

KONEHALLI RAKENNUSHANKKEENA

Laakso Aku

Opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

2021

Tekniikka ja liikenne
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Aku Laakso	Vuosi	2021
Ohjaaja	Juha Vesa		
Toimeksiantaja	Matti Mattila		
Työn nimi	Konehalli Rakennushankkeena		
Sivu- ja liitesivumäärä	39 + 5		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kertoa rakennusprojektista, jossa tehtiin pitkäaikaisten tarpeiden ja toiveiden mukainen konehalli. Työssä käytiin läpi puurunkoisen rakennuksen rakentamista vaiheittain läpi sekä erilaisia kohteeseen sopivia muita rakenneratkaisuja. Näitä ovat muun muassa eri runkoratkaisut, ulkoverhous sekä vesikateratkaisut. Tämän lisäksi suunnittelin ja tuotin pääpiirustussarjan sekä kerroin rakennuslupavaiheesta ja siihen liittyvistä asiakirjoista.

Rakennus tehtiin, koska tilan muu rakennuskanta on huonokuntoista ja vanhaa eikä myöskään vastannut nykyisiä tarpeita. Suunnittelun lähtökohtana toimi pyrkimys tehdä rakennuksesta riittävän tilava, käytännöllinen ja että se mukautuisi hyvin maalaismiljööseen. Rakennus sijaitsee Forssassa Koijärven kylässä.

Opinnäytetyössä on siis käyty vuonna 2019 toukokuussa aloitettua rakennusprojektia vaiheittain läpi. Projekti aloitettiin, kun rakennuslupa oli myönnetty ja hanke valmistui 2020 heinäkuussa. Rakennustyössä käytetyt ratkaisut ovat kokemusperäisiä ja toimiviksi havaittu. Opinnäytetyöntekijä toimi pääsuunnittelijana, työmaavastaavana ja rakennusmiehenä.

Avainsanat

Konehalli, suunnittelu, pääpiirustussarja, rakentamien

Degree Programme in Civil
Engineering
Bachelor of engineering

Author	Aku Laakso	Year	2021
Supervisor	Juha Vesa		
Commissioned by	Matti Mattila		
Subject of thesis	A machinery hall as a construction project		
Number of pages	39 + 5		

The aim of the thesis was to tell about a construction project of a machinery hall which is made according to needs and wishes. The thesis covers the construction of a timber-framed building in stages, as well as various other structural solutions suitable for the building for example different frame solutions, exterior cladding and roof solutions. I also designed and produced a series of main drawings and told about the building permit phase and related documents.

The building was needed because the other buildings on the farm are already old and in poor condition in addition, the building had many new purposes. The starting point was to build a building that is spacious enough, practical and would adapt as much as possible the old buildings. The building is located in Forssa in the village of Koijärvi.

The phased construction project began in May 2019. The project started after the building permit was granted and the project was completed in July 2020. The solutions made in construction were based on experience and also proved to be very effective. The author of the thesis worked as the chief designer, site manager and builder.

Key words

Machinery hall, designing, building, series of main drawings

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	RAKENNUSPROJEKTI	8
2.1	Alkutilanne	8
2.2	Tavoitteet.....	8
3	RAKENNUSLUPA	10
4	RAKENNEOSIEN VALINTA	12
4.1	Perustamistavat.....	12
4.1.1	Paaluperustukset.....	12
4.1.2	Laattaperustukset.....	12
4.1.3	Anturaperustukset	13
4.2	Runkoratkaisut.....	14
4.2.1	Kolminivelkehä	14
4.2.2	Pilari-palkki-runko	15
4.2.3	Puurunko, rankarunko	15
4.3	Ulkoverhousratkaisu	15
4.3.1	Peltiverhous.....	16
4.3.2	Puinen ulkoverhous.....	16
4.4	Vesikate.....	17
4.4.1	Tiilikate	17
4.4.2	Ohutlevykate (Peltikate)	17
5	RAKENNUSVAIHE	19
5.1	Aloitus.....	19
5.2	Pohjatyöt.....	19
5.2.1	Antura ja sokkeli	20
5.2.2	Routaeristys ja täyttö.....	23
5.2.3	Lattiavalu	24
5.3	Kantava runko	27
5.3.1	Kattoristikot.....	27
5.4	Katto	29
5.5	Ulkovuoraus.....	30
5.6	Ikkunat ja ovet	31
5.7	Viimeistely	32

5.7.1	Villoitus, koolaukset ja levytys	32
5.7.2	Sähköistys	34
6	POHDINTA	36
	LÄHTEET	39
	LIITTEET	41

1 JOHDANTO

Rakennushanke alkoi 2018 kesällä tarve- ja hankesuunnittelulla. Hankkeen rakennuslupapaperustukset tehtiin vuoden 2018 syksyn aikana ja rakennuslupa vietiin rakennusvalvontaan saman vuoden joulukuussa. Vuoden 2019 toukokuun alussa lupa myönnettiin ja rakennusprojekti aloitettiin. Rakennushankkeeseen oli ryhdyttävä, koska vanhat tilat eivät vastanneet nykyisiä tarpeita. Tarvetta oli koneiden säilytyshallille, varastolle sekä lämpimälle tilalle. Tässä työssä esitellään myös rakennuslupavaiheessa vaadittuja asiakirjoja. Opinnäytetyössä käydään läpi myös eri rakennevaihtoehtoja, joita olisi myös voitu käyttää tämänkaltaista rakennushanketta tehdessä.

Tavoitteena oli tehdä tarpeita vastaava rakennus, joka mukailisi ympäröivää rakennuskantaan sekä rakennuspaikkaa. Lisäksi haluttiin tehdä riittävän tilava rakennus, joka palvelisi pitkälle tulevaisuuteen eikä laajennustarvetta tulisi hetkeen.

2 RAKENNUSPROJEKTI

Maanviljely on toiminut pääasiallisena elinkeinona jo useamman sukupolven ajan. Tilan viljanviljely kuitenkin lopetettiin muutamia vuosia sitten ja aloitettiin keskittymään täysin hunajantuotantoon. Hunajantuotannolla on tilalla myös pitkät perinteet ja tilan hunajantuotanto on tällä hetkellä yksi Suomen suurimmista. Hunajantuotannossa tarvittava kaluston määrä vaatii tilavat ja käytännölliset tilat ja tämä olikin yksi merkittävistä tekijöistä rakennushankkeeseen ryhtymiselle. Rakennukselle oli tiedossa selkeä ja hyvä paikka, jossa oli jo aikaisemminkin ollut rakennus, joka purettiin noin 10 vuotta sitten. Paikan etuna oli myös se, että rakennukselle saatiin tehtyä uusi liittymä, jolloin koneilla liikkuminen pihan läpi väheni huomattavasti.

Rakennukseen suunniteltiin eristämätöntä varastointitilaa, joka tulisi olemaan pinta-alaltaan reilu 400 m². Rakennuksen toiseen päähän suunniteltiin lämmintä tilaa varastoineen noin 200 m², joka toimisi lämpimänä työskentelytilana. Rakennus suunniteltiin 40 m pitkäksi ja 15 m leveäksi.

2.1 Alkutilanne

Alkutilanteessa mietittiin rakennuksen kokoa, rakennuspaikkaa, ulkonäköä sekä mahdollisia rakennusmateriaaleja. Rakennuksen kokoa mitoitettiin koneiden sekä kaluston mukaan. Rakennuksen sijainti päätettiin olemassa olevien rakennusten mukaan, niin että rakennus on samassa linjassa muiden rakennusten kanssa. Ovien sijainti valittiin niin, että ajaminen halliin koneilla on helppoa ja ovien edessä on paljon tilaa.

2.2 Tavoitteet

Tavoitteena oli suunnitella ja tehdä ratkaisuiltaan käytännöllinen ja pitkäikäinen rakennus, joka palvelisi käyttäjää pitkään vielä tulevaisuudessakin. Rakennus suunniteltiin niin, että joka osa-alueella rakennus toimisi siihen tarkoitettulla tavalla mahdollisimman hyvin. Tavoitteena rakennuksen suunnittelussa olisi sen sopeutuminen hyvin ympäristöön. Pihapiirissä on rakennuksia, jotka ovat 1900-

luvun alkupuolelta. Myös tulevan rakennuksen kohdalla haluttiin tuoda samankaltaista koristeellisuutta esiin, jota on näkyvissä vanhemmassa rakennuskannassa. Ulkovuorauskin valikoitui lopulta muiden rakennusten mukaisesti paneeliverhoukseksi. Se ei ollut helpoin eikä nopein ratkaisu, mutta jatkoi valittua tyyliä.

3 RAKENNUSLUPA

Rakentaminen on luvanvaraista. Rakennusvalvontaviranomainen vetää toimenpiteen välisen rajan eli vaatiiko kohde rakennuslupaa vai toimenpidelupaa. Rakentamisen ohjauksen ja valvonnan tarve sekä sen ympäristövaikutukset ratkaisevat, milloin rakennuskohteita on pidettävä rakennuksina tai milloin niihin sovelletaan toimenpidelupasäännöksiä. Rakennuslupahakemus voidaan nykyään tehdä sähköisesti, mutta monella kunnalla ja kaupungilla on edelleen käytössä paperilomakkeilla täytettävä hakemus. Rakennusvalvonta tekee päätöksen luvan saamisesta. Rakennushankkeen edetessä rakennusvalvonta tekee katselmuksen, joka on tässä tapauksessa runkokatselmus. Kun rakennus on valmis, rakennusvalvonta tekee lopputarkastuksen, jossa rakennusviranomainen hyväksyy rakennuksen tai antaa huomautuksia puutteellisista asioista. (Lehtola, Rautiola, Saavalainen, Söyriä & Hansio 2002, 6.)

