

Vili Sallinen

LVI-luonnossuunnitelma

Opinnäytetyö
Talotekniikan koulutusohjelma

Huhtikuu 2016




MAMK
University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

		Opinnäytetyön päivämäärä 26.04.2016
Tekijä(t) Vili Sallinen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Talotekniikan koulutusohjelma	
Nimeke LVI-luonnossuunnitelma		
Tiivistelmä Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä toimintamalli LVI luonnossuunnittelulle. Suunnitelman on tarkoituksena toimia rakennuksen ennakkosuunnitelmana ennen toteutussuunnitelmaa. Suunnitelmassa otetaan huomioon työn tilaajan asettamat vaatimukset ja toiveet sekä kohdetta koskevat määräykset sekä ohjeet. LVI-luonnossuunnitelman tarkoituksena on auttaa tilaajan päätöksentekoa visualisoinnin ja kustannusmääritelmien avulla. Suunnitelman avulla saadaan myös tarkastettua rakenteiden ja LVI-järjestelmien yhteensopivuus sekä tarvittavat tilavaraukset. Työssä luodaan toimintamalli luonnossuunnitelmalle ja toteutetaan se kolmeen rakennuskohteeseen. Kohteista tehdään myös kustannuslaskelmat luonnossuunnitelman perusteella ja vertaillaan hintoja toteutussuunnitelmaan ja huonekorteilla tehtyyn kustannuslaskelmaan. Työssä käytettävät ohjelmat ovat suunnittelun osalta CADS Planner ja kustannuslaskelmien osalta Broker Estimate. Työn tuloksena syntyi selkeä vertailuanalyysi jonka perusteella voidaan olettaa tuleva kustannusarvio toteutussuunnitelmalle pelkän luonnossuunnitelman perusteella. Työn tuloksena syntyi, myös uudistettu ennakkotietolomake ja selkeät ohjeet luonnossuunnitelman tekemiseen. Laadittua luonnossuunnitelman toimintamallia odotetaan käytettäväksi vähintään kaksi kerroksisissa omakotitalokohteissa. Laaditusta toimintamallista on hyötyä työn teettäneelle yritykselle etenkin nykyisin toimivien suunnittelijoiden ja uusien yrityksen palvelukseen tulevien suunnittelijoiden ohjeistuksessa. Kyseistä ohjetta noudattamalla saadaan suunnitelmista tasalaatuisempia kun on yksi selkeä malliohje.		
Asiasanat (avainsanat) LVI-tekniikka, rakentaminen.		
Sivumäärä 38+5	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Mika Kuusela	Opinnäytetyön toimeksiantaja Suomen LVI- Suunnittelu OY	

DESCRIPTION

		Date of the bachelor's thesis 26.04.2016
Author(s) Vili Sallinen	Degree programme and option Building services engineering	
Name of the bachelor's thesis HVAC draft plan		
Abstract The purpose of this study was to create a draft approach to HVAC design. The plan is intended to act pre-plan of the building before the implementation plan. The plan will take into account the requirements and aspirations set by the purchaser of work, as well as regulations pertaining to the subject and instructions. HVAC draft plan is designed to help the customer decision-making visualization and cost definitions. The plan will also audited compliance structures and plumbing systems, as well as the necessary space reservations. This study presents an approach to the draft plan and implemented it in three works. Destinations are also made cost calculations based on the draft plan and compare the prices of the implementation plan and on the room cards cost calculation. The programs used in this work are the design of the CADS Planner and cost calculations in respect of Broker Estimate. The result was a clear comparative analysis on the basis of which it can be assumed future cost estimate for implementation of the plan on the basis of a mere sketch plan. The result was, also revised preliminary form and instructions to make a draft plan. Drawn up a draft plan operating model is expected to use at least two storeys detached properties. Drawn up approach is a useful addition to the designers that currently exist in the sponsoring company the work of the service of the new company's future designers' guidelines. This pattern is obtained by following the plans of consistent quality when there is one clear model of instruction.		
Subject headings, (keywords) Civil engineering, construction.		
Pages 38+5	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Mika Kuusela	Bachelor's thesis assigned by Suomen LVIS- Suunnittelu Oy	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	RAKENNUSPROJEKTI.....	1
2.1	Suunnitelmat	2
2.2	Laitevalinnat	3
2.3	Kunnallisen verkoston vesi ja viemäri.....	4
2.4	Haja-asutusalueen vesi ja viemäri	5
3	LVI-JÄRJESTELMÄT	7
3.1	Jätevesi, sadevesi ja salaojat	7
3.2	Ilmanvaihto	9
3.3	Vesijohdot ja lämmitys	11
4	LUONNOSSUUNNITELMA.....	13
4.1	Ennakkotietolomake	13
4.2	Suunnitelmat	14
4.2.1	Ulkopuoliset vesi- ja viemärijohdot.....	15
4.2.2	Ilmanvaihto	15
4.2.3	Vesi- ja viemärijohdot.....	17
4.2.4	Lämmitys	18
5	TYÖSSÄ KÄYTETTÄVÄT OHJELMISTOT.....	19
5.1	Broker Estimate	19
5.2	Cads	20
6	TARJOUSLASKELMA	22
6.1	Luonnossuunnitelman perusteella	23
6.2	Huonekorteilla	23
6.3	Toteutussuunnitelman perusteella	23
7	HARJOITUSKOHTEET JA NIIDEN KUVAUS.....	24
8	TULOKSET	25
8.1	Luonnossuunnitelmat.....	25
8.2	Kustannuslaskelmat	26
8.2.1	Kohde 1	27
8.2.2	Kohde 2	29
8.2.3	Kohde 3	31

8.2.4	Kaikki kohteet yhdessä	33
9	TULOSTEN TARKASTELU	35
9.1	Suunnitelmat	35
9.2	Kustannuslaskelmat	36
10	POHDINTA	36
	LÄHTEET	38
	LIITE	
	1 Luonnossuunnitelma	

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä on tarkoituksena selvittää, mitä talotekniseen luonnossuunnitelmaan on järkevintä suunnitella. Tarkoituksena on saada mahdollisimman kattava suunnitelma nopeassa ajassa. Suunnitelmassa huomioidaan työn tilaajan asettamat toiveet, vaatimukset ja kohdetta koskevat määräykset sekä ohjeet. Talotekninen luonnossuunnitelma tulee auttamaan tilaajan päätöksentekoa visualisoinnin ja kustannusmäärittelmien avulla. Kyseisellä suunnitelmalla saadaan tarkistettua järjestelmien ja rakenteiden yhteensopivuus. Suunnitelman avulla pystytään tarkistamaan, onko arkkitehtisuunnitelmissa huomioitu taloteknisten järjestelmien vaatima tilavaraus riittävän hyvin. Tässä suunnitteluvaiheessa on tarkoituksena välttää liiallista tarkkuutta, että saadaan suunnittelutyöstä mahdollisimman tehokasta. /1, s. 17./

Työn idea syntyi, kun havaittiin ongelma esimerkiksi useampikerroksisessa rakennuksessa, jos muutetaan pohjaratkaisua ja kalusteiden paikkoja sen jälkeen, kun toteutus suunnitelmat on tehty. Suunnitelman korjaaminen vie kohtuuttoman paljon aikaa, ja luonnossuunnitelman avulla pyritään vähentämään näiden muutosten syntyminen. Muutoksien tekeminen on suotavaa kyseisen luonnossuunnitelman jälkeen, ja suunnitelman korjaaminen on huomattavasti nopeampaa.

Työ toteutetaan Mikkelin ammattikorkeakoulun toimesta ja tilaajana toimii Suomen LVIS- Suunnittelu Oy. Työn sisältöä käytetään mahdollisesti yrityksen tulevaisuudessa käyttämän toimintamallin apuna. Suunnitelman tekemisessä käytetään työn teettävän yrityksen käytössä olevia työkaluja sekä henkilökunnan empiiristä tietoa. Suunnittelun osalta työkaluna käytössä on CADS Planner ja urakalaskelman osalta Broker Estimate.

2 RAKENNUSPROJEKTI

Rakennusprojektin tavoitteena yleensä on saada aikaiseksi konkreettinen lopputulos. Lopputulos voi olla korjaus, uudistuotanto tai laajennus. Kaikki rakennusprojektit noudattavat lähes samaa toimintatapaa, joka on idea, suunnittelu, toteutus ja käyttöönotto. Kuvassa 1 on esitetty esimerkki rakennusprojektin vaiheista.



KUVA 1. Rakennusprojektin vaiheet

2.1 Suunnitelmat

Rakennusprojekti alkaa aina siitä, kun jollain on tarve rakennukselle. Hankkeeseen suunnitellaan käytettävissä oleva budjetti sekä tontti, jolle rakennus sijoitetaan. Projektin seuraavassa vaiheessa rakentaja palkkaa pääsuunnittelijan, jonka kanssa he yhdessä suunnittelevat rakennukseen mallin, materiaalit, energialuokan, kustannusarvion ja sijaintipaikan tontilla. Energialuokan valinnassa keskeisimpiä asioita ovat ne, millä tavoin rakennusta lämmitetään sekä millä tavoin ilmanvaihto toteutetaan. Kyseisen esisuunnitelman perusteella arkkitehti tekee rakennuksesta pääpiirustukset, joita ovat asemapiirros, pohjakuva, leikkaus- ja julkisivusuunnitelmat.

Kun edellä mainitut suunnitelmat ovat saatu valmiiksi, tehdään kohteesta erillinen rakennesuunnitelma. Rakennesuunnitelma pitää sisällään perustamistapalausunnon, kuormienlaskun, pohjapiirustuksen ja leikkauspiirustuksen. Rakennesuunnitelmien jälkeen taloon voidaan tehdä muut erikoissuunnitelmat, kuten lämmitys-, ilmanvaihto-, vesi- ja viemäri- sekä sähkösuunnitelmat. Ennen erikoissuunnitelmien tekoa täytyy kohteesta selvittää kunnan rakennusvalvontavirastolta, mitä vaatimuksia rakennusmääräykset ja kunnan rakennusvalvontaviranomaiset asettavat kohteen vesi-, viemäri- ja sähköliitynnöille. Kohteen maankäyttökäsittelylle on aina haettava erillislupa. /2, s.5-7./

Edellä mainittujen suunnitelmien valmistuttua voidaan aloittaa toteutusvaihe, jossa valitaan rakennushankkeelle urakoitsijat kullekin erikoisalalle ja niille nimetään vastaavat työnjohtajat. Urakoitsijat hoitavat useimmiten kohteen materiaalien hankinnan sekä työn toteutuksen. Toteutusvaiheen valmistuttua täytyy kohteeseen tehdä valvojan toimesta laitteiden opastus, huolto-ohjeet sekä tarkastukset, jotka tarkastaa kunnan valvontaviranomainen. /3, s.7./

2.2 Laittevalinnat

Uuden talon suunnittelu voidaan usein aloittaa lähes puhtaalta pöydältä, jolloin useita eri vaihtoehtoja löytyy jokaiseen talotekniseen järjestelmään lukemattoman monia. Rakennuksen suunnitteluvaiheessa onkin kannattavaa vertailla eri järjestelmien toimivuutta ja kannattavuutta kyseiseen rakennukseen sopivaksi.

Usein omakotitalorakentaja suunnittelee uuden asuntonsa vain oman senhetkisen elämäntilanteensa mukaisesti. Omakotitalon elinkaari tulee kuitenkin olemaan noin 50 - 100 vuotta. Omakotitalo pitäisikin pyrkiä suunnittelemaan siten, että se on helposti muokattavissa tulevien elämäntilanteiden tuomien muutosten mukaan. Nopeasti kohonnut energian hinta asettaa uusia vaatimuksia nykypäivän rakentamiselle. Lämmitysjärjestelmän valinta rakennukseen on yksi merkittävimmistä valinnoista, koska lämmityskustannukset muodostavat suurimman osan uuden rakennuksen käyttökustannuksista. /4, s.33./

Suunnittelussa on otettava myös huomioon tulevaisuuden hintakehitys. Lämmitysjärjestelmän hintakehitystä voi arvioida siten, että kun tiedetään, mitä luonnonvaraa järjestelmä kuluttaa, arvioidaan kyseisen luonnonvaran tuleva hintakehitys. Jos vertailussa

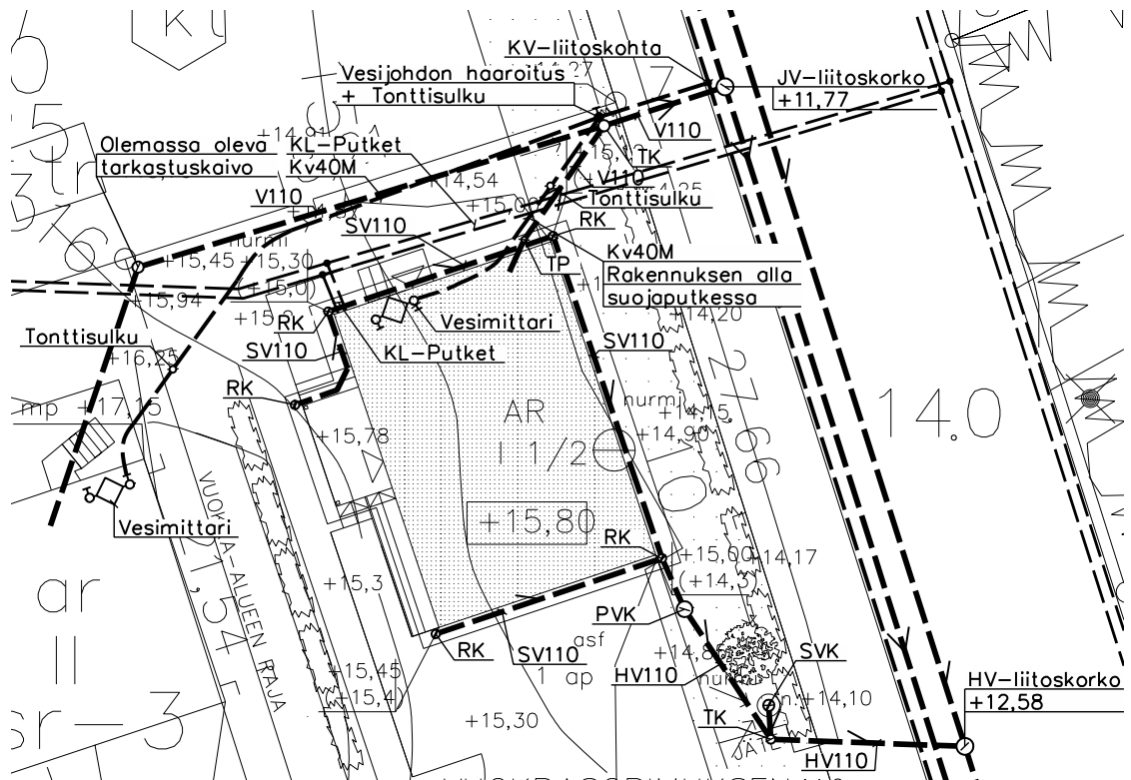
pärjäisi parhaiten esimerkiksi öljylämmitys, niin sen perusteella voidaan olettaa, että tulevaisuudessa sen hinta tulee nousemaan, koska se ei ole uusiutuva luonnonvara. /4, s.33./

2.3 Kunnallisen verkoston vesi ja viemäri

Taajama-alueilla omakotitalon vesi- ja viemärijohdot liitetään kunnalliseen vesi- ja viemärijohtoverkoston. Verkostoon liittymisestä peritään liittymismaksu. Puhtaan veden kulutuksen seuraamiseksi asennetaan vesimittari, jonka mukaan määräytyy sekä puhtaan veden maksu että jäteveden maksu. Rakentaja ja LVI-suunnittelija saavat kunnan rakennusvalvontaviranomaisilta tiedot kohteen vesi- ja viemäriiliityntäkohtien korkeuksista ja paikoista, sekä käytettävissä olevan paineen vesijohtoverkoston. /3, s.27./

Rakentajan onkin tehtävä heti rakennustöiden alkaessa sopimus vesi- ja viemäriiliitynnöistä vesilaitoksen kanssa sekä ottaa yhteyttä rakennusvalvontaviranomaisiin. Liittämätöiden yhteydessä sovitaan samalla talojohdon ja vesimittarin asennuksen ajankohdasta. Ajoissa tehty sopimus säästää usein kaivuukustannuksia, koska liittämätöiden vaatimat kaivannot voidaan kaivaa rakennuksen pohjatöiden kaivamisen yhteydessä. Rakennusaikainen vesiliittämätö kannattaa hankkia jo heti rakennusprojektin alkuvaiheessa. Rakennusprojektin aikana tullaan aina tarvitsemaan vettä, ja sen hankkiminen omasta väliaikaisesta vesiliittämätöstä on huomattavasti helpompaa kuin tuoda se toisalta. /3, s.27./

Kunnalliseen viemäri- sekä sadevesiverkkoon liitytään samalla kertaa kuin vesijohtoverkostonkin. Kaikki putkistot rakennuksesta liitospaikkoihin saakka tulee hyväksyttää rakennusvalvontaviranomaisilla ennen putkistojen peittämistä. Jos vesiputki asennetaan alle 1,5 metrin syvyyteen, tulee se eristää, tai siihen on asennettava lämmityskaapeli jäätyksen estämiseksi. /3, s.28./ Kuvassa 2 on esitetty omakotitalon asemapiirustus. Kohteessa on kunnallinen vesi- ja viemäriiliityntä sekä kaukolämpöliittymä.



