneet määräysten minimejä omia kustannuksiaan säästääkseen ja tekevät niin edelleen. Itselle rakennetut pientalot ovat olleet jo selvästi paremmin eristettyjä. Myös nykyvaatimuksia paremmin eristettyjä valmistaloja on jo saatavissa.

Energiaa ja siten ympäristöä säästävän talon tulee olla taloudellisesti kilpailukykyinen nykytapaan tehtyyn verrattuna. Energiaa säästävistä koetaloista saatujen kokemusten mukaan lisäkustannukset rakennettaessa ovat vähäiset, vain luokkaa 2 %. Lämmitykseen käytettävän energian hinnasta riippuu, kuinka pian lisäkustannukset saadaan takaisin. Vertaillua vaikeuttaa energian hinta, jota on vaikea arvioida edes muutaman vuoden päähän. Talon käyttöikä sensijaan on kymmeniä vuosia. Talon käyttökustannuksista energia muodostaa jo nykyhinnoilla suurimman erän pääomakulujen jälkeen. Ratkaisevan tärkeät päätökset

tehdään taloja suunniteltaessa ja rakennettaessa.

Pelkkien rakennuskustannusten sijaan olisi tarkasteltava rakennus- ja käyttökustannusten summaa esimerkiksi ensimmäisen tai kahden vuoden ajalta. Analyysit tulee tehdä erilaisilla energian hinnoilla, jotta saadaan käsitys mahdollisten energian hinnan muutosten vaikutuksesta talouteen. On syytä huomata, että esim. energian hinnan 7 % vuotuinen lisäys johtaa 20 vuodessa nelinkerlaiseen energian hintaan.

Ympäristöä säästävien talojen suunnittelussa talo on suunniteltava yhtenä toimivana kokonaisuutena, ei sarjana erillisiä teknisiä järjestelmiä, joiden yhteistoiminta jää heikoksi. Talon tulee lisäksi olla pitkäikäinen ja suhteellisen helposti muunneltavissa asukkaiden tarpeiden muuttuessa. Vähäinen huollon tarve ja helppo korjattavuus ovat ympäristöä säästävän ja energiataloudellisen rakentamisen muita tunnusmerkkejä.

Taloudellisuusvaatimus edellyttää talon eristämistä niin hyvin, että talon varsinainen lämmitysjärjestelmä, tavallisesti patteriverkosto, voidaan jättää pois ja näin säästää rakennus- ja ylläpitokustannuksissa. Tällaisessa talossa tarvittava lämpö siirretään asuintiloihin ilmanvaihtoilman mukana. Asunnon märkiin tiloihin tarvitaan lisäksi esim. lattialämmitys.

Ympäristöä säästävään rakentamiseen kuuluu oleellisena osana asiakkaan tai asukkaan kuuleminen, jotta tiedetään hänen tarpeensa ja toiveensa. Silloin ei rakenneta sitä, mitä asiakas tai tuleva asukas ei tarvitse. Vältetään turhaa materiaalien käyttöä eikä asiakkaan tarvitse maksaa siitä, mitä hän ei tarvitse. Muunneltavuuden vaatimus tulee seuraavien asukaspolvien tarpeista, joita nyt ei tiedetä. Siksi talon tulee olla esim. huonejaoltaan kohtuullisen helposti muutettavissa.

Rakennusten energia- ja ympäristotaloudellinen suunnittelu

Energiatehokkaiden rakennusten suunnittelun tietoutta on kertynyt paljon eri tutkimus-, tuotekehitys- ja koerakentamishankkeissa. Sen perusteella on mahdollista kehittää yksinkertaisia ohjausvälineitä, joiden avulla energiataloudellisuus ja ekologisuus voidaan ottaa huomioon rakennussuunnittelun eri vaiheissa.

Realistinen tavoite jo tänä päivänä on, että rakennuksen lämmitysenergiankulutus voidaan pienentää puoleen normaalitasosta lisäämättä kokonaisrakennuskustannuksia. Ensisijaisia keinoja ovat:

- rakennuksen ulkovaipan lämpöhäviöiden pienentäminen,
- ilmanvaihdon hallinta ja poistoilman lämmön talteenottaminen,
- sisäisten ja ulkoisten lämpökuormien tehokas hyödyntäminen lämmityksessä,
- lämmityksen ja ilmanvaihdon tarpeenmukainen käyttö ja ohjaus,
- vedenkulutuksen hallinta,
- laitteiden sähkönkulutuksen hallinta

Rakennuksen ympäristö- ja energiataloudellisessa suunnittelussa huomiota kiinnitetään paitsi energiankulutukseen myös lämmön- ja sähköntuotantojärjestelmiin ja järjestelmiin liittyvien polttoaineiden, sähkön ja kaukolämmön energiasisältöön ja päästöihin.

