



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Jesse Nisula

Sairaalahankkeen ilmanvaihtourakan käynnistäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

4.3.2021

Tekijä Otsikko	Jesse Nisula Sairaalahankkeen ilmanvaihtourakan käynnistäminen
Sivumäärä Aika	29 sivua + 2 liitettä 4.3.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-urakointi
Ohjaajat	talotekniikkapäällikkö Timo Kivekäs lehtori Markku Leino
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä ilmanvaihtourakan käynnistämiseen ilmanvaihtourakoitsijan näkökulmasta. Johtuen työn abstraktista määritelmästä on työ rajattu siitä, kun työ on päätetty tilattavaksi urakoitsijalta, siihen kun aikataulun mukaiset asennustyöt aloitetaan. Työn esimerkkikohteena toimi sairaalaprosjekti Helsingissä konkretisoimaan ja havainnollistamaan työtä.</p> <p>Hyvällä valmistelulla säästetään aikaa ja rahaa. Monesti projektit lähtevät käyntiin nopeasti, ja aikaa urakkalaskenta-ajan materiaalin perehtymiseen on melko niukasti. Tämän työn tarkoituksena on toimia apuvälineenä ilmanvaihtourakoitsijalle ja auttaa huomioimaan asioita, jotka unohtuvat helposti uutta projektia aloittaessa.</p> <p>Työ on kirjallisuuskatsaus ohjeisiin, rakentamismääräyksiin, standardeihin, yleisiin rakentamisen sopimusehtoihin, rakennustietokortteihin sekä projektin omiin asiakirjoihin, jotka saattavat täsmentää ja tarkentaa yleisiä määräyksiä sairaalaprosjektiin sopivammiksi. Työssä on lisäksi hyödynnetty haastatteluita, niissä määrin kuin se on mahdollista.</p> <p>Työssä tuotiin esille ilmanvaihtourakan käynnistämiseen vaikuttavat keskeisimmät tekijät, jotka tulisi huomioida uusia projekteja aloittaessa.</p>	
Avainsanat	ilmanvaihto, urakointi, valmistelu

Author Title	Jesse Nisula Initialization of ventilation contract in a hospital project
Number of Pages Date	29 pages + 2 appendices 4 March 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Contracting
Instructors	Timo Kivekäs, Project Manager Markku Leino, Senior Lecturer
<p>The aim of this thesis was to study the first steps in a demanding ventilation contract in a hospital project. The demanding nature of this project stems from its location in a highly trafficked metropolitan area, as well as the strict specifications set to hospital buildings. The thesis covered the steps from the acceptance of tender to the beginning of the scheduled installations.</p> <p>The final year project was mostly done as a literature review into the National Building Code of Finland, guidelines, standards, project specific documents, and general conditions for building contracts. Interviews with an experienced project manager were also used where deemed helpful towards illustrating the practical experience relating to these types of projects.</p> <p>This thesis can act as a step-by-step guide to help beginner project managers to account for possible difficulties and critical tasks when starting a new project. Tools for this purpose already exist, but they can often be hard to find, and might not necessarily serve the interests of the project manager on site of the project.</p>	
Keywords	ventilation, contracting, preparations

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ilmanvaihto sairaalarakennuksessa	2
2.1	Ilmanvaihto yleisesti	2
2.2	Sisäilmastoluokat	3
3	Laskenta-aikaiseen materiaaliin perehtyminen	4
3.1	Erytisvaatimukset	5
3.1.1	Painesäädettävät tilat	5
3.1.2	Palokatkot	5
3.1.3	Akustiikka	6
3.1.4	Tahtituotanto	7
3.1.5	Logistiikka	8
3.1.6	Asennustarvikkeiden varastointi	9
3.1.7	P1-puhtausluokituksen edellytykset	10
3.2	Tarkesuunnitelmat	13
3.3	Kilpailuttaminen	15
4	Urakoitsijan työn suunnittelu	15
4.1	Laatusuunnitelma	15
4.2	Työturvallisuussuunnitelma	16
4.3	Nostotyösuunnitelma	18
4.4	Luvat ja koulutukset	18
5	Aloituspalaverit	19
6	Hankinnat ja hyväksynät	20
7	Aikataulut ja resurssit	21
8	Lisä- ja muutostyöt	22

9	Edellytykset töiden aloittamiselle	22
9.1	Edeltävien työvaiheiden valmius	23
9.2	Malliasennukset	23
9.3	Maksuerätaulukko	26
10	Yhteenveto	28
	Lähteet	29
	Liitteet	
	Liite 1. LVI-työselostus	
	Liite 2. Työn riskien arviointilomake, pukkinostin	

Lyhenteet ja käsitteet

LVI	lämpö, vesi ja ilma
Projektipankki	Tietokanta verkossa, josta urakoitsijat löytävät tarvitsemansa materiaalin ja jonne he tallettavat omat dokumenttinsa
TRA	Työn riskien arviointi
TR-puute	pääurakoitsijan työturvallisuuskierroksella havaittu puute, joka välitetään urakoitsijalle korjattavaksi

1 Johdanto

Ilmanvaihtourakan käynnistäminen on käsitteenä laaja ja pitää sisällään paljon tehtävää ennen konkreettisten asennustöiden aloittamista, kuten tarjouslaskentamateriaaliin perehtymistä, kuin projektinjohtourakoitsijan laatimaan aikatauluun paneutumista. Tässä työssä perehdytään urakan käynnistämiseen liittyviin työvaiheisiin ja niiden sisältöön ilmanvaihtourakoitsijan työnjohdon perspektiivistä. Työssä tullaan esittämään urakan käynnistämisen toimenpiteet kronologisessa järjestyksessä.

Tämän työn tavoitteena on perehtyä urakan aloitukseen ja laatia työ toimimaan uutta projektia aloitettaessa ”kohta kohdalta” läpikäytävänä kattavana ohjeistuksena avustamaan aloittelevia projektijohtajia ja projektipäälliköitä muistamaan kriittiset tehtävät. Työkaluja tähän tarkoitukseen löytyy jo, mutta monesti ne ovat vaikeasti löydettäviä ja eivät välttämättä aja työnjohtajan etua työmaalla.

Työ on rajattu seuraavasti: siitä kun urakka on päätetty tilattavaksi urakoitsijalta, siihen kun konkreettiset aikataulun mukaiset asennustyöt alkavat. Työn pääpainopisteenä ovat hankinnat sekä työmaahan ja sen mahdollisiin haasteisiin perehtyminen ennen varsinaisten asennustöiden aloitusta. Opinnäytetyön kohteena toimii siltasairaalan projekti, joka sijaitsee Helsingin Meilahdessa. Se on HUS kiinteistöjen rakennuttama, ja se on yhteistoiminnallinen projektinjohtourakka, jonka projektinjohtourakoitsijana toimii SRV.

Työ toteutetaan yhteistyössä Bravida Finland Oy:n kanssa, joka on osa Bravida Holding AB-konsernia ja on pohjoismaiden johtava kokonaisvaltainen talotekniikkayritys. Se on perustettu vuonna 2000 ja työllistää tällä hetkellä noin 12 000 henkilöä. Bravidalla on toimistoja Ruotsissa, Tanskassa, Norjassa ja Suomessa yli 160 paikkakunnalla. Asiakkaita Bravidalla on pohjoismaissa yli 50 000.

Bravidan referenssejä ovat muun muassa Triplan sprinkleriurakka, jonka erityshaasteita olivat työmaan suuri koko, korkean rakentamisen asettamat vaatimukset ja erityispiirteet, sekä asemalaiturin haastavat työolosuhteet, urakan kesto oli kaksi vuotta ja sinne asennettiin noin 15 000 sprinklerisuutinta.

KOy Ornant-hankkeessa Bravida toimi taloteknisenä projektinjohtourakoitsijana ja kohteessa hyödynnettiin Bravidan LVI-, sähkö- ja sprinkleriosaamista. Bravida ei vastannut kohteen suunnittelusta, mutta vastasi suunnittelun ohjauksesta. Hankkeen laajuus oli noin 10 000 m².

Bravidan tavoitteena on olla suurin tai toiseksi suurin toimija siellä, missä se on päättänyt toimia. Bravidaa kasvatetaan niin orgaanisesti, kuin myös yritysostojen kautta. Seitsemäs ja viimeisin Bravidan yritysosto on vuoden 2020 toukokuulta, kun Bravida osti osake-enemmistön Savon Aurinkoenergia Oy:stä, joka tukee Bravida-konsernin strategiaa kestävästä kehityksestä. [1]

2 Ilmanvaihto sairaalarakennuksessa

Kohteen IV-järjestelmät tulee toteuttaa niin että ne täyttävät Talotekniikka-RYL2002:n esittämät laatuvaatimukset. Tämän lisäksi tulee rakennuttajan sopimusasiakirjoissa esittämien täsmäntävien tavoitteiden ja laatuvaatimusten täytyä. Rakennushankkeeseen on tehty työmaakohtainen työselitys. Työselityksestä ilmenee erityisesti hankittavat materiaalit, takuuajan huollot ja LVI-järjestelmien yhteiset vaatimukset sekä materiaaleille määritetyt vaatimukset. Kohteeseen tulee koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla varustettuna. [2]

Sairaaloille ei ole vielä Suomessa standardeja, määräyksiä eikä asetuksia. Suomessa sairaalasuunnittelun lähtökohtana käytetään useiden eri asiantuntijoiden kokemusta ja heidän yhdessä laatimiaan ohjeistuksia. Kohteessa noudatetaan ”Sairaalailmanvaihdon suunnitteluohjeita 2007” sisäilmaolosuhteiden osalta. [2]

2.1 Ilmanvaihto yleisesti

Ilmanvaihdon tärkein tehtävä on negatiivisesti hyvinvointiin vaikuttavien tekijöiden poistaminen sisäilmasta, mm. ylimääräinen kosteus, liikalämpö sekä muut epäpuhtaudet. Tämän lisäksi se pitää sisällään puhtaan tuloilman tuomisen likaisen poistoilman tilalle. Ilmanvaihto eroaa ilmastoinnista niin, että ilmastointi pitää sisällään myös ilman käsitteilyä eli vaikutetaan ilman lämpötilaan, kosteuteen sekä liikkeeseen.

