



RAPORTTI

VTT-S-04488-15

Rakennusautomaatio rakentamisen sääntelyssä

Kirjoittajat: Petri Kukkonen, Juhani Hyvärinen, Mikko Saari, Mikko Nyman

Tilaaaja: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry

Alkusanat

EU:n rakennusten energiatehokkuusdirektiivin vaatimusten mukaisesti Suomi siirtyy lähes nollaenergiarakentamiseen. Tämä edellyttää muutoksia ja uudistustarpeita niissä keinoissa, joilla rakentamista ohjataan kuten maankäyttö- ja rakennuslaissa, rakentamismääräyskokoelmassa ja vapaaehtoisen ohjaamisen tietoaaineistoissa. Uudistusten yhteydessä tulisi kiinnittää huomiota myös rakennusautomaation rooliin.

Tämä on loppuraportti projektissa, jossa selvitettiin millä tavalla rakennusautomaatio tulisi huomioida rakentamisen ohjaamisessa. Projektin tuloksena on uusien konkreettisten kehitysehdotusten esittäminen rakentamisen ohjaustapojen kehittämiseksi rakennusautomaation näkökulmasta. Projektissa syntynyt aineisto myös helpottaa eri osapuolten välistä kommunikaatiota.

Projektin aikana julkaistun hallitusohjelman (29.5.2015) kirjaukset asettavat tavoitteita säädösten vähentämiseksi. Tämän johdosta selvityksessä on tehty kehitysehdotuksia asioista, jotka tulisi huomioida määräyksenä, ohjeena, oppaana tai jollakin muulla tavalla, joka johtaa automaation roolia selkeyttävään lopputulokseen. Päämääränä on lisätä rakennusautomaation suunnittelun ja toteutuksen sujuvuutta rakentamisprosessissa ja parantaa rakennusautomaatiolla saavutettavaa hyötyä rakennusten käytössä.

Raportin ovat kirjoittaneet VTT Expert Services Oy:n liiketoimintapäällikkö Juhani Hyvärinen, erityisasiantuntija Mikko Saari, johtava asiantuntija Mikko Nyman ja asiantuntija Petri Kukkonen.

Ohjausryhmään kuuluivat Olli-Heikki Kyllönen, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry (puheenjohtaja), Ilkka Salo, Talotekniikkateollisuus ry, Erkki Aalto, RAKLI ry, Pekka Kalliomäki, ympäristöministeriö, Maarit Haakana, ympäristöministeriö, Toivo Sahlstén, Avoin Automaatio ry, Johan Stigzelius, KNX Finland ry, Sinikka Hieta-Wilkman, Sähkö- ja elektroniikka-alan kansallinen standardointijärjestö SESKO ry, Olli Seppänen, Hannu Herrala, Rakennusautomaatioliikkeiden liitto RALL ry, Ilpo Peltonen, RAKLI ry, Veijo Piikkilä, Tampereen ammattikorkeakoulu TAMK, Paula Porkola, Talotekniikkateollisuus ry ja ohjausryhmän sihteerinä toiminut Riikka Liedes, STUL ry.

Tekijät haluavat kiittää ohjausryhmää osallistuvasta ja neuvoa antavasta työn ohjaamisesta sen edetessä. Kiitokset kuuluvat myös työn tilaajille ja muille projektin läpivientiin myötävaikuttaneille tahoille selvitystarpeen huomioimisesta ja yhteistyöhön osallistumisesta.

Espoo 30.9.2015

Tekijät

Sisällysluettelo

Alkusanat	2
Sisällysluettelo.....	3
1. Tiivistelmä.....	4
2. Johdanto.....	6
2.1 Tausta	6
2.2 Selvityksen tavoitteet.....	6
2.3 Selvityksen kulku ja suhde toimintaympäristöön	7
2.4 Energiatehokkuus ja automaatio.....	7
2.4.1 Rakennuksen käyttö, hallinta ja ohjaus	7
2.4.2 Kokonaisuuden hallinta ja rakennusten energiatehokkuus.....	7
2.4.3 Energiatehokkaan rakennuksen osatekijät.....	8
2.4.4 Automaation rooli energiatehokkuudessa	9
2.4.5 Rakennusautomaatio hyvän sisäilmaston toteuttajana.....	9
2.5 Määritelmiä	10
2.6 Selvityksen rakenne.....	11
3. Nykyinen säädäntö	12
3.1 Suomessa.....	12
3.2 Muissa maissa.....	16
4. Automaatio tulevaisuuden rakennetussa ympäristössä.....	18
5. Rakennusautomaation tekniset ominaisuudet.....	20
5.1 Kehitysehdotukset	20
5.1.1 Vaatimukset suunnittelulle ja rakentamiselle	20
5.1.2 Vaatimukset rakennuksen käyttöönotolle	22
5.1.3 Vaatimukset käyttö- ja ylläpitovaiheeseen.....	22
5.2 Ehdotusten taustat.....	25
6. Rakennusautomaatio ja sisäolosuhteet.....	27
6.1 Kehitysehdotukset	27
6.1.1 Vaatimukset suunnittelulle ja rakentamiselle	27
6.1.2 Vaatimukset rakennuksen käyttöönotolle	27
6.1.3 Vaatimukset käyttö- ja ylläpitovaiheeseen.....	27
6.2 Ehdotusten taustat.....	28
7. Rakennusautomaatio ja energiatehokkuus.....	30
7.1 Kehitysehdotukset	30
7.1.1 Vaatimukset suunnittelulle ja rakentamiselle	30
7.1.2 Rakennusautomaation huomioonottaminen energialaskennassa.....	31
7.1.3 Vaatimukset käyttö- ja ylläpitovaiheeseen.....	33
7.2 Ehdotusten taustat.....	34
8. Yhteenveto.....	35

1. Tiivistelmä

Rakennusautomaatioselvityksen tavoitteena oli tehdä kehitysehdotuksia, joiden kautta saavutettaisiin rakennusautomaation ja talotekniikan parempi toimivuus. Tätä kautta edelleen pyritään vaikuttamaan rakennusten toimivuuteen, käytettävyyteen ja energiatehokkuuteen sekä niiden todentamiseen rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa.

Projektin päätavoitteeksi tarkentui sen kuluessa rakentamisen ohjauksen edistäminen. Tarkennetun tavoitteen mukaan automaation roolia rakentamisen ohjauksessa tulee selkeyttää ja rakennuksen kokonaistoimivuus tulee pitää mielessä. Tavoitteena oli esittää konkreettisia kehitysehdotuksia rakentamisen ohjaamisen tietoaineistojen uudistamiseksi automaation näkökulmasta niin, että määräysten kevennystavoite pidetään mielessä.

Tällä selvityksellä pyritään antamaan konkreettisia ehdotuksia ohjauskeinojen uudistamiseen. Tavoitteena on rakennusautomaation kuvan ja roolin selkeytyminen rakentamisen ohjaamisessa. Päämääränä on luoda rakennusautomaation kanssa toimiville osapuolille hyvät puitteet mahdollisimman sujuvaan ja tehokkaaseen työskentelyyn sekä keskinäiseen yhteistyöhön. Selvityksellä tavoiteltavia päämääriä ovat myös rakentamisen laadun varmistaminen ja rakennusautomaation potentiaalin hyödyntäminen energiatehokkuuden tuottajana.

Pääministeri Juha Sipilän hallituksen strateginen ohjelma (29.5.2015) linjaa:
”Säädöspolitiikan ohjausta selkeytetään, tavoitteena sääntelyn nettomääräinen keventäminen ja säädöksille vaihtoehtoisten ohjauskeinojen käytön lisääminen. Tavoitteena on turhan sääntelyn purkaminen ja hallinnollisen taakan keventäminen. EU-säännösten toimeenpanossa pidättydytään kansallisesta lisäsääntelystä”

Lähes nollaenergiarakennusten säädöshankkeen ohjausryhmä on noudattanut hallitusohjelman tavoitteita omissa linjauksissaan, jotka saatiin projektiryhmän tietoon selvityksen loppuraporttiluonnoksen valmistumisen alla.

Hallitusohjelman linjausten ja lähes nollaenergiarakentamisen säädöshankkeen ohjausryhmän linjauksiin perustuen tässä selvityksessä on päädytty esittämään sääntelyn kehittämisen tueksi rakennusautomaatiota koskevia kehitysehdotuksia. Esitettyjä kehitysehdotuksia voidaan viedä eteenpäin rakentamisen ohjaamisen kehittämisessä jatkossa tarkoituksenmukaisella tavalla. Määräysten kautta voidaan varmistua siitä, minimitasosta, joka rakentamiseen osallistuvien tulisi saavuttaa. Osa kehitysehdotuksista on toteutettavissa tehokkaammin vapaaehtoisten ohjauskeinojen kautta ja niitä voidaan hyödyntää esimerkiksi ohjeiden, oppaiden ja kortistojen kaltaisten tietoaineistojen laadinnassa. Kehitysehdotuksiin on myös listattu sellaisia asioita, joista ei sellaisenaan ole löydettävissä suoraa yhtymäkohtaa edellä mainittuihin asioihin, mutta jotka voivat hyvinkin toimia alan järjestöjen ja organisaatioiden koulutus- ja opasmateriaalin kehittämisen tukena ja ideoina.

Sisäolosuhteiden ja energiatehokkuuden ohjaamiseen, hallintaan sekä todentamiseen liittyvien asioiden lisäksi näissä ehdotuksissa on tuotu esille myös automaation perustason teknisiä vaatimuksia, automaation roolia kokonaisuuden hallinnassa sekä automaation osuutta rakennuksen suunnitteluprosessissa. Ehdotukset voidaan vaikutuksiltaan jakaa kolmeen ryhmään. Ensimmäinen ryhmä käsittää tekniset ehdotukset, jotka parantavat rakennusautomaation tuottaman tiedon luotettavuutta ja näin myös tiedon käytettävyyttä. Toinen ryhmä käsittää ehdotukset, jotka kannustavat energiatehokkaisiin ratkaisuihin, mutta jotka eivät ole pakollisia, ellei rakennusautomaatiolla haluta vaikuttaa laskennalliseen energiankulutukseen. Kolmannen ryhmän muodostavat ehdotukset, joilla pyritään varautumaan tulevaisuuden tuomiin mahdollisuuksiin ja välttämään mahdolliset uhkatilanteet.

Ehdotuksia luonnosteltaessa on pidetty myös mielessä se, että ehdotukset liittyvät tilanteeseen, jossa rakennusautomaatiota hyödynnetään tai joissa sitä on jo olemassa olevien määräysten nojalle hyödynnettävä. Rakennuksia voidaan edelleen rakentaa ilman rakennusautomaatiota ja näin ollen ehdotukset eivät lisää säädöksiä tai määräyksiä minimitasolla.

2. Johdanto

2.1 Tausta

Automaation rooli energiatehokkaiden ratkaisujen alustana korostuu, kun tekniset järjestelmät kehittyvät ja tarjoavat yhä monipuolisempia vaihtoehtoja rakennuksen käyttöön ja hallintaan. Olosuhteiden hallinta ja energiaa kuluttavien laitteiden ja järjestelmien ohjaus ovat rakennusautomaation tärkeimpiä tehtäviä. Rakennusautomaation tarjoamat työkalut voivat myös olla olennaisena osana käytössä olevan rakennuksen energiankulutuksen seurannassa ja raportoinnissa. Lisäksi sisäilmastosta saadaan rakennusautomaatiolla monipuolista tietoa, josta on mahdollista seurannan avulla koostaa raportteja toteutuneista sisäolosuhteista.

Selvitystä tehtäessä on tiedostettu rakentamisen ja rakennusautomaation aloilla tunnistetut huolet. Näihin kuuluvat ongelmat käyttöönottovaiheessa, jotka ovat alalla hyvin tiedossa ja harmillisen yleisiä, mutta vältettävissä. Toiminnoiltaan monipuolisen järjestelmän käyttöönotto on suoraviivaisempaa, jos suunnittelussa on otettu huomioon kaikki rakennusautomaation rajapinnat ja yhtymäkohdat muuhun talo- ja rakennustekniikkaan. Tämä edellyttää tiivistä yhteystyötä kaikkien rakennuksen suunnitteluun osallistuvan henkilöiden kesken. Lisäksi tiedon on kuljettava aina asennusportaalle asti, joka voi nojautua tähän tietoon tehdessään työmaa-aikaisia ratkaisuja.

2.2 Selvityksen tavoitteet

Tällä hetkellä ongelmaksi rakennusten automaation osalta koetaan yleisesti se, että niiden toiminnassa on puutteita ja vikoja: järjestelmät eivät toimi tai niiden toimintaan ei voi luottaa. Toimiva automaatio ja automaatiojärjestelmä ovat kuitenkin rakennuksen käyttö- ja hallintajärjestelmän perusasioita. Rakennusten automaation on siis toimittava ja sen toimintaan on voitava luottaa.

Selvityksen tavoitteena oli esittää ehdotuksia siitä, millä tavalla rakennusten automaatio tulisi huomioida rakentamisen ohjaamisessa. Projektiryhmä listasi joukon kehitysehdotuksia, joiden toteutustapa jää myöhempään harkintaan. Joitakin ehdotuksia voidaan mahdollisesti viedä eteenpäin määräysehdotuksina, ja osaa esimerkiksi ohjeiden, oppaiden ja kortistojen kautta.

Automaation mahdollisuudet rakennusten käytössä ja hallinnassa ja edelleen korkeatasoisen sisäilmaston aikaansaamisessa mahdollisimman pienellä energiankulutuksella ovat tiedossa. Automaation avulla ohjataan, käytetään, hallitaan ja seurataan talotekniikkaa rakennuksen käyttövaiheen aikana, ja sillä on sen johdosta suuri merkitys energiantehokkuuteen. Automaation toimintaan tulisi voida luottaa ja sen järkevään käyttöön tulisi kannustaa niin, että myös tämä keino tulisi täyteen käyttöön rakennusten energiatehokkuutta kehitettäessä. Automaation tuottaman tiedon hyödynnettävyyden kannalta tiedon oikeellisuus on ensiarvoisen tärkeitä. Kehitysehdotuksissa otetaan kantaa myös tulevaisuuden mahdollisuuksiin ja uhkiin listaamalla ehdotuksia, joiden avulla niihin voidaan varautua.

