

Elina Veiksola

Jäähdytysputkistomateriaalien valinnan vaikutus urakkahintaan

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (amk)
Talotekniikan koulutusohjelma
Insinöörityö
21.4.2011

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Elina Veiksola Jäähdytysputkistomateriaalien valinnan vaikutus urakkahintaan 26 sivua + 4 liitettä 21.4.2011
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	tuotantopainotteinen
Ohjaaja Ohjaava opettaja	LVI-insinööri Erkki Paakki lehtori Sakari Sainio
<p>Tämä insinööri työ tehtiin Vesijohtoliike Halmesvaara Oy:n toimeksiannosta. Työn tavoitteena oli selvittää, mikä jäähdytysputkistomateriaali on urakoitsijalle kaikkein edullisin sekä materiaali- että asennuskustannuksiltaan.</p> <p>Työssä vertailtiin kuparia kapillaariosilla asennettuna, kuparia, komposiittia ja sähkösinkittyä terästä puristusosilla asennettuna sekä muovia sulattamalla asennettuna. Muovin asennuskustannukset osoittautuivat niin korkeiksi, että se jätettiin lopullisesta kustannusvertailusta pois. Vertailtavien materiaalien aineominaisuuksiin tutustuttiin tarkemmin ja niiden soveltuvuutta jäähdytysputkistoihin tutkittiin.</p> <p>Työssä massoiteltiin kolme eri jäähdytysputkistoa tarkasti osineen. Vertailtavien materiaalien hinnoista pyydettiin useilta eri toimittajilta tarjoukset ja selvitettiin halvin materiaali. Kullekin vertailtavalle järjestelmälle laskettiin LVI-toimialan työehtosopimuksen mukaiset normitunnit ja sosiaalikulut ja niistä muodostettiin asennuskustannukset. Kokonaiskustannuksia vertailemalla saatiin selville, että urakoitsijan näkökulmasta kaikkein kustannustehokkain vaihtoehto jäähdytysputkistojen toteuttamiseen on järjestelmä D.</p> <p>Järjestelmä D oli materiaalikuluksiltaan selkeästi edullisin, ja sen asennuskustannukset olivat myös kaikkein edullisimmat, vaikkakin hyvin pienellä marginaalilla. Järjestelmä A oli keskimäärin noin 17 %, järjestelmä C noin 27 % ja järjestelmä B noin 38 % kalliimpi kokonaiskustannuksiltaan kuin järjestelmä D.</p> <p>Kuparin hinta on hyvin altis nopeille muutoksille, joita on vaikea ennustaa. Sähkösinkitty teräs ja komposiitti ovat hinnoiltaan huomattavasti vakaampia materiaaleja ja täten suurissa ja pitkäkestoisissa urakoissa turvallisempia käyttää kuin kupari.</p>	
Avainsanat	jäähdytysputkisto, kustannukset, kupari, sähkösinkitty teräs, komposiitti

Author Title	Elina Veiksola The impact of the cooling piping material selection on the total costs of the contract
Number of Pages Date	26 pages + 4 appendices 21 April 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Production Orientation
Instructors	Erkki Paakki, BEng Sakari Sainio, Senior Lecturer
<p>The aim of this Bachelor's thesis, commissioned by a plumbing contractor, was to determine which cooling piping material and installation system is the least expensive from the contractor's point of view.</p> <p>The systems compared were copper installed with soldered joints, copper, composite and zinc-plated steel installed with press fittings, and plastic installed by fusing the joints. The installation costs with plastic proved to be so high that it was left out of the final cost comparison. The material properties of the compared systems were investigated in more detail and their suitability as cooling pipes was studied.</p> <p>The materials and parts used in three different cooling systems were carefully determined. Invitations for tenders were sent to different suppliers to establish the cheapest material. The installation costs were calculated for each system using the guidelines in the collective labour agreement for the HVAC industry. The total costs were compared in order to determine the most cost-effective cooling piping material and installation system. This showed to be system D. System D was clearly the cheapest in material costs and also the installation costs were the most favourable, albeit by a very small margin. The total costs of system A were on average about 17 %, system C approximately 27 % and system B about 38 % more expensive than those of system D.</p> <p>The price of copper is very susceptible to rapid changes that are difficult to predict. The prices of zinc-plated steel and composite are considerably less unstable and thus in large and long-term contracts safer to use than copper.</p>	
Keywords	cooling pipes, cost comparison, copper, zinc-plated steel, composite

Sisällys

1 Johdanto	1
2 Vertailtavat putkistomateriaalit ja asennustavat	2
2.1 Kupariputket, asennus kapillaariosia käyttäen	2
2.2 Kupariputket, asennus puristusosia käyttäen	4
2.3 Sähkösinkityt teräspanputket, asennus puristusosia käyttäen	7
2.4 Komposiittiputket, asennus puristusosia käyttäen	7
2.5 Muovi, asennus sähköhitsausta käyttäen	9
3 Massoitellun periaatteet	10
3.1 Massojen keräily	10
3.2 Massoiteltavien kohteiden esittely	11
4 Hinnoittelun perusteet	12
4.1 Asennushinta	12
4.2 Kannatusten kustannukset	12
4.3 Lisäprosentit normitunteihin	13
4.4 Sosiaalikustannukset	14
4.5 Materiaalihinnat	14
5 Lopulliset kustannukset ja lopputulokset	17
6 Materiaalihintojen kehitys	22
7 Yhteenveto	25
Lähteet	26
Liitteet	
Liite 1. Massalistat	
Liite 2. Normituntien laskenta	
Liite 3. Kannatusten kustannusten laskenta	
Liite 4. Kokonaiskustannusten laskenta	

1 Johdanto

Tulevaisuudessa on yhä enemmän tarvetta jäähdytykselle. Jotta saavutettaisiin nykyisten sisäilmastoluokkien lämpötilavaatimukset, on lähes pakko jäähdyttää jollain tavalla. Uudisrakennuksissa yhä useampaan kohteeseen tulee jäähdytysjärjestelmä. Saneeraustöissä on yleistä, että remontin yhteydessä lisätään huonekohtainen jäähdytys. Toimistotalokanta on Suomessa vanhaa, ja uutta rakennetaan jatkuvasti. Jotta vanhat tilat pystyisivät kilpailemaan vuokralaisista uusien kanssa, on niiden pakko investoida saneerauksiin ja eritoten jäähdytykseen.

Vesijohtoliike Halmesvaara Oy on Espoossa sijaitseva keskikokoinen putkialan yritys, joka on erikoistunut korjausrakentamiseen. Jäähdytettävien kohteiden määrän nousu on huomattu yrityksessä, ja siksi haluttiin selvittää kustannustehokkain tapa toteuttaa jäähdytysverkosto. Yrityksessä on muodostunut käsitys kustannustehokkaista käytännöistä, mutta asiaa haluttiin selvittää tarkemmin. Tämä insinööritö tehdään Vesijohtoliike Halmesvaara Oy:n toimeksiannosta vastaamaan edellä mainittua tarvetta.

Insinööritöön tavoitteena on selvittää, mikä jäähdytysputkistomateriaali on urakoitsijalle kaikkein halvin käyttää sekä materiaali- että asennuskustannuksiltaan. Vertailtaviksi materiaaleiksi valitaan kupari kapillaariosilla asennettuna, kupari, komposiitti ja sähkösinkitty teräs puristusosilla asennettuna sekä muovi sulattamalla asennettuna. Vertailtavien materiaalien aineominaisuuksiin tutustutaan tarkemmin ja tutkitaan niiden soveltuvuutta jäähdytysputkistoihin.

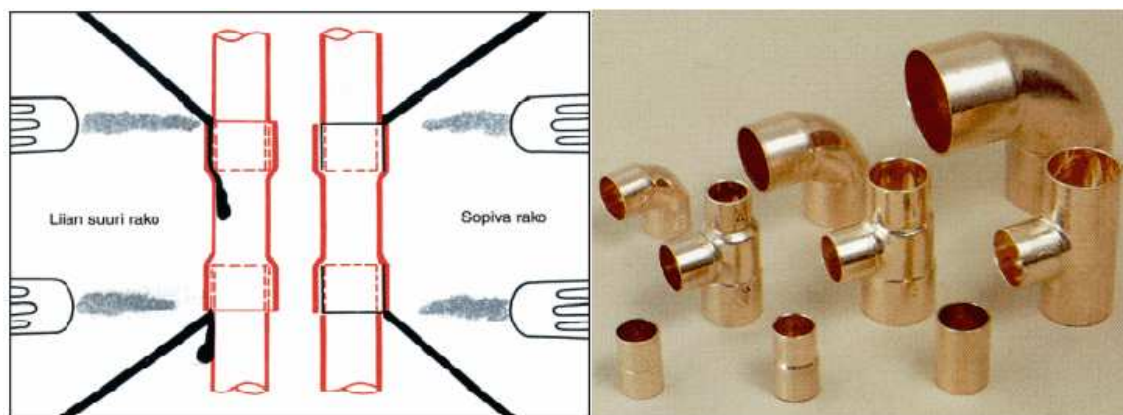
Työssä massoitellaan kolme jäähdytysputkistoa tarkasti osineen. Kustakin materiaalista pyydetään useilta eri toimittajilta tarjoukset, joista valitaan halvin. LVI-toimialan työehtosopimuksesta lasketaan kullekin vertailtavalle järjestelmälle asennusajat. Kokonaiskustannuksia vertailemalla valitaan urakoitsijan näkökulmasta kustannustehokkain vaihtoehto jäähdytysputkistojen toteuttamiseen.