Hyvälle ilmanvaihtojärjestelmälle on muun muassa seuraavia vaatimuksia: Se on mitoitettu oikein, eli se ei aiheuta ylimääräistä vedon tunnetta eikä melua; siitä ei aiheudu ylimääräistä haittaa terveydelle tai viihtyvyydelle, sekä sen tulee olla helposti säädettävissä ja huollettavissa.

Ilmanvaihdon onnistuneeseen toteutukseen on useita tekijöitä, ja tämä vaatii monien toimijoiden yhteistoimintaa ja suunnitelmien yhteensovittamista. Toteutuksen tulee olla huolellista ja ammattitaitoista, huollon tulee olla säännöllistä ja ammattitaitoista. Järjestelmän toimivuuden kannalta on tärkeää, että rakennuksen ja sen ilmanvaihtojärjestelmän käytön tulisi olla sille suunniteltua. [3, s. 2.]

2.2 Sisäilmastoluokat

Rakentamisen yksi tärkein tavoite on hyvä sisäilmasto. Sen laatuun vaikuttavat lähes kaikki työvaiheet, käytetyt materiaalit ja rakennuksen valmistumisen jälkeinen käyttö sekä kunnossapito. M1-puhtausluokitus on asettanut rakennusmateriaaleille raja-arvoja ja vaatimuksia haihtuville orgaanisille yhdisteille sekä hajulle. Tuote, joka on saanut M1-puhtausluokituksen, ei haise ja on vähäpäästöinen vaatimuksien mukaisesti. Kaikki kohteen ilmanvaihtotuotteet on puhtausluokiteltu luokkaan M1. [4, s. 2.]

Sisäilmastoluokat, jotka asettavat tiloille tiettyjä vaatimuksia, on jaettu kolmeen osaan. Näistä S1:tä ja S2:ta käytetään silloin, kun tavoitellaan määräyksiä parempaa sisäilmastoa [4, s. 5]. Kyseisessä kohteessa noudatettiin luokkien S1 ja S2 vaatimuksia, riippuen tilojen käyttötarkoituksesta [2].

Sisäilmastoluokan S1 saavuttamiseksi tulee tilan sisäilman laadun olla erittäin hyvä, eikä siellä saa olla havaittavissa hajuja. Rakenteissa ei ole vaurioita, jotka heikentävät ilman laatua, eikä tilassa saa olla lähteitä epäpuhtauksille. Käyttäjän tulee pystyä ohjaamaan tilan lämpöoloja. Ääniolosuhteet ovat tarpeenmukaiset, ja valaistuksen tulee olla säädettävä yksilöllisesti.

Sisäilmastoluokassa S2, sisäilman laadun tulee olla hyvä, eikä kohteessa saa olla havaittavissa hajuja. Rakenteissa ei ole vaurioita, jotka heikentävät ilman laatua, eikä tilassa saa olla lähteitä epäpuhtauksille. Lämpöolojen tulee olla hyvät. Yleensä ei esiinny

vetoa, mutta kuumalla kelillä ylälämpeneminen on mahdollista. Tiloissa on niiden käyttötarpeisiin sopiva valaistus ja hyvät ääniolosuhteet.

Sisäilmastoluokassa S3 tilan olosuhteet täyttävät maankäyttö- ja rakennuslain vähimmäisvaatimukset. Vaatimusten täytyminen ei välttämättä edellytä sisäilmastoluokan S3 arvojen täyttymistä. [4, s. 5.]

3 Laskenta-aikaiseen materiaaliin perehtyminen

Ennen asennustöiden aloittamista on paljon valmistelevia töitä, ja niistä yksi on laskenta-ajan materiaaliin perehtyminen. Tämä materiaali pitää sisällään kaikki urakkalaskentaa varten luovutetut dokumentit, muun muassa

- Tarjouspyynnöt laitteista ja materiaaleista, joita mahdollisesti tullaan hankkimaan kohteeseen.
- Laskenta-ajan työpiirustukset.
- Työselitys, josta selviää kaikki erityisemmätkin vaatimukset kohteeseen.
- Erilaiset aikataulut, joiden mukaan projektia lähdetään viemään eteenpäin.
- Muut ohjeistukset ja asiakirjat, jotka saattavat vaikuttaa työsuoritukseen (työturvallisuus- ja logistiikkaohjeistuksia).

Näihin dokumentteihin perehtyminen hyvissä ajoin edesauttaa muodostamaan yleiskuvan projektista sekä löytämään mahdollisia puutteita ja virheitä niistä. Hankinnat nojaavat lähes täysin laskenta-aikaiseen materiaaliin.

Muut ohjeistukset ja asiakirjat on hyvä sisäistää ja ymmärtää ennen asentajien ja mahdollisten aliurakoitsijoiden työmaalle saapumista. Aikatauluihin perehtyminen auttaa töiden porrastamisessa ja asentajien resursoinnissa. Työvaiheiden päällekkäisyyksien aikainen huomioiminen aliurakoiden tarjouskyselyvaiheessa on tärkeää, ja siinä tulee ottaa huomioon potentiaalisen aliurakoitsijan resurssit. Jos asennuksien päällekkäisyyksistä huomataan, että jonkun aliurakoitsijan resurssit eivät tule riittämään, tulee tilalle etsiä urakoitsija, jolla riittää resursseja, tai pilkkoa urakka pienempiin kokonaisuuksiin ja ottaa useampi aliurakoitsija. [5]

3.1 Erityisvaatimukset

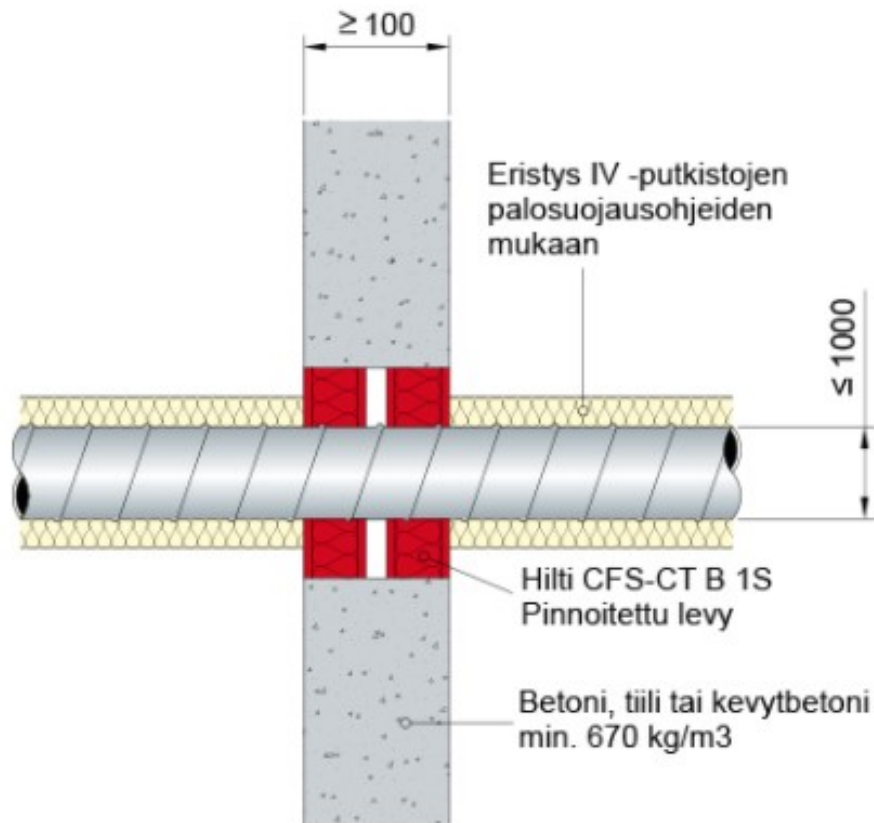
Sairaalahankkeessa on paljon erityisvaatimuksia, jotka vaativat urakoitsijalta ammattitaitoa ja äärimmäistä tarkkuutta. Hyvällä työn valvonnalla ja ohjauksella varmistutaan, että haasteellisuudesta riippumatta työ toteutetaan hyviä asennusmenetelmiä noudattaen. Seuraavissa alajaksoissa esitetään kohteessa vastaan tulleita erityisvaatimuksia, jotka vaikuttavat urakkasuoritukseen ja jotka on hyvä huomioida mahdollisimman ajoissa. [5]

3.1.1 Painesäädettävät tilat

Painesäädettävät tilat ovat tiloja, joiden painesuhdetta on pystyttävä säätämään yli-, ali-, tai tasapaineiseksi. Tämän mahdollistaminen edellyttää ilmanvaihtokanaviston ja tilan rakenteiden äärimmäistä tiivyyttä, joka varmistetaan hyvällä työn valvonnalla sekä lopuksi vielä painekokein, joilla kartoitetaan mahdolliset vuodot ja tehdään tarvittavat toimenpiteet tiiveyden saavuttamiseksi. (Liite 1, kohta G30.1.)

3.1.2 Palokatkot

Kohteessa on tarkkaan määritelty kaikille eri EI60- tai sitä raskaammille palo-osastoiville rakenteille omat palokatkodetaljit, joillekin jopa useita, jotka mahdollistavat tarpeen mukaisen detaljin käyttämisen. Esimerkiksi villasullonta + kittaus, betonointi, tai pinnoitettu villalevy. (Liite 1, kohta G4200.06.15.) Kuvassa 1 on esitetty esimerkki palokatkodetaljista: pinnoitettu villalevy betoniseinässä.



