



Koulurakentamisen erityispiirteet

Sami Närhi

OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2020

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Rakennustuotanto

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Rakennustuotanto

NÄRHI, SAMI:
Koulurakentamisen erityispiirteet

Opinnäytetyö 37 sivua
Maaliskuu 2020

Tässä opinnäytetyössä koottiin yhteen koulurakentamiseen liittyviä erityispiirteitä aina suunnitteluvaiheesta luovutusvaiheeseen asti. Työssä tuotettiin tietoa hankkeen eri vaiheista siten, että tietoa voidaan hyödyntää tulevissa vastaavissa hankkeissa. Työssä käsiteltiin pääurakoitsijan kannalta tärkeimmät asiat, jotka tulee ottaa huomioon ja miten kyseisissä asioissa voidaan mahdollisesti toimia jatkossa paremmin.

Lähtötietoja ja vertailukohtia työlle saatiin YIT Suomi Oy:n toimitilarakentamisen yksikön oppilaitosrakennushankkeesta. Opinnäytetyön muina tietolähteinä on käytetty muun muassa rakennustietokantaa, Kuivaketju10:ä ja opetus- ja kulttuuriministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä oppilaitosrakennusten turvallisuudesta.

Koulurakentaminen eroaa monilta osin normaalista kerrostalorakentamisesta, ja on myös viime vuosina ollut erittäin ajankohtaista. Koulujen korjaustarve kasvaa jatkuvasti ja uusia kouluja on suunnitteilla paljon ympäri Suomea. Kouluissa on havaittu paljon sisäilmaongelmia ja tulevissa kouluhankkeissa rakentamisen tulee olla laadukasta, jotta ongelmilta vältytään. Myös koulujen turvallisuus on ollut vahvasti julkisuudessa lisääntyneiden väkivaltatilanteiden vuoksi, mikä vaikuttaa huomattavasti koulujen suunnitteluun ja esimerkiksi erilaisten turvajärjestelmien asentamiseen.

Opinnäytetyön tuloksena on selvää, että koulurakentamisessa pystytään parantamaan vielä monella osa-alueella, jotta lopputulos olisi jatkossa mahdollisimman laadukas. Esimerkiksi kosteudenhallinnan, lvi-tekniikan ja turvallisuusasioiden osalta tapahtuu paljon kehitystä jatkuvasti, joten on tärkeää päivittää yrityksen tietoja oppilaitosrakentamisesta usein. Kokeneet ja ammattitaitoiset työntekijät ovat erityisen tärkeässä roolissa haastavissa ja laajoissa koulurakennushankkeissa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Building Production

NÄRHI SAMI:
The Special Features of School Construction

Bachelor's thesis 37 pages
March 2020

The purpose of this thesis was to go through the features specific to construction of schools, from planning to the assignment phase. The purpose was to gather information on different phases of a construction project so that the information can be used in similar projects in the future. The goal was to deal with the most critical phases for the main contractor and to emphasize how these phases can be done better in the future.

Initial data and baselines for the project were gathered from a school building project of YIT Suomi Oy's business premise department. Moreover, the Construction database, Kuivaketju10 and working group memo and reports of The Ministry of Education and Culture concerning safety of school buildings were used as data sources for this thesis.

Building schools is very different to building normal blocks of flats and it is also a very topical issue at the moment. Existing school buildings require lots of repairing and many new schools are planned all around Finland. There have been several indoor air problems in Finnish schools. It is essential that construction is of high quality throughout the process in order to ensure that problems are avoided as fully as possible. Also schools safety issues have received publicity which affects the design of schools and, for example, installation of safety systems.

As a result of this thesis, it is clear that there are many things that can be improved in the building of schools, so that high-quality results can be reached in the future. For example, significant progress has been made in terms of moisture management, HVAC, and safety issues. It is important that companies have the latest data concerning school construction and that they have experienced and qualified employees.

Key words: building schools, moisture management, construction database, Kuivaketju10

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVAT ERITYISPIIRTEET	8
	2.1 Tilasuunnittelu	8
	2.1.1 Ulkoalueiden suunnittelu	9
	2.1.2 Liikennesuunnittelu	9
	2.2 Turvallisuussuunnittelu	9
	2.2.1 Paloturvallisuus	10
	2.2.2 Palokatkosuunnitelma	11
	2.3 Talotekniikka	12
	2.3.1 Sähkötekniikka	12
	2.3.2 LVI-tekniikka	12
	2.3.3 Äänitekniikka	13
	2.3.4 Sisäilmasto	13
	2.3.5 Kalusteet ja varusteet	14
	2.4 Suunnitelmien yhteensovitus	14
	2.5 Mallinnus	15
	2.5.1 Mallinnuksen tavoitteet	15
	2.5.2 Mallinnuksen suunnittelu	15
	2.5.3 Mallin käyttäminen työmaalla	16
3	LASKENNASSA HUOMIOITAVAT ERITYISPIIRTEET	17
	3.1 Riskinarviointi	17
4	TUOTANNON VALMISTELUSSA HUOMIOITAVAT ERITYISPIIRTEET	19
	4.1 Aikataulun laadinta	19
	4.2 Hankintasuunnitelman laadinta	19
	4.3 P1-puhtausluokka	20
	4.3.1 P1-puhtausluokan suunnittelu ja toteutus	21
	4.4 Kuivaketju10	23
	4.5 Urakoiden valmistelu	24
	4.5.1 Aliurakkasopimukset	24
	4.5.2 Tehtäväsuunnitelma	25
5	RAKENTAMISESSA HUOMIOITAVAT ERITYISPIIRTEET	26
	5.1 Talotekniikan yhteensovitus	26
	5.2 Aikatauluseuranta	27
	5.3 Resurssivalvonta	28
	5.3.1 Viikkoaikataulu	29

6	LUOVUTUSVAIHEESSA HUOMIOITAVAT ERITYISPIIRTEET	30
6.1	Käyttäjän erityispiirteet	30
6.2	Itselleluovutus	30
6.3	Käyttöönotto	31
6.4	Käyttö- ja huolto-ohje	31
7	POHDINTA	33
7.1	Kosteuden- ja pölynhallinta	33
7.2	Suunnittelun johtaminen.....	34
	LÄHTEET	36

ERITYISSANASTO

P1-puhtausluokka	Kohteen puhtautta koskeva luokitus.
Tate	Talotekniikka.
Tietomalli	Kohteesta tehty 3D-malli.
Kuivaketju10	Kosteudenhallinnan toimintamalli.

1 JOHDANTO

Suomessa on tällä hetkellä rakenteilla paljon uusia kouluja ja olemassa olevia korjataan runsaasti. Koulurakentaminen on viime vuosina ollut paljon julkisuudessa ja aiheuttaa runsaasti keskustelua liittyen erilaisiin ongelmiin koskien terveellisyyttä, sisäilmaa ja turvallisuutta. Rakennusalan toimijat ovatkin saaneet tapauksiin liittyen usein huonoa julkisuutta, joten tulevaisuudessa koulujen laadukkaaseen rakentamiseen tulee kiinnittää erityisen paljon huomiota.

Opinnäytetyön tarkoituksena on koota yhteen koulurakentamiseen liittyviä erityispiirteitä aina suunnittelusta luovutusvaiheeseen asti. Tavoitteena on tuottaa aineisto, jota voidaan käyttää hyödyksi tulevissa hankkeissa. Aihe on hyvin laaja, joten hankkeen vaiheet käsitellään pääpiirteittäin. Työssä käydään läpi suunnittelu- ja laskentavaiheet, tuotannon valmistelu, rakentamisvaihe sekä luovutusvaiheeseen liittyviä asioita.

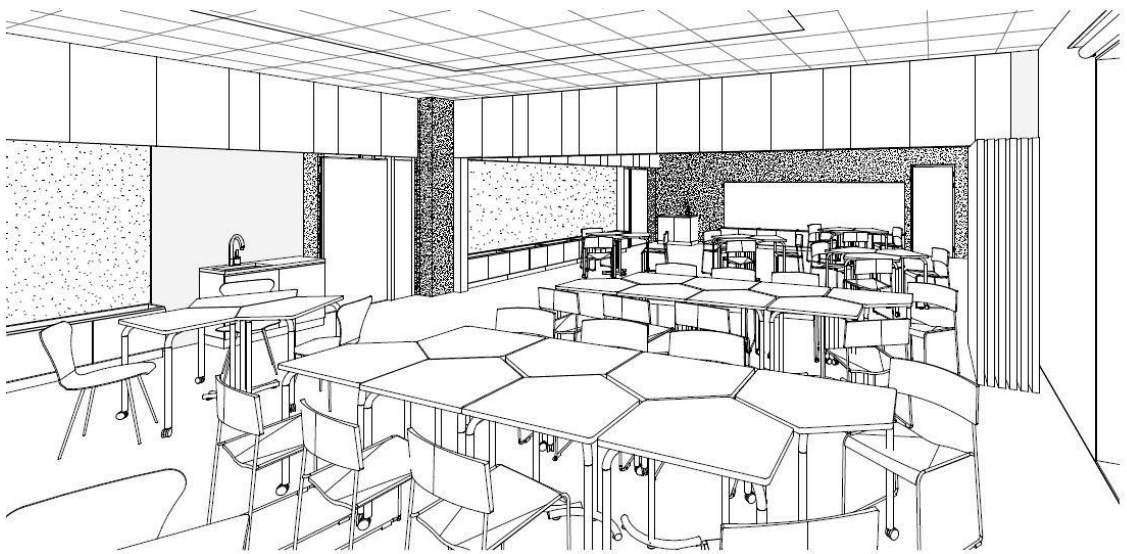
Työn toimeksiantajana toimii YIT Suomi Oy:n toimitilarakentamisen yksikkö, jonka yleisimpiä rakennuskohteita ovat toimistot, liike-, tuotanto- ja logistiikkatilat sekä julkiset rakennukset. Uudiskohteiden lisäksi yksikkö tekee myös paljon korjausrakentamista. Yrityksen toimitilarakentamista tehdään Suomessa, Baltian maissa ja Slovakiassa.