2 Vertailtavat putkistomateriaalit ja asennustavat

2.1 Kupariputket, asennus kapillaariosia käyttäen

Kupariputket ovat varsin pehmeitä, ja niitä on käsiteltävä ja kuljetettava varoen, ettei synny kolhiintumia ja painaumia. Asennustyön aikana pitää olla varovainen, ettei putkiin pääse likaa, joka voi aiheuttaa korroosiota tai tukkeumia. Kupariputkien luonnollinen tummuminen ei vaikuta niiden käytettävyyteen. (1)

Yleisin tapa liittää kupariputkia on kovajuottaminen. Menetelmässä putki ja liitososa kuumennetaan kaasuliekillä juoteaineen sulamislämpötilaan. Juote täyttää kapillaarivoiman vaikutuksesta kappaleiden välisen raon. Raon on oltava täsmälleen sopiva, jotta liitos onnistuu, kuten kuvan 1 vasemmanpuoleisessa osassa on osoitettu. (1)

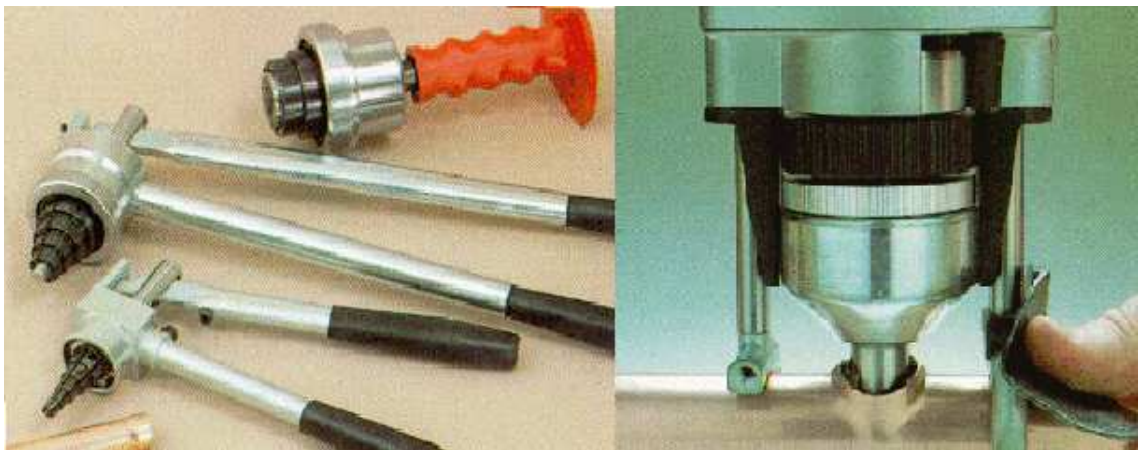


Kuva 1. Kapillariliitos ja kapillaariosia (1)

Kupariputkea voidaan taivuttaa kokoon 15 asti ilman, että virtauspinta-ala pienenee. Isommissa kooissa käytetään tehdasvalmisteisia osia. Myös käytettävät supistusyhteet ja T-haarat, joissa lähtevä haara on yhtä suuri kuin runkoputki, ovat tehdasvalmisteisia osia. Tehdasvalmisteisista kapillaariosista on esimerkkejä kuvan 1 oikeanpuoleisessa osassa. (1)

Kapillaariliitoksia voidaan tehdä myös ilman tehdasvalmisteisia osia. Muhveja ja haaroja voidaan tehdä erikoistyökaluilla (kuva 2). Muhvaustyökalulla putken päätä levitetään

siten, että samankokoinen putki mahtuu sen sisälle. Juotos tapahtuu samalla tavalla kuin tehdasvalmisteista osaa käyttäen. T-haara tehdään poraamalla runkoputkeen reikä ja nostamalla reiän reunat ylös niin, että siihen muodostuu kaulus. Liitettävän putken päähän tehdään pysäytysnastat, jotta se ei uppoa liian syvälle runkoputkeen ja haittaa näin haaran virtausominaisuuksia. T-haaran tekeminen haaroitustyökalulla (larikalla) on mahdollista silloin, kun tehtävä haara on vähintään yhtä kokoa pienempi kuin runkoputki. (1)



Kuva 2. Muhvaustyökaluja (vasemmalla) ja haaroitustyökalu (larikka) (oikealla) (1)

Kun käytetään muhvaus- ja haaroitustyökaluja, liitosten lukumäärä vähenee ja asennustyö nopeutuu ja tulee helpommaksi. Näiden liitosten virtausvastus ja lujuusominaisuudet vastaavat kapillaariosilla tehtyjä liitoksia. Runkoputkistot voidaan asentaa ennen kuin tiedetään haarojen tarkkaa paikkaa ja osien määrä vähenee, sillä kapillaariosia on saatavilla vain rajallinen valikoima. (1)

Kuparin asentaminen juottamalla on tulityötä, joten se vaatii erillisiä toimenpiteitä. Tulitöitä tulisi ensisijaisesti tehdä vakituisella tulityöpaikalla, joka on erityisesti suunniteltu tulitöiden tekemistä varten. Käytännössä kuitenkin yleensä käytetään tilapäisiä tulityöpaikkoja. Tulityön tekemiseen tilapäisellä tulityöpaikalla vaaditaan aina kirjallinen tulityölupa ja tulityöntekijällä on oltava voimassaoleva tulityökortti. Työpaikka ja sen ympäristö on puhdistettava palavasta materiaalista ja palavat rakenteet on suojattava. Työpaikalla on myös oltava tulityöluvan edellyttämä alkusammutuskalusto. Kun tulityötä tehdään, on aina järjestettävä työnaikainen tulityövartiointi. Yhden työntekijän ainoana tehtävänä on valvoa, ettei ympäristö syty palamaan. Tulityövartiointi on pidettävä yllä myös taukojen aikana ja sitä on jatkettava

vähintään tunnin verran tulityön päättymisen jälkeen. Vartiointi edellyttää jatkuvaa läsnäoloa. (2)

Kupariputkia ei saa suunnitteluvaiheessa mitoittaa liian tiukaksi, sillä liian suuri veden virtausnopeus aiheuttaa putkiin eroosiokorroosiota. Sitä voi esiintyä myös kohtuullisissa virtausnopeuksissa, jos asennusta ei ole tehty virtausopillisesti oikein. Erityisesti on vältettävä liian jyrkkiä taivutuskulmia ja tarkistettava, ettei T-haaroituksessa runkoputkeen työnnettyjä haaraputkia ole laitettu liian syvälle. Eroosiokorroosiota esiintyy eniten kohdissa, joissa virtaus on pyörteistä tai muuten häiriintynyttä, kuten putkiston haaroissa, taitoksissa ja liitoskohdissa. (1)

Kupari on perinteinen materiaali, jota on käytetty jo vuosikymmeniä. Sen asentamisesta ja käyttäytymisestä eri olosuhteissa on paljon tietoa ja kokemusta. Materiaalina kupari on kuitenkin kallis, ja sen hinta muuttuu arvaamattomasti.

Ympäristön suojaaminen ja tulityövärtiointi kasvattavat juottamalla asennetun kuparin hintaa verrattuna asennustapoihin, joissa ei tehdä tulitöitä. Kapillaariosien käytössä on kuitenkin se etu, ettei tarkkoja väliseinien tai jäähdytyspalkkien paikkaa tarvitse tietää silloin kun asennetaan runkoputkia. Kun tätä asennustapaa käytetään, haaroitukset voidaan tehdä helposti myös jälkikäteen.

2.2 Kupariputket, asennus puristusosia käyttäen

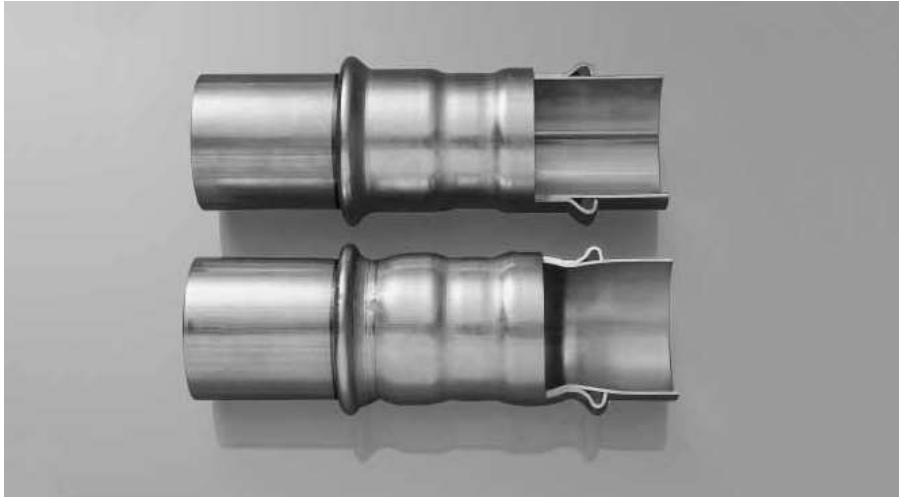
Puristusjärjestelmässä käytettävät kupariputket ovat samoja kuin juotettavassa järjestelmässä, joten niiden materiaaliominaisuudet ovat myös samanlaiset. Erona on, että kapillaariosat korvataan tiivisteellisillä puristusliittimillä (kuva 3). Puristusliittimiä voidaan käyttää sekä pinta-asennukseen että rakenteiden sisälle asennettuina. Asennustapa ei vaadi tulitöitä ja soveltuu näin erittäin hyvin saneerauskohteisiin tai muihin kohteisiin, joissa ei sallita tulitöitä.



Kuva 3. Puristusliittimiä kuparijärjestelmiin (3)

Puristusliittimiä käyttäen asennus on nopeaa. Putki katkaistaan normaalisti ja purseet poistetaan. Putki työnnetään liittimen sisälle asennussyvyyteen asti ja liitos puristetaan kiinni käyttäen liitinvalmistajan hyväksymää puristustyökalua. Putken katkaisuun on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta se tehdään varmasti suoraan eikä siinä ole teräviä reunoja. Putki ei saa vahingoittaa O-rengasta, koska jos se vaurioituu, liitos ei ole enää tiivis. (3)

Liitoksesta tulee pitävä, kun puristusliittimen sisäpuolella oleva ehjä O-rengastiiviste puristuu asennettaessa tiukaksi. Kuvassa 4 on esimerkki puristusliitoksesta ennen ja jälkeen puristamisen. Liitokseen myöhemmin kohdistuvat, esimerkiksi lämpöliikkeestä aiheutuvat mekaaniset voimat, eivät kohdistu tiivisteeseen vaan ne kohdistuvat putken ja liittimen väliseen metallipintaan. (3)



Kuva 4. Liitos ennen puristamista ja puristamisen jälkeen (4, s. 3)

Puristusliittimiä on olemassa kahdenlaisia: M-leukaisia ja V-leukaisia. Valmistajasta riippumatta voidaan kaikkia M-leukaisia puristusliittimiä asentaa samalla, niille tarkoitetulla puristustyökalulla. V-leukaisille liittimille on oma puristustyökalunsa. Puristustyökalu muodostuu puristuslaitteesta ja puristusleuoista tai puristuskauluksista. Näistä on yhden valmistajan laitteet esimerkkinä kuvassa 5. Puristus tapahtuu automatiikan avulla ja on näin asentajasta riippumatta aina sopivan suuruinen. Laitteita on olemassa sekä sähkökäyttöisiä että hydraulikalla toimivia käsikäyttöisiä. Jokaiselle putkikoolle on omat puristusleuat tai puristuskaulukset. Pienemmät putkikoot puristetaan leuoilla ja suuremmat putkikoot kauluksilla.