Kuva 1. Palokatko pinnoitetulla villalevyllä kiviseinässä [6]

3.1.3 Akustiikka

Akustinen työselitys täyttää standardin EN ISO/IEC 17025 asettamat vaatimukset ja pitää sisällään IV-urakoitsijan kannalta seuraavat olennaiset kohdat, Ilmanvaihtokanavien läpivientien tiivistys:

- tulee huomioida reikiä merkatessa, jotta tiivistäminen asianmukaisesti onnistuu.

Ilmanvaihdon laitevalintoihin vaikuttavia akustisia ominaisuuksia ovat muun muassa:

- laitteen rakenteiden tukevuus
- pyörievien osien tasapainotus
- puhaltimien riittävä värinäeristys

Tulo- ja poistoilmalaitteiden, äänenvaimentimien, sekä säätöpeltien valintaan akustinen työselitys ottaa kantaa siihen, että ilman nopeus sekä paine-ero ei saa kasvaa suunniteltua kohtuuttomasti suuremmaksi ja näin aiheuttaa liikaa ääntä. (Liite 1, G06.00.14.)

Pääosin nämä yllä mainitut asiat ovat LVI-suunnittelijan vastuulla, mutta toteuttavan osapuolen on myös hyvä tietää, minkälaisia vaatimuksia projekti pitää sisällään, sillä tahallisesti huonojen tai väärin mitoitettujen laitteiden asennus on myös urakoitsijan vastuulla. Tilanteessa, jossa laitteita vaihdetaan suunnitelluista poikkeaviksi, on myös hyvä tiedostaa äänitekniset vaatimukset ja toimittaa ne potentiaaliselle laitteen toimittajalle. Tällä varmistutaan siitä, että laite todella on vähintään suunniteltua laitetta vastaava. [7, s. 39.]

3.1.4 Tahtituotanto

Kohteen vuodeosaston, eli kerroksien 4–7 työt toteutetaan tahtituotantoon perustuvalla tuotantotavalla. Tahtituotanto tarkoittaa, että työ on yksittäisvirtaavaa, eli jokainen työvaihe kulkee omana ”junana” koko määritetyn työalueen läpi. Samalla ennalta määritetyllä alueella tai tilassa ei työskentele kuin yhden työvaiheen edustaja kerrallaan, samalla kuitenkin tyhjäkäynti ja tilojen tyhjillään olo minimoidaan. Työalueelta seuraavaan siirtyminen tapahtuu aikataulun mukaisesti, ei ennen eikä sen jälkeen. Tällä taataan kaikille työtä suorittaville urakoitsijoille työrauha, sille määriteltynä ajankohtana.

Kuvassa 2 on esitetty tahtituotanto-aikataulu, jonka vaakarivillä kulkevat viikonpäivät ja pystyrivillä työalueet, kuvan esimerkissä ne ovat huoneita. Jokainen työvaihe on merkitty omalla värillä, ja jokaisen työvaiheen kesto on kaksi työpäivää. [2.]

HUONE	VIIKKO 1							VIIKKO 2						
	MA	TI	KE	TO	PE	LA	SU	MA	TI	KE	TO	PE	LA	SU
H1	TYÖVAIHE 1	TYÖVAIHE 1	TYÖVAIHE 2	TYÖVAIHE 2	TYÖVAIHE 3			TYÖVAIHE 3	TYÖVAIHE 4	TYÖVAIHE 4	TYÖVAIHE 5	TYÖVAIHE 5		
H2	TYÖVAIHE 1	TYÖVAIHE 1	TYÖVAIHE 2	TYÖVAIHE 2	TYÖVAIHE 3			TYÖVAIHE 3	TYÖVAIHE 4	TYÖVAIHE 4	TYÖVAIHE 5	TYÖVAIHE 5		
H3	TYÖVAIHE 1	TYÖVAIHE 1	TYÖVAIHE 2	TYÖVAIHE 2	TYÖVAIHE 3			TYÖVAIHE 3	TYÖVAIHE 4	TYÖVAIHE 4	TYÖVAIHE 5	TYÖVAIHE 5		
H4			TYÖVAIHE 1	TYÖVAIHE 1	TYÖVAIHE 2			TYÖVAIHE 2	TYÖVAIHE 3	TYÖVAIHE 3	TYÖVAIHE 4	TYÖVAIHE 4		
H5			TYÖVAIHE 1	TYÖVAIHE 1	TYÖVAIHE 2			TYÖVAIHE 2	TYÖVAIHE 3	TYÖVAIHE 3	TYÖVAIHE 4	TYÖVAIHE 4		
H6			TYÖVAIHE 1	TYÖVAIHE 1	TYÖVAIHE 2			TYÖVAIHE 2	TYÖVAIHE 3	TYÖVAIHE 3	TYÖVAIHE 4	TYÖVAIHE 4		
H7					TYÖVAIHE 1			TYÖVAIHE 1	TYÖVAIHE 2	TYÖVAIHE 2	TYÖVAIHE 3	TYÖVAIHE 3		
H8					TYÖVAIHE 1			TYÖVAIHE 1	TYÖVAIHE 2	TYÖVAIHE 2	TYÖVAIHE 3	TYÖVAIHE 3		
H9					TYÖVAIHE 1			TYÖVAIHE 1	TYÖVAIHE 2	TYÖVAIHE 2	TYÖVAIHE 3	TYÖVAIHE 3		

Kuva 2. Esimerkki tahtituotanto-aikataulusta [2]

3.1.5 Logistiikka

Projektissa toimii tilaajan valtuuttama työmaapalvelu-urakoitsijana Cramo Finland Oy (myöhemmin Cramo). Cramon vastuulla on valvoa projektinjohtourakoitsijan kanssa yhteistyössä logistiikkasuunnitelmien ja ohjeiden noudattamista. Näihin lukeutuu muun muassa tavaraliikenteen koordinointi työmaalle oikeaan paikkaan oikea-aikaisesti, urakoitsijoiden korjaamatta jättämien TR-puutteiden korjaus, jätehuolto, sekä muiden urakoitsijoiden tilaamat tavaroiden siirrot ja vastaanotot.

Työmaalla on käytössä Cramon oma NPL2-järjestelmä, jonka kautta tehdään kaikki purkuvaraukset toimituksille ja resurssivaraukset, joita näiden kuormien purkuun tai siirtoihin vaaditaan. Tarvittaessa urakoitsija voi omalla kustannuksellaan tilata Cramolta maksullisia logistiikkapalveluita, joita ovat muun muassa, kuorman vastaanotto, purku ja haalaus työpisteelle tai varastoon.

Jokainen työmaalle saapuva urakoitsija on velvoitettu käymään aloituspalaveri Cramon kanssa ja käymään läpi ja tutustumaan työmaan logistiikkaa koskeviin liitteisiin. Tällä varmistutaan siitä, että jokainen työmaalla toimiva urakoitsija ymmärtää toimenpiteet, joita työmaalla vaaditaan toimivan logistiikan ylläpitämiseksi.

Työmaalla purkuvaraukset tulee tehdä kolme vuorokautta ennen tavaratoimitusta, jotta Cramolle jää tarpeeksi aikaa niiden käsittelyyn ja hyväksymiseen sekä niiden mahdollisesti aiheuttamiin järjestelyihin työmaalla. Materiaaleja tulee ottaa työmaalle vain viikon tarpeiksi kerrallaan. Yhden viikon tarpeiden tilaukset tulee tehdä yleisaikataulun pohjalta. Tarvittaessa tästä voidaan poiketa pääurakoitsijan erityisluvalla, esimerkiksi jos kesälomakauden alkaessa on riski, että tietyn tuotteen pitkä toimitusaika saattaisi vaarantaa aikataulussa pysymisen. [2.]

3.1.6 Asennustarvikkeiden varastointi

Urakka-asiakirjoissa on määritelty, että työmaalla ei pitkäaikaisesti varastoida mitään asennusmateriaaleja [2]. Tätä varten projektinjohtourakoitsijalta on mahdollista saada työmaan pihalle pieni alue asennustarvikekontille, jonka toimittaja täydentää sitä päivittäin. Kontin tarkoituksena on minimoida varastointitarve sisätiloissa ja asentajat pystyvät hakemaan sieltä tarvitsemansa tarvikkeet. Kontin hyviä puolia on, että se minimoi hävikin, sillä tarvikkeita ei tarvitse tilata aina tietylle työalueelle, vaan niitä voi hakea sieltä aina tarpeen mukaan [5]. Kuvassa 3 näkyy tarvikekontti työmaan pihalla.



Kuva 3. Tarvikekontti työmaan pihalla [2]

3.1.7 P1-puhtausluokituksen edellytykset

Kohde toteutettiin noudattaen P1-puhtausluokan asettamia vaatimuksia. Seuraavia vaatimuksia joita kyseinen puhtausluokka asettaa rakentamiselle, ovat muun muassa, että Ilmanvaihtokanavat ja osat tulee suojata lialta ja kosteudelta kuljetuksessa, varastoinnissa ja asennuspaikalla peittämällä ne. (Liite 1, G04.30.10.) Kuva 4 on kohteessa varastoiduista kanavahäkeistä. [2]



Kuva 4. Huputetut ja päällekkäin pinotut kanavahäkit [2]

Kohteessa työalueet osastoititiin lohkoittain ”teurastamo ovilla” Kuvassa 5 on esimerkki työalueiden välisestä osastoinnista.



Kuva 5. Osastoiva teurastamo-ovi [2]

Muoviset läpät helpottavat P1-vaatimuksen mukaisia töitä, ja mahdollistavat eri urakoitsijoiden töiden samanaikaisuuden samassa kerroksessa, kuitenkin samanaikaisesti helpottaen kulkua eri osastojen välillä. Kohteessa työalueet tarkastetaan LVI-valvojan kanssa ennen töiden aloitusta, jotta varmistutaan alueen puhtaudesta ja edeltävien työvaiheiden valmiudesta. Mikäli tällä katselmuksella kaikkien töiden ja osastointien todetaan olevan kunnossa, saadaan lupa töiden aloitukselle.

