

Vilho Karjalainen

Rakennussuunnitteluohjelmat

Case Teijo-Talot Pohjanmaa Oy

Opinnäytetyö

Kevät 2013

Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Rakennustekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Vilho Karjalainen

Työn nimi: Case Teijo-Talot Pohjanmaa Oy

Ohjaaja: Marita Viljanmaa

Vuosi: 2013

Sivumäärä: 42

Liitteiden lukumäärä: 14

Opinnäytetyön aiheena on vertailla kahden eri valmistajan tekemää rakennussuunnitteluohjelmaa Teijo-Talot Pohjanmaa Oy:n käyttöön. Suunnitteluohjelmat ovat Cads Planner House Pro ja Vertex BD.

Työssä käydään läpi rakennuspiirustusten lainsäädäntö, ohjelmien ominaisuudet, kustannukset ja työmäärät. Tavoitteena on valita yritykselle sopiva ja kustannustehokas suunnitteluohjelma. Yrityksellä on käytössä molemmat suunnitteluohjelmat. Tässä työssä vertaillaan rakennussuunnitteluohjelmia keskenään.

Lopussa todetaan Vertex BD -suunnitteluohjelman soveltuvan paremmin Teijo-Talot Pohjanmaa Oy:n tarpeisiin, koska Vertex BD -ohjelmassa on parempi automatiikka ja suuremmat peruskirjastot. Ohjelmassa myös pystytään paremmin hyödyntämään aikaisemmin suunniteltuja projekteja.

Avainsanat: rakennesuunnittelu, rakennussuunnitteluohjelmat, rakennepiirustukset

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Vilho Karjalainen

Title of thesis: Case Teijo-Talot Pohjanmaa Oy

Supervisor: Marita Viljanmaa

Year: 2013 Number of pages: 42 Number of appendices: 14

The theme of the thesis was to compare two different software products for construction design at the company Teijo-Talot Pohjanmaa Oy, a company building detached houses and public buildings. The software products are Cads Planner House Pro and Vertex BD.

The parts of the thesis are the legislation of construction drawing, the features of the two software products, costs and the amount of work that is used for designing.

The goal of the work was to choose a more suitable and cost effective software for the company. The company is now using both of these software products. The software Cads Planner House Pro and Vertex BD were compared in the thesis.

The result of the thesis was that Vertex BD software is more suitable for the use of Teijo-Talot Pohjanmaa Oy because there is a better automation and larger basic collections in Vertex BD –software.

Keywords: construction design, software for construction design, construction drawing

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
2 YRITYS.....	9
2.1 Tuotteet.....	10
2.2 Asiakkaat	12
3 VERTEX SYSTEMS OY	14
3.1 Yritys: Vertex Systems Oy	14
3.2 Vertex BD rakennussuunnittelu.....	14
3.2.1 Arkkitehtisuunnittelu.....	15
3.2.2 Rakennesuunnittelu	16
3.2.3 Visualisointi	17
3.2.4 Massalaskenta.....	17
3.2.5 Optiojärjestelmä	18
3.2.6 Asiakaskohtaiset ominaisuudet.....	18
3.2.7 Hirsitalosuunnittelu.....	18
3.2.8 Vertex Design Stream (PDM) – talotehtaan tuotetiedon hallinta	19
4 KYMDATA OY	20
4.1 Yritys: Kyndata Oy	20
4.2 CADS Planner House -rakennussuunnittelu	20
4.2.1 Arkkitehtisuunnittelu.....	20
4.2.2 Rakennesuunnittelu	21
4.2.3 Visualisointi	22
4.2.4 Massalaskenta.....	23
4.2.5 Hirsitalosuunnittelu.....	24
4.2.6 Energiaselvitys.....	24

5	RAKENNEPIIRUSTUSTEN MÄÄRÄYKSET JA OHJEET	26
5.1	Suunnittelijan tehtävät ja pätevyys	26
5.2	Erytyissuunnitelmat ja selvitykset.....	27
5.2.1	Erytyissuunnitelman määräykset	27
5.2.2	Erytyissuunnitelman ohjeet	28
5.3	Rakennesuunnittelun RT -kortti 10-11070.....	29
6	SUUNNITTELUOHJELMIEN VERTAILU	32
6.1	Kustannusvertailu.....	32
6.2	Toiminnot ja käytettävyys.....	33
7	LUPA-, RAKENNE- JA TYÖPIIRUSTUKSET KÄPY- TALOMALLISTA	37
7.1	Lupapiirustukset.....	37
7.2	Rakennepiirustus	37
7.3	Työpiirustukset.....	37
8	YHTEENVETO.....	38
	LÄHTEET	41
	LIITTEET	42

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Teijo-Talojen Perniön tehtaan tuotantohallit.....	9
Kuvio 2. Kaustarin päiväkot.....	10
Kuvio 3. Liisa-talomallin asennus.....	12
Kuvio 4. 3D-arkkitehtikuva	15
Kuvio 5. 3D-rakennekuva.....	16
Kuvio 6. 3D-visualisoitu kuva	17
Kuvio 7. Optiojärjestelmä	18
Kuvio 8. 3D-hirsitalo.....	19
Kuvio 9. Design Streamin toimintakaavio.....	19
Kuvio 10. 2D-pohjakuva.....	21
Kuvio 11. 3D-rakennekuva.....	21
Kuvio 12. 3D-visualisoitu kuva	23
Kuvio 13. 3D-hirsitalo.....	24
Kuvio 14. Kerros- ja lohkotiedot	30
Kuvio 15. Kuva-malliparit	34
Taulukko 1. Suunnitteluohjelmien vertailu.....	39

Käytetyt termit ja lyhenteet

GUID

GUID on 128-bittinen merkkijono, joka yksilöi jokaisen objektin nimensä mukaisesti täysin yksilöllisesti jopa eri järjestelmien välillä. Tällöin erilaiset järjestelmien väliset hakutoiminnot tai replikointisiirrot eivät sotke tietoja keskenään.

IFC -malli

IFC -malli mallin perusajatus on se, että sen välityksellä on mahdollista siirtää tuotemallitietoa ohjelmistoista riippumattomasti sekä CAD-järjestelmien välillä että myös esimerkiksi suunnitteluohjelmistosta erilaisiin analyysi-, tuotanto- ja tuotetieto-ohjelmistoihin. IFC:llä siirretään ainoastaan oliotietoa eli 3D-geometria ja parametreja, sillä ei voida siirtää piirustusmuotoista tietoa.

1 JOHDANTO

Talosuunnittelussa rakennuspiirustukset ovat tärkeässä osassa. Tämän vuoksi onkin järkevää valita piirustusten tekoon paras mahdollinen rakennussuunnitteluohjelma. Tässä opinnäytetyössä vertaillaan Teijo-Talot Pohjanmaa Oy:llä käytössä olevia piirustusohjelmia. Teijo-Talot Pohjanmaa Oy:llä on tällä hetkellä käytössä kaksi rakennussuunnitteluohjelmaa; Cads Planner House Pro ja Vertex BD (Building Design). Kustannusten takia yrityksen ei ole kannattavaa käyttää kahta eri ohjelmaa piirustusten laatimiseen, koska molemmista ohjelmista joudutaan maksamaan ylläpitomaksuja.

Teijo-Talot Pohjanmaa Oy hankki Cads Planner House Pron vuonna 2009 rakennuspiirustusten laatimiseen. Yrityksellä ei ollut silloin käytössään minkäänlaista rakennussuunnitteluohjelmaa. Vertex BD hankittiin vuonna 2012, kun yritykseen palkattiin toinen suunnittelija. Uudella suunnittelijalla oli 13 vuoden työkokemus Vertex BD -ohjelman käytöstä. Uuden työntekijän ei ollut järkevää opetella toisen ohjelman (Cads) käyttöä, vaan yritykselle oli kannattavampaa hankkia Vertex BD ja hyödyntää uuden työntekijän mukanaan tuoma osaaminen.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda Teijo-Talot Pohjanmaa Oy:lle Vertex BD -suunnitteluohjelmaan rakennepiirustukseen peruskirjastot, joiden avulla tehdään yhdestä talomallista rakenne- ja työpiirustukset. Yrityksessä on jo aikaisemmin tehty arkkitehti-, rakenne- ja työpiirustukset Cadsilla. Kun sekä Vertexillä että Cadsilla on luotu samanlaiset piirustukset, niitä voidaan vertailla. Tämän työn kannalta tärkeintä on vertailla työpiirustuksia, koska niiden tekeminen ja esitystavat ovat vertailtavissa ohjelmissa erilaiset. Näiden tietojen perusteella valitaan, kumpi ohjelmista jätetään Teijo-Talot Pohjanmaa Oy:n käyttöön.

2 YRITYS

Teijo-Talot Pohjanmaa Oy kuuluu Teijo-Talot -konserniin, jonka historia alkaa vuonna 2000. Teijo-Talot Oy:n päätoimialana ovat omakotitalot ja julkiset rakennukset, kuten koulut ja päiväkodit. Tuotanto alkoi Perniössä, jossa rakennettiin ensimmäiset prototyypirakennukset sekä kymmenkunta ensimmäistä rakennusta. Perniön Kankkonummella rakennettiin ensimmäinen tehdashalli vuonna 2002 ja se otettiin käyttöön 2003. Vuonna 2005 tuotantotiloja kasvatettiin rakentamalla uusi 3000 neliömetrin tuotantohalli (kuvio 1). Viimeisin laajennus tehtiin vuonna 2011 muuttamalla uudempi halli tuotantolinjaksi, jossa talot siirtyvät työpisteeltä seuraavalle kiskojen päällä. Tuotantokapasiteetti Perniössä on noin 50 rakennusta vuodessa. Teijo-Talot on Suomen ainoa talotehdas, joka valmistaa täysin valmiita ja kalustettuja taloja. (Teijo-Talot 2013.)



Kuvio 1. Teijo-Talojen Perniön tehtaan tuotantohallit (Teijo-Talot 2013).

Talojen tasaisen kysynnän kasvun vuoksi Teijo-Talojen tuotantokapasiteettiä lisättiin perustamalla uusia tehtaita muualle Suomeen. Ensimmäinen tehdas oli Teijo-Talot Pohjanmaa Oy, joka aloitti lokakuussa 2006 Halsualla. Seuraava oli Teijo-Talot Häme keväällä 2007 Tuuloksessa. Sitten tulivat Teijo-Talot Lappi Oy 2007 Sodankylään ja viimeisimpänä Teijo-Talot Savo Oy 2011 Varkauteen. Viiden tehtaan valmistuskapasiteetti on noin 250 taloa vuodessa. (Teijo-Talot 2013.)

Teijo-Talot konsernin palveluksessa työskentelee tällä hetkellä noin 60 työntekijää, joista osa toimii rakennussuunnittelussa sekä toimistotehtävissä ja osa tuotannon ja kuljetuksen eri työtehtävissä. Tehtailla työskentelee lisäksi useita aliurakoitsijoita suorittaen esimerkiksi lvi- ja sähkötöitä sekä muita rakennustöitä. (Teijo-Talot 2013.)

2.1 Tuotteet

Teijo-Talot Pohjanmaa Oy valmistaa omakotitalojen lisäksi majoituskyliä, tauko-
paikkoja, kioskeja, kahviloita, kouluja, päiväkoteja ja vuokralle tarkoitettuja asunto-
kokonaisuuksia. Yrityksen tuotantohalliin mahtuu yhtä aikaa valmistettavaksi yksi-
toista taloa. Yrityksen tuotemallisto koostuu kahdestakymmenestä omakotitalomal-
lista (kerrosneliömäärä 55–165), kuudesta vapaa-ajanmallista (kerrosneliömäärä
28–70), kolmesta autotalli- ja varastomallista (kerrosneliömäärä 28,5–54) ja lisäksi
tehdään sopimusten mukaan erikoistilauksia. Julkisen rakentamisen kohteiden,
kuten koulujen ja päiväkotien (kuvio 2), koot riippuvat tilaajien tarpeista. Suurim-
mat rakennukset ovat olleet noin 2000 kerrosneliömetriä. (Teijo-Talot 2013.)



Kuvio 2. Kaustarin päiväkoti
(Teijo-Talot 2013).

Rajoituksena kohteissa on, että yksittäisen rakennuksen leveys pitää olla 7 metriä, korkeus 6 metriä ja pituus 14,5 metriä, kuljetusteknisistä syistä johtuen. Suuremmat kohteet valmistetaan useammasta eri osasta, jotka kootaan yhteen asennuspaikalla. Talomallistoissa on kaksi toimitustapaa: avaimet käteen tai pintavalmis. Taloja on mahdollista saada 1-, 1,5- tai 2-kerroksisena. Kerrosneliöhinta talomalleissa ja vapaa-ajan kohteissa vaihtelee varusteista, materiaaleista ja valmiusasteesta riippuen 1300-1800 euroon. Autotallin ja varaston kerrosneliöhinnat alkavat 800 eurosta varusteista riippuen. Hinnat sisältävät kuljetuksen ja asennuksen. (Teijo-Talot 2013.)

Avaimet käteen -toimituksessa hintaan sisältyvät kodinkoneet, keittiönkalusteet, säilytyskaapistot, ilmanvaihtokone, vesivaraaja jne. Avaimet käteen -toimituksen erikoisuutena on se, että asiakas voi muuttaa uuteen kotiinsa asumaan samana päivänä, kun talo on toimitettu perille. Lisäksi yrityksen valmistamien talojen etuna on myös se, että ne rakennetaan täysin valmiiksi hallissa kuivissa olosuhteissa, jolloin rakenteet eivät pääse missään rakennusvaiheessa kastumaan. (Teijo-Talot 2013.)

Teijo-Talot Pohjanmaa Oy:n tuotteiden päärakennusmateriaali on massiivipuu. Rakennusten perustus valmistetaan betonista, johon rauditusvaiheessa kiinnitetään patentoitu nostomenetelmä, joka mahdollistaa talon nostamisen kuljetuslavetille (kuvio 3). Lisäksi yritys tekee pohjatyöt valmiiksi tarvittaessa, jolloin asiakkaan ei tarvitse huolehtia kuin kunnallistekniikasta. Talot ovat muuten täysin valmiita lukuun ottamatta nosto- ja liitoskohtia, jotka viimeistellään asennuspaikalla. Lisäksi rakennusten etuna on myös niiden siirtomahdollisuus tarvittaessa. Tämä lisää rakennusten käyttöikä ja arvoa. Teijo-Talot -konserni on Suomen ainoa talotehdas, joka valmistaa taloja tällä rakennustavalla. (Teijo-Talot 2013.)



Kuvio 3. Liisa-talomallin asennus (Teijo-Talot 2013).