Kuva 5. Sähkökäyttöinen puristuslaite sekä puristusleukoja ja -kauluksia (4, s. 8)

2.3 Sähkösinkityt teräspanket, asennus puristusosia käyttäen

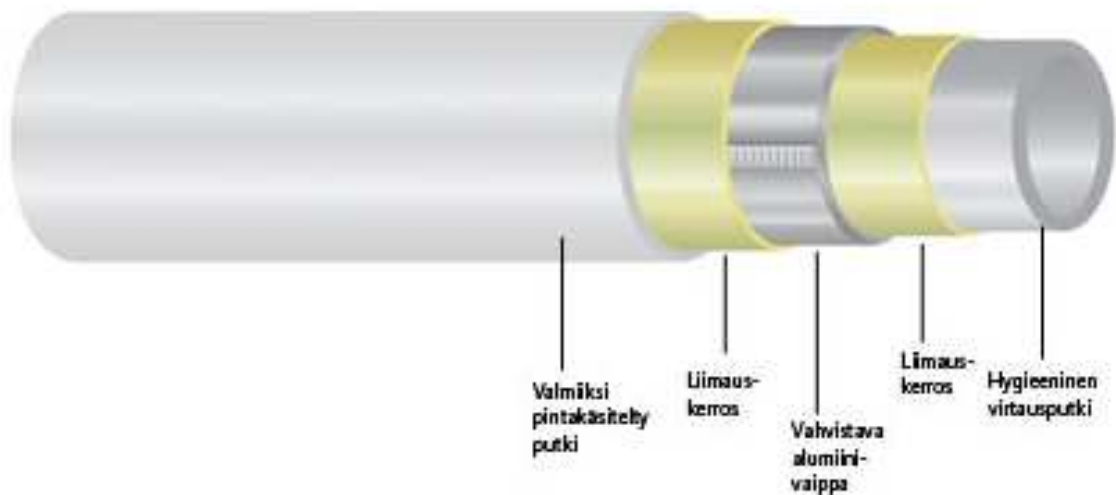
Sähkösinkitty teräspanki on ohutseinäinen teräspanki, joka on pinnoitettu sinkillä. Putkia käytetään ainoastaan suljetuissa järjestelmissä. Avoimissa järjestelmissä teräs altistuisi liiaksi hapelle, joka aiheuttaa korroosiota putken sisäpuolelle. Sinkkikerros suojaa ulkopuoliselta korroosiolta. Putkikoot ovat samat kuin kuparissa. (4, s. 6.)

Putkia voidaan asentaa juottamalla ja hitsaamalla, mutta tällöin sinkkipinnoite vahingoittuu ja se pitää korjata. Yleisempi asennustapa on käyttää puristusliittimiä. Sähkösinkityssä teräksessä käytettävä puristusjärjestelmä on samanlainen kuin kuparissa. (4, s. 6.)

Sähkösinkitty teräs on kuparille vartenotettava kilpailija. Putkikoot ovat samat, asennustapa on tuttu ja siihen voidaan käyttää samoja työkaluja. Materiaali on myös huomattavasti edullisempaa ja vakaampi hinnaltaan kuin kupari.

2.4 Komposiittipanket, asennus puristusosia käyttäen

Komposiittipanki on eri materiaalien yhdistelmä. Se koostuu kolmesta kerroksesta, jotka on liimattu lujasti kiinni toisiinsa (kuva 6). Putken keskiosa on alumiinia, joka tekee komposiittipankesta happitiiviin ja paineenkestävän sekä mahdollistaa sen muotoon taivuttamisen. Alumiiniputken sisä- ja ulkopuolella on polyeteeni-muovikerrokset. Muovi on korroosionkestävää ja hygieenistä. Pinnalla oleva muovi suojaa alumiinikerrosta, eikä se vaadi asennuksen jälkeen minkäänlaista erillistä käsittelyä. Komposiitti on myös korroosion kestävä materiaali eikä siinä esiinny esim. veden virtausnopeudesta aiheutuvaa korroosiota. (5, s. 9.)



Kuva 6. Komposiittiputki(6)

Komposiittiputkea toimitetaan kieppinä kokoon 32 asti, ja putkia on olemassa myös 3 tai 5 metrin salkoina. Komposiittia saa taivuttaa kokoon 32 asti, mutta tällöin taivutussäde on jo 111 mm, joten tilasta riippuen on järkevämpää käyttää tehdasvalmisteisia osia. (5, s. 10.)

Komposiittiputket kestävät yleisimpiä jäähdytysjärjestelmissä käytettäviä nesteseoksia. Jäähdytysnesteen soveltuvuus käytettävälle putkistomateriaalille on kuitenkin aina tarkistettava niiden toimittajalta. Jäähdytysjärjestelmässä käytettävien liittimien on oltava sinkinkadonkestäviä tai punametallisia materiaaleja. (5, s. 26.) Joillain tavarantoimittajilla on myös jäähdytysjärjestelmissä käytettäviä PPSU-materiaalista valmistettuja liittimiä, jotka ovat metalliliittimiä kevyempiä ja edullisempia.

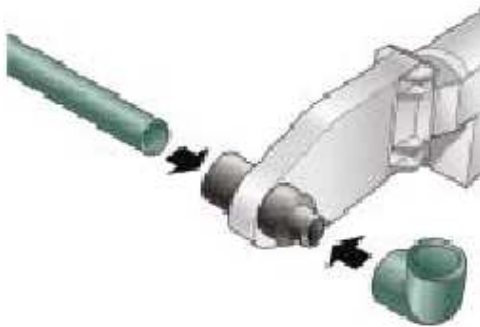
Komposiitti asennetaan käyttäen puristusliittimiä. Asennustekniikka on sama kuin kuparisessa ja sähkösinkitystä teräksestä tehdyssä puristusjärjestelmässä. Erona on se, että jokaisella komposiitin toimittajalla on oma liitinjärjestelmänsä, joiden asentamiseen on käytettävä toimittajien omia puristusleukoja ja -kauluksia.

2.5 Muovi, asennus sähköhitsausta käyttäen

Muoviputken käyttö jäähdytysjärjestelmissä ei ole kovinkaan yleistä Suomessa, mutta sen käyttö on yleistymässä Keski-Euroopassa. Itula Oy tuo Suomeen Coestherm PP-R –muoviputkea ainoana maahantuojaana.

PP-R-putki on elastista eikä murru helposti. Muuttuvissa lämpötiloissa sen pitkittäinen lämpölaajeneminen voi olla jopa 11 kertaa suurempi kuin teräsputkissa. Materiaalina PP-R on hyvin korroosion ja kemikaalien kestävä. Se on myös luonnostaan hyvin ääntä eristävä. (7, s. 198, 213.)

Putket asennetaan sulattamalla muovia sen verran, että yhdistettävien osien materiaalit sulautuvat toisiinsa. Sulattamiseen käytetään lämmityselementtiä kuten kuvassa 7 tai sähköistä muhvia, joka yhdistetään virtalähteeseen ja sähkövirta sulattaa muovin asennusta varten.



Kuva 7. PP-R-muoviputken asennuksessa käytettävä lämpöelementti (7, s. 206)

PP-R-putken asentaminen on niin hidasta, että materiaalin edullisuus tulee merkittäväksi vasta suuremmissa putkikooissa koosta 63 ylöspäin. Tästä johtuen materiaalia ei otettu mukaan lopulliseen kustannusvertailuun.

3 Massoittelun periaatteet

3.1 Massojen keräily

Massojen keräily tehtiin käsin mittakaavassa olevista tasokuvista. Normaalisti kupariputkien kapillaariosien tarkkaa määrää ei lasketa, vaan käytetään kokemusperäistä osaprosenttia. Jotta vertailun tulos olisi mahdollisimman tarkka, laskettiin kuitenkin kapillaariosista poikkeuksellisesti kaikki kulma-, supistus- ja haaraosat.

Materiaaleja voidaan myös taivuttaa tiettyyn kokoon asti vahingoittamatta virtauspinta-alaa. Suuremmissa kooissa taivutussäde tulee kuitenkin niin suureksi, ettei se ole asennukseen menevän tilan vuoksi kannattavaa. Kupariputkia ja sinkittyä terästä voidaan taivuttaa kokoon 15 ja komposiittia kokoon 16 asti. Näiden kokojen kulmat jätettiin laskematta.

Kaikissa materiaaleissa ei ole puristusosia kuin kokoon 54 asti, joten jotta tuloksista olisi saatu mahdollisimman vertailukelpoisia, on tässä työssä otettu huomioon putkikoot vain siihen asti.

Kun kuparijärjestelmässä käytetään kapillaariosia, voidaan haaroitukset tehdä erillisellä haaroitustyökalulla eikä niihin tarvitse laskea osia. Myös muut putkimuutokset esim. supistus/laajennus osat tehdään usein levitystyökalua käyttäen johtuen kuparin hyvästä muokattavuudesta. Tästä syystä massalistat poikkeavat toisistaan laskettavasta materiaalista riippuen. Liitteessä 1 on listattu kaikista massoiteltavista kohteista erikseen kapillaari- ja puristusosat.

Kaikissa kolmessa kohteessa jäähdytysputket on suunniteltu tehtäväksi pääosin kuparista. Taulukossa 1 on esitetty vertailtavien materiaalien kokovastaavuudet.

Taulukko 1. Putkikokojen vastaavuustaulukko Uponorin komposiittiputkilla (5, s. 26; 4, s. 6)

Kupariputki du x s	Komposiittiputki du x s	Sähkösinkitty teräs du x s
12 x 1,0	16 x 2,0	12 x 1,2
15 x 1,0	16 x 2,0	15 x 1,2
18 x 1,0	20 x 2,25	18 x 1,2
22 x 1,0	25 x 2,5	22 x 1,5
28 x 1,2	32 x 3,0	28 x 1,5
35 x 1,5	40 x 4,0	35 x 1,5
42 x 1,5	50 x 4,5	42 x 1,5
54 x 1,5	63 x 6,0	54 x 1,5

3.2 Massoiteltavien kohteiden esittely

Massoiteltavia kohteita on kolme: Kluuvikatu 3:n 5. kerroksen muutostyöt, Kansakoulunkuja 3 ja Vanha Jämerä.

