

**TEOLLISUUSHALLIN URAKOINTIMUODOT
JA RAKENNUSVAIHEET**

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikka ja liikenne
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Jani Heikkinen	Vuosi	2018
Ohjaaja	Ari Romakkaniemi		
Toimeksiantaja	RKL Heikkinen Oy		
Työn nimi	Teollisuushallin urakointimuodot ja rakennusvaiheet		
Sivu- ja liitemäärä	31+3		

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli käydä läpi teollisuushallin rakentamista vaiheittain, huomioiden toteutustavat eri urakointimenetelmissä.

Tässä niin kuin monessa muussakin urakkakilpailutus tilanteessa hankeen rakentaa urakkakilpailun voittanut urakoitsija, joka on hinnaltaan ja muut referenssivaateet mukaan lukien edullisin vaihtoehto.

Urakkakilpailutuksen tuloksena tilaaja valitsi urakoitsijan, RKL Heikkinen Oy:n rakentamaan hankeen KVR-urakkamuotoisena. Valitulla urakoitsijalla on laaja kokemus rakentamisesta sekä kyseisten teollisuushallien urakoinnista.

Avainsanat

KVR-urakka, teollisuushalli, rakentaminen, suunnittelu

Technology and transport
Construction and civil engineering

Author	Jani Heikkinen	Year	2018
Supervisor(s)	Ari Romakkaniemi		
Commissioned by	RKL Heikkinen OY		
Subject of thesis	Contract building forms and building phases of an industrial hall		
Number of pages	31+3		

The purpose of this thesis was to go through the steps of construction of an industrial hall, considering the methods of implementation with different contract engineering methods.

Here, as often in competitive tendering, the contract is granted to a contractor whose tender was the most advantageous option for the project, in terms of price and other demands specified.

As a result of the competitive tendering of the contract, the subscriber selected the contractor, RKL Heikkinen Oy, to carry out the construction project as a turn-key contract the contractor has a long experience in construction and construction of the industrial buildings in question.

1	JOHDANTO.....	6
2	URAKAN TOTEUTUSMUODON VALINTA	7
2.1	Suunnittele ja rakenna -muodot.....	7
2.2	KVR–urakka	8
2.3	KVR-urakoitsijan vastuu	8
3	PÄÄURAKKAMUODOT	10
3.1	Kokonaisurakka	10
3.2	Jaettu urakka	11
4	PROJEKTINJOHTOMUODOT.....	13
4.1	Projektinjohtourakka	13
4.2	Projektinjohtopalvelu.....	13
4.3	Projektijohtorakennuttaminen	14
5	TEOLLISUUSHALLIN RAKENNUSVAIHEET	15
5.1	Tilaajan toteutus KVR-urakkamuotona	16
5.2	Rakennuskonsepti	16
5.3	Maanrakennusvaiheet	16
5.4	Kaivuu ja perustamisvaiheet.....	17
5.5	Rakennuksen routaeristäminen	18
6	RAKENTEIDEN KUIVATUS	20
6.1	Salaojat	20
6.2	Huleveden ohjaus.....	20
7	RAKENTAMISEN OSA-ALUEITA.....	22
7.1	Perustukset.....	22
7.2	Teräspilarit.....	22
7.3	Liimapuupalkit ja sekundääripalkit	23
7.4	Seinäelementti.....	25
7.5	Kattoelementit.....	25
8	HUOLTOSYVENNYSTEN RAKENTAMINEN.....	26
9	POHDINTA	29
	LÄHTEET.....	30
	LIITTEET	31

Alkusanat

Iso kiitos perheelle kärsivällisyydestä opiskeluaikanani sekä RKL Heikkinen OY:lle, joka mahdollisti kohteen toteutuksessa mukana olemisen ja tiedon jakamisen opinnäytetyössä.

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään teollisuushallin rakentamisesta vaiheittain. Kokonaisvastuurakentamisesta(KVR) esille otetaan yleiset säännökset tilaajan ja urakoitsijan välisiltä näkökannoilta. Teollisuushallin rakentaminen tuli tehtäväksi RKL Heikkinen OY:lle yksityiseltä tilaajalta. Tarkoitus on rakentaa uudet toimitilat tilaajan liiketoiminnan kasvaessa.

Tilaajan liiketoiminta kohdistuu raskaankaluston huoltoon sekä katsastustoimintaan, mikä antaa lähtökohdat urakointiin ja suunnitteluun. Teollisuushalli rakennetaan Raaheen. Kaupunki sijaitsee merenrannassa ja maaperä, johon tämän hetkinen rakentaminen suurimaksi osin tulee sijoittumaan, on vanhaa merenpohjaan, mikä tuo haasteita suunnittelu- ja rakentamisvaiheissa.

Rakennushankkeen tilaajana toimii ensikertalainen rakentaja, jonka yritystoiminta on vahvassa kasvuvaiheessa. Tilaajan sopii yhden sopimuksen hankkeesta KVR-urakoitsijan kanssa, joka tulee suorittamaan hankkeen kokonaisuuden.

Rakennus rakennettiin urakoitsijan hyvin yleisesti käytössä olevaa konseptikokonaisuutta käyttäen, tilaajan vaatimukset ja muutokset huomioiden. Teollisuushallin rakentamisessa materiaaleina käytettiin markkinoilla yleisesti käytettyjä materiaaleja.

2 URAKAN TOTEUTUSMUODON VALINTA

Toteutusmuodot kuvaavat hankkeen toteuttamiseen osallistuvien organisaatioiden suhteet ja tehtävät. Yksittäinen rakennusurakkasopimus määrittää tilaajan ja urakoitsijan vastuut ja velvollisuudet. Rakennuttaja valitsee rakennushankkeelle sen piirteiden ja lähtötietojen sekä omien resurssien perusteella parhaiten soveltuvan toteutusmuodon. (Kankainen & Junnonen 2016.)

Toteutusmuotoa valittaessa rakennuttajan tulee ymmärtää, mitkä ovat hankkeen tavoitteet, miten asetetut tavoitteet varmemmin saavutetaan, mikä hankinnassa on tärkeää, mitä riskejä hankkeeseen liittyy ja miten riskit on luontevinta osapuolten kesken jakaa. (Kankainen & Junnonen 2016.)

Rakennuttajan tulee myös miettiä, millä sopimuksilla ja suunnitelmien valmiusasteilla sekä muilla sopimuskohteen määrittelevillä tiedoilla hankkeen tehtävien suoritusvastuu siirretään urakoitsijoille. Rakennuttaja voi myös tehdä päätoteuttajatehtävät ja organisoida hankinnat omana työnään tai rakennuttajakonsultin tehtävänä. (Kankainen & Junnonen 2016.)

Toteutusmuodon valintaan sisältyy päätös siitä, mitä suunnittelu- ja urakkamuotoa käytetään. Suunnittelumuoto määrittelee, minkälaisin ehdoin suunnittelijoiden kanssa toimitaan ja mitkä ovat suunnittelijoiden sopimussuhteet toisiinsa, rakennuttajaan sekä urakoitsijaan. Suunnittelusopimuksessa määritetään suunnittelutehtävien laajuus, sisältö, aikataulu sekä noudatettavat maksuperusteet. Urakkamuotoja jaotellaan suoritusvelvollisuuden laajuuden ja urakkahinnan maksuperusteen välisten suhteiden perusteella jaoteltuna pää-, sivu-, ali-, osa- ja erillisurakoihin. Urakkamuoto ja -suhteet määritellään urakkasopimuksissa. (RT-net 10 11223,2017)

2.1 Suunnittele ja rakenna -muodot

Suunnittelua sisältävissä urakkamuodoissa urakoitsija vastaa paitsi varsinaisesta rakennustyöstä myös kohteen suunnittelusta. Urakoitsijan suunnittelutyöpanos vaihtelee huomattavasti. Suurimmillaan urakoitsijan suunnittelupanos on silloin, kun tilaaja pyytää tarjoukset

hankesuunnitteluvaiheen jälkeen havainne- ja viitesuunnitelmia hyväksikäyttäen. Tilaaja voi antaa myös vain osan suunnittelusta urakoitsijan tehtäväksi pitämällä luonnossuunnittelun itsellään ja teettämällä urakoitsijalla teknisten ratkaisujen suunnittelun. Tällöin urakoitsija voi hyödyntää omaa tuotantotekniikkaa ja löytää tätä kautta edullisia ja tekniseltä laadultaan parempia ratkaisuja. (Kankainen & Junnonen 2016.)

