

Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Jussi Lahenius

LVI-valvonta asuinrakennushankkeessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

7.2.2020

| | |
|---|--|
| Tekijä Otsikko | Jussi Lahenius LVI-valvonta asuinrakennushankkeessa |
| Sivumäärä Aika | 52 sivua + 7 liitettä 7.2.2020 |
| Tutkinto | insinööri (AMK) |
| Tutkinto-ohjelma | talotekniikka |
| Ammatillinen pääaine | LVI-suunnittelu |
| Ohjaajat | Lehtori Markku Leino LVI-insinööri Janne Gustafsson |
| <p>Insinöörityön aiheena oli LVI-valvonta rakennushankkeessa ja sen tuottama dokumentaatio. Tavoitteena oli helpottaa ja yhdenmukaistaa LVI-valvojan toimia rakennushankkeessa sen alusta takuuvaiheeseen saakka ja terävöittää dokumentointia.</p> <p>Insinöörityössä selvitettiin kyselytutkimuksella LVI-valvojen käyttämiä sähköisiä työvälineitä ja malliasiakirjoja. Työssä tutkittiin ja käsiteltiin valvojan toimenkuvaa perustuen säädöksiin ja määräyksiin. Työtä varten luettiin Euroopan unionin direktiivejä, Suomen lakia ja asetuksia sekä suuri määrä rakennusalan ohjeistusta ja tulkintaohjeita. Aineistosta koottiin insinöörityöhön yhteenveto LVI-valvojan tehtävistä, velvollisuuksista ja vastuista sekä roolista rakennushankkeessa.</p> <p>Insinöörityöhön koottiin myös yleisesti LVI-valvojan käytännön toimet koko hankkeen rakennusvaiheen alusta vastaanottovaiheeseen ja siitä vielä takuuajaksi saakka. Lisäksi työssä käsiteltiin erilaisia taloteknisiä järjestelmiä siltä kannalta, miltä hankkeessa mukana olevan LVI-valvojan tulisi niitä käsitellä. Näkökulma oli siis, miten taloteknisten järjestelmien toteutusta, testausta ja yhteensovitusta muiden järjestelmien kanssa valvotaan.</p> <p>Insinöörityön saatiin koottua kaikki olennainen LVI-valvonnan rakennushankkeen rakentamisprosessin aikainen tehtäväkenttä ja dokumentaation vaatimukset. Kyselytutkimuksesta selvisi, että sähköisten työvälineiden käyttö ei ole yhdenmukaista ja että on olemassa tarve helppokäyttöiselle sähköiselle dokumentaation apuvälineelle. Tutkimuksessa paljastuneisiin yhdenmukaisuuden ja helppokäyttöisyyden tarpeisiin luotiin LVI-valvojan työkalu. Se on excel-tiedosto, johon luotiin kaikki LVI-valvojan koko rakennushankkeen aikana tarvitsemat asiakirjapohjat siten, että niiden käyttö on helppoa ja ne toteuttavat talotekniikkatöiden työmaavalvojan tehtäväluettelon mukaiset toimet. Samalla työkalu pitää lähes kaiken valvojan tuottaman dokumentaation yksissä kansissa ja auttaa huolehtimaan, että kaikki tarvittavat toimet tulevat tehtyä.</p> | |
| Avainsanat | LVI-valvonta, talotekniikka, malliasiakirjat |

| | |
|---|---|
| Author Title | Jussi Lahenius HVAC Supervision in apartment building project |
| Number of Pages Date | 52 pages + 7 appendices 7 February 2020 |
| Degree | Bachelor of Engineering |
| Degree Programme | Building Services Engineering |
| Professional Major | HVAC engineering, Design Orientation |
| Instructors | Markku Leino, Senior Lecturer Janne Gustafsson, HVAC Engineer |
| <p>The aim of the bachelor's thesis was to facilitate and harmonize the work of a HVAC supervisor from the beginning of construction to the start of the warranty period. Furthermore, the thesis aimed at creating a tool for HVAC supervision.</p> <p>To determine what kind of the electronic tools and documents are used by HVAC supervisors, a questionnaire was used. In addition, construction guidelines and interpretations, as well as directives of the European Union directives and Finnish legislation were studied.</p> <p>The thesis collected the tasks of a HVAC supervisor throughout the construction of an apartment building. In addition, some HVAC systems were discussed to establish how a supervisor should participate in their implementation, testing and coordination with other systems. An easy-to-use, Excel-based HVAC Supervision Tool was created. The tool includes templates for all documents needed by the HVAC supervisor during a construction project, as well as a collection of regulations governing the HVAC installations.</p> <p>There is no other generally available and usable manual for the supervisor that would include all necessary document types. The tool facilitates the supervisor's work and speeds up its process.</p> | |
| Keywords | supervision of HVAC systems, building maintenance systems, document types |

Sisällys

Lyhenteet

| | | |
|-------|-------------------------------------|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Tavoitteet | 1 |
| 3 | Tutkimus- ja työmenetelmät | 3 |
| 3.1 | Valvontatyökalu | 3 |
| 3.2 | Vastuumatriisi | 4 |
| 4 | LVI-valvojan rooli | 5 |
| 4.1 | Valvojan rooli | 7 |
| 4.2 | Valvojan tehtävät | 7 |
| 4.3 | Valvojan vastuu | 13 |
| 5 | Laadunvarmistustoimenpiteet | 14 |
| 5.1 | Urakkarajat | 14 |
| 5.2 | Laatusuunnitelmat | 15 |
| 5.3 | Tuotehyväksynät | 15 |
| 5.4 | Tuotteiden vaihtokelpoisuus | 17 |
| 5.5 | Mallikatselmukset | 18 |
| 5.6 | Paine- ja tiiviyskokeet | 19 |
| 5.7 | Asennustapatarkastukset | 20 |
| 5.8 | Pistokokeet | 21 |
| 5.9 | Erilaisia taloteknisiä järjestelmiä | 22 |
| 5.9.1 | Sprinklerijärjestelmä | 22 |
| 5.9.2 | Pumppaamot | 23 |
| 5.9.3 | Savunpoisto | 24 |
| 5.9.4 | Palopellit | 24 |
| 5.9.5 | Vedenjäähdytyskoneikot | 25 |
| 5.9.6 | Kaukojäähdytys | 26 |
| 5.10 | Verkoston huuhtelu | 26 |
| 6 | Vastaanottovaihe | 27 |
| 6.1 | Tilojen puhtaus | 27 |

| | | |
|--------|--|----|
| 6.2 | Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus | 27 |
| 6.3 | Äänimittaukset | 28 |
| 6.4 | SFP-luvun mittaus ja laskenta | 29 |
| 6.5 | Laitteiden merkinnät | 30 |
| 6.6 | Vastaanottovaiheen aikataulu | 31 |
| 6.7 | Itselleluovutukset | 32 |
| 6.8 | Ennakkotarkastukset | 33 |
| 6.9 | Toimintakokeet | 33 |
| 6.10 | Mittaus- ja säätötyö | 36 |
| 6.10.1 | Järjestelmäkohtaiset säädöt | 36 |
| 6.11 | Loppukuvat eli vaihtokuvat | 37 |
| 6.12 | Koekäytöt ja yhteiskoekäyttö | 38 |
| 6.13 | Kuormituskokeet | 38 |
| 6.14 | Käytönopastus | 38 |
| 6.15 | LVI-järjestelmien suunnitelmienmukaisuus | 39 |
| 6.16 | Huoltokirjamateriaali | 39 |
| 6.17 | Luovutusmateriaali | 40 |
| 6.18 | Vastaanottotarkastus | 40 |
| 6.19 | Käyttöönotto | 41 |
| 6.20 | Takuuaika | 42 |
| 7 | Kyselytutkimus | 42 |
| 7.1 | Vastausten yhteenveto | 43 |
| 7.2 | Nykyiset käytännöt | 47 |
| 7.3 | Päätelmät | 48 |
| 8 | Yhteenveto | 48 |
| | Lähteet | 50 |
| | Liitteet | |
| | Liite 1. Kyselytutkimuksen kysymykset | |
| | Liite 2. Valvontatyökalun sisällysluettelo | |
| | Liite 3. Vastuumatriisi | |
| | Liite 4. Talotekniikan vastaanoton aikataulu | |
| | Liite 5. Asuinhuoneiston ennakkotarkastuslista | |
| | Liite 6: Otteita LVI-valvojan työkalusta | |

Liite 7. LVI-valvojan työkalu, Excel-tiedosto, salattu

Lyhenteet

| | |
|--------|--|
| BIM | rakennuksen tietomalli (Building Information Model) |
| KVV | kiinteistön vesi ja viemärointi |
| LVIACS | lämpö, vesi, ilmastointi, automaatio, kylmäteknikka, sähkö |
| MRL | maankäyttö- ja rakennuslaki |
| RYL | Rakennusalan yleiset laatuvaatimukset Talotekniikka 2002 |
| VAK | valvonta-alakeskus |

1 Johdanto

Tämä insinööri työ syntyi tarpeesta helpottaa LVI-valvojien työtä. Työssä selvitettiin, minäkalaisia käytäntöjä valvojilla oli ja käytiin läpi koko rakennushanke LVI-valvojan näkökulmasta. Tavoite oli yhtenäistää dokumenttien tuottamista tekemällä helppokäyttöinen ja ohjeistusta sisältävä LVI-valvojan työkalu. Tämän tuloksena syntyi LVI-valvojan toimet koko rakennushankkeen ajalta sisältävä excel-tiedosto, joka automatisoi pöytäkirjojen tekoa. Aiheiden käsittelyssä ja työkalussa oli lähtökohtana LVI-valvojan toiminta tilaajan, eli rakennushankkeeseen ryhtyvän, edustajana ja mitä valvojan kannattaa ottaa huomioon järjestelmien suunnittelua, toteutusta ja vastaanottoa valvoessaan. Kun tässä työssä puhutaan valvojasta, tämä tarkoittaa LVI-valvojaa, ellei toisin mainita tai ellei asiayhteydestä käy ilmi, että puhutaan kaikista rakennusalan valvojista yleisesti.

Tässä insinööri työssä käsiteltiin tavanomaisimpia kerrostaloasunnon taloteknisten järjestelmien suunnittelun, asennusten ja käyttökokeiden valvontaa mukaan lukien vedenjäähdytyskoneikot ja kaukokylmä. Käsittelyn ulkopuolelle jätettiin pientalojen puolella tavanomaisemmat maalämpöjärjestelmät ja lämmityskattilat. Käsittelyn ulkopuolelle jätettiin myös uimahallien, sairaaloiden ja teollisuuden järjestelmät, kuten vedenkäsittelylaitteet ja kaasuputkistot, sekä muut erikoisjärjestelmät, kuten aurinkokeräimet tai lämpöpumput. Silti näiden edellä mainittujen järjestelmien valvontaan pätee tässä insinööri työssä käsitellyt laadunvarmistustoimenpiteiden periaatteet ja tavoitteet. Myös LVI-valvojan työkalu pyrittiin tekemään helposti sovellettavaksi, ja se on käytettävissä niihin yhtä lailla tarvittaessa pienin muokkauksin. Kun tässä työssä käsiteltiin erilaisia järjestelmiä, niin fokus ei ollut järjestelmien toimintaperiaatteiden selvittämisessä vaan siinä, miten työn valvonta hoidetaan tehokkaasti ja tärkeisiin asioihin keskittyen siten, että lopputulos on laadukas, energiatehokas, kestävä, tilaajan toiveiden mukainen sekä hyvän rakennustavan ja säädösten mukaan toteutettu.

2 Tavoitteet

Rakennushankkeessa on monia osapuolia. Näistä yhtenä, yleensä hankkeeseen ryhtyvän eli tilaajan, laadunvarmistajana toimivat valvojat. Tämän insinööri työn keskiössä

ovat LVI-valvojat, missä tehtävässä myös kirjoittaja toimii. Insinööritö tehtiin Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy:lle. Työntekijöitä yrityksessä on noin 90 henkilöä, joista iso osa toimii sähkö-, LVI- tai rakennustyön valvojana. Yritys on Suomen suurin yksityisomisteinen rakennusalan valvontaorganisaatio. Yrityksellä on kolme toimipistettä: Helsingissä, Tampereella ja Lahdessa. Yrityksessä nousi esille tarve yhtenäistää LVI-valvojen tuottamaa dokumentaatiota ja käytäntöjä sekä saada helppokäyttöinen ja tehokas työväline dokumenttien tuottamiseen. Lisäksi toiveena oli, että työkalu kattaisi LVI-valvojan tehtävät hankkeessa koko rakennusajan takuuaikaan asti. Samalla työkalua voitaisiin käyttää uusien valvojen perehdyttämiseen ja muistilistana myös kokeneempien valvojen apuna.

Valvojan tuottamat pöytäkirjat ovat usein hyvin samanlaisia ja samanmuotoisia, jolloin pöytäkirjojen toteutettavuus ja monistettavuus digitaalisin menetelmin on kohtuullisen helppoa. Valvojan ei itse toki tarvitse tuottaa kaikkea dokumentaatiota, vaan urakoitsijan vastuulla on toteuttaa urakkasopimuksen mukainen työ dokumentteineen. Käytännön työelämässä kuitenkin dokumenttien laadinta helposti unohtuu, ja ne saattavat olla monitulkintaisia tai vaikeasti ymmärrettäviä. Niillä ei ole välttämättä suurta arvoa, juridisesti ja näytöllisesti, hankkeeseen ryhtyvälle. Etenkään siinä vaiheessa, kun jälkeensä selvitetään, millä tavalla joku on sovittu tehtäväksi, jos urakoitsijan tekemässä dokumentissa on malliasennuksen nimi ja perässä teksti ”kaikki ok” ilman muita huomioita ja ilman valokuvia. Tällaista näkee rakennushankkeissa aika ajoin. Tilaajan kannattaa siis olla niin valveutunut, että ottaa hanketta valvomaan ammattilaiset ja vaatii heiltä laadukasta dokumentointia. Hyvällä valvonnalla ennaltaehkäistään paljon mahdollisia riitoja ja säästetään tilaajan hermoja, aikaa ja resursseja.

LVI-valvojan työkalun tavoitteena on yhtenäistää pöytäkirjojen muoto yrityksessä ja varmistaa, että kaikki vaadittavat kohdat tulevat täytettyä oikein. Työkalun tavoitteena on myös varmistaa, että määräyksistä ja laista lähtevät pakottavat asennus- ja toteutustavat tulevat otetuksi huomioon. Tässä insinööritöössä käytettiin itse luotujen lisäksi RT-kortiston Talotekniikan laadunvarmistus ja vastaanottomenettely -kortin [1] mukaisia mallipohjia pöytäkirjoille ja muulle dokumentaatiolle sovellettuna. Työkalu toimii myös muistuttajana siitä, mitä kaikkea pitää hankkeessa tehdä ja ottaa huomioon, jotta dokumentointi on laadukasta ja tilaaja saa siitä kaiken hyödyn irti. Erilaiset pöytäkirjat ovat valmiina mallipohjina, ja niiden tukena ovat asetuksista ja ohjeista lähtevät asennusten ja

toteutusten oikeat tavat lyhyesti esitettynä. Asiakirjamallit ovat hankekohtaisia tietoja myöten valmiina, joten niiden täyttäminen ja tallettaminen projektipankkiin on helppoa.

3 Tutkimus- ja työmenetelmät

Insinööriyössä tutkittiin Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy LVI-valvojen käytäntöjä pöytäkirjojen ja valvontatyökalujen osalta strukturoidulla kyselytutkimuksella, joka täytettiin sähköisesti. Kysely rakennettiin kvantitatiiviseksi, jolloin sitä on helppo havainnollistaa. Vaikka aineiston otos oli suppea yhden työpaikan valvojista, sillä saatiin kuitenkin taustaa tähän opinnäytetyöhön tässä yrityksessä, ja se valotti itse työn tarpeellisuutta. Kyselytutkimuksen kysymykset ovat liitteessä 1. Toiseksi insinööriyötä varten käytiin läpi paljon lähdekirjallisuutta rakennusalan säädös- ja ohjemateriaalista. Tästä materiaalista koottiin LVI-valvontaohjeet koko rakentamisen prosessin alusta loppuun näkökulmana hankkeen tilaajan tarpeet. Lähdekirjallisuusmateriaali yhdistettynä yrityksen käytössä olleisiin työmenetelmiin, -käytäntöihin ja -tapoihin saatiin luotua LVI-valvojan työkalu, joka oli tämän insinööriyön tavoite. Työkalu toimii hyvin yksinään, mutta sitä myös täydentää insinööriyön tekstiosuus.

3.1 Valvontatyökalu

Valvontatyökalu on excel-tiedosto, jossa on eri välilehdillä eri pöytäkirjat ja mallipohjat aiheittain. Välilehdillä on myös yleistä taustatietoa säädöksistä ja ohjeista ko. aiheesta. Valvontatyökalun sisällysluettelo eli koontilehti on liitteenä 2. Pääsivulle kirjoitetaan kohteen tiedot, jotka Excel osaa kopioida pöytäkirjoihin automaattisesti ja samalla tämä pääsivu toimii koko rakennushankkeen LVI-valvonnan koontilomakkeena. Siitä on helppo tarkistaa, mitä on milloinkin tehty, mitä on vielä tekemättä ja se sisältää tärkeimmät huomiot. Eri välilehdillä oleviin pöytäkirjoihin kirjoitetaan vain muuttuvat tiedot, esimerkiksi läsnäolijat ja havainnot. Lomake esittää valmiiksi muut tiedot, joita voi tarvittaessa myös muuttaa ja lopuksi pöytäkirja tulostetaan ja allekirjoitetaan. Käytännössä tehdään usein niin, että lomake tulostetaan suoraan pdf-tiedostoksi, joka on helppo jakaa eteenpäin sähköpostilla ja tallentaa rakennushankkeen projektipankkiin. Jokaiseen kohtaan on sivulla taustatietoa määräyksistä ja ohjeista sekä tarvittaessa havainnollistavia valokuvia esimerkiksi oikeanlaisesta malliasennuksesta. Ohjeisiin ja taustoihin on käytetty paljon

muun muassa RT-kortistoa sekä talotekniikka.info-verkkosivuston ohjeita. Valvontatyökalu on hyödynnettävissä yhtä lailla niin uudis- kuin korjausrakentamisessa.

3.2 Vastuumatriisi

Rakennushankkeen LVISK-järjestelmien vastuumatriisi on osa tämän insinöörintyön LVI-valvojan työkalua. Se on tehty rakennusalan yleisten laatuvaatimusten eli TalotekniikkaRYL2002 osien 1 ja 2 perusteella, viitaten RYL:n eri kohtiin. Siinä kiteytyvät havainnollisena koontina koko rakennushankkeen LVISK-työt alusta loppuun. Hankkeen kaikki toteutusvaiheet ovat eriteltynä yleiskatsauksena sekä huomioiden, kuka toimenpiteen toteuttaa tai hyväksyy ja kuka osallistuu toimenpiteeseen. Liitteessä 3 on poiminta vastuumatriisista LVI-valvojan tehtävien osalta. Vastuumatriisi on kokonaan LVI-valvojan työkalussa ja kuvassa 1 näkyy pieni osa LVI-valvojan osuudesta. [1, s. 13; 2, s. 3 ja 4; 3; 4; 5.]

| TateRYL no | Toimenpide | Tyyppi | Tilaajan edustajat | |
|------------|--|---------------------------|--------------------|--------|
| | | | Valvoja | Tate-V |
| RV | 00 RAKENTAMISEN VALMISTELU | | | |
| | 01 Rakennusvalvonnan aloituskokous | Katselmus | HT | O |
| | 02 LV-aloituskokous | Katselmus | O | O |
| | 03 IV-aloituskokous | Katselmus | O | O |
| | 04 Työaikataulu | Dokum. vastaanotto | HT | H |
| | 05 Laatusuunnitelma | Dokum. vastaanotto | HT | H |
| E1 | 00 MAAKAIVANNOT | | | |
| | 01 Pohjaveden korkeusmittaus | Mittaus/koe | | |
| | 02 Kaivutöiden työsuunnitelma | Dokum. vastaanotto | O | |
| E43 | 00 SALAOJAT | | | |
| | 01 Salaojen malliasennus | Malli | H | |
| | 02 Salojien asennusten tarkastuspöytäkirja | Dokum. vastaanotto | H | |
| | 03 Salaojen ja -kaivojen asennustarkastus | Tarkastus, työkohteittain | | |
| | 04 Salaojasoran rakeisuus | Dokum. vastaanotto | O | |
| | 05 Salaojen toimintakoe | Mittaus/koe | H | |
| | 06 Salaojen sijaintipiirustus | Dokum. vastaanotto | H | |
| | 07 Salaojen kuvaus | Mittaus/koe | H | |
| F1 | 00 PERUSTUKSET | | | |
| | 11 Maanvaraisen laatan radon-putkitus | Tarkastus, yleinen | H | O |
| | 14 Rakennuksen alustilan tarkastus | Tarkastus, yleinen | H | O |
| F2 | 00 RAKENNUSRUNKO | | | |
| | 07 Paloneristykset | Tarkastus, yleinen | O | |
| F4 | 00 YLÄPOHJARAKENTEET | | | |
| | 04 Ullakkotilan/paputikan tuuletus | Malli | O | |
| | 07 Vesikattovarusteet | Tarkastus, työkohteittain | H | |

Kuva 1. Ote vastuumatriisista.

Vastuumatriisi on ikään kuin yleiskatsaus koko rakennushankkeen ajalta siitä, kenen vastuulle kuuluu töiden toteutus, tarkastus ja hyväksyminen. Kun valvojan työkalu muuten keskittyy vain LVI-valvonnan rooliin hankkeissa, saa vastuumatriisista hieman laajemman näkökulman koko hankkeen eri osapuolien ja roolien tehtäviin.