Kiinteistö Oy Kluuvikatu 3:n 5. kerroksen rakennushanke on perusparannushanke, ja kohde sijaitsee liike- ja toimistokiinteistössä Helsingin keskustassa. Tilat muutetaan LVIJAS-järjestelmien ja rakennustekniikan osalta vastaamaan paremmin tiloja toimistona. Käytettävissä olevat tilat ovat ahtaita ja asennusreitit on suunniteltava tarkasti. Tilojen jäähdytys hoidetaan kiertoilmajäähdyttimillä ja huonekohtaisilla tuloilmapalkeilla.

KOY Kansakoulunkuja 3 on Helsingissä sijaitseva liike- ja toimistokiinteistö. Urakka jatkaa kiinteistön peruskorjausta parantamalla toimistokerrosten 1–3 olosuhteita lisäämällä sinne jäähdytysjärjestelmän ja uusimalla ilmanvaihdon. Rakennus liitetään Helsingin Energian kaukojäähdytysverkkoon ja toimistot jäähdytetään huonekohtaisilla jäähdytyspalkeilla.

Vanha Jämerä sisältää kahden Helsingissä sijaitsevan toimistorakennuksen saneerauksen hotellikäyttöön, ja ne liitetään naapuritontilla olevan hotelli Linnan yhteyteen ja toimintaan. Kiinteistö liitetään Helsingin Energian kaukokylmäverkkoon. Huonekohtainen jäähdytys hoidetaan kattosäteilijöillä.

4 Hinnoittelun perusteet

4.1 Asennushinta

Putkien asennushinnat määräytyvät LVI-toimialan työehtosopimuksen mukaan. Sen pykälässä 2 on määrätty normitunnit/metri (NH/m) eri putkimateriaaleille ja asennustavoille. Taulukkoon 2 on kerätty vertailtavien järjestelmien NH/m.

Taulukko 2. Putkistojärjestelmien normitunnit/m (8, s. 104, 106, 112)

Koko	Kupariputket kapillaariosilla	Kupariputket puristusosilla	Komposiittiputket	Sähkösinkityt teräsputket
– 22	**	**	**	**
– 35	**	**	**	**
– 54	**	**	**	**

Kokonaisnormitunnit lasketaan jokaiselle kohteelle järjestelmittain. Normituntien laskelmat ovat liitteessä 2.

4.2 Kannatusten kustannukset

Materiaalista riippuen kannatusvälit ovat erilaiset. Tiheä kannatusväli lisää materiaalien ja asennuskustannusten hintaa. Taulukossa 3 on esitetty eri materiaalien minimikannatusvälit.

Taulukko 3. Minimikannatusvälit eri materiaaleilla (9, s. 292; 5, s. 33; 4, s. 23)

Putkikoko	12/16	15/16	18/20	22/25	28/32	35/40	42/50	54/63
Kupari (m)	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0
Sähkösinkitty teräs	1,25	1,25	1,5	2,0	2,25	2,27	3,0	3,5
Komposiitti (m)	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	2,0	2,2

Kannake koostuu pidikkeestä, kuusioruuvista, kiila-ankkurista ja U-kiskosta. Niiden hinnat on otettu Halmesvaara Oy:ssä käytettävästä tarjouslaskentaohjelma Vismasta.

Kannatuksen kustannukset on laskettu jokaiselle kohteelle järjestelmittäin. Laskelmat ovat liitteessä 3.

4.3 Lisäprosentit normitunteihin

Normitunteihin lisätään erilaisia haittalisäprosentteja sen mukaan, minkälainen rakennuskohde on kyseessä. Jos kyseessä on saneerauskohde, lisätään siihen myös saneerauslisä rakennuksen ja työalueen käytön mukaan. Taulukossa 4 on esitetty LVI-toimialan työehtosopimuksessa määritetyt lisäprosentit.

Taulukko 4. Lisäprosentit (8, s. 102)

Taulukosta valitsemasi rakennustyyppin kohdalla löydät ko. tyyppin mukaisen haittalisän. Taulukosta valitsemasi rakennustyyppin kohdalla löydät saneerauslisän rakennuksen käytön mukaisesti. Saneerauslisän osalta prosentti voi vaihdella samassa kohteessa käytön mukaisesti.				
Rakennustyyppi	Haittalisä	Saneerauslisä		
	Haittalisä %	Rakennus poistettu käytöstä %	Rakennus käytössä työalue ei %	Työalue käytössä %
Asuinrakennukset (kerros, rivi-, pientalot, vapaa-ajan asunnot, asuntolat- ja vastaavat)	7	7	13	18
Palvelutalot, majoitusrakennukset, hotellit- ja vastaavat	7	8	13	18
Varastorakennukset, parkkihallit, teollisuushallit, myymälähallit, pysäköintitalot ja vastaavat	16	6	7	13
Sairaalat, hoitolaitokset ja vastaavat	16	13	20	23
Lasten päiväkodit, monitoimitalot, opetusrakennukset ja vastaavat	16	7	13	21
Liikerakennukset, myymälät, toimistorakennukset ja vastaavat	16	7	13	22
Muut rakennukset	16	7	13	22
Sellaisissa tapauksissa, joissa työ on verrattavissa uudisttyöhön	Rak.tyyppin mukaan	0	0	0
Suojelukohde	Rak.tyyppin mukaan	Suojelukohhteissa saneeraus- taulukkolisiin lisätään 5 %-yksikköä		

Sekä haittalisäprosentti että saneerauslisäprosentti kerrotaan alkuperäisen normituntimäärän kanssa ja ne kasvattavat lopullista normituntien määrää.

Kluuvikatu ja Kansakoulunkuja ovat molemmat toimistorakennuksia, ja molemmissa rakennus on työaluetta lukuun ottamatta käytössä. Molemmissa urakoissa haittalisä on 16 % ja saneerauslisä 13 %. Vanha Jämerä muutetaan hotelliksi ja rakennus on poistettu käytöstä, näin ollen haittalisä on 7 % ja saneerauslisä 8 %. Lisäprosenttien aiheuttamat normituntilisät on esitetty kokonaiskustannuslaskelmissa, jotka ovat liitteenä 4.

4.4 Sosiaalikustannukset

Sosiaalikustannukset koostuvat sosiaalipalkoista ja sosiaalimaksuista. Sosiaalipalkassa on otettu huomioon vuosiloma- ja lomatapaluuraha, työkyvyttömyys, arkipyhäkorvaukset, työajan lyhennys ja muut sosiaalipalkat. Sosiaalimaksut koostuvat kaikista lakisääteisistä vakuutusmaksuista kuten eläkevakuutus- ja tapaturmavakuutusmaksusta. Sosiaalikulut ovat n. 74 % urakan kokonaisnormituntien kustannuksista. Sosiaalikulut on otettu huomioon kokonaiskustannusten laskennassa, jotka on esitetty liitteessä 4. (10)

4.5 Materiaalihinnat

Materiaalien hinnat saatiin lähettämällä tarjouspyyntöjä usealle eri tavarantoimittajalle ja tukkurille, jotka valittiin Vesijohtoliike Halmesvaara Oy:n yhteystietolistalta. Taulukossa 5 on esitetty kaikki yritykset, joihin tarjouspyyntö lähetettiin. Jokaisen yrityksen kohdalle on merkitty x:llä ne materiaalit, joista pyydettiin tarjous.

Taulukko 5. Tavarantoimittajat, joille tarjouspyynnöt lähetettiin.

Toimittaja	Kupari, kapillaariosin	Kupari, puristusosin	Sähkösinkitty teräs	Komposiitti
Lämpötukku Oy	x	x	x	x
LVI-Dahl Oy	x	x	x	
Onninen Oy	x	x	x	
Ahsell Oy	x	x	x	
LVI-Wabek Oy	x			
Lahden LVI-tukku	x			
Uponor Oy				x
Warla Trade Oy		x	x	x
KWH-Pipe Oy				x
Itula				x
IP-Produkter				x
Roth Finland Oy				x
Geberit Oy		x	x	x
Viega Oy		x	x	x
Relvonde Oü		x	x	x
Broen Finland Oy		x	x	x
Callidus Oy		x	x	

Muutama yrityksistä ilmoitti heti, ettei heillä ole aikaa antaa tarjousta. Osalla ei ollut enää kyseisiä tuotteita valikoimissaan ja osa ei ottanut lainkaan yhteyttä. Tarjousten sijaan saatiin myös hinnastoja ja niihin alennusprosentteja, joista piti itse koota kokonaishinnat vertailtaviin kohteisiin. Taulukoissa 6, 7 ja 8 on esitetty kohteittain saadut tarjoukset ja hinnat. Hinnat ovat verottomia.

Taulukko 6. Saadut tarjoukset kohteesta Kansakoulunkuja 3

Toimittaja	Kupari, kapillaariosin	Kupari, puristusosin	Sähkösinkitty teräs	Komposiitti
Lämpötukku Oy	***	***		
LVI-Dahl Oy	***	***	***	
Onninen Oy	***	***		
Itula				***
Roth Finland Oy				***
Viega Oy			***	***
Broen Finland Oy				***

Taulukko 7. Saadut tarjoukset kohteesta Kluuvikatu 3

Toimittaja	Kupari, kapillaariosin	Kupari, puristusosin	Sähkösinkitty teräs	Komposiitti
Lämpötukku Oy	***	***		
LVI-Dahl Oy	***	***	***	
Onninen Oy	***	***		
Itula				***
Roth Finland Oy				***
Viega Oy			***	***
Relvonde Oü		***		***
Broen Finland Oy				***

Taulukko 8. Saadut tarjoukset kohteesta Vanha Jämerä

Toimittaja	Kupari, kapillaariosin	Kupari, puristusosin	Sähkösinkitty teräs	Komposiitti
Lämpötukku Oy	***	***		
LVI-Dahl Oy	***	***	***	
Onninen Oy	***	***		
Itula				***
Roth Finland Oy				***
Viega Oy			***	***
Broen Finland Oy				***

5 Lopulliset kustannukset ja lopputulokset

Kokonaiskustannukset koostuvat tarjouksista saaduista materiaalihinnoista ja asennuskustannuksista. Taulukossa 9 on esitetty Kansakoulunkujan hintaerittely sähkösinkitylle teräkselle. Normitunnin hintana on käytetty ** €/NH. Muiden kohteiden ja järjestelmien kokonaiskustannusten tarkempi erittely on liitteessä 4.