2.2 KVR–urakka

Kokonaisvastuurakentaminen on urakkamuoto, jossa urakoitsija huolehtii rakennuskohteen toteuttamisesta ja siihen liittyvistä kokonaisuohjauksesta. Kohteen suunnittelu, rakennusluvan hakeminen ja viranomaiskontaktit sekä muut tarvittavat tehtävät kuuluvat urakoitsijalle, jotta kohde saadaan toteutettua. KVR-urakoitsijan velvollisuutena on toteuttaa rakennuskohde siten, että se vastaa myös toimivuudeltaan sopimusasiakirjoissa asetettuja vaatimuksia. Kokonaisvastuurakentamisessa rakennuttaja on sopimussuhteessa yhteen urakoitsijaan, jonka alaisena toimivat rakennuksen suunnittelijat ja aliurakoitsijat. Perinteisestä urakoinnista KVR poikkeaa eniten siinä, että KVR:ssä suunnittelu ja suunnitteluvastuu kuuluvat rakentamisen ohella urakoitsijalle. Vastuukysymykset KVR:ssä ovat varsin selkeät urakoitsijan vastatessa sekä suunnittelusta ja rakentamisesta. (Liuksiala 2004.)

2.3 KVR-urakoitsijan vastuu

KVR-urakka laajentaa tavanomaista vastuuta käsittämään suunnitteluvastuun ohella vastuu kohteen toimivuudesta. Toimivuudella ymmärretään lopputuloksen tarkoituksenmukaisuutta eli kykyä palvella niitä tavoitteita, joihin rakennushankkeella on pyritty. Mikäli rakennuksen toimivuudella asetetaan erityisiä vaatimuksia, ne tulisi huomioida sopimusasiakirjoissa. Jos toimivuuden erityisratkaisut eivät täyty viranomaismääräysten ja yleisesti hyväksytyjen rakentamismääräysten ja yleisesti hyväksytyjen rakentamismääräysten huomioonottamisella, niistä tulisi sopia erikseen sekä huomioida ne jo alustavia suunnitelmia muodostaessa. (RT-net 10 11223,2017)

Taulukko 1. Suunnittele ja rakenna -muodot

	URAKKAMUOTO	SOPIMUKSEN SUUNNITELMAT	VASTUU SUUNNI- TEMISTA	PÄÄTÖKSET ALIURAKOISTA
SUUNNITELE JA RAKENNA- MUODOT	KVR-urakka	Hankesuunnitelma	Toteuttaja	Toteuttaja
	Teknisten ratkaisujen urakka	Hankesuunnitelma	Vastuu siirtyy toteuttajalle	Toteuttaja

3 PÄÄURAKKAMUODOT

Hyvissä ajoin ennen tarjouspyyntöjen lähettämistä rakennuttajalla on oltava selkeä kuva siitä, missä muodossa työt on tarkoitus toteuttaa. Jos työt on päätetty teettää ulkopuolisella urakkatyönä, rakennuttajan on seuraavaksi otettava kantaa siihen, tekeekö hän itse myös suunnittelutyöt. Rakennushanke voidaan toteuttaa usealla eri tavalla hankkeen laajuuden ja laadun mukaan. Suuremmissa urakoissa tehtävät jaetaan useille suunnittelijoille sekä vastaavasti useille urakoitsijoille ja tavarantoimittajille. Toteutusmuodot poikkeavat toisistaan sen mukaan, miten rakennusprojektin eri sopimussuhteet muodostetaan. (Kankainen & Junnonen 2016.)

Rakennusurakkasopimuksella määritellään tilaajan ja urakoitsijan vastuut, velvollisuudet ja oikeudet. Sen perusteella, mitä sopimuksessa on sovittu urakoitsijan suoritusvelvollisuuden laajuudesta, urakkahinnan maksuperusteista ja millaiset sopimussuhteet ovat tilaajan, urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden välillä, määräytyy kulloinkin kysymyksessä oleva urakka-muoto. (Kankainen & Junnonen 2016.)

Pääurakkamuodoissa suunnittelun kustannusohjaus määrittää pitkälti hankkeen kustannukset. Urakoitsijoiden kanssa solmitaan sopimukset toteutussuunnitelmien perusteella, joissa toteutusratkaisut on jo asetettu. Urakkakilpailun kohteeksi jäävät hankintojen ja työsuoritus-ten kustannukset. Haasteena pääurakkamuodossa on suunnittelun erillisuus toteutuksesta, jolloin urakoitsijoiden asiantuntemusta ei välttämättä päästä hyödyntämään suunnitelmien kehittämisessä. Näin tehokkaammat ja paremmat suunnittelu- ja toteutusratkaisut voivat jäädä syntymättä. (RT-net 10 11223,2017)

3.1 Kokonaisurakka

Kokonaisurakassa rakennuttaja tekee sopimuksen koko työstä yhden urakoitsijan kanssa. Tämä pääurakoitsija voi teettää erikoistyöt, kuten sähkö-, LVI-, maalaus- ja laiteasennus-urakat. Näitä urakoita kutsutaan aliurakoiksi. Aliurakoitsijat ovat sopimussuhteessa pääurakoitsijaan ilman, että aliurakoitsijoiden ja rakennuttajan välille muodostuu sopimussuhdetta. Pääurakoitsija vastaa rakennuttajalle käyttämistään aliurakoitsijoista. (Liuksiala 2004.)

Rakennuttajan kannalta kokonaisurakka on vaivattomin vaihtoehto, joskaan ei aina taloudellisesti edullisin. Vastaavasti urakkahinta yleensä nousee korkeammaksi kuin jos rakennuttaja tekisi urakkasopimukset suoraan aliurakoitsijoiden kanssa. Kokonaisurakassa pääurakoitsija vastuu ottamiensa aliurakoitsijoiden töistä kuten omista töistään. Tämän vastuun piiriin kuuluu myös riski aliurakoitsijoiden suorituskyvystä. (RT-net 10 11223,2017)

3.2 Jaettu urakka

Jaetussa urakassa rakennuttaja tekee valitsemiensa urakoitsijoiden kanssa eri urakkasopimukset samaan rakennuskokonaisuuteen kuuluvista erillisiksi jaetuista urakoista. Rakennusteknisten töiden urakasta käytetään tavallisesti nimitystä pääurakka, kun taas rakennuttajan ja erikoistöiden suorittajien välisiä sopimuksia kutsutaan sivu-urakoiksi. Poikkeustapauksissa pääurakkana voi olla muukin kuin rakennusteknisten töiden urakka eli varsinainen rakennusurakka. (Liuksiala 2004.)

Jaetussa urakassa eri urakoitsijoiden välillä ei ole lainkaan sopimussuhdetta. Poikkeuksen muodostaa alistettu sivu-urakka, jolloin alistus sopimuksen solmimisella myös eri urakoitsijoiden välille tulee voimaan sopimussuhde. Pyytämällä tarjoukset suoraan myös erikoisurakoitsijoilta rakennuttaja todennäköisesti pääsee taloudellisesti edullisempaan tulokseen kuin antaessaan työt yhdelle urakoitsijalle kokonaisurakkana. (Liuksiala 2004.)

Jaetussa urakassa rakennuttajalla on riski urakoitsijoiden toisilleen aiheuttamasta vahingosta. Korvausta haetaan ensisijaisesti omalta sopimuskumppanilta, joka voi sitten esittää vaatimuksensa edelleen vahingon aiheuttaneelle. Eli jos esimerkiksi sivu-urakoitsijan toiminnasta aiheutuu vahinkoa pääurakoitsijalle, on pääurakoitsijaan esitettävä vaateensa omalle sopijakumppanille eli rakennuttajalle. Tämän tulee sitten kääntyä vahinkoihin syyllisen sivu-urakoitsijan puoleen, jolla on sopimussuhde rakennuttajaan. (Liuksiala 2004.)