Opinnäytetyö perustuu pääasiassa kerättyihin tietoihin rakennustietokannasta ja opetus- ja kulttuuriministeriön tuottamista selvityksistä liittyen oppilaitosrakennusten turvallisuuteen. Näiden lisäksi tietoja saatiin käynnissä olevasta koulurakennushankkeesta, josta poimittiin havaintoja suunnittelu- ja rakennusvaiheeseen liittyen.

2 SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVAT ERITYISPIIRTEET

2.1 Tilasuunnittelu

Tilasuunnittelun perustana toimii hankkeen pedagoginen suunnitelma ja tiloille asetetut toiminnalliset vaatimukset. Mahdolliset kunnan omat suunnitteluohjeet sekä tilojen käyttö kunnan muuhun toimintaan voivat vaikuttaa merkittävästi tilojen suunnitteluun. Tärkeää on, että tilasuunnittelu tehdään alusta lähtien yhteistyössä tilaajan, käyttäjien sekä muiden hankkeeseen vaikuttavien osapuolten kesken. Tilojen tulee olla helposti muunneltavia ja käyttökelpoisia eri toimintoja varten (kuva 1). Tiloja voidaan käyttää kouluaikojen ulkopuolella esimerkiksi urheiluseurojen toimesta tai ne voivat muuten toimia tiloina erilaisille harraste- tai kerhotoiminnoille. Hyvällä tilasuunnittelulla voidaan nostaa rakennuksen käyttöastetta huomattavasti. Vaikka lähtökohtaisesti tilojen tärkein tarkoitus on oppimisen mahdollistaminen, voivat ne parhaimmillaan palvella koko ympäröivää yhteisöä erilaisissa toiminnoissa. Tilojen ja kalusteiden tulee luoda esteetön ympäristö, jotta niitä pystyvät käyttämään kaikki tasavertaisesti. Muita tilasuunnitteluun vaikuttavia tekijöitä voi olla mm. hankkeelle asetetut tavoitteet, merkitys muussa rakennetussa ympäristössä ja hankkeen laajuus. (RT 103081.)



KUVA 1. Luokkahuoneiden tilasuunnittelu

2.1.1 Ulkoalueiden suunnittelu

Koulujen ulkoalueiden suunnittelussa tärkeimmät huomioon otettavat asiat liittyvät turvallisuuteen, ympäristön vaikutuksiin, esteettömyyteen, sosiaalisuuteen sekä häiriötilanteisiin. Ulkoalueita käytetään ympärivuotisesti ja ne tulee suunnitella siten, että ne ovat mahdollisimman valoisia suurimman osan päivästä, mutta tarjoavat tarvittaessa myös suojan auringolta ja tuulelta. Katetut ulkoalueet tarjoavat enemmän mahdollisuuksia eri vuodenaikoina ja eri sääoloille. Ulkoalueiden tulisi soveltua hyvin sekä yhdessä että yksin oleskeluun sekä kannustaa oppimiseen ja aktiivisuuteen. Hyvät leikki- ja liikuntamahdollisuudet ovat tärkeitä lapsille ja nuorille ja parantavat ulkoalueiden viihtyvyyttä. Luontoympäristön hyödyntäminen luo virikkeitä oppimiselle ja leikille. Mahdolliset häiriötilanteet on otettava ulkoalueiden suunnittelussa huomioon esimerkiksi toimivan kokoontumispaikan ja varapaikan määrittelemisellä. Esteettömän liikkumisen tulee myös onnistua ulkoalueilla. (RT 103081.)

2.1.2 Liikennesuunnittelu

Koulun ympäristön liikennesuunnittelussa ensisijaisen tärkeää on ottaa huomioon turvallisuus. Oppilaskuljetusten sekä saattoliikenteen reitit tulee suunnitella siten, että ne eivät kulje oppilaiden käytössä olevien ulkoalueiden kautta. Pysäköinnille tulee varata oma tilansa, sekä esteetön kulku pysäköintialueelta sisätiloihin. Myöskään huoltoliikenteen reitit eivät saa kulkea oppilaiden käytössä olevien ulkoalueiden kautta ja huoltoliikenteen sisäänkäynnit tulee suunnitella erilleen henkilösisäänkäynneistä. (RT 103081.)

2.2 Turvallisuussuunnittelu

Turvallisuussuunnittelun lähtökohtana on arkiturvallisuus, mutta myös hätätilanteisiin tulee varautua. Lisääntyneet väkivalta- ja uhkatilanteet ovat pakottaneet arvioimaan oppilaitosten turvallisuutta uudelleen näiden uhkien näkökulmasta. Turvallisuuden kannalta hyvin tärkeää on koulurakennuksen sijoittuminen muuhun rakennettuun ympäristöön nähden. Sijainnin kannalta turvallisuuteen vaikuttavat esimerkiksi liikenneväylät, teollisuuslaitokset sekä saavutettavuus. Suuret

käyttäjämäärät tuovat myös oman haasteensa turvallisuussuunnitteluun esimerkiksi poistumisjärjestelyjä ja paloturvallisuutta suunniteltaessa. Tilojen tulisi mahdollistaa sekä sisälle suojautuminen että nopea poistuminen vaarallisilta alueilta hätätilanteissa. Opetustiloissa tulisi olla ainakin kaksi erillistä uloskäyntiä häiriötilanteiden varalta. Toimivat tilat luovat puitteet turvalliselle työskentelyilmapiirille ja ehkäisevät ilkivaltaa sekä häiriötilanteita. Tilasuunnittelussa huomioitavia asioita ovat myös selkeät yhteydet ja näkymät tilojen välillä valvonnan helpottamiseksi. Oppilaitoksessa tulee olla myös koko rakennuksen ja sen ulkoalueet kattava kuulutusjärjestelmä, joka on erityisen tärkeä apuväline mahdollisissa häiriötilanteissa. Kulunvalvonta- ja kameravalvontajärjestelmät parantavat tilojen käytöturvallisuutta ja helpottavat niiden käytön ohjausta. Muut valvontajärjestelmät rakennukseen tulee suunnitella tapauskohtaisesti. Turvatekninen suunnittelu tulee teettää alan erityisasiantuntijalla. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2015.)

2.2.1 Paloturvallisuus

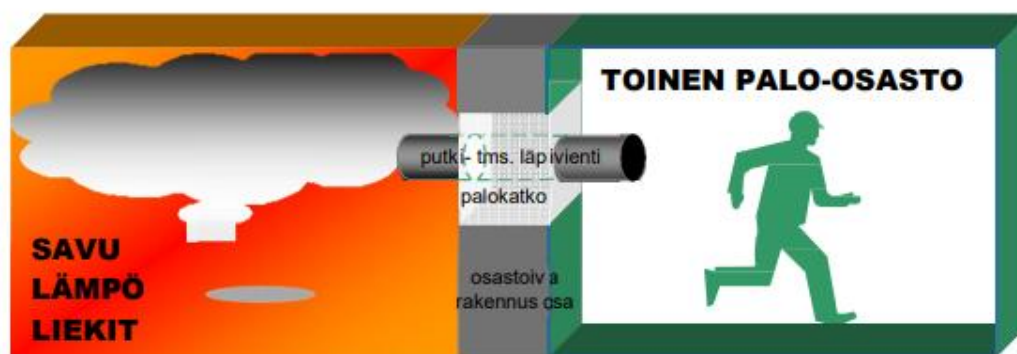
Vuonna 2015 tehtyjen tutkimusten mukaan oppilaitosrakennuksissa syttyi keskimäärin n. 70 paloa vuodessa. Suurin osa paloista oli seurausta tuhotyöstä, luvattomasta tulen käsittelystä tai muusta tuottamuksellisesta syystä. Jonkin verran paloja syttyi myös viallisten koneiden tai laitteiden takia. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2015.)

Palojen estämisen kannalta paloturvallisuuden suunnittelu on erityisen tärkeää koulurakentamisessa. Oppilaitokset kuuluvat yleensä korkeimpaan paloluokkaan P1 niiden palonkestävyyden perusteella. Tämän vuoksi rakennuksen kantavien rakenteiden tulee yleisesti kestää palossa sortumatta ja myös rakennuksen pintamateriaaleille on asetettu vaatimuksia paloluokkaan liittyen. Oppilaitokset sijoitetaan palokuorman mukaan alimpaan ryhmään, eli tiheys on alle 600 MJ/m². Palokuorma määritetään ensisijaisesti palo-osaston käyttötavan perusteella ja osa tiloista voi olla palokuormiltaan suurempia, kuten esimerkiksi teknisen työn tilat ja erilaiset irtaimistovarastot. Palokuorman sijainnin, palamisnopeuden ja palamisominaisuuksien huomioiminen on tärkeää palonkehitystä tutkittaessa. Oppilaitoksissa on paljon sähkötekniikkaa, jonka suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon paloturvallisuus. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2015.)

Paloturvallisuuden kannalta on tärkeää, että rakennus on palo-osastoitu hyvin, eikä tuli ja savu pääse leviämään osastosta toiseen. Leviäminen voidaan estää erilaisilla osastoivilla seinä- ja välipohjarakenteilla, palokatkorakenteilla, palo-ovilla, -luukuilla ja -ikkunoilla. Nykyisten määräysten mukaan oppilaitoksen poistumisalueilta tulee olla vähintään kaksi uloskäytävää. Pelastusteiden tulee olla myös hyvin suunniteltuja ja niiden tulee olla vapaita ja kaluston kannalta riittävän kantavia. Pelastusteiden tulee olla riittävän leveitä ja korkeita, eikä niille saa sijoittaa muuta kalustoa tai väliaikaisesti pysäköidä. Tahallisesti sytytettyjä tulipaloja voidaan tilasuunnittelulla ehkäistä kiinnittämällä huomiota tilojen valvottavuuteen ja katvealueiden välttämiseen. Erilaiset jätekatokset tulee myös palo-osastoida ja niiden tulee olla lukittavia, jos ne sijoitetaan lähelle rakennusta. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2015.)