4 LVI-valvojan rooli

Maankäyttö- ja rakennuslaki ohjeistaa rakennushankkeeseen ryhtyvää seuraavasti:

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Hänellä tulee olla hankkeen vaativuus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen sekä käytettävissään pätevä henkilöstö. [6, 119 §.]

Suomen laki siis vastuuttaa rakennushankkeeseen ryhtyvää siten, että tällä henkilöllä tai organisaatiolla on oltava riittävät resurssit ja henkilöstö hanketta hoitamaan. Käytännössä rakennushankkeeseen ryhtyvällä on useita päteviä henkilöitä apunaan, jotka auttavat tätä pääsemään tavoitteeseensa. Lähtökohta rakennusalan ohjeille ja sitä kautta myös LVI-valvojan tehtävän sisältöön perustuu Euroopan unionin direktiiveihin ja Suomen lakiin ja asetuksiin. Esimerkiksi EU:n direktiivi tuotehyväksynnästä, joka vaatii CE-merkinnän tai vaatimuksenmukaisuusvakuutuksen lähes kaikkiin asennettaviin tarvikkeisiin ja laitteisiin, aiheuttaa LVI-valvojalle ja -suunnittelijalle paljon työtä: asennettavien tarvikkeiden hyväksynät on tarkastettava.

CE-merkintä kiinnitetään niihin rakennustuotteisiin, joista valmistaja on laatinut suoritustasoilmoituksen 4 ja 6 artiklan mukaisesti. Jos valmistaja ei ole laatinut suoritustasoilmoitusta 4 ja 6 artiklan mukaisesti, rakennustuotteisiin ei saa kiinnittää CE-merkintää. [7.]

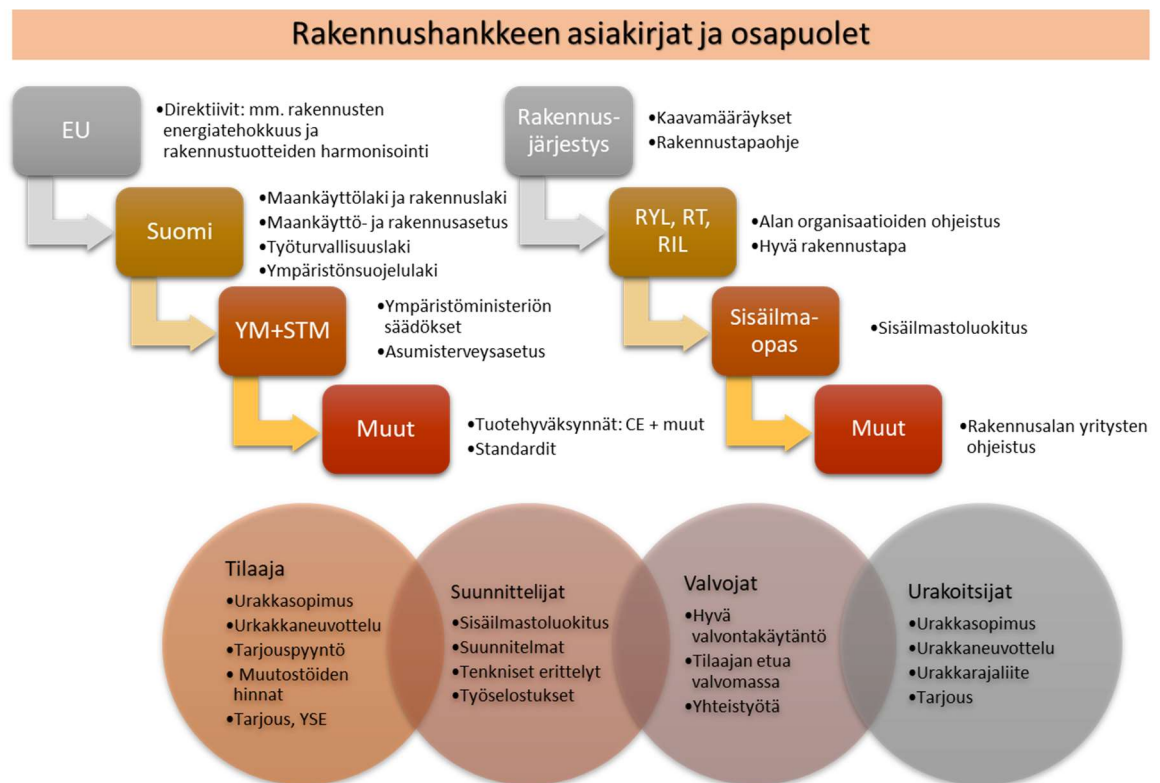
Direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta määrittelee mm. rakennuksen automaation ja huollon tasoa seuraavasti:

Jäsenvaltioiden on toteutettava tarvittavat toimenpiteet sen varmistamiseksi, että uudet rakennukset täyttävät 4 artiklan mukaisesti säädetyt energiatehokkuutta koskevat vähimmäisvaatimukset [8].

Suomen maankäyttö- ja rakennuslaki [6, 151 §] toteaa valvonnasta lisäksi:

Rakennusvalvontaviranomainen voi hakemuksesta antaa rakennushankkeeseen ryhtyvälle luvan valvoa rakennustyötä kokonaan tai osittain itse rakennushankkeeseen ryhtyvän esittämän valvontasuunnitelman mukaisesti. Valvontasuunnitelmassa on esitettävä tiedot rakennushankkeesta ja rakennuttajavalvonnan toteuttamisesta.

EU:n ja Suomen lait ovat asetusten ja rakentamismääräyksien taustalla ja vaikuttavat pakottavasti hyvään rakennustapaan ja käytännön ohjeisiin. Näistä säädöksistä, asetuksista ja ohjeista muodostuu pohja ja tausta valvojan työlle. Käytännön työssä valvojan on tukeuduttava myös maanläheisempiin lähteisiin, kuten rakennusalan yleisiin laatuvaatimuksiin (RYL) ja RT-kortistoon. Myös talotekniikka.fi-verkkosivuston tulkintaohjeet ovat hyvä apuväline. Jokaisen aiheen yhteydessä käsitellään juuri siihen liittyviä säädöksiä, määräyksiä ja ohjeita. Kuvassa 2 on yksinkertaistettu kaavio rakennushanketta ohjaavista säädöksistä, määräyksistä, urakka-asiakirjoista sekä hankkeen osapuolista.



Kuva 2. Rakennushanketta ohjaavat säädökset, asiakirjat ja hankkeen osapuolet [1; 2; 3; 4; 6].

4.1 Valvojan rooli

Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee kirjallisesti ilmoittaa toimivaltaiset edustajansa sekä heidän valtuutensa hankkeen osapuolille rakennushankkeen alussa. Valvoja edustaa rakennushankkeeseen ryhtyvää, ja hänellä on oikeus antaa määräyksiä pienistä ja kiireellisistä muutoksista urakkaan. Valvojalla on oikeus käydä työmaalla sopivaksi katsomaansa aikaan ja oikeus saada urakoitsijalta apua ja laitteita korvauksetta kohteessa suorittamiaan tehtäviään varten. Valvojalla on myös oikeus saada urakoitsijalta tarpeelliset laadunvarmistustiedot. Tilaajan taholta tapahtuva valvonta ei vähennä kuitenkaan urakoitsijan vastuuta. Valvojan vastuulla on ilmoittaa havaitsemistaan puutteista tai syntymässä olevista vahingoista tilaajalle ja urakoitsijalle. [9, 59-62 §.] On myös hyvä muistaa, että valvoja ei ole työnjohtaja eikä suunnittelija. Maankäyttö- ja rakennuslaki eli MRL [6, 151 §] antaa mahdollisuuden muissa kuin asuinrakennuksissa hankkeeseen ryhtyvälle suorittaa valvontatyötä valvontasuunnitelman mukaisesti itse. Tämä lupa voi olla osittainen tai koskea koko rakennustyötä. Suositeltavaa on jokaiseen, vähäistä isompaan, rakennushankkeeseen nimetä valvojat, jotka valvovat rakennustyön laatua, aikataulua ja taloutta. Tämä koskee myös asuinrakennuksia, koska valvojan käytöllä vähennetään laatuongelmia ja osoitetaan kunnan rakennusvalvonnalle, että ryhtyvällä on riittävä osaaminen ja pätevä henkilöstö hanketta johtamaan. Joskus kunnan rakennusvalvonta voi myös edellyttää ulkopuolisen valvojan käyttämistä rakennushankkeessa.

4.2 Valvojan tehtävät

Rakennushankkeen valvonnasta voidaan erottaa ainakin viisi vaihetta projektin ajalta. Nämä ovat

- perehtymisvaihe
- alkuvaihe
- rakennusvaihe
- vastaanottovaihe ja
- takuuvaihe.

Perehtymisvaiheessa valvoja selvittää hankkeen osapuolet, urakkamuodon, sopimussuhteet sekä oman roolinsa ja tehtävänsä. Silloin tutustutaan urakkasopimusasiakirjoihin, suunnitelmiin sekä aikatauluun mukaan lukien BIM eli rakennuksen tietomalli. Tarvittaessa kommentoidaan niiden sisältöä. Tässä vaiheessa on hyvä laatia oma muistilista hanketta varten. Valvoja voidaan nimetä hankkeeseen myös jo sen hankekehitysvaiheessa suunnittelun ohjaukseen ja valvomaan LVI-suunnitelmien laatutasoa. Tällöin hankekehitysvaihe korvaa perehtymisvaiheen. Alkuvaiheessa valvojan tehtävä on laatia hankekohtainen valvontasuunnitelma yhdessä mahdollisten muiden valvojien kanssa. Valvontasuunnitelmaan kirjataan vain ne toimenpiteet, jotka oikeasti voidaan ja aiotaan ennakoitujen tuntien puitteissa toteuttaa. Tässä vaiheessa myös tarkastetaan ja kommentoidaan urakoitsijan laatusuunnitelmaa sekä sovitaan laadunvalvonnan käytännöistä urakoitsijoiden kanssa. Ainakin monimutkaisemmissa hankkeissa on hyvä pitää laatupalaveri, jossa konkretisoidaan valvontasuunnitelma käytännön kokonaisuudeksi. [10].

Rakennusvaiheessa seurataan ja dokumentoidaan työmaalla sopimusasiakirjojen mukaisen laadun, aikataulun sekä kustannusten toteutumista. Tässä vaiheessa tuotetaan paljon dokumentointia laadun osalta, mm. asennustapatarkastukset ja mallikatselmukset dokumentoidaan. Tuotehyväksynät tarkastetaan, kuten myös suunnitelmat sitä mukaa kuin revisioita ja suunnitelmamuutoksia syntyy. Valvojan tehtävä on myös seurata kustannusten osalta maksuerien oikeellisuutta ja maksatuskelpoisuutta sekä mahdollisia hyvitystarjouksia. Lisäksi täytyy varmistaa, että urakoitsijan koontilaskut ovat oikein. Kun huomataan poikkeamia em. asioissa, niihin puututaan heti. Rakennusvaiheessa myös teetetään yleensä muita laadunvarmistustoimenpiteitä, kuten mittauksia, kuvauksia ja kokeita. Näistä kaikista laaditaan pöytäkirjat. Valvoja on oikeutettu vaatimaan urakoitsijalta itselleluovutusdokumentaatiota, joten kaikkea ei tarvitse valvojan tehdä, mutta kaikki tämä pitää muistaa huolehtia ja vaatia tehtäväksi. [1; 2; 9.]

Vastaanottovaihe pitää valvojan yleensä kiireisenä. Tässä vaiheessa, tai tätä ennen, kannattaa kerrata urakkasopimusasiakirjat, jotta syntyy vielä selkeä kuva tilaajan tahdon mukaisesta lopputuloksesta. Vastaanottovaiheen toimenpiteiden aikataulutus on syytä tehdä ajoissa ja sopia käytännöistä urakoitsijan kanssa. Tässä vaiheessa varmistetaan rakennusvalvonnan edellytykset vastaanotolle, jotta kaikki vaadittava dokumentaatio on

kunnossa. Tätä dokumentaatiota ovat muun muassa mittaus- ja säätöpöytäkirjat ja niiden tarkistusmittaukset, itselleluovutukset ja niiden korjaukset, valvojien tarkastukset, puhtauskatselmukset, äänimittaukset, toimintakokeet sekä käytönopastukset. [1; 2; 11.]

Vastaanottovaiheeseen kuuluu urakoitsijan punakynäsarjojen tarkastus ennen suunnittelijalle lähettämistä. Suunnittelija laatii punakynäkuvista loppukuvat eli vaihtokuvat ja tallentaa ne projektipankkiin. Valvoja varmistaa, että huoltokirja-asiat ja luovutusmateriaali ovat kunnossa. Valvoja osallistuu myös ennakko- ja jälkitarkastuksiin virheiden ja puutteiden osalta ja huolehtii yleisesti, että projektipankkiin tallennetaan kaikki dokumentaatio koko rakennushankkeen ajalta. Takuuvaiheen keskeisiin tehtäviin valvojalle kuuluu osallistuminen takuutarkastuksiin ja -kokouksiin sekä virhe- ja puutelistojen käsittely. Valvojan on hyvä myös varmistaa, että takuuajan huolto-ohjelmaa noudatetaan ja muut takuuajalle jätetyt toimenpiteet tulevat suoritettua. [1; 2; 11.]

Tiivistetysti voidaan sanoa, että valvoja auttaa tilaajaa saavuttamaan haluttu lopputulos ja toteuttaa taloteknistä valvontatyötä huomioiden työn laadun, aikataulun, turvallisuuden sekä taloudellisuuden. Valvojan tehtäviin löytyy tehtäväluettelo ohjekortista RT 103172 [11], jonka mukaan valvonnan ydintä on

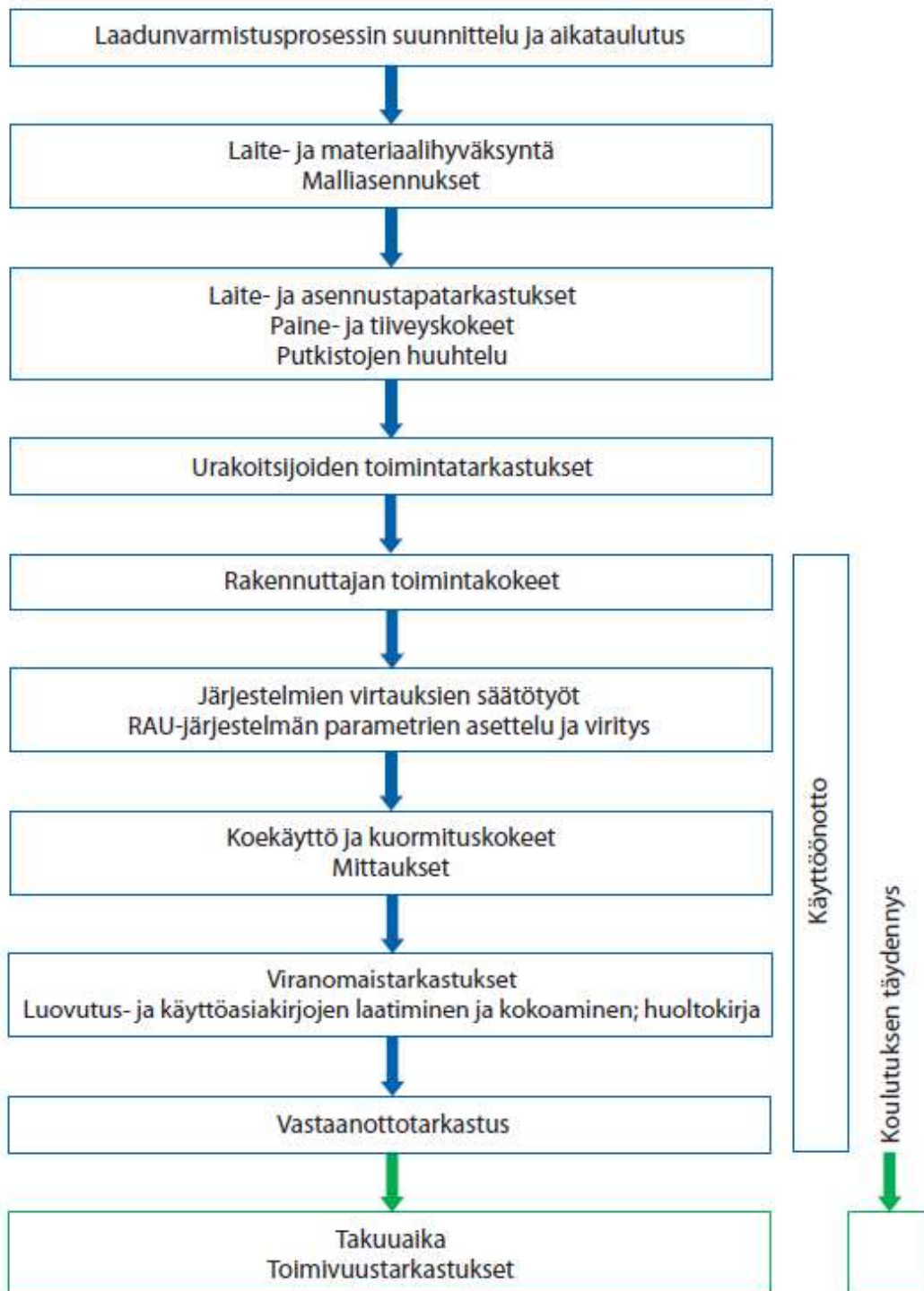
- Taloteknisten suoritusten varmistaminen siten, että tulos vastaa teknisesti ja laadullisesti urakkasopimusta.
- Urakoitsijoille kuuluvan taloteknisen laadunvalvonnan toteutumisen varmistaminen.
- Työmallien teettäminen ja riittävien tarkastuksien pitäminen eri työvaiheissa.
- Työmenetelmien, työolosuhteiden ja hyvän teknisen suorituksen varmistaminen.
- Käytettävien materiaalien suunnitelmanmukaisuus ja laadun tarkastaminen.
- Teknisten asennusosien tarkastaminen työselitysten mukaan.
- Tavarantoimittajien ja valmistajien asennus- ja työohjeiden noudattamisen seuranta.
- Urakoitsijoiden ja toimittajien laatimien piirustusten tarkastus ja sopimustenmukaisten jatkotoimenpiteiden seuranta.
- Eri työvaiheiden tarkoituksenmukaisen suoritusjärjestyksen seuranta.
- Ennakkokatselmuksin työtuloksen vastaanottokelpoisuuden määrittäminen.

- Talotekniikkatöiden valvonnan tehtäväluettelon mukaiset työt.

Yleistöimenpiteenä valvojan on muun muassa tehtävä ja ylläpidettävä valvontasuunnitelmaa, perehtyä hankkeen asiakirjoihin, osallistua kokouksiin ja neuvotteluihin, pitää yhteyttä hankehenkilöihin sekä hankkia työn suorittamisen kannalta tarpeelliset tiedot ja päätökset rakentajalta ja suunnittelijoilta. Valvojan tulee myös varmistaa, että kunnallistekniset liittymäsopimukset on tehty ja että suunnitelmat ovat viranomaisten hyväksymiä. [11].

Kuvassa 3 on prosessikaavio valvonnan eri vaiheista, lukuun ottamatta perehtymisvaihetta.

LAADUNVARMISTUS, PROSESSIKAAVIO



Kuva 3. Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely [1].

Valvojan tehtävät voidaan jakaa vastuualueittain seuraavasti:

- Yleisvastuullinen valvontatehtävä
- Yleisvalvonta
- Turvallisuuden ja ympäristön valvonta
- Ajallinen valvonta
- Teknisen toteutuksen laadunvalvonta
- Taloudellinen valvonta
- Dokumentointi
- Käytönopastuksen valvonta
- Vastaanottomenettely
- Takuuajan tehtävät [11].

Esimerkiksi turvallisuuden ja ympäristön valvonta tarkoittaa valvojan velvollisuutta huolehtia, että hankkeelle on nimetty turvallisuuskoordinaattori ja valvoja itse huolehtii omalta osaltaan työmaan turvallisuudesta. Hän ei itse kuitenkaan toimi turvallisuuskoordinaattorina, muuten kuin erikseen sovittaessa. Yleisvalvonnan tärkeimpiin asioihin kuuluu huolehtia, että työmaan asiakirjat ovat kunnossa ja työmaa etenee suunnitellusti ja tarvittava tieto liikkuu hankkeessa toimijoiden kesken. Valvoja toimii tehtäväluettelonsa mukaisesti usein käytännön yhdyshenkilönä eri hankehenkilöiden välillä ja koordinoi esimerkiksi lisä- ja muutostöitä. Turvallisuuden ja ympäristön valvontaan kuuluu huolehtia, että työmaan turvallisuusasiakirjat ovat kunnossa, työmaa yleisesti siisti, turvallinen ja järjestyksessä. Yleisvastuullinen valvontatehtävä tarkoittaa, että yleisesti valvojan on pidettävä omalta osaltaan huolta, että koko työmaa toimii tilaajan tahdon mukaisesti täyttäen määräykset ja lain vaatimukset. [1; 2; 10.]

Ajallisen valvonnan tarkoitus on varmistaa omalta osaltaan työmaan eteneminen aikataulussa ja hankkeen valmistuminen suunnitellusti. Tämä sisältää niin suunnitelmien pysymistä aikataulussa kuin eri urakoitsijoiden suoritusten valmistumista aikataulussa. Ajallinen valvonta on erityisen tärkeää korjauskohteessa, jossa asuu samalla asukkaita. Silloin ei riitä, että työmaa vain valmistuu sovitussa aikataulussa, vaan työmaan osa-

aikataulujenkin pitää pysyä sovituissa raameissa, koska työmaan vaiheistukset ja niissä pysymiset ovat asukkaiden kannalta kriittisiä. [1; 2; 10.]