Rakennuttaja vastaa töiden etenemisestä kohteessa siten, ettei urakoitsijalle aiheudu toisensa töistä enempää häiriötä kuin mikä on välttämätöntä rakennustyön suorittamiseksi. Rakennuttaja voi esimerkiksi joutua vastuuseen muille urakoitsijoille siitä syystä, että jonkun rakennuttajan kanssa sopimussuhteessa olevan urakoitsijan viivästyminen aiheuttaa toiselle urakoitsijalle vahinkoja. (Liuksiala 2004.)

Rakennuttajan vastuuta muille urakoitsijoille eivät rajoita yleisten ehtojen viivästyssakkomääräykset. Urakkasopimusten viivästymiset koskevat tilanteita, joissa urakoitsija myöhästyy suorituksessaan. Rakennuttajan viivästysvastuu on täysimittainen, ja se saattaa ylittää selvästikin viivästyneeltä urakoitsijalta perittävän määrän. Rakennuttajan korvattavaksi tulevat tällöin kaikki kohtuudella ennalta arvioitavissa olevat vahingot. Edellä mainittua riskiä rakennuttajalla ei ole silloin kun, kun sivu-urakat on alistettu. Alistamissopimuksella urakoitsijat sitoutuvat vastaamaan suoraan toinen toisilleen aiheuttamistaan vahingoista. (Liuksiala 2004.)

Taulukko 2. Pääurakkamuodot

PÄÄURAKKA- MUODOT	URAKKAMUOTO	SOPIMUKSEN SUUNNITELMAT	VASTUU SUUNNI- TEMISTA	PÄÄTÖKSET ALIURAKOISTA
	Kokonaisurakka	Yleissuunnitelmat	Rakennuttaja	Toteuttaja
Jaettu-urakka	Yleissuunnitelmat	Rakennuttaja	Toteuttaja	

4 PROJEKTINJOHTOMUODOT

Projektinjohtorakentaminen on toteutustapa, jossa erillinen hankekohtainen projektin johto-organisaatio korvaa perinteisen pääurakoitsijan. Projektinjohto-organisaatio voi koostua sekä rakennuttajan että projektinjohtourakoitsijan tai toteuttajan henkilöstöstä. Projektinjohtorakentamisessa luonteenomaista on, että rakennustyöt teetetään lukuisina ali- tai osaurakoina, jotka kilpailutetaan suunnittelun etenemisen mukaisesti. Projektinjohtorakentaminen on jaettu kolmeen ryhmään jotka ovat projektinjohtorakennuttaminen, projektinjohtopalvelu ja projektinjohtourakointi. (Kankainen & Junnonen 2016.)

4.1 Projektinjohtourakka

Projektinjohtourakoinnissa projektinjohto -organisaatio koostuu projektinjohtourakoitsijan henkilökunnasta. Sopimuksen sisältöön kuuluvat sekä projektinjohtotehtävät, työmaan johtotehtävät sekä varsinainen työ. Projektinjohtourakoinnissa on rakennuttajan kannalta tehtäväksi vain yksi urakkasopimus rakennuttajan ja projektinjohtourakoitsijan välillä. Hankinnat tehdään projektinjohtourakoitsijan nimissä, joka vastaa täten aliurakoitsijoiden työn tuloksesta rakennuttajalle. Rakennuttaja kuitenkin säilyttää lopullisen päätösvaltansa ja siten vaikutusmahdollisuutensa suunnitteluun ja materiaalin hankintaan. Projektinjohtourakoinnissa suunnittelun ohjausvastuu voi olla joko rakennuttajalla tai se voidaan siirtää projektinjohtourakoitsijan tehtäväksi. (Kankainen & Junnonen 2016.)

4.2 Projektinjohtopalvelu

Projektinjohtopalvelussa projektinjohto-organisaatio koostuu projektinjohtototeuttajan henkilöstöstä, mutta myös rakennuttajan henkilöstöä voidaan sijoittaa projektinjohto-organisaatioon. Projektinjohtototeuttajan tehtäviin kuuluvat projektinjohtotehtävät, työmaan johtotehtävät ja mahdollisesti rakennustöiden valvonta. Vaikka projektinjohtototeuttajalla kuuluvat työmaan johtotehtävät erottavat projektinjohtopalvelun puhtaasta projektinjohtorakennuttamisesta, on projektinjohtototeuttajalla edelleen konsulttimaiset vastuut ja se toimii rakennuttajan edustajan hankkeessa. Hankintasopimukset suoritetaan aina rakennuttajan nimissä. (Kankainen & Junnonen 2016.)

4.3 Projektijohtorakennuttaminen

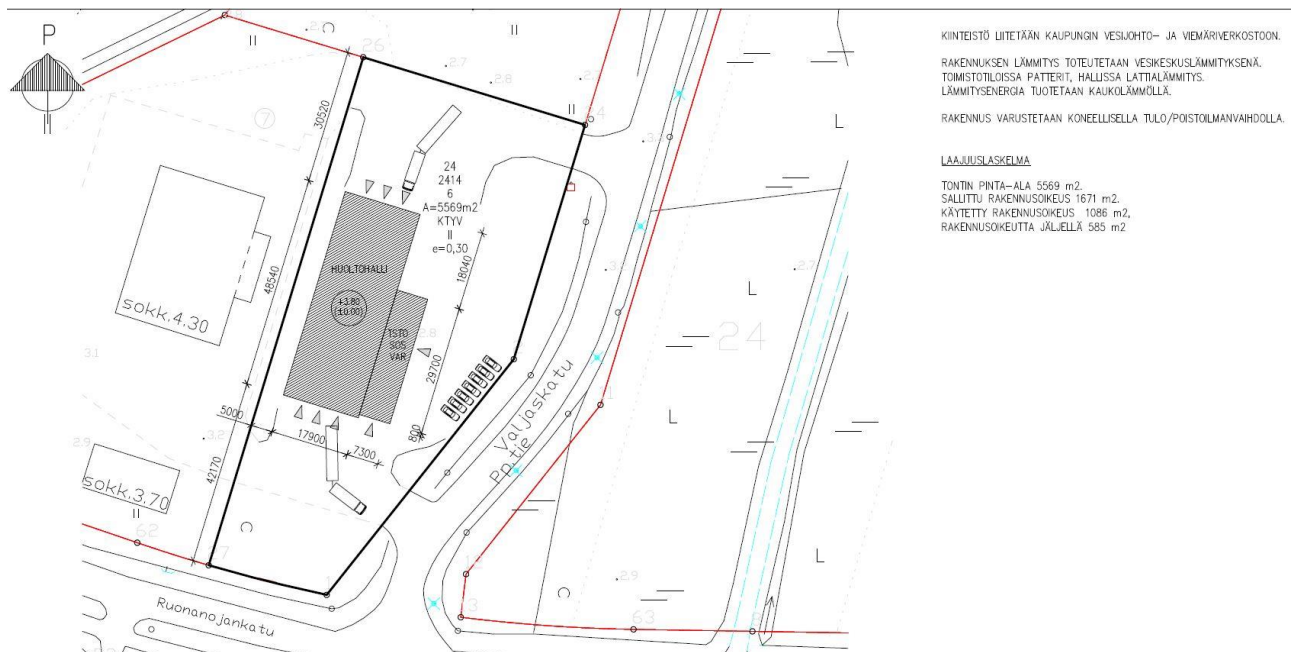
Projektijohtorakennuttamisessa rakennuttaja toteuttaa hankkeen joko kokonaan omalla projektinjohdolla tai täydentää omaa organisaatiotaan ulkopuolisella konsulteilla, jotka vastaavat projektinjohdotöistä. Projektinjohdokonsultti antaa rakennuttajan käyttöön henkilöstöä ja erilaisia työkaluja projektinhallintajärjestelmään. Työmaan johtovelvollisuus voidaan täyttää rakennuttajan omalla henkilökunnalla, ostamalla se palveluhankinta muun rakennustyön tavoin tai sisällyttämällä se esimerkiksi rakennusteknisten töiden osaurakkaan. (Kankainen & Junnonen 2016.)