Kehitysehdotukset on jaoteltu kolmeen ehdotusryhmään:

- teknisiin,
- kannustaviin ja
- varautumista helpottaviin ehdotuksiin.

Tekniset ehdotukset kuvaavat sitä laatutasoa, jota automaation toteutukselta pitää vaatia, että järjestelmän toiminta on luotettavaa. Kannustavat ehdotukset luovat kannusteita energiatehokkuutta parantavien toimintojen kehittämiseksi. Varautumista helpottavat ehdotukset ovat pääosin ehdotuksia jatkotyöstä, jonka kautta helpotettaisiin uusien

teknologisten mahdollisuuksien hyödyntämistä ja toisaalta esitettäisiin ratkaisuja uhkatilanteiden välttämiseksi. Kunkin ehdotuksen ehdotusryhmä näkyy kyseisen kehitysehdotuksen yhteydessä.

2.3 Selvityksen kulku ja suhde toimintaympäristöön

Selvitys käynnistettiin huhtikuussa 2015 tilaajan esittämän projektisuunnitelman pohjalta. Projektiryhmä esitti ensimmäisessä ohjausryhmän kokouksessa sisältösuunnitelman, jossa oli otettu mukaan mahdollisimman laajasti rakentamisen ohjaamisessa mahdollisesti huomioon otettavia asioita. Ohjausryhmä tarkensi tämän pohjalta koko selvityksen tavoitetta ja toisessa ohjausryhmän kokouksessa kesäkuun alussa projektiryhmä esitti tarkennetun sisältösuunnitelman, jossa ohjausryhmän toivomat painotukset ja tavoitteet oli huomioitu. Ohjausryhmän toisessa kokouksessa sovittiin, että projektiryhmä luonnostelee konkreettisia määräysehdotuksia. Hallitusohjelman (29.5.2015) tavoitteet määräysten keventämisestä eivät ehtineet vielä vaikuttaa projektin tavoitteisiin. Kesäkuun lopussa luonnosta muutettiin hallitusohjelman tavoitteita ja lähes nollaenergiarakennusten säädöshankkeen ohjausryhmän linjausta noudattaen niin, että määräysehdotusten sijasta luonnoksessa listattiin kehitysehdotuksia, joista ohjausryhmä voi valita edelleen määräysehdotukset. Luonnos jaettiin ohjausryhmälle kommentoitavaksi kesäkuun lopussa. Ohjausryhmän kolmannessa kokouksessa elokuun alussa projektiryhmä sai evästystä raportin lopullista muotoilua varten. Sen mukaan lopullisessa raportissa esitetään kehitysehdotuksia, joiden hyödyntämistapaan ei raportissa oteta kantaa.

2.4 Energiategohokkuus ja automaatio

2.4.1 Rakennuksen käyttö, hallinta ja ohjaus

Rakennusautomaatio on ilmeinen ja tarkoituksenmukainen keino hallita rakennusta ja ohjata sen toimintoja. Tähän voidaan liittää lukuisia lisätoimintoja, kuten energiaseurantaa, kulunvalvontaa ja kysyntäjoustoa.

Kaikkien rakennusautomaation tarjoamien toimintojen täysimittainen hyödyntäminen edellyttää seurantaa ja raportointia. Näiden avulla koko rakennuksen hyödyt saadaan korkeammalle tasolle kohentuneena turvallisuutena, parempana energiategohokkuutena tai miellyttävämpänä sisäympäristönä. Rakennuksen käyttöä voidaan seurata ja reagoida käyttötapaan ja välttyä ongelmilta sekä havaita käyttämätön potentiaali. Merkittävää hyötyä voidaan saavuttaa myös vikadiagnostiikalla, jonka avulla seurataan laitteiden ja järjestelmien toimintaa ja pystytään reagoimaan mahdollisiin poikkeamiin.

Nykyaikaisessa rakennuksessa on lukuisia järjestelmiä, joiden saumaton yhteistoiminta vaatii testausta käyttöönottovaiheessa. Mahdolliset oikaisut suunnittelussa kostaavat ongelmia käyttöönotossa. Toiminnoiltaan monipuolisen järjestelmän käyttöönotto on suoraviivaisempaa jos suunnittelussa on otettu huomioon kaikki rakennusautomaation rajapinnat ja yhtymäkohdat muuhun talo- ja rakennustekniikkaan. Tämä edellyttää tiivistä yhteistyötä kaikkien rakennuksen suunnitteluun osallistuvan henkilöiden kesken. Lisäksi tiedon on kuljettava aina asennusportaalille asti, joka voi nojautua tähän tietoon tehdessään työmaa-aikaisia ratkaisuja. Tärkeää on välttää myös asennusvaiheen virheet, mikä tarkoittaa kattavaa työtapohjeistusta asennukseen ja toimivaa tiedonkulkua projektin suunnittelun ja työmaavaiheen toteutuksen kesken.

2.4.2 Kokonaisuuden hallinta ja rakennusten energiategohokkuus

Energiategohokkuus ei ole vain yksittäisiä ratkaisuja, vaan kokonaisuuden hallintaa. Suunnitteluun osallistuvien henkilöiden sujuvalla yhteistyöllä on merkittävä rooli onnistuneessa kokonaisuuden hallinnassa. Tyypillisesti vähänkään suuremmassa (muut kuin erillistalot ja rivitalot) rakennusprojektissa rakennusautomaatiosta tehdään oma

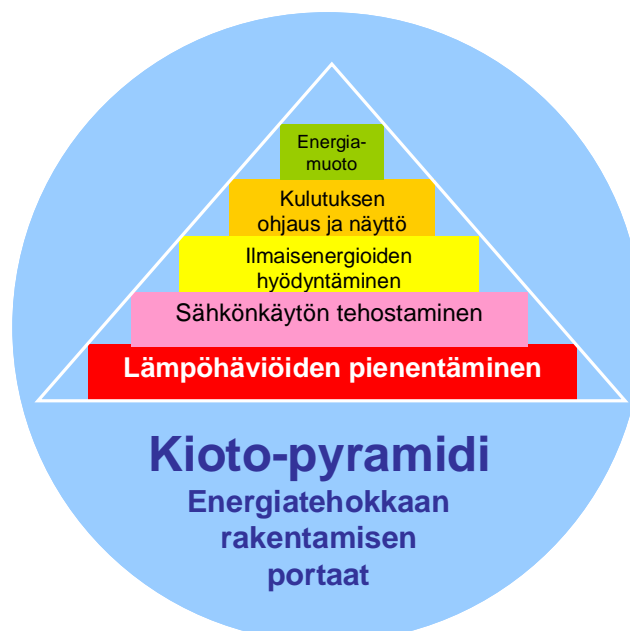
erityissuunnitelmansa. Suunnitelman laatii rakennusautomaatiosuunnittelija, jonka tehtäväksi esimerkiksi ilmanvaihdon automaation toteutussuunnittelu kohteen LVI-suunnittelijan laatiman ilmanvaihtosuunnitelman mukaisesti. Hyvässä tapauksessa käytettävissä on jo tässä vaiheessa ilmanvaihtojärjestelmän toiminta- ja säätökaaviot sekä laiteluettelot. Parhaassa tapauksessa ilmanvaihtojärjestelmän toiminta ja nämä kaaviot ovat suunniteltu tiiviissä yhteistyössä rakennusautomaatiosuunnittelijan kanssa. Tällöin ilmanvaihtojärjestelmän toimintakaavio ja –selostus ovat riittävän yksityiskohtaisia ja selkeitä. Lisäksi ilmanvaihtojärjestelmän ja -laitteiden toiminta eri vuodenaikoina ja kuormituksen vaihdellessa on esitetty yksiselitteisesti ja niiden suunnittelussa on otettu huomioon automaation tarjoamat mahdollisuudet.

Rakennuksissa kulutetaan Euroopassa enemmän energiaa kuin mitä liikenne tai teollisuus kuluttaa. Rakennuksissa kuluu yli 40 prosenttia koko Euroopan energiankulutuksesta. Tästä energiamäärästä kaksi kolmasosaa kuluu kotitalouksissa. Tehtyjen selvitysten mukaan rakennusten energiankulutusta Euroopassa voitaisiin vähentää jopa viidenneksellä energiatehokkuutta parantamalla.

Energiatehokkuutta tavoiteltaessa automaatio on keskeisessä asemassa. Pyrittäessä energiatehokkaisiin ratkaisuihin on toteutettujen järjestelmä- ja laiteratkaisujen oikea käyttötapa yksi keinoista saavuttaa haluttu lopputulos. Ilman toimivaa automaatiota laitteiden käyttö, ohjaaminen ja seuranta ei kuitenkaan olisi käytännössä mahdollista. Hyöty muista energialaureista tehokkaasti käyttävistä ratkaisuista saattaisi tällöin jäädä saamatta.

2.4.3 Energiatehokkaan rakennuksen osatekijät

Energiatehokkaan rakentamisen perustana on rakennuksen ja sen järjestelmien lämpöhäviöiden pienentäminen. Se lähtee siitä, että rakennuksen energian tarve saatetaan mahdollisimman pieneksi. Tähän päästään esimerkiksi hyvällä ulkovaipan lämmöneristyksellä ja tiiviydellä, ikkunoiden auringonsuojauksella ja tehokkaalla lämmöntalteenotolla ilmanvaihdosta. Näiden jälkeen tulee energian käytön tehostaminen ilmaisenergioiden hyödyntämisen, energiatehokkaiden laitteiden, tarpeenmukaisen käytön ja kulutuksen näytön avulla. Viimeisenä tulee alhaista energiankulutusta vastaavan energiantuotantomuodon valinta. Tämä Kioto-pyramidin (kuva 1) mukainen näkökanta on hyvä peruslähtökohta energiatehokkaan rakentamiseen. Tämän lisäksi tunnistettuja energiatehokkuuteen vaikuttavia asioita ovat ainakin rakennuksen tilatehokkuus ja käyttöaste.



Kuva 1. Energiatehokkaan rakentamisen portaat (Kioto-pyramidi, Dokka).

Keskeisellä sijalla energiatehokkuudessa on rakenne- ja talotekniikan yhteensovittaminen. Tähän tarvitaan mahdollisimman helppokäyttöisiä, toimintavarmoja ja yhteensopivia ratkaisuja ja järjestelmiä.

Energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä arkkitehtisuunnittelussa ovat rakennuksen sijainti, tilat, massoittelu ja materiaalit sekä taloteknisten järjestelmien vaatimien tilojen ja reititysten järjevä suunnittelu. Rakennesuunnittelussa energiatehokkuuden kannalta keskeisiä ovat rakenteiden lämpö- ja kosteustekninen toiminta sekä ilmatiiviys.

Talotekniikan puolelta esiin nousevat lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien valinta ja suunnittelu, lämpimän käyttöveden valmistus sekä valaistuksen suunnittelu. Automaatiojärjestelmän tulee taata tarpeenmukaiset ohjaukset, jotta esimerkiksi valaistus ei ole tarpeettomasti päällä eikä tapahdu yhtäaikaista lämmittämistä ja jäädyttämistä. Kaikkien edellä mainittujen osa-alueiden tulee olla yhteensopivia, jotta tavoitteet saavutetaan kustannustehokkaasti.

Osana matalaenergiarakentamisen ratkaisuja ja rakennuskannan energiatehokkuuden parantamista on tärkeää, että energiaa käyttävien laitteiden ja järjestelmien automaatio, ohjaus ja valvonta toteutetaan tavalla, joka johtaa terveelliseen ja miellyttävään sisäilmastoon optimaalisella energiankäytöllä. Käyttäjille on tarjottava hyödylliset, käytännölliset ja helppokäyttöiset järjestelmät.

2.4.4 Automaation rooli energiatehokkuudessa

Edellisen kuvan mukaisten portaiden kaikilla osa-alueilla on energiaa käyttävien laitteiden ohjauksella ja valvonnalla on merkittävä rooli. Näiden energian tarvetta pienentävien toimenpiteiden jälkeen tulee energiankulutukseen sopivien energiamuotojen ja energiantuotantoratkaisujen arviointi. Automaatiolla vaikutetaan myös energiamuodon valintaan ja käyttötapaan, kun käytössä on rinnakkaisia järjestelmiä. Alla olevassa taulukossa (taulukko 1) on esimerkkejä Kioto-pyramidin eri tasoille liittyvistä automaatiotoiminnoista.

Taulukko 1. Automaatiotoimintojen vaikutusmahdollisuuksia.