Teknisen toteutuksen valvonta tarkoittaa laadunvalvontaa, joka omalta osaltaan varmistaa urakkasopimuksen, suunnitelmien ja hyvän rakentamistavan mukainen rakentaminen. Tätä usein pidetäänkin LVI-valvojan päätehtävänä eli varmistaa, että hyvää rakentamistapaa on noudatettu asennuksissa ja kaikki on tehty suunnitelmien mukaisesti. Laadunvalvontaan kuuluu lisäksi sen varmistaminen, että urakoitsija on tehnyt oman laadunvalvontansa riittävällä laajuudella. Teknisen toteutuksen valvontaan kuuluu myös mallikatselmusten aikataulun ja toteuttamisen varmistus sekä työtuloksen vastaanottokelpoisuus suoritettavin ennakkotarkistuksin. [1; 2; 10.]

Taloudellinen valvonta pitää sisällään maksuerien laskujen tarkistuksia, lisä- ja muutostyötarjousten aiheiden, sisällön, määrän ja hinnan tarkastukset sekä rakennuttajan hyvitystarjousten valvonnan. Myös urakoitsijoiden taloudellista tilannetta ja työhäiriöitä seurataan ja ongelmatilanteista raportoidaan rakennuttajalle. Valvonnan yksi erittäin tärkeä tehtävä, myös juridisesti, on hankkeen alusta sen takuuaikaan asti dokumentoida asennuksia, tapahtumia ja rakennusvaiheita. Käyttäjän kannalta käytönopastuksen valvonta on merkittävä kohta projektin luovutusvaiheessa – rakennuksen järjestelmien oikeaoppinen käyttö ja huolto mahdollistavat omalta osaltaan elinkaarikustannusten kurissa pysymisen ja rakennuksen pitkän käyttöiän terveellisen ja turvallisen asumisen lisäksi. [1; 2; 11.]

4.3 Valvojan vastuu

Konsulttitoiminnan yleisissä sopimusehdoissa määritellään valvojan vastuusta muuan muassa: valvoja vastaa aiheuttamastaan vahingoista ja siitä että hänen tekemänsä työ on sopimuksenmukainen ja täyttää lakien, asetusten ja määräysten vaatimukset. Valvojan on, havaittuaan syntymässä olevan vahingon, ilman viivästystä todistettavasti ilmoitettava siitä tilaajalle vahinkojen välttämiseksi. Vastuu päättyy kahden vuoden päästä kohteen vastaanottamisesta, ja vastuu on enintään konsulttipalkkion suuruinen, ellei muuta ole erikseen sovittu. [12, s. 3.]

Käytännössä siis valvojan on omalta osaltaan huolehdittava, että koko työmaa toimii oikein, aikataulussa ja kohti tilaajan toiveiden mukaista lopputulosta. Mikäli valvoja havaitsee, että näin ei ole tai on vaarana, ettei näin tule tapahtumaan, siitä pitää tiedottaa hankkeen osapuolia ja siihen pitää puuttua viipymättä. Tämä tarkoittaa, että tilaajalle on syytä informoida asiasta ja urakoitsijalle viestitettävä havainnot ja pyydettyä tekemään tarvittavat korjausliikkeet. Jotta näin voidaan jälkeenpäin todeta tapahtuneen, on syytä toteuttaa dokumentaatio huolellisesti.

5 Laadunvarmistustoimenpiteet

Yleisesti laadunvarmistustoimenpiteet kuuluvat urakoitsijalle. Valvojan tehtävä on varmistaa, että ne tulevat tehdyksi riittävällä tarkkuudella. Urakoitsijan vastuulla on myös suurin osa tuotettavasta laadunvarmistusdokumentaatiosta. Kuten aiemmin todettiin, rakennushankkeen tilaajalle kunnollisesta dokumentaatiosta on yleensä eniten hyötyä vasta, kun sen tekee urakoitsijasta riippumaton osapuoli eli valvoja. Käytännössä jo se, että valvoja on hankkeeseen määrätty, ennaltaehkäisee paljon rakennusaikaisia virheitä ja puutteita. Valvojan toiminnalla hankkeessa on jo siis itsessään laatua kohottava vaikutus. [10.]

5.1 Urakkarajat

Yleensä yksi urakoitsija hoitaa kaiken LVI:n tai ilmanvaihdon toteutuksen pienissä ja keskisuurissa rakennushankkeissa. Valvojan on hyvä tarkistaa tällöin urakkarajat suunnitelmista. Usein esimerkiksi moottoriventtiilien ja kaapelointien suhteen on havaittu epäselvyyksiä. Suurissa hankkeissa esimerkiksi putkiurakoitsijoita voi olla useita. Tällöin urakkaraja on toteutettu yleensä joko aluerajauksella tai järjestelmärajauksella. Tällöin on valvojan syytä erityisesti kiinnittää huomiota urakkarajoihin ja mahdollisiin epäselvyyksiin niiden välillä. Tämä ennaltaehkäisee monia ongelmia rakennushankkeen aikana ja vapauttaa usein aikaresurssia hankkeen lopussa, jolloin jää paremmin pelivaraa järjestelmien testaukselle ja säädöille. Korjaus- ja konversiohankkeissa, joissa rakennus on samaan aikaan osittain käytössä, on huomattavan tärkeää valvoa sekä urakkarajojen to-

teutumisen lisäksi urakoitsijoiden töiden yhteensovitus ja aikataulutus. Käytössä olevasta rakennuksesta eivät voi katketa lämpö, vesi ja viemärointi ainakaan pitkäksi aikaa. [10.]

5.2 Laatusuunnitelmat

Laatusuunnitelman tavoitteena on rakentamisen sopimuksenmukainen laadukkuus. Sen laatii urakoitsija omasta työstään, ja se laaditaan aina työmaakohtaisesti. Laatusuunnitelma palvelee urakoitsijan omaa toimintaa ja sillä on tarkoitus osoittaa tilaajalle, että hän saa sellaista laatua, josta on sovittu. Sen laatijalla tulee siksi olla käytettävissään kaikki ne asiakirjat, joissa määritellään hankkeen laatua, kuten urakkasopimukset ja suunnitelmat. Laatusuunnitelmassa huomioidaan hankkeen ajallinen ja taloudellinen ohjaus, erityispiirteet ja siinä myös varaudutaan mahdollisiin ongelmiin, joita hankkeessa saattaa ilmetä. [13.]

Laadunvarmistustoimenpiteet, rakennustuotteiden kelpoisuuden toteaminen ja käytettävät työvälineet kuuluvat myös laatusuunnitelman sisältöön. Siinä tulee myös esille työmaan turvallisuuden varmistaminen ja sen tavoitteet. Jotta laatusuunnitelma tulee myös käytännössä toteutettua, on hyvä pitää säännöllisesti katselmuksia, kokouksia ja tehdä itselleluovutuksia. Laatusuunnitelmaa on hyvä myös päivittää tarpeen mukaan, kun uusia laadunvarmistustoimenpiteitä ilmenee. [10; 13.]

5.3 Tuotehyväksynät

EU:n asetuksessa no 305/2011 määritellään rakennustuotteiden suoritustasoilmoituksesta ja CE-merkinnästä. CE-merkintä on pakollinen sellaisille rakennustuotteille, joille on harmonisoitu tuoteryhmästandardi. CE-merkinnän tarkoitus on yhtenäistää tuotehyväksyntämenettelyjä ja helpottaa kaupan käyntiä EU:n sisällä. Tuotteen valmistaja laatii tuotteestaan suoritustasoilmoituksen saatettuaan markkinoille tuotteen, joka kuuluu yhdenmukaistetun standardin piiriin tai vastaa sille annettua eurooppalaista teknistä arviointia. Tällä tavalla valmistaja ottaa vastuun, että rakennustuote on ilmoitetun mukainen. Tällöin rakennustuotteeseen kiinnitetään CE-merkintä. Jos suoritustasoilmoitusta ei ole tehty, CE-merkintää ei saa kiinnittää tuotteeseen. [7.]

CE-merkintää ei aina tarvita. Esimerkiksi työmaalla valmistettuihin tarvikkeisiin tai työmaalle erikseen tilattava ja valmistettu osa, vaikkapa kanavan muunnoskappale, ei vaadi CE-merkintää. CE-merkintä voidaan saada rakennustuotteeseen myös ilman tuotekohtaista harmonisoitua tuotestandardia, jos tuotetta koskee eurooppalainen tekninen arviointi ETA. Tällöin valmistaja voi hakea CE-merkinnän vapaaehtoisen teknisen arvioinnin avulla. Arviointeja Suomessa tekee Eurofins Expert Services Oy. [7.]

Rakennustuotteen tuotehyväksynnän voi hoitaa myös muuten kuin CE-merkinnällä. Tyyppihyväksynnän lisäksi tuotteen voi hyväksyttää valmistuksen laadunvalvonnalla, varmennustodistuksella tai varmentamalla se rakennuspaikkakohtaisesti. Tällä tavoin menetellen vaaditaan vielä rakennusvalvonnan hyväksyntä ja tietysti tuotteen on täytettävä kohteessaan vähimmäisvaatimukset. Tyyppihyväksytyt tuotteet on merkitty kuvan 4 mukaisella merkinnällä, ja nämä tuotteet ovat yleensä tarkastuslaitoksen testaamia. Tyyppihyväksyntä voidaan myöntää, jos tuotetta käytetään laajasti, se on teknisesti vaatimukset täyttävä sekä tuotteen valmistuksen laatua valvotaan. [14.]



Kuva 4. Tyyppihyväksyntämerkki.

Varmennustodistus on tuotekohtainen, ja se voidaan myöntää, jos tuote täyttää tekniset vaatimukset ja soveltuu ominaisuuksiltaan varmennustodistuksella hyväksyttäväksi. Edellytys on, että sitä käytetään laajasti tai vaihtoehtoisesti varmennustodistuksella kyetään yksinkertaistamaan ja yhtenäistämään rakennusvalvonnan toimenpiteitä. Tässä myös valmistajan laadunvalvonta on pakollista. Rakennustuotteen hyväksyntä valmistuksen laadunvalvonnalla voidaan toteuttaa, mikäli tuotteen kelpoisuutta ei voida osoittaa tyyppihyväksynnällä tai varmennustodistuksella, mutta se täyttää tekniset vaatimukset.

set ja valmistuksen laatua valvotaan valmistajan oman laadunvalvonnan lisäksi laadunvalvonnan varmentajan toimesta. Rakennuspaikkakohtainen kelpoisuuden osoittaminen tarkoittaa sitä, että jos rakennustuotteen kelpoisuutta ei ole muuten osoitettu, rakennushankkeeseen ryhtyvän on selvitettävä rakennuspaikkakohtaisesti, että tuote täyttää tekniset vaatimukset. Rakennusvalvonta voi tarvittaessa vaatia hankkeeseen ryhtyvää osoittamaan tämän joko asiakirjoilla tai edellyttää tuotetestausta. [14.]

Valvojan tehtävänä rakennustuotehyväksyntä on silloin aika vaivatonta, kun a) tuote on suunnitelmien mukainen ja b) tuotteessa on CE-merkintä. Toki silloinkin on hyvä varmistaa, että tuote oikeasti sopii ja toimii aiotussa kohteessaan. Mikäli edellä mainitut eivät täyty, joudutaan selvittämään, toimiiko tuote suunnitelmien mukaan. Lisäksi on selvitettävä, onko tuotteella mahdollista tyyppihyväksyntää tai varmennustodistusta. Mikäli näitä ei ole, vielä työläämpi tie on varmistaa valmistuksen laadunvalvonnan kautta rakennustuotteen hyväksyntä tai saada hankkeeseen ryhtyvä tai urakoitsija varmentamaan tuotehyväksyntä rakennuspaikkakohtaisesti. Yleensä, mikäli tuote on järkevästi korvattavissa CE-merkityllä tai tyyppihyväksytyllä tuotteella, se on paras ja helpoin tapa kaikille hankkeen osapuolille. [10.]

5.4 Tuotteiden vaihtokelpoisuus

LVI-suunnitelmissa on esitetty hankittavien ja asennettavien tuotteiden mallit ja tyypit sekä suoritusarvot ja mahdollinen tilantarve. Lähtökohta urakoitsijan suoritukselle on, että käytetään suunnitelmissa esitettyjä tuotteita. Mikäli urakoitsija haluaa vaihtaa materiaalia, liitostapaa tai itse tuotetta, niiden täytyy olla vastaaviksi todettavia ja täyttää samat vaatimukset kuin alkuperäiset ja tämä täytyy varmentaa kirjallisilla asiakirjoilla. Vaihdetuista tarvikkeista on toimitettava hyväksyntäasiakirja (CE tai tyyppihyväksyntä). Vaihdoille on saatava muiden rakennushankkeen sopimusosapuolien hyväksyntä. Yleensä LVI-suunnittelija ja LVI-valvoja ottavat kantaa vaihdon hyväksyttävyyteen. Huomattavaa on, että vaihtoa esittänyt urakoitsija vastaa tuotteen teknisestä ja taloudellisesta vastavuudesta. [3, s. 39; 4, s. 40.]

5.5 Mallikatselmukset

Mallikatselmus (malliasennus) on yhteen tai useamman urakkasuorituksen yhteiseen toteutustapaan kohdistuva katselmus, jonka lopputuloksena on yhteisesti sovittu, dokumentoitu tapa toteuttaa muut vastaavat rakenteet tai järjestelmäosat [2, s. 5]. Mallikatselmuksen tavoitteena on varmistaa työn ja työtapojen laatu. Mallikatselmuksia käytetään lähinnä toistuvissa töissä, jolloin ensin tehdään sovittu malli, joka katselmoidaan yhdessä urakoitsijan ja tilaajan valvojan kanssa. Mallikatselmuksessa voidaan arvioida myös työturvallisuutta, tilojen puhtautta ja työmaajärjestelyitä. Mallikatselmuksen tavoitteena on siis varmistaa työn laatu siten, että se on tehty suunnitelmien ja hyvän rakennustavan mukaisesti. Mallikatselmuksia tehdään muun muassa seuraavista asennuksista:

- putkistot kannakointineen
- kanavistot kannakointineen
- vesi- ja viemärikalusteet
- pikapalopostit
- eristykset
- koko asunto tai koko kylpyhuone (asuinkerrostalot)
- koko työhuone (toimistorakennukset)
- malliliiketila (liikekeskukset)
- käytävän osan asennukset
- radiaattorin asennus
- puhallinkonvektori
- jäähdytyskatto ja -palkki
- oviverhokone
- IV-kone apulaitteineen
- poistoilmapuhallin
- valvonta-alakeskus
- automaation kenttälaitte
- suuntapainepuhallin
- savunpoistopuhallin
- palopelti sekä
- porakaivo ja sen putkitukset.

Malliasennuksen katselmuspöytäkirja tehdään määrämuotoisena, jotta sillä on myös tarvittaessa juridista merkitystä. Pöytäkirjassa on oltava pöytäkirjan laatijan yrityksen nimi, tekijän ja osallistujien nimet, aika, paikka sekä katselmuksen kohde. Pöytäkirjaan voidaan merkitä jakelu eli kenelle se lähetetään. Pöytäkirjassa on oltava hyväksyjän allekirjoitus ja merkintä onko katselmus hyväksytty vai ei ja minkälaisin huomioin. Valokuvia asennuksesta ja havainnoista on hyvä liittää pöytäkirjaan, jotta mahdolliset tulkintaongelmat vähenevät. Myös pöytäkirjan tekopäivä merkitään. [3; 4.]

5.6 Paine- ja tiiviyskokeet

TalotekniikkaRYL2002 [3, s.48] ohjeistaa painekokeita seuraavasti:

Tiiviys- ja painekokeiden aikana on koestettavan LVI-järjestelmän tai sen sovitun osan liitosten oltava näkyvissä. Tiiviys- tai painekokeissa on kokeiltavien LVI-tuotteiden, kanavien ja putkien pintojen oltava kuivia vuotojen paikallistamiseksi. Painekokeet tehdään ennen kyseisten asennusten eristämistä ja/tai peittämistä. Tiiviys- ja painekokeista pidetään pöytäkirjaa.

Havaitut puutteet korjataan ja koe uusitaan tarvittaessa. Paineekokeissa on syytä huomioida verkoston maksimipaine, jolla koe suoritetaan. Tämä selviää LVIA-työselityksestä tai on 1,3 kertaa putkiston suurin käyttöpaine. Yleensä käyttövesiverkostot testataan yhden megapascalin paineella ja lämmitysverkostot 0,6 megapascalin paineella. Muoviputkien painekokeessa lisätään painetta alun jälkeen, koska vesitilavuus laajenee paineen noustessa. Koepainetta pidetään 30 minuuttia, jonka aikana lisätään vettä tarvittaessa. Tämän jälkeen paineen annetaan laskea noin puoleen ja seurataan tilannetta 90 minuuttia, jonka aikana paineen pitäisi nousta vakiotasolle esim. 0,5 baarista 0,7 baariin ja pysyä siinä. Mikäli paine pysyy tällä tasolla koko ajan, on järjestelmä tiivis. Saneerauskohteissa kannattaa huomioida, että vanhojen laitteiden paineen kesto ei välttämättä ole uusien veroinen, esimerkiksi lämmitysverkoston painekoe kannattaa tehdä täydellä paineella ainoastaan uusituille verkoston osille ja ilman vanhoja lämmityspattereita. Jäte- ja hulevesiviemärit voidaan testata joko vedellä tai ilmalla. Ilmanvaihtokanavien tiiveyskokeet suoritetaan ilmalla ja niissä käytetään koepainepuhaltimia. [2, s. 5 ja 6; 3, s. 102.]

Paineekokeista tehdään aina painekoepöytäkirja. Pöytäkirjassa on oltava pöytäkirjan laatijan yrityksen nimi, tekijän ja osallistujien nimet, aika, paikka, koepainettava järjestelmä,

koepaineen laajuus ja käytetty koepaine. Lisäksi merkitään käytetyt välineet ja testilaitteisto. Ilmanvaihtopöytäkirjaan merkitään myös ilman lämpötila ja ilmanpaine sekä asennetun kanaviston tiiviysluokka, asentaja, kanavan valmistaja ja suunniteltu toimintapaine. Pöytäkirjaan voidaan merkitä jakelu eli kenelle se lähetetään. Pöytäkirjassa on oltava hyväksyjän allekirjoitus ja merkintä, onko painekoe hyväksytty vai ei ja minkälaisin huomioin. Valokuvia on hyvä liittää pöytäkirjaan asennuksista ja havainnoista, jotta mahdolliset tulkintaongelmat vähenevät. Myös pöytäkirjan laadintapäivä merkitään. [3, s. 102.]

5.7 Asennustapatarkastukset

Laite- ja asennustapatarkastus on rakennuttajan edustajan suorittama tarkastus, jossa varmistetaan asennustyön suunnitelman- ja määräystenmukaisuudesta. Tarkastus kohdistuu asennustapaan, käytettyihin materiaaleihin sekä laitteiden ja varusteiden tuotekelpoisuuteen, oikeisiin tyyppeihin ja sijoitukseen. Asennustapatarkastuksesta tehdään pöytäkirja. Pöytäkirjassa on oltava pöytäkirjan laatijan yrityksen nimi, tekijän ja osallistujien nimet, aika, paikka, tarkastettava materiaali, asennus ja/tai järjestelmä ja sijainti työmaalla. Pöytäkirjaan voidaan merkitä jakelu eli kenelle se lähetetään. Pöytäkirjassa on oltava hyväksyjän allekirjoitus ja merkintä, onko tarkastus hyväksytty vai ei ja minkälaisin huomioin. Valokuvia on hyvä liittää pöytäkirjaan asennuksesta ja havainnoista, jotta mahdolliset tulkintaongelmat vähenevät. Myös pöytäkirjan tekopäivä merkitään. [2, s. 5.]

RYL [11, s. 48] ohjeistaa asennustapatarkastuksista seuraavasti:

Laite- ja asennustapatarkastuksia tehdään koko rakentamisvaiheen ajan toteutuksen etenemisen edellyttämässä järjestyksessä. Rakennustarkastusviranomainen ja muu osapuoli, jonka hyväksyntää asennustyö edellyttää, ilmoittaa aloituskouksessa tai myöhemmin etukäteen ne tarkastukset, joihin aikoo hankkeen aikana osallistua. Laite- ja asennustapatarkastuksissa todennetaan, että

- LVI-tuotteet, materiaalit ja asennustavat ovat sopimusasiakirjojen mukaisia
- LVI-tuotteiden käyttö-, huolto- ja työturvallisuusnäkökohdat ovat vaatimusten mukaisia
- LVI-tuotteet voidaan puhdistaa asennettujen huolto-, tarkastus- ja puhdistusluukujen sekä irrotettavissa olevien päätelaitteiden kautta.

Pöytäkirjassa on syytä huomioida muun muassa seuraavanlaisia asioita katselmuksen kohteesta riippuen:

- materiaalit ovat oikein ja hyväksyttyjä (CE)
- materiaalien kunto, varastointi ja suojaus
- työ on tehty valmistajan ohjeiden mukaan
- suunnitelmanmukaisuus
- varusteet
- läpiviennit, mutkat
- tiiveys
- merkinnät
- kannakointi ja kiinnitykset
- muun tekniikan yhteensovitus ja tilavaraukset
- käytettävyys, huollettavuus, korjattavuus ja vaihdettavuus
- ääneneristys
- liitokset
- roiloukset
- kaadot ja kallistukset
- tyhjennys- ja ilmanpoistoyhteet
- putkikoko
- eristeen paksuus, asennusväli ja höyrytiiviyys
- liimaus
- lämpö-, palo- ja kondenssieristykset
- kanavistojen ja viemäreiden puhdistettavuus ja
- asennustodistukset.

Peittyvät asennukset tarkastetaan aina ennen peittämistä ja dokumentoidaan valokuvin. Rakennuksen ulkopuolisia ja alapohjan alapuolisia viemäreitä dokumentoidaan myös videoimalla. [3; 4.]