Hanke toteutetaan kokonaisuudessaan hankintoina, joihin liittyvät sopimukset tehdään rakennuttajan nimiin. Rakennuttajan ja projektinjohdokonsultin välille tehdään konsulttitoiminnan yleisiin sopimusehtoihin perustuva konsulttisopimus. Projektinjohdokonsultilla on konsulttivastuu työstään Toimeksiannon laajuus määrää vastuun laajuuden. Osaurakoitsijat vastaavat työstään rakennuttajalle. Rakennuttaja hankkii toteutussuunnitelmat ja on vastuussa niistä. (Kankainen & Junnonen 2016.)

5 TEOLLISUUSHALLIN RAKENNUSVAIHEET

Rakennuskohde sijaitsee Raahessa, Kummatin teollisuusalueella. Tontille rakennettava korjaamohalli on kooltaan 870 m². Lisäksi hallin rakennettiin varasto ja sosiaalitulat, jotka ovat yhteensä kooltaan 215 m². Yhteensä rakennettava pinta-ala oli 1085 m². Raahen merenrannassa sijaitseva kaupunki, minkä vuoksi pohjaveden korkeudet ovat suunnitteluvaiheessa sekä rakennusvaiheessa huomioitava.

Rakennuksessa tulee toimimaan raskaankaluston katsastus- ja huoltotoimintaa. Ajoneuvojen liikkuminen vaatii riittävän määrän tilaa esimerkiksi kääntymiseen tien liittymäkohdista, katsastushalliin saapuessa sekä hallista poistuessa. Tontilla suoritettiin tilaajan kanssa yhteistyössä hallin asemointiin kohdistuvia mittaustöitä rakennustöiden aloitusvaiheessa, jotta tilaajan antamat vaatimukset riittävästä piha-alueista täyttyisivät ja kuljetuskaluston esteetön kulku saataisiin järjestettyä vaatimusten mukaisesti.



Kuva 1. Asemapiirustus (RKL Heikkinen OY 2017.)

5.1 Tilaajan toteutus KVR-urakkamuotona

Rakennuttajana hankkeessa toimii yksityinen yrittäjä. Kilpailutustilanteen etenemisen rakennuttaja suorittaa itse ja omien tietolähteiden avustuksella, ilman ulkopuolista konsulttia. Rakennuttajan näkökannalta hankkeen kilpailutus KVR-urakkamuotona on varsin haastava kokonaisuus, sillä rakennuttajalla on yleisestikin rakentamisesta vähäistä kokemusta. KVR-urakkamuotoa käyttäen suunnitelmien kulkeminen yhtäjaksoisesti rakennusvaiheessa antaa rakennuttajalle mahdollisuuksia muutoksiin. Urakkakilpailutukseen valittuna oli neljä rakennusalan ammattilaista, ja alkuvaiheen suunnitelmien perusteella rakennuttaja valitsi yhden toimittajan, joka suorittaa hankkeen lopullisen suunnittelun ja rakentamiseen liittyvät työt rakennuttajan alkuvaiheen tietojen perusteella.

Rakennuttajan valinta KVR-urakkamuotoa käytettäväksi hankkeessa, kun suunnittelu ja rakentamisen keskittyminen on samalle yritykselle, suunnittelussa voidaan huomioida kustannukset ja rakentamisen kokonaisuus. Rakennuskustannukset saadaan normaalisti pidettyä tavoitehinnoissa. Vastuualueiden jakaminen on selkeää, sopimussuhteiden yksinkertaisuus ja rakentamisen nopea aloittaminen. Rakentamisen kokonaisaikataulun mahdollinen lyheneminen, joka tulee esille suunnittelun ja rakentamisen rinnakkaisuuden mahdollistamisesta. Rakentaminen voidaan aloittaa heti, kun suunnitelmat ja viranomaisluvut on hankittu.

5.2 Rakennuskonsepti

Kohde rakennettiin urakoitsijan hyvin yleisesti käytössä olevaa konseptikokonaisuutta käyttäen, tilaajan vaatimukset ja muutokset huomioiden. Valittuja rakenteita on käytetty aiemmin useissa hankkeissa ja ne on todettu rakenteellisesti kustannustehokkaaksi ratkaisuksi. Kyseistä rakennustapaa käyttäen voidaan rakennuksen pituuden, leveyden ja korkeuden suhteen tehdä peruslähtökohdista nopeita muutoksia.

5.3 Maanrakennusvaiheet

Rakennuspaikalla puustonraivausta ei tarvinnut suorittaa, koska maapohjasta kasvoi pääsääntöisesti vahva heinikko. Rakennuksen raivaus ja pintamaiden poisto oli mahdollista

aloittaan suoraan kaivinkoneella. Pintamaita poistettiin tontilta n.3500 m² alalta. Rakennuspaikan ympäristössä ei ole puita eikä pensaita joita olisi tarvinnut suojella kaivuutöissä.

Pintamaata poistettiin n. 700 mm:n syvyydeltä rakennuksen pohjan pinta-alueelta. Rakennuksen pohjan pinta-ala on n.1200 m². Leikatun pintamaan määrä rakennuksen pohjan osalta oli $1,5 \cdot 840 \text{ m}^3 = 1260 \text{ m}^3$. Teiden ja paikoitusalueiden leikkaussyvyys oli n.500 mm. Muut alueet olivat $1,5 \cdot 1150 \text{ m}^3 = 1725 \text{ m}^3$.

Leikatut maamassat siirrettiin osittain maakaatopaikalle. Osa massoista hyödynnettiin piha-alueiden muotoilussa täytemaana. Maamassat, jotka hyödynnettiin jatkossa, läjitettiin työmaa-alueelle, aluesuunnitelman mukaiseen paikkaan. Läjitysalue oli lähellä leikattavaa aluetta, joten läjitys onnistui kaivinkoneella yhdellä siirrolla ja erillisiä ajokoneita ei tarvittu.

5.4 Kaivuu ja perustamisvaiheet

Ennen kaivuu- ja muiden rakennustöiden aloittamista selvitettiin maanalaisten johtojen, viemäreiden ja rakenteiden sijainnit. Rakentajana tieto rakennuspaikan maastossa sijaitsevista kaapeleista ja kunnallistekniikasta saatiin pyytämällä paikallisilta toimijoilta tontilla sijaitsevan tekniikan merkkkaus.

Rakennuspaikalle suoritettiin maaperätutkimus. Pohjatutkimuksia tehtiin painokairausmenetelmällä kahdeksaan pisteeseen, pohjaveden havainnointi yhteen tutkimuspisteeseen, näytteenotto yhdestä pisteestä sekä kairauspisteiden ja vaaituksen kartoitus kokonaisuus.

Hallin perustamistapana käytetään anturaperustusta. Anturatyyppeinä on jatkuva palkkiantura ja pilariantura. Pilarianturat toimivat hallin perustuksina. Anturaan tehdään peruspultti-kiinnitys ylöspäin jatkuville rakenteille. Anturapalkki toimii toimisto- ja sosiaalitilojen perustuksena.

Perustamistaso määräytyi pohjatutkimuksen mukaan, pintamaan poisto tasoon -0,7 m ympäröivästä maasta. Pohjatutkimuksessa korostettiin, että kantamattomien kerrosten poisto

tehtiin vain n. -0,7 m, ei syvemmälle. Kairausleikkauskuvan mukaan maan kantavuus heikenee huomattavasti syvyydessä -1,2 m ja perusmaa jatkuu löyhänä kairauksen lopetus syvyyteen saakka.

Perusmaan päälle asennettiin suodatinkangas, jonka päälle tehtiin murskearinarakenne suunnitelmien mukaan. Pohjatutkimuksen mukaan sallittu pohjapaine tutkimusalueella on $P_{sall}=100$ kPa täyttökerrosten päältä. Perustussyvyys tulee olla vähintään 0,5 m. Lattia tehtiin maanvaraisena laattana. Valmiin lattian pinta olisi vähintään 0,4 m ylempänä kuin ympäröivä maa. Laatan alla kapillaarikatko vähintään 0,3 m.

