



**MATERIAALIVALINTOJEN
VAIKUTUS KUSTANNUKSIIN
VESI- JA VIEMÄRIPUTKIS-
TOSANEERAUKSESSA
- arviointityökalun luonti**

Miikka Sulo

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2013
Talotekniikan
koulutusohjelma
LVI-talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma
LVI-talotekniikka

MIKKA SULO

Materiaalivalintojen vaikutus kustannuksiin vesi- ja viemäriputkistosaneerauksessa – arviointityökalun luonti

Opinnäytetyö 38 sivua, joista liitteitä 11 sivua
Huhtikuu 2013

Työssä pyrittiin selvittämään kuinka suuri vaikutus materiaalien valinnalla on saneerattaessa vesi- tai viemäriputkistoja. Selvityksen tuloksena luotiin taulukkolaskentapohjainen arviointityökalu LVI Keskinen Oy:lle. Vesijohtomateriaaleista vertailtavana olivat kupari- ja komposiittiputki. Kupariputken liitostavoista vertailtavina olivat juottaminen ja puristusliitos. Viemäriputkistojen vertailussa mukana oli muovi- ja valurautaviemäri.

Vertailuun käytetty työkalu luotiin käyttämällä Microsoft Officen Excel 2010-ohjelmaa. Työkalua käytettäessä taulukkolaskentalomakkeeseen syötettiin vertailtavan putkiston metrimäärät, haarojen lukumäärä sekä kulmakappaleet. Taulukon kaavojen avulla suoritettiin laskutoimenpiteet, käyttämällä hyväksi tukkuliikkeiden yksikköhintoja ja talotekniikka-alan työehtosopimuksen määräämiä normituntimääriä. Tuotteiden hinnat kerättiin omiin taulukkoihin samassa työkalussa. Keräykseen käytettiin avuksi tarjouslaskentaohjelmaa.

Työhön liittyi alun perin Tampereen keskustassa sijaitsevan kerrostalon saneerauskuvien luominen. Kuvat luotiin alustavaan vaiheeseen, minkä jälkeen projekti laitettiin pysähdyksiin tilaajan toimesta. Alustavat kuvat ovat tämän työn liitteenä. Suunnitelmista oli tarkoitus massoittaa putkistot ja suorittaa näille vertailulaskenta tässä työssä luodulla taulukkolaskentatyökalulla. Projektin pysäyttämisen takia työ saatettiin loppuun luomalla arviointityökalu ja tekemällä yleisiä kustannusvertailuja.

Tarkastelujen perusteella pienillä putkimäärillä ja useilla haara- tai kulmakappaleilla, juotettu kupariputkisto oli kokonaisuutena edullisin ja komposiittiputkisto kallein. Suurilla putkimäärillä ja vähäisillä haara- tai kulmakappaleilla kokonaisuudessa edullisimmaksi tuli komposiittiputkisto. Viemäriputkistoissa valurautaviemäri oli aina kalliimpi kuin muoviviemäri.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
Option of HVAC Services

MIIKKA SULO

The Cost Influence of Materials in Domestic Water- and Sewage Pipe Renovation
– the Creation of Assessment Tool

Bachelor's thesis 38 pages, appendices 11 pages
April 2013

The aim of this thesis is to study how largely a selection of used materials affect the costs in the renovation of water and sewage pipes. A spreadsheet tool will be made for comparing the costs. Tool is made in such way that it can be used in multiple comparisons. Selected materials for water pipes are two joining methods of copper; soldering and compress joining. Composite pipe has also been compared to the copper pipes. In sewage pipes the comparison is made between plastic- and cast iron pipes.

The tool used in the comparisons was made using the program Microsoft Office Excel 2010. Using the tool is quite easy. The user inserts the compared piping length, the number of pipe branches and the number of the corner pieces. Spreadsheet program makes the calculations using the inbuilt unit price listings and the norm hour listings of the units. Unit prices were gathered from the listings of three wholesale companies using an offer calculation program. The unit prices were gathered to their own listings inside the tool.

In the beginning, this thesis was linked to a project which included planning of HVAC renovation in a certain apartment building in Tampere. The preliminary plans were made, but the project was put on hold. The original idea was to make HVAC plans, and then complete comparisons using the material amounts from the plans. As the project was put on hold, the thesis was completed by manufacturing the tool for the comparisons and making universal comparisons.

Results were that the difference in norm hours is only about 10%. When you have small amount of pipes and multiple joining parts the results were that the cheapest solution was soldered copper and the composite was the most expensive. But when you have large pipe quantities with few joining parts the composite is the cheapest solution. In sewage pipes the cast iron is always more expensive than the plastic sewage.

Key words: cost comparison, pipes, renovation, sewage, water

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TYÖN TAVOITE.....	7
2.1	Arviointityökalun kehittäminen	7
3	TYÖSSÄ KÄYTETTÄVÄN KOHTEEN KUVAUS JA PERUSTIEDOT.....	9
3.1	Arkkitehtikuvat / LVI-kuvat	9
3.1.1	Kehitetyn arviointityökalun soveltuvuus erilaisiin kohteisiin.....	10
4	PUTKIMATERIAALIT	11
4.1	Materiaalivaihtoehdot vesi- ja viemäriputkiensaneerauskohteissa.....	11
4.2	Valitut materiaalit ja valintaperusteet	13
4.2.1	Kupariputket.....	13
4.2.2	Komposiittiputket (Unipipe)	14
4.2.3	Muoviviemärit.....	14
4.2.4	Valurautaviemärit.....	14
5	MATERIAALIVALINTOJEN VAIKUTUS	15
5.1	Eristämiseen, palo/ääni	15
5.2	Asennuskustannuksiin	16
5.3	Sisustukseen / vesikalusteisiin	16
6	TULOSTEN TARKASTELU JA ARVIOINTI.....	17
6.1	Vesijohdot.....	17
6.2	Viemärijohdot	19
7	KUSTANNUSTEN ARVIOINTITYÖKALU	20
7.1	Työkalun käytettävyys	20
7.2	Arviointityökalun teon haasteet ja tulevaisuuden kehittämisenäkymät	22
7.2.1	Työkalun teon haasteet.....	22
7.2.2	Arviotyökalun tulevaisuuden kehittämisenäkymät.....	24
8	LOPPUYHTEENVETO.....	25
	LÄHTEET.....	26
	LIITTEET	28
	Liite 1. Arkkitehtipohjien esimerkkikuvat (LVI Keskinen Oy).....	28
	Liite 2. Vesijohdokuvien esimerkkikuvat	32
	Liite 3. Luotu työkalu	36

LYHENTEET JA TERMIT

CAD	(Computer assisted drawing) Tietokoneella ja erityisellä ohjelmalla tuotettu tekninen piirros.
Komposiittiputki	Alumiinivaippainen monikerroksinen muoviputki
LVI-elementti	Tehtaalla valmiiksi saatettu tuote, joka sisältää tarvittavat putket eristyksineen ja koteloineen.
Mapress	Puristustekniikalla liitetty putkisto. (Geberit)
Massoitus	Putkimäärien ja putkistoihin liittyvien osien laskenta LVI-kuvista, yleensä tarjouslaskentaa tai tavaratilausta varten.
Normitunti	Aika, jonka laskennallinen perusasentaja käyttää kuhunkin työhön.
PVC	Yleisesti käytetty muovi.
Sujutus	Korvataan vanha putki sujuttamalla uusi putki vanhan tilalle vanhaa putkea hyväksi käyttäen.
Sukitus	Korjataan putken pinta PVC-pussin (sukan) ja hartsin avulla
Suojaputki	Putki, jonka sisään vesijohto asennetaan. Mahdollistaa vesijohtojohdon vaihtamisen ja tuo mahdollisen vuotoveden näkyviin.
Unipipe	Uponor:in tuottama komposiittiputki

1 JOHDANTO

Putkistosaneeraukset ovat nykyisin arkipäivää, lähitulevaisuudessa vielä enemmän. (VTT Tiedotteita 2483, sivu 8.) Suomen rakennuskanta (kuva 1, Tilastokeskus) varsinkin suurissa kaupungeissa lähestyy kovaa vauhtia ikää jolloin putkistot on pakko saneerata tai vesivahingon mahdollisuus kasvaa selvästi. Putkistoille lasketaan elinkaareksi noin 50 - 60 vuotta (RT 18-10922) joten rakennusvuosien perusteella saneerattavia rakennuksia on lähivuosina huomattavat määrät.

Nykyään kun kaiken hankinnan ja tekemisen yhtenä suurtekijänä on raha ja kustannukset, on hyvä tarkastella eri materiaalivalintojen vaikutusta putkistosaneerauksiin.

Kannattaako sittenkin hieman kalliimman hankintahinnan omaava valurautaviemäri? Verrattaessa muoviviemäriin, joka pitää eristää huolellisemmin ja vahvemmin. Onko yleisin tapa tehdä putkistoja sittenkään se halvin? vai saavutetaanko eri tekotavoilla etuja, jotka tekevät kokonaisuudesta halvemman.

Onko materiaalivalinnoilla oikeasti kuinka suuri vaikutus saneerauskustannuksiin? Näihin kysymyksiin haetaan vastausta tässä opinnäytetyössä.

Rakennukset	Rakennusvuosi						1970 tai jälkeän rakennettujen osuus (%)
	Yhteensä ¹	-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-	
Rakennukset yhteensä	1 357 164	582 421	208 400	273 933	177 058	76 851	54,2
Asuinrakennuksia yhteensä	1 161 851	532 758	182 441	222 728	137 783	61 367	52,0
Muita rakennuksia yhteensä	195 313	49 663	25 959	51 205	39 275	15 484	67,5
Liikerakennukset	41 582	10 780	6 847	12 674	6 681	2 011	67,8
Toimistorakennukset	11 173	4 799	1 773	2 488	1 143	433	52,2
Liikenteen rakennukset	51 327	6 148	4 326	12 862	17 941	7 950	83,9
Hoitoalan rakennukset	7 336	2 957	1 186	1 570	916	323	54,5
Kokoontumisrakennukset	13 715	5 688	1 415	2 671	1 776	665	47,6
Opetusrakennukset	9 320	5 853	1 041	1 028	558	289	31,3
Teollisuusrakennukset	39 017	8 160	6 353	11 452	6 808	2 740	70,1
Varistorakennukset	11 502	2 291	1 700	3 800	2 391	861	76,1
Muut rakennukset	10 341	2 987	1 318	2 660	1 061	212	50,8

¹ Rakennusvuodeltaan tuntemattomat (39 000 rakennusta) sisältyvät yhteensä lukuun

Kuva 1 (Tilastokeskus)

2 TYÖN TAVOITE

Työn tavoitteena on saada aikaiseksi arviointityökalu. Työkalulla voidaan tarkistaa materiaalivaihtoehtojen vaikutus kustannuksiin vesi- ja viemärijohtosaneerauksissa. Työkalua käyttämällä pystytään kertomaan asiakkaalle suuntaa-antava kustannusvaikutus eri ratkaisuvaihtoehdoille.

Opinnäytetyö ja sen yhteydessä tehtävä arviointityökalu tehdään ensisijaisesti yritykselle LVI- ja koneenrakennustekniikka Antti Keskinen Oy. (LVI Keskinen Oy) Yritys tarjoaa niin suunnittelua, asennuksia, LVI-mittauksia, kuntoarvioita, huoltoja, saneerauksia sekä valvontaa. Pääasiallisia asiakkaita ovat pienrakennusurakoitsijat sekä muut pientalo rakennuttajat. Kerrostalojen LVI-saneeraukset ovat yleistyneet viimeisten vuosien aikana. Yritys on perheyrittäjä joka työllistää noin 20 henkilöä. Yritys on toiminut Pirkanmaalla lähes 30 vuotta.

2.1 Arviointityökalun kehittäminen

Yhteisymmärryksessä opinnäytetyön teettäjän kanssa sovittiin, että työkalun tulee olla:

- Selkeä
- Helppokäyttöinen
- Suuntaa-antava
- Taulukkolaskentapohjainen

Työkalun on tarkoitus auttaa tarjouslaskennassa

Työkalun kehitys alkoi ulkoasun miettimisellä paperille. Tämän vaiheen jälkeen alettiin ulkoasua rakentamaan taulukkolaskentaohjelmaan.