2.2.2 Palokatkosuunnitelma

Palokatkosuunnitelma on hankkeen suunnitteluvaiheessa laadittava erityissuunnitelma, joka laaditaan kohteen palo-osastoinnin ja osastoivien rakenteiden vaatimusten mukaisesti. Hankkeen tilaajan on varmistuttava, että palokatkosuunnitelman laatija on pätevä henkilö tehtävään. Palokatkosuunnitelma laaditaan yhteistyössä rakenne-, lvi-, sähkö- ja paloteknisen suunnittelijan kanssa. Palokatkosuunnitelmassa määritetään mm. kohteessa käytettävät palokatkotuotteet ja -ratkaisut. Suunnitelmasta tulee selvitä esimerkiksi palo-osastoivat rakennetyypit ja niiden paloluokat, läpimenoaukkojen tiedot ja mahdolliset muut erityisvaatimukset. Kuvassa 2 esitetään palokatkon toimintaperiaate. (Suomen Palokatko-yhdistys ry 2019)



KUVA 2. Palokatkon toimintaperiaate (Suomen Palokatko-yhdistys ry 2019, 7)

2.3 Talotekniikka

2.3.1 Sähkötekniikka

Laitteiden suunnittelussa ja laitehankinnoissa pyrittävä johdollisten asennusten minimointiin, jotta lattialla pyörivät sähköjohdot eivät aiheuta kompastumis- ja tulipalovaaraa. Myös näkyvillä olevia kaapelihyllyjä tulee välttää ja niiden siivoaminen opastaa käyttäjälle. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2015.)

Valaistuksen suunnittelussa ja toteutuksessa otettava erityisesti huomioon kulkuväylät, sisäänkäynnit, portaat ja opasteet. Valaisimet tulee myös olla helposti ja turvallisesti huollettavissa. Luokkahuoneissa tulee olla riittävästi pistorasioita, opetuksessa käytettäviä laitteita varten. Käyttäjälle tulee järjestää käytön opastus rakennuksen sähköteknisistä järjestelmistä. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2015.)

2.3.2 LVI-tekniikka

Käytettävien laitteiden, tarvikkeiden ja järjestelmien tulee täyttää niitä koskevat normit ja määräykset sekä sopimusasiakirjoissa esitetyt vaatimukset sekä soveltaa Suomen olosuhteisiin. LVI-suunnitelmat tulee hyväksyttää rakennusvalvontavirastossa. Jos rakennuskohde kuuluu P1-puhtausluokkaan, tarvittavat vaatimukset on otettava huomioon asennuksessa, liittyen mm. putkien ja kanavien päiden ja liitosten suojaamiseen ja puhtauden tarkistamiseen käyttöönotto vaiheessa. LVI-tuotteista on oltava tarvittavat asennus-, käyttö-, ja huolto-ohjeet ja järjestelmistä on järjestettävä käyttäjälle käytön opastus. Äänitekniset vaatimukset on tärkeää ottaa huomioon ja esteettisyys näkyville jäävissä asennuksissa. Asennustilat tulee suunnitella tarkasti ja ottaa huomioon järjestelmien ja tuotteiden turvallisuus, puhdistettavuus sekä huollon ja korjausten edellyttämät kulkureitit. (RT 10-11290.)

2.3.3 Äänitekniikka

Oppilaitosten tilojen ääniolosuhteet vaikuttavat merkittävästi oppilaiden ja henkilökunnan viihtyvyyteen ja työolosuhteisiin. Oppilaitosrakennuksen äänitekniikkaan vaikuttavat huomattavasti rakennuksen sijainti, tilaratkaisut sekä rakennukseen vaikuttavat ulkopuoliset ja sisäpuoliset äänilähteet. Tilojen onnistuneella sijoittelulla voidaan vaikuttaa merkittävästi äänitekniikan toimivuuteen oppilaitoksessa. Meluisat tilat, kuten vaikkapa teknisen työn tai musiikin opetuksen tila, olisi hyvä sijoittaa erilleen muista opetustiloista. Meluisten tilojen äänitekniikkaan pystytään vaikuttamaan myös esimerkiksi osastoinnilla sekä erilaisilla rakenteellisilla ja akustisilla ratkaisuilla. On varauduttava siihen, että meluisissa tiloissa rakenteet poikkeavat tavanomaisista, jotta niiden avulla riittävä äänieristävyys saavutetaan. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2015.)

Opetustiloissa on huomattavasti sisäpuolisia äänilähteitä kuten vaikkapa toiminnasta syntyvä ääni, ilmastointi sekä opetuksessa käytettävät koneet ja laitteet. LVIS-järjestelmät voivat vaatia erityisratkaisuja riittävän äänieristyksen saavuttamiseksi ja ne voivat mm. tarvita normaalia enemmän asennustilaa. Hyvässä ääniympäristössä toivotut äänet kuuluvat vääristymättöminä, ja mahdolliset häiritsevät äänet eivät kuulu tai vaimenevat riittävästi. Oikeanlaisilla kalusteilla ja laitteilla pystytään vaikuttamaan myös paljon oppilaitoksen ääniympäristöön. Akustiikkasuunnittelu edellyttää erityisosaamista ja suunnittelu tulee aloittaa riittävän ajoissa ja ottaa äänitekniikka huomioon myös tilasuunnittelussa. Suunnitteluun ei useinkaan panosteta riittävästi ja uusissa koulurakennuksissa ei valitettavasti olla usein juurikaan edistytty äänitekniikassa vanhoihin verrattuna. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2015.)

2.3.4 Sisäilmasto

Tilaaajan vastuulla on määrittää kohteen sisäilmastotavoitteet ja niiden tuonti selkeästi kaikkien kohteen suunnittelijoiden tietoon. Koulurakentamisessa sisäilmastovaatimukset ovat yleensä tarkat ja vaativat, joten koulurakennukset kuuluvat usein S1-sisäilmastoluokkaan. S1-luokka on määritelty yksilölliseksi sisäilmastoksi, jonka vaatimuksena on, että sisäilman laadun tulee olla erittäin hyvä,

eikä tiloissa saa olla havaittavia hajuja. Tiloissa, jotka ovat yhteydessä sisäilmaan, ei saa olla ilman laatua heikentäviä tai epäpuhtauslähteitä aiheuttavia vaurioita. Rakennuksen käyttäjän tulee pystyä hallitsemaan tilojen lämpöoloja ja tilojen ääniolosuhteiden tulee vastata niiden käyttötarkoitusta ja täyttää niille asetetut vaatimukset. Kaikkien, jotka osallistuvat hankeen suunnitteluun on oltava tietoisia tilaajan kohteen sisäilmastolle asettamista vaatimuksista. Sisäilmastotavoitteet ja niihin liittyvät erityisvaatimukset on oltava selkeästi esitettyinä kaikissa asiakirjoissa, joista laadun kannalta tärkeimpiä on urakkarajaliite. Menettely- ja toimintatavoista tarkennukset kirjataan työselostuksiin. Sopimusasiakirjoissa esitetään toteutukseen liittyvät ohjeet ja velvoitteet. (RT 07-11299.)

2.3.5 Kalusteet ja varusteet

Oppilaitoksen kiinteiden kalusteiden suunnittelussa on otettava huomioon erikoiset käyttäjät. Kalusteissa ei saa olla teräviä kulmia, eivätkä ne saa aiheuttaa törmäys- tai takertumisvaaraa ja niiden on kestettävä rikkoutumatta. Kalusteet ja varusteet tulee suunnitella lapsille ja nuorille soveltuviksi ja niiden on kestettävä esimerkiksi oman painon lisäksi myös mahdollinen roikkuminen. Kiinnikkeiden tulee olla kestäviä ja suunnittelijoiden tulee tarkistaa ne. Turvallisuus tulee pitää yhtenä tärkeimmistä kalusteiden hankintaperusteista. Sähköturvallisuus on myös otettava huomioon kalusteiden suunnittelussa. Opetustiloihin tulee sijoittaa riittävän paljon pistorasioita ja kiinteästi asennettuja laitteita, jotta jatkojohtojen tarve on mahdollisimman vähäinen, eikä näin ollen suurena kompastumisvaaraa. Kiinteiden komeroiden ja kaapistojen suunnittelussa on otettava huomioon niiden helppo ja turvallinen puhdistettavuus myös kaapistojen päältä. Kaapistojen ja komeroiden päällä ei tulisi myöskään voida säilyttää tavaroita, jotka pudotessaan aiheuttaisivat vaaratilanteita. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2015.)

2.4 Suunnitelmien yhteensovitus

Suunnittelun johtamisen tavoitteena on varmistaa rakentamisen määräysten ja tilaajan asettamien tavoitteiden toteutuminen. Tavoitteita seurataan ja päivitetään koko hankkeen ajan. Projektille tulisi nimetä johtoryhmä, joka seuraa ja päivittää tavoitteita ja hoitaa varsinaisen suunnittelun johtamisen rakennushankkeessa. Suunnittelun johtaminen kuuluu ensisijaisesti pääsuunnittelijalle, mutta vastuuta

voidaan jakaa myös muille hankkeen osapuolille. Suunnittelun johtamiseen kuuluu ensisijaisesti suunnittelun organisointi, ohjaus, valvonta ja koordinoiminen. Näiden avulla on tavoitteena löytää keskenään yhteensopivat suunnitteluratkaisut, seurata suunnittelun etenemistä ja aikatauluttaa suunnittelu siten, että se toimii hyvin hankkeen muun kokonaisuuden kanssa. (RT 13-10860.)

Suunnitelmien yhteensovituksen tavoitteena on pitää huolta eri osapuolten tarpeista ja tavoitteista, ratkaista mahdolliset ristiriidat sekä tuottaa kattava ja ristiriidaton suunnitelmakokonaisuus. Kaiken tämän ohella on varmistettava, että suunnitelmat pysyvät laadultaan, kustannuksiltaan ja laajuudeltaan ennalta määrättyissä puitteissa. (RT 13-10860.)

2.5 Mallinnus

2.5.1 Mallinnuksen tavoitteet

Koulurakentamisessa tietomallinnuksen tavoitteena on suunnittelun, turvallisuuden, tehokkuuden, rakentamisen laadun ja kestävä kehityksen vahvistaminen. Tietomallia voidaan hyödyntää koko rakennuksen elinkaaren ajan aina suunnittelusta käyttöön ja ylläpitoon asti. Tarjouspyynnössä määritellään, kuinka laajasti tietomallia käytetään ja mitkä ovat eri osapuolten tehtävät liittyen mallin käyttöön. Tietomallia käytettäessä hankkeelle tulee nimetä tietomallikoordinaattori, joka voi olla esimerkiksi kohteen pääsuunnittelija. (RT 10-11066.)