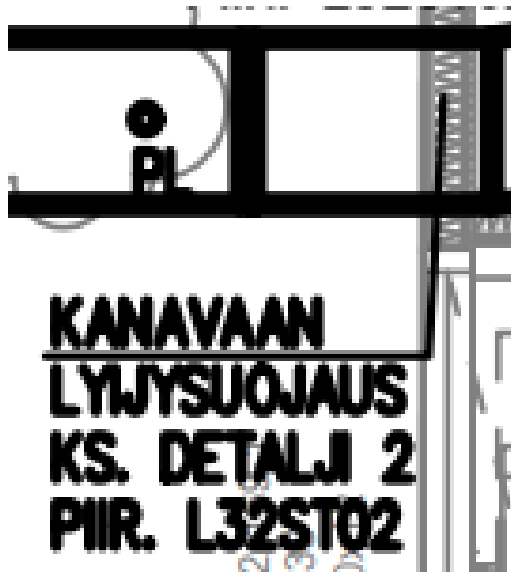
Keskeinen keino varmistaa P1-puhtausluokan tavoitteiden saavuttaminen ja niiden säilyttäminen on tasaisin väliajoin suoritettava siivoaminen. Urakoitsijan vastuulla on huolehtia työpisteen siisteydestä niin, että se täyttää työturvallisuudelle asetetut vaatimukset. Työmaan yleissiivouksesta huolehtii projektin siivousurakoitsija [2].

Urakka-asiakirjoissa on myös määritelty, että kaikki pölyä tuottavat työkoneet tulee olla kytkettynä imuriin, mikä jo itsessään vähentää pölyn kertymistä huomattavasti. [4, s. 13.]

Ilmanvaihtourakoitsijana näihin vaatimuksiin on kiinnitettävä erityistä huomiota, sillä jos nämä vaatimukset eivät täyty, ei ole myöskään edellytyksiä asennuksien aloittamiselle, mikä saattaa vaarantaa aikataulun jo ennen töiden aloitusta. [5]

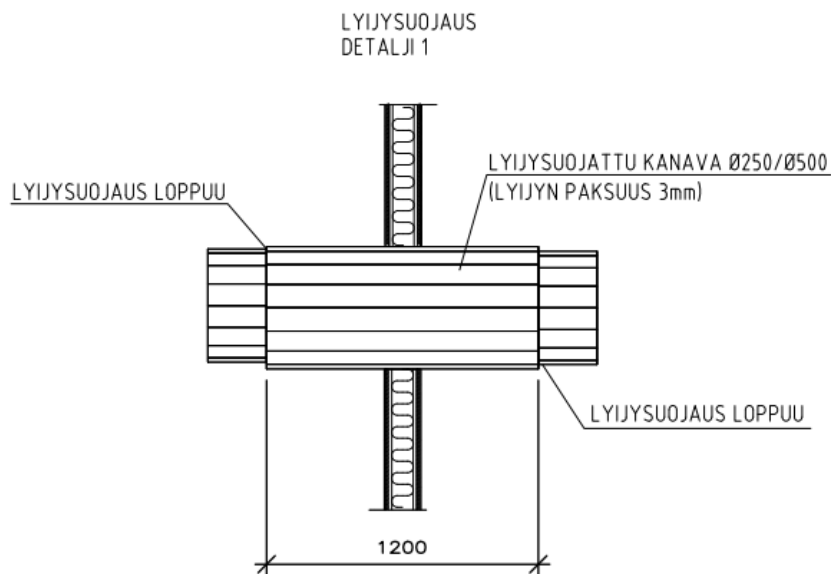
3.2 Tarkesuunnitelmat

Projektipankista saadaan selville pääsääntöisesti kaikille vaativimmille tarkempaa suunnittelua vaativille töille detaljit eli tarkesuunnitelmat. Detaljeista selviää yleensä tarkempia mittoja, määritelmiä sekä vaatimuksia. Kuvassa 6 on esitetty työpiirustukseen määritelty detalji, jonka tarkemman määritelmät ja mitat selviävät ilmanvaihdon detaljikuvasta 7, joka on ilmanvaihtokanavan lyijysuojauksen detalji säteilysuojatuissa tiloissa. [2]



Kuva 6. Detalji esitettynä työkuivissa [2]

LYIJYSUOJATUT KANAVAT OVAT TEHTAALLA VALMIIKSI LYIJYLEVYLLÄ (3mm) PINNOITETTUA IV-KANAVIA.
DETALJIKUVISSA ESITETTY PINNOITETUN KANAVAOSUUDEN MITAT.
KANAVAN MOLEMPIIN PÄIHIN TULEE VIELÄ 150mm PINNOITTAMATON OSUUS.



Kuva 7. Detalji, lyijysuojaus ilmanvaihtokanavassa [2]

3.3 Kilpailuttaminen

Talotekniikka RYL 2002:n mukaan suunnitelmiin ja muihin asiakirjoihin esimerkinomaisesti määriteltyjen tuotteiden ja laitteiden vaihtaminen muihin vastaaviin tuotteisiin on mahdollista, jos ne ovat kaikilta asiakirjoissa määritellyiltä ominaisuuksiltaan samanlaisia [7, s. 39].

Kilpailuttamisen ja materiaalihankintojen kannalta tämä on tärkeää, sillä monille tuotteille on markkinoilla useita verrokkeja, jotka täyttävät yllä mainitut ominaisuudet. Tämä taas antaa vapaudet tarjouskyselyille useilta toimittajilta ja mahdollistaa hankintojen monipuolisuuden ja kilpailukyvyn ylläpitämisen. Mahdollisuus hankintojen laajaan kilpailuttamiseen ei kuitenkaan poista urakoitsijan vastuuta hyväksyttämiensä ja hankkimiensa tuotteiden ja laitteiden toimivuudesta. Tuotteiden ja laitteiden vaihtamisessa kannattaa myös huomioida niiden kokonaisedullisuus. Kokonaisedullisuudella ei tarkoiteta välttämättä halvinta tuotetta, vaan siinä huomioidaan tämän lisäksi huoltokustannukset, hinta-laatusuhde sekä hinta. [5]

4 Urakoitsijan työn suunnittelu

Yleisten sopimusehtojen 1998 (YSE1998) mukaan urakoitsija laatii suunnitelman, jolla saavutetaan tavoiteltu laatu työn turvallisuus huomioiden. Urakoitsija on myös veloitettu osallistumaan työn toteuttamisen kannalta tärkeän työaikataulun ja työsuunnitelman laatimiseen; näitä laadittaessa on huomioitava takarajoiksi toimintakokeille ja koekäytölle tarvittava aika. [9, s. 5.]

4.1 Laatusuunnitelma

Urakkaa aloitettaessa, tilaaja edellyttää urakoitsijaa laatimaan suunnitelman, jolla varmistetaan hankkeen kohdekohtaisesti määriteltynä työtasot, erityispiirteet huomioon ottaen. Laatusuunnitelman laatimiseen osallistuu urakan toteuttavan osapuolen kyseiselle

projektille osoittama johtaja tai johtoryhmä. Sopimuksesta käy ilmi myös työmaan sisäisten palaverien ajankohdat sekä niiden toistuvuus. Lähtötietoina ovat seuraavat asiat ja dokumentit:

- urakkaohjelma, asiakirja josta selviävät hankkeen perustiedot ja kaupalliset ehdot
- urakkarajaliite, asiakirja joka tarkoittaa velvoitteita ja urakka-alueita
- työmaan aloituskokouksen pöytäkirja, asiakirja josta selviää täsmentäviä tietoja
- olosuhteet, urakkasuoritukseen vaikuttavia tekijöitä hankkeessa
- suunnitelmat, selvitys siitä, mitä suunnitelmia on ollut käytössä
- riskianalyysi, siitä, mitä riskejä hanke pitää sisällään, esim. logistiikka
- tavoitekeskustelu, jonka mukaan tavoitteet hankkeelle on asetettu [8, s. 2.]

4.2 Työturvallisuussuunnitelma

Urakoitsija on velvoitettu perehtymään tilaajan turvallisuusasiakirjaan ja työturvallisuussuunnitelmaan. Urakoitsijaa edellytetään toimimaan tilaajan antamien määräyksien ja ohjeiden mukaisesti, liittyen töiden järjestykseen, sekä ottamaan osaa tilaajan järjestämiin opastuksiin ja työmaan perehdytyksiin. [2]

Esimerkkiprojektissa tilaaja on laatinut lomakkeen työn riskien arviointia varten, myöhemmin TRA-lomake. Lomakkeesta käyvät ilmi yleisimmät työmaalla esiintyvät riskit, ja urakoitsijan tulee täydentää kaikkiin sen töissä esiintyviin riskeihin toimenpiteet, joilla

näitä riskejä minimoidaan. Lisäksi tulee vielä merkitä vastuuhenkilö, joka valvoo näiden toimenpiteiden toteutumista. [5] Kuvassa 8 on esitetty työmaakohtainen TRA-lomake