Kun ulkoasu oli alustavasti kohdallaan, alkoi materiaalitietojen kerääminen. Hintojen muodostamisessa käytettiin apuna Pajadata Oy:n Xpaja (Pajadata Oy) (kuva 2) ohjelman tarjouslaskentaa ja siellä olevia hinnastoja / tietokantoja.

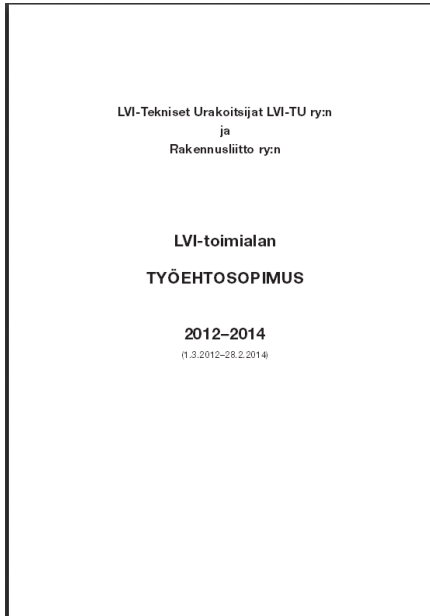


Kuva 2 Xpaja:n logo (Pajadata Oy)

Ohjelmistolla pystytään hoitamaan tehtäviä tarjouslaskennasta palkanlaskentaan. Pajadata Oy on perustettu vuonna 1994 (ATK-Paja) LVI-, sähkö- ja rakennusalan erikois-

tarpeisiin ja kuuluu nykyään Hantverksdata konserniin, toimialueenaan koko Suomi.
(kuva 2)

Työssä käytettiin hintoja ilman yrityskohtaisia alennuksia. Asennuskertoimien osalta ohjelman tiedot eivät ole täydelliset ja niihin otettiin kertoimet Talotekniikan työehtosopimuksen takasivuilla olevista taulukoista (Talotekniikan LVI-TES 2012 - 2014).
(kuva 3)



Kuva 3 LVI-TES:in kansi (LVI TES)

Työkalun kasaamisen suurimpia haasteita oli laajuuden / tarkkuuden määrittäminen. Koska työkalusta oli tarkoitus tulla vain suuntaa-antava, niin liiallinen muuttujien tai valintojen määrä ei ollut suotavaa.

Tarvittavat materiaalistaukset ja niiden tarkkuus, muuttujien määrä, vaikutussuhteiden automaattisuus työkalussa, sekä muu käyttäjältä vaadittu tietotaito aiheuttivat melkoista pohdintaa.

Materiaalien järkevä asemointi listauksiin ja mahdollisuus muokata / laajentaa niitä toi oman lisähaasteensa arviointityökalun kehittämiseen.

3 TYÖSSÄ KÄYTETTÄVÄN KOHTEEN KUVAUS JA PERUSTIEDOT

Opinnäytetyön pilottikohteena oli Tampereen keskustassa sijaitseva 8-kerroksinen kerrostalo. Kohde on kivirakenteinen ja rakennettu 1920-luvulla. Opinnäytetyön alussa tarkoituksena oli luoda kohteeseen vesi- ja viemärijohtosaneeraus kuvat kerroksesta 1. kerrokseen 7. Saneeraussuunnitelmien ollessa alustavassa vaiheessa projekti pysäytettiin, odottamaan kesää.

Kohde koostuu kolmesta rappukäytävästä ja neljästä niin sanotusta ”piian rapusta”. Kussakin rappukäytävässä on 7 kerrosta. Suunnitellut saneeraussuunnitelmat kohdistuivat kiinteistön B-rappuun.

Kiinteistön kellarikerroksen putkitukset on uusittu 2000-luvun puolella, joten niihin ei kosketa tämän saneeraussuunnitelman osalta. Kellarin vesi- ja viemäriputkistoja uusittaessa kaikki kerroksen putket uusittiin. Nykyisten ylempien kerrosten kuvien perusteella kellarista nousee turhia / käyttämättömiä nousuja, jotka tulpataan tulevassa saneerauksessa.

Kohteeseen on tehty erilaisia saneerauksia ja muutoksia vuodesta 2007 lähtien.

3.1 Arkkitehtikuvat / LVI-kuvat

Kiinteistön arkkitehtikuvat on päivitetty 2000-luvulla todellisuutta vastaavaksi. Kuvat ovat sähköisessä CAD muodossa. Päivitetyt arkkitehtikuvat on tehty vanhojen käsin piirrettyjen arkkitehtikuvien pohjalta. Erillisiä mittauksia on myös käytetty kuvien toteuttamisessa. Tapa on yleinen arkkitehtikuvien päivityksessä ja kuvien siirtämisessä paperilta sähköiseen muotoon.

Aikaisemmissa LVI Keskinen Oy:n projekteissa, kyseisessä kiinteistössä, on kuvissa kohdalle tullut mm. hissikuilun siirtyminen metrin verran sivuun keskikerroksissa. Tällöin läpivientien ja nousulinjojen tarkka määrittely muualla kuin itse kohteessa on käytännössä mahdotonta.

Vesijohtosaneerauskuvat on suunniteltu toteutettavaksi vanhoja ylösnousulinjoja hyväksikäyttäen. Koska kohde on saneerauskohde ja kivirakenteinen eikä kohteessa ole tar-

koitus tehdä muuta remonttia, on putkituksen pääasiallinen sijoitus pinta-asennettuna kromattuna kupariputkena. Viemärijohdot on suunniteltu uritettavaksi lattioihin.

Alustavat vesi- ja viemärijohtokuvat on toteutettu vain 1 – 7 kerroksen osalta, koska kellarin putkistot ovat vain muutaman vuoden vanhoja ja näin ollen hyvässä kunnossa.

LVI-kuvat tullaan tekemään kesän aikana valmiiksi nykyisten arkkitehtikuvien pohjalta. Kohde on horrostilassa, joten mahdollisuus arkkitehtikuvien muuttumiseen on suurempi, kuin jos saneeraus aloitettaisiin lähikuukausina.

3.1.1 Kehitetyn arviointityökalun soveltuvuus erilaisiin kohteisiin

Arviointityökalu soveltuu yleisluontoisesti vesi- ja viemärijohtojen materiaalien kustannusarviointiin, Työkalu on taulukkolaskentaohjelma, joka suorittaa laskennan syötettyjen lähtötietojen sekä taulukkoon sisällytettyjen arvojen perusteella.

Työkalulla ei siis ole muita rajoitteita kuin vertailtavat materiaalit, jotka on syötetty taulukoihin. Toinen mahdollisesti rajoittava tekijä on LVI-tukkumyyjien tuotevalikoima. Mukana olleiden tukkureiden hinnastoissa ei ollut hintoja puristusosille kun kokoluokka ylitti 54 mm.

4 PUTKIMATERIAALIT

Putkimateriaaleja on hyvin monia ja useat eri valmistajat valmistavat vertailukelpoisia tuotteita omilla tuotenimillään. Tärkeintä materiaalien valinnassa ja hankinnassa on tietää tuotteen soveltuvuus käytettävään tarkoitukseen ja kohteeseen. Esimerkiksi hyvin kuumat tilat aiheuttavat omat rajoituksensa putkimateriaalien valintaan.

4.1 Materiaalivaihtoehdot vesi- ja viemäriputkiensaneerauskohteissa

Valintoihin vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa:

- Lämmönkestävyys
- Kustannus
- Ulkonäkö
- Äänieristävyys
- Paloturvallisuus
- Soveltuvuus järjestelmään

Periaatteessa materiaaleina voidaan käyttää kaikkia samoja kuin uudiskohteissakin. Materiaalivaihtoehtojen määrä muuttuu sen mukaan miten paljon muuta saneerausta ollaan valmiit tekemään. Kivisten ja betonisten rakenteiden kanssa vaihtoehtoja on yleensä vähemmän, koska työn hinta nousee suureksi uritettaessa seiniä tai lattiaa. Vesijohtojen urittaminen lattiaan vaatii koko lattian saneerausta. Vaikka viemärit uritetaankin lattiaan, on urien määrä kuitenkin hyvin pieni verrattuna vesijohtojen vaatimaan tilaan.

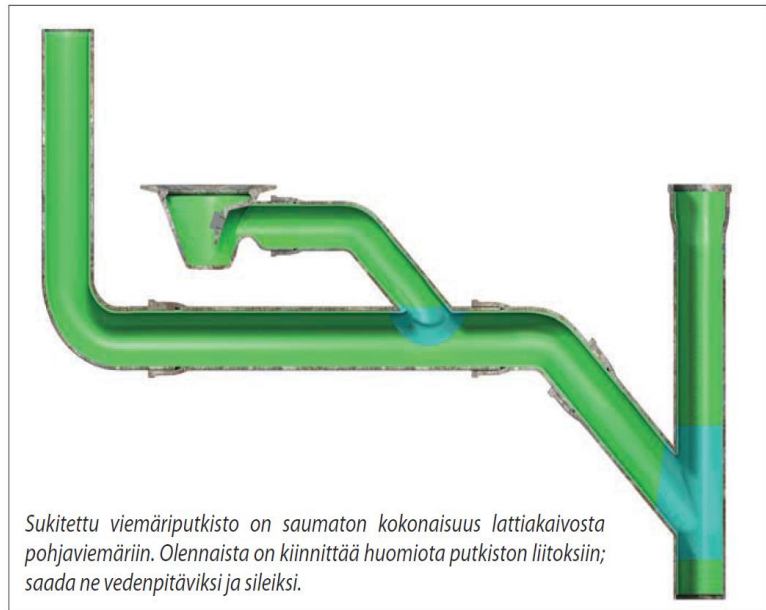
Märkätiloissa on aina vältettävä lattiapintoja rikkovaa putkitusta, jottei vesivahingon mahdollisuus turhaan kasva. Jolloin lattiassa tuodut vesijohdot tulisi asentaa seinän sisään ja seinien rakennekin menisi uusiksi.

Vesijohtojen kuljettaminen pinnassa vesipisteelle on hyvä vaihtoehto. Ratkaisu on nopea toteuttaa ja siitä saadaan siistin näköinen, esimerkiksi kromattua putkea käyttämällä. Mikäli putkitus halutaan kokonaan piiloon ja/tai turvaan kolhuilta voidaan putkitukset koteloida.

Nykyään viemärien kohdalla yleisin materiaali on muovi. Yleensä viemäri asennetaan lattian sisään, jolloin märkätiloissa vesieristys joudutaan korjaamaan. Vaihtoehtoisesti

voidaan käyttää myös paineviemäriä ja repijäpumppuja wc-pöntöillä, jolloin putkitus voidaan kuljettaa pintaa pitkin (mieluiten kotelossa) tai jopa välipohjan kautta.

Valurautaviemärit ovat hyvä vaihtoehto pystylinjoihin, sillä ne kestävät liekkejä, jolloin paloaluelta toiseen putkitus onnistuu ilman palomansetteja. Putkien äänieristävyys on myös hyvä verrattuna muovisiin putkiin. Putkistojen saneerauksessa voidaan käyttää myös pinnoitusta, suk-



Kuva 4, Sukitettu viemäri (RT 38535, sivu 3)

tusta (kuva 4) tai sujutusta. Sukitusta ja sujutusta käytetään yleisemmin kuin pinnoitusta. Sukitus ja sujutus ovat viemäreiden saneeraukseen käytettäviä menetelmiä. Pinnoitusta voidaan käyttää myös vesijohtoihin.