2.5.2 Mallinnuksen suunnittelu

Tietomallisuunnittelun päätavoitteena on työmaavirheiden ennaltaehkäisy ja siinä tärkeässä roolissa on erityisesti hankkeeseen määritetty tietomallikoordinaattori. Jokainen suunnittelija vastaa tuottamansa työmallin laadusta, mutta niitä valvoo tietomallikoordinaattori. Jotta tietomallinnuksesta saataisiin toimiva kokonaisuus, jokaisen suunnittelualan tulee päivittää ajantasainen tietomalli riittävän usein esimerkiksi projektipankkiin, jotta se on muiden suunnittelijoiden nähtävillä. Työmallit ovat aina enemmän tai vähemmän keskeneräisiä ja erilaiset törmäykset ja virheet kuuluvat työmallien suunnitteluvaiheeseen. Jokaisen suunnittelijan tulee kuitenkin valvoa oman mallinsa teknistä laatua ja varmistaa,

etteivät ne sisällä muita kuin normaaliin suunnittelun keskeneräisyyteen liittyviä virheitä. Toteutussuunnitteluvaiheessa tietomallit viimeistellään urakkatarjouspyyntöjen vaatimalle tarkkuustasolle ja mallit tarkentuvat yksityiskohtaisilla tyyppitiedoilla. Eri suunnittelualueiden tietomalleista tehdään lopulta yhdistelmämalli (kuva 3), jolla voidaan havainnollistaa suunnitelmia ja tarkastaa niiden yhteensopivuus. Yhdistelmämallin laatimisesta vastaa tietomallikoordinaattori, joka tarkastaa mm. tietomallien yhteensopivuuden ja ristiriidattomuuden. Yhdistelmämallista voidaan suorittaa erilaiset törmäystarkastelut liittyen esimerkiksi talotekniikkaan, tarkistaa järjestelmille varattujen tilojen riittävyys sekä toteuttaa reikä- ja varaussuunnittelu. (RT 10-11066.)

2.5.3 Mallin käyttäminen työmaalla

Laadukas tietomalli auttaa rakennusvaiheessa havainnollistamaan paremmin suunnitteluratkaisuja ja tehostamaan eri työvaiheita sekä johtaa usein myös laadukkaampaan lopputulokseen. Tietomallin käyttö helpottaa kohteeseen perehtymistä, aikataulusuunnittelua, työvaiheiden suunnittelua ja töiden yhteensovittamista. Mikäli mallinnus on tehty huolellisesti ja tarkasti, sitä voidaan käyttää määrälaskennassa ja siitä saadaan usein tarkemmat tulokset, kun perinteisestä määrälaskennasta. Oppilaitosrakentamisessa TATE-työt ovat iso osa projektia ja niiden toteutusvaiheessa tietomallista voi olla suuri hyöty. (RT 10-11066.)



KUVA 3. Kohteen yhdistelmämalli

3 LASKENNASSA HUOMIOITAVAT ERITYISPIIRTEET

Rakennusmäärät lasketaan kustannusarvion lähtötiedoiksi. Määriä voidaan saada valmiiksi laskettuina tilaajalta, yrityksen oman laskentahenkilöstön toimesta tai ulkopuolisena palveluna laskettuna. Kohteet voivat olla suuria ja monimutkaisia, joten niiden määrälaskenta vaatii vankkaa ammattitaitoa ja riittävästi aikaa. Mahdolliset puutteet ja ristiriidat suunnitelmissa on osattava arvioida määrälaskennassa. Tietomallien käyttö muuttaa hankkeen kustannustenhallintaa ja vaikuttaa paljon määrälaskentaan. Rutiinistyö vähenee mutta ammattitaidon merkitys kasvaa. Tietomallin käyttö ei kuitenkaan ratkaise kaikkia lähtötietoihin, laskennan kattavuuteen ja vaihtoehtojen esille tuomiseen liittyviä ongelmia, joten ammattitaitoisia määrälaskijoita tarvitaan edelleen. Arkkitehdin tuottamat laajuuslaskelmat ja rakennesuunnittelijan runkomalli toimivat tärkeimpinä tietolähteinä kustannuslaskennan alkuvaiheessa. Tietomallin käytön edellytyksenä on sen riittävä kattavuus ja tarkkuus. (KI-6031.)

3.1 Riskinarviointi

Rakennushankkeet vaihtelevat laajuudeltaan ja erityispiirteiltään merkittävästi, joten riskinhallintamenettelyt ovat aina hankekohtaisia. Yksi vakioitu toimintatapa ei toimi kaikissa hankkeissa. Yrityksen oma projektiluokittelu voi auttaa huomattavasti riskienhallintamenetelmien valinnassa. Riskienhallinta on olennainen osaamisalue menestyvän yrityksen projektitoiminnassa, mutta rakennusyrittäjällä on siinä vielä paljon parannettavaa. Järjestelmällinen riskienhallinta on ennakoivaa, toiminnan suunnittelun kaltaista tekemistä. Riskienhallinnan tavoitteena on parantaa hankkeiden kokonaisvaltaista tulosten ennustettavuutta. (Kähkönen.)

Riskienhallinta muodostuu riskien tunnistamisesta, riskien arvioinnista ja toimenpiteiden suunnittelusta. Riskit voivat liittyä esimerkiksi suunnitelmiin, osaamiseen, asiakkaaseen, uusiin asioihin, ympäristöön tai aikatauluihin. Kuvassa 4 on esitetty yleisimmät riskityypit, joita hankkeessa voivat olla onnettomuudet sekä poliittiset, taloudelliset ja toiminnalliset riskit. Riskien tunnistamisen tuloksena

tuotetaan projektille riskilista, jossa arvioidaan riskien vakavuutta, todennäköisyyttä ja vaikutuksia. Riskilistaan on erityisen tärkeää merkitä päätökset toimenpiteistä riskeihin liittyen. Toimenpiteistä vastaavat henkilöt ja toimenpiteiden ajankohdat tulee myös merkitä listaan. Reaktiivisuudella, selkeällä toimintapolitiikalla ja vastuunjaolla sekä toimivilla varasuunnitelmilla riskienhallinta paranee huomattavasti. (Kähkönen.)



KUVA 4. Yleisimmät riskityypit (Kähkönen, 336)

4 TUOTANNON VALMISTELUSSA HUOMIOITAVAT ERITYISPIIRTEET

4.1 Aikataulun laadinta

Hankkeelle luotu aikataulu on tärkeä työmaan ohjauksen ja valvonnan väline. On tärkeää, että aikataulusuunnittelu aloitetaan riittävän ajoissa ennen rakennusvaiheen käynnistymistä, jotta saadaan suunniteltua toimiva aikataulu, joka on olennainen osa onnistunutta hanketta. Hankkeen laajuus, tekniset vaatimukset, alirakoinnin aste ja kokonaiskeston kireys vaikuttavat olennaisesti aikataulun suunnitteluun. Toimivan ja realistisen aikataulun avulla pystytään varautumaan tuotannon häiriötilanteisiin sekä suunnitelmien ja olosuhteiden muutoksiin. Aikataulun avulla voidaan suunnitella myös mm. tarvittavat resurssit suoritettavia työvaiheita varten sekä työmaan logistiset asiat. Aikataulusuunnittelun tulee perustua olemassa oleviin työmenekki- ja työsaavutustietoihin sekä resurssisuunnitteluun. Tehtävien keston määrittäminen on hyvin tärkeää ja tämän jälkeen aikataulusuunnittelu vaihtuu työsuunnitteluksi. (Ratu KI-6029.)

Huolellisesti ja realistisesti laadittu aikataulu antaa hankkeelle edellytykset onnistua suunnitelmien mukaisesti ja valmistua oikea-aikaisesti. Hyvä ja toteutuskelpoinen aikataulu kasvattaa konsulttien ja urakoitsijoiden kiinnostusta hanketta kohtaan ja helpottaa yhteistyötä toteutusvaiheessa. Aikataulusuunnittelussa tärkeää on löytää hankkeesta kriittiset työvaiheet, joissa tapahtuvat mahdolliset häiriöt vaikuttavat merkittävästi myös muiden työvaiheiden etenemiseen. Kriittinen työvaihe voi olla esimerkiksi runkovaiheen elementtiasennus, joka myöhästyessään lykkää koko hanketta. Oppilaitoshankkeiden laajuus ja tekninen vaativuus ovat aikataulusuunnittelun suurimmat haasteet. Näin ollen suunnittelun laatu sekä henkilöstön ammattitaito ja kokemus korostuvat. (Ratu KI-6029.)

4.2 Hankintasuunnitelman laadinta

Hankkeen yleisaikataulun valmistuttua hankkeelle tulee luoda hankintasuunnitelma. Hankintasuunnitelmassa esitetään ainakin vaadittavat hankinnat, hankintojen aikataulu, tavoitteet sekä vastuunjako. Hankintasuunnitelma on syytä

suunnitella huolellisesti ja siihen tulee käyttää riittävästi aikaa, jotta suunnitelmasta saadaan riittävän kattava ja laadukas. Hankinnat vaihtelevat paljon laajuudeltaan ja sisällöltään ja niihin voi kuulua ainakin työtä, materiaaleja ja palveluita. Hankinnat voivat kuulua pääurakoitsijalle tai ovat osana aliurakka- tai tuotesakauppaa. Tuotannollinen ja taloudellinen tehokkuus paranevat hyvän hankintasuunnitelman avulla. Hankintaluettelo on tärkein hankesuunnitelman avulla syntyvä työkalu. Hankintasuunnitelmaa laadittaessa on olennaista tarkastaa, mistä tuotteista on tehty kausisopimukset, jotta ongelmatilanteilta välttyään. Työmaan ja hankintaosaston toimiva yhteistyö helpottaa suunnitelman laadintaa ja hankintojen onnistumista. (S -1227.)

