



Oppimisympäristön kehittäminen talotekniikan perustutkinnoissa

Tampereen seudun ammattiopisto Kangasalan toimipisteessä

Hamed Ahmadi

OPINNÄYTETYÖ
Helmikuu 2025
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
LVI-talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
LVI-talotekniikka

AHMADI, HAMED:

Oppimisympäristön kehittäminen talotekniikan perustutkinnossa, Tampereen seudun ammattiopisto Kangasalan toimipisteessä

Opinnäytetyö 55 sivua, joista liitteitä 1 sivua
Helmikuu 2025

Opinnäytetyö toteutettiin Tampereen seudun ammattiopiston (TREDU) toimeksiantona. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia TREDUN Kangasalan toimipisteen kolmannen vuoden talotekniikkaopiskelijoiden hahmottamiskykyä ja ymmärtämistä tietyissä tehtävissä sekä parantaa ja tuottaa heille yksinkertaisia, helposti luettavia ja laadukkaita oppimateriaaleja.

Oppimateriaalien avulla opiskelijat pystyvät massoittamaan ja laskemaan töille hintoja. Oppimateriaaleja voidaan käyttää myös näytön suorittamiseen tietyissä tapauksissa. Koska opinnäytetyössä tavoitteena oli saada numeerisia tietoja, tutkimusmenetelmäksi valittiin kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä.

Tutkimus tehtiin kyselylomakkeiden avulla, jotka jaettiin vastattavaksi opiskelijoille. Tutkimukseen valittiin kolmannen vuoden opiskelijat, koska he suorittivat samat tehtävät viime vuonna ilman opinnäytetyössä tuotettuja oppimateriaaleja. Kuusitoista opiskelijaa vastasi kyselyyn.

Tulokset osoittivat, että oppimateriaalit ovat auttaneet opiskelijoita hahmottamaan tehtävät helpommin ja nopeammin kuin edellisenä vuonna. Palautteissa mainittiin useaan kertaan selkeät ohjeet ja helppo luettavuus. Opinnäytetyössä tuotetut oppimateriaalit ja tehtävät myös kehittivät opiskelijoiden LVI-piirustusten luku- ja tulkitsemistaitoa. Kaikki tehtävien suorittamiseen tarvittavat tiedot löytyivät tehtävänantopapereista, mikä vähensi opiskelijoiden kysymyksiä. Näin opiskelijat tarvitsivat opettajaa vähemmän työpisteeseen ohjeistamaan tai vastaamaan kysymyksiin.

Itsearviointikohdat tehtävänantopapereissa saivat opiskelijoilta paljon huomioita ja positiivista palautetta, koska ne auttoivat opiskelijoita tarkistamaan arviointikriteerit ja mahdollisesti parantamaan vielä lopputulosta ennen työn luovutusta. Myös opettajat kokivat tuotetut oppimateriaalit hyödyllisiksi, koska he voivat valmista jokaiselle vuosikurssille omia kansioita, joissa on järjestyksessä laminoituna kaikki tehtävät. Näin heiltä ei mene ylimääräistä aikaa oppimateriaalien etsimiseen ja opettaja pystyy käyttämään säästetyn ajan esimerkiksi muiden opiskelijoiden ohjaamiseen.

Asiasanat: oppimisympäristö, lattialämmitysjärjestelmä, viemärijärjestelmä, käytövesijärjestelmä

ABSTRACT

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

AHMADI, HAMED:

Development of Learning Material in the Building Maintenance Engineering Programme of Tampere Region Vocational College in Kangasala

Bachelor's thesis 55 pages, appendices 1 pages
February 2025

The purpose of the thesis was to investigate the perceptual ability and understanding of the third-year Building Maintenance Technology students at Tredu Kangasala in certain tasks and to improve and produce simple, easy to read and high-quality learning materials for them. The thesis was commissioned by the Tampere Region Vocational College.

The learning materials enable students to count all the parts needed according to the drawings and to calculate prices for jobs. The learning materials can also be used to perform tests in certain cases. Since the aim of the thesis was to obtain numerical data, a quantitative research method was chosen as the research method.

The study was conducted using questionnaires that were distributed to the students. The target group of the study was third-year students because they had completed the same tasks without the learning materials produced in the thesis in the previous year. Sixteen of the students responded to the survey.

The results showed (show) that the new learning materials helped (help) students to understand the tasks more easily and quickly than before. Clear instructions and easy readability were mentioned in the student feedback several times. The learning materials also developed the students' reading and interpreting skills of HVAC drawings. All the information needed to complete the tasks was found in the assignment paper, which enabled the students to work more independently with the tasks and the teacher was less needed to guide the students or answer the students' questions in the workstation.

The self-assessment sections in the assignment papers received a lot of attention and positive feedback from the students, because they helped the students to check the assessment criteria and possibly improve the final result before handing in the work. The teachers also found the learning materials useful, because they can prepare their own folders with laminated assignments in order for each year students. Therefore, they do not need to spend any extra time searching for learning materials and they can spend more time with their students.

Key words: learning environment, underfloor heating system, drainage system, domestic water system,

SISÄLLYS

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 2 | TREDU KANGASALA..... | 7 |
| 3 | TEORIA | 9 |
| 3.1 | Lattialämmitysjärjestelmän historia | 9 |
| 3.1.1 | Lattialämmityksen toiminta | 9 |
| 3.1.2 | Lattialämmityksen asennukset..... | 13 |
| 3.2 | Käyttövesijärjestelmän historia..... | 19 |
| 3.2.1 | Käyttövesijärjestelmän toiminta | 19 |
| 3.2.2 | Käyttöveden asennukset | 20 |
| 3.3 | Viemärijärjestelmän historia | 27 |
| 3.3.1 | Viemäriputket..... | 28 |
| 3.3.2 | Viemäriin asennukset..... | 33 |
| 3.4 | Nimiö..... | 37 |
| 4 | EPERUSTEET | 38 |
| 4.1 | Mitä ovat ePerusteet | 38 |
| 4.1.1 | Ammattitaitovaatimukset ja osaamisen arvionti | 39 |
| 5 | OPETUSMATERIAALIEN KEHITYS..... | 42 |
| 5.1 | Toisen vuoden opiskelijat..... | 42 |
| 5.2 | Viemärijärjestelmien asennukset..... | 43 |
| 5.3 | Käyttövesijärjestelmien asennukset | 45 |
| 5.4 | Lattialämmitysjärjestelmien asennukset..... | 46 |
| 6 | TULOKSET | 49 |
| 7 | POHDINTA | 50 |
| | LÄHTEET..... | 51 |
| | LIITTEET | 55 |
| | Liite 1. Tutkimuslomake | 55 |

LYHENTEET JA TERMIT

| | |
|-------|--|
| DN | Diamètre nominal/ laitteen tai putken sisähalkaisija |
| HST | Haponkestävä teräs |
| HVAC | Heating, Ventilation, and Air Conditioning |
| KH | Keittiöhana |
| kPa | Kilopascal |
| KV | Kylmävesi |
| KVV | Kiinteistön vesi- ja viemäri |
| LL | Lattialämmitys |
| LV | Lämminvesi |
| LVI | Lämpö, vesi, ilmanvaihto |
| mm | Millimetri |
| PA | Pesuallas |
| PE | Polyeteeni kestopuovi |
| PEX | Ristisilloitettu polyeteeni |
| PP | Polypropeeni |
| PVC | Polyvinyylikloridi |
| RST | Ruostumaton teräs |
| RYL | Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset |
| SU | Suihku |
| Tredu | Tampereen seudun ammattiopisto |
| V | Viemäri |
| WC | Water Closet/vessa |

1 JOHDANTO

Talotekniikkaopetuksesta valmistuneilta opiskelijoilta vaaditaan nykyään digitaalista osaamista jo valmistuessa. Asentajien on osattava käyttää muun muassa 3D-ohjelmia. Talotekniikan opiskelijoiden pitää jo koulussa nähdä ja tutustua virallisiin kuviin, joissa on nimiö ja erilaisia piirustusmerkkejä.

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää ja tuottaa Tredu Kangasalan toimipisteelle laadukas oppimisympäristö KVV- ja LL-järjestelmiä varten. Koululle tuotettuja oppimateriaaleja voidaan kääntää englanniksi tai muille kielille. Koululla on myös kilpailutoimintaa, jossa voidaan hyödyntää tuotettuja oppimateriaaleja. Näitä kilpailuja ovat muun muassa ulkomailla järjestettävät EuroSkills ja WorldSkills sekä Taitajakisat, jotka järjestetään Suomessa. Tuotetut oppimateriaalit jaetaan kaikkien vuosikurssien opiskelijoille Moodlen kautta myös paperiversiona. Opinnäytetyön tavoitteena on koulutuksen laatutason nostaminen.

Opinnäytetyössä uudistetaan talotekniikan oppimateriaaleja ja tutkitaan opiskelijoiden kokemuksia uusista materiaaleista. Opiskelijoiden kokemuksia selvitetään kyselomakkeiden avulla (liite 1). Opiskelijoiden vastausten perusteella voidaan tehdä vielä muutoksia oppimateriaaleihin.

2 TREDU KANGASALA

Tampereen seudun ammattiopisto Tredu on Suomen toiseksi suurin ammatillisen koulutuksen järjestäjä. Se tarjoaa vuosittain noin 17 000 nuorelle ja aikuiselle koulutusta. Tredussa on 14 toimipistettä kahdeksan kunnan alueella: Pirkkälässä, Tampereella, Ylöjärvellä, Orivedellä, Nokiolla, Lempäälässä, Kangasalla ja Virroilla. Koulutustarjonnassa on perustutkintoja, ammattitutkintoja, oppisopimuskoulutuksia kaikkiin ammatillisiin tutkintoihin, erikoisammattitutkintoja, VALMA-koulutusta, yrityksille ja työelämälle suunnattuja koulutuksia sekä kansainvälisiä opintopolkuja. Tredu palvelee myös monipuolisesti työnantajia ja yrityksiä. Tredu tarjoaa opiskelijoille joitain tutkintoja myös englanniksi sekä Tredussa voi suorittaa ammatillisia yhdistelmä-tutkintoja ja ammatillisten ja lukio-opintojen yhdistelmä eli kaksoistutkinto. (Tampereen seudun ammattiopisto Tredu. n.d.)

Kangasalan toimipiste valmistui vuonna 2018, ja talotekniikan opettaminen aloitettiin uudessa toimipisteessä. Opiskelijat siirtyivät Orivedeltä uuteen kouluun ja suorittivat opintonsa loppuun Kangasalla. Ensimmäiset Kangasalan talotekniikan opiskelijat aloittivat opiskelunsa vuonna 2018. Muuton jälkeen käynnistettiin oppimisympäristön kehittäminen, joka jatkuu edelleen. Tämä opinnäytetyö on osana tätä kehitysprosessia.

Kangasalan toimipisteessä voi opiskella talotekniikan perustutkinnon lisäksi seuraavia tutkintoja:

- Sosiaali- ja terveystieteiden perustutkinto
- Elintarvikealan perustutkinto
- Talotekniikan perustutkinto
- Rakennusalan perustutkinto
- Turvallisuusalan perustutkinto
- Sähkö- ja automaatioalan perustutkinto
- Puhtaus- ja kiinteistöpalvelualan perustutkinto
- Liiketoiminnan perustutkinto
- Ravintola- ja catering-alan perustutkinto
- Tieto- ja viestintäteknologian perustutkinto

- Kasvatus- ja ohjausalan perustutkinto
 - Tutkintokoulutukseen valmentava koulutus TUVA
 - Pienryhmämuotoista opetusta tarjotaan tarpeen mukaan.
- (Kangasala n.d.)

3 TEORIA

3.1 Lattialämmitysjärjestelmän historia

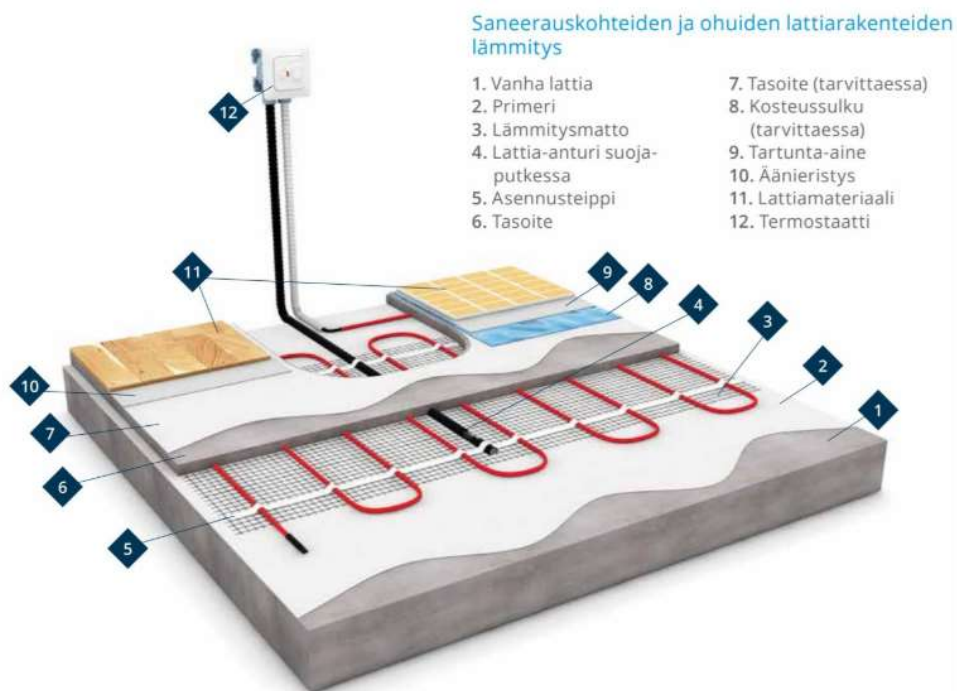
Lattialämmityksellä on vähintään 6000 vuotta pitkä historia. Pohjois-Ruotsista on löydetty jäännöksiä, jotka ovat peräisin kivikaudelta ja ne viittaavat lattialämmityksen alkeellisiin muotoihin. Lattialämmitysjärjestelmän toimintamenetelmä oli se, että savukaasut johdettiin maahan tulisijasta, jolloin savukaasut lämmittivät maanpintaa ja ihmiset pystyivät saamaan yöksi lämpöä. (Koponen 2018, 8.)