Vesijohtojen pinnoitus on hyvin vähäistä Suomessa. Pääkaupunkiseudulla linjasaneerauksissa pinnoittaminen on saavuttanut noin 1 prosentin osuuden (2011). Pinnoitus vaatii hyväkuntoisen putkiston ja huolellisen pohjatyön. Pinnoitukselle ei ole tällä hetkellä yhtenäistä laadunvalvontaa tai hyväksyntää. (LVI 29-40087)

LVI-elementtejä voidaan myös käyttää saneerauksissa. Ne soveltuvat hyvin kerrostalojen saneerauksiin. Näiden avulla saadaan rajattua asunnoissa tehtävä työn määrä hyvin pieneksi. Yleensä elementit sijoitetaan porraskäytäviin mutta ne voidaan sijoittaa myös asuntojen sisälle.

4.2 Valitut materiaalit ja valintaperusteet

Työssä tarkasteltaviksi vesijohdoiksi on valittu kupari- ja komposiittiputki.

Kuparisten putkien kohdalla tarkastelussa mukana on liitostapojen, mapress (kuva 5) ja juottaminen, vertailu.



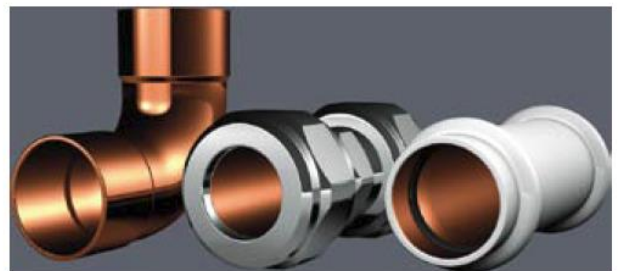
Kuva 5, Mapress puristusliittimiä, puristusleuat ja putkia (RT 38247)

Viemäriputkistoissa vertailtavana on muoviviemäri ja valurautaviemäri.

Valintaperusteet kyseisille tarkastelluille materiaaleille tulee suoraan yrityksestä jolle opinnäytetyö tehdään. Kyseiset materiaalit ovat käytössä yrityksessä ja niiden käytöstä on pitkä kokemus ja tuntemus.

4.2.1 Kupariputket

Kupari on laajalti käytetty materiaali, ja se soveltuu monenlaisiin järjestelmiin: Käyttövesijärjestelmistä kaasujärjestelmiin. Kuparisia putkistoja voidaan koota useammalla eri tavalla. (kuva 6).



Kuva 6, Kupariputkien liitoskappaleita (RT 38136)

Kuparin liitosmenetelmiä ovat kovajuotos, pehmeäjuotos, puserrusliitin, puristusliitin (kumirenkaallinen), pistoliitin (RT 38136)

Kupari voidaan asentaa pintaan tai piiloasennuksena. Kupariputkistot eivät vaadi erillistä palonsuojausta

4.2.2 Komposiittiputket (Unipipe)

Komposiittiputket soveltuvat kuparin tavoin useisiin eri käyttökohteisiin. Putken ytimenä toimii alumiiniputki, joka on päällystetty sisä- ja ulkopuolelta polyeteeni-muovikerroksella.

Kerrokset on liitetty toisiinsa erikoisliimalla. Putki on happi- tiivis ja täyttää kaikki paineluok- ka- ja taivutettavuusvaatimukset.



Kuva 7, Pintaan asennettuja komposiittiputkia (VTT tiedotteita 2483, sivu 48, kuva 21)

Rakenteiden sisällä putket tulee asentaa suojaputkeen. Putki voidaan asentaa myös pin- ta-asennuksena. (kuva 7)

Putken hyvinä puolina voidaan pitää muun muassa äänen vaimennuskykyä, korroosio vapautta, hygieenisyyttä, pitkäikäisyyttä ja soveltuu sellaisenaan pinta-asennukseen. (Uponor komposiittijärjestelmä)

4.2.3 Muoviviemärit

Muovisia viemäreitä valmistetaan useista eri seoksista. Nykypäivänä muovinen viemä- riputki on pääasiallinen viemäröintimateriaali. Muoviviemäristä on kehitetty myös niin sanottu dB - versio, joka tuli markkinoille korvaamaan valurautaviemäreitä. Tuotetta käytetään hyvin vähän nykypäivänä. Yleisin väritys on harmaa.

4.2.4 Valurautaviemärit

Valurautaviemäri on paloturvallinen, vaikkakin raskas viemäröintimateriaali. Valu- rautaputket eristävät ääntä paremmin kuin muovista valmistetut putkistot. Osien ja put- kien hinnat ovat huomattavasti kalliimmat verrattuna esimerkiksi muoviviemäriihin.

5 MATERIAALIVALINTOJEN VAIKUTUS

Materiaalien valinnalla on vaikutusta putkiston kokoon kytkettäessä vesipisteitä. Mikäli putkiston nousuhormi ja kytkettävä vesipiste sijaitsevat eripuolilla huonetta, tarvittavan putkiston määrissä eri kytkentätavoilla voi olla huomattava ero. Vesipisteen kytkemiseksi pinta-asennuksella joudutaan kiertämään koko huone, ovi/ovet sekä ikkuna/ikkunat. Tällöin kytkentäjohtojen metrimäärät kasvavat yllättäen verrattuna esimerkiksi rakenteiden sisällä vietävään komposiittikytkentään. Rakenteiden sisälle tehtävissä asennuksissa tietysti kohdataan uusia kustannuksia ja rajoitteita, esimerkiksi lattian lävistämistä tulisi välttää märkätiloissa koska läpivientien tekeminen aiheuttaa lisätöitä ja – kustannuksia. Pesuhuoneen ylösnostetussa lattiassa vesi- ja viemäriputkien reititys on helppoa ja kyseinen lattiarakenne soveltuu siihen hyvin. Alaslaskettu katto soveltuu myös hyvin vesi- ja viemäriputkien reititykseen.

5.1 Eristämiseen, palo/ääni

Eristäminen on välttämätöntä vaadittujen ääni- ja paloturvallisuustasojen saavuttamiseksi. Materiaalivalinnat vaikuttavat jonkin verran vaadittavaan eristysmäärään. Viemäreiden kohdalla materiaalivalinnalla on suurempi vaikutus eristämistarpeeseen kuin vesijohdoilla.

Vesijohdojen äänirasite muodostuu pääosin veden virtauksesta. Materiaalilla on vaikutusta äänen johtumiseen, ei syntymiseen. (LVI 20-10328, sivu 6, kappale 3.3)

Muoviset vesijohdot johtavat ääntä heikommin kuin metalliset putket.

Viemärien kohdalla valurautaviemäri eristää ääntä muoviviemäriä paremmin. Pystyviemärit tulisi sijoittaa hormitilaan joka rajoittuu äänitasovaatimuksiltaan toissijaisiin tiloihin (wc, pesuhuone, vaatehuone) (LVI 20-10328, sivu 8, kappale 4.1) Ne sivut jotka eivät rajoitu betonisiin rakenteisiin verhoillaan suojarakenteella, esim. 2x13 mm kipsilevy. Levyt tulee olla asentaa ilmatiiviisti limittäin. Valurautaviemäri on myös paloeristuksen suhteen muoviviemäriä parempi vaihtoehto. Muoviviemäri tulee paloeristää. Paloviranomainen voi edellyttää valurautaviemäriä viitaten paloteknisiin vaatimuksiin.

5.2 Asennuskustannuksiin

Materiaalien valinta vaikuttaa myös asennuskustannuksiin. Pelkkien normituntikertoimien tarkastelu (Talotekniikan LVI-TES 2012 - 2014) paljastaa komposiittiputken olevan halvempi asentaa verrattuna kupariputkeen. Kupariputkien liitostavoista mapress on 20 % edullisempi juotosliitokseen verrattuna.

Viemäreiden kohdalla valurautaviemäriin asennuskustannukset normituntikertoimia vertaamalla ovat noin 1,8 - 2,7-kertaiset (0,25 vs 0,45; 0,3 vs 0,8) verrattuna muoviviemäriin. Muoviviemäreiden kohdalla jokaisesta palomansetista tulee pienten asennuskustannusten n.2,4 € (0,15 NH, 15,89 € / NH), lisäksi useamman kymppin osakustannukset, joten useita palokatkoja vaativaan kohtaan valurautaviemäri on perusteltu valinta, jo pelkkien palokatkojen takia. Myös putkistojen erilaiset eristystarpeet vaikuttavat asennuskustannuksiin. Putkistojen eristykselle on omat normituntikertoimet, joten suurempi eristämistarve aiheuttaa suurempia eristämiskustannuksia.

5.3 Sisustukseen / vesikalusteisiin

Putkistomateriaalit vaikuttavat melko vähän sisustukseen tai kalustukseen. Suurin vaikutus sisustukseen ovat pinta-asennetut ja näkyviin jäävät vesijohdot. Putkille rakennettavat kotelot ja hormit vaikuttavat tietysti myös huoneiden ulkonäköön mutta nämä pystytään suunnittelemaan pienellä vaivalla sen näköisiksi että niistä ei ole haittaa sisustuksen näkökulmasta.

Vesikalustukseen ei putkimateriaalien valinnalla ole vaikutusta. Vesikalusteet pystytään kytkemään putkitusmateriaali laadusta riippumatta.

6 TULOSTEN TARKASTELU JA ARVIOINTI

Työn alussa mukana olleen projektin pysähtymisestä johtuen, tarkastelussa ei ole käytetty minkään tietyn kohteen putkimääriä. Näilläkin ohjelman idea ja toiminta tulee esitettyksi.

6.1 Vesijohdot

Normituntien perusteella materiaalien kustannuserot jäävät hyvin pieniksi noin 10 % tuntumaan. Suuria vaikutuksia kustannuksiin ei tässä vaiheessa ole vielä saavutettu. (kuva 8)

Asennuskustannukset lasketaan normituntien ja TES:in määräämään kiinteän euro summan (tällä hetkellä 15,89 €/NH) avulla eivät erot ole suurempia kuin normituntien kohdalla. (kuva 9)

Tarkasteltaessa materiaalien kustannuksia pienellä putkimäärällä huomataan, että komposiitti on selkeästi kallein vaihtoehto materiaalien puolesta. Ero juotetun kuparin ja komposiitin välillä, esimerkkikuvan (kuva 10) mukaisessa laskelmassa, on selkeä 61,4 %.

Tilanteessa, jossa putkea on paljon ja muita osia vähän komposiittiputkella toteutettu putkisto tulee halvemmaksi.

Tämä johtuu komposiittiputken halvasta metrihinnasta verrattuna kupariputkeen.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		Putkimiesten lukumäärä		1	kpl						
2											
3		Vesijohdot		Ulkohalkaisija (sisäasennus)						Pinta-as.	
4				Du -22	Du -35	Du -54	Du -64	Du -76,1	Du -88,9	Du 8-22	
5		Putkimetrit		25	5						m
6		Kulmat 90°		20	3						kpl
7		Haarat		15	2						kpl
8											
9											
10		Vesijohtojen kustannusvertailu									
11		Hitsattavat kupariputket vs. puristosliitettävät kupariputket vs. komposiittiputket									
12											
13		Normitunnit (NH)									
14		Kupariputki juotettu		9,5	2,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 NH
15		Kupariputki puristus		8,5	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 NH
16		Komposiitti (Unipipe)		8,75	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 NH
17											
18		Asennuskustannus (€)									
19		Kupariputki juotettu		150,96	34,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 €
20		Kupariputki puristus		135,07	31,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 €
21		Komposiitti (Unipipe)		139,04	31,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 €
22											
23		Putkiston hinta (karkea arvio) (€)									
24		Kupariputki juotettu		447,83	272,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 €
25		Kupariputki puristus		658,10	358,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 €
26		Komposiitti (Unipipe)		899,33	262,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 €
27											
28		Normitunnit yhteensä									
29				Juotettu	Puristus	Unipipe		Ero			
30				11,65	10,50	10,75	NH	1,15 NH / 11 %			
31											

Kuva 8, Excel työkalun vesijohdot osio

32		Asennuskustannukset yhteensä			
33		Juotettu	Puristus	Unipipe	Ero
34		185,12	166,85	170,82	€ 18,27 € / 11 %
35					

Kuva 9, Asennuskustannus vertailu

36		Materiaalikustannus yhteensä				
37		Juotettu	Puristus	Unipipe	Ero	
38		719,89	1016,41	1162,10	€ 442,21 € / 61,4 %	
39						
40		Kokonaiskustannus	905,01	1183,26	1332,92	€ 427,91 € / 47,3 %
41						

Kuva 10, Materiaalikustannus vertailu

Pienillä putkimetreillä ja useilla haaroilla kokonaiskustannuksien eroksi muodostui näin ollen noin 47 %. Ero on selkeä. Kuparien eri liitostapojen välillä on noin 30 % eroavaisuus.