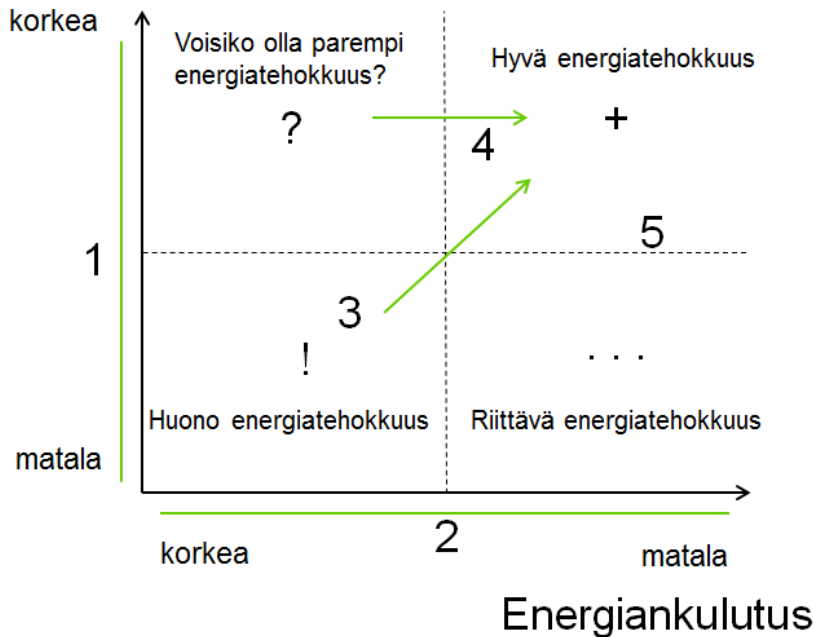
Kioto-pyramidin "porras"	Esimerkki rakennuksen automaation vaikutuskeinosta
energiamuoto	raportointi energialajeittain, kullakin hetkellä tehokkaimman energiamuodon valinta, rakennuksen E-luvun laskenta
kulutuksen ohjaus ja näyttö	huoneolosuhteiden säätö ja ohjaus, käyttölaitteet, laitteiden ja järjestelmien energiatehokas automaattinen käyttö
ilmaisenergioiden hyödyntäminen	lämmöntalteenoton ohjaus, vapaajäähdytys, dynaaminen lämmityksen ja jäädytyksen ohjaus
sähkönkäytön tehostaminen	energiankäytön optimointi, tarpeenmukaiset olosuhteet tiloissa ja painetasot ilman ja veden siirrossa
lämpöhäviöiden pienentäminen	tarpeenmukaiset lämpötilatasot käyttöveden ja lämmitysveden siirrossa, aurinkosuojaus (jäähdytys)

2.4.5 Rakennusautomaatio hyvän sisäilmaston toteuttajana

Toimivan kokonaisuuden suunnittelu vaatii yhteistyötä eri osa-alueiden suunnittelijoiden kesken. Kaikkien suunnitteluun ja toteutukseen osallistuvien on pidettävä tiukasti kiinni yhteisestä tavoitteesta luoda rakennukseen turvallinen ja laadultaan hyvä sisäilmasto.

Kuvassa alla on esitetty periaatteellisella tasolla, miten rakennusautomaatiolla vaikutetaan energiatehokkuuden toteutumiseen. Vaikutuskeinoja kuvan numeroinnein ovat: 1) sisäilmaston laadun toteaminen, 2) energiankulutuksen mittaaminen, 3) sisäilmaston laadutason parantaminen ja samanaikaisesti energiankulutuksen vähentäminen, 4) energiankulutuksen vähentäminen ja 5) rakennuksen käytön ja ohjaamisen kannalta olennaiset automaation perustoiminnot.

Sisäilmaston laatu



Kuva 2. Rakennusautomaatiolla on merkittävät vaikutusmahdollisuudet rakennuksen energiatehokkuuteen ja hyvään sisäilmastoon.

Koska rakennusautomaatiolla ohjataan rakennuksen teknisiä järjestelmiä, on se suuressa roolissa rakennuksen toimivuuden perustana. Tämä tosiasia pätee erityisen hyvin rakennuksen ilmanvaihtoon. Rakennuksen ilmanvaihtoa toteuttavat siihen osallistuvat laitteet, osat ja järjestelmät. Näiden ohjaus toteutetaan tyypillisesti keskitetysti osana rakennusautomaatiota. Hyvin suunniteltu ja huolellisesti toteutettu ilmanvaihto mahdollistaa terveellisen ja laadultaan hyväksi koetun sisäilmaston.

Sisäolosuhteiden laadukkuutta arvioitaessa joudutaan monesti tyytymään hetkellisiin mittaustuloksiin ja niistä vedettäviin johtopäätöksiin. Rakennusautomaatio seuraa lukuisin anturein jatkuvasti muun muassa läsnäoloa, hiilidioksidipitoisuutta, lämpötilaa ja kosteutta. Tämän informaation käyttäminen on hyvä perusta rakennuksen sisäolosuhteiden arvioinnille. Onkin erityisen tärkeää että rakennusautomaatiolla mitataan sisäolosuhteita kattavasti ja laadukkaasti. Tämä tarkoittaa sitä, että anturointi on riittävää ja että se on toteutettu huolellisesti. Tilassa olevien antureiden tulisi olla sijoittelultaan sellaisia, että niiden lukema antaa edustavan kuvan tilan todellisista oleskeluvyöhykkeellä vallitsevista olosuhteista. Myös olosuhteiden seurantaan osallistuville komponenteille valmistajan antama suunniteltu käyttöikä tulee olla selvillä, jotta voidaan suunnitella komponenttien toiminnan tarkistus- ja uusimistoimenpiteet.

2.5 Määritelmiä

Automaatio tarkoittaa itsetoimivaa, jossa toiminta tapahtuu ilman ihmisen ohjaavaa tai suorittavaa osuutta.

Rakennusautomaatio Automaation osa-alue, jolla vaikutetaan rakennusten sisäilmastoon ja valaistukseen sekä laajasti tulkiten myös rakennusten turvallisuuteen.

Rakennusautomaatiolla ohjataan ja seurataan rakennuksen teknisiä laitteita ja optimoidaan niiden toimintaa. Rakennusautomaation tavoitteena saada aikaan rakennuksen talotekniikan energiatehokas, taloudellinen ja turvallinen käyttö

Rakennuksen rakennusautomaatio Niiden tuotteiden, ohjelmistojen, järjestelmien ja palveluiden kokonaisuus, jolla rakennusautomaatio suunnitellaan toteutettavan tai on toteutettu jossakin rakennuksessa.

Rakennuksen rakennusautomaatiojärjestelmä Se osa rakennuksen rakennusautomaatiosta, joka toimii yhtenäisenä järjestelmänä talotekniikan käytössä.

Rakennusautomaatiojärjestelmä Yleisnimi järjestelmille ja ratkaisuille, joilla rakennusautomaatio voidaan toteuttaa. Rakennusautomaatiojärjestelmään synonyymina on aikaisemmissa määräyksissä ollut usein ohjaus- ja säätöjärjestelmä ja mittausjärjestelmä.

Rakennuksen säätö- ja ohjauslaitteet, automaatiolaitteet rakennustuotteita, joilla toteutetaan rakennusautomaatiota

2.6 Selvityksen rakenne

Johdannon jälkeen tämän selvityksen kappaleessa 3 käsitellään nykyistä ja aiemmin voimassa ollutta rakentamisen säädäntöä Suomessa rakennusautomaation näkökulmasta. Muista maista tehdään lyhyt katsaus Tanskan ja Ruotsin säädäntöön. Kappaleessa 4 esitetään lyhyt katsaus tulevaisuuden tuomiin mahdollisuuksiin ja uhkiin.

Rakennusautomaatioon liittyvät kehitysehdotukset ovat kappaleissa 5, 6 ja 7. Kehitysehdotuksia voidaan käyttää esimerkiksi rakentamisen ohjaamiseen liittyvissä ohjeistoissa runkona tai oppaiden pohjana sekä määräysaihoina.

Kappaleessa 5 esitetään rakennusautomaation yleisiin ominaisuuksiin, tekniikan toimivuuteen ja rakennusautomaation rooliin kohdistuvia ehdotuksia. Kappaleessa 6 esitetään sisäolosuhteisiin liittyvät ehdotukset ja kappaleessa 7 energiatehokkuuteen liittyvät ehdotukset. Yhteen ehdotustekstiin voi olla sisällytettynä asioita laajemmin kuin jaottelu tiukasti rajattuna sallisi, joten ehdotuksen lokerointi voi osittain olla tulkinnanvaraista. Onkin hyvä muistaa että hyvä energiatehokkuus tarkoittaa hyvän sisäilmaston tuottamista matalalla energiankulutuksella. Yhteenveto on kappaleessa 8.

Kehitysehdotukset ovat jaettu kolmeen ryhmään: teknisiin, kannustaviin ja varautuviin ehdotuksiin. Kehitysehdotukset esitetään seuraavalla rakenteella:

[Ehdotusryhmä: ryhmän nimi] Kehitysehdotusteksti, mikä sisältää varsinaisen kehitysehdotuksen harkitussa sanamuodossaan ja laajuudessaan.

Ohje:

Edeltävään ehdotustekstiin liittyvät ohjeistavat tekstit, jotka avaavat ja selventävät sekä taustoittavat kehitysehdotusta. Ohjeistava teksti voi myös laajentaa tai täsmentää kehitysehdotusta, jolloin sen voi poimia mukaan ehdotustekstiä hyödynnettäessä tai vaihtoehtoisesti jättää laajennuksen tai täsmennyksen sisältö käyttämättä.

Perustelu:

Perusteluteksti kertoo mitkä asiat kehitysehdotuksen taustalla perustelevat sen olemassaoloa.

3. Nykyinen säädäntö

3.1 Suomessa

Nykyisen säädännön perusta on maankäyttö- ja rakennuslaissa (MRL, 132/1999), jonka nojalla ympäristöministeriö voi antaa rakennusautomaatiota koskevia määräyksiä asetusten tasolla. Rakentamismääräyskokoelman eri osista koottiin rakennusautomaatioon liittyviä kohdat. Nykyisten rakentamismääräysten lisäksi käytiin läpi myös aikaisemmin voimassa olleita määräyksiä.

Maankäyttö- ja rakennuslaki

Maankäyttö- ja rakennuslain 2§:ssä säädetään lain soveltamisalasta. Laissa säädetään alueiden ja rakennusten suunnittelusta, rakentamisesta ja käytöstä. Rakentamismääräyksistä poiketen MRL:ssa voidaan säätää myös rakennuksen käytön aikaisista asioista.

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) edellyttää energiatehokkuuden ylläpitoa. Tämän voidaan katsoa koskevan myös rakennusautomaatiojärjestelmää.

166 §: Rakennus ja sen energiahuoltoon kuuluvat järjestelmät on pidettävä sellaisessa kunnossa, että ne rakennuksen rakennustapa huomioon ottaen täyttävät energiatehokkuudelle asetetut vaatimukset. (488/2007)

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) edellyttää, että säätö- ja mittausjärjestelmät omalta osaltaan edesauttavat suunnitellun energiatehokkuuden saavuttamista ja energiankulutuksen seuraamista.

117g §: Rakennuksessa käytettävien tuotteiden ja taloteknisten järjestelmien sekä niiden säätö- ja mittausjärjestelmien on oltava sellaisia, että energiankulutus ja tehontarve rakennusta ja sen järjestelmiä käyttötarkoituksensa mukaisesti käytettäessä jää vähäiseksi ja että energiankulutusta voidaan seurata.

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) edellyttää käyttö- ja huolto-ohjetta. Tämän voidaan katsoa koskevan myös rakennusautomaatiojärjestelmää ja sen käyttöikä.

117i §: Käyttö- ja huolto-ohjeen tulee sisältää rakennuksen käyttötarkoitus ja rakennuksen ominaisuudet sekä rakennuksen ja sen rakennusosien ja laitteiden suunniteltu käyttöikä huomioon ottaen tarvittavat tiedot rakennuksen asianmukaista käyttöä ja kunnossapitovelvollisuudesta huolehtimista varten.

Suomen rakentamismääräyskokoelma

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa käsitellään tällä hetkellä hyvin vähän rakennusautomaatioon liittyviä vaatimuksia ja mahdollisuuksia. Rakennusautomaatio on kuitenkin monella osa-alueella taustalla ja käytännössä useiden määräyskohtien toimeenpanossa rakennusautomaatio on oleellisessa roolissa.

Selvityksessä käytiin läpi tarkemmin rakentamismääräysten tärkeimmät osat, joissa rakennusautomaatio liittyy sisäolosuhteisiin ja energiatehokkuuteen:

- Osa D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto: Varmistaa, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan niin, että terveellinen ja turvallinen sisäilmasto varmistetaan ja, että ilmanvaihtojärjestelmä täyttää määräysten vaatimukset

- Osa D3 Rakennusten energiatehokkuus: Varmistaa, että rakennus täyttää energiatehokkuusmääräykset ja, että talotekniikkajärjestelmät täyttävät määräysten vaatimukset
- Osa D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta: Ohjeistaa määräysten energiatehokkuusvaatimusten täyttämisen edellyttämää energialaskentaa

Rakennusautomaatiolla on oleellinen rooli myös turvallisuuden liittyvissä määräysosissa:

- Osa E Rakenteellinen paloturvallisuus: Määrää paloturvallisuudesta
- Osa F Yleinen rakennussuunnittelu: Määrää esteettömyydestä ja käyttöturvallisuudesta
- Osa G1 Asuntosuunnittelu: Varmistaa, että rakennus voidaan ottaa käyttöön ja sitä voidaan käyttää turvallisesti

D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto

Osasta D2 (2012) poistui ilmanvaihdon energiatehokkuuteen liittyviä määräyksiä ja ohjeita rakentamismääräysten rakenneuudistuksen yhteydessä. Osa määräyksistä ja ohjeista siirtyi osaan D3 (2012), mutta osa poistui kokonaan. Muilta osin pieniä tai muusta lainsäädännöstä johtuvia tarkistuksia lukuun ottamatta osa D2 on pysynyt perusrakenteeltaan samanlaisena kuin vuosien 2003 ja 2010 versiot.

Osan D2 (2012) kohdan 2.1.1.1 ohjeen mukaan kustakin erityissuunnitelmasta vastaava henkilö huolehtii siitä, että suunnitelma täyttää osaltaan sisäilmastolle asetetut vaatimukset. Pääsuunnittelija huolehtii siitä, että **rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää sisäilmastolle asetetut vaatimukset.**

Osan D2 (2012) kohdan 2.2.1 määräyksen mukaan rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että oleskeluvyöhykkeen **viihtyisä huonelämpötila voidaan ylläpitää käyttöaikana niin, ettei energiaa käytetä tarpeettomasti.**

Osan D2 (2012) kohdan 2.5.2 määräyksen mukaan rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että oleskeluvyöhykkeellä voidaan ylläpitää **näkötehtävän edellyttämä valaistus käyttöaikana niin, ettei energiaa käytetä tarpeettomasti.** Ohjeen 2.5.1.1 mukaan valaistuksen ryhmittely, energiansyöttö ja ohjaus toteutetaan siten, että valaistusta voidaan vaihdella tehtävien toimintojen ja luonnonvalon määrän mukaisesti.