Ensimmäiset vesikiertoiset lattialämmitysjärjestelmät alettiin asentaa märkätiloihin toisen maailman sodan jälkeen (Käyhkö 2024). Lattialämmitys vaatii tarkkaa asentamista varsinkin reittiä miettien, mistä putket saavat kulkea ja mistä ei.

3.1.1 Lattialämmityksen toiminta

Lattialämmitystä voidaan toteuttaa kahdella eri tavalla, sähköisenä tai vesikiertoisena. Sähköisessä lattialämmityksessä lattiaan on asennettu lattialämmityskaapelit ja kaapelit lämpenevät sähkövirran kulkiessa niiden läpi. Kaapelit lämmittävät lattiaa ja lattia luovuttaa lämpönsä oleskelutilaan. Huoneen lämpötilaa seurataan ja ohjataan huonetermostaatin avulla. Huonetermostaatti säätää sähkökaapelien läpi kulkevan sähkövirran, joka vaikuttaa huoneen lämpötilaan.

Vesikiertoisessa lattialämmitysputkistossa kulkeva vesi tulee lämmönjakohuoneelta runkoputkien kautta jakotukkiin ja sitä kautta lattiaan asennettuihin putkiin. Vesikiertoisessa lattialämmitysputkistossa kulkee yleensä 35–45-asteinen vesi. Putkistosta lattiarakenteisiin lämpö siirtyy johtumisen eli konduktion avulla ja lattiarakenteilta lämpö siirtyy huonetilaan konvektion ja säteilyn avulla. Kuviossa 1 on esitetty sähköinen lattialämmitys ja kuviossa 2 vesikiertoinen lattialämmitys.



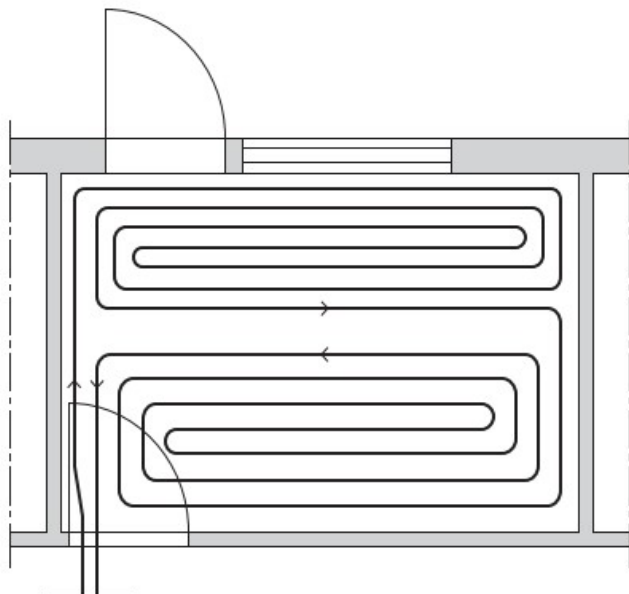
KUVIO 1. Sähköinen lattialämmitys (Vinyylilattia ja lattialämmitys ... 2022).



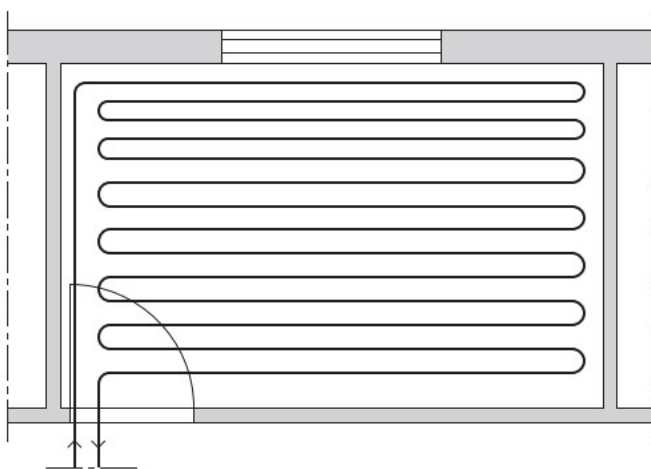
KUVIO 2. Vesikiertoisien lattialämmityksen periaate (Vesikiertoinen Lattialämmitys 2023).

Ulkoseinien ja isojen ikkunoiden vastaan tehdään tihennys, eli lattialämmitysputket asennetaan tiheämmällä asennusvälillä ja näin saadaan suuret lämpöhäviöt katettua. Tihennys tehdään yleensä 150 mm:n asennusvälillä noin metrin etäisyydellä ulkoseinästä tai ikkunasta. Tihennystä voidaan tehdä kolmella eri tavalla. Kuviossa 3 tihennys on toteutettu siten, että lämmityspiirin putket on asen-

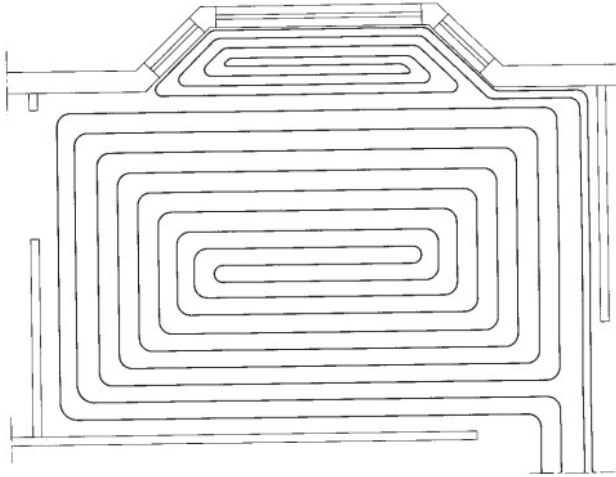
nettu ensin reuna-alueelle tiheällä asennusvälillä ja sen jälkeen keskialueella harvemmalla asennusvälillä. Kuviossa 4 lämmityspiirit on piirretty reunavyöhykkeeseen tiheämmällä asennusvälillä kuin muu alue. Kuviossa 5 on esitetty reunavyöhykkeen toteutus erillisenä lämmityspiirinä. Yhteinen huonetermostaatti tai anturi ohjaa molempia piirejä. Lämmityspiirien asennussyvyys riippuu lattian rakenteista ja materiaalista. Yleisimmät asennusvälit erilaisissa tiloissa on esitetty taulukossa 1.



KUVIO 3. Reuna-alueen toteutus asentamalla ensin piirit tiheämmällä asennusvälillä ja sen jälkeen keskialueella harvalla asennusvälillä. Kuvakaappaus RT 52-10801 -kortista.



KUVIO 4. Reuna-alueen tihennys. Kuvakaappaus RT 52-10801 -kortista.

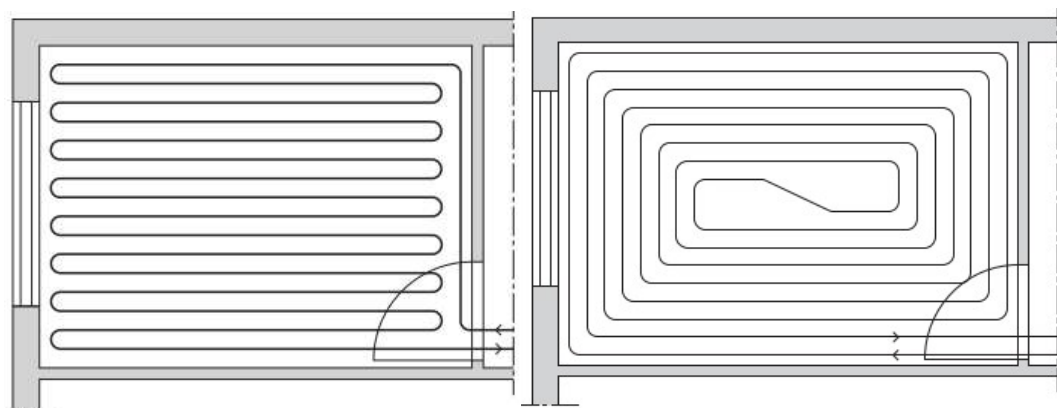


KUVIO 5. Erillinen lämmityspiiri. Kuvakaappaus LVI 13-0261 -kortista.

TAULUKKO 1. Yleisimmät asennusvälit eri alueilla (Paalosalo 2020, 17).

| Alue | Reuna-alue (tihennysten lkm/ asennustiheys[mm]) | Piirin keskialue asennustiheys [mm] |
|-------------------|---|---|
| Ulkoseinät | 2/150 | 225 tai 300 |
| Ovi/ikkuna | 4-8/150 | 225 tai 300 |
| Märkätilat | 150 | 150 |
| Muut laattapinnat | 225 tai 300 | 225 tai 300 |

Lattialämmityspotkia voidaan asentaa kahdella eri asennuseriaatteella. Näitä ovat spiraaliasennus- ja riviasennustapa. Nämä on esitetty kuviossa 6. Tehtävissä, jotka on valmistettu opiskelijoille, on käytetty spiraaliasennusmenetelmä, koska talot ovat pieniä ja on mahdollista mahduttaa kaksi piiriä samaan taloon.



KUVIO 6. Rivi- ja spiraaliasennus. Kuvakaappaus RT 52-10801 -kortista

3.1.2 Lattialämmityksen asennukset

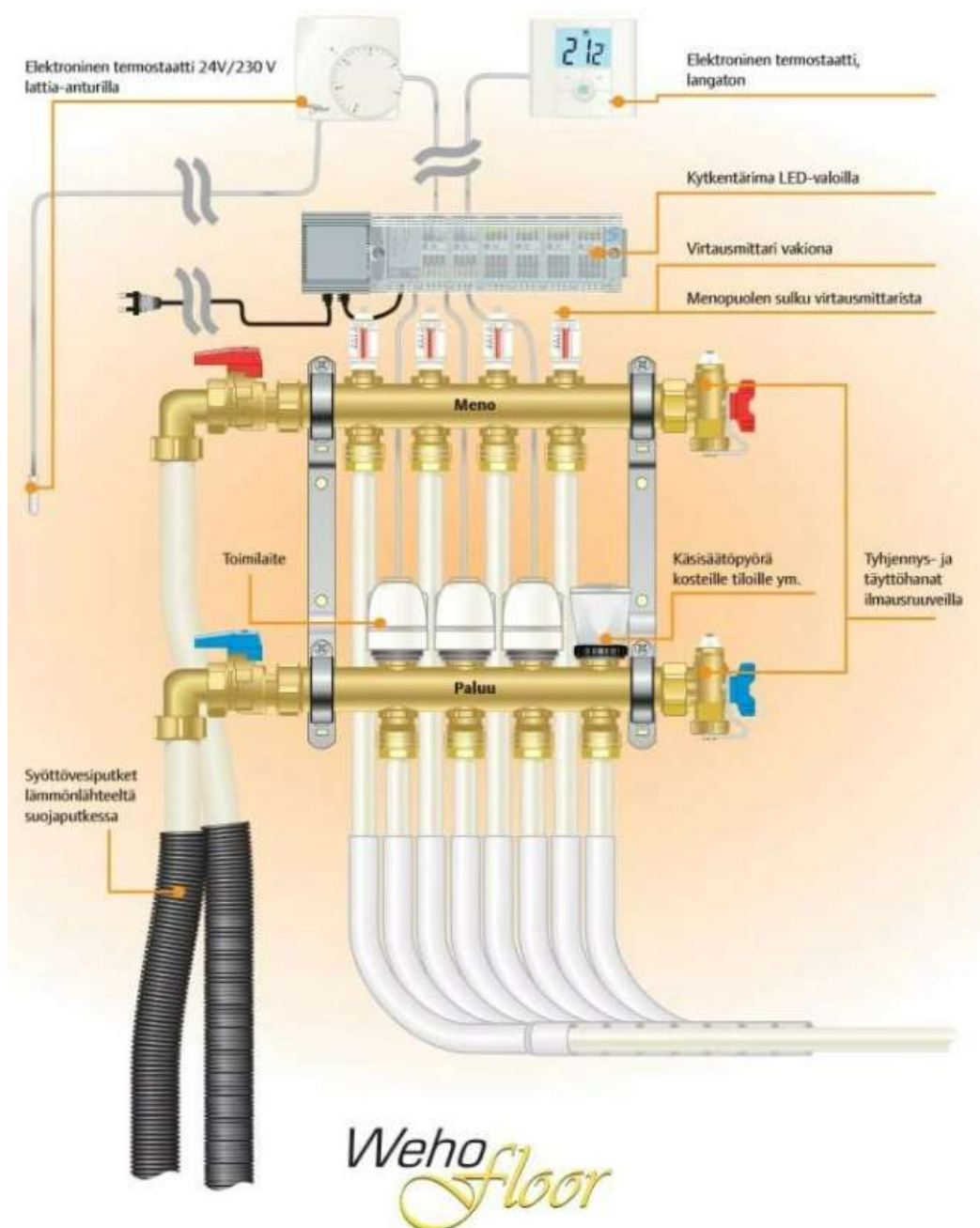
TalotekniikkaRYL:issä lattialämmitykselle asetettu vaatimus on seuraava: ”Lattialämmitysjärjestelmässä käytettyjen putkien on oltava happidiffuusiotiiviitä. Toiteuttajan on esitettävä ja hyväksyttävä lattialämmityksen asennussuunnitelma ennen asennustyön aloittamista”. Ohjeissa sanotaan myös, että suunnitelma-asiakirjoissa määritellään:

- putken koko
- tulevan lämmitysveden lämpötila
- jakotukkien sijoitus, suurin sallittu painehäviö ja varusteet
- lattialämmityspiirien palvelualue, teho ja virtaama
- lattian suurin sallittu pintalämpötila
- piirien osittaiset suojaputket yllämmön ja tahattoman jäähtymän estämiseksi esim. jakotukin edustalla.
- lähtevän lämmitysveden lämpötila
- lattialämmityspotken asennustapa, esim. spiraali- tai riviasennus

Edellä mainittujen tietojen pohjalta laaditaan asennussuunnitelma, jossa esitetään järjestelmän lopullinen mitoitus, putkikoot, asennusvälit ja metrimäärät. (Lattialämmitys 26.11.2024.)

