

Betonirakenteisten talotekniikkahormiratkaisujen vertailu

Thomas Öhman

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Energi- och miljöteknik
Tunnistenumero:	6816
Tekijä:	Thomas Öhman
Työn nimi:	Betonirakenteisten talotekniikkahormiratkaisujen vertailu
Työn ohjaaja (Arcada):	Kim Skön
Toimeksiantaja:	Parma Oy
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Parma Oy. Parma Oy valmistaa betonielementtejä, joihin kuuluu myös talotekniikkatuotteet kuten tekniikkahormi, tekniikkaseinä sekä tekniikkalaatta.</p> <p>Vuonna 2017 maankäyttö- ja rakennuslain rakennuksen kerrosalaa koskevaa pykälää 115 muutettiin niin, että rakennuksen rakennettavaksi sallitun kerrosalan saa ylittää taloteknisten järjestelmien edellyttämän kuilun tai hormin rakentamiseen tarvittavan pinta-alan verran. Tämä lakimuutos aiheuttaa sen, että tekniikkahormin koko ei enää vaikuta asuntojen pinta-aloihin. Yksi tämän opinnäytetyön tavoitteista on tutkia, kuinka suuri vaikutus tällä lakimuutoksella on erilaisilla hormiratkaisuilla. Vertailu tehdään pääosin erilaisilla ilmanvaihtoratkaisuilla, johtuen siitä että ilmanvaihtokanavilla on suurin vaikutus hormin kokonaispinta-alaan. Vertailussa käytetään kolmea pohjaratkaisultaan erilaista kaksiota pinta-alaltaan 38-55 m². Opinnäytetyössä tutkitaan edellä mainitun lisäksi tekniikkalaatan hyötyjä välipohjarakenteena sekä sitä, miten käyttövesi- ja lämpöjohtojen reittivalinta vaikuttaa mm. energiatehokkuuteen.</p> <p>Opinnäytetyön tulokset osoittavat, että tekniikkahormien vaikutus rakennuksen kerrosalaan on 0,5-1,5 prosenttia ilmanvaihtoratkaisusta riippuen. Tämä tarkoittaa siis sitä, että lakimuutoksen myötä sallittu kerrosala voidaan ylittää edellä mainitulla prosenttimäärällä. Tämän ansiosta voidaan nykyään suunnitella kustannus- sekä energiatehokkuuden kannalta paras mahdollinen hormiratkaisu vähentämättä rakennuksen asuinneliöitä. Opinnäytetyön tulokset osoittavat myös, että tekniikkalaattarakaisulla on myönteinen vaikutus rakennuskohteen työmaahan sekä kustannustehokkuuteen. Käyttövesi- ja lämpöjohtovertilu osoittaa, että yhteenlaskettu putkimäärä voi vaihdella jopa 26 prosentilla reittivalinnasta riippuen. Myös energiatehokkuuden näkökulmasta, näiden putkistojen lämpöhäviöt vaihtelevat noin kuudella prosentilla opinnäytetyössä käytetyssä esimerkissä.</p>	
Avainsanat:	Tekniikkahormi, tekniikkaseinä, betonielementti, Parma Oy
Sivumäärä:	60+22
Kieli:	Suomi
Hyväksymispäivämäärä:	19.12.2019