Osan D2 (2012) kohdan 3.1.1 määräyksen mukaan ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava rakennuksen suunnitellun **käyttötarkoituksen ja käytön perusteella** siten, että se luo omalta osaltaan edellytykset **tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa terveelliselle, turvalliselle ja viihtyisälle sisäilmastolle.**

Osan D2 (2012) kohdan 3.1.2 määräyksen mukaan ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että se oikein käytettynä, huollettuna ja kunnossapidettynä **kestää toimintakuntoisena suunnitellun käyttöiän.**

Osan D2 (2012) kohdan 3.1.3 määräyksen mukaan **ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa on voitava ohjata ja valvoa.** Ilmanvaihtojärjestelmään on suunniteltava ja asennettava mittauslaitteet tai mittausmahdollisuus tärkeimpien toiminta-arvojen mittaamista ja toimintojen valvontaa varten. Ohjeen 3.1.3.1 mukaan ilmanvaihtojärjestelmä varustetaan ohjaus-, säätö- ja valvontalaitteilla, joiden avulla järjestelmän toimintaa voidaan ohjata ja seurata. Lisäksi ohjeissa on, että koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä varustetaan ilmavirtojen,

lämpötilojen ja ilmansuodattimien paine-erojen mittauksilla sekä tarvittaessa kosteuden mittauksella.

Osan D2 (2012) kohdan 3.1.5 määräyksen mukaan ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että sen toiminta voidaan hälytystilanteessa kokonaisuudessaan pysäyttää selvästi merkityllä pysäytyskytkimellä.

Osan D2 (2012) kohdan 3.2.3 määräyksen mukaan ilmanvaihtojärjestelmän **ilmavirtoja on voitava ohjata kuormituksen ja ilman laadun mukaan** käyttötilannetta vastaavasti.

Osan D2 (2012) kohdan 4.1.2 määräyksen mukaan ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirrat on mitattava ja säädettävä, ominaissähköteho on mitattava ja **järjestelmän toiminta** sekä puhtaus **on todettava suunnitelman mukaiseksi ennen rakennuksen käyttöönottoa**. Selvitykset näistä on liitettävä rakennustyön tarkastusasiakirjaan.

Osan D2 (2012) liitteessä 2 on annettu ohjeita moottoriajoneuvosuojien ilmanvaihtoon. Niiden mukaan moottoriajoneuvosuojien mahdollisten ruuhkakohtien ilmanvaihtoa tehostetaan sijoittamalla lisäpoistoja niihin. Tehostettu poisto voi tällöin olla epäpuhtauspitoisuuden (esimerkiksi CO-pitoisuus) mukaan ohjattu. Moottoriajoneuvosuojan ilmanvaihtoa voidaan vähentää normaalin käyttöajan ulkopuolella, kun ilmanvaihtoa ohjataan epäpuhtauspitoisuuden mukaan ja suojaan asennetaan erillinen hälytysjärjestelmä. Anturien toiminta on säännöllisesti tarkastettava ja ne on kalibroitava vähintään kerran vuodessa. Kalibroitodistus liitetään rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen.

Osa D3 Rakennusten energiatehokkuus

Osasta D3 (2012) poistui taloteknisten järjestelmien ja laitteiden energiatehokkuuteen sekä niiden säätökykyyn ja toimivuuteen kohdistuneita määräyksiä ja ohjeita rakentamismääräysten rakenneuudistuksen yhteydessä. Näiden osalta käsitellään osan D3 aikaisempia versioita (1978, 2007 ja 2010). Vuoden 2007 ja 2010 versiot ovat perusrakenteeltaan varsin samanlaisia.

Osan D3 (2012) kohdan 2.6.1 määräyksen mukaan **ilmanvaihdon energiatehokkuus varmistetaan** rakennuksen käytön kannalta tarkoituksenmukaisilla keinoilla **tinkimättä terveellisestä, turvallisesta ja viihtyisästä sisäilmastosta**.

Osan D3 (2012) kohdan 2.8.1 määräyksen mukaan rakennukset varustetaan **energiankäytön mittauksella tai mittausvalmiudella** siten, että eri energiamuotojen käyttö voidaan helposti selvittää.

Osan D3 (2012) kohdan 3.2.4 määräyksen mukaan **E-luvun laskennassa** tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla varustetuissa tiloissa käytetään kokonaisenergiankulutuksen laskennassa **ilmamäärien suunnitteluarvoja** ja taulukon 3 mukaisia käyttöaikoja.

Osan D3 (2012) kohdassa 3.3.4 kuvataan **tarpeenmukaisen valaistuksen ohjauksen** huomioon ottaminen **E-luvun laskennassa**.

Osan D3 (2012) kohdan 3.2.4 määräyksen mukaan **E-luvun laskennassa** jäähdytettyjen rakennusten energialaskenta pitää suorittaa laskentatyökalulla, jonka lämmönsiirron laskenta pystyy ottamaan huomioon rakenteiden lämmönvarausominaisuuden ajasta riippuvaisena (dynaaminen laskentamenetelmä). Kohdan 5.2.3 määräyksen mukaan kesäajan huonelämpötilan laskenta pitää suorittaa dynaamisella laskentatyökalulla. Määräyksissä ei anneta tarkempia ohjeita ohjauksen ja säädön vaikutuksen huomioon ottamisesta laskennassa. Dynaamisessa laskennassa näiden vaikutus voi olla merkittävä.

1.7.2012 kumotussa osassa D3 (2010) oli muutamia rakennusautomaatiojärjestelmään liittyviä määräyksiä.

Osan **D3 (2010)** kohdan 2.5.2 määräyksen mukaan lämmitysjärjestelmä on varustettava säätölaitteilla, joiden avulla tilojen lämpötilaa voidaan säätää tarpeen mukaisesti riittävän tarkasti.

Osan **D3 (2010)** kohta 2.6 on nimeltään talotekniikkajärjestelmien säätö. Kohdan 2.6.1 määräyksen mukaan lämmitys-, ilmanvaihto- ja jäähdytysjärjestelmien säätö on suunniteltava ja toteutettava siten, että ne ylläpitävät rakennuksen käyttötarkoituksen edellyttämän sisäilmaston energiatehokkaasti sekä huippu- että osatehoilla. Ohjeen 2.6.1.1 mukaan pumput ja puhaltimet varustetaan tarpeen mukaan pyörimisnopeussäädöllä.

Osan **D3 (2010)** kohdan 2.7.1 määräyksen mukaan valaistusjärjestelmä on suunniteltava ja toteutettava siten, että tilan käyttötarkoituksen edellyttämä valaistus ylläpidetään energiatehokkaasti. Valaistus toteutetaan valitsemalla tarkoituksenmukainen valaistusjärjestelmä, laitteet ja ohjausjärjestelmä sekä käyttämällä päivänvaloa mahdollisuuksien mukaan. Ohjeen 2.7.1.1 mukaan valaisimet ryhmitellään siten, että tilan yleisvalaistusta voidaan ohjata valaistustarpeen mukaan. Erityisesti kiinnitetään huomiota valaistuksen ohjaukseen niissä tilojen osissa, joissa päivänvalon saatavuus on hyvä.

1.1.2008 kumotussa osassa D3 Rakennusten energiatalous (1978) oli muutamia rakennusautomaatiojärjestelmään liittyviä määräyksiä.

Osan **D3 (1978)** kohdassa käsitteet määritellään rakennuksen energiataloudellisuus. Sillä tarkoitetaan suunnittelun ja rakentamisen lisäksi sitä, että rakennusta ja sen sisäilmastoa ylläpitäviä energiaa käyttäviä laitteita käytetään energiaa säästävällä tavalla. Kohdan 2.1 (Rakennuksen energiataloudellisuus) määräyksen mukaan rakennus ja siihen kiinteästi liittyvät laitteet suunnitellaan ja rakennetaan siten, että tarpeetonta energiankäyttöä ja energiahäviöitä rajoitetaan hyvä energiatalouden saavuttamiseksi.

Osan **D3 (1978)** kohdassa 2.8 (Työn suoritus) ohjeistetaan, että työn suorituksessa kiinnitetään erityisesti huomiota vaipan huolelliseen eristämiseen ja tiivyyteen, lämmitys- ja ilmastointijärjestelmän tarkkaan perussäätöön, lämmityskattiloiden käyttöönottokokeisiin ja **säätölaitteiden virheettömään toimintaan**.

Osan **D3 (1978)** kohdan 3.2 (Säätö ja säätölaitteet) määräyksen mukaan lämmitysjärjestelmä on varustettava säätölaitteilla, joiden avulla tilojen lämmönkäyttö voidaan säätää lämmöntarpeen mukaisesti mitoituslämpötilan tarpeettomasti ylittävien huonelämpötilojen välttämiseksi. Lisäksi ohjeistetaan, että lämmitysjärjestelmät varustetaan yleensä automaattisilla säätölaitteilla, jotka säätelevät lämmönkäyttöä lämmöntarpeen mukaan. Ohjeellisenä tavoitteena säätölaitteille on enintään ± 2 °C poikkeama huonelämpötilassa.

Osan **D3 (1978)** kohdan 4 (Sähkölaitteet) ohjeiden mukaan valaisimet ryhmitellään niin, että tilan yleisvalaistusta voidaan ohjata valaistustarpeen mukaan. Erityisesti kiinnitetään huomiota valaistuksen ohjaukseen niissä tilojen osissa, joissa päivänvalon saatavuus on hyvä. Lisäksi ohjeistetaan hyödyntämään valaistuksen tuottama lämpö lämmityksessä säätölaitteiden avulla.

Osan **D3 (1978)** kohdan 5 (Käyttö ja huolto-ohjeet) määräyksen mukaan rakennuksen energiatalouteen vaikuttavat järjestelmät ja laitteet tulee varustaa riittävillä ohjeilla, jotta rakennuksen käyttäjät ja hoitohenkilökunta voivat ylläpitää rakennuksessa hyvää energiataloutta. Käyttöohjeissa esitetään muun muassa kuinka huonelämpötilaa ja ilmanvaihtoa voidaan ja tulee säätää, kuinka toimia vian ilmetessä, tiedot säätölaitteista ja -arvoista sekä energiankulutuksen tarkkailusta ja valmistajan toimittamat käyttöohjeet em.

laitteista. Muissa kuin asuinrakennuksissa ohjeiden tulisi sisältää lisäksi muun muassa käyttöohjelman, kytkentä- ja säätökaaviot ja selvitys laitemerkinnöistä ja hälytyksistä. Tiloissa, joissa on suuria lämpökuormituksen vaihtelua, käyttöohjelmassa tulee antaa riittävät ohjeet huoneen lämpötilan ja ilmanvaihdon säätämiseksi kuormituksen mukaan. Huolto-ohjeista tulisi käydä ilmi laitteiden huoltotoimenpiteet ja -aikataulut sekä ohjeet menettelystä vian tai toimintahäiriön tapahtuessa.

Osa D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta

Osassa D5 (2012) siirryttiin rakennuksen energiankulutuksen kuukausilaskennasta E-luvun laskentaan, jossa energijärjestelmät lasketaan vuositasolla. Tästä huolimatta ohjeisiin jäi taloteknisten järjestelmien ja laitteiden säätöön liittyviä asioita. Osan D5 aikaisemmat versiot ovat vuosilta 1985 ja 2007.

Osan D5 (2012) kohdan 4.2.3 ohjeistetaan valaistuksen sähköenergiankulutuksen laskentaa ja siinä esitetään laskennassa käytettäviä ohjaustavasta riippuvia kertoimia. Niiden mukaan ohjaustavalla on jopa 30 % vaikutus valaistuksen sähkökulutukseen.

Osan D5 (2012) taulukossa 6.2 esitetään lämmitysjärjestelmien vuosihyötysuhteet ja apulaitteiden sähkökulutus. Vuosihyötysuhteissa ei ole eroteltu säädön vaikutusta. Erikoisempien säätötapojen vaikutus on laskettava tarvittaessa erikseen. Apulaitteiden energiankulutus sisältää myös säätölaitteiden sähkökulutuksen. Osassa D5 ei esitetä ohjeita tai vaatimuksia automaatiojärjestelmälle. Esimerkiksi yhdistelmäjärjestelmien laskennassa tai ajojärjestyksen optimoinnissa rakennusautomaatio on käytännössä oleellisessa roolissa.

3.2 Muissa maissa

Pohjoismaista tarkasteltiin Ruotsin ja Tanskan rakentamismääräyksiä. Niissä rakennusautomaatiota on käsitelty samoin periaattein kuin Suomessa aikaisemmin. Yksityiskohdissa on painotuseroja. Soveltuvuus Suomeen arvioitiin ja ehdotustekstiin vietiin soveltuvin osin vastaava asiasisältö.

Ruotsi

Ruotsissa rakentamismääräykset antaa Boverket. Määräykset on julkaistu internet-osoitteessa:

<http://www.boverket.se/sv/byggande/regler-for-byggande/om-boverkets--byggregler-bbr/>

Esimerkkinä kohta: 9:52 Styr- och reglersystem – Ohjaus ja säätöjärjestelmä

Byggnaden ska ha styr- och reglersystem för att kunna upprätthålla god energieffektivitet och termisk komfort enligt avsnitt 6:42. Värme-, kyl- och luftbehandlingsinstallationer ska förses med automatiskt verkande regler-utrustning så att tillförsel av värme- och kyla regleras efter effektbehov i förhållande till ute- och inneklimatet samt byggnadens avsedda användning.

Rakennuksessa on oltava ohjaus- ja säätöjärjestelmä hyvän energiatehokkuuden ja lämpöolojen ylläpitämiseksi (kohdan 6:42 mukaan). Lämmitys-, jäähdytys- ja ilmanvaihtojärjestelmät on varustettava automaattisilla säätölaitteilla siten, että lämmitystä ja jäähdytystä säädetään tehontarpeen mukaan suhteessa ulko- ja sisäilmaan sekä rakennuksen käyttötarkoitukseen.

Toinen esimerkki käsittelee energian mittausta, kohta 9:71 Mätssystem - mittausjärjestelmä

Byggnadens energianvändning ska kontinuerligt kunna följas upp genom ett mätsystem. Mätsystemet ska kunna avläsas så att byggnadens energianvändning för önskad tidsperiod kan beräknas.