KUVA 2. Asemapiirros kunnallinen verkosto /5/

2.4 Haja-asutusalueen vesi ja viemäri

Jos rakennuskohte sijaitsee haja-asutusalueella, eikä siellä ole mahdollista liittyä kunnalliseen vesi- ja viemäriverkoston, rakentajan täytyy hankkia vesi omatoimisesti. Vaihtoehtona tähän on tehdä oma kaivo, joko avokaivo tai porakaivo. Kaivon lisäksi järjestelmään tarvitaan pumppu, painesäiliö ja verkosto. /3, s.29./

Oman kaivon perustamisvaiheessa on hyvä ottaa veden laadusta näytteet, joista saadaan selville veden laatu. Veden laatua huonontavat sen rautapitoisuus sekä happamuus. Porakaivojen veden ongelmana voi olla myös suuri radonpitoisuus. Kyseisiin ongelmiin löytyy ratkaisuna erilaisia puhdistus- ja suodatuslaitteistoja, jotka saadaan valittua oikeaksi tehtyjen näytteiden avulla. /3, s.29./

Rakennuskohteen viemärintimahdollisuudet haja-asutusalueella tulee aina selvittää rakennusprojektin alkuvaiheessa ja olla yhteydessä kunnan rakennusvalvontaviranomaisiin. Jos rakennuskohteella ei ole mahdollisuutta liittyä kunnan viemäriverkoston, täytyy kohteelle rakentaa oma jätteenkäsittelyjärjestelmä. On erittäin tärkeää ehkäistä lähiympäristön ja lähivesien, kuten kaivoveden, pilaantuminen. /3, s.30./

Jätevesijärjestelmä on suunniteltava siten, että se pystyy saavuttamaan kohteen normaaliikäytössä riittävän puhdistustason. Puhdistustaso määritellään orgaaniselle aineille, fosforille ja typelle. Vähimmäispuhdistustehoille on annettu taulukkoarvot, jotka ovat orgaanisille aineille 80 %, fosforille 70 % ja typelle 30 %. Kyseiset vähimmäisvaatimukset koskevat kohteita, jotka eivät sijaitse pilaantumiselle herkällä pohjavesialueella tai sellaisilla ranta-alueilla, joissa vesienhoitosuunnitelma toisin määrää. Jätevesijärjestelmän valinta on aina tehtävä tapauskohtaisesti. Valinnassa on otettava huomioon rakennuskohteen koko, asukkaiden lukumäärä sekä maasto- olosuhteet. Jätevesijärjestelmän valinnassa on käytettävä ammattitaitoista suunnittelijaa. /3, s. 30-31./. Taulukossa 1 on esitettyä esimerkki jätevesijärjestelmän mitoitusaulukosta.

TAULUKKO 1. Jätevesijärjestelmän mitoitusaulukko /5/

4 JÄRJESTELMÄN MITOITUS

4.1 HENKILÖMITOITUS

Vähimmäisasukasluku	5 asukasta
Todellinen asukasluku	2 asukasta
Huoneistoalanmukainen asukasluku (m ² /30)	4 asukasta
Käytetään edellisistä suurinta	5 asukasta

MITOITUSVIRTAAMA

Yleisesti mitoituksessa käytetään vuorokautista vesimäärää 50–200 l/vrk/hlö ja jätevesiä kiinteistöllä syntyy keskimäärin 150 l/hlö/vrk. Järjestelmän mitoituksessa on käytetty 150 l/hlö/vrk vesimäärää. Jätevedestä 80 %, eli 120 l/vrk, on harmaita jätevesiä (http://iriviivi.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekninen_Luokitus_ja_jarjestelmat_LVI/Kiinteiston_ja_terveystieteiden_kasittely/)
Puhdistam osivusto_jatevesien_kasittelymenetelmista/Jatevesikuormituksen_vaahentaminen)

Mitoitusvirtaama	
Kaikki jätevedet	750 litraa päivässä
Harmaat jätevedet	600 litraa päivässä
WC-jätevedet	150 litraa päivässä

Suunnitelmassa käytetty mitoitusvesimäärä perustuu Ravinnesammon (Suomen ympäristökeskuksen tutkimus) ja RT-kortiston suosituksen kompromissiin. Mikäli kiinteistön todellinen henkilökohtainen jätevedenkulutus on määritettävissä esim. vesimittarista, tulee tätä vesimäärää käyttää mikäli puhdistajasta otetaan näytekäyt.

5 PUHDISTUSTEHO JA KÄSITTELYVAATIMUSTEN TÄYTTÄMINEN

5.1 KUORMITUS

Käsittelyjärjestelmään tulevan kuormituksen määränä käytetään asetuksen mukaisia määriä. Taulukossa on esitetty yhden ihmisen vuorokausikuormitus, josta saadaan kokonaiskuormitus.

KUORMITUKSEN ALKUPERÄ	ORGAANINEN AINE SBHK7		KOKONAISFOSFORI Pkoit		KOKONAISTYPPI Nkoit	
	G/88/D	%	G/88/D	%	G/88/D	%
uloste	15	30	0,6	30	1,5	10
virtsa	5	10	1,2	50	11,5	80
muu	30	60	0,4	20	1	10
yhteensä	50	100	2,2	100	14	100

5.2 PUHDISTUSTEHO

Valtioneuvoston asetuksen 209/2011 puhdistusvaatimukset ovat: orgaaninen aine 80 %, fosfori 70 % ja typpi 30 %. Pilaantumiselle herkällä alueilla tiukemmat vaatimukset ovat: orgaaninen aine 90 %, fosfori 85 % ja typpi 40 %. Valitun jätevesijärjestelmän puhdistustehokkuus täyttää laitevalmistajan tutkimusten mukaan asetuksen määräämät arvot (Tutkimukset: Mäntyharju 2011 ja Hämeenkyrö 2013).

5.2 VALTIONEUVOSTON ASETUKSEN 209/2011 VAATIMUSTEN TÄYTTÄMINEN

Tämä suunnitelma ja suunniteltu jätevesijärjestelmä täyttävät oikein asennettuna, käytettynä ja huollettuna Valtioneuvoston asetuksen 209/2011 vaatimukset.

3 LVI-JÄRJESTELMÄT

Kiinteistöjen taloteknisten järjestelmien keskeisimmät alueet ovat lämmitys-, vesi- ja viemäri- sekä ilmanvaihtojärjestelmät. Näistä kolmesta järjestelmästä yhdistettynä tulee lyhenne LVI. LVI-järjestelmän tarkoitus on luoda rakennukseen viihtyisä sisäilman laatu, hyvät lämpöolosuhteet, juokseva vesi sekä toimiva viemäriverkosto.

Viemäriverkoston tarkoitus on toimittaa kiinteistöstä syntyvä jätevesi keskitettyyn paikkaan. Viemäriverkosto voidaan jakaa kahteen osaan, joista toinen on jätevedet. Jätevesiä ovat vedet, jotka tulevat kiinteistön sisältä. Toinen osa-alue viemäriverkostossa on hulevedet. Hulevedet koostuvat kiinteistön sade- ja salaojavesistä. Kiinteistön jätevesien määrä riippuu suoraan verrannollisena kiinteistöä käyttävien henkilöiden määrästä. Perusmitoitust määrä jätevettä henkilöä kohden vuorokaudessa on 150 litraa. Kyseinen jätevesimäärä koostuu mm. WC-vesistä 30 litraa vuorokaudessa sekä niin sanotuista harmaista vesistä 120 litraa vuorokaudessa.

3.1 Jätevesi, sadevesi ja salaojat

Jätevesijärjestelmän tarkoitus on toimittaa vesikalusteilta poistuva jätevesi painovoimaisesti keskitettyyn paikkaan, josta se menee jatkokäsittelyyn puhdistamolle. Kiinteistöön tuleva käyttövesi muuttuu jätevedeksi siinä vaiheessa, kun se siirtyy viemäriverkoston. Rakennuksiin, joissa on oma jätevesijärjestelmä, täytyy tehdä erillinen jätevesisuunnitelma. Jokaisella kunnalla on omat määräyksensä jätevesijärjestelmän suhteen ja omanlaisensa selvityslomake jätevesijärjestelmästä.

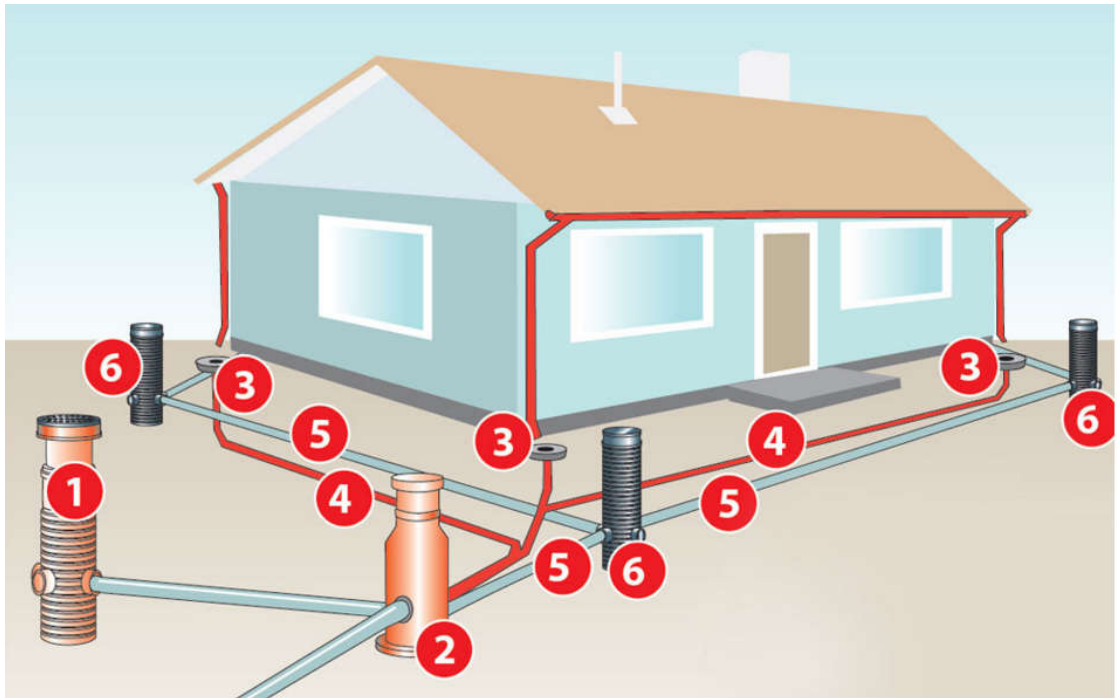
Salaojajärjestelmän tarkoituksena on pitää rakennuksen perustukset sekä rakennuspohja kuivana. Jos rakennuspohjan maa-ainekset ovat vääränlaiset, pääsee kosteus siirtymään suoraan alapohjarakenteisiin, joka voi johtaa suuriin korjaustoimenpiteisiin. Usein pelkkä hyvin rakennettu ja huollettu sadevesi sekä salaojajärjestelmä pitävät rakennuksen alapohjan riittävän kuivana.

Rakennuspohjan maa-aineksen koostumuksella ja rakenteella on myös merkitystä kosteuden siirtymiseen alapohjaan. Jos alapohjarakenteet ovat kostuneet, ilmenee se usein läikkinä tai pinnoitteiden irtoamisena sokkelissa. Tunkkainen haju asunnossa johtuu

usein siitä, että alapohjarakenteet ovat päässeet kostumaan ja homeitiöt ovat levinneet alapohjassa. Salaojajärjestelmän toiminta kannattaa tarkistaa vuosittain. Tarkastuksen voi tehdä vaikka siten, että laskee vettä salaojien tarkastuskaivoon. Jos vesi jää kaivoon eikä poistu sieltä, on järjestelmä päässyt todennäköisesti tukkeutumaan. Tarkastus on parasta tehdä syksyllä, kun pohjaveden pinta on korkeimmillaan, jolloin erillistä veden juokсутusta järjestelmään ei tarvitse tehdä. / 6. /

Sadevesijärjestelmän tarkoitus on johtaa katoille sekä maa-alueille kertynyt sadevesi hallitusti pois rakennuksen läheisyydestä. Järjestelmä toimii siten, että kattojen räystäisiin tulee kourut, jotka keräävät katolta tulevan sadeveden ja johtaa sen syöksytorveen. Syöksytorvea pitkin vesi valuu rännikaivoon. Rännikaivosta vesi menee putkea pitkin perusvesikaivoon. Rännikaivon sijoittelulla on suuri merkitys ja suunnitteluvaiheessa on kiinnitettävä huomioita siihen, että rännikaivoja on riittävän paljon. Hyvä tapa on laittaa jokaiselle talon kulmalle yksi rännikaivo. Piha-alueilta sadevedet johdetaan maankallistusten avulla sadevesikaivoihin, jotka ovat ritiläkannella varustettuja sadeveden keräyskaivoja. Perusvesikaivoon johdetaan sekä sadevedet että salaojajärjestelmästä tulevat vedet. Perusvesikaivosta vesi johdetaan kunnalliseen verkostoon tai imeytysalueeseen.

Kuvassa 3 on esitetty omakotitalon sade- ja salaojajärjestelmä. Sadevesikaivo (1), joka kerää piha-alueilta sadeveden ja johtaa sen keskitetysti perusvesikaivolle. Perusvesikaivo (2), joka kerää rakennukselta kaiken jäteveden ja johtaa sen keskitetysti joko puhdistamoon tai kunnalliseen verkostoon. Rännikaivo (3), joka kerää syöksytorvia pitkin tulevan sadeveden ja johtaa sen sadevesiputkeen. Sadevesiputki (4), joka johtaa rännikaivoilta tulevan sadeveden perusvesikaivoon. Salaojaputki (5), joka kerää maassa olevan kosteuden ja siirtää sen putkea pitkin perusvesikaivoon. Salaojakaivo (6), jonka tarkoitus on toimia tarkastusputkena, josta voidaan tarkastaa salaojajärjestelmän toiminta.



KUVA 3. Sade- ja salaojajärjestelmä /7/

3.2 Ilmanvaihto

”Voimassaolevat rakentamismääräykset edellyttävät, että uusiin rakennuksiin suunnitellaan ja rakennetaan terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilmasto” /3, s.45/. Ilmanvaihtojärjestelmän on pidettävä sisäilmanlaatu riittävän hyvänä jokaisessa huoneessa. Ilmanvaihdon tarve vaihtelee käyttötilanteiden mukaan, ja Suomen rakennusmääräyskokoelman osassa D2 on annettu kullekin huoneelle ohjeilmamäärät poistoilman ja tuloilman suhteen. Perusilmanvaihdoksi katsotaan riittäväksi, jos ilmaa vaihtuu rakennuksen kokonaistilavuuden verran 0,5 kertaa tunnissa. Silloin ihmisten tuottama hiilidioksidi ja rakenteista sekä sisustusmateriaaleista lähtevät epäpuhtaudet poistuvat sisäilmasta riittävän nopeasti ja ilman katsotaan olevan riittävän raikasta.

Keittiöihin on tehtävä erillinen poistojärjestelmä, jolla saadaan poistettua ruoan valmistuksesta syntyvät epäpuhtaudet tehokkaasti. Usein tämä toteutetaan erillisellä liesikuvulla tai tuulettimella, joka asennetaan keittolevyjen yläpuolelle. Normaalin ilmanvaihdon teho ei välttämättä riitä, jos ilmanvaihdon tarve tulee asunnossa suuremmaksi, esimerkiksi jos rakennuksessa oleskelee tilapäisesti suuri joukko ihmisiä. Ilmanvaihtoa onkin pystyttävä tehostamaan tällaisia tilanteita varten vähintään 30 %. /3, s.46./ Kuvassa 4 on esitetty esimerkkikuva omakotitalon ilmanvaihdon toteutuksesta.



KUVA 4. Koneellinen Ilmanvaihto /8/

Ilmanvaihtojärjestelmän toimintaperiaate: Ilmanvaihtokone ottaa ulkoa ilmaa raitisilmakanavan kautta, suodattaa ja esilämmittää ilman, jonka jälkeen se johdetaan huone-tiloihin tuloilmakanavistoa pitkin tilassa olevaan tuloilmapäätelaitteelle. Huonetilasta se lähtee poistoilmapäätelaitteen kautta poistoilmakanavistoa pitkin takaisin ilmanvaihtokoneelle, jossa se kiertää lämmöntalteenottolaitteen kautta ja poistuu sitten jäteilmakanavaa pitkin rakennuksen katolle.

Uudisrakennuksiin vaaditaan aina koneellinen ilmanvaihto, jossa on lämmöntalteenotto. Lämmöntalteenotosta voidaan luopua vain sellaisissa tapauksissa, joissa rakennuksen lämmöneristävyys on parempi kuin normaali eristävyys. /3, s.23./. Taulukossa 2 on esitetty Suomen rakennusmääräyskokoelman osan D2 antamat ilmanvaihdon ohjeilmamäärät asuntojen ilmanvaihdon mitoittamiseen.