Energia- ja ympäristotaloudellisen suunnittelun ohjeita annetaan mm. ekotehokkaiden rakennusten suunnittelun ohjeessa⁶, jossa esitetään energiataloudellisen suunnittelun ohjeet seuraavan jäsentelyn mukaisesti:

Tontinkäyttösuunnitelma

- rakennusten sijainti tontilla
- rakennustyyppi

Luonnosvaiheen tilaratkaisut

- arkkitehtuuri
- talotekniikka

Rakenteiden valinta

- runko
- seinät
- päätyseinät
- huoneistojen väliset seinät
- alapohja
- yläpohja
- ikkunat
- ovet
- aurinkosuojat

LVIS-järjestelmien valinta

- sisäilmasto
- lämmöntuottojärjestelmä
- lämmön varastointi
- lämmönjakojärjestelmä
- ilmanvaihtojärjestelmä
- vesi- ja viemärijärjestelmä
- sähköjärjestelmä
- säätö- ja ohjausjärjestelmä

Tuotantotekniikan valinta

Ekotehokkaan rakennuksen suunnitteluoppaassa esitetään myös referenssiarvoja rakennusten vedenkäytön ja energiankäytön sekä energiankäytön aiheuttamien päästöjen vaatimusasettelua varten. Lisäksi viitteessä esitetään sähkön eri tavoin tuotetun lämmön ympäristöprofiilit. Näiden avulla suunnittelija voi arvioida rakennuksen käytön ympäristökuormat rakennuksen energiankäytön arvion pohjalta.

⁶ Ekotehokkaan rakennuksen suunnittelu. VTT Tiedotteita. VTT Rakennustekniikkan Espoo 1998.

Käyttöikäsuunnittelu

Käyttöikäsuunnittelun ja tuotteiden käyttöikäarvion menettelytapoja on kehitetty kansainvälisesti mm. RILEMin ja CIB:n puitteissa. Tekeillä on ISO-standardi käyttöikäsuunnittelusta ⁷.

Käyttöikäsuunnittelun esteenä on ollut tuotteiden ikäkäyttäytymistä koskeva tieto ja sopiminen tiedon hankintaan, laadunvalvontaan ja tiedon välittämiseen liittyvistä menettelytavoista. Käyttöikäsuunnittelun soveltaminen vaatii tuotteiden käyttöikäennusteiden selvittämistä ja ilmoittamista, käyttöikämitoitusmenetelmien kehittämistä ja tuotteiden oikean ja kestäväen käytön vähimmäisvaatimusten selvittämistä ja ilmoittamista.

Käyttöikäsuunnittelu on rakenteiden ja detaljien suunnittelua, rakennustuotteiden valintaa ja huollon ja uusimisjakojen suunnittelua, jossa lähtötietoina ⁷ ovat:

- ▶ tuottajan ilmoitus tuotteen käyttöiästä ja sen edellytyksistä koskien rakennustekniikkaa, asennusta, käyttöolosuhteita ja huoltoa,
- ▶ malliratkaisut
- ▶ normit, ohjeet.

Suunnittelija laatii rakennukselle myös kunnossapitosuunnitelman (nykytilanteessa huoltokirjan). Kunnossapitosuunnitelmassa esitetään tarvittavat rakennusosien uusimiset, korjaukset ja muut tarpeelliset toimenpiteet rakennuksen suunnitteluiän aikana samoin kuin kunnossapito- ja hoito-ohjeet. Käyttöikäsuunnittelun ISO-standardiluonnos määrittelee rakennuksille ja rakennusosille kaksi käyttöikää:

- ▶ *suunnitteluikä* on suunnittelijan yhdessä tilaajan kanssa määräämä rakennuksen tai rakennusosan käyttöikävaatimus

- ▶ *ennakoitu käyttöikä* on rakennuksen tai rakennusosan kokeellisesti, kokemusperäisesti tai laskennallisesti arvioitu käyttöikäennuste.

Käyttöikäsuunnittelun periaatteena on huolehtia, että ennakoitu käyttöikä on suunnitteluikää pitempi. ISO -standardiluonnoksessa esitetään rakennusten ja rakennusosien suunnitteluikäluokitus ja esimerkkejä joidenkin rakennusosien suunnitteluiän vähimmäisarvoista.