Jakotukin avulla pystytään varmistamaan, että vesi kiertää jokaisessa lämmityspiirissä oikein ja myös lämmityspiirien lämpöä saadaan jaettuna tasaisesti. Lattialämmityksen jakotukki asennetaan LL-suunnittelijan piirtämään paikkaan esimerkiksi käytävään tai huoneeseen.

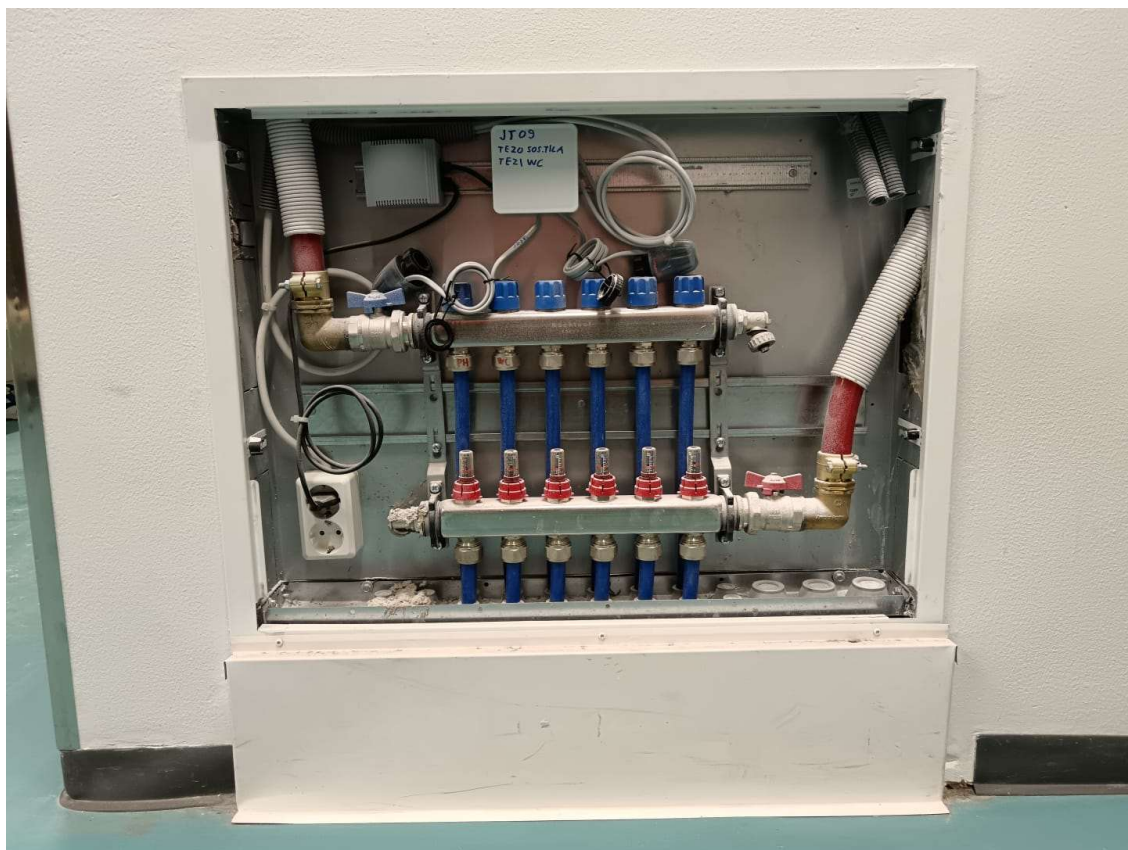
Jakotukkien valikoima on laaja ja tällä hetkellä erilaisia jakotukkeja löytyy markkinoilta. Kuviossa 7 on esitetty jakotukki ja sen toimimisen tarvittavat komponentit. Jakotukeissa on erilaisia asennustapoja ja jokaisella valmistajalla on omat asennusohjeet. Jakotukin asentaminen alkaa kiinnittämällä jakotukin teline oikean paikkaan. Kun teline on asennettu, siihen kiinnitetään jakotukit valmistajan ohjeiden mukaisesti ja on huolehdittava, että jakotukit kestävät rakennusaikaiset rasitukset. Jakotukit voidaan asentaa suoraan seiniin, väliaikaisiin telineisiin tai tehdasvalmisteisiin jakotukkikaappeihin.



KUVIO 7. Jakotukin toiminta (Taloon.com n.d.)

Jakotukit ovat erilaisia ja jokaisella valmistajalla on oma asennusohje. Asennusohjeessa on käyty läpi osien ja komponenttien nimet, järjestelmän täyttö, koeponnistus ja esisäätö. Jakotukkipaketit sisältävät yleensä kaikki tarvittavat osat, mutta yksityisiä osia, esimerkiksi venttiilejä, voi tilata erikseen. Eri valmistajat käyttävät erilaisia liitostapoja, esimerkiksi perinteisiä puserrusliittimiä tai O-renkastiivisteillä varustettuja jakotukkimoduulien kierteitä, jotka voidaan liittää käsin ilman työkaluja. Menojakotukki asennetaan ylös ja paluujakotukki alas. Kuvassa 1 on esitetty lattialämmitysjakotukkikaappi, jonka syöttöputket on tullut kaapille

ylhäältä. Käsikäyttöön nupit tai toimilaitteet asennetaan paluujakotukkiin. Lattialämmitysputkikiirin toimilaitteen sulkemista ja avautumista ohjaavat huonetermostaatit, jotka asennetaan huoneisiin seinille. Huonetermostaatit voivat olla langallisia tai langattomia. Lämmönlähteeltä tulevia syöttövesiputkia jakotukeille voidaan tuoda maan kautta eli alajakoisesti tai yläjakoisesti ylhäältä. Syöttöputket lattiapinnan alapuolella pitää olla suojaputkessa. Hyvän asennustavan mukaisesti myös yläjakoiset putket asennetaan suojaputkeen.



KUVA 1. Lattialämmitysjakotukkikaappi uppoasennuksena.

Lämmitysverkostossa voidaan käyttää erilaisia putkimateriaaleja. Taulukossa 2 on esitetty hyväksytyt putkimateriaalit lämmitysverkostossa, niiden käyttöalueet ja liitostavat.

TAULUKKO 2. Hyväksytyt putkimateriaalit lämmitysverkostossa. Kuvakaappaus LVI 20-10348 -kortista.

| Putkimateriaali | Liitostapa | Tavallisin käyttöalue |
|-------------------------------|--|---|
| Teräs | Hitsausliitos | Runko- ja kytkentäjohtot, kauko- ja aluelämpöputket |
| | Kierreltiitos | Kytkeäjäjohtot |
| | Laippaliitos | Lämmitysputket, LTO-putket |
| | Uraliittimet | Lämmitysputket |
| Ohutseinäinen teräs | Puristusliitos | Runko- ja kytkentäjohtot |
| Kupari | Kapillaarijuotos, puristusliitos | Runko- ja kytkentäjohtot, lattialämmitysputket |
| | Laippaliitos | LTO-putket |
| | Kovajuotos | Kauko- ja aluelämpöputket |
| PEL | Puristusliitos | Lumensulatusputket, matalalämpöputket |
| PEM | Hitsausliitos, laippaliitos | Lumensulatusputket, matalalämpöputket |
| PEH, PP | Hitsausliitos, kumirengasliitos, laippa- ja puristusliitos | Lumensulatusputket |
| PEX happidiffuusio-suojattuna | Puristusliitos | Lattialämmitysputket, lumensulatusputket, runko- ja kytkentäjohtot, aluelämpöputket |
| Komposiitti | Puristusliitos | Lämmitysputket |

Taivutuskulman avulla voidaan tuoda putkia mahdollisimman seinän ja raudoitusverkon lähelle. Lattialämmitys voidaan asentaa erilaisiin rakenteisiin esimerkiksi:

- piirit kiinnitetty raudoitukseen ja valettu betoniin
- piirit kiinnitetty eristyksen päälle putkipidikelistalla ja valettu betoniin
- putkipiirit kiinnitetty betoninpäälle ja putkipidikelistalla ja valettu betoniin
- putkipiirit kiinnitetty asennuslevyyn ja valettu betoniin
- putkipiirit kiinnitetty uritettuun levyyn
- putkipiirit kiinnitetty puuvasojen päälle olevaan harvalaudoitukseen
- putkipiirit kiinnitetty puuvasojen välissä olevaan harvalaudoitukseen
- putkipiirit kiinnitetty lattialämmityskasettiin
- Putkipiirit kiinnitetty puuvasojen (k/k 300 mm) välissä olevaan harvalaudoitukseen
- Putkipiirit kiinnitetty uritettuihin lastulevyihin
- Putkipiirit kiinnitetty putkipidikelistoilla olemassa olevalle lattialle

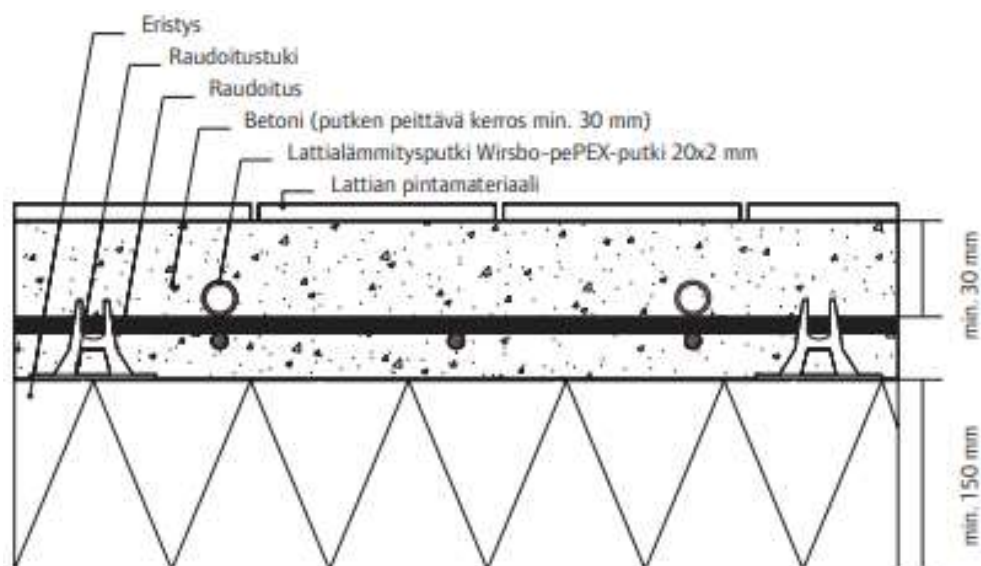
- Putkipiirit kiinnitetty lattialämmityslevyyn
(Lattialämmitys eri rakenteissa 2010)

Tässä luvussa avataan ja käydään tarkemmin läpi seuraavasti lattialämmityksen asennustapaa, jossa putkipiirit ovat kiinnitetty raudoitukseen ja valettu betoniin kuviossa 8. Tästä asennustavasta on tehty opetusmateriaali, koska se on yleinen ja yksinkertainen asennustapa. Jotta lämpöhäviöiden arvot pysyvät suunnitelman mukaisina, eristeen (styroksin) vähimmäispaksuus pitää olla vähintään 150 mm ja betonikerroksen paksuus vähintään 30 mm, jonka myöten saadaan tasainen lämmönjakautuma. Betonikerros, joka tulee putkien päälle, ei puolestaan saa olla 90 mm paksumpi, koska betonin vahvuus vaikuttaa huonekohtaiseen lämpötilan säätöön. Asennusväliä voidaan suurentaa tietyissä kohteissa, kuten urheiluhalleissa ja teollisuushalleissa, koska niiden käytössä mukavuusvaatimukset eivät ole ensisijaisia.

Sidelangan avulla voidaan kiinnittää piirien putket helposti raudoitusverkkoon lattialämmityssuunnitelman mukaisesti. Sidelanka voidaan kiinnittää raudoitusverkkoon käyttäen surrauskoukkuja tai sidontakonetta. Langat voi surrata käsinkin tai kiinnittää putket nippusiteillä verkkoon, jotka molemmat tavat ovat paljon hitaampia kuin sidontakoneella kiinnittäminen.

Asennuksen aikana pitää tarkistaa, että raudoitusverkko ei ole kosketuksessa eristekerrokseen, koska raudoitusverkko on tarkoitettu ensisijaisesti vahvistamaan betonirakennetta. Jos lattiapinnoite on klinkkeriä, pitää noudattaa lattiamaateriaalin valmistajan ohjeita. Lattialämmitys piireissä kulkeva veden lämpötila ei saa vaihdella, mikäli lattialämmityksen päälle on asennettu keraaminen pinnoite, koska näin vältetään kiinnitysvaurioita kovettumisvaiheen aikana. Betoni pintaa pitää tasoittaa ja kiinnittää päällyste valmistajan ohjeiden mukaisesti, mikäli asennetaan muovimatto suoraan betonin päälle. Betonipinta on tasoitettava ja silotettava lamelliparketti- tai lastulevy asennusta varten. Lastulevy- tai parkettitoimittajan ohjeita on noudatettava höyrysulun asennuksen yhteydessä. Lamelliparketti tai lastuslevy liimataan kaikilta reunoiltaan. Liiman valinnassa pitää noudattaa toimittajan ohjeita. Höyrysulun päälle asennetaan askeläänieristys. Höyrysulun

asennuksen aikana pitää välttää ilmarakojen muodostumista, koska näin lattia-
päällysteen ja betonin välille syntyy ilmakerros, joka heikentää lämmönjohta-
vuutta. (Putkipiirit ... 2010.)