TAULUKKO 2. Ilmanvaihdon ohjeilmamäärät /9/

TAULUKKO 1. ASUINRAKENNUKSET

Asuntojen ilmanvaihto mitoitetaan yleensä taulukon poistoilmavirtojen perusteella siten, että asuntojen ilmanvaihtokerroin on vähintään 0,5 l/h ja ulkoilmavirtojen riittävyys varmistetaan vähintään ohjearvojen mukaisesti. Pienten asuntojen poistoilmavirrat mitoitetaan yleensä ohjearvoja pienemmiksi siten, että huoneiston käyttöajan ilmanvaihtokerroin on enintään 0,7 l/h ja poistoilmavirran tehostusta voidaan ohjata tila- tai asuntokohtaisesti tarpeen mukaan. Jos poistoilmavirran tehostusta voidaan ohjata vain rakennuskohtaisesti, voidaan pienten asuntojen poistoilmavirrat mitoittaa ohjearvoja pienemmiksi siten, että huoneiston ilmanvaihtokerroin on vähintään 1,0. Suurten asuntojen poistoilmavirrat mitoitetaan yleensä ohjearvoja suuremmiksi, jotta tilakohtainen ulkoilmavirta olisi ohjearvon mukainen ja huoneiston ilmanvaihtokerroin olisi vähintään 0,5 l/h.

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta	Ulkoilma- virta	Poistoilma- virta	Äänitaso $L_{A,eq,T}$ / $L_{A,max}$ dB	Ilman nopeus talvi m/s	Huom!
	(dm ³ /s)/hlö	(dm ³ /s)/m ²	dm ³ /s			
Asuintilat:	6					
Asuinhuoneet		0,5		28 / 33 *	0,20	*C1 määräys
Keittiö		#S	8 #A	33 / 38 *	0,20	*C1 määräys
- käyttöajan tehostus		#S	25	33 / 38	0,20	
Vaatehuone, varasto		#S	3	33 / 38		
Kylpyhuone		#S	10 #B	38 / 43	0,20	
- käyttöajan tehostus		#S	15	38 / 43	0,20	
WC		#S	7 #B	33 / 38		
- käyttöajan tehostus		#S	10	33 / 38		
Kodinhuoltohuone		#S	8	33 / 38	0,30	
- käyttöajan tehostus		#S	15	33 / 38	0,30	
Huoneistos sauna		2 #C	2/m ² #C	33 / 38		
Yhteistilat:						
Porrashuone		0,5 l/h	0,5 l/h	38 / 43		
Varastot		0,35	0,35 /m ²	43 / 48		
Kylmäkellari (myös asuntokylmiö, jos pinta-ala > 4m ²)		0,2	0,2 / m ²	43 / 48		
Pukuhuone		2	2 / m ²	33 / 38	0,20	
Pesuhuone		3	3 / m ²	43 / 48	0,20	
Saunan löylyhuone		2	2 / m ²	33 / 38		
Talopesula		1	1 / m ²	43 / 48		
Kuivaushuone		2 #D	2 / m ² #D	43 / 48		
Askarteluhuone, kerho huone		1 #E	1 / m ² #E	33 / 38	0,20	

A Ohjearvo, kun liesikuvun ilmavirran tehostusta voidaan ohjata tila- tai asuntokohtaisesti, muussa tapauksessa on liesikuvun ohjearvo 20 dm³/s.

B Ohjearvo, kun ilmavirran tehostusta voidaan ohjata tila- tai asuntokohtaisesti, muussa tapauksessa ilmavirran ohjearvo on käyttöajan tehostuksen mukainen.

C Kuitenkin vähintään 6 dm³/s. Saunan ilmavirtaa ei oteta huomioon laskettaessa asunnon ilmanvaihtokerrointa, jos saunan ulkoilmavirta on yhtä suuri kuin poistoilmavirta.

D Voidaan mitoittaa pienemmäksi kun käytetään ilmankuivainta.

E Edellyttää tuuletusmahdollisuutta; muuten 1,5 (dm³/s)/m².

S Ulkoilmavirta korvataan yleensä asuinhuoneista johdettavalla siirtoilmavirralla.

3.3 Vesijohtot ja lämmitys

Vesijohtoverkoston tarkoituksena on tuoda rakennukseen talousvettä. Nykyisin vesijohtot tehdään omakotitaloihin pääsääntöisesti muoviputkesta. Vesi otetaan joko omasta kaivosta tai kunnallisesta verkosta. Vesi tuodaan paineellisena kalusteelle, josta se on helposti asukkaan käytettävissä. Suomessa vesijohtoverkosto on suunniteltava kestämään 10 baarin paine. Kuvassa 5 on esitetty vesi- ja viemärijohtojen asennuskuva.



KUVA 5. Vesi- ja viemärijohdot

Lämmitysjärjestelmän tarkoituksena on tuottaa rakennukseen viihtyisät lämpöolosuhteet. Suomessa asuinrakennuksen yleisimpänä sisälämpötilana käytetään 21°C. Lämmitysjärjestelmiä on useita vaihtoehtoja. Nykysin yleisimpänä taajama-alueilla on kaukolämmitys ja haja-asutusalueella maalämpö. Lämmönjakotapoja on myös useita, ja niistä yleisin uusissa omakotitaloissa on vesikiertoinen lattialämmitys. Omakotitaloasukkaan suurin yksittäinen käyttökustannus on yleensä lämmitysenergia.

Keskimääräisen omakotitalon lämmönkulutuksen voi laskea karkeasti arvioituna siten, että normaaleilla nykymääräyksillä rakennettu omakotitalo kuluttaa n 120 kWh/m² vuodessa. Energiasäästävässä matalaenergiatalossa keskimääräinen lämmitykseen kuluva energiamäärä on alle 45 kWh/m². Käyttöveden tuottamiseen menee noin 1000 kWh asukasta kohden vuodessa. Taloussähköä kuluu noin 4000 kWh perhettä kohden vuodessa. /4, s.18./

4 LUONNOSSUUNNITELMA

Ennen luonnossuunnittelun aloittamista on asiakkaan kanssa käytävä neuvottelu, jossa kartoitetaan asiakkaan toiveet sekä ennakkoon sovitut talotekniset järjestelmät ja niiden sijainti. Kun tarvittavat ennakkotiedot on saatu selvitettyä, voidaan aloittaa luonnossuunnitelmien teko. Luonnossuunnitelmat tehdään ulkopuolisista vesi- ja viemärijohdoista, ilmanvaihtosuunnitelmasta sekä asunnon sisälle tulevista vesi- ja viemärijohdoista. Lämmitysjärjestelmän osalta ei tehdä luonnossuunnitelmaa.

Luonnossuunnitelman tarkoitus on antaa mahdollisimman selkeä ja kattava luonnos asunnon tulevasta LVI-tekniikasta. Tarkoituksena on auttaa tilaajaa huomaamaan mahdolliset ristiriidat suunnittelijan ja tilaajan näkemuserojen välillä. Asiakkaan on huomattavasti helpompi kommentoida tulevaa järjestelmää, ja sen muutoksien tekeminen on luonnossuunnitelman jälkeen erittäin helppoa.

4.1 Ennakkotietolomake

Ennakkotietolomake tulee olla kattava, mutta mahdollisimman lyhyt. Ennakkotietolomakkeen perusteella pitäisi pystyä tekemään kyseiseen kohteeseen LVI-suunnitelmat. Ennakkotietolomake täytetään aina tilausvahvistuksen jälkeen. Ennakkotietolomake täytetään suunnitteluprojektin vetäjän ja rakennushankkeen edustajan pitämässä palaverissa. Ennakkotietolomake on täytettävä huolella jokaisen kohdan osalta.

Puutteellisesti täytetty lomake johtaa usein siihen, että suunnittelija joutuu kesken työnsä soittamaan asiakkaalle lisätietojen toivossa. Usein tähän kuluu kohtuuttoman paljon aikaa, koska asiakas ei esimerkiksi pysty vastaamaan puhelimeen ja suunnittelutyö seisahtuu. Ennakkotietolomake tulee lähettää kaikille suunnitteluprojektiin osallistuville henkilöille, ja sen täytyy olla kaikille samanlainen. Kuvassa 6 on esitetty esimerkki ennakkotietolomakkeesta.

Asiakkaan yhteystiedot		Vesi ja Viemäri	
Nimi		Talousveden hankinta	
Laskutusosoite		Jäteveden käsittely	
Puhelinnumero		Hulevesikäsittely	
Sähköpostiosoite		Radonalue	
		Tuuletusviemärin nousu	
Rakennuskohteen yhteystiedot		Radonnousu	
Osoite		Kuivausrumpu/kaappi	
Kylä tai kaupunginosa		Jääkaapin vedentarve	
Tilan nimi		Kurasyöppö	
Rakennustunnus			
Rakennuslupatunnus			
		Vasikalusteet malli/paikka	
Kohteen yleistiedot		Hanat	
Kaavoitustilanne		Kaivot normaali/linjakaivo	
Pohjavesialue		Vesipostit	
Maaperä		WC-tavallinen/seinämalli	
Tontin pinta-ala			
Rakennusten pinta-alat			
Kiinteistön käyttötaste		Lämmitys	
Asukasmäärä		Lämmitysjärjestelmä	
		Lämmönjakotapa	
Ilmanvaihto		Lämmityslaitteen sijainti	
Ilmanvaihtokone		Lattiamateriaalit	
Venttiilit		Alapohjan rakenne	
Lieden poisto/tuuletin malli		Jakotukkien sijainnit	
Jäähdytys		Keruu/liitosputket	
Kanavien nousukohtat		Järjestelmien laitevalmistajat	

KUVA 6. Ennakkotietolomake /5/

4.2 Suunnitelmat

Ennen suunnitelmien aloitusta kohteesta on tarkistettava ennakkotietolomake ja rakennuksen pohjakuvat. On tarkistettava, että kohteesta löytyy kaikki tarvittava tieto suunnitelmien tekemiseen. Myös pohjakuvien nimiöt on syytä tarkistaa täsmäämään ennakkotietolomakkeesta saatuja osoitetietoja.

Luonnossuunnitelman tarkoitus on tehdä kattava suunnitelma, jonka tarkoituksena on auttaa asiakasta hahmottamaan kyseisen kohteen tulevat taloteknisten laitteistojen sijainnit, määrät ja reititykset. Suunnitelmien tekeminen alkaa aina siitä, että luodaan pohjakuvat suunnitteluohjelmalle sopivaan muotoon. Pohjakuvat tehdään asemakuvasta, joka tehdään mittakaavaan 1:200, sekä talon pohjakuva jokaisesta kerroksesta omansa, niiden mittakaava on 1:50.

4.2.1 Ulkopuoliset vesi- ja viemärijohtot

Pientalon ulkopuolisiin viemäriin kuuluu sadevesijärjestelmä kaivoineen, salaojajärjestelmä kaivoineen ja jätevesijärjestelmä, jos ei ole kunnallista viemäriiliityntää. Ulkopuolisten vesi- ja viemärijohtojen suunnittelussa keskeisintä on se, liitetäänkö järjestelmä kunnalliseen verkostoon vai tuleeeko rakennuskohteelle oma jätevesijärjestelmä sekä vesikaivo.

Kohteissa, joissa liitos tapahtuu kunnalliseen verkostoon, tulee kohteesta tehdä liitoskohtalausunto. Liitoskohtalausunnosta käy ilmi kiinteistön liitoskohta kunnalliseen verkostoon sekä vesijohtoverkoston käytettävissä oleva paine. Kohteissa, joihin ei tule kunnallista liityntää, viemäriverkostoon tulee tehdä erillinen jätevesisuunnitelma. Jätevesisuunnitelmassa on tärkeintä tietää kiinteistöä käyttävien henkilöiden lukumäärä sekä kiinteistön käyttöaste. Kiinteistöihin, joissa syntyy vähän jätevettä, suositetaan yleisimmin umpisäiliötä jätevesille. Kohteissa, joissa syntyy paljon jätevettä, on suositampaa tehdä kohteelle oma jätevesipuhdistamo.

Esimerkki työjärjestyksestä

- Merkataan jätteenkäsittelyjärjestelmän sijainti.
- Sijoitetaan jätevesilaitteistot.
- Piirretään viemäri ja vesijohtot.
- Lisätään tarkastusputket sekä kaivot.

4.2.2 Ilmanvaihto

Ilmanvaihtojärjestelmää suunnitellessa on ensimmäiseksi huomioitava ilmamäärät sekä ilmanjakotapa. Kun kohteen tarvitsemat ilmamäärät ovat laskettu, voidaan aloittaa ilmanvaihtosuunnitelma sijoittamalla venttiilit kuhunkin huonetilaan. Kun kohteeseen on saatu valittua venttiilit ja niille ilmamäärät, voidaan valita tuleva ilmanvaihtokone. Ilmanvaihtokonetta valittaessa tärkein seikka on ilmamäärät. Kohteen kokonaisilmamäärät määrittävät, minkä koneen kyseinen kohde vaatii. Ilmanvaihtokoneen valmistajia on myös useita, ja valmistajan valinnassa on otettava huomioon rakennuskohteelle tehdyn energiatodistuksen perusteella vaadittavaa ilmanvaihtokoneen hyötysuhdetta. Kun kohteeseen on saatu valittua oikeanlainen ilmanvaihtokone, voidaan aloittaa kanavienpiirto.

Ennen kanavapiirron aloitusta on tutkittava rakennekuvia ja tarkasteltava kanavien asennustiloja. Kanavapiirroissa ei yleensä ole ongelmia, jos kohde on yksikerroksinen, koska kanavat mahtuvat kulkemaan yläpohjassa, josta ne laskeutuvat jokaisen huonetilan kattoon venttiilille. Suurin ongelma kanaviensuunnittelussa syntyy siitä, kun kerroksia onkin useampia ja kanavia pitäisi kuljettaa välipohjassa. Välipohjassa ei yleensä ole tilaa kovin paljoa korkeussuunnassa ja kanavien sivuttaissiirto välipohjan sisällä on mahdotonta, koska välipohjan tukirakenteet estävät sen. Yleinen käytetty tapa on tehdä kotelo, jos kanavia tarvitsee siirtää välipohjassa sivuttaissuunnassa. Toinen hyvin yleinen tapa on laskea kattopintaa alemmas ja jättää kanaville enemmän tilaa, mutta kyseinen järjestely aiheuttaa lisäkustannuksia ja niitä pyritäänkin välttämään mahdollisimman paljon.

Kun kanavat ovat saatu piirrettyä, lisätään järjestelmään äänenvaimentimet tulo- sekä poistoilmakanavistoon. Äänenvaimentimet tulee sijoittaa heti ilmanvaihtokoneen jälkeen ennen ensimmäistäkin venttiiliä. Äänenvaimentimen valinnassa on otettava huomioon Suomessa vaadittavat ilmanvaihtolaitteistojen enimmäisäänimäärät. Lähes aina vaimentajan täytyy olla vähintään metrin mittainen, että päästään haluttuun äänimäärään. Äänenvaimentajien jälkeen suunnitelmaan lisätään kattoläpivientien paikat. Kattoläpivientejä tarvitsee tehdä ilmanvaihdon osalta keittiön lieden poistoputkelle sekä ilmanvaihtokoneen jäteilmalle. Kattoläpivientien sijoittelussa on huomioitava niitä koskevat määräykset, joita ovat esimerkiksi suojaetäisyydet muista läpivienneistä. Kattoläpivientien sijoittelussa on ajateltava myös kohteen julkikuvaa, ja onkin suotavaa, että läpiviennit sijaitsisivatkin samalla puolella kattoa.

Kun tarvittavat läpiviennit ovat suunniteltu, voidaan piirtää ilmanvaihtokoneelta poistuva jäteilma sille tarkoitetulle kattoläpiviennille. Raitisilma otetaan yleensä rakennuksen päätyseinästä mieluiten pohjoispuolelta. Raitisilma venttiilin sijaintipaikan suunnittelussa on otettava huomioon, ettei se sijaitse sellaisella paikalla, josta pääsisi mahdollisia epäpuhtauksia järjestelmään. Esimerkiksi auton tai grillin lähettyville ei kannata sijoittaa raitisilmaventtiiliä.

Kun ilmanvaihtojärjestelmä alkaa olla muilta osin suunniteltu, voidaan lopuksi lisätä kanaviin vaadittavat eristemäärät. Suomen rakennusmääräykset antavat ohjeet ilmanvaihtokanavien eristemääristä osassa C4.

Esimerkki työjärjestyksestä

- Sijoitetaan ilmanvaihtoventtiilit.
- Lasketaan ilmamäärät.
- Valitaan ilmanvaihtokone.
- Piirretään suunniteltu runkokanava.
- Piirretään kanavisto IV koneelta kauimmaiselle venttiilille.
- Tarkastetaan venttiilien sijainti.
- Piirretään venttiileille kanavat.
- Sijoitetaan äänenvaimentajat.
- Kattoläpivientien paikat
- Piirretään raitis ja likainen poisto.
- Lieden poistoilma
- Tarkastetaan eristykset.