Suurilla putkimetreillä sekä pienellä haara- ja kulmaosa määrillä kokonaiskustannus eroksi muodostui noin 60 %, komposiittiputkiston hyväksi.

Näin ollen voidaan todeta, materiaalivalintojen vaikuttavan selkeästi kustannuksiin vertailtavien materiaalien kohdalla. Kustannuksiin vaikuttaa selkeästi myös tehtävän putkiston laajuus.

Yrityksessä, jolle opinnäytetyö tehdään, käytyjen keskustelujen perusteella saadut arvot ovat yhteneviä kokemuksen tuomien arvioiden kanssa.

6.2 Viemärijohdot

Viemäriputket	Ulkohalkaisija (sisäasennus)				
	Du -75	Du -110	Du -160	Du -200	
Putkimetrit	10	20			m
Kulmat	45°	20			kpl
	90°				kpl
Haarat	8	2			kpl
Pantalittimiä (GR)	27	53	0	0	kpl
Viemäriputkien kustannusvertailu					
Valurauta putket vs. muoviputket					
Normitunnit (NH)					
Muoviviemäri (HTP)	7,75	18,80	0,00	0	NH
Valurautaviemäri (GR)	4,00	9,00	0,00	0	NH
Asennuskustannus (€)					
Muoviviemäri (HTP)	123,15	298,73	0,00	0	€
Valurautaviemäri (GR)	63,56	143,01	0,00	0	€
Putkiston hinta (karkea arvio) (€)					
Muoviviemäri (HTP)	423,22	1374,27	0,00		€
Valurautaviemäri (GR)	1428,06	3623,90	0,00	0,00	€
Normitunnit yhteensä					
HTP	GR	Ero			
26,55	13,00	NH		13,55 NH / 104,2 %	
Asennuskustannukset yhteensä					
HTP	GR	Ero			
421,88	206,57	€		215,31 € / 104,2 %	

Kuva 11, Viemäriputkisto laskenta

Arviointityökalussa muoviviemärit laskeaan eristettynä (tarkempi selvitys arviointityökalun kehitys kappaleessa). Viemärien kohdalla asia on toinen kuin vesijohdoissa. Normituntien määrää vertaillessa huomataan, että muoviviemäriin kohdalla lukema on kaksinkertainen verrattuna valurautaan. (kuva 11). Tämä selittyy sillä, että muoviviemäreiden normitunteihin lasketaan mukaan myös eristykseen menevät normitunnit.

Asennuskustannukset ovat näin ollen myös kaksinkertaiset muoviviemäriin häviöksi.

Materiaalien kohdalla asiat muuttuvatkin täysin. Valurautaviemäri on materiaalien osalta melkein kolme kertaa kalliimpaa kuin muovinen vertailukohde. (kuva 12) Tässä kohtaan tulee selkeäksi, että taloudellisesti ei valurautaviemäri ole kustannustehokas ratkaisu. Varsinkin siinä tapauksessa, että koko viemäriputkisto olisi tehty valuraudasta.

Asennuskustannukset yhteensä			
HTP	GR	Ero	
421,88	206,57	€ 215,31 € / 104,2 %	
Materiaalikustannus yhteensä			
HTP	GR	Ero	
1797,49	5051,96	€ 3254,47 € / 181,1 %	
Kokonaiskustannus			
2219,37	5258,53	€ 3039,16 € / 136,9 %	

Kuva 12, Muovi vastaan valurauta

Valuraudalla on kuitenkin omat sovelluskohteensa. Esimerkiksi katon rajaan tehtäviin ylemmän kerroksen viemärointeihin, muoviviemäreitä paremman, ääneneristävyyden takia. Myös paloturvallisuus puhuu valuraudan puolesta joissain tilanteissa.

Voidaan todeta että puhtaasti kustannusten kannalta valurautaviemäri ei ole kannattava vaihtoehto.

7 KUSTANNUSTEN ARVIOINTITYÖKALU

Kappaleessa 7.1. käydään läpi käytettävyyden suunnittelua yleisesti, sekä kehitetyn työkalun käytettävyyttä. Työkalun teon haasteita, kehitysvaiheita ja tulevaisuuden kehitysnäkymiä käsitellään kappaleessa 7.2

7.1 Työkalun käytettävyys

Työkalun käytettävyyden varmistaminen on aina haastava tehtävä. Monia asioita on vaikea hahmottaa toimivaksi ja hyväksi ensi yrittämällä. Yleensä käytettävyys parantuu testaamisen ja työkalun käyttämisen kautta. Toisen henkilön antama palaute ja kysymykset työkalusta, sen ominaisuuksista tai sen käyttämisestä tuovat ahaa-elämyksiä toimivuuteen ja työkalun kehitykseen.

Kehitettäessä taulukkoa tai työkalua on aina vaara että ajautuu vanhoille urille ja toteutus on samanlainen, kuin moni aikaisempi tuotos. Tässä kohtaan varmaan pätee ajattelu ”älä korjaa, jos se ei ole rikki”. Tämänlaisella ajattelulla vain ei tahdo syntyä hyvää vain riittävää. Kehitetyn työkalun kohdalla haluttiin välttää tämänlainen urautuminen. Erilaisia asetteluja ja käyttötapoja pyöriteltiin useita, ennen kuin saavutettiin lopullinen muoto ja käytettävyys. Opinnäytetyön tilanneen yrityksen palautteen perusteella asettelusta tuli selkeä ja työkalu on käyttäjäystävällinen.

Paras kysymys käytettävyyden kehittelyssä on ”miksi”. Miksi, toiminnot ovat aseteltu niin kuin ovat. Onko selkeitä heikkouksia? Pitääkö vain jotkin rajoitteet hyväksyä, vai voisiko ne poistaa? Arviotyökalun kehittelyn aikana ilmassa oli useita ajatuksia, joilla työkaluun voisi lisätä ominaisuuksia ja toimintoja. Näistä useimmat hylättiin toteutuksen mahdottomuuden tai selkeyden heikkenemisen takia.

Työkalun käytettävyys on yrityksessä tehtyjen koekäyttöjen perusteella hyvä. Taulukkolaskentapohjaisena työkalun toiminnallisuudelle on omat rajoitteet, varsinkin kun makrojen käyttäminen suljettiin ulos työkalusta. Työkalun käytettävyys on pyritty suunnittelemaan siten että sen muokkaaminen on mahdollista tarpeen ilmetessä. Työkalu on tarkoitettu vain yrityksen sisäiseen käyttöön. Yrityksen sisäisen työkalun ulkoasu ja selkeys ei tarvitse olla niin ”kaupallisen” tai kauniin näköinen kuin muille tarjottavassa / myytävässä tuotteessa.

7.2 Arviointityökalun teon haasteet ja tulevaisuuden kehittämisenäkymät

7.2.1 Työkalun teon haasteet

Työkalun tulevaisuuden kehittämistä täytyy suunnitella huolella. Työkalun tekemisen aikana esiintyi useita esteitä ja haasteita, jotka yrittivät romuttaa työkalun valmistumisen.

Alkuperäisen suunnitelman mukaisesti toiminnan olisi pitänyt olla listoista tuotteen valintaa ja määrän syöttämistä. (kuva 15)

Materiaalien sisällä tuotteiden määrä on hyvin suuri, koska erikokoiset kulmat, haarat, putket, supistukset yms. ovat omia tuotteitaan. Putkistoissa tulee hyvin nopeasti kolmea tai useampaa erikokoista putkea. Kun vertailtaviin putkiin lisätään, kuhunkin, muut osat ollaan jo usean tuotteen listauksessa.

Alkuperäisen suunnitelman menetelmällä olisi ohjelmasta tullut melko kömpelö ja rajoittava, koska valintakohtia olisi ollut vain rajoitettu määrä. Myös hinnastojen tuotenumerot ovat vaihtelevia tukkureiden välillä. Näin ollen tuotteita olisi voinut verrata vain LVI-numeron perusteella.

Hinnastojen sisällyttäminen samaan taulukkolaskentapohjaan valtavien tuotemäärien, esimerkiksi Ahlsell yli 20000 tuotetta (Ahlsell LVI-hinnasto 1.3.2013)(kuva 16), ja päivitettävyyden takia olisi ollut huono vaihtoehto.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		Putkimiesten määrä	syötettävä tieto	kpl								
2												
3							Ekvivalenssipituus					
4		Putkimetrit	syötettävä tieto	m								
5		Kulmat	90°	syötettävä tieto	kpl		m					
6			45°	syötettävä tieto	kpl		m					
7			30°	syötettävä tieto	kpl		m					
8		Haarat		syötettävä tieto	kpl		m					
9												
10												
11				Näiden järjestyksessä / nimeäminen kuntoon, fiksommaksi, lisäyksiä?								
12		Putkimateriaali	Hinta	Eristys	Asennus							
13		/m	Hinnan muutos/m	Palo	ääni							Kokonaiskustannus /m
14		Valinta tähän										
15		Valinta tähän										
16		Valinta tähän										
17		Valinta tähän										
18		Valinta tähän										
19		Valinta tähän										
20												
21				ruudukkoviivitus ylle ja loput kaavat								
22												
23												
24												
25												
26				Nimeäminen ja kaavojen kirjoitus								
27			Halvin		Kallein		Erutus					
28		kokonaiskustannus /m		€	€		€		€		%	
29		kokonaiskustannus		€	€		€		€		%	
30		työn hinta		€	€		€		€		%	
31												
32												
33		Eristäminen	Vähiten		Eniten		Erutus					
34				m	m		h				%	
35												
36												
37		Asennusaika	Hitain		Nopein		Erutus					
38				h	h		h		h		%	
39												

Kuva 15, Versio 1

21020	8356836	SAVU POLTETTAVA
21021	8356846	VIRTAUSILMAISIN
21022	8356848	SAVUPUTKET
21023	8381060	REIKÄLEVY GALVANOITU
21024		
21025		
21026		
21027		
21028		
21029		
21030		
21031		
21032		

Ahlsell LVI Hinnasto 1.3.2013

Valmis

Kuva 16, Hinnaston rivimäärä

Tuotelistaukset ovat myös eritavoilla muotoiltuja taulukoita, joten niistä tiedon hakeminen vertailtavaksi on hyvin haastavaa ja paras tapa olisi ollut muokata itse kaikista hinnoista yksi tiedosto, josta tiedot haetaan. Vaihtoehto hylättiin, koska se ei vastannut ohjelman tarkoitusta tai tavoitteita.

Arviointityökalun toteutukseen valittiin tavaksi, kirjata työkalun sisäiseen taulukkoon tämän hetkiset hinnat ja näiden kolmen tukkurin hintojen perusteella muodostaa keskiarvo jota käytetään laskelmissa. (kuva 17). Näin ollen, työkalun avulla ei vertailla eri tukkurien välisiä kustannuseroja vaan saadaan sopiva arvio hinnoista yleisluontoisesti. Valittiin, että käyttäjä syöttää putkimiehien määrän ja tämän jälkeen putkistojen putkimäärät, kulmat ja haarat.

Viemärien kohdalla päädyttiin ratkaisuun, että kaikki muoviviemärit laskeaan eristettynä. Ajatuksena on, että yleensä rakennetaan kellarikerroksen kerääjäviemärit valuraudasta johon sitten muu muoviviemäriverkosto liitetään. Näin ollen ei ole järkevää laskea

kustannuksia koko viemäriin toteutuksesta valuraudalla verrattuna muoviin. Viemärien kustannusvertailussa verrataan alimman kerroksen kerääjäviemärien sekä välipohjan alapuolella olevien viemärien tekoa muovista eristettynä ja valurautaviemäriin käyttöä näissä kohdissa.