Yleiset riskit				
Riskien kuvaus	Esiintyy		Toimenpiteet	Vastuuhenkilö
	Kyllä	Ei		
Portaalta tai telineeltä putoamisen vaara.	x		Suojakaiteet ja jalkalistat tarkastetaan säännöllisesti. Jos suojakaiteita ei voida käyttää työn luonteen vuoksi, tulee käyttää henkilökohtaisia putoamissuojaimia. Kulkureiät tarkastetaan. Telineiden, portaiden ja kannakkeiden tulee olla tarkastettuja ja tyypipihvyksytyjä. Telineiden rakentajilta vaaditaan riittävää asiantuntemusta. Huom.! A-tikkaita saa käyttää vain lyhytkestoisiin töihin.	xxx
Kemiallisille ja biologisille aineille altistumisen vaara.		x	Tuotteiden merkintöjen tarkastaminen. Tuotetiedotteen terveystarkastaminen. Vaarallisten aineiden luettelo ja tuote- ja käyttöturvallisuustiedotteet tulee olla käytettävissä työmaalla. Lisätietojen hankkiminen työterveydenhuollosta. Tarvitaanko lisäksi lääkärintarkastuksia/rokotuksia? Henkilökohtaisten lisäsuojavarusteiden käyttö tarpeen mukaan.	
Terveydelle haitallisen pölyn hengittämisen vaara.	x		Mahdollisuuksien mukaan imujärjestelmiä tulee käyttää pölynpoistoon suoraan lähteestä. Pölynsuodattimia tulee käyttää. Jos muut ratkaisut eivät ole riittäviä, pölyisessä ympäristössä tulee käyttää hengityssuojaimia.	xxx
Putoavien esineiden vaara.	x		Irtonaisia esineitä ei saa jättää esim. telineiden ritilöille. Jos on olemassa putoavien esineiden vaara, kohde tulee tarvittaessa eristää. Voimakkaalla tuulella rummut ja levyt on kiinnitettävä. Suojakypärän käyttö työmaalla on pakollista.	xxx
Kuormitusvammojen riski johtuen virheellisestä ergonomisesta kuormituksesta.	x		Soveltuvien apuvälineiden käyttö. Työkierto. Kuormittavien työasentojen välttäminen. Työskentely keholle haitallisissa asennoissa sallitaan vain lyhytaikaisesti, esimerkiksi ryömintätiloissa, raskaiden koneiden käyttö (painetyökalut, rakennuskoneet), käsivarsien pitäminen kyynärlinjan yläpuolella pitkiä aikoja työpäivästä (putkiviennit, sprinklerien asennus, painetyökalut), työskentely polvilinjan alapuolella (pannu- ja putkiasennukset), pannujen, radiaattorien ja vastaavien manuaaliset nostot ja siirrot.	xxx

Kuva 8. Riskien arviointi- ja toimenpidesuunnitelma [2]

Tilajaalla on oikeus vaatia lomakkeen täydentämistä, jos työmaan aikana ilmaantuu töitä, jotka sitä vaativat. Liitteessä 2 on esitetty kuilutyöskentelyssä kanavien nostamiseen ja laskemiseen käytettävä pukkinostin. Töitä ei voida aloittaa ennen kuin tilaaja on hyväksynyt TRA-lomakkeen.

Projektille nimetyn työjohtajan tulee varmistaa ennen töiden aloitusta, että kaikilla asentajilla on riittävä osaaminen tarvittavien työvälineiden käyttöön. Osaaminen näytetään toteen dokumenteilla ja koulutuksilla.

Työn riskien arviointi tulee huomioida jo laskentavaiheessa. Kaikki mahdolliset riskit tulee analysoida, työmaan perustamisesta, töiden valmistumiseen asti. Analyysissa käydään läpi mahdolliset vaarat, miten todennäköisiä ne ovat, sekä miten mahdollinen riski voidaan minimoida tai jopa välttää. [8, s. 2.]

4.3 Nostotyösuunnitelma

Urakoitsijan suorittaessa työmaalla vaarallista työtä, johon nostotyöt lukeutuvat, on tilaajan pyynnöstä osallistuttava oman työnsä osalta TR-mittauksille, eli työturvallisuuskierokselle ja laadittava kirjallinen työsuunnitelma. Tästä suunnitelmasta tulee selvittää seuraavat asiat:

- Nostotyön kuvaus: Mitä, mistä ja minne nostetaan?
- Käytettävä kalusto: Mitä kalustoa nostoon käytetään?
- Nostettavan kappaleen tiedot: Paino, koko ja tyyppi.

4.4 Luvat ja koulutukset

Rakennustyömaa on yhteinen työpaikka työntekijöille. Tällä tarkoitetaan, että työpaikalla työskentelee eri yritysten työntekijöitä ja kaikki eivät ole välttämättä tuttuja keskenään. Tästä syystä työmaalla on turvallisuussääntöjä, esimerkiksi työmaalla olevaa torninosturia varten. Nostot tai materiaalisirrot eivät saa aiheuttaa vaaraa [10]. Lakiin on kirjattu Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (1095/2019) 14 a §, joka kuuluu seuraavasti:

Työntekijällä on oltava työnantajan kirjallinen lupa:

- 1) trukin käyttämiseen;
- 2) henkilönostimen ohjaamiseen;
- 3) taakan kiinnittämiseen asennuskäyttöön tarkoitettuun nosturiin.

Työnantajan on ennen 1 momentissa tarkoitetun luvan antamista varmistettava, että työntekijällä on riittävä kyky ja taito työvälineen turvalliseen käyttämiseen tai taakan kiinnittämiseen.

Mitä 1 momentissa säädetään työnantajan kirjallisesta luvasta, sovelletaan myös kuormamomentilta enintään 25 tonnimetrin torninosturin kuljettamiseen. Työnantajan on ennen luvan antamista varmistettava, että työntekijällä on saamansa

koulutuksen perusteella riittävä kyky ja taito työvälineen turvalliseen käyttämiseen. [11.]

Bravidalla on henkilönostimen käytön osaamisen varmistamiseen varten laadittu dokumenttipohja, joka käydään jokaisen henkilönostimen käyttäjän kanssa läpi, jotta varmistetaan käyttäjän osaamisesta. [2]

Työmaalla on käytössä torninostureita, ja ennen asennustöiden aloitusta, on asennuspaikoille saatava materiaaleja ja tarvikkeita. Ilmanvaihdon konehuoneet sijaitsevat rakennuksen ylimmässä kerroksessa, ja suurien materiaalien sekä tarvikkeiden saaminen sinne ilman torninosturia on liki mahdotonta. Taakan kiinnittäminen ja noston ohjaaminen, eli niin kutsuttu alamiestyöskentely, on haastavaa ja väärin toteutettuna jopa vaarallista. Tästä johtuen työmaalla on käytäntönä, että jokainen alamiehenä työskentelevä, käy pääurakoitsijan järjestämän alamieskoulutuksen. Koulutuksella varmistetaan, että kaikki alamiehenä työskentelevät pystyvät kommunikoimaan nosturin kuljettajan kanssa, ovat kykeneviä valvomaan nostosuoritusta ja osaavat sitoa kuorman oikein työmaan vaatimuksien mukaisesti. [2]

5 Aloituspalaverit

Rakennushankkeen alkaessa pidetään vähintään pääurakoitsijan kanssa aloituspalaveri. Palaverissa sovitaan keskeisimmät asiat työn etenemisen sekä keskeisimpien töiden kannalta. Tähän palaveriin osallistuvat sopijapuolten töiden johtohenkilöt. Palaverista laaditaan aina muistio, josta selviävät ainakin seuraavat asiat:

- 1) Lähtötiedot kohteesta
- 2) Työn laajuus ja suoritus aika
- 3) Työmaaorganisaatio
- 4) Kiirehankinnat
- 5) Urakka- ja hankintarajaukset
- 6) Lisä- ja muutostyö menettelyt
- 7) Viranomaisasiat
- 8) Muut asiat. [8, s. 3]

Pääurakoitsijan kanssa pidettävän aloituspalaverin lisäksi, on aliorakoitsijoidenkin kanssa hyvä pitää aloituspalaverit, jotta yllä mainitut asiat tulevat kaikille osapuolille selviksi ja mahdollisilta väärinymmärryksiltä ja virheellisiltä tulkinnoilta vältytään.

6 Hankinnat ja hyväksynät

Ennen hankintojen aloittamista on niiden oltava tilaajan hyväksymiä. Ennen hyväksymistä mitään materiaaleja, tuotteita eikä tarvikkeita ei saa asentaa eikä toimittaa työmaalle. Materiaalihyväksyntä etenee seuraavasti: Urakoitsija toimittaa tilaajan määrittämille vastuuhenkilöille kaikki kyseisen materiaalin tai tuotteen hyväksyntään vaadittavat dokumentit, minkä jälkeen ne hyväksytään tai hylätään. Mikäli esitys hylätään, joudutaan prosessi aloittamaan alusta ja tehdään vaaditut toimenpiteet hyväksynnän loppuun saattamiseksi. [2] Mikäli tuote hyväksytään, voidaan tehdä malliasennus, jonka jälkeen käynnistyvät sen vaatimat toimenpiteet; joihin perehdytään tarkemmin luvussa 9.2.

Hyväksyttämiseen tarvittavilla dokumenteilla tarkoitetaan kaikkien tuotteiden, laitteiden tai materiaalien tarpeenmukaisten vaatimusten täyttymisen todistaminen erikseen määritetyillä dokumenteilla. Näitä ovat muun muassa, tyyppihyväksyntä, CE-merkintä tai vaatimustenmukaisuusvakuutus. Kaikki vaadittavat dokumentit tulee toimittaa tilaajan määrittämille vastuuhenkilöille. [12, s. 4.]

Urakoitsijan velvollisuudet hankinnoissa ja sopimusasioissa kuuluvat Yleisten sopimusehtojen YSE1998 mukaan seuraavasti:

1. Urakoitsijan on tiedottamalla, sopimalla ja muulla yhteistoiminnalla tilaajan ja muiden urakoitsijoiden kanssa varmistettava rakennustyön sujuva ja turvallinen suoritus sekä järjestettävä ja suoritettava työnsä siten, että ne eivät tarpeettomasti häiritse tilaajan tai muiden urakoitsijoiden töitä samalla rakennustyömaalla. Ellei näistä muista töistä ole ilmoitettu kaupallisissa asiakirjoissa, niistä tulee sopia urakoitsijan kanssa erikseen.
2. Urakoitsijan on noudatettava työmaan johtovelvollisuuksista vastaavan antamia töiden järjestelyä ja yhteensovitusta koskevia ohjeita sekä 1. momentin mukaisesti sovittuja velvoitteita.
3. Urakoitsijan on esitettävä tilaajan hyväksyttäväksi tärkeimmät aliorakoitsijansa ja -hankkijansa riittävän ajoissa ennen näiden ottamista. Hyväksymisestä kieltäy-

tyminen voi tapahtua vain pätevästä syystä. Pätevänä syynä pidetään mm. aliurakoitsijan 10 § 1. momentin mukaisen laadunvarmistuksen puutetta tai verojen taikka työnantajamaksujen laiminlyöntiä.