5.8 Pistokokeet

Valvojan tulee tehdä pistokoemaisia tarkistuksia kaikkiin säätöpöytäkirjoihin. Valvojan tarkistamat kohdat saatune arvoineen merkitään pöytäkirjaan, jolloin tästä jää luovutusasiakirjoihin dokumentaatio. Kohteen koosta riippuen pistokokeita tehdään esimerkiksi

noin 10 %:ssa kaikista mittauksista. Valvojan on hyvä suorittaa pistokokeita myös jatkuvasti rakennushankkeen edetessä mallikatselmuksien ja asennustapatarkastusten avulla todetusta oikeasta toteutuksesta. On tavallista, että joko urakoitsija unohtaa sovitun toteuttamistavan tai henkilöstö vaihtuu ja samalla toteutustapakin muuttuu. Näistäkin syistä hyvä dokumentaatio kuvien kera auttaa pitämään laadun tasaisena koko rakennushankkeen ajan. [1; 2; 10.]

5.9 Erilaisia taloteknisiä järjestelmiä

Tässä kohdassa käsitellään taloteknisiä järjestelmiä, joita ei ole välttämättä jokaisessa rakennushankkeessa mukana. Näkökulma on toki edelleen LVI-valvojan eli mitä valvojan kannattaa ottaa huomioon järjestelmien suunnittelua, toteutusta ja vastaanottoa valvoessaan. Monenlaisia järjestelmiä jää paljon myös tämän käsittelyn ulkopuolelle. Silti niihin pätevät yhtä lailla tässä insinööriyössä käsitellyt laadunvarmistustoimenpiteet ja valvontatyökalun materiaali on sovellettavissa tilanteen mukaan.

5.9.1 Sprinklerijärjestelmä

Sprinkleri eroaa muista vesijärjestelmistä muutamalta huomattavalta kohdin. LVI-valvojan on erityisesti muistettava tarkastaa, että sprinklerilaitteiston venttiilit varustetaan asennonosoittimella ja lukitaan esimerkiksi ketjulla paikoilleen. Suunnittelusuositus on automaattinen asennonosoitus. Sprinklerikeskus varustetaan ilmanvaihdolla ja riittävän kokoisella lattiakaivolla, jotta koestusvedet voidaan hallitusti poistaa tilasta. Yleensä viemärin koko on DN 150. Sprinklerijärjestelmän pääsulkuventtiilin jälkeen asennetaan kivenerotin ennen yksisuuntaventtiiliä. Muiden teknisten tilojen tapaan tilan on oltava lukittava. Keskukseen syöttöliittimien on myös oltava lukittavissa. [3, s. 254–256.]

RYL:n mukaan sprinklerisuuttimet asennetaan yleensä alaspäin (kuivajärjestelmät) ja niiden sijoittelusta kannattaa tarkistaa, ettei veden jakautumisessa ole esteitä. Tämän vuoksi LVI-valvojan kannattaa tutustua myös sähkö- ja sisustussuunnitelmiin. Sprinklerisuuttimen laukeamislämpötila valitaan siten, että se on vähintään 30 °C korkeampi kuin tilan lämpötila normaalisti. Suutin asennetaan siten, että putki jatkuu vielä suuttimen jälkeen vähintään 50 millimetriä. Tämän osuuden tarkoituksena on kerätä lika, jotta suutin

itse ei tukkeutuisi. Sprinklerisuunnitelmista on hyvä muistaa tarkistaa, mikäli putkia vietään suojaamattomien tilojen läpi. Tällöin vaaditaan palosuojaus tai saattosprinklaus. [3, s. 254–256.]

Sprinklerilaitteiston voi asentaa vain turvatekniikan keskuksen rekisteröimä asennusliike. Ennen rakennuksen loppukatselmusta on sprinklerijärjestelmälle tehtävä käyttöönotto-tarkastus. Käyttöönottotarkastuksen saa suorittaa vain turvatekniikan keskuksen valtuut-tama tarkastuslaitos, joka tekee tarkastuksesta pöytäkirjan. Sprinklerijärjestelmä on myös tarkastettava määräajoin tarkastuslaitoksen toimesta. [15, s. 4.]

5.9.2 Pumppaamot

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärilaitteistosta vaatii, että jos hai-tallisia aineita voi päästä jätevesiverkostoon täytyy siinä olla erotin- tai käsittelylaite, jossa on vähintään oltava täyttymisen ilmaiseva hälytys. Lisäksi laitteen luokse on oltava helposti järjestettävissä oleva pääsy, ja erotinlaitteen jälkeen viemäriässä täytyy olla näyt-teenottomahdollisuus. [16, 33 §.]

Mikäli pumppaamo rakennetaan sisätiloihin, on sen oltava vesitiiviiden lisäksi myös kaa-sutiivis ja lisäksi siinä on oltava tuuletusviemäri. Ohjauskeskukset pyritään sijoittamaan mahdollisimman lähelle pumppaamo sisälle tai ulos ohjauskaappiin. Pumppaamon oh-jauskeskuksessa on oltava mittari, joka ilmaisee käyntitunnit ja tarvittaessa pumppaamo on varustettava kaukovalvontavarustuksella eli joko omalla hälytyslaitteistolla tai yleisim-min käytännössä kytkettävä valvonta-alakeskukseen eli VAK:een. Pumppaamolle pitää olla lähellä saatavissa huuhteluvettä ja valoa. [2, s. 117 ja 3, s. 273.]

Yleisesti pumppaamot kytketään VAK:een, johon tulee vähintään yleishälytys pumppaa-mon ohjauskeskukselta, josta pitäisi käydä hälytyksen laatu tarkemmin ilmi. Hälytyksiä voi olla padotus- ja ylitäyttöhälytykset sekä pumpulta voi tulla erikseen hälytys toimimat-tomuudesta ja ylikuumenemisesta. Mikäli pumppaamo on rakennukselle tärkeä eli sillä pumpataan merkittävässä määrin rakennuksen jäte- tai hulevesiä, se on syytä varustaa tuplapumpuilla ja ohjelmoida ohjauskeskus esimerkiksi vuorottelemaan pumppujen käy-tössä. [3; 4.]

5.9.3 Savunpoisto

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta [17, 42 §]:

Sammutus- ja pelastustoiminnan tehostamiseksi rakennukseen on suunniteltava ja rakennettava sen eri tiloihin soveltuva mahdollisuus savunpoistoon.

Osastoidusta uloskäytävästä ja osastoidusta hissikuilusta on järjestettävä mahdollisuus savunpoistoon sekä korvaavan ilman virtaamiseen.

Kellarikerroksen tiloista on oltava savunpoistomahdollisuus niin, ettei osastoituja uloskäytäviä eikä osastoituja sammutusreittejä tarvitse käyttää savunpoistoon.

Jos perustellut syyt sitä vaativat, savunpoisto on järjestettävä erityistoimenpitein kuten savunpoistoluukkujen, savunpoistoikkunoiden, savunpoistopuhaltimien tai huonetilojen yläosassa sijaitsevien helposti avattavien ikkunoiden avulla.

RYL [3, s. 160, 161] täsmentää savunpoistopuhaltimien toteutusta niin, että paloviranomaiset määrittelevät puhaltimien tarpeen sekä sijainnin. Tulipalo ei saa estää puhaltimien käyttöä ja laitteiston keskuksessa täytyy olla pistorasia palokunnan varavoiman syötölle. Savunpoistoluukkujen täytyy avautua koneellisesti, ja niiden laukaisuun on oltava painike tai vastaava järjestelmä. Savunpoistolaitteiden asennuksesta tulee olla asennustodistus. Mikäli valvoja osallistuu suunnittelun ohjaukseen, on hyvä huomata, että ainakin Helsingin Kaupungilla on ohjeena vaativimmissa savunpoistotason II ja kaikissa tason III rakennushankkeissa sopia vaatimuksista ja käytettävistä laitteista etukäteen rakennus- ja pelastusviranomaisten kanssa [18]. Savunpoistolaitteissa täytyy olla valmistajan vaatimustenmukaisuusvakuutus ja sen myötä vastaava merkintä tai vaatimustenmukaisuus on tarkastuslaitoksen testaama ja hyväksymä. Savunpoistolaitteet varustetaan esim. CE-merkinnällä, ja niiden mukana tulee toimittaa asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet. [19, 6 §.]

5.9.4 Palopellit

Ilmanvaihtokanavien läpiviennit toteutetaan yleisesti palopelleillä. Näin saadaan vietyä eri palo-osastojen läpi tarvittavat kanavat. Läpiviennin täytyy täyttää kyseisen palo-osaston palonkestovaatimus. Jos kanavan pinta-ala on alle 200 mm² eli kanavan halkaisija on maksimissaan 160 mm, palopellille ei ole määrätty eristävyysvaatimusta, siis E riittää ilman I-merkintää. Mikäli palopellillä ei ole erillistä automatiikkaa, joka ilmoittaa laitteen

viasta, se koekäytetään puolivuositain. Palopellit olisi yleisesti hyvä varustaa indikoinnilla rakennusautomaatioon, jolloin niiden laukeamista voidaan valvoa ja minimoida häiriöt ilmanvaihtoon. Jos palopelti on lisäksi varustettu moottorilla, sen testaus on helppo toteuttaa automaation avulla etäohjatusti. Palopellin tulee olla huollettavissa, joten yleensä sen yhteyteen asennetaan puhdistusluukku. Palopellin ollessa sellaisessa paikassa, että sen toimintaan voi liittyä tapaturman vaara, asennetaan siihen myös turverakko ja varoitusmerkintä. Joskus palopellin asennus ei onnistu suoraan kiinni osastovaan rakenteeseen, vaan palopelti jää siitä irti. Tällöin rakenteen ja palopellin välinen kanava paloeristetään valmistajan ohjeen mukaisesti. Myös kannakointeihin on syytä kiinnittää erityistä huomiota ja tarkastaa, että ne on tehty ohjeiden mukaan. [20.]

Palopellin vikaantuessa tai virran katketessa se menee automaattisesti turva-asentoon, joka yleensä on kiinni-asento. EI-luokan palopellit rajoittavat sekä palon että savukaasujen leviämistä palo-osastojen välillä. E-luokan palopellit rajoittavat savua ja on huomattava, että tällainen palopelti voi kuumeta vaarallisesti tulipalossa. Palopellit on asennettava aina valmistajan asennusohjeen mukaan, ja niiden asennuksesta jätetään asennustodistustarra palopellin yhteyteen. Lisäksi rakennushankkeen vastaanottovaiheessa luovutusaineistoon liitetään esimerkiksi mappi, jossa on kaikkien palopeltien asennustodistukset ja asennuspaikka. [20.]

5.9.5 Vedenjäähdytyskoneikot

Valvojan on tarpeen varmistua, että vedenjäähdyttimessä on varolaitteina kuitattavat korkeapainekeytkimet, matalapainekeytkimet, jäätymissuoja sekä tarvittaessa öljynpaineen varokytin. Laitteiston kompressoriin lisätään tarvittaessa lämmitysvastus kampiakammioon ja kylmäainepiiri varustetaan sulkuventtiilillä, jossa on täyttöyhde, suodatin-kuivaimella, kosteusindikaattorilla, näkölasilla sekä magneetti- ja syöttöventtiilillä. Vedenjäähdyttimessä on oltava oma ohjausautomaattiikka ja näyttöpaneeli, josta on tarkastettavissa asetusarvot, öljynpaineet, käyttötunnit sekä tulo- ja menoveden ja kylmäaineen lauhtumis- ja höyrystymislämpötilat. Jäähdytin kytketään automatiikkaan, jolla sitä voidaan ohjata ja johon saadaan hälytykset. Jäähdytysveden lämpötilan on pysyttävä vakiona asetusarvossa yhden asteen tarkkuudella. Konehuoneen oveen laitetaan tieto kylmäaineen tyypistä ja määrästä. Vedenjäähdyttimen alle asennetaan tärinänvaimenti-

met. Vedenjäähdytinkoneikon lauhdutin on yleensä aika kovaääninen, joten sen sijoittamiseen on syytä kiinnittää huomiota esimerkiksi kiinteistön katolla ja välttää ikkunoiden läheisyyttä. [3, s. 187–189.]

5.9.6 Kaukojäähdytys

Kaukojäähdytys on yleistynyt energiatehokkuusmääräysten myötä. Sitä on tarjolla Suomessa tällä hetkellä pääkaupunkiseudun lisäksi muissakin isommissa kaupungeissa. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta [21, 10 §] vaatii, että asuinkerrostaloissa jäähdytysraja on 27 °C ja liike- sekä toimistorakennuksissa 25 °C. Kaukojäähdytyslaitteisto asennetaan tekniseen tilaan, jota koskee tavalliset teknisen tilan vaatimukset eli vesipiste, viemäröinti ja maadoitettu pistorasia on oltava. Tilan tulee olla varustettu riittävällä ilmanvaihdoilla, jotta sen lämpötila pysyy alle 35 asteen. [22.]

Kaukojäähdytyskeskus tulee olla kokonaan kondenssieristetty matalan lämpötilan vuoksi. Eristeenä on käytettävä 13 mm paksua diffuusiivista solukumia tai vastaavaa [23]. Suunnitelmista kannattaa tarkistaa, että pitääkö koko jäähdytysverkosto kondenssieristää ja esimerkiksi puhallinkonvektoreihin asentaa kondenssiviemäröinti. Tämä riippuu siitä, onko suunniteltu kuiva vai märkä jäähdytys. Joka tapauksessa runkojohdot eristetään aina kondenssiriskin eliminoimiseksi ja lämpöhäviöiden välttämiseksi. Jäähdytysverkostoa säädettäessä on tärkeää huomioida myös venttiilien mahdollinen ääni. Jäähdytysveden virtaus on yleensä kovempi kuin lämmityspuolella johtuen pienemmästä lämpötilaerosta, jolloin virtaamat voivat olla aika isoja. Valvojan on hyvä myös tarkistaa suunnitelmista normaaliin tapaan oikeat putkimateriaalit. [3; 10.]

5.10 Verkoston huuhtelu

Verkoston huuhtelulla varmistetaan turvallinen, terveellinen ja laadukas lopputulos putkitöissä. Putkiin saattaa kertyä likaa valmistuksessa, kuljetuksessa, varastoinnissa ja asennuksessa. Myös asennuksen jälkeen putkiin voi päästä likaa, jos riittävästä suojauksesta ei ole huolehdittu. Putkistoon jäävä lika tukkii suodattimia, hanoja ja venttileitä

sekä vaikuttaa putkiston suunniteltuun tehtävään. Urakoitsija laatii huuhtelusta suunnitelman, jonka toteuttaa valvojan läsnä ollessa. Verkoston huuhtelusta laaditaan pöytäkirja. [1, s. 6.]

6 Vastaanottovaihe

6.1 Tilojen puhtaus

Ennen kuin toimintakokeita voidaan aloittaa pitää rakennuksen puhtauden olla sellainen, joka suunnitelmissa on määrätty. Ennen kuin ilmanvaihtokonetta voidaan käynnistää ja säätö- ja mittaustyötä aloittaa pitää varmistua, että ilmanvaihtokoneen palvelualue on puhdistettu sekä itse ilmanvaihtokone ja kanavat ovat puhtaat. Puhtauden tarkistuksesta tehdään dokumentti ja merkintä tarkastusasiakirjaan. Puhtaus tarkoittaa loppusiivousta alueella. Puhdistetulla alueella ei tehdä enää pölyäviä töitä. Mikäli tämän jälkeen joudutaan tekemään pölyävää työsuoritusta, käytetään kohdepoistoa, jotta pöly ja lika eivät leviä sekä tarvittaessa suojausta ja osastointia eli alipaineistusta. Tärkeää on puhdistaa myös alakattojen yläpuolet ja kaikki tasopinnat. Asuinhuoneistojen ovet pidetään puhdistuksen jälkeen kiinni ja muistutetaan työntekijöitä, että esimerkiksi kengänsuojat ovat pakolliset. [1; 2.]

6.2 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus

Mikäli ilmanvaihtokanavat ja -laitteet on suojattu hyvin koko rakennusajan, on todennäköistä, että ne ovat puhtauden osalta kunnossa. Usein kuitenkin ilmanvaihtokoneiden luokkuja auotaan ja niitä pidetään jopa työmaalla varastona, jolloin vähintään ilmanvaihtokoneiden osat on puhdistettava ennen koneiden käynnistämistä. Kanaviin saattaa kertyä likaa valmistuksessa, kuljetuksessa, varastoinnissa ja asennuksessa. Myös asennuksen jälkeen kanaviin voi päästä likaa, jos riittävästä suojaamisesta ei ole huolehdittu. Kanavistoon jäävä lika tukkii suodattimia, leviää ilman mukana tiloihin ja likaa venttiileitä ja säätölaitteita. Kanaviston puhtaudella varmistetaan turvallinen, terveellinen ja laadukas lopputulos ilmanvaihdolle. Kanavien puhtauskriteerit ja puhtauden toteutuksen menetelmät määritetään suunnitelmissa. Valvoja tarkastaa kanavistojen ja ilmanvaihtolaitteiden

puhtauden. Puhtaus todennetaan silmämääräisesti ja sormella pyyhkäistävällä näytteillä IV-kanavista ja laitteista. Kanavien puhdistuspöytäkirjassa on syytä todentaa saavutettu puhtaus valokuvin. Puhdistuspöytäkirja laaditaan määrämuotoisena kuten muutkin pöytäkirjat, jotta dokumentti on luotettava. Mikäli puhtauskokeet näyttävät, että kanavat ovat likaiset, voi urakoitsija joutua omalla kustannuksellaan nuohoamaan kanavistot ennen rakennuksen käyttöönottoa. [2, s. 6 ja 7.]

6.3 Äänimittaukset

Kiinteistön äänitekniinen toteutus mitataan rakennushankkeen vastaanottovaiheessa. Talotekniikasta mitataan asuinhuoneiden äänitasot sekä naapurirakennuksille aiheutuva melu, esimerkiksi vesikatolla olevien laitteiden äänitaso. Äänitasojen ollessa yli määräysten joudutaan joskus isoihinkin muutostöihin, jotta määräysten vaatima taso saavutetaan. Tämän vuoksi on valvojan syytä kiinnittää huomiota äänitekniikkaan jo hankkeen alussa suunnitteluasiakirjoihin tutustuessaan koska pahimmillaan tämä voi viivästyttää hankkeen vastaanottoa. Tässä voidaan hyödyntää RT-kortiston materiaalia esimerkiksi korttien Ilmanvaihtolaitteiden äänitekniinen suunnittelu ja äänenvaimennus asuinrakennuksissa [24] sekä Vesi- ja viemärilaitteiden äänitekniinen suunnittelu ja äänenvaimennus [25] avulla. Lisäksi tuotehyväksynät kannattaa tarkistaa myös tätä silmällä pitäen ja varmistaa, että äänitasot ovat suunnitelmien mukaiset.

Äänimittauksissa on tarpeen erottaa kuvan 5 mukaisesti keskiäänitaso ja enimmäisäänitaso. Joskus urakoitsijoiden tekemistä äänimittauspöytäkirjoista ei käy edes ilmi, miten äänitasot ovat mitattu. Äänimittauksissa asunnon on oltava muuttovalmiissa kunnossa, ilmavirtojen tulee olla säädetty ja ilmanvaihdon tulee olla normaalitilassa päällä. Mittausajankohta tulee valita siten, että taustamelu on mahdollisimman pieni, jolloin saadaan todellinen huonetilan äänitaso mitattua. Tämä tarkoittaa kaupunkialueella joskus yöaikaan tehtäviä mittauksia. Mikäli halutaan selvittää taustamelun vaikutus, ilmanvaihto pysäytetään. [26.]

| Huone- ja ulkotila | Jatkuva laajakaistainen ääni | Impulssimainen tai kapea-kaistainen ääni | | |
|---|------------------------------------|--|-----------------------------------|---|
| | Keskiaänitaso $L_{Aeq,T}$ (dB) | Enimmäisääni-taso $L_{AFmax,T}$ (dB) | Keskiaänitaso $L_{Aeq,T}$ (dB) | Enimmäisääni- taso $L_{AFmax,T}$ (dB) |
| Asuin-, majoitus- tai potilashuone | 28 | 33 | 25 | 30 |
| Asunnon keittiö tai rakennuksen harrastustila | 33 | 38 | 30 | 35 |
| Porrashuone tai uloskäytävä | 38 | 43 | 35 | 40 |
| Ulkotila | 45 | 50 | 40 | 45 |

Kuva 5. Rakennuksen hissien ja muiden taloteknisten laitteiden aiheuttama suurin sallittu äänitaso asunnossa [25, 5 §].

Mitattaessa kalustamatonta huonetta saadaan mittaustuloksesta vähentää huonevaimennus. Äänimittaus tehdään huoneen keskeltä noin 1,5 metrin korkeudelta ja pöytäkirjaan kirjataan sekä keskiaänitaso että enimmäisäänitaso mittauksen aikana ilman huonevaimennusta. Pöytäkirjaan voidaan laittaa merkintänä, että huonevaimennus otetaan huomioon. Pöytäkirjaan merkitään lisäksi paikka eli mitatut tilat, aika, läsnäolijat sekä siihen on syytä kirjata myös ympäristön olosuhteet kuten tuulisuus. [27, 11–13 §.]

6.4 SFP-luvun mittaus ja laskenta

SFP-luvun laskentavaatimus perustuu Euroopan unionin ekodirektiiviin [28]. SFP-luku ilmoittaa, kuinka paljon sähkötehoa vaaditaan ilman liikuttamiseen rakennuksessa. SFP-luvun laskentaa varten tarvitaan tieto rakennuksen kaikkien puhaltimien ottamasta sähkötehosta mitoitusilmavirralla sekä mitoitusilmavirta. SFP-luku lasketaan erikseen ilmanvaihdon tulokoneille ja poistokoneille. SFP-luvun laskee urakoitsija tai usein LVI-suunnittelija. SFP-luku vaikuttaa, ja se liitetään rakennuksen energiaselvitykseen.