Koska loppuviemäristö tehdään molemmissa tapauksissa samalla tavalla, sitä ei tarvitse ottaa huomioon vertailussa. Viemärien kohdalla valurautaviemäriin kustannuksiin laskeaan lisäksi pantaliittimet.

C92										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	Suora urakka normituntikerroin				15,89 €/NH					
2										
3	Mom. 2. (TES)						Mom. 6. (TES)			
4	Kupari ja komposiittiputket (NH/m)						Muoviviemärit (NH/m)			
5	Du	Cu hits	Cu pur	komp			Du	sisälle	ulos	
6	-22	0,38	0,30	0,30			-75	0,25	0,15	
7	-35	0,43	0,34	0,35			-110	0,28	0,17	
8	-54	0,50	0,40	0,40			-160	0,30	0,19	
9	-64	0,55	0,44	0,44			-200	0,33	0,21	
10	-76,1	0,60	0,48	0,48			-250	0,39	0,23	
11	-88,9	0,65	0,52	0,52			-315	0,44	0,25	
12	-114,3	0,70	0,56	0,56			-400	0,50	0,30	
13	-139,7	0,80	0,64	0,64			-500	0,61	0,36	
14	-168,3	0,90	0,72	0,72			-630	0,72	0,39	
15										
16	-22	pinta-asennus		0,40			Palomansetti		0,15 kpl	
17		ka		22 €/m			Hitsausliitos lisä		30,00 %	
18		8-15		16 €/m						
19		15-22		34 €/m						
20										
21										
22		Kupariputki						Keskiarvo		
23	Du	Aahsell	Dahl	Onninen			Putket			
24	-22	13,69	14,11	13,04 €/m			13,61			
25	-35	40,92	42,05	38,56 €/m			40,51			
26	-54	71,49	73,05	67,70 €/m			70,75			
27	-64	135,04	142,81	128,96 €/m			135,60			
28	-76,1	162,81	172,16	148,80 €/m			161,26			
29	-88,9	197,78	202,80	172,36 €/m			190,98			
30	-114,3	289,42	257,26	223,20 €/m			256,63			
31										
32										
33										
34										
35		Komposiittiputki						Keskiarvo		
36	Du	Aahsell	Dahl	Onninen			Putket			
37	-22	5,01	5,68	7,10 €/m			5,93			
38	-35	10,92	12,55	15,50 €/m			12,99			
39	-54	26,70	30,30	37,88 €/m			31,63			
40	-64	38,44	43,47	54,44 €/m			44,44			

Kuva 17, Työkalun sisäisiä taulukoita

7.2.2 Arviotyökalun tulevaisuuden kehittämisenäkymät

Työkaluun voidaan tulevaisuudessa lisätä mahdollisesti uusia materiaaleja. Ulkoasu voisi tehostaa värien ja kuvakkeiden avulla jolloin taulukon informaation sisällöstä tulisi selkeämpi ja visuaalisesti näyttävämpi.

Kehityksessä tulee muistaa työkalun alkuperäinen tarkoitus ja yrittää välttää ylisuunnittelu ja liiallinen toimintojen lisäys. Tämän arviointityökalun alkuperäinen ja sovitettu käyttötarkoitus, kun oli olla yksinkertainen ja suuntaa-antava. ”Tulokset” sivun ulkoasu selkeyttämään ajatusta työkalun tarkkuudesta. (kuva 18 ja kuva 19)

Vesiputkisto		
Putkimetrejä yhteensä		30 m
Käyriä yhteensä		23 kpl
Haaroja yhteensä		17 kpl
Juotettu kupari:		
	Kokonaisuutena edullisin	905,01 €
Asennus	Kallein asennus	185,12 €
Materiaalit	Edullisimmat materiaalit	719,89 €
Asennusaika	Hitain asentaa	1,5 päivää (8h/pv, per asentaja)
Puristellitus kupari:		
	Ei kallein tai edullisin	1183,26 €
Asennus	Edullisin asennus	166,85 €
Materiaalit	Ei kallein tai edullisin	1016,41 €
Asennusaika	Nopein asentaa	1,3 päivää (8h/pv, per asentaja)
Komposiitti (Unipipe):		
	Kokonaisuutena kallein	1332,92 €
Asennus	Ei kallein tai edullisin	170,82 €
Materiaalit	Kalleimmat materiaalit	1162,10 €
Asennusaika	Ei hitain tai nopein	1,3 päivää (8h/pv, per asentaja)

	Cu	Mapress	Unipipe
Cu	-	31 %	47 %
Mapress	-24 %	-	13 %
Unipipe	-32 %	-11 %	-

Kuva 188, Vesijohto tulokset

Viemäriputkisto		
Putkimetrejä yhteensä		30 m
Käyriä yhteensä		20 kpl
Haaroja yhteensä		10 kpl
Pantaliittimiä		80 kpl
Muoviviemäri (HTP):		
	Kokonaisuutena edullisempi	2219,37 €
Asennus	Kalliimpi asennus	421,88 €
Materiaalit	Edullisemmat materiaalit	1797,49 €
Asennusaika	Hitaampi asentaa	3,3 päivää (8h/pv, per asentaja)
Alurautaviemäri (GR):		
	Kokonaisuutena kalliimpi	5258,53 €
Asennus	Edullisempi asennus	206,57 €
Materiaalit	Kalliimmat materiaalit	5051,96 €
Asennusaika	Nopeampi asentaa	1,6 tuntia (8h/pv, per asentaja)

* Muoviviemäreissä kustannuksiin tulee lisäksi palomansetit 0,15 NH/kpl.

	HTP	GR
HTP	-	137 %
GR	-58 %	-

Kuva 199, Viemäriputki tulokset

8 LOPPUYHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön loppuyhteenvetona voidaan todeta, että alun perin yksinkertaiseksi kuviteltu arviointityökalun laadinta vesi- ja viemärijohtojen putkistosaneerauksen materiaalikustannuksien vertailuun osoittautui hyvin työlääksi tehtäväksi. Kehittäminen kohtasi useita ongelmia, mutta ongelmat saatiin selvitettyä ja valmis tuotos on hyvä ensiversio laskentataulukosta. Vaikka työkalun kehittäminen aloitettiin visuaalisella suunnittelulla ja toiminnan pohtimisella tuli kehityksen aikana vastaan asioita, jotka saivat työkalun muuttamaan toimintaperiaatettaan ja ulkonäköään hyvinkin radikaalisti.

Alkuperäinen tarkempi ja enemmän myös tukkuliikkeiden välistä vertailua suorittava laskentaperuste hylättiin ja valittiin käytettäväksi yksinkertaisempaa tapaa, joka pohjaa ideansa alan työehtosopimuksen normituntitaulukoihin.

Työkalun kehittämisen alkuperäinen tähtäin oli liitetty kohteeseen Tampereen keskustassa. Projektin toteutusta siirrettiin myöhemmälle ajankohdalle tilaajan tahdon mukaisesti ja näin ollen LVI-kuvien luonti jäi alkutekijöihin. Kohteen vesi- ja viemärijohtosaneeraus kuvista saatiin valmiiksi alustavat putkireitti kuvat, jotka varmaan pääsevät uudemman kerran hionnan alle kunhan projekti käynnistyy uudelleen.

Saatujen tulosten perusteella voidaan todeta että työkalu onnistui hyvin ja yrityksessä käytyjen keskustelujen perusteella työkalun antamat tulokset ovat tavoitteen mukaisesti ”oikealla kentällä”.

LÄHTEET

LVI- ja koneenrakennustekniikka Antti Keskinen Oy, luettu 3.3.2013

<http://www.lvi-keskinen.fi/>

Pajadata Oy, verkkosivut Luettu 3.3.2013

<http://www.hantverksdata.se/Pajadata/Ohjelmisto/Xpaja/Tarjouslaskenta/>

Rakennusliitto ry, Talotekniikan LVI - Työehtosopimus 2012-2014 eBook1.pdf, luettu 2.4.2013

http://rakennusliitto.fi/wp-content/uploads/2013/01/Talotekniikka_LVI_TES_2012_2014_eBook1.pdf

Rakennustieto Oy, LVI 20-10328 ohjetiedosto syyskuu 2001, luettu 3.3.2013

Vesi- ja viemärlaitteiden äänitekkinen suunnittelu ja äänenvaimennus

Rakennustieto Oy, LVI 29-40087, ohjetiedosto elokuu 2012, luettu 3.3.2013

Vesijohtojen saneerauspinnoitus

Rakennustieto Oy, LVI 50-10344 ohjetiedosto maaliskuu 2003, luettu 2.4.2013

Talotekniikassa yleisesti käytettävät eristysmateriaalit ja niiden asennus.

Rakennustieto Oy, LVI 50-10345 ohjetiedosto marraskuu 2002, luettu 2.4.2013

Taloteknisten eristysten mitoitus ja käyttö

Rakennustieto Oy, KH 92-00503 ohjetiedosto lokakuu 2012, luettu 3.3.2013

Asuntojen märkätilojen korjaus

Rakennustieto Oy, RT 38136m tarviketieto lokakuu 2011, luettu 2.4.2013

Kupariputket, -käyttövesi-, lämmitys-, aurinkolämpö-, jäähdytys- ja kaasuputkistoihin Cupori Oy

Rakennustieto Oy, RT 38247, tarviketieto heinäkuu 2012, luettu 2.4.2013

Geberit - puristusliitosjärjestelmät

Rakennustieto Oy, RT 38535, tarviketieto helmikuu 2013, luettu 3.4.2013

Repipe-Sukitusmenetelmä viemäriputkistojen saneeraukseen, Repipe Oy

Rakennustieto Oy, RT 18-10922 ohjetiedosto kesäkuu 2008, luettu 2.4.2013

Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot

Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennuskanta [verkkojulkaisu].

2004. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 3.3.2013].

Saantitapa: http://www.stat.fi/til/rak/2004/rak_2004_2005-10-31_tie_001.html

Uponor Oy, Komposiittikäsikirja. Luettu 4.4.2013

http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/MLCP/Installation%20manuals/9001_Komposiitti_kasik_010610.pdf

VTT, Tiedotteita 2483, luettu 2.4.2013
Putkiremonttien uudet hankinta- ja palvelumallit
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2483.pdf>

Ympäristöministeriö Rakennusmääräyskokoelma D1 (2007), luettu 2.4.2013
Kiinteistön vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet

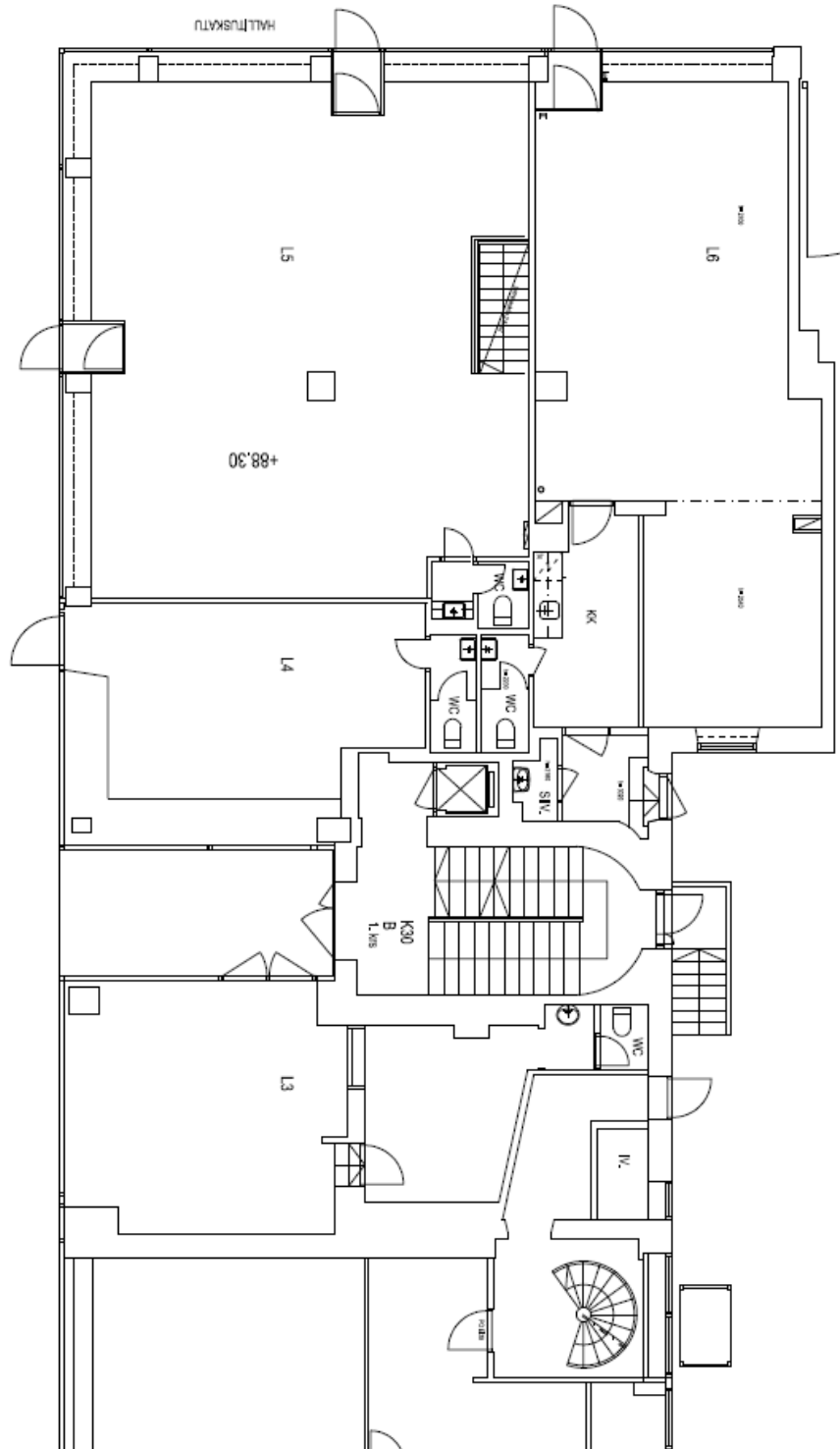
Ympäristöministeriö Rakennusmääräyskokoelma E1 (2011), luettu 2.4.2013
Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet

LIITTEET

Liite 1. Arkkitehtipohjien esimerkkikuvat (LVI Keskinen Oy)

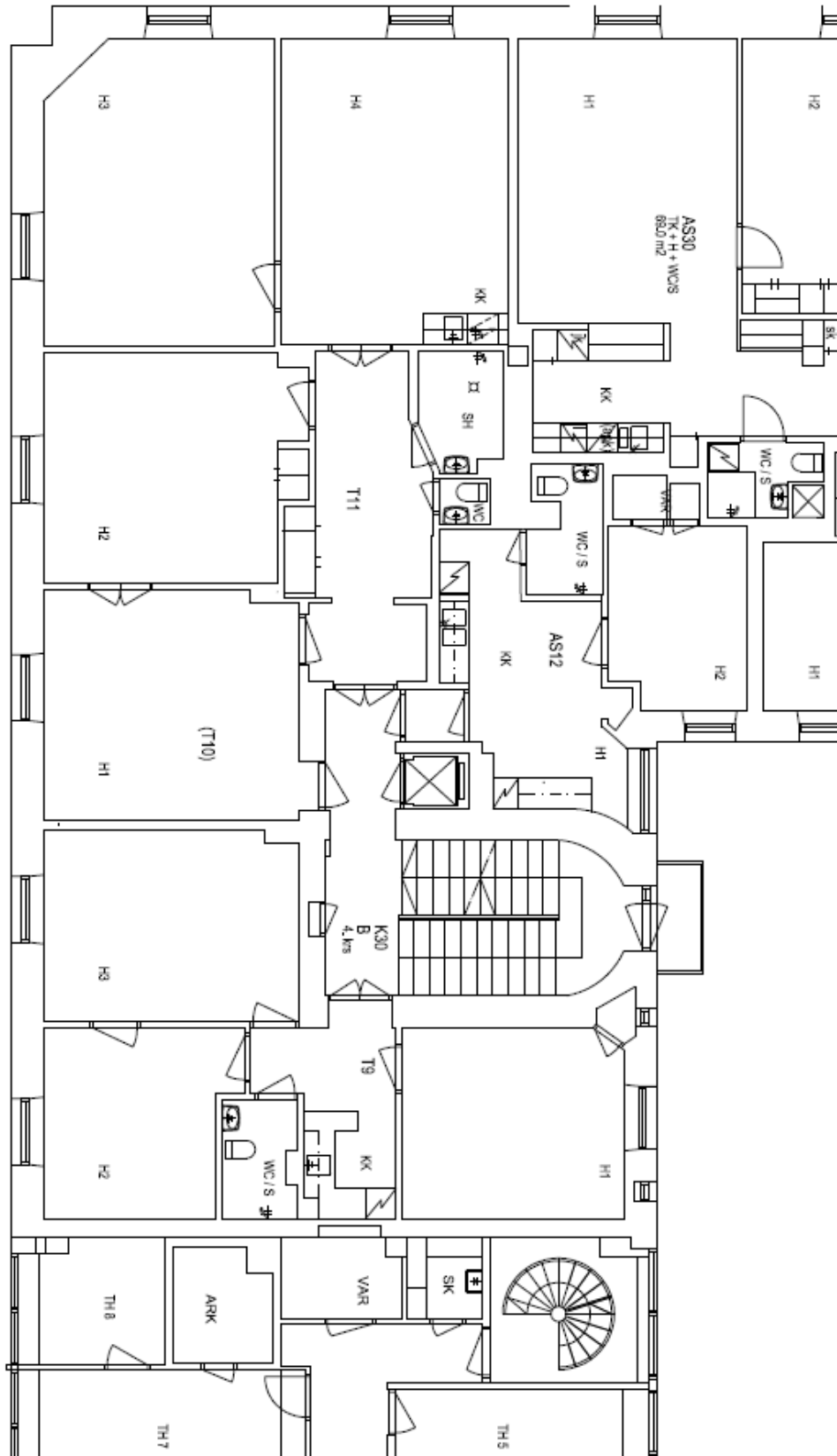
1(4)

Arkkitehtipohja 1. kerros



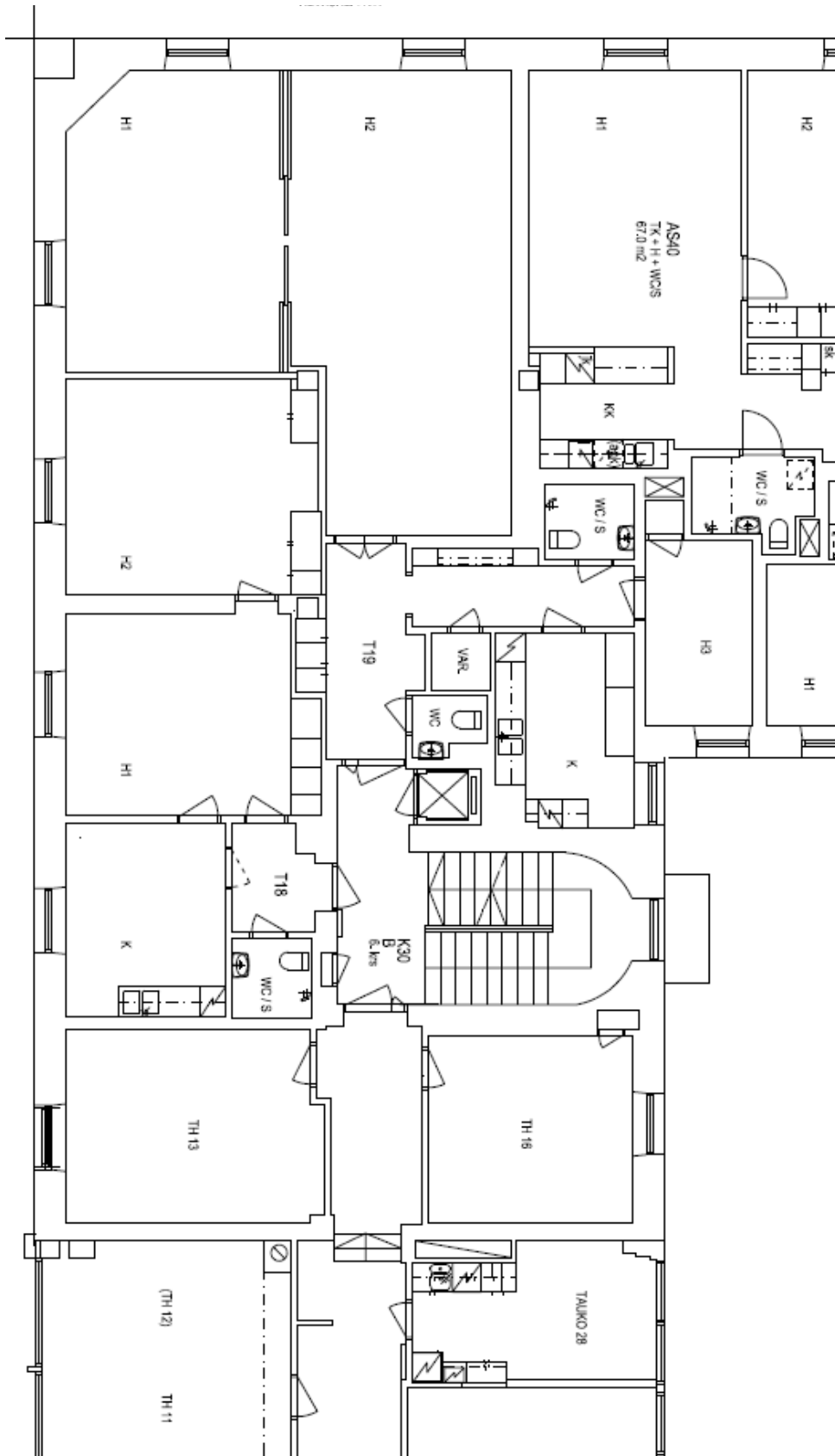
(jatkuu)

Arkkitehtipohja 4.kerros (2 ja 3.kerros vastaavia)



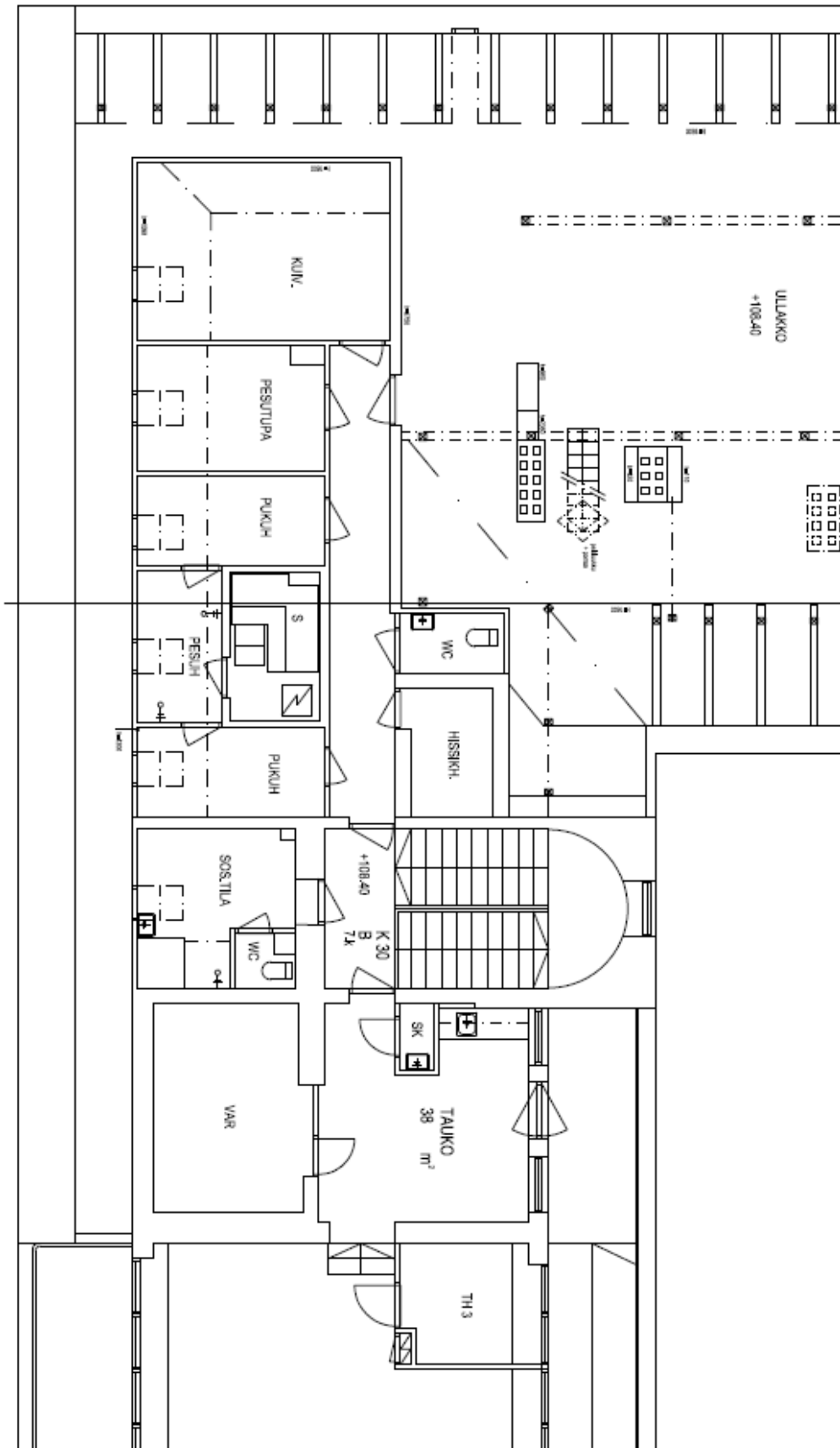
(jatkuu)