2.2 Asiakkaat

Teijo-Talot Pohjanmaa Oy:n pääasiakkaita ovat kunnat ja kaupungit, jotka tilaavat yritykseltä vuokra-asuntoja, päiväkoteja ja kouluja. Niiden osuus tuotannosta on noin 70 %. Siirrettävyys on laajentanut asiakaskuntaa. Esimerkiksi koulut voidaan siirtää sinne, missä oppilaat ovat. Tätä ominaisuutta muut kilpailevat yritykset eivät voi tarjota. Lisäksi moduulirakennuksia on mahdollisuus laajentaa jälkikäteen esimerkiksi oppilasmäärien kasvun vuoksi. (Teijo-Talot 2013.)

Merkittäviä asiakkaita ovat myös eläkeläiset, keski-ikäiset pariskunnat, pienet lapsiperheet ja nuoret pariskunnat. Eniten edellä mainituista ryhmistä asiakkaina on eläkeläisiä, jotka haluavat muuttaa pienempään taloon vanhuudenpäivikseen. Seuraava ryhmä ovat keski-ikäiset pariskunnat, joiden lapset ovat muuttaneet pois ja nykyinen koti on liian iso kahdelle tai se annetaan lapsille. Pienimmän ryhmän muodostavat pienet lapsiperheet ja nuoret pariskunnat, jotka ovat hankkimassa ensimmäistä omakotitaloa. (Teijo-Talot 2013.)

Asiakkaiden yleisimmät syyt siihen, miksi he valitsevat Teijo-Talot Pohjanmaa Oy:n ovat kilpailukykyinen hinta, laatu, toimitusnopeus ja toimitustapa. Suurin osa

asiakkaista on painottanut valintaperusteissaan myös sitä, että itse eivät osanneet tai kyenneet rakentamaan taloa. Valintaan vaikutti myös se, että talo on heti muuttovalmis asennuksen jälkeen ja talo rakennetaan kuivissa olosuhteissa. (Teijo-Talot 2013.)

Teijo-Talojen tavoitteena on lisätä kiinnostusta nuorten ensirakentajien keskuudessa ja kasvattaa sitä kautta markkinaosuutta. Nykyinen rakentamisen kehitys tukee yrityksen toimialaa siten, että talojen koko pienenee ja ihmisten kiinnostus valmistaloja kohtaan kasvaa. Tämä on näkynyt yrityksessä kysynnän lisääntymisenä ja tilausmäärien kasvuna. (Teijo-Talot 2013.)

Teijo-Talojen näkemys asiakaskunnan kasvuun on se, että nykyisin ihmiset muuttavat työn perässä paljon ja tämän takia on helpompi siirtää koko asunto kuin ostaa tai rakentaa uusi. Lisäksi kaupungeilla ja kunnilla on vaatimuksena jo se, että yleisten rakennusten pitää olla siirrettäviä ja uudelleen käytettäviä. Lisäksi kilpailuetuna on myös se, että rakennukset ovat täysin valmiita, joten ostajan ei tarvitse huolehtia mistään ylimääräisistä asennustöistä, kuten perustustöistä tai sähkö-, lvi- tai keittiökalusteiden asentamisesta. (Teijo-Talot 2013.)

3 VERTEX SYSTEMS OY

3.1 Yritys: Vertex Systems Oy

Vertex Systems Oy on perustettu vuonna 1977. Se valmistaa suomalaisia tietokoneohjelmistoja ja tuottaa toimialakohtaisia suunnittelun ja tiedonhallinnan ohjelmistoratkaisuja teollisuudelle. Yrityksen CAD/PDM-ohjelmistoja on käytössä ympäri maailman. Vertex-ohjelmistoja on toimialakohtaisia niin tuotekehitykseen, suunnitteluun, myyntiin kuin tuotannon prosesseihin. (Vertex 2013.)

Vertex-ohjelmistot ovat käytössä metalliteollisuuden koneita ja laitteita valmistavissa yrityksissä, pientalo- ja kalusteteollisuudessa, prosessiteollisuudessa ja lämpö- ja voimalaitossektorilla sekä suunnittelutoimistoissa. Yhtiön ohjelmistoja voidaan käyttää sekä yritysten sisäisissä työryhmissä että laajoissa yritysverkostoissakin. (Vertex 2013.)

Vertex Systems Oy:n ohjelmistoja on toimitettu yli 18000 teollisuuden eri alojen käyttöön yhteensä 35 maahan. Yrityksellä on myyntikonttorit Englannissa, Australiassa, Singaporessa ja USA:ssa. Vertex-ohjelmistoja myyvät valtuutetut jälleenmyyjät myös Euroopassa ja Aasiassa. (Vertex 2013.)

Vertex Systems Oy:llä on vahva asiakastoimialojen tuntemus sekä tuotekehityksessä lähes 100 CAD/PDM-ammattilaista. Jo vuodesta 1981 ovat 3D-ominaisuudet olleet VERTEX-ohjelmistossa. Laajasti hyväksytyn ACIS®-standardin mukainen 3D-mallinnus otettiin käyttöön vuonna 1989. Vertex Systems toimittaa CAD/PDM-järjestelmiä. Toimitus käsittää koko ohjelmistotietojärjestelmän kattavat palvelut ja laitteistot asiakkaan suunnittelu- ja tiedonhallintatarpeiden mukaisesti. Lisäksi yritys tarjoaa asiakkailleen tarpeisiin vastaavaa, monipuolista koulutusta. (Vertex 2013.)

3.2 Vertex BD rakennussuunnittelu

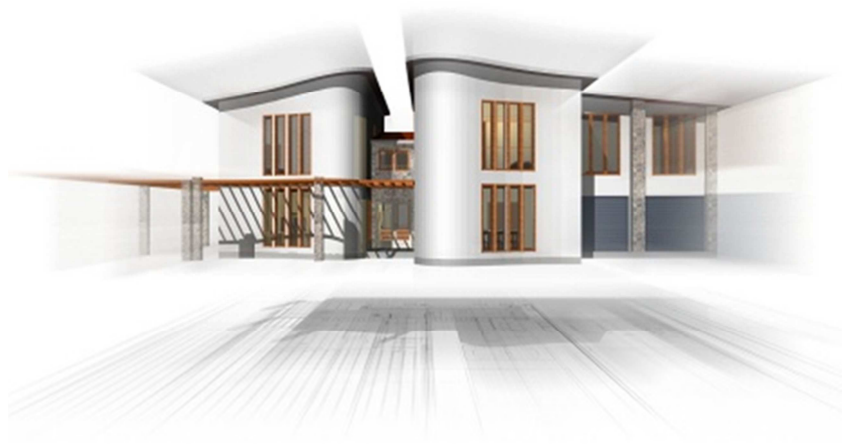
Vertex BD (Building Design) yhdistää kolmiulotteisen suunnittelun kaksiulotteiseen pohjakuvatyoäskentelyyn. Se on rakennusten suunnittelujärjestelmä arkkitehdeille,

rakennussuunnittelijoille ja teollisille rakentajille. Suunnittelujärjestelmällä tuotetaan markkinoinnin, myynnin ja rakennesuunnittelun dokumentit esittelykuvista ja -malleista pääkuviin asti. (Vertex 2013.)

Talomalli, joka luodaan rakennussuunnittelussa, on suoraan hyödynnettävissä runko- ja rakennesuunnittelussa ilman tietoa hävittäviä konversioita toisiin järjestelmiin. Rakennesuunnittelun jälkeen talomallista saadaan tuotannon tarvitsemat katkaisulistat sekä työstökoneiden ohjaustiedot ja asennuksen tarvitsemat työkuvat. Ohjelmiston muokattavuus varmistaa sen, että kunkin yrityksen tarpeisiin ja toimintamalleihin voidaan koota parhaiten soveltuva ohjelmistokokonaisuus. (Vertex 2013.)

3.2.1 Arkkitehtisuunnittelu

Vertex BD:ssä yhdistyvät kolmiulotteinen suunnittelu ja kaksiulotteinen pohjakuva-työskentely. Geometrinen tuotemalli perustuu oliotekniikkaan ja sen ansiosta rakennuksen pohjakuva ja kolmiulotteinen malli ovat saumattomassa yhteydessä toisiinsa (kuvio 4). Niitä voidaan myös käsitellä samanaikaisesti. Piirustukset päivittyvät samanaikaisesti kuin muutoksia on tehty rakennuksen oliomalliin. Käyttäjä voi muokata ohjelmiston mukana tulevia kirjastoja ja piirustusmerkintöjä haluamallaan tavalla Vertex BD:n peruspiirtämis- ja perusmallinnustyökaluja käyttämällä. Myös massa- ja määrälaskennat voidaan ohjelman avulla. (Vertex 2013.)



Kuvio 4. 3D-arkkitehtikuva
(Vertex 2013).

3.2.2 Rakennesuunnittelu

Vertex BD -ohjelmassa on kehitetty sovellus kevyille rankajärjestelmille, puulle ja teräkselle. Ohjelmisto on sääntöpohjainen ja asiakaskohtaisesti muokattava. Runkosuunnittelu hallitsee sekä vaaka- että pystyrakenteet kaikkine detaljeineen (kuvio 5). Ohjelma tuottaa automaattisesti arkkitehtisuunnittelun tuloksena saadusta mallista ja pohjapiirustuksista tarvittavat työpiirustukset niin PlatForm, PreCut, suur- kuin pienelementtirakenteille sekä tehtaalle että työmaalle katkaisuluetteloineen tarvittavista puista ja levyistä. Seinä-, katto- ja vaakarakenteiden työkuvia voidaan muokata kohteen tarpeiden mukaan. (Vertex 2013.)



Kuvio 5. 3D-rakennekuva
(Vertex 2013).

Ohjelma optimoi myös tarvittaessa katkaisuluettelot varastopituuksien mukaan ja tuottaa tarvittavat NC-ohjaustiedot. Vertex-tietomallista on mahdollista tuottaa useisiin erilaisiin laitteisiin tarvittava katkaisu-, työstö ja -kasaustieto. Ohjelmaan on laajennuksena saatava NC-linkki, joka tuottaa mallinnetun tiedon perusteella tarvittavan ohjaustiedon erilaisille koneille. Tietoja voidaan tuottaa seuraaville rajapinnoille: Hundegger-katkaisu- ja yhdistelmäkoneet, Weinmann-kokoamislinja ja palkintyöstö, Randek-kokoamislinja, Vertex vakio XML (koneriippumaton), BTL-rajapinta (usean konetoimittajan tukema rajapinta katkaisu- ja työstötiedolle, puurakenteet), Howick-rajapinta ohutlevyrangoille, sisältää katkaisu- ja työstötiedon osille, Optimaster-katkaisu ja Z-laser, laser-projektio, jota käytetään osien kohdistamiseen esimerkiksi päätykolmioissa. Ohjelma sisältää myös useita muita rajapin-

toja katkaisu- ja työstötiedon välittämiseen sekä puu- että ohutlevyrankarakenteille. (Vertex 2013.)

3.2.3 Visualisointi

Myyntiin ja markkinointiin tarvitaan malleista visualisoituja kuvia ja näkymiä (kuvio 6). Näitä Vertex BD visualisoinnilla tuotetaan helposti. Näkymissä voidaan lisätä vaikkapa valoja, kalusteita tai ihmisiä symbolikirjastoista tai tehdä muita muutoksia. Mallissa voidaan liikkua tai katsella ympärille. Animaatio kävelystä syntyy annettujen katselupisteiden mukaan. Visualisointia varten kaikilla rakennusosilla on oletusmateriaali valmiina mallissa luokittain. Materiaaleja voidaan vaihdella koko projektiin, osaan sitä tai yksittäiselle pinnalle. (Vertex 2013.)



Kuvio 6. 3D-visualisoitu kuva (Vertex 2013).

3.2.4 Massalaskenta

Vertex BD:n perusohjelmisto sisältää toiminnot massa- ja määrälaskentaan. Niiden avulla luodusta mallista voidaan kerätä tarvittavat määrätiedot. Massa- ja määrälaskennan voi tehdä missä hyvänsä suunnittelun vaiheessa automaattisesti ja ryhmitellä näin saadut raportit halutulla tavalla. Materiaalikeräilyllä voidaan määrittellä kerättävät materiaalit tietokannasta ja näin voidaan ohjata määrälaskennastaan tulevat materiaalit. (Vertex 2013.)

3.2.5 Optiojärjestelmä

Vertex BD:n optiojärjestelmässä voidaan etukäteen suunnitelluilla tilaratkaisuvaihtoehtoilla nopeuttaa ja automatisoida tilauskohtaista suunnittelua (kuvio 7). Rakennukseen voidaan suunnitella Vertexillä valmiita vaihtoehtoisia tilaratkaisuja, optioita. Seinä- tai kattomuodot, erilaiset huonetilaratkaisut, erkkerit, kuistit, verhoustyylit ja koristeet ovat tyypillisiä optioita. Vakiotilaryhmä voi myös olla tilaratkaisu, jota käytetään useissa talomalleissa, mutta ylläpidetään yhdessä paikassa. Ohjelma pystyy luomaan optioiden mukaisen ratkaisun vaatimat suunnitteludokumentit mallistosuunnittelun tilaratkaisuvaihtoehtojen pohjalta. (Vertex 2013.)



Kuvio 7. Optiojärjestelmä
(Vertex 2013).

3.2.6 Asiakaskohtaiset ominaisuudet

Vertex BD on sovitettavissa asiakkaan tarpeisiin ja suunnittelusäännöstiin. Ohjelma tarjoaa sovelluksena asiakaskohtaisten kirjastojen ja ominaisuuksien tekemisen. Ohjelmassa on myös mallinnustyökalu kirjastokomponenttien luomiseen. Lisäksi ohjelma sisältää kattavan peruskirjaston. (Vertex 2013.)

3.2.7 Hirsitalosuunnittelu

Vertex BD:n hirsitalojen suunnitteluun ovat käytössä sekä arkkitehti- ja runko-suunnittelutyökalut että erityiset hirsitalon suunnitteluun tehdyt työkalut (kuvio 8).

Samalla työkalulla tuotetaan dokumentit markkinointiin ja myyntiin sekä viranomaisille ja tuotantoon. Hirsitalosuunnitteluohjelma saadaan muokattua asiakkaan tarpeisiin vastaavaksi. Ohjelma pystyy tuottamaan hirsien työstölistan työstölinjaa ohjaavalle tietokoneelle. (Vertex 2013.)



Kuvio 8. 3D-hirsitalo
(Vertex 2013).

3.2.8 Vertex Design Stream (PDM) – talotehtaan tuotetiedon hallinta

Vertex Design Stream eli Vertex DS on tuotannonohjausjärjestelmä, joka on mahdollista liittää toimimaan BD:n kanssa, jolloin tallennukset tapahtuvat DS:n tietokantaan. Koko talotoimitusprosessin aikaisessa markkinoinnissa ja myynnissä, suunnittelussa, tuotannossa ja pystytyksessä ohjelma vakioi ja tehostaa toimintaa. Järjestelmästä saadaan otettua modulaarisesti käyttöön eri toimintoja: dokumenttien hallintaa, hajautettua suunnittelua, eritasoisia myynnin järjestelmiä tai materiaalin ja tuotteen elinkaaren hallintaa. (Vertex 2013.)