4.2.3 Vesi- ja viemärijohdot

Vesi- ja viemärijohtojen suunnittelu aloitetaan vesi- ja viemärikalusteiden sijoittamisella pohjakuvaan. Suunnitteluohjelmalla voidaan tehdä valmis kalusteluettelo, jossa vesikalusteet ovat tyypitetty valmiiksi. Kun vesikalustelistasta valitaan haluttu laite, tekee se valmiiksi kalusteelle tarvittavat liitoskohdat. Esimerkiksi, jos kohteeseen valitaan keittiöhana, tekee suunnitteluohjelma valmiiksi kalusteelle kylmänveden, lämpimänveden ja viemäri-liitospohjan sekä valitsee sille vaadittavan koon.

Kun vesikalusteet ovat saatu sijoitettua suunnitelmaan, piirretään seuraavaksi runkovie-
märi. Runkoviemäriin piirtäminen kannattaa tehdä niin, että piirretään kauimmaiselta WC-istuimelta putki tarkastusputkelle siten, että runkoviemäristä kalusteille olisi mahdollisimman lyhyt matka. Tätä toimintamallia käytetään sen takia, koska omakotitaloissa suurin viemärikoko sisäpuolisissa viemäreissä on lähes aina WC-istuimelta lähtevä viemäri. Tällä tavalla viemäriille vaadittua vähimmäiskokoa tulee noudatettua runkoviemäriin osalta helpoimmalla tavalla.

Tämän jälkeen suunnitelmaan sijoitetaan viemäriin nousukohdat. Kun viemäriverkostosta on suunniteltu ylin kerros, tulee järjestelmään lisätä tuuletusviemäriputki. Tuuletusviemäri tulee tehdä aina painovoimaiseen viemärointijärjestelmään. Tuulettamatonta

viemäriä ei saa olla enempää kuin 10 m. Tuuletusputkeen tulee aina suunnitella puhdistusluukku. Puhdistusluukun tarkoitus on toimia huolto aukkona siltä varalta, jos viemäri menee tukkoon. Puhdistusluukusta rassataan viemäriputkea ja sen sijainti tuleekin siitä johtuen olla sellainen, että kyseinen työ on mahdollista tehdä. Kun runkoviemäri, sekä tuuletusputki on saatu suunniteltua, piirretään viemärikalusteilta kytkentäputket runkoviemäriin vähimmäiskoko vaatimuksia noudattaen.

Viemäreiden suunnittelun jälkeen siirrytään vesijohtojen piirtämiseen. Vesikalusteiden paikat ovat valittu jo aikaisemmin ja niiden perusteella valitaan kohteeseen tarvittavat jakotukit. Jakotukkien koko määräytyy vesipisteiden määrän mukaan. Jakotukkien sijaintia kannattaa miettiä hyvin tarkasti. Jakotukkien sijaintipaikka tulisi olla sellainen, että vesikalusteille tulisi mahdollisimman lyhyt matka. Jakotukit sijoitetaan yleensä kosteisiin tiloihin tai sille varattuun jakotukkikaappiin vuotoriskin takia. Kun jakotukit ovat saatu sijoitettua suunnitelmaan, piirretään niiltä vesikalusteille kytkentäputket. Kytkentäputkien jälkeen piirretään kylmän, sekä lämpimänveden syöttöputki lämmityslaitteelta jakotukille.

Esimerkki työjärjestyksestä

- Sijoitetaan vesikalusteet.
- Piirretään runkoviemäri, kauimmaiselta wc-istuimelta tarkastusputkelle.
- Sijoitetaan tuuletusviemäriin nousukohta ja puhdistusluukun paikka.
- Piirretään viemäriputkisto.
- Valitaan jakotukit ja niiden sijainti.
- Piirretään vesijohdot.

4.2.4 Lämmitys

Lämmityssuunnitelman tärkein huomioitava asia on lämmönjakotapa sekä lämmityksen tuottava laite. Lämmitysjärjestelmän suunnittelu luonnossuunnitelmavaiheessa tehdään mahdollisimman nopeasti. Luonnossuunnitteluvaiheessaärkevin vaihtoehto on olla piirtämättä lämmitysjärjestelmästä muuta kuin lämmityslaitteen ja jakotukkien paikat. Verkoston piirtäminen tässä suunnitteluvaiheessa ei ole vieläärkevää mahdollisten tilojen kokomuutoksien takia.

Lämmitysjärjestelmän jakotukkien paikkojen määrittämisessä on otettava huomioon mahdollisten vuotovesien syntyminen. Jakotukit tulisi aina sijoittaa tilaan, joissa olisi lattiakaivo. Jos tilassa, johon jakotukit sijoitetaan, ei ole lattiakaivoa olisi suotavaa sijoittaa jakotukit erilliseen jakotukkikaappiin. Jakotukkien sijoittelussa on otettava myös huomioon, että putkiston enimmäispituudet eivät ylity. Jakotukit kannattaa sijoittaa mahdollisimman lähelle niitä palvelevia huoneita, että putkivedot olisivat mahdollisimman lyhyitä.

Esimerkki työjärjestyksestä

- Sijoitetaan lämmitysjärjestelmä.
- Mainitaan lämmönjakotapa.
- Merkataan jakotukkien paikat.

5 TYÖSSÄ KÄYTETTÄVÄT OHJELMISTOT

Tämän työn tekemisessä käytettävät ohjelmat ovat urakkalaskennan osalta Broker Estimate ja suunnittelun osalta CADS Planner. Ohjelmistot valittiin työn tilaajan käytössä olleiden ohjelmistojen perusteella. Kummatkin ohjelmat ovat Suomessa hyvin yleisesti käytössä olevia ohjelmia rakentamisen alalla.

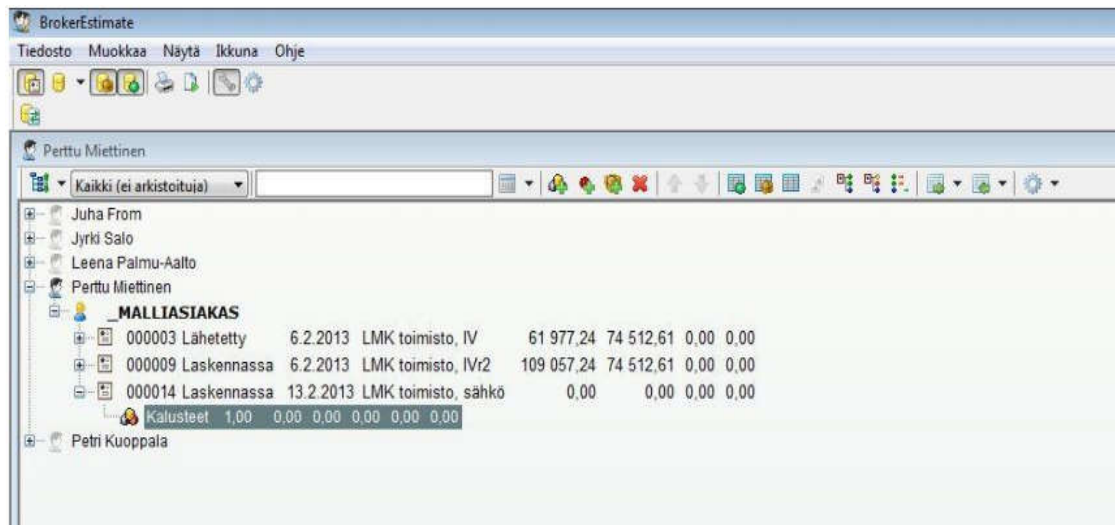
Ohjelmat ovat hyvin soveltuvia kyseisien kohteiden suunnitelmien tekemiseen. Kyseisille ohjelmille löytyy myös paljon kilpailevia ohjelmistoja, mutta tässä työssä ei tutkittu muiden ohjelmien soveltuvuutta kyseisiin kohteisiin.

5.1 Broker Estimate

Broker Estimate on tarjouslaskentaan erikoistunut ohjelmisto, joka on Suomessa yleisesti käytössä oleva tarjouslaskentatyökalu. Ohjelmisto soveltuu parhaiten suurien yritysten tarjouslaskentaan. Ohjelmaa voidaan käyttää useilla eri koneilla samaan aikaan, mikä helpottaa eri osa alueiden jakamista useammalle henkilölle suurissa kohteissa. Ohjelma on asennettava tietokoneelle erillisellä asennuslevyllä. Tämän ansioista ohjelmaa voidaan käyttää missä ja milloin tahansa. Ohjelma on hyvin selkeäkäyttöinen, ja peruslaskenta on helppoa. Ohjelma voidaan päivittää jokaisen avauskerran yhteydessä,

jolloin ohjelman etusivulle tulee ajankohtaiset laskelmat kaikista saman suunnitteluryhmän tekemistä kohteista. Ohjelmassa on erittäin hyvä laskennan tulostusmahdollisuus, joka kokoaa koko tarjouksen haluttuihin muotoihin asiakkaan toiveiden mukaan. /10, s.10-13./

Tarjouslaskenta kyseisellä ohjelmalla alkaa siitä, kun kohteesta luodaan projekti ja nimitetään se. Projektinimen alle luodaan omat ryhmät eri osa-alueille esimerkiksi kalusteet, ilmanvaihto, lämmitys, vesi- ja viemärijohdot. Tämä toimenpide selkeyttää tietojen täyttämistä sekä tarkastelua. Ryhmiin kerätään tarvittavat materiaalit, kuten esimerkiksi ilmanvaihtoon päätelaitteet, kanavat, eristeet sekä ilmanvaihtokone. Kun tarvittavat materiaalit on kerätty ja määrät ilmoitettu, voidaan tehdä projektista loppusivu, joka kokoaa samaan dokumenttiin tarvittavat tiedot. Loppusivun voi tehdä joko materiaalien, yksikköhintojen ja lopullisen tarjouksen perusteella. Kuvassa 7 on esitetty Broker Estimate -ohjelman etusivu.



KUVA 7. Broker Estimate – tarjouslaskentaohjelma /10/

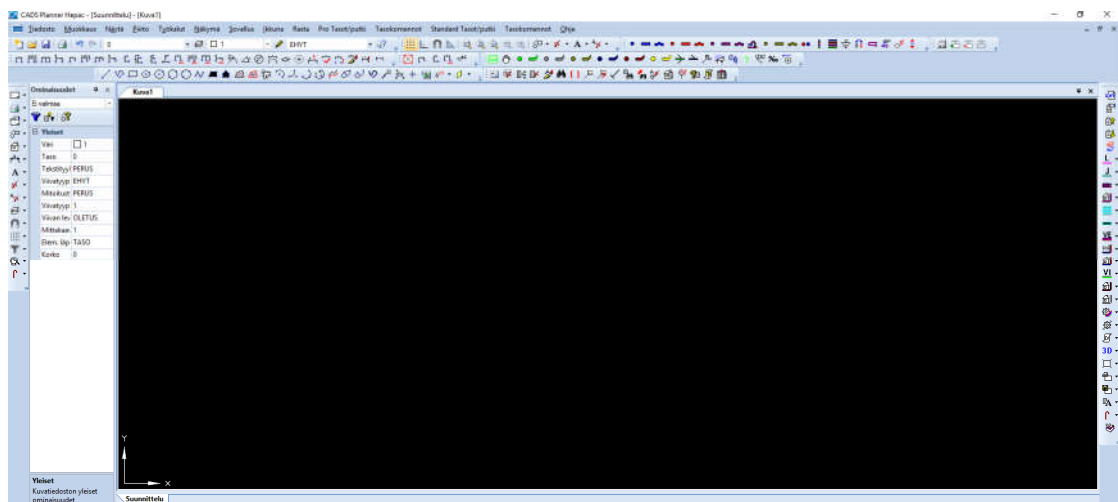
5.2 Cads

CADS Planner Hepac on rakennusalalla käytettävän tietomallipohjaiseen suunnitteluun soveltuva ohjelmisto. Ohjelman avulla voidaan tehdä suunnitelmat 2D-mallinnuksella, ja tässä muodossa suunnitteluohjelma onkin erittäin hyvä ja helppokäyttöinen. Ohjelmalla voi tehdä myös 3D-muotoisia suunnitelmia, mutta tämä ominaisuus on kyseisellä ohjelmalla LVI-tekniikan osalta puutteellinen. Ohjelmisto on Suomessa hyvin yleisesti käytetty suunnitteluohjelma pientalojen talotekniikassa. Ohjelma on suomenkielinen,

joka helpottaa ohjelman käytettävyyttä. Ohjelman avulla saa myös tehtyä suunnitelman pohjalta materiaaliluettelon LVI-numeroineen ja tämä ominaisuus helpottaa kustannuslaskelmien tekemisestä erittäin paljon. Materiaaliluettelon tekeminen on todella hyvä ja helppokäyttöinen. Tältä ohjelman osa-alueelta suurin puute löytyy viemäriosien puolesta, joita ohjelma ei laske, vaan ne joudutaan määrittämään itse.

CADS Planner Hepac Pro kanavat – ohjelman avulla voidaan suunnitella ilmanvaihtoverkoston mitoituksineen, tasapainoituksineen ja äänilaskentoineen, sekä ohjelma laskee painehäviöt verkoston jokaiselle osa-alueelle. Ohjelmasta löytyy valmiina lähes kaikki tarvittavat laitteet ilmanvaihtoverkoston suunnitteluun, kuten ilmanvaihtokone, pääte-laitteet ja huippumurit. Ohjelman avulla saadaan määritettyä piirrettävä kanavalaatu, koko, eristyslaatu ja korko.

CADS Planner Hepac Pro putki -ohjelman avulla voidaan suunnitella vesijohtoverkosto mitoituksineen, painehäviölaskelmoineen, virtaamien tarkasteluineen. Ohjelma laskee jopa lämpimän käyttöveden odotusajan kauimmaiselle kalusteelle. Ohjelmasta löytyy valmiina lähes kaikki tarvittavat kalusteet sekä laitteet vesijohtoverkoston suunnitteluun, kuten hanat, lattiakaivot ja venttiilit. Ohjelman avulla saadaan määritettyä piirrettävä putkilaatu, koko sekä korko. Kuvassa 8 on esitetty CADS Planner -suunnitteluohjelman suunnittelutila.



KUVA 8. CADS Planner –suunnitteluohjelma /11/

6 TARJOUSLASKELMA

Tarjouslaskelman tarkoituksena on kertoa asiakkaalle työn suorittamiseen tarvittavat materiaalit sekä tuleva työaika. Laskelmassa otetaan myös huomioon kaikki työn suorittamiseen tarvittavat lisäkustannukset, kuten työntekijöiden kilometrikorvaukset, sosiaalikulut, ateriakorvaukset sekä telinekustannukset.

Tarjouslaskenta on prosessi, joka alkaa tarjouspyynnön vastaanottamisesta. Tarjouspyynnön vastaanottamisen jälkeen tehdään ensimmäisenä vaiheena arvio, onko kyseinen työ mahdollista ja kannattavaa suorittaa. Tämän jälkeen kohteen työvoimantarve kartoitetaan sekä mietitään tarvittava työvoimaresurssi. Seuraavaksi mietitään kustannukset. Kustannusten määrittäminen on laskennan suuritöisin vaihe. Kustannusten määrittäminen kattaa kaikkien tuotteiden, töiden ja mahdollisten lisien lopulliset kustannukset. Kun kustannukset saadaan määritettyä, mietitään kohteelle sopiva kate. Sen tarkoituksena on kattaa yritykselle työkohteesta aiheutuvat sivukulut, tarjouslaskelmaan käytetty aika sekä kohteesta suunniteltu voitto-osuus. Kun kustannukset ja kate on määritetty, voidaan tehdä lopullinen tarjous, joka lähetetään tarjouspyynnön lähettäjälle kirjallisena. /10, s.17./

Tarjouslaskenta kuulostaa yksinkertaiselta prosessilta, mutta tarjouslaskentatyylejä onkin lukemattoman monia ja lähes jokaisella yrityksellä on oma tyyhinsä laskea tarjouksia. Nykyisin hyvin usein yritykset käyttävät eri ohjelmistoja tarjouslaskennassa, joka oikeinkäytettynä nopeuttaa laskemista sekä vähentää mahdollisia virheitä. Yksi suurimmista ajansäästäjistä on massatietojen luku suoraan suunnitelmasta, määrälaskentaohjelmalla. Näin kaikkia tuotteita ei tarvitse lukea kuvasta itse, vaan ne saadaan suoraan tietokoneen laskemana. Suunnitteluohjelmien tekemä materiaaliluettelo pitää viedä urakkalaskentaohjelmaan, joka laskee tuotteille halvimman hinnan sekä keskimääräisen työajan. Lopuksi ohjelmasta saa tulostettua täydellisen materiaaliluettelon yksikköhintoihin sekä lopullisen tarjoushinnan. /10, s.17-18./

Tarjouslaskenta onkin yrityksille erittäin merkittävä työvaihe. Tarjouslaskentaprosessin täytyy olla erittäin tehokasta, koska vain hyvin pieni osa tarjouksista saadaan voitettua. Tarjousten tekeminen voi olla yrityksille kallista. Jos kohdetta ei voiteta, käytetään tarjouslaskentaan turhaa aikaa, koska sitä ei voida laskuttaa asiakkaalta. Tämän takia tarjouksien tekeminen pyritään tekemään mahdollisimman tehokkaasti. Usein tehokkaasti

tehtäessä virheiden määrä kasvaa, ja sitä pyritäänkin ehkäisemään suuntaa antavilla esimerkkihinnoilla sekä kohteeseen sopivalla tarkastuksella.