Lupaprosessi alkaa kysymällä oman kunnan tai kaupungin rakennusvalvonnalta, tarvitseeko tuleva rakennushanke toimenpideluvan vai rakennusluvan. Rakennustarkastaja ohjaa ja neuvoo, mitä asiakirjoja prosessiin vaaditaan. Kohteen lupaprosessi alkoi 2018 vuoden syksyllä, jolloin aloitin piirtämään rakennuslupakuvat. Piirsin kuvat Auto CAD-suunnitteluohjelmiston avulla. Lupakuviin kuuluvat ohjakuvat, julkisivukuvat, leikkauskuvat sekä asemapiirros. (Liite 1; Liite 2; Liite 3; Liite 4.)

Yksi rakennusvalvojan vaatima asiakirja on lainhuutotodistus, jolla osoitetaan rekisteriyksikön omistajaoikeus. Siinä näkyvät tiedot aikaisemmasta lainhuudosta, vireillä olevat lainhuutohakemukset sekä muut kiinteistöä koskevat merkinnät. (Maanmittauslaitos 2021.)

Rakennuslupakarttapaketti sisältää kantakartan sekä johtokartan. Tämä karttapaketti on tarkoitettu asemakaava-alueen ulkopuolella oleville rakennuspaikoille. Asemakaava-alueella sijaitseva rakennuspaikka vaatii karttapaketin, joka sisältää tonttikartan, asemakaavakartan asemakaavamääräyksineen, kantakartan ja johtokartan. Sekä lisäksi naapuritonttien ja kadun todelliset ajantasaistetut korkeustiedot. (Forssan Kaupunki 2021.)

Rakennushankeilmoitus on tilastolomake, jonka tiedot tallennetaan valtakunnalliseen väestötietojärjestelmään. Tarkoituksena on tallentaa tiedot jokaisesta suomalaisesta rakennuksesta ja niiden pinta-alat, tilavuudet sekä omistajatiedot. (Arkson 2018.)

Vastaavan työnjohtajan ilmoitus vaaditaan jokaisessa lupaa tai muuta viranomaishyväksyntää edellyttämässä rakennustyössä. Vastaava työnjohtaja johtaa rakennustyön suoritusta ja vastaa sen laadusta. Edellytyksenä on myös huolehtia rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan ja hyvän rakennustavan mukaisesta suorittamisesta. (Vastaavan työnjohtajan hakemus 2021, 2)

Selvitys naapurin kuulemisesta on asiakirja, jolla ilmoitetaan rakennushankkeesta naapurikiinteistön omistajille. Ilmoitus hakemuksen vireille tulosta ilmoitetaan joko hakijan tai kunnan toimesta. Luvanhakija voi antaa tällä lomakkeella ja naapurin allekirjoittamana viranomaiselle selvityksen, että naapurit ovat tietoisia rakennushankkeesta ja hakemuksen vireille tulosta. Naapuri voi tehdä lomakkeelle huomautuksen tai muistutuksen rakennushankkeesta. (Forssan Kaupunki 2021.)

4 RAKENNEOSIEN VALINTA

4.1 Perustamistavat

Alustavissa suunnitelmissa rakennukseen haluttiin saada koko alueelle teräsbetonilaatta. Tämä mahdollistaisi kuormalavojen liikuttelun sisätiloissa esimerkiksi pumppukärryillä. Alkuvaiheissa kaavailtiin myös kylmälle puolelle kuormalavahyllyjä ja jotta hyllyjä pystytään pinoamisvaunuilla kokoamaan, vaaditaan hyvää lattiaa. Muita vaatimuksia ei teknisesti ollut. Lattiavalu oli ainoa järkevä vaihtoehto rakennuksen lattiaa harkittaessa. Sen sijaan perustamistavoissa oli useampikin vaihtoehto, joita olisi pystytty käyttämään. Vaihtoehtoiset perustamistavat ovat esitelty seuraavissa kappaleissa.

4.1.1 Paaluperustukset

Paaluperustus on vaihtoehtona, jos maaperä on pehmeä ja pohjatutkimus on osoittanut, että kantava maakerros on yli viiden metrin syvyydellä. Perustaminen perusmuurein, anturoin tai pilarein tiivisrakenteisten pohjakerrosten varaan olisi kalliimpaa ja hankalampaa. Pintakerrosten pehmeiden vuoksi laattaperustustakaan ei voida käyttää. Paalut siis tukeutuvat kantavaan maaperään ja paalujen päälle voidaan valaa antura. Rakennuskohteessa maaperä ei ole niin pehmeä, että tarvittaisiin paaluperustusta, joten tästä vaihtoehdosta luovuttiin. (Rantamäki & Tamminen 2006, 32–33.)

4.1.2 Laattaperustukset

Reunavahvistettu laatta on hyvä ja nopea ratkaisu, sillä perustukset raudoitetaan ja valetaan yhdellä valukerralla. Reunavahvistettu laatta sopii rakennuspaikoille, jossa maan kantokyky on heikko. Tulevat kuormat siirretään maapohjaan yhtenäisen reunavahvistetun laatan avulla. Sen etu verrattuna anturaperustuksiin on, että se on yksinkertainen ja taloudellinen vaihtoehto. Etuna on myös vähäinen muottilaudoitustyö ja reunapalkkien valumuottina voidaan käyttää sokkelin ulkopinnan eristettä. Mikäli rakennuspaikalla on suuret korkeuserot ei laatta-

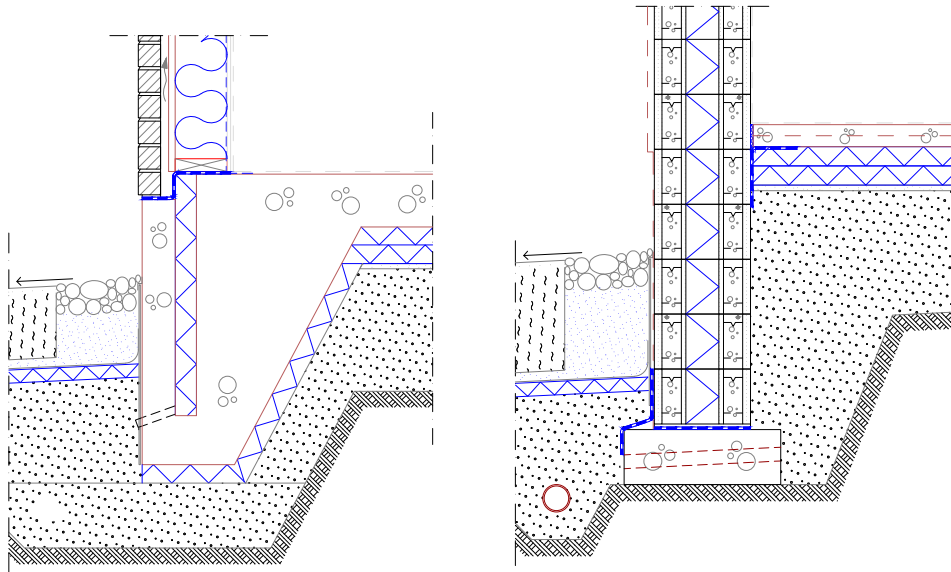
perustus soveltu käyttöön. Tämä perustamistapa olisi myös hyvin käynyt rakennuskohteen perustamistavaksi. (Suortti-Suominen 1995, 31–37; Rantamäki & Tammirinne 2006, 32–33.)

4.1.3 Anturaperustukset

Yleisin perustamistapa on matala perusmuurianturaperustus. Alapohja voi olla maanvarainen tai kantava. Roudan pääsy anturan tai alapohjaan estetään erillisillä routaeristyksillä. Perusmuuri voidaan valaa paikalleen betonista tai käyttää valmiita kevytsoraharkkoja tai valuharkkoja, tai se voidaan koota myös elementeistä. Anturat voivat olla myös pilarianturoita. Tätä ratkaisua käytetään, jos runkoratkaisuksi valittaisiin kolminivelkehärunko tai mastopilari, jolloin pystyrungolta tulevat kuormat saadaan suoraan ohjattua maaperään. (Suortti-Suominen 1995, 31–37.)

Ennen 1970-lukua yleisin perustustyyppi oli paikallaan valettu betoninen perusmuuri. 70-luvun jälkeen yleisimmäksi perustamistavaksi on taloissa sekä pienissä hallirakennuksissa noussut muurattavat kevytsoraharkko perusmuuri. Nopein tapa on käyttää perusmuurielementtejä. Purettavien anturamuottien tilalle on markkinoille tullut myös muotteja, jotka jätetään anturaan kiinni. Esimerkiksi valmiiksi eristetty muotti, jonka ympärillä olevat eristeet pitävät muodon kassassa. Toinen esimerkki on valmisanturat, joissa on valmiina pohjaraudoitus sekä poikittaisraudoitus.

Me päädyimme rakennushankkeessa käyttämään anturaperustamistapaa. Antura valettiin muottiin ja perusmuurissa käytettiin valuharkkoja. Valuharkot valittiin niiden nopean asentamisen takia. Valuharkkolla tehty perusmuuri on myös hyvin tukeva verrattuna esimerkiksi muutettavaan harkkoon. (Suortti-Suominen 1995, 31–37.)



Kuva 1. Oikealla puolella laattaperustus ja vasemmalla anturaperustus (Laakso 2019)

4.2 Runkoratkaisut

Runkoratkaisuja vertaillessa haluttuun vaihtoehtoon, joka on kustannustehokas ja soveltuu kyseiseen käyttöön hyvin. Runkoratkaisuksi haluttiin puurunkoinen ratkaisu. Seuraavissa kappaleissa on esitelty eri puurunkoratkaisuja, joista jokainen olisi pätevä ratkaisuvaihtoehto kyseiseen kohteeseen ja joita käytiin läpi suunnitelmia tehdessä.