Jos rakennuksessa on koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä, voi koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho olla enintään 1,8 kW/(m³/s) ja koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho enintään 0,9 kW/(m³/s). Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho voi ylittää edellä mainitut arvot rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisen sisäilmaston niin edellyttäessä. [21, 30 §].

SFP-luku eli ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho lasketaan seuraavalla kaavalla [21; 28]:

$$SFP = \frac{P_{tulo} + P_{poisto} + P_{apulaitteet}}{q_{max}}$$

| | |
|--------------------------|--|
| SFP | on ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho, kW/(m ³ /s) |
| P _{tulo} | on tuloilmapuhaltimien ottama sähköteho yhteensä, kW |
| P _{poisto} | on poistoilmapuhaltimien ottama sähköteho yhteensä, kW |
| P _{apulaitteet} | on taajuusmuuttajien ja muiden säätölaitteiden sekä mahdollisten LTO-pumppujen ja -moottorien ottama sähköteho, kW |
| q _{max} | on mitoittava jäteilmavirta tai ulkoilmavirta, m ³ /s. |

6.5 Laitteiden merkinnät

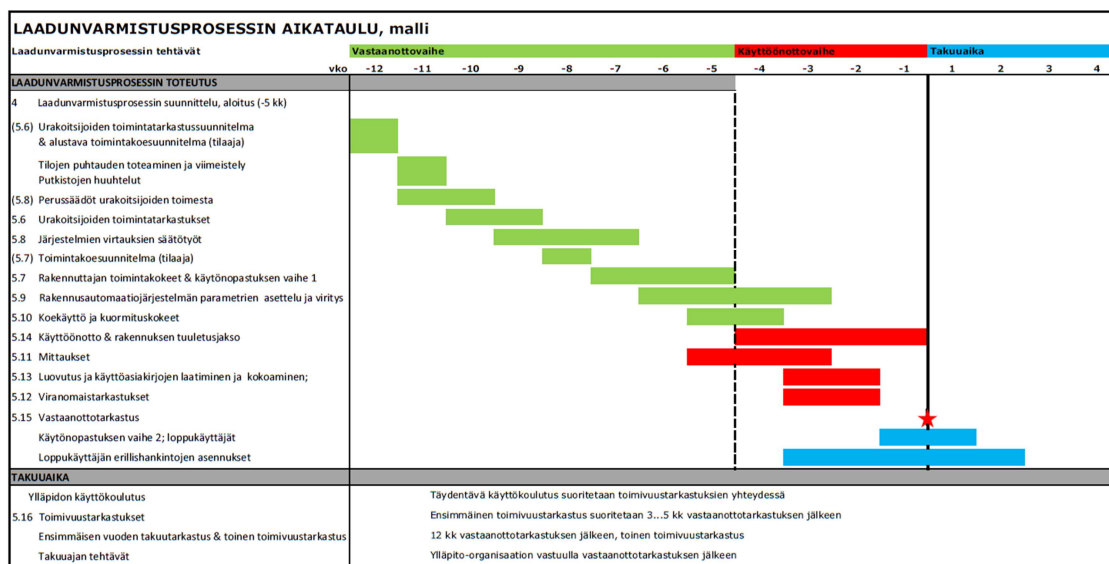
LVI-suunnitelmissa on esitetty taloteknisten laitteiden ja järjestelmien merkintätavat sekä alakatoissa käytettävät merkinnät. Merkinnöistä on käytävä ilmi suunnitelmien mukainen tunnus, vaikutusalue, virtaama/paine ja nimitys sekä mahdolliset muut suunnitelmien vaatimat tiedot. Merkittyjä laitteita ovat vähintään kaikki venttiilit, säätölaitteet ja anturit, kaikki koneet ja koneikot. Konehuoneissa merkitään myös virtauksen nimi ja suunta putkiin ja kanaviin. Esimerkiksi vesiputkistoihin virtausnuolet merkitään SFS-standardin 3701 [29] mukaisesti vihreällä ja valkoisella ja ilmanakanaviin vaaleansinisellä ja mustalla. Kaikkiin avattaviin piiloon jääviin asennuksiin (alakatot, luukut ym.) merkitään näkyville, mikä laiteryhmä avattavan osan takana on. Konehuoneisiin on urakoitsijan asennettava säätökaaviot seinälle siten, että kaavio kestää luettavana järjestelmän käyttöiän. Mikäli konehuoneessa on kylmäkoneikkoja, merkitään konehuoneen oveen kilvellä kylmäaineen tyyppi ja määrä. [3.]

Viranomaiset edellyttävät, että varoitus- ja opastekilvillä merkitään taloteknisistä järjestelmistä palopostit, viemärien sulkuventtiilit, ilmanvaihdon pysäytyskytkin eli iv-hätä-seis

sekä sprinklerilaitos. Myös palokunnan syöttöliittimet ja kuivaneuvus (-lasku) merkitään. Merkintöjen toteutuksissa on paljon eroja. Varoitus- ja opastekilpien on syytä olla kestäviä (esim. pelti), ja ne ruuvataan alustaan, niin että voidaan olettaa niiden kestävä järjestelmän käyttöä. Muiden taloteknisten laitteiden merkintäkilvet on hyvä olla kaiverrettavaa mallia, jolloin voidaan varmistua, että merkintä on luettavissa vielä aikojen päästä. Nykyään on yleistynyt ”dymottaminen” eli tulostetaan muovipohjaiselle tarranauhalle merkinnät ja liimataan laitteeseen tai sen viereen. Valvojan on syytä vaatia LVI-työseloituksen mukaisia merkintöjä, jotka useimmiten ovat kaiverrettavaa mallia. Tarranauhan merkinnän kestoikästä ei ole takuuta, ja itse tarra voi pudota helposti vuosien saatossa. Voipa kohteen pinta olla niin pölyinen, ettei se alun perinkään tarttunut siihen lujasti. [3, 10.]

6.6 Vastaanottovaiheen aikataulu

Valvojan tulee huolehtia, että rakennushankkeella on aikataulu ja valvoa sen toteutumista. Kun hankkeen vastaanotto lähestyy, on erityisen tärkeää päivittää aikataulua ja valvoa sen toteutumista. Yleensä lopussa tulee kiire, ja se helposti näkyy työn jäljessä. Valvojan velvollisuus on huomauttaa, mikäli hän havaitsee, että työmaa laahaa aikataulua perässä. Valvoja voi pitää muutamaa kuukautta ennen suunniteltua vastaanottoa urakoitsijoille vastaanoton aikataulu- ja laatupalaverin, jossa käydään läpi nämä asiat. Valvoja voi käyttää apunaan kuvassa 6 olevaa aikataulua, jolla on helppo aikatauluttaa hankekohtainen talotekniikan toteutus pienempiin palasiin, sitouttaa urakoitsijat siihen ja valvoa sen toteutusta. [9.] Kuva on suurempana liitteessä 4.



Kuva 6. Talotekniikan vastaanoton aikataulu [9]. Kuva on suurempana liitteessä 4.

Usein toimintakokeille jää liian vähän aikaa, johtuen monenlaisista seikoista, kuten aikataulun pettämisestä, yllättävistä tapahtumista ja lisätoista. Toimintakokeita ei voida kuitenkaan suorittaa, mikäli esimerkiksi ilmanvaihdon päätelaiteita ei ole asennettu tai niissä on suojat paikoillaan. Tämä puolestaan edellyttää, että pölyäviä rakennustöitä ei enää tehdä. Kipsilevytyitä riittää helposti vastaanottoon asti, ja työt levittävät pölyä ympärilleen, vaikka kohdepoisto olisikin käytössä. Näin työvaihe seuraa toistaan, ja siksi hyvissä ajoin aikatauluttaminen ja sen valvominen on tärkeää. [10.]

6.7 Itselleluovutukset

Valvojan tehtävä on varmistaa, että urakoitsijat suorittavat itselleluovutukset. Itselleluovutus tarkoittaa samaa kuin urakoitsijan toimintatarkastus RYL:n mukaan [3, s. 49]. Urakoitsija siis käy läpi itse toimittamansa tai asentamansa järjestelmän tai laitteen ja dokumentoi siinä havaitut puutteet ja virheet sitä mukaa kuin suoritukset rakennushankkeessa etenevät. Urakoitsija myös korjaa viipymättä itselleluovutusdokumentaatioon kertyneet virheet ja puutteet ennen valvojan tekemää tarkastusta. Itselleluovutukset tehdään kaikesta eli lämmönjakohuoneesta keittiön hanaan.

Käytännössä itselleluovutuksilla usein ymmärretään urakoitsijan tekemiä tarkastuksia esimerkiksi asuinhuoneistoissa valvojan tekemien ennakkotarkastusten tapaan ja urakoitsijan tekemiä laadunvalvontatoimenpiteitä rakentamisen aikana. Näitä laadunvalvontatoimenpiteitä on myös mallikatselmusten ja asennustapatarkastuksien tyyppiset itselleluovutukset uusista asennusvaiheista. Toimintatarkastuksilla taas yleensä tarkoitetaan urakoitsijan itse tekemää ”toimintakoetta” eli käyttöönottotestiä eri järjestelmille. Tällä urakoitsija varmistaa, että varsinaiset tilaajan toimintakokeet pystytään tekemään. LVI-työkalussa on käytetty tällaista toiminnallista jakoa. [10.]

6.8 Ennakkotarkastukset

Ennakkotarkastus tarkoittaa valvojan tekemiä tarkastuksia koko rakennushankkeen ajan. Näistä tiedotetaan hankehenkilöitä tehdyillä muistioilla. Kuitenkin käytännössä usein puhuttaessa ennakkotarkastuksista tarkoitetaan valvojan tekemiä ensimmäisiä tarkastuskierroksia työmaalla ennen vastaanottoa, mutta urakoitsijoiden itselleluovutusten jälkeen eli siinä vaiheessa, kun työmaa alkaa näyttää valmiilta. Valvoja tarkastaa systemaattisesti asennetut järjestelmät ja laitteet. Laitteiden ja järjestelmien toteutusta verrataan urakka-asiakirjoihin ja hyvään rakennustapaan. Jokaisella valvojalla on yleensä oma tapansa tehdä tarkastuskierros. Liitteessä 5 on tarkastuslista, joka on luotu valvontatyökalua varten. Tarkastuslista koskee asuinkerrostalon yhtä huoneistoa. Jokainen rakennus on toki yksilöllinen, ja siksi lista on suuntaa antava. Tarkastuslistaa soveltamalla voi sitä käyttää muidenkin tilojen tarkastukseen. Oleellista tarkastukselle on, että se tehdään systemaattisesti kaikki asennukset ja järjestelmät läpi käyden. [1; 2; 10.]

6.9 Toimintakokeet

Urakoitsijoiden täytyy ennen toimintakokeita tehdä omat toimintatarkastukset eli itselleluovutukset myös järjestelmistä. Toimintakokeiden edellytyksenä on lähes valmis kohde, jossa on enää pieniä rakennusteknisiä töitä jäljellä. Ennen kuin toimintakokeita voidaan suorittaa, pitää huolehtia, että seuraavat asiat on toteutettu:

Rakennustyöt

- konehuone ja sähkökeskukset ovat valmiita ja siivottu
- muut tilat ovat sellaisessa kunnossa, että toimintakoe sekä säätö- ja viritystyöt voidaan aloittaa ts. rakennustyöt on pääosin tehty ja tilat siivottu.

Putkityöt

- verkosto ja laitteet on asennettu lopullisesti
- verkosto on huuhdeltu ja esisäädetty
- eristystyöt on pääosin tehty
- mittarit on asennettu
- urakoitsijalle kuuluvat toimintatarkastukset on tehty.

Ilmanvaihtotyöt

- kaikki koneet, laitteet kanavat ja säätö- ja päätelaitteet on asennettu
- ilmastointikoneet, puhaltimet ja kanavat ja päätelaitteet on puhdistettu niiden puhtausluokan edellyttämään tasoon
- säätö- ja pääte-elimet on asennettu
- urakoitsijalle kuuluvat toimintatarkastukset on tehty.

Sähkötyöt

- virta tulee koneille ja säätölaitteille lopullista kytkentää myöten
- konehuoneiden valaistus toimii
- moottoreiden lämpösuojat on viritetty ja koestettu
- hälytykset on kokeiltu ja alustavasti merkitty
- pyörimissuunnat on tarkastettu
- pakkokytkennät on tarkastettu
- laitteet ja kaapelit on merkitty
- urakoitsijalle kuuluvat toimintatarkastukset on tehty.

Säätö- ja valvontalaitetyöt

- säätö- ja valvontalaitteet on lopullisesti asennettu
- automatiikka on kytketty, esiviritetty ja asennusarvot aseteltu
- ohjaukset ja pakkokytkennät on tarkastettu. [1; 2; 3; 4; 30.]

Vaativissa hankkeissa voi olla kymmeniä erilaisia taloteknisiä järjestelmiä, ja myös toimintakokeiden vaatima aika on niiden mukainen. Normaalin asuinkerrostalon LVI-järjestelmien toimintakokeiden viemä aika on yleensä muutaman työpäivän verran. Ajankäyttöön vaikuttaa paljon toimintakokeiden organisointi: kaikkien tarvittavien henkilöiden on oltava paikalla, suurimmat puutteet on toimintatarkastuksessa jo korjattu ja kaikki suunnitelmien mukaiset asennukset on saatettu loppuun. Pölyttömyys on todettu ennakkoon, ja siitä on pöytäkirja sekä rakennuksessa on lopulliset sähköt toiminnassa. Käytännössä järjestelmien oikea toiminta ja automaation ohjelmointi saattavat vaatia, että ainakin ilmanvaihdon päätelaitteet ovat säädetty suurin piirtein suunnitelmien mukaisiin arvoihin. Varsinainen säätötyö tehdään eri järjestelmiin toimintakokeiden jälkeen. [1; 2.]

LVI-valvoja huolehtii, että toimintakokeisiin jätetään riittävästi aikaa ja ohjaa toimintakokeita. Toimintakokeissa on oltava mukana vähintään testattavien järjestelmien urakoitsijoiden työnjohtajat sekä käytännössä aina automaatiourakoitsijan työnjohtaja tai pätevä asentaja, joka tuntee automaatiojärjestelmän ja kykenee käyttämään valvonta-alakeskuksien ohjelmia. Toimintakokeisiin voidaan kutsua mukaan myös tuleva kiinteistön huoltohenkilöstö. Tämä on jopa suotavaa, varsinkin jos kohde on tavallista monimutkaisempi. Toimintakokeet voidaan tehdä pistokokein tai vaativissa kohteissa käydään esimerkiksi automaation toimintaselostus kohta kohdalta läpi. Valvoja hyväksyy toimintakokeet ja tekee pöytäkirjan. Toimintakokeet vaativat vähintään muutaman päivän, jotta kaikki ehditään kunnolla testaamaan. Aina kaikki järjestelmät eivät ole vielä toimintakoekunnossakaan, kun ensimmäisten järjestelmien testaus alkaa. Toimintakokeissa löytyy lähes poikkeuksetta virheitä ja puutteita, jotka urakoitsija viipymättä laittaa kuntoon. Kun urakoitsija on kuitannut puutteet korjatuksi, tehdään toimintakokeiden jälkitarkastus, jossa varmistetaan, että virheet ja puutteet on korjattu ja järjestelmät toimivat kuten on suunniteltu. [1; 2.]

Valvoja hyväksyy automaatiovalvomon yhteydet ja toiminnan, automaation ohjelmoinnin ja prosessikaavioiden oikeellisuuden verrattuna suunnitelmiin ja varmistaa, että myös yksittäiset automaatiopisteet on oikein kytketty. Valvoja varmistaa, että valvomon käyttöoikeudet ovat oikeilla henkilöillä, trendiseuranta toimii ja hälytykset menevät sinne, minne on suunniteltu. Kaukolämmön alajakokeskuksen toimintakokeissa on hyvä tarkistaa ainakin kaikki lämpötilalukemat, lämpötilojen ylä- ja alarajahälytykset, pumppujen toiminta ja hälytykset sekä säätöventtiilien toiminta ja käsikäytöt. Lisäksi paisuntasäiliöiden

toiminta ja varoventtiilien ulospuhallusputket sekä merkintäkilvet ja nuolet on hyvä varmistaa oikein asennetuiksi. Lämmityksen jakokeskukselle tehdään myös kaukolämmön toimittajan toimesta lopputarkastus, jossa tehdään kuormituskoe sekä testataan huojunta ja viiveet. [2; 30.]

6.10 Mittaus- ja säätötyö

Talotekniset laitteet ja järjestelmät mitataan ja säädetään suunnitelman mukaisiin arvoihin toimintakokeiden jälkeen. Mitatut tulokset ja säädetyt arvot dokumentoidaan pöytäkirjoihin sekä kiinnitetään laitteisiin näkyville. Pöytäkirjassa tulee näkyä myös mittaukseen ja säätöön käytettävät laitteet ja menetelmät sekä suunnitellut arvot ja toleranssi. Urakoitsijan tekemään mittauspöytäkirjaan kirjataan LVI-valvojan pistokokein teettämät tarkistusmittaukset. Ilmanvaihdon mittauksessa suurimmat sallitut poikkeamat ovat ± 10 % järjestelmä- ja huoneistokohtainen arvo, ± 20 % huonekohtainen arvo sekä ± 10 % SFP-luku. LVIA-työselostuksessa voidaan määritellä myös tiukemmat arvot. [31.]

Lopulliset käyttöönottoasetukset tehdään sen jälkeen, kun taloteknisten järjestelmien virtauksukset on säädetty. Järjestelmien tulee toimia riittävän tarkasti ja reagoida muutoksiin riittävällä nopeudella ilman säädettävään suureeseen jäävää huojuntaa tai värähtelyä. Järjestelmien on toimittava koko suunnitellulla käyttöalueella eri käyttötilanteissa ilman ylimääraisiä vikatilanteita. Järjestelmien onnistuneen virityksen jälkeen dokumentoidaan se valvojalle toimitettavilla säätöpiirikohtaisilla trendiajoilla. Valvojan hyväksymät trendiajot tallennetaan osaksi luovutusaineistoa. [30.]

6.10.1 Järjestelmäkohtaiset säädöt

Lämmitysverkoston lopullinen säätö voidaan tehdä vasta seuraavana talvena, kun ulkolämpötila on -5 °C tai kylmempi muutaman vuorokauden peräkkäin. Huonelämpötilat mitataan ja varmistetaan, että ne pysyvät sallituissa rajoissa. Säästöventtiilit lukitaan säädön jälkeen. Lämmitysverkostoissa on nykyään yleensä säätyvätaajuinen pumppu, joten valvoja voi vielä varmistaa, ettei kokonaisvesivirtaa turhaan kuristeta säästöventtiili-

leillä vaan annetaan pumpun tehdä säätötyö muuttamalla pyörimisnopeutta. Tämä palvelee energiatehokkuutta ja säästää kiinteistön käyttökuluja. Lämpimän käyttöveden verkosto säädetään suunnitelmien mukaiseksi ja venttiilit lukitaan. [3; 4.]

Ilmanvaihdon säätötyön jälkeen päätelaitteet lukitaan säädettyihin asentoihin. Uudet rakennukset pyritään suunnittelemaan pääsääntöisesti painesuhteiltaan tasapainoon, kuitenkin esimerkiksi säätötyön sallittu mittavirhe järjestelmäkohtaisesti on 10 %, jolloin heitto tyypillisessä asuinkerrostalossa on satoja litroja sekunnissa. Tästä syystä, jotta vältettäisiin vahingossa kostean ilman painaminen rakenteisiin ylipaineistuksella, säädetään ilmapirratt useita varalta hieman niin, että rakennus on aavistuksen mieluummin alipaineinen. [3; 4.]

6.11 Loppukuvat eli vaihtokuvat

Urakoitsijat tekevät niin sanotut punakynäkuvat eli tarkesuunnitelmat (vaihtokuvat) toteutuksista, jotka on tehty eri tavoin kuin suunnitelmissa. Pieniin toteutusmuutoksiin riittää valvojan hyväksyntä tekovaiheessa, mutta isompiin vaaditaan myös LVI-suunnittelijan hyväksyntä. Läheskään aina muutoksia ei viedä tällöin suunnitelmiin ja tehdä uutta revisiota. Tehdyt muutokset kerätään yhteen rakennushankkeen luovutusvaiheessa. Tämä riippuu myös rakennushankkeessa olevien henkilöiden ja yritysten käytännöistä sekä tilaajan tahdosta. Usein alkuvaiheessa pienetkin muutokset viedään suunnitelmiin, mutta hankkeen edetessä suunnitelmia ei enää täydennetä. [10.]

Vastaanottovaiheessa, kun asennukset ovat valmiita, kirjataan muutokset punakynällä toteutussuunnitelmiin. Valvojan ja suunnittelijan hyväksyttyä punakynäkuvat, suunnittelija tekee niistä lopulliset versiot eli loppukuvat (vaihtokuvat) ja tallentaa ne rakennushankkeen projektipankkiin. Kaikki reittimuutoksetkin ovat tärkeitä muistaa viedä loppukuviin, jotta myöhemmin tiedetään esimerkiksi korjauksia tehdessä, mitä seinän tai hormin takana missäkin kohtaa on asennettu. [2; 10.]