5.5 Rakennuksen routaeristäminen

Rakennus ja rakenteet routaeristettiin. Perustusten alapuoliset routimattomat täytöt otettiin huomioon routaeristyspaksuutta vähentävänä tekijänä. VTT:n yhdyskuntatekniikan julkaisun talonrakennuksen routasuojausohjeet mukaan kerran 50 vuodessa esiintyvää pakkasmäärää $F_{50}=54000$ Kh, vastaava roudaton perussyvyys mitattuna maanpinnasta anturan alapintaan tai anturan alapuolisen routimattoman alustäytön alapintaan on seinälinjalta 1,6 m ja nurkissa 2,1 m. Kylmien rakenteiden osalla roudaton perustussyvyys on 2,3 m. Routaeristeenä käytetään eristettä, jonka puristuslujuus on vähintään 100 KN/m². Tässä laskelmassa eristeenä oli EM-FOAM 300. Hallirakennuksessa perustamissyvyys pilareilla on 1,26 m ja toimisto/varasto 0,9 m. (VTT rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. 2004.)

Kohde sijaitsee Raahessa, joten kerran 50 v. esiintyvä mitoituspakkasmäärä $F_{50}=54000$ Kh.

Alapohjan lämmönjohtavuus: 8 m² K/W

Eristeen lämmönjohtavuus: 0,034 W/Km

F50: 54000Kh

Eristeen leveys: 1,2 m

Eristeeltä vaadittava lämmönvastus $m = 0,7$ m² K/W (pilarit, perustussyvyys 1,26m)

Eristeeltä vaadittava lämmönvastus $m = 1,4$ m² K/W (perustussyvyys 0,9m)

Eristepaksuus $d = 0,7$ m²K/W*0,034 W/Km=25 mm

Eristepaksuus $d = 1,4$ m²K/W*0,034 W/Km=50 mm



Kuva 2. Rakennuksen pohjatyöt (RKL Heikkinen OY 2017)

6 RAKENTEIDEN KUIVATUS

Hallirakennuksen pohjaveden pinnan korkeus on havainnoitu tasoon +1,4 m. Tämä on vain 0,5 m rakennettavasta murskepatjasta alaspäin. Koska pohjamaa on hienorakenteista ja läpäisevää, ei sen vuoksi salaojitusta olisi ollut pakollista toteuttaa lainkaan. Kuivatusjärjestelmät kuitenkin säästävät perustuksen rakenteita ja pitkittävät niiden käyttöikää.

6.1 Salaojat

Salaojaputket sijoitetaan perusmaahan rakennettujen kerrosten alapuolelle pohjamaahan ja luonnollisesti pohjamaassa liikkuva vesi ohjautuu salaojaputkistoon. Perusmaata muotoillaan ja kallistukset tehdään rakennusten pohjista salaojien suuntaan kaltevuudessa 1:100. Salaojaputkisto sijoitetaan anturan ulkopuolelle 0,1 m syvemmälle kuin perustusten pohja. Salaojakaivannon pohjalle laitetaan suodatinkangas, joka estää hienojakoista maata tukkimasta salaojaputkien rei'ityksen. Salaojaputken päälle min 200 mm salaojasepeliä ja ympärille tulee 100 mm kerros salaojasepeliä. Salaojan tarkastuskaivot sijoitetaan enintään 40 m välein sekä linjojen kulmiin, jotta tarkistusta ja huuhtelua voidaan tarvittaessa suorittaa.

Rakenteiden kuivana pysyminen huomioidaan myös maatäytöissä eristeiden alla, kun katkaistaan kapillaarinen nousu 0,3 m paksuisella pestyllä sepelillä kerroksella. kohteen sisältäytöissä hiekan kapillaarinnousukorkeus 0,3m.

6.2 Huleveden ohjaus

Sadevesien ohjaus tehtiin pintavesiviemäriin. Koska kattopinta-alat olivat suuria, rännit ja sadevesikaivot oli mitoitettava riittäviksi sadevesimäärille ja sulamisvesille. Suunnitelmien mukaan sadevesiputkistojen kautta vedet ohjattiin kunnan hulevesiliittymään tontin kulmalla. Muut sade- ja pintavedet ohjattiin pihan kallistuksilla rakennuksista pois viettäväksi tontin reunoille. Ulkonurkissa tuplaeristys oli 1,5 metrin matkalle 100 mm. Eristeiden alle tehdään vähintään 0,3 m paksu pohjaveden kapillaarisen nousun katkaiseva täyttö sepelistä, jonka kapillaarinen nousukorkeus on >0,3 m.

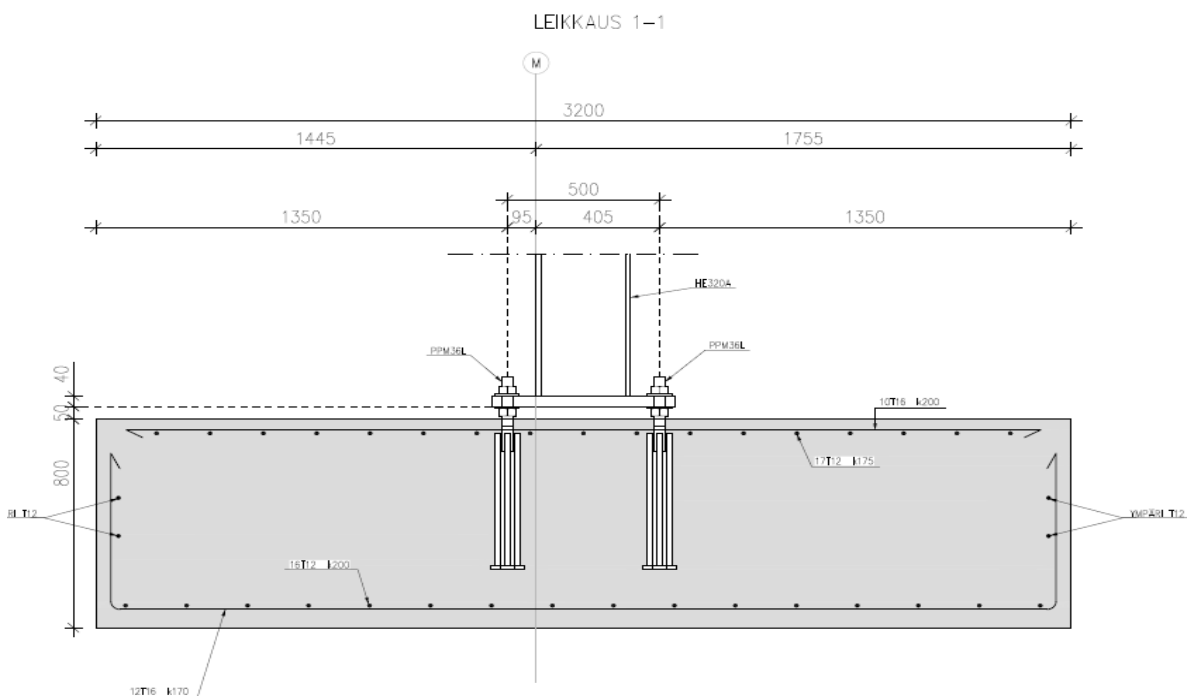


Kuva 3. Salaoja ja hulevesijärjestelmä (RKL Heikkinen OY 2017)

7 RAKENTAMISEN OSA-ALUEITA

7.1 Perustukset

Rakennuksen perustaminen suoritettiin paikalleen valetuilla pilarianturoilla ja teräsbetoniperustuksella. Pilarianturoiden muottielementtien rakentaminen tehtiin työmaalla ns. pitkästä tavarasta. Pilarianturat oli määritetty rakennekuivissa siten, että rakennukseen tulee 18kpl kantava pilarianturaa, jotka ovat kooltaan ovat 2000 mmx3200 mmx800 mm. Raudoitukset työstettiin pilarianturoihin työmaalla harjateräksestä. Varasto- ja sosiaalitilojen nauha-anturan oli kooltaan 250 mm korkea ja 600 mm leveä.