4.2.1 Kolminivelkehä

Kolminivelkehä perustuu rakenteeseen, jossa katon ja seinän runko on yhdistetty toisiinsa jäykkänurkkaisesti siten, että perustuksiin syntyy vaakavoima myös pystykuormasta. Vaakavoimat otetaan vastaan sitomalla vastakkaiset anturat toisiinsa kiinni tai tukemalla anturat peruskallioon tai vinopaaluihin. Tällöin keharakenne pysyy ryhdissään. Kehät voidaan tehdä kertopuusta, liimapuusta tai NR-ristikoista. Kehäjako on tyypillisesti 4–8 m riippuen ovien koosta. Jännevälit voivat olla 10–35 m, mutta suuremmatkin jännevälit ovat mahdollisia. Rakenne on jäykkä kehän suunnassa, ja poikittaissuuntainen jäykistys voidaan toteuttaa kehien väliin asennettavilla ristikoilla. (Kurkela, Kivinen, Westman & Kevarinmäki 2003, 31–41.)

4.2.2 Pilari-palkki-runko

Kantavan rungon rakenteen muodostavat pilarit ja palkit. Kantavat pilarit sijoitetaan, joko seinän sisä- tai ulkopuolelle. Kantavat rakenteet voidaan valmistaa kerto- tai liimapuusta. Pystypilarien pilarijako on tyypillisesti 5–6 m, jolloin palkin koko ei kasva liian suureksi, mutta ne voidaan myös suunnitella melko vapaasti esimerkiksi ovien perusteella. Tyypillisesti tämänkaltaisen runkorakenne sopii rakenteisiin, jossa jänneväli jää alle 20 m. Poikittaispalkin päälle voidaan asentaa NR-ristikot esimerkiksi kattorakenteeksi K900 jaolla. (Lahtela 2008, 31, 39, 41.)

4.2.3 Puurunko, rankarunko

Puurunkoinen rankarunko on nykyisin hyvin yleinen rakenneratkaisu pienissä ja keskisuurissa maatalousrakennuksissa. Se koostuu kantavasta rankaseinästä ja kattoristikosta. Rankarunkotolpat naulataan sokkeliin kiinnitettyyn alasidepuuhun ja yläpäät sidotaan toisiinsa yläjuoksupuulla. Kantavilla seinillä vaaditaan palkit oviaukkojen päälle. Rakenteen korkeus voidaan määrätä ovien korkeuden mukaan. Jänneväli voi olla jopa 25 metriä, mutta rakenteen kustannustehokkuus laskee pitkien kattoristikoiden myötä. Rankarunkoisen rakennuksen jäykistys on hankalaa varsinkin, jos rakennuksella on poikittaispituutta jänneväliin verrattuna ja jos kantavassa runkorakenteessa on isoja oviaukkoja.

Valitsimme kohteeseen rankarunkoratkaisun. Ratkaisuun vaikutti merkittävästi se, että puut saatiin tilan omista metsistä ja sahaus onnistui myös tilan omalla kenttäsiirteillä. Tämä vaihtoehto toi myös kustannussäästöjä, vaikkakin kyseisellä tavalla työtunteja tuli puunhankinnasta ja sahausprosessista.

4.3 Ulkoverhoustratkaisu

Ulkoverhouksen tehtävänä on suojata seinärakenteita ulkoilman rasituksilta kuten sateelta, lumelta ja tuulelta sekä viimeistellä rakennuksen ulkonäkö. On siis tärkeää suunnitella julkisivurakenne lämpö- ja kosteusteknisesti toimivaksi ra-

kenteeksi, jolloin ulkoverhouksen huoltoväli on huomattavasti pidempi. Kosteuden pääsyä julkisivurakenteeseen ei voida täysin estää, jolloin yksi merkittävin yksittäinen asia on huolehtia riittävästä tuuletusvälistä. Seuraavissa kappaleissa on esitelty erilaisia julkisivuvaihtoehtoja, joita kyseiseen rakennukseen olisi voitu käyttää. (Koskenvesa & Pussinen 1999, 98–101.)

4.3.1 Peltiverhous

Seinäpellitys on yleinen ulkoverhoustapa maatalousrakennuksissa. Se on nopea ja ei tarvitse vuosihuoltoja samalla tavalla kuin esimerkiksi puinen paneeliverhous. Seinäpellit tilataan halutulla profiililla ja määrämittaan, jonka jälkeen pellit tuodaan tehtaalta työmaalle ja asennus hoituu helposti.

4.3.2 Puinen ulkoverhous

Puinen ulkoverhous on tyypillinen ratkaisu monessa pienemmässä rakennushankkeessa. Se on myös edullinen vaihtoehto. Puisia julkiverhoustapoja ja julkisivuverhoukseen tarkoitettuja lautoja on paljon erilaisia. Esimerkiksi pysty- tai vaakaverhouksena voidaan käyttää pontti-, saumarima tai lomalaudoitusta tai näiden yhdistelmiä. Lopulliseen ulkonäköön vaikuttaa ulkoverhouslautojen leveys, paksuus ja profiili. Ennen verhouksen aloittamista on hyvä käsitellä laudat pohjamaalilla. Laudat tulee asettaa sydänpuoli ulospäin, sillä puun sydänpuoli kestää enemmän räsitusta. Julkisivulautoja koettelevat myös aurinko ja UV-valo. On suositeltavaa, että käytettäisiin mahdollisimman paksua verhouslautaa. Tyypilliset ulkoverhouslaudan paksuudet ovat 19–28 mm. Puinen ulkoverhous vaatii ylläpitohoitoa ja julkisivulaudat olisikin hyvä maalata kymmenen vuoden välein.

Valitsimme kohteeseen paneeliverhouksen. Kohteessa käytettävä paneeli oli 125x25 mm puolipontattua paneelia. Valintaan vaikutti suuresti se, että ulkoverhouspuu saatiin kaadettua tilan omista metsistä sekä puutavara sahattiin omalla kalustolla. Laudat käytiin höyläämässä läheisessä höyläämössä. (Koskenvesa & Pussinen 1999, 98–101; Puuinfo 2021.)

4.4 Vesikate

Vesikaton tehtävä on suojata rakennusta kaikissa sääolosuhteissa. Vesikaton pitää olla täysin tiivis, sillä sade voi piiskata kattoa myrskyisellä säällä vaakata-sossakin. Suurimpia riskejä katon tiiveydessä aiheuttaa katteen lävistävät rakenteet, jonka vuoksi vesikatteen suunnittelu- ja toteutustyöt tehdään erityisellä huolellisuudella. Myös matalissa yläpohjarakenteissa tulee huomioida riittävä tuulettuvuus eristeen ja aluskatteen välissä, jotta kosteus pääsee pois rakenteesta.

4.4.1 Tiilikate

Vesikattoon on mahdollista käyttää kahta erilaista tiilivaihtoehtoa. Betonikattotiili valmistetaan tarkasti suhteuttaen läpivärjättyä betonimassaa kuivapuristamalla se muottiin. Betonikattotiili pinnoitetaan vielä massan värisellä maalilla, jolloin sen säänkestävät ominaisuudet paranevat. Toinen tiilivaihtoehto on keraaminen kattotiili, jota valmistetaan tarkoin valitusta savesta. Keraaminen kattotiili valmistetaan polttamalla massa korkeassa, jopa 1000 celsius asteen lämpötilassa. Se antaa keraamiselle kattotiilille erittäin hyvät säänkestävät ominaisuudet.

Alusrakenne täytyy tiilikatteelle tehdä vahvemaksi kuin esimerkiksi peltikatteelle. Tiilikateen omapaino on huomattavan suuri, jolloin se täytyy huomioida jo suunnitteluvaiheessa. Tiilikate on myös huomattavasti isotoisempi asentaa. (Keppo 2002, 35–41.)

4.4.2 Ohutlevykate (Peltikate)

Raaka-aineena käytettiin kuumasinkittyä muovattavaa ohutlevyterästä. Se voidaan valmistaa pelkästään kuumasinkittynä tai pinnoitettuna. Pinnoituksessa käytetään yleensä erilaisia muovipinnoitteita, joiden avulla saadaan riittävä säänkesto ja haluttu ulkonäkö. Muovipinnoitettujen levyjen värivalikoima noudattaa totuttujen kattovärien linjaa. Poikittaissuuntaisilla uramuodoilla muotole-

vyssä saadaan jäljitelyä perinteisiä tiilikatteita. Muodolla saadaan huomattavasti sileää levyä suurempi jäykkyys. Poimulevyissä on ainoastaan lappeen suuntaisia uramuotoja. Erilaisia profiileja käyttäen saadaan aikaan jäykkyydeltään ja ulkonäöltään erilaisia kateratkaisuja. Muotokatteelle suositellaan vähintään 1:4 kattokaltevuutta ja poimulevyille vähintään 1:7 kattokaltevuutta.

Kohteeseen valitsimme mustan poimulevykatteen. Tilan muissa rakennuksissa on myös käytetty mustaa poimulevykatetta, joten yhtenäisuuden vuoksi valinta oli oikea. Peltikate on myös nopeampi asentaa kuin tiilikate. (Keppo 2002, 23.)

5 RAKENNUSVAIHE

5.1 Aloitus

Rakennuslupa myönnettiin vuoden 2019 toukokuun alussa ja rakentaminen aloitettiin heti luvan myöntämisen jälkeen. Ennen aloittamista tehtiin kaupungille aloitusilmoitus.

5.2 Pohjatyöt

Pohjatyöt aloitettiin kuorimalla koko rakennuspaikalta pintamaat pois. Pintamaa poistettiin kokonaan tulevalta rakennuspaikalta sekä rakennusalueen ympäristöstä. Alueelle ei tehty erillistä pohjatutkimusta, sillä entuudestaan oli jo tiedossa, että maa on siltistä. Rakennuksen paikka oli sijainniltaan hyvä, sillä se oli luonnostaan korkealla niin että sadevedet oli helppo ohjata poispäin rakennuspaikalta. (Kuva 2.)