Taulukko 9. Kansakoulunkuja: hintaerittely sähkösinkitylle teräkselle

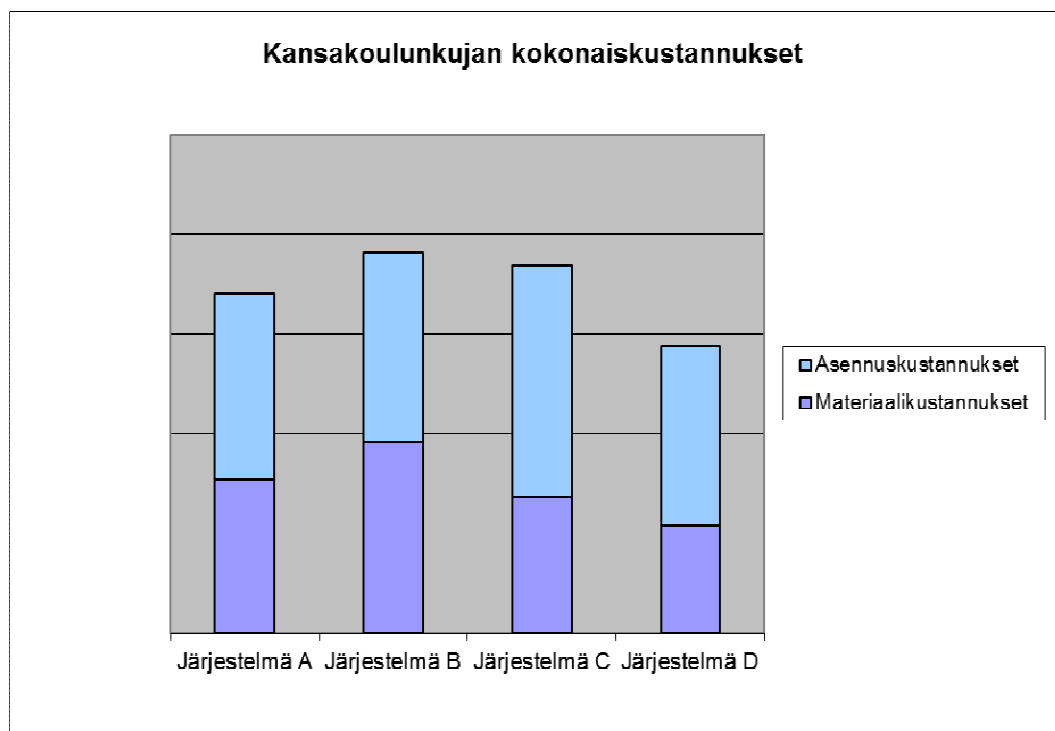
Asennuskustannukset				Materiaalikustannukset
	Lisäprosentti	NH	€	€
Asennus		**	**	
Haittalisä	16	**	**	
Saneerauslisä	13	**	**	
Sosiaalikulut	74		**	
Kannakkeet			**	
Yht.			**	**
Kokonaiskustannukset				<u><u>** €</u></u>

Kaikissa kohteissa järjestelmä D osoittautui edullisimmaksi sekä materiaali- että asennuskustannuksiltaan. Taulukoissa 10, 11 ja 12 on esitetty kokonaisurakkahinnat jokaiseen kohteeseen järjestelmittäin. Hinnat ovat verottomia.

Puristusjärjestelmät ovat selkeästi edullisempia asentaa kuin juotettava kupari. Moni tavarantoimittaja ja projektipäällikkö on sitä mieltä, että ero on vielä suurempi kuin LVI-toimialan työehtosopimus tässä asiassa määrittää. Asennuskustannusten ero kertaantuu vielä suuremmaksi, kun normitunteihin lisätään kaikki lisäprosentit ja sosiaalikulut.

Taulukko 10. Kansakoulunkujan kokonaiskustannukset järjestelmittäin

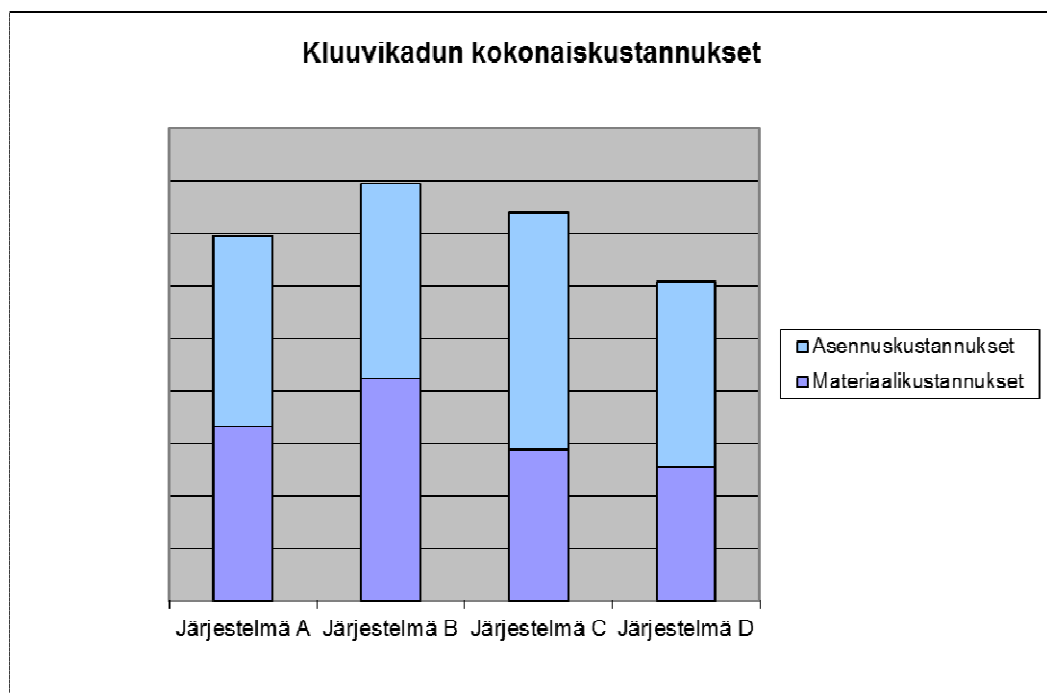
	Järjestelmä A	Järjestelmä B	Järjestelmä C	Järjestelmä D
Materiaalikustannukset	*** €	*** €	*** €	*** €
Asennuskustannukset	*** €	*** €	*** €	*** €
Yhteensä	*** €	*** €	*** €	*** €



Kuva 8. Kansakoulunkujan kokonaiskustannusten jakautuminen asennus- ja materiaalikustannuksiin

Taulukko 11. Kluuvikadun kokonaiskustannukset järjestelmittäin

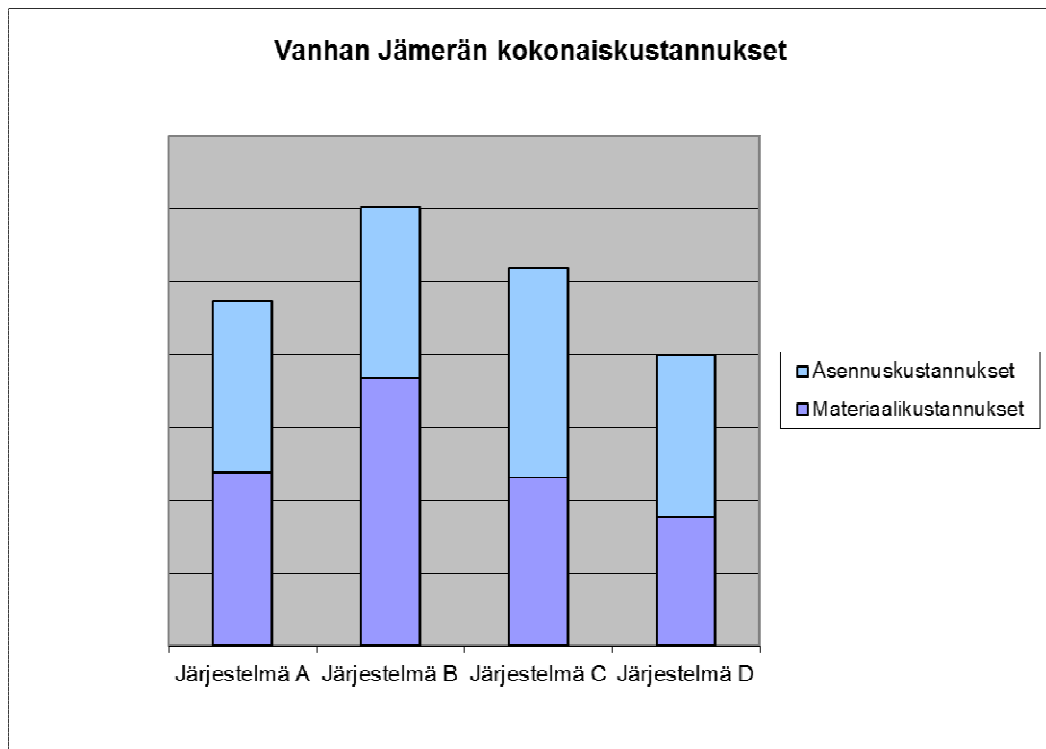
	Järjestelmä A	Järjestelmä B	Järjestelmä C	Järjestelmä D
Materiaali- kustannukset	*** €	*** €	*** €	*** €
Asennus- kustannukset	*** €	*** €	*** €	*** €
Yhteensä	*** €	*** €	*** €	*** €



Kuva 9. Kluuvikadun kokonaiskustannusten jakautuminen asennus- ja materiaalikustannuksiin

Taulukko 12. Vanhan Jämerän kokonaiskustannukset järjestelmittäin

	Järjestelmä A	Järjestelmä B	Järjestelmä C	Järjestelmä D
Materiaalikustannukset	*** €	*** €	*** €	*** €
Asennuskustannukset	*** €	*** €	*** €	*** €
Yhteensä	*** €	*** €	*** €	*** €



Kuva 10. Vanhan Jämerän kokonaiskustannusten jakautuminen asennus- ja materiaalikustannuksiin

Urakkahintojen perusteella Kansakoulunkuja oli suurin ja Vanha Jämerä pienin. Kuvien 8, 9 ja 10 pylväistä voidaan nähdä, että urakan kokonaishinnan noustessa asennushinnan vaikutus kokonaishintaan kasvaa kaikissa vertailtavissa materiaaleissa.