4. Tilaajan taholta tapahtuva aliurakoitsijan tai -hankkijan hyväksyminen ei vähennä urakoitsijan vastuuta.

5. Urakoitsijan on pyydettyessä annettava tilaajalle ennakoarvio työvoimasta ja laskutustarpeesta sekä ennakkotieto muistakin kuin 3. momentin mukaisista aliurakoitsijoista ja -hankkijoista. [9, s. 5.]

7 Aikataulutus ja resurssit

Projektinjohtourakoitsija laatii yleisaikataulun, johon urakoitsijalle annetaan aikaa perehtyä ja kommentoida mahdollisia ongelmakohtia, kuten risteilyitä muiden urakoitsijoiden kanssa, sekä liian lyhyitä työaikoja. Aikataulun kommentointi on tärkeää, sillä mahdollisten ongelmakohtien esiin tuominen hyvissä ajoin, ennen varsinaisten asennustöiden aloitusta antaa aikaa reagoida ja helpottaa haasteiden ratkaisemista. [2]

Isoja projekteja urakoidessa aliurakointia hyödyntäen, saattaa runsas työvoiman tarve muodostua haasteeksi. Monesti saattaa olla vaikea löytää aliurakoitsijaa, joka yksinään pystyisi huolehtimaan koko urakan asennustöiden tekemisestä. Tästä syystä aliurakointia hyödynnettäessä tulee aikatauluun perehtyminen ja resurssitarpeen kartoitus tärkeäksi osaksi tarjouspyyntöjä laadittaessa. Työvaiheiden päällekkäisyyksien takia monesti on hyvä pilkkoa urakka pienempiin kokonaisuuksiin ja kysyä tarjoukset mieluummin usealta pienemmältä urakoitsijalta ja näin jakaa vastuuta ja työmäärää. Liian pieniksi ei kokonaisuuksia kannata pilkkoa, koska lukuisien urakoitsijoiden valvominen ja perehdyttäminen työmaalle ei välttämättä aja kenenkään etua. [5]

Aliurakoitsijan kanssa oltaessa siinä vaiheessa, että tarjouspyyntöön on vastattu ja sen todettu olevan potentiaalinen, on ennen sopimuksen allekirjoittamista suotavaa käydä tarjousneuvottelu. Neuvottelun tarkoituksena on molempien osapuolien päätyminen yhteisymmärrykseen työn laajuudesta. Samalla epäselvyydet sekä mahdolliset aukot tarjouksessa tai tarjouspyynnössä saadaan käytyä läpi. Tarjousneuvottelupöytäkirjaan kirjataan kaikki neuvottelussa käsitellyt esiin tulleet asiat.

8 Lisä- ja muutostyöt

Projektin sopimusvaiheessa on esitetty tehtävän työn laajuus. Tämä ei yleisesti tarkoita, etteikö muitakin töitä voisi ilmaantua, jotka syystä tai toisesta pitää saada tehtyä toimivan ratkaisun saavuttamiseksi. Lisätyöt saattavat aiheuttaa urakkaan kuulumattomia kustannuksia, jotka tulee esittää tilaajalle. Muutostyöt, jotka aiheuttavat kustannuksia, tulee esittää aukottomasti, mikäli halutaan selvittää riitelemättä. Muutokset urakassa ovat lähtökohtaisesti töitä, jotka muuttavat urakan suoritusta [9, s. 11]. Kohteessa noudatettiin yleisten sopimusehtojen mukaista menettelyä, jossa pykälän 43 mukaan edetään seuraavasti:

1. Urakoitsija on velvollinen toteuttamaan tilaajan vaatimat muutostyöt, elleivät ne olennaisesti muuta urakasuoritusta toisen luonteiseksi.
2. Muutokset on selvästi osoitettava urakoitsijalle. Urakoitsijan on tehtävä ja tilaajan on käsiteltävä muutostyötä koskeva tarjous viipymättä. Muutosta ei saa ryhtyä toteuttamaan ennenkuin sen sisällöstä ja vaikutuksesta urakkaan on kirjallisesti sovittu.
3. Edellisen momentin estämättä pienistä ja kiireellisistä muutoksista voi ilman kirjallista sopimusta antaa määräyksen tilaajan 59 §:n 4. momentissa mainitulla tavalla asianmukaisesti valtuuttama henkilö. Määräys on merkittävä työmaapäiväkirjaan. Muutoksen vaikutuksesta urakkahintaan on niin pian kuin mahdollista kirjallisesti sovittava. [9]

Tarjousneuvotteluvaiheessa usein sovitaan hinnoittelu mahdollisille lisätöille. Tämä käytäntö on yleistynyt, koska tällä voidaan välttää turhia riitoja ja lisätöiden hinnoittelu pysyy kohtuullisena. [9, s. 11.]

9 Edellytykset töiden aloittamiselle

Ennen töiden aloittamista, on niille oltava edellytykset, näitä edellytyksiä ovat muun muassa se, että yläpuolisten töiden ja asennuksien tulee olla valmiita, rakennusteknisten töiden tulee olla valmiita, P1-puhtausluokan vaatimuksien on täytyttävä sekä aikataulun mukaisten edeltävien työvaiheiden tulee olla valmiita. Tässä luvussa selvitetään edellytykset aikataulun mukaisten töiden aloitukselle. [5]

9.1 Edeltävien työvaiheiden valmius

Hyvissä ajoin ennen töiden aloitusta olisi tärkeätä huomioida mahdollisten muiden urakoitsijoiden edeltävien työvaiheiden valmiuksia. Yleisten sopimusehtojen (YSE 1998) pykälän 5 mukaan:

1. Työmaan johtovelvollisuuksista vastaava urakoitsija laatii yhteistyössä muiden urakoitsijoiden ja tilaajan kanssa työmaan työaikataulun, jossa esitetään työvaiheiden ja niiden edellyttämien hankintojen keskinäinen suoritusjärjestys ja etenemisen siten, että kaikki urakoitsijat ja asiantuntijat voivat tahdistaa tehtävänsä sen mukaisesti.

2. Urakoitsijan on osallistuttava tilaajan ja muiden urakoitsijoiden kanssa työaikataulun ja työsuunnitelman laatimiseen. Aikataulua laadittaessa on otettava huomioon toimintakokeiden ja koekäytön vaatima aika sekä urakoitsijan omien töiden järjestely. Työaikataulu hyväksytään yhteisesti noudatettavaksi ja aikataulun tarkentumista lukuun ottamatta sitä voidaan muuttaa vain yhteisesti sopimalla. [9, s. 5.]

Suurissa rakennushankkeissa töiden aikataulutus nousee tärkeäksi osaksi yhteensovittessa eri urakoitsijoiden työvaiheita. Työnjohdolta tämä vaatii aikatauluun perehtymistä ja työmaan etenemisen seurantaa, jotta varmistutaan asennusalueen oikea-aikaisesta vapautumisesta aikataulun mukaisille töille. Asennusresurssien organisoinnin kannalta työn etenemisen valvonta on myös tärkeää, sillä yleensä resurssit joudutaan varaamaan hyvissä ajoin ennen varsinaista töiden aloitusta. Mahdollisten haasteiden ja esteiden aiheuttamiin ongelmiin on siksi hyvä puuttua ajoissa. [5]

Puhtaan sisäilmaston takaamiseksi hankkeessa tulee varmistaa, että ilmanvaihtoa asennettaessa samalla alueella ei ole muita pölyä tuottavia työvaiheita [9].

9.2 Malliasennukset

Mikäli kohteessa on malliasennuksia, ne selviävät urakka-asiakirjoista. Malliasennuksia tehdään yleisesti asennuksista tai asennusalueista, joihin liittyy muutakin tekniikkaa. Tarkoituksena on nähdä yhteensopivuus suunnitelmien ja käytännön kanssa. Malliasennukset katselmoidaan LVI-valvojan kanssa, ja hyväksytyyn malliasennuksen jälkeen tätä toimintatapaa käytetään urakan toistuvissa asennuksissa. [12, s. 3.]

Kaikista toistuvista työvaiheista on tehtävä malliasennus [13, s. 101]. Malliasennukset dokumentoidaan ja talletetaan projektipankkiin. Dokumentista tulee käydä ilmi, mitä on asennettu, miten on asennettu, sekä mihin on asennettu. Kuvassa 9 on esitetty kohteeseen tehty malliasennusdokumentti – Savunhallintapellin asennus pelti-villa-pelti-rakenteeseen kuiluun. [2]

Malliasennus Savunhallintapelti

Kohteen nimi Siitasairaala
Osoite Meilahdensiitasairaala

Savunhallintapellin mallikatselmus

Valvoja	xxx
Suunnittelija	xxx
Tilaaajan edustaja	xxx
Bravida Finland Oy:n edustaja	Jesse Nisula
Katselmuksen päivämäärä	25.1.2021
Aiheen kuvaus	Savunhallintapellin malliasennus
	-kannakointi
	-kiinnitystapa
	-rakenteen ja kanavan välinen paloeristys
Sovitut jatkotoimenpiteet	Asennustapa hyväksytty, toistuvat työt voidaan aloittaa



Kuva 9. Savunhallintapellin malliasennusdokumentti [2]

Toistuvien asennuksien lisäksi kohteessa on mallitiloja, nämä tilat ovat ennalta määritellyjä ja näitä tiloja on kahdeksan. Näiden tilojen malliasennuksissa noudatetaan samaa pääperiaatetta kuin toistuvien asennusten malliasennuksissa. Samanlaisia tiloja tulee kohteeseen useita, ja tekemällä yhdestä tekniikaltaan toistuvasta tilasta malli, saadaan

mahdolliset suunnitelmapoikkeamat katselmoitua kerralla kuntoon. Lisäksi pystytään sopimaan toistuviin huonetyyppeihin toimintatavat, joilla saadaan minimoitua jälki- ja muutostöiden määrä niin, että ne tulevat kerralla kuntoon. Sopimusasiakirjoissa on määriteltä, että näiden kahdeksan tilan uudelleenasetukset kuuluvat urakkaan. Mikä käytännössä tarkoittaa, että tarpeen vaatiessa asennuksia muokataan niin kauan, kuin tilan valmiiksi saattaminen sitä edellyttää. [2]

9.3 Maksuerätaulukko

Urakan laskutuksen pääperiaatteena on laatia maksuerätaulukko, jonka periaatteena on etenemiseen käytetyn hankkeeseen sidotun rahan ja työn etenemisen kulkemisen käsi kädessä. Ensimmäinen maksuerä yleisesti maksetaan heti urakan perustamisen yhteydessä, tällä pyritään kattamaan kustannukset työmaan aloituksesta. Ensimmäinen maksuerä on yleisesti suurempi, kuin muut urakan maksuerät. Viimeinen maksuerä on viidestä kymmeneen prosenttia urakkasummasta. Tällä turvataan tilaajan tai muiden urakoitsijoiden vaatimat toimenpiteet puutteiden tai virheiden korjaamiseen täyteen toimintavalmiuteen. [14, s. 1.]