6.12 Koekäytöt ja yhteiskoekäyttö

Koekäytön suorittaa urakoitsija, joka kuormittaa yhtä järjestelmää kerrallaan varsinaisen käytön mukaisissa muuttuvissa olosuhteissa. Koekäytöstä tehdään pöytäkirja tai raportti, johon kirjataan seurantamittausten käyrät ja mittaustuloksien arviointi. Koekäytettäviä järjestelmiä ovat muun muassa lämmitys-, jäähdytys ja ilmastointijärjestelmät. Koekäyttöjakson pituus on yleensä 5–7 vuorokautta ja sellaisia töitä, jotka vaikuttavat järjestelmien käyttöön ei saa tehdä testausjakson aikana. Rakennusautomaation asetellaan automaatiopisteiden seuranta ja seurantaväliksi yleensä 10–20 minuuttia. Seurannan tarkoituksena todentaa, että halutut sisäilmastosuhteet toteutuvat ja koko talotekninen järjestelmä toimii yhdessä suunnitelmien mukaisesti. Tavoitteena on myös estää esimerkiksi jäähdytyksen ja lämmityksen yhtäaikaisuus ja muutenkin energiankulutustavoitteiden toteutuminen. Yhteiskoekäytössä testataan eri järjestelmien samanaikainen toiminta. Suunnitelmissa määrätään, mitä asioita seurataan yhteiskoekäytön aikana. Myös sähkökatkotesti eli ns. blackout-testi on osa testausta. Tämän tarkoituksena on ensisijaisesti varmistaa eri järjestelmien oikeanlainen toipuminen ja käynnistyminen tilanteen jälkeen. [1; 32.]

6.13 Kuormituskokeet

Kuormituskokeiden tarkoitus on todentaa, että järjestelmien mitoitusarvot toteutuvat. Niissä mitataan ja dokumentoidaan jokainen tarvittava suure. Kuormituskokeita voidaan tehdä tilaan, jonka olosuhde on rajattu suunnitelmissa tarkoin ja halutaan selvittää olosuhteen toteutuminen. Kuormituskokeita tehdään myös laitteille, jonka tehosta halutaan saada varmistus, esimerkiksi savunpoistopuhaltimet. Tällöin voidaan järjestää koe-kuorma, jotta todellinen suorituskyky kyetään mittaamaan. Kuormituskokeista laaditaan pöytäkirja. [1; 2.]

6.14 Käytönopastus

Käyttöönottoprosessiin kuuluu kiinteistön huolto-organisaation käytönopastus eli koulutus kiinteistön taloteknisten järjestelmien käyttöön, ylläpitoon ja huoltoon. Tähän on va-

rattava riittävästi aikaa. Valvoja huolehtii, että urakoitsijat laativat käyttökoulutukseen riittävät ohjeet ja suorittavat koulutukset huoltohenkilöstölle. Valvojan varmistaa, että huoltohenkilökunta on kutsuttu toimintakokeisiin, koekäyttöön ja urakan vastaanottoon ja eri järjestelmien vastuuhenkilöt on nimetty. Erikseen sovittaessa valvoja voi myös itse opastaa käyttäjiä järjestelmien käyttöön. [1; 2.]

6.15 LVI-järjestelmien suunnitelmienmukaisuus

LVI-valvoja valvoo suunnitelmien mukaista toteutusta koko rakennushankkeen ajan. Mallikatselmukset, asennustapatarkastukset ja asennusten vertailu suunnitelmiin kuuluu valvojan normaaliin työrutiiniin, jossa suunnitelmienmukaisuutta valvotaan. Toimintakokeissa varmistetaan, että talotekniset järjestelmät toimivat suunnitellusti. Ilmanvaihtojärjestelmä on säädetty suunnitelmien mukaisiin arvoisin siten, että maksimipoikkeamat on järjestelmä- ja huoneistokohtaisesti $\pm 10 \%$ ja huonekohtaisesti $\pm 20 \%$. Sopivin välein, rakennusurakan vaiheesta riippuen, valvoja tekee työmaalla valvontakierroksen, jossa vielä erikseen tarkastaa asennuksien toteutusta verrattuna suunnitelmiin, hyvään rakennustapaan ja muihin rakentamista ohjaaviin ohjeisiin ja määräyksiin. Näistä valvontakierroksista valvoja laatii muistion tai pöytäkirjan, jossa olisi hyvä olla sekä tekstinä että valokuvin tallennettuna työmaalla havaitut asiat. Ennen rakennuksen vastaanottoa myös LVI-suunnittelijan tehtävä on erikseen kiertää työmaan asennukset läpi ja varmistaa, että suunnitelmienmukaisuus täyttyy. Valvoja varmistaa, että KVV- ja IV-vastaava kuittaavat tekemänsä tarkastuksen työmaan tarkastusasiakirjaan. Tämä tapahtuu sen jälkeen, kun työvaihetarkastukset on tehty ja toteutus vastaa suunnitelmia. [2; 10; 32, s. 7.]

6.16 Huoltokirjamateriaali

Kaikista LVI-tarvikkeista urakoitsija toimittaa huolto-ohjeet, yleensä suomeksi, ellei erikseen muuta sovita. Tämä materiaali liitetään osaksi kiinteistönpitokirjaa. Materiaali sisältää muun muassa kaikkien laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeet, mittaus- ja säätöpöytäkirjat, taloteknisten laitteiden esitemateriaalin sekä paine- ja tiiviyskokeiden pöytäkirjat. Usein huoltokirjaa koordinoi yksi taho, jolle kaikki huoltokirjamateriaali lähetetään ja joka koostaa materiaalista yhden kiinteistön huoltokirjan. Asuinkerrostalossa jokaisesta huoneis-

totyypistä toimitetaan tilaajalle laitteiden ja varusteiden huolto-ohjeet. Huoltokirjaa ylläpidetään myös takuuaikana ja sinne lisätään muun muassa tiedot mittausten ja säätöjen tarkistuksista, takuuhuoltokäynneistä sekä havaituista puutteista. [1, s. 8; 3.]

6.17 Luovutusmateriaali

Urakoitsija toimittaa ennen kohteen luovutusta kaksi sarjaa vastaanottokansioita. Kansiot sisältävät päivitettyt suunnitelma-asiakirjat, laite- ja materiaalihyväksynnät, urakoitsijan laadunvarmistusmateriaalin ja muut erikseen sovitut materiaalit. Myös valvojien laatimat virhe- ja puuteluettelot ovat osa luovutusmateriaalia. LVI-valvoja vastaanottaa, tarkastaa ja hyväksyy materiaalin, johon kuuluvat

- kaikkien laitteiden ja järjestelmien huolto- ja käyttöohjeet
- tuotehyväksyntämateriaali
- laitteiden esitteet tehokäyrästöineen
- laitehyväksyntämateriaali
- urakoitsijan laadunvarmistusmateriaali
- suunnitelma-asiakirjat
- järjestelmien ja laitteiden paikannustiedot
- aliurakoitsijat ja heidän vastuualueensa sekä
- valvojien virhe- ja puuteluettelot. [1; 3.]

6.18 Vastaanottotarkastus

Talotekniikan vastaanottotarkastus eli KVV/IV-loppukatselmus voidaan pitää, kun kaikkien LVI-urakoita tekevien urakoitsijoiden työt ovat valmiita. Se on edellytys varsinaiselle vastaanottotarkastukselle. Jokaisen tällaisen urakoitsijan työnjohtaja osallistuu vastaanottotarkastukseen. Vastaanottotarkastuksen pyytäminen on urakoitsijan velvollisuus. [3, s. 51.]

Ennen rakennuttajan (*varsinaista*) vastaanottotarkastusta tulee viranomaisten tarkastukset olla suoritettuina ja tarkastuspöytäkirjat laadittuina. Pääurakoitsija vastaa, että rakennusluvan mukaiset viranomaistarkastukset on suoritettu ennen käyttöönottoa ja loppukatselmusta, kuten esimerkiksi:

- KVV/IV-loppukatselmus
- Palotarkastus
- Terveystarkastus
- Hissitarkastus
- VSS-tarkastus
- Sähköjärjestelmien käyttöönottotarkastus mittauksineen
- Sähkölain edellyttämät erityistilat
- Rakennusvalvonnan käyttöönottotarkastus
- Loppukatselmus (voidaan suorittaa esim. piha-alueiden osalta vastaanoton jälkeen, jos rakennus on saanut käyttöönottoluvan).

Sähkölaitteiston varmennustarkastus suoritetaan normaalihankkeissa 3 kk käyttöönotosta. [2, s. 9.]

Vähäiset puutteet eivät ole vastaanoton este. Tästä on saatu usein tulkintaerimielisyyksiä aikaan, mutta minimivaatimuksena kiinteistön on oltava turvallinen ja terveellinen ottaa käyttöön. Tämä tarkoittaa, että ilmanvaihdon, sähkötöiden, paloturvallisuuden ja esteettömyyden lisäksi poistumisteiden on oltava kunnossa ja rakennustöiden sillä tasolla, että asukkaat ja käyttäjät voivat liikkua rakennuksessa. Valvojan on tehtävä virhe- ja puutelistat mahdollisimman yksilöidysti varsinaiseen vastaanottotarkastukseen mennessä ja toimitettava ne hankkeeseen ryhtyvälle. Mikäli varsinaisessa vastaanottotarkastuksessa virheistä ja puutteista ei ilmoita urakoitsijoille, puheoikeus niihin menetetään ja taloudellisessa loppuselvityksessä niitä ei voi enää vaatia urakoitsijalta. Vastaanotossa ei ole tarpeen vielä yksilöidä virheiden ja puutteiden mahdollista kustannusvaikutusta. Mikäli urakoitsija ei korjaa virheitä ja puutteita sujuvasti vaan valvoja joutuu tarkastamaan kohdetta useaan kertaan, tulee tästä tilaajalle kuluja, jotka tilaaja voi vaatia tarvittaessa urakoitsijalta. Tämä uusintatarkastuksien sanktiointi pitää olla kuitenkin mainittu urakkasopimuksessa. [1; 9.]

6.19 Käyttöönotto

Rakennus voidaan ottaa käyttöön, kun rakennusvalvonta on sen hyväksynyt ja muut osapuolet, joiden hyväksyntää tai tarkastusta käyttöönotto edellyttää, ovat antaneet sii-

hen luvan. Rakennusluvassa ja katselmuksissa on kirjattu rakennusvalvonnan vaatimukset käyttöönotolle. Rakennus voidaan ottaa käyttöön myös osissa tarvittaessa. Käyttöönottoa ennen on oltava hyväksyttynä KVV/IV-loppukatselmus, ainakin käyttöönottoa koskevalta osin, kaukolämmön jakokeskuksen lopputarkastus ja erityinen palotarkastus. [1; 2.]

6.20 Takuuaika

Takuuaikana ilmenneet viat ja puutteet, jotka urakoitsija on velvollinen korjaamaan, tulee ilmoittaa takuutarkastuksessa. Takuutarkastuksen aikaikkuna on ± 1 kuukausi vastaanottotarkastuksessa ilmoitetun takuuajan päättymisajan molemmin puolin. Takuuaikana ilmenneet viat ja puutteet, joita ei voida odottaa korjattavan vasta takuuajan lopussa, vaan joiden korjaus täytyy tehdä nopeasti, on urakoitsijan velvollisuus hoitaa viipymättä. Tällaisiksi voidaan katsoa vikoja ja puutteita, jotka vaikuttavat rakennuksen kuntoa, turvallisuutta tai käyttäjien terveyttä heikentävästi. Tilaajan täytyy tällöin tiedottaa urakoitsijaa asiasta ja, mikäli urakoitsija ei hoida korjausta viipymättä, voi tilaaja hoidattaa virheen kuntoon ulkopuolisella urakoitsijalla alkuperäisen urakoitsijan lukuun. [9.]

7 Kyselytutkimus

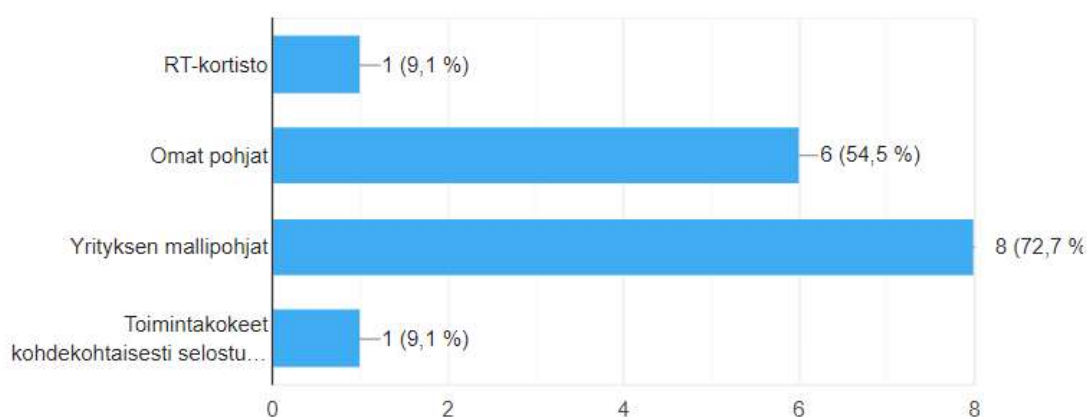
Tutkimusosuus toteutettiin kyselytutkimuksena Google Form -lomakkeella. Lomakkeessa rastitettiin ja valittiin valmiista vaihtoehdoista sopivimmat sekä useimmissa kohdissa vastattiin lisäksi lyhyellä kommentilla. Tutkimus pyrittiin tekemään mahdollisimman kvantitatiiviseksi, jotta tuloksia on helppo havainnollistaa. Näin vastaamisen kynnyks jäi myös mahdollisimman pieneksi, koska vastaaminen ei vienyt paljon aikaa. Vastauksista laadittiin kuvaajia havainnollistamaan nykytilannetta. Kysely lähetettiin kaikille Valvontakonsulttien LVI-valvojille tai valvontaa tekeville LVI-projektipäälliköille, yhteensä 15 henkilölle. Kyselyyn vastasi 12 henkilöä eli 80 % kyselyn saaneista. Lomake sisälsi kysymyksiä muun muassa malliasiakirjojen käytöstä ja niiden laadusta. Kysely kokonaisuudessaan on liitteenä 1.

7.1 Vastausten yhteenveto

Kymmenen valvojaa kahdestatoista rastitti ”kyllä” kysymykseen ”käytätkö valmiita malliasiakirjoja esim. malli- ja asennustapatarkastuksissa/toimintakokeissa?” Vastaus siihen, millaisia malliasiakirjoja valvojat käyttivät, on eritelty kuvassa 7. Eniten käytetään omia pohjia sekä yrityksen mallipohjia. Molemmat tarkoittavat käytännössä Word-, Excel- sekä Powerpoint-ohjelmalla tehtyjä pohjia.

Jos vastasit kyllä, minkälaisia asiakirjoja käytät?

11 vastausta

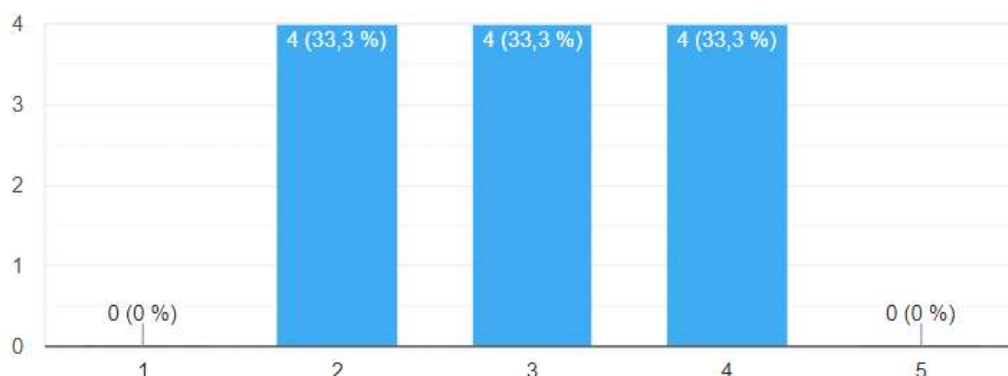


Kuva 7. Vastaus kysymykseen kaksi.

Jokainen vastasi muokkaavansa valmiita malliasiakirjoja omiin tarpeisiinsa. Tämä lienee tulkittavissa niin, että valmiista pohjista ei löytynyt sopivaa tai yleispätevää mallia, jota voi suoraan käyttää esimerkiksi malliasennuspöytäkirjana joka tilanteessa. Äänet jakautuivat hyvin tasaisesti (kuva 8) kysyttäessä yrityksen nykyisten malliasiakirjojen laatua. Tähän kommenttina tuli muun muassa, että osa käyttää muokattavia omia Word-tiedostoja ja osa yrityksen yleistä Word-mallipohjaa, jonka käytettävyyttä moitittiin.

3. Miten laadukkaana pidät yrityksen omia malliasiakirjoja tällä hetkellä?

12 vastausta

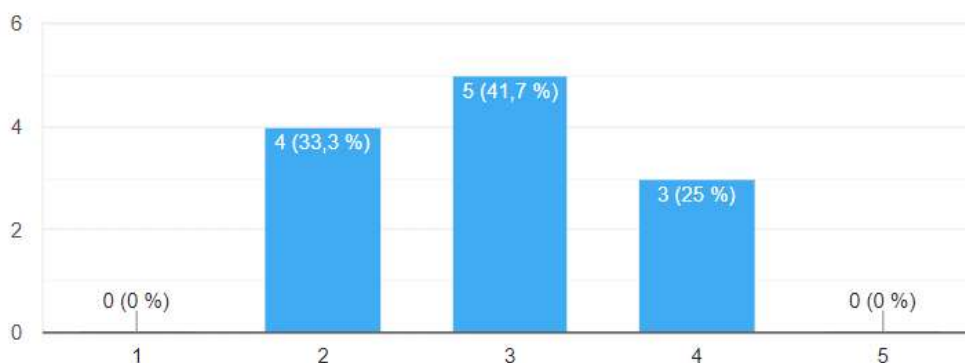


Kuva 8. Vastaus kysymykseen kolme.

Kuvassa 9 on esitetty, miten käyttökelpoisena valvojat pitävät yrityksen nykyisiä sähköisiä työvälineitä. Asiaa pyydettiin myös vapaasti kommentoimaan. Kommenteista käy ilmi, että sähköisinä työvälineinä pidetään ääripäässä pelkästään muistioiden tekemistä kannettavalla tietokoneella ja Office-ohjelmistolla sekä toisessa ääripäässä osa käyttää valmisohjelmistoa mobiililaitteella. Valmisohjelmistona on yleisimmin Gongrid-ohjelmisto niissä rakennushankkeissa, joihin ohjelmisto on tilattu. Tulos on hieman kallellaan negatiiviseen suuntaan eli yleisesti ottaen käytettävyydessä olisi parantamisen varaa. Työvälineiden käytöstä tuli kommenttia, että kannettavan ja Officen yhdistelmä on työläs, kännykkää on vaikea kunnolla käyttää sekä tablettiin toivottiin lisää käyttökelpoisia ohjelmistoja.

4. Miten käyttökelpoisena pidät yrityksen valvonnan muita sähköisiä apuvälineitä/ohjelmistoja tällä hetkellä?

12 vastausta

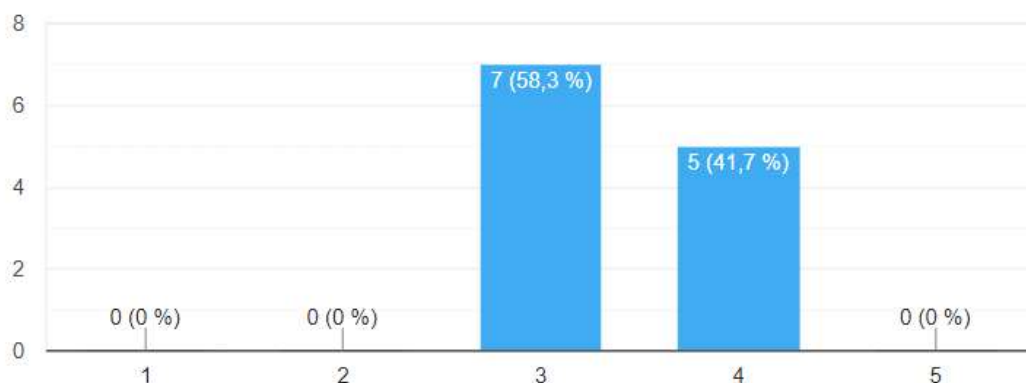


Kuva 9. Vastaus kysymykseen neljä.

Tasan puolet vastasi, ettei RT-kortiston kortit ole helposti käytettävissä. Seitsemän henkilöä kahdestatoista vastasi kuitenkin käyttävänsä niitä säännöllisesti työssään. Jokainen vastaaja oli sitä mieltä, että niiden pitäisi olla helposti käytettävissä. Kommenttia RT-kortiston malliasiakirjoista tuli laidasta laitaan. Yksi vastaaja ei ollut kuullut, että RT-kortistossa on malliasiakirjoja, osan mielestä ne ovat hankalia käyttää ja osan mielestä ne ovat osin vanhentuneita. Esille tuli myös se, että ne ovat laajasti hyväksyttyjä ja rinnastettavissa normeihin, joita ei kyseenalaisteta. Kuitenkin kuvasta 10 käy ilmi, että RT-kortiston malliasiakirjoja pidetään yleisesti ottaen selvästi laadukkaampana kuin yrityksen omia. Lähes puolet vastaajista piti niitä hyvänä.

6. Kuinka laadukkaana pidät RT-kortiston nykyisiä malliasiakirjoja?

12 vastausta

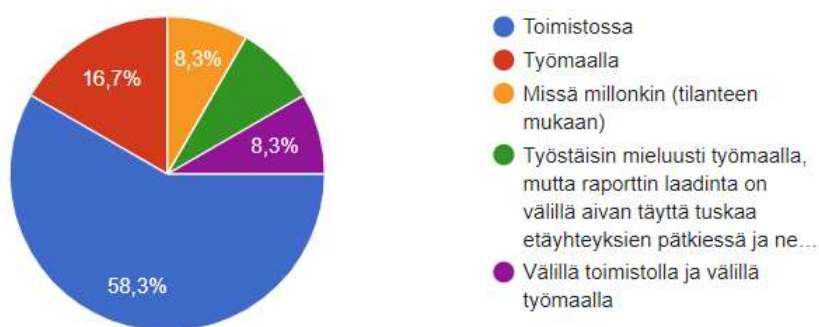


Kuva 10. Vastaus kysymykseen kuusi.