Hankinta-aikataulu on olennainen osa hankintasuunnitelmaa ja sen avulla hankinnat pystytään sitomaan yleisaikatauluun. Materiaalitoimitukset saadaan suunnitelman avulla ajoitettua oikea-aikaisesti ja hallitusti työmaalle ja saadaan luotua edellytykset työvaiheiden aikataulun mukaisille aloituksille. Aikataulun suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon tarjous- ja toimitusajat sekä vaadittavien suunnitelmien saaminen työmaalle ajoissa. Hankkeen onnistumisen kannalta on olennaista ottaa huomioon mahdolliset kiirehankinnat kuten esimerkiksi maanrakennusaliurakka tai elementtitoimitukset, joista täytyy olla päätökset tehtynä jo hyvissä ajoin ennen työmaan alkua, jotta aikataulussa pystytään. Tarjouspyynnöille, tarjouksen antamiselle sekä neuvotteluille ja päätöksille tulee varata riittävästi aikaa hankintasuunnitelmassa. Toimitusten myöhästymisriskiä voidaan ehkäistä käyttämällä toimitusikkunoita, joissa määritetään tietylle toimitukselle aikaikkuna, jolloin toimittajan tulee olla valmis toimitusten kanssa. Varsinainen toimitus tapahtuu kuitenkin myöhemmin työmaan pyynnöstä. (S -1227.)

4.3 P1-puhtausluokka

P1-puhtausluokan tavoitteena on rakennuksen riittävä puhtaus, kun se luovutetaan käyttäjälle ja se että rakennusvaiheen aikana syntyneitä epäpuhtauksia ei ajaudu sisäilmaan myöhemmin rakennuksen käytön aikana. P1-puhtausluokka asettaa tietyt vaatimukset rakentamisvaiheessa mm. pölyntorjunnalle, materiaalien varastoinnille, siivousmenetelmille ja luovutettavan kohteen puhtaudelle. Rakennuksen tilojen tulee olla niin puhtaita, että niiden käyttö voidaan aloittaa heti

vastaanoton jälkeen. Epäpuhtauksien sisäilmaan pääsyn estämiseksi on erityisen tärkeää ilmanvaihtojärjestelmien P1-luokan mukainen toteutus ja sisäilmaan yhteydessä olevien tilojen siisteys. (RT 07-10805.)

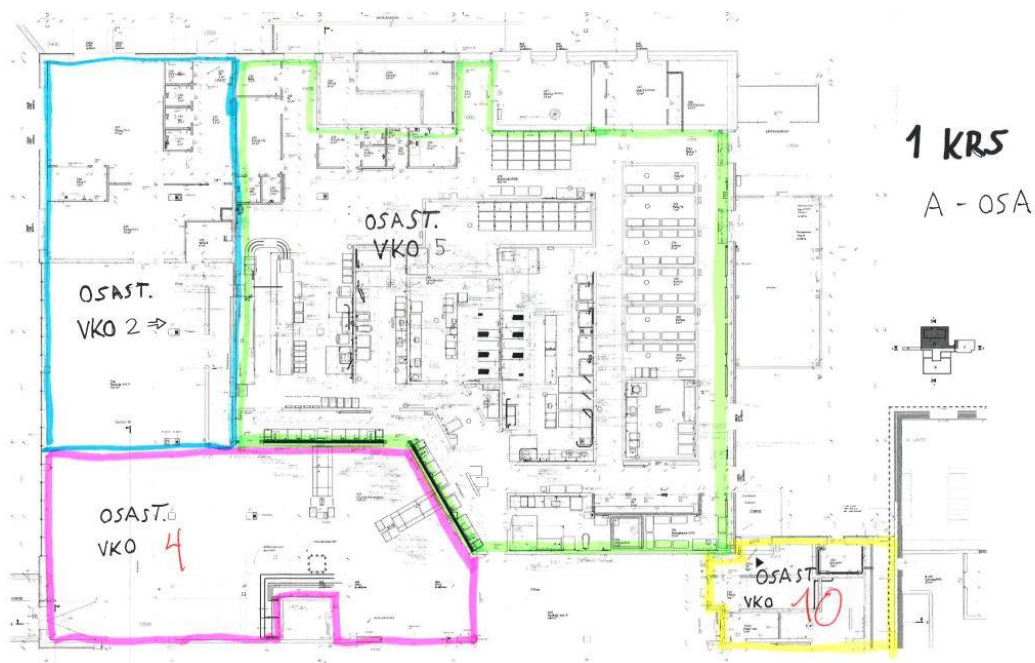
4.3.1 P1-puhtausluokan suunnittelu ja toteutus

P1-puhtausluokan toteutuksen suunnittelun keskeisiä osia ovat hankkeen pölyhallinta- ja puhtaussuunnitelma. Pölyhallintasuunnitelmassa on huomioitu tilaajan asettamat vaatimukset kohteen sisäilmastolle ja puhtaudelle sekä pölyhallintaan liittyvät lait ja asetukset. Toimivan pölyhallinnan kannalta on olennaista tietää mistä ja miten rakennuspöly syntyy eri työvaiheissa. Tämän jälkeen voidaan suunnitella tarkoituksenmukaiset työ- ja suojavälineet sekä työmenetelmät. Näin työnteko täyttää pölyhallinnan vaatimukset ja on myös turvallista työntekijöille. P1-puhtausluokka asettaa vaatimuksia rakennusmateriaalien kuljetukselle, varastoinnille sekä suojaukselle, joten näiden asioiden suunnittelu on myös tärkeää. Kaikki rakennusmateriaalit tulee suojata hyvin jo kuljetusvaiheessa ja työmaalla varastoinnin on oltava asianmukaista. Materiaalit eivät missään vaiheessa saa päästä kastumaan tai likaantumaan. (RT 07-10805.)

Jotta sisätyövaiheet voidaan suorittaa P1-puhtausluokan vaatimusten mukaisesti, tulee rakennuskohde osastoida (kuva 5). Osastoinnin tavoitteena on pitää puhtaat tilat pölyttöminä. Pölyviä työvaiheita ei saa suorittaa osastoiduilla alueilla ja osastot on myös alipaineistettava, jotta pöly ei leviäisi muista tiloista puhtaille alueille. P1-osastointi toteutetaan suojaseinärakenteilla (kuva 6), joissa tulee olla suljettavat ovet. Osastoinnin toteuttamisessa kannattaa pyrkiä käyttämään valmiita rakenteita, kuten väliseiniä ja väliovia. P1-puhtaustasoa ja osastointia koskevat säännöt tulee tehdä selväksi kaikille työmaan työntekijöille ja esimerkiksi jatkuva läpikulku P1-osastoissa on kielletty. Osastojen puhdistamiseen käytetään hienopölysuodattimella varustettuja imureita ja harjasiivous on täysin kiellettyä, koska se nostaa irtopölyn ilmaan. (RT 07-10805.)

P1-kohteen loppusiivous toteutetaan kahdessa osassa. Ennen toimintakokeiden alkua siivotaan erityisesti alakattojen yläpuoliset tilat ja muilta rakennuksen pinnoilta puhdistetaan pöly. Toinen siivous toteutetaan ennen kohteen luovutusta.

Jotta P1-vaatimukset saavutetaan, on erittäin tärkeää, ettei ilmanvaihtojärjestelmään pääse epäpuhtauksia. Ilmastointiputkien suojaus ja varastointi onkin suunniteltava huolellisesti ja varmistettava ettei suoja poisteta ennen kuin rakennus on puhdas ja tilat täyttävät puhtausvaatimukset. Ilmanvaihtourakoitsijan tulee tarkastaa ilmanvaihtokanavien ja muiden osien kunto ennen asennusta ja tarvittaessa puhdistaa osat pölystä. (RT 07-10805.)



KUVA 5. P1-lohkojako



KUVA 6. P1-osaston suojaseinä

4.4 Kuivaketju10

Kuivaketju10 on kosteudenhallinnan toimintamalli, jonka perustana on Kuivaketju10 riskilista ja -todentamisohje. Toimintamallilla pyritään pienentämään kosteusvaurioiden riskiä rakennuksen koko elinkaaren aikana. Kuivaketju10 käyttö voidaan aloittaa, kun rakennushankkeen tilaaja päättää toteuttaa hankkeen toimintamallin mukaisesti. Päätöksen jälkeen tilaajan tulee jo hankkeen alussa määrittää kosteudenhallintakoordinaattori, joka valvoo ja ohjaa Kuivaketju10:n toteutumista hankkeen alusta loppuun. (Rakentamisen laatu (RALA Ry) 2018.)

Kuivaketju10 toimintamallin huomioiminen on erityisen tärkeää jo hankkeen suunnitteluvaiheessa, eikä vasta silloin kun työmaa alkaa. Toimintamallin käytöstä on sovittava jo tarjouspyyntövaiheessa ja tehdä selväksi toimintamalliin liittyvät vaatimukset suunnittelijoille ja urakoitsijoille. Suunnittelijoiden tulee luoda hankkeelle olemassa olevasta todentamisohjeesta tarkistuslistat, joiden avulla hankkeen keskeisimmät kosteusriskit otetaan huomioon ja ne pystytään torjumaan. Tarkistuslistojen tulee vastata kohteen erityispiirteitä, mutta tarkoituksena ei ole luoda kokonaan uusia listoja vaan tarkentaa olemassa olevia. Suunnittelijoiden tulee perehtyä hyvin toimintamalliin ja tarkentaa riskilista (kuva 7) sekä todentamisohje vastaamaan hankkeen erityispiirteitä. Riskilistalta on luvallista poistaa kohtia vain, jos ne eivät esiinny tulevassa hankkeessa lainkaan. Hankkeen aikataulua tulee myös tarkastella ja arvioida sen realistisuutta, jotta toimintamallin käytön onnistumiselle olisi mahdollisimman hyvät edellytykset. Urakoitsijan tehtävänä on käydä läpi riskilista ja kiinnittää erityishuomiota siinä mainittuihin asioihin eri työvaiheissa. Urakoitsijan tulee myös dokumentoida työvaiheiden suoritukset esimerkiksi kuvien ja laaturaporttien avulla. Vaikka työmaalla olisi paljon sivu- ja aliurakoitsijoita, on kuivaketju10 toteutuksen lopullinen päävastuu pääurakoitsijalla. (Rakentamisen laatu (RALA Ry) 2018.)