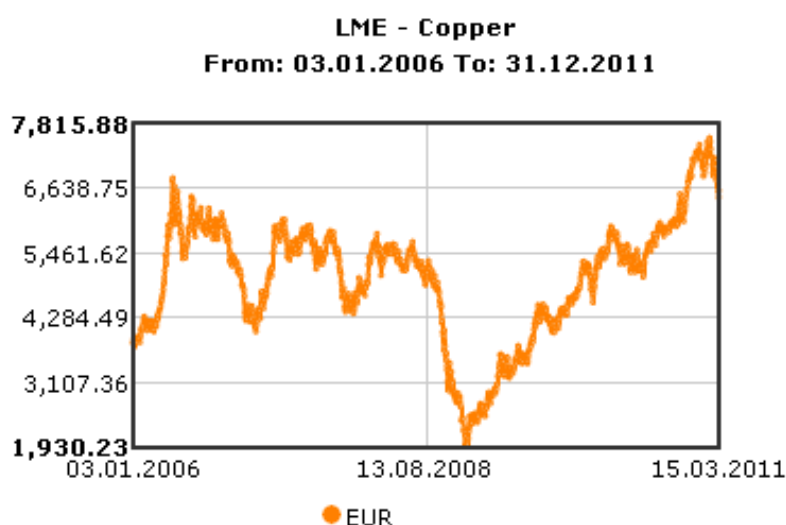
Kun vertaillaan kuparijärjestelmiä Vanhassa Jämerässä ja Kansakoulunkujassa, voidaan huomata, että kokonaishinnaltaan pienemmässä urakassa järjestelmän B ja järjestelmän C kustannusten ero on suurempi kuin kokonaishinnaltaan suuremmassa urakassa. Näin ollen voidaan päätellä, että urakkasumman noustessa vielä suuremmaksi saattaa järjestelmä B tulla halvemmaksi kuin järjestelmä C. Tämä asia kannattaa ottaa huomioon ja tarkastella tulevilla kohteilla sen paikkansapitävyyttä.

Järjestelmien B ja C kustannusten ero kannattaa varsinkin suuremmissa urakoissa laskea. Joka tapauksessa järjestelmien B ja C hintaero on, esim. Kansakoulunkujassa, jo niin pieni, että pelkästään järjestelmän B asennustavan helppous on niin suuri etu, että se kannattaa valita.

Materiaalin B maailmanmarkkinahinta on tällä hetkellä niin korkealla, että järjestelmä B on selkeästi kallein materiaalihinnaltaan. Jos raakamateriaalin maailmanmarkkinahinta laskee, järjestelmä B tulee taas kilpailukykyisemmäksi.

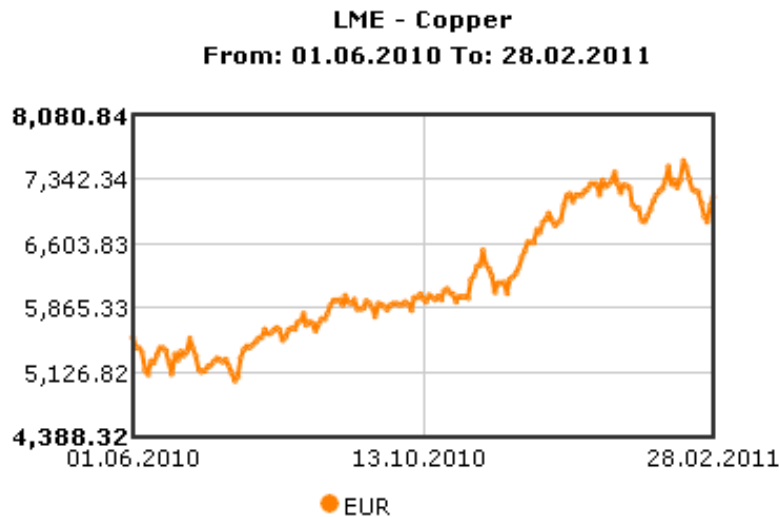
6 Materiaalihintojen kehitys

Kuparin maailmanmarkkinahinta on ollut viime vuodet kovassa nousussa. Vuoden 2011 helmikuussa kuparin maailmanmarkkinahinta nousi Lontoon metallipörssissä kaikkien aikojen korkeimpaan hintaan (11, s. 12). Kuvassa 11 on esitetty kuparin hinnan kehitystä. Hinnat ovat Lontoon metallipörssin virallisia lukuja. Kupariputkien hinnat seuraavat hyvin tarkasti raakakuparin hintaa.



Kuva 11. Kuparitonin hinnan kehitys Lontoon metallipörssissä pitemmällä aikavälillä (12)

Kuparin hintaa on hyvin vaikea ennustaa, joten sen käyttö pitkäkestoisessa urakassa on riskialtista. Materiaalien hinnannousua yritetään ottaa huomioon tarjouslaskentavaiheessa, mutta kuparin hinta vaihtelee pienelläkin aikavälillä paljon. Kesästä 2010 helmikuuhun 2011 kuparitonin hinta on noussut n. 1800 €, kuten kuvasta 12 voidaan todeta.



Kuva 12. Kuparitonin hinnan kehitys Lontoon metallipörssissä lyhyemmällä aikavälillä (12)

Komposiitin hinnankehitystä selvitettiin vanhoista hinnastoista ja niissä otettiin huomioon Halmesvaara Oy:n alennusprosentti. Uponorin hinnastojen perusteella vuosina 2007–2010 komposiittijärjestelmässä käytettävien osien hinnat eivät ole muuttuneet lainkaan, vaan ainoastaan putkien hinnat ovat muuttuneet. Taulukossa 13 on esitetty, miten urakan komposiittiputkien hinta on muuttunut vuodesta 2007 vuoteen 2010. Hintojen vaihtelut ovat erittäin pieniä. Esimerkkinä on käytetty Kansakoulunkujan putkimetrejä.

Taulukko 13. Komposiitin hintakehitys

Koko	m	2007	2008	2009	2010
16					
20	360	***	***	***	***
25	133	***	***	***	***
32	81	***	***	***	***
40	133	***	***	***	***
50	45	***	***	***	***
63	37	***	***	***	***
Yhteensä		*** €	*** €	*** €	*** €

Sähkösinkityn teräksen hintojen kehitystä tutkittiin Onnisen hinnastoista 2008 ja 2009 sekä Onnisen nettikaupan Onnshopin tämänhetkisistä hinnoista. Taulukossa 14 on esitetty Kansakoulunkujan massoja hiukan mukaillen sähkösinkityn teräksen hintojen kehitystä.

Taulukko 14. Sähkösinkityn teräksen hintakehitys

	2008	2009	2011
Sähkösinkitty teräs	*** €	*** €	*** €

Yksikköhinnat nousivat vuodesta 2008 vuoteen 2009 keskimäärin n. 5 %. Vuonna 2011 osien hinnat ovat 25–30 % korkeammalla kuin vuonna 2009, mutta putkien hinnat ovat laskeneet n. 5–10 %. Hintatietoja ei ollut saatavilla vuodelta 2010. Osien suuri hintaero vuosien 2009–2011 välillä voi osaltaan johtua siitä, että vertailussa käytetyt yhden valmistajan tuotteet ovat Onnisen valikoimista poistuvia. Tästä johtuen suurin osa puristusosista on hinnoiteltu toisen valmistajan tuotehinnoilla. Tätä vertailua ei siis kannata pitää vuoden 2011 kohdalla aivan luotettavana.

7 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli selvittää, mikä tapa toteuttaa jäähdytysjärjestelmä on urakoitsijan kannalta kaikkein edullisin materiaali- ja asennuskustannuksiltaan. Lisäksi otettiin selvää jokaisen tutkittavan järjestelmän materiaali- ja asennusominaisuuksista.

Edullisimmaksi järjestelmäksi osoittautui selkeästi järjestelmä D. Työssä selvitettiin, kuinka suurista rahallisista eroista eri järjestelmien välillä on kyse ja kuinka paljon asennustapa vaikuttaa kokonaishintaan. Järjestelmä A oli keskimäärin noin 17 %, järjestelmä C noin 27 % ja järjestelmä B noin 38 % kalliimpi kokonaiskustannuksiltaan kuin järjestelmä D. Järjestelmän D käyttöön on helppo siirtyä, koska asennustapa on samanlainen kuin yleisesti käytetyssä järjestelmässä B. Jopa käytettävät asennustyökalut ovat samoja.

Jos kuparin maailmanmarkkinahinta laskee tämänhetkisistä historiallisen korkeista luvuista, on tarkoituksenmukaista jatkossa tarkistaa sen kilpailukyky muihin materiaaleihin verrattuna. Halmesvaara Oy:ssä pyritäänkin jatkamaan insinööriyön tuloksien analysointia. Raakakuparin maailmanmarkkinahintaa seuraamalla yritetään löytämään sellainen kulminaatiopiste, jossa kupariputki alkaa olla taas kilpailukykyinen verrattuna muihin materiaaleihin. Tätä pistettä ei pystytty tässä työssä selvittämään vanhojen hintatietojen puuttumisen takia.

Materiaalihintoja saatiin loppujen lopuksi aika vähän. Kenties, jos vastausaikaa olisi ollut enemmän kuin kaksi viikkoa, olisin saanut hintoja useammalta toimittajalta. Sain aika monesta paikasta tarjouksen vain yhteen kohteeseen ja jouduin itse muodostamaan yksikköhinnoista kokonaishinnat muihin kohteisiin. Tämä nosti omaa työtaakkaani suuresti ja aiheutti aikataulullisia hankaluuksia.

Näin jälkikäteen, kun olen saanut kokonaishinnat laskettua, olen tullut siihen lopputulokseen, että olisi kannattanut valita massoiteltaviksi kohteiksi sellaisia urakoita, joissa urakkahintojen ero olisi muodostunut vielä suuremmaksi kuin nyt. Tämä olisi helpottanut tulosten analysointia, ja olisin saanut varmuuden siihen, että erot johtuvat nimenomaan urakoiden koosta eivätkä satunnaisista eroista massalistoissa.