6.1 Luonnossuunnitelman perusteella

Luonnossuunnitelman perusteella tehtävässä kustannuslaskelmassa käytetään CADs:in omaa materiaaliluetteloa, joka määräytyy kuvaan piirrettyjen elementtien perusteella. Materiaaliluettelo siirretään Exceeliin ja tarkistetaan kaikki tärkeimmät materiaalit. Tämän jälkeen listaa täydennetään tarvittaessa sellaisten tuotteiden osalta, mitä CADs ei ota huomioon tai mitä on jätetty piirtämättä.

Materiaaliluettelosta tulee väkisinkin vajaa, koska kaikkia elementtejä ei luonnossuunnitelmaan piirretä. Tämän toimintamallin tarkoituksena on saada suuntaa antava materiaaliluettelo ja kustannuslaskelma.

6.2 Huonekorteilla

Huonekorteilla tehtävä urakkalaskelma perustuu siihen, että luodaan jokaiselle huoneelle oma huonekortti, joka sisältää kyseisen tilan vaatimat talotekniset laitteet ja suuntaa antava verkoston pituus. Kaikille yläkerran sekä alakerran huoneille on erilaiset huonekortit, koska esim. ilmanvaihdossa eristystarve on suurempi yläkerran osalta.

Kyseinen huonekorttijärjestelmä on tehty pitkän kokemuksen perusteella. Jokaiselle huoneelle on valittu sellaiset laitteistot ja materiaalit, jotka täyttävät vaadittavat määräykset sekä ovat pärjänneet hintavertailussa parhaiten. Huonekorteilla tehtävä kustannuslaskelma pitäisi olla niin sanottu minimihinta.

6.3 Toteutussuunnitelman perusteella

Toteutussuunnitelman perusteella tehtävässä kustannuslaskelmassa käytetään suunniteluohjelman omaa materiaaliluetteloa, joka pitäisi olla täsmällisin näistä kolmesta materiaaliluetteloista. Materiaaliluettelo siirretään Exceeliin, ja tarkistetaan kaikki tärkeimmät materiaalit ja täydennetään tarvittaessa sellaisten tuotteiden osalta, mitä kyseinen ohjelma ei ota huomioon tai mitä on jätetty piirtämättä.

CADS-suunnitteluohjelma ei ota materiaaliluetteloon huomioon kaikkia viemäriverkoston osia. Materiaaliluettelo tulee tarkastaa aina ennen tietojen syöttämistä urakalaskentaohjelmistoon. Tämä tarkastus on erittäin tärkeä, jos halutaan tehdä tarkka kustannuslaskelma. Tämän laskelman tekemisen on tarkoituksena olla asiakkaalle tietona tulevasta LVI-urakan kustannuksista.

7 HARJOITUSKOHTEET JA NIIDEN KUVAUS

Kaikki kohteet ovat uudisrakennuksia, ja ne ovat ympärivuotisessa käytössä. Kohteista tulee asuinrakennuksia, joiden pinta-alat ovat noin 200 m². Jokaisessa rakennuksessa on vesikiertoinen lattialämmitys, koneellinen ilmanvaihto, kunnallinen vesi ja viemäri-liityntä. Kohteet ovat puurunkoisia, 2-kerroksisia ja alapohjana maanvastainen teräsbetonilaatta.

Ilmanvaihtokoneena kohteessa 1 käytetään Vallox 110 SE. Ilmanvaihtokone on tarkoitettu keskisuuriin omakotitaloihin. Kohteessa 2 sekä 3 ilmanvaihtokoneena käytetään Vallox 145 SE:tä. Ilmanvaihtokone on energialuokaltaan A+, ja se on tarkoitettu suuriin asuntoihin. Jokaisessa ilmanvaihtokoneessa on puhaltimen nopeudensäätö, jolla voidaan tarvittaessa tehostaa tai alentaa ilmanvaihdon määrää. Ilmanvaihtokoneissa on lämmöntalteenottolaite, joka hyödyntää poistoilman lämmön ja siirtää sen tuloilman lämmitykseen. Ilmanvaihtokanavana käytetään sinkittyä kierresaumattua peltikanavaa. Ilmanvaihdon päätelaitteena käytetään Fläkt Woodsin valmistamia tuotteita.

Vesijohtoina käytetään muoviputkea asennettuina rakenteiden sisään. Muoviputket jaetaan jokaiselle kalusteelle omanaan erillisen jakotukin avulla. Lämminkäyttövesi tuotetaan lämmityslaitteen avulla, jossa on erillinen lämmönvaihdin tätä varten. Viemäriputkena käytetään muoviputkea, ja liitokset tehdään tiivisteellisin muhviilitoksin.

Kohteessa 1 lämmitysjärjestelmänä toimii kaukolämpökeskus. Kohteessa 2 lämmitys-järjestelmänä käytetään poistoilmalämpöpumppua. Kohteessa 3 lämmitys-järjestelmänä käytetään maalämpöpumppua. Lämmönjakotapana jokaisessa kohteessa tulee olemaan vesikiertoinen lattialämmitys. Jokaiseen huonetilaan tulee termostaatit, jotka aistivat huonelämpötilaa. Kosteisiin tiloihin ei tule termostaatteja, vaan niissä käytetään termostaattien tilalla käsisäätöpyörää.

8 TULOKSET

Työn tulokset ovat onnistuneita, ja ne antavat selkeän kuvan tulevaisuuden suunnittelusekä kustannuslaskentatoimintamallille. Luonnossuunnitelman toimintamalli oli toimiva ja kohteista tehdyt ennakkotiedot olivat riittävät. Kohteiden luonnossuunnitelmista tuli hyvät, ja kyseistä toimintamallia voi käyttää jatkossakin.

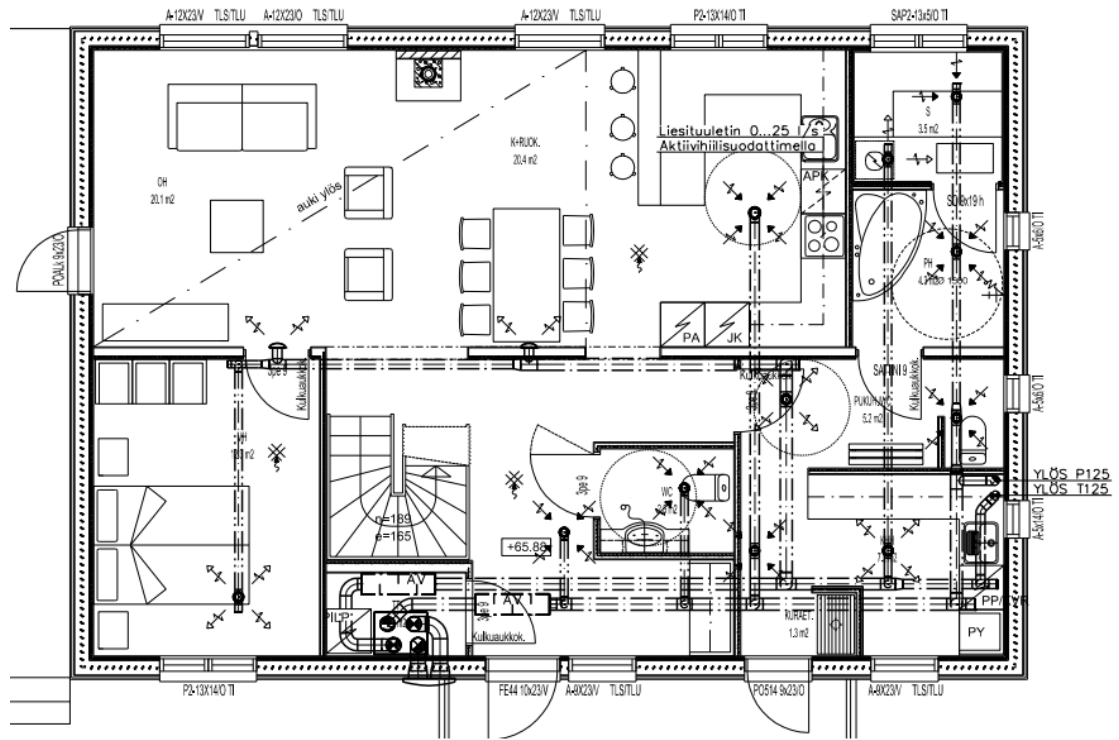
Kohteista tehtyjen kustannuslaskelmien perusteella käy selkeästi ilmi, kuinka paljon eroavaisuutta syntyy, kun laskelmat tehdään eri tavalla. Kustannuslaskelmista tuli onnistuneita, ja tulokset olivat odotettuja. Huonekorteilla tehdyt kustannuslaskelmat olivat hinnaltaan huomattavasti pienemmät kuin suunnitelmien materiaaliluetteloiden perusteella tehtyjen kustannuslaskelmien hinnat.

8.1 Luonnossuunnitelmat

Luonnossuunnitelmista tuli erittäin hyviä ja selkeitä suunnitelmia. Luonnossuunnitelma helpottaa asiakasta hahmottamaan tulevan laitteiston vaatimat tilantarpeet ja auttaa hahmottamaan laitteiston sijaintipaikkojen valinnassa.

Luonnossuunnitelma voi olla hankala ymmärrettävä monelle sellaiselle ihmiselle, joka ei ole joutunut työskentelemään LVI-suunnitelmien kanssa. Siitä johtuen asiakkaan kanssa on suunnitelmien valmistuttua käytävä lävitse järjestelmän toimintaa ja laitteistojen valintaan vaikuttavat tekijät. Asiakkaan on hyvä tietää tulevasta järjestelmästä ja sen toiminnasta.

Kuvassa 9 on esitetty luonnossuunnitelma yhdestä esimerkkikohteesta. Suunnitelma on ensimmäisen kerroksen ilmanvaihtosuunnitelma. Kuvassa on esitetty vaihtoehto mahdollisille kanaviston reititykselle ja venttiilien sijainnit on hahmotettuna pohjakuvaan. Kuten kuvasta näkyy, suunnitelmassa ei ole kanavistolle koko merkintöjä, päätelaitteiden tietoja eikä mitään muutakaan tekstiä. Suunnitelmaan tulee ainoastaan verkosto ja päätelaitteet. Liitteissä on esitettyinä yhden kohteen kaikki LVI-luonnossuunnitelmat.



KUVA 9. Luonnossuunnitelma IV /10/

8.2 Kustannuslaskelmat

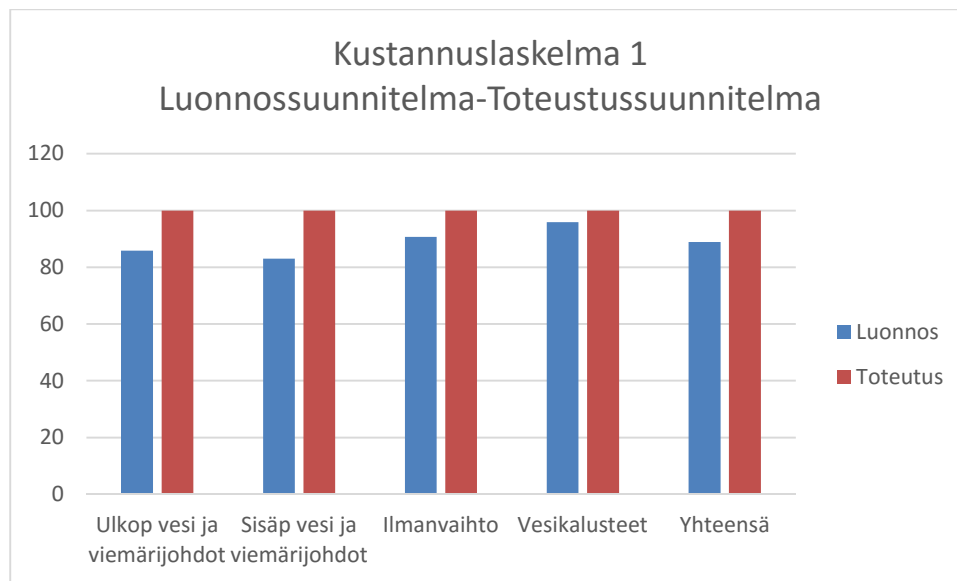
Kustannuslaskelmien tulokset olivat luonnossuunnitelman osalta odotettavat ja luotettavat. Ennakkoon oli tiedossa, että luonnossuunnitelman perusteella tehty kustannuslaskelma tulee olemaan edullisempi kuin toteutussuunnitelman perusteella tehty kustannuslaskelma. Luonnossuunnitelmien kustannuslaskelmien perusteella voidaan jatkossa olettaa toteutussuunnitelman tuleva kustannus.

Huonekorttien hinnan odotettiin olevan huomattavasti pienempi kuin toteutussuunnitelman perusteella tehty kustannuslaskelma. Tulosten perusteella voidaan olettaa, kuinka paljon keskimäärin huonekorteilla tehty kustannuslaskelma eroaa toteutussuunnitelman perusteella tehdystä laskelmasta, sekä luonnossuunnitelman perusteella tehdystä kustannuslaskelmasta.

Tuloksissa suurin eroavaisuus syntyi huonekorteilla tehdyssä kustannuslaskelmassa ulkopuolisista viemäreistä ja kaivoista, joita huonekorteissa oli puutteellisesti. Kaikissa kustannuslaskelmissa suurin eroavaisuus syntyi vesi- ja viemärijohdoissa.

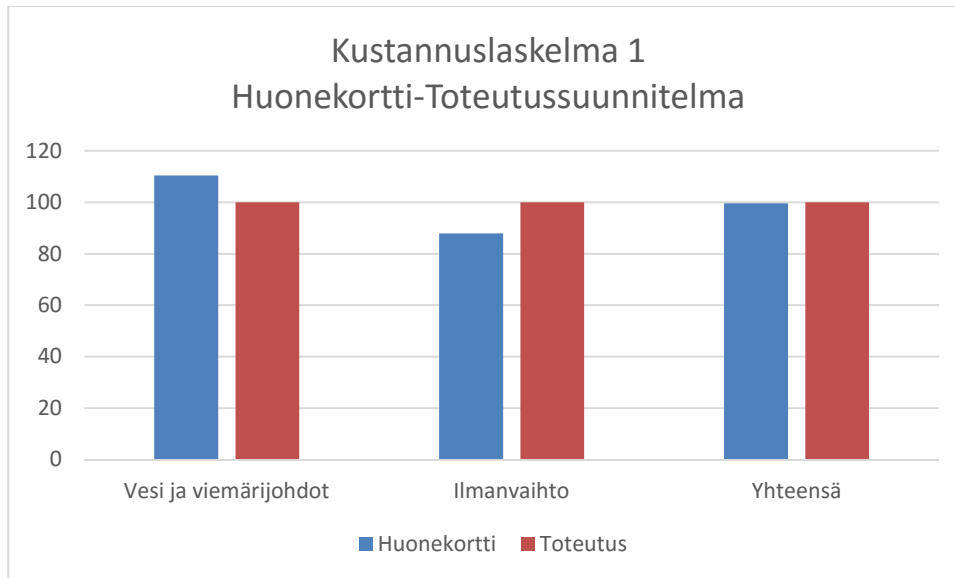
8.2.1 Kohde 1

Ensimmäisen kohteen kustannuslaskelmavertailujen perusteella kävi ilmi, että kohteen luonnossuunnitelman perusteella tehdyn kustannuslaskelman hinnat ovat kaikilta osin halvempia kuin toteutussuunnitelman perusteella tehtyjen laskelmien. Ulkopuolisissa vesi- ja viemärijohdoissa erotusta tuli noin -14 %, sisäpuolisissa vesi- ja viemärijohdoissa noin -17 %, ilmanvaihdossa noin -9 %, vesikalusteissa noin -4 % ja kaikki yhdessä laskettuna noin -11 %. Kuvassa 10 tulokset on esitetty pylväsdiagrammeina.



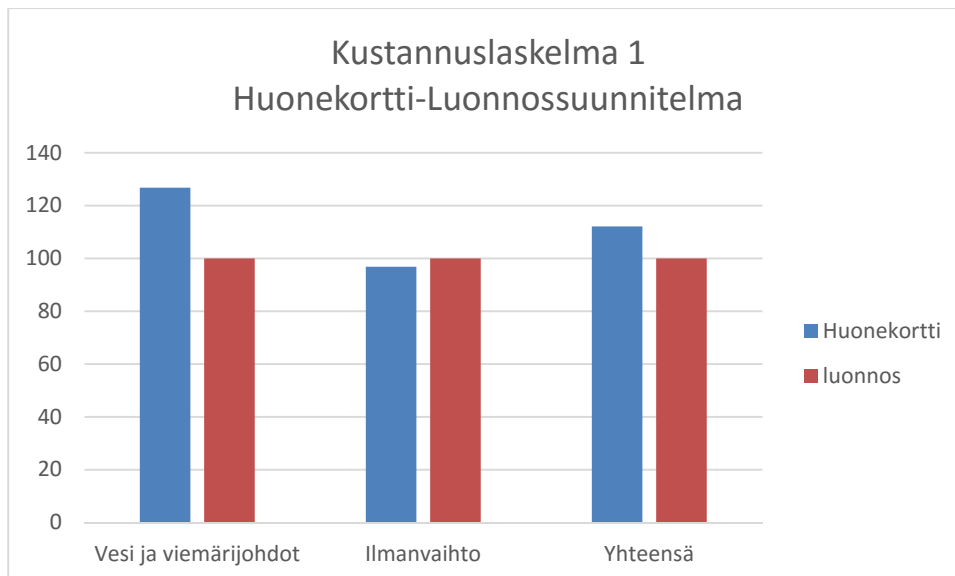
KUVA 10. Kustannuslaskelma luonnos-toteutussuunnitelma

Ensimmäisen kohteen kustannuslaskelmavertailujen perusteella selvisi, että kohteeseen huonekorteilla tehdyn kustannuslaskelman hinnat ovat vesi- ja viemärijohtojen osalta suuremmat kuin toteutussuunnitelman perusteella tehtyjen laskelmien. Ilmanvaihdon osalta hinta on jonkin verran halvempi. Vesi- ja viemärijohdoissa hintaeroa tuli noin +10 %, ilmanvaihdossa noin -12 % ja yhteensä laskettuna hinta oli lähes sama. Kuvassa 11 tulokset on esitetty kaaviomuodossa.