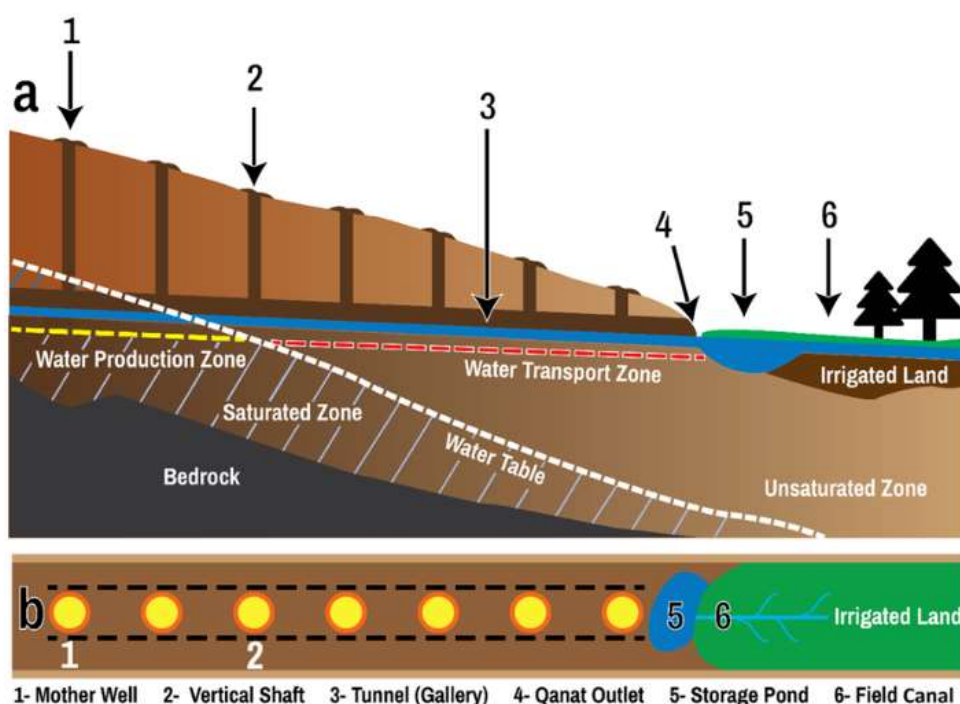
KUVIO 8. Poikkileikkaus lattia-
lämmitysrakenteelta (Putkipiirit ... 2010).

Piirien merkitseminen on tärkeä asennusvaihe sekä loppuasennukseen että huol-
lon kannalta. Piirien merkitseminen asennuksen yhteydessä on nopeaa ja help-
poa. Merkinnän voi tehdä monella tavalla. Esimerkiksi jotkut valmistajat toimitta-
vat jakotukin mukana tarrarakin, johon voi kirjoittaa, ja tarran voi liimata jakotuk-
kiin. Merkinnästä tulisi ilmetä ainakin piirinumero, todellinen pituus ja palveluti-
latunnus. Piirinumeroinnit määräytyvät lattia-
lämmityssuunnitelman perusteella. Todellisen pituuden voi laskea vähentämällä piirin alku ja loppupään pituusmer-
kinnät. Voi olla tarpeen laskea uudet esisäätoarvot, jos todellinen pituusero poik-
keaa huomattavasti suunnitelmasta esitetystä.

Ennen järjestelmän peittämistä tai valua pitää suorittaa koeponnistusta, johon
kuuluu koepainepöytäkirjan täyttö ja allekirjoitus. Toimilaitteisiin myös tulee mer-
kitä piirien tiedot, jotta ei asennusta tehdä vahingossa ristiin. Langattomissa jär-
jestelmissä on hyvä merkitä lisäksi myös kytkentälaatikon kanavan numero. Tu-
lostetut suunnitelmat on hyvä säilyttää jakotukin yhteydessä, jotta ne löytyvät hel-
posti. Asentaja täyttää ja allekirjoittaa asennuspöytäkirjan, johon on täytettävä
asiakastiedot, kohdetiedot, asennustiedot, poikkeavat tilanteet ja jakotukin piirit.

3.2 Käyttövesijärjestelmän historia

Ensimmäiset käyttövedenjakelujärjestelmät suunniteltiin muinaisessa Persiassa, nykyisessä Armeniassa qanatin muodossa noin 2700 vuotta sitten. Qanatit koostuivat monesta tunnelista ja kaivetuista kaivoista, jotka kuljettivat pohjavettä painovoiman avulla kylille ja maatiloille. Kuviossa 9 on esitetty qanatin toimintaa. Tätä keksintöä kutsutaan eri maissa eri nimellä, esimerkiksi Afganistanissa karez, Omanissa fala ja Pohjois Afrikassa khettara. Pelkästään Iranissa on arviolta 50 000 qanatia, joista lähes neljäsosaa ovat edelleen toiminnassa. (History of Water Distribution and Treatment 2015.)



KUVIO 9. Qanatin toiminta (ResearchGate. n.d.).

3.2.1 Käyttövesijärjestelmän toiminta

Suomessa asuinalueilla on usein käytössä vesitorni. Tornit sijaitsevat yleensä korkeilla mäillä, jolloin itse tornin ei tarvitse olla kauhean korkea. Vettä pumpataan pumpulla vesitornin säiliöön. Maan vetovoiman takia vesitornissa oleva vesi painaa ja näin syntyy hydrostaattinen paine, joka saa vedet virtamaan putkitossa. Vesitornin säiliössä oleva veden pinta pitää olla korkeampi kuin korkein vesipiste rakennuksessa, jotta saadaan vettä riittävällä paineella ulos hanasta.

Paine ei taas saa olla liian suuri, koska se vaurioittaa putkistoja ja liitokset irtoavat paineen takia. Kuviossa 10 on esitetty vesitornin toiminta. Näin kotiin tuleva vesijohto ja vesitornin säiliössä oleva vesi ovat samaa allasta.



KUVIO 10. Havainnekuva vesitornin toiminta (Karhunen 2012).

Suomessa käyttövesijärjestelmän yleisimmät putkimateriaalit ovat kupari, PEX-muovi ja komposiittiputket. Kupari- ja komposiittiputket asennetaan yleensä näkyviin, mutta PEX putket ovat piilossa. PEX-putkien suosiota selittää niiden edullinen hinta, helppo käsiteltävyys, pitkä käyttöikä, mahdollisuus suojata vesiputki suojaputkella, varma tekniikka ja turvallisuus. (Lämpö optimi 2024.) PEX-putkien arvioitu ikä on noin 50 vuotta, kun putket asennetaan ja käytetään oikein. Käyttövesijärjestelmien asennus on tärkeä osa talon taloteknisistä järjestelmistä, joka vaatii erityistä tarkkuutta asentamisessa, liitosten tekemisessä ja tarkastamisessa. Käyttövesijärjestelmien liitosten pitää olla tiiviitä, koska verkostossa voi olla suurikin paine.

3.2.2 Käyttöveden asennukset

TalotekniikkaRYL asiakirjassa vesijärjestelmien työn suoritukselle ja asennuksille on asetettu vaatimuksia, jotka ovat:

- Noudatetaan valmistajan ohjeita asennuksessa

- Asennuksessa käytetään ainoastaan uusia ja puhtaita tuotteista, ellei muuta sovita sopimusasiakirjoissa
- Asennuksessa käytettävien työkalujen ja tuotteiden on oltava yhteensopivia
- Kytkeäjäohdoissa, jotka ovat sisärakenteissa ei saa olla liitoksia. Vesijohdot ja häiritsevä paineiskumelu voivat syntyä käytöstä. Vesijohtoverkoston rakentamisessa niitä pitää ottaa huomioon.
- Estetään tärinän siirtyminen rakenteisiin, jotka syntyvät laitteista, jotka sisältävät pyöriä tai liikkuvia osia muulla tavoin

(Asennus 26.11.2024)

Vesijärjestelmän huollettavuus varmistetaan asentamalla sulkuventtiileitä, kuten tonttivesijohto, vesimittari tai pumppu, laitteistojen edelle ja jälkeen. Tärkeä vaihe vesijärjestelmän asentamisen prosessi on vesilaitteiston tiivyyden toteaminen eli vesipainekoe. Vesipainekoe voidaan tehdä koepainepumpulla, joka on esitetty kuvassa 2. Verkosto täytetään talousvedellä siten, että ilmaa ei jää ollenkaan verkostoon.

Painekoe on tehtävä kalibroidulla painemittarilla ja mittarin lukematarkkuus oltava 10 kPa. Painekoe mitataan verkoston alimmasta pisteestä ja putken valmistajan ohjeiden mukaisesti. Vesijohtojen liitokset pitää olla näkyvissä eikä niitä saa eristää ennen kuin painekoe on suoritettu. Näin kokeen aikana pystytään havaitsemaan helposti vuodot. Kun painekoe on osoittautunut tiiviiksi, rakennusvaiheen toimihenkilö, joka on yleensä kokenut asentaja, täyttää koepaineeseen liittyvät asiakirjat. Pöytäkirjassa määritellään kokeen kesto ja käytettävä paine, käytettävä paine tiiveyskokeessa sekä putkistossa sallittu paineen muutos. Vaadittavissa tapauksissa koepainetta voidaan tehdä myös ilmalla, esimerkiksi talvisin jäätymisriskin vuoksi verkostoa ei voida täyttää vedellä. Tällöin painekoe tehdään paineilmalla työturvallisuuden vuoksi riittävän alhaisella paineella.



KUVA 2. Koepainepumppu tai "rykipumppu"

Ennen järjestelmän käyttöönottoa on tehtävä vesijohtolaitteiston huuhtelu ja erityisalan työnjohtaja on huolehdittava siitä. Huuhtelu tehdään talousvedellä ja pyritään poistamaan putkistosta irtoaines ja mahdollinen lika. Verkoston huuhtelulla on positiivinen vaikutus esimerkiksi kupariputkien sisäpintoihin, koska huuhtelu parantaa sisäpinnan suojakerroksen muodostumista. Aina jonkin verran aineita vesilaitteiston materiaaleista liukenee veteen, joka käytön alkuvaiheessa on yleensä voimakkaampaa. Kauimmaisesta vesipisteestä aloitetaan huuhtelu ja edetään virtaussuuntaa vastaan. Vesipisteet on avattava täysin auki. Ennen seuraavan aukaisemista pitää vettä juoksentaa vähintään 2 minuuttia. Kun kaikki verkoston vesipisteet on avattu ja siitä on kulunut 2 minuuttia, vesipisteet suljetaan päinvastaisessa järjestyksessä. Vähimmäisajan jokaista putkijuoksumetriä kohti on oltava 15 sekuntia ja veden virtausnopeuden on oltava 0,5 m/s kaikissa putkiston osissa, jotta huuhtelu onnistuu oikein.

Vesimittarille vaatimukseksi on asetettu mittauslaitedirektiivin (MID) mukaisesti CE-merkitty tai mittarilla on oltava tyyppihyväksyntä, jonka on myöntänyt tarkastuslaitos, vaikka laskutusperuste olisikin jokin muu kuin mittaukseen perustuva. Vesimittareille pitää tehdä riittävän suuri huoltoluukku, jos mittarit sijoitetaan pois näkyvistä. Vesimittari on asennettava sellaiseen paikkaan, jossa se on suojattuna kuumuudelta, ilkivallalta, jäätymiseltä ja muilta vahingollisilta vaikutuksilta. (Vesimittarit 26.11.2024.) Tilaa, jossa vesimittari sijoitetaan, varustetaan lattiakaivolla

ja vesimittari tulee olla asennettuna tukevaan telineeseen tai seinään. Vesimittari tuetaan/kannakoidaan vesijohtojen edellä ja niiden jälkeen. Kuvassa 3 on esitetty jakotukilta lähtevien ja jakotukiin tulevien putkien kannatus.



Kuva 3. Jakotukin kannakointi. Kuvakaappaus RT 10344 -kortistosta.

Tehtävien käyttövesijärjestelmän asennuksissa on käytetty PEX-putkia, joiden asentamiseen ja liitosten tekemiseen kuuluu tukiholkki. Tukiholkki asennetaan muoviputken sisälle, jotta liitos kestää painetta eikä muoviputki lipsahda paikaltaan pois. Tästä asiasta on mainittu tehtävässä. Käyttövesijärjestelmän suuri paine vaikuttaa liitosten irtoamiseen ja aiheuttaa vesivahinkoja.

Käyttöveden suojaputkien värit selventävät putkessa kulkevan veden järjestelmän asennuksen aikana ja auttavat asentajia kytkemään oikean putken oikeaan jakotukkiin tai hanakulmarasiaan. Punainen suojaputki on tarkoitettu lämpimälle käyttövedelle ja sininen suojaputki kylmälle käyttövedelle. Vesijohdot tehtävissä tämä asia on mainittu työohjeissa.

Käyttövesiverkostossa saa käyttää erilaisia hyväksytyjä putkimateriaaleja käyttäen erilaisia liitostapoja, jotka on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Hyväksytyt liitostavat ja putkimateriaalit. Kuvakaappaus LVI 20-10348 -kortista.

| Putkimateriaali ¹⁾ | Liitos ¹⁾ | Huomautus |
|-------------------------------|---------------------------|---|
| Metalli | | |
| – kupari | Juotos, puristus | Suositus veden happamuudelle: 7,5 °dH ≤ pH ≤ 9,0 °dH Mitat <i>taulukossa 4</i> , juotostavat <i>taulukossa 5</i> |
| – ruostumaton teräs | Hitsaus, kierre, puristus | EN 1.4401, AISI 316 |
| Muovi | | |
| – PEM, PEH | Puristus, hitsaus, laippa | Muoviputkien ja monikerrosmuovi- putkien |
| – PEX | Puristus | nimellispaine vähintään PN 10 |
| – PP | Puristus, hitsaus | Hitsausliitokset (PEM,PEH, PP) |
| – monikerrosmuoviputket | Puristus ²⁾ | valmistajan ohjeiden mukaisesti. |

¹⁾ Putkimateriaalien ja puristusliittimien tulee olla laadultaan testattuja ja tarkastettuja. Riippuen liittintyyppistä puristusliittämissä on tiivisteenä metalli- tai kumirengas, asennus valmistajan ohjeiden mukaisesti,

²⁾ Liittäminen vain putkivalmistajan liittimillä.