KUVA 7. Kuivaketju10 riskilista (Rakentamisen laatu (RALA Ry) 2018)

4.5 Urakoiden valmistelu

4.5.1 Aliurakkasopimukset

Aliurakkasopimukset perustuvat valmiina oleviin kausisopimukseen tai kirjallisiin tarjouspyyntöihin. Sopimukseen tarvittavat lähtötiedot saadaan tehtäväsuunnitelmasta ja sen perusteella pystytään täydentämään sopimukseen tarvittavat liitteet ja urakkaehdot. Tehtäväsuunnitelmassa suunnitellaan tarkasti yksittäisen tehtävän läpivienti ja sille asetetut vaatimukset sekä tavoitteet, jotka vaikuttavat olennaisesti myös aliurakkasopimuksen sisältöön. Mikäli tehtäväsuunnitelma tehdään vasta aliurakkasopimuksen teon jälkeen, voi olennaisia asioita jäädä avoimeksi ja ne tulee selvittää ennen töiden aloittamista. Mikäli aliurakka perustuu olemassa olevaan kausisopimukseen, on syytä tarkentaa kirjallisin tilauksin kohteen erityisvaatimukset. (Tanninen-Ahonen, Kolhonen.)

4.5.2 Tehtäväsuunnitelma

Tehtäväsuunnittelun tarkoituksena on varmistaa työvaiheen toteutus siten, että kaikki työvaiheelle asetetut tavoitteet ja vaatimukset täyttyvät. Tehtäväsuunnitelmassa on hyvä suunnitella ainakin työn sisältö ja toteutus, laatuvaatimukset, aikataulu, kustannukset, työturvallisuus ja logistiikka. Tehtäväsuunnitelma toimii hyvänä työkaluna esimerkiksi taloudellisten tavoitteiden toteutumisen seurantaan. Tehtäväsuunnitelma ja sen sisältö käsitellään aloituskokouksessa ja pääurakoitsijan tulee varmistaa, että siinä esitetyt asiat ovat selviä aliurakoitsijalle. Tehtäväsuunnitelmassa asetetut tavoitteet siirretään virallisiin sopimusasiakirjoihin. Sopimuksissa tulee myös esittää mahdolliset pääurakoitsijalle kuuluvat avustavat työt ja mitkä kaikki työt puolestaan kuuluvat aliurakoitsijan suoritettavaksi. Tämä selkeyttää sopimuksen sisältöä ja auttaa välttämään ongelmatilanteita urakan edetessä. Tehtäväsuunnitelman avulla pääurakoitsija pystyy varmistamaan myös aliurakan aloitusedellytykset liittyen esimerkiksi edellisiin työvaiheisiin ja niiden valmiuteen, työskentelyolosuhteisiin, työturvallisuusvaatimuksiin, logistiikkaan ja jätehuoltoon, aliurakkaan liittyvien avustavien töiden suunnitteluun ja tarvittavien lupien ja ilmoitusten läpikäyntiin. Tehtävän suorittamisen edellytykset on esitetty kuvassa 8. (S-1228.)



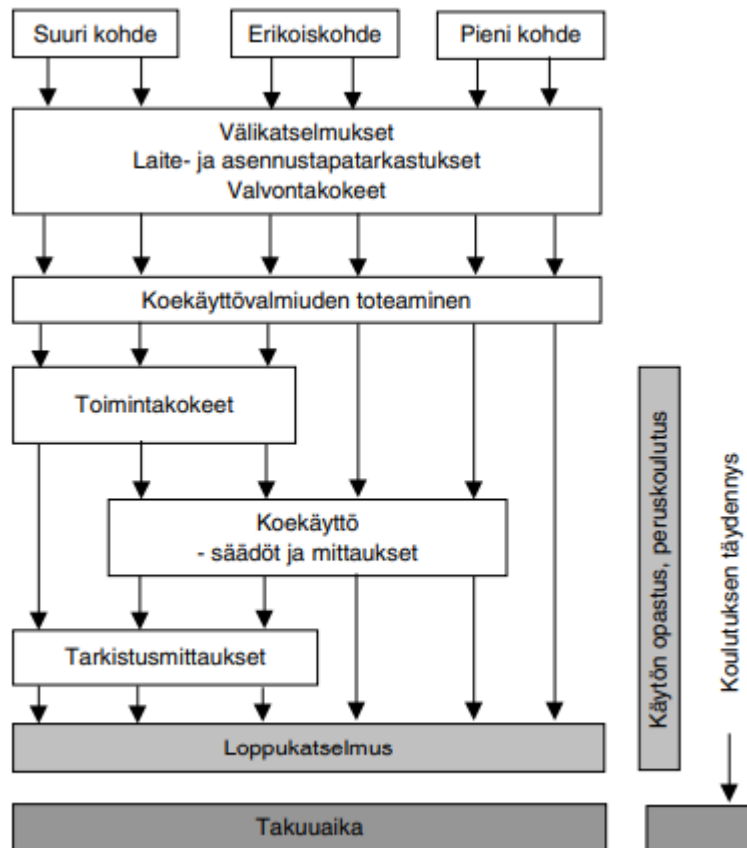
KUVA 8. Tehtävän suorittamisen edellytykset (S-1228, 16)

5 RAKENTAMISESSA HUOMIOITAVAT ERITYISPIIRTEET

5.1 Talotekniikan yhteensovitus

Talotekniikan määrä on hyvin runsas koulurakennuksissa ja määrä sekä tekniikkaan kohdistuvat vaatimukset ovat kasvaneet huomattavasti viime vuosikymmeninä. Määrän ja vaatimusten kasvaessa hankkeiden aikataulut ovat kiristyneet, joten talotekniikan yhteensovituksen merkitys on erityisen tärkeää nykyisin. Talotekniikan yhteensovituksen tavoitteena on luoda rakennuskohteeseen talotekninen järjestelmä, joka on kestävä, toimiva sekä helposti ja turvallisesti huollettavissa. Tällainen järjestelmä vaatii, että siihen liittyvät työvaiheet on suoritettu oikeassa järjestyksessä ja oikea-aikaisesti. Näiden vaatimusten toteuttamiseksi talotekniikkaurakoitsijoiden yhteistyö ja töiden yhteensovittaminen on erityisen tärkeää. Yhteensovituksen avulla saadaan hankkeen aikataulusta myös toteutuskelpoinen ja ohjauksen mahdollistava. Erityisen tärkeäksi yhteensovitus muodostuu hankkeen viimeistely- ja luovutusvaiheessa, jotta toimintakokeet ja tarkastukset (kuva 9) saadaan suoritetuksi aikataulun mukaisesti. (Kolhonen, Koskenvesa.)

Työvaiheiden onnistumisen kannalta on tärkeää tarkistaa tehtävien tahdistuminen yleisaikataulun kanssa sekä tehtävien realistinen kesto. Tarkastusten avulla saadaan myös varmistettua talotekniikan yhteensovitus rakennusteknisten töiden kanssa. Tarkastukset voidaan tehdä esimerkiksi yhdistämällä kriittiset talotekniset ja rakennustekniset työt samaan paikka-aikakaavioon. Taloteknisten tehtävien mitoitusta vaikeuttaa usein yleisten työmenekkitiedostojen puute. Työsäävutuksiin ja tuotantonopeuteen liittyvistä tavoitteista on hyvä sopia talotekniikkaurakoitsijoiden kanssa hyvissä ajoin ennen töiden aloitusta ja töihin liittyvien osapuolten kesken on myös hyvä määrittää LVIS-töistä tahdistavat työvaiheet, jotta aikataulussa pysytään paremmin. Suuremmissa hankkeissa suunnitelma-
muutokset ovat hyvin yleisiä ja nämä voivat aiheuttaa ongelmia myös LVIS-töiden suorittamiseen. (Kolhonen, Koskenvesa.)



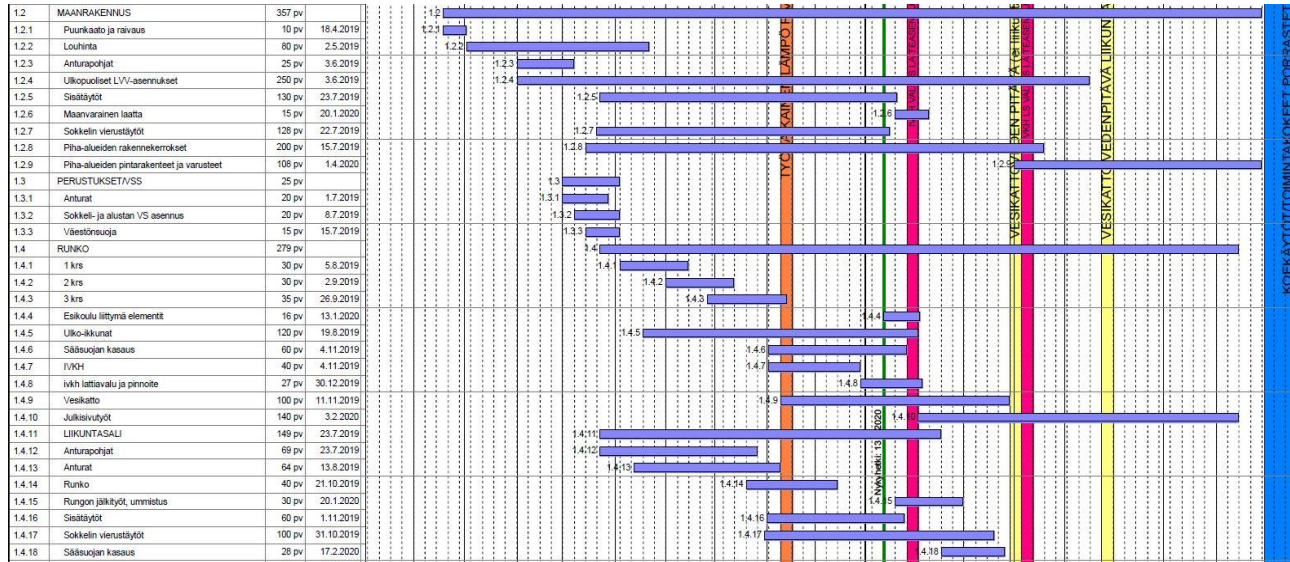
KUVA 9. Talotekniikan luovutuksen valmistelun vaiheet (Kolhonen, Koskenvesa.)