Lähteet

- 1 Kupariputkistot. Verkkodokumentti.
<http://www.kupari.com/kopparror_fi/koppar/frame.html>. Luettu 15.2.2011.
- 2 Tularityöt Suojeluohje. 01/2002. Vakuutusyhtiöiden Keskusliitto.
- 3 Puristusliitos-tiivisterenkaallinen. 2007. Verkkodokumentti.
<http://www.kupari.com/files/Pressfitt_FI.pdf>. Luettu 14.2.2011.
- 4 Puristusliitinjärjestelmän asennusohjeet. 2002. Verkkodokumentti. Geberit Oy.
<<http://www.lyngson.fi/pdf/Asennusohje.pdf>>. Luettu 16.2.2011.
- 5 Uponor-komposiittijärjestelmä – Käsikirja. 2010. Verkkodokumentti. Uponor Oy.
<http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/MLCP/Installation%20manuals/9001_Komposiitti_kasik_010610.ashx>. Luettu 2.2.2011.
- 6 Ainutlaatuinen komposiittiputki. Verkkodokumentti. Uponor Oy.
<<http://www.uponor.fi/Ratkaisut/Talotekniikka/Komposiitti/Putki.aspx>>. Luettu 2.2.2011.
- 7 Water Supply & Heating. Verkkodokumentti. Coes. <
http://www.coes.it/ENG/Services/Documentation_download/default.aspx#>.
- 8 Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimus 2010–2012. 2010. LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry ja Rakennusliitto ry.
- 9 LVI-rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. 1992. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- 10 Putkialan sosiaalikustannukset 1.1.2009–31.12.2009. 2009. Verkkodokumentti. LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry. < http://www.lvi-tu.fi/extranet/index04_129.htm>. Päivitetty 27.1.2009. Luettu 16.3.2011.
- 11 Pihlava, Minna. 2011. Kupari teki hintaennätyksen helmikuussa. Tekniikka & Talous, 11.3.2011, s. 12.
- 12 Metal Prices. KME.
<http://www.kme.com/en/services/metal_prices/index.php?riga=300&valuta2=EUR&datada=01.01.2006&dataa=31.12.2011&nat=US&application=pmk025w.pgm>. Luettu 15.3.2011.

Massalistat

Kapillaariosin

Kohde: Kluuvikatu 3 KOY, 5. krs

Putkimetrit

Koko	m	Käyrä 2 muhv.	Käyrä 1 muhv.	T-yhde
15	280	142	42	8
18	18	2		
22	89	12		18
28	44	4		2
35	110	8		2
42	54	2		2
54	22	2		6

CU nippa juotettava EM

Koko	kpl
15 - 1/2	132
22 - 1/2	42
22 - 3/4	8
28 - 1	2
35 - 1 1/4	14
42 - 1 1/2	2
54 - 2	5

Liitin EM UK

Koko	kpl
15 - 1/2	132
22 - 3/4	50
28 - 1	2
35 - 1 1/4	14
42 - 1 1/2	2
54 - 2	5

Kapillaari
supistusmuhvi

Koko	kpl
54 x 42	4
54 x 35	8
42 x 35	4
35 x 28	6
35 x 22	4
28 x 22	12
28 x 18	2
22 x 18	4
22 x 15	40
18 x 15	8

Puristusosin

Kohde: Kluuvikatu 3 KOY, 5. krs

Putkimetrit

Koko	m	Käyrä 2 muhv.	Käyrä 1 muhv.	T-yhde	Muhvi
15	280	142	42	8	
18	18	2			
22	89	12		18	
28	44	4		2	
35	110	8		2	8
42	54	2		2	
54	22	2		6	

Puristus nippa UK

Koko	kpl
15 - 1/2	132
22 - 1/2	42
22 - 3/4	8
28 - 1	2
35 - 1 1/4	14
42 - 1 1/2	2
54 - 2	5

Puristus yhdistäjä

Koko	kpl
15 - 1/2	132
22 - 3/4	50
28 - 1	2
35 - 1 1/4	14
42 - 1 1/2	2
54 - 2	5

Puristus T-yhde sup.

Koko	kpl
54 x 22 x 54	2
42 x 28 x 42	2
42 x 22 x 42	22
35 x 28 x 35	4
35 x 22 x 35	18
35 x 15 x 35	4
28 x 22 x 28	2
28 x 18 x 28	2
28 x 15 x 28	8
22 x 15 x 22	12
18 x 15 x 18	8

Puristus supistus nippa

Koko	kpl
54 x 42	4
54 x 35	8
42 x 35	4
35 x 28	6
35 x 22	4
28 x 22	12
28 x 18	2
22 x 18	4
22 x 15	40
18 x 15	8

Kapillaariosin

Kohde: Kansakoulunkuja 3

Putkimetrit

Koko	m	Käyrä 2 muhv.	Käyrä 1 muhv.	T-yhde
15				
18	360	211	105	
22	133	24		4
28	81	16		
35	133	22		2
42	45			2
54	37			4

CU nippa juotettava EM

Koko	kpl
15 - 1/2	
18 - 3/4	143
22 - 1/2	
22 - 3/4	1
28 - 1	1
35 - 1 1/4	
42 - 1 1/2	
54 - 2	1

Liitin EM UK

Koko	kpl
15 - 1/2	
18 - 3/4	143
22 - 3/4	1
28 - 1	1
35 - 1 1/4	
42 - 1 1/2	
54 - 2	1

Kapillaari
supistusmuhvi

Koko	kpl
54 x 42	2
54 x 35	
42 x 35	8
42 x 28	2
35 x 28	14
35 x 22	2
28 x 22	14
28 x 18	2
22 x 18	38
22 x 15	
18 x 15	

Puristusosin

Kohde: Kansakoulunkuja 3

Putkimetrit

Koko	m	Käyrä 2 muhv.	Käyrä 1 muhv.	T-yhde	Muhvi
15					
18	360	211	105		
22	133	24		4	2
28	81	16			
35	133	22		2	2
42	45			2	
54	37			4	

Puristus nippa UK

Koko	kpl
15 - 1/2	
18 - 3/4	143
22 - 1/2	
22 - 3/4	1
28 - 1	1
35 - 1 1/4	
42 - 1 1/2	
54 - 2	1

Puristus yhdistäjä

Koko	kpl
15 - 1/2	
18 - 3/4	143
22 - 3/4	1
28 - 1	1
35 - 1 1/4	
42 - 1 1/2	
54 - 2	1

Puristus T-yhde sup.

Koko	kpl
54 x 42 x 54	2
54 x 35 x 54	2
54 x 22 x 54	12
42 x 35 x 42	2
42 x 28 x 42	
42 x 22 x 42	16
35 x 28 x 35	
35 x 22 x 35	2
35 x 18 x 35	30
35 x 15 x 35	
28 x 22 x 28	4
28 x 18 x 28	34
28 x 15 x 28	
22 x 18 x 22	38
22 x 15 x 22	
18 x 15 x 18	

Puristus supistus nippa

Koko	kpl
54 x 42	2
54 x 35	
42 x 35	8
42 x 28	2
35 x 28	14
35 x 22	2
28 x 22	14
28 x 18	2
22 x 18	38
22 x 15	
18 x 15	

Kapillaariosin

Kohde: Vanha Jämerä

Putkimetrit

Koko	m	Käyrä 2 muhv.	Käyrä 1 muhv.	T-yhde
15				
18	30		76	14
22	112	40	10	2
28	133	34		2
35	33			
42	73	6		
54	42			

CU-nippa juotettava EM

Koko	kpl
15 - 1/2	
18 - 3/4	103
22 - 1/2	
22 - 3/4	14
28 - 1	10
35 - 1 1/4	
42 - 1 1/2	6
54 - 2	

Liitin EM UK

Koko	kpl
15 - 1/2	
18 - 1/2	103
22 - 3/4	14
28 - 1	10
35 - 1 1/4	
42 - 1 1/2	6
54 - 2	

Kapillaari supistusmuhvi

54 x 42	4
54 x 35	
42 x 35	10
42 x 28	
35 x 28	6
35 x 22	
28 x 22	18
28 x 18	
22 x 18	44
22 x 15	
18 x 15	

Puristusosin

Kohde: Vanha Jämerä

Putkimetrit

Koko	m	Käyrä 2 muhv.	Käyrä 1 muhv.	T-yhde
15				
18	30		76	14
22	112	40	10	2
28	133	34		2
35	33			
42	73	6		
54	42			

Puristus nippa UK

Koko	kpl
15 - 1/2	
18 - 3/4	103
22 - 1/2	
22 - 3/4	14
28 - 1	10
35 - 1 1/4	
42 - 1 1/2	6
54 - 2	

Puristus yhdistäjä

Koko	kpl
15 - 1/2	
18 - 3/4	103
22 - 3/4	14
28 - 1	10
35 - 1 1/4	
42 - 1 1/2	6
54 - 2	

Puristus T-yhde sup.

Koko	kpl
54 x 42 x 54	6
54 x 35 x 54	
54 x 28 x 54	6
54 x 22 x 54	2
42 x 35 x 42	
42 x 28 x 42	2
42 x 22 x 42	24
35 x 28 x 35	
35 x 22 x 35	
35 x 18 x 35	6
35 x 15 x 35	
28 x 22 x 28	2
28 x 18 x 28	30
28 x 15 x 28	
22 x 18 x 22	20
22 x 15 x 22	
18 x 15 x 18	

Puristus supistus nippa

Koko	kpl
54 x 42	4
54 x 35	
42 x 35	10
42 x 28	
35 x 28	6
35 x 22	
28 x 22	18
28 x 18	
22 x 18	44
22 x 15	
18 x 15	

Normituntien laskenta

Kluuvikatu 3 KOY, 5. krs

Kupari juottamalla

Koko	m	NH/m	NH
15	280	**	**
18	18	**	**
22	89	**	**
28	44	**	**
35	110	**	**
42	54	**	**
54	22	**	**

Yht. **

Kupari puristusosin

Koko	m	NH/m	NH
15	280	**	**
18	18	**	**
22	89	**	**
28	44	**	**
35	110	**	**
42	54	**	**
54	22	**	**

Yht. **

Komposiitti

Koko	m	NH/m	NH
16	280	**	**
20	18	**	**
25	89	**	**
32	44	**	**
40	110	**	**
50	54	**	**
63	22	**	**

Yht. **

Sähkösinkitty teräs

Koko	m	NH/m	NH
15	280	**	**
18	18	**	**
22	89	**	**
28	44	**	**
35	110	**	**
42	54	**	**
54	22	**	**