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Energi- och miljöteknik
Identifikationsnummer:	6816
Författare:	Thomas Öhman
Arbetets namn:	Jämförelse av lösningar för prefabricerade teknischakt av betong
Handledare (Arcada):	Kim Skön
Uppdragsgivare:	Parma Oy
<p>Sammandrag:</p> <p>Som uppdragsgivare för detta slutarbete fungerar Parma Oy. Parma Oy tillverkar betongelement, som också består av husteknikprodukter såsom teknischakt, teknikvägg och teknikplatta.</p> <p>År 2017 reviderades markanvändnings- och bygglagens paragraf 115, som berör en byggnads våningsyta, så att den area som krävs för att bl.a. bygga ett schakt för VVS-teknik får överskrida byggnadens tillåtna våningsyta. Som resultat av denna lagändring påverkar inte längre teknischaktets storlek lägenhetens golvyta. Ett av syftena i detta slutarbete är att undersöka hur mycket denna lagändring påverkar lägenhetens golvyta beroende på teknischaktlösningen. Denna jämförelse görs huvudsakligen på basen av olika ventilationslösningar, eftersom ventilationskanalerna har störst inverkan på teknischaktets totala yta. I jämförelsen används tre stycken 38-55 m² tvårums lägenheter med olika bottenplanslösningar. I slutarbetet undersöks även fördelarna med teknikplatta som mellanbjälklagskonstruktion och hur olika val av rutter för bruksvatten- och värmeledningar påverkar bl.a. byggnadens energieffektivitet.</p> <p>Resultaten i slutarbetet visar att teknischakten påverkar byggnadens våningsyta med 0,5-1,5 procent beroende på val av ventilationssystem. Detta innebär att byggnadens tillåtna golvyta får överskridas med ovannämnda procentandel. Denna lagändring gör det möjligt att idag planera bästa möjliga teknischaktlösning när det gäller kostnads- och energieffektivitet, utan att minska på byggnadens bostadsyta. Resultaten i slutarbetet visar även att teknikplattan har en positiv påverkan för arbetsplatsen och kostnadseffektiviteten. Jämförelsen av rutter för bruksvatten- och värmeledningar visar att totala rörmängden kan variera upp till 26 procent beroende på val av rutten. Även dessa ledningars värmeförluster varierar med ca 6 procent i exemplet använt i detta slutarbete.</p>	
Nyckelord:	Teknischakt, teknikvägg, betongelement, Parma Oy
Sidantal:	60+22
Språk:	Finska
Datum för godkännande:	19.12.2019

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Energi- och miljöteknik
Identification number:	6816
Author:	Thomas Öhman
Title:	Comparison of solutions for pre-cast concrete units for building services
Supervisor (Arcada):	Kim Skön
Commissioned by:	Parma Oy
<p>Abstract:</p> <p>This thesis was commissioned by Parma Oy. Parma Oy manufactures concrete elements, which also include pre-cast concrete units for building services such as shaft-, wall- and floor slab elements containing pre-installed building service.</p> <p>In 2017, section 115 of The Land Use and Building Act, relating to the floor area of a building, was amended so that the allowed maximum floor area for a building may be exceeded by the space required for shafts containing building service technology. As a result of this legislative change, the size of the unit for building service technology, no longer affect the living area. One of the aims of this thesis is to analyze the impact of this legislative change by comparing three different solutions for the buildings ventilation. The comparison is mainly done with different ventilation solutions, due to the fact that the ventilation ducts have the greatest impact on the total area of the element. Three apartments with different floor plans and with a surface area of 38-55 m² are used in the comparison. In addition to the above, the thesis also analyzes the benefits of a pre-cast floor slab containing building service compared to a traditional hollow core slab and how the route-selection for water and heating pipes affects eg. the buildings energy efficiency.</p> <p>The results of the thesis show that the units for building services affect the floor area with 0,5-1,5 percent depending on the ventilation solution. This means that, with the legislative change, the allowed floor area may be exceeded by the percentage above. This allows us to design the best possible solution in terms of cost and energy efficiency without reducing the building's living area. The results of the thesis also show that the floor slab containing building service has a positive effect on the construction site as well as cost efficiency. The comparison of route-selections for water and heating pipes show that the amount of pipelines can vary up to 26 percent with different route choices. Also in terms of energy efficiency, the heat losses of these pipelines vary by about 6 percent in the example used in this thesis.</p>	
Keywords:	pre-cast concrete unit for building services, precast concrete element, wall element, Parma Oy
Number of pages:	60+22
Language:	Finnish
Date of acceptance:	19.12.2019

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	9
2	VALMISOSARAKENTAMINEN.....	10
2.1	Talotekniikkatuotteet elementtirakentamisessa	10
3	TALOTEKNIIKKAHORMEJA KOSKEVIA ASETUKSIA	10
3.1	Vesi- ja viemärlaitteisto.....	12
3.2	Äänieristys ja meluntorjunta	13
3.3	Kosteustekninen toimivuus.....	15
3.4	Paloturvallisuus	15
3.5	