KUVA 11. Kustannuslaskelma huonekortti – toteutussuunnitelma

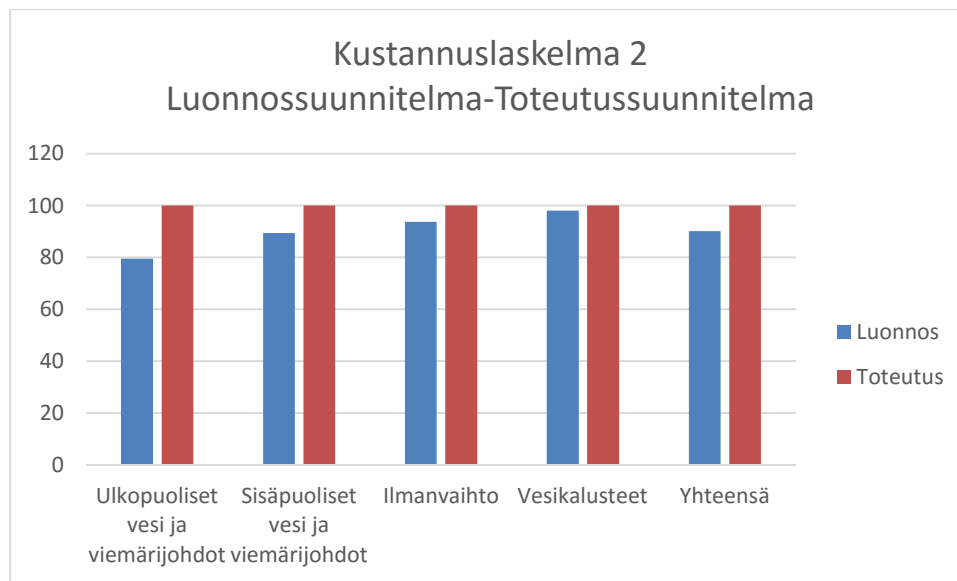
Ensimmäisen kohteen kustannuslaskelmavertailujen perusteella selvisi, että kohteeseen huonekorteilla tehdyn kustannuslaskelman hinnat ovat vesi- ja viemärijohtojen osalta suuremmat kuin luonnossuunnitelman perusteella tehtyjen laskelmien. Ilmanvaihdon osalta hinta on hieman halvempi. Vesi- ja viemärijohtoisissa hinta eroa tuli noin +27 %, ilmanvaihdossa noin -3 % ja yhteensä laskettuna noin -12 %. Kuvassa 12 tulokset on esitetty kaaviomuodossa.



KUVA 12. Kustannuslaskelma huonekortti – luonnossuunnitelma

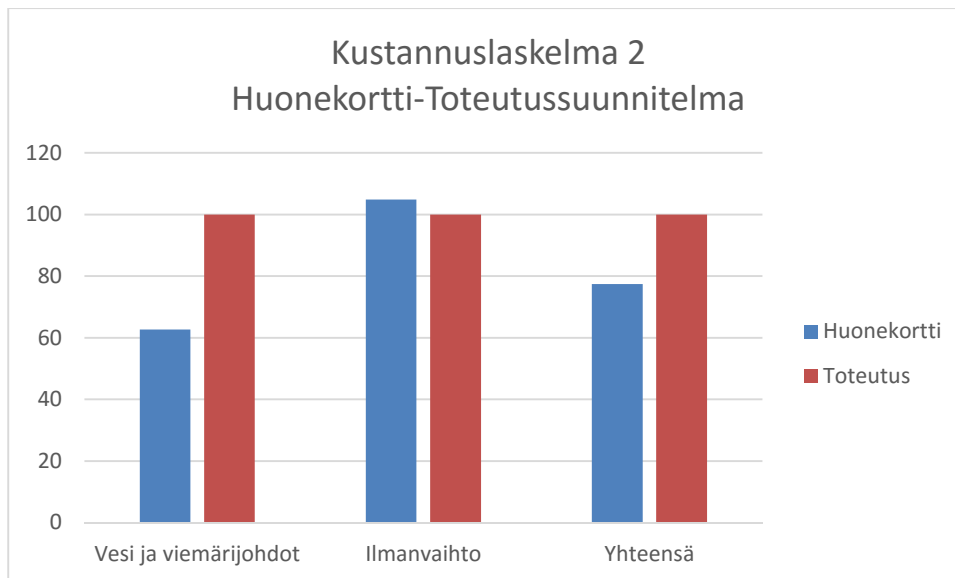
8.2.2 Kohde 2

Toisen kohteen kustannuslaskelmavertailujen perusteella kävi ilmi, että kohteen luonnossuunnitelman perusteella tehdyn kustannuslaskelman hinnat ovat kaikilta osin halvempia kuin toteutussuunnitelman perusteella tehtyjen laskelmien. Ulkopuolisissa vesi- ja viemärijohdoissa erotusta tuli noin -20 %, sisäpuolisissa vesi- ja viemärijohdoissa noin -10 %, ilmanvaihdossa noin -6 %, vesikalusteissa noin -2 % ja kaikki yhdessä laskettuna noin -10 %. Kuvassa 13 tulokset on esitetty kaaviomuodossa.



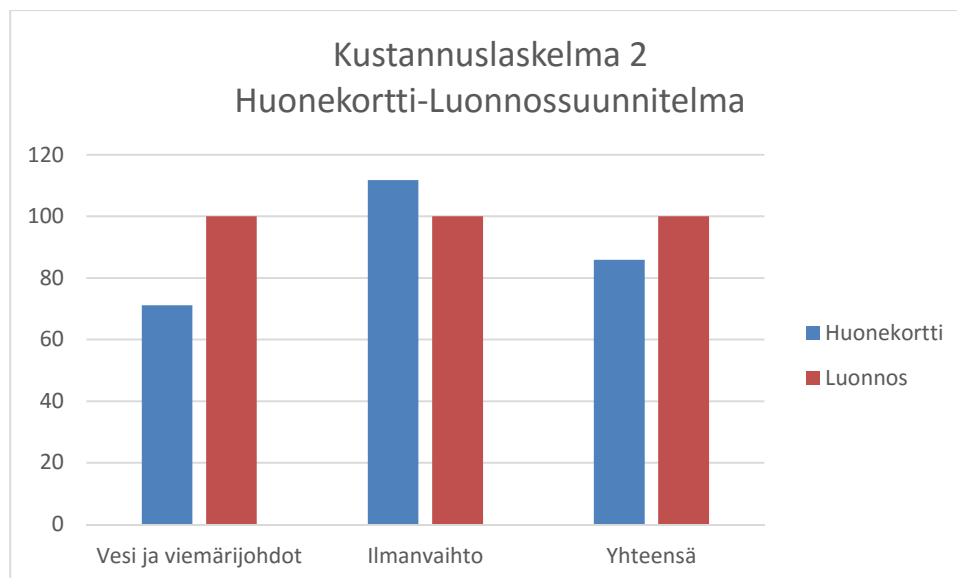
KUVA 13. Kustannuslaskelma luonnos – toteutussuunnitelma

Toisen kohteen kustannuslaskelmavertailujen perusteella selvisi, että kohteeseen huonekorteilla tehdyn kustannuslaskelman hinta on vesi- ja viemärijohdojen osalta huomattavasti halvempi, kuin toteutussuunnitelman perusteella tehtyjen laskelmien. Ilmanvaihdon osalta hinta on vastaavasti hieman suurempi. Vesi- ja viemärijohdoissa hinta eroa tuli noin -37 %, ilmanvaihdossa noin +5 % ja yhteensä laskettuna hinta oli noin -22 % pienempi. Kuvassa 14 tulokset on esitetty kaaviomuodossa.



KUVA 14. Kustannuslaskelma huonekortti – toteutussuunnitelma

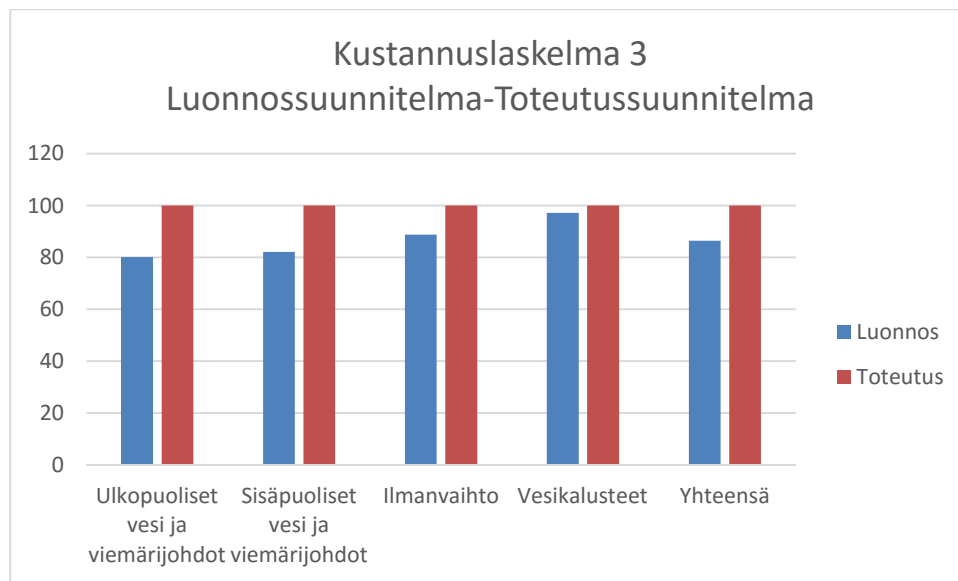
Toisen kohteen kustannuslaskelmavertailujen perusteella selvisi, että kohteeseen huonekorteilla tehdyn kustannuslaskelman hinta on vesi- ja viemärijohdojen osalta huomattavasti halvempi kuin luonnossuunnitelman perusteella tehtyjen laskelmien. Ilmanvaihdon osalta hinta on puolestaan suurempi. Vesi- ja viemärijohdoissa hinta eroa tuli noin -29 %, ilmanvaihdossa noin +12 % ja yhteensä laskettuna noin -14 %. Kuvassa 15 tulokset on esitetty kaaviomuodossa.



KUVA 15. Kustannuslaskelma huonekortti – luonnossuunnitelma

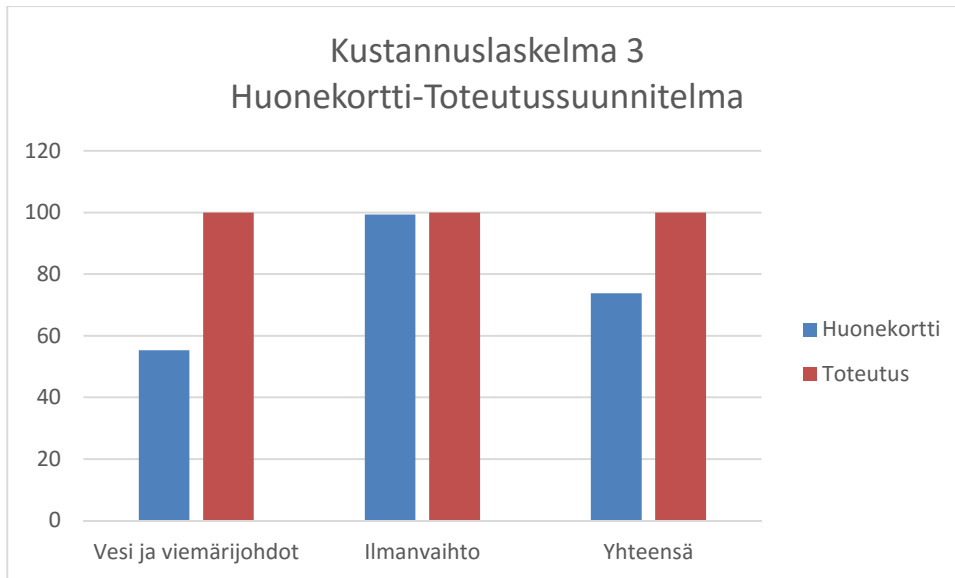
8.2.3 Kohde 3

Kolmannen kohteen kustannuslaskelmavertailujen perusteella kävi ilmi, että kohteen luonnossuunnitelman perusteella tehdyn kustannuslaskelman hinnat ovat kaikilta osin halvempia kuin toteutussuunnitelman perusteella tehtyjen laskelmien. Ulkopuolisissa vesi- ja viemärijohdoissa erotusta tuli noin -20 %, sisäpuolisissa vesi- ja viemärijohdoissa noin -18 %, ilmanvaihdossa noin -11 %, vesikalusteissa noin -3 % ja kaikki yhdessä laskettuna noin -13 %. Kuvassa 16 tulokset on esitetty kaaviomuodossa.



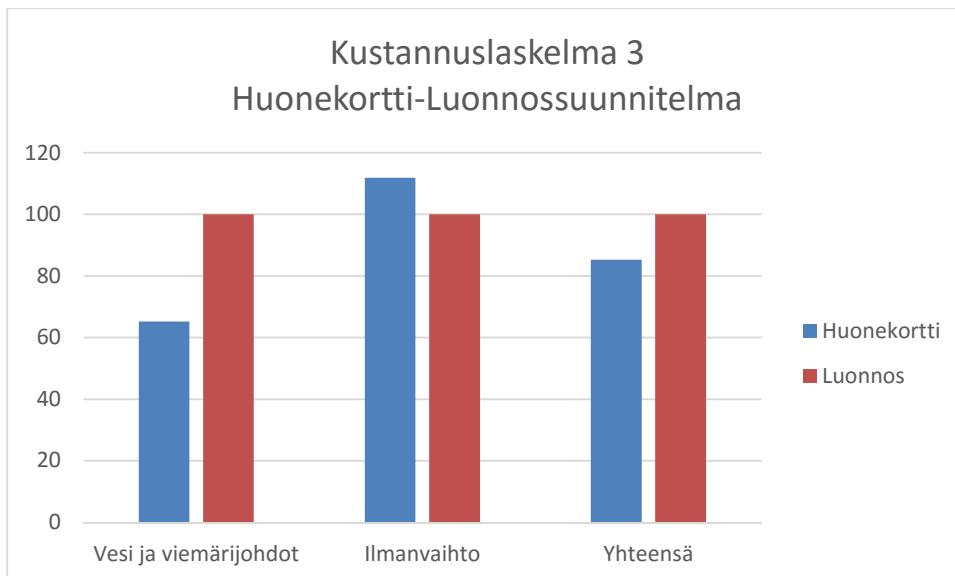
KUVA 16. Kustannuslaskelma luonnos – toteutussuunnitelma

Kolmannen kohteen kustannuslaskelmavertailujen perusteella selvisi, että kohteeseen huonekorteilla tehdyn kustannuslaskelman hinta on vesi- ja viemärijohtojen osalta huomattavasti halvempi kuin toteutussuunnitelman perusteella tehtyjen laskelmien. Ilmanvaihdon osalta hinta on lähes sama. Vesi- ja viemärijohdoissa hinta eroa tuli noin -45 %, ilmanvaihdossa noin -1 % ja yhteensä laskettuna hinta oli noin -26 % pienempi. Kuvassa 17 tulokset on esitetty kaaviomuodossa.