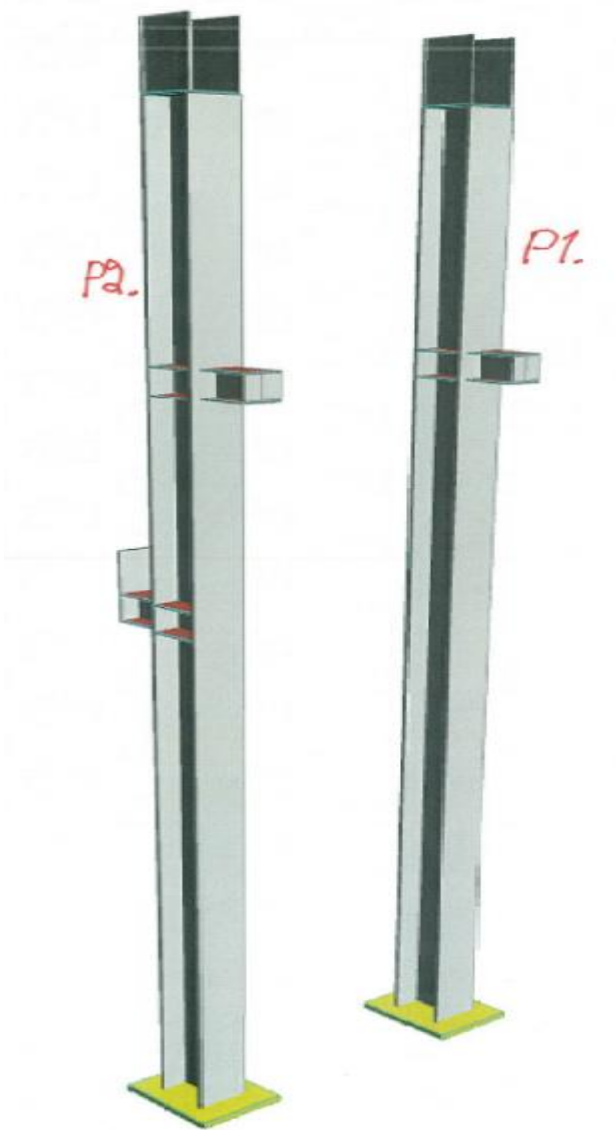


Kuva 4. Pilariantura leikkaus (RKL Heikkinen OY, 2017)

7.2 Teräspilarit

Kantava runko hallin osalle tuli HE320A-teräspilareista. Pilareiden asennuksessa käytettiin autonosturia. Pilareiden kiinnittäminen anturoihin tehdään anturoissa oleviin peruspulttiryhmiin. Pilarit säädetään peruspulttiryhmissä olevilla muttereilla suoraan sekä oikeaan korkeuteen. Teräspilareissa on tehdasvalmisteiset hallinosturikonsolit. Teräspilareiden alapäiden

pulttiliitos jälki valetaan kutistumattomalla juotosbetonilla. Teräspilareiden valmistusvaiheessa tilaaja muutti hallinosturikonsoleiden, mikä suunnitelmia aiheutti rakennusaikataulullisesti useamman viikon siirtymisen.



Kuva 5. Hallinkantava teräspilarirunko (RKL Heikkinen OY 2017.)

7.3 Liimapuupalkit ja sekundääripalkit

halliin asennettiin katon pääkannattajat liimapuurakenteisina harjapalkkeina, ja ennen palkkien nostamista paikalleen asennettiin maassa sekundääripalkkien kannatinraudat paikal-

leen. Tällä tavalla voitiin suorittaa yhtäjaksoinen asentaminen harjapalkkien ja sekundääripalkkien osalta. Palkit nostettiin autonosturilla yksi harjapalkki kerrallaan, ja nostaminen aloitettiin rakennuksen päädyistä siten, että toisen liimapuupalkin noston jälkeen saatiin myös tuulisidonta asennettua harjapalkkien väliin ristisidontana. Harjapalkit kiinnitettiin teräspilarissa oleviin konsoleihin kansipulteihin.



Kuva 6. Tuulisidonta (RKL Heikkinen OY 2017.)

7.4 Seinäelementti

korjaamohallissa ulkoseinäratkaisuna käytettiin sandwich-paneelia. 100 mm pelti-uretaani-pelti ulkoseinäelementissä on tehdasvalmiina ulkoverhous- ja sisäverhous pelti, ratkaisu tuottaa hyvin kustannustehokkaan seinäkokonaisuuden. Rakenteella saavutetaan puolilämpimän tilojen u-arvo (0.22 W/m²K) ja paloluokka p2 jotka ovat korjaamohallin vaatimukset.

Betonisokkelin yläpintaan asennettiin metallinen ohjauslista. Tämä ohjauslista ohjaa ensimmäisenä seinäelementin asennuksen suoraan linjaan ja tiiviisti paikalleen. Elementit kiinnitettiin pilareihin metalliruuveilla läheltä elementin saumaa, ja elementtien saumat peitettiin lopuksi peltisillä verhoilulistoilla. Saadaan aikaiseksi piilokiinnitys. Elementit nostettiin kurottajalla, jossa oli kytkettynä tehdasvalmisteinen elementtinoistin.

7.5 Kattoelementit

Vesikatteeksi halliin asennettiin konesaumattava sandwich-kattoelementti. Elementin rakenteena on lämmöneristeenä EPS-eristelevyä. Vesikatteeksi tuli Konesaumattava pinnoitettu 0.5 mm ohutlevypeltikate ja sisäverhouksena käytettiin peltiverhousta. Elementin koko on leveydeltään 1200 mm ja pituus lappeen mukaan 9200 mm.

Kattoelementtien asennuksessa aluksi selvitetään asennusjärjestys asennuskansiossa olevan kattoelementtikaavion ja työmaatilanteen perusteella ja tarkistetaan kuvista suunnitellut räystäiden mitat. Kattoelementit asennetaan naaraspontti edellä. Asennus tapahtuu myötäpäivään.

Tiivistysmassalla saadaan elementtikattoon yhtenäinen höyrysulku. Tiivistysmassa vedetään yleensä rakennuksen lämpimälle puolelle, normaalisti sisäpuolen saumaan. Konesaumaan laitettavalla massalla varmistetaan konesauman vedenpitävyys. Massaa asennettaessa on varmistuttava siitä, että massa jakautuu yhtenäisenä saumaan koko matkalle. Massapalko ei saa katketa eikä saumaan saa jäädä ilmavälejä.

8 HUOLTOSYVENNYSTEN RAKENTAMINEN

Korjaamohalliin määritettiin rakennettavaksi huoltosyvennykset. Tarve huoltomontuille oli molemmilla ajolinjoilla. Huoltomonttujen rakentamisen haaste tulikin vastaan, kun huoltomonttujen lattiankorko oli määritetty (-1.500) lattian pinnasta minkä vuoksi huoltomontun kaivuusyvyuden korko oli pohjaveden alapuolella.



Kuva 7. Huoltomonttu (RKL Heikkinen 2017.)

Raskaan kaluston ajoneuvoista johtuvien pistekuormien vuoksi eristeiden kantavuudelta vaadittiin hyvää puristuslujuutta. Tiivistetyn ja tasatun sorakerroksen päälle hallin lattiaan asennettiin 100 mm:n XPS-lämmöneristelevyä parantamaan maanvaraisen laatan toimivuutta ja rakenteen viansietokykyä. Hallin lattia eristettiin kahdella 50 mm vahvuisella eristelevyllä, lattian eristeet asennettiin siten, että saumalinjat eristeissä kulkivat eri kohdissa.



Kuva 8. Liikuntasauma ja eristeiden asennus (RKL Heikkinen OY 2017.)

Liikuntasaumoihin asennettiin paikalleen betonilattiaan jäävä liikuntasaumajärjestelmä. Liikuntasaumaraudoitteiden avulla saadaan kuivuvan betonilaatan kovettumisprosessin aikana syntyvien kutistumisvoimien liikehdintää siirtymään liikuntasaumajärjestelmään. Liikuntasaumaraudoite sallii kuivumiskutistumista ja lämpötilavaihteluista aiheutuvien laattojen pienen vapaan liikkeen laatan tasossa pituus- ja poikkisuunnassa.