Maksuerätaulukkoa luodessa tulee huomioida, mihin hankintoihin sidotaan eniten rahaa. Laskenta-aikana tarjouksia kyseltäessä voidaan huomata, mitkä tuotteet ja järjestelmät sitovat eniten rahaa. Nämä tulee huomioida myös maksuerissä, sillä jos maksuliikenne on aina tasaista ja työ menee myös tasaisesti eteenpäin, jolloin laskutus pysyy suhteessa töihin hyvänä, kun taas hankintoihin ei. Hankintojen huomioinen maksueriä laatiessa vaikuttaa suoraan maksuerien suuruuteen. Esimerkiksi savunhallintapellit ovat kalliita hankittavia, mutta suhteellisen halpoja asennettavia.

Laatimalla maksuerätaulukko aina eräkohtaisesti sitä koskevan työn kustannuksiin varmistutaan hankkeeseen sidotun rahan ja työn etenemisen olevan mahdollisimman lähellä toisiaan [5]. Kuvassa 10 on esitetty huonon ja hyvän maksuerätaulukon karrikoitu esimerkki. [2].

huono

Erä	Erän selitys	Summa
1	Summa mikä kattaa työmaan aloituksen kustannukset	5 000 €
2	Asennuksista tehty 12,5%	2 000 €
3	Asennuksista tehty 25%	2 000 €
4	Asennuksista tehty 37,5%	2 000 €
5	Asennuksista tehty 50%	2 000 €
6	Asennuksista tehty 62,5%	2 000 €
7	Asennuksista tehty 75%	2 000 €
8	Asennuksista tehty 87,5%	2 000 €
9	Asennukset pääosin valmiit	2 000 €
10	Summa mikä kattaa urakoitsijoiden vaateet töiden loppuun saamiseksi	10 000 €

31 000 €

hyvä

Erä	Erän selitys	Summa
1	Summa mikä kattaa työmaan aloituksen kustannukset	5 000 €
2	Asennuksista tehty 12,5%	1 000 €
3	Asennuksista tehty 25%	1 000 €
4	Suuri hankinta, esim. ilmanvaihtokone, kun toimitettu	5 000 €
5	Asennuksista tehty 50%	1 000 €
6	Asennuksista tehty 62,5%	1 000 €
7	Suuri hankinta, esim. saunhallintapellit, kun toimitettu	5 000 €
8	Asennuksista tehty 87,5%	1 000 €
9	Asennukset pääosin valmiit	1 000 €
10	Summa mikä kattaa urakoitsijoiden vaateet töiden loppuun saamiseksi	10 000 €

31 000 €

Kuva 10. Maksuerätaulukko, esimerkki [2]

Vaikka kummassakin maksuerätaulukossa lopputulos on sama, hyvässä taulukossa huomioidaan omarahoitusaste hankkeelle. Tällä pyritään sitomaan hankkeeseen mahdollisimman vähän omaa rahaa suurten hankintojen aikana. [2]

10 Yhteenveto

Ilmanvaihtourakan töiden aloituksen hyvällä pohjustamisella varmistetaan työn jouheva aloitus. Kun pohjatyö on hyvällä perustalla, pystytään ennakoimaan mahdolliset kiireet työmaan aloituksessa. Insinööriyössä esitettiin sairaalahankkeen aloituksen kannalta kriittiset työvaiheet ja se, mitä niissä tulisi ottaa huomioon. Dokumenttien avulla myös selvitettiin, mitä tulisi laatia ennen töiden aloitusta.

Työ oli kirjallisuuskatsaus ohjeisiin, rakentamismääräyksiin, standardeihin, yleisiin rakentamisen sopimusehtoihin, rakennustietokortteihin sekä projektin omiin asiakirjoihin. Työssä haastateltiin myös hankkeen talotekniikkapäällikköä ja tuotiin ilmi kokemuksen tuomaa tietotaitoa. Työ toimii uutta projektia aloittaessa kohta kohdalta läpikäytävänä muistilappuna ja helpottaa huomioimaan suoritukseen vaikuttavia tekijöitä. Tätä insinööriötä voisi jatkaa suoraan urakan toteutusvaiheeseen sekä mahdollisesti tarkastella projektia jälkikäteen sen osalta, mitä olisi voitu tehdä toisin.

Työn lopputuloksena on suoraviivainen ohjeistus urakan käynnistämiseen vaadituista kohdista. Ohjeistuksessa on mainittu viisi oleellisinta asiaa, jotka on huomioitava projektin aloittamisessa. Nämä kohdat ovat, urakoitsijan työn suunnittelu, aloituspalaverit, hankinnat ja hyväksynät, aikataulutus ja resurssit sekä lisä- ja muutostyöt. Opinnäytetyössä on huomioitu lisäksi projektin erityisvaatimuksia, sillä lähes jokaisessa projektissa niitä jossakin muodossa on. Tässä opinnäytetyössä kohteena oli sairaalaprojekti.

Mielestäni jälkikäteen tarkastellessani tätä työtä suoriuduin itselleni asettamista tavoitteista erinomaisesti. Työ eteni suunnitellussa aikataulussa, ja opinnäytetyön tuotos vastaa suunnitelmaa. Työssä on käytetty monipuolisesti lähteitä, teoreettinen viitekehys on huolellisesti valittu, ja työelämän yhteistyökumppanin haastattelu antaa opinnäytetyölle käytännönläheistä arvoa. Opinnäytetyön tuotos vastaa työelämän tarpeita. Opinnäytetyö on kelpoinen sellaisenaan uraansa aloittavien projektipäälliköiden työn tueksi.

Lähteet

- 1 Tietoa Bravidasta. Verkkoaineisto. Bravida Intranet. Bravida Finland Oy. < <https://www.bravida.fi/tietoa-bravidasta/>>. Luettu 30.1.2021.
- 2 Sisäinen materiaali. Verkkoaineisto. Bravida Finland Oy.
- 3 Rakennusten sisäilmaston suunnitteluperusteet. 2007. LVI-ohjekortti 05-10417. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 4 Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. 2018. LVI-ohjekortti 05-10629. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 5 Kivekäs, Timo. 2020. Talotekniikkapäällikkö. Bravida Finland Oy. Keskustelu 18.12.2020
- 6 Palokatkosuunnittelu. Seinäläpivienti EI60. Verkkoaineisto. HILTI. <<https://fsplan.fi/#>> Luettu 7.2.2021.
- 7 Talotekniikka RYL 2002. Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002, Osa 1. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 8 Ratu S-1229. Rakennustyömaan projektisuunnitelma. 2011. Helsinki: Rakennustieto Oy. Talonrakennusteollisuus ry. Rakennustietosäätiö RTS 2011.
- 9 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 2016. LVI-ohjekortti 03-10277. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 10 Työolot. Rakennusala. 30.7.2020. Verkkoaineisto. Tyosuojelu.fi. < <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala>>. Luettu 7.2.2021.
- 11 Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta. 21.11.2019. 1095/2019.
- 12 Talotekniikan laadunvarmistus ja vastaanottomenettely. Tehtävät ja dokumentointi. 2018. LVI-ohjekortti 03-10631. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 13 Talotekniikka RYL 2002. Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002, Osa 2. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 14 Maksuerätaulukon laatiminen. 2000. LVI-ohjekortti 03-10316. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Liite 1. Kuvakaappaus LVI-työselostuksesta (Lähde: HUS kiinteistöt, sisäinen materiaali)

*G30.1 Paineistetut tilat ja tiiviysvaatimukset sekä tiiveysmittaus

Kohteeseen tulee paineistettuja huonetiloja, joissa säädetään huonetilan yli-, ali- tai tasapainetta.