Rakennuksen energiankäyttöä on voitava seurata jatkuvasti mittausjärjestelmällä. Mittausjärjestelmästä on oltava saatavissa rakennuksen energiankulutus halutulla ajanjaksolla.

Tanska

Tanskassa rakentamismääräykset antaa Energiestyrelsen. Määräykset on julkaistu internet-osoitteessa:

<http://byggningsreglementet.dk/> (voimassaoleva 2010)

Esimerkkinä kohta: 8.2 Fordelingsanlæg til varme, køling og varmt brugsvand, – Lämmön, jäähdytyksen ja lämpimän käyttöveden jakelujärjestelmät

Stk. 3: El- og luftvarmeanlæg i bygninger skal udføres med automatisk regulering af varmetilførslen efter varmebehovet i det enkelte rum.

Kohta 3: Rakennusten sähkö- ja ilmalämmitysjärjestelmät on varustettava huonekohtaisella lämmönjaon tarpeenmukaisella automaattisella säädöllä.

Stk. 4: Køleanlæg og varmepumpeanlæg skal udføres med automatisk regulering af køle- eller varmeydelsen efter behovet. Køleydelsen skal endvidere styres efter behovet i det enkelte rum.

Kohta 4: Kylmäkoneikko ja lämpöpumppujärjestelmä on varustettava automaattisella tarpeenmukaisella tehonsäädöllä. Jäähdytystehoa on voitava säätää tarpeen mukaan huonekohtaisesti.

Stk. 5: Varmeanlæg skal dimensioneres og udføres, så energioekonomisk drift opnås. Komponenternes type, størrelse og funktion skal passe sammen og skal tilpasses bygningens dimensionerende varmetab og forbrugets variation over året. Det skal endvidere sikres, at der ikke sker samtidig køling og opvarmning i samme rum.

Kohta 5: Lämmitysjärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että järjestelmän käyttö on energiataloudellista.

4. Automaatio tulevaisuuden rakennetussa ympäristössä

Rakennusautomaatiolla ohjataan rakennusten talotekniikkaa. Talotekniikan merkitys on kasvanut viime vuosikymmeninä ja talotekniset järjestelmät ovat monimuotoistuneet. Kehityksen voi arvioida jatkuvan samansuuntaisena ja samalla rakennusautomaation roolin voi arvioida vahvistuvan nykyisestä edelleen. Esimerkiksi lähes nollaenergiarakentamisessa rakennusautomaatio on monissa ratkaisuisissa kustannustehokas tapa vaatimusten saavuttamisessa.

Rakennusautomaatio on työkalu, jonka avulla rakennusta käytetään. Se on suunniteltava ja rakennettava niin, että monenlaiset ristikkäisetkin vaatimukset voidaan huomioida sisäilmaston energiatehokkaassa toteutuksessa ja käytössä. Tällaisia vaatimuksia liittyy mm. seuraavan listan asioihin:

- Rakennusautomaatio on rakennuksesta saatavan tiedon digitalisoija. Rakennusautomaatiojärjestelmä on rakennuksen käytön kannalta olennainen tietojärjestelmä, jonka tuottamilla tiedoilla on arvoa rakennukseen, kiinteistöön ja rakennuskantaan liittyvässä päätöksenteossa. Toiseen suuntaan voidaan myös arvioida rakennusautomaation voivan hyötyä rakennuksen ulkopuolella tuotetusta tiedosta.
- Rakennusten käyttäjien eri taidot, jotka liittyvät esimerkiksi ikään ja osaamistaustaan, asettavat vaatimuksia käyttöliittymien käytön helppoudelle ja ymmärrettävyydelle.
- Mahdollisuus vaikuttaa oman ympäristöön lisää hyvinvointia. Tilojen hallintaan ja käyttöön liittyvien laitteiden tulisi olla tarkoituksenmukaisessa laajuudessa tilan käyttäjien saavutettavissa.
- Lähes nollaenergiarakentamisen tulevaisuudessa tuomat lisävaatimukset talotekniikan toiminnalle tuovat kasvavia vaatimuksia myös automaation toiminnalle. Taloteknisen järjestelmän eri osien välillä tarvitaan tiedonsiirtoa ja osajärjestelmien on toimittava aikaisempaa paremmin.
- Rakennuksen ja sen osien käyttötapojen muutokset rakennuksen elinkaaren aikana ovat yleisiä erityisesti muussa kuin puhtaassa asuinrakentamisessa. Muutosten toteutettavuus vaikuttaa muutosten hintaan ja tätä kautta rakennuksen arvoon sen elinkaaren aikana. Varautuminen muutoksiin vaikuttaa myös automaation monimutkaisuuteen ja saattaa olla ristiriidassa monien muiden vaatimusten kanssa.
- Teknologinen kehitys tuo mahdollisuuksia uusien toimintojen ja toimintatapojen automatisointiin. Monimuotoistuva tekniikka kuitenkin luo myös lisääntyvää tarvetta eri osien vaihdettavuudelle, sillä voidaan olettaa, että uusia ratkaisuja toteuttavien laitteiden ja osien sekä niihin liittyvien vaihtoehtoisten ratkaisujen lukumäärä kasvaa.

Automaatio on yksi keino, mutta ei ainoa, tavoitteiden toteuttamiseksi. Silloin, kun rakennusautomaatio on valittu keinoksi rakennuksen suunnittelutavoitteiden saavuttamisessa, tulee rakennusautomaation toimia luotettavasti ja sen tulee helpottaa rakennusten hallintaa ja käyttöä sekä lisätä ihmisten hyvinvointia.

Tulevaisuuden rakennusten energiankulutus lähenee nollaa ja ne ovat energiataseeltaan lähes omavaraisia. Rakennusautomaation tarjoamin työkaluin voidaan hallita paikallista energiantuotantoa ja -kulutusta. Usean energialähteen ratkaisua kutsutaan yhdistelmäratkaisuksi tai hybridiratkaisuksi. Yhdistelmäratkaisuilla tuotetaan sähköä ja/tai lämpöä rakennukseen. Esimerkkejä yhdistelmäjärjestelmistä, joissa rakennusautomaatio tuo lisää hyötyä:

- Yhdistelmäratkaisuja voidaan hyödyntää olemassa olevaa tekniikkaa yhdistelemällä: käytössä olevan pääenergiälähteen, esimerkiksi sähkön, kaukolämmön tai öljyn,

rinnalle voidaan lisätä paikallisia ja ympäristöystävällisiä energialähteitä kuten aurinkoa, tuulta, paikallisia biopolttoaineita tai lämpöpumppuja.

- Maalämpöpumpun ostosähkön tarvetta voidaan pienentää aurinkoenergialla, jota hyödynnetään joko lämpönä tai sähköinä.
- Aurinkolämpö on hyvä yhdistelmä maalämmön tai kaukolämmön rinnalla.
- Kaikki yhdistelmäratkaisut ovat rakennusautomaation ohjaamia kokonaisuuksia, joissa tärkeää on tuotantotavan priorisointi saatavuuden ja kannattavuuden mukaan, kuitenkin niin, että erillisten järjestelmien yhteystoiminta on saumatonta ja rakennuksen palvelutaso säilyy halutunlaisena katkeamattomasti.

Suomen väestörakenteessa vanhusväestön osuus kasvaa entisestään. Vaikka ikääntyneiden henkilöiden terveydentila on aiempia sukupolvia parempi ja eliniän voidaan odottaa nousevan entisestään, eivät haasteet ikääntyvien kotona asumisen suhteen tule ainakaan vähenemään. Tämä avaa myös lukuisia mahdollisuuksia kehittää ja luoda uusia toimintatapoja ja keinoja, joilla tuetaan ikääntyvien kotona asumista. Näihin liittyvät uuden teknologian apuvälineet voivat hyödyntää rakennusautomaatiota. Ikääntyvän henkilön elämää voidaan avustaa ja sitä voidaan seurata hänen niin halutessaan.

Tulevaisuuden tuomat mahdollisuudet tässä selvityksessä esitettyihin ehdotuksiin on otettu huomioon seuraavilla tavoilla:

- Ehdotuksissa asetetaan vaatimuksia ainoastaan rakennusautomaation toiminnalle ja ominaisuuksille. Käytettävän teknologian ja ratkaisujen valinta ja se, missä tapauksissa tai millä tavalla automaatiota tulee soveltaa, jätetään ehdotusten ulkopuolelle. Teknologia kehittyy kovaa vauhtia, ja on varmaa, että hyviä ratkaisuja kehitetään niitä tarpeita varten, joita rakentamisessa laajasti tulkiten on olemassa.
- Ehdotuksissa listataan niitä asioita, joita olisi hyvä kehittää eteenpäin niin, että välttyttäisiin mahdollisilta ongelmatilanteilta jatkossa. Esimerkiksi digitalisoinnin tuomia mahdollisuuksia hyödynnettäessä on oltava ratkaisut myös nähtävillä oleviin uhkiin, joita ovat esimerkiksi tieto- ja kyberturvallisuus, yksilön tietosuoja ja monimuotoisten teknisen järjestelmän käyttämisen ja toimivuuden seuraamisen mahdollistaminen osaamattomalle käyttäjälle.
- Ehdotuksissa listataan niitä asioita, joita kehittämällä tulevaisuuden mahdollisuuksien hyödyntäminen voisi helpottaa. Esimerkiksi rakennuksen ja sen ulkopuolisen ympäristön tuottaman tiedon hyödyntäminen luo mahdollisuuksia uusiin toimintatapoihin ja ratkaisuihin. Näitä ovat
 - Tietoteknisen palveluekosysteemin tai palvelualustan konseptointi rakennuksen tuottaman tiedon ja rakennuksen käyttämän tiedon välittämiseen (hajautettu energiantuotanto, kysynnänohjaus, liittyminen älykkäaseen sähköverkkoon, päästökauppa, kiinteistöveroitus).
 - Rakennuksen liittäminen asioiden internetiin (Internet of Things, teolliseen internetiin)
 - Kaukokäyttöpalvelut, etäpalvelut rakennuksen käyttämisessä ja hallinnoinnissa
 - Takuuajan seurantapalvelut, 3:n osapuolen palvelut, todentaminen esimerkiksi sopimuksellisiin tarkoituksiin.

Taustalla huomioituja aiheita:

- väestön ikääntyminen
- uuden teknologian apuvälineet
- asumisen sujuvuus

- o helppokäyttöisyys
- o automaatio & hyvinvointi
- o muuntojoustavuus
- o kiinteistön elinkaari
- o käytettyjen tekniikoiden avoimuus ja toimittajariippumattomuus
- o vaihdettavuus, yksittäisen anturin tai muun automaatio-osan vaihtaminen
- o tietoturvallisuus, kyberturvallisuus
- o yksilön tietosuoja
- o monimuotoisten teknisen järjestelmän käyttämisen ja toimivuuden seuraamisen mahdollistaminen osaamattomalle käyttäjälle

5. Rakennusautomaation tekniset ominaisuudet

5.1 Kehitysehdotukset

5.1.1 Vaatimukset suunnittelulle ja rakentamiselle

[Ehdotusryhmä: tekninen] Rakennuksessa on yleensä oltava rakennusautomaatiojärjestelmä eli ohjaus- ja säätöjärjestelmä sisäolosuhteiden ja energiatehokkuuden ylläpitämiseksi sekä mittausjärjestelmä niiden seuraamiseksi.

Ohje:

Rakennusautomaatiojärjestelmän keskeisimmät hallinta- ja ohjaustoiminnot ovat reaaliaikaisia.

Rakennusautomaatio vastaa rakennuksen teknisten järjestelmien ohjauksesta ja on siten toimivan ja turvallisen rakennuksen kulmakivi. Rakennusautomaatiota toteuttaa valittu rakennusautomaatiojärjestelmä, joka tulisi rakentua luotettavista, riittävän pitkäikäisistä ja toiminnaltaan hyvin ennakoitavista laitteista ja komponenteista. Näin varmistetaan siitä, että rakennusautomaatio on turvallinen ja käyttötarkoitustaan hyvin palveleva kokonaisuus.

Perustelu:

Maankäyttö ja rakennuslaki 117 c § (21.12.2012/958): "Rakennuksen järjestelmien ja laitteistojen on sovelluttava tarkoitukseensa ja ylläpidettävä terveellisiä olosuhteita."

"Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa uuden rakennuksen rakentamista, rakennuksen korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta varten tarvittavia tarkempia säännöksiä rakennukselta edellytettävistä terveellisyyteen liittyvistä fysikaalisista, kemiallisista ja mikrobiologisista olosuhteista, taloteknisistä järjestelmistä ja laitteistoista sekä rakennustuotteista."

Maankäyttö ja rakennuslaki 117 g § (21.12.2012/958): "Rakennuksessa käytettävien tuotteiden ja taloteknisten järjestelmien sekä niiden säätö- ja mittausjärjestelmien on oltava sellaisia, että energiankulutus ja tehontarve rakennusta ja sen järjestelmiä käyttötarkoituksensa mukaisesti käytettäessä jää vähäiseksi ja että energiankulutusta voidaan seurata."

Jatkotyö: Automaation reaaliaikaisten toimintojen määrittäminen ja vaatimustaso.

[Ehdotusryhmä: tekninen] Säädössä ja mittauksessa käytettävien laitteiden ominaisuuksien ja antureiden sijoituspaikkojen on oltava sellaisia, että ne antavat edustavan ja luotettavan kuvan mitattavan suureen arvosta koko käyttöiän aikana.

Ohje:

Yleisesti mitattuja suureita ovat seuraavat: tilatieto (esim. päällä/pois), läsnäolotieto, lämpötila, CO₂, kosteus, paine, paine-ero, ilmavirta, vesivirta, valaistusvoimakkuus, vedenkulutus, energiankulutus, sähköteho, lämpöteho.

Energiankulutus mitataan ja seurataan käyttäjittäin, energiamuodoittain ja lisäksi jaoteltuna rakennuksen teknisten järjestelmien mukaan (tilojen lämmitys, ilmanvaihdon lämmitys, käyttöveden lämmitys, ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus, jäähdytysjärjestelmä, kiinteistön valaistus ja muu kiinteistösähkö).