Kuvassa 4 on esitetty hanakulmarasian ja siihen kuuluvat osat. Hanakulmarasian avulla pystytään asentamaan turvallisesti seinien sisälle käyttövesijohtoja rakennussäädösten mukaan. Hanakulmarasia mahdollistaa seinän sisälle asennettujen vesijohtojen vaihtoa rikkomatta rakenteita. Hanakulmarasia on vesitiivis ja johtaa vuotoveden seinän ulkopuolelle näkyviin. Hanakulmarasia pystytään asentamaan yksinään esimerkiksi pyykinpesukoneelle tai pareina esimerkiksi pesualtaalle välikappaleen avulla. Välikappale tekee vesipisteiden välistä 15 senttimetriä, joka on säädetty rakennusmääräyksissä ja se on jakoväli amme- tai suihkusekoittajalle.

Hanakulmarasia voidaan kiinnittää erilaisiin pintamateriaaleihin esimerkiksi tiilirakenteet, valuseinärakenteet tai puurunkoon. Kuvassa 5 on esitetty kiviseinä, johon on asennettu hanakulmarasiat. Putkille on tehty sopiva tilaa roilottamalla rasioille, jotka peitetään/muurataan umpeen. Seinän pintaan on asennettu muuraustuki, joka pitää rasiat paikoilleen muurauksen ajaksi.



KUVA 4. Hanakulmarasia osineen.



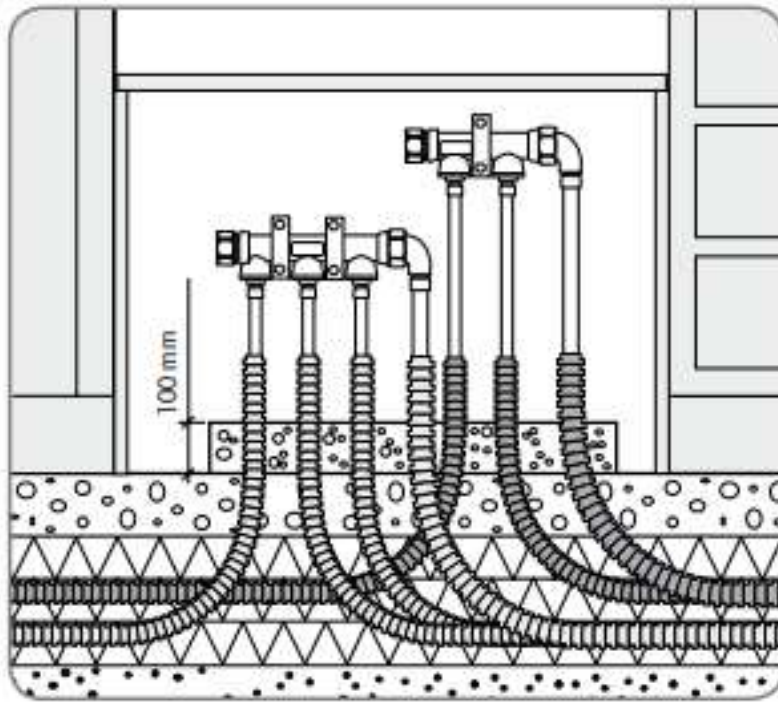
KUVA 5. Vesiputkien roiloitus (Nonni, porattiin vesiputkeen 2011)

Harjoittelutehtävissä ei tehdä roiloituksia kustannussyistä ja opiskelijoille annetaan tehtäväksi asentamaan rasiat suoraan leca-harkkoon neljällä sopiva pituisella ja kokoisella ruuvilla. Leca-harkkoihiin porareiät suositellaan tehtäväksi ilman porakoneen iskutoiminto ja käyttäen syvyydenrajoitinta. Opiskelijoita ohjataan käyttämään oikeankokoisia ja pituisia seinätulppia, koska muuten rasiat irtoavat seinästä. Kuvassa 6 on esitetty seinätulppia ja niihin sopivat ruuvit, jotka on käytetty hanakulmarasioiden kiinnittämiseen seiniin.



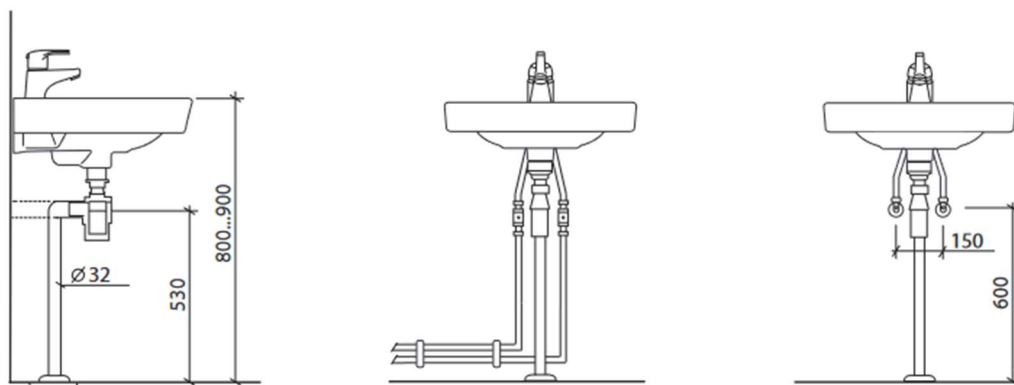
KUVA 6. Seinätulpat 8x40mm ja ruuvit 6x40mm

Yleensä jakotukit sijoitetaan ensisijaisesti kuivakaivolla tai lattiakaivolla varustettuun tilaan keskeisesti vesipisteisin nähden. Lämpimän ja kylmän veden jakotukit voivat olla eri paikoissa. Vesijohtojen läpivientejä ei saa tehdä märkätilan lattiaan. Jos jakotukit asennetaan ilman jakotukkikaappi tilaan, jossa on lattiakaivo, suo-japutkien päät on nostettava vähintään 10 senttimetriä lattian pinnasta jakotukien lähelle. Lisäksi lattiassa oltava 10 senttimetriä koroke, joka on esitetty kuviossa 11. Mikäli asennuksessa käytetty jakotukkikaappia, sitä voidaan sijoittaa myös sellaiseen tilaan, jossa ei ole lattiakaivo. Tällöin pitää viemäröidä asianmukaisesti ylivuotoputkia lattiakaivolliseen tilaan, jotta pystytään havainnoimaan vuodon. (Jakotukin asennus 2018)



Kuvio 11. Lattian koroke (Uponor PEX ... 2018)

Kuviossa 12 on esitetty pesualtaan erityyppisten asennustapoja, joita on hyödynnetty tässä opinnäytetyössä/kuvien piirtämiseen.



Kuva 4. Pesualtaan asennus. Esitetyt mitat ovat etäisyyksiä valmiista pinnasta. Vaihtoehtoisesti voidaan viemäroidä lattiakaivon tai seinän kautta.

KUVIO 12. Pesualtaan asennusmitat. Kuvakaappaus RT 103743 -kortista.

3.3 Viemärijärjestelmän historia

Ensimmäiset viemärijärjestelmät kehitettiin Indus jokilaakson alueella, eli nykyisessä Pakistanissa Indus kulttuurin aikana noin 5000 vuotta sitten. Viemärikanaavat oli rakennettu tiilistä ja sijaitsivat noin 1,5 metrin syvyydessä, joiden leveys oli

noin 90 senttimetriä. Kuvassa 7 on esitetty viemärikanava, johon liittyy haarat viereisistä käymälöistä. Liitokset tehtiin silotetuista tiilistä ja saumattomasti yhteen liitetyistä tiileistä. Asiantunteva muuraus piti viemäriin vesitiiviinä. Viemärien reitit olivat katujen suuntaisia ja niitä pystyttiin myös peittämään kivilaatoilla, jotta pystyttäisiin hallitsemaan ja vähentämään hajuhaittaa. Puinen seula viemäriin päässä pidatti kiinteitä jätteitä. Nesteet ohjattiin riittävällä kaadolla estuaari alueisiin. (Drainage systems of the Indus Valley Civilization n.d.)



KUVA 7. Indus-laakson sivilisaation viemäröintijärjestelmä (Indianhistorypics 2014).

3.3.1 Viemäriputket

Yleisimmät viemäriputkimateriaalit Suomessa ovat valurautaiset viemäriputket (kuva 8) ja muoviviemäriputket, joita ovat PVC, PE ja PP. Maahan asennetut vie-

märiputket ovat yleensä PVC-muoviviemäri (kuva 9), jotka toimivat viettoviemärinä jäte- tai hulevesien johtamiseen. Jokainen muoviviemäri on valmistettu eri materiaalista ja käyttäen eri standardia. Valurautaviemäriputkien asentamisessa pitää muistaa käyttää paikannusmaalia, joka näkyy kuvassa 10 putken katkaisemisen jälkeen. Jos paikannusmaali jää käyttämättä siitä päästä mistä putki on katkaistu, valurautaputki lähtee ruostumaan ja vuotamaan pantojen eli liitosten kohdista muutama vuosi asentamisen jälkeen. Kuvassa 11 on esitetty yleisin valurautaputkien liitostapa eli pantaliitos, jossa keskellä on kumi. Kumi estää putkien osumisen toisiinsa ja näin ei synny putkien osuessa toisiinsa mitään äänihaitta, joka kulkisi putkista huoneisiin asti. Valurautaviemäreiden käyttöikä on 25–50 vuotta ja muoviviemärien osalta 35–50 vuotta.



KUVA 8. DN 100 valurautaputki.



KUVA 9. DN 110 muoviviemäriputki.



KUVA 10. Valurautaputken paikkamaali.



KUVA 11. Pantaliitin yhdellä pultilla (K-Rauta n.d.).

Toimiva viemärijärjestelmä kiinteistössä vaatii tarkan asentamisen. Asentamisessa tulee ottaa huomioon viranomaisten antamat ohjeet ja määräykset kaadon tekemisessä, oikea kannakointi, jäysteiden poisto muoviviemärien osalta sekä oikeiden osien käyttäminen. Viemäriputken katkaisu onnistuu monella tavalla, mutta opiskelijoita kehoitettiin käyttämään käsisahaa, joka on turvallinen ja helppo käyttää. Muoviviemäriin katkaisemisesta syntyy jäystettä, joka muodostuu putkea katkaistaessa sisäpinnalle sekä ulkopinnalle. Muoviviemäriin jäysteet voidaan poistaa esimerkiksi käyttämällä viilaa tai puukkoa. Muoviviemäreiden jäysteet jos jää poistamatta on siinä vaara, että jäysteisiin jää kiinni putkessa kulkeva vessapaperi ja tukkii viemäriveden virtausta. Viisteiden tekeminen auttaa myös viemäriputken liittämistä muhvolliseen osaan tai putkeen sekä varmistaa, että kumitii-

viste ei irtoa. Liukuaineen käyttö helpottaa myös putkien liittämistä osiin tai muh-
villisiin putkiin. Kuvassa 12 on esitetty liukuaine, jota käytetään viemäriputkien
liittämisessä.



KUVA 12. Liukuaine

Kuvassa 13 on esitetty HST-viemäriputki, joka valmistettu haponkestävästä te-
räksestä ja valmistusmateriaalit koostuvat noin 10–14 % nikkeliä, 18 % kromia
ja 2 % molybdeeniä. Vesijohtojen asennuksessa materiaalina on ruostumaton
teräsputki, mutta jos veden kloridipitoisuus on korkea, käytetään haponkestävää
teräsputkea. Kloridit rikkovat putken passiivikalvon ja altistavat sen piste- ja ra-
kokorroosiolle. Tästä syystä ruostumatonta teräsputkea ei voida käyttää.
(Kunushevci 2022, 13.)



KUVA 13. Haponkestävä muhviputki (MELTEX n.d.).

Jos joudutaan sijoittamaan sisäpuoliset viemärit ääniteknisesti vaativaan tilaan, suunnittelijat keksivät teknisiä ratkaisuja, joilla päästään asetettuihin tavoitteisiin esimerkiksi viemäriin äänieristys. Suunnittelijat voivat käyttää myös ääntä vaimennettuja viemäriputkia, jotka ovat valmistetut pääosin muovista. (Jätevesien poisjohtaminen 2024). Muoviviemäreitä on valmistettu erilaisiin olosuhteisiin esimerkiksi decibel muoviviemäriputki on suunniteltu vaimentamaan ääntä ja sitä valmistetaan paksummasta polypropeenista. Decibel viemäriputkia voidaan käyttää erilaisissa tiloissa esimerkiksi päiväkotien nukkareissa, jossa lapset pitävät päiväunia. Kuvassa 14 näkyy DN 75 Geberit Silent-PP, joka on nostettu lattian pinnasta reilusti ylitse lavuaarin viemäripisteen varten päiväkoti kohteessa. Rakennusaikana suojataan kaikki viemäriputkien päät käyttämällä työtulppa, joka näkyy kuvassa 14. Suojaamalla varmistetaan, että viemäriverkostoon ei pääse sinne kuulumatonta tavaraa esimerkiksi työkaluja tai muuta sellaista. Viemärijärjestelmien asennuksen tehtävän kuvassa 18 näkyy, että opiskelijat ovat asentaneet työtulppia avoimien viemäriputkien päähän.



KUVA 14. Ääntä vaimentava viemäriputki.

Kuvassa 15 on esitetty RST-putki, joka on valmistettu ruostumattomista materiaaleista. Ruostumattomasta teräksestä valmistettu putki sisältää vähintään 10,5 % kromia (Kunushevcı 2022, 12). Yleisesti käytetyin RST-viemärijärjestelmä on muhwillinen putkijärjestelmä, koska se on nopea ja helppo asentaa. RST-viemärijärjestelmä kestää suuren lämpötilan tulipalossa, joka on tämän järjestelmän etu. Liitokset voidaan tehdä myös hitsausliitoksella, mutta asennus menetelmä on paljon hitaampi kuin muhviliitosten asennus. Sairaalat ja ammattikeittiöt ovat yleisimmät kohteet, joissa käytetään ruostumatonta viemärijärjestelmää.