Kuvio 9. Design Streamin toimintakaavio
(Vertex 2013).

4 KYMDATA OY

4.1 Yritys: Kyndata Oy

Vuodesta 1979 saakka suomalainen CAD-ohjelmistotalo Kyndata Oy on kehittänyt toimialakohtaisia CADS Plannereita. Yritys tarjoaa CAD-suunnitteluun täyden ohjelmistokokonaisuuden sekä niihin liittyvät tuki- ja räätälöintipalvelut. Yritys kehittää ohjelmistoa jatkuvasti ja standardoi toimintamalleja CAD-suunnittelun suhteen. Yrityksellä on kolmetoista eri ohjelmiasovellusta eri alojen käyttöön. Kyndatalla on Suomessa seitsemän toimipistettä: Kotka, Espoo, Kuopio, Lahti, Oulu, Turku ja Vaasa. Baltian markkinoita palvelee Tallinnassa oleva toimipiste. (Cads 2013.)

4.2 CADS Planner House -rakennussuunnittelu

CADS Planner Housella voidaan tuottaa kaikki rakennussuunnittelu- ja dokumentointitarpeet luonnostelusta, arkkitehti- ja rakennesuunnittelun kautta visualisointeihin. Sillä voidaan tehdä lupakuvat ja yksityiskohtaiset rakennesuunnitelmat lueteloineen. Automatisoidut toiminnot helpottavat ja nopeuttavat työskentelyä. Ohjelmisto on kehitetty suomalaisia rakennussuunnittelun käytäntöjä, ohjeita ja määräyksiä noudattaen. Ohjelmassa on monipuolisia suunnittelutyökaluja ja siinä on DWG-yhteensopivuus. DWG-yhteensopivuudella tarkoitetaan, että ohjelma pystyy avaamaan toisten ohjelmien tekemiä DWG-tiedostoja, jotka sisältävät yleensä pohja-, sähkö- ja LVI-kuvia. CADS Planner Housella on neljä eritasoista ohjelmistosovellusta, Lite, Elements, Standard ja Pro. (Cads 2013.)

4.2.1 Arkkitehtisuunnittelu

CADS Planner Housella lupakuvien tuottaminen on nopeaa automaattisten toimintojen avulla. Monipuolisilla varuste-, tarvike- ja merkintätoiminnoilla kuvat on helppo täydentää. Ohjelma sisältää työkalut rakennuksen pohjakuvan tuottamiseen. Käyttäjä voi määritellä seinärakenteet, ikkunat ja ovet. Julkisivujen, leikkausten ja

3D-kuvannon tuottamisessa hyödynnetään seinien, ikkunoiden ja ovien sisältämää automaattista tietoa. Huonetiedot lisätään pohjakuvaan tilatoiminnoilla ja tilat varustellaan ohjelmistosta löytyvällä kaluste- ja varustesymboliikalla sekä toiminnoilla (kuvio 10). (Cads 2013.)



Kuvio 10. 2D-pohjakuva
(Cads 2013).

Ohjelmalla julkisivut ja rakennuksen kokonaisleikkaus luodaan pohjakuvan tietojen avulla. Rakennuksen perusgeometria, kuten seinät, ikkunat, ovet ja katot, siirtyvät pohjakuvasta julkisivuihin ja leikkauksiin. Julkisivujen ja leikkausten viimeistelyä varten ohjelmasta löytyy kirjasto ohjelmallisia tarvike- ja varustetoimintoja. (Cads 2013.)

4.2.2 Rakennesuunnittelu

CADS Planner Housella voidaan tehdä rakennekuvat, tasokuvat, detaljit ja elementtikuvat (kuvio 11). Ohjelmasta toimintokokonaisuuksilla voidaan suunnitella paalutukset, perustukset, seinärakenteet ja laatastot. Suunnittelussa voidaan hyödyntää arkkitehtipohjakuvaa tai tarvittaessa aloittaa tyhjältä pohjalta. (Cads 2013.)



Kuvio 11. 3D-rakennekuva
(Cads 2013).

Ohjelma tarjoaa paljon työkaluja erilaisten detaljikuvien tuottamiseen. Syötetyt mitatiedot tuottavat automaattisesti kuvantoja, esimerkiksi betonipalkkien ja -pilareiden poikkileikkauksista. Myös taso- tai naamakuvantoja voidaan hyödyntää leikkausten tuottamisessa, esimerkiksi puu- ja betonielementeissä. Betoniraudoite-työkalut, tarvikesymboliikka sekä valmistajien tuotekirjastot ovat myös käytettävissä. (Cads 2013.)

Tarvittaessa myös perinteiset CAD-työkalut ovat käytössä suunniteltaessa CADS Planner Housella. Kaikkiin tilanteisiin ei ole valmista ratkaisumallia. Ohjelmiston tuottamat kuvat ovat tarvittaessa vapaasti muokattavissa ja erikoisdetaljeja voidaan piirtää alusta alkaen ilman automatiikkaa. (Cads 2013.)

Elementtisuunnittelussa määritetään tarvittavat lähtötiedot dialogeissa ja niiden perusteella ohjelma tekee elementtikuvat. Monipuoliset tuotekirjastot ovat käytävissä suunnittelussa ja ne mahdollistavat todellisten tuotetietojen hyödyntämisen suunnittelussa. Tuotetut rakenneosat sisältävät informaatiota, joka mahdollistaa osien automaattisen luetteloinnin. Luettelointitoiminnoilla voidaan tuottaa tarvike-luettelot, laattaluettelot, raudoitusten taivutusluettelot sekä puutavaran katkaisuluettelot ilman erillisiä lisämääryksiä. (Cads 2013.)

4.2.3 Visualisointi

CADS Planner House ohjelmassa 2D-suunnitelmista syntyy automaattisesti 3D-visualisointi (kuvio 12). Ohjelma tuottaa 3D-visualisoinnit arkkitehtikuvista ja puurunkosuunnitelmista. Arkkitehtipohjakuvasta 3D-malliin generoituvat seinien, ikkunoiden, ovien ja kattojen lisäksi kaikki kalusteet, hormit, kasvit ja monet muut pohjakuvaan määritetyt varusteet. Kaikkien generoitavien osien esitystapatiedot ovat muunneltavissa. (Cads 2013.)



Kuvio 12. 3D-visualisoitu kuva
(Cads 2013).

Ohjelmistossa on runsaasti 3D-varustetoimintoja, joilla yksityiskohtaiset 3D-varusteet, kuten räystäskourut, lumiesteet ja kattosillat, saadaan lisättyä jo generoituun malliin. Toiminnoissa käyttöliittymä on toteutettu mahdollisimman 2-ulotteisesti. Toiminnot kääntävät kuvan katselusuuntaa kulloistenkin osoitusten kannalta optimaaliseen suuntaan ja näin varusteiden kohdistaminen oikeisiin kohtiin kaikissa kolmessa ulottuvuudessa on helppoa. (Cads 2013.)

Ohjelmalla on mahdollista visualisoida myös rakennuksen ulkopuoliset osat. Maaston muotoja voidaan määrittellä 3D-mallissa esimerkiksi korkeuskäyrien avulla. Ohjelma sisältää myös pihavarustetoimintoja, kuten kalusteita, aitoja ja kasvillisuutta. (Cads 2013.)

4.2.4 Massalaskenta

CADS Planner House sisältää laajat luettelointitoiminnallisuudet. Luettelot muotoutuvat automaattisesti tuotetuista rakennusosista, ilman lisämääriä. Lisämääriä voidaan luetteloida vaikka käyttäjän viivapiirtona piirtämiä osia. Käyttäjä voi valita tuotetaanko luettelot kuvaan, tekstitiedostoon, leikepöydälle tai kaikkiin edellä mainituista. (Cads 2013.)

Ohjelma luo yksityiskohtaiset tiedot rakennusosatyypeittäin luetteloon. Seinärakenteet saadaan luetteloitua rakennekerroksittain ja seinätyypeittäin, ikkunat ja ovet tyypeittäin tai yksilöllisesti graafisiin lomakepohjiin. Tilat ja kiintokalusteet luetteloituvat omine yksityiskohtaisine tietoineen. (Cads 2013.)

Rakennesuunnitelman osat saadaan luetteloitua määrien osalta. Puuelementtien katkaisuluettelossa osat ovat luetteloituina katkaisukulmineen ja pituuksineen, tai-

vutusluettelossa betoniraidoitteet ovat luetteloituina taivutustietoineen ja painoineen. Betonilaattojen, kuten ontelolaattojen ja kuorilaattojen, aukot, syvennykset mitoitukset luetteloituvat automaattisesti graafisiin tilauslomakkeisiin. Ohjelmassa olevalla toiminnallisuudella voidaan liittää osatietoja mihin tahansa kuvassa olevaan graafiseen elementtiin. (Cads 2013.)

4.2.5 Hirsitalosuunnittelu

Hirsirakennuspohjakuvat, -julkisivut ja -leikkaukset syntyvät CADS Planner Housen hirsirakennussuunnitteluun kehitetyillä erikoistoiminnoilla. Dialogeissa määritellään hirsiseinien ominaisuudet. Ohjelmiston automatiikka huolehtii, että esitystapa vastaa seinän todellista geometriaa pohjakuvaseinästä, hirsiyhteyksineen sekä aukkoineen. Pohjakuva sisältää yksityiskohtaiset tiedot hirsiseinän rakenteesta. Julkisivut, leikkaukset ja 3D-visualisoinnit onnistuvat näiden tietojen avulla (kuvio 13). Hirret voidaan luetteloida yksilöllisesti yksittäisestä hirsiseinästä tuotetusta naamakuvannosta. (Cads 2013.)



Kuvio 13. 3D-hirsitalo
(Cads 2013).

4.2.6 Energiaselvitys

CADS Planner House Pro -ohjelmiston sisältämät tilaelementti- ja energialaskentaominaisuudet mahdollistavat viranomaisten vaatimien energiaselvitysten luomisen. Ohjelman energialaskentaominaisuudet perustuvat Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D5. (Cads 2013.)

Ohjelmistolla saadaan johtumistiedot automaattisesti kuvaan määritellyistä tiloista. Tilaelementti saadaan määritettyä automaattisesti tilan pinta-alat, tilavuuden, il-

määrät ja lämpöhäviöt. Yhdellä toiminnolla tiloista saadaan siirrettyä erittely energialaskentaan. Ennen energiaselvityksen laatimista projektiin määritellään ilmansuunnat kompassinuolen avulla, joten ikkunoihin tulee automaattisesti ilmansuunnat. (Cads 2013.)

Ohjelma tuottaa virallisen energiatodistuksen, joka on laskettu Jyväskylän arvoilla sekä energiaselvityksen liitteineen, joka on laskettu paikkakunnan omilla arvoilla. Ohjelmasta voidaan tulostaa virallinen energiatodistus ja -selvitys ohjelmasta. (Cads 2013.)

5 RAKENNEPIIRUSTUSTEN MÄÄRÄYKSET JA OHJEET

Suomen rakennusmääräyskokoelman osassa A2 käsitellään rakennuksen suunnittelijoihin ja suunnitelmiin liittyvät määräykset ja ohjeet. A2 pohjautuu maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 13 §:än. (Ympäristö 2013.)

5.1 Suunnittelijan tehtävät ja pätevyys

Suunnittelijan tulee laatia rakentamista varten tarvittava vastuullaan oleva suunnitelma niin, että sillä voidaan osoittaa suunnittelulle ja rakentamiselle asetettujen vaatimusten täyttyminen. (Ympäristö 2013.)

Suunnittelijan tulee vastuullaan olevan suunnittelutehtävän osalta

- huolehtia, että hänellä ovat käytettävissään suunnittelussa tarvittavat lähtötiedot,
- laatia rakennuslupamenettelyssä tai rakennustyön aikana tarvittava oman alansa suunnitelma sekä siihen liittyvät piirustukset ja muut asiakirjat,
- laatia rakennustyön aikaiset mahdolliset muutokset suunnitelmaan,
- laatia rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje oman suunnittelualansa osalta, sekä
- huolehtia hänelle mahdollisesti määrätystä tai aloituskokouksessa osoitetusta rakennustyön valvonnasta. (Ympäristö 2013.)

Vastaava rakennesuunnittelija: Rakennuksen kokonaisvakavuus, kantavien rakenteiden varmuus, rakenteiden palonkestävyys, muut lujutta ja varmuutta edellyttävät rakenteet, pohjarakenteiden ja kantavien rakenteiden yhteistoiminta, rakennuspaikan kuivatus sekä rakenteiden rakennusfysikaalinen toiminta ja käyttöikämitoitus. (Ympäristö 2013.)

Maankäyttö- ja rakennuslaki 123 § Rakennus- ja erityissuunnitelman laatijalla tulee olla rakennushankkeen laadun ja tehtävän vaativuuden edellyttämä koulutus ja kokemus. Suunnittelussa tarvittavaa kelpoisuutta arvioidaan rakennuksen ja tilojen käyttötarkoituksen, kuormitus-

ten ja palokuormien, suunnittelu-, laskenta- ja mitoitusmenetelmien, ympäristövaatimusten sekä suunnitteluratkaisun tavanomaisesta poikkeamisen perusteella. Rakennuksen suunnittelu- ja työnjohtotehtävät voidaan jakaa vaativuusluokkiin tarvittavan vähimmäiskelpoisuuden määrittämiseksi. Vähimmäiskelpoisuudesta säädetään asetuksella ja tarkemmat määräykset ja ohjeet annetaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. (Ympäristö 2013.)

Maankäyttö- ja rakennusasetus 48 § Rakennussuunnitelman ja erityissuunnitelman laatijalla tulee olla asianomaiseen suunnittelutehtävään soveltuva rakennusalan korkeakoulututkinto taikka aikaisempi rakennusalan ammatillisen korkea-asteen tai sitä vastaava tutkinto sekä riittävä kokemus kyseisen suunnittelualan tehtävistä. (Ympäristö 2013.)

5.2 Erityissuunnitelmat ja selvitykset

Maankäyttö- ja rakennuslaki 134 § 3 mom.: Rakennusluvassa voidaan määrätä erityissuunnitelmien laatimisesta ja toimittamisesta rakennusvalvontaviranomaiselle. (Ympäristö 2013.)

Maankäyttö- ja rakennusasetus 49 § 3 mom.: Rakennusluvassa, aloituskokouksessa tai erityisestä syystä rakennustyön aikana määrätään erityissuunnitelmien ja selvitysten toimittamisesta kunnan rakennusvalvontaviranomaiselle. Tämä ei kuitenkaan ole tarpeen, jos on kysymys pienehköstä, rakenteiltaan ja teknisiltä ominaisuuksiltaan yksinkertaisesta rakennuksesta. (Ympäristö 2013.)