Rakennusautomaation tuottamaa tietoa voidaan käyttää sopimusvelvoitteiden seurannan, laskutuksen tai kustannusten kohdistamisen perusteena, jolloin tarkoituksenmukaiseen mittaustarkkuuteen ja tarkkuuden pysyvyyteen on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Perustelu:

Automaation toiminta perustuu mittauksiin ja niiden tuottaman tiedon käsittelyn jälkeen toteutettuun ohjaukseen. Mittaus, säädin ja ohjaus muodostavat säätöpiirin. Mittausten oikeellisuus on perusedellytys kaikelle automaation toiminnalle. Vaatimus mittaustiedon oikeellisuudesta on itsestäänselvyys, mutta käytännössä mittausten luotettavuus asetetaan yleisesti kyseenalaiseksi. Vaatimus korostaa perusedellytystä, joka ei lisää kustannuksia, mutta antaa keinon toimivuuden varmistamiseen.

Rakentamiselle asetettavia vaatimuksia on esitetty maankäyttö- ja rakennuslaissa MRL 1999/132, 117§ 3.mom, 117 b-g§

[Ehdotusryhmä: tekninen] Rakennuksen teknisten järjestelmien säädön on toimittava tarkasti, riittävän nopeasti eikä säädettävässä suureessa saa olla jatkuvaa värähtelyä tai huojuntaa.

Ohje:

Rakennusautomaatio ei saa aiheuttaa häiriöitä teknisen järjestelmän toiminnalle.

Rakennusautomaation on toimittava kaikissa ajatelluissa käyttötilanteissa ja siirtymissä niiden välillä ilman, että toiminnasta aiheutuu varsinaisen toiminnan kannalta tarpeettomia vikatilanteita. Toimivuus arvioidaan kriittisimmän tilanteen mukaan.

Rakennusautomaation ohjaustapa ja säädön toteutus tulee olla hyvien käytäntöjen mukainen. Rakennusautomaation tulisi toimia suunnitellusti ja ilman ylimääräistä värähtelyä ja säädettävyys tulee hallita kaikissa tilanteissa

Perustelu:

Automaatio on määritelmän mukaan itsestään toimivaa. Automaation oma toiminta ei saa aiheuttaa haittaa teknisen järjestelmän toiminnalle. Perusvaatimuksena on, että säätöpiirit saavuttavat asetusarvonsa nopeasti ja riittävän tarkasti. Epätarkkuus säätötuloksessa vaikuttaa muun järjestelmän toimintaan, ja jatkuva värähtely tai huojunta aiheuttaa turhaa kulumista ja tätä kautta vikaantumisia ja toimintahäiriöitä teknisen järjestelmän muissa osissa.

Automaatio suojaa laitteilta tilanteilta, joissa ne saattaisivat rikkoontua. Esimerkiksi ilmastointikoneen tuloilmapatterin jäätyminen saattaa aiheuttaa niin suuria seurausvikoja ja vaurioita, että jäätyminen

uhatessa, voi olla järkevää pysäyttää ilmastointikone. Suojalaitteet ja –toiminnot eivät kuitenkaan saa aiheuttaa turhalla toiminnallaan haittaa.

Taloteknisen järjestelmän käytössä on järkevää ohjata laitteet vähän energiaa käyttävään tilaan silloin kun rakennus tai sen osa ei ole käytössä. Tyypillisiä toimintatiloja esimerkiksi asuinrakennuksissa ovat 'poissa kotoa', 'kotona' ja 'tehostettu ilmanvaihto' tilat.

Ympäristöministeriön ohje rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä YM3/601/2015. Kohta 4.2: "Lämmityslaittepiirustuksiin kuuluvat yleensä taso-, leikkaus- ja tarvittavat yksityiskohtapiirustukset. Piirustuksiin liittyy toiminta-, säätö- ja linjakaavioita. [...] Toiminta- ja säätökaavioissa esitetään yleensä lämmityslaitoksen ja laitteiden toiminta eri sää- ja kuormitusolosuhteissa."

Rakentamiselle asetettavia vaatimuksia on esitetty maankäyttö- ja rakennuslaissa MRL 1999/132, 117 § 3.mom, 117 b-g §

Jatkotyö: Automaation hyvän toiminnan kriteereistä on olemassa ohjeita ja sopimuksellisia määräyksiä muualla. Tyypillisten mittaus- ja säätöpiirien toimivuuden kriteerit olisi hyvä koota taulukkoon, joka olisi tätä kehitysehdotusta tukevana ohjeena.

(Esim. Kaukolämpö: Julkaisu K1_2013, Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet_20140509

Esim. Ilmastointi: SFS 5768 ja SFS 5769)

5.1.2 Vaatimukset rakennuksen käyttöönotolle

[Ehdotusryhmä: tekninen] Rakennusautomaation mittauslaitteiden, ohjauspiirien, säätöpiirien toiminta ja raporttien suunnitelmanmukaisuus on tarkastettava ennen käyttöönottoa. Selvitys tarkastuksesta on liitettävä rakennustyön tarkastusasiakirjaan.

Ohje:

Rakennusautomaation ohjaustapa ja säädön toteutus tulee olla hyvien käytäntöjen mukainen. Rakennusautomaation tulisi toimia suunnitellusti ja ilman ylimääräistä värähtelyä ja säädettävyyttä tulee hallita kaikissa tilanteissa.

[Ehdotusryhmä: tekninen] Rakennusautomaation käyttöönottotestauksessa (toimintakokeet) on käytävä läpi yleisimmät käyttötilanteet (esimerkiksi normaali/tehostus/yökäyttö) ja todennettava niin kokonaisuuden kuin erillisten laitteiden ja järjestelmien toiminta riittävän laajoin mittauksin.

Ohje:

Toimintakokeilla varmistetaan toteutusratkaisun suunnitelmanmukaisuudesta ja rakennuksen kokonaistoimivuudesta eri käyttötilanteissa.

5.1.3 Vaatimukset käyttö- ja ylläpitovaiheeseen

[Ehdotusryhmä: tekninen] Rakennusautomaation erityissuunnitelma tulee tehdä niin, että se kattaa kunkin ohjatun osajärjestelmän muissa erityissuunnitelmissa määritellyt rakennusautomaatioon liittyvät asiat.

Ohje:

Rakennusautomaation toteutuksen ja suunnittelun keskinäinen vastaavuus on perusedellytys oikein toimivalle rakennukselle. On varmistuttava että toteutusratkaisu

vastaa suunniteltua ja toteuttaa sille suunnitellun toiminnallisuuden yleisimmissä käyttötilanteissa. Käyttönoton yhteydessä tehtävän testauksen huolellisuudella on vain voitettavaa. Perustilanteiden lisäksi siirtymät erilaisten käyttötilojen kesken olisi hyödyllistä käydä läpi toimintakokein ja samalla havainnoin sekä mittauksin todentaa testin kulku.

Rakennusautomaatiolle määritetään toimintoja yleisimmin valaistus-, lämmityslaitte-, kiinteistön vesi- ja viemärlaitteisto- sekä ilmanvaihtosuunnitelmissa.

Rakennusautomaatiota voidaan käyttää myös esimerkiksi rakenteiden valvonnassa ja kunnan seurannassa sekä paloturvallisuuteen liittyvissä automaatiotoiminnoissa kuten paloilmoitinjärjestelmissä, koneellisessa savunpoistossa, turvavalaistuksessa ja sammutusautomaatiikassa.

Perustelu:

Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä, 13 §

Ympäristöministeriön ohje rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä YM3/601/2015. Kohta 4.7

Eriyissuunnitelmalle on esitetty vaatimuksia maankäyttö- ja rakennuslaissa MRL 1999/132, 120 c §

[Ehdotusryhmä: varautuva] Rakennusautomaation laitteiden suunniteltu käyttöikä ilmoitetaan erityissuunnitelmassa. Käyttöikä on se aika, jonka laite säilyttää suunnitellun toiminnallisuutensa käyttöönottohetkestä lukien.

Ohje:

Suunnitellun käyttöiän edellytyksenä on, että laitteiden toimintakuntoa pidetään yllä huolto- ja ylläpitosuunnitelman mukaisesti. Suunnitelmassa on mainittava esimerkiksi tarvittavat huolto- ja puhdistustoimet ja kalibroinnit.

Perustelu:

Suunniteltu käyttöikä -käsite on määritelty RakMk:n osassa A4.

Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeelle on esitetty vaatimuksia rakennuslaissa MRL 1999/132, 117 i §

[Ehdotusryhmä: tekninen] Rakennusautomaation osille on laadittava käyttö- ja huolto-ohje, jossa esitetään miten laitteiden toimintakuntoa pidetään yllä.

Ohje:

Suunnitelmassa esitetään myös tapa, jolla kuluvat tai vikaantuvat osat korvataan kun rakennusosan suunniteltu käyttöikä on pienempi kuin rakennuksen suunniteltu käyttöikä.

Käytettäessä anturi- ja toimilaiteliitännöissä standardiviestejä (potentiaalivapaa kosketinlähde, 0...10 V, 4...20 mA) ei korvaussuunnitelmaa näiden laitteiden osalta tarvita.

Perustelu:

RakMk A4, kohta 1.2: "Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje tulee laatia huomioon ottaen rakennuksen ja rakennusosien ominaisuuksien säilyminen suunnitellun käyttöiän ajan."

RakMk A4, kohta 2.1: "Käyttö- ja huolto-ohje sisältää rakennuksen ja sen rakennusosien kunnossapidon sekä hoidon ja huollon lähtötiedot, tavoitteet, tehtävät ja ohjeet omistajalle ja ylläpito-organisaatioille sekä asukkaille ja tilojen käyttäjille annettavat ohjeet."

Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeelle on esitetty vaatimuksia rakennuslaissa MRL 1999/132, 117 i §

[Ehdotusryhmä: tekninen] Rakennuksessa on oltava tarkoituksenmukaiset rakennusautomaation käyttöliittymät kaikille eri käyttäjäryhmille.

Ohje:

Rakennuksessa on oltava riittävä määrä paikallisia käyttöliittymiä talotekniikan käyttöä ja huoltoa varten.

Rakennuksen käytön tulee onnistua tavanomaisilla taidoilla kaikilta käyttäjiltä ja käyttäjäryhmiltä. Käyttötoimenpiteet ja niitä varten olevat käyttöliittymät on sovitettava eri käyttäjäryhmillä olevien erilaisten taitojen mukaisiksi.

Perustelu:

RakMk A4 2.1: "Käyttö- ja huolto-ohje sisältää rakennuksen ja sen rakennusosien kunnossapidon sekä hoidon ja huollon lähtötiedot, tavoitteet, tehtävät ja ohjeet omistajalle ja ylläpito-organisaatioille sekä asukkaille ja tilojen käyttäjille annettavat ohjeet."

Rakennuksen esteettömyydelle ja käytettävyydelle on esitetty vaatimuksia rakennuslaissa MRL 1999/132, 117 e §

Ohje:

Rakennusta on voitava käyttää ja hallita ilman ulkoista tiedonsiirtoa ja rakennus on voitava tarvittaessa irrottaa ulkoisesta tiedonsiirtoverkosta ilman, että rakennuksen teknisten järjestelmien käyttö keskeytyy.

Rakennuksen käytön on oltava mahdollista rakennuksen omilla laitteilla.

Jatkotyö: etävalvonnan käytön periaatteet; mitä jos huoltoyhtiö vaihtuu ja uusi huoltoyhtiö ei pystykään toteuttamaan etävalvonnan kautta talon ylläpidon kannalta välttämättömiä toimenpiteitä.

[Ehdotusryhmä: varautuva] Liitettäessä rakennusautomaatio rakennuksen ulkoiseen tietoliikenneverkkoon esimerkiksi etävalvonnan toteuttamiseksi tai energian kulutus- ja hintatietojen siirtämiseksi on huolehdittava riittävästä tietoturvasuojasta ja tietosuojatasosta niin, että murtautuminen rakennuksen tietojärjestelmiin voidaan riittävässä määrin estää ja havaita.

Jatkotyö: tietoturvasuojalinjaukset, tietosuojalinjaukset

Jatkotyö: rakennuksen ulkoisen tiedonsiirtoratkaisun määrittäminen. Millä avoimella tavalla rakennus tarjoaa tietoja ulkoisten toimijoiden käyttöön (datan avoimuus)? Millä tavalla rakennuksen hallinnassa ja ohjauksessa hyödynnetään ulkoista tietoa (datan avoimuus)? Tietoja voisi hyödyntää esimerkiksi jakeluverkon optimoinnissa ja tietyllä ajanjaksolla toteutuneen energiatehokkuuden tilastoinnissa.

[Ehdotusryhmä: varautuva] Kiinteistön kunnossapitoon osallistuvien ammattihenkilöiden (mm. huoltomiehen, talonmiehen, teknisen huoltajan) on päästävä kaikkiin oleellisiin rakennusautomaation tuottamiin tietoihin käsiksi, myös sellaisiin joihin kyseisellä henkilöllä ei ole muutosoikeuksia.

Ohje:

Käyttöoikeuksien rajaukset tulee asettaa niin että rajataan oikeutta tehdä muutoksia – ei niin että rajoitetaan käytössä olevaa tietoa.

Rakennusautomaation tuottamaa tietoa on saatavissa selkeästi ja jäsennellysti. Käytön tulisi olla mahdollista kiinteistön paikallisessa valvomossa.

Henkilön tietosuojan piiriin kuuluvaa tietoa ei saa luovuttaa eikä käyttää ilman asiallista perustetta.

Perustelu:

Ongelmatilanteen havaitseminen tai ongelmatilanteen ratkaisu voi estyä jos oleellista rakennusautomaation tuottamaa tietoa ei ole saatavissa. Myös erillisten asiantuntijaselvitysten teettäminen on suoraviivaisempaa jos huoltomiehellä on mahdollisuus välittää monipuolista ja yksityiskohtaista tietoa eteenpäin.

