

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutus

Tiia Suikkanen

TIETOMALLINTAMINEN RAKENNESUUNNITTELUN TEHOSTAMI-
SESSA

OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2020



OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2020
Rakennustekniikan koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä(t)
Tiia Suikkanen

Nimeke
Tietomallintaminen rakennesuunnittelun tehostamisessa

Toimeksiantaja
Insinööritoimisto 2K Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä tarkasteltiin tietomallintamista rakennesuunnittelun tehostamisen näkökulmasta. Tavoitteena oli tutustua tietomallipohjaiseen CADS House -suunnitteluohjelmistoon (nykyisin CADMATIC Building) ja havainnoida ohjelmiston käytöstä saavutettavaa hyötyä rakennesuunnitteluprosessissa perinteisiin, puhtaaseen viivapiirtoon pohjautuviin suunnitteluohjelmiin nähden. Yhtenä mielenkiintoisena näkökulmana käsiteltiin myös tietomallin suhdetta rakennepiirustuksiin.

Toiminnallinen osa toteutettiin tekemällä pientalon rakennesuunnitelmat CADS House -ohjelmistolla. Prosessi käydään opinnäytetyössä läpi mukailien kronologisesti suunnitteluprosessin tavanomaista etenemiskaavaa.

Merkittävää suunnittelun tehostumista ei ajankäytöllisesti tarkastellun pientalokohteen suunnittelussa saavutettu. Itse ohjelmistossa havaittiin useita yksittäisiä ominaisuuksia, joita hyödyntämällä suunnittelua voidaan paikoin nopeuttaa ja tehostaa. Kokonaisuudessaan ohjelmisto osoittautui monipuoliseksi suunnittelutyökaluksi, vaikka kehittämistarpeitaakin löytyi. Tuloksena kuitenkin todettiin, että suunnittelun ohella suurimmat potentiaaliset hyödyt tietomallista saadaan sen kokonaisvaltaisesta hyödyntämisestä rakennusprosessin kaikissa vaiheissa.

Kieli
suomi

Sivuja 28
Liitteet 1
Liitesivumäärä 41

Asiasanat
tietomallintaminen, BIM, rakennesuunnittelu



THESIS
March 2020
Degree Programme in Civil Engineering

Tikkarinne 9
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. +350 13 260 600 (switchboard)

Author(s)
Tiia Suikkanen

Title
Building Information Modeling in Enhancing Structural Design

Commissioned byⁱ
Insinööritoimisto 2K Oy

Abstract

In the thesis building information modeling was viewed from the perspective of structural design. The main goal was to become acquainted with BIM-based design software called CADs House (nowadays CADMATIC Building) and observe the advantages that could be gained through using the software instead of traditional design software. One interesting aspect was the relationship between the information model and construction drawings.

The functional part of the thesis was executed by designing the construction plans for a one-family house by using the CADs House -software. The process is described chronologically in the thesis following the usual pattern of a design process.

No remarkable enhancement in efficiency was achieved in the design process. The software itself had multiple qualities, which can be used in enhancing and speeding up the design process. In its entirety the software turned out to be a versatile design tool, although it had potential for improvements. As a result, it could be summarized that among structural design building information modeling can be exploited in all the phases of a construction process.

Language
Finnish

Pages 28
Appendices 1
Pages of Appendices 41

Keywordsⁱⁱ
Building Information Modeling, BIM, structural design

Sisältö

1 Johdanto	5
2 Tietomallintaminen	5
2.1 Historiasta nykypäivään	6
2.2 Tietomallien suhde piirustuksiin	6
2.3 Tietomallien käyttö ja mahdollisuudet	7
2.4 Tietomallivaatimukset	9
2.4.1 Yleiset tietomallivaatimukset (YTV)	9
2.4.2 Level of Detail (LOD)	9
3 CADS House -ohjelmisto	10
3.1 Tietomallintaminen CADS Hourella	11
3.2 Piirustusten tuottaminen CADS Hourella	11
4 Tietomallintamisen hyödyntäminen suunnittelun tehostamisessa	12
4.1 Suunniteltava pientalokohde	12
4.2 Luonnosvaiheen suunnittelu	13
4.3 Urakkalaskentavaihe	14
4.3.1 Perustusrakenteet	14
4.3.2 Runkorakenteet	17
4.3.3 Vesikattorakenteet	18
4.3.4 Ristikkokaaviot	20
4.3.5 Leikkauspiirustukset	20
4.4 Rakentamisvaihe	22
4.4.1 Mallin korkomaailman muutos nollakorosta N2000-korkomaailmaan	22
4.4.2 Detaljisuunnittelu	23
5 Yhteenveto	23
6 Pohdinta	26
Lähdeluettelo	27

Liitteet

Liite 1 CADS House -käyttöopas

1 Johdanto

Perehdyin tässä opinnäytetyössä tietomallintamiseen ja tutkin, miten tietomallipohjainen suunnittelu CADS House -ohjelmistolla voi tehostaa rakennesuunnittelua. Pohdin tietomallintamisen ja tarkasteltavan ohjelmiston hyötyjä ja haittoja erityisesti rakennesuunnitteluprosessin kannalta. Ohjelmiston luonteen vuoksi syvensin tarkastelua myös tietomallin ja rakennepiirustusten keskinäiseen suhteeseen.

Toteutin toiminnallisen osuuden tekemällä opinnäytetyön toimeksiantajalle, Insinööritörmistö 2K Oy:lle, erään pientalokohteen rakennesuunnittelun tarkasteltavalla ohjelmistolla. Vertailin suunnitteluprosessin sujuvuutta suhteessa puhtaaseen viivapiirtoon pohjautuviin työskentelytapoihin. Opinnäytetyön hyödynnettävänä osana loin Insinööritörmistö 2K Oy:lle käyttöoppaan CADS Housen käytöstä, jotta uusien ja vanhojen työntekijöiden siirtyminen uuden ohjelmiston käyttöön on tulevaisuudessa mahdollisimman sujuvaa. Opas on opinnäytetyön liitteenä.

2 Tietomallintaminen

Tietomallintaminen eli Building Information Modeling (BIM) on kasvava trendi rakennusalalla. Tietomallin avulla rakennuksesta luodaan virtuaalinen malli eli niin kutsuttu ”digitaalinen kaksonen”, jonka osat sisältävät informaatiota sen sijaan, että olisivat vain kolmiulotteisia havainnekuvia itsestään.

Tietomallin sisältämää informaatiota voidaan hyödyntää niin suunnittelussa, rakentamisessa kuin ylläpidossakin. Kun rakennus on jo kerran kokonaisuudessaan rakennettu digitaalisessa muodossa, voidaan ehkäistä suunnittelusta johtuvat ongelmat jo ennen rakentamista (Hietanen 2005, 68). Yhdistettynä Lean-ajatteluun voidaan tietomallipohjaisella suunnittelulla pyrkiä tehostamaan koko rakentamisen prosessia.

2.1 Historiasta nykypäivään

3D-mallinnuksen historia alkoi 1960- ja 1970-luvuilla, mutta ensimmäiset parametriseen suunnitteluun pohjautuvat ohjelmistot, joissa objektit päivittyvät niiden ominaisuuksia muuttamalla, kehitettiin 1980-luvulla (Eastman ym. 2011. 25–26). Myöhemmin kehittyivät monet nykypäivänä käytetyt ohjelmistot, kuten Autodesk Revit ja Tekla Structures.

Nykyään tietomallipohjainen suunnittelu yleistyy kaiken aikaa ja on jo arkipäivää varsinkin suurissa ja vaativissa hankkeissa. Potentiaalia on hyödyntää sitä myös pienempien hankkeiden osalla, ja esimerkiksi monet talotehtaat käyttävät tietomallinnusohjelmistoja suunnittelussaan.

Rakennustietosäätiön (2013) vuonna 2013 tekemän kyselyn mukaan 67 % vastanneista insinööreistä ja arkkitehdeistä käytti tietomallinnusohjelmistoja työssään, ja jopa 92 % arvio käyttävänsä niitä viiden vuoden kuluttua. Uudempaa tutkimusta ei ole saatavilla, mutta kyselystä voi päätellä alan yleistä mielialaa ja näkemystä tietomallintamisen tulevaisuudesta. Oman arvioni mukaan tietomallien käyttö tulee todennäköisesti vain kasvamaan tulevaisuudessa ja muuttamaan suunnittelumetodit uuteen toimintatapaan sopiviksi.

2.2 Tietomallien suhde piirustuksiin

Myös piirustukset voidaan olettaa eräänlaiseksi tietomalliksi. Dwg-muotoisen piirustus-tiedoston tietosisältö koostuu piirustuksen alkioista, joita ovat viivat erilaisissa muodoissaan. Jos tietokone analysoi tällaista tietomallia, se voi analysoida ainoastaan piirustusta, ei rakennusta, jota piirustus esittää. Rakennuksen tietomallin olioita ovat sen sijaan rakennusosat, kuten seinät tai ikkunat. Rakennuksen tietomallin pohjalta voidaan analysoida tavoiteltua kohdetta, itse rakennusta. (Hietanen 2005, 24–28.) Tietomallin pohjalta voidaan tuottaa piirustuksia, missä on kyse ennemminkin uuden luomisen sijaan tietynlaisesta tiedon typistämisestä yksinkertaisempaan muotoon.

Tietomalli ei tällä hetkellä korvaa rakennepiirustuksia, vaan nämä erilaiset dataformaatit täydentävät toisiaan. Tämänhetkinen lainsäädäntö pohjaa yhä vahvasti rakennuksen piirustusten olemassaoloon, eikä esimerkiksi Ympäristöministeriön asetus rakentamista

koskevista suunnitelmista ja selvityksistä (2015) ota tällä hetkellä lainkaan kantaa tietomallien hyödyntämiseen osana suunnitelmadokumentaatiota. Laki on uudistumassa, mutta tarkempia yksityiskohtia siitä, miten tietomallit otetaan lainsäädännössä tulevaisuudessa huomioon, ei ole toistaiseksi julkaistu. Rakennusvalvonnan toiminnan kehittämisestä tietomallien käsittelyssä on ollut käynnissä esimerkiksi useita KIRA-digin kokeiluhankkeita (KIRA-digi 2020).

2.3 Tietomallien käyttö ja mahdollisuudet

Tietomallinnus on tuonut tullessaan monipuolisesti uusia mahdollisuuksia toiminnan parantamiseen ja tehostamiseen suunnittelusta toteutukseen. Tietomallia voidaan hyödyntää useissa erilaisia analyyseja tekevissä ohjelmistoissa, joiden käyttäminen vaatisi perinteisillä menetelmillä paljon aikaa pelkkien lähtötietojen kokoamiseen ja niiden syöttämiseen kyseisiin ohjelmistoihin. Alla käyn läpi tietomallin hyödyntämismahdollisuuksia rakennusprosessin eri vaiheissa.

Tietomallinnusta voidaan hyödyntää heti hankesuunnitteluvaiheessa. Hankkeen alussa muodostetaan tyypillisesti vaatimusmalli, joka on käytännössä usein varsinaisen mallin sijasta taulukkomuotoinen tilaohjelma (Henttinen 2012a, 12). Uudishankkeissa voidaan tämän tilaohjelman pohjalta muodostaa tilamalli, joka sisältää yleensä tilat ja niitä rajaavat rakenneosat, kuten seinät ja ikkunat. Tilamallin avulla voidaan tutkia erilaisia suunnitteluvaihtoehtoja, arvioida hankkeen kustannuksia ja tehdä alustavia energia- ja olosuhteanalyyseja. (Henttinen 2012b, 12–13.) Ilman tietomallia näiden kaikkien tarkastelujen tekeminen vaatii merkittävästi enemmän resursseja ja tehotonta työaikaa, mikä johtuu tietojen manuaalisesta siirtelystä eri ohjelmistojen välillä.

Korjaushankkeissa vanhasta rakennuksesta voidaan tehdä jälkikäteen tietomalli eli niin kutsuttu inventointimalli, jonka pohjalta voidaan lähteä viemään korjaussuunnittelua eteenpäin. Mittatieto tietomallin muodostamista varten voidaan kerätä esimerkiksi lasereitäisyysmittauksella, takymetrimittauksella tai laserkeilausmittauksella, joista viimeisin on tarkin menetelmä inventointimallin muodostamista ajatellen (Rajala 2012, 9–10). Näin voidaan usein saada tarkempia lähtötietoja kuin pelkkien vanhojen rakennuspiirustusten perusteella.

Suunnittelu tuottaa tietomallin. Suunnittelun aikana tietomallia voidaan hyödyntää sekä omien suunnitelmien visuaalisessa tarkastelussa että suunnittelualojen välisessä suunnitelmien yhteensovittamisessa. Olennaista on myös tuntee suunnittelun tavoitteet voidakseen saavuttaa ne. Tohmon (2015, 113) haastattelututkimuksen perusteella rakennuttajat ja suunnittelijat kannattavat tilaajan antamien tietomallin sisältövaatimuksien ja muiden määrittelyjen esittämistä suunnittelusopimuksissa ja tuomista olennaiseksi osaksi tarjouspyyntöaineistoa.

Määrä- ja kustannuslaskentaa varten tarvittavat materiaalmäärät saadaan suoraan tietomallista sen sijaan, että niitä laskettaisiin käsin tai taulukko-ohjelmalla piirustusten perusteella. Tämä voi säästää aikaa ja vähentää virheiden mahdollisuutta, kun määrälaskenta on osin automatisoitu. Tietomallia hyödynnettäessä on otettava kuitenkin huomioon eri suunnittelualojen mallien mahdolliset päällekkäisyydet, mallin tarkkuustaso ja kattavuus eli mallin sisältämät ja sisältämättömät nimekkeet (Tauriainen 2012, 14–15).

Rakentamisen aikataulutusta varten tietomallin avulla voidaan muodostaa 4D-malleja, joiden yhtenä muuttuvana osana on aika. Esimerkiksi malliin voidaan merkitä eri ajanhetkinä rakennettava osat omilla värikoodeillaan ja samaa voidaan soveltaa myös rakentamisen todellisen etenemisen dokumentointiin (Karppinen ym. 2012, 11–12). Augmented Reality (AR) eli lisätty todellisuus ja Virtual Reality (VR) eli virtuaalitodellisuus tuovat uusia mahdollisuuksia havainnollistamiseen työmaalla.

Tietomallia voidaan hyödyntää rakennusvalvonnassa ottamalla se aktiiviseksi osaksi lupaprosessia. Mallista voidaan siirtää automaattisesti tietoa lomakkeisiin, jotka tavallisesti täytettäisiin käsin. Suunnitelmia voidaan analysoida tehokkaammin ja määrittää tietokoneen avulla esimerkiksi esteettömyys- tai palovaatimusten täyttyminen. Myös rakennuksen istuminen kaupunkikuvaan hahmottuu, kun rakennuksen tietomalli siirretään kaupunkimalliin. (Lukkarinen & Henttinen 2014, 7.)

Tietomallin hyödyntäminen ei lopu rakennuksen valmistumiseen, vaan sitä voidaan käyttää hyödyksi myös rakennuksen ylläpidossa. Mallia voidaan käyttää energiankulutuksen simuloinnissa, tilahallinnassa, huoltokirjan hallinnassa ja monessa muussa sovellutuksessa (Jokela, Laine & Hänninen 2012, 5–6). Esimerkiksi Lappeenrannassa on tarkasteltu

tietomallien hyödyntämistä paloturvallisuuden lisäämisessä mm. sammutus- ja pelastustoiminnan näkökulmasta (Lehtoviita, Pylkkänen, Paappanen, Huuskonen, Kanerva, Rautiainen & Windahl. 2019, 8).

2.4 Tietomallivaatimukset

Tietomallivaatimukset ovat yhtenäisiä ohjeita tai standardeja, joilla tietomallintamista ohjataan siten, että mallit ovat keskenään yhteensopivia ja niiden tuottaminen tapahtuu samojen lainalaisuuksien mukaan. Näin mallit ovat vertailtavissa keskenään ja yhdistettävissä yhtenäiseksi yhdistelmämalliksi, jota voidaan tarkastella ehyenä kokonaisuutena.

2.4.1 Yleiset tietomallivaatimukset (YTV)

Yleiset tietomallivaatimukset päivitettiin nykyiseen muotoonsa COBIM-hankkeen (Rakennustieto Oy 2020) puitteissa vuosina 2011 ja 2012. Yleiset tietomallivaatimukset on jaettu 14 osaan ja täydentäviin liitteisiin, joissa esitetään yhtenäiset vaatimukset rakennuksen suunnittelun, käytön ja ylläpidon osalta.

YTV-dokumenteissa esitetyt mallinnusvaatimukset ovat vähimmäisvaatimuksia käytettäväksi projekteissa, jotka toteutetaan tietomallintamalla, ja joissa halutaan käyttää näitä yhtenäisiä vaatimuksia suunnittelun pohjana (Henttinen 2012a, 5). Tarkemmat tai poikkeavat vaatimukset voidaan tuoda esiin suunnitteluasiakirjoissa.

2.4.2 Level of Detail (LOD)

Level of Detail (LOD) kuvaa mallinnettujen objektien tarkkuusastetta. Luokitus on viisiportainen. Luokitusasteikot ovat LOD0-LOD4, joista LOD0 on karkeimman ja LOD4 tarkimman tason malli. Hietanen (2005, 29) on kuvannut osuvasti tietomallien olevan todellisuuden likiarvoja, jotka voivat olla karkeita tai hyvinkin tarkkoja. Tätä ajatellessa on helppo nähdä hyöty, jota tällaisesta tarkkuusluokittelusta voidaan saada.

Tarkkuusluokittelua voidaan hyödyntää esimerkiksi suunnitteluprosessin aikataulutuksessa, kun määritetään tietomallin komponenttien piirtotarkkuuden tarve karkeimmalta luonnostasolta tarkalle detaljitasolle vaiheittain (Uusitalo ym. 2019, 3). Tosin Hietasen (2005, 29) mielestä ei suunnitteluprosessin menetelmien monimuotoisuuden vuoksi tarkkuustasojen määrääminen suunnitteluvaiheiden mukaan ole mielekästä, vaikka väärä tarkkuustaso tulee kyllä ilmi suunnittelutyön aikana.

LOD-pohjaista jaottelua käytetään myös esimerkiksi kaupunkitietomalleissa, joihin rakennusten tietomallit voidaan viedä. Tällöin rakennuksen tarkkaa tietomallia voidaan tyypistää alemmalle LOD-asteikolle kaupunkimallia varten riittävään tarkkuustasoon.

3 CADS House -ohjelmisto

CADS House on suomalaisen Kyndata Oy:n ohjelmisto, joka on luotu palvelemaan arkkitehti- ja rakennesuunnittelua tekeviä yrityksiä ja yrittäjiä. Samaan tuoteperheeseen kuuluvat myös talotekniikkasuunnittelijoita palvelevat ohjelmistot CADS Hepac ja CADS Electric.

CADS-ohjelmistot ja tuki ovat suomenkielisiä, minkä lisäksi ne tukevat suunnittelua nimenomaan suomalaisten rakentamisen määräysten ja normien näkökulmasta. CADS House -ohjelmistolla voi piirtää perinteisiä 2D-piirustuksia, mutta samanaikaisesti tuottaa myös 3D-pohjaisia tietomalleja nykyajan vaatimuksiin. (Kyndata Oy 2019a.) Maaliskuussa 2019 CADS Houselle on myönnetty YTV-pohjaisen suunnittelun vaatimukset täyttävä kansainvälinen IFC 2x3 CV 2.0 -sertifikaatti (Kyndata Oy 2019b)

Kyndata Oy:n osakekanta myytiin vuonna 2019 kansainvälisesti toimivalle suomalaiselle Cadmatic Oy:lle, joka myy ja kehittää 3D-suunnittelu- ja tietomallinnusohjelmistoja meri-, prosessi- ja energiateollisuudelle (Kyndata Oy 2019c). Opinnäytetyöprosessin aikana ohjelmistojen nimet muuttuivat ja CADS Housesta tuli CADMATIC Building. Opinnäytetyössä viitataan ohjelmistoon vanhalla nimellä CADS House. Opinnäytetyössä käytettiin ohjelmiston versiota 18.0.7, mutta viitataan paikoin myös ohjelmistopäivitykseen 18.0.8, joka ilmestyi ennen opinnäytetyön julkaisua.

3.1 Tietomallintaminen CADS Housella

CADS House muistuttaa ulkoasultaan monin osin viivapiirtoon perustuvaa Autodesk AutoCad -ohjelmistoa, mutta on käyttötavaltaan erilainen. Ohjelmisto yhdistää piirustusten ja tietomallin tuottamisen mielenkiintoisella tavalla. Kaikki suunnittelu ja piirtäminen tapahtuu 2D-tasossa, mutta puhtaan viivapiirron sijaan käytetään parametrisia objekteja, jotka sisältävät kaiken tietomallin muodostamiseen vaadittavan informaation rakennesosan ominaisuuksista. Näin tasokuvan pohjalta voidaan muuttaa tarkastelukulmaa ja tuottaa todellisuutta vastaava tietomalli.

Vaikka CADS Housella ei voikaan muokata rakennusta 3D-näkymässä, 3D-mallin voi halutessaan generoida tiedoston sisälle tarkastelua varten. Tästä mallista voi nopeasti katsoa, ovatko rakenneosat sijoittuneet oikein ja suunnitellun mukaisesti. Mallin käsittely ohjelmiston sisällä on kuitenkin hidasta ja paikoin kankeaa, joten tarkempaa tarkastelua varten on helpointa muuntaa tietomalli IFC-dataformaatin tiedostoksi, jonka voi viedä johonkin toiseen ohjelmistoon tarkasteltavaksi. Esimerkiksi Solibri Anywhere on ilmainen, ladattavissa oleva ohjelmisto, jolla voi tarkastella IFC-tiedostoja.

IFC-mallin tuottaminen on yksinkertaista ja usein nopeaa. Tuotettu tietomalli tallentuu omaan, erilliseen tiedostoonsa. Se, miten nopeasti IFC-malli valmistuu, riippuu täysin tekeillä olevan rakennuksen ja mallin koosta, sekä käytössä olevan tietokoneen tehokkuudesta. Esimerkiksi pientalon mallin siirtäminen IFC-tiedostomuotoon tapahtuu minuuteissa.

3.2 Piirustusten tuottaminen CADS Housella

Käyttöperiaatteen vuoksi on helppo havaita, että CADS Housen pääasiallisena tuotteena ovat piirustukset ja tietomalli on tehokkaasti hyödynnettävissä oleva sivutuote. Tämä voidaan nähdä ohjelmiston vahvuutena tässä vaiheessa tietomallintamisen yleistymistä, kun piirustusten merkitys on vielä suuri. Tästä herää kuitenkin kysymys siitä, voiko

ohjelmiston käyttö muuttua kömpelöksi siinä vaiheessa, jos tulevaisuudessa piirustukset käyvätkin tietomallien kehittyessä tarpeettomiksi.

Voidaan todeta, että piirustusten tuottaminen on tehty CADS Housella helpoksi. Koska työskentely tapahtuu tasokuvaa luomalla, valmis piirustus voidaan liittää suoraan tulostusnäkyymään. Tulostusnäkyymiin voidaan tuoda valmiita piirustus pohjia, joissa on reunukset ja nimiöt valmiina. Nimiötiedot täydentyvät pääasiassa suoraan projektitiedoista. Piirustusten revisiointiin on myös kehitetty oma työkalunsa muutosten merkitsemiseksi.

4 Tietomallintamisen hyödyntäminen suunnittelun tehostamisessa

Jotta tietomallintamisen hyödyntämistä suunnitteluprosessissa voitiin tarkastella lähemmin, toteutin opinnäytetyön käytännönläheisenä tutkimusosuutena erään pientalokohteen rakennesuunnittelun CADS Housella. Tavoitteeni oli käyttää ohjelmistoa nimenomaan tietomallin tuottamiselle merkityksellisestä näkökulmasta. Tämän suunnittelutyön aikana saamaani tietoa hyödynsin tuottamalla käyttöoppaan rakennesuunnitelmien tuottamiseen CADS Housella. Opas on opinnäytetyön liitteenä.

Käyn tässä osiossa läpi suunnitteluprojektin vaiheet suunnitteluprosessin todellisen kulun mukaisesti erilaisine suunnitteluvaiheineen ja kuvailen tarkasteltavan ohjelmiston käyttöä näiden vaiheiden läpi. Suunnittuprosessi alkaa yleensä luonnossuunnittelusta, joka on suurimmilta osin arkkitehdin suunnitteluvastuuseen kuuluva alue. Ennen rakennusurakan kilpailuttamista luodaan tarkat piirustukset urakkalaskentaa varten ja lopuksi täydennetään suunnitelmia toteutusvaiheen suunnittelulla, joka voi sisältää tarkempaa detajjiikkaa rakenteiden toteuttamisesta ja muutoksia jo tehtyihin ratkaisuihin.

4.1 Suunniteltava pientalokohde

Suunniteltu kohde on Siilinjärvelle rakennettava rankarakenteinen pientalo. Kohteen arkkitehtisuunnittelu hankittiin toisaalta ja oma työpanokseni kosketti ainoastaan kohteen rakennesuunnittelua.

Kohde on ensimmäinen pientalo, jonka rakennesuunnitelmat olen tehnyt. Mielenkiintoisen projektista on tehnyt se, että hankkeeseen on sisältynyt useita poikkeavia olosuhteita ja rakenneratkaisuja. Rakennus sijoittuu tontin rajalle, jolloin palo-osastointiin on jouduttu kiinnittämään erityistä huomiota. Myös arkkitehdin suunnittelema vesikatto osoitautui rakenneteknisesti tavanomaista haastavammaksi suunnitella ja toteuttaa.

On otettava huomioon, ettei kohde edellyttänyt tietomallipohjaista suunnittelua ja muiden suunnittelualojen edustajat tekivät suunnitelmansa perinteisillä CAD-ohjelmistoilla. Toisaalta tästä syystä projekti oli erinomainen ensiaskel uuden ohjelmiston käyttöön tutustumisessa, koska se jätti tilaa ohjelmiston käyttöön tutustumiselle ja inhimillisille ensikäyttäjän virheille.

4.2 Luonnosvaiheen suunnittelu

Luonnosvaiheen suunnittelu sisälsi rakennesuunnittelun näkökulmasta lähinnä rakennetyyppien määrittämisen yhteistyössä arkkitehdin kanssa. Rakennetyyppikuvien piirtämiseen käytin Autodeskin AutoCAD-ohjelmistoa, sillä CADS Housen lisenssi ei ollut vielä tässä vaiheessa käytettävissäni.

Huomioon otettavaa on, että CADS House tekee lomaketoimintojen avulla automaattisesti luotujen seinä- ja tasorakenteiden pohjalta rakennetyyppikuvat. Ohjelmisto laskee myös rakenteiden U-arvot syötettyjen tietojen perusteella. Näin ollen rakennetyyppikuvien luominen olisi ollut CADS Housella huomattavasti nopeampaa verrattuna perinteiseen menetelmään.

Luotujen rakennetyyppien muokkaamista ei ole sen sijaan tehty CADS Housessa kovinkaan joustavaksi. Tämä tuo suunnittelijalle hankaluuksia, mikäli rakennetyyppien nimeämisessä noudatetaan perinteistä nimeämistyyliä (US1, US2 jne.). Kun johonkin projektiin luodaan esimerkiksi rakennetyyppi US1, samalla nimellä kulkevaa rakennetyyppiä ei voi korvata nykyiseen tai luoda seuraavaan projektiin poistamatta ensimmäisenä luotua rakennetyyppiä.

Ongelmaa ei tosin synny, jos rakenteille tehdään projektikohtaisen juoksevan numeroinnin sijaan pelkkä numeroitu rakennepankki, josta rakenteet valitaan tarpeiden mukaisesti. Näin ei tarvitse myöskään luoda rakenteita uudestaan projekteja varten, vaan rakennekirjasto kasvaa jokaisen projektin myötä. Tämä vaatii muutosta tyyppilisiin nimeämistottumuksiin, mutta helpottaa ja varsinkin pidemmässä juoksussa nopeuttaa suunnittelijan työtä.

4.3 Urakkalaskentavaihe

Urakkalaskentavaiheen kuvia piirtäessä aloitin käyttämään CADS Housea. Tietomallin lisäksi rakentamista varten tarvittaviin kuviin sisältyivät perustuskuvat, runkokuvat, vesikattokuvat, yleisleikkaukset, perustusleikkaukset, vesikattoleikkaukset ja ristikkokaaviot.

Koin hyödylliseksi käyttää CADS Housen kerrostasojaotteluun luotua toimintoa tasopiirustusten luomisessa. Näin saatoin piirtää kaikki tasokuvat toisistaan erilleen omille kerrostasoilleen, jotka kerrostasolle sijoitettavan kiintopisteen avulla pidettiin tietomallissa päällekkäin.

4.3.1 Perustusrakenteet

Aloitin suunnittelun varsinaisesti perustusrakenteista, mutta ensimmäisenä loin ulko- ja väliseinät. Otin arkkitehdin pohjapiirustuksen tiedostoviitteeksi runkokuvan pohjalle ja piirsin rakennetyyppien mukaiset ulkoseinät ja kantavat väliseinät paikoilleen, jotta anturoiden piirto oikeaan kohtaan olisi helpointa. Tämän jälkeen otin runkokuvan tiedoston sisäisenä kerrostasoviitteenä perustuskuvan pohjalle ja aloitin pohjarakenteiden suunnittelun.

Anturat ja perusmuurit voidaan luoda CADS Housessa samalla työkalulla. Rakenteen parametreissa asetetaan anturalle materiaali, dimensiot, korkotaso ja määritetään tarvittavat raudoitukset (kuva 1). Käsin syötettävä tietosisältö on osa rakenteen tietomallia ja

esimerkiksi piirustuksia varten tarvittavat viitteet anturoiden korosta ja koosta voidaan lisätä kuviin napin painalluksella.

Anturan piirto >

Piirrä antura

Anturan leveys (B):

Anturan korkeus (H):

Anturan pituus:

Anturan korko:

Anturan korkopinta:

Anturan materiaali:

Kirjaa rauditukset anturaan

Piirrä perusmuuri

Osoituslinja ja apusiirtymä

Etäisyys (Et2):

Periaatekuva

Pos.	Raudoite
A	A TW=A500HW 4T8
B	D TW=A500HW T8 k300

Mittatiedot:

Harkkomuuri: Et=150
RUH-240(4), H2=800

Kuva 1. Anturan luominen CADs Housella.

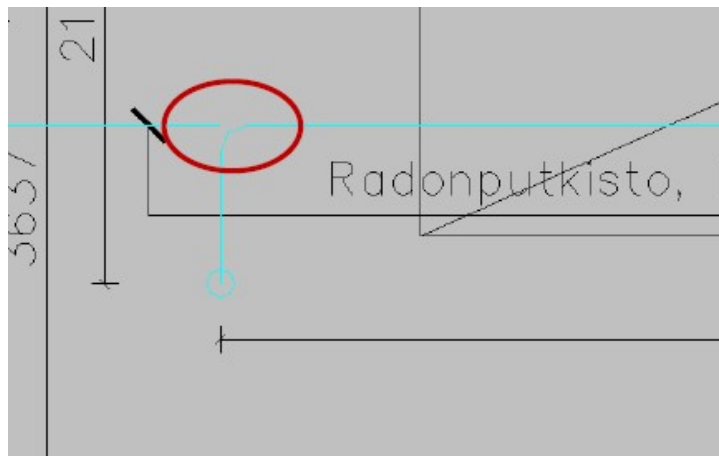
Samaan tapaan määritetään perusmuurin ominaisuudet. Näitä ominaisuuksia voi muuttaa jälkikäteen vain osittain. Tiettyjä kuvissa esitettyjä ominaisuuksia ei voi piirtämisen jälkeen vaihtaa. Esimerkiksi perusharkon tyyppiä ei voi muuttaa parametreista joutumatta piirtämään koko perusmuuria uudestaan. Tämä on hyvä ottaa suunnittelussa huomioon.

Kohteen kaikki perusmuurit toteutettiin harkoilla, mutta perusmuurityyppejä tarvittiin useita erilaisia rakenteiden vaihtelevuuden vuoksi. Palo-osastoivat ulkoseinät olivat julkisivuilta tiiliverhottuja ja muut seinät paneloituja. Harkkotyyppien määrää optimoitiin suunnittelun aikana useaan kertaan, mikä tarkoitti sitä, että joudun muutoksia tehdessäni piirtämään anturat perusmuureineen useaan kertaan uusiksi. Minulta jäi tässä vaiheessa huomaamatta, että olisin voinut piirtää uusiksi vain perusmuurit. Anturoiden poistaminen ja uudelleenpiirtäminen oli tarpeetonta. Piirtäminen itsessään oli nopeaa, eikä olisi juurikaan hidastanut suunnitteluprosessia, ellen olisi itse sitä tehottomalla toiminnallani tehnyt.

Salaojien piirtäminen on mielestäni CADS Housella vaivatonta. Salaojaputkiston piirtämisen voi aloittaa joko kaivojen sijoittelulla tai suoraan putken piirtämisellä. Itse koin helpoimmaksi sijoittaa ensin tarvittavat kaivot nurkkapisteisiin ja piirtää putket kaivojen välille osoittamalla ohjelmalle yhdistettävät kaivot. Ohjelma laskee itse tarvittavan koron muutoksen parametreista asetettavan vähimmäiskaadon ja lähtökoron perusteella. Salaojakaivon ominaisuuksista saa automaattisesti näkyviin tulo- ja lähtökorot kaivolla.

On ristiriitaista, että radonputkiston piirtäminen ei ollut ollenkaan niin sujuvaa kuin salaojajärjestelmän luominen. Työkalut olivat kohtuullisen alkeelliset ja mahdollisuudet sijainnin kohdistamiseen vajavaiset. Jouduin käyttämään apuviivoja putkiston kohdistamisessa sopivalle etäisyydelle perusmuurista. Koin, että tässä kohtaa olisi ollut hyödyllistä, jos piirtotyökalu mahdollistaisi jonkinlaisen etäisyysmäärittelyn johonkin toiseen objektiin nähden ja raportoin tästä ohjelmiston kehittäjille. Ennen opinnäytetyön julkaisua ilmestyneessä ohjelmistopäivityksessä 18.0.8 radonputkiston piirtotyökaluun oli lisätty kyseinen etäisyysmäärittely.

Generoidessani tietomallia huomasin myös ohjelmistossa virheen, joka aiheutti radonputkiston mallintumisen väärään sijaintiin koordinaatistossa. Raportoin tästäkin eteenpäin ja selvisi, ettei ohjelmisto käsittele radonputkistoa oikein, mikäli se on suljettu lenkki. Kun putkiston jättää loppupäästä hieman vajaaksi (kuva 2), tietomalli toimii. (Talsi 2019.) Tämä virhe korjattiin ennen opinnäytetyön julkaisua ilmestyneessä ohjelmistopäivityksessä 18.0.8.



Kuva 2. Radonputkistoa ei piirretä suljetuksi lenkiksi.

Routaeristeiden piirtäminen ja mallintaminen onnistuu siihen tarkoitetuilla työkaluilla helposti ja mahdollistaa myös nurkkavahvistusten automaattisen lisäämisen ja pystysuuntaisten eristeiden huomioimisen. Routaeristeiden materiaaleja ja dimensioita on myös helppo muuttaa jälkikäteen.

Alapohjan tasorakenteet lisättiin omalla työkalullaan. Aluemäärittäminen oli nopeaa, mutta näiden rakenteiden osalta ohjelmisto ei lisää rakennetyyppejä tai korkotasoa näkyviin piirustukseen automaattisesti, vaan nämä oli määritettävä manuaalisesti tekstikenttään, jonka sisältö siirtyi määritetyn alueen halkaisijaviivalle.

Piirustuksiin ja malliin lisättiin myös terassin kantavat rakenteet. Terassi toteutettiin pääosin puurakenteisena. Talon vierellä juoksut kiinnitettiin kevytbetoniruuveilla sokkeliin ja muilta osin ne perustettiin betonikivien ja säädettävien terassijalkojen varaan. Muihin piharakenteisiin kuuluivat terassin viereen rakennettavat muurikivistä muuratut kevyet istutusaltat, joita ei mallinnettu, vaan piirrettiin viivapiirtona. Tällaisista seikoista on havaittavissa, että piirustuksiin sisällytetään paljon sellaista tietoa, mitä ei tietomalliin viedä ja päinvastoin.

4.3.2 Runkorakenteet

Kuten aiemmin todettiin, runkokuvan seinärakenteet olivat ensimmäinen asia, josta lähdin liikkeelle. Loin ohjelmiston seinätyökalulla seinien rakennetyypit ja piirsin seinät sen jälkeen arkkitehtimallin pohjalta oikeille paikoilleen. Seinät suunniteltiin runkarakenteisiksi. Samaa seinätyökalua käytetään sekä arkkitehti- että rakennekuvien piirtämiseen, joten seinän esitystapa on joustavasti muokattavissa.

Ikkunat ja ovet lisätään ennen runkoa omalla työkalullaan, joka antaa monipuoliset mahdollisuudet erilaisten ikkuna- ja ovityyppien valintaan ja lisätietojen lisäämiseen. Hanka- luudeksi muodostui vain asennusvarojen lisääminen, jota en ollut huomannut aluksi määrittää projektiasetuksissa. Asennusvarat voi myös lisätä yhdelle ikkunalle tai ovelle ja kopioida ominaisuuden eteenpäin. Tämä on hyvä ottaa huomioon rakennekuvia piirrettäessä, jotta aukotus toteutuu oikealla tavalla. Ohjelmisto luo oletuksena ikkunat ja ovet

arkkitehtikuviin sopivina objekteina, mutta erillisellä toiminnolla niiden paikalle voidaan automaattisesti generoida aukot rakennekuvia varten.

Puurungon osat lisätään erillisellä puurunkotyökalulla, mikä on nopea tapa lisätä perusrunko kaikille puurunkoisille seinille. Mahdolliset tuplatolat ja puutavaran dimensiot määritetään suoraan työkalun asetuksiin. Perusrungon luominen on näin ollen vain yhden napin painalluksen päässä, mutta kaikkia asioita automatisoitu käskysarja ei huomioi.

Kohteessa oli useita isokokoisia ikkunoita, joille jouduin määrittämään järeämmät kertopuiset ikkunapalkit. Näiden ikkunapalkkien kohdalta jouduin manuaalisesti katkaisemaan ja poistamaan tavanomaisen lovilankun, jotta rakenteet eivät menneet mallissa päällekkäin. Piirsin ikkunapalkit profiilityökalulla, sillä halusin liittää tulostettaviin piirustuksiin profiililuettelon kaikista käytetyistä liimapuu- ja kertopuuosista, mutta jättää sahatavaraa valmistetut runko-osat luetteloimatta. Ikkunapalkit voi piirtää myös aukkopalkkeina runkotyökaluilla, mikä on selkeä tapa saada aukkopalkit määräluetteloinnissa osaksi runkotarvikkeita. Osa ikkunoista lähti lattianrajasta, jolloin jouduin myös manuaalisesti poistamaan ikkunoiden alapintaan piirretyt juoksut.

Osa vesikaton rakenteista terassin yläpuolella tuettiin liimapuupilareilla ja -palkeilla, jotka loin myös profiilityökaluilla. Rankarunkoon kuulumattomat osat on helpointa lisätä profiilityökalua käyttäen, jolla voi piirtää puu-, betoni- ja teräsprofiileja sekä määrittää omia, jos sopivia ei kirjastosta valmiina löydy. Tyypillisimmät suomalaisten suunnittelijoiden käyttämät profiilit löytyvät valmiina CADS Housen kirjastoista.

4.3.3 Vesikattorakenteet

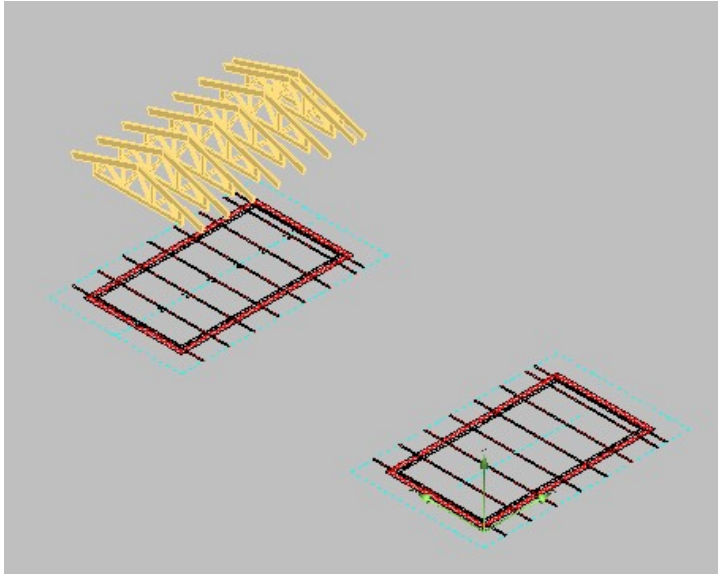
Mikäli vesikattorakenteiden mallintamisesta on sovittu, vesikattorakenteet kuuluu yleisten tietomallivaatimusten mukaan (Henttinen 2012a, 9) mallintaa samaan kerrostasoon ylimmän kerroksen rakenteiden kanssa. Itse mallinsin ne erehdyksessä omana kerrostasonaan, mikä ei onneksi projektin luonteen vuoksi ollut kohtalokas erhe. Erehdyksestä oppineena tuon nyt asian tässä esille. Vesikattorakenteiden liittäminen osaksi ylintä kerrosta on myös piirtoteknisesti viisasta siksi, että vesikattokuvissa esitetään usein samoja

asioita kuin runkokuvassa: seinärakenteen sijainti ja perusgeometria, mahdolliset vesikattoa kannattelevat palkkilinjat yms.

Tässä kohtaa on kuitenkin piirustuksia ajatellen otettava huomioon erityisesti se, millä työkalulla puurakenteiset osat piirretään. Mikäli runkotolppien ja aukonylityspalkkien ei haluta näkyvän tulostettavassa vesikattokuvassa, mutta terassin palkit halutaan mukaan, on kaikki runko-osat mallinnettava runkotyökaluilla ja molempiin piirustuksiin haluttavat profiilit profiilityökaluilla, jotta näitä voitaisiin tehokkaasti rajata pois näkyvistä tasoja hallitsevissa tulostuksen asetusryhmissä. Joissakin tapauksissa tämä voi tuottaa päänvaihavaa suunnittelijalle. Sen sijaan tietomallin osalla mitään ongelmaa esitystavan suhteen ei synny.

Pientaloon oli suunniteltu arkkitehdin toimesta aumakatto, jonka rakenteiden mallintaminen oli paikoin haastavaa. Oman hankaluutensa toi ulkovaraston katto, joka liittyi pientalon vesikattoon sivulta päin. Voidakseni määrittää ristikot ristikkotyökaluilla, oli minun ensin piirrettävä harja- ja räystäslinjat, joiden pohjalta ohjelmisto voi mallintaa vesikaton. Aumakattojen yhdistäminen oli haastavaa, joten minulta kului hyvin paljon aikaa siihen, että sain vesikaton toimimaan geometrisesti oikein.

Havaitsin myös, että ohjelmisto näyttää tällä hetkellä tietomallin 3D-esityksessä ainoastaan harja- tai pulpettiristikoina piirretyt ristikot, mutta ei lainkaan esimerkiksi aumamallisia ristikoita (kuva 3). Ristikkotoiminnoissa on näiltä osin kehitettävää. Tarvittava tieto ristikon ominaisuuksista on ilmoitettu ohjelmistolle piirtovaiheessa, mutta tieto ei välity ohjelmiston sisällä. Luotua ristikkoa ei tällä hetkellä voi myöskään muokata. Kaikista tarjolla olevista ristikkotyypeistä saa kuitenkin luotua ristikkokaaviot.



Kuva 3. Harjaristikot näkyvät ongelmitta, mutta aumaristikot eivät.

4.3.4 Ristikkokaaviot

Kaavioiden tekemiseen luodut työkalut ovat omiaan nopeuttamaan suunnittelua piirustusten tuottamisen näkökulmasta. Varsinkin tavanomaisissa ristikkotyypeissä kaaviot ovat lähestulkoon tulostamista vaille valmiita vain muutamalla napin painalluksella. Aumaristikoiden osalta jouduin jonkin verran laskemaan erillään korkoja, kun syötin ohjelmistolle tietoja ristikon harjan katkaisukorosta.

Suunnittelukohteenä olevassa pientalossa oli lisäksi alapuolelta ylöspäin suuntautuvat räystäät, joiden luomiseen ei ohjelmistossa ollut valmista vaihtoehtoa tarjolla. Jouduin tekemään nämä muutokset ristikkokaavioihin käsin. Kaavioiden piirtäminen alusta asti viivapiirtona olisi kuitenkin vienyt enemmän aikaa kuin tarvittavien muokkausten tekeminen. Aumakatosta ja pientalon muodosta johtuen erilaisia ristikkotyyppejä oli yhteensä 12 kpl.

4.3.5 Leikkauspiirustukset

Leikkauspiirustusten tuottaminen ei tuo lisäarvoa tietomallille, mutta ne ovat tarpeellinen osa rakennepiirustusten sarjaa. Suunnitelmien mukaisen toteutuksen varmistamiseksi näilläkin dokumenteilla on perusteltu paikkansa. Yleisleikkausten lisäksi erityisesti

perustus- ja vesikattoleikkauksissa voidaan esittää tarkempia suunnitelmia liitosten toteutuksesta ja muista yksityiskohdista, jotka jäävät tyypillisesti tietomallista pois. Esimerkiksi paloräystään toteutus ja terassin räystäään rakenteiden liitokset olivat sellaisia asioita, jotka oli tässä kohteessa ehdottomasti tarpeen esittää tarkemmin.

Leikkauskuvien luominen aloitetaan CADS Housessa nostamalla valituista tasopiirustuksista niin kutsuttu leikkauskuvanto. Suunnitteluhetkellä ohjelmisto poimi leikkaukseen mukaan ainoastaan osan kuviin piirretyistä objekteista, kuten seinät ja tasorakenteet. Esimerkiksi perustukset, rakenneprofiilit ja muut rakenneosat jäivät kuvasta automaattisesti puuttumaan. Toiminnolla saatiin kuitenkin mittatarkka hahmotelma leikkauskuvasta, jonka päälle voi lähteä piirtämään tarkempaa piirustusta. Ennen opinnäytetyön julkaisua ilmestyneessä ohjelmistopäivityksessä 18.0.8 leikkaustoiminto oli kokonaan uudistettu. Uudistettu versio luo leikkauskuvasta päivittyvän ja huomioi lähes kaikki rakenneosat.

Perustusten lisäämistä varten on olemassa erillinen perustusleikkaustyökalu, jonka avulla perustusleikkausten tekeminen on nopeaa. Kiinnike- ja profiilimerkintöjä voi lisätä erillisillä työkaluilla. CADS House sisältää myös koko ajan laajentuvan tuotekirjaston, josta voi poimia valmistajien 2D-objekteja osaksi piirustuksia. Myös erilaisten viivoitusten ja eristemerkintöjen lisääminen on helppoa ja nopeaa niihin tarkoitetuilla työkaluilla.

Leikkauksia varten on myös korkotyökalu, jolla voi lisätä korkomerkintöjä, jotka itse laskevat korkonsa asetettuun referenssikorkoon nähden. Tämä on näppärä työkalu myös laadunvarmistuksen kannalta, kun korkotietoja ei tarvitse mitata ja lisätä manuaalisesti. Jos korko muuttuu, päivittäminen on nopeaa ja yksinkertaista.

Leikkaustoiminnoissa on vielä kehitettävää, sillä tehokkain ajansäästö suunnitteluun saadaan vasta siinä vaiheessa, kun ohjelmisto osaa liittää automaattisesti leikkauksiin kaikkien tarvittavien rakennus- ja rakenneosien tiedot ja dimensiot. Nykyisillään ominaisuuksilla leikkausten piirtäminen kokonaisuudessaan on CADS Housella nopeampaa kuin perinteinen tapa.

4.4 Rakentamisvaihe

Suunnitelmiin tuli vielä joitakin muutoksia urakkakilpailutuksen jälkeen, joiden lisäksi piirsin vielä lisää joitakin leikkauksia ja detaljeja rakenteiden toteuttamista varten. Lisäksi suunnitelmien korkomaailma muutettiin nollakorosta vastaamaan rakennuspaikan todellisia korkoja.

4.4.1 Mallin korkomaailman muutos nollakorosta N2000-korkomaailmaan

Ohjelmistossa on pari erilaista keinoa hallita korkoja: on korkotoiminto, jolla voi asettaa erilaisia korkoja, jotka voi liittää objekteihin ja korkojen hallinta kerrostasojen kautta. Itse piirsin kerrostasojaottelua käyttäen, joten hoidin korkomaailman hallinnan sitä kautta. Yksinkertaisimmillaan ohjelmistolle annetaan kerrostason korko, jota käytetään referenssiarvona kaikille piirretyille objekteille, joiden korkeus on sidoksissa aina tähän referenssikorkoon. Esimerkiksi piirtäessäni anturoita, olen asettanut alareunan koroksi -1000 (mm), jolloin ne asettuvat metrin verran referenssikoron alapuolelle. Aloittaessani piirtämisen, kerrostasojeni korko oli nolla. Kun ilmeni tarve muuttaa korkomaailma sellaiseksi, jossa alimman lattiapinnan korko on nollan sijaan +89.0, vaihdoin vain tämän koron kaikkiin kerrostasoihin ja muut objektit ottivat uuden koron referenssikorokseen. Tämä vaikuttaa siten, ettei yhdellekään objektille tarvitse syöttää käsin uusia korkotietoja. Näin ollen tietomallin korkomaailman muuttaminen on parhaimmillaan todella yksinkertaista ja nopeaa.

Ohjelmisto ei vielä suunnitteluhetkellä päivittänyt automaattisesti piirustuksissa näkyvien objektien viitemerkintöjä, mikä hieman hidasti korkomaailman muutosprosessia kokonaisuudessaan. Ottaen huomioon, että tulostettavia piirustuksia varten korkotietoja on yleensä oltava näkyvillä, ei viitemerkintöjen päivittämiseltä voinut projektissa vältyä. Osalla objekteista, esimerkiksi salaojilla, oli nopeat päivityskäskyt, joilla merkinnät saa päivitettyä. Osalla objekteista viitteitä ei voinut päivittää. Tällöin nopein keino muutokselle oli poistaa vanhat viitteet ja lisätä uudet, joissa tiedot ovat ajantasaiset. On huomioitava myös, että kaikilla objekteilla ei ollut lainkaan automaattisia viitteitä, jolloin viitetiedot ja korkomuutokset on lisättävä viiteteksteihin käsin. Korkomerkintöjen

päivittämiseen tuli automaattinen toiminto ennen opinnäytetyön julkaisua ilmestyneessä ohjelmistopäivityksessä 18.0.8.

4.4.2 Detaljisuunnittelu

Detaljeja varten ohjelmistolla on oma käskyvalikoimansa, joita voi hyödyntää suunnittelussa. Taso- tai leikkauskuvista voi ottaa osasuurennostoiminnolla suurennoksia haluaanmittakaavassa. Suurennot voi liittää omiksi kuvikseen joko suunnittelutilassa tai suoraan tulostustilaan, jolloin mahdolliset muutokset päivittyvät detalleihin suoraan.

Ensimmäinen tapa ei juurikaan poikkea piirretyn osan kopioimisesta, mutta on nopeampaa. Osasuurennostoiminnolla suurennos rajautuu välittömästi haluttujen rajojen mukaan, kun taas kopioidessa rajat on siistittävä manuaalisesti. Tarvittavat lisätiedot voi lisätä kuvaan. Piirustus ei kuitenkaan päivyty, joten detalleihin joutuu piirtämään uudestaan tai muokkaamaan, mikäli alkuperäinen rakenne muuttuu.

Jälkimmäinen tapa edellyttää sitä, että kaikki rakenteeseen liittyvät yksityiskohdat piirretään suurennoksen lähteeseen. Näin voidaan saavuttaa päivitettävyyden tuoma etu, vaikka detalleihin yksityiskohdat onkin muokattava vastaamaan muuttunutta rakennetta. On helppointa luoda detallejipiirtoa varten oma taso, jonka voi sammuttaa näkyvistä muissa kuin detalleja koskevissa tulosteissa. Osasuurennostoiminnon toiminta tulostustilassa ei kuitenkaan merkittävästi poikkea tulostustilan tavanomaisista näyttöikkunoista.

5 Yhteenveto

Kokonaisuudessaan opinnäytetyössä tarkastellun pientalokohteen suunnittelussa en onnistunut säästämään aikaa siihen nähden, jos olisin suunnitellut kohteen kokonaan viiva- ja piirtona esimerkiksi Autodesk AutoCadilla. Mahdollisesti aikaa kului joidenkin työvaiheiden osalta jopa enemmän. Aikaa kului ohjelmiston käytön opetteluun ja yksittäisiin teknisiin hankaluuksiin, joita ohjelmistoa käyttäessä ilmaantui. Nämä voidaan lukea

kuitenkin sellaiseksi hidasteeksi, joka poistuu ajan myötä, kun ohjelmiston käyttö tulee tutuksi.

Piirtotapa CADS Housella on hyvin samankaltainen kuin esimerkiksi Autodesk AutoCaddilla. Eroina ovat piirtämisvaiheessa lähinnä objektien tietosisältö, muokattavuus ja korotietojen hallitseminen. Siksi monelta osin näiden lisätietojen määrittäminen vei sen ajan, joka voitettiin siinä, että objektien lisääminen on nopeaa. Merkittävintä ajansäästöä saatiin toteutetussa suunnitteluprojektissa rakenneleikkausten ja kaaviokuvien luomisessa sekä puurungon piirtämisessä. Hidastavin työvaihe oli vesikaton muodon mallintaminen.

Osa hidasteista koski tietojen yhteensovittamista tietomallin ja piirustusten esitystapojen välillä. Suunnitteluhetkellä näitä hidasteita oli paljon, mutta suunnitteluohjelmistoja kehittämällä niistä voidaan suurimmaksi osaksi päästä eroon. Ennen opinnäytetyön julkaisua ilmestyneessä ohjelmistopäivityksessä 18.0.8 paranneltiin useita tällaisia ominaisuuksia, kuten korkomerkitöjen päivittämiseen ja leikkauskuvantojen luomiseen liittyviä toimintoja. Parantamalla tietomallin ja kaikkien piirustusten yhteyttä toisiinsa tehostetaan myös laadunvarmistusta vähentämällä dokumenttien välisiä epäjohtonmukaisuuksia. Tästä syystä mielestäni tehokkainta toimintaa laadullisesti, ajankäytöllisesti ja ohjelmistokustannusten näkökulmasta on, kun tietomalli ja piirustukset voidaan tuottaa kokonaan saman ohjelmiston sisällä ilman jatkuvaa siirtelyä eri ohjelmistojen välillä. Tämän CADS House mahdollistaa.

Tietomallintaminen yleistyy koko ajan ja on todennäköistä, että jossakin vaiheessa tietomallin tuottamisesta tulee suunnittelijoille vaatimus. Tällöin suunnittelua tekevät insinööri-toimistot joutuvat viimeistään investoimaan ohjelmistoihin, joilla mallintaminen on mahdollista. Uudet ohjelmistot vaativat paitsi investointeja, myös uusien toimintatapojen ja ohjelmistojen käytön opettelua. On mielestäni tärkeää tarjota suunnittelijoille riittävästi koulutusta näiden omaksumiseen. Tässä kohtaa on tärkeää myös, että ohjelmistotalot ottavat suunnittelijoiden palautteen huomioon ohjelmistojen kehittämisessä, kuten tämän opinnäytetyöprojektin aikana esimerkiksi tapahtui.

Tietomallinnuksen yleistymisen näkökulmasta voidaan myös miettiä sellaista tulevaisuuden skenaariota, jossa kaikki informaatio sisältyy tietomalliin ja erilliset piirustukset ovat

käyneet tarpeettomiksi. Tällöin voitaisiin keskittyä ainoastaan mallinnettavan tiedon tuottamiseen, mikä mahdollisesti tehostaisi toimintaa entisestään, kun erillisiä piirustuksia ei tarvitsisi tuottaa lainkaan. Tästä herää tietenkin välittömästi kysymyksiä siitä, miten esimerkiksi detaljit voitaisiin järkevästi esittää oliopohjaisessa tietomallissa. On huomioitava myös tietomallin ylläpitoon ja päivittämiseen liittyvät vastuukysymykset. Näiltä osin on jätävä seuraamaan mitä alan kehitys tuo tullessaan.

Eräs tietomallin kiistaton etu perinteisiin suunnittelumenetelmiin nähden on, että sen avulla voi hahmottaa oman suunnittelutyönsä konkreettista tulosta, eli rakennusta, tavalla, joka ei viivapiirrolla useinkaan ole mahdollista. Joitakin rakenteita tai niiden sijoittumista muihin rakenteisiin nähden on helpompaa suunnitella, kun voi tarkastella niitä helposti hahmotettavasta 3D-kuvannosta. Pelkkiä piirustuksia tarkastellessa moniulotteinen hahmottaminen on suoritettava suunnittelijan omassa mielikuvituksessa, mikä vaatii hankalissa tilanteissa erittäin hyvää avaruudellista hahmotuskykyä. Mielikuvitusta on vaikea nähdä luotettavana tai mittatarkkana työvälineenä. Tietomallin avulla tiettyjä ratkaisuja voidaan myös havainnollistaa ja selittää muille projektin osapuolille nopeammin kuin piirustuksista johdetuilla sanallisilla tulkinnoilla.

Suurimmat mahdolliset saavutettavat hyödyt tietomallintamisesta ovat nähdäkseni kuitenkin itse rakennesuunnittelun prosessin ympärillä kaikkien suunnittelualojen yhteisen prosessin edistämässä ja koko hankkeen läpiviennin sujuvoittamisessa. Mahdollisuudet rakennuksen analyyttiselle tarkastelulle ja monien työvaiheiden osittaiselle tai kokonaisvaltaiselle automatisoinnille tuovat potentiaalisia mahdollisuuksia suurillekin kustannussäästöille ja erilaisten ratkaisujen entistä tehokkaammalle vertailulle.

Esimerkkikohdetta suunnitellessani havaitsin myös, että ohjelmistona CADs House taipuu hyvin niin suurempien kuin pienempienkin kohteiden, kuten pientalojen, suunnitteluun. Objektikirjastot ja työkalut ovat monipuolisia ja luotu ottaen huomioon myös kevyet, rankarunkoiset rakennukset. Ohjelmisto tarjoaa lisäksi mahdollisuudet esimerkiksi elementtisuunnitteluun ja arkkitehtisuunnitteluun, ollen näin hyvin monipuolinen vaihtoehto suunnitteluohjelmistoksi.

6 Pohdinta

Opin opinnäytetyöprojektin aikana paljon uutta tietomallintamisesta ja pohdin aihetta paljon suunnittelun tehostamisen lisäksi myös muista näkökulmista. Mielenkiintoinen osa-alue on erityisesti tietomallin ja piirustusten suhde.

Työn suurin anti itselleni oli uuden suunnitteluohjelmiston käytön oppiminen samalla, kun suunnittelin todellista pientalokohdetta. Aihe mahdollisti samanaikaisen kehittymismahdollisuuden aloittelevana suunnittelijana ja mahdollisuuden testata omia kykyjäni opiskelemalla lähes täysin itsenäisesti uuden ohjelmiston käyttöä. Uskallan väittää, että osaan tämän ansiosta nyt projektin loppuvaiheessa käyttää CADS Housea ja hyödyntää sen ominaisuuksia varsin hyvin. Tein myös työnantajalleni ohjelmiston käyttöä varten oppaan, jonka sisällössä näkyy opinnäytetyön aikana opittu.

Koen tuoneeni tässä työssä monipuolisesti esiin niitä CADS Housen ominaisuuksia, joiden käyttö voi olla apuna suunnittelun tehostamisessa. Koska mikään harvoin on täydellistä, huomasin tietenkin ohjelmistossa myös useita kehittymismahdollisuuksia, jotka voivat toteutettuina parantaa ohjelmiston käytettävyyttä entisestäänkin. Osa näistä muutoksista ehti toteutua jo ennen opinnäytetyön julkaisua. Oli hienoa huomata, kuinka nopeasti kehitysehdotuksiin reagoitiin, ja saatoin tuntea itsekin olevani jollakin vähäisellä tavalla mukana alan ja ohjelmiston kehittämisessä.

Lisää syvyyttä opinnäytetyöhön olisi voinut tuoda esimerkiksi useamman mallinnusohjelmiston keskinäinen vertailu. Oli silti järkevää keskittyä siihen ohjelmistoon, jonka tarkastelusta oli työnantajalleni ja opinnäytetyön toimeksiantajalle eniten hyötyä, sillä Insi-nöörtoimisto 2K Oy oli ottamassa CADS Housen käyttöön aloittaessani opinnäytetyöprojektia.

Lähdeluettelo

- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. 2011. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. 2nd ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley&Sons, Inc.
- Henttinen, T. 2012a. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 1 Yleinen osuus. COBIM-hanke. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>. 4.12.2019.
- Henttinen, T. 2012b. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 3 Arkkitehtisuunnittelu. COBIM-hanke. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>. 4.12.2019.
- Hietanen, J. 2005. Tietomallit ja rakennusten suunnittelu: filosofinen selvitys tieto- ja viestintätekniikan mahdollisuuksista. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Jokela, M., Laine, T. & Hänninen, R. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 12 Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana. COBIM-hanke. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>. 17.1.2020
- Karppinen, A., Törrönen, A., Lennox, M., Peltomäki, M., Lehto, M., Maalahti, J., Sillfors-Utriainen, S., Kiviniemi, M. & Sulankivi, K. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 13 Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa. COBIM-hanke. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>. 10.1.2020.
- KIRA-digi. Kokeiluhankkeet. <http://www.kiradigi.fi/kokeiluhankkeet/kokeiluhankkeet.html>. 4.3.2020.
- Kymdata Oy. 2019a. CADs House. <http://www.cads.fi/ohjelmistot/cads-house>. 21.9.2019.
- Kymdata Oy. 2019b. CADs House sai kansainvälisen IFC-sertifikaatin. <http://www.cads.fi/ajankohtaista/uutiset/cads-house-sai-kansainvalisen-ifc-sertifikaatin>. 21.9.2019.
- Kymdata Oy. 2019c. CADMATIC on ostanut Kymdata Oy:n - CADsin kehittäminen jatkuu entistä vahvempana. <http://www.cads.fi/ajankohtaista/uutiset/cad-matic-ostanut-kymdata-oy-n-cadsin-kehittaminen-jatkuu-entista-vahvempana>. 21.9.2019
- Lehtoviita T., Pyllkkänen T., Paappanen J., Huuskonen H., Kanerva J., Rautiainen J. & Windahl T. 2019. Tietomallit rakennusten turvallisuuden varmistamisessa: Hankkeen yhteenvetoraportti. In: Sarja A: Raportteja ja tutkimuksia 90. Saimaan ammattikorkeakoulu. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-7055-61-8>. 10.1.2020.
- Lukkarinen, P. & Henttinen, T. 2014. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 14 Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa. COBIM-hanke. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>. 10.1.2020.
- Rajala, M. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 2 Lähtötilanne. COBIM-hanke. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>. 4.12.2019.
- Rakennustieto Oy. COBIM. <https://www.rakennustieto.fi/cobim/>. 4.3.2020.
- Rakennustietosäätiö RTS. 2013. Tietomallintamisen (BIM) käyttö Suomessa – kyselyn tulokset. <https://docplayer.fi/3085433-Tietomallintamisen-bim-kaytto-suomessa-kyselyn-tulokset.html>. 5.1.2020.

- Talsi, P. 2019. Mallinnusvirheet (koulutus 22.10.2019). tiia.suikkanen@edu.karelia.fi. 23.10.2019.
- Tauriainen, M. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 7 Määrälaskenta. CO-BIM-hanke. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>. 17.1.2020
- Tohmo, S. 2015. Suunnittelijoiden tietomalliohjeet rakennuttajakonsultin näkökulmasta. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201510011636>. 16.12.2019.
- Uusitalo, P, Seppänen, O, Lappalainen, E, Peltokorpi, A & Olivieri, H. 2019. Applying Level of Detail in BIM-based project: An overall process for lean design management. Buildings , vol. 9, no. 5, 109. <https://doi.org/10.3390/buildings9050109>. 16.12.2019.
- Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 216/2015.

CADS HOUSE

Käyttöopas on suunniteltu Insinööri-toimisto 2K Oy:n työntekijöiden tarpeisiin helpottamaan CADs House -ohjelmiston käyttöönottoa tietomallipohjaisessa rakennesuunnittelussa. Oppaassa annetaan neuvoja tehokkaaseen toimintaan ja hyviksi havaittuihin toimintatapoihin ohjelmiston käytössä. Tarpeen mukaan viitataan Kymdata Oy:n (nyk. CADMATIC Oy) omiin käyttöohjeisiin, jotka sisältävät teknistä tietoa ohjelman ja sen ominaisuuksien käytöstä.

Käyttöohje opastaa rakennesuunnitelmien luomisprosessiin, arkkitehtisuunnitelmien luomiselle oleelliset osat on rajattu tämän ohjeen ulkopuolelle. Ohjeen ulkopuolelle on rajattu myös elementtirakentamiseen keskittyvät toiminnot, esim. elementtikuvien luominen.

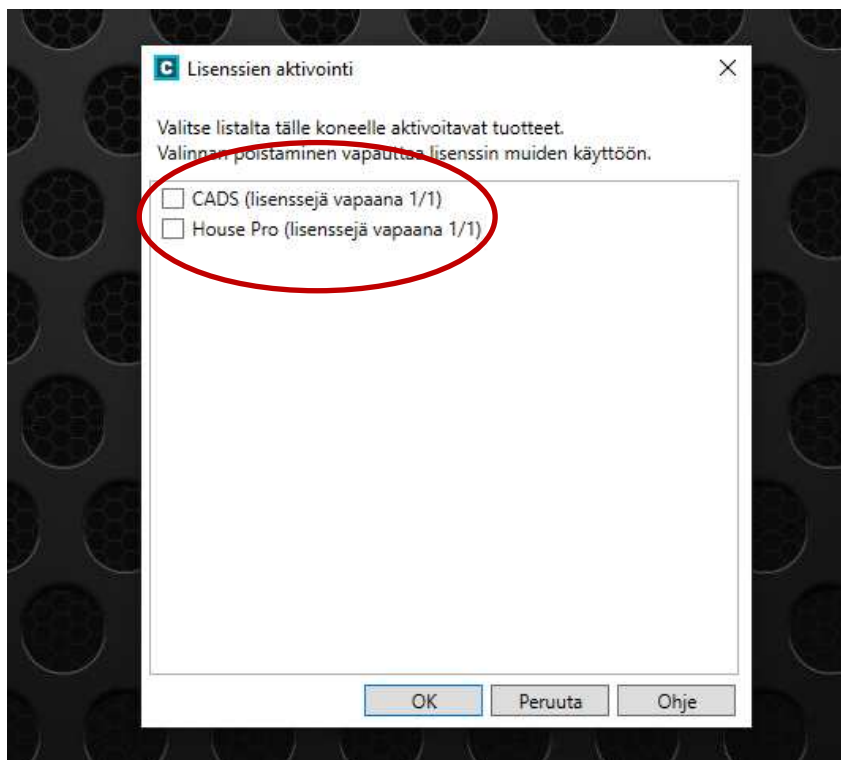
Huom! Käyttöohje on tehty ohjelmistoversiolle 18.0.7, mutta siinä on huomioitu versiossa 18.0.8 tulleet muutokset.

OHJELMISTON LISENSSI

Osio sisältää ohjeet verkkolisenssin käyttöönottamiseen ja vapauttamiseen.

LISENSSIN AVAAMINEN

Kun käynnistät ohjelmiston, ruutuun tulee ennen ohjelmiston avautumista valintalaatikko olemassa olevista lisensseistä. Valitse rastittamalla 1 kpl CADs-lisenssi ja 1 kpl House Pro -lisenssi (kuva 1). Jos et voi valita yhtäkään lisenssiä, ne ovat varattuja toiselle käyttäjälle.

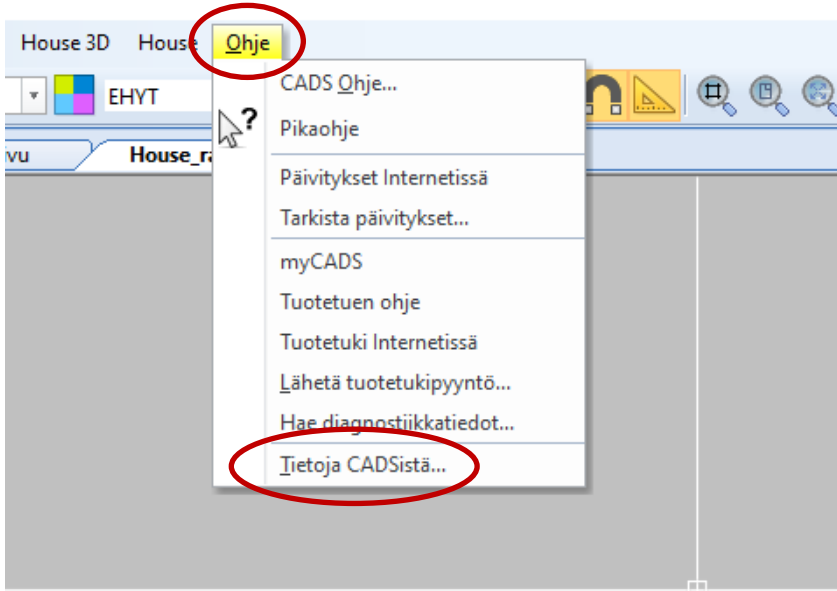


Kuva 1 Lisenssin avaaminen, rastita molemmat lisenssityypit.

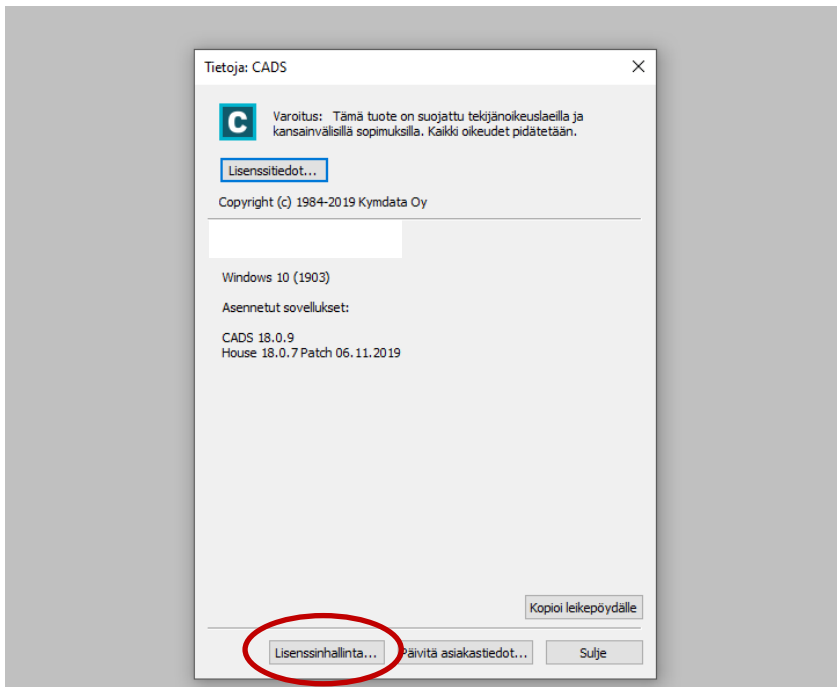
LISENSSIN SULKEMINEN

Sulje lisenssit aina, kun suljet ohjelmiston, jotta ne olisivat vapaana seuraavalle käyttäjälle!

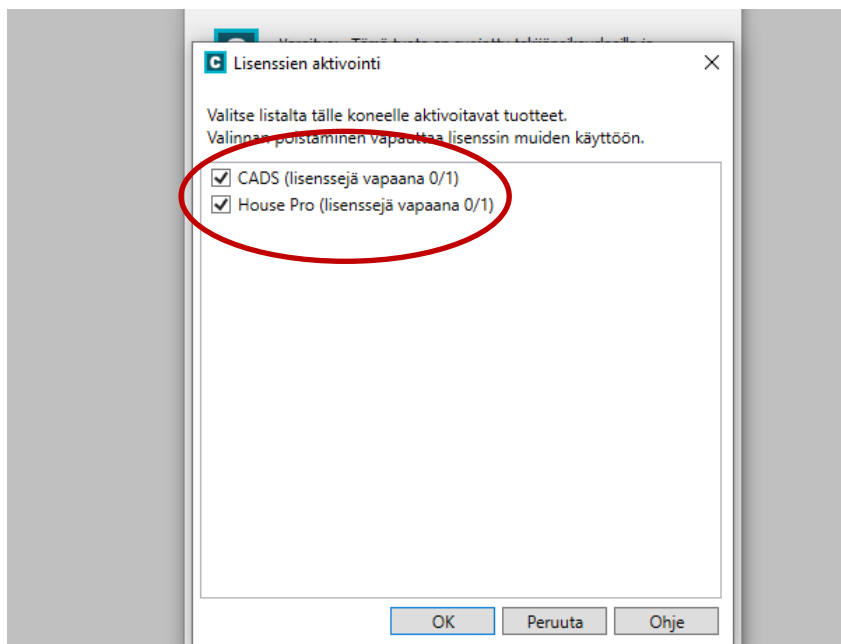
Aloita valitsemalla yläpalkista "Ohje" ja "Tietoja CADSistä". Valitse sitten "Lisenssienhallinta" ja poista rasti lisensseistä, jotka haluat vapauttaa. Sulje lopuksi ohjelmisto. Seuraa kuvia 2-4 lisenssien vapauttamiseksi.



Kuva 2 Lisenssin vapauttaminen, valitse "Ohje" ja "Tietoja CADSistä".



Kuva 3 Lisenssin vapauttaminen, valitse "Lisenssienhallinta".




Kuva 4 Lisenssin vapauttaminen, poista rastit lisenssien kohdalta ja valitse "OK".

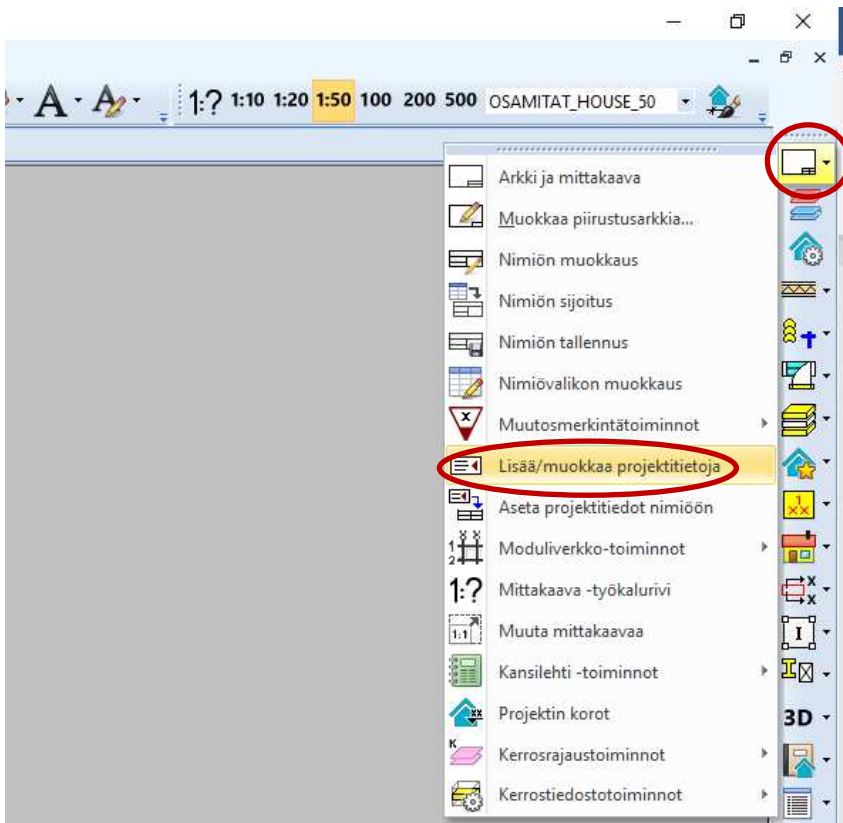
PIIRTÄMISEN ALOITTAMINEN

Osio sisältää projektikohtaisten tietojen ja asetusten lisäämisen, korkomaailman hallinnan ja viitekuvien liittämisen projektiin.

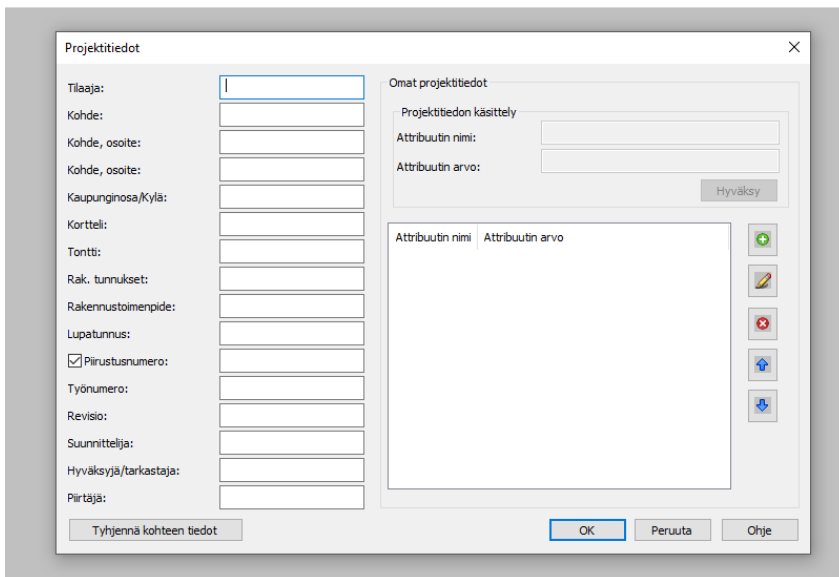
PROJEKTITIEDOT

Aloita projekti lisäämällä sille tietoja. Nämä tiedot siirtyvät automaattisesti nimiöihin tulostusvaiheessa. Valitse oikean puoleisesta reunasta ylin kuvake , jonka alta löydät "lisää/muokkaa projektitietoja" -painikkeen (kuva 5). Täytä avautuvaan kenttään projektin tiedot (kuva 6). Tietoja voi lisätä tai muuttaa myöhemmin, mikäli se on tarpeen.

Huom! Projektitiedot tallentuvat myös erilliseen tiedostoon (projektitiedot.ini). Tiedostoja on vain yksi tallennuskansiota kohden, minkä vuoksi eri kohteiden tiedostoja ei pidä tallentaa samaan kansioon.




Kuva 5 Oikean reunan ylimmän kuvakkeen alla on "lisää/muokkaa projektitietoja" -valintapainike.



Kuva 6 Projektitietojen lisäys.

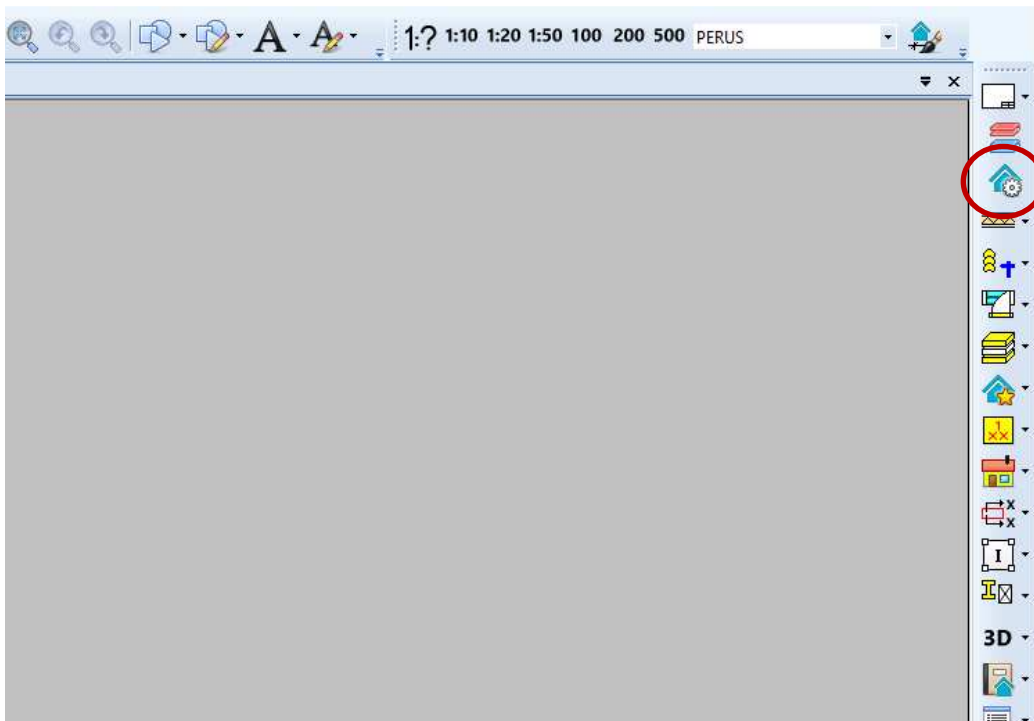
PROJEKTIKOHTAISET ASETUKSET

Avaa oikean reunan  kuvakkeen alta projektin asetusvalikko (kuvat 7 ja 8). On tärkeää merkitä tiedot kohdalleen ennen piirtämisen aloittamista, sillä kaikki myöhemmät muutokset eivät välttämättä päivity piirustuksiin automaattisesti. Käy kaikki välilehdet huolellisesti läpi.

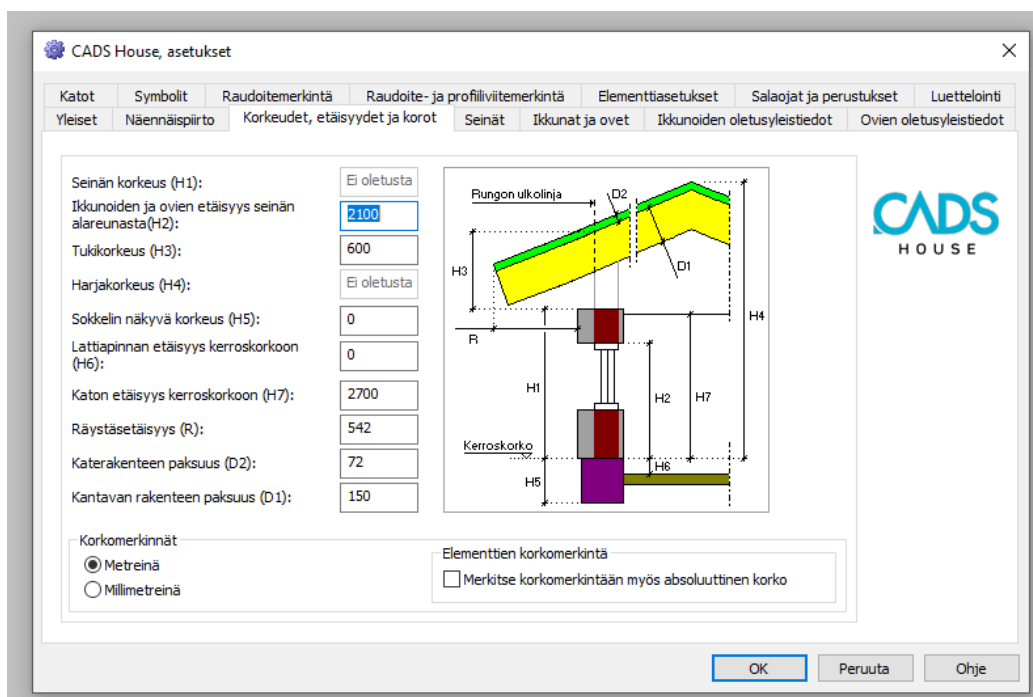
Ota huomioon korkoja asettaessasi, että asetat mitat millimetreinä ja merkitset korot sellaisena kuin ne ovat referenssikorkoon nähden. Esimerkiksi, jos huoneen sisäkorkeus on 2700mm, aseta koroksi 2700 huolimatta siitä onko lattiakorko nolla vai todellisen maailman korko (esim. +88.000). Käytä myös mieluiten absoluuttisia korkoja kohdissa, joissa valintapainike esiintyy.

Seinien kohdalle tee valinta nurkkien yhdistämistävasta. Valitse "Seinän rakennekerrokset puskuliitoksella", jotta esimerkiksi runkotoimintojen käyttäminen on sujuvampaa (kuva 9).

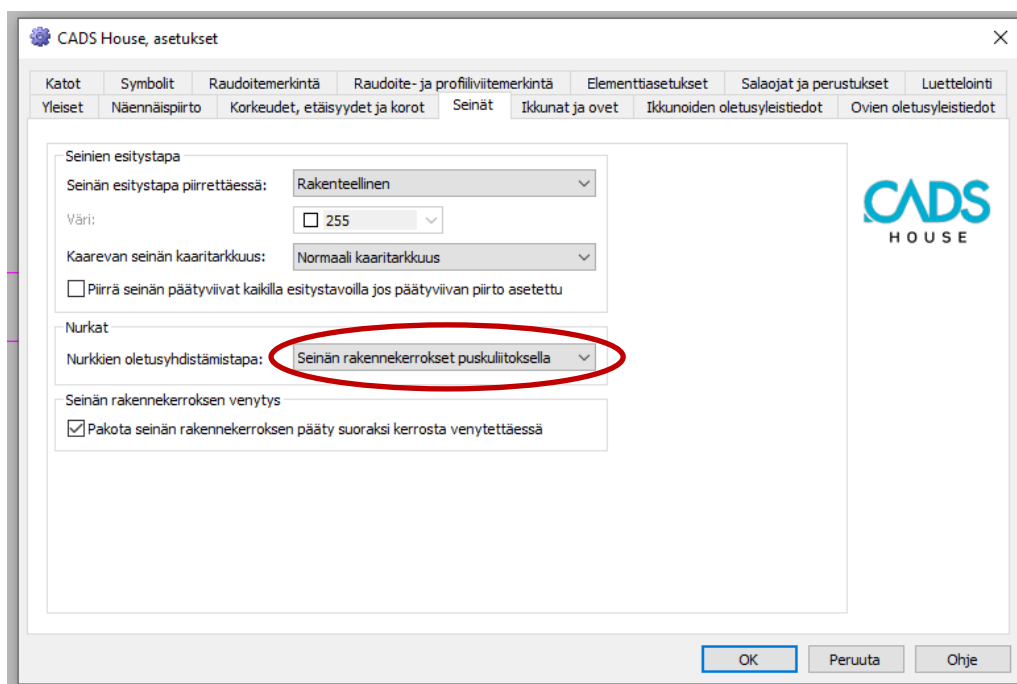
Ikkunoiden ja ovien kohdalla voit määrittää asennusvarat jo tässä vaiheessa, Aseta ne kohdalleen, jotta runkotoimintojen käyttäminen on myöhemmässä vaiheessa mahdollisimman sujuvaa.



Kuva 7 Oikean reunan kolmas kuvake avaa projektin asetukset.




Kuva 8 Projektin asetukset.

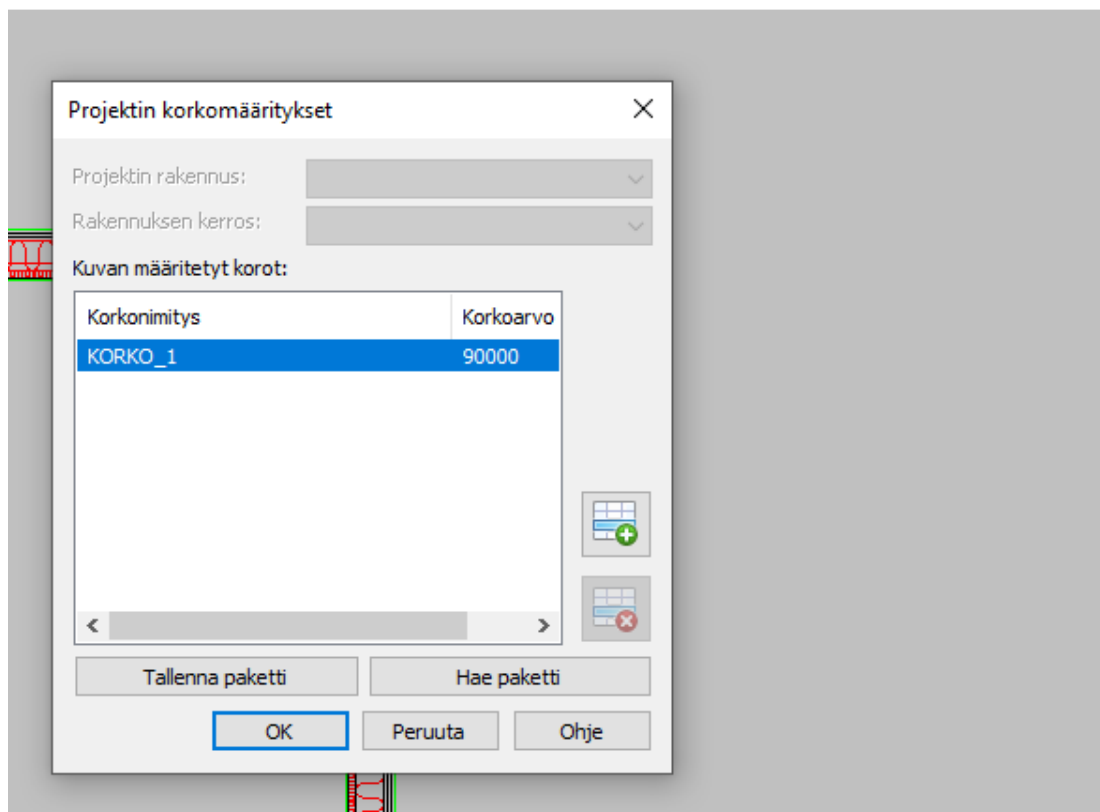


Kuva 9 Valitse "Seinät"-välilehdeltä nurkkien yhdistämistavaksi puskuliitos.

KORKOMAAILMAN HALLINTA

Projektin korkoja voi hallita useammalla tavalla.

Ensimmäinen vaihtoehto on lisätä oikean reunan  kuvakkeen alta löytyvästä "projektin korot" -painikkeesta erilaisia korkotasoja (kuva 10). Yksinkertainen keino on lisätä kaikkien kerrosten absoluuttiset lattiakorot järjestelmään, jolloin näitä korkoja voidaan käyttää referenssikorkoina rakenneosien luomisessa. Huomioi, että tässäkin korkojen yksikkö on millimetri. Jos absoluuttinen lattiakorokko on +90.000, lisää se muodossa +90000.



Kuva 10 Projektin korkomääritykset -välilehti.

Toinen, usein tehokkaampi, keino korkojen hallintaan on kerrostasorajusten käyttäminen. Sen lisäksi, että kerrostasojen käyttäminen on ainoa keino pitää monikerroksisten rakennusten kokonaisuus hallussa, voidaan näin muodostaa yksikerroksisillakin rakennuksilla Yleisten tietomallivaatimusten mukainen kerrosjaottelu, jonka mukaan perustukset ja alapohja mallinnetaan omana kerroksenaan, kerrokset omanaan ja ylin kerros vesikatto-rakenteineen omanaan (YTV2012 Osa 1, sivu 9).

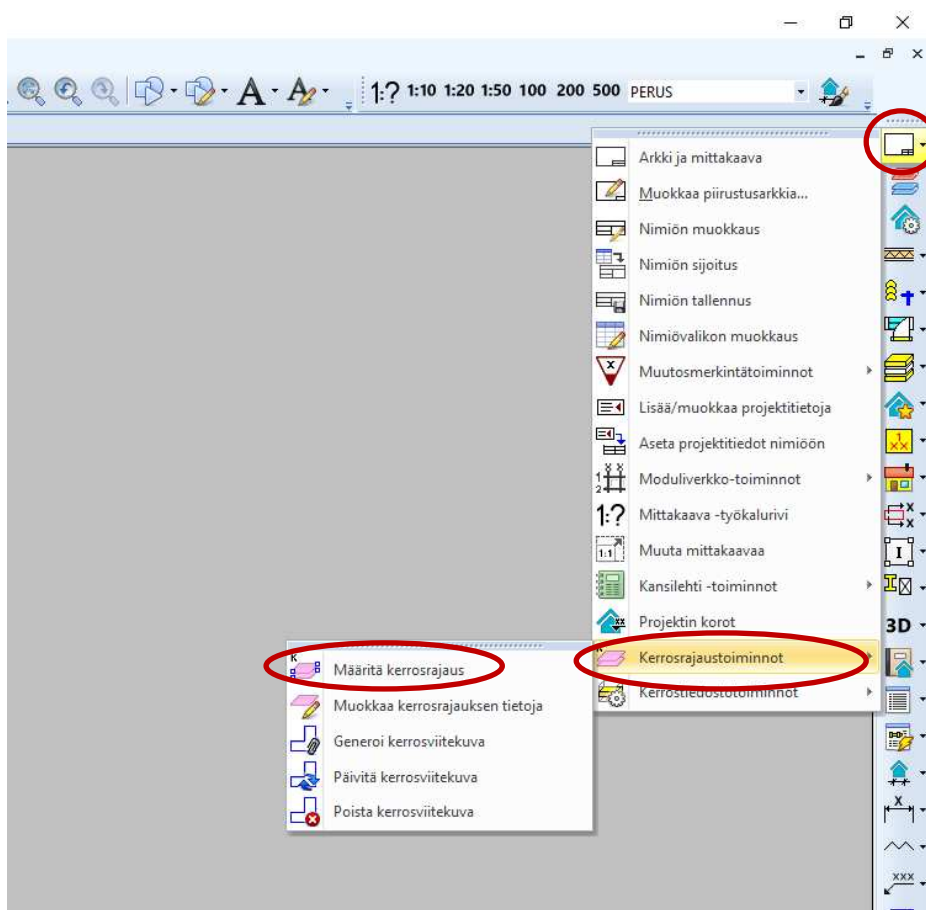
Huom! Monikerroksisissa rakennuksissa voidaan käyttää myös kerrostiedostotoimintoja, joilla kerrokset voidaan tallentaa omina tiedostoinaan.

Kerrostasorajaukset löytyvät oikean reunan  kuvakkeen alta (kuva 11). Kaikkien kerroksen sisältämien rakenteiden on jätävä kerrosrajauksen sisäpuolelle.

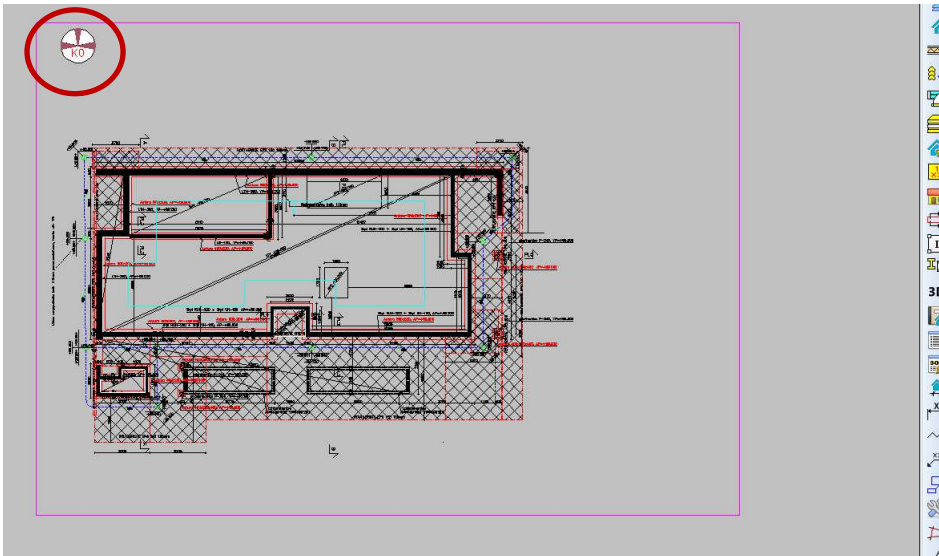
Kun rajaus on piirretty, ohjelmisto pyytää asettamaan kerrostunnuksen ja korkeusaseman. Käytä selkeää logiikkaa nimeämisessä ja aseta korkeusasema lattiapinnan absoluuttisen koron mukaan millimetreinä samoin kuin toisessakin koronhallintajärjestelmässä. Ota huomioon, että kerrosalueen korkoa voit muuttaa jälkikäteen, joten voit tarvittaessa asettaa aluksi koron nolnaan ja muuttaa sen absoluuttiseksi myöhemmin.

Viimeiseksi ohjelmisto pyytää sijoittamaan kerroksen kohdistusmerkin. Merkki on sijoitettava rajatun kerrosalueen sisäpuolelle tai toiminto ei toimi oikein (kuva 12).

Jotta kerrokset mallintuvat toistensa päälle sijaintiinsa nähden oikein, on kohdistusmerkin oltava jokaisen kerrosrajoituksen kohdalla täsmälleen samassa kohdassa. Tästä syystä on suositeltavaa lisätä loput kerrosrajoitukset kopiaamalla ensimmäistä ja muokkaamalla sitten uutta kerrostunnusta ja tarvittaessa korkeusasemaa valitsemalla valikosta "muokkaa kerrosrajoituksen tietoja".




Kuva 11 Kerrosrajoitustoiminnot.

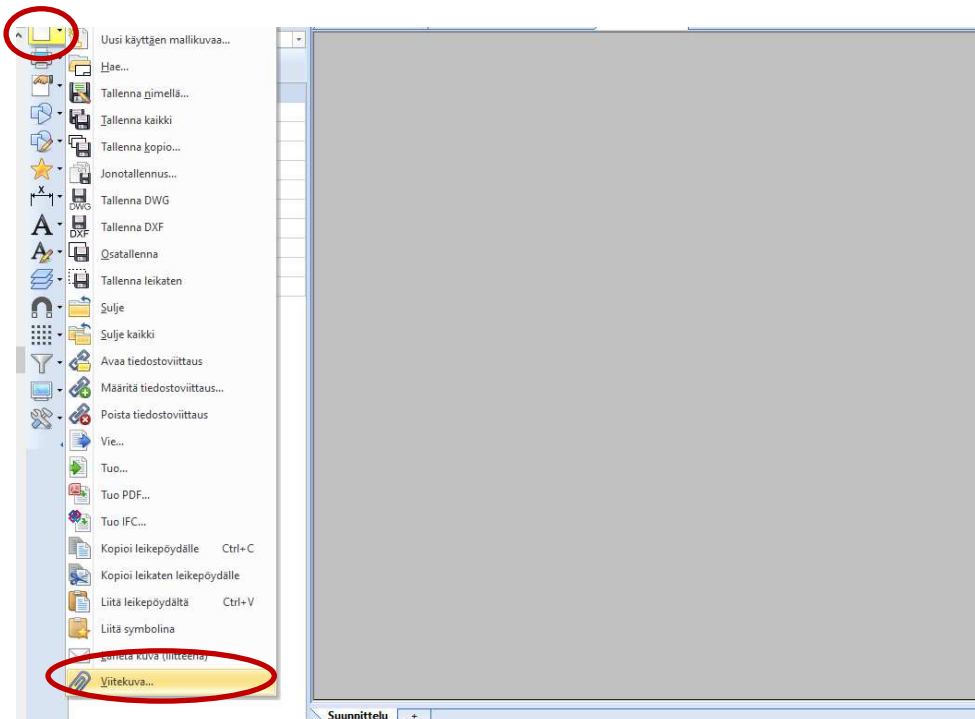


Kuva 12 Sijoiita kerroksen kohdistusmerkki kerrosalueen sisäpuolelle.

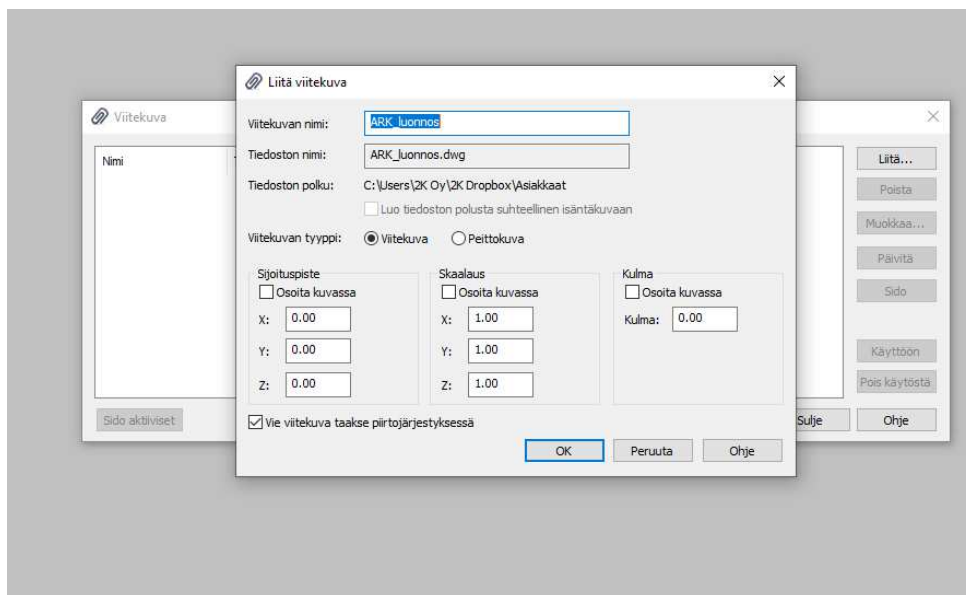
VIITEKUVIEN HALLINTA

Rakennesuunnitelmien pohjalle tarvitaan usein viitekuvaksi arkkitehdin pohjapiirustukset. Viitekuvia voidaan lisätä vasemman puoleisen valikkorivin  kuvakkeen alta (kuva 13).

Etsi kansiosista tiedosto, jonka haluat ottaa viitteeksi (kuva 14). Viitekuvan asetuksissa voit määrittää sijainnin, skaalauksen ja kulman. Viitekuvan tyyppi voi olla viitekuva tai peittokuva. Viitekuva näyttää myös viite tiedoston sisältävät viitteet, peittokuva ei.

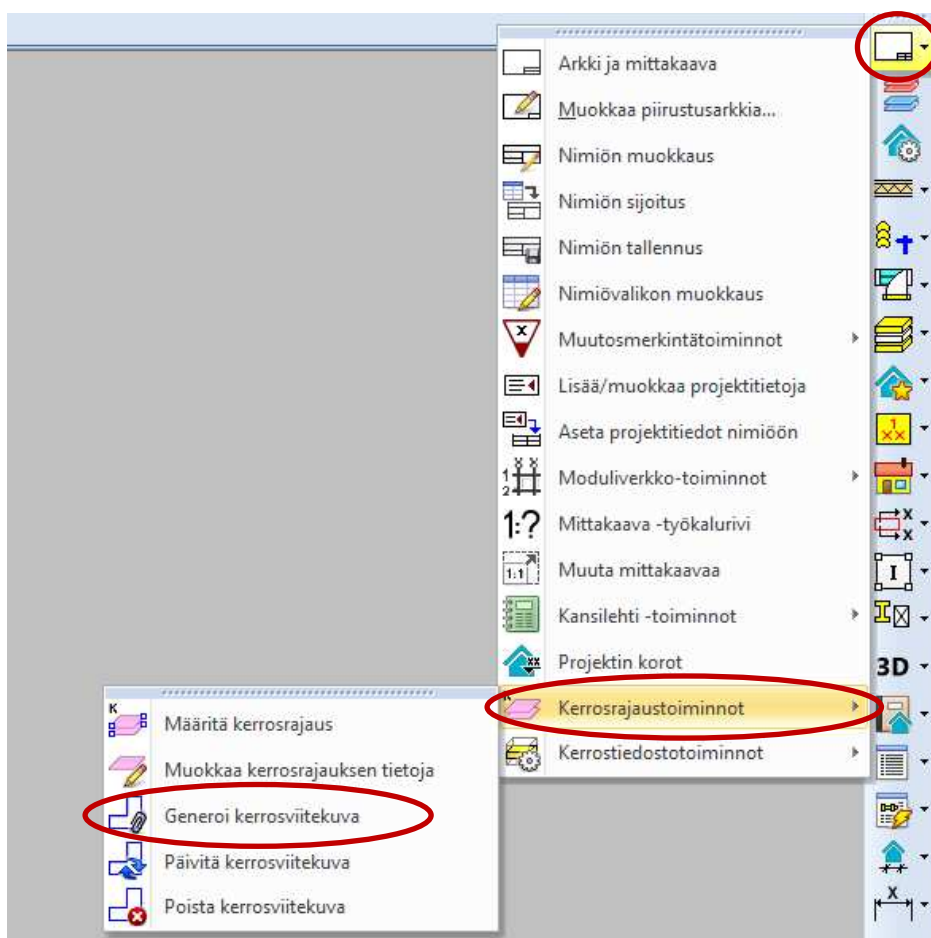


Kuva 13 Viitekuvien lisääminen.



Kuva 14 Viitekuvan valitseminen ja asetukset.

Sen lisäksi, että tarvittavat tiedoston ulkopuoliset viitekuvat, voit tarvita myös tiedoston sisäisiä viitekuvia kerrostasojen välillä. Kerrostasojen viitekuvia voi lisätä samasta paikasta kuin itse kerrostasotkin (kuva 15). Valitse "generoi kerrosviitekuvaa", jolloin ohjelmisto pyytää valitsemaan kerrosalueen, jota halutaan käyttää viitteen lähteenä. Tee valinta valitsemalla kerrostason kehys. Siirrä viitekuvaa haluamasi kerrosrajoituksen pohjalle ja kohdista kerroksen kohdistusmerkin kohdalle.



Kuva 15 Kerrosviitekuvan luominen.

Lisätietoa viitekuvista Kyndata Oy:n CADs House -ohjeen kohdasta "Viitekuva".

PERUSTUKSET

Osio sisältää anturoiden, perusmuurien, salaojien, radonputkiston ja routasuojauksen lisäämisen.

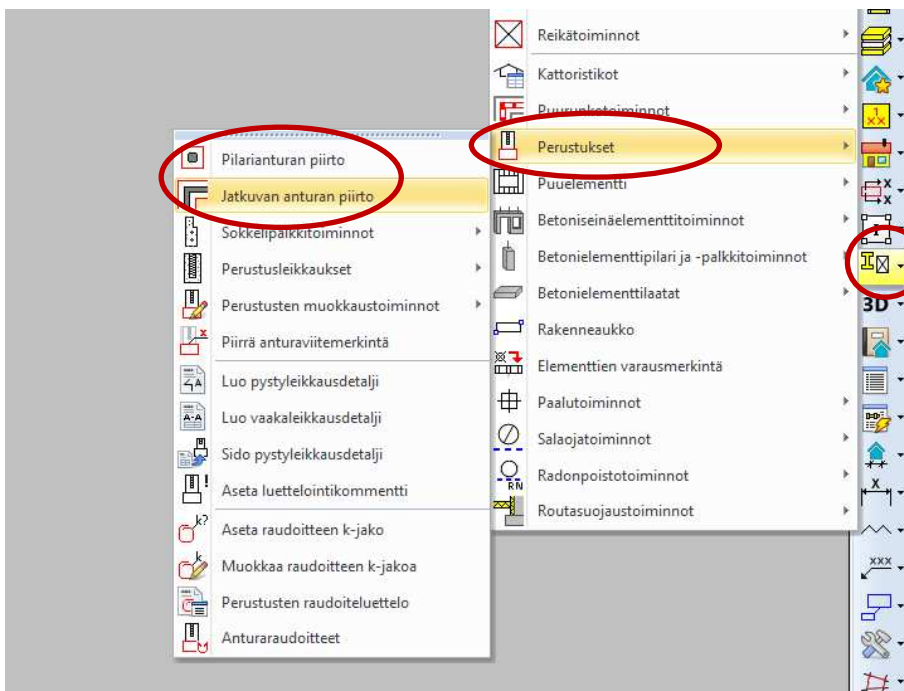
ANTURAT JA PERUSMUURIT

Anturoiden ja perusmuurien piirtotoiminnot löytyvät oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta (kuva 16).

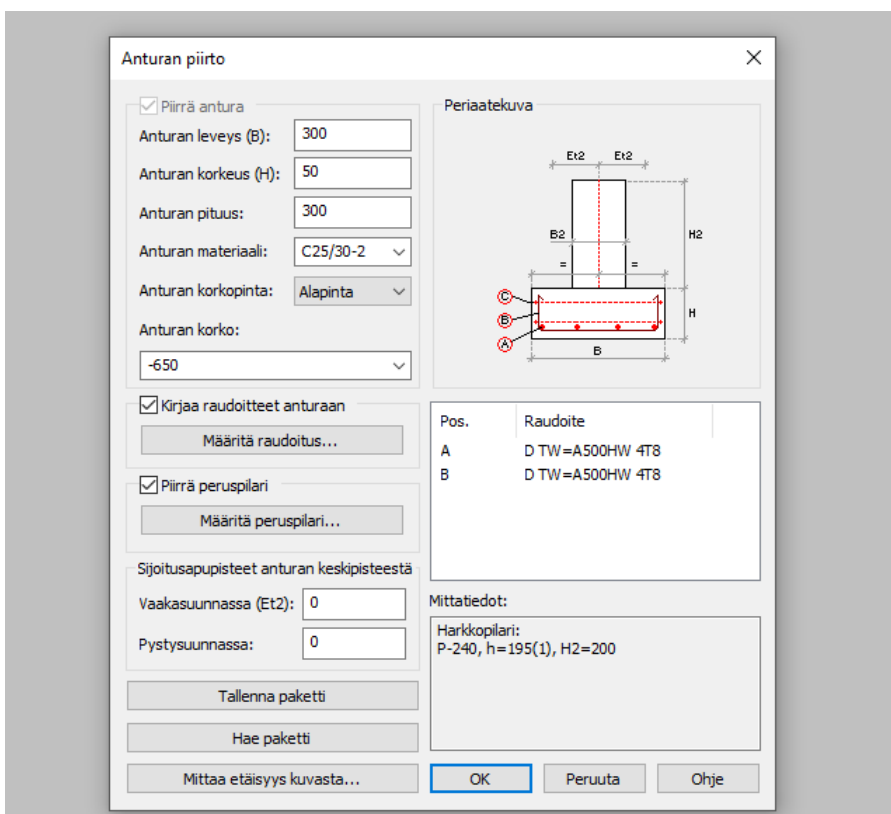
Vaihtoehtoina on pilarianturan tai jatkuvan anturan piirtäminen. Valitse mitä haluat piirtää ja aseta tarvittavat tiedot avautuvaan valintaikkunaan (kuva 17).

Huom! Voit jälkikäteen muokata vain anturan niitä asetuksia, jotka eivät muuta kuvaan piirrettyjä mittatietoja. Eli esimerkiksi anturan leveyttä tai perusmuurin harkkotyyppiä ei voi muuttaa muuten kuin poistamalla objektin ja piirtämällä sen uudestaan.

Huom! Huomioi, että voit piirtää joko anturaa tai perusmuuria tai molempia yhtä aikaa.



Kuva 16 Perustusten lisääminen.



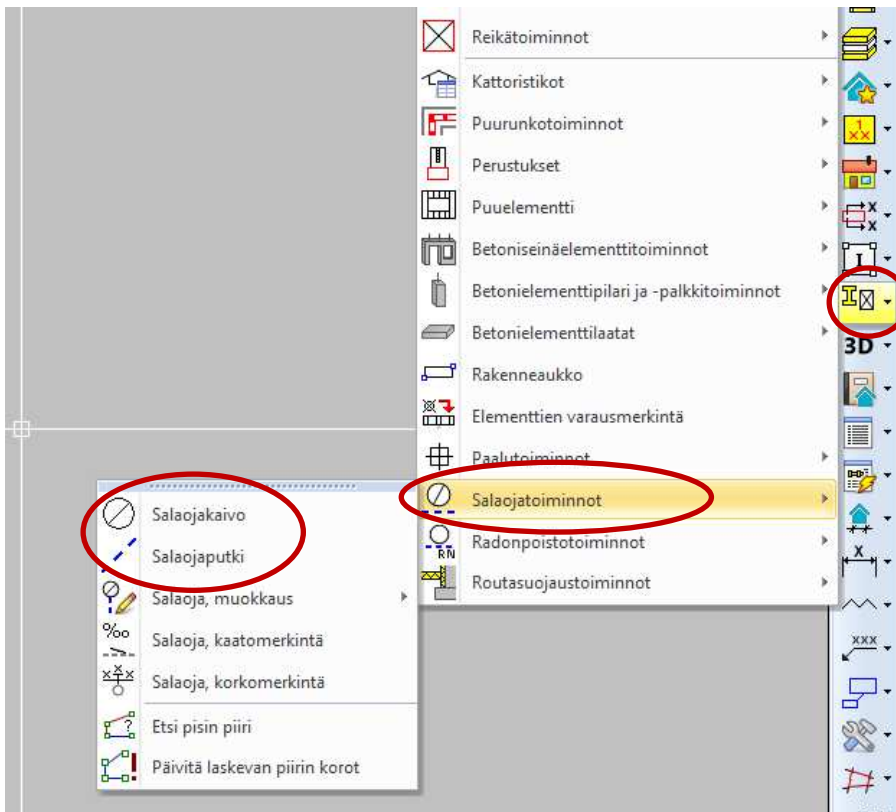
Kuva 17 Perustusten lisääminen.

Lisätietoa Kyndata Oy:n CADS House -ohjeen kohdasta "Piirrä jatkuvaa anturaa ja /tai perusmuuria" sekä "Piirrä pilariantura".

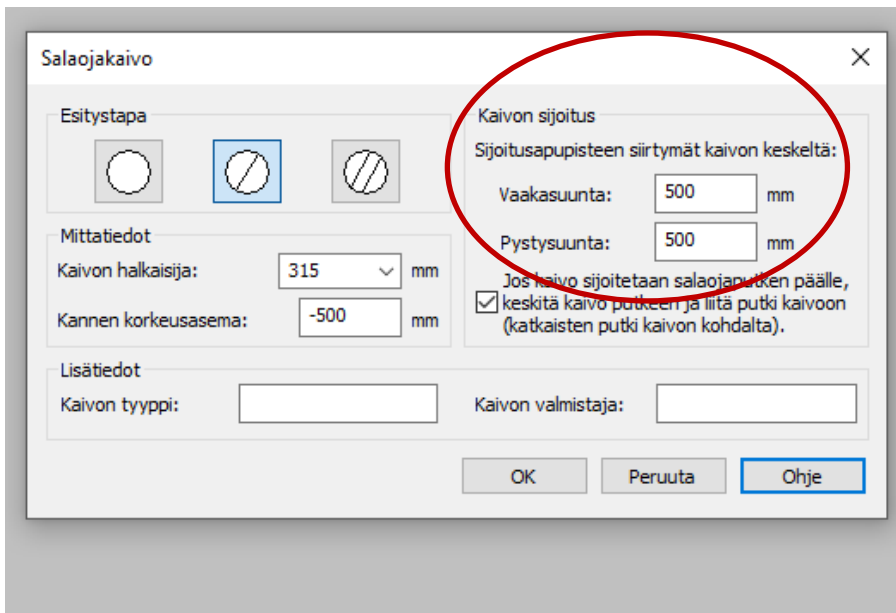
SALAOJAT

Salaojien ja radonputkiston piirtotoiminnot löytyvät oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta (kuva 18).

Salaojaputkiston piirtäminen on monesti helpointa, kun aloittaa sijoittamalla kaivot paikoilleen ja piirtää sen jälkeen putkistot kaivojen välille. Kaivoille voi määrittää sijoitusetäisyyden toisesta pisteestä, esim. rakennuksen nurkasta (kuva 19). Kaivoille määritetään asennuskorot ja putkistoille kaato, ohjelmisto laskee automaattisesti liitoskorot. Korot voi lisätä näkyviin klikkaamalla kaivoa ja valitsemalla "lisää korkomerkintä".




Kuva 18 Salaojien lisääminen.

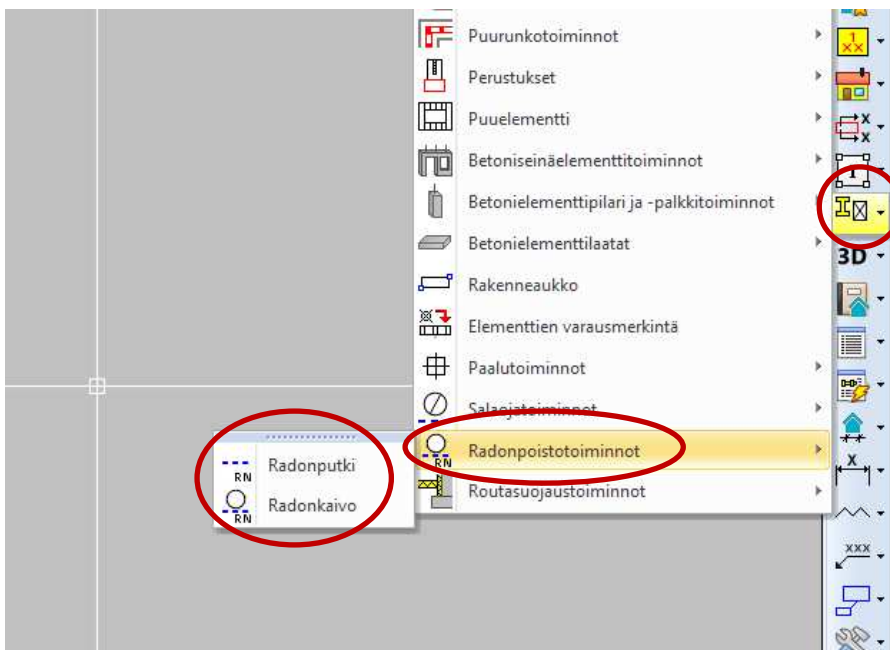


Kuva 19 Salaojakaivon sijoitus.

Lisätietoa Kyndata Oy:n CADs House -ohjeen kohdasta "Salaojatoiminnot".

RADONPUTKISTO

Radonputkiston piirtotoiminnot löytyvät oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta (kuva 20). Ohjelmistoversiossa 18.0.8 on tullut uusi ominaisuus, jolla voi määrittää piirrettävälle putkistolle siirtymän toiseen rakenteeseen nähden.



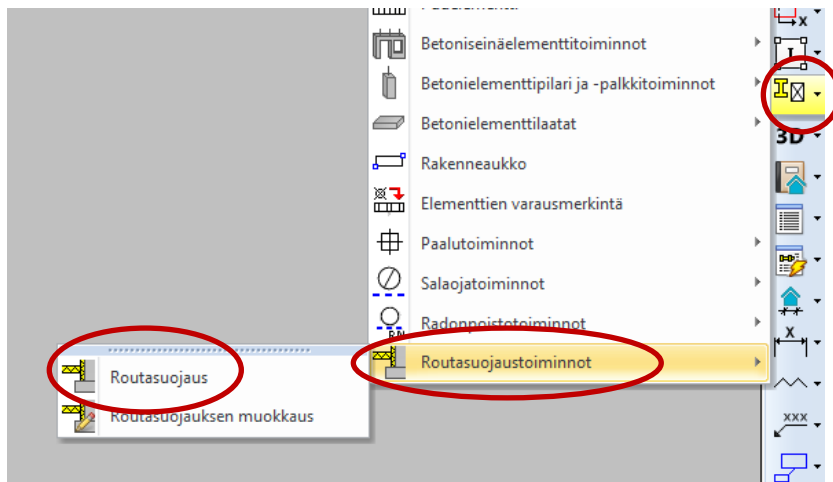
Kuva 20 Radonputkiston lisääminen.

Lisätietoa Kyndata Oy:n CADs House -ohjeen kohdasta "Radonpoisto".

ROUTASUOJAUS

Routasuojauksen piirtotoiminnot löytyvät oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta (kuva 21).

Piirtotoiminnot mahdollistavat sekä vaaka- että pystysuuntaisen eristeen piirron. Ohjelmisto mahdollistaa nurkkavahvistusten automaattisen lisäyksen. Eristeen tyyppiä, leveyttä ja paksuutta on mahdollista muuttaa jälkikäteen.



Kuva 21 Routasuojauksen lisääminen.

Lisätietoa Kyndata Oy:n CADS House -ohjeen kohdasta "Routasuojaus".

RUNKO

Osio sisältää seinien, ovien, ikkunoiden, puurungon ja yksittäisten profiilien lisäämisen.

SEINÄPIIRTO

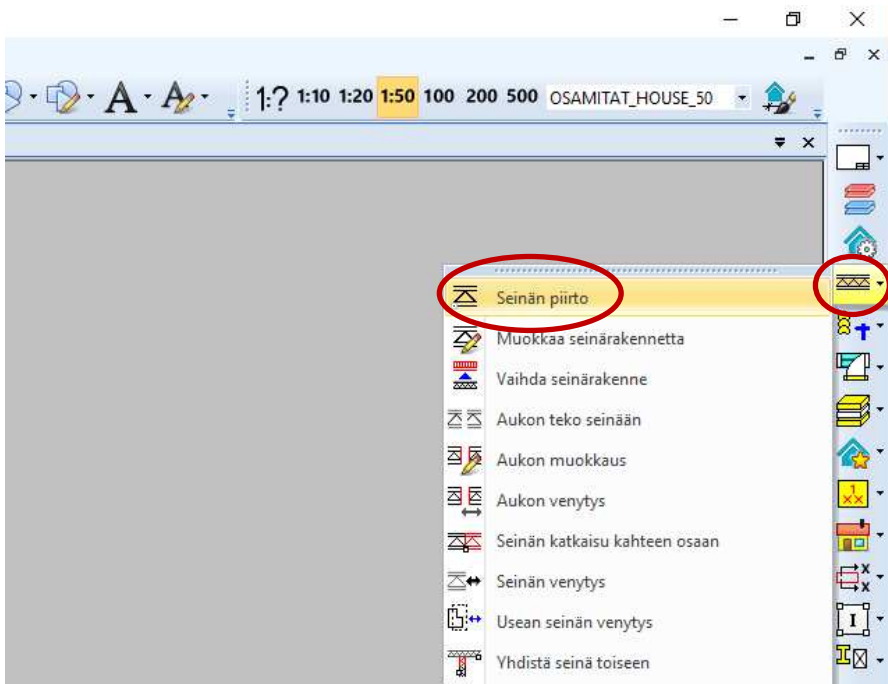
Seinien piirtotoiminnot löytyvät oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta (kuva 22). Seinät luodaan ennen rungon, ikkunoiden ja ovien lisäämistä.

Aloita seinien piirtäminen luomalla rakennetyypit, jos ne ovat tiedossa. Ota huomioon, että et voi nimetä kahta samannimistä seinärakennetta (esim. US1). Tästä syystä nimeämiselle on kaksi vaihtoehtoa. Ohjelmisto suosii tapaa, jossa kerrytetään jatkuvasti kasvavaa rakennekirjastoa. Toinen vaihtoehto on luoda uusia ja poistaa vanhoja rakenteita muutosten tullessa.

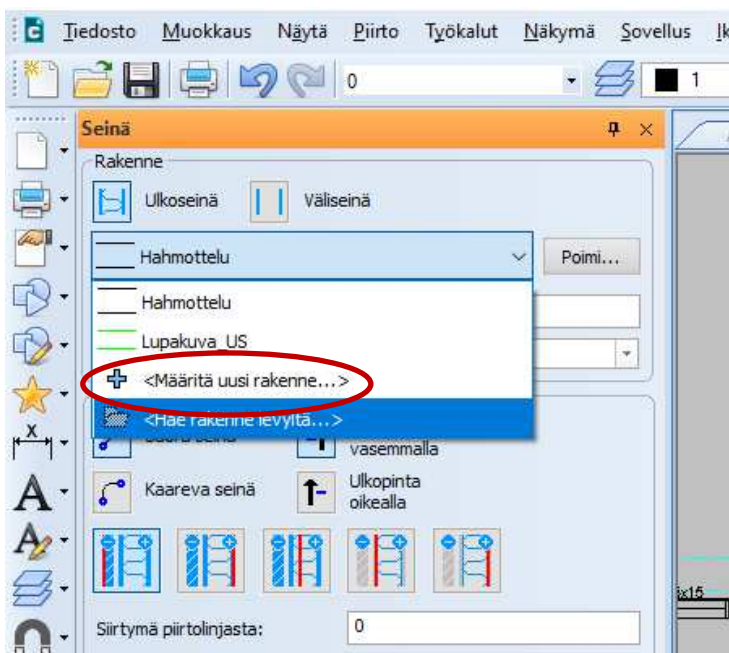
On suositeltavaa suosia ensimmäistä tapaa. Kun luot uuden rakenteen projektia varten (kuva 23), nimeä se juoksevasti seuraavalla vapaalla numerolla (esim. ensimmäinen koskaan luotu US100 tai AP100 ja siitä eteenpäin). Tehtyjä rakenteita ei poisteta ja muunnelmia tallennetaan uudella numerokoodilla, näin kirjasto kasvaa projekti projektilta. Jossakin tulevassa projektissa, jossa käytetään osin samoja rakenteita kuin aiemmissa, voi rakennetyyppien numerointi olla siis esim. US100, US134, US135, US260.

Jos on tarpeen syystä tai toisesta nimetä rakenteet perinteiseen tapaan juoksevasti ykkösestä (US1, US2 jne.) eteenpäin, joutuu näkemään enemmän vaivaa. Käy tällöin ensin poistamassa vanhat tähän tapaan nimetyt rakennetyypit kirjastosta (kuvat 24 ja 25), sillä kerran luotuja rakenteita ei pysty muokkaamaan. Sitten voit jatkaa luomaan uudet rakennetyypit.

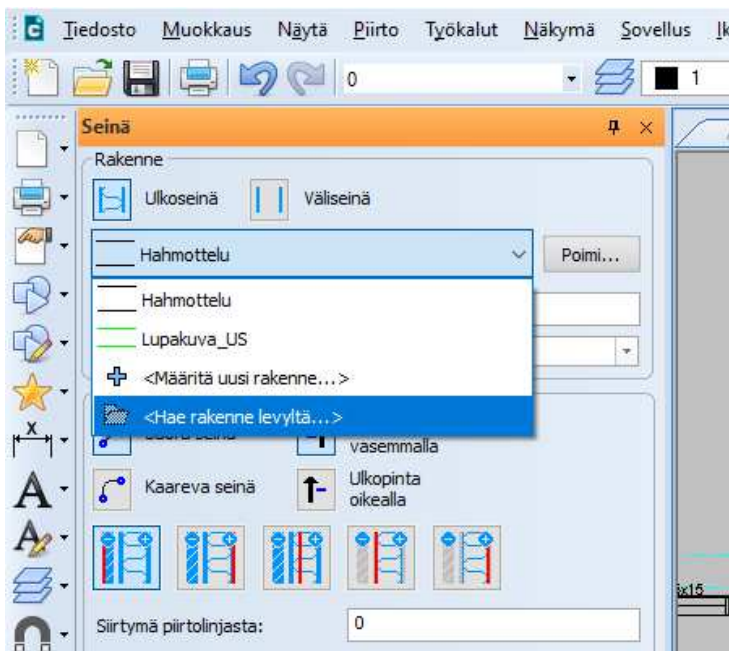
Huom! Määritä huolella kirjastoon lisättävien materiaalien lämmönjohtavuuteen ja kosteuskäyttämiseen liittyvät ominaisuudet, sillä ohjelmisto laskee automaattisesti esim. rakenteiden U-arvot! Näin helpotat rakennetyyppien luomista.



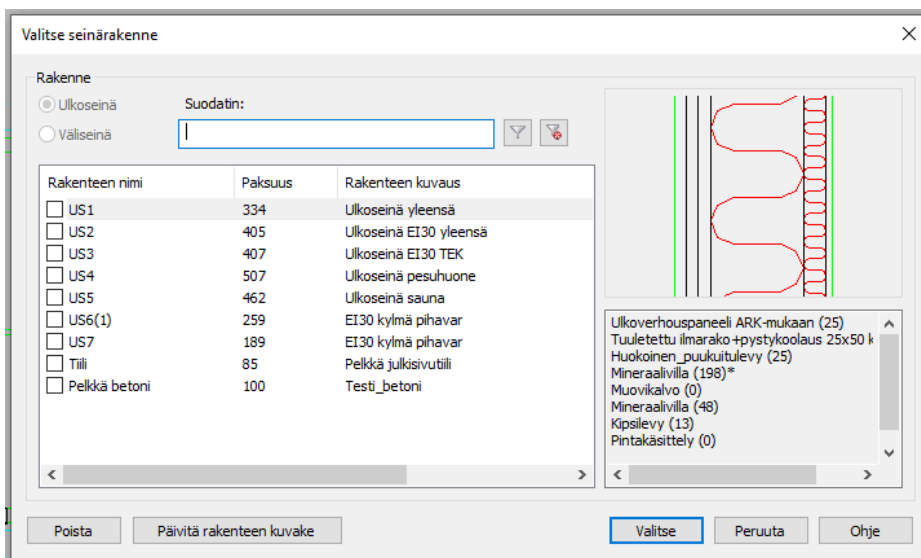
Kuva 22 Seinien piirtäminen.



Kuva 23 Uuden rakenteen lisääminen.



Kuva 24 Rakennekirjaston avaaminen.




Kuva 25 Poista rakennekirjastosta tarpeettomat seinätyypit, joiden nimet haluat käyttöön.

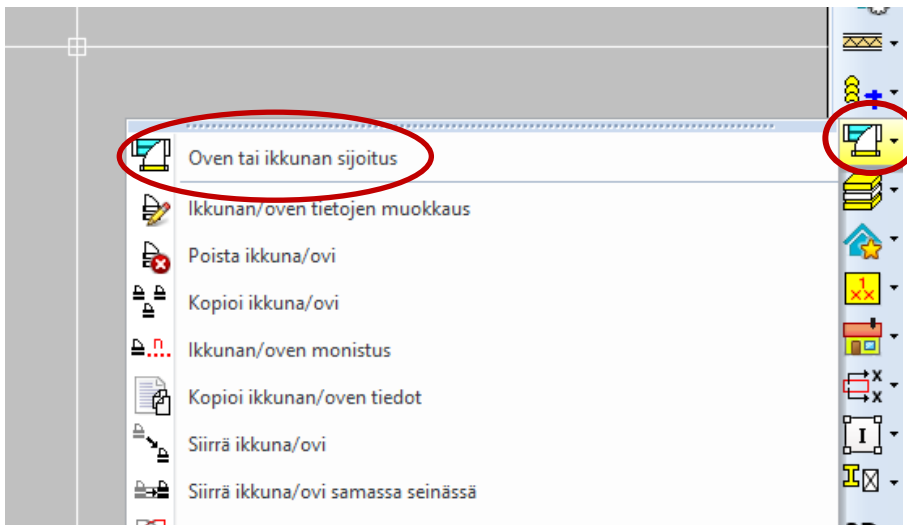
Seinärakenteille on olemassa myös runsaasti erilaisia muokkaustoimintoja. Lisätietoa Kydata Oy:n CADS House -ohjeen kohdasta "Seinät".

IKKUNAT JA OVET

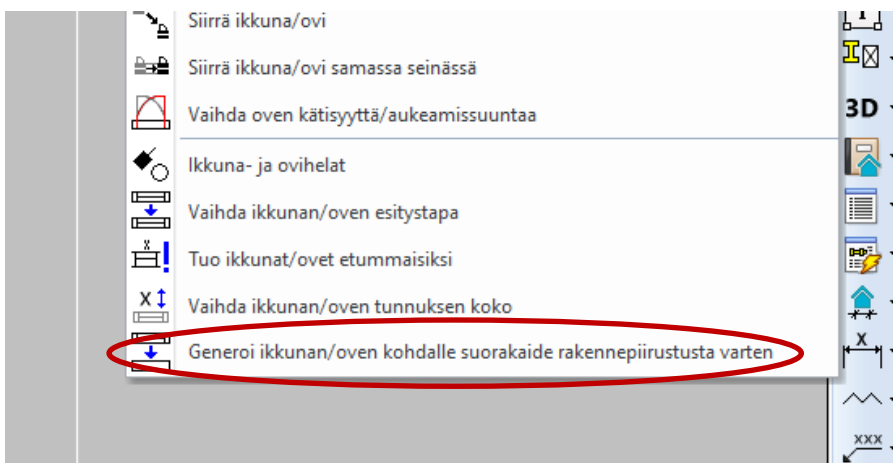
Ikkunoiden ja ovien lisäämistoiminnot löytyvät oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta (kuva 26).

Määritä mitat aina nimellimittojen mukaan. Jos olet määrittänyt asennusvarat projektikohtaisissa asetuksissa, ne huomioidaan automaattisesti esimerkiksi puurunkoa luotaessa.

Piirtämisen jälkeen voit muuttaa ikkunoiden ja ovien esitystavan rakennekuville sopiviksi aukoiksi työkalurivin  painikkeen alla olevasta "generoi ikkunan/oven kohdalle suorakaide" -toiminnosta (kuva 27).




Kuva 26 Ikkunoiden ja ovien lisääminen.



Kuva 27 Aukkojen generointi rakennekuvia varten.

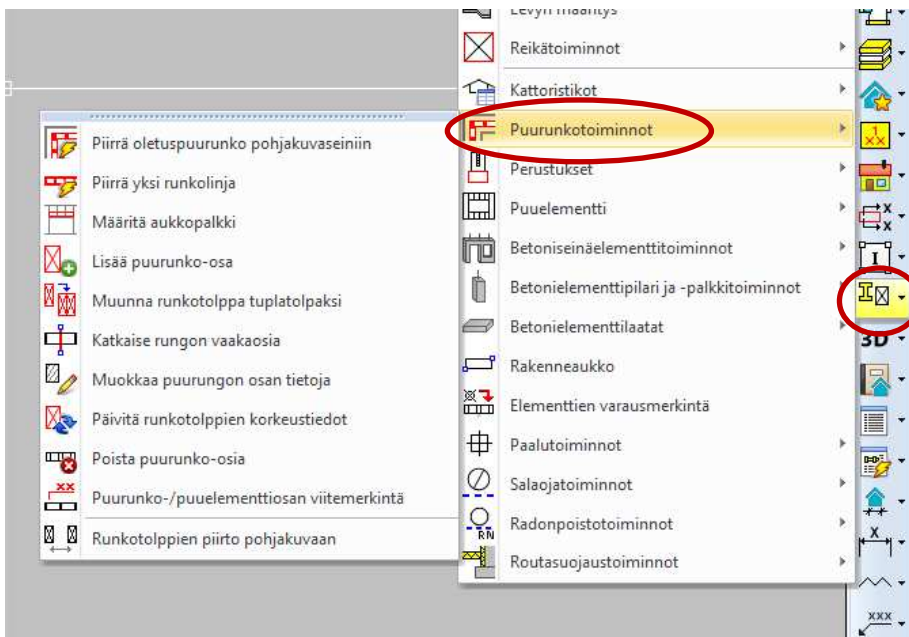
Lisätietoa Kyndata Oy:n CADs House -ohjeen kohdasta "Ikkunat ja ovet".

PUURUNGON LUOMINEN

Puurunkotoiminnot löytyvät oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta (kuva 28).

Voit määrittää avautuvasta valikosta perusrungolle tarvittavat tiedot. Mikäli haluat lisätä jälkikäteen esim. ikkunan ylityspalkkeja, tee myös tämä runkotoimintojen "aukkopalkki"-työkaluilla. Rungon ulkopuoliset pilarit ja palkit on kannattavaa lisätä profiilitoiminnoilla (ks. Pilarit ja palkit).


Huom! Jos joudut muuttamaan seinän korkeutta jälkeenpäin, on usein nopeinta poistaa runko ja luoda se uudestaan muutosten jälkeen, sillä rungon korko ei elä seinän koron mukana automaattisesti.



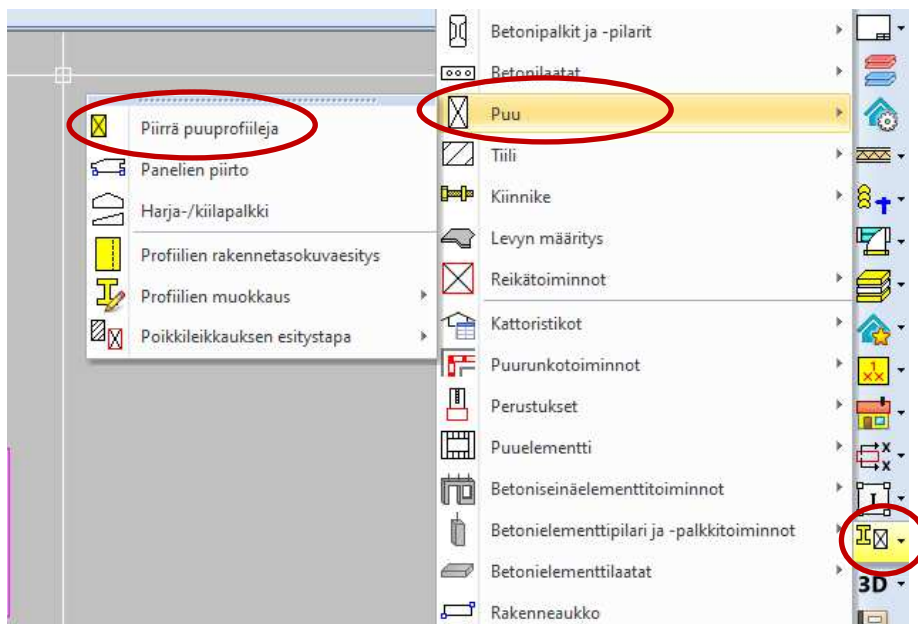
Kuva 28 Puurungon lisääminen.

Lisätietoa Kymdata Oy:n CADS House -ohjeen kohdasta "Puurunko".

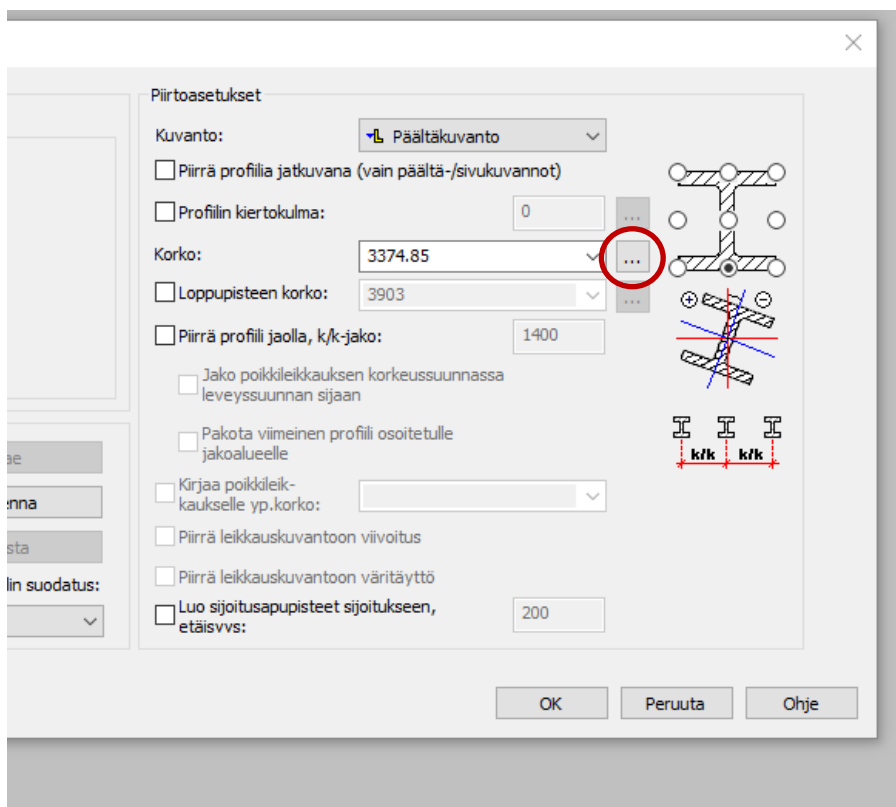
PILARIT JA PALKIT

Profiilitoiminnot tyypillisimpien puu-, teräs- ja betonipoikkileikkausten luontiin löytyvät oikean reunan työkalurivin  -painikkeen alta. Profiilitoiminnot löytyvät esimerkiksi "Piirrä puuprofiileja" painikkeen alta (kuva 29), mutta samanlainen valikko on myös teräs- ja betonimateriaaleille. Avautuvasta valikosta voit kuitenkin vapaasti vaihtaa materiaalia ja poikkileikkausta.

Voit piirtää profiilit ylhäältä, sivusta tai päädystä kuvattuna. Tasossa oleville profiileille voi määrittää alku- ja loppukoron ja pystyssä oleville ala- ja yläpään korot. Korkotietoja on mahdollista poimia suoraan toisista profiileista painamalla kolmea pistettä korkovalinnan perässä (kuva 30).



Kuva 29 Puuprofiilien lisääminen.



Kuva 30 Korkotietojen poiminta valmiista profileista.

Lisätietoa Kymdata Oy:n CADS House -ohjeen kohdasta "Profiilien piirto".

VESIKATTO

Osio sisältää räystääs- ja harjalinjojen sekä ristikoiden lisäämisen.

RÄYSTÄS JA HARJALINJAT

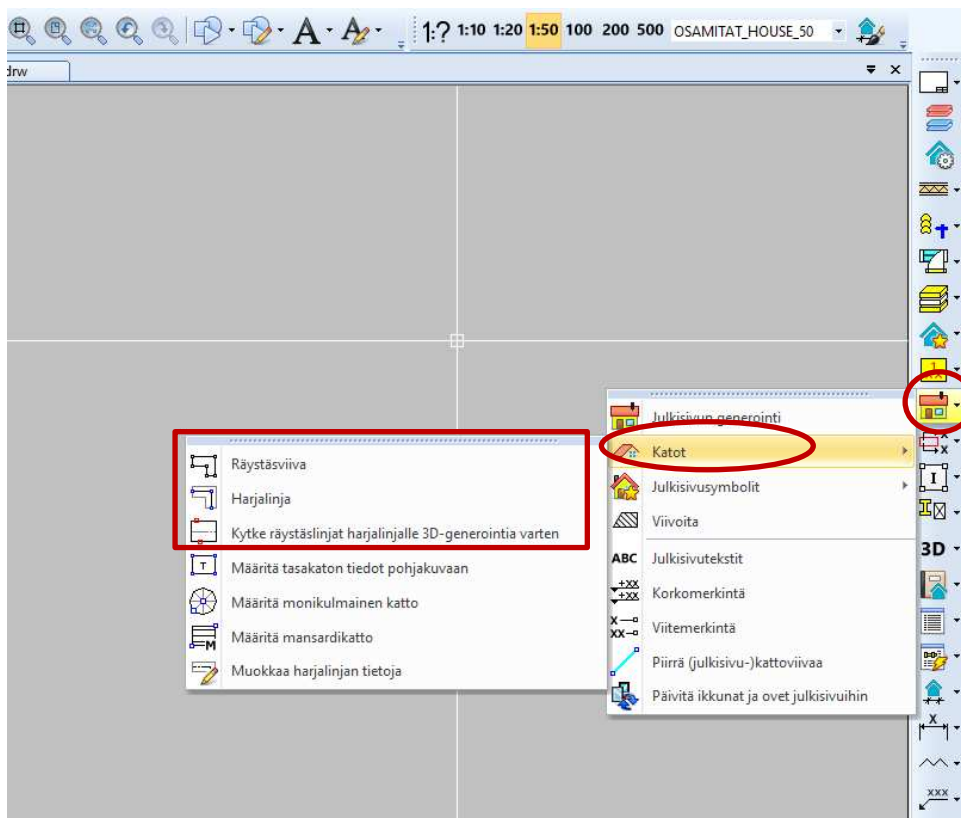
Jotta ohjelmisto voi hahmottaa tulevan vesikaton rajat ja korkeustasot, on piirrettävä räystääs- ja harjalinjat.

Toimintoon liittyvä työkalu löytyy oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta (kuva 31). Linjat piirretään ennen esimerkiksi ristikoiden lisäämistä.

Aloita piirtämällä räystääslinjat. Ohjelmisto pyytää asettamaan räystäälle etäisyyden ulkoseinästä. Voit muokata mittoja myöhemmin (esim. venyttämällä tilanteessa, jossa räystäät eivät ole samanpituiset kaikilla seinillä), joten valitse jokin mitta ja piirrä sen mukaan. Mikäli piirrät arkkitehdin mittatarkan viitekuvan päälle, aseta etäisyys nolnaan ja piirrä viitekuvan linjojen mukaan.


Piirrä seuraavaksi harjalinja. Käytä tarvittaessa apuviivoja sijaintipisteiden määrittelyssä.

Viimeisenä kytke räystäät harjalinjaan valitsemalla ensin harjalinja ja sen jälkeen siihen liitettävät räystäät (lappeet, ei päätyräystäitä). Voit myös kytkeä räystäät harjalinjan piirtämisen yhteydessä.



Kuva 31 Räystääs- ja harjalinjojen piirto ja kytkentä.

RISTIKOT

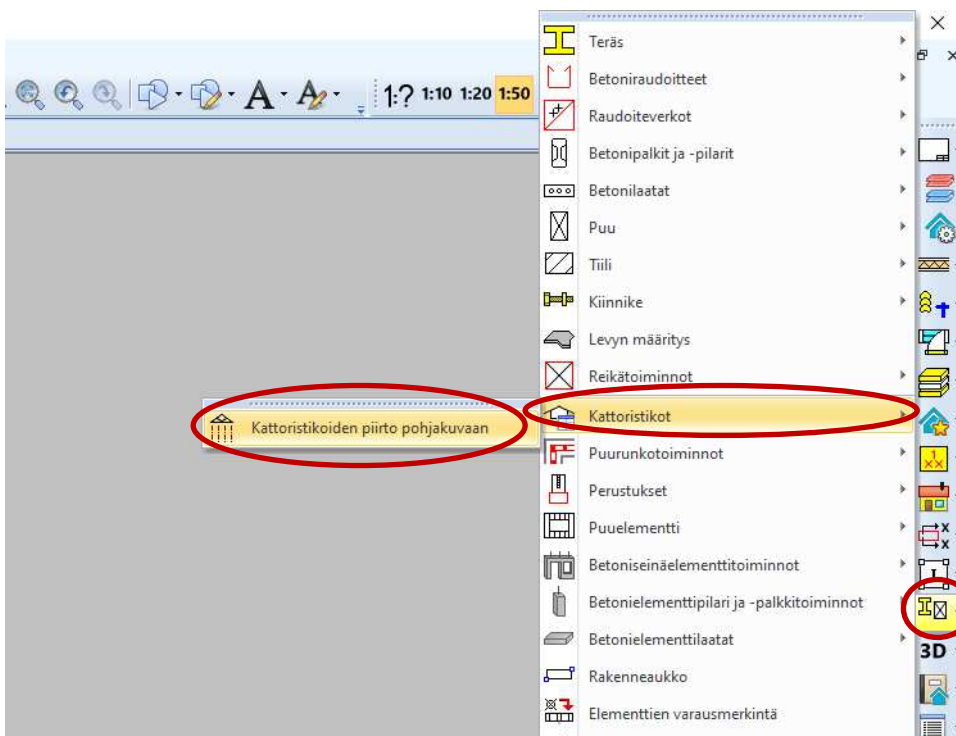
Ristikotoiminnot löytyvät oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta (kuva 32).

Kun aloitat lisäämään ristikoita, ohjelmisto pyytää osoittamaan mittatietoja (kuva 33). Voit käyttää hyväksesi valmiita seinärakenteita ja räystääslinjoja tai määrittää sijaintipisteet pistesyötteellä eli osoittamalla halutun pisteen kuvasta. Valittuasi osoitustavat, noudata ohjelmiston ohjeita.

Seuraavaksi ohjelmisto pyytää sinua asettamaan ristikolle muita tietoja (kuva 34). Muista aina tarkistaa ristikon ja räystään tyyppi sekä suunniteltavan ristikon yleistiedot.

Huom! Tällä hetkellä ohjelmisto ei vie automaattisesti tietomalliin muiden kuin harja- ja pulpettiristikoiden kuvantoja. Ota tämä huomioon, jos suunnittelemassasi kohteessa on tarkoitus käyttää muun tyyppisiä ristikoita.

Huom! Ristikoiden kuvannot ovat ulkomoitoiltaan todellisuutta vastaavat, mutta eivät vastaa todellisuutta ristikon sauvojen rakenneteknisen mitoituksen osalta. Kuvannot ovat suuntaa antavia malleja.



Kuva 32 Ristikoiden lisääminen.

Kuva 33 Ristiköiden mittatietojen lisääminen.

Kuva 34 Ristiköiden tietojen valinta.

KAAVIOT

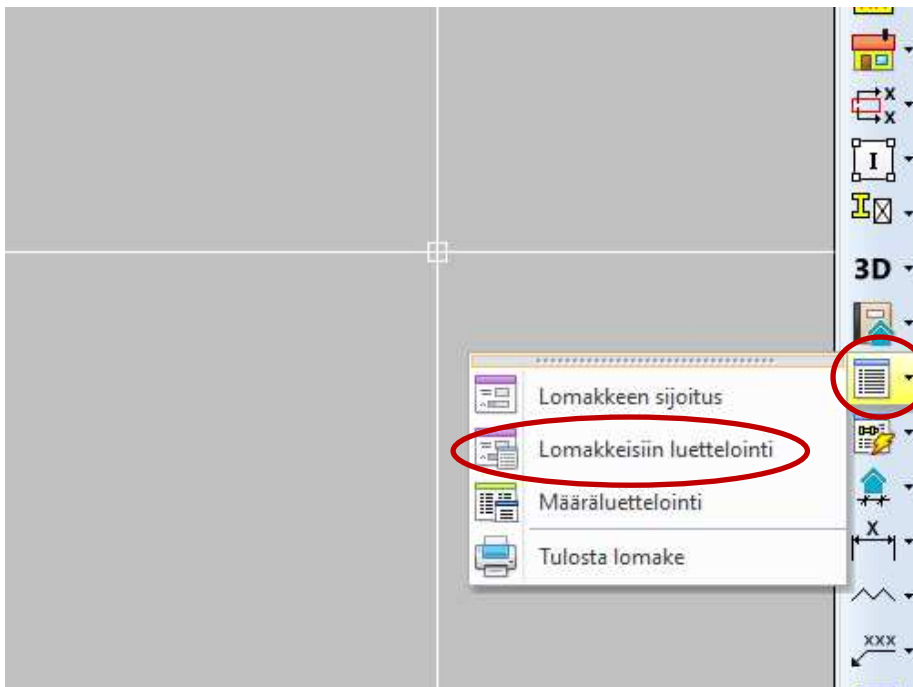
Rakenneosien tilauskaavioiden luominen on suurimmilta osin automatisoitu. Tässä osiossa käsitelty esimerkkeinä rakennetyyppien ja ristikkokaavioiden luominen.

RAKENNETYYYPIT

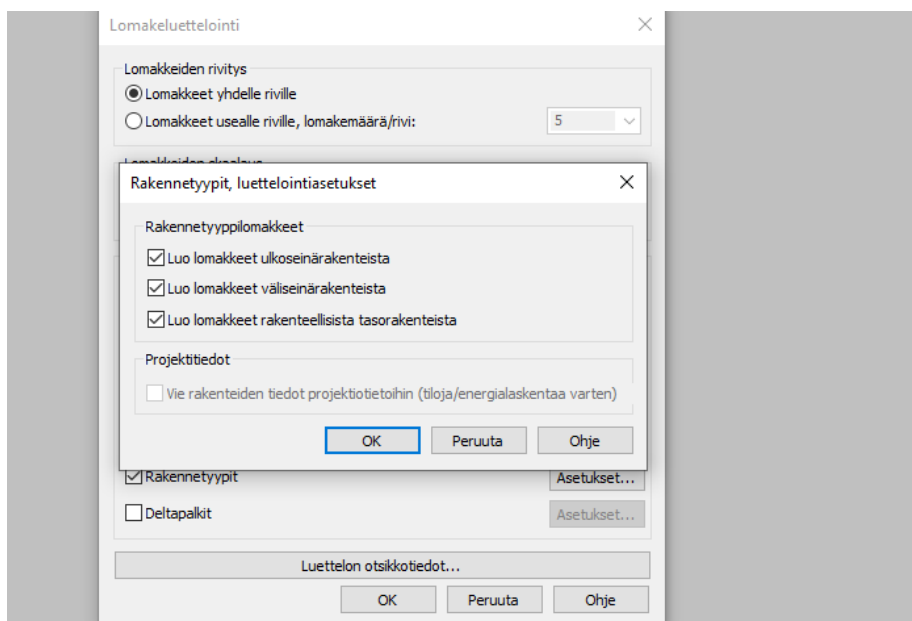
Rakennetyyppikuvat luodaan oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta kohdasta "Lomakkeisiin luettelointi" (kuva 35). Rakenteiden luonti käsitelty oppaan kohdassa "Seinät".

Avautuvasta valikosta valitse "Rakennetyypit" ja paina "Asetukset". Valitse mitkä kaikki rakennetyypit haluat viedä lomakkeille (kuva 36). Tyytitettävät rakenteet valitaan piirretystä kuvasta ja tiedot luetaan luoduista seinä- ja tasorakenteista. Jos aloitat projektia tekemällä rakennetyypit, eikä muita rakenteita vielä ole, piirrä johonkin pätkä jokaista seinätyyppiä voidaksesi valita ne lomakkeita varten.

Huom! "Lomakkeisiin luettelointi" -toiminnolla luodaan myös mm. ontelolaattakaaviot!




Kuva 35 Rakennetyyppien lisääminen.



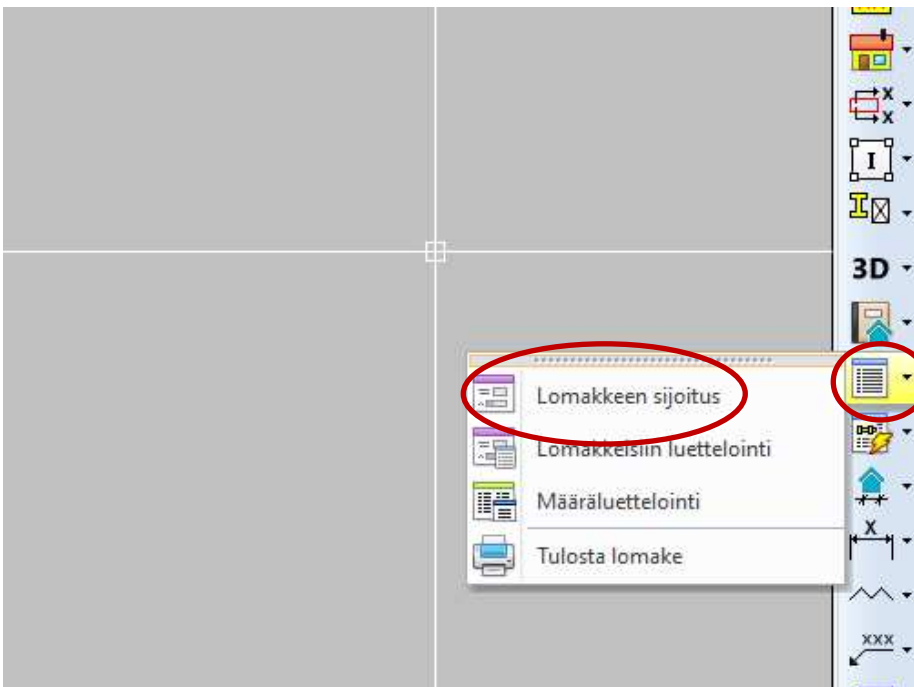
Kuva 36 Rakennetyyppien luetteloitiasetukset.

RISTIKKOKAAVIOT

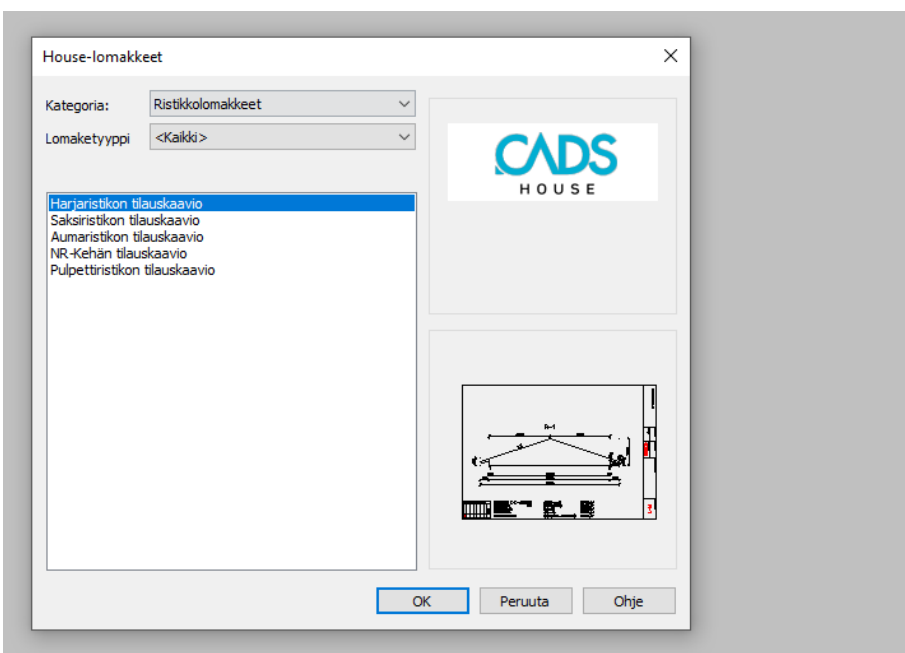
Ristikkokaaviot luodaan oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta kohdasta "Lomakkeen sijoitus" (kuva 37).

Avautuvasta valikosta etsi "Ristikkolomakkeet" ja valitse tilauskaavio ristikkotyypin mukaan (kuva 38). Paina "OK" ja seuraavaan valikkoon voit lisätä ristikon tarkemmat tiedot ja osa tiedoista on poimittavissa suoraan pohjakuvaan piirretyistä ristikoista (kuva 39).

Huom! Vaikka kaikki ristikkotyypit eivät siirry tietomalliin, kaikista voi luoda tilauskaaviot lomakkeiden avulla.



Kuva 37 Ristikkolomakkeiden luominen.



Kuva 38 Ristikkolomakkeen valinta.

Kuva 39 Täyttäessäsi ristikon tietoja voit lukea tietoja pohjakuvaristikosta.


Lisätietoa Kymdata Oy:n CADS House -ohjeen kohdasta "Lisää lomake kuvaan".

LEIKKAUSKUVANNOT


Osio sisältää leikkauspiirustusten luomiseen tarvittavat toiminnot.

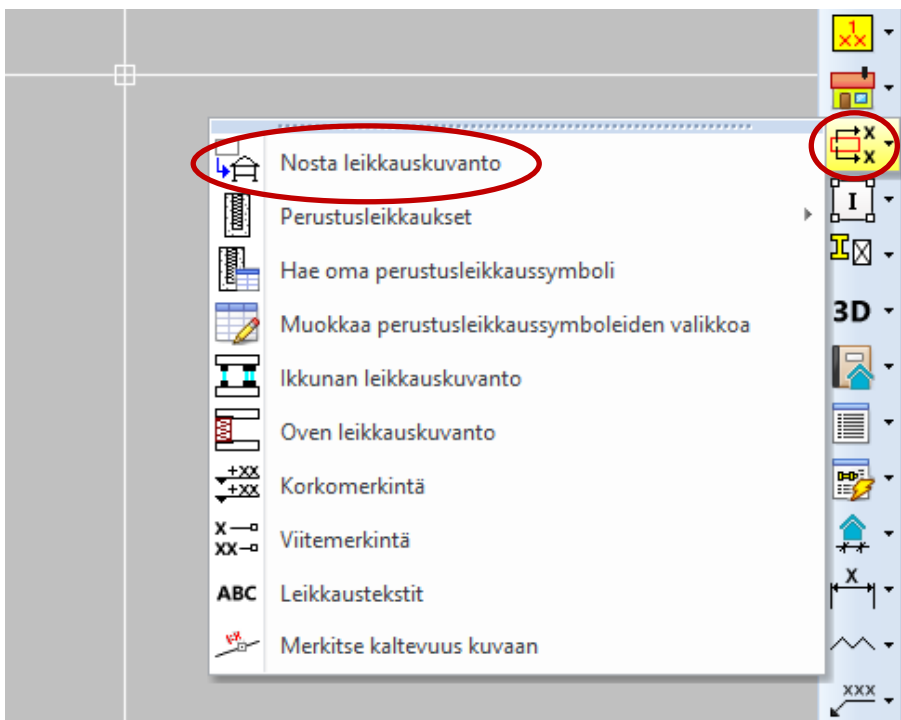
CADS Housessa leikkaukset on luotava erikseen tasokuvien pohjalta. Tasokuvaan tehdyt muutokset eivät päivity automaattisesti leikkauskuviin. Ohjelmisto ei myöskään vie tällä hetkellä muita kuin osan rakenteista leikkauskuviin suoraan, loput on täydennettävä itse.

LEIKKAUSKUVAN LUOMINEN

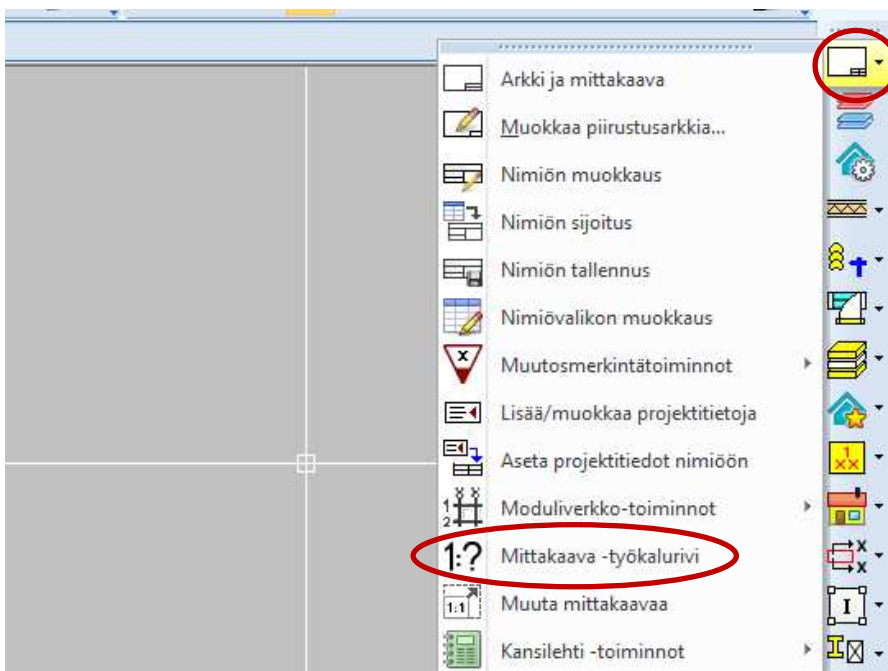
Leikkauskuvan luomiseen tarvittavat toiminnot löytyvät oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta (kuva 40).

Valitse "nosta leikkauskuvanto" ja noudata ohjelmiston ohjeita valitsemalla leikkaukseen haluttavat kerrostasot ja piirtämällä haluttu leikkauskohta tasopiirrokseen.

Huom! Ennen leikkauskuvannon luomista tarkista, että suunnittelutilan mittakaava vastaa tasokuvien mittakaavaa. Näin leikkausmerkinnät toistuvat piirustuksissa oikean kokoisina. Mittakaavaa voi säätää esimerkiksi oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta kohdasta "Mittakaava -työkalurivi" (kuva 41).




Kuva 40 Leikkauskuvannon lisääminen.

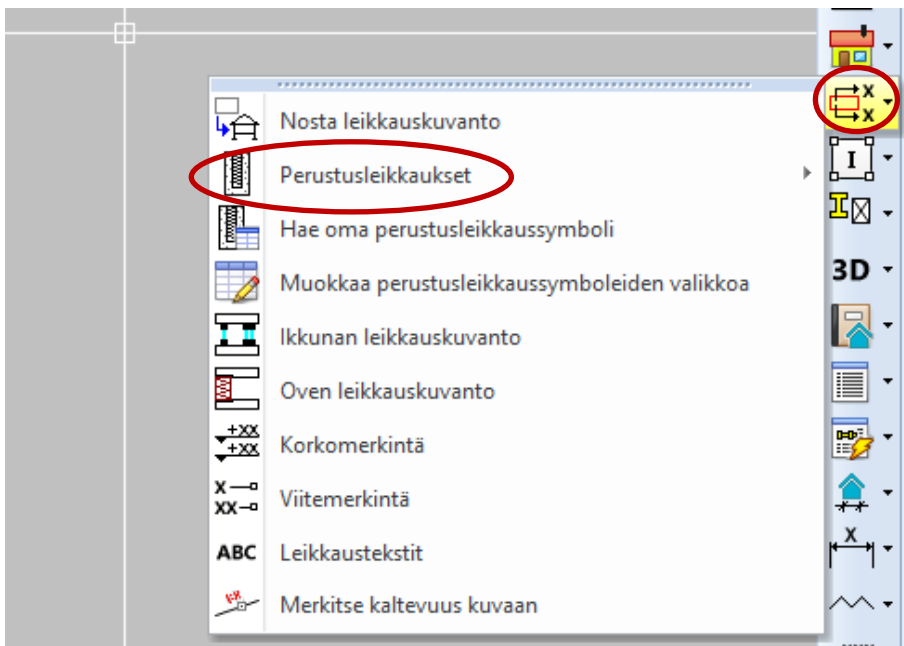


Kuva 41 Mittakaavan vaihtaminen.

PERUSTUSLEIKKAUKSET


Uusimmassa päivityksessä 18.0.8 perustukset ja muut rakenneosat siirtyvät automaattisesti leikkaukseen, mutta niiden luomiseen on myös oma työkalunsa, joka löytyy oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta kohdasta "Perustusleikkaukset" (kuva 42).

Huom! Erilaisia perustusleikkauksia voi halutessaan tallentaa, jolloin ne ovat suoraan käytettävissä myöhemmin.





Kuva 42 Perustusleikkausten luominen.


PIIRUSTUSTEN TÄYDENTÄMINEN

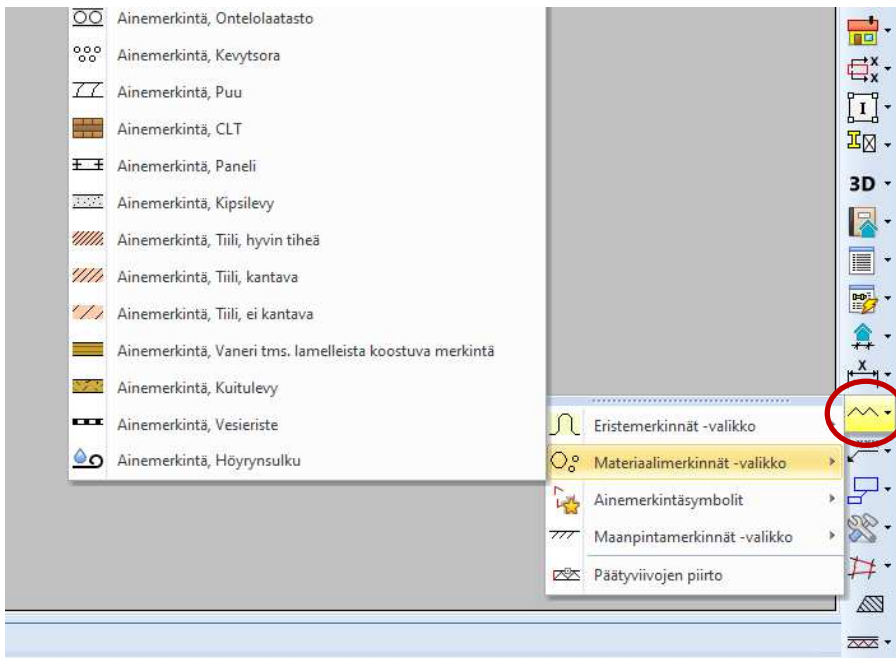
Leikkauksuvia varten voi hyödyntää materiaali- ja ainesymboleita, jotka löytyvät oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta (kuva 43).

Piirtotoimintojen alta "Viivoita" komennon avulla voi lisätä rasteroituja alueita (kuva 44).

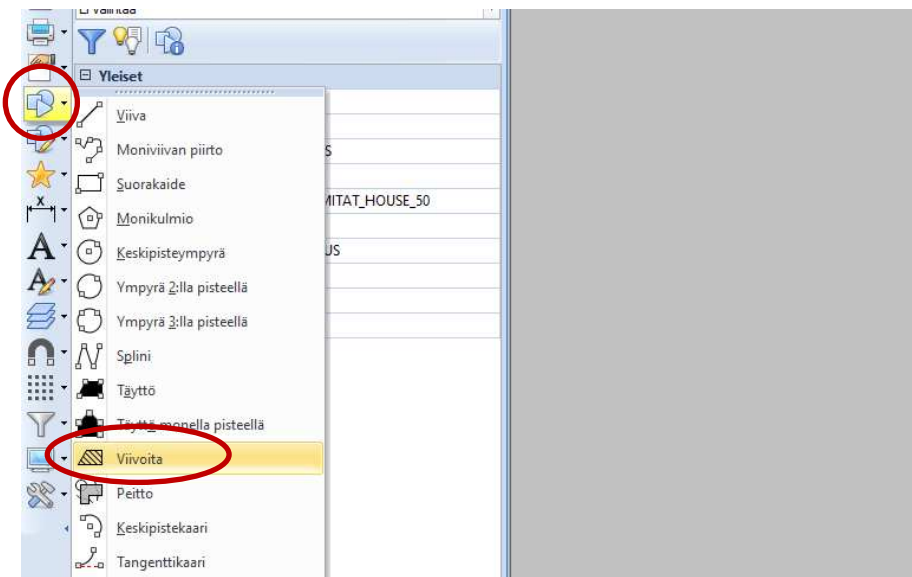
Liitosien piirtämisessä kannattaa käyttää kiinniketoimintoja, jotka löytyvät oikean puoleisen työkalurivin  painikkeen alta (kuva 45).

Käytä mittojen lisäämiseen mitoitustyökaluja, jotka löytyvät oikean reunan työkalurivin kuvakkeen  alta (kuva 46). Muista vaihtaa painikkeen "Mitoitustyökalu" alta leikkauksen mittakaavaan sopiva mitoitustyyli ennen mittojen lisäämistä.

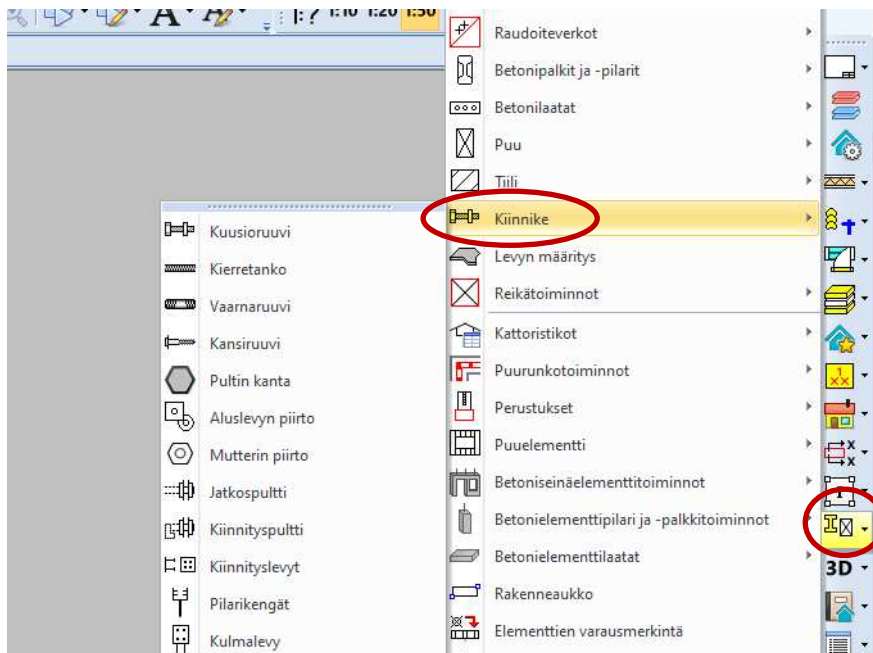
Korkomerkintöjen lisääminen onnistuu oikean reunan työkalurivin painikkeen  alta (kuva 47). Kaikki korkomerkinnät voidaan sitoa piirustuskohtaisesti yhteen referenssikorkoon, mikä helpottaa laadunvarmistusta. Merkinnät ovat päivitettävissä helposti.



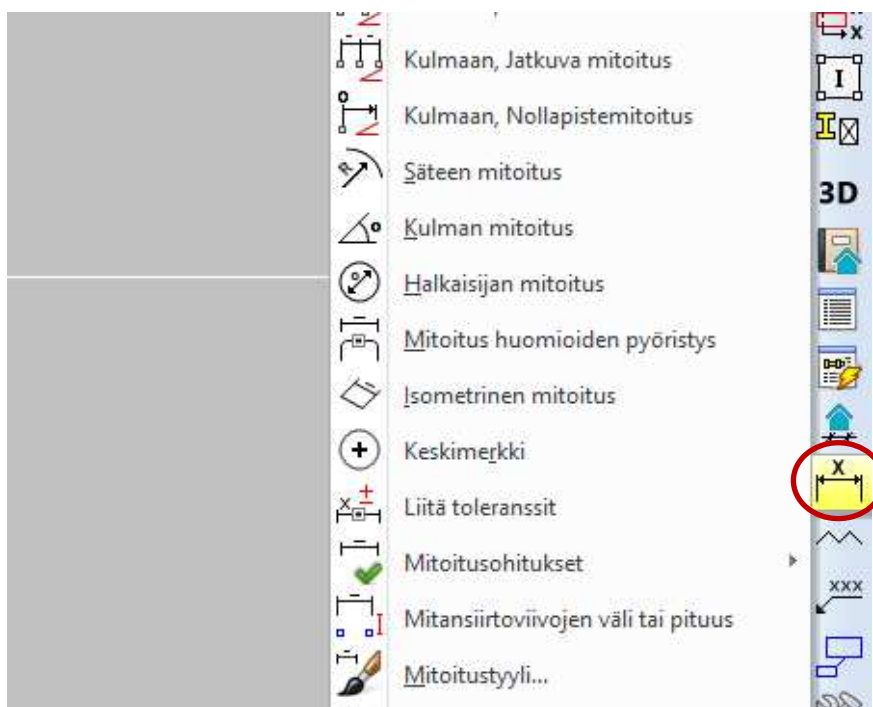
Kuva 43 Materiaalimerkintöjen lisääminen.



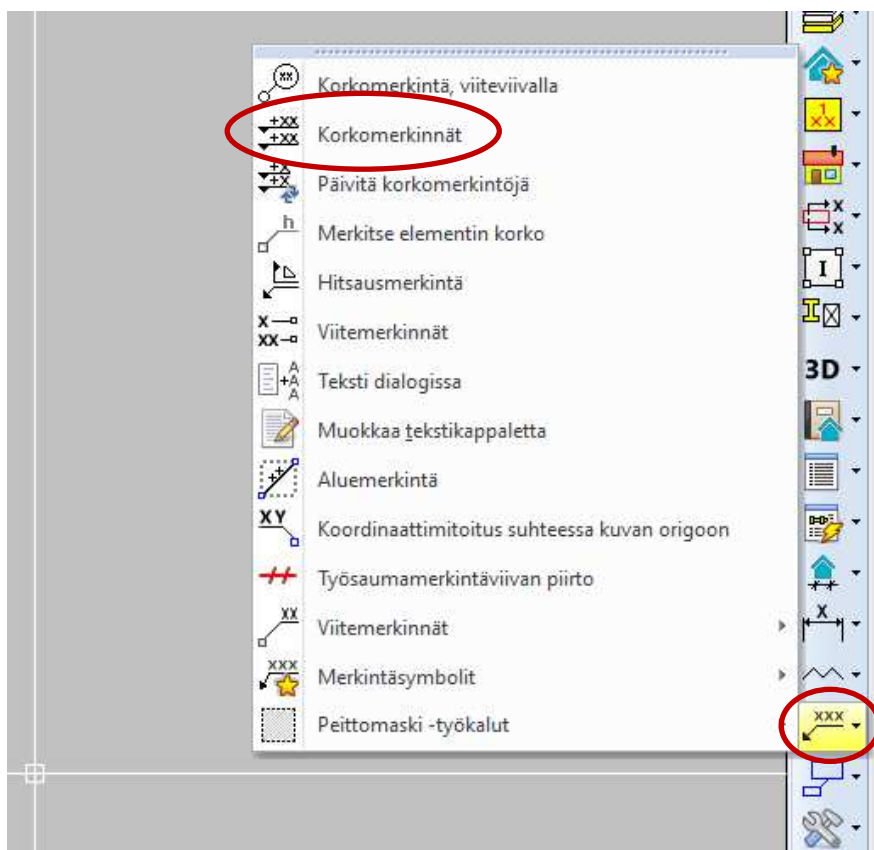
Kuva 44 Rasterien lisääminen.



Kuva 45 Kiinnikeosien lisääminen.



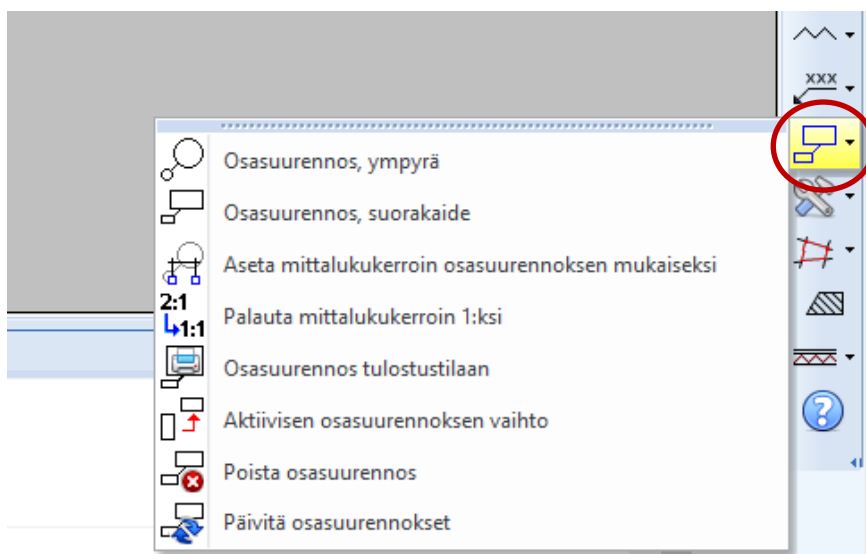
Kuva 46 Mitoitusten lisääminen.



Kuva 47 Korkmerkintöjen lisääminen.

DETALJIT

Detaljien luomisen helpottamiseksi voit käyttää oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta löytyviä osasuurennustyökaluja (kuva 48).



Kuva 48 Osasuurennostoiminnot.

Lisätietoa Kyldata Oy:n CADs House -ohjeen kohdasta "Osasuurennos".

TIETOMALLI

Osio sisältää tietomallin tuottamiseen tarvittavat työkalut.

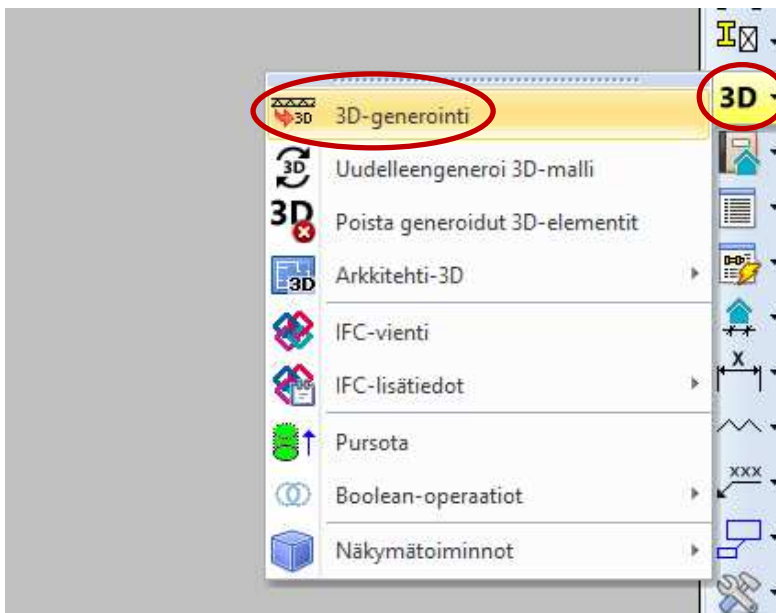
CADs House luo tietomallisisältöä rakenteisiin koko ajan ja natiivimallin visuaalinen ilmiasu voidaan tarvittaessa generoida näiden tietojen pohjalta ohjelman sisälle tarkastelua varten. Tätä mallia voi käyttää oman suunnittelun tukena ja havainnollistamisessa, mutta yleensä tietomalli vietään toiseen dataformaattiin luomalla projektista IFC-tiedosto. Tätä tiedostoa on mahdollista tarkastella myös muilla BIM-ohjelmistoilla (esim. Solibri Anywhere).

MALLIN GENEROIMINEN

Generointitoiminnot löytyvät oikean reunan työkalurivistä, kohdasta **3D** (kuva 49). Valitse "3D-generointi" ja avautuvasta valikosta voit määrittää tarvittavat asetukset.

Huom! Poiketen monista muista mallinnusohjelmistoista muutoksia ei tarkoitettu tehtäväksi 3D-tilassa, joten välttyäksesi turhalta työltä tee kaikki muokkaustoimenpiteet 2D-kuvalla. Nämä muokkaustoimenpiteet eivät myöskään päivity automaattisesti generoituun malliin, vaan generointi tai generoinnin päivitys on suoritettava uudelleen muutosten jälkeen.

Huom! Generointi kannattaa suorittaa kerrosrajausten perusteella aina, kun projektissa on käytetty kerrosrajaustoimintoa. Näin kuvanto voidaan muodostaa muualle kuin pohjakuvan päälle, kuvantoon saadaan mukaan kaikki kerrosrajaukset ja 3D-kuvannon päivitystoiminnot ovat käytössä.



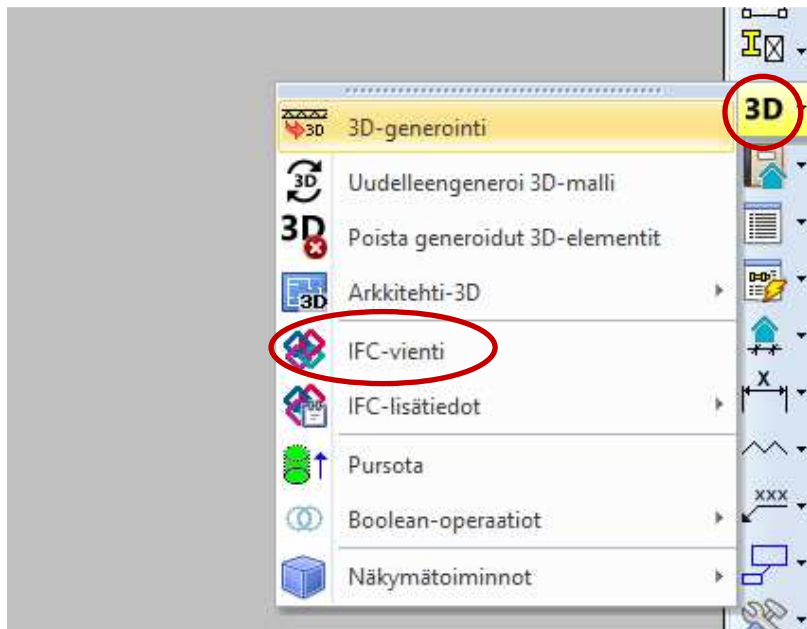
Kuva 49 3D-mallin generointi.

Lisätietoa Kyldata Oy:n CADs House -ohjeen kohdasta "Pohjakuvan/Rakennekuvan 3D-generointi".

IFC-VIENTI

Tiedoston IFC-vienti tapahtuu saman kuvakkeen alta kuin 3D-mallin luominen. Valitse "IFC-vienti" (kuva 50). Rakennuksesta viedään tietomalli, joka tallentuu omaksi tiedostokseen .ifc-tiedostomuotoon.

Täytä avautuvan valikon välilehdille tarvittavat lisätiedot projektikohtaisesti. Myös IFC-mallin voi viedä kerrosrajausten perusteella tai valitsemalla halutut rakenneosat kuvasta.



Kuva 50 Tietomallin IFC-vienti.


Lisätietoa Kyndata Oy:n CADS House -ohjeen kohdasta "IFC-vienti".


TULOSTUSTOIMINNOT

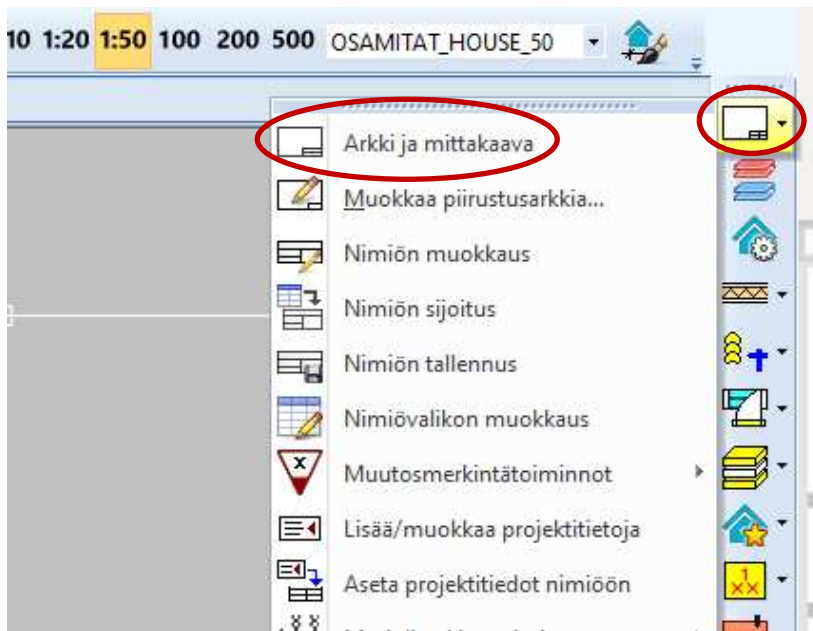
Osio sisältää tulostamiseen liittyvät toiminnot. Tulostaminen on järjestetty CAD-pohjaisesta suunnittelusta tutulla layout-järjestelmällä. Tulostusvaihtoehtoja on muutamia erilaisia ja valmiiksi syötetyt projektitiedot nopeuttavat nimiöiden luomista.

YKSITTÄISPIIRUSTEN TULOSTAMINEN

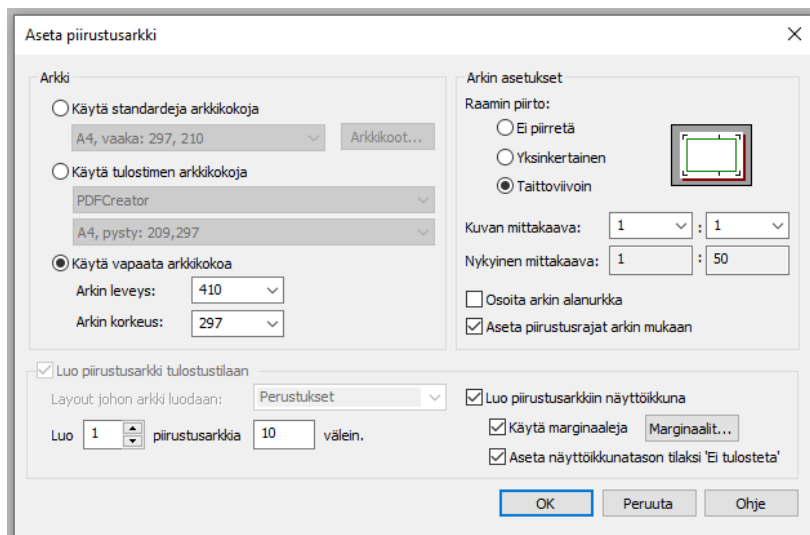
Aloita luomalla uusi layout-välilehti piirtoikkunan alareunan + merkistä. On suositeltavaa lisätä jokaista tulostettavaa kokonaisuutta yksi tulostusvälilehti (esim. jokaiselle tasokuvulle oma ja kaikille ristikkokaavioille yksi yhteinen).

Lisää luomallesi layoutille ensin piirustusarkki oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta (kuva 51). Aseta arkille asetukset avautuvasta ikkunasta (kuva 52). Kun luot arkkia tulostustilaan, valitse kuvan mittakaavaksi 1:1. Tämän jälkeen ohjelmisto pyytää valitsemaan nimiön, ylin vaihtoehto on hyvä.

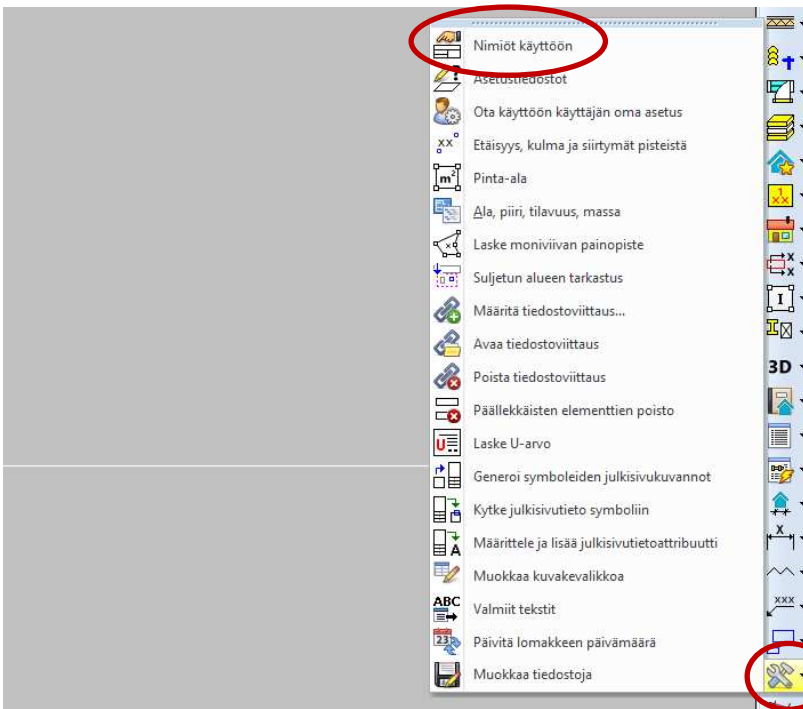
Huom! Jos nimiöitä ei ole, ne on otettava käyttöön oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta kohdasta "Nimiöt käyttöön" (kuva 53). Tee tämä toiminto vain kerran, muuten menetät mahdolliset itse luodut nimiöt.




Kuva 51 Piirustusarkin lisääminen.

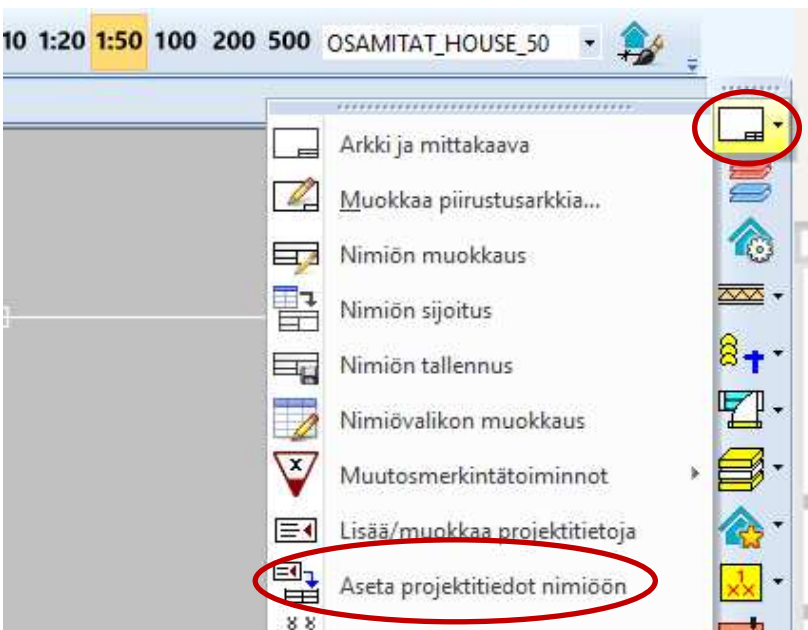


Kuva 52 Piirustusarkin asetukset.



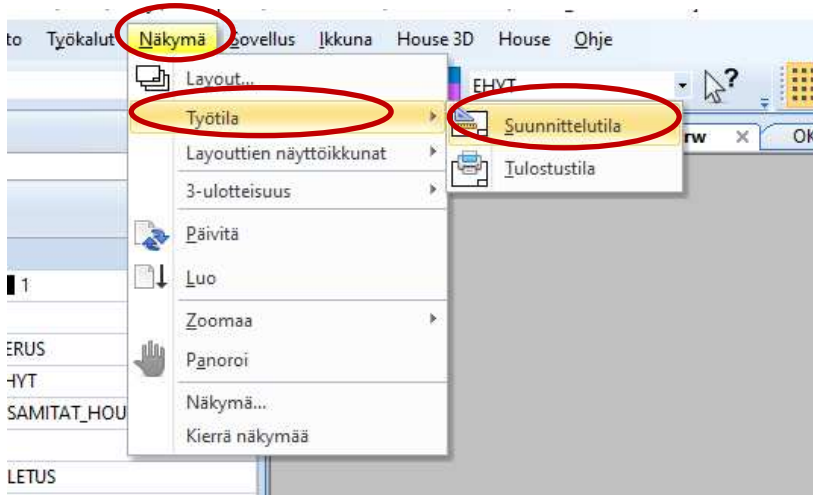
Kuva 53 Nimiöiden käyttöönottaminen.

Tämän jälkeen voit tuoda projektitiedot nimiöön valitsemalla "asetta projektitiedot nimiöön" oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta (kuva 54). Valitse saman valikon alta "Nimiön muokkaus" tai tuplaklikkaa nimiötä ja lisää ne tiedot, jotka eivät päivyty automaattisesti.

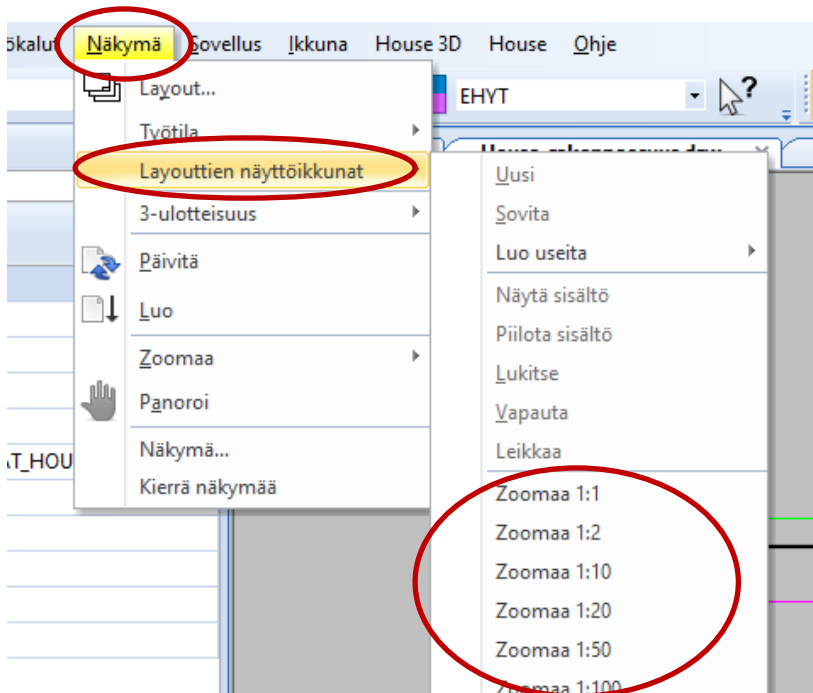


Kuva 54 Projektitietojen vieminen nimiöön.

Säädä piirustus kohdalleen ylävalikon kohdasta "Näkymä", valitse "Työtila" ja sen jälkeen "Suunnittelutila" (kuva 55). Tämä aktivoi piirustusarkin näyttöruudun ja voit säätää piirustuksesi kohdalleen. Säätääksesi mittakaavan kohdalleen valitse saman valikon alta "Layouttien näyttöikkunat", josta voit säätää mittakaavan (kuva 56).

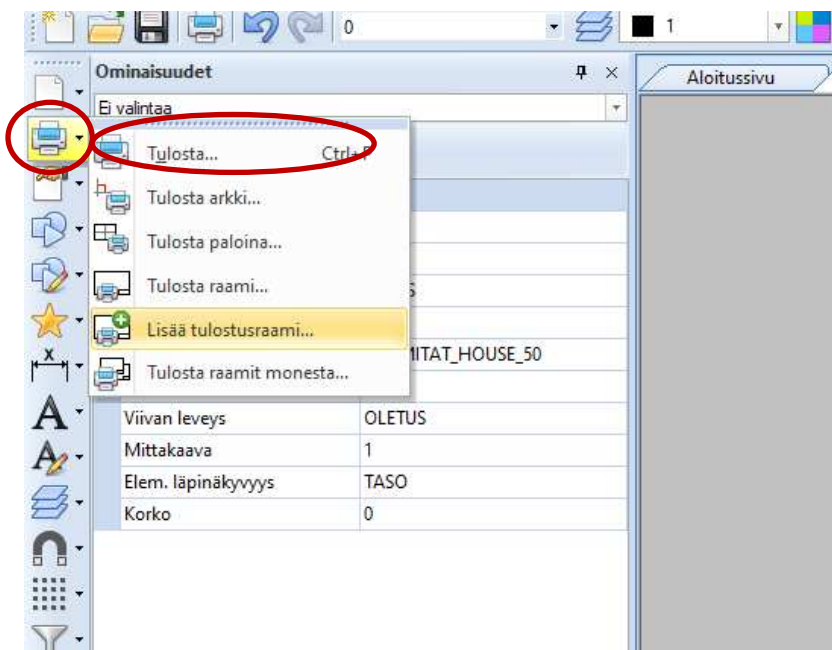


Kuva 55 Työtilan vaihto suunnittelutilaan.



Kuva 56 Näyttöikkunan mittakaavan asettaminen.

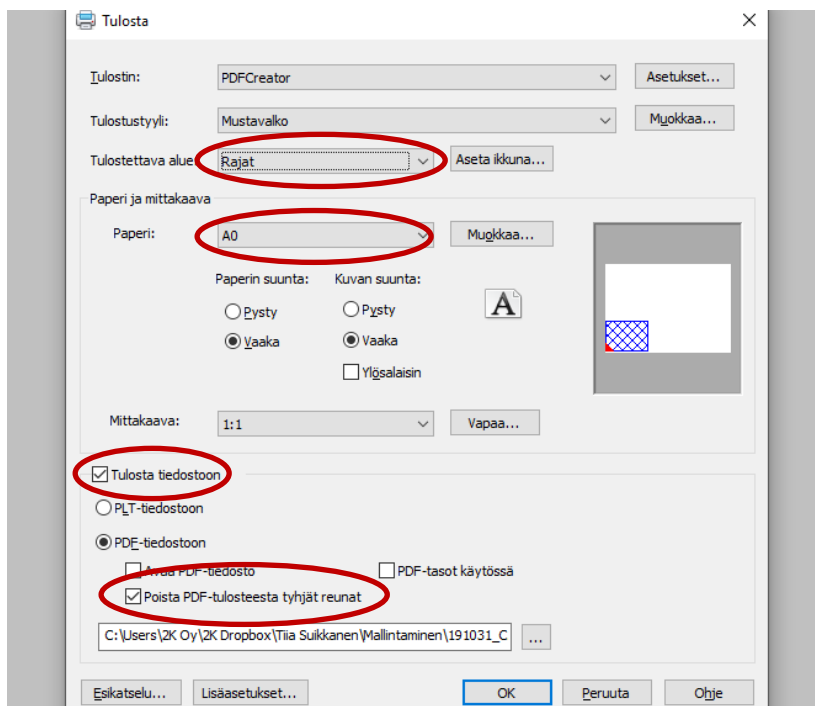
Valitse vasemman reunan työkalurivin  painikkeen alta "Tulosta" (kuva 57).



Kuva 57 Tulostaminen.


Tulostusnäkyvässä (kuva 58) kannattaa valita mahdollisimman iso paperikoko (esim. A0), jotta koko piirustus varmasti mahtuu paperille. Rastita sitten kohdat "Tulosta tiedostoon" ja "Poista PDF-tulosteesta tyhjät reunat", näin saat helpoiten ja nopeiten piirustukset oikean kokoisina ilman paperikoon jatkuvaa vaihtelua. Kun tulostusalueena on "Rajat", ohjelmisto kohdistaa tulosteen automaattisesti layoutille lisättyyn arkkiin.

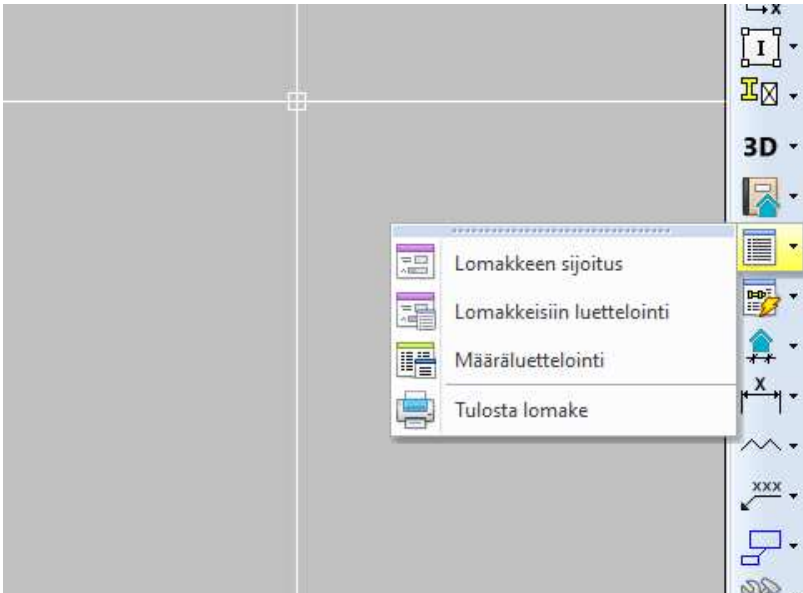
Huom! Älä liikuta arkkiä layoutilla tai kohdistaminen "Rajat" toiminnolla voi mennä pieleen!



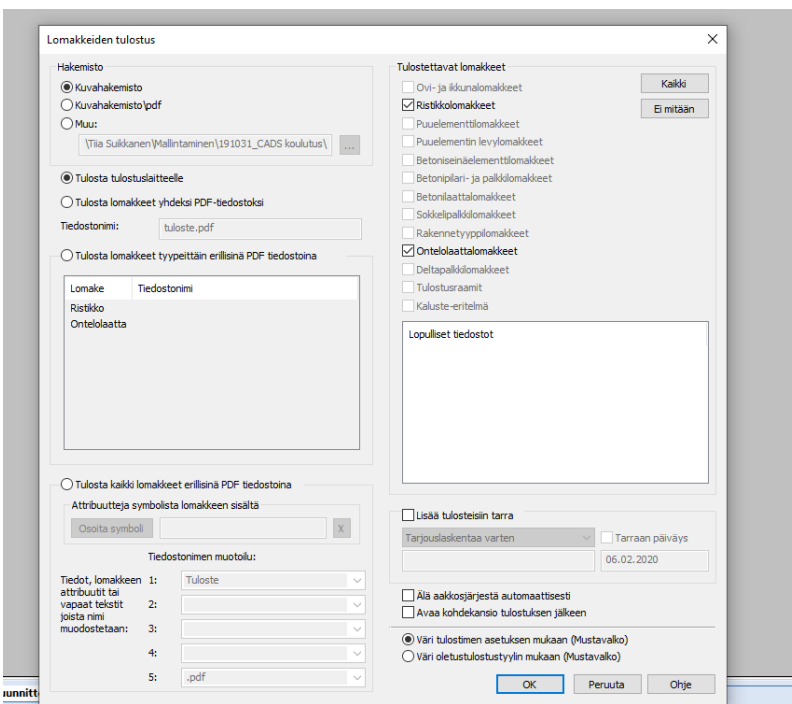
Kuva 58 Tulostusasetukset.

LOMAKKEIDEN TULOSTAMINEN

Helpoin keino tulostaa lomakkeita (kuten rakennetyypit ja ristikkokaaviot) on valita oikean reunan työkalurivin  painikkeen alta "Tulosta lomake" (kuva 59). Avautuvasta ikkunasta voit määrittää tulostusasetuksia (kuva 60).



Kuva 59 Lomakkeiden tulostaminen.




Kuva 60 Lomakkeiden tulostusasetukset.

LOMAKKEIDEN TMS. TULOSTAMINEN RAAMEILLA

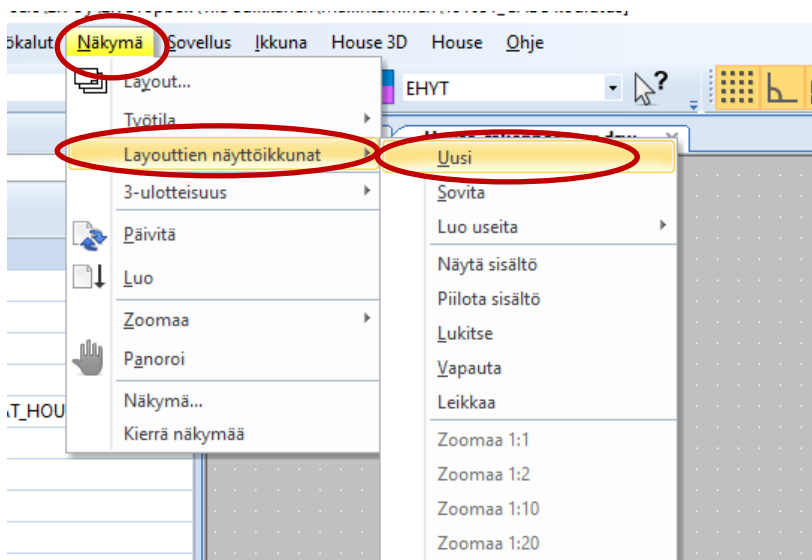
Lomakkeiden (kuten rakennetyypit ja ristikkokaaviot) ja muiden niputettavien piirustusten tulostamiseen voidaan käyttää myös edellisen ohjeistuksen sijaan layout-välilehdellä tulostusraameja.

Kun olet lisännyt uuden layout-välilehden, valitse yläreunan työkalurivin "Näkymä"-kohdan alta "Layouttien näyttöikkunat" ja "Uusi" (kuva 61). Syötä mitat mittakaavassa 1:1 esimerkiksi muodossa: @420,297.

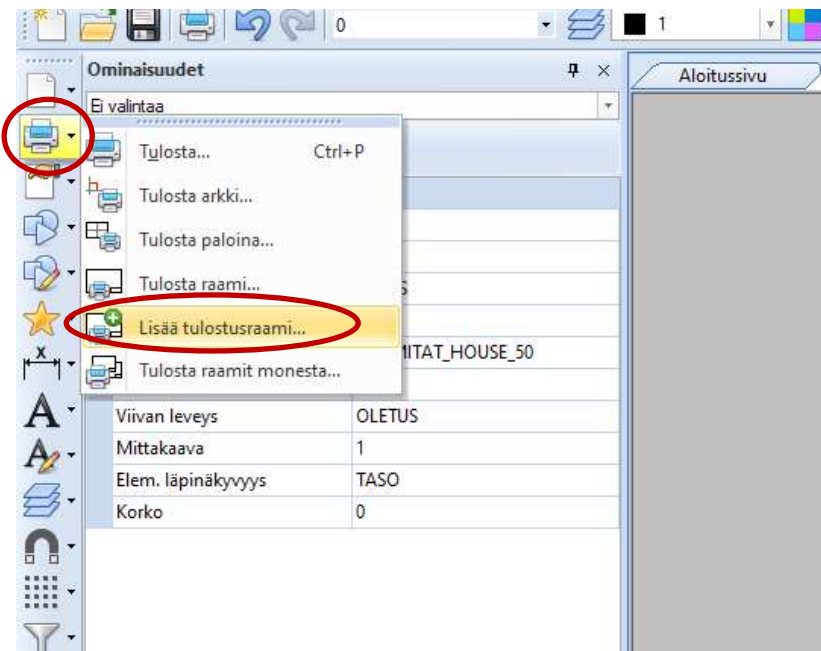
Kopioi näyttöikkunoita layoutille tarvitsemasi määrä ja asettele piirustukset näyttöikkunoihin samoin kuin edellisessä ohjeessa. Nyt ei tarvitse miettiä tulosteen kohdentumista, vaan voit liikutella näyttöikkunoita vapaasti.

Tämän jälkeen lisää tulostusraamit vasemman puoleisen työkalurivin  painikkeen alta valitsemalla "Lisää tulostusraami" (kuva 62). Lisää raamit kaikille luomillesi näyttöikkunoille.

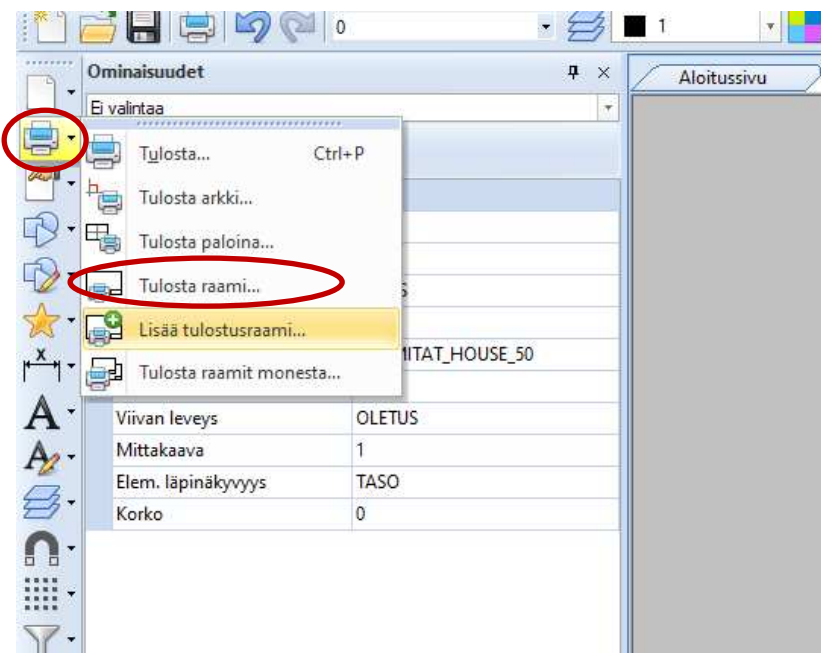
Tulosta raamit valitsemalla vasemman puoleisen työkalurivin  painikkeen alta valitsemalla "Tulosta raami" (kuva 63). Valitse kaikki raamit, jotka haluat tulostaa samaan pdf-tiedostoon ja tulosta sopivassa paperikoossa.



Kuva 61 Uuden näyttöikkunan lisääminen.



Kuva 62 Tulostusraamin lisääminen.



Kuva 63 Tulostusraamien tulostaminen.