Hallin lattiaan kohdistuu suuria ulkoisia kuormia, ja tästä syystä lattian betonoitiin suunnitelmien mukaan teräskuitubetonia käyttäen. Lattian betonin vahvuus on n.200 mm, ja teräsbe-

tonikuidun määrä on 50 kg/m³, jolla saavutetaan riittävät kantavuusvaatimukset täyttävä betonilattia. Hallin ulkoseinälinjoille ja pilareihin asennettiin irrotuskaista, joka siirtää kantaviin rakenteisiin kohdistuvat voimat pois betonilaatasta

9 POHDINTA

Rakennushankkeen tilaajana toimi ensikertalainen rakentaja. KVR-urakkamuodon toimintaperiaatteiden sisäistäminen tilaajalla olisi ollut suotavaa tai ulkopuolisen konsultin käyttäminen tilaajan sekä urakoitsijan välisten asioiden selvittämiseen. Rakennuksen rajapintojen määrittäminen tilaajan kanssa aiheutti keskustelua, ja rakennusvaiheessa jouduttiin tilaajan toimesta tekemään lisätöitä suunnitelmista poiketen, mikä vaikutti työn kokonaiseen kestoon ja kustannuksiin. Lisätöistä aiheutuvat kustannukset olivat tilaajan näkökannalta vaikea käsitellä.

Kohde rakennettiin urakoitsijan hyvin yleisesti käytössä olevaa konseptikokonaisuutta käyttäen, tilaajan vaatimukset ja muutokset huomioiden. Rakennuskokonaisuus toimii suunnittelusta rakennuksen valmistumiseen, ja hankkeita on rakennettu useita saman konsepti tyyliä omaavia rakennuksia. Hanke on yksi hyvin onnistuneista KVR-urakkamuotona suoritetuista rakennuskokonaisuuksista.

Opinnäytetyön ajatuksena oli käydä KVR-hankkeena rakennettavan korjaamohallin urakointimuotoja, työvaiheita ja sopimusvaiheita läpi. Suunnittelua käytiin rakenteiden laskemisen osalta osittain läpi, mikä antaa lukijalle ymmärrystä rakenteiden kokoluokasta, jota käytettiin varsinaisessa rakentamisvaiheessa. Rakennustyövaiheiden ajatuksena on näyttää päällinjoja korjaamohallin rakentamisesta. Todellisuudessa rakennusvaiheiden ja suunnittelun määrät ovat moninkertaisia.

Rakennushankkeen tarkoituksena oli tuottaa yksityisen tahon toiminnan tarvitsemat tilat. Koska tilaaja on päätenyt uuden tilan rakentamiseen, käynnistyi rakennushanke. Rakennushanke muodostui ajallisesti etenevistä vaiheista, joita ovat tarveselvitys, hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakentaminen ja käyttöönotto.

LÄHTEET

Liuksiala, A. 2004. Rakennussopimukset. Helsinki: Rakennustieto oy

Kankainen, J& Junnonen J-M. 2016. Urakoitsijan sopimusasiat. Helsinki: Rakennustieto oy

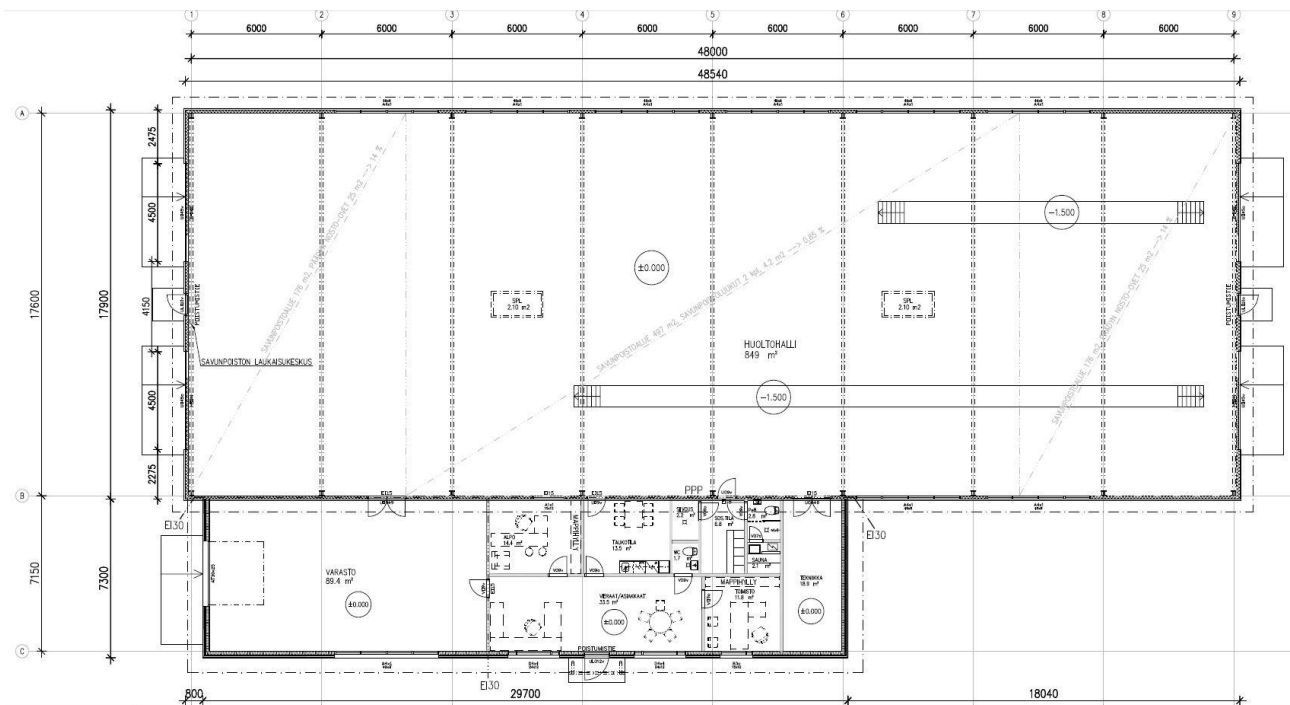
VTT rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. 2004. Helsinki: Otava media

Rakennustieto. 2015. RT 16-10317/2001. Helsinki. Rakennustietosäätiö ja rakennustieto Oy. viitattu 1.2.2018. <http://www.rakennustieto.fi>

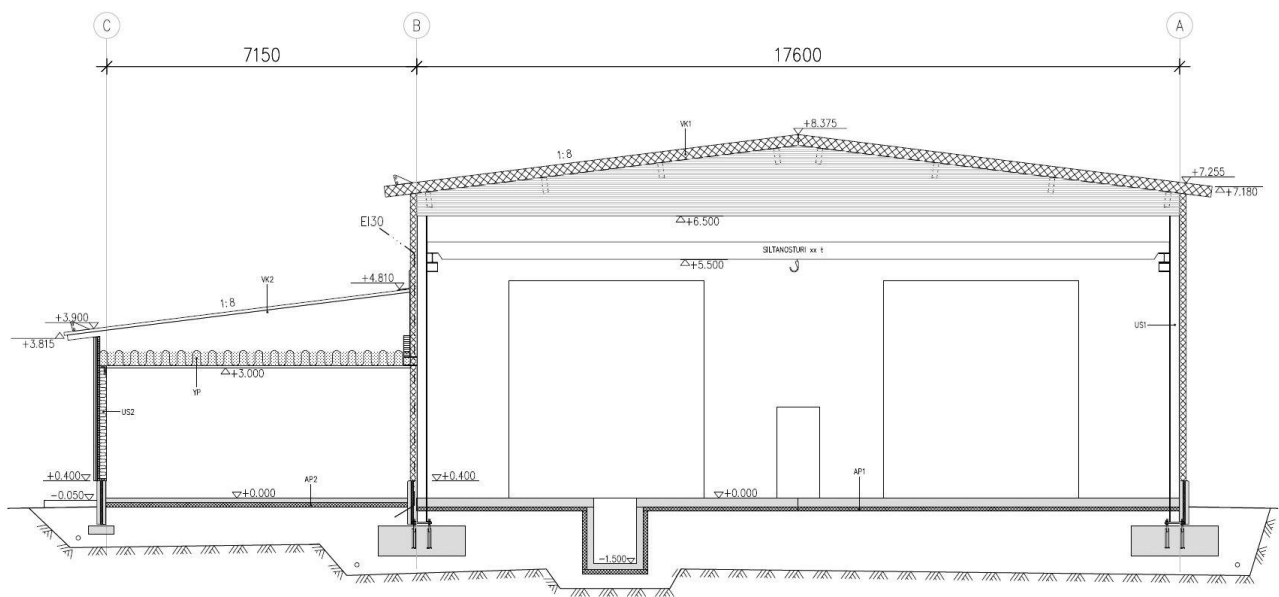
Rakennustieto. 2015. RT 10-11223/2016. Helsinki. Rakennustietosäätiö ja rakennustieto Oy. Viitattu 22.1.2018. <http://www.rakennustieto.fi>