5.2 Aikatauluseuranta

Onnistuneen hankkeen kannalta toimivan ja realistisen aikataulun luominen ja sen noudattaminen on yksi olennaisimmista asioista. Aikataulun tulee olla riittävän yksityiskohtainen ja siinä tulee olla huomioituina tahdistavat ja muut kriittiset työvaiheet. Kriittisten työvaiheiden työjärjestys tulee myös olla selkeästi esitetynä, jotta niiden valvonta helpottuu. Urakkaohjelmassa voidaan määrittää mahdolliset välitavoitteet töiden valmistumiselle, jotka tulee myös huomioida. Yleisai-kataulua (kuva 10) tarkennetaan työmaalla rakentamisvaiheaikataululla ja tästä eteenpäin viikko- ja tehtäväsuunnittelulla. (Ratu KI-6028.)

Suunnitellun aikataulun toteutumisen kannalta aikataulun seuranta on erityisen tärkeää, jotta poikkeamiin osataan reagoida mahdollisimman nopeasti. Tuotannon valvontaan olisi hyvä käyttää systemaattisia ja vakioituja menetelmiä, jotta valvonta olisi mahdollisimman tehokasta ja jatkuvaa. Suositeltavia seurannan toimenpiteitä ovat esimerkiksi etenemisen merkitseminen tietyin väliajoin paikka-

aikakaavioon. Mikäli seurannassa huomataan poikkeamia aikataulun etenemisen suhteen, tulee ruveta toimiin aikataulutavoitteissa pysymiseksi. Toimenpiteenä tällaisessa tilanteessa voi olla esimerkiksi ohjauspalaverin järjestäminen, jossa selvitetään poikkeamien syyt ja etsitään keinot niiden korjaamiseksi. (Ratu KI-6028.)



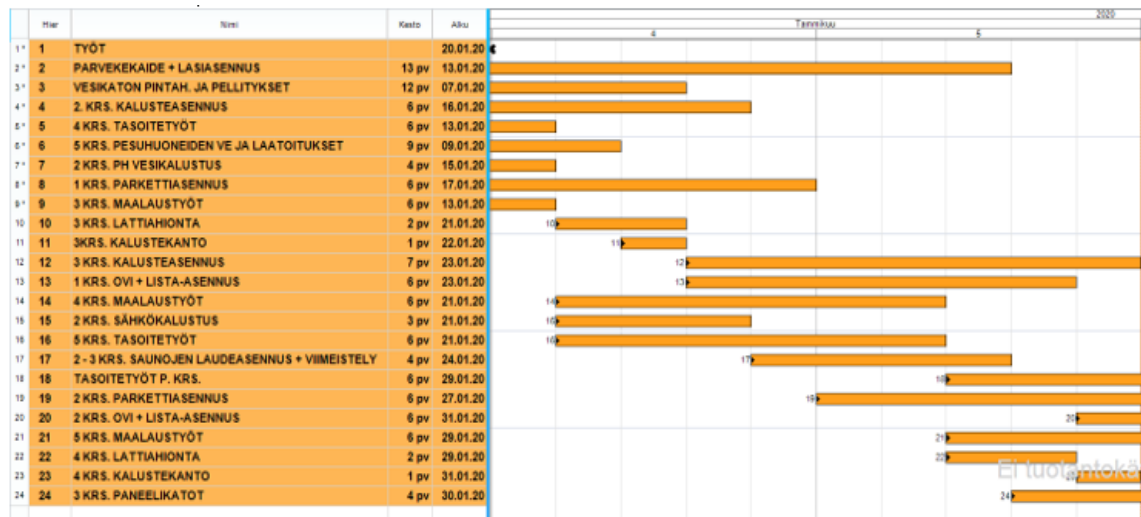
Kuva 10. Kohteen yleisaikataulu

5.3 Resurssivalvonta

Työmaalla toimivat osapuolet tulee pitää selvillä työmaan tapahtumista, aikatauluista ja siitä mitä kukakin tekee. Kun nämä asiat ovat osapuolten tiedossa työmaan organisointi ja esimerkiksi materiaalivirtojen hallinta helpottuu huomattavasti. Työnjohdon tulee suunnitella huolellisesti omalta vastuullaan olevat työvaiheet yleissuunnitelmien pohjalta ja määrittää työhön tarvittavat resurssit. Työvaiheiden onnistumisen kannalta olisi tärkeää ottaa myös varsinaisten töiden tekijät mukaan suunnitteluun. Riittävän ja oikeanlaisen kaluston organisointi työmaalle oikea-aikaisesti luo myös edellytykset työvaiheiden onnistuneelle toteutukselle. Keskeisimpiä resurssivalvonnan välineitä ovat viikko- ja tehtäväsuunnitelmat. Työvaihesuunnittelun lähtötiedot saadaan suunnitelmista, aikatauluista, aloituspalavereista ja urakoitsijakokouksista. (S-1227.)

5.3.1 Viikkoaikataulu

Viikkoaikataulun laatiminen on työmaan vastaavan työnjohtajan vastuulla. Kohteen muiden työnjohtajien tulee myös laatia viikkoaikataulut, jolloin vastaava työnjohtaja yhteensovittaa aikataulut. Viikkoaikataulun tarkoituksena on mahdollistaa aliurakoitsijoiden ja asennusryhmien mahdollisimman tehokas ja toimiva ohjaaminen. Viikkoaikataulun avulla on hyvä tehdä tarkempaa työsuunnittelua ja sovittaa yhteen aliurakoita. Viikkoaikataulun lähtötiedot voidaan saada esimerkiksi muista aikatauluista, aloituspalavereista, urakoitsijakokouksista ja käytettävissä olevista resursseista. Viikkoaikataulu tulee suunnitella 1-3 viikoksi eteenpäin ja sitä tulee päivittää jatkuvasti (kuva 11). Ensimmäinen viikko suunnitellaan tarkasti ja seuraavat viikot voivat olla enemmänkin suuntaa antavia. Viikkosuunnitelmassa tehtävien tarkkuus voi vaihdella esimerkiksi kahdesta tunnista puoleen päivään ja suunnitelmassa esitetään tehtävät työt ja töiden sijainti rakennuksessa. Viikkoaikatauluun voidaan merkitä myös tärkeämpien materiaalien saapumisajankohdat. Viikkoaikataulu voidaan toteuttaa esimerkiksi jana- tai vino- viiva-aikatauluna. Ennen viikkoaikatauluun merkittyjen työsuoritusten aloitusta työnjohton tulee varmistaa, että työn suoritukseen vaaditut edellytykset ovat kunnossa. (S-1227.)



KUVA 11. Viikkoaikataulu

6 LUOVUTUSVAIHEESSA HUOMIOITAVAT ERITYISPIIRTEET

6.1 Käyttäjän erityispiirteet

Rakennuksen käyttäjän erityispiirteet tulee huomioida jo hankkeen suunnittelu- vaiheessa esimerkiksi tilojen suunnittelussa sekä laitejärjestelmien ja kalusteiden suunnittelussa. Oppilaitosrakentamisessa käyttäjä on tiedossa heti hankkeen alussa, joten käyttäjän erityispiirteet on myös helpompi ottaa huomioon suunnittelun alusta lähtien. (Koski 2004.)

6.2 Itselleluovutus

Itselleluovutus on olennainen osa urakoitsijan laadunvarmistusta ja sillä pyritään varmistamaan, että valmis kohde on mahdollisimman laadukas ja täyttää tilaajan hankkeelle asettamat vaatimukset. Yleisten sopimusehtojen mukaan urakoitsija on velvollinen tarkistamaan suoritusvelvollisuuteensa kuuluvien töiden laadun sekä korjaamaan mahdolliset puuteet ja virheet. Tarkastusvelvollisuus koskee myös aliurakoitsijoita omien töiden osalta, ennen kuin työkohde luovutetaan seuraavalle työlle. Tarkastus- ja korjausvelvollisuudet koskevat sekä rakennusteknisiä että taloteknisiä töitä. Parhaimmillaan hyvin tehty itselleluovutus säästää aikaa ja rahaa sekä parantaa rakennusyrityksen imagoa laadukkaan lopputuloksen ansiosta. (Junnonen.)

Vastaanottotarkastuksen jälkeisille korjauksille on varattava riittävästi aikaa ja resursseja, jotta ne saadaan toteutettua laadukkaasti ja taloudellisesti. Suuremmissa kohteissa korjaukset on hyvä jakaa osiin, jotta vaadittavan ajan ja resursien hahmottaminen helpottuu. Vastaanottotarkastuksesta menee usein myös paljon virheitä läpi ja ne huomataan vasta rakennuksen käytön aikana, jolloin korjauskustannukset kasvavat merkittävästi. (Koski 2004.)

6.3 Käyttöönotto

Käyttöönotto alkaa heti vastaanottotarkastuksen jälkeen, jolloin rakennuksessa voidaan aloittaa suunniteltu toiminta. Ennen rakennuksen tai sen osan käyttöönottoa loppukatselmus tulee olla hyväksytysti suoritettuna. Loppukatselmuksen tilaaminen on kohteen vastaavan työnjohtajan vastuulla. Ennen loppukatselmusta tulee olla suoritettuna kaikki lupapäätöksessä määritetyt katselmukselle sekä rakennustyöhön liittyvät muiden viranomaisten tarkastukset. Edellä mainittujen lisäksi tarkastusasiakirja tulee olla täytettynä vaatimusten mukaisesti ja energiatoimisto tulee olla päivitetty. Käyttöönoton alkaessa urakoitsijan suoritusvelvollisuus päättyy lukuun ottamatta takuutöitä. Eri laitteista ja järjestelmistä pidetään käytönopastus käyttäjälle ja luovutetaan käyttö- ja huolto-ohjeet näihin liittyen. (Tampereen kaupunki 2015.)