Arkkitehtipohja 6. kerros (5.kerros vastaava)



(jatkuu)

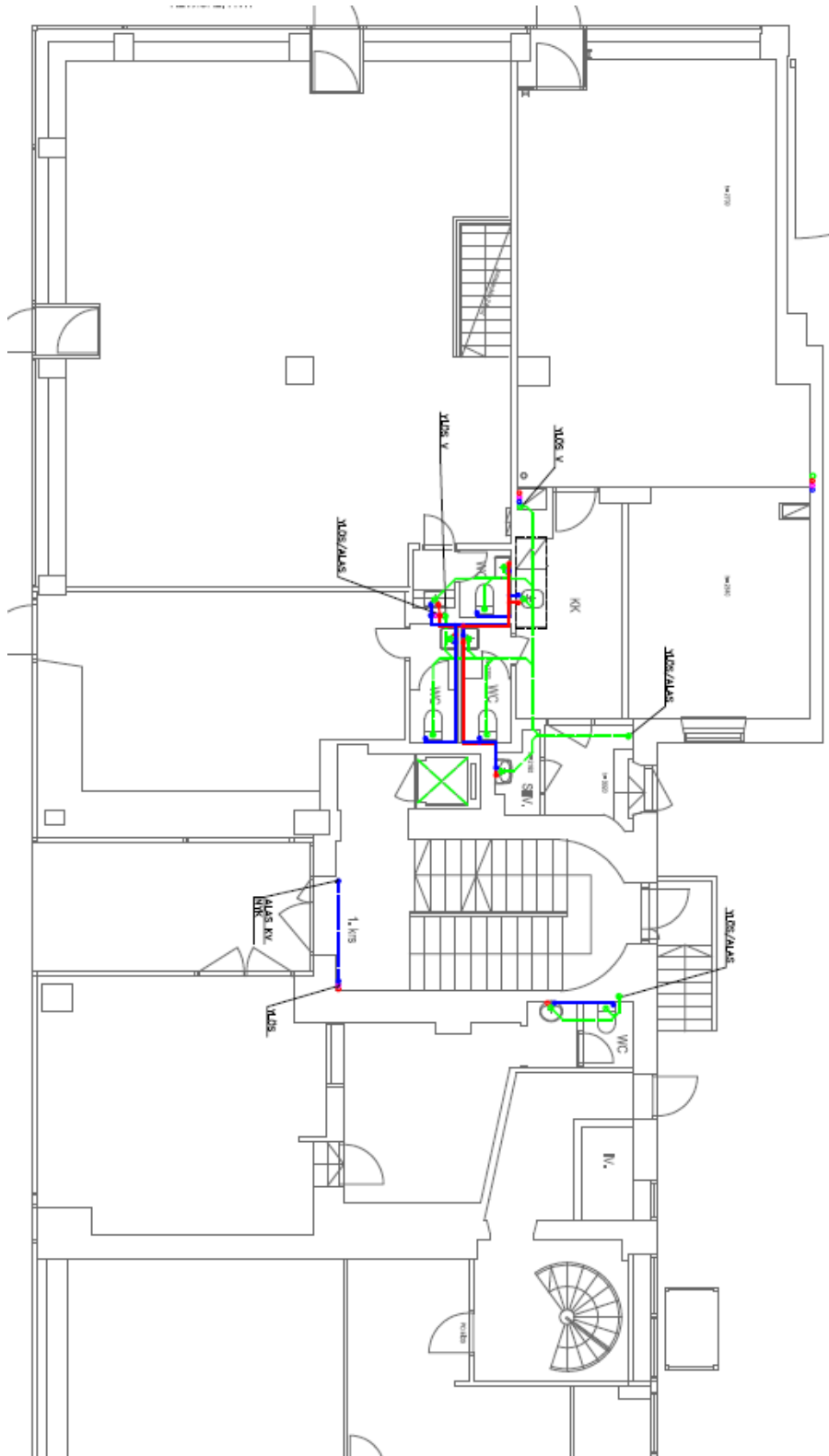
Arkkitehtipohja 7.kerros / ullakko



Liite 2. Vesijohtokuvien esimerkkikuvat

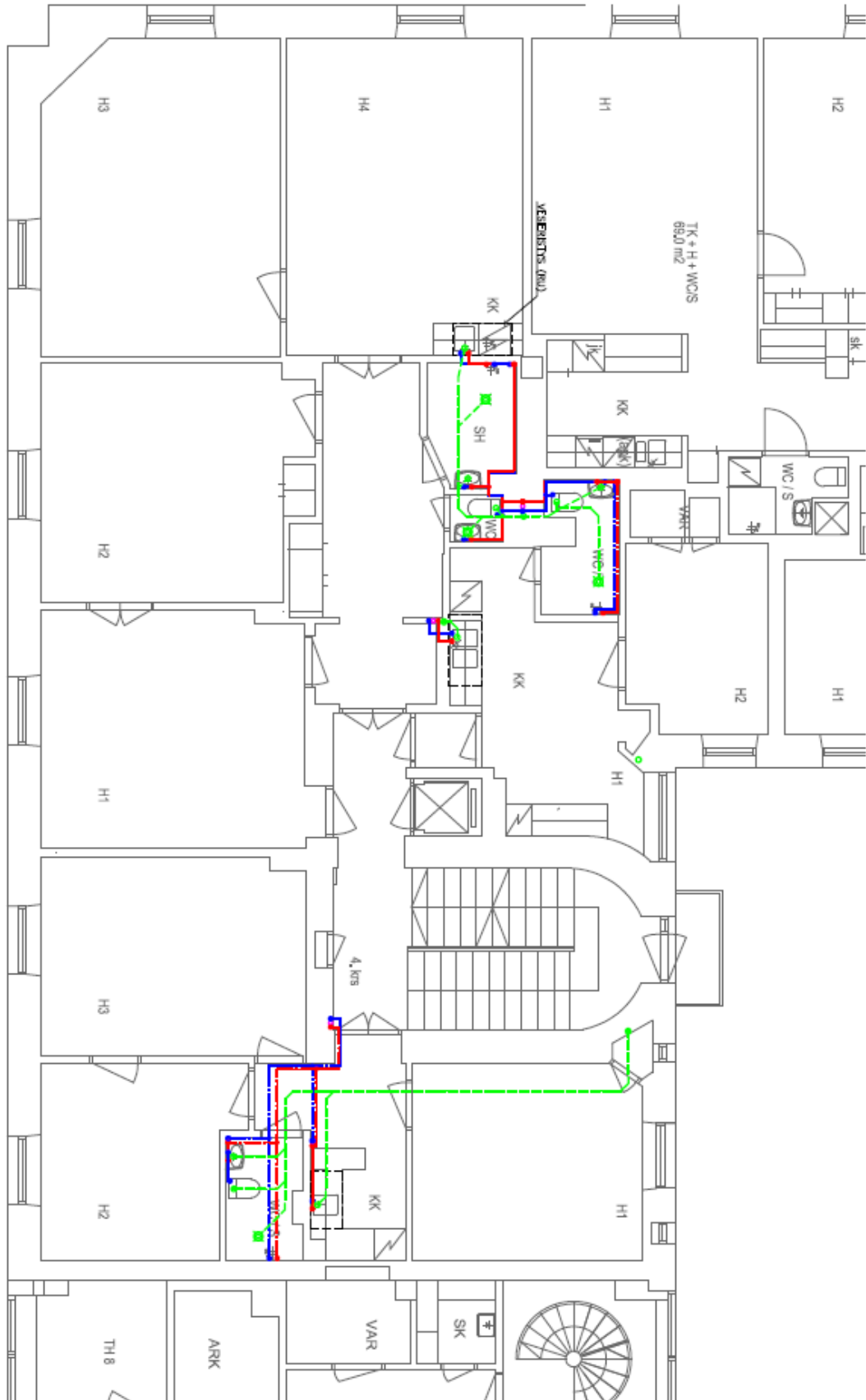
1(4)

Alustava LVI-kuva 1.kerros



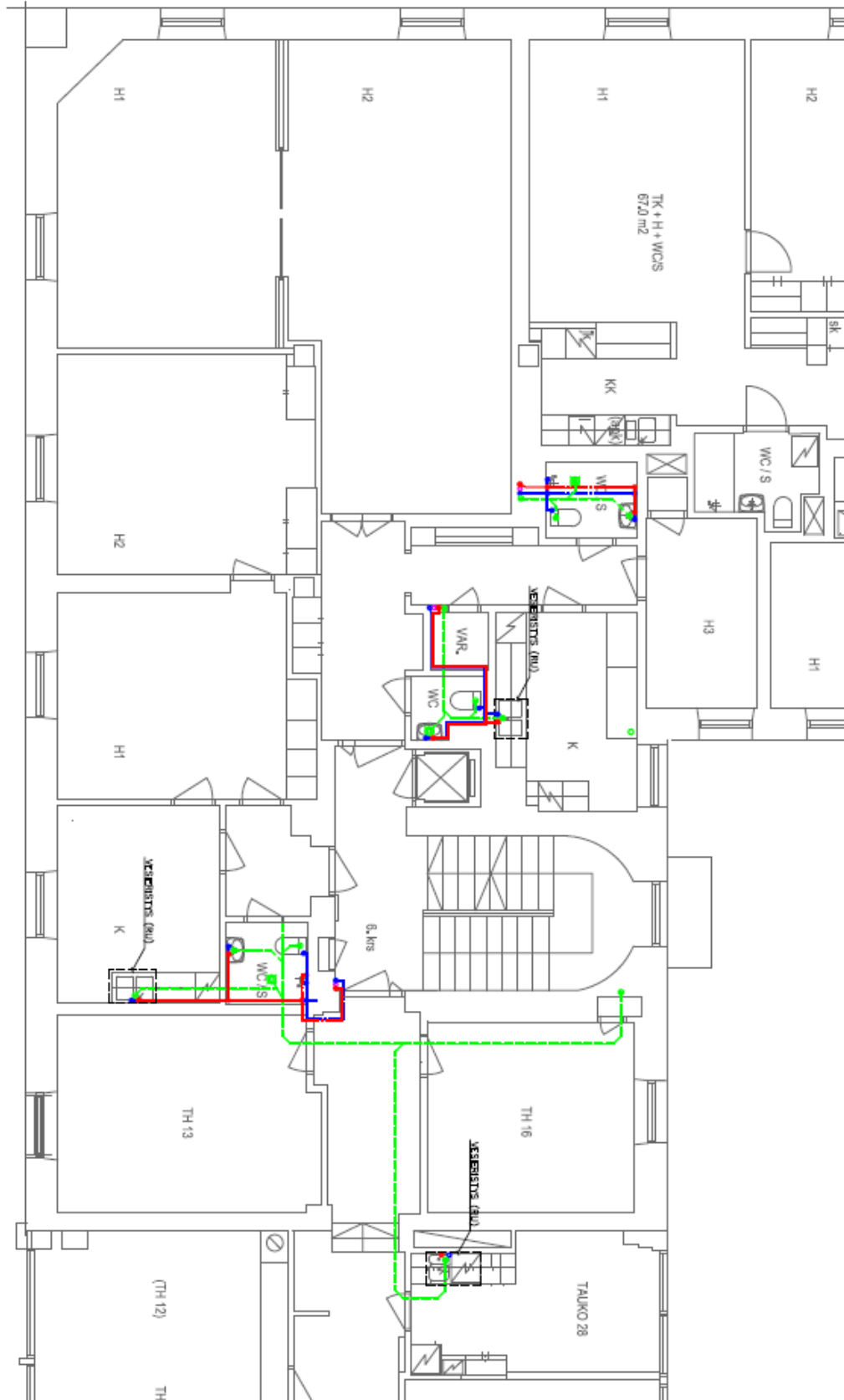
(jatkuu)