Yht. **

Kansakoulunkuja 3

Kupari juottamalla

Koko	m	NH/m	NH
15			
18	360	**	**
22	133	**	**
28	81	**	**
35	133	**	**
42	45	**	**
54	37	**	**

Yht. **

Kupari puristusosin

Koko	m	NH/m	NH
15			
18	360	**	**
22	133	**	**
28	81	**	**
35	133	**	**
42	45	**	**
54	37	**	**

Yht. **

Komposiitti

Koko	m	NH/m	NH
16			
20	360	**	**
25	133	**	**
32	81	**	**
40	133	**	**
50	45	**	**
63	37	**	**

Yht. **

Sähkösinkitty teräs

Koko	m	NH/m	NH
15			
18	360	**	**
22	133	**	**
28	81	**	**
35	133	**	**
42	45	**	**
54	37	**	**

Yht. **

Vanha Jämerä

Kupari juottamalla

Koko	m	NH/m	NH
15			
18	30	**	**
22	112	**	**
28	133	**	**
35	33	**	**
42	73	**	**
54	42	**	**

Yht. **

Kupari puristusosin

Koko	m	NH/m	NH
15			
18	30	**	**
22	112	**	**
28	133	**	**
35	33	**	**
42	73	**	**
54	42	**	**

Yht. **

Komposiitti

Koko	m	NH/m	NH
16			
20	30	**	**
25	112	**	**
32	133	**	**
40	33	**	**
50	73	**	**
63	42	**	**

Yht. **

Sähkösinkitty teräs

Koko	m	NH/m	NH
15			
18	30	**	**
22	112	**	**
28	133	**	**
35	33	**	**
42	73	**	**
54	42	**	**

Yht. **

Kannatusten kustannusten laskenta

Kannakkeiden hinta sisältää

Flamco BSB-pidin	14-16	**	€/kpl
Flamco BSB-pidin	17-19	**	€/kpl
Flamco BSB-pidin	20-23	**	€/kpl
Flamco BSB-pidin	26-29	**	€/kpl
Flamco BSB-pidin	33-36	**	€/kpl
Flamco BSB-pidin	41-44	**	€/kpl
Flamco BSB-pidin	47-50	**	€/kpl
Flamco BSB-pidin	54	**	€/kpl
Flamco BSB-pidin	60-62	**	€/kpl
Kuusioruuvien		**	€/kpl
Kiila-ankkurin		**	€/kpl
U-kiskon		**	€/m

Kluuvikatu 3 KOY, 5. krs

Kupari juottamalla

Koko	m	Kannatusväli	€/kannake	€
15	280	1	**	**
18	18	1	**	**
22	89	1,5	**	**
28	44	1,5	**	**
35	110	1,5	**	**
42	54	2	**	**
54	22	2	**	**

Yht. **

Kupari puristusosin

Koko	m	Kannatusväli	€/kannake	€
15	280	1	**	**
18	18	1	**	**
22	89	1,5	**	**
28	44	1,5	**	**
35	110	1,5	**	**
42	54	2	**	**
54	22	2	**	**

Yht. **

Komposiitti

Koko	m	Kannatusväli	€/kannake	€
16	280	1,2	**	**
20	18	1,3	**	**
25	89	1,5	**	**
32	44	1,6	**	**
40	110	1,7	**	**
50	54	2	**	**
63	22	2,2	**	**

Yht. **

Sähkösinkitty teräs

Koko	m	Kannatusväli	€/kannake	€
15	280	1,25	**	**
18	18	1,5	**	**
22	89	2	**	**
28	44	2,25	**	**
35	110	2,27	**	**
42	54	3	**	**
54	22	3,5	**	**

Yht. **

Kansakoulunkuja 3

Kupari juottamalla

Koko	m	Kannatusväli	€/kannake	€
15		1	**	**
18	360	1	**	**
22	133	1,5	**	**
28	81	1,5	**	**
35	133	1,5	**	**
42	45	2	**	**
54	37	2	**	**

Yht. **

Kupari puristusosin

Koko	m	Kannatusväli	€/kannake	€
15		1	**	**
18	360	1	**	**
22	133	1,5	**	**
28	81	1,5	**	**
35	133	1,5	**	**
42	45	2	**	**
54	37	2	**	**

Yht. **

Komposiitti

Koko	m	Kannatusväli	€/kannake	€
16		1,2	**	**
20	360	1,3	**	**
25	133	1,5	**	**
32	81	1,6	**	**
40	133	1,7	**	**
50	45	2	**	**
63	37	2,2	**	**

Yht. **

Sähkösinkitty teräs

Koko	m	Kannatusväli	€/kannake	€
15		1,25	**	**
18	360	1,5	**	**
22	133	2	**	**
28	81	2,25	**	**
35	133	2,27	**	**
42	45	3	**	**
54	37	3,5	**	**

Yht. **

Vanha Jämerä

Kupari juottamalla

Koko	m	Kannatusväli	€/kannake	€
15		1	**	*
18	30	1	**	**
22	112	1,5	**	**
28	133	1,5	**	**
35	33	1,5	**	**
42	73	2	**	**
54	42	2	**	**

Yht. **

Kupari puristusosin

Koko	m	Kannatusväli	€/kannake	€
15		1	**	**
18	30	1	**	**
22	112	1,5	**	**
28	133	1,5	**	**
35	33	1,5	**	**
42	73	2	**	**
54	42	2	**	**

Yht. **

Komposiitti

Koko	m	Kannatusväli	€/kannake	€
16		1,2	**	**
20	30	1,3	**	**
25	112	1,5	**	**
32	133	1,6	**	**
40	33	1,7	**	**
50	73	2	**	**
63	42	2,2	**	**

Yht. **

Sähkösinkitty teräs

Koko	m	Kannatusväli	€/kannake	€
15		1,25	**	**
18	30	1,5	**	**
22	112	2	**	**
28	133	2,25	**	**
35	33	2,27	**	**
42	73	3	**	**
54	42	3,5	**	**

Yht. **

Kokonaiskustannusten laskenta

Kluuvikatu 3

Kupari kapillaariosin ** €/NH

Asennuskustannukset				Materiaalikustannukset
	Lisäprosentti	NH	€	€
Asennus		**	**	
Haittalisä	16	**	**	
Saneerauslisä	13	**	**	
Sosiaalikulut	74		**	
Kannakkeet			**	

Yht. ** **

Kokonaiskustannukset ** €

Kupari puristusosin ** €/NH

Asennuskustannukset				Materiaalikustannukset
	Lisäprosentti	NH	€	€
Asennus		**	**	
Haittalisä	16	**	**	
Saneerauslisä	13	**	**	
Sosiaalikulut	74		**	
Kannakkeet			**	

Yht. ** **

Kokonaiskustannukset ** €

Komposiitti ** €/NH

Asennuskustannukset				Materiaalikustannukset
	Lisäprosentti	NH	€	€
Asennus		**	**	
Haittalisä	16	**	**	
Saneerauslisä	13	**	**	
Sosiaalikulut	74		**	
Kannakkeet			**	

Yht. ** **

Kokonaiskustannukset ** €

Sähkösinkitty teräs

** €/NH

Asennuskustannukset				Materiaalikustannukset
	Lisäprosentti	NH	€	€
Asennus		**	**	
Haittalisä	16	**	**	
Saneerauslisä	13	**	**	
Sosiaalikulut	74		**	
Kannakkeet			**	

Yht.

**

**

Kokonaiskustannukset ** €

Kansakoulunkuja 3

Kupari kapillaariosin

** €/NH

Asennuskustannukset				Materiaalikustannukset
	Lisäprosentti	NH	€	€
Asennus		**	**	
Haittalisä	16	**	**	
Saneerauslisä	13	**	**	
Sosiaalikulut	74		**	
Kannakkeet			**	

Yht.

**

**

Kokonaiskustannukset ** €

Kupari puristusosin

** €/NH

Asennuskustannukset				Materiaalikustannukset
	Lisäprosentti	NH	€	€
Asennus		**	**	
Haittalisä	16	**	**	
Saneerauslisä	13	**	**	
Sosiaalikulut	74		**	
Kannakkeet			**	

Yht.

**

**

Kokonaiskustannukset ** €

Komposiitti

** €/NH

Asennuskustannukset				Materiaalikustannukset
	Lisäprosentti	NH	€	€
Asennus		**	**	
Haittalisä	16	**	**	
Saneerauslisä	13	**	**	
Sosiaalikulut	74		**	
Kannakkeet			**	

Yht.

**

**

Kokonaiskustannukset ** €

Sähkösinkitty teräs

** €/NH

Asennuskustannukset				Materiaalikustannukset
	Lisäprosentti	NH	€	€
Asennus		**	**	
Haittalisä	16	**	**	
Saneerauslisä	13	**	**	
Sosiaalikulut	74		**	
Kannakkeet			**	

Yht.

**

**

Kokonaiskustannukset ** €

Vanha Jämerä

Kupari kapillaariosin

** €/NH

Asennuskustannukset				Materiaalikustannukset
	Lisäprosentti	NH	€	€
Asennus		**	**	
Haittalisä	7	**	**	
Saneerauslisä	8	**	**	
Sosiaalikulut	74		**	
Kannakkeet			**	

Yht.

**

**

Kokonaiskustannukset ** €

Kupari puristusosin

** €/NH

Asennuskustannukset				Materiaalikustannukset
	Lisäprosentti	NH	€	€
Asennus		**	**	
Haittalisä	7	**	**	
Saneerauslisä	8	**	**	
Sosiaalikulut	74		**	
Kannakkeet			**	

Yht.

**

**

Kokonaiskustannukset ** €

Komposiitti

** €/NH

Asennuskustannukset				Materiaalikustannukset
	Lisäprosentti	NH	€	€
Asennus		**	**	
Haittalisä	7	**	**	
Saneerauslisä	8	**	**	
Sosiaalikulut	74		**	
Kannakkeet			**	

Yht.

**

**

Kokonaiskustannukset ** €

Sähkösinkitty teräs

** €/NH

Asennuskustannukset				Materiaalikustannukset
	Lisäprosentti	NH	€	€
Asennus		**	**	
Haittalisä	7	**	**	
Saneerauslisä	8	**	**	
Sosiaalikulut	74		**	
Kannakkeet			**	

Yht.

**

**

Kokonaiskustannukset ** €