Yli puolet vastaajista tekee raportit ja pöytäkirjat toimistossa, loppujen vastauksien jakaantuessa ”työmaalla”, ”missä milloinkin” ja ainakin yksi vastaajista tekee pöytäkirjoja myös kotona. Huomattavaa kuitenkin on, että sähköisistä välineistä huolimatta vain kaksi vastaajaa sanoo tekevänsä asiakirjat työmaalla. Siten joko työmaalla tekeminen on useimmille turhan hankalaa, tai toimistolla tekeminen on kuitenkin mukavampaa tai helpompaa kuin muualla asiakirjojen työstäminen (kuva 11).

7. Työstätkö raportit ja pöytäkirjat toimistossa vai suoraan työmaalla?

12 vastausta

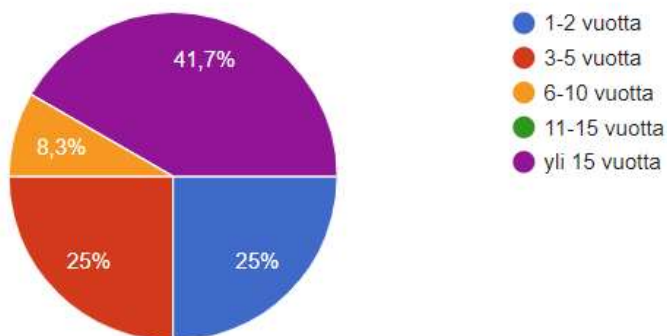


Kuva 11. Vastaus kysymykseen seitsemän.

Viimeisenä kohtana kyselyssä kysyttiin vastaajan taustaa eli valmistumisen jälkeistä työkokemusta. Tulokset näkyvät kuvassa 12. Vajaalla puolella oli työkokemusta yli 15 vuotta valmistumisen jälkeen, neljäsosalla alle 3 vuotta ja neljäsosalla kolmesta viiteen vuoteen.

Valmistumisen jälkeinen työkokemus?

12 vastausta



Kuva 12. Vastaus kysymykseen kahdeksan.

7.2 Nykyiset käytännöt

Kyselyn tuloksista voidaan päätellä, että nykyinen käytäntö raporttien ja pöytäkirjojen tuottamiseen on useimmilla se, että työmaalla tehdään havainnot ja otetaan kuvia. Sen jälkeen toimistolla työstetään havainnoista ja kuvista raportti tai pöytäkirja. Kaksi vastaajaa tekee jo työmaalla asiakirjat valmiiksi, ja he ovat erittäin todennäköisesti myös valmisohjelmistojen, esim. Congrid, käyttäjiä. Tulkinta perustuu siihen, että muut sähköiset apuvälineet tällä hetkellä eivät käytännössä mahdollista tällaista.

Vastauksista voidaan havaita, että toimistolla ei välttämättä haluttaisi tehdä niin paljon asiakirjojen työstöä. Ainakin osa haluaisi tehdä asiakirjat valmiiksi jo työmaalla, mikäli se olisi helppoa ja mahdollista. Tällä hetkellä se ei ole mahdollista kuin kohteissa, joissa on joku valmisohjelmisto tilattu hankkeelle, esimerkiksi Congrid.

7.3 Päätelmät

Kyselyn vastauksista on selvästi havaittavissa, että on olemassa tarve etenkin käytännöllisille ja helppokäyttöisille malliasiakirjoille. Jokainen vastaaja ilmoitti muokkaavansa nykyisiä mallipohjia omiin tarpeisiinsa. Tämä tarkoittaa sitä, että muokkaaminen vie työaikaa pois muulta toiminnalta. Vastauksista on myös havaittavissa, että arviolta noin puolet valvojista tulisi tekemään silti asiakirjat toimistolla. Työmaaolosuhteissa kaikki eivät siis halua tätä vaihetta toteuttaa, vaikka asiakirjojen luonti olisikin helppoa esimerkiksi tabletilla.

Vaikka yrityksessä on oma yleispätevä malliasiakirjapohja malliasennuskatselmuksille ja valmiita pohjia myös muulle valvonnan prosessille, niitä pidettiin huonompana vaihtoehtona kuin RT-kortiston malliasiakirjapohjia. Lisäksi koska kuitenkin myös RT-kortiston malliasiakirjoja moitittiin sekä vanhakantaisuudesta että niiden hankalahkosta saavutettavuudesta, voidaan tulkita, että yrityksessä todella on tarve helppokäyttöiselle, kaikkien saatavilla olevalle ja valmiiksi erilaisiin käyttötarkoituksiin muokatulle asiakirjakirjastolle. Tähän tarpeeseen LVI-valvojan työkalu vastaa osittain. Osittain siksi, että käytännössä excel-tiedosto on niin iso ja siinä on niin paljon asiaa, että tuollaisenaan se ei ole kaikkein helppokäyttöisin eikä nopein tabletilla ja työmaaolosuhteissa. Niille, jotka muokkaavat asiakirjat tietokoneella toimistolla tai kotona, työkalu on mainio apuväline.

8 Yhteenveto

Talotekniikan laadukas toiminta on perusedellytys sille, että rakennus on terveellinen ja turvallinen ottaa käyttöön. Hyvin toimiva tekniikka myös mahdollistaa viihtyisän ja energiatehokkaan kiinteistön. Talotekniikka kehittyy vauhdilla, joten automaatiota ja tekniikkaa, ennen kaikkea älykkyyttä, tulee koko ajan lisää. Jokaisen valvojan on siksi myös syytä päivittää omaa tietämystään silloin tällöin ajankohtaisesta tekniikasta, jotta laadunvarmistus rakennushankkeen aikana toimii ja laadukas lopputulos voidaan luovuttaa tilaajalle. Koska talotekniikka monipuolistuu ja uudistuu koko ajan, myös talonrakennushankkeiden laadunvarmistus on jatkuvasti monimutkaistunut.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän kannattaa osoittaa aina rakennusprojektille valvojat, jotka varmistavat rakennustyön laadun ja huolehtivat, että urakoitsijat hoitavat sopimuksenmukaisen velvollisuutensa. Käytännössä on huomattu, että vaikka itse rakennushanke olisi tehty muuten laadukkaasti, usein viimeistelyvaiheen kiireessä jää talotekniikan testaus liian vähälle huomiolle. Tästä seuraavat kalliimmat käyttökustannukset tekniikan toimiessa ei-optimaalisesti ja usein myös suunniteltua vaatimattomammat sisäilmasto-olosuhteet. Tällainen tilanne vältetään käyttämällä riittävästi aikaa luovutusvaiheen toimenpiteille ja valvomalla, että urakoitsijoiden työ täyttää urakkasopimuksen ja muiden urakka-asiakirjojen vaatimukset.

Uusien valvojien perehdyttäminen on LVI-valvojan työkalun ansiosta helpompaa siitä saadun kokonaiskäsityksen ja yhtenäisen koko hankkeen kattavan valvontanäkymän ansiosta. Työkalu toimii myös käteväenä muistilistana koko hankkeen ajan. Työkalusta otettiin käyttöön kaksi versiota. Toisessa, alkuperäisen tavoitteen mukaisessa työkalussa, on mukana asiakirjapohjien lisäksi ohjeita ja määräyksiä niin laista ja asetuksista kuin RT-korteistakin. Tämä raskaampi versio on hyvä apuväline perehdytyksessä ja silloin, kun esimerkiksi tarkastetaan jonkin asennuksen oikeellisuutta. Varsinkin kokeneempien valvojien apuvälineenä toinen, kevyempi työkalu, on mielekkäämpi, koska se avautuu nopeammin myös tabletilla ja toimii muutenkin jouhevammin. Siitä karsittiin ohjeet ja määräykset, jotka vievät tilaa ja hidastavat työkalun käyttöä.

LVI-valvojan työkalu on ollut jo kenttäkäytössä valvontatehtävän apuna ja sen hyödyllisyys on tullut todetuksi. Työkalu on kehitetty niin, että sen hyödyntäminen jatkossa esim. Congrid-ohjelmistossa on suhteellisen helppoa. Excel-version kehittäminen yrityksessä jatkuu vielä erilaisista hankkeista ja käytännön työstä saadun kokemuksen myötä.

Lähteet

- 1 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely, prosessikuvaus. 2018. RT 10-111301. Rakennustieto Oy.
- 2 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely, tehtävät ja dokumentointi. 2018. RT 10-11302. Rakennustieto Oy.
- 3 TalotekniikkaRYL2002 osa 1. 2002. Rakennustieto Oy.
- 4 TalotekniikkaRYL2002 osa 2. 2002. Rakennustieto Oy.
- 5 Manni Mikko. 2011. Rakennusprojektin LVI-valvonta ohje. Insinööritoimisto Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 6 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. 132/1999.
- 7 Laying down harmonized conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC. 2011. Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and the Council. Verkkoaineisto. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32011R0305>>. Luettu 8.12.2019.
- 8 Amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency. 2018. Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council. Verkkoaineisto. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.156.01.0075.01.ENG>. Luettu 8.12.2019.
- 9 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 1998. RT 16-10660. Rakennustieto Oy.
- 10 Sisäinen perehdyttämismateriaali. 2019. Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy.
- 11 Talotekniikkatöiden työmaavalvonnan tehtäväluettelo. 2019. RT 103172. Rakennustieto Oy.
- 12 Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 2013. 2013. RT 13-11143. Rakennustieto Oy.
- 13 Työmaan laatusuunnitelma. 1997. Suunnitteluohje 1180-S. Rakennustieto Oy.

- 14 Laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä. 2012. 954/2012.
- 15 Sprinklerilaitteistot. 2010. RT 63-10990. Rakennustieto Oy.
- 16 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärilaitteistosta. 2017. 1047/2017.
- 17 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen paloturvallisuudesta. 2017. 1010/2017.
- 18 Savunpoisto rakennuksista. 2015. Helsingin rakennusvalvontaviraston ohje. Helsingin kaupunki.
- 19 Laki pelastustoimen laitteista. 2007. 10/2007.
- 20 Palopeltien käyttö. 2019. Talotekniikka.info. Verkkoaineisto. <<https://www.talotekniikkainfo.fi/ilmanvaihtolaitosten-paloturvallisuus-opas/9-3>>. Luettu 12.12.2019.
- 21 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. 2017. 1010/2017.
- 22 Rakennusten kaukojäähdytys. 2014, yhtenäiset laatuvaatimukset, suositukset ja ohjeet. LVI 34-10557. Rakennustieto Oy.
- 23 Taloteknisten eristysten mitoitus ja käyttö. 2002. LVI 50-10345. Rakennustieto Oy.
- 24 Ilmanvaihtolaitteiden äänitekkinen suunnittelu ja äänenvaimennus asuinrakennuksissa. 2002. LVI 30-10333. Rakennustieto Oy.
- 25 Vesi- ja viemärilaitteiden äänitekkinen suunnittelu ja äänenvaimennus. 2001. LVI 20-10328. Rakennustieto Oy.
- 26 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä annetun ympäristöministeriön asetuksen 5 ja 6 §:n muuttamisesta. 2019. Ympäristöministeriö. Verkkoaineisto. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190360>>. Luettu 3.1.2019.
- 27 Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. 2015. 545/2015.

- 28 Commission regulation (EU) 1253/2014. 2014. Implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for ventilation units. EU Commission. Verkkoaineisto. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/GA/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2014.337.01.0008.01.ENG>. Luettu 11.12.2019.
- 29 Standardi SFS 3701. Putkistojen merkintä virtaavien aineiden tunnuksin. 1995. Tunnusvärit ja -kilvet. Suomen standardisoimisliitto SFS.
- 30 Toimintakoeohje. 2019. Verkkoaineisto. Helsingin Kaupunki. <<https://www.hel.fi/static/liitteet-2019/Kymp/Att/Toimintakoeohje.pdf>>. Luettu 3.1.2019.
- 31 Ilmanvaihtojärjestelmän suunnitelmanmukaisuuden toteaminen. 2019. Verkkoaineisto. Talotekniikka.info. <<https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/27-ss-ilmavirrat-ja-ominaissahkoteho>>. Luettu 3.1.2019.
- 32 Tainio Iiro. 2016. Vastaa- ja käyttönottovaiheen kehittäminen rakennuttajan toiminnan kautta. Diplomityö. Tampereen Teknillinen Yliopisto.
- 33 Talonrakennushankkeen kulku, riskien- ja laadunhallinta. 2017. RT 10-11255. Rakennustieto Oy.

Kyselytutkimuksen kysymykset

Kysymyksiä LVI-valvonnasta

1. Malliasiakirjojen käyttö. Käytätkö valmiita malliasiakirjoja esim. malli- ja asennustapatarkastuksissa/toimintakokeissa?

☐ Kyllä / ☐ Ei

Jos vastasit kyllä, minkälaisia asiakirjoja käytät?

☐ RT-kortisto

☐ Omat pohjat

☐ Yrityksen mallipohjat

☐ Muut, mitä? _____

2. Muokkaatko malliasiakirjoja omiin tarpeisiisi sopiviksi?

☐ Kyllä / ☐ Ei

3. Miten laadukkaana pidät yrityksen omia malliasiakirjoja tällä hetkellä?

☐ 1, huono

☐ 2, välttävä

☐ 3, menettelee

☐ 4, hyvä

☐ 5, erinomainen

Kommentoi muutamalla sanalla huonoimmat/parhaat puolet?

4. Miten käyttökelpoisena pidät yrityksen valvonnan muita sähköisiä apuvälineitä/ohjelmistoja tällä hetkellä?

☐ 1, huono

☐ 2, välttävä

☐ 3, menettelee

☐ 4, hyvä

☐ 5, erinomainen

Mitä sähköistä työvälinettä käytät eniten?

Kommentoi muutamalla sanalla huonoimmat/parhaat puolet?

5. Onko RT-kortiston ohjekortit helposti käytettävissäsi?

☐ Kyllä / ☐ Ei

Käytätkö itse RT-kortiston ohjekortteja säännöllisesti työssäsi?

☐ Kyllä / ☐ Ei

Pitäisikö korttien olla helposti kaikkien saatavilla?

☐ Kyllä / ☐ Ei

6. Kuinka laadukkaana pidät RT-kortiston nykyisiä malliasiakirjoja?

☐ 1, huono

☐ 2, välttävä

☐ 3, menettelee

☐ 4, hyvä

☐ 5, erinomainen

Kommentoi muutamalla sanalla huonoimmat/parhaat puolet?

7. Työstätkö raportit ja pöytäkirjat toimistossa vai suoraan työmaalla?

☐ Toimistossa

☐ Kotona

☐ Muu

8. Valmistumisen jälkeinen työkokemus?

☐ 1-2 vuotta

☐ 3-5 vuotta

☐ 6-10 vuotta

☐ 11-15 vuotta

☐ yli 15 vuotta

Valvontatyökalun sisällysluettelo

| LVIA-valvonnan suunnitelma | | |
|----------------------------|--|----------------------|
| HANKKEEN TIEDOT | Hankkeen nimi ja numero | |
| | Hankkeen osoite | |
| | Hankkeen LVIA-laadusta vastaavat henkilöt | |
| | LVI-valvoja, VK Oy | LVI-valvoja |
| | LVI-suunnittelija | LVI-suunnittelija |
| | KVV-vastaava | KVV-vastaava |
| | IV-vastaava | IV-vastaava |
| | Vastaava työnjohtaja | Vastaava työnjohtaja |
| | Urakoitsijat on velvoitettava kutsumaan valvoja ja muut osapuolet tarkastuksiin ja laadunvarmistustoimenpiteisiin. | |
| | | Nro |
| YHTEISET JA YLEISET | Tämä sisällysluettelo | 0 |
| | Yleisiä ohjeita LVIA-valvontaan | OHJE |
| | Vastuumatriisi | TATE |
| | Vaihtoehtoinen yleinen mallikatselmuspöytäkirjapohja | M |
| | Valvontasuunnitelma | 1 |
| | Laatusuunnitelma | 2 |
| | Aikataulu | 3 |
| | Laatu- ja yhteensovituspalaverit | 4 |
| | Rakennusvalvonnan tate-aloituskokous | 5 |
| | Talotekniikkaelementtiasennuksen mallikatselmus | 6 |
| | Automaatiourakoitsijan vetoluettelo sähköurakoitsijalle | 7 |
| | Vesikattorakenteen LVI-asennusten asennustapatarkastus | 8 |
| | VSS-täyteroksen LVI-asennusten asennustapatarkastus | 9 |
| | Palokatkojen mallikatselmus | 10 |
| | Malliasunnon tarkastus | 11 |
| LÄMPÖ, VESI, VIE- | Urakoitsijan tuotehyväksyntäluettelo | 12 |
| | Pohjaviemäriasennuksen mallikatselmus | 13 |
| | Pihaviemäriasennuksen mallikatselmus | 14 |
| | Putkielementtiasennuksen mallikatselmus | 15 |
| | Kylpyhuoneiden viemärihajotusten mallikatselmus | 16 |
| | Valurautaviemäriasennuksen mallikatselmus | 17 |
| | Lämmitysrunkoasennuksen mallikatselmus | 18 |

| | | |
|-------------|---|----|
| | Lämmityspatteriasennuksen mallikatselmus | 19 |
| | Lattialämmitysasennuksen mallikatselmus | 20 |
| | Kaukolämmön käyttöönottotarkastus | 21 |
| | Käyttövesirunkojen asennuksen mallikatselmus | 22 |
| | Käyttövesi-pex-asennuksen mallikatselmus | 23 |
| | Käyttövesihajotuksien asennuksen mallikatselmus | 24 |
| | Pintakromiputkien asennuksen mallikatselmus | 25 |
| | Käyttövesihajotusten eristysasennuksen mallikatselmus | 26 |
| | Käyttövesirunkojen eristysasennuksen mallikatselmus | 27 |
| | Lämmitysrunkojen eristysasennuksen mallikatselmus | 28 |
| | Kylpyhuoneen vesikalustusasennuksen mallikatselmus | 29 |
| | Keittiön vesikalustusasennuksen mallikatselmus | 30 |
| | Vesilaitteiston tiiviys on todettu | 31 |
| | Vesilaitteisto on huuhdeltu ja todettu puhtaaksi | 32 |
| | Lämmityslaitteisto on huuhdeltu ja todettu puhtaaksi | 33 |
| | Jäte- ja hulevesilaitteistot on todettu tiiviiksi | 34 |
| | Vesivirtojen/paineen säätö- ja mittaus | 35 |
| | Vesivirtojen pistokoemittaukset | 36 |
| | Kaukolämmön viritys | 37 |
| | Kaukolämmön lopputarkastus | 38 |
| | Kaukokylmän lopputarkastus | 39 |
| | Lämpötilamittaukset ja perussäädön loppuunsaattaminen | 40 |
| | KVV-järjestelmien käyttöönottolomake | 41 |
| ILMANVAIHTO | Asuntojen iv-kanavien mallikatselmus | 42 |
| | Palopeltiasennuksen mallikatselmus | 43 |
| | Paloeristysasennuksen mallikatselmus | 44 |
| | Kanavaeristysasennuksen mallikatselmus | 45 |
| | Ilmanvaihtokanaviston tiiveysmittaukset | 46 |
| | Pölyttömyystarkastus | 47 |
| | Ilmanvaihdon mittaus- ja säätötyö | 48 |
| | Ilmanvaihdon pistokoemittaukset | 49 |
| | Äänimittaukset | 50 |
| | Ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönotto | 51 |
| SPRINKLERI | Sprinkleriasennusten mallikatselmukset | 52 |
| | Sprinkleriputkiston huuhtelu | 53 |
| | Sprinkleriputkiston painekoe | 54 |
| | Tarkastuslaitoksen käyttöönottotarkastus - sammutuslaitteisto | 55 |
| VAS- | Vastaanottovaiheen aikataulu | 56 |
| | Urakoitsijoiden ilselleluovutukset | 57 |

| | |
|---|----|
| Valvojan ennakkotarkastukset | 58 |
| Urakoitsijan toimintatarkastukset | 59 |
| Tilaajan toimintakokeet | 60 |
| Punakynien tarkastus eli loppukuvat | 61 |
| KVV/IV-loppukatselmus eli tate-vastaanottotarkastus | 62 |
| Koekäyttö / Yhteiskoekäyttö | 63 |
| Käytönopastus | 64 |
| LVI-järjestelmien suunnitelmienmukaisuus | 65 |
| Huoltokirjamateriaali | 66 |
| Luovutusmateriaali | 67 |
| Takuuaika | 68 |

Vastuumatriisi

RAKENNUSHANKKEEN VAIHEET

Valvoja O osallistuu, T tarkastaa ja H hyväksyy.