Kuva 2. Pintamaiden poisto (Laakso 2019)

Rakennuspaikan pohjalle laitettiin suodatinkangas, joka estää savimaan sekoittumisen salaajakerrokseen. Suodatinkankaan päälle laitettiin 0–32 mm kalliomursketta tulevan anturan alle, joka toimii kapillaarikatkona. Kalliomurskeen päälle asennettiin myös suodatinkangas, jotta kalliomurske ja murske eivät sekoittuisi. Rakennuksen ympäristöön ajettiin myös mursketta. Murske oli murskattu luonnonharjasta, joten seassa oli myös hienoainesta. Mursketta ajettiin isompi kerros rakennuksen etupuolelle, jossa kulkeminen tapahtuu. Rakennuksen ympärille ajettiin myös sopiva kerros mursketta, jotta telineiden siirtäminen sekä kulkeminen olisi vaivatonta. (Kuva 3.)



-

Kuva 3. Murskeen levitystä. (Laakso 2019)

5.2.1 Antura ja sokkeli

Suodatinkankaan päälle laitetun kapillaarikatkon tiivistyksen jälkeen asennettiin linjapukit nurkkiin. Linjapukkien väliin asennettiin linjalangat. Tarkka paikka ra-

kennukselle saatiin mittaamalla pihapiiriin päin olevan pitkän sivun etäisyys pihapiiriin muista rakennuksista. Linjalanka asennettiin niin, että se vastasi sokkelin ulkopintaa. Antura tehtiin 600x200 mm mitoilla. Raudoituksena oli 3 T8 ja poikittaisena raudoituksena T8 K300. Käytössä oli puiset anturamuotit, jonka seinämät oli koottu kahdesta päällekkäisestä 25x100 mm laudasta. Muottien pituus vaihteli 4–5 m välillä. Muottien jatko tehtiin niin että muotit limitettiin 200–300 mm toistensa päälle. Muottien paikalleen asettamisen jälkeen ja raudoituksen asentamisen jälkeen antura betonoitiin pumppuautolla nopeasti ja siististi. Kärsää liikutellaan niin, että aines osuu muottiin ja siirrytään eteenpäin sitä mukaan, kunnes muotti täyttyy sopivasti. Anturamuottiin meni kokonaisuudessaan reilu 13 m³ betonia ja yhteen autoon mahtuu betonia noin 9 m³. Anturavalussa kävi kaksi autoa, jotta valu saatiin viivyttelemättä tehdyksi. Anturavalun kulmiin upotettiin 32x100 mm puut, joihin sai naulattua pidikkeet linjalangalle. Linjalanka auttoi harkkojen ladonnassa. Lopuksi anturaan upotettiin pystyyn tartuntatapit T8 K2000 valuharkkoja varten. (Betoni 2021.) (Kuva 4.)



Kuva 4. Antura valmiina (Laakso 2019)

Sokkeli tehtiin valuharkkoilla. Ennen harkkojen latomista tarkistettiin anturan yläpinnan suoruus. Harkkoja ladottiin päällekkäin neljä. Valu voitiin suorittaa yhdellä valulla. Maksimissaan yhdellä kertaa voidaan valaa 1,5 m eli 7,5 harkkoa.

Ennen valua tuettiin nurkat, jotta ne eivät liiku valun aikana. Ovien kohdille ei laitettu harkkoja ollenkaan. Juuri ennen valua kasteltiin myös harkkojen pinnat, jotta betonimassa valuu paremmin jokaiseen onteloon. Betonimassan minimilujuusluokka on C25/30 ja betonin notkeusluokka harkkovalussa tulee olla S3 - S4. Valuharkkoissa käytettävää betonimassaa kutsutaan saumausbetoniksi. Saumausbetoni pumpattiin harkkoihin pumppuautolla. Täryttäminen suoritettiin pienellä sauvatäryttimellä joka toisesta harkosta. Sauvatäryttimen kanssa pitää olla varovainen, ettei harkot tai rauditus pääsisi liikahtamaan. Ensimmäisen ja kolmannen harkkoväliin laitettiin rauditus pitkittäin 2 T8. Limitykset raudituksen keskellä 500 mm ja kulmissa lenkit n.700 mm kummallekin puolelle. Pystyteräkset asennettiin, kun kaikki harkkokerrokset olivat asennettu. (Hb-betoni 2020.) (Kuva 5.)



Kuva 5. Sokkelin valmistuminen (Laakso 2019)

5.2.2 Routaeristys ja täyttö

Sokkelin ulkopintaan asennettiin patolevy, niin että patolevyn yläreuna jäi maanpinnan yläpuolelle. Patolevy kiinnitettiin yläreunasta kiinni noin 250 mm välein. On suositeltavaa, että patolevyn yläreunaan asennetaan myös lista, joka estää hienoainesten ja roskan pääsyn patolevyyn. Näin patolevy pysyy hengittävänä. Sisätäyttöön käytettiin mursketta. Sisätäytön paksuus oli noin 400 mm. Se tiivistettiin 450 kg tärylätkällä 200 mm kerrosvälein ja käyttäen reilusti vettä. Sisätäyttö tasattiin laserin ja laudan kanssa levittäen suoraksi ja tasaiseksi, johon oli hyvä asentaa eristelevyt. (Kuva 6.)



Kuva 6. Sisätäytön tasaaminen (Laakso 2019)

Rakennuksen koko alalle suunniteltiin 120 mm teräsbetoni-laatta, joten lattia eristettiin koko alueelta 100 mm paksuudelta. Eristeenä käytettiin Thermisol EPS 50 lattiaeristelevyä. Eristelevyn paksuus oli 50 mm, jolloin 100 mm eristepaksuus saatiin tiiviisti laittamalla eristelevyt ristiin toisiinsa nähden ja niin että saumat eivät tulleet kohdakkain. Reunoille laitettiin 100 % eristepaksuus koko rakennuksen ympäri eli 200 mm paksuudelta eristettynä. Sokkelin sisäpintaan

asennettiin sisätäytön yhteydessä 50 mm eristelevy. Sokkelin ulkopuolisessa eristyksessä käytettiin Therimisol EPS 100 routaeristettä. (Jackon Finland 2021.) (Kuva 7.)



Kuva 7. Lattiaeristeet (Laakso 2019)

5.2.3 Lattiavalu

Rakennukseen tehtiin teräsbetonilattia koko rakennuksen alalle. Teimme lattiavalun kohteessa jo ennen kuin runkovaihe alkoi. Tämä helpotti telineiden liikkumista sisäpuolella. Rakennukseen ei tullut vesipisteitä, joten lattiakaivojen kaatoja ei tarvinnut huomioida. Lattian valu oli suuruudeltaan noin 72 kuutioita. Lattiavalu tehtiin kahtena peräkkäisinä päivinä. Valu jaettiin niin että liikkumasauha saatiin rakennuksen väliseinän kohdalle, jolloin se ei ole esteettisesti näkyvillä. Betonimassan lujuusluokaksi valittiin K30 (C25/30). Betonin levittäminen tapahtui pumppuautolla ja levitykseen vuokrattiin kaksoistärypalkki, jonka avulla isonkin pinta-alan saa levitettyä nopeasti ja siististi. Valmistelevana työnä edellisenä

päivänä valettiin tärypalkin linjaputkien alle patja, jossa linjaputket olisivat suorassa ja oikeassa korossa. Jotta lattiasta tulee suora, pitää linjaputkien alla oleva patja tehdä tarkasti ja huolellisesti. Tärypalkki liukuu varsinaisessa valuvaiheessa linjaputkien päällä. Itse betonimassan levittämisessä tarvitsee olla vähintään neljä henkilöä. Kaksi, jotka vetävät narusta tärypalkkia, yksi kärsän päässä ja yksi lapiomiehenä. Raudoitukseksi valittiin 8T 200 harjateräsverkko, joka asennettiin eristeen ja korotekuppien päälle. (Kuva 8.)



Kuva 8. Betonimassan levitystä kaksoistärypalkilla (Laakso 2019)

Kun betonimassa oli levitetty, edessä oli lattiapinnan viimeistely.

Betonilattiaa ei saa hiertää liian aikaisin. Hiertäminen aloitetaan vasta, kun valu on lähtenyt sitomaan pintaa syvemmältä eikä upota yli 5 mm enempää käveltäessä sen päältä. Hierron jälkeen tai sen aikana pintaan ei saa nousta vettä. Se voi vaikuttaa alentaen pinnan kestävyyttä ja lujuutta sekä tehdä pinnasta epätasaisen ja pölyävän. (Rudus 2021)

Kohteeseen vuokrattiin kaksi polttomoottorista hierrintä. Käsini hiertäminen olisi ollut liian suuri työ sekä vienyt liian kauan aikaa. Koneella hiertäminen aloitetaan asentamalla hiertolevy, joka oli tässä tapauksessa halkaisijaltaan \varnothing 600 mm, kiinni hiertimen siipiin. Kone hiertää pintaa pyörivällä liikkeellä. Pinta käydään läpi levyn kanssa ensin kokonaan ja sen jälkeen hiertolevy irrotetaan ja pinta liipataan koneessa kiinni olevalla kolmella siivekkeellä. Kone ohjataan edestakaisilla puoliympyrän muotoisilla liikkeillä. Reunat ja kulmat käytiin läpi käsini hiertäen ja liipaten. (Kuva 9.)