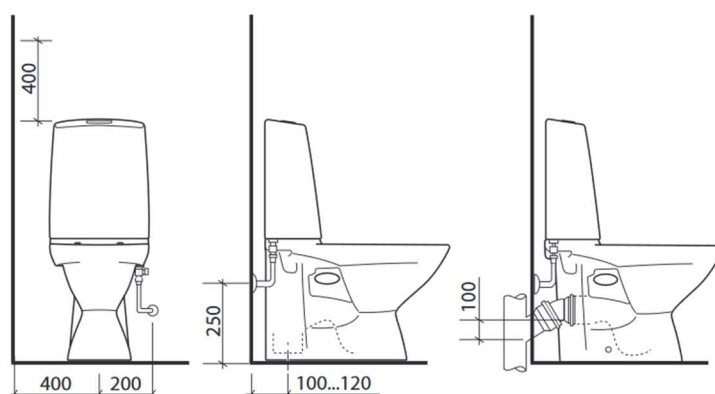
KUVA 15. Ruostumaton muhviputki (Jukira n.d.).

3.3.2 Viemäriin asennukset

Opinnäytetyön tekijä on työskennellyt huoltoyksikössä kolmisen vuoden verran ja on korjaillut paljon viemäreitä, niissä on ollut liian vähän kaatoa tai asennusvirheitä. Asennusvirheitä olivat tehneet pääosin vastavalmistuneet asentajat. Tästä syystä valmistetuissa tehtävissä on panostettu erityisen huomioon viemärijärjestelmän asennuksiin. Viemäri vahingot aiheuttavat taloudellisia ja terveydellisiä haittoja tai vahinkoja. On tärkeää, että opiskelijat, eli tulevat putkiasentajat, harjoittelevat hyvin ja monipuolisesti jo koulussa, jotta vältetään työmaalla syntyviä vahinkoja.

Ympäristöministeriön asetuksessa kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistoista D1 on mainittu, että ”yhden perheen pientalon tonttviemäriin vähimmäiskaltevuus on 20

‰” (D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007). LVI 20-10348 -kortin mukaan ”viemärin suunnanmuutos tehdään 2 x 45° muhvikulmalla tai kulmayhteellä” (LVI 20-10348 Putkistojen asennus 2004.). Kuviossa 13 on esitetty lattialle asennettavan WC-istuimen asennusmittoja. Edellä mainitut säädökset ja vaatimukset on otettu huomioon tässä opinnäytetyössä.



Kuva 1. Lattialle asennettavan WC-istuimen asennusmittoja. Viemäriliitoksen korkeustaso tulee olla 100 mm WC-istuimen lähtötasoa alempana liitettäessä suoraan pystyviemäriin. Säiliön yläpuolelle on varattava 400 mm:n huoltotila. Esitetyt mitat ovat etäisyyksiä valmiista pinnasta.

KUVIO 13. WC-istuimen asennusmitat. Kuvakaappaus RT 103743 -kortista.

Viemärijärjestelmän tärkeä ja olennainen osa on tuuletusviemäri, joka estää hajulukkojen ja lattiakaivojen tyhjentymisen. Tuuletusviemäri vie myrkylliset ja pahanhajuiset viemärikaasut katolle ja siitä ulkoilmaan. Viemärit tarvitsevat toimiakseen ilmaa ja tuuletusviemärin avulla pystytään varmistamaan viemäriverkoston toimintaa. Viemärit pitää olla yhteydessä tuuletusviemäriin, joka ulottu rakennuksen vesikaton yläpuolelle. Tuuletusviemäri, joka sijaitsee kylmässä tilassa, tulee lämmöneristää. (Viemärihajujen leviämisen estäminen 2017).

Tuuletusviemärin koko on oltava vähintään DN 100. Tuuletusviemäri asennetaan vastaavalla tavalla kuin muutkin viemärit ja sen vaakaosa asennetaan nousevaksi. (Tuuletusviemärin mitoitus 2007). Aina vähintään yksi tuuletusviemäri on suunniteltava rakennukseen. Jäätymissuoja asennetaan tuuletusviemäriin vesikatolle tuuletusputken päähän. Jäätymissuoja suojaa putken jäätymiseltä, roskien putoaminen putkistoon ja vaikeuttaa lumen pääsyn putkeen.

Vesipisteen yhteydessä pitää olla myös viemäripiste, joka on liitetty viemärijärjestelmään viemärikalusteen kautta. Kasteluposti, hätäsuihku, paloposti, yksittäinen juoma- ja kylmälaite ei edellytä viemäripistettä. Enintään kaksi kuivakaivoa voi liittää yhteen lattiakaivoon, joiden etäisyys voivat olla enintään kolme metriä

lattiakaivosta. Tiloja, joissa tulee olla lattiakaivo uuden rakennuksen rakentamisessa ja myös uuden rakennuksen rakentamista vastaavassa muutos- ja korjaustyössä ovat:

1. pesutupa
2. ilmanvaihtokonehuone
3. kylpyhuone ja suihkutila sekä saunan pesuhuone
4. autonpesupaikka
5. lämmönjakohuone
6. WC-tila, joka tarkoitettu yleiseen käyttöön
7. tekninen tila, jossa on vesivahingon mahdollisuus
8. erityistilat, jotka puhdistetaan vesihuuhtelulla
(Viemäröinnin järjestäminen 2024)

Lattiakaivon asennus on tarkka sekä vaativa työ ja siinä pitää kiinnittää erityistä huomiota, jotta kaivo saadaan vatupassiin joka suunnasta. Yleensä lattiakaivot sijaitsevat märkätiloissa ja niitä asentavat putkiasentajat. Lattian vedeneristystä aloitetaan yleensä lattiakaivon vedeneristämällä ja sitä tekevät toiset ammattilaiset henkilöt. Lattiakaivoja on kahta tyyppiä, eli vaaka ja pystymalli. Lattiakaivon on tärkeää olla oikeassa korossa ja paikassa, missä suunnitteluasiakirjoissa on merkattu. Yleensä kaivoja varten tai kohdalle tehdään erillinen valu nimeltään esivalu, joka näkyy kuvassa 16. Esivalulla pyritään pitämään lattiakaivo paikallaan tukevasti. Rakennusaikana tai valun yhteydessä, jos lattiakaivo liikkuu paikaltaan, joudutaan kaivon ympäriltä ja alta purkamaan/piikkaamaan ja saamaan kaivoa oikeaan korkoon, joka on hidas ja aiheuttaa ylimääräinen kustannus. Tämä asia myös vaikuttaa tilan valmistumisaikatauluun.



KUVA 16. Esivalettu kaivo (Lattian valu 2013)

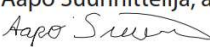
Kaivon asennus on mahdollista myös kuvassa 17 esitetyllä tavalla, joka asentaja on rakentanut kaivolle niin sanotusti oman kannake systeemin. Lattiakaivo on kiinnitetty tukevasti esivalettuun lattiaan ja oikeaan korkoon käyttäen L-kisko, kierretanko, muttereita ja sisäkierteellisiä betoniruuveja. Jälkimmäisen eli lopullisen valun jälkeen voidaan katkaista kierretangot esimerkiksi puukkosahalla tai kulmahiomakoneella ja purkaa kannakointi järjestelmä.



KUVA 17. Kaivon kannakointi.

3.4 Nimiö

Nimiö on tärkeä rakennuspiirustuksissa ja sisältää tärkeitä tietoja. Koulutehtävissä tai koulussa opiskelijat eivät näe välttämättä nimiötä paljon ja opiskelijat tutustuvat oikeisiin virallisiin kuviin vasta olleessa työharjoitteluissa rakennustyömailla. Nimiö sijoitettava piirustuslehden oikeaan alanurkkaan. Nimiön leveys on oltava enintään 178 mm. Nimiön alareunan ja oikean reunan etäisyys on oltava 7 mm leikatun piirustuslehden reunasta. Pienin tekstikoko mitä voidaan käyttää pienimmissä nimiöissä oltava vähintään 1,8 mm (Pääpiirustuksen nimiö 2024). Kuviossa 14 on esitetty esimerkki täytetystä nimiöstä. Harjoitustehtävissä käytetyt nimiöt ovat CADMATIC ohjelman tarjoamat valmiit nimiöt. Tarkoitus on, että opiskelijat tutustuvat nimiöitä sisältäviin piirustuksiin jo koulussa ja oppivat tulkitsemaan niiden sisällön. Opiskelijoille tärkeimmät nimiön sisällöt ovat mittakaava ja piirustuksen sisältö. Asentajille näiden lisäksi tärkeimmät ovat suunnittelijan yhteystiedot, eli puhelinnumero, jotta tarvittaessa asentajat pystyvät ottamaan yhteyttä suunnittelijaan.

| | | | | |
|---|---------------------|-----------------|--|--------------------------------|
| Kaupunginosa/Kylä 10 | Kortteli/Tila 20 | Tontti/Rno 2 | Viranomaisten merkintöjä | |
| Rakennustoimenpide Uudisrakennus | | | Piirustuslaji Pääpiirustus | Juokseva no 1(15) |
| Rakennuksen numero/Rakennusten numerot/Rakennustunnus/Rakennustunnukset ABC - 20 | | | | |
| Rakennuskohde Tutkimuskeskus XXYY Kaupunkikatu 1 00000 Helsinki | | | Piirustuksen sisältö Asemapiirustus | Mittakaava 1:500 |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Arkkitehtitoimisto Suunnittelu Oy Kalliolarinne 4 A 10, 00910 Helsinki 00-1234 5678, 00-1234 5670 | | | työnumero 1221 | piirustuksen tunnus 002 001 |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Aapo Suunnittelija, arkkitehti SAFA  Helsinki 1.03.2009 | | | Suunnitteluala AR | tiedosto 1221_002_001 |

KUVIO 14. Esimerkki nimiön sisällön tunnuksista ja asiakirjan yksilöivästä tunnuksesta. Kuvakaappaus RT 15-10956 -kortista.

4 EPERUSTEET

4.1 Mitä ovat ePerusteet

ePerusteiden verkkosivujen mukaan

ePerusteet-palvelu on valtakunnallinen palvelu, ja se on osa Opetushallituksen Opintopolku-kokonaisuutta, joka tarjoaa digitaalisia palveluita oppijoiden ja koulutuksen järjestäjien käyttöön. ePerusteet-palvelusta löytyy kaikki Opetushallituksen antamat määräykset valtakunnallisten opetussuunnitelmien, tutkintojen ja koulutusten perusteista sekä valtakunnallisia suosituksia. Vuodesta 2024 alkaen palvelu toimii Opetushallituksen ainoana virallisena määräyskokoelmana kattamalla kaikki Opetushallituksen uudet määräykset. (Tietoa palvelusta n.d.)

Tässä luvussa avataan ja käydään läpi talotekniikan perustutkinnon osat, tutkinnon muodostumisen ja, ammatillisia- sekä valinnaisia tutkinnon osia, jotka opetetaan Tredun Kangasalan toimipisteessä.

1.8.2018 lähtien ammatillisen perustutkinnon ammatillisten tutkinnon osien ja yhteisten tutkinnon osien osa-alueiden hyväksytyt osaaminen arvioidaan käyttäen asteikkoa 1–5 niin, että arvosanat 1 ja 2 ovat tyydyttäviä, arvosanat 3 ja 4 hyviä ja arvosana 5 kiitettävä. Mikäli opiskelijan osaaminen ylittää selkeästi 1:n kriteerit, mutta ei kuitenkaan yllä 3:n tasolle, niin arvosanaksi annetaan 2. Jos opiskelijan osaaminen ylittää selkeästi 3:n kriteerit, mutta ei ole kuitenkaan 5:n kriteerien mukaista, hänelle annetaan arvosanaksi 4. (Osaamisen arviontiasteikko n.d.)

Tässä opinnäytetyössä tehdyissä ja esitetyissä tehtävissä tavoite on opettaa opiskelijoille ePerusteissa määritetyt ammattitaitovaatimukset. Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa selkeät ja täydelliset tehtävät, jotka sisältävät viranomaisten vaatimukset, määräykset ja ohjeet.

Talotekniikan perustutkinto koostuu koulutuksesta, jonka laajuus on 180 osaamispistettä. Ammatilliset tutkinnon osat ovat 145 osaamispistettä ja yhteisiä tutkinnon osia 35 osaamispistettä. (Tutkinnon muodostuminen n.d.) Seuraavissa alaluvuissa on avattu tutkinnon osia, joita tämä opinnäytetyö koskee.

4.1.1 Ammattitaitovaatimukset ja osaamisen arviointi

Tässä alaluvussa on esitetty Opetushallituksen ePerusteissa määrättyjä ammattitaitovaatimuksia ja osaamisen arviointi lattialämmitysjärjestelmien asentamisen osalta. Käyttövesijärjestelmien ja viemärijärjestelmien asentamisessa ammattitaitovaatimukset ja osaamisen arviointi vastaavat pääosin toisiaan sisällöllisesti, ja siksi niitä ei ole esitetty tässä.

Ammattitaitovaatimukset:

Lattialämmitysjärjestelmän asennustyön valmistelu

Opiskelija

- perehtyy työmaan kulkureitteihin ja selvittää ensiapupisteen sekä alkusammutuskaluston sijainnit
- laatii työtään varten vaiheittain etenevän aikataulun
- suojaa työskentelyalueen ja varmistaa sen turvallisuuden
- valitsee asennustyöhön sopivat työvälineet, materiaalit ja työmenetelmät
- tekee asennustyöhön liittyvät materiaali- ja työaikalaskelmat.

Lattialämmitysputkistojen asentaminen

Opiskelija

- noutaa putkiston asennuksessa tarvittavat materiaalit laaditun tarvikeluettelon mukaisesti
- suunnittelee putkiston asennustiheyden ja paikat
- asentaa putkiston kiinnikkeet ja kannakkeet
- asentaa putkistoon tulevat jakotukit ja runkojohdot
- tekee putkiin tarvittavat taivutukset ja kiinnittää putket
- tekee putkien liittämisen kierre-, puristus- ja hitsausliitoksena.