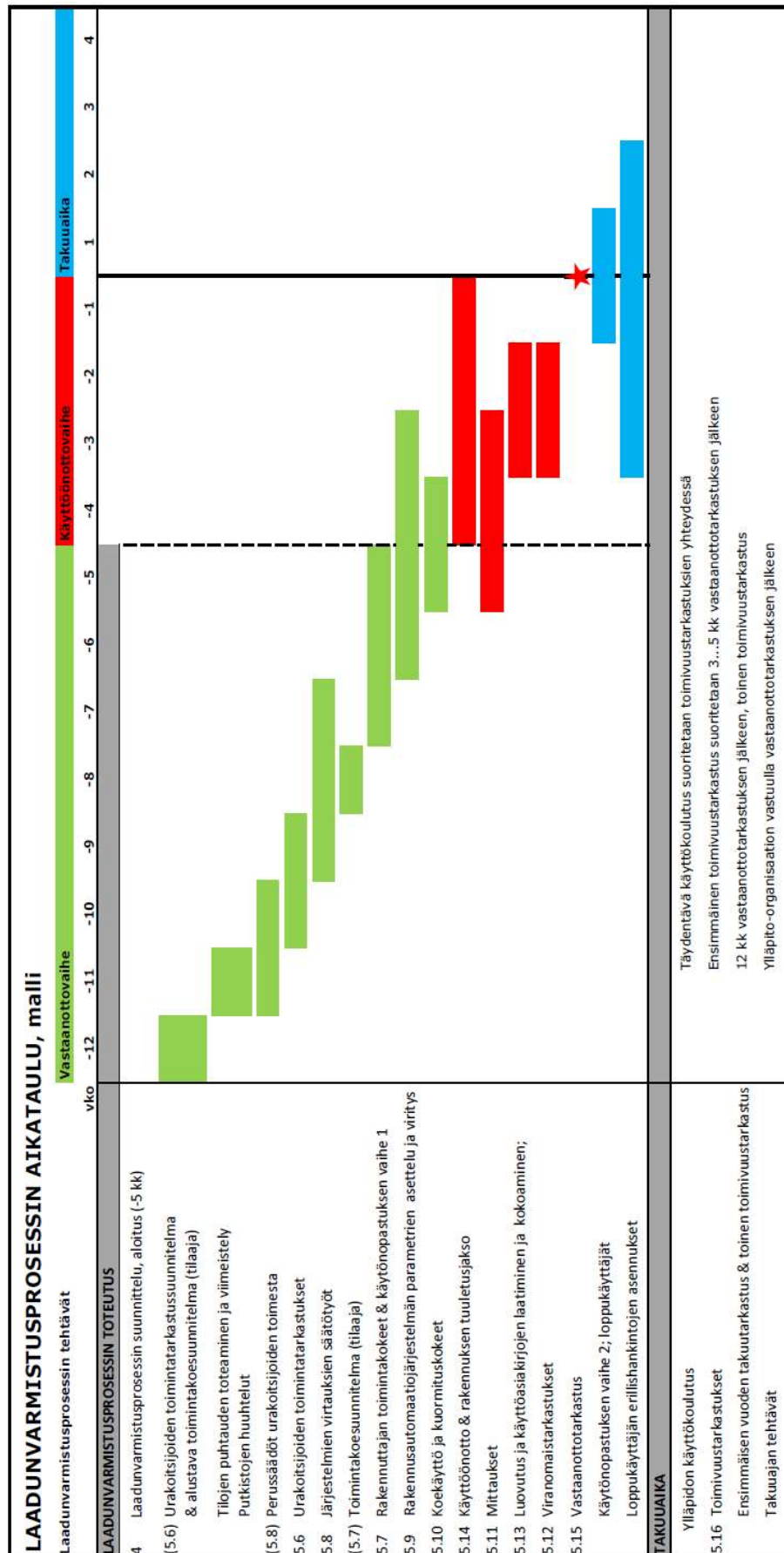
| RAKENTAMISEN VALMISTELU | O/H/T |
|---|-------|
| Rakennusvalvonnan aloituskokous | O |
| LV-aloituskokous | O |
| IV-aloituskokous | O |
| Työaikataulu | H |
| Laatusuunnitelma | H |
| Maanvaraisen laatan radon-putkitus | O |
| Rakennuksen alustilan tarkastus | O |
| TÄYDENTÄVÄT SISÄOSAT | |
| Lattiakaatojen malli | O |
| Lattiakaatojen tarkastus | O |
| Palokatkojen malli | O |
| Palokatkojen tarkastus | O |
| Rakenteiden läpiviennit, tiivistykset | O |
| Lattiakaivojen puhtaus | O |
| LVI-laitteiden tarkastusluukut | O |
| RAKENNUSVARUSTEET | |
| Kalusteiden malliasennus | O |
| Varusteiden malliasennus | O |
| LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT | |
| Suunnitelmat, liittymissopimukset | H |
| Eristyselementtien asennustapatarkastus | H |
| Lämpöjohtojen asennustapatarkastus | H |
| Lämpöpatterien asennustapa | H |
| Lämpöverkoston huuhtelu ja painekoe | H |
| LKV-, linjasäätö- ja patteriventtiilien esisäädöt | H |
| Lämmönjakokeskuksen käyttöönottotarkastus | O |
| Lämpökanaalien asennusten tarkastus LVI-teknisesti | H |
| Lämmönsiirtimen virityspöytäkirja | H |
| Materiaalit, laitteet ja tarvikkeet | H |
| VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT | |
| Suunnitelmat, KVV-työnjohtaja ja liittymissopimus | H |
| Ulkoviemärien ja putkijohtojen pohjatyöt | O |
| Putkikaivantojen täyttö ja eristys | O |
| Ulkopuoliset vesijohdot ja viemärit kaivoineen | H |
| Piha-alueiden ja kattojen sadevesiviemäröinti | H |
| Väestönsuojien KVV-laitteet | H |
| Pohjaviemärien asennustapa ja kannakointi | H |
| Viemärien asennuksen ja kannakointien tarkastuspöytäkirja | H |

| | |
|--|---|
| Pohjaviemärien sijaintipiirros | H |
| Ulkoviemäreiden asennustapa | H |
| Ulkoviemäreiden sijaintipiirustus | O |
| Pohja- ja ulkoviemärien videokuvauk | H |
| Pohjaviemärin viranomaistarkastus | O |
| Pohjakerroksen runkojohdot | H |
| LVV-johtojen nousulinjojen asennustapatarkastus | H |
| LVV-johtojen nousulinjojen tarkastus | H |
| LVV-eristykset | H |
| Vesijohtoverkoston painekoe | H |
| Käyttöveden paineenkorotus/paineenalennus | H |
| Käyttövesiverkoston virtaamien säätö | H |
| Vesi- ja viemärijärjestelmän käyttö- ja huolto-ohjeet | H |
| Vesijohtoverkoston huuhtelu | H |
| Vesi- ja viemärikalusteiden asennustapatarkastus | H |
| LVI-tarkastusluukut ja tekniikkatilat | O |
| WC- ja kylpyhuoneen putkilinjojen ja laiteasennusten tarkastus, mallihuone | H |
| Sekoittajien äänimittaus | H |
| WC:n ja viemärien äänimittaus | H |
| Vesijohtolinjojen vuodonilmaisimien asennustarkastus | H |
| Vesijohtojen ja jakotukkien kannakointi | H |
| Hanakulmarasioiden tiiveys ja vuotovesien ohjaus | H |
| Vesijohtoverkostoon liittyvien laitteiden huollettavuus | H |
| VSS:n kohdalla olevien LVIS-laitteiden tiiveys | H |
| Materiaalit, laitteet ja tarvikkeet | H |
| Viranomaistarkastus | O |
| ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄT | |
| Suunnitelmat, IV-työnjohtaja | H |
| IV-kanavien asennustapatarkastus | H |
| Kanaviston laitteet ja tarvikkeet | H |
| Kanaviston lämpö-, palo- ja äänieristykset | H |
| IV-kanavien tiiviyn mitta | H |
| IV-hormien läpivientien tiiveyden tarkastus | H |
| Pääte-elimet | H |
| Alustatilan tuuletus | H |
| Väestönsuojien ilmanvaihtolaitteet | H |
| Yläpohjan IV-kanavien eristys | H |
| IV-koneiden asennustapa, ääni- ja lämpöeristys | H |
| IV-koneiden turvakytkimet | H |
| Kanavien puhdistus, tarkastusluukut | H |
| Ilmanvaihdon äänimittaus | H |
| IV-hormikatselmus | O |

| | |
|---|---|
| Ilmamäärien säätö | H |
| Ilmamäärien tarkistusmittaus | H |
| IV-koneiden ominaissähköteho SFP | H |
| Ilmanvaihtojärjestelmän käyttö- ja huolto-ohjeet | H |
| Materiaalit, laitteet ja tarvikkeet | H |
| Viranomaistarkastus | O |
| KYLMÄTEKNISET JÄRJESTELMÄT | |
| Suunnitelmat, työnjohtaja | H |
| Kylmäjärjestelmien asennustapatarkastus | H |
| Kojeistojen tarkastukset | H |
| Asennustapatarkastukset | H |
| Painekokeet | H |
| Kylmäjohtojen eristykset | H |
| Verkostojen ja kojeiden lämpötilat | H |
| Materiaalit, laitteet ja tarvikkeet | H |
| KAASUJÄRJESTELMÄT | |
| Suunnitelmat, työnjohtaja | H |
| Asennustapatarkastus | H |
| Putkistojen laitteet ja tarvikkeet | H |
| Paineilmajärjestelmät ja laitteet | H |
| Kaasusammutusjärjestelmät ja laitteet | H |
| Maakaasujärjestelmät ja laitteet | H |
| Materiaalit, laitteet ja tarvikkeet | H |
| Viranomaistarkastus | O |
| HÖYRYJÄRJESTELMÄT | |
| Suunnitelmat, työnjohtaja | H |
| Asennustapatarkastus | H |
| Putkistojen laitteet ja tarvikkeet | H |
| Painekokeet | H |
| Eristykset | H |
| Materiaalit, laitteet ja tarvikkeet | H |
| SPRINKLERIJÄRJESTELMÄT | |
| Suunnitelmat, SPR-työnjohtaja | H |
| Sprinklerijärjestelmän painekoe | H |
| Sprinklerijärjestelmän pääte-elimien asennusmalli | H |
| Sprinkleri-allas tai - säiliö | H |
| Sprinklerilaitteistot | H |
| Vesilähteen koestus | H |
| Palokunnan syöttöliittimet | H |
| Materiaalit, laitteet ja tarvikkeet | H |
| Viranomaistarkastus | O |
| MUUT LVI-JÄRJESTELMÄT | |

| | |
|---|----|
| Suunnitelmat, työnjohtaja | H |
| Asennustapatarkastus | H |
| Materiaalit, laitteet ja tarvikkeet | H |
| ERISTYS | |
| Suunnitelmat | H |
| Eristysten asennustapatarkastus | H |
| Eristysten suojaus | H |
| Eristysten soveltuvuus ja palokatkot | H |
| Materiaalit ja tarvikkeet | H |
| AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT | |
| Suunnitelmat, työnjohtaja | H |
| Asennustapatarkastus | H |
| Kaapeloinnit | H |
| Laite ja kaapelimerkinnot | H |
| Materiaalit, laitteet ja tarvikkeet | H |
| Hälytykset | H |
| VASTAANOTTOVALMIUDEN VARMISTUS | |
| LVV-tuotteiden kelpoisuuden tarkastus | H |
| IV-tuotteiden kelpoisuuden tarkastus | H |
| IV-järjestelmien puhtaus | H |
| Toimintakoe: lämmitysjärjestelmä | H |
| Toimintakoe: ilmanvaihto | H |
| Toimintakoe: vesi- ja viemärijärjestelmä | H |
| Toimintakoe: automaatiojärjestelmät | H |
| Toimintakoe: jäähdytys | H |
| Toimintakoe: yhteiskoeikäyttö | H |
| Säätö: lämmitysverkoston tasapainotus | H |
| Säätö: lämminvesikierto | H |
| Säätö: ilmamäärien mittaus ja säätö | H |
| Loppukatselmus | O |
| LUOVUTUS JA VASTAANOTTO | |
| Käyttäjän tarkastukset / sisäpuoliset työt | HT |
| Valvojan ennakkotarkastus / sisäpuoliset työt | HT |
| Valvojan ennakkotarkastus / ulkopuoliset työt | HT |
| Vastaanottokatselmus | O |

Vastaanottovaiheen aikataulu



Asuinhuoneiston ennakotarkastuslista

Valvojan ennakotarkastukset

Huom.

0

Pvm.

0

Valvojan ennakotarkastuslista asuinhuoneistolle.

Yleiset ja tekniset tilat ennakotarkastetaan listaa soveltaen. Systemaattisuus on tärkeää.

| TILA | ✓ | HUOM |
|--|---|------|
| KPH | | |
| Siirtoilman ovirako | | |
| IV: Huoneistokohtainen IV-kone ja sen kondenssiviemäröinti | | |
| Pesukone: poisto ja tulovesiventtiili | | |
| IV: pääte- ja säätölaitteet asennettu ja oikeat ja huollettavissa | | |
| Lattiakaivot: huollettavissa ja puhtaat | | |
| Radiaattori: Putket, varusteet, kiinnitys | | |
| Vuodot: varmistetaan, että mikään ei vuoda | | |
| Suihku: asennuksen siisteys, virtaukset, kuuma/kylmä | | |
| WC: virtaus, siisteys, kiinnitys, nappien toiminta | | |
| Allashana: virtaus, kiinnitys, kylmä/kuuma, bide + letkun teline + kannatus | | |
| Pesuallas: tulppa+vaijeri, kiinnitys, kannatukset, viemäröinti + kannatus | | |
| Alakaton yläpuoliset asennukset: luukkujen paikat ja koot, ilmaukset, vesimittarit oikein päin + luettavissa + kannatukset molemmin puolin, LKV:n toiminta ja LSV, putki+IV: kannatukset yleensä | | |

| | | |
|--|--|--|
| MH/OH | | |
| IV: pääte- ja säätölaitteet | | |
| Radiaattori: Putket, varusteet, kiinnitys | | |
| Vuodot: varmistetaan, että mikään ei vuoda | | |
| Luukut ja tekniikka niiden takana | | |
| Kaappien reunoilla piilossa kulkevien pystynousujen tarkastettavuus/ vuodonilmaisuus | | |
| Siirtoilman ovirako | | |

| | | |
|---|--|--|
| Keittiö | | |
| Hana: kiinnitys, rajoitus, kylmä/kuuma oikein, virtaus | | |
| Altaan ylivuotosuoja ja vesilukko | | |
| Allaskaappi: kannatukset, APK:n poisto, kiinnitykset, vuodonilmaisuus | | |
| APK:n valumakaukalo | | |
| Jääkaapin valumakaukalo jos suunnitelmissa | | |

| | | |
|-----------------------------|--|--|
| Vaatehuone | | |
| Siirtoilman ovirako | | |
| IV: pääte- ja säätölaitteet | | |
| Tarkastusluukut | | |

| | | |
|---|--|--|
| Parveke | | |
| Sadevesiviemäreiden asennus ja kannatus | | |
| Sadevesisynnyksen puhtaus | | |

| | | |
|--|--|--|
| Yleisesti | | |
| PP: luoksepäästävyys ja oikea asennus: kannakointi ja asennustodistukset | | |
| Palo-osastoinnin toteutuvuus ja palovilloitus | | |
| Alakattojen tarkastusluukut | | |


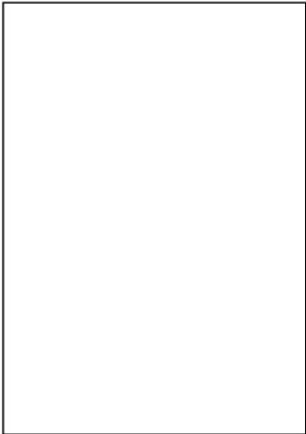
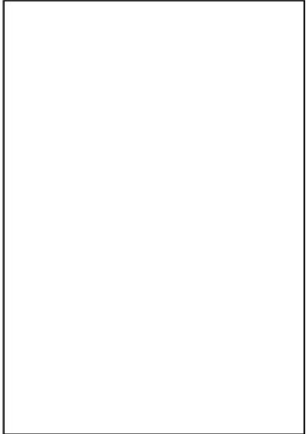
3.1.2020 / 11:34

Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy

Laatija: Jussi Lahenius

Otteita LVI-valvojan työkalusta

Palokatkojen mallikatselmuksen pöytäkirja

| | | | | | | | |
|--|--|--|---|---|--|--|---------------------|
| PÖYTÄKIRJA | | | | | | | |
|  VALVONTA KONSULTIT RAKENNUTTAJATOIMISTO | Hanke: As Oy Jokieniemä Lofts, 4219U Osoite: Maanviljelijänkuja 7, Vantaa Pvm: 0.1.1900 Aika: | | | | | | |
| Aihe: Pihaviemäriasennuksen mallikatselmus | | | | | | | |
| Läsnä: Nimi / yritys Jussi Lahenius | | | | | | | |
| Huomiot: | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%;"><tr><td>Suunnitelmienmukaisuus <input checked="" type="checkbox"/> OK</td></tr><tr><td>Materiaalit <input checked="" type="checkbox"/> OK</td></tr><tr><td>Vauriot <input checked="" type="checkbox"/> OK</td></tr><tr><td>Kannakoinnit/perustukset <input checked="" type="checkbox"/> OK</td></tr><tr><td>Suojaukset <input checked="" type="checkbox"/> OK</td></tr><tr><td>Muuta / jakelu 0</td></tr></table> | | Suunnitelmienmukaisuus <input checked="" type="checkbox"/> OK | Materiaalit <input checked="" type="checkbox"/> OK | Vauriot <input checked="" type="checkbox"/> OK | Kannakoinnit/perustukset <input checked="" type="checkbox"/> OK | Suojaukset <input checked="" type="checkbox"/> OK | Muuta / jakelu 0 |
| Suunnitelmienmukaisuus <input checked="" type="checkbox"/> OK | | | | | | | |
| Materiaalit <input checked="" type="checkbox"/> OK | | | | | | | |
| Vauriot <input checked="" type="checkbox"/> OK | | | | | | | |
| Kannakoinnit/perustukset <input checked="" type="checkbox"/> OK | | | | | | | |
| Suojaukset <input checked="" type="checkbox"/> OK | | | | | | | |
| Muuta / jakelu 0 | | | | | | | |
|  |  | | | | | | |
| Kuva 1. | Kuva 2. | | | | | | |
| Tulos: <input checked="" type="radio"/> Hyväksytty <input type="radio"/> Hylätty | Allekirjoitus ja nimenselvennös <u>Jussi Lahenius</u> Jussi Lahenius | | | | | | |
| 25.1.2020 / 16:10 | Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy | | | | | | |
| | Laatija: Jussi Lahenius | | | | | | |

PÖYTÄKIRJA



Hyväksyntä, päivä, nimi ja allekirjoitus:

25.1.2020 / 16:12

Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy

Laatija: Jussi Lahenius

PÖYTÄKIRJA



Läsnä: Nimi / yritys

Jussi Lahenius

[illegible]

Mittalaite:

Mittausmenetelmä:


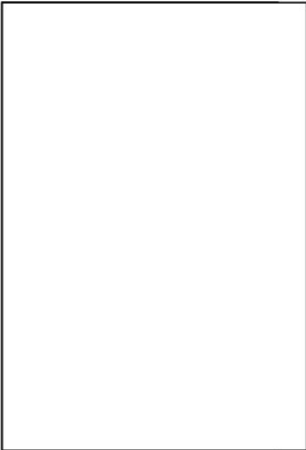
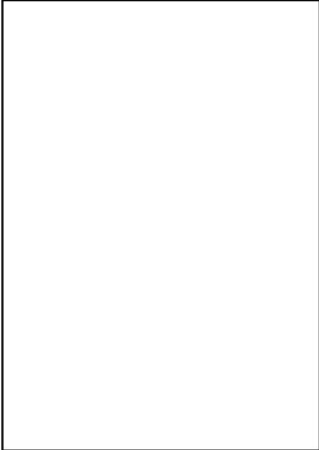
Allekirjoitus ja nimenselvennös

Jussi Lahenius

Jussi Lahenius

Laatija: Jussi Lahenius

Pölyttömyystarkastus, tilat

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|---|---|--|---------------------|
| PÖYTÄKIRJA | | | | | | | |
|  VALVONTA KONSULTIT RAKENNUTTAJATOIMISTO | Hanke: As Oy Jokieniemä Lofts, 4219U Osoite: Maanviljelijänkuja 7, Vantaa Pvm: 0.1.1900 Aika: | | | | | | |
| Aihe: Pölyttömyystarkastus TILAT | | | | | | | |
| Läsnä: Nimi / yritys Jussi Lahenius | | | | | | | |
| Huomioit: | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%;"><tr><td>Puhtausluokka / Sisäilmaluokka <input checked="" type="checkbox"/> OK</td></tr><tr><td>Alakatot <input checked="" type="checkbox"/> OK</td></tr><tr><td>Tasot <input checked="" type="checkbox"/> OK</td></tr><tr><td>Pölyävät työvaiheet loppu / menossa <input checked="" type="checkbox"/> OK</td></tr><tr><td>Kohdepoistot käytössä? <input checked="" type="checkbox"/> OK</td></tr><tr><td>Muuta / jakelu 0</td></tr></table> | | Puhtausluokka / Sisäilmaluokka <input checked="" type="checkbox"/> OK | Alakatot <input checked="" type="checkbox"/> OK | Tasot <input checked="" type="checkbox"/> OK | Pölyävät työvaiheet loppu / menossa <input checked="" type="checkbox"/> OK | Kohdepoistot käytössä? <input checked="" type="checkbox"/> OK | Muuta / jakelu 0 |
| Puhtausluokka / Sisäilmaluokka <input checked="" type="checkbox"/> OK | | | | | | | |
| Alakatot <input checked="" type="checkbox"/> OK | | | | | | | |
| Tasot <input checked="" type="checkbox"/> OK | | | | | | | |
| Pölyävät työvaiheet loppu / menossa <input checked="" type="checkbox"/> OK | | | | | | | |
| Kohdepoistot käytössä? <input checked="" type="checkbox"/> OK | | | | | | | |
| Muuta / jakelu 0 | | | | | | | |
|  |  | | | | | | |
| Kuva 1. | Kuva 2. | | | | | | |
| Tulos: <input checked="" type="radio"/> Hyväksytty <input type="radio"/> Hylätty | Allekirjoitus ja nimenselvennös Jussi Lahenius Jussi Lahenius | | | | | | |
| 25.1.2020 / 16:13 | Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy | | | | | | |
| | Laatija: Jussi Lahenius | | | | | | |