5.2.1 Erityissuunnitelman määräykset

Tarvittavia erityissuunnitelmia ovat useimmiten rakennesuunnitelmat sekä ilmanvaihto- ja kiinteistön vesi- ja viemärlaitteistosuunnitelmat. Erityissuunnitelmien tarvetta harkittaessa on kuitenkin aina otettava huomioon olosuhteista sekä rakennuksen käyttötarkoituksesta ja käyttäjämäärästä johtuvat vaatimukset. (Ympäristö 2013.)

Rakennepiirustuksissa ja rakennelaskelmissa tulee osoittaa kantavien rakenteiden lujuus ja vakaus sekä mitat työn suoritusta varten. Rakennepiirustuksista tulee selvittää rakenteiden lämmön, kosteuden, veden ja vedenpaineen sekä äänen eristyksen ratkaisut. Korjaussuunnitelmassa tulee riittävässä laajuudessa esittää käyttöön jäävät rakenteet ja niiden toiminta. Suunnitelmassa esitetään myös purettavat rakenteet. (Ympäristö 2013.)

Rakennesuunnitelmaan kuuluu yleensä pohjarakennesuunnitelma. Suunnitelmassa tulee osoittaa myös pohjarakennustyön ja valmiiden rakenteiden vaikutus rakennuspaikan ympäristöön sekä vaara- ja haittavaikutusten estäminen. Pohjarakennesuunnitelman yksityiskohtaisuuden tulee vastata kohteen pohjasuhteiden, rakenteiden ja käytettävien työmenetelmien vaatimuksia. (Ympäristö 2013.)

5.2.2 Erityissuunnitelman ohjeet

Rakennepiirustuksiin kuuluvat yleensä paalutus-, perustus-, taso-, vesikatto-, leikkaus-, rakenneosa- ja yksityiskohtapiirustukset sekä elementtien valmistus-, asennus- ja sijoituspiirustukset. Rakennepiirustuksissa esitetään yleensä:

- rakennuksen perustaminen;
- rakenteet ja niiden sijoitus tunnuksineen, mitat ja yksityiskohdat, kuten raudoitukset, kiinnitykset, liitokset, reiät ja heikennykset;
- rakenteiden ja niiden materiaalien ominaisuudet kantavuuden, äänen-, lämmön-, kosteuden- ja vedeneristyksen, paloturvallisuuden ja säilyvyyden suhteen; sekä
- henkilöturvallisuuden kannalta merkittävien kaiteiden, suojarakenteiden, tikkaiden, kattosiltojen yms. rakenne.

Rakennesuunnitelmaan liittyviä selvityksiä ovat esimerkiksi:

- pohjatutkimus;
- geotekniset mitoitusperusteet; sekä
- rakennelaskelmat, joissa esitetään varsinaisten laskelmien lisäksi mitoitusperusteet, rakennemalli, kuormitustapaukset, vakavuustarkastelut sekä tarvittaessa selvitys käytetyistä atk-ohjelmista tms. laskentaperusteista. (Ympäristö 2013.)

Pohjarakennesuunnitelmassa esitetään yleensä:

- perustan käsittely, perustusrakenteet, muut pysyvät pohjarakenteet ja tarvittaessa lähirakenteiden suojaamis- ja vahvistamistavat;
- maarakenteet;
- routasuojaus;
- kuivanapito;
- kaivannot;
- rakennuksen liittyminen putkijohtoihin ja pihaan; sekä
- putkijohtojen ja pihan rakentaminen.

Korjausrakentamisen perustaksi selvitetään olemassa olevat pohjarakenteet ja niiden kunto. (Ympäristö 2013.)

5.3 Rakennesuunnittelun RT -kortti 10-11070

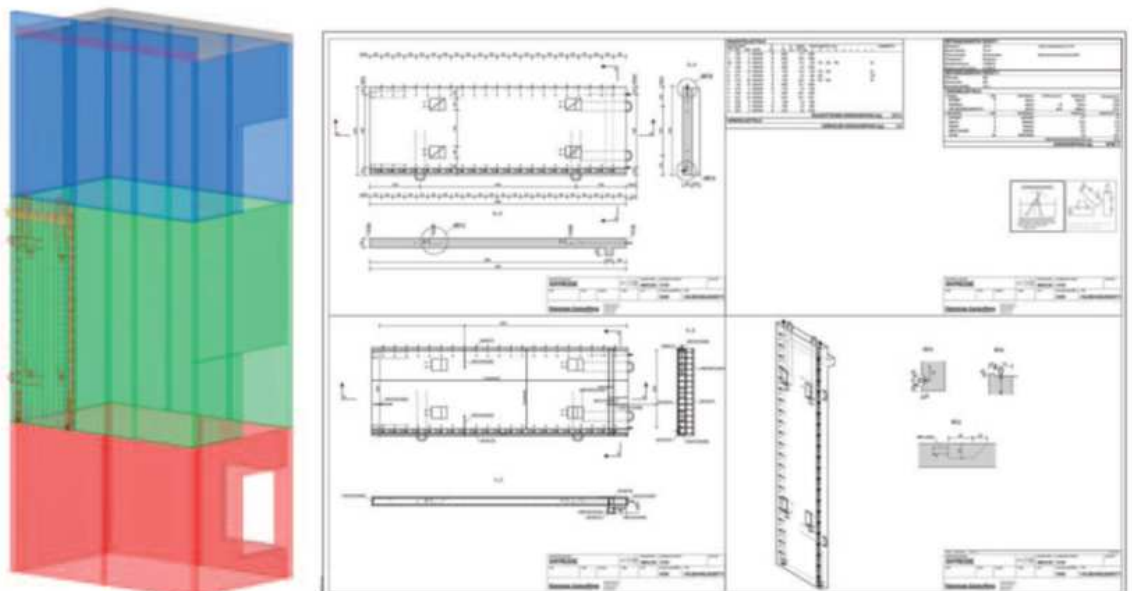
RT -kortissa käsitellään rakennesuunnittelun mallintamista ja rakennesuunnittelijan tuottamien tietomallien vaatimaa tietosisältöä. RT -kortit 10-11066-11078 yleiset tietomallivaatimukset 2012 sisältävät uudis- ja korjausrakentamiskohteet sekä rakennusten käytön ja ylläpidon. Vähimmäisvaatimukset mallinnukselle ja mallien tietosisällölle esitetään mallinnusvaatimuksissa. Hallittuun päätöksentekoon ja tiedonkulun tukemiseen suunnitteluryhmän sisällä sekä suunnittelijoiden, tilaajan ja urakoitsijan välillä pyritään rakennuksen tietomallien käytöllä. (RT 10-11070 2012.)

RT -kortti 10-11070 kattaa rakennesuunnittelijan tuottaman suunnittelumallin, jota kutsutaan rakennemalliksi. Kun suunnitteluprosessi etenee, rakennemalli kehittyy ja tarkentuu. RT -korttiin 10-11070 kirjatussa ohjeessa kuvatut suunnitteluvaiheet noudattavat TELU 08 rakennesuunnittelun tehtäväluettelon vaiheita. Tämä ohje ei kuitenkaan käsittele rakennesuunnittelun jakamista eri osapuolille, kuten tuoteosa-suunnittelua ja elementtien valmisosasuunnittelua. (RT 10-11070 2012.)

Mallinnettavia rakenteita ovat kaikki kantavat rakenteet sekä ei-kantavat betonirakenteet. On myös mallinnettava sellaiset rakennustuotteet, joiden koolla ja sijainnilla on merkitystä muille suunnittelijoille. Tietoa siirrettäessä rakennusosan sijainti, nimi tai tyyppi ja geometria siirtyvät rakennusosan mukana ja rakenteet tulee mallintaa niiden mukaan. Rakennesuunnittelija varmistaa, että kaikki rakennusosat ovat oikein IFC -mallissa. (RT 10-11070 2012.)

Vaikka kaikki projektin rakennetyypit eivät esiinny sellaisenaan tehtäväluettelon mukaisessa rakennemallissa, rakennesuunnittelijan on kuitenkin määriteltävä ne. Rakennetyypit tulostetaan 2D-piirustuksina. Rakennesuunnittelijan määrittelemiä rakennetyyppejä arkkitehti käyttää rakennusosamallissaan samannimisinä. (RT 10-11070 2012.)

Projektissa sovittua koordinaatistoa noudatetaan rakenteiden mallinnuksessa kerroksiin ja lohkoihin suunnitellun rakentamisjärjestyksen mukaisesti. RT-kortissa 10-11066 on esitetty koordinaatiston määrittely. Rakennemalliin määritellään kerros- ja/tai lohkotieto siten, että ne siirtyvät IFC -tiedostossa. Visualisoinnissa, tarkastuksissa ja määräluetteloissa voidaan hyödyntää kerros- ja lohkotietoja (kuvio 14). (RT 10-11070 2012.)



Kuvio 14. Kerros- ja lohkotiedot (Rakennustieto 2013).

Mallinnusohjelmat numeroivat osat yksilöllisesti (GUID), jotta ne ovat tunnistettavissa tarpeen mukaan läpi hankkeen aina valmistukseen ja asennukseen asti. GUID-tunnisteet pyritään säilyttämään muokkaamalla jo luotuja rakennusosia niiden tuhoamisen ja uuden osan luomisen sijaan. Jotta osat pystytään tunnistamaan esimerkiksi asennusta, määrälaskentaa ja logistiikkaa varten, automaattisen GUID-numeroinnin lisäksi rakenteet nimetään ja numeroidaan loogisesti hankkeessa sovitulla ja tilaajan hyväksymällä tavalla. Projektiryhmälle jaettu nimeämis- ja numerointilista helpottaa mallin käyttöä. (RT 10-11070 2012.)

Suunnittelun eri vaiheissa olevia rakennusosia voi sisältyä rakennemalliin. On oleellista tietää rakennusosien valmiusaste suunnittelussa, jotta mallitietoa voidaan hyödyntää. Mallissa esitetään valmiusaste tai se on kirjattu selvästi tietomalliselostukseen. Valmiusasteen esitystapa sovitaan projektikohtaisesti. (RT 10-11070 2012.)

Muiden suunnittelijoiden malleja ei saa sisällyttää julkaistuihin rakennemalleihin, vaikka niitä olisikin käytetty referenssimalleina. Rakennesuunnittelijan mallintamat objektit ovat ainoita, jotka saavat sisältyä rakennemalliin. Rakennesuunnittelijan on tehtävä omien suunnitelmiensa laadunvarmistus yrityksen laatujärjestelmän mukaisesti ennen mallin julkaisua. Mallin laadunvarmistus tehdään RT 10-11071 esittämällä tavalla. Tietomalliselostuksen liitteenä toimitetaan täytetty ja allekirjoitettu rakennemallin tarkastuslomake. (RT 10-11070 2012.)

RT 10-11070 käsittelee myös tietomallinnusta korjausrakennuskohteissa, suunnitteluvaiheiden mukaista määrittelyä uudiskohteissa ja kohteen käyttöönottoa ja ylläpitoa. (RT 10-11070 2012.)

6 SUUNNITTELUOHJELMIEN VERTAILU

Teijo-Talot Pohjanmaa Oy valmistaa täysin valmiita rakennuksia, minkä takia suunnittelulla on suuri osuus rakennuksen toteutuksessa. Pelkästään arkkitehtipiirustuksilla ei voida valmistaa omakotitaloja eikä varsinkaan kouluja tai päiväkoteja. Suurin haaste työpiirustusten teossa on rakennusten siirrettävyys, koska rakennus pitää olla myös myöhemmin siirrettävissä. Tämähän on koko konseptin kantava ajatus.

Talojen valmistamiseen tehdään seuraavat työpiirustukset: perustukseen tarvittavat raudoitus-, viemäri- ja vesijohtopiirustukset mitoitettuna, runkopiirustukset kattaisulistoineen, alaslasketut katot, yläpohjan kattoristikopiirustus ja kattopeltien asennuskaavio. Lisäksi tuotteiden tilaukseen tarvitaan ikkuna-, ovi-, kattoristikko- ja kattopeltikaaviot. Edellä mainittujen piirustuksien lisäksi kouluissa ja päiväkodeissa tehdään lattian pintamateriaaleista ja sisäkattojen akustointilevyistä asennuskaavio, portaista ja lipoista työpiirustukset ja työmaalle rakennusten asennuskaavio. Tämä piirustusten määrä vaatii paljon työtä, ammattitaitoa ja aikaa. Siksi suunnitteluohjelman täytyy olla hyvä ja kustannustehokas.

Yrityksellä on ollut käytössään Cads Planner House Pro neljä vuotta, mutta tuotannon kasvaessa ja kohteiden muuttuessa omakotitaloista julkisiksi rakennuksiksi on tullut tarpeelliseksi miettiä suunnitteluohjelmien vertailua. Tämän lisäksi yritykseen on vuoden 2012 alusta alkaen palkattu uusi suunnittelija, jolla on laaja ammattitaito ja 13 vuoden kokemus Vertex BD -ohjelmasta. Tällä hetkellä yrityksellä on käytössä molemmat suunnitteluohjelmat, joista pitäisi tämän opinnäytetyön avulla valita toinen. Yrityksessä työskentelee kaksi suunnittelijaa, toinen tekee luonnos- ja arkkitehtipiirustukset ja toinen rakenne- ja työpiirustukset.

6.1 Kustannusvertailu

Vertex BD:n lisenssi maksaa noin 10 000 euroa riippuen siitä, mitä kappaleessa 3 käsitellyjä toimintoja valitaan. Lisäksi ohjelmaan tulisi ylläpitosopimus, joka sisältää käyttötuen ja päivitykset. Tällä hetkellä ohjelma on vuokrattuna, koska ei ollut kannattavaa ostaa kahta eri ohjelmaa omaksi. Ohjelma on aika kallis verrattuna

muihin markkinoilla oleviin suunnitteluohjelmiin. Tämän lisäksi lisenssejä tarvittaisiin kaksi kappaletta, kahdelle suunnittelijalle, koska suunnitteluohjelma vaatii jokaiselle työntekijälle oman käyttäjälisenssin. Ohjelmaan tarvittaisiin myös räätälöintiä rakennetietokantoihin, mikä maksaa myös.

Cads Planner House Pron lisenssi maksaa noin 5000 euroa ja tuon summan lisäksi tulisi ylläpitösopimus. Ohjelma on Vertexiin verrattuna puolet halvempi. Esimerkiksi ArchiCad maksaa 5000–7000 euroa ja on vain hieman kalliimpi kuin Cads. Mutta ArchiCadin toiminnot ovat lähempänä Vertexiä. Cadsia jouduttaisiin myös räätälöimään rakennetietokantojen osalta. Onneksi sekä Vertexillä että Cadsilla on ylläpitösopimukseen kuuluva ilmainen tuotetuki, mikä auttaa ongelmien ratkonnassa.