Lattialämmitysjärjestelmän laitteiden ja varusteiden asentaminen

Opiskelija

- noutaa laitteet ja varusteet laaditun tarvikeluettelon mukaisesti
- suunnittelee laitteiden ja varusteiden kytkennän työvaiheet
- asentaa laitteet ja varusteet asennusohjeita käyttäen
- tekee tarvittavat kiinnitykset rakenteisiin
- kytkee laitteet ja varusteet putkistoon.

Asennustyön lopputuloksen laadun varmistaminen

Opiskelija

- tarkistaa putkiston mekaaniset kiinnitykset ja liikkumattomuuden
- tarkistaa laitteiden ja varusteiden kiinnitykset sekä asennon
- tekee järjestelmälle painekokeen suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti
- tekee järjestelmälle koekäytön suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti
- raportoi ja dokumentoi työnsä tilanteen vaatimalla tavalla.

Työn aikaisen turvallisuuden ja kestäväen kehityksen varmistaminen

Opiskelija

- varmistaa ennen työtehtävien aloitusta, että töiden aloittaminen on turvallista
- varmistaa ennen työn aloitusta, että omaa työssä tarvittavat luvat ja pätevyyydet
- käyttää työhön liittyviä henkilökohtaisia suojavälineitä
- antaa ensiapua tarvittaessa ja järjestää apua tapaturman tai sairauskohdauksen uhreille
- havaitsee ja tunnistaa työhön liittyviä vaaroja
- työskentelee ergonomisesti ja käyttää työhön sopivia apuvälineitä
- suojaa ympäristön työssä syntyvän pölyn ja melun leviämiseltä
- käyttää työssä luonnonvaroja tarpeenmukaisesti
- lajittelee työssä syntyvät jätteet ja noudattaa jätehuoltosuunnitelmaa.

Osaamisen arviointi

Tyydyttävä 1

- toteuttaa työn ohjeiden mukaisesti
- toimii yhteistyökykyisesti
- tarvitsee joissakin tilanteissa lisäohjeita
- hyödyntää työssä tarvittavaa perustietoa
- muuttaa toimintaansa saamansa palautteen mukaisesti

Tyydyttävä 2

- toteuttaa työn oma-aloitteisesti ja ohjeiden mukaisesti
- toimii yhteistyökykyisesti ja vuorovaikutteisesti
- tarvitsee vain harvoissa tilanteissa lisäohjeita
- hyödyntää työssä tarvittavaa tietoa tarkoituksenmukaisesti
- muuttaa toimintaansa saamansa palautteen ja omien havaintojen mukaisesti.

Hyvä 3

- toteuttaa työkokonaisuuden itsenäisesti
- toimii yhteistyökykyisesti ja aloitteellisesti vuorovaikutustilanteissa
- selviytyy tavanomaisista ongelmanratkaisutilanteista
- hyödyntää työssä tarvittavaa tietoa monipuolisesti
- arvioi suoriutumistaan realistisesti

Hyvä 4

- Suunnittelee ja toteuttaa työkokonaisuuden itsenäisesti
- toimii yhteistyökykyisesti ja rakentavasti vuorovaikutustilanteissa
- selviytyy ongelmanratkaisutilanteista hyödyntäen monipuolisia ratkaisutapoja
- soveltaa työssä tarvittavaa tietoa monipuolisesti ja perustellusti
- arvioi suoriutumistaan realistisesti sekä tunnistaa vahvuuksiaan ja kehittämisen kohteitaan

Kiitettävä 5

- Suunnittelee ja toteuttaa työkokonaisuuden itsenäisesti ottaen huomioon muut toimijat
- toimii yhteistyökykyisesti ja rakentavasti

- haastavissakin vuorovaikutustilanteissa
- soveltaa työssä tarvittavaa tietoa ongelmanratkaisutilanteissa monipuolisesti ja kriittisesti
 - esittää työhön ja toimintaympäristöön liittyviä perusteltuja kehittämissuhteita
 - arvioi suoriutumistaan realistisesti ja esittää perusteltuja ratkaisuja osaamisensa kehittämiseen
 - ymmärtää oman työnsä merkityksen osana laajempaa kokonaisuutta.
- (Ammattitaitovaatimukset ja osaamisen arviointi n.d.)

5 OPETUSMATERIAALIEN KEHITYS

5.1 Toisen vuoden opiskelijat

Tredu Kangasalan toimipisteen rakennuksen pihalle, Lahdentien varteen, on rakennettu kuusi samankokoista pientä omakotitaloa, joissa opiskelijat voivat harjoitella viemäri, käyttövesi- ja lämmitysjärjestelmien asentamista. Osa tätä opinäytetyötä oli kehittää/sähköistää ja piirtää CADMATIC-piirustusohjelmalla taloihin KVV- ja LL-järjestelmät, tulostaa tasopiirustukset paperille, laminoida ja jakaa tehtävänantona opiskelijoille, jotta he pystyvät suorittamaan tehtävän.

Opetushallitus on määritellyt oppimisympäristöt seuraavasti:

1. Fyysinen oppimisympäristö
Fyysiseen oppimisympäristöön kuuluvat rakennukset, tilat, opetusvälineet ja oppimateriaalit. Lisäksi siihen kuuluvat muu rakennettu ympäristö sekä ympäröivä luonto.
2. Psykkinen oppimisympäristö
Psyykkisen oppimisympäristön muodostamiseen vaikuttavat opiskelijan kognitiiviset ja emotionaaliset tekijät.
3. Sosiaalinen oppimisympäristö
Sosiaalisen oppimisympäristön muodostavat ihmissuhteet sekä vuorovaikutukseen liittyvä tekijät.
4. Pedagoginen oppimisympäristö
Pedagoginen oppimisympäristö on fyysisen, psyykkisen ja sosiaalisen oppimisympäristön summa, jossa hyödynnetään ja yhdistetään näitä osaluokkia.
(Raudasoja & Rinne 2018, 56–63.)

Tämä opinäytetyö koskee luettelon ensimmäistä kohtaa eli oppimateriaaleja.

Laadukkaat oppimateriaalit ovat takaamassa Suomen koulumenestystä, kattavan opetussuunnitelman sekä maailman parhaiten koulutettujen opettajien lisäksi. Se, että kaikki koululaiset saavat käyttää hyvin toimitettua oppimateriaalia, on myös osa tasa-arvoista opetusta. (Sanomapro 2018.)

Toisen vuoden opiskelijoille on opetettu ensimmäisenä vuonna talotekniikan perusteet, ja he osaavat leikata putket eri menetelmillä. Opiskelijat tiedostavat, mitä ovat tekemässä tai mitä heidän pitää tehdä. Toisen vuoden opiskelijat aloittavat

opinnot kampuksella omakotitaloista, jotka on rakennettu koulun pihalle leca-har-koista heitä varten. Tarkoituksena on, että opiskelijat pystyvät asennustehtävän avulla hahmottamaan tavallisen pientalon KVV- ja LL-järjestelmät. Talot sisältävät normaalin talon KVV- ja lämmitysjärjestelmät. Opiskelijat jatkavat työtä koulun pihalla siihen asti, kun kelit sen sallivat. Kelin muuttuessa kylmemmäksi opiskelijat siirtyvät sisätiloihin, joissa he voivat harjoitella hitsaamista.

Työhallissa on kaksi kerrosta, joista ylempi valmistui vuonna 2019. Ensimmäisen vuoden opiskelijat työskentelevät pääosin ensimmäisessä kerroksessa, toisen ja kolmannen vuoden opiskelijat toisessa kerroksessa.

Pihalla olevissa taloissa opiskelijat pääsevät harjoittelemaan viemärijärjestelmän asentamista (kuva 18), käyttövesijärjestelmän asentamista (kuva 19) ja lämmitysjärjestelmän asentamista (kuva 20). Harjoituksissa on otettu huomioon viranomaisten määräykset ja suositukset. Tehtävissä on pyritty kokoamaan ja merkitsemään kuviin selkeät ohjeet, joiden avulla opiskelijat pystyisivät suorittamaan harjoitukset ongelmitta. Harjoituskopeissa tavoiteltava lattian valmispinta on määrätty ensimmäisen leca-harkon yläreunasta.

5.2 Viemärijärjestelmien asennukset

Toisen vuoden opiskelijoille viemärijärjestelmien asentamiseen on varattu viisi osaamispistettä. Opintojakso koostuu teorian opettamisesta ja myös koulun pihalla rakennetuista taloista, joihin asennetaan viemärijärjestelmät. Kuviossa 15 on yhden talon piirustus ja kuvassa 18 asennetut viemärijärjestelmät.



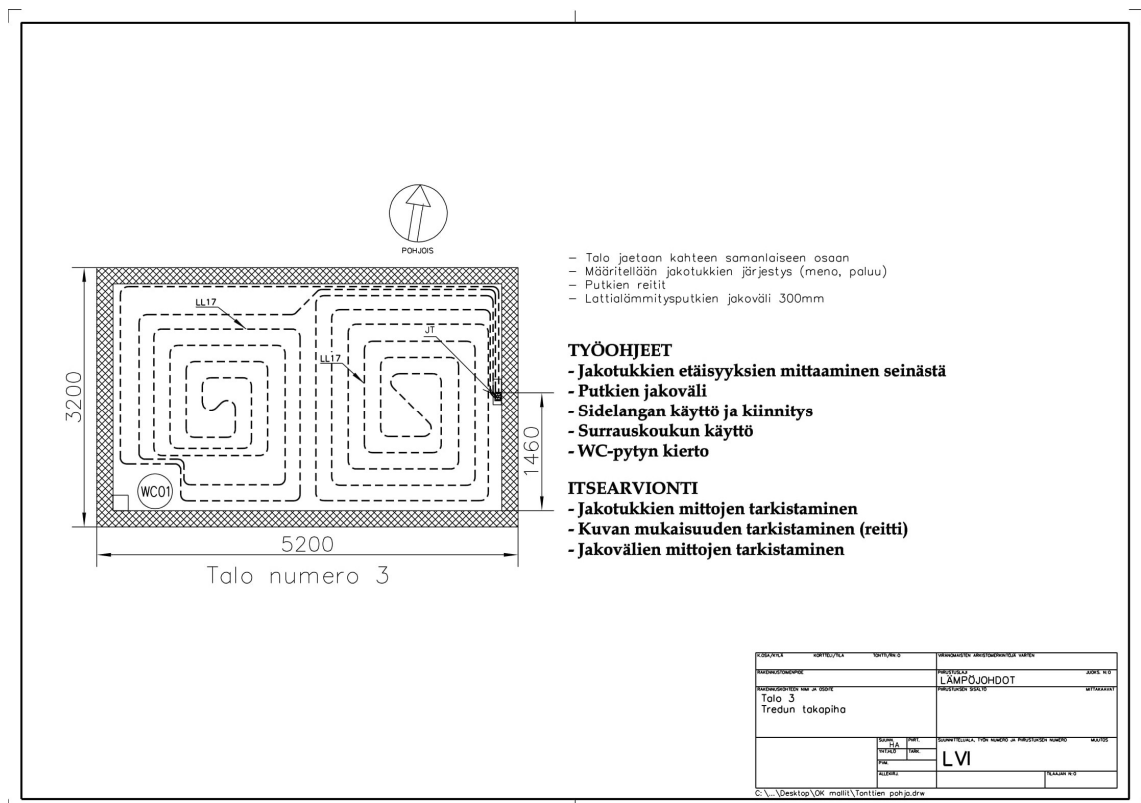
KUVA 19. Talo numero 2, jossa on toteutettu käyttövesijärjestelmän asennus.

5.4 Lattialämmitysjärjestelmien asennukset

Lämmitysjärjestelmien asentamiseen toiselle vuodelle on varattu kymmenen osaamispistettä, joista 3 koostuu tämän tehtävän suorittamisesta. Lattialämmitysjärjestelmien asentaminen on valinnainen tutkinnon osa ja koostuu 15 osaamispisteestä.

Jotta opiskelijat kouluissa pääsevät asentamaan lattialämmitysjärjestelmän, tarvitaan siihen riittävä tila. Tämä ei ole mahdollista kaikissa koulussa, joissa opetetaan talotekniikkaa. Voi olla, että valmistumisen jälkeen opiskelija ei enää pääsekään missään vaiheessa asentamaan vesikiertoista lattialämmitysjärjestelmää. Koulussa eli opiskeluaikana opiskelijoilla on mahdollisuus suorittaa ainakin kerran elämässään vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän asennus. Sekin vaikuttaa asiaan, että kaikki LVI-yritykset eivät asenna vesikiertoisia lattialämmitysjärjestelmiä. Lisäksi on olemassa sellaisia yrityksiä, jotka eivät asenna muita kuin kyseisiä järjestelmiä.

Kuviossa 17 on esitetty LL-piirustus ja kuvassa 20 on opiskelijoiden asentamat lattialämmityspiirit. Tehtävässä on otettu huomioon talon koko ja se, että talon on jaettu kahteen osaan. Silloin esimerkiksi kaksi opiskelija pääsee samaan aikaan suorittamaan saman tehtävän. Lämmitysjakotapoja on paljon ja on tärkeää, että opiskelijat pystyvät ainakin kouluissa asentamaan yleisimmät jakotavat kyseessä olevista järjestelmistä. Kustannussyistä olemme rakentaneet putkimateriaaleista jakotukit ja on oletettu, että kaikki seinät ovat sisäseiniä eivätkä piirit tarvitse ti-hennystä.



KUVIO 17. Talo 3 LL piirustus.



KUVA 20. Talo numero 3, jossa on asennettu lattialämmitys piirit.

ePerusteissa on mainittu, että ”opiskelija osoittaa ammattitaitonsa näytössä käytännön työtehtävissä osallistumalla lattialämmitysjärjestelmän asennustyöhön aidossa työkohteessa. Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittua ammattitaitoa ei voida arvioida näytön perusteella, ammattitaidon osoittamista täydennetään yksilöllisesti muilla tavoin.” (Ammattitaidon osoittamistavat n.d.). Tällä perusteella voidaan käyttää tätä harjoitustyötä myös näyttönä. Ne opiskelijat, jotka eivät ole päässeet työkohteissa suorittamaan näyttöjä, voivat hyödyntää tätä tehtävää, jotta myös he saavat suoritusmerkinnän. Sama pätee myös muihin tehtäviin, jotka sisältyvät tähän opinnäytetyöhön.