Rakennuksen toiminnan kokonaisvaltainen hahmottaminen mahdollistuu kun käytössä on monipuolista tietoa rakennuksen toiminnasta.

Reagointi ongelmatilanteissa on nopeampaa ja kynnys reagointiin on matalampi, mikäli oleellinen tieto on huoltohenkilöstöllä nopeasti ja helposti käytettävissä. Vältetään mahdollinen ongelma, joka voi syntyä tiedon saamisen viipymisestä kolmannelta osapuolelta.

Henkilön tietosuojan piiriin voi kuulua esimerkiksi kulutus- ja olosuhdetiedot ko. henkilön hallitsemassa huoneistossa tai rakennuksen osassa. Perusteltu syy voisi olla esimerkiksi sisäilmaongelman selvittäminen henkilön niin salliessa.

[Ehdotusryhmä: varautuva] Rakennusautomaatiojärjestelmässä on oltava toimintoja talotekniikan vikojen havaitsemiseksi ja niiden syiden ja seurausten selvittämiseksi. Seuranta toteutetaan sillä laajuudella ja yksityiskohdilla kuin katsotaan tarkoituksenmukaiseksi.

Ohje:

Vikadiagnostiikan hyödyntäminen helpottaa rakennuksen ja sen teknisten järjestelmien turvallista ja tarkoituksenmukaista käyttöä ja nopeuttaa poikkeustilanteiden syiden selvittämistä. Seurausten selvittämisen kautta voidaan arvioida havaittujen vikojen vakavuutta.

Jatkotyö: Rakennusautomaatio vikadiagnostiikan toteutuslujana

Jatkotyö: Rakennusautomaation luokittelu ominaisuuksien mukaan

5.2 Ehdotusten taustat

Taustalla huomioituja aiheita:

- automaatiota voidaan hyödyntää energiatehokkuuden parantajana
- automaatio varmistaa ja osoittaa hyvän sisäilmaston

- automaatio parantaa ja varmistaa rakennuksen ja talotekniikan toimivuuden
- automaatiolle ja säädölle on asetettu vaatimuksia määräyksissä
- määräysten energialaskennassa automaatiosta voidaan saada laskentaetua
- automaatiota voidaan hyödyntää muussakin määräystenmukaisuuden osoittamisessa
- digitaalisuus, tietoturva

6. Rakennusautomaatio ja sisäolosuhteet

6.1 Kehitysehdotukset

6.1.1 Vaatimukset suunnittelulle ja rakentamiselle

[Ehdotusryhmä: varautuva] Rakennusautomaation tulee omalta osaltaan varmistaa hyvän, terveellisen ja turvallisen sisäilmaston aikaansaaminen.

Ohje:

Sisäilmaston laadusta ei saa tinkiä energian säästämiseksi (mm. tarpeenmukainen ilmanvaihto, valaistuksen ohjaus, lämpöviihtyisyys).

Perustelu:

RakMk D3, 2.6.1: "...tinkimättä terveellisestä, turvallisesta ja viihtyisästä sisäilmastosta"

[Ehdotusryhmä: varautuva] Rakennuksen ilmanvaihtokoneiden ilmavirtojen mittaus on oltava seurattavissa keskitetysti.

Ohje:

Ilmavirtojen seurannassa voidaan hyödyntää rakennusautomaatiota.

6.1.2 Vaatimukset rakennuksen käyttöönotolle

[Ehdotusryhmä: tekninen] On tarkistettava, että toteutusratkaisun sisäilmasto on suunnitelmien tavoitearvojen mukainen. Selvitys tarkastuksesta on liitettävä rakennustyön tarkastusasiakirjaan.

Ohje:

Tarkastuksessa voidaan hyödyntää rakennusautomaatiota.

6.1.3 Vaatimukset käyttö- ja ylläpitovaiheeseen

[Ehdotusryhmä: varautuva] Rakennusautomaation on ohjattava talotekniikan toimintaa niin, että lämmitys- ja kiinteistön vesi- ja viemäri- ja lämmitys- sekä ilmanvaihtosuunnitelmissa olevat sisäolosuhteiden tavoitetasot toteutuvat.

Ohje:

Osana lähes nollaenergiarakentamisen ratkaisuja ja energiatehokkuuden parantamista on tärkeää, että taloteknisten järjestelmien ohjaus ja valvonta toteutetaan tavalla, joka johtaa terveelliseen ja miellyttävään sisäilmastoon. Näin varmistetaan siitä, että sisäolosuhteet ovat vaaditulla tasolla.

Rakennusautomaatio on keskeisessä roolissa sisäolosuhteiden luomisessa. Rakennus voi sisältää käyttötarkoitukseltaan hyvin monenlaisia tiloja, joiden kaikkien on tarjottava käyttäjilleen halutut sisäolosuhteet. Etelään suunnatun tilan ikkunoista tuleva aurinkoenergia, niin valona kuin lämpönä, tulee huomioida tilan teknisten järjestelmien ohjauksessa, muun muassa. Toisaalta kellaritilojen tai vaikkapa arkistihuoneen vaatimukset taloteknisille järjestelmille ovat aivan toisenlaisia. Kaikki tilanteet pitää hallita. Automaatiojärjestelmällä on mahdollista hallita tilojen sisäolosuhteita vaativissakin tilanteissa, kun käytettävissä on luotettavan anturitiedon mukainen tarpeenmukainen ohjaus, joka reagoi käytön ja kuormien muutoksiin. Rakennusautomaation avulla ylläpidettävät sopivat sisäolosuhteet muuttuvissa

käyttötilanteissa on hyvä esimerkki kehitysehdotuksen vaatimuksen peruseriaatteesta.

Perustelu:

Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä, 13 §:

”Lämmityslaitte-, kiinteistön vesi- ja viemärlaitteisto- sekä ilmanvaihtosuunnitelman sisältö: Lämmityslaitte-, kiinteistön vesi- ja viemärlaitteisto- sekä ilmanvaihtosuunnitelmiin on sisällyttävä tieto sisäolosuhteiden tavoitetasoista ja niiden ylläpitämiseen käytettävistä toiminnoista, johdotuksista, kanavista, putkistoista ja laitteista sekä mitoituksista.”

[Ehdotusryhmä: tekninen] Rakennusautomaation toiminnoissa on oltava tapa, jolla esitetään käyttäjille tieto rakennuksen olosuhteista ja mahdollisista poikkeamista tavoitearvoista.

Ohje:

Mikäli tieto on saatavissa jaoteltuna rakennuksen osittain, voidaan tiedot esittää vain siitä rakennuksen osasta, joka koskee käyttäjää.

Rakennusautomaation toiminnoissa on oltava raportti vähintään niiden olosuhteiden pysyvyydestä, joihin tarpeenmukainen ohjaus vaikuttaa. Raportti voi olla sähköinen raportti (digitaalinen), joka tarjotaan rakennuksesta sen tiedonsiirtoliittymän kautta käyttäjän osoittamiin tarkoituksiin.

Sisäolosuhteiden seurannassa olennaista on objektiivinen todennettavuus. Voi olla vaikeaa tai mahdotonta sovittaa yhteen ihmisten subjektiiviset ja ristiriitaisetkin kokemukset sisäilmastosta. Todennettavuus voi tarkoittaa esimerkiksi lämpötilan pysyvyysskäyriä tai tietoa siitä, kuinka suuren osuuden henkilön läsnäoloajasta lämpötila on pysynyt toivotussa asetusarvoalueessa. Toteutuneiden sisäolosuhteiden raportointi jossain muodossa tulisi olla perusominaisuus nykyaikaiselle lähes nollaenergiarakennukselle. Olosuhteraportoinnin muoto ja yksityiskohtaisuus ovat asioita, joista voidaan antaa ohjeita, mutta joista ei kannata antaa määräystä. Rakennuksen sisäolosuhteiden seurannan ja raportoinnin määrittävää sisältöä tarvitaan rakentamisen ohjaamisessa.

Perustelu:

Rakennuksen energiatehokkuudelle on esitetty vaatimuksia rakennuslaissa MRL 1999/132, 117 g §

Jatkotyö: sisäolosuhteiden seurannan ohjeet

6.2 Ehdotusten taustat

Taustalla huomioituja aiheita:

- sisäilmastoluokitus
- automaatiotason vaikutukset olosuhteisiin
- huollon ja ylläpidon vaikutukset
- kalibrointi
- käyttöliittymät ja raportointi
- vikojen selvitys ja korjaus
- vastuut ja velvollisuudet eri toimijoiden kesken

- rakenteiden valvonta ja niiden kunnan vaikutus sisäolosuhteisiin
- vaurioriskin arviointi
- paine-erot
- sisäolosuhteiden hallinta
- olosuhteiden varmistaminen
- tarpeenmukainen ilmanvaihto; Tarpeenmukainen lämmitys
 - Lämpö- ja aikaohjaus, CO₂ ohjaus, kosteus, muut indikaattorit
- säätöpiirien toimivuus
- värähtely, stabiilius
- valaistus
- käyttötilanteet
- varjostus, kaihtimet
- aurinkosuojaus

7. Rakennusautomaatio ja energiatehokkuus

Tässä kappaleessa esitetään rakennusautomaatioon ja energiatehokkuuteen liittyviä kehitysehdotuksia. Kehitysehdotuksia voidaan käyttää esimerkiksi ohjetekstien runkona tai oppaiden pohjana sekä määräysaiheina.

7.1 Kehitysehdotukset

7.1.1 Vaatimukset suunnittelulle ja rakentamiselle

[Ehdotusryhmä: tekninen] Rakennusautomaatiolla on pystyttävä ohjaamaan rakennuksen keskeisiä teknisiä järjestelmiä ja laitteita. Ohjaus on toteutettava energiatehokkaasti ja niin, että rakennus ja sen tekniset järjestelmät toimivat käyttötarkoituksensa mukaisesti.

Ohje:

Rakennusautomaatiolla ohjataan ainakin valaistusta, ilmanvaihtoa ja lämmitystä.

Pyrittäessä energiatehokkaaseen lopputulokseen on toteutettujen järjestelmä- ja laiteratkaisujen oikea käyttötapa yksi keinoista saavuttaa haluttu lopputulos. Ilman toimivaa automaatiota laitteiden käyttö, ohjaaminen ja seuranta eivät ole käytännössä mahdollisia, kun on kyse monimutkaisten järjestelmien toteutuksesta. Rakennusten automaation avulla hallitaan taloteknisiä laitteita ja järjestelmiä. Laitteiden ja järjestelmien oikea käyttötapa on tärkeä asia haluttaessa saavuttaa hyvä lopputulos mahdollisimman pienellä energiankulutuksella. Ilman oikein toimivaa automaatiota osa energiatehokkaiden rakentamisen ratkaisujen hyödyistä jää saavuttamatta ja kokonaisuus ei ole hallittavissa.

Energiatehokkaassa rakentamisessa olennaista on myös rakenne- ja talotekniikan yhteensovittaminen. Tähän tarvitaan toimintavarmoja ja yhteensopivia ratkaisuja ja järjestelmiä sekä rakennusautomaatiota joka mahdollistaa järjestelmien ohjaamisen halutulla tavalla tehokkaasti ja tarpeenmukaisesti.

Perustelu:

Asetettujen linjausten mukaan jatkossa Suomessa uudisrakentamisessa tavoitteena on lähes nollaenergiarakentaminen ja olemassa olevassa kannassa energiatehokkuuden parantaminen. Rakennusautomaatio tarjoaa monipuoliset mahdollisuudet rakennusten energiatehokkuuden hallintaan.

Rakennuksen keskeisimmät osajärjestelmät energiankulutuksen ja ohjauksen kannalta ovat:

- *Tilojen lämmitys*
- *Jäähdytys*
- *Ilmanvaihto*
- *Valaistus ja laitesähköenergia*
- *Lämpimän käyttöveden tuotto*

Kuhunkin osajärjestelmään löytyy monia eri toteutusvaihtoehtoja ja näille toteutusvaihtoehdoille erilaisia ohjausratkaisuja.

Rakennuksen energiatehokkuudelle on esitetty vaatimuksia rakennuslaissa MRL 1999/132, 117 g §

[Ehdotusryhmä: kannustava] Mikäli rakennuksessa on samaa tarkoitusta palvelevia päällekkäisiä järjestelmiä, on näiden järjestelmien yhdistetty käyttö suunniteltava niin, että erillisjärjestelmiä ei käytetä turhaan, eikä toisiaan vastaan ja niin, että kulloinkin on käytössä ensisijaisesti se järjestelmä, joka on sen hetkisessä käyttötilanteessa tehokkain.

Ohje:

Toiminta edellyttää rakennusautomaation välityksellä toimivaa erillisjärjestelmien keskinäistä kommunikaatiota.

Uusiutuvan energiatuotanto on usein päällekkäistä jonkin toisen järjestelmän kanssa. Automaatiolla pyritään suosimaan uusiutuvaa energiaa aina, kun sitä on saatavilla.

Käytettävien järjestelmien vaihdoksissa on huomioitava vaihtotapahtuman viiveet, energiakustannukset, olosuhdemuutokset ja muut dynaamiset vaikutukset niin, että palvelutaso ei kohtuuttomasti heikkene siirtymän aikana eikä siirtymästä tule muutoin kannattamatonta energiankäytön kannalta. Erityisesti jatkuva tiheä siirto järjestelmien välillä on syytä estää, silloin kun se laitteiden käytön näkökulmasta ei ole suotavaa.

Uusituvan energian hyödyntäminen vaatii omat järjestelmäratkaisunsa, joiden tulee toimia saumattomasti yhteen muiden taloteknisten järjestelmien kanssa. Automaatio on tässä asiassa avainasemassa ohjaamassa järjestelmien toimintaa niin, että halutut toiminnot toteutetaan optimoidusti. Automaation tuleekin toteuttaa suunnitellut tarpeenmukaiset ohjaukset, jotta esimerkiksi valaistus ja ilmanvaihto eivät ole tarpeettomasti päällä, eikä tapahdu yhtäaikaista lämmittämistä ja jäähdyttämistä ja jotta esimerkiksi kuormitustilanteessa ilmanvaihdon tehostus on oikea-aikaista ja riittävää.