Alustava LVI-kuva 4.kerros(2. ja 3.kerros vastaavia)



(jatkuu)

Alustava LVI-kuva 6.kerros (5. kerros vastaava)



(jatkuu)

Liite 3. Luotu työkalu

Arviotyökalun tietojen syöttösiivu

Pukkimiesten lukumäärä		Ulkoilokasijia (sisäseennus)										Prin-tas-
1 kpl		Du -22	Du -35	Du -54	Du -64	Du -76.1	Du -88.9	Du -8-22				
Vesilohdot												
Pukkimiehit	90°	25	3	5								m
Kulmat	90°	20	3									kpl
Haarat		15	2									kpl
Vesilohdoten kustannusvertailu												
Hissatavat kuparipudket vs. puristollittettävät kuparipudket vs. komposittipudket												
Normitunnit (NH)												
Kuparipudket juotettu		9.5	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NH
Kuparipudket puristus		8.5	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NH
Kompositit (Unipipe)		8.75	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NH
Asennuskustannus (€)												
Kuparipudket juotettu		150.96	34.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	€
Kuparipudket puristus		135.07	31.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	€
Kompositit (Unipipe)		139.04	31.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	€
Pukiston hinta (karkaa arvio) (€)												
Kuparipudket juotettu		447.83	272.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	€
Kuparipudket puristus		658.10	358.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	€
Kompositit (Unipipe)		899.33	262.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	€
Normitunnit yhteensä												
Juotettu	Puritus	Unipipe										Ero
	11.65	10.50	10.75	NH								1.15 NH / 11 %
Asennuskustannukset yhteensä												
Juotettu	Puritus	Unipipe										Ero
	185.12	166.85	170.87	€								18.27 € / 11 %
Materiaalikulutus yhteensä												
Juotettu	Puritus	Unipipe										Ero
	719.89	1016.41	1162.10	€								442.21 € / 61.4 %
Kokonaiskustannus												
	905.01	1183.26	1332.92	€								427.91 € / 47.3 %
Viemäripudket												
Ulkoilokasijia (sisäseennus)												
		Du -75	Du -110	Du -160	Du -200							
Pukkimiehit	45°	10	20									m
Kulmat	90°		20									kpl
Haarat		8	2									kpl
Panalittimät	(GR)	27	53	0								kpl
Viemäripudketen kustannusvertailu												
Valurauta pudket vs. muovipudket												
Normitunnit (NH)												
Muoviemiärit (HTP)		9.10	21.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NH
Valurautaviemiärit (GR)		4.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NH
Asennuskustannus (€)												
Muoviemiärit (HTP)		144.60	346.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	€
Valurautaviemiärit (GR)		63.56	143.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	€
Pukiston hinta (karkaa arvio) (€)												
Muoviemiärit (HTP)		423.22	1374.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	€
Valurautaviemiärit (GR)		1428.06	3623.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	€
Normitunnit yhteensä												
HTP	GR										Ero	
	30.90	13.00	NH								17.9 NH / 137.7 %	
Asennuskustannukset yhteensä												
HTP	GR										Ero	
	491.00	206.57	€								284.43 € / 137.7 %	
Materiaalikulutus yhteensä												
HTP	GR										Ero	
	1797.49	505.196	€								3254.47 € / 181.1 %	
Kokonaiskustannus												
	2288.49	528.53	€								2970.04 € / 129.8 %	

Ohje

= syötevärtä/tieto

= Käytät juotettavan kuparin a

Vesilohdot

Syötät mitatut / lasketut / arvioidut arvot vihr Pukkimiehitä tulee olla laskussa vähintään 1,1 ei saada tuloista

Viemärit

Viemärien kohdalla oletuksena on että kok valurautaa, vaan esim. keuhkeroksen keir lasketut suoritetaan sis vertailemalla erite (muu viemärit on molemmilla pukkikissa

(jatkuu)

Arviotyökalun tulokset sivu

Vesiputkisto		30 m
Putkimetrejä yhteensä	23 kpl	
Käyriä yhteensä	17 kpl	
Haaroja yhteensä		
Juotettu kupari:		
Kokonaisuutena edullisin	905,01 €	
Asennus	185,12 €	
Kallein asennus		
Materiaalit	Edullisimmat materiaalit	719,89 €
Asennusaika	Hittain asentaa	1,5 päivää (8h/pv, per asentaja)
Puristefiitos kupari:		
Ei kallein tai edullisin	1183,26 €	
Asennus	Edullisin asennus	166,85 €
Materiaalit	Ei kallein tai edullisin	1016,41 €
Asennusaika	Nopein asentaa	1,3 päivää (8h/pv, per asentaja)
Kompositit (Unipipe):		
Kokonaisuutena kallein	1332,92 €	
Asennus	Ei kallein tai edullisin	170,82 €
Materiaalit	Kalleimmat materiaalit	1162,10 €
Asennusaika	Ei hitain tai nopein	1,3 päivää (8h/pv, per asentaja)

	Cu	Mapress	Unipipe
Cu	-	31 %	47 %
Mapress	-24 %	-	13 %
Unipipe	-32 %	-11 %	-

Viemäriputkisto		30 m
Putkimetrejä yhteensä	20 kpl	
Käyriä yhteensä	10 kpl	
Haaroja yhteensä	80 kpl	
Pantaliittimiä		
Muoviviemäri (HTP):		
Kokonaisuutena edullisempi	2288,49 €	
Asennus	Kalliimpi asennus	491,00 €
Materiaalit	Edullisimmat materiaalit	1797,49 €
Asennusaika	Hitaampi asentaa	3,9 päivää (8h/pv, per asentaja)
Valurautaviemäri (GR):		
Kokonaisuutena kalliimpi	5258,53 €	
Asennus	Edullisempi asennus	206,57 €
Materiaalit	Kalliimmat materiaalit	5051,96 €
Asennusaika	Nopeampi asentaa	1,6 tuntia (8h/pv, per asentaja)

* Muoviviemäreissä kustannuksiin tulee lisäksi palomansetit 0,15 NH/kpl.

	HTP	GR
HTP	-	130 %
GR	-56 %	-

(jatkuu)

3(3) Arviotyökälun sisäiset hinnastot ja kertoimet

Suora urakka normitunnitteen				15,89 €/NH			
Mon. 2. (TES)							
Käpärä ja komposittiputket (NH/m)							
Du	Cu	Nhs	Cu pur	Komp	Du	Cu	Nhs
-22	0,38	0,30	0,30	0,30	-75	0,25	0,15
-35	0,43	0,34	0,35	0,17	-110	0,28	0,17
-54	0,50	0,40	0,40	0,30	-160	0,30	0,19
-64	0,55	0,44	0,44	0,21	-200	0,33	0,21
-76,1	0,60	0,48	0,48	0,23	-250	0,39	0,23
-88,9	0,65	0,52	0,52	0,25	-315	0,44	0,25
-114,3	0,70	0,56	0,56	0,30	-400	0,50	0,30
-139,7	0,80	0,64	0,64	0,36	-500	0,61	0,36
-168,3	0,90	0,72	0,72	0,39	-690	0,72	0,39
-22 pinta-asennus			0,40				0,15 kpl
ka			22 €/m				30,00 %
8-15			16 €/m				
15-22			34 €/m				
Mon. 6. (TES)							
Muovienvieri (NH/m)							
Du	Abiteeli	Dahl	Ominen	Putket	Du	Abiteeli	Dahl
-75	32,92	28,14	30,81 €/m	30,62	-75	7,81	6,81
-110	54,36	48,15	54,93 €/m	54,08	-110	12,16	11,04
-160	132,31	162,07	147,19 €/m	147,19	-160	49,1	36,16
Mon. 4. (TES)							
Käpärä puristusosat							
Du	Abiteeli	Dahl	Ominen	Putket	Du	Abiteeli	Dahl
-22	13,69	14,11	13,04 €/m	13,61	-22	2,32	2,59
-35	40,92	42,05	38,56 €/m	40,51	-35	9,96	9,49
-54	71,49	73,05	67,70 €/m	70,75	-54	39,65	24,87
-64	135,04	142,81	128,96 €/m	133,60	-64	75,64	56,06
-76,1	162,81	172,16	148,80 €/m	161,26	-76,1	116,06	86,55
-88,9	197,78	202,80	172,36 €/m	190,98	-88,9	174,1	132,31
-114,3	289,42	297,26	223,20 €/m	256,63	-114,3	264	203,24
Mon. 5. (TES)							
Käpärä puristusosat							
Du	Abiteeli	Dahl	Ominen	Putket	Du	Abiteeli	Dahl
-22	2,32	2,59	2,74	2,32	-22	15,76	17,92
-35	9,96	9,49	12,48	9,57	-35	27,99	31,73
-54	39,65	24,87	41,27	39,65	-54	54,04	60,04
-64	75,64	56,06	113,34	75,64	-64	112,75	102,7
-76,1	116,06	86,55	174,94	116,06			
-88,9	174,1	132,31	262,88	174,1			
-114,3	264	203,24	410,44	264			
Mon. 3. (TES)							
Muovienvieri							
Du	Abiteeli	Dahl	Ominen	Putket	Du	Abiteeli	Dahl
-75	32,92	28,14	30,81 €/m	30,62	-75	7,81	6,81
-110	54,36	48,15	54,93 €/m	54,08	-110	12,16	11,04
-160	132,31	162,07	147,19 €/m	147,19	-160	49,1	36,16
Mon. 7. (TES)							
Käpärä puristusosat							
Du	Abiteeli	Dahl	Ominen	Putket	Du	Abiteeli	Dahl
-22	13,69	14,11	13,04 €/m	13,61	-22	15,76	17,92
-35	40,92	42,05	38,56 €/m	40,51	-35	27,99	31,73
-54	71,49	73,05	67,70 €/m	70,75	-54	54,04	60,04
-64	135,04	142,81	128,96 €/m	133,60	-64	112,75	102,7
-76,1	162,81	172,16	148,80 €/m	161,26			
-88,9	197,78	202,80	172,36 €/m	190,98			
-114,3	289,42	297,26	223,20 €/m	256,63			

Hinnat: Xpola ohjeiden hinnastoista, tulostettu 27.03.2013
 Talotekniikka LVI TES 2012, 2014, eBook1.pdf, laadittu 17.3.2013 (Rakennusliitto)
 LVI 50-10344, Talotekniikasta yleisesti käytettävät eristysmateriaalit ja niiden asennus, luehtu 2.4.2013
 LVI 50-10345, Talotekniikasta erityisesti mitterit ja käyrit, luehtu 2.4.2013