Käyttöiän ennakointi vaatii perustietoja materiaaleista ja tuotteesta, ympäristöolosuhteista, turmeltumismekanismista ja toimivuusvaatimuksista. Käyttöiän ennakoinnin menetelmiä ovat kokemusperäiset menetelmät, kokeelliset menetelmät ja laskennalliset menetelmät. Laskennalliset menetelmät perustuvat joko yksinkertaisiin turmeltumismalleihin tai turmeltumisen ajalliseen simulointiin lämpö- ja kosteusmekanisilla laskelmilla. Käyttöiän ennakoinnin metodiikkaa on kehitetty ⁸ erityisesti säärasituksille alttiina oleville rakenteille, julkisivuille ja katteille.

Ympäristöministeriön ympäristöklusterin tutkimusohjelmassa ollaan laatimassa rakennusten elinkaarisuunnittelua ja kiinteistönpitoa palveleva systeemi rakennustuotteiden sekä taloteknisten tuotteiden elinkaarikäyttäytymistä koskevan tiedon hallinnasta ⁹.

Tarkoituksena on, että tuotteiden käyttöikäarvio annetaan laskennallisesti tai kokeellisesti arvioituna lukuna tai kokemusperäiseen tietoon pohjautuvana arviona, joka sidotaan aina käyttöiän edellytyksiin. Nämä voivat koskea suunnitelludetaljeja, asentamista, käyttöolosuhteita ja huoltoa.

⁸ Mm. Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden käyttöiän ennakointi. VTT Rakennustekniikka/Rakentamisen ympäristöteknologia.

⁹ Rakennusten elinkaaritekniikka- tuotteiden ikäkäyttäytyminen ja käyttöiän laatukriteerit. VTT Rakennustekniikka.

⁷ Service life design of buildings. ISO/CD 15686-1.3. ISO TC 59/SC 3/WG. 43 s.

Tiedon välityskanavana tulee olemaan internet. Tarkoituksena on tallettaa tuotteiden ikäkäyttötymistä koskeva tieto sellaiseen muotoon, että se voidaan

tarvittaessa suoraan siirtää hankeasiakirjoihin, rakennusselitykseen ja työselitykseen sekä kiinteistönpitoa ohjaaviin asiakirjoihin kuten huoltokirjaan.

Tuotevalinnan välineet

Elinkaariarvion tuloksia voidaan käyttää tuotesuunnittelussa ja toiminnallisesti tasavertaisten tuotteiden vertailussa, kun ympäristövaikutukset halutaan ottaa huomioon. Tuotteen elinkaaritarkastelussa selvitetään resurssien käyttö ja haitalliset päästöt ilmaan, veteen ja maahan valittua toiminnallista yksikköä kohden elinkaaren aikana. Vertailtavien tuotteiden käyttöikien, uusimisjaksojen ja huoltotarpeiden määrittäminen on rakennustuotteiden elinkaaritarkasteluissa tärkeää, jotta vertailun kohteena olisivat tasavertaiset toiminnalliset yksiköt.

Suomessa on rakennustuotteiden tuottajien taholta laadittu ehdotus rakennustuotteiden ympäristövaikutusten arvioiden menettelytavaksi ja tuloksen ilmoittamisen muodoksi¹⁰. Menettelytapaa on edelleen yhtenäistetty RTS:n vetämässä hankkeessa¹¹. Rakennustuotteiden ympäristöominaisuuksia koskevia tietoja ollaan viemässä rakennustuotekortteihin. Vuoden 1998 aikana valmistellaan ympäristötieto tuotekortteihin noin 40 rakennustuotteen osalta. Lisäksi ympäristötieto on tarkoitus sisällyttää myös ohjekortteihin. Rakennustuotteiden ekologinen vertailu voidaan tällöin tehdä rakennusosatasolla.

Tuotteiden tai rakennusosien valinnassa niille asetetaan ensin toiminnalliset vaatimukset (esimerkiksi ulkoseinälle asetetaan käyttöikä- ja lämmöneristävyysvaatimus ja väliseinälle asetetaan äänen-eristävyysvaatimus), minkä jälkeen ympäristöperusteinen valinta voi tapahtua

toiminnallisesti tasavertaisten yksiköiden suhteen.

Ympäristöseloste

Tuotenimi

Toiminnalliset yksiköt

(viittaus ohjekortteihin), joissa tuotetta voidaan käyttää

Tavoitekäyttöiät ja niiden

edellytykset

tietyissä

toiminnallisissa yksiköissä

Tuotannon ja huollon **ympäristöparametrit**

- ▶ energiäresurssien käyttö (MJ/kg)
- ▶ raaka-aineresurssien käyttö (kg/kg)
- ▶ kasvihuonekaasut (g CO₂/kg)
- ▶ happamoittavat päästöt ilmaan (gSO₂/kg)
- ▶ fotokemialliset oksidantit ilmaan (g eteeni/kg).