Kun laatta oli viimeistelty niin yötä vasten asensimme sen päälle muovin sateen varalta. Jos sade olisi tullut olisi se hajottanut pinnan. Kastelua ei tarvittu, sillä lämpötila oli noin 13 asteessa ja sää oli pilvinen. Laatan lujuuden kehitys oli sopeva eikä halkeamia tullut.



Kuva 9. Betonihierimellä hiertämistä (Laakso 2019)

5.3 Kantava runko

Kohteeseen valittiin puurankarunko. Rakennuksen kantava runko tehtiin pitkistä puutavarasta eikä se tullut valmiina elementteinä. Runkotolppina käytettiin 150x50 mm. Tolpat naulattiin kiinni alajuoksuun molemmin puolin. Tolpat sahattiin määrämittaam ja niihin lovettiin yläjuoksua varten yläpäähän 150x50 mm lovi. Alajuoksu asennettiin sokkelin päälle tehden reiät pystytappien kohdalle ja harjateräkset taivutettiin alajuoksun päälle. Sokkelin ja alajuoksun väliin asennettiin solumuovi. Rakennuksen toiseen pään lämpimän tilan kattokorkeus tehtiin matalammaksi kuin kylmän tilan, sillä lämpimän tilan käyttötarkoitus ei vaadi korkeampaa kattokorkeutta ja näin myös säästetään lämmityskuluissa. Lämpimän tilan kattokorkeudeksi määritettiin 3 300 mm ja kylmän tilan kattokorkeudeksi 4 700 mm. Näin ollen runko tehtiin sahaamalla lämpimän osan runkotolpat lyhyemmäksi ja kattoristikot tilattiin ns. korkeampina lämpimälle puolelle, jolloin harjalinja saatiin säilytettyä yhtenäisenä.

Rakennukseen valittiin rankarunko. Vaihtoehtoinen rakenne, jota rakennukseen mietittiin, oli kolminivelkehäinen runko. Rakennuksen jänneväli oli kuitenkin vain 15 metriä, jolloin nivelkehä ei ollut enää kustannustehokas. Kannattavampaa on tehdä jänneväliltään yli 20 metriä leveään rakennukseen nivelkehärunko. Rankarunkoisen runkovaihtoehdon etu oli myös se, että runkotolpat saatiin tilan omista puista. Rankarunkoisen rakennuksen huono puoli on se, että kyseinen rakennus on 40 metriä pitkä, jolloin rungon jäykistäminen on hankalaa. Myös ovien päälle joudutaan asentamaan kantavat pilarit. Rungon jäykistäminen suoritettiin niin, että jokaiseen kulmaan tehtiin levymäiset vinotuet alakulmasta 45 asteessa kohti yläpaarretta. Tuet tehtiin 32 x 100 mm ruodepuusta, joita jäykistävässä rakenteessa on kuusi kappaletta rinnakkain. Tiedossa oli myös tarkasti tulevan väliseinän paikka. Väliseinän alapaarre asennettiin ankkuroiden lattiaan, jolloin siihen saatiin asennettua tuki.

5.3.1 Kattoristikot

Kattoristikot tilattiin Somerolaiselta Rp-elementiltä. Korkeisiin kattoristikoihin tehtiin myös vinttitila, jolloin saadaan hyödynnettyä lämpimän tilan päälle jäänyt

hukkatila. Kattoristikot mitoitettiin niin, että vinttitilaa voidaan kuormittaa $0,2 \text{ kN/m}^2$. Ennen kattoristikoiden nostoa paikoilleen merkattiin yläjuoksuun kattoristikoiden paikat ja naulattiin kulmaraudat valmiiksi. Tämä helpotti kattotuolien asentamista. Kattoristikot asennettiin 1200 mm asennusvälein. Autonostin nosti kattotuolit yksi kerrallaan ylös ja asentamisen aikana kattotuoleja tuettiin. Kattoristikoiden pituus oli 15 metriä , jolloin ristikko oli pitkittäissuunnassa huojuva. Tämän vuoksi ristikko tarvitsi tukea hyvin monesta kohtaa asentamisvaiheessa. Kattotuolit tuettiin molemmista päistä kahdella vinottaistuella sekä keskeltä kahdesta eri kohdasta. (Kuva 10.)

Asennuksen aikana käytettiin ajettavaa saksilavanostinta sekä toisessa päässä traktorin kärryllä olevaa telinettä. Kattoristikoiden asentamisen jälkeen tehokain jäykistämistapa oli asentaa lautalevytyks kattoristikoiden alapaarteeseen. Asennus suuntautui kulmista kohti keskialuetta. Tällä jäykistyksellä saatiin aikaan riittävä jäykistys runkovaiheesta eteenpäin etenemiseen. (Puurakenteiden jäykistysuunnittelun ohje 2006; Liite 5; Liite 6.)



Kuva 10. Valmis runko kattotuoleille (Laakso 2019)

5.4 Katto

Kattoristikoiden asentamisen jälkeen tehtiin rakennuksen räystäät. Räystäät tehtiin 800 mm pitkinä. Räystäät verhoiltiin tekemällä kukkopuiden päälle laudoitus, jolla räystääs lyötiin umpeen. Räystääspuuna käytettiin 25x100 mm lautaa. Räystääs maalattiin ulkoverhouksen mukaan alhaalta päin, jolla saatiin yhtenäinen ja siisti kokonaisuus.

Kattoristikoon lyötiin ennen aluskatteen asentamista 25x50 mm puu, jolla kattoristikoiden pinta korotettiin samaan tasoon kuin räystäät, joihin asennettiin 25x100 mm lauta. Tähän asennettiin kondensiosuojattu aluskate nitojalla niin että aluskate sijoittui räystäisiin asti. Aluskatteen päälle asennettiin tuuletusrimat 25x50 mm puusta, jotta ruodepuiden ja aluskatteen väliin jäi riittävä tuuletusrako. Korotusrimat naulattiin 64x2,9 mm kuumasinkityillä nauloilla samoin kuin tuuletusrimat samoilla, kooltaan kuitenkin 90x3,1 mm nauloilla. Tämän jälkeen saatiin asennettua ruodepuut, johon valikoitui 32x100 mm ruodepuu. Ruodepuut kiinnitettiin 90x3,1 mm kuumasinkityillä konenauloilla. Varmistukseksi lyötiin joka toiseen kattoristikoon viiden tuuman kalvanoitu naula.

Kohteen kattomateriaaliksi valittiin pelti, sillä se on nopea ja helppo asentaa ja se on pitkäikäinen vaihtoehto. Se myös jäykistää rakennetta huomattavasti paremmin kuin moni muu kateratkaisu. Katteeksi valittiin Ruukin T20 profiililla oleva suoralinjainen pelti. Pellit tilattiin suoraan lappeen pituisena eli 9 metrisenä, jolloin välttyttiin poikittaissaumoilta. Peltien leveys oli yksi metri. Nostimme pellit katolle traktorin etukuormaimen tehdyllä nostinalustalla. Pelti nostettiin maassa pitkittäin telineelle, jonka jälkeen traktori ajettiin kohtaan, johon pellit haluttiin nostaa suorassa kohti lapetta. Telineen kärjen tultua lappeelle, pelti vedettiin köysien avulla paikoilleen. Käsipuristin kiristettiin peltiin kiinni niin, että se toimi vetokahvana. Nostotapa vaatii kuskilta rauhallisuutta ja rauhallisia liikkeitä. Myös rakennuspaikan ympärillä oli oltava riittävästi tilaa, jotta pelti saatiin kohtisuoraan nostopaikalle. Kyseinen työtapa osoittautui tehokkaaksi saada pitkät pellit helposti paikoilleen.

5.5 Ulkovuoraus

Runkotolppiin asennettiin kiinni 12 mm tuulensuojalevy. Sen päälle lyötiin jokaisen runkotolpan kohdalle 25x50 mm lauta, joka toimii tuuletusrakona ja samalla sitoi tuulensuojalevyä. Niiden päälle asennettiin ristikoolaus, johon naulattiin kiinni paneelit. Koolauspuuksi laitettiin 32x100 mm. (Kuva 11.) Koolauspuut naulattiin kiinni runkotolppaan, jotta se on tarpeeksi jäykkä alusta paneelia lyödessä. Ulkovuoraus tehtiin 125 x 25 mm puolipontatusta kuusipaneelista. Kuusipaneelin valitsimme männyn sijasta sen paremman säänkestävyyden vuoksi. Vaihtoehtoisena ulkovuorausmateriaalina oli myös pelti, mutta paneeliverhous valittiin, sillä se soveltui ympäristöön paremmin. Pihapiirissä on vanhempia rakennuksia, joissa on ulkovuorauksessa mukailtu samankaltaista tyyliä. Huoltotoimenpiteitä paneeliverhous vaatii noin 10 vuoden välein, jolloin se olisi hyvä maalata uudestaan. Ulkoverhous tehtiin tyyliltään pysty-vaaka-pysty-periaatteella. Saumakohtaan asennettiin tippalista, jotta vesi ei pääse ulkovuorauksen alle. Pystypaneelien alapäätt sahattiin myös viistoksi, jotta vesi tippuu hyvin pois. Paneelit naulattiin 75x3,1 mm kuumasinkityillä konenauloilla useasta eri kohtaa. (Puuinfo 2021.) (Kuva 12.)



Kuva 11. Ulkovuoren koolaus (Laakso 2020.); Kuva 12. Valmis ulkovuori (Laakso 2020.)

5.6 Ikkunat ja ovet

Rakennuksen kylmälle puolelle tehtiin kaksi isompaa ovea, jotta koneilla kulkeminen olisi helppoa. Oviaukon leveys on 6 m ja korkeus 4,5 m. Näihin oviin tehtiin liukuovet. Liukuoviin tehtiin puinen runko 32x100 mm puusta. Ovet tehtiin kahdesta yli kolmimetrisestä liukuovesta, jotka liukuvat omille puolilleen. Ovet verhoiltiin myös paneelilla yhtenäisyyden vuoksi. Ovien koosta johtuen oviin asennettiin liukukiskot ja laakeroidut ovipyörästöt takaamaan kevyen liikkuvuuden.