Taulukko Siltasairaalan erityistiloista, joissa yli- ja/tai alipaineistus

Huonetila	Painesuhde	Ilmanvaihtokerroin
Leikkaussalit	ylipaine 15...25 Pa, alipaine - 5 Pa	20...50 1/h
Raptor sokkihuone	ylipaine 15...25 Pa, alipaine - 5 Pa	20...50 1/h
Hybridisalit	yli- tai alipaine 15...25 Pa	20...50 1/h
Leikkaussali STB2.158 ja tutkimushuone MRI	ylipaine 15...25 Pa, alipaine - 5 Pa	20...50 1/h MRI:ssä raitisilma 3 1/h + tehostus kiertoilmalla
Supereristystilat <ul style="list-style-type: none"> - eristyshuone 107 - sulku 106 - sulku 109 - sulku 112 - pukuhuone 111 - WC/eristys 108 - suihku 110 - jäte 113 	Paine-ero mitataan huoneen ja käytävän väliltä <ul style="list-style-type: none"> - alipaine -30 Pa - alipaine -15 Pa - alipaine -15 Pa - alipaine -5 Pa - alipaine -10 Pa - alipaine -30 Pa - alipaine -5 Pa - alipaine -5 Pa 	12 1/h
Ilmaeristystilat VO <ul style="list-style-type: none"> - potilashuone, WC ja sulkutila 	- yli- tai alipaine \pm 20 Pa	12 1/h
Ilmaeristystilat varaukset VO <ul style="list-style-type: none"> - potilashuone, WC ja sulkutila 	- yli- tai alipaine \pm 20 Pa	12 1/h
Ilmaeristystilat 2 kpl 2 krs <ul style="list-style-type: none"> - potilashuone, WC ja sulkutila 	- yli- tai alipaine \pm 20 Pa	12 1/h
Toimenpidehuone STA2.039	- yli- tai alipaine \pm 20 Pa	10 1/h

G4200.06.15 Putkistojen läpiviennit

Putkistojen läpiviennit tehdään siten että haitallinen ääni ja värinä eivät siirry rakenteisiin. Eristyksen on jatkettava läpiviennin kautta tilasta toiseen. Läpiviennin on oltava höyrytiivis.

Läpiviennit, jotka läpäisevät palo-osastoivia rakenteita (välipohjat yms.) on suljettava palokatkoilla, jotka ovat ympäristöministeriön tyyppihyväksymiä. Metalliputket suojataan palokatkotiiivistemassalla (Hilti CP 601S).

G06.00.14 Äänitekniset vaatimukset

Akustiset vaatimukset

Kohteen akustikon selostuksen mukaisesti

Puhallinpattereilla yms. jäähdytyslaitteilla varustetuissa tiloissa voidaan äänitaso ylittää +10 dB(A) tehostuksen aikana. Urakoitsija mitoittaa äänen- ja värinänvaimentimet ottaen huomioon rakenteet sekä valitsee ja asentaa laitteet siten, että vaadittu melutaso suunnitelmien mukaisilla arvoilla alitetaan.

Kaikki LVI-laitteet on valittava siten, että niiden aiheuttama äänitaso rakennuksen ulkopuolella on enintään 45 dB mitattuna saman tai viereisen rakennuksen ikkunoiden, parvekkeiden, pihan ym. kohdalla.

Melutasojen mittauksessa on huomioitava rakentamismääräyskokoelman mukaisesti seuraavaa:

- mittaukset on suoritettava äänitasomittarilla, joka täyttää standardissa SFS 2877-1980 2.p./IEC 651 (1979) asetetut vaatimukset
- rakennuksen LVIS-laitteiden aiheuttamasta melusta mitataan A-painotettu maksimimäärätaso LA,max käyttäen aikapainotusta F (fast)
- äänitason mittaustulokset korjataan tarvittaessa 10 m² äänen absorptiota vastaaviksi
- mitattaessa ääntä, joka sisältää impulssiääntä tai selvästi erottuvia ääneksiä, on saadun mittaustuloksen maksimiarvoon lisättävä 5 dB

Melutasot mitataan oleskelualueella 1,5 m korkeudella huoneen ollessa tyhjänä henkilöistä ja kaikkien laitteiden toimiessa. Taustamelun äänitason tulee olla vähintään 3 dB mitattavaa äänitasoa alempi. Jos mitattavan äänitason ja taustamelun äänitason erotus on pienempi kuin 10 dB, on suoritettava taustamelusta aiheutuva korjaus.

G04.30.10 Toimituksen perusvaatimukset

Ilmanvaihtotuotteet ovat puhtausluokiteltuja Sisäilmastoluokituksen 2008 kohdan 3.2 mukaisesti puhtausluokkaan M1. Sisätiloihin ja rakenteisiin tulevat rakennustarvikkeet ja osat on suojattava mm. likaantumislta ja kastumiselta kuljetusten, työmaavarastoinnin, asennuspaikan välivarastoinnin ja asennustyön aikana peittämällä tai suojaamalla ne muulla tavoin.

Varaston on oltava irti maasta ja suojattu siten, etteivät sade- ja pintavedet pääse kastelemaan rakennustarvikkeita. Suojauksessa noudatetaan valmistajan ohjeita.

Rikkoutuneet suojukset korjataan viipymättä. Rakennustarvikkeet varastoidaan yleensä sisätiloihin ja niiden välivarastointia vältetään. Varastointiolosuhteiden ja suojausten tulee vastata valmistajien vaatimuksia.

Liite 2. Kuvakaappaus Työn riskien arviointilomake pukkinostin (Lähde: Bravida Finland Oy, sisäinen materiaali)

Työmaa: xxx

TYÖN RISKIEN ARVIOINTILOMAKE

Arvioinnin suorittaja(t): Jesse Nisula		Bravida Finland Oy	
Työkokonaisuus (työn nimi/numero ja lyhyt kuvaus): IV-urakka <u>Pukkinostin ja sen käyttö</u>			
Pvm: 7.2.2021		Alue: Siltasairaala	
Työvaihe	Riski / ongelma	Toimenpiteet ja tarvittavat työohjeet / -suunnitelmat	Vastuuhenkilö
Pukkinostimen tiedot	Jos ei tiedosteta pukin nostokykyä ja jos taakkaa ei kiinnitetä kunnolla, voi taakka notkahtaa ja pahimmillaan tippua.	kts. liitteet alhaalta kuva pukista tiedot pukista	xxx
Nostokohteen tiedot	Nostoissa täytyy olla ala- sekä ylämies, jotka keskenään kommunikoivat puhumalla. Asennusalue on rajattu kyltein/lippusiimoin jotka kieltävät asiattomilta pääsyn alueelle.	Työalueet jossa nostinta käytetään, tulee rajata selkeästi ulkopuolisilta. Ylä- ja alamiehen kommunikoinnin katkeamattomuus on varmistettava ennen nostojen suorittamista. Taakan sidonta on varmistettava ennen nostojen suorittamista	xxx
Vinssin tiedot	Vinssi on sähkökäyttöinen ja sitä kontrolloi ylämies, samalla kommunikoiden alamiehen kanssa	kts. liite alhaalta	xxx

Työmaa: xxx

Kommunikointi	Kommunikointi hoidetaan puhumalla kerrosten välillä	Varmistettava että kommunikointi ei katkea missään vaiheessa työsuoritusta	xxx

Saat lisää rivejä painamalla taulukon oikeassa alakulmassa olevassa ruudussa tabulaattori-näppäintä.

 HYVÄKSYN MÄÄRITELLYT TOIMENPITEET RIITTÄVIKSI:

Yllä olevan kohdan varmistaa urakoitsijan työnjohtaja tai turvallisuushenkilö nimellään.

Työmaa: xxx

TYÖN SUORITTAJIEN PEREHDYTTÄMINEN TYÖN RISKIN ARVIOINTIIN:

Allekirjoituksellani vakuutan, että olen perehtynyt edellä olevaan työn riskien arviointiin (riskeihin ja toimenpiteisiin) ja ymmärtänyt sen sisällön. Vakuutan myös, että huomioin tunnistetut riskit työvaiheiden aikana, noudatan arvioinnissa mainittuja erillisiä työsuunnitelmia, huolehdin vastuullani olevien toimenpiteiden suorittamisesta sekä suojainten käytöstä ja ilmoitan välittömästi, mikäli havaitsen työtehtävieni aikana turvallisuuspuutteita tai riskin, johon ei ole mielestäni riittävin toimenpitein varauduttu.

HENKILÖ	ALLEKIRJOITUS	YRITYS
Asentaja 1		Bravida Finland Oy
Asentaja 2		Bravida Finland Oy

Työmaa: xxx

LIITTEET



Kuva vinssistä ja pukista



Kuva vinssin päässä olevasta koukusta

LIITTEET:



Kuva ohjaukskapulasta ja koukusta



Kuva koukun päähän tulevasta osasta joka kiinnitetään taakkaan (kanavaan) läpipulttaamalla.

LIITTEET:

KUVAUS

Pukkinosturi

- Kapasiteetti 1 000 kg
- Minimikorkeus 240 cm
- Maksimikorkeus 360 cm
- Yläpalkin pituus 240 cm
- Pystytolppien välin leveys n. 220 cm
- Sivutelineen leveys 160 cm
- Sivutelineen paksuus 10 x 10 cm
- Lukittavat pyörät

Pakkauksen mitat 229 x 52 x 21 cm, paino 136 kg

Ketjutilja

- Kantokyky 2 000 kg
- Ketjun pituus 3 m

Pakkauksen mitat 26 x 16 x 15 cm, paino 12 kg

Liukusiirrin

- Kapasiteetti 1 tonni

Pakkauksen mitat 23 x 21 x 7 cm, paino 9.2 kg

Pukkinostimen tiedot

Työmaa: xxx



SÄHKÖVAIJERINOSTIN 0,3 T / 60 M / 230 V

Kevytrakenteinen ja tehokas vaijerinostin ylä- ja alarajakatkaisimilla sekä pyörivällä nostokoukulla. Suojausluokka IP54. Saatavana myös pidemmällä käyttökaapelilla.

Tuotekoodi:	VAINOSH300
Kuvaus:	Sähkövaijerinostin 0,3 t, 230V/50Hz Nostokorkeus 60 m 7 m ohjauskaapelilla
EAN:	6430061630887
Työkuorma (t):	0.30
Käyttöjännite (V):	230
Pituus (m):	60.0
Nopeus (m/min):	12
Teho (kW):	1.3
ED %:	35
Kauko-ohjaimen kaapeli (m):	7
Virtakaapeli (m):	5
Vaijeri (mm):	5
Pituus (mm):	210
Leveys (mm):	240
Korkeus (mm):	670
Paino (kg):	29.5

Sähkövinssin tiedot