6.4 Käyttö- ja huolto-ohje

Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeella tarkoitetaan kiinteistönpitoa koskevaa asiakirjakokonaisuutta. Käyttö- ja huolto-ohjeen tulee olla loppukatselmuksen mennessä siinä valmiudessa, että sen avulla voidaan käynnistää kiinteistön hoito ja huolto sekä kunnossapito. Ohjeet sisältävät suunnittelussa määritetyt kiinteistön elinkaaritallenteeseen liittyvät perusteet. Ohjeissa on myös koottuna kiinteistön hoidon, huollon ja kunnossapidon lähtötiedot sekä näihin liittyvät tavoitteet, tehtävät ja ohjeet. Käyttö- ja huolto-ohjeessa määritetään laitteille ja rakennusosille käyttöikätaavoitteet ja niiden kunnossapitajakaksot. Tarkastusten ja huoltojen ohjelmat tulee myös määrittää. Rakennusvalvontaviranomaisen tulee tarkastaa rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje loppukatselmuksessa ja tehdä asiasta merkintä loppukatselmuksen pöytäkirjaan. Hankkeen tilaajan vastuulla on, että tavarantoimittajat ja urakoitsijat toimittavat vaadittavat dokumentit liitettäväksi käyttö- ja huolto-ohjeeseen. (Ympäristöministeriö 2000.)

Oppilaitosrakennuksissa muodostuu käytön aikana useita erilaisia huoltokorjaustarpeita, jotka kuuluvat normaaliin rakennuksen ylläpitoon. Huolto nouseekin hyvin tärkeään rooliin ja esimerkiksi varustehankinnat ja -päivitykset ovat yleisiä. Myös nopeasti kehittyvä talotekniikka voi vaatia päivityksiä määräysten ja vaati-

musten tiukentuessa. Rakennuksen huolto ja päivitykset pitävät rakennuksen terveellisenä ja turvallisena ja ovat näin ollen tärkeitä toteuttaa. (Ympäristöministeriö 2000.)

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota yhteen koulurakentamiseen liittyviä erityispiirteitä hankkeen alusta aina lopun luovutusvaiheeseen asti. Tarkoituksena oli tuottaa materiaalia, jota voidaan hyödyntää tulevissa hankkeissa ja josta tulee esille tärkeimmät asiat koulurakentamisen eri vaiheisiin liittyen.

Opinnäytetyöhön tarvittavat tiedot kerättiin lähinnä rakennustietokannasta ja opetus- ja kulttuuriministeriön tuottamista selvityksistä koskien oppilaitosrakennusten turvallisuutta. Muita tietolähteitä olivat Kuivaketju10 toimintamalliin liittyvät ohjeet, A4 Suomen rakentamismääräyskokoelma sekä Palokatko yhdistyksen ohjeistukset koskien rakennusten paloturvallisuutta. Lähtötietoja ja havaintoja saatiin myös käynnissä olevalta koulurakennustyömaalta. Teoriaosuudessa käsiteltiin vaihe kerrallaan koulurakennushanke alusta loppuun ja pyrittiin tuomaan esille tärkeimmät asiat näistä vaiheista.

Tuloksien perusteella voidaan todeta haasteita ja kehitystarpeita esiintyvän useammassakin hankkeen vaiheessa. Koulurakennushankkeet ovat usein laajoja ja haastavia ja niihin liittyy monia erityisvaatimuksia. Tämän vuoksi hankkeessa toimivien osapuolten ammattitaito ja kokemus korostuvat. Niin työntekijöiden kuin työnjohdonkin tulisi olla ammattitaitoista ja osaavaa, jotta työ olisi tehokasta ja lopputulos olisi mahdollisimman laadukas. Nykyisin suuret rakennusyrietykset käyttävät paljon vuokratyövoimaa, mikä voi tuoda paljon haasteita laadukkaan lopputuloksen saavuttamisessa. Tiukat aikataulut myös aiheuttavat paineita työmaalla, jolloin riski virheiden tapahtumiselle kasvaa.

7.1 Kosteuden- ja pölynhallinta

Kosteuden- ja pölynhallinnassa on myös monilta osin parannettavaa kouluhankkeissa. Nämä osa-alueet ovatkin erityisen tärkeitä, koska niillä on suuri vaikutus valmiin koulurakennuksen terveellisyyteen ja viihtyvyyteen. Kosteusvaurioita esiintyy runsaasti Suomen kouluissa ja ne aiheuttavat paljon sisäilmaongelmia, jotka vaarantavat kouluissa toimivien ihmisten terveyden. Kosteudenhallintaan liittyen moni yritys on ottanut käyttöön Kuivaketju10-toimintamallin. Toimintamalli

on kohtalaisen uusi ja siinä onkin vielä paljon kehitettävää, mutta sen käytöstä on varmasti jatkossa paljon hyötyä ja sillä voidaan ehkäistä kosteudenhallintaan liittyviä ongelmia. Mikäli toimintamallia määritetään käytettäväksi hankkeessa, on se tärkeää huomioida heti suunnittelun alkuvaiheessa. Suunnittelijoiden tulee yksilöidä toimintamalli kohteen erityispiirteille sopivaksi, jotta toimintamallin käyttö rakennusvaiheessa onnistuu mahdollisimman hyvin. Työmaalla toimintamalliin tulee myös perehtyä nykyistä paremmin ja varmistua, että kaikki työmaan toimijat tietävät mitä toimintamallissa vaaditaan. Sääsuojen käyttö on lisääntynyt viime vuosina huomattavasti rakennustyömailla, mikä on kosteudenhallinnan kannalta tervetullut ja hyvä asia. Sääsuoja antaa rakennustöille kuivat olosuhteet, jolloin kosteudenhallinta helpottuu huomattavasti. Sääsuojan käyttö voi aiheuttaa toisaalta myös haasteita esimerkiksi nostotöihin, jolloin työvaiheiden hyvä ja huolellinen suunnittelu korostuu.

Rakennuksen pölynhallintaan on erityisen tärkeää kiinnittää huomiota jo rakennusvaiheessa, jottei sisäilmaan pääse epäpuhtauksia rakennuksen käytön alkuaikana. Hyvä suunnittelu, asenteet ja valvonta korostuvat toimivassa pölynhallinnassa. Pölynhallinta- ja puhtaussuunnitelmat tulee luoda huolellisesti ja niitä tulee myös noudattaa rakennusvaiheessa. Myös P1-osastoinnit tulee suunnitella hyvin ja niillä tehtäviä töitä valvoa tarkasti, jotta pöly ei leviä näille alueille. Pölynhallintaan liittyvät vaatimukset tulee olla kaikilla työmaan työntekijöillä selvillä alusta lähtien.

7.2 Suunnittelun johtaminen

Koulurakennushankkeet ovat usein laajoja ja haastavia, jolloin niihin voi liittyä myös tuhansia erilaisia suunnitelmia. Suunnitelmat päivittyvät jatkuvasti hankkeen edetessä ja samasta suunnitelmasta voi tulla useita eri versioita hankkeen aikana. Jotta suunnitelmakokonaisuutta voitaisiin hallita tehokkaasti ja suunnitelmien päivittäminen toimisi tehokkaasti, on hankkeelle erityisen tärkeää määrittää suunnitelmista vastaava koordinaattori. Koordinaattori organisoii, valvoo ja johtaa kohteen suunnittelua. Suunnitelmien tulee olla riittävän ajoissa valmiita ja niiden tulee olla niin laadukkaita, että työvaiheet voidaan suunnitella ja ne päästään aloittamaan ajoissa. Suunnitelmien myöhästyessä, työvaiheet myöhästyvät ja

tämä tuo helposti hankkeelle runsaasti ylimääräisiä kustannuksia. Myös suunnitelmien yhteensovittaminen on tärkeää, jotta työvaiheet päästään suorittamaan oikeassa järjestyksessä.

LÄHTEET

RT 103081. Perusopetuksen tilat. Tilasuunnittelu. Rakennustieto Oy.

Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2015. Oppilaitosrakennusten turvallisuus. Saatavissa: <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75199/tr02.pdf>

Suomen Palokatkoyhdistys ry. 2019. Palokatto-opas. Osastoivat läpiviennit ja -saumaukset. Viitattu 15.2.2020. Saatavissa: <https://palokatko-yhdistys.fi/pdf/Palokatko-opas-22052019.pdf>

RT 10-11290. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18. Rakennustieto Oy.

RT 07-11299. Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunniteluohjeet ja tuotevaatimukset. Rakennustieto Oy.

RT 13-10860. Suunnittelun johtaminen rakennushankkeessa. Rakennustieto Oy.

RT 10-11066. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa1. Yleinen osuus. Rakennustieto Oy.

KI-6031. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Rakennustieto Oy.

Kähkönen. Systemaattinen rakennustyömaan riskien ja mahdollisuuksien hallinta. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK090201.pdf>

Ratu KI-6029. Rakennustöiden laatu RTL 2017. Rakennustieto Oy.

Ratu S-1227. Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus. Rakennustieto Oy.

RT 07-10805. Terveen talon toteutuksen kriteerit. Kriteerit ja ohjeet toimitilarakentamiselle. Rakennustieto Oy.

Rakentamisen laatu (RALA Ry). 2018. Kuivaketju10. Viitattu 21.1.2020. Saatavissa: <https://kuivaketju10.fi/>

Tanninen-Ahonen, Kolhonen. Aliurakkasopimusmenettely. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK00s437.pdf>

S-1228. Rakentamisen tehtäväsuunnittelu. Ohje aliurakan ja työkaupan hallintaan. Rakennustieto Oy.

Kolhonen, Koskenvesa. Talotekniikan aikataulut. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK040504.pdf>

Ratu KI-6028. Aikataulukirja 2016. Rakennustieto Oy.

Junnonen. Rakennushankkeen laadunvarmistus. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020202.pdf>

Koski. 2004. Rakennushankkeen luovutusprosessin kehittäminen. VTT. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2004/T2236.pdf>

Tampereen kaupunki. 2015. Loppukatselmus ja käyttöönotto. Viitattu 12.2.2020. Saatavissa: <https://www.tampere.fi/asuminen-ja-ymparisto/rakentaminen/rakennusvalvonta/rakennustyonaikainen-valvonta/loppukatselmus-ja-rakennuksen-kayttoonotto.html>

Ympäristöministeriö. 2000. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. A4 Suomen rakentamismääräyskokoelma