KUVA 17. Kustannuslaskelma huonekortti – toteutussuunnitelma

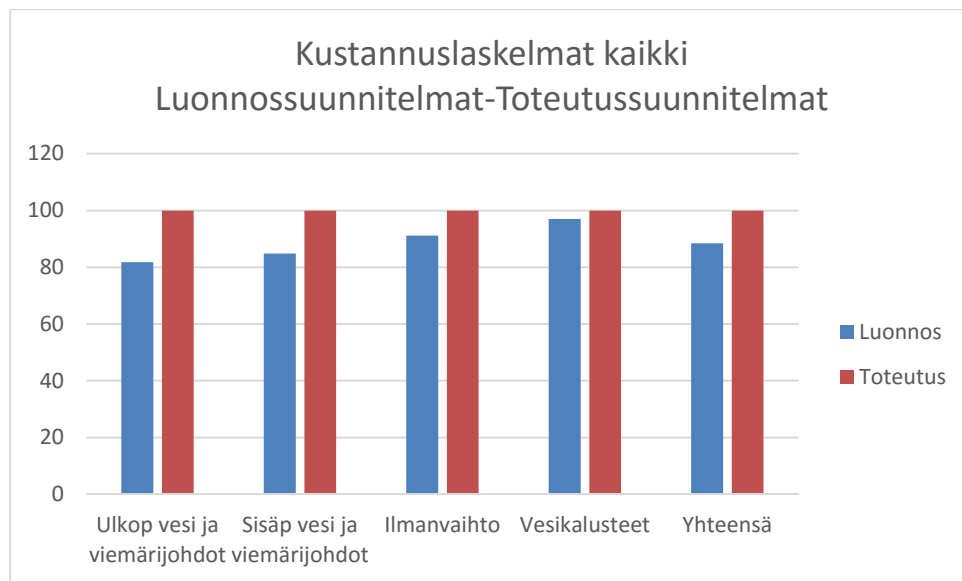
Kolmannen kohteen kustannuslaskelmavertailujen perusteella selvisi, että kohteeseen huonekorteilla tehdyn kustannuslaskelman hinta on vesi- ja viemärijohtojen osalta huomattavasti halvempi kuin luonnossuunnitelman perusteella tehtyjen laskelmien. Ilmanvaihdon osalta hinta on puolestaan suurempi. Vesi- ja viemärijohtoissa hinta eroa tuli noin -35 %, ilmanvaihdossa noin +12 % ja yhteensä laskettuna noin -15 %. Kuvassa 18 tulokset on esitetty kaaviomuodossa.



KUVA 18. Kustannuslaskelma huonekortti – luonnossuunnitelma

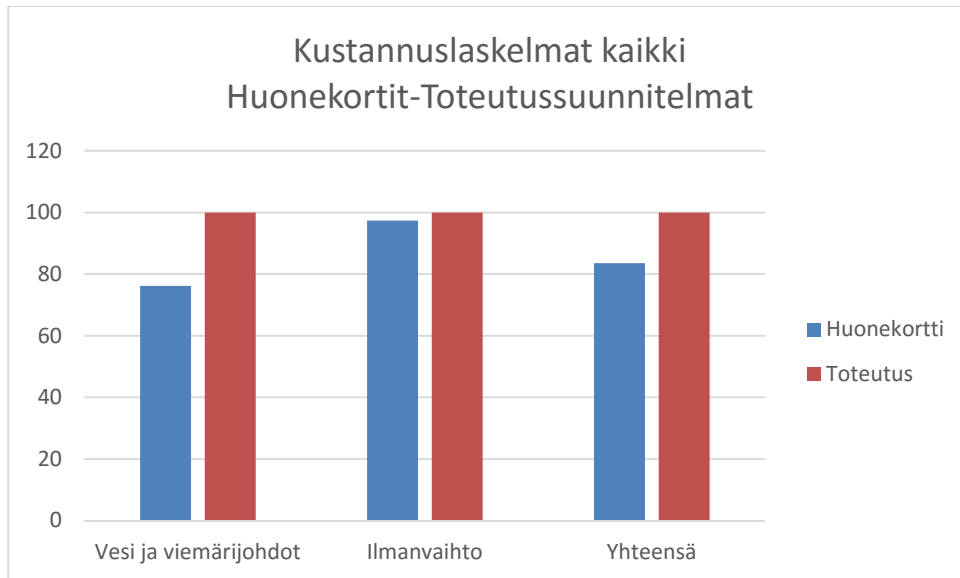
8.2.4 Kaikki kohteet yhdessä

Kaikkien kolmen kohteen kustannuslaskelmavertailujen perusteella kävi ilmi, että kohteisiin tehtyjen luonnossuunnitelmien perusteella kustannuslaskelmien hinnat ovat kaikilta osin halvempia kuin toteutussuunnitelman perusteella tehtyjen laskelmien. Ulkopuolisissa vesi- ja viemärijohdoissa erotusta tuli noin -18 %, sisäpuolisissa vesi- ja viemärijohdoissa noin -15 %, ilmanvaihdossa noin -9 %, vesikalusteissa noin -3 % ja kaikki yhdessä laskettuna noin -11 %. Kuvassa 19 tulokset on esitetty kaaviomuodossa.



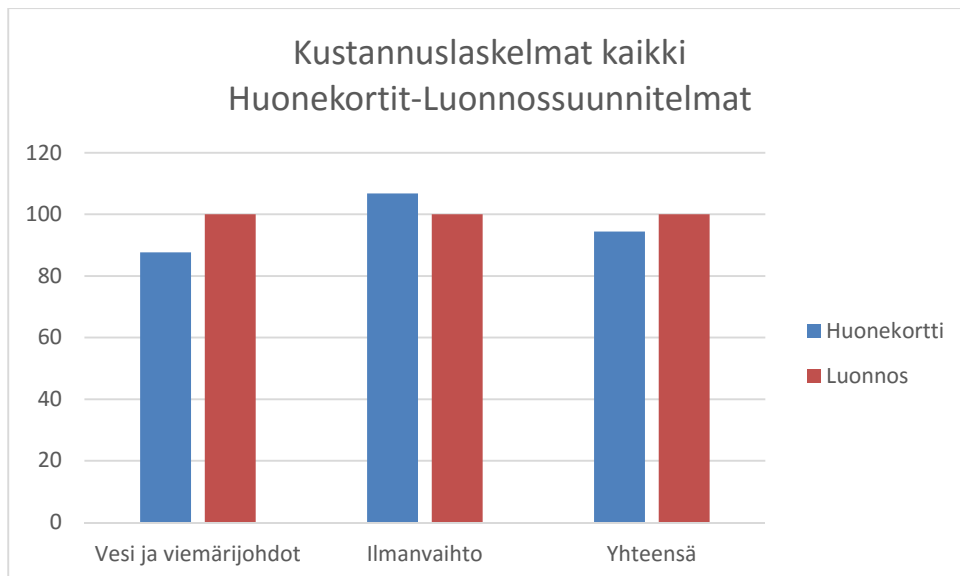
KUVA 19. Kustannuslaskelmat luonnos – toteutussuunnitelma

Kaikkien kolmen kohteen perusteella tehtyjen kustannuslaskelma vertailujen perusteella selvisi, että kohteeseen huonekorteilla tehdyn kustannuslaskelmien hinta on vesi- ja viemärijohdojen osalta huomattavasti halvempi, kuin toteutussuunnitelman perusteella tehtyjen laskelmien. Ilmanvaihdon osalta hinta on lähes sama. Vesi- ja viemärijohdoissa hinta eroa tuli noin -24 %, ilmanvaihdossa noin -3 % ja yhteensä laskettuna hinta oli noin -16 % pienempi. Kuvassa 20 tulokset on esitetty kaavio muodossa.



KUVA 20. Kustannuslaskelma huonekortit – toteutussuunnitelmat

Kaikkien kolmen kohteen perusteella tehtyjen kustannuslaskelma vertailujen perusteella selvisi, että kohteeseen huonekorteilla tehdyn kustannuslaskelmien hinta on vesi- ja viemärijohdojen osalta hieman halvempi kuin luonnossuunnitelman perusteella tehtyjen laskelmien. Ilmanvaihdon osalta hinta on suurempi. Vesi- ja viemärijohdoissa hinta eroa tuli noin -12 %, ilmanvaihdossa noin +7 % ja yhteensä laskettuna hinta oli noin -6 % pienempi. Kuvassa 21 tulokset on esitetty kaaviomuodossa.



KUVA 21. Kustannuslaskelmat huonekortit – luonnossuunnitelmat

9 TULOSTEN TARKASTELU

Työn tuloksista käy ilmi, minkälainen luonnossuunnitelma syntyy kyseisillä ohjeilla tehdystä pientalon LVI-suunnitelmasta. Malliesimerkkinä teorian lisäksi toimii kolmesta omakotitalosta tehdyt luonnossuunnitelmat ja niiden perusteella tehdyt kustannuslaskelmat.

Luonnossuunnitelman toimintamallista tuli toimiva ja selkeä. Uudessa ennakkotietolomakkeessa oli tarvittavat tiedot suunnitelmien tekemiseen. Työn lopputulos onnistui toivotulla tavalla ja luonnossuunnitelman toimintamallia voidaan käyttää yrityksen tarjoamana palveluna tulevaisuudessa.

Kustannuslaskelmien tekemistä voidaan tulosten perusteella kehittää yritykselle sopivaan muotoon. Tuloksista tuli riittävän luotettavia ja tuloksista ei käynyt ilmi mitään yllättävää. Tulokset olivat sellaisia, kuin oli odotettavissakin.

9.1 Suunnitelmat

Suunnitelmista tuli selkeitä ja ne valmistuivat hyvin nopeassa ajassa. Ennakkotietolomake oli riittävän laaja suunnitelmien tekemiseen. Suurimmat erot toteutussuunnitelman ja luonnossuunnitelman välillä ovat suunnitelmaan tehtävissä viiteteksteissä. Luonnossuunnitelmaan ei tule lähes mitään tekstejä tai kokomerkinlöjä.

Ilmanvaihdon suunnittelussa suurin eroavaisuus luonnossuunnitelman ja toteutussuunnitelman välillä syntyy eristeistä, joita ei luonnossuunnitelmaan piirretä. Venttiilien tekstejä eikä putkistojen kokomerkinlöjä myöskään kirjoiteta. Toteutussuunnitelmasta tulee usein helposti sekava, jos tekstejä ei saada sijoitettua suunnitelmaan riittävän selkeästi. Luonnossuunnitelmassa ei tätä ongelmaa ole, ja suunnitelma onkin huomattavasti selkeämpi luettava kuin toteutussuunnitelma.

Vesi- ja viemärijohdoista tehty luonnossuunnitelma on hyvin selkeä, koska suunnitelmaan ei tarvitse tehdä mitään kirjoituksia. Toteutussuunnitelman suurin eroavaisuus luonnossuunnitelmaan syntyy tekstien viitteistä ja putkien kokomerkinlöistä. Myöskään kalusteita ei tarvitse tyyppittää luonnossuunnitelmaan eikä putkistolle tarvitse suunnitella koko tai korkoasetuksia.

9.2 Kustannuslaskelmat

Tehtyjen kustannuslaskelmien perusteella näkee hyvin selkeästi kuinka paljon luonnossuunnitelman perusteella tehty kustannuslaskelma poikkeaa toteutussuunnitelman perusteella tehtyyn kustannuslaskelmaan. Kolmesta kohteesta tehtyjen luonnossuunnitelmien perusteella tehdyn kustannuslaskelman hinta on noin -11 % pienempi, kuin toteutussuunnitelman perusteella tehdyn kustannuslaskelman. Hintaero johtuu siitä, ettei luonnossuunnitelmaan piirretä kaikkea yhtä tarkasti, kuin toteutussuunnitelmaan ja joidakin elementtejä ei edes piirretä laisinkaan. Tulos oli hyvin uskottava ja selitettävissä.

Kolmesta kohteesta huonekorteilla tehdyistä kustannuslaskelmista kävi ilmi, että hinta on toteutussuunnitelmaan nähden yhteensä noin -16 % pienempi. Hintaero johtuu siitä, että huonekorteilla tehdyssä kustannuslaskelmassa on käytetty kaikkein edullisimpia kalusteita ja materiaaleja. Lisäksi huonekorteista puuttui joitain elementtejä ja laitteita, joita toteutussuunnitelmassa oli. Esimerkiksi ulkopuolisissa viemäreissä tuli paljon hintaeroa johtuen siitä, ettei huonekortteihin ollut lisätty kaikkia vaadittavia kaivoja. Huonekorttien hintaa vertailtiin myös luonnossuunnitelman perusteella tehtyyn kustannuslaskelmaan, ja siinä huonekorttien hinta oli -6 % pienempi kuin luonnossuunnitelman.

10 POHDINTA

Työ onnistui erittäin hyvin. Luonnossuunnitelmista tuli selkeitä, ja ne valmistuivat nopeasti. Luonnossuunnitelman toimintamalli voidaan ottaa yrityksen käyttöön. Kustannuslaskelmista tuli odotettavat tulokset, ja niitä voidaan pitää luotettavina.

Työ oli erittäin mielenkiintoinen ja opettavainen. Työn ansiosta oppi ymmärtämään rakennusprojektin eri vaiheet. Opinnäytetyön tekeminen opetti käyttämään suunnitteluohjelmaa sekä hyödyntämään sen tarjoamaa materiaaliluetteloa kustannuslaskelmien tekemisessä. Ennakkotietolomakkeen parantelu auttoi miettimään, mitä ennakkotietoja suunniteltavasta kohteesta tarvitaan, että siitä voidaan tehdä suunnitelmat.

Työssä laadittua luonnossuunnitelman toimintamallia odotetaan käytettäväksi yrityksen toiminnassa. Parhaiten toimintamalli tuottaa tulosta vähintään kaksi kerroksisen omakotitalon suunnittelussa. Laaditusta toimintamallista on hyötyä suunnittelijoiden ohjeistuksessa kyseisen suunnitelman tekemiseksi, koska kaikilla on samat ohjeet ja tällä tavalla suunnitelmista tulee tasalaatuisempia.

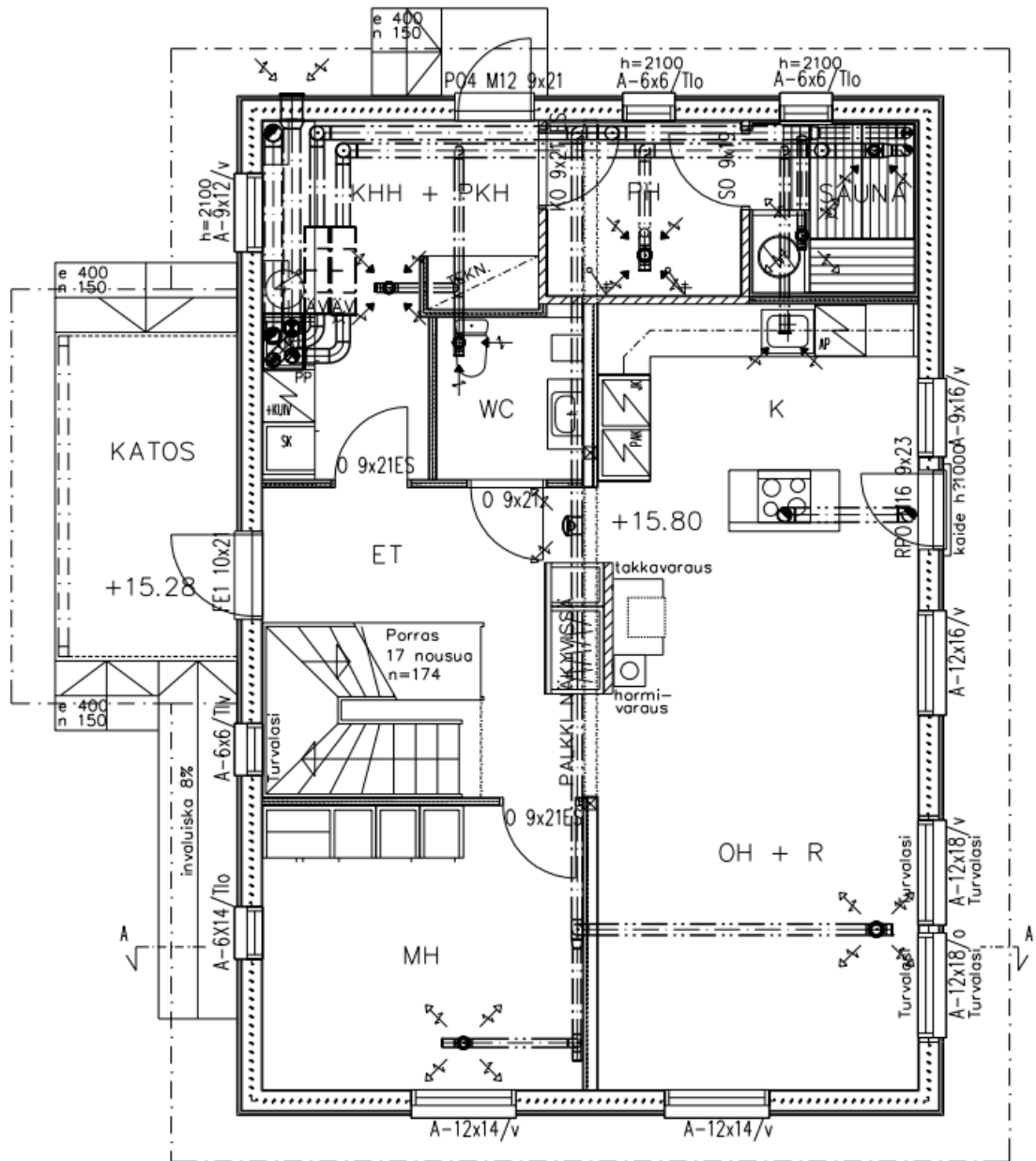
LÄHTEET

1. Aittoniemi Jarkko, Tietomallintaminen maanalaisen rakennushankkeen rakenne- suunnittelussa, Opinnäytetyö ylempään ammattikorkeakoulun opinnäytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu, Rakentamisen koulutusohjelma. 2012.
<https://www.theseus.fi/handle/10024/43156>, Luettu 15.12.2015
2. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa A2. Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat. Määräykset ja ohjeet 2002. Helsinki: Ympäristöministeriö. 2002.
3. Kalle Päärni. Talotekniikka. Pientalon LVI- työt. Karisto: Alfamer. 2005.
4. Osmo Perälä & Rae Perälä. Talotekniikka. Lämpöpumput. Karisto: Alfamer. 2013.
5. Suomen LVIS suunnittelu
6. Korjaustieto, salaojien tarkistus ja huolto.. Ympäristöministeriö. Verkkoartikkeli <http://www.korjaustieto.fi/taloyhtiot/korjaushankkeet/julkisivut-ja-parvekkeet/salaojien-ja-sokkeliin-korjaukset-estavat-kosteusvaurioita/salaojien-tarkistus-ja-huoltoon-tarkea-osa-kosteudenhallintaa.html>,
Luettu 12.01.2016.
7. Omakotitalon salaojitus ja sadevesijärjestelmä. Suomela. Verkkoartikkeli 21.08.2014. <http://www.suomela.fi/salaojitus-ja-sadevesijarjestelma-periaate>
Luettu 14.1.2016
8. Ilmanvaihtokone. Taloon.com. Verkkosivu.
<http://www.taloon.com/ilmanvaihtokone-enervent-ltr-3-eco-ece/EN-P020120002/dp>
Luettu 24.02.2016
9. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D2. Rakennusten ilmanvaihto. Helsinki: Sisäasiainministeriö. 1978.
10. Ranki Henri, Tarjouslaskennan uudistus, Opinnäytetyö AMK, Tampereen ammattikorkeakoulu, Talotekniikan koulutusohjelma. 2013.