Perustelu:

Rakennuksen energiatehokkuudelle on esitetty vaatimuksia rakennuslaissa MRL 1999/132, 117 g §

7.1.2 Rakennusautomaation huomioonottaminen energialaskennassa

[Ehdotusryhmä: kannustava] Rakennusautomaation tuoma energiankulutuksen pienentäminen voidaan ottaa huomioon energialaskennassa. Energiankulutuksen pienenemispotentiaali arvioidaan kootusti rakennusautomaation erityissuunnitelmassa.

Ohje:

Energiankulutuksen pieneneminen voidaan arvioida muiden järjestelmien erityissuunnitelmissa esitettyjen selvitysten perusteella. Selvitykset voivat perustua esimerkiksi dynaamisiin laskentamenetelmiin tai muihin yleisesti hyväksytyihin energiankulutuksen laskentamenettelyihin.

Rakennuksen teknisten järjestelmien ohjauksen ja säädön tulee olla automaattista. Tämä vastaa tavanomaisen toteutustavan mukaista rakennusautomaatiota. Liike- ja toimistorakennuksissa rakennuksen automaatio on useimmiten toteutettu pääosin keskitetyillä ohjaus-, säätö- ja rakennusautomaatiojärjestelmillä, mutta toiminnot voi toteuttaa myös erillisillä säätö- ja ohjauslaitteilla.

Rakentamista ohjaaviin oppaisiin tulisi sisällyttää viittauksia mahdollisiin menetelmiin, joilla voidaan huomioida kannustavasti kehittyneemmänkin rakennusautomaation tuoma hyöty energiankulutuksen pienentäjänä. Yksi mahdollinen tapa käsitellä automaation vaikutusta rakennusten energiatehokkuuteen, on määritellä rakennusautomaation hyödyt huomioiva kannustava laskentamenetelmä rakennuksen energiankulutukselle. Standardissa SFS-EN 15232 on esitetty yksi mahdollinen arviointitapa, mutta muitakin kannustavia tapoja huomioonottamiseen on olemassa.

Jatkotyö: Rakennusautomaation minimitaso on määritettävä ohjeessa tai oppaassa.

Jatkotyö: On määriteltävä rakennuksen ja ulkoisen maailman välille tiedonsiirtorajapinta, jolla rakennus voi hyödyntää sen ulkopuolelta tulevaa tietoa rakennuksen järjestelmien ohjaamisessa. Esimerkkejä; säätiedot, energiamuotojen hinnat mukaan lukien dynaamiset tariffit, tieto poikkeustilanteista kuten tieto sulkea ilmastointi, jne. Sivulla 24 on tähän jatkotyökokonaisuuteen liittyvä ehdotus raportointirajapinnan määrittämisestä.

Perustelu:

RakMk Osan D3 (2012) perusteet laajennettuna automaation vaikutusten huomioinnilla laskennassa.

RakMk Osan D2 (2012) kohdan 3.1.5 määräyksen mukaan:

"Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että sen toiminta voidaan hälytystilanteessa kokonaisuudessaan pysäyttää selvästi merkityllä pysäytyskytkimellä."

Pr-EN 50491-12, Vaatimuksia sähköverkon ja kiinteistön välisestä kommunikoinnista.

SFS-EN 50491-11, Kuluttajanäyttöjen toteutustavat.

[Ehdotusryhmä: kannustava] Rakennusautomaation tuomasta energiankulutuksen pienemisestä huomioidaan energialaskennassa korkeintaan puolet niiltä osin, joissa osien rakennusautomaatio liittyy yhteiseen tiedonsiirtoväylään, mutta joiden osalta ei ole raportointia ja vikojen selvitystä.

Ohje:

Energiankulutuksen pieneminen voidaan arvioida muiden järjestelmien erityissuunnitelmissa esitettyjen selvitysten perusteella. Yleensä rakennusautomaatiosta ei saada lisähyötyä, jos käytössä ei ole tiedonsiirtoa järjestelmän osien välillä.

Rakennusautomaatiossa on oltava tiedonsiirtoratkaisu, jolla automaation eri osat liitetään yhteen niin, että tiedonsiirron yhdistämä osa muodostaa rakennuksen rakennusautomaatiojärjestelmän.

Hyötyä voidaan arvioida saatavan esimerkiksi järjestelmissä, joilla ohjataan ja valvotaan automaattisesti rakennusten eri järjestelmien toimintaa esimerkiksi tarpeenmukaisen ohjauksen toteuttamiseksi (tarpeenmukaisella ohjauksella mahdollistetaan rakennuksen käyttöön perustuva lämpötilan ja ilmanvaihdon asetuservojen laskeminen väliaikaisesti; valaistuksen automaattinen ohjaus).

Monissa laitteissa on sulautettua automaatiota, joka ei automaationa sinänsä tuo hyötyä energiankulutuksen pienentämisessä. Lisähyötyä voidaan arvioida saatavan, mikäli sulautettu automaatio liittyy jollakin tavalla rakennuksen rakennusautomaatiojärjestelmään. Lisähyötyä voidaan saada esimerkiksi jäähdytyksen ja lämmityksen yhtäaikaisen käytön estämisellä, asetuservojen muutoksien kautta, vikatilanteiden havaitsemisen kautta ja parhaan hyötysuhteen omaavan laitteen käyttämisen kautta.

Perustelu:

RakMk Osan D3 (2012) perusteet laajennettuna automaation vaikutusten huomioinnilla laskennassa.

[Ehdotusryhmä: kannustava] Rakennusautomaation tuoma energiankulutuksen pieneminen voidaan huomioida kokonaisuudessaan siltä osin, jota voidaan käytön aikana

rakennusautomaatiojärjestelmän avulla helposti seurata. Käytön aikaiseen jatkuvaan seurantaan ja raportointiin sekä poikkeavan kulutuksen ja poikkeavan olosuhteen syiden selvittämiseen on oltava olemassa soveltuvat raportit ja tietotekniset työkalut energiankulutuksen osalta.

Ohje:

Mitattavaa kulutusta verrataan suunnitteluvaiheessa laskettavaan tavoitekulutustietoon, korjattavassa rakennuksessa käyttöhistoriasta saatavaan vertailutietoon tai muista samankaltaisista rakennuksista saatavaan vertailutietoon.

Olosuhteiden pysyvyyttä verrataan suunnitteluarvoihin.

Rakennusautomaation on tarjottava työkaluja mahdollisten poikkeamien syiden selvittämiseen.

Perustelu:

RakMk Osan D3 (2012) perusteet laajennettuna automaation vaikutusten huomioinnilla laskennassa.

Jatkotyö: energiankulutustietojen ja vedenkulutustietojen saatavuus ja maksuttomuus silloin kun tarkastellaan käyttäjän omia tietoja.

[Ehdotusryhmä: kannustava] Jos järjestelmä on varustettu käyttötarpeen huomioon ottavalla ohjauksella, voidaan energialaskennassa käyttää parempaan energiatehokkuuteen johtavia lähtöarvoja tai muutoin käyttää pienempää ominaisenergiankulutusta

Ohje:

Energiankulutuksen pienentäminen voidaan tehdä vain niistä energiankulutuksen osista, joihin tarpeenmukainen ohjaus vaikuttaa

Tarvittaessa on otettava huomioon myös tarpeenmukaisen ohjauksen energiankulutusta lisäävät vaikutukset, esimerkiksi lämmitystarpeen suureneminen tai LTO:lla saatavan lämmön vähentyminen

Perustelu:

Rakennuksen automaatio ohjaa laitteita ja teknisiä järjestelmiä optimoidusti, minkä seurauksena laitteiden teknisten järjestelmien energiankulutus on pienempi kuin mitä se olisi ilman optimoitua ohjausta.

7.1.3 Vaatimukset käyttö- ja ylläpitovaiheeseen

[Ehdotusryhmä: varautuva] Mikäli rakennukseen suunnitellaan koneellinen jäähdytys, tulee rakennuksen automaatiojärjestelmän varmistaa, että vapaajäähdytysratkaisua hyödynnetään maksimaalisesti ennen koneellista jäähdytystä ja sen aikana.

Ohje:

On huomioitava vapaajäähdytyksen käytön mahdollisuus. Mikäli vapaajäähdytystä ei käytetä, mutta rakennuksessa on koneellinen jäähdytys, on yhteistyössä LVI-suunnittelijan kanssa tarkasteltava onko ratkaisu perusteltu.

[Ehdotusryhmä: varautuva] Mikäli rakennuksen automaatiojärjestelmä on varustettu käyttötarpeen huomioon ottavalla ohjauksella, jossa on käyttötila-portaat, on käytössä oleva tila indikoitava käyttäjälle. Jos käyttäjällä on mahdollisuus vaikuttaa käyttötilan valintaan, on siihen oltava tarjolla kytkin/nappi/käyttöpaneeli joka on käytettävissä ohjattavasta huoneistosta/tilasta/rakennuksesta käsin.

Ohje:

Suosittelvat vähimmäiskäyttötilat järjestelmään jossa portaittainen siirtymä tilojen välillä: poissa, kotona, tehostus, rakennuksen käyttöönottoaika.

7.2 Ehdotusten taustat

Taustalla huomioituja aiheita:

- keskeiset osajärjestelmät ja niiden säätö- ja ohjausratkaisut
- rakennuksen automaation energiatehokkuusstandardi
 - rakennuksen automaation tehokkuusluokat
 - standardin tehokkuusluokkien soveltaminen
- talotekniikan tavoitetason toteutuminen
- kuormien minimointi ja hyödyntäminen
- järjestelmäintegraation vaikutukset
- mittarointi
 - sähkö, CO₂, lämpötila, kosteus, läsnäolo
 - anturointi, kalibrointi
- energiankulutuksen tavoitearvot
 - energiatodistus
 - vaikutus energialaskelmiin
- seuranta
 - monitorointi ja toimivuus
 - rakennuksen toiminnan seuranta ja poikkeamien aikainen havaitseminen
- huollon ja ylläpidon vaikutukset
- vastuut ja velvollisuudet eri toimijoiden kesken
- samaa tarkoitusta palvelevat päällekkäiset järjestelmät
 - dynaaminen käyttö
 - hyötysuhdeoptimointi
 - keskinäinen kommunikaatio
 - erillisjärjestelmät
 - uusiutuvan energiatuotannon automatisoinnin merkitys energiatehokkuuteen
- käyttötilanteet
 - poissa, kotona, tehostus, rakennuksen käyttöönottoaika
- rakenteiden valvonta ja niiden kunnan vaikutus energiatehokkuuteen
 - paine-erot, järjestelmät, laitteet

8. Yhteenveto

Rakennusautomaatioselvitysprojektin tavoitteena oli sen käynnistyessä kartoittaa säädösten, standardien ja ohjeiden nykytilanne automaation näkökulmasta, selvittää uuden automaatiosäätelyn tarve, selvittää ja selkeyttää automaatiosäätelyn tavoitteet, luoda aineisto, joka auttaa eri osapuolten välistä kommunikaatiota, luoda konkreettiset ehdotukset säädännön uudistamiseksi automaation näkökulmasta ja selvittää, kuinka selvityksellä voidaan palvella ympäristöministeriön säädäntöhankkeita.

Toimintaympäristö muuttui nopeassa tahdissa selvityksen aikana, sillä toukokuussa julkaistu hallitusohjelma linjasi, että tavoitteena on säätelyn nettomääräinen keventäminen ja säädöksille vaihtoehtoisten ohjauskeinojen käytön lisääminen. Selvityksen tavoitetta tarkennettiin työn kuluessa niin, että vaihtoehtoisten ohjauskeinoja nostettiin esiin alkuperäistä ajatusta enemmän. Selvityksen tulokset vastaavat hyvin alkuperäisiä tavoitteita esittäviä kehitysehdotuksia, joiden jatkotyöstölle voidaan harkita soveltuvien etenemistie.

Kehitysehdotusten kautta pyritään vaikuttamaan siihen, että saavutettaisiin rakennusautomaation ja talotekniikan parempi toimivuus ja tätä kautta edelleen pyritään vaikuttamaan rakennusten toimivuuteen, käytettävyyteen ja energiatehokkuuteen sekä niiden todentamiseen rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa.

Yhtenä eteenpäin vievänä ajatuksena tämän selvityksen taustalla on ollut myös rakennusautomaatioon liittyvän säädännön ja ohjeistuksen kehittäminen. Säädännön ja ohjeistuksen kehittämisellä tavoitellaan rakennusautomaation saralla toimiville osapuolille sujuvaa toimintaympäristöä.

Nyt koostetut kehitysehdotukset ovat joukko ideoita, jotka helpottavat, täsmentävät, järkevöittävät ja tehostavat rakennusautomaation käyttöä. Esitettyihin kehitysehdotuksiin pohjautuen on mahdollista kehittää suomalaista rakentamistapaa. Viranomaistaholta kehitysehdotukset voidaan huomioida esimerkiksi oppaina tai määräyksinä, mutta ne taipuvat moneen muuhunkin vaihtoehtoiseen ohjaamiseen, kuten alan järjestöjen tuottamien ohjeistojen aiheiksi.

Projektiryhmän mielestä olisi hyödyttävintä huomioida ne ehdotukset, jota tuovat selkeyttä alan käytäntöihin ja edistävät työteon sujuvuutta. Päästojenvähennystavoitteiden ja energiankäytön tehostamisen näkökulmasta keskeistä on myös rakennusten energiatehokkuuteen kannustavien kehitysehdotusten eteenpäin vieminen määräysvalmistelussa tai vapaaehtoisen ohjauksen keinoissa kuten opastavassa tietomateriaalissa.

Käytännössä monet tämän raportin kehitysehdotukset on jo rakennettu sisälle hyvään rakentamistapaan. Huomioimalla tämän raportin asiasisältö on mahdollista päästä lähemmäs asetettua päämäärää, eli luoda rakennusautomaation kanssa toimiville osapuolille raamit sujuvaan ja tehokkaaseen työskentelyyn ja edistää energiatehokkuutta rakennuskannassa.