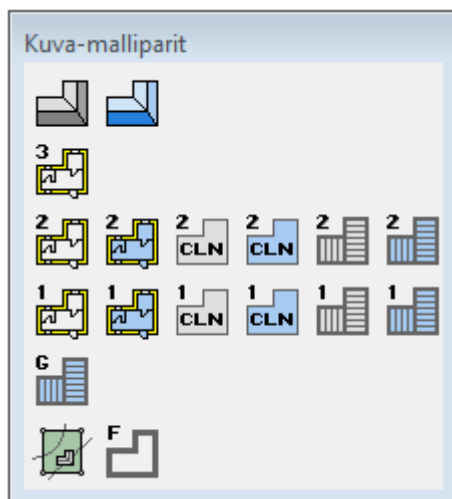
6.2 Toiminnot ja käytettävyys

Kun Vertexin ja Cadsin toimintoja ja käytettävyyttä vertaillaan luonnos- ja arkkitehtisuunnittelussa, Vertexillä on huomattavasti nopeampi ja helpompi tehdä piirustuksia. Ajallisesti vertailtuna Vertexillä menee luonnoskuvien tekoon 3–5 tuntia ja Cadsilla 12–16 tuntia, vuonna 2012 luonnoksia tehtiin 42 kappaletta. Nämä tuntimäärät ovat oman työn ja työyhteisön kokemuksen perusteella arvioituja. Kuvien muutoksen teko Vertexillä tapahtuu todella helposti ja nopeasti kaksi- tai kolmeulotteisessa tilassa, kun taas Cadsissa joudutaan muutokset tekemään kaksiulotteisessa mallissa.

Vertex BD on paljon suurempi ja raskaampi ohjelma kuin Cads Planner House Pro, koska siinä voidaan toimia yhtä aikaa sekä kaksiulotteisessa että kolmeulotteisessa mallissa. Vastaavasti Cadsissa ollaan kaksiulotteisessa mallissa, josta generoidaan valmis projekti kolmiulotteiseksi. Vertexissä pystytään tekemään muutoksia molemmissa ulottuvuuksissa. Muutokset päivittyvät aina kaikkiin kuvamallipareihin. Kuva-malliparit ovat rakennusosien erilaisia tasokuvia (esimerkiksi perustus, lattia, seinät, katto jne.), joihin kuuluu aina 2D- ja 3D-kuva. Eri ulottuvuuksissa tehdyistä muutoksista esimerkkinä 2D-pohjassa tehty keittiönlaatikoston leveyden muutos 600 millimetristä 800 millimetriin, joka päivittyi automaattisesti myös 3D-malliin ja muihin kuvamallipareihin.

Cadsissa muutokset tehdään vain kaksiulotteisessa pohjassa muuttamalla parametreja. Esimerkiksi, jos generoitu kolmeulotteinen kuva on väärin, sitä ei pysty korjaamaan 3D-tilassa, vaan se pitää poistaa ja virhe tulee korjata kaksiulotteisessa tilassa muuttamalla parametreja.

Molemmilla ohjelmilla on tuotekirjastot, mutta tässäkin tapauksessa Vertexillä kirjastot ovat suuremmat ja laajemmat. Kummankin ohjelman kolmeulotteisessa mallissa päästään tarkastelemaan sisätiloja ja liikkumaan niissä, mikä helpottaa markkinointia. Molemmissa ohjelmissa on hyvät ja selkeät työkalut piirustusten tekemiseen ja ne soveltuvat käyttöön hyvin. Vertexissä tasotoiminnot ovat paremmat, koska siinä toimitaan kuvamallipareissa (kuvio 15) eli esimerkiksi arkkitehtikuva-malliparina on kaksiulotteinen pohja ja kolmiulotteinen julkisivu ja kaikki muutokset tallentuvat kaikkiin kuva-mallipareihin.



Kuvio 15. Kuva-malliparit

Rakennesuunnittelussa molemmat ohjelmat toimivat lähtötietoihin määriteltyjen parametrien mukaan, vaikka kumpaankin ohjelmaan joudutaan tekemään tarkennuksia ennen kuin luodaan runkokuvat. Cadsin automatiikka ei toimi kunnolla ainakaan Teijo-Talojen seinärakenteen luonnissa, mutta ohjelmassa on manuaalinen puuelementtien luonti, joka on todella käytännöllinen. Manuaalisessa puuelementtien luonnissa kaikki mitat ja materiaalit tulevat suunnittelijan valinnoista, mikä lisää mittavirheiden syntymisen riskiä. Vertexissä automatiikka toimii paljon paremmin, vaikka siihenkin joudutaan tekemään vielä räätälöintiä. Molemmista ohjelmista saa tulostettua katkaisulistat ja materiaalimäärät.

Vertexissä pystytään muokkaamaan runkokuvaa kolmiulotteisessa tasossa, mikä helpottaa liittymäkohtien tarkastelua. Lisäksi materiaali- ja runkotietoja voi muuttaa Vertexissä milloin vain, joka helpottaa suunnittelijan työtä. Rungon osa-alueita pystytään muokkaamaan erikseen tarpeen mukaan kolmiulotteisessa tasossa. Ohjelmasta löytyy paljon valmiita seinärakennedetaljeja, joiden avulla voidaan runkomalli mallintaa. Näitä ominaisuuksia Cadsissa ei ole.

Visualisointi on molemmissa ohjelmissa toimiva. Molempiin ohjelmiin voidaan lisätä oikeat värit ja pintamateriaalit. Lisäksi ulkopuolen maastoon löytyy valmiita olioita kirjastoista. Tälläkin osa-alueella Vertexin kirjastot ovat suuremmat ja monipuolisemmat kuin Cadsin. Visualisoidut kuvat ovat selkeämpiä Vertexillä kuin Cadsilla, tämä johtuu erilaisesta kuvankäsittelygrafiikasta (kuviot 6 ja 12).

Massalaskennassa ohjelmissa ei ole toiminnan kannalta paljon eroa. Cadsista saadaan paljon hyödyllistä tietoa loppuun asti mallinnettujen osien osalta. Vertexistä saadaan jo luonnosvaiheessa tarjouslaskentaa varten tarvittavat tiedot ja valmiista projektista taas saadaan jälkilaskentaan tiedot. Näitä tietoja tarvitaan Teijo-Talot Pohjanmaa Oy:ssä, koska siellä ei ole erillistä tuotannonohjausjärjestelmää ja sitä ei kannata hankkia, koska tuotanto on liian pientä ja monimuotoista järjestelmälle.

Massalaskennasta saatavat ikkuna-, ovi- ja kattoristikokaaviot saadaan molemmista ohjelmista helposti. Vertexistä saa myös kattopeltikaavion, jossa ohjelma laskee määrät, mitat ja tyypit. Tätä ei ole saatavilla Cadsista. Cadsissa on todella hyvä ja käytännöllinen yleinen pinta-alalaskuri, jolla on todella helppo laskea esimerkiksi betonin menekkiä ja painoa tai puhallusvillan määrää. Laskurista saa piirin, pinta-alan, tilavuuden ja painon ja siihen voi lisäksi merkitä laskentaa varten pituuden tai painon.

Cadsilta löytyy virallinen energiaselvityslaskentaohjelma, jonka aiempi versio oli todella helppo käyttää, mutta uudempi versio on sidottu enemmän ohjelman tietokantoihin, mikä vaatii täydelliset kuvat laskentaa varten. Se vaikeuttaa koulujen ja päiväkotien tarjousvaiheessa laskettavaa energiaselvitystä, koska tarjous tehdään luonnoskuvien perusteella. Tämän takia Teijo-Talot Pohjanmaa Oy on luopunut

laskurin käytöstä. Vertexissä ei ole energiaselvityslaskuria, vaan siinä on sovellus, joka laskee tarvittavat pinta-alat ja u-arvot.

Vertexin optiojärjestelmä on todella hyvä työkalu ajateltaessa yrityksen valmistamia kouluja ja päiväkoteja. Tällä hetkellä yrityksen koulukonsepti koostuu kuudesta eri moduulista, joista voidaan koota tarvittavan kokoinen koulu. Lisäksi järjestelmää voitaisiin hyödyntää kuisteissa ja lipoissa. Vertexiltä löytyy BD:tä tukeva Design Stream -ohjelma, joka on tuotannonohjausjärjestelmä ja tiedostojen tallennusarkisto. Tälle sovellukselle yrityksellä ei kuitenkaan ole käyttöä.

7 LUPA-, RAKENNE- JA TYÖPIIRUSTUKSET KÄPY-TALOMALLISTA

Piirustusten lähtökohtana oli Teijo-Talojen suosituin pientalomalli Käpy, josta tehdään uusi versio mallitalona Teijo-Talot Pohjanmaa Oy:n valmistamana. Käpy - talomalli on yksikerroksinen 85 kerrosneliömetrin kokoinen. Talossa on tupakeittiö, kaksi makuuhuonetta, kodinhoito- ja pesuhuone ja sauna. Tarkemmat mitat ja huonekoot ovat arkkitehtipiirustuksen pohjakuvassa (liite 1). Käpy on myydyin talomalli Teijo-Taloilla, koska se on sopivan kokoinen kohdeasiakasryhmille ja siinä on todella vähän hukkaneliötä ja huonejärjestys on toimiva.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Vertex BD:llä rakenne- ja työpiirustukset ja vertailla niiden tekemistä Cads Planner House Pro:sta saataviin piirustuksiin.

7.1 Lupapiirustukset

Teijo-Talot Pohjanmaa Oy:n suunnittelija on tehnyt lupapiirustukset Vertex BD:llä. Lupapiirustukset ovat seuraavassa järjestyksessä: pohja-, julkisivu- ja yleisleikkauskuva. Lupapiirustuksista saadaan lähtötiedot rakenne- ja työpiirustuksiin (liitteet 1-3).

7.2 Rakennepiirustus

Rakennepiirustuksessa esitetään rungon ja katon rakennepiirustukset (liitteet 4-5). Piirustukset tehdään molemmilla suunnitteluohjelmilla, jotta ohjelmien eroja voidaan vertailla.

7.3 Työpiirustukset

Seinäelementeistä tehdään työpiirustukset molemmilla ohjelmilla (liitteet 6-14).

8 YHTEENVETO

Suunnitteluohjelmia vertaillessa ja niiden ominaisuuksiin tutustuttaessa on otettava huomioon yrityksen tarpeet ja vaatimukset ohjelmia kohtaan. Molemmat ohjelmat ovat hyviä ja käytännöllisiä, niissä on paljon ominaisuuksia, jotka helpottavat suunnittelijoiden työtaakkaa. Lisäksi on huomioitava ohjelmista koostuvat kustannukset oston, ylläpidon ja käytön osalta. Työn avulla on tutustuttu ohjelmien hyviin ja huonoihin puoliin ja sitä kautta on saatu molempien ohjelmien kokonaisuus ja sopivuus hahmotettua yritykselle käyttöä varten. Taulukkoon 1 on koottu suunnitteluohjelmien hyvät ja huonot puolet.

Taulukko 1. Suunnitteluohjelmien vertailu.

	Cads	Vertex
Hyvää	Perusviivapiirtäminen Manuaalinen seinäelementointi Yhteensopivuus muihin DWG tiedostotallenteisiin ohjelmiin Hinta Katkaisulistat ja materiaalilaskuri Yleinen pinta-alalaskuri Seinärakenteen määrittäminen eri materiaaleille	Ohjelmassa on monipuoliset automatisoidut toiminnot Laajat rakenne- ja materiaali-kirjastot Kuva-malliparien päivitysautomaatiikka Muunneltavuus Materiaalilaskenta Työskentely helppoa projektin eri tasoissa Kaikki rakenteet koko ajan muokattavissa 2- ja 3D:ssä voidaan työstää kuvaa samanaikaisesti Kuvien teko nopeus
Huonoa	Rakenteisiin on mahdoton tehdä muutoksia 3D-mallissa Rakenteiden mitat pitäisi olla tiedossa aloitusvaiheessa Perusautomaatiikka runkokuvien luonnin osalta Kuvien muokkaus ja hyödyntäminen seuraavaan projektiin Kuvien luonnin hitaus	Hinta Ohjelman käyttäminen vaatii paljon opettelua ja kokemusta Uusien seinärakenteiden luonti vaikeaa

Valintakriteerit koostuvat seuraavista seikoista: hinta, toiminnot, ominaisuudet ja työtehokkuus. Hintaa verrattaessa Cads on puolet halvempi kuin Vertex, mutta hintaansa nähden Vertex antaa paremman vastineen rahoille. Toiminnoissa ja ominaisuuksissa Vertex on huomattavasti parempi ja laajempi. Ohjelmassa on hyvät perusdetaljiikka ja kirjastot. Lisäksi sitä on helpompi muunnella etenkin sen takia, koska Teijo-Talot Pohjanmaa Oy:n suunnittelija osaa koodata itse ohjelmaa ja tämä on suuri rahallinen säästö. Työtehokkuudessa Vertex on paljon nopeampi,

muunneltavampi ja yhtenäisempi kokonaisuus ja siinä paljon valmista automatiikkaa. Kirjaston lähtötietojen asentamisen jälkeen suunnittelijan ei tarvitse huolehtia ohjelman detaljiikasta, vaan hän saa keskittyä paremmin suunnittelun tekemiseen.

Suunnitteluohjelmaa valittaessa Vertex BD on parempi ja toimivampi ohjelma yrityksen käyttöön. Vaikka kustannuksiltaan ohjelma on kalliimpi, säästö saadaan aikaiseksi nopeasti työmäärillä eli enemmän töitä vähemmässä ajassa. Lisäksi, kun peruskirjasto on luotu ja ohjelma on sisään ajettu yrityksen tuotteiden osalta, saadaan nopeammin työstettyä edellä mainitut työvaiheet. Suuremmissa kohteissa optiojärjestelmä tulee varmaan käytännölliseksi, koska perusmoduulit ovat siinä jo valmiina. Ne tarvitsee vain järjestää asiakkaan mieltymysten mukaisiksi. Ohjelmaan tullaan koodaamaan kaksi- tai kolmivaiheinen materiaalilaskentataulukko, josta saadaan tarjous-, tilaus- ja jälkilaskentavaiheessa tarvittavat tiedot. Tällä hetkellä tarjousvaiheesta on jo olemassa valmis taulukkopohja.

LÄHTEET

Cads. 2013. [Verkkosivu]. Kotka: Kyndata. [Viitattu 29.3.2013]. Saatavana: <http://www.cads.fi/fi/>.

RT 10-11070. 27.3.2012. Rakennussuunnittelu. [Verkkokirja]. Helsinki: Rakennustieto. [Viitattu 30.3.2013]. Saatavana: Rakennustieto-palvelusta. Vaatii käyttöoikeuden.

Teijo-Talot. 2013. [Verkkosivu]. Perniö: Teijo-Talot. [Viitattu 23.3.2013]. Saatavana: <http://www.teijo-talot.fi/default/www/fi/etusivu/tervetuloa/>.