Tuotteen kierrätys

- ▶ tuotteen soveltuvuus kierrätykseen

Tuotteen terveydellinen haitattomuus

- ▶ ohjeet
- ▶ sisäilmaemissioluokka.

Toiminnallisina yksiköinä voidaan käsitellä ulkoseiniä, väliseiniä, yläpohjia, alapohjia, välipohjia, perustuksia, runkoa ja taloteknisiä järjestelmiä.

Taloteknisten järjestelmien ympäristövaikutusten arvioinnissa vertailupohjana käytetään sitä palvelutasoa, johon tietyn tyyppisessä rakennuksessa pyritään. Lähtökohtana on tällöin esimerkiksi tavoiteltu lämpötila, valaistus ja sisäilman laatu tietyn tyyppisessä rakennuksessa.

¹⁰ Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden ympäristövaikutukset ja niiden arviointiperustet. Häkkinen, T. ym. VTT Tiedotteita 1836. VTT ja RTT. Espoo 1997. 138 s. + liitt. 10 s.

¹¹ Rakennustuotteiden ympäristöselosteet. RTS, Tekes, Rakentamisen ympäristöteknologian tutkimusohjelma. 1998 - 1999.

Tilanne Hollannissa ja Saksassa

Euroopan ympäristötietoisimmat maat lienevät Hollanti ja Saksa. Edellinen on huolissaan paitsi ympäristön tilasta yleensä myös meren pinnan nousu-uhkasta. Saksa on keskittynyt erityisesti hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen.

Hollanti julkaisi jo 1989 suunnitelman kansalliseksi ympäristöpolitiikaksi (NEPP) "To choose or to lose". Siinä määriteltiin tavoitteita vuosille 1990-94. Tavoitteet koskivat kaikkia ympäristövaikutuksia teollisuuden päästöistä maatalouteen ja liikenteestä rakentamiseen.

Nyt Hollanti tukee selvällä rahalla ympäristöä vähän kuormittavaa rakentamista. Valtion erityistukea saa kestävä kehityksen "dubo"-rakentaminen. Tätä mitataan viherpisteillä, joita saa esim. aurinkolämmön käytöstä lämpimän veden tuottoon, jätemateriaalien käytöstä, jätteen kompostoinnista ja astianpesukoneiden kytkennästä kuumaan veteen. Mitä enemmän pisteitä, sitä edullisempi laina.

Saksa on panostanut rakennusten eristävyyden parantamiseen. Rakennusten lämmityksestä arvioidaan tulevan 30 % Saksan hiilidioksidipäästöistä. Lämmitykseen kuluu 33 % energiasta ja lisäksi 4 % lämpimän veden tuottoon. Tulossa on uusi Wärmeschutzverordnung, joka

vähentää uusien talojen lämmitysenergian tarvetta noin 30 % verrattuna aikaisemman 1976 normin tasoon. Enää ei määritellä rakenteiden k- tai U-arvoja, vaan sallittu lämmitysenergiankulutus kWh/asunto-m² vuodessa talon muodon yms. funktiona. Uudet määräykset koskevat myös korjausrakentamista.

Uusi energiamääräysten tiukennus tulee ilmeisesti ensi vuonna. Se on Energieschutzverordnung eli koskee nimenomaan energian käyttöä. Se merkitsee sallitun lämmitysenergiatarpeen vähennystä edelliseen vuoden 1995 normeihin verrattuna 25-35 %. Laskenta muuttuu ilmeisesti entistä mutkikkaammaksi, mm. tietyn talon käyttämän lämmitysenergian tuotto- ja siirtohäviöt vaikuttavat talolta vaadittavaan kulutustasoon.

Saksan osavaltioilla on ollut jo vuosia sitten omia tukimuotojaan ympäristöä säästävälle rakentamiselle. Esim. Schleswig-Hollstein tuki selvällä rahalla pientaloja, jotka täyttivät tietyt perusvaatimukset. Perusvaatimuksia olivat mm. hyvä lämmöneristys, kierrätysmateriaalien käyttö, vähäinen energian tarve tuotannossa ja kuljetuksien vähyys sekä sadeveden imeytys tontilla. Tuki pientalolle saattoi olla jopa 20.000 DEM.

Tutkimuspanostukset ympäristöä säästävään rakentamiseen

Rakentamisen ympäristötekniikan ohjelmassa (1994-1999) yritykset, yhteisöt ja tutkimuslaitokset ovat kehittäneet ympäristöä säästäviä tuotteita, menetelmiä ja tekniikoita kilpailutekijöikseen tärkeinä ekologisesti kestävä rakentaminen. Rakentamisen ympäristöteknologiaohjelman tavoitteena on yritysten liiketoiminnan, vientipotentialin ja kilpailukykyyn parantaminen.