6 TULOKSET

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin oppimismateriaalien vaikutusta tehtävien hahmottamiseen ja ymmärtämiseen, koska opiskelijoilla on ollut vaikeuksia ymmärtää tehtäviä, niiden sisältöä ja aloittamisen tapaa. Tutkimusmenetelmäksi on valittu kvantitatiivinen eli määrällinen menetelmä, koska tulokset analysoidaan ja numeeristen tietojen avulla tehdään johtopäätöksiä. Tutkimukseen valittiin kolmannen vuoden opiskelijat, koska he ovat suorittaneet samat tehtävät viime vuonna. Tutkimus tehtiin kyselylomakkeilla, jotka jaettiin kolmannen vuoden opiskelijoille (liite 1).

Kyselylomakkeisiin vastasi kuusitoista kolmannen vuoden opiskelijaa. Tulokset olivat kaikki positiivisia ja suurin osa vastasi viimeiseen avoimeen kysymykseen.

Vastauksesta nousi esiin yksi parannusehdotus, joka viittaa kuvien mittakaavaan. Kuvissa ei ole mainittu mitään mittakaavoja ja opiskelijat eivät pystyneet mittaamaan etäisyyksiä suhteella. Sen tilalle on merkitty etäisyydet seinistä.

Tehtävät on tulostettu A3-paperille. Jos niitä skaalataan 1:50, joka on yleensä kuvasuhde KVV- tai lämmityskuvissa, taloon piirretyt järjestelmät jäävät liian pieneksi eivätkä opiskelijat pysty helposti lukemaan tai tulkitsemaan niitä. Lisäksi paperiin jää paljon tyhjää tilaa ja reunaa, koska talot ovat pieniä kooltaan. Tavoitteena on kuitenkin, että opiskelijat pystyvät hahmottamaan ja ymmärtämään helposti piirustusten sisältöä, jotta asennustehtäviin tai tehtävän ymmärtämiseen ei menisi liian kauan aikaa.

7 POHDINTA

Tuloksista voidaan päätellä, että oppimateriaalit tukivat tehtävien tekemistä ja opiskelijat kokivat hyödylliseksi tämänlaiset harjoitukset kokonaisuudessa. Opiskelijat pystyivät hahmottamaan tehtävänannon helposti ja nopeasti eikä siihen mennyt kauan aikaa. Opiskelijoiden mielestä ohjeet olivat selkeät, sisälsivät kaiken oleellisen ja helposti luettavia.

Näillä opetusmateriaaleilla on myös vaikutus opiskelijoiden oppimistuloksiin sekä työn suorittamiseen menevään aikaan ja motivaatioon. Hyvin suunnitellut oppimateriaalit helpottavat selkeyttämään monimutkaisiakin käsitteitä ja tekevät niistä konkreettisempia. Näiden oppimateriaalien avulla opiskelijoille tulee tutuksi erilaiset merkinnät ja heidän LVI-piirustusten tai kuvien luku- ja tulkitsemistaitonsa kehitty.

Opettajille on näistä oppimateriaaleista hyötyä, hänen ei välttämättä tarvitse käydä usean kerran päivässä työpisteessä vastailemassa oppilaiden kysymyksiin varsinkin, jos työpisteeseen on vähän pidempi matka. Näin opettaja voi käyttää tästä vapautuvaa aikaa esimerkiksi siihen, että hän ohjaa työhallissa ja hitsaamossa työskenteleviä opiskelijoita.

Tehtävän suorittamiseen tarvittavat tiedot opiskelijoille ovat selkeät ja kaikki löytyy tehtävänannonpaperista. Näin heille syntyy vähemmän kysymyksiä ja arvauksia tehtävän suorittamisesta. Tehtävät sisälsivät itsearviointikohdat, jotka auttoivat oppilaita parantamaan lopputulosta tai korjaamaan suorituksia ennen työn luovutusta. Yhdenvertaisuus- ja monipuolisuuskriteeri tulee täyteen näillä tehtävillä, eikä käy niin, että opettaja ohjeistaa toista oppilasta enemmän kuin toista.

Opettajat pystyvät tekemään jokaiselle vuosikurssille omia kansioita, joissa on eritelty oppimateriaaleja ja tehtäviä, jotka löytyvät helposti kaikki samasta kansioista. Näin menee vähemmän aikaa etsiä oppimateriaalia ja saadaan vähennettyä hukkaan menevän työaika.

LÄHTEET

Ammattitaidon osoittamistavat n.d. Opetushallitus. ePerusteet. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2024. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/amatillinenperustutkinto/7854768/tutkinnonosat/7860769>

Ammattitaitovaatimukset ja osaamisen arvionti n.d. Opetushallitus. ePerusteet. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2024. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/amatillinenperustutkinto/7854768/tutkinnonosat/7860769>

Asennus. 2024 RYL. Rakennustieto Oy. Viitattu 28.12.2024. https://ryl.rakennustieto.fi/ryl/TalotekniikkaRYL/2024_1/21.20.html#id21.20.3.1

Drainage systems of the Indus Valley Civilization. n.d. True Indology. Verkkosivu. Viitattu 2024. <https://trueindologytwitter.wordpress.com/2020/03/26/drainage-systems-of-the-indus-valley-civilization/>

History of Water Distribution and Treatment. 2015. Tata & Howard, Inc. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2024. <https://tataandhoward.com/history-of-water-distribution-and-treatment/>

Indianhistorypics. 2024. 4500 Years Old Drainage System at Indus Valley Site of Lothal, Gujarat. X-viestipalvelu 4.09.2024. <https://x.com/IndiaHistorypic/status/1831311920873238824?lang=fi>

Jakotukin asennus. 2018. Uponor. Pdf. Viitattu. 29.12.2024. <https://lvi-tavara.fi/wp-content/uploads/2406-Ohje.pdf>

Jukira. n.d. Muhviputki rst aco. Tuotekuvasto. Viitattu 25.11.2024. <https://jukira.fi/tuote/muhviputki-rst-aco-250x3000/>

Jätevesien poisjohtaminen. 11.06.2024. Talotekniikkainfo. Verkkosivu. Viitattu 2.1.2025. <https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/25-jatevesien-poisjohtaminen>

Kangasala. n.d. Tredu. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2024. <https://www.tredu.fi/tredu/kampuksemme/kangasala/>

Karhunen, J. 2012. Lista: Ainakin nämä vesitornit ovat samanlaisia kuin Jyväskylän romahtanut torni. Verkkosivu. MTV uutiset 05.11.2012. Viitattu 25.11.2024. <https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/lista-ainakin-nama-vesitornit-ovat-samanlaisia-kuin-jyvaskylan-romahtanut-torni/1895474#gs.hsgn8d>

Koponen, O. 2018. Lattialämmitysjärjestelmien vianmäärityksen ja varaosien löytämisen kehittäminen. Talotekniikan koulutus. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 25.11.2024. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/156426/Koponen_Otto.pdf?sequence=1&isAllowed=y

K-Rauta. n.d. Pantaliitin Geberit Silent-DB20 110 1 pultti. Tuotekuvasto. Viitattu 25.11.2024. <https://www.k-rauta.fi/tuote/pantaliitin-geberit-silent-db20-110-1-pultti/4025416099253>

Kunushevci, M. 2022. Viemäreiden kunto ja korjaukset; eilen, nyt ja huomenna. Talotekniikka. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 25.11.2024. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/703425/Kunushevci_Muhamed.pdf?sequence=2

Käyhkö, K. 2024. Lämmitys eri vuosikymmeninä. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2024. <https://www.rakennukset.fi/jarjestelmat/lammitysjarjestelmat-eri-aikakausina/>

Lattialämmitys eri rakenteissa. 2010. Uponor. Pdf. Viitattu 11.12.2014. https://www.taloon.com/media/attachments/uponor_lattialammitys_asennus_kaytto.pdf

Lattialämmitys. 2024. RYL. Rakennustieto Oy. Viitattu 4.12.2024. https://ryl.rakennustieto.fi/ryl/TalotekniikkaRYL/2024_1/21.13.html#id21.13.1.6

Lattian valu. 2013. Rakentajaopiskelut. Verkkosivu. Viitattu. 31.12.2024. <https://rakentajaopiskelut.blogspot.com/2013/06/lattian-valu.html>

LVI 20-10348 Putkistojen asennus. 2004. LVI-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 25.11.2024. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/LVI%20-10348>

Lämpö optimi. 2024. Kuinka kauan pex-putken käyttöikä on? Verkkosivu. Viitattu 20.11.2024. <https://lampooptimi.fi/kuinka-kauan-pex-putken-kayttoika-on/>

MELTEX. n.d. Muhviputki HST 110. Tuotekuvasto. Viitattu 25.11.2024. <https://www.meltex.fi/fi/tuote/infra/viemariputket-ja-osat/viemariputket-ja-osat-hst-ja-rst/muhviputki-hst-110/>

Määräykset ja ohjeet 2007. 2007. Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 25.11.2024. <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/700001/28208>

Nonni, porattiin vesiputkeen. 2011. Hei, me rakennetaan. Verkkosivu. Viitattu 29.12.2024. <https://heimerakennetaan.blogspot.com/2011/05/nonni-porattiin-vesiputkeen.html>

Osaamisen arviontiasteikko. n.d. Opetushallitus. ePerusteet. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2024. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/opas/4343283/tekstikappale/4418775>

Putkipiirit kiinnitetty raudoitukseen ja valettu betoniin. 2010. Uponor. Pdf. Viitattu 11.12.2024. https://www.taloon.com/media/attachments/uponor_lattialammitys_asennus_kaytto.pdf

Pääpiirustuksen nimiö. 2024. Verkkosivu. Viitattu. 12.1.2024. <https://www.tampere.fi/asuminen-ja-rakentaminen/rakenna-ja-korjaa/rakentamisen-maaraykset-ja-ohjeet/paapiirustuksen-nimio>

Raudasoja, A. & Rinne, S. 2018 Ammatillisen koulutuksen oppimisympäristöt. Teoksessa Kukkonen, H. & Raudasoja, A. (toim.) Osaaminen esiin: Ammatillisen

koulutuksen reformi ja osaamisperusteisuus. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu, 56–63.

ResearchGate. n.d. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2024. <https://www.researchgate.net/figure/A-simple-schematic-showing-a-typical-qanat-system-a-Cross-section-Using-simple-hand-fig4-369791740>

RT 103743 Vesi- ja viemärikalusteiden asennus. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 25.11.2024. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103743>

Sanomapro. 2018. Laadukkaat oppimateriaalit takaavat sen, että opettaja voi keskittyä ydintehtäväänsä – opettamiseen. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2024. <https://www.sanomapro.fi/laadukkaat-oppimateriaalit-takaavat-sen-etta-opettaja-voi-keskittyä-ydintehtavaansa-opettamiseen/>

Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2007. D1. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Pdf. Viitattu. 29.12.2024. <https://talotekniikkainfo.fi/viemarilaitteiston-mitoitusohjeet-d12007-liite-4>

Tampereen seudun ammattiopisto Tredu. n.d. Tredu. Studentum.fi-verkkosivusto. Viitattu 10.9.2024. <https://www.studentum.fi/koulutukset/tampereen-seudun-ammattiopisto-tredu/>

Tietoa palvelusta. n.d. Opetushallitus. ePerusteet. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2024. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/ftn2/opas/9270170/tekstikappale/9270191>

Tutkinnon muodustuminen. n.d. Opetushallitus. ePerusteet. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2024. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/amatillinen/3536454/rakenne>

Tuuletusviemäriin mitoitus. 2007. D1. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Pdf. Viitattu. 29.12.2024. <https://talotekniikkainfo.fi/viemarilaitteiston-mitoitusohjeet-d12007-liite-4>

Uponor PEX -käyttövesijärjestelmä. 2018 Uponor. Pdf. Viitattu. 29.12.2024. <https://lvi-tavara.fi/wp-content/uploads/2406-Ohje.pdf>

Vesikiertoinen Lattialämmitys. 2023. Aurelia Lattialämmitys. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2024. <https://aurelialattialammitys.fi/vesikiertoinen-lattialammitys/>

Vesimittarit. 2024. RYL. Rakennustieto Oy. Viitattu 29.12.2024. https://ryl.rakennustieto.fi/ryl/TalotekniikkaRYL/2024_1/21.21.html#id21.21.1.8

Viemärihajujen leviämisen estäminen. 2017. Finlex. Verkkosivu. Viitattu 29.12.2024. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047>

Viemäröinnin järjestäminen. 11.06.2024. Talotekniikkainfo. Verkkosivu. Viitattu 11.1.2014. <https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/26-viemaröinnin-jarjestaminen>

Vinyylilattia ja lattialämmitys - miten eroavat sähköinen ja vesikiertoinen? 2022. Vinyylilattiakauppa. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2024. <https://www.vinyylilattiakauppa.fi/fi/article/vinyylilattia-ja-lattialammitys-miten-eroavat-sahkoinen-ja-vesikiertoinen/10333>

LIITTEET

Liite 1. Tutkimuslomake

| Tutkimuskysely kolmannen vuoden Kangasalan talotekniikkaopiskelijoille uusien oppimateriaalien vaikutuksesta | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| | Kyllä | Ei |
| Oliko tehtävän hahmottaminen helpompi kuin edellisenä vuonna? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Oliko tehtävänannossa jotain epäselviä kohtia? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Oliko tehtävän työohjeet mielestäsi selkeät? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Oliko itsearviointi selkeää? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mitä arvelet, meneekö sinun mielestäsi nykyisillä ohjeilla vähemmän aikaa töiden suorittamiseen? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Pystytkö massoittelemaan materiaalit kuvien perusteella? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Koetko hyödyllisenä tämänlaisen harjoitustyö kokonaisuuden? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Miten ja mitä materiaaleja sekä ohjeita voisi mielestäsi vielä parantaa? Kerro muutamalla lauseella mielipiteesi. | | |