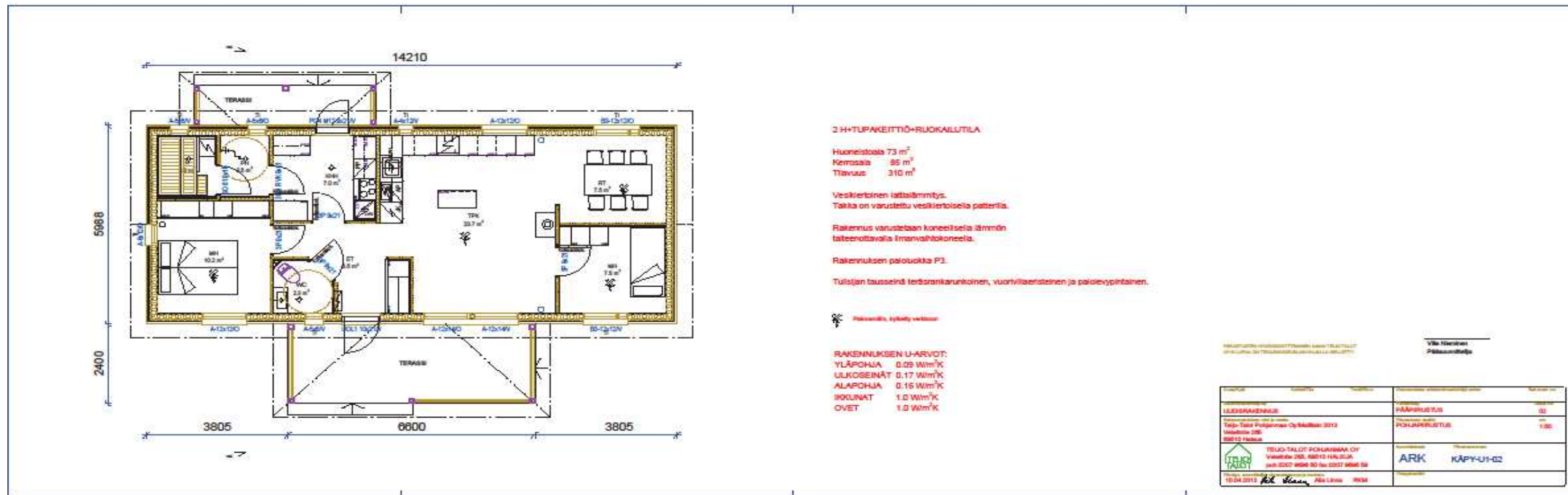
Vertex. 2013. [Verkkosivu]. Tampere: Vertex Systems. [Viitattu 29.3.2013]. Saatavana: <http://www2.vertex.fi/web/fi/etusivu>.

Ympäristö. 2013. Suomen rakentamismääräyskokoelma A2. [Verkkosivu]. Helsinki: Ympäristöministeriö. [Viitattu 30.3.2013]. Saatavana: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma.

LIITTEET

Liite 1. Pohjakuva.....	1
Liite 2. Julkisivukuva	2
Liite 3. Yleisleikkaus.....	3
Liite 4. Rakennepiirustus Cads Planner House Pro	4
Liite 5. Rakennepiirustus Vertex BD	5
Liite 6. Cads työpiirustus US1	6
Liite 7. Cads työpiirustus US2.....	7
Liite 8. Cads työpiirustus US3.....	8
Liite 9. Cads työpiirustus US4.....	9
Liite 10. Vertex työpiirustus U1	10
Liite 11. Vertex työpiirustus U2	11
Liite 12. Vertex työpiirustus U3	12
Liite 13. Vertex työpiirustus U4	13
Liite 14. Vertex 3D-runko	14

Liite 1. Pohjakuva



Liite 2. Julkisivukuva

JULKISIVU LUOTEESEEN

JULKISIVU LOUNAASEEN

JULKISIVU KOILLISEEN

JULKISIVU KAKKOON

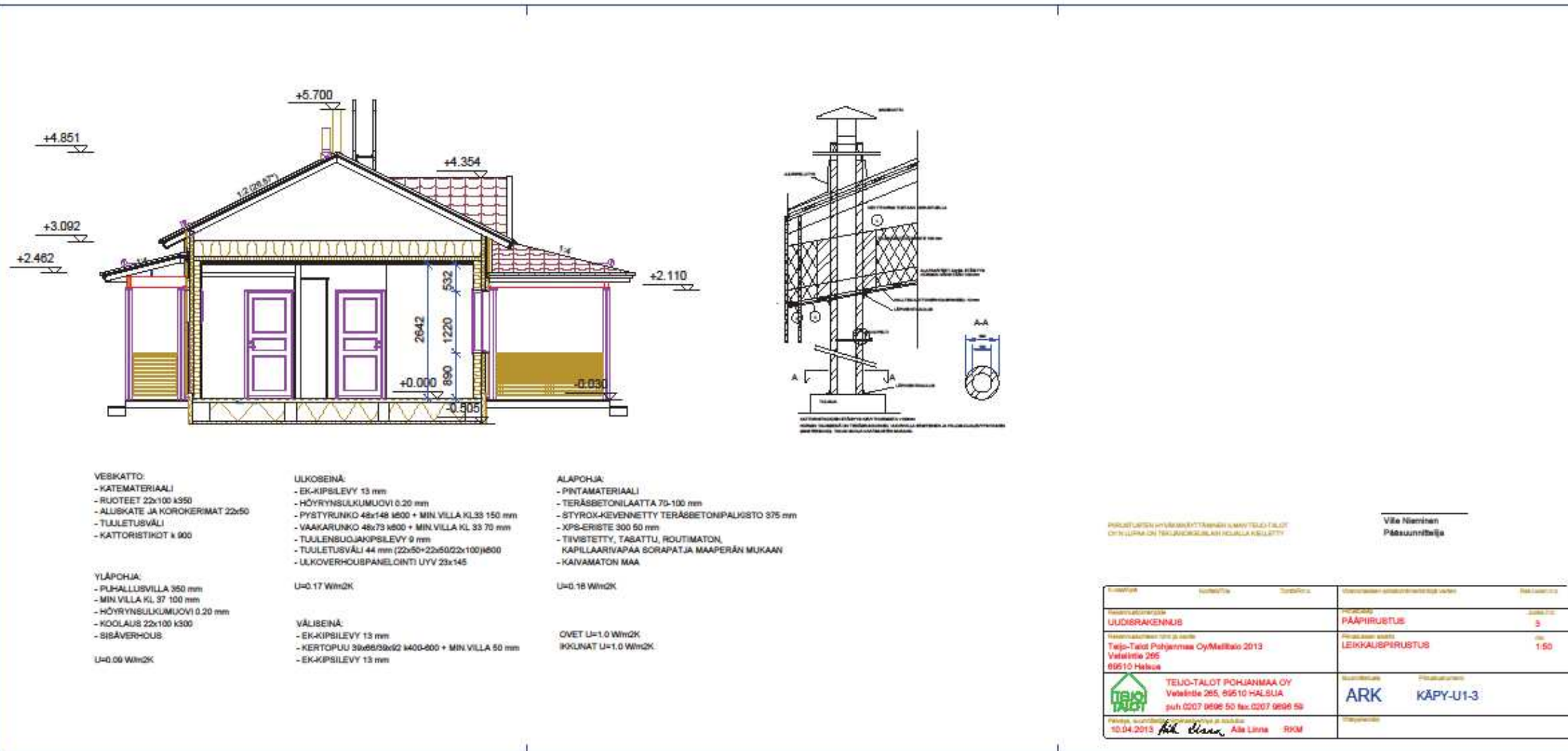
1. Tilikuvioitu-lankakate, RR33 musta
2. Vesikapaneeli UYV 25x145, Vinha 603K vaalean harmaa
3. Ristikäs- ja nurkkakaudat, valkoinen
4. Ikkunat puutalumiini, valkoinen, vesipelti RR33 musta
5. Pääovi musta, KHM:n ovi valkoinen
6. Sokkeli, kivrouhe SR4, tumman harmaa laasti
7. Lumiesteet ja kattoturvalaudoitukset F2:n mukaisesti

PAIKALLISEN YHTEISÖN KÄYTTÖTÄYDENNYSKÄYTTÖTALLOT
 OY:LLÄ OMA ON TEKIJÄNOIKEUSKÄSITTELLÄ KÄYTTÖTÄYTTÄ

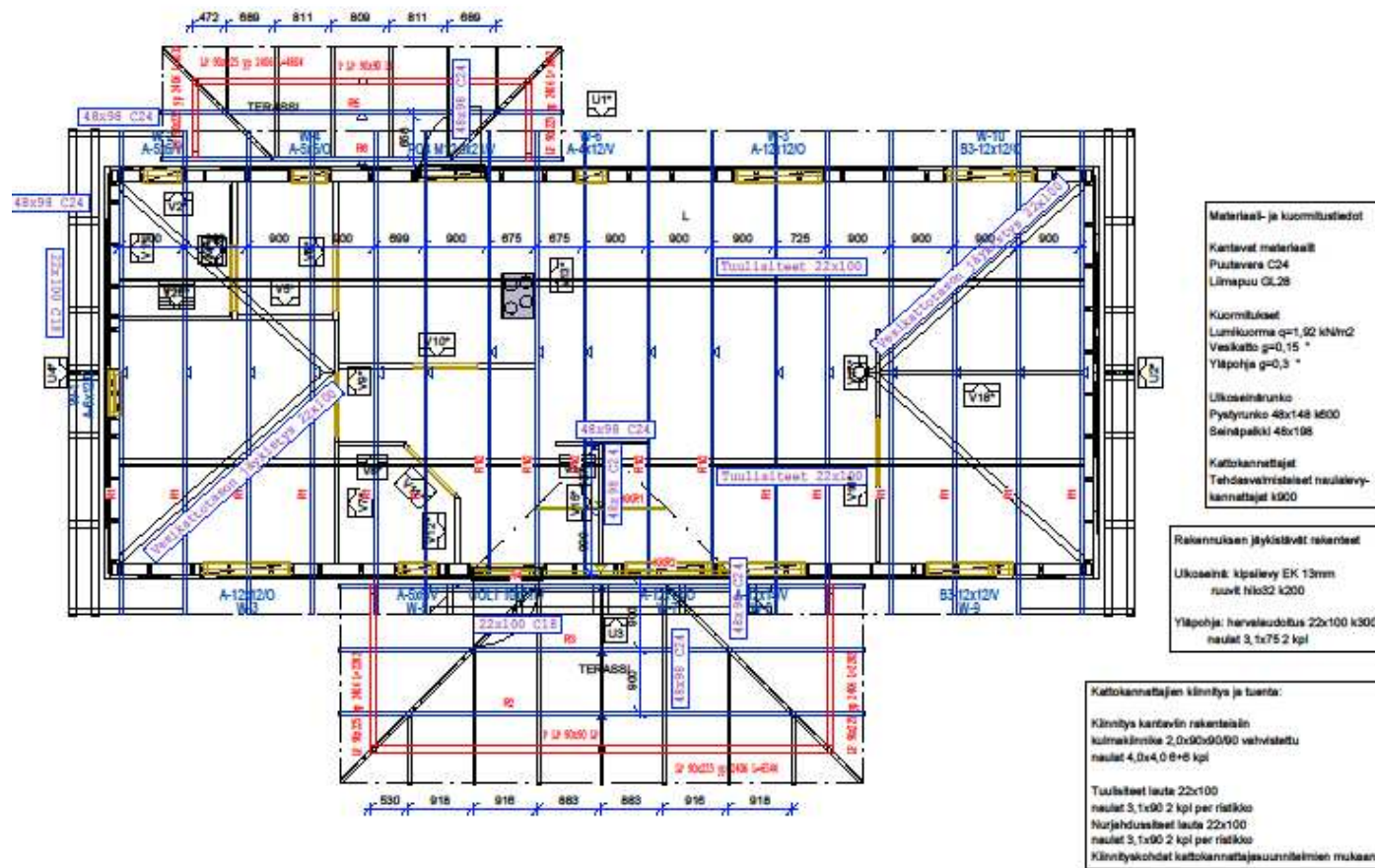
Vilja Nieminen
Pääsuunnittelija

Luokitus	Kuusiokko	Tuote	Yhteisö	Yhteisö
UUDISRAKENNUS	PAAPIRUSTUS	04		
TEKO-TALOT Pohjanmaa Oy/Mallisto 2013 Valokite 205 85510 Halsua	JULKISIVUPIRUSTUS	1:100		
TEKO-TALOT POHJANMAA OY Valokite 205, 85510 HALSUA puh.0207 9696 50 fax.0207 9696 52	ARK	KÄPY-U1-04		
10.04.2013 <i>K. K.</i> Ala Linna RRM				

Liite 3. Yleisleikkaus




Liite 5. Rakennepiirustus Vertex BD



PIIRUSTUKSET HYVÄKÄYTTÄMÄN SAMMALLE OLLUT
OY:n LUOKAN OIKOJÄRJESTELMÄN NEUVOJALUOKKANA

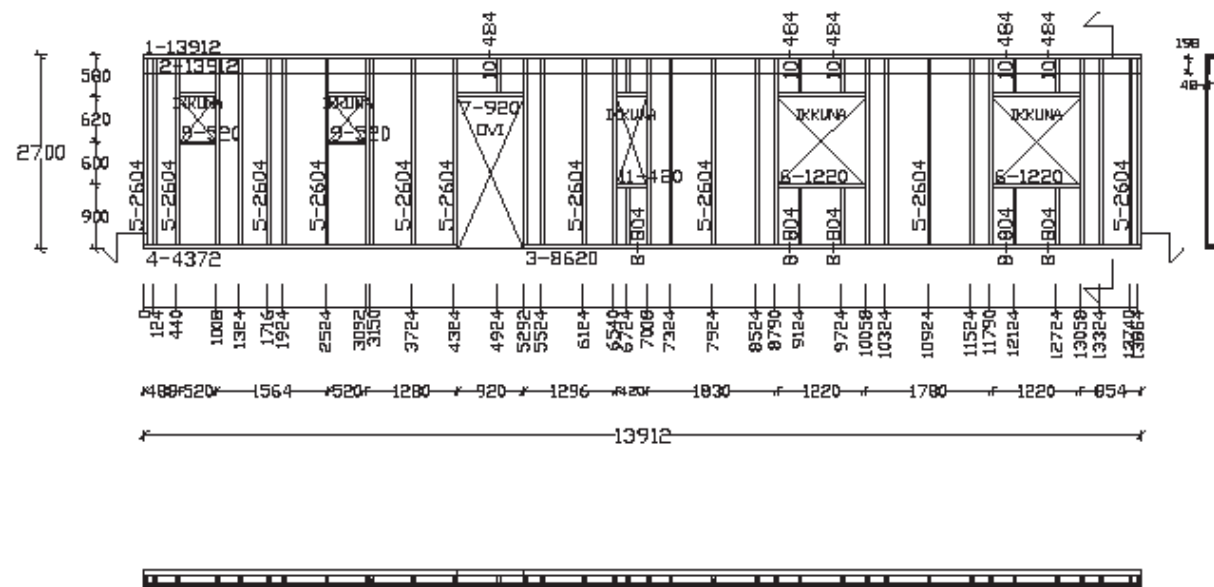
REV

Rev. nro	Uudistus	Tehtävä	Tehtävän suorittaja	Valmistus
1	LUOJARAKENNUKSEN	RAKENNEPIIRUSTUS		
2	Käpy	Pohja		1:50
 TEUO-TALOT POHJANMAA OY Velelinde 285, 69510 HALSUA puh.0207 9696 50 fax.0207 9696 59		RAK	T-10	
10.4.2013		Vilho Kujala		

Liite 6. Cads työpiirustus US1

ELEMENTTI US1 KATSOTTUNA SISÄLTÄPÄIN

Kokonaisala 37,56 m²
Ristimitta 14172



PUUELEMENTTI

ELEMENTIN ERISTEET ON ASENNETTAVA TIIVIISTI RUNKOJALPPIA VASTEN. ERISTEIDEN JATKOSKOHDISSA ERISTEIDEN REUNOJEN TUULE OLLA TIIMIT. KAIKKIEN LÄPIMENTIEN TIIVEYS PITÄÄ TARKASTAA.
HÖYRYN- JA ILMANSULUN JATKOSET LIMITETÄÄN VÄHINTÄÄN 150 MM SEKÄ TEIPATAAN HUOLELLISESTI.