Kehitysprosessin tuloksena halutaan syntyvän:

- ▶ rakennetun ja rakennettavan ympäristön tilaa parantavaa yritystoimintaa
- ▶ tuotteita ja palveluja, joiden menestys perustuu ympäristöä säästäviin ominaisuuksiin
- ▶ tapoja rakentaa kaikissa elinkaaren vaiheissa ympäristöä vähän kuormittavia rakennuksia
- ▶ yhtenäiset menetelmät rakentamisen ympäristövaikutusten arviointiin ja ympäristöä säästävään suunnitteluun.

Energiatohokkaaseen rakentamiseen kohdistuvaa tutkimus- ja tuotekehitystyötä tehty määrätietoisesti 1980-luvun alkupuolelta sekä erillisissä hankkeissa että myös kolmessa suuressa ohjelmassa: ETRR (Energialoudelliset rakennukset ja rakennusosat), LVIS 2000 sekä RAKET, joka päättyy vuonna 1999.

Tutkimusten suurimmat julkiset rahoittajat ovat Tekes, KTM:n Energiaosasto ja Ympäristöministeriö. Yritysten puolella ovat olleet edustettuina rakennusliikkeet, materiaalitoimittajat, talotekniikka-alan yritykset sekä energia-alan yritykset ja organisaatiot.

Energiatohokkaiden rakennusten tutkimusten tulosten varmistamiseksi on

rakennettu koerakennuksia. Niitä on kaikkiaan lähes 20. Useimmat ovat ta-

Kehitettäviä asioita

Ekologisesti kestävä rakentaminen on jatkuva prosessi, jossa pyritään ympäristöä yhä vähemmän kuormittaviin tuotteiden ja rakennusten tuotantomenetelmiin ja uudis- ja korjausrakennusratkaisuihin. Tehtävä kuuluu koko rakennus- ja kiinteistöalalle.

Rakentamisprosessin tehokas toteuttaminen koko elinkaari huomioon ottaen vaatii rakentamisen kaikkien osapuolten sitoutumista ekotehokkuuteen. Ekotehokkuudella tarkoitetaan KTM:n ekotehokkuustyöryhmän¹² määritelmän mukaan *asianmukaisen huomion kiinnittäminen prosessien ja kehityskulkujen alkuun ja luonnonvarojen käyttöön sekä sen tehokkuuteen suhteessa aikaansaatuun hyvinvointiin*. Ekotehokkuudelle tarvitaan rakennus- ja kiinteistöalalla erilaisia mittareita, jotka palvelevat ja hyödyttävät selkeästi kutakin käyttäjää.

vallisten perheiden asumia pientaloja. Joukossa on myös kaksi asuinkerrostaloa ja yksi toimistotalon miehittämätön prototyyppi. Suurin osa koetaloista on etelä-Suomessa. Pohjoisimmat ovat Rovaniemellä, läntisin Pietarsaareissa ja itäisin Liperissä.

Kestävän kehityksen myös rakennuksille asettama tavoite on tuotetta kohti tarvittavan materiaalin ja energian vähentäminen murto-osaan nykyisestä 50-100 vuodessa. Yleisesti esitetyt luvut ovat materiaalin ja energian tarpeen vähentäminen tuotetta kohti yhteen kuudesosaan 50 vuodessa tai yhteen kymmenesosaan 100 vuodessa.

Tarvetta on toisaalta kehittää painottamisen ja arvottamisen menetelmiä, jotta vaihtoehtoisia tuotteita, rakennuksia ja ratkaisuja voidaan helpommin vertailla keskenään. Tarvetta on myös kehittää toiminnan ekotehokkuutta kuvaavia indikaattoreita suunnittelun, rakentamisen ja kiinteistönpidon arviointia ja kehittämistä varten.

Yhtenäisin perustein tehdyt ekotehokkuusindikaattorit parantavat ympäristö- ja kustannustietojen sekä tuottoarvioiden samanaikaisen hyväksikäytön mahdollisuuksia kiinteistöalalla.

Rakentamisen ekotehokkuuden palvelevat rakennusalan lisäksi muita aloja ja sidosryhmiä, jotka tarvitsevat tietoa rakennusalan kehityksestä ekologisesti kestävä kehityksen tavoitteiden toteuttamisessa.

¹² Ekotehokkuus ja factor-ajattelu, KTM 1/1998