LIITTEET

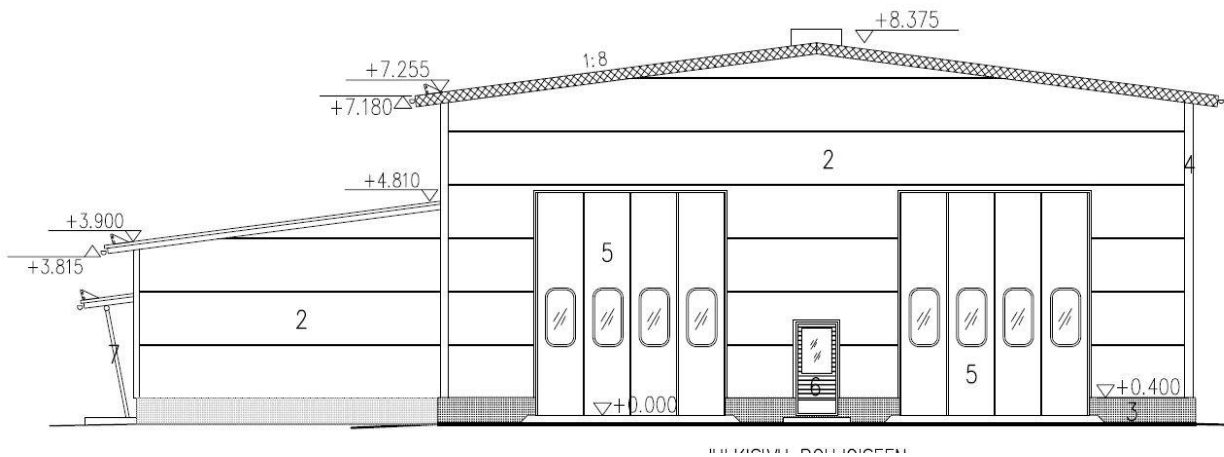
- Liite 1. Kuva 8, pohjakuva rakennuskohteesta
- Liite 2. Kuva 9, Leikkaus A-A rakennuskohteesta
- Liite 3. Kuva 10, julkisivu pohjoiseen rakennuskohteesta
- Liite 4. Kuva 11, julkisivu etelään rakennuskohteesta
- Liite 5. Kuva 12, julkisivu länteen rakennuskohteesta
- Liite 6. Kuva 13, julkisivu itään rakennuskohteesta



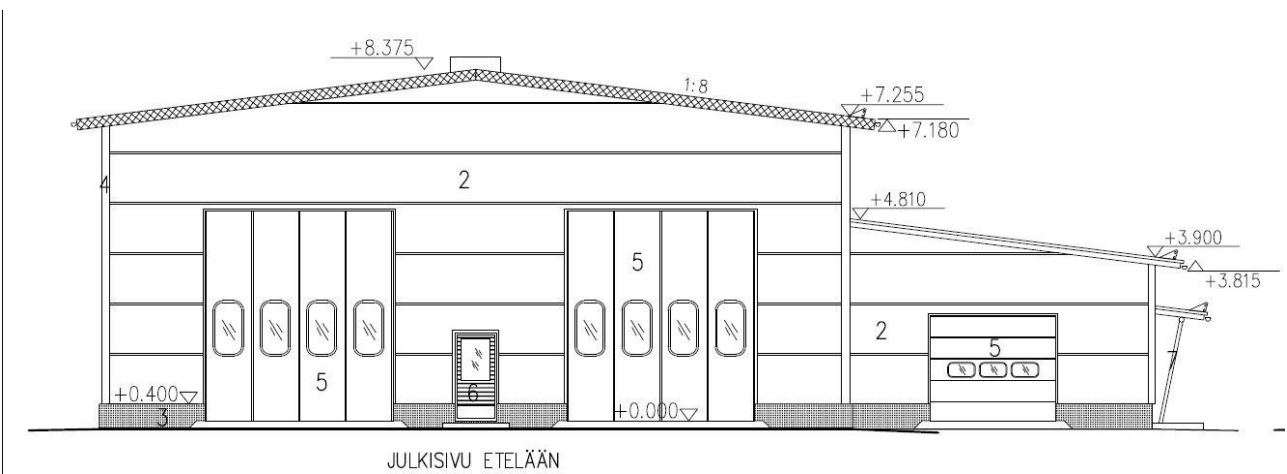
Kuva 8. Pohjakuva rakennuskohteesta



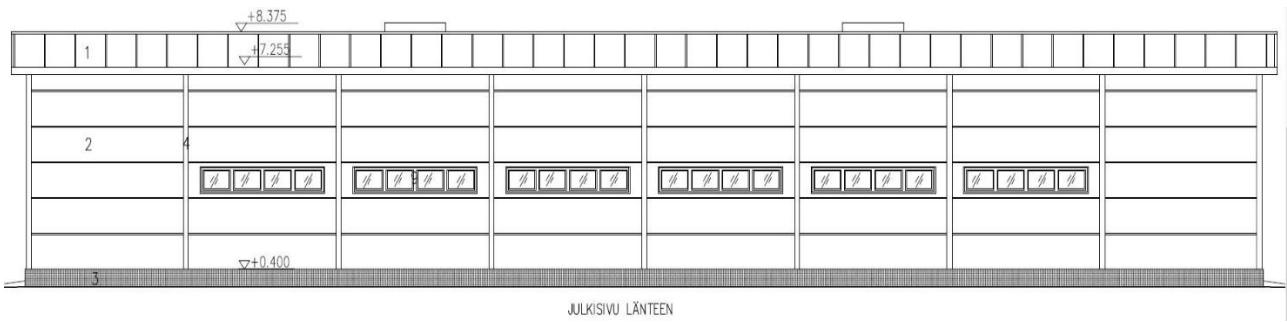
Kuva 9. Leikkaus A-A rakennuskohteesta



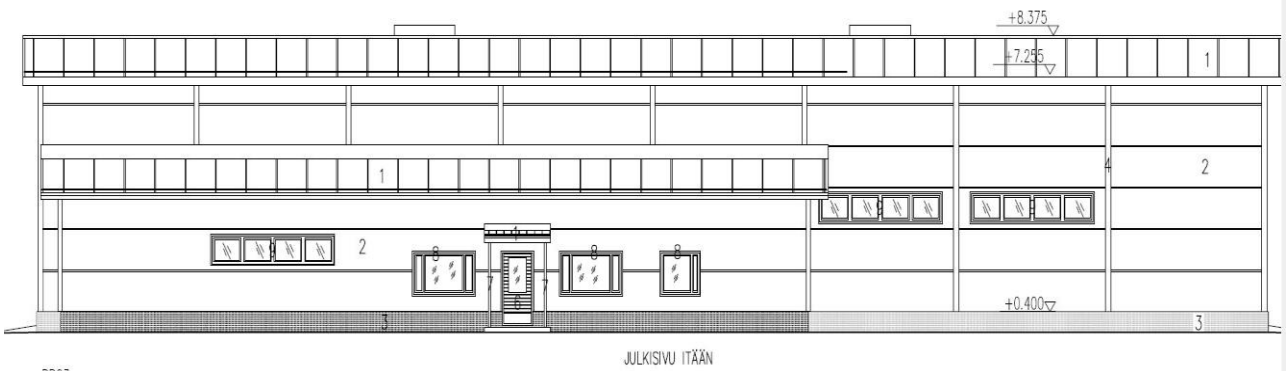
Kuva 10. Julkisivu pohjoiseen rakennuskohteesta



Kuva 11. Julkisivu etelään rakennuskohteesta



Kuva 12. julkisivu länteen rakennuskohteesta



Kuva 13. Julkisivu itään rakennuskohteesta