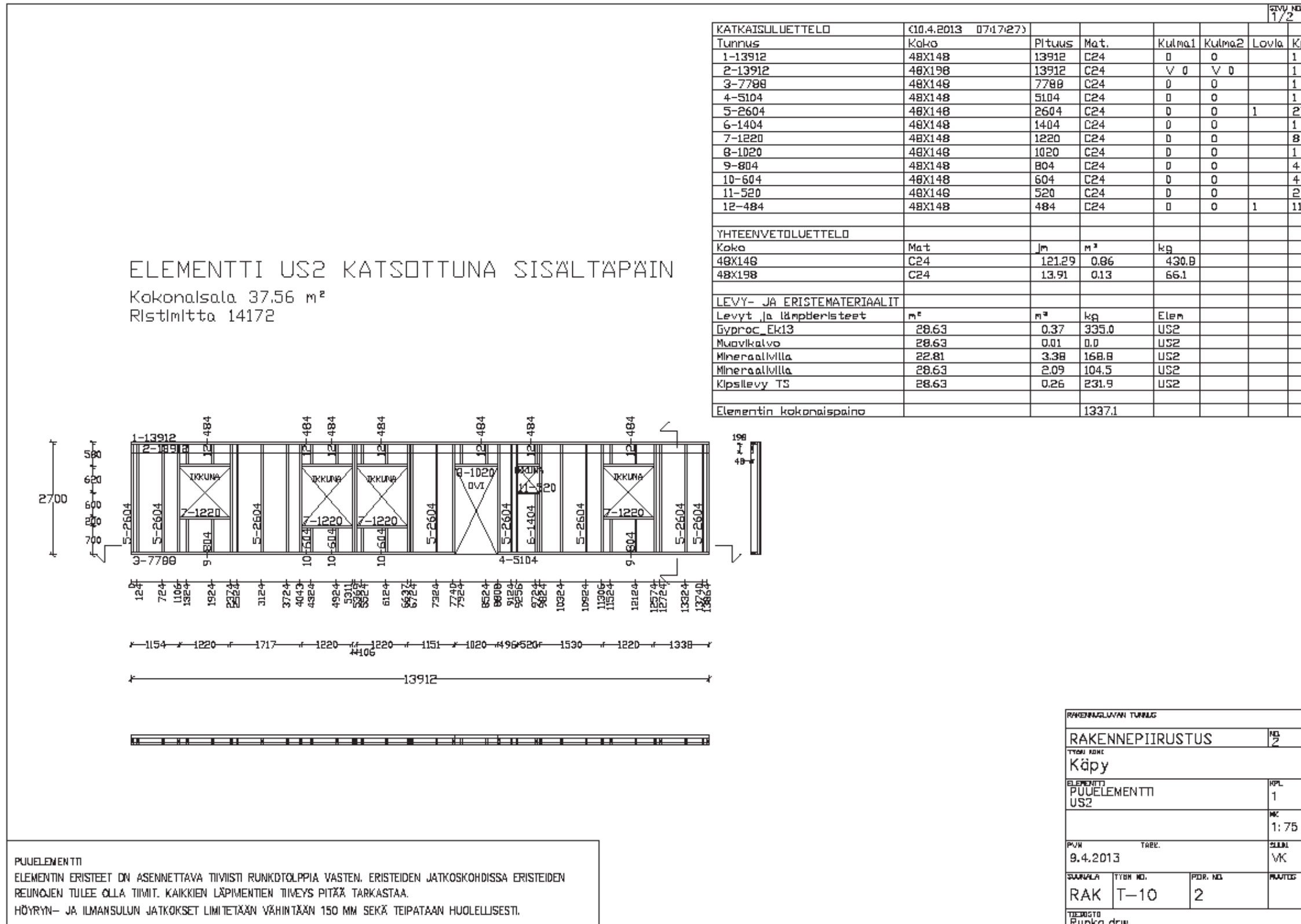
SIVU NO
1/1

KATKAISULUETTELO (10.4.2013 07:17:06)							
Tunnus	Koko	Pituus	Mat.	Kulma1	Kulma2	Lovi1	Kpl
1-13912	48X148	13912	C24	0	0		1
2-13912	48X198	13912	C24	√ 0	√ 0		1
3-8620	48X148	8620	C24	0	0		1
4-4372	48X148	4372	C24	0	0		1
5-2604	48X148	2604	C24	0	0	1	30
6-1220	48X148	1220	C24	0	0		4
7-920	48X148	920	C24	0	0		1
8-804	48X148	804	C24	0	0		5
9-520	48X148	520	C24	0	0		4
10-484	48X148	484	C24	0	0	1	6
11-420	48X148	420	C24	0	0		2
YHTEENVETOLUETTELO							
Koko	Mat	Jm	m ²	kg			
48X148	C24	120,67	0,86	428,6			
48X198	C24	13,91	0,13	66,1			
LEVY- JA ERISTEMATERIAALIT							
Levyt ja lämpöeristeet	m ²	m ³	kg	Elem			
Gyproc_EK13	31,48	0,41	368,3	US1			
Muovikalvo	31,48	0,01	0,0	US1			
Mineraalivilla	25,69	3,8	190,1	US1			
Mineraalivilla	31,48	2,3	114,9	US1			
Kipsilevy TS	31,48	0,28	255,0	US1			
Elementin kokonaispaino			1423,0				

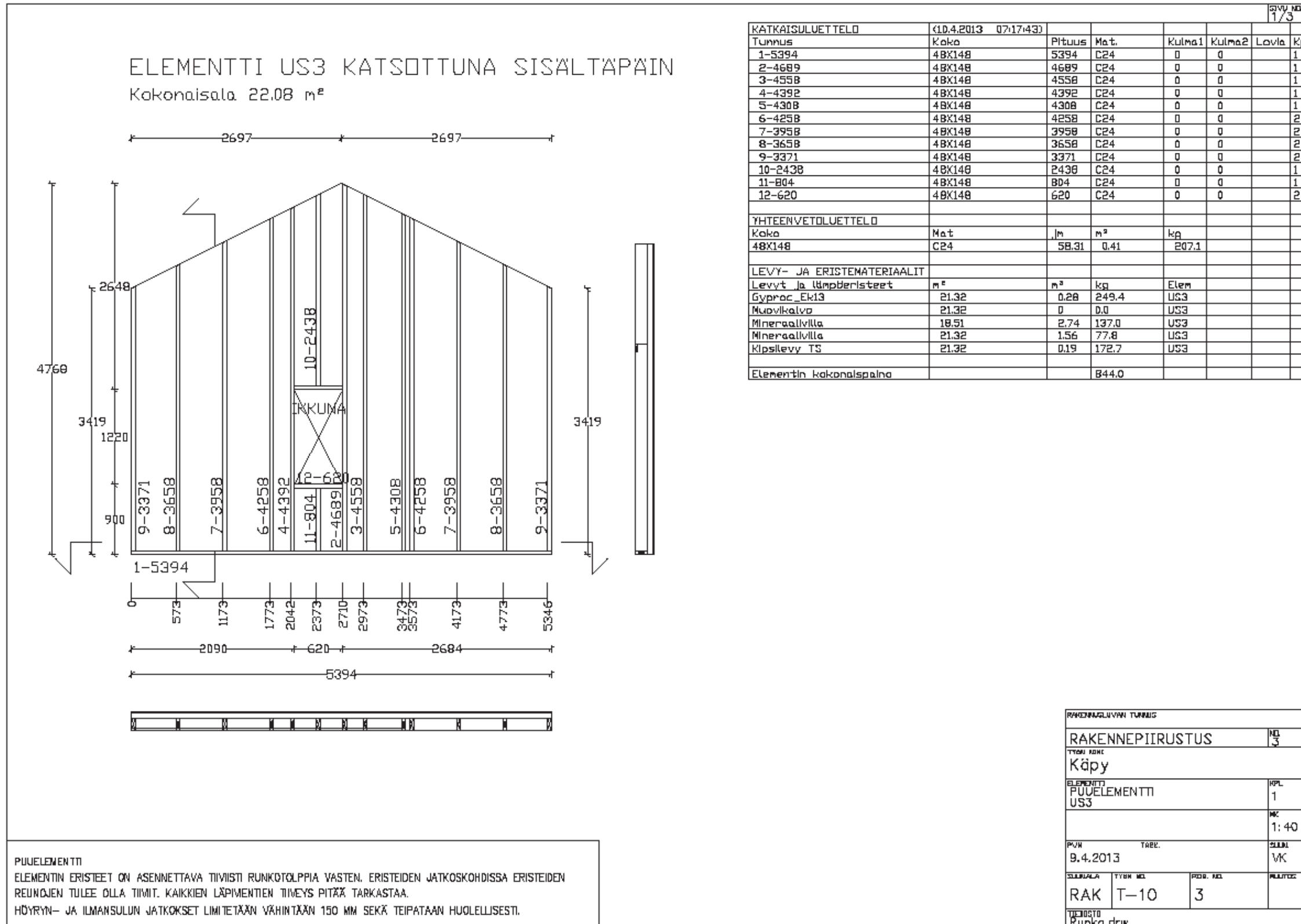
RAKENNUSLUVAN TUNNUS

RAKENNEPIIRUSTUS	NO	1
TYÖN KOE	Käpy	
ELEMENTTI	HPL	1
PUUELEMENTTI	AK	1:75
US1	SEIK	VK
PJN	TREK.	
9.4.2013		
SUUNNITTELIJA	TYÖN NO.	PDR. NO.
RAK	T-10	1
TEKIJÄ		
Runko.drw		

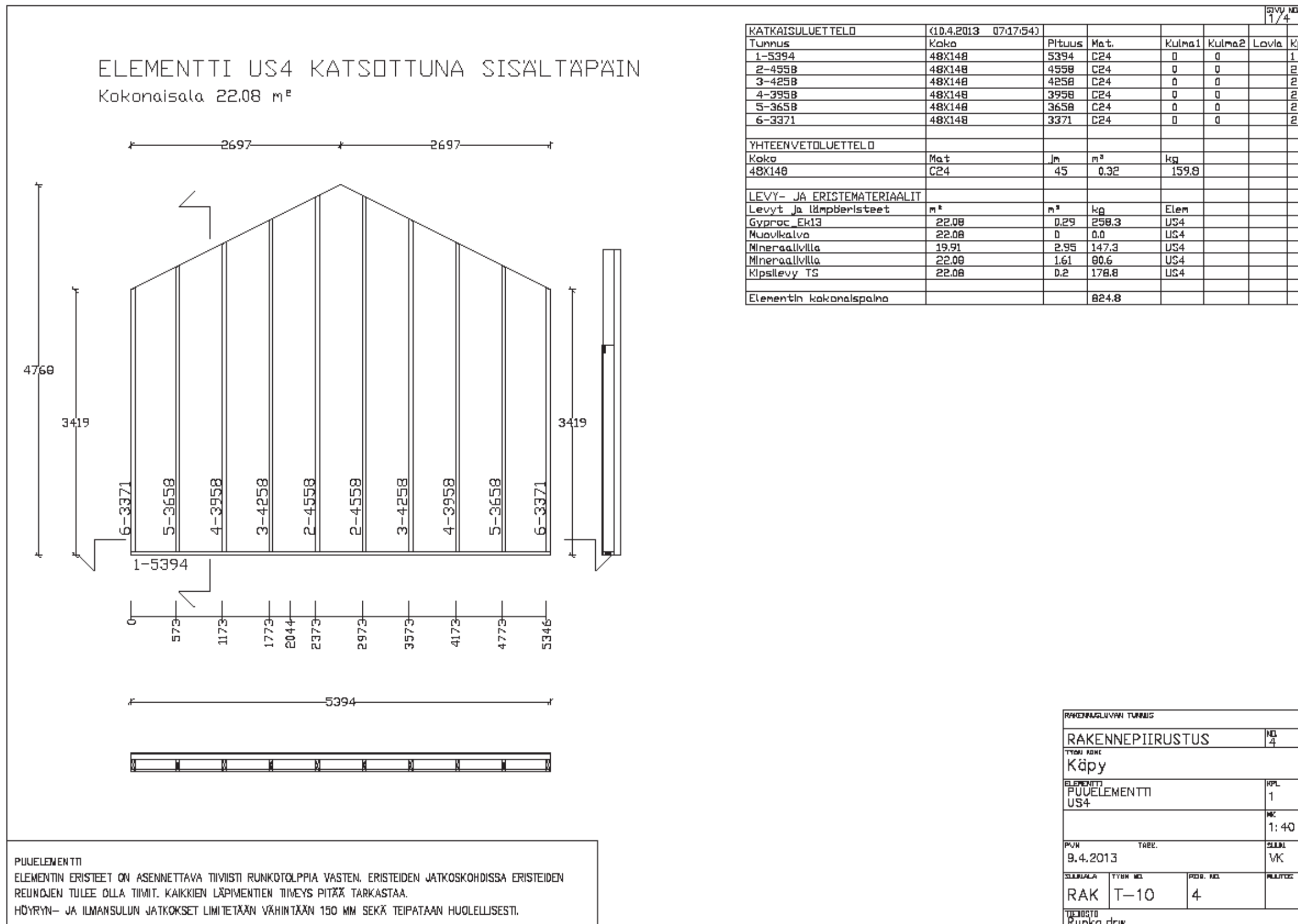
Liite 7. Cads työpiirustus US2



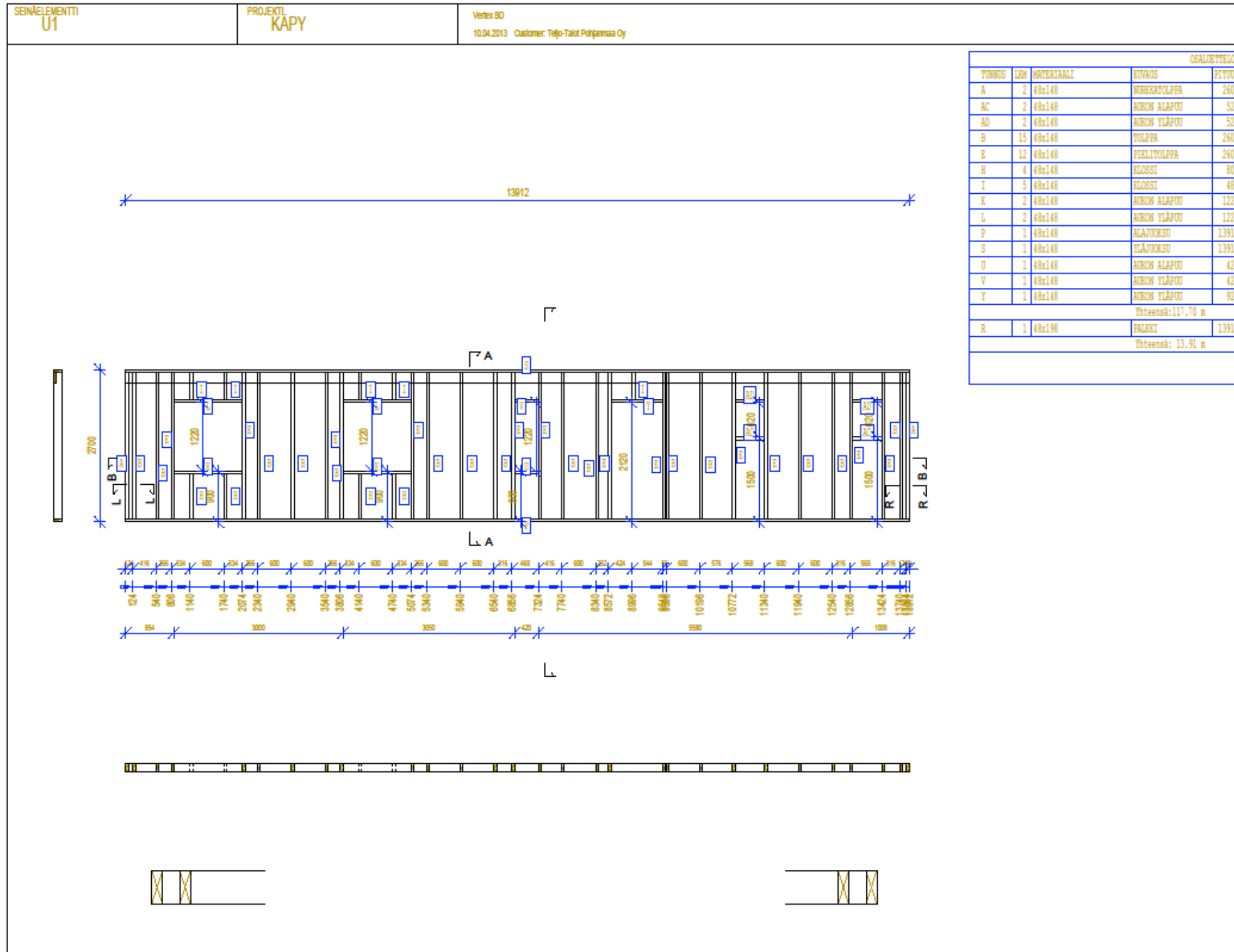
Liite 8. Cads työpiirustus US3



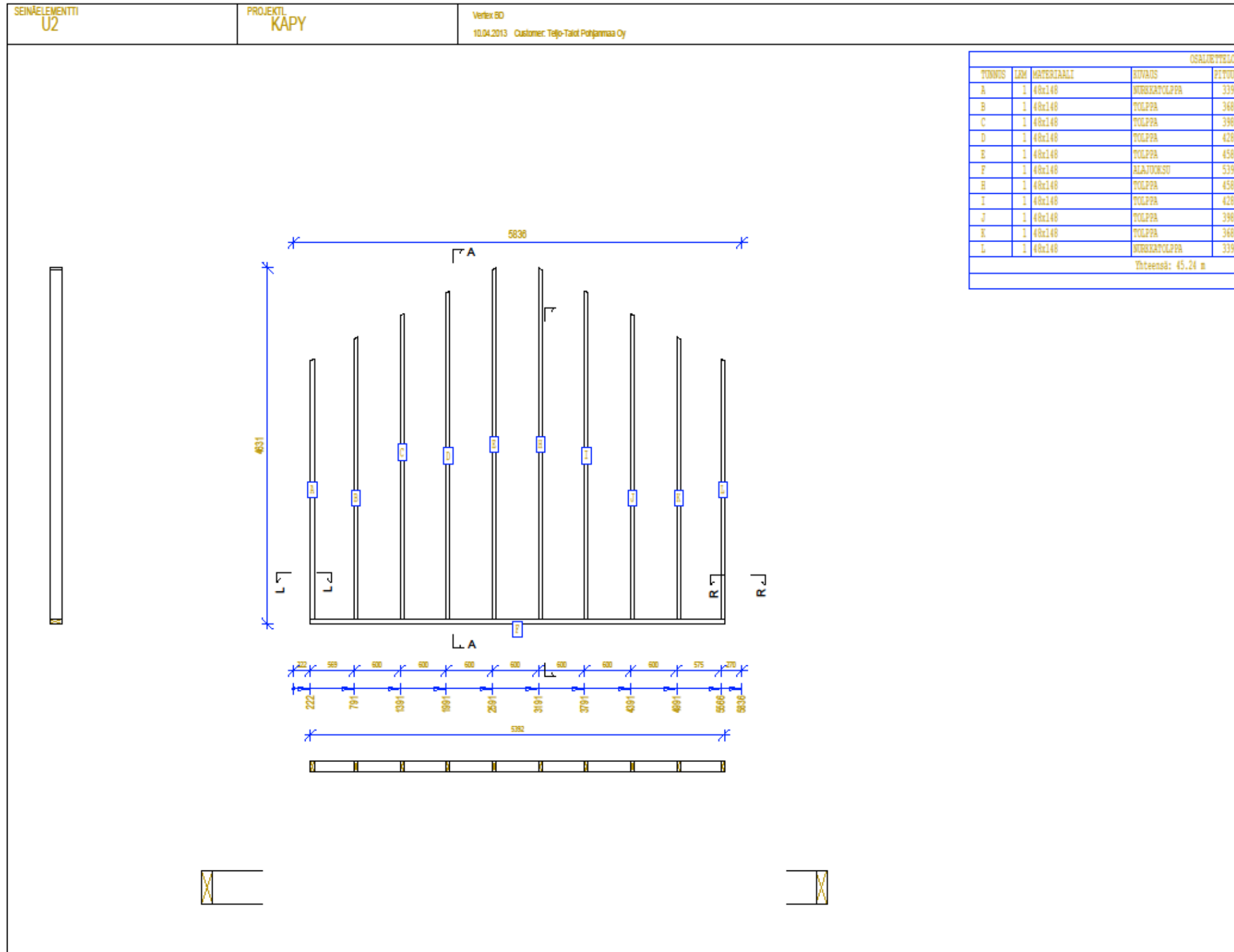
Liite 9. Cads työpiirustus US4



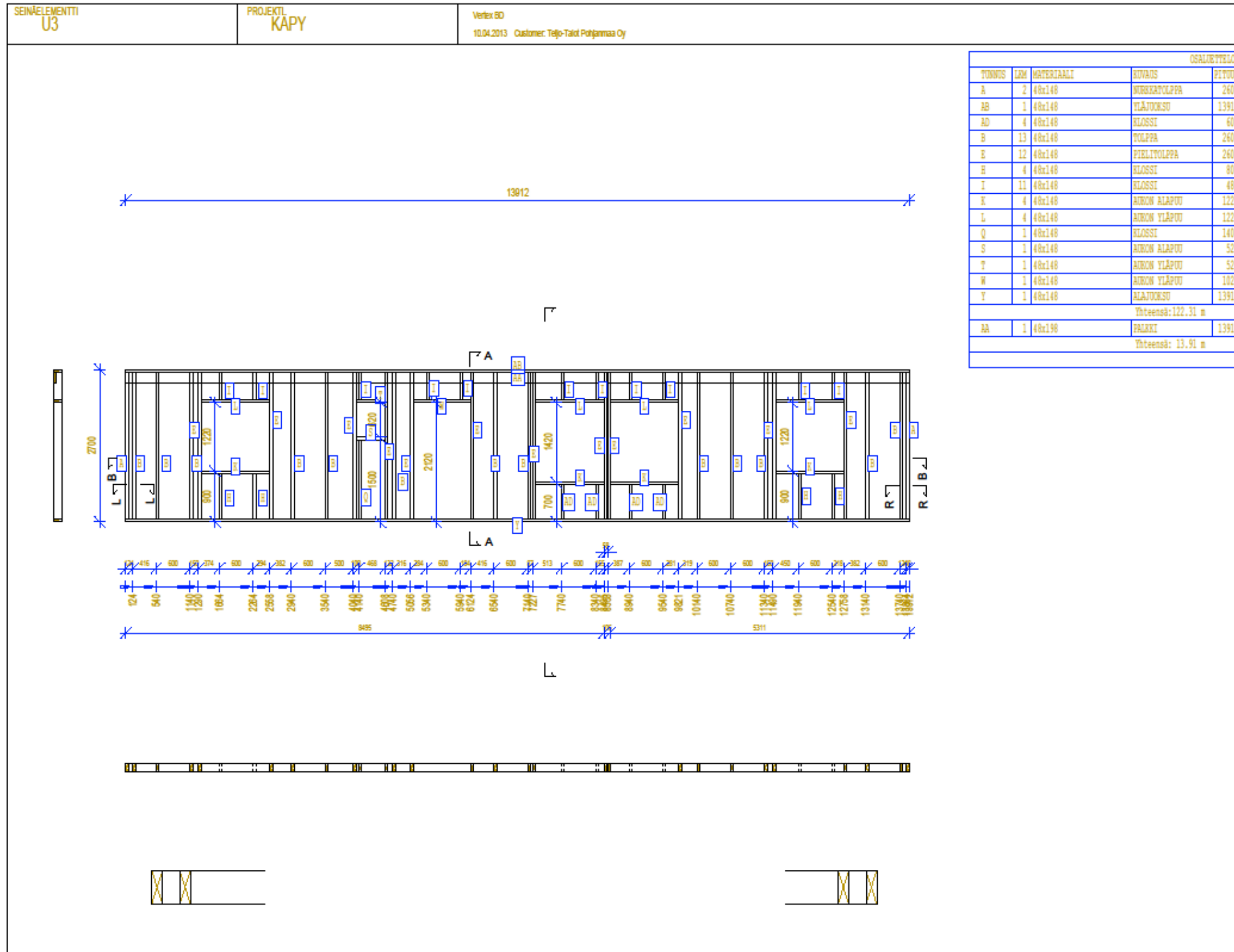
Liite 10. Vertex työpiirustus U1



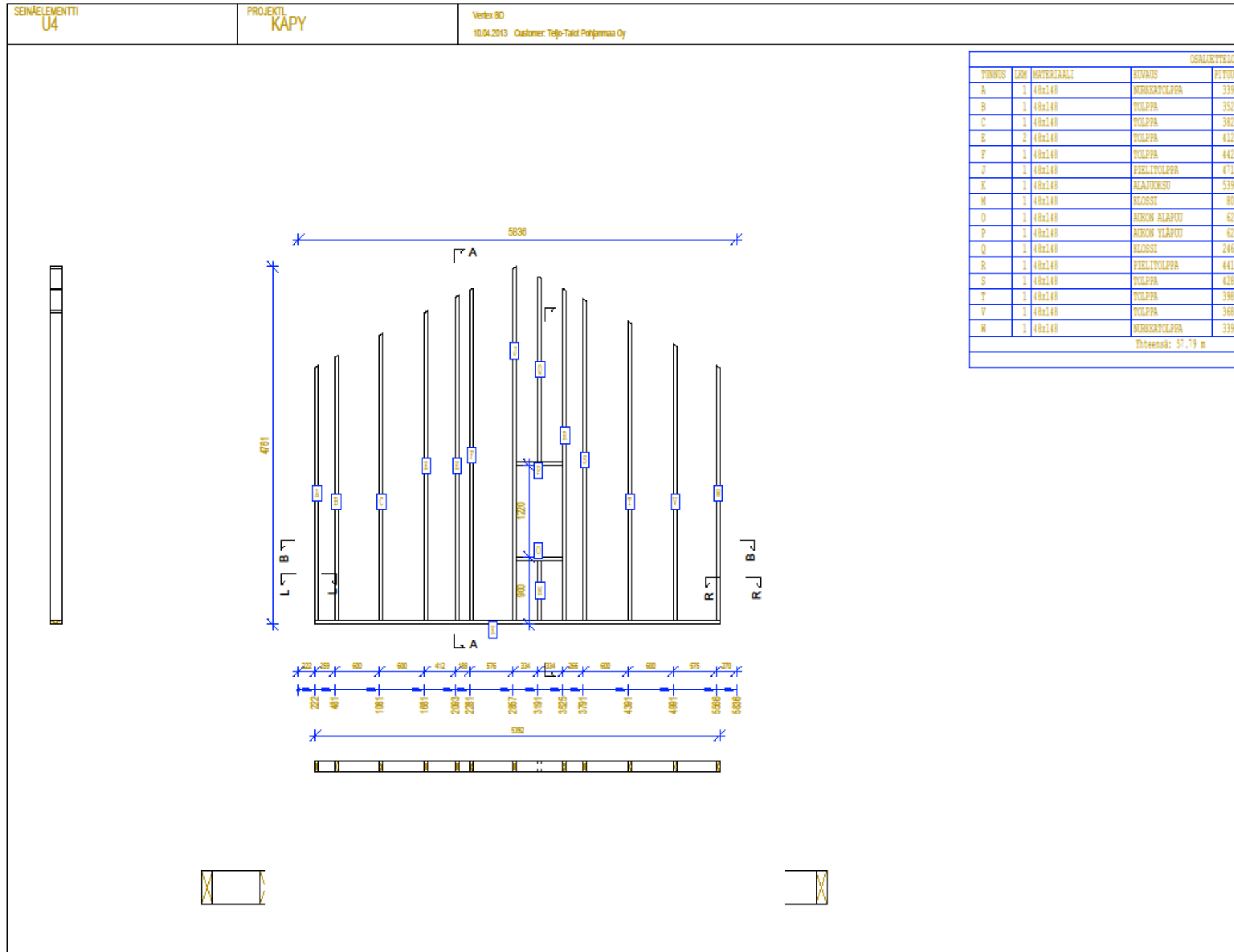
Liite 11. Vertex työpiirustus U2



Liite 12. Vertex työpiirustus U3



Liite 13. Vertex työpiirustus U4



Liite 14. Vertex 3D-runko