Lämpimälle puolelle tehtiin myös yksi isompi kulkuaukko, jossa on nosto-ovi varmistamassa lämpötiiviyden ja helppokäyttöisyyden. Oviaukko on 3 m korkea ja 4 m leveä. Nosto-ovi tuli Turner-Door Oy:ltä. Ovi on varustettu nostokoneistolla. Oven neljänteen lamelliin tuli neljä ikkuna-aukkoa, jotka antavat eteläpuolelta lisävaloa työtilaan. Nosto-oveen ei haluttu kulkuovea tässä tapauksessa. Varsinainen käyntiovi tehtiin erikseen lämpimälle puolelle, sillä talvisin käynti ainoastaan nosto-ovesta toisi lämpöhäviötä liikaa. Käyntioveksi valittiin 210x100 mm asuinrakentamisessakin käytettävä ulko-ovimalli.

Kylmän ja lämpimän puolen välille asensimme myös kolme väliovea. Palomääräyksien vuoksi väliseinässä on palokatko, jolloin myös väliovien pitää olla EI30 luokiteltuja. Kahdessa väliovessa on pariovet, jotka ovat mitoiltaan 210x200 mm. Toinen ovi on kulkuna kylmälle puolelle ja toinen ovi kulkuna maalaushuoneeseen. Tämä mahdollistaa tavaroiden siirtämisen kuormalavoilla ja rullakoilla tilojen välillä. Myös taukokuoneeseen tuli EI30 luokiteltu ovi, joka oli normaalin kulkuoven kokoinen eli 210x100 mm. (Kuva 12.) Ovet tuli Forssan Metallityöt Oy:ltä, joka on Suomen johtava palo- ja turvaovien markkinajohtaja. (Forssan Metallityöt 2021.)



Kuva12. Palo-ovien luokiteltu EI30 paloluokka (Laakso 2020)

5.7 Viimeistely

5.7.1 Villoitus, koolaukset ja levytys

Rakennuksen lämpimän puolen runkotolppien väliin tuli Parocin 150 mm paksu kivivilla eriste. Runkotolpat olivat 600 mm jaolla, jolloin eristeen asentaminen oli helppoa ja villat menivät tiiviisti paikalleen. Eristevillalevy asennettiin pystysuunnassa, jolloin hävikkiä syntyi mahdollisimman vähän. Villat tulee asentaa huolellisesti niin, että ne tulevat tuulensuojalevyä vasten suoraan.

Runkotolppien villoituksen jälkeen asennettiin höyrynsulkumuovi. Höyrynsulkumuovina tulee käyttää siihen tyyppihyväksytyä muovia. Esimerkiksi kirkas rakennusmuovi ei sovellu käyttöön. Höyrynsulkumuovi tulee asentaa niin, että se on täysin tiivis eikä vuotokohtia ole. Saumakohtat tulee limittää vähintään 300 mm toistensa päälle, jonka jälkeen sauma teipataan vielä höyrynsulkuteipillä.

Höyrynsulkuun tulee käyttää siihen tarkoitettua teippiä sekä höyrynsulkuun asetetut DIN 4108-7 -standardit täyttävää teippiä. Höyrynsulku nidottiin kattoristikoiden alapaarteeseen kiinni, jonka jälkeen kattoon asennettiin 32x100 mm harvalaudoitusta K400 välein. Yläpohjan eristeeksi valittiin puhallettava lasivillaeriste. Eristepaksuudeksi tuli noin 350 mm.

Seinille laitettiin höyrynsulkumuovin päälle 50 mm eriste. Ristikoolaus tehtiin 50x50 mm koolauspuulla. Koolauspuut tuli K400 välein. Tässä välissä kuljetettiin myös sähköjohdot seinien pistorasioille. Sähköjohdot putkitettiin jo lattiavallun alle ja nostettiin sieltä seinustalle. Näin päästiin mahdollisimman vähällä höyrynsulun puhkomisella. Kun sähkörsioiden paikat oli määritetty, rasiat nauhattiin koolaukseen ja sähköjohdot vedettiin rasioille. Tämän jälkeen pystyttiin villoittamaan lisäeriste. (Kuva 13.)



Kuva 13. Höyrynsulkumuovin ja koolauspuiden asennusta (Laakso 2020)

Lämpimän tilan levytyksessä mietittiin tilan käyttötarkoitusta. Tila tulee toimimaan osittain puutyöverstaana ja sopivaksi valinnaksi tilan levytykseen valikoitui 9 mm koivuvaneri. Pitkien puulankkujen kanssa työskennellessä seinät voi

joutua kolhituksi ja hyvä materiaalivalinta mahdollistaa, että seinään ei jää suurta jälkeä. Kipsilevy on materiaalina huokoinen ja ei kestä kolhuja, joten se ei soveltunut tilaan. Havu- ja koivuvaneria vertaillen ei ollut teknisiä eroja. Koivuvaneri on kosmeettisesti siistimpää, vaikkakin myös hieman kalliimpaa. Koivuvanerin tuli Rakennustarvike Nyberg Oy:stä. Vaneri oli 1030x3000 mm. Levyt pyrittiin asentamaan niin että tehdassaumat saataisiin toisiaan vasten, jolloin saumasta tuli siisti. Käytössä oli myös tarkkuussirkkeli, jolla levyt saatiin sahattua tarkasti mittoihinsa. Myös katto levytettiin samoilla levyillä. Kattoa levyttäessä apuna oli levyhissi, joka on ehdoton apuväline levyjen kanssa työskentelyssä. Levyt ruuvattiin koolauksiin kiinni 3x35 mm ruuveilla. (Kuva 14.)



Kuva 14. Katon levytystä (Laakso 2020.)

5.7.2 Sähköistys

Rakennukselle tehtiin uusi sähkönsyöttö pääkeskukselta muualta pihapiiristä. Pääkeskukselta lähtee sähkönsyötöt jokaiseen rakennukseen. Uuden rakennuksen pääsulakkeiden suuruudeksi asennettiin 25A. Pääkeskukselta sähkökaapeli kaivettiin maahan ja syöttökaapelina käytettiin Drakan maakaapeli MCMK 4X16+16. Syöttökaapeli asennettiin narun kanssa putkeen, johon on

mahdollista lisätä myös tulevaisuudessa esimerkiksi ohjauskaapeli, mikä mahdollistaisi hallin ulkovalojen ohjauksen myös kauempaa.

Rakennuksen lämmin tila tulee toimimaan myös puutyöverstaana. Siksi jokaiselle seinustalle tuotiin riittävästi sähkörasioita. Sähköjohdot tuotiin lattiavalussa sähkökeskukselta putkissa seinustoille. Jokaiselle seinustan rasialle tuotiin voimavirta mahdollisuus, koska puuntyöstökoneet käyttävät voimanlähteenä sähkömoottoria ja tarvitsevat 3-vaihetta toimiakseen. Valovirtapistorasiat asennettiin vaatimusten mukaan vikavirtasuojan taakse.

Valaistuksessa käytettiin led loisteputkivalaisimia 2x22 W. Lämpimälle puolelle valaisimia tuli 9 kappaletta yleisvalaisimeksi. Tilaan asennettiin erikseen vielä kohdevalaistus työpöydille sekä tarvittaville työkoneille. Kylmälle puolelle asennettiin yleisvalaistukseksi samoja led loistevalaisimia. Lämpimän tilan nosto-oven eteen asennettiin sähköinen lattialämmityskaapeli, jotta talvisin koneiden mukana kulkeutuneet lumet saadaan kuivatettua laatan päältä.

Lämpimän puolen lämmitysmuodoksi valikoitui samoihin aikoihin ilmalämpöpumppu. Mahdollisesti tulevaisuudessa lämmitysmuoto muuttuu hakelämmitykseksi.

6 POHDINTA

Tarkoituksena oli suunnitella ja rakentaa konehalli varustettuna lämpimällä tilalla. Rakennushanke oli iso, sillä ulkopuolista työvoimaa ei juurikaan käytetty. Rakennus valmistui 2020 heinäkuussa, jolloin suoritettiin lopputarkastus hyväksytysti. Valmiista lopputuloksesta tuli erittäin hyvä. Lopputulos näyttää hyvältä ja sopii ympäristöön erittäin hyvin. Kaikkiin osa-alueisiin oltiin hyvin tyytyväisiä. Rakennusvaiheessa tiettyjä osa-alueita olisi voinut suorittaa toisin. Lopputulos näkyy alla olevista kuvista. (Kuva 15.; Kuva 16.; Kuva 17.) Myöhempään ajankohtaan jäi vielä rakennuksen hallin rännikourujen ja syöksytorvien asntaminen.



Kuva 15. Julkisivu etelään (Laakso 2020.)



Kuva 16. Julkisivu länteen (Laakso 2020.)



Kuva 17. Julkisivu pohjoiseen (Laakso 2020.)

LÄHTEET

Arkson. 2018. Mitä papereita tarvitsen rakennuslupahakemukseen ja miten se täytetään? Viitattu 12.2.2021 <https://arkson.fi/category/rakentaminen/>.

Betoni. 2021. Anturat. Viitattu 12.02.2021 <https://betoni.com/koti-betonista/rakennustapavaihtoehdot/perustukset/anturat/>.

Forssan kaupunki. 2021. Rakennuslupa. Viitattu 2.12.2021 <https://www.forssa.fi/asuminen-ja-ymparisto/tekniset-palvelut/rakennusvalvonta/rakennuslupa/>.

Forssan Metallityöt 2021. Viitattu 2.02.2021 <https://www.forssanmetallityot.fi/fi/>.

Jackon Finland. 2021. Lattiaeristeiden ominaisuudet. Viitattu 2.12.2021. <https://www.jackon.fi/rakentaminen/thermisol-eristeet/lattiaeristeet/maanvastainen-alapohja/thermisol-eps-100-lattia/>.

Keppo, J. 2002. Pientalon vesikatto- ja ulkoverhoustyöt. Saarijärvi: Rakentajan Tietokirjat. 25, 35-41.

Koskenvesa, A & Pussinen, T. 1999. Pientalon rakentaminen. Tampere: Rakennustieto Oy.

Kurkela, J., Kivinen, T., Westman, V. & Kevarimäki, A. 2003. Suurten maatalousrakennusten puurunkoratkaisut. Espoo: Otamedia Oy. 31-41.

Hb-betoni. 2020. Valuharkkojen asennusohje. Ohje 9/2020. Viitattu 10.2.2021. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjeg7DS2uPuAhWFK3cKHYNEDB8QFjAAegQIA-xAC&url=http%3A%2F%2Fwww.hb.fi%2Fmedia%2Fkuvat%2Fesitteet%2Fvaluharkkoperustuksen-asennusohje.netti.pdf&usg=AOvVaw1QWGdVcjrVvKET-AhYhGPu>.

Lehtola, K., Rautiola, E., Saavalainen P., Söyriä S. & Haisio I. 2002. Luvan hakeminen rakentamiseen. Rakennustietosäätiö. Viitattu 12.2.2021. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ez.lapinamk.fi/resource/juha/content/4593#page=1>.

Maanmittauslaitos. 2021. Lainhuutotodistus. Viitattu 2.12.2021. <https://www.maanmittauslaitos.fi/kiinteistot/asiantuntevalle-kayttajalle/kiinteistotiedot-ja-niiden-hankinta/rekisteriotteiden-0>.

Puuinfo. 2021. Ulkoverhous. Viitattu 12.02.2021. <https://puuinfo.fi/teeseitse/remontointi/ulkoverhous/>.

Puurakenteiden jäykistyssuunnittelun ohje. 2006. Ohje 10/2006. Helsinki: VTT. Viitattu 28.01.2021. https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2006/jaykistys_2006.pdf.

Rantamäki, M. & Tammirinne, M. 2006. Pohjarakennus. Helsinki: Otatiето. 32–33.

Rudus. 2021. Nopeammin päällystettävä lattiabetoni käyttöohje. Viitattu 12.2.2021

<https://www.rudus.fi/ohjeet/betonin-ohjeet/np-lattiabetoni-kayttoohje#>.

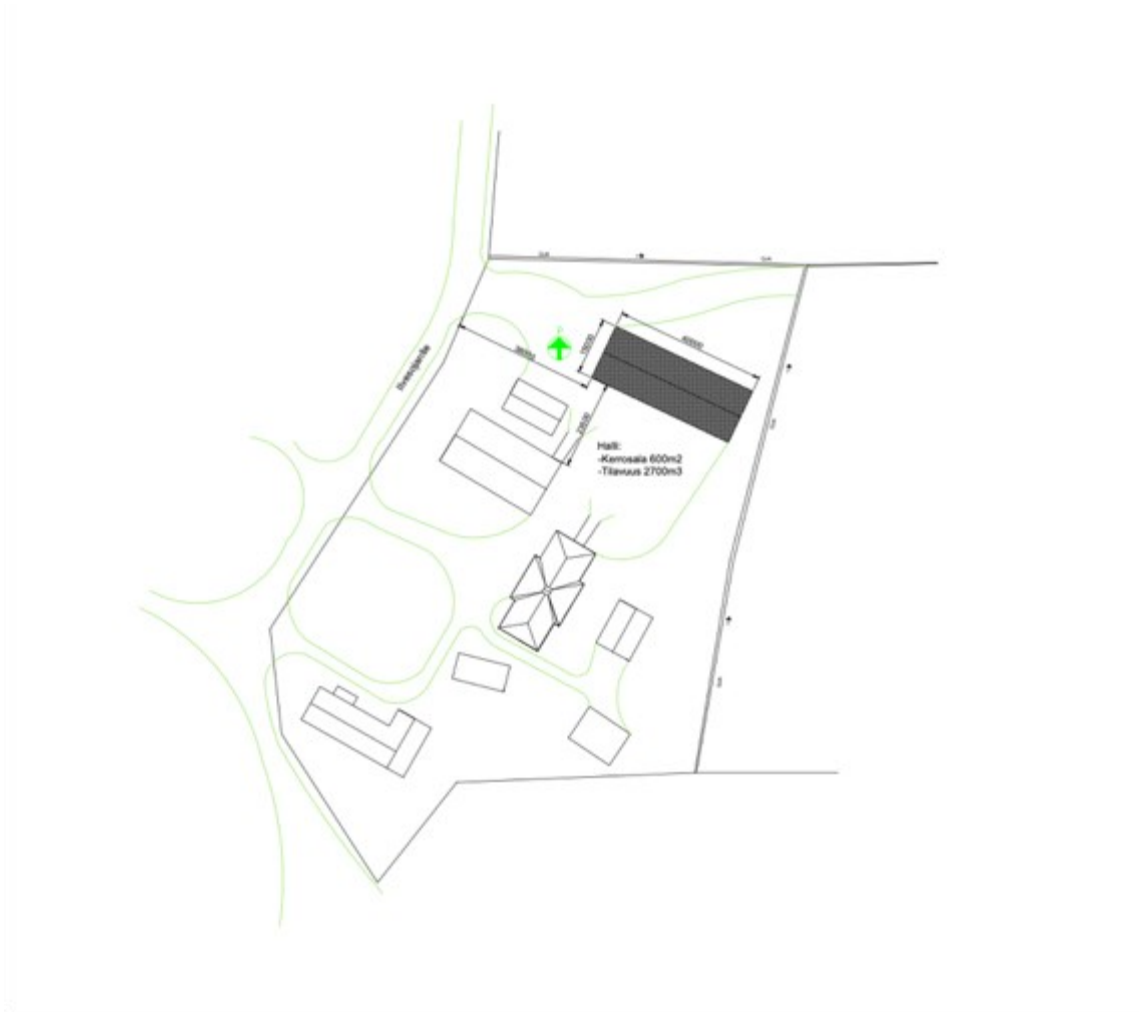
Suortti-Suominen, T. 1995. Pientalon perustamisopas. Tampere: Rakentajan kustannus. 31–37.

Vastaavan työnjohtajan hakemus 2021. Lomake 2/ 2021. Forssan kaupunki. Viitattu 20.2.2021 <https://www.forssa.fi/client/forssa/userfiles/lomake-frs-tyonjohtajahakemus-rakval.pdf>.

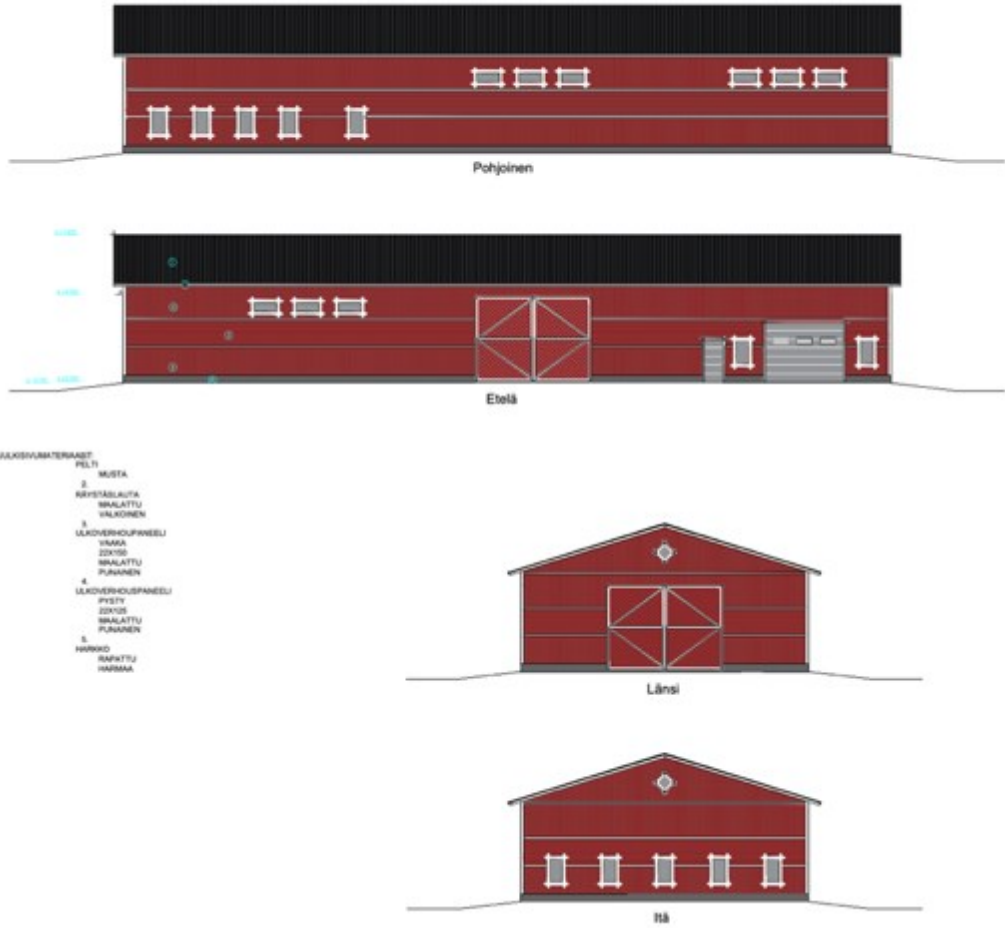
LIITTEET

- Liite 1. Pääpiirustus (Asemapiirros)
- Liite 2. Pääpiirustus (Julkisivu)
- Liite 3. Pääpiirustus (Leikkaus)
- Liite 4. Pääpiirustus (Pohja)
- Liite 5. Ristikkokuvat
- Liite 6. Ristikkokuvat

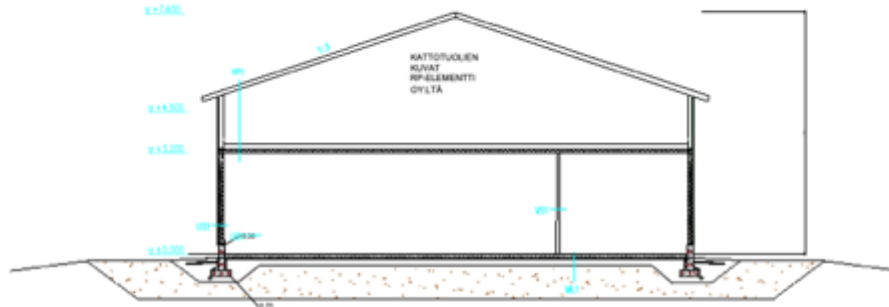
Liite 1. Pääpiirustus (Asemapiirros)



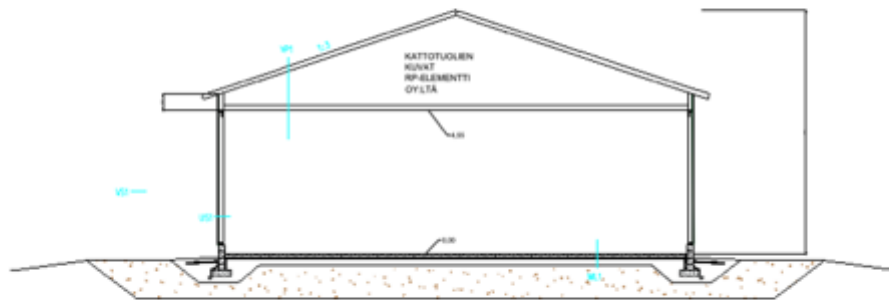
Liite 2. Pääpiirustus (Julkisivu)



Liite 3. Pääpiirustus (Leikkaus)

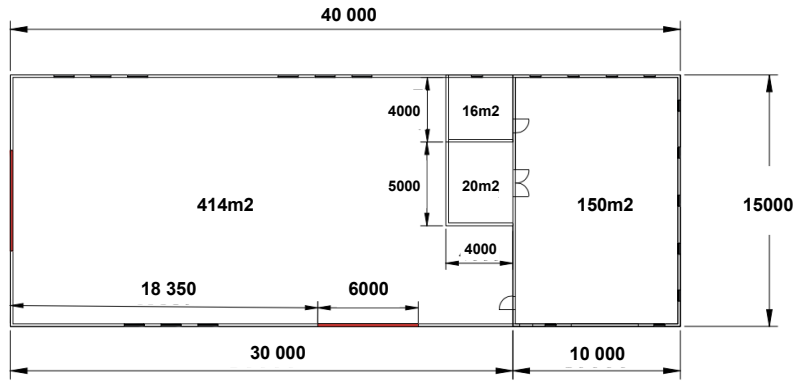


- | | | | |
|------|---|------|---|
| VP 1 | <ul style="list-style-type: none"> PUUVAI ROUDET ALUSVAI KATTOKANNAKKAUS VAUKKOVA KANNAKKAUS ENERGIIVÄHÄ-VAUKKOVA ERISTYSVAI KANNAKKAUSVAI KANNAKKAUSVAI VAUKKOVA | VL 1 | <ul style="list-style-type: none"> VAUKKOVA KANNAKKAUSVAI VAUKKOVA VAUKKOVA |
| VS 1 | <ul style="list-style-type: none"> VAUKKOVA VAUKKOVA VAUKKOVA VAUKKOVA + VAUKKOVA VAUKKOVA VAUKKOVA VAUKKOVA | VL 1 | <ul style="list-style-type: none"> VAUKKOVA VAUKKOVA VAUKKOVA + VAUKKOVA |



- | | | | |
|------|--|------|---|
| VP 1 | <ul style="list-style-type: none"> PUUVAI ROUDET ALUSVAI KATTOKANNAKKAUS VAUKKOVA | VL 1 | <ul style="list-style-type: none"> VAUKKOVA KANNAKKAUSVAI VAUKKOVA |
| VS 1 | <ul style="list-style-type: none"> VAUKKOVA VAUKKOVA VAUKKOVA VAUKKOVA | VL 1 | <ul style="list-style-type: none"> VAUKKOVA VAUKKOVA VAUKKOVA + VAUKKOVA |

Liite 4. Pääpiirustus (Pohja)



Liite 5. Ristikkokuvat

Seaco RakenneTekniikka Oy 2019

RAK 212-5156/1 AKU LAAKSO
 Käyttöluokka Seuraamuslk. Toteutuslk. Käyttöikä
 2 CCZ TLZ 50v
 1200 mm

KUORMITUSLEVEYS (k-jako)
 KUORMITUKSET (ilman kattotuolin omaa painoa)
 lumi (massa) 2,60 kN/m²
 omapaino yläpaarre 0,15 kN/m² (pellit)
 alapaarre 0,30 kN/m²
 tuulikuorma 0,60 kN/m²

ALAP. LOPPUTAIPIUMA 13 mm L/300= 49 mm
 ALAP. KOKONAISTAIPIUMA 23 mm L/200= 74 mm
 ALAPAARTEEN PÄIDEN VAAKASIIRTYMIEN SUMMA 9 mm

NAULALEYVYVAHVISTUS: TUET 1,2
 YLAPAARTEEN NURJAHDUSTUENTAVALI 550 mm Sivus nurj. käyttöaste 1.00
 Standardi, määräykset ja ohjeet / Eurokoodi 5 mukainen menetelmä
 EN 1990 2002, EN 1995-1-1 2004+A1+AC 2008+A2 2014, EN 1995-1-2 AC 2004
 EN 1991-1-1 2002, EN 1991-1-2 2004, EN 1991-1-3 2006, EN 1991-1-4 2005
 Suomen rakentamismääräyskokoelma, puurakenteet(2016) ja kansalliset liitteet NA
 Sovellusohjeet RIL 205-2017, RIL 201-2017, RIL 248-2013
 NAULALEYVYVAHVISTUKSEN SUUNNITTELU SOVELLUSOHJE 1.2.2017 / Inspecta Serifiointi Oy

SUUNNITTELUSSA KAYTETTY OHJELMA: Wode2000 24.04.2017

Inspecta Serifiointi Oy on tarkastanut ja hyväksynyt tämän suunnitteluohjelman nautalevyrakenteiden suunnittelun 31. päivänä toukokuuta 2017

NAULALEYVYT Lauseissa Vainoissa
 LL13 VIT-S-02366-17 31. 5. 2022

SIJOTUS Ellei toisin merkitty symmetrisesti liitokseen nähden
 Levyn pääsuunta osoitettu viivituoksellalla --
 Sijoitustoleranssi 5mm
 Naulalevyn kohdistuspiste (●) puun reunaan

LAADUNVALVONTA- JA VALMISTUSPYYKTIKIRJA	VALMISTUKSESTA VASTAAVA	LUJ. LAJ. TUNNUS	SORMI J. TUNNUS
Näyhyvyyden nimi	Toler.	NN	Huomautuksia
Rakenteen pituus	--10		
korkeus	h1		
korkeus	h2		
Koputiiden sijainnit			
Puutavaran dimensiot			
Levyjen sijoitus	-- S		
koko			
paikka puuhun			
Liitosten laatu			
Korjaukset			
Kosteusprosentit	MIN	MAX	
Yläpaarre			
Alapaarre			
Summausvaki			
Lujuusluokat			
VALMISTUSPAIVAMAARA	--- / --- 20---	VUORO	VALM. MAARA

Seaco RakenneTekniikka Oy 2019

Seaco RakenneTekniikka Oy 2019

AKU LAAKSO
 RAK 212-5156/1
 25 Kpl K-JAKO 1200

Naulien max. pääsuura nurjahdus ja jykkyystuenteiden liitoksesta 3 m.

HBM 1
 Nurjahahtoaste ei ole ohjeen perustasuuruudellaan vastakulua 22x100 + 3x 75x2 / liitose sekä saavan laiteelle painon ja vakuuden. Tällä liitoksesta perustasuuruuden osajen (käsikirja) tulos on perustasuuruuden s. kpl).
 Nurjahahtoaste ei ole ohjeen perustasuuruudellaan vastakulua 22x100 + 3x 75x2 / liitose sekä saavan laiteelle painon ja vakuuden.

Käytettyjen materiaalien laadunvalvontatietoa (semmen toleranssi ko. RIL 205-2017)

Nurjahahtoaste	vali	meitat	NN	vaijeja	NN	rak. tarvikkeita	NN	vali	normin	liitose	NN
Pyssy	ok										
Alapaarren käyttö	ok										
Yläpaarren käyttö	ok										

Nurjahahtoasteiden saavan nurjahduksen määrittäminen
 nurjahahtoaste (kpl) sekä yhden liitoksesta perustasuuruuden osajen (käsikirja) tulos on perustasuuruuden s. kpl).
 No. No. var. Lta. Alkioita
 31 -48.5 - - ke
 32 -47.8 - - ke
 33 -47.8 - - ke
 34 -49.5 - - ke
 66 -4.9 - - ke
 67 -4.4 - - ke
 70 -4.6 - - ke
 71 -4.9 - - ke

Seaco RakenneTekniikka Oy 2019