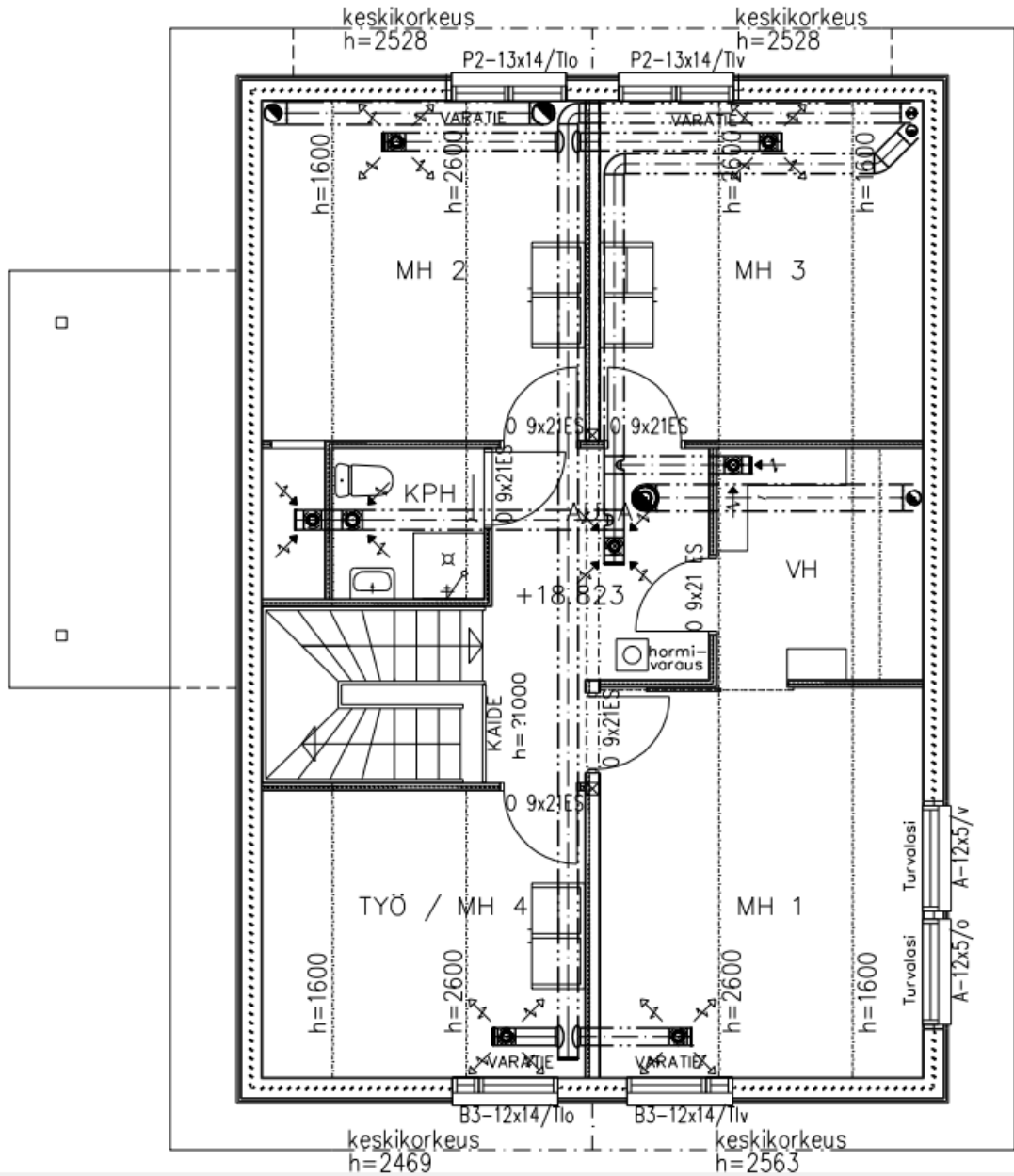
<https://www.theseus.fi/handle/10024/58235>. Luettu 20.01.2016

11. CADS Planner. Yrityksen www-sivut. <http://www.cads.fi>.

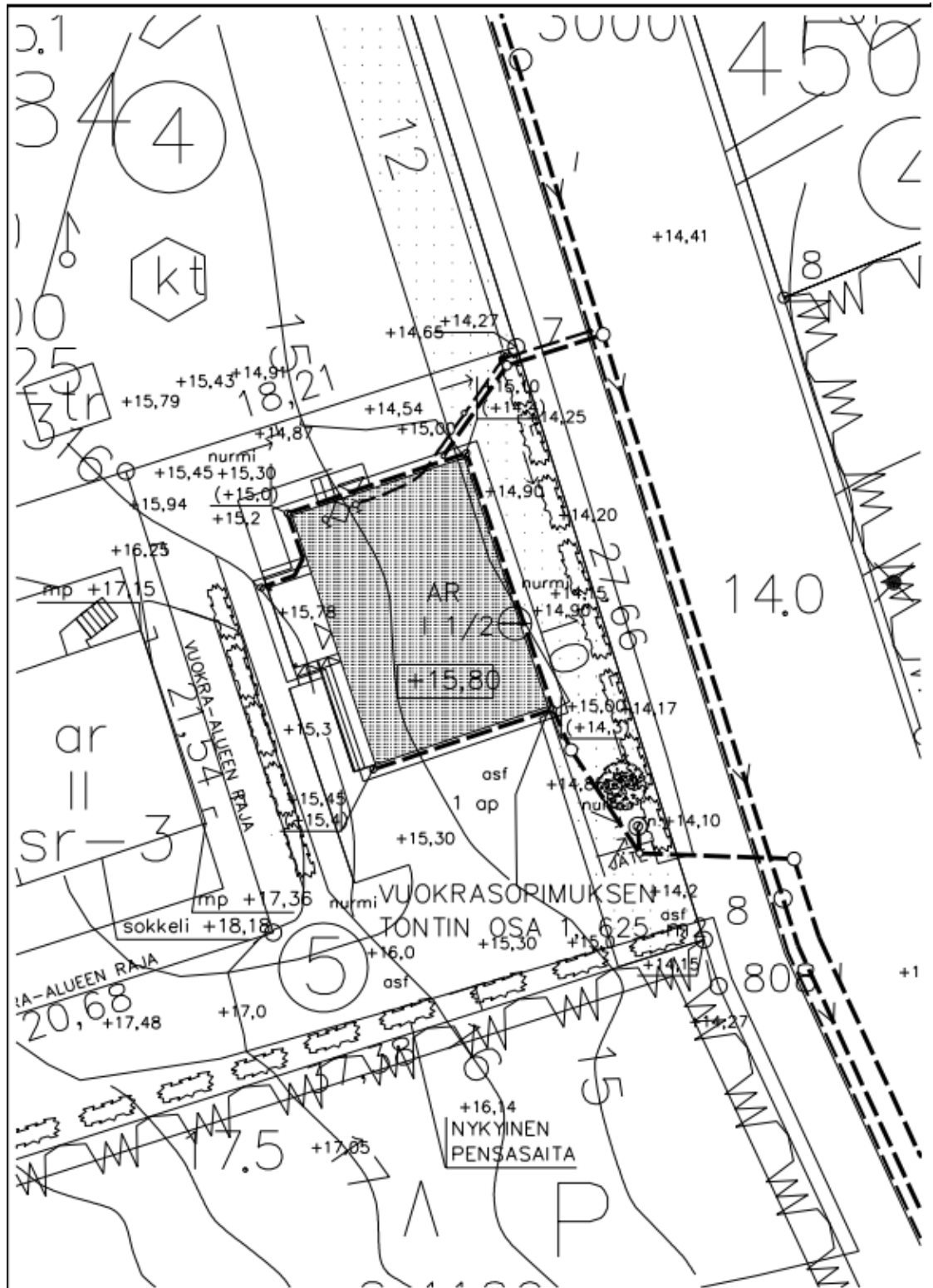
LIITE 1 (1).
Luonnossuunnitelma



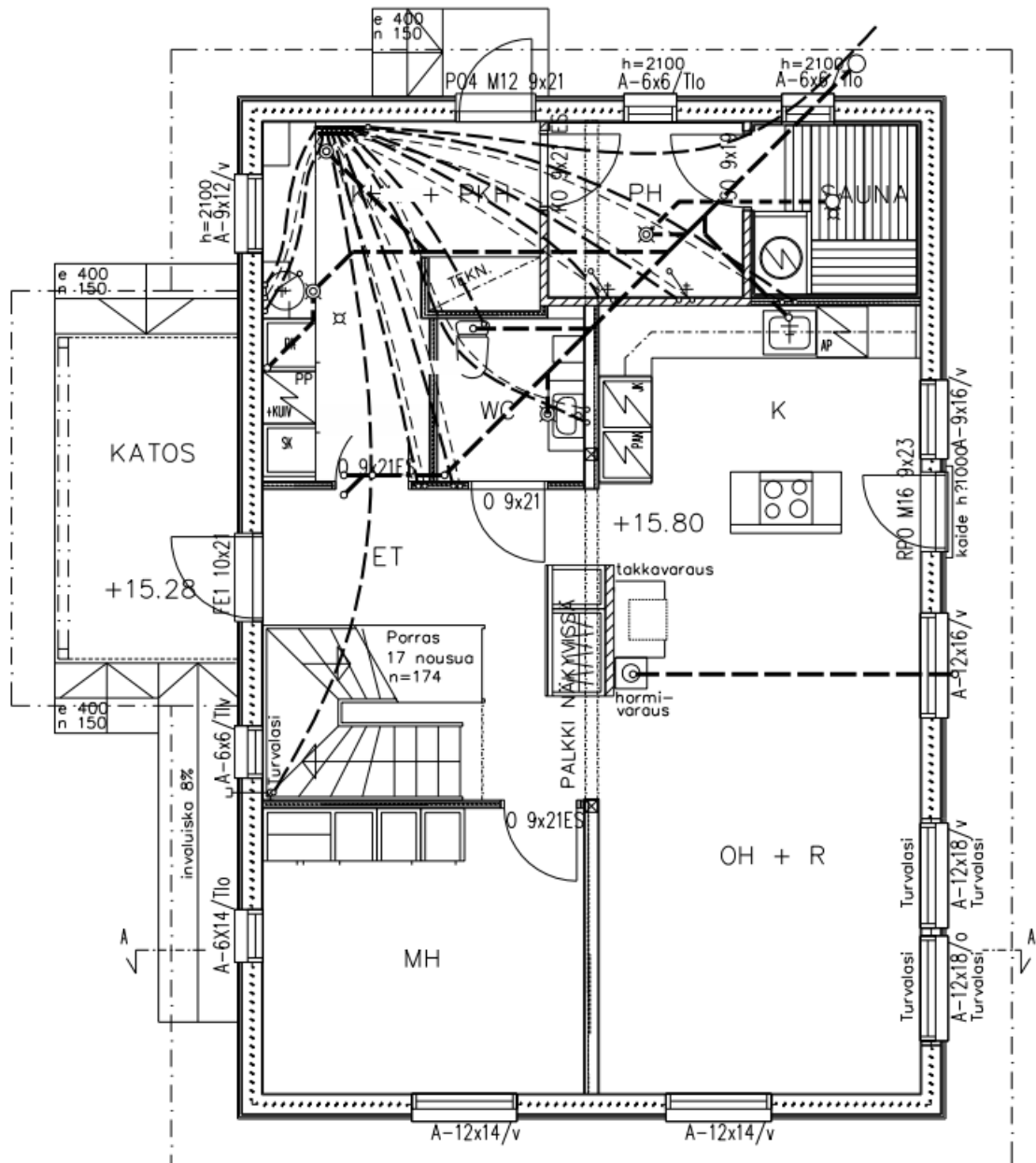
LIITE 1. Luonnos suunnitelma IV-1



LIITE 2. Luonnossuunnitelma IV-2

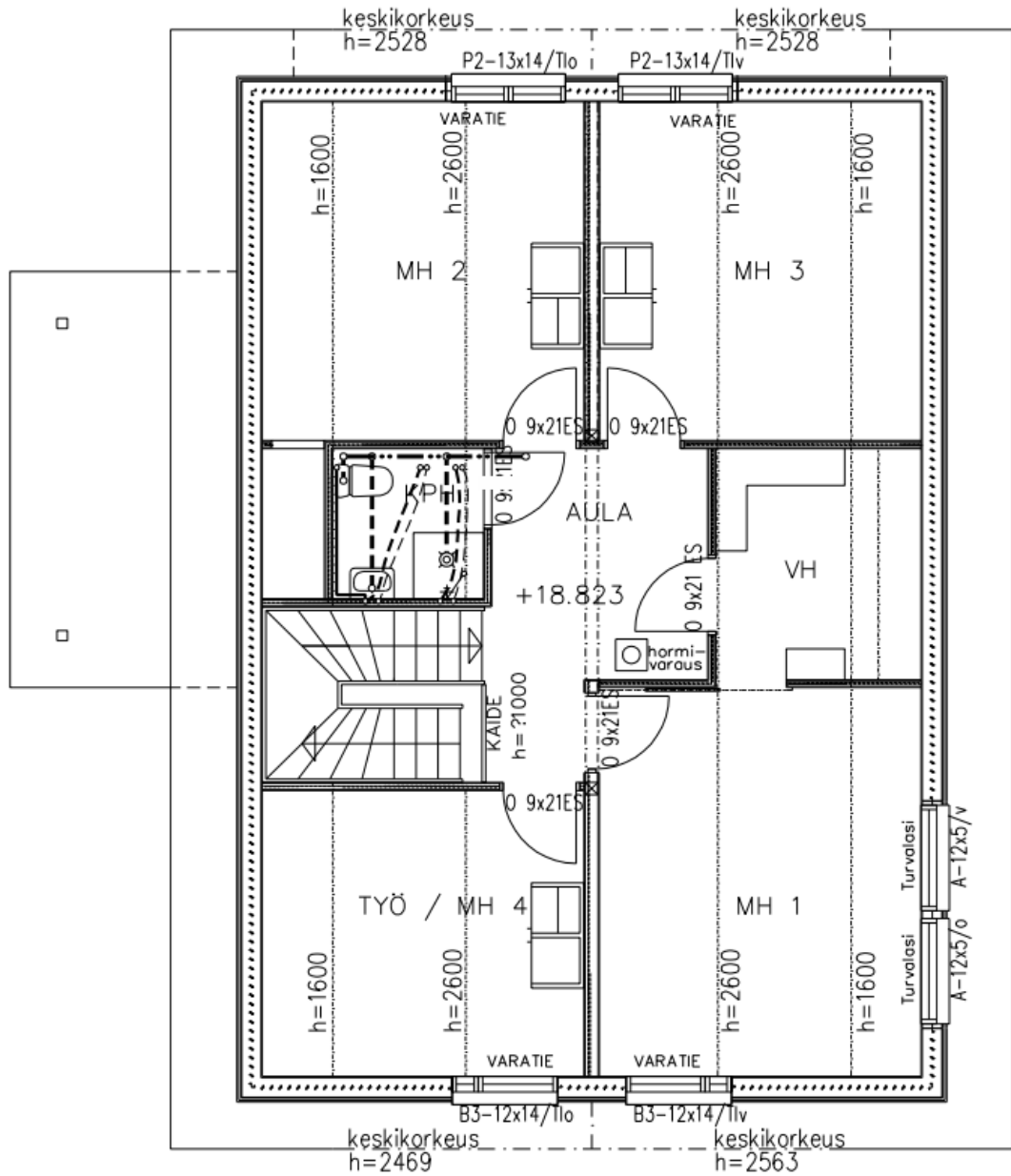


LIITE 3. Luonnos suunnitelma VV-1



LIITE 4. Luonnos suunnitelma VV-2

Luonnossuunnitelma



LIITE 5. Luonnos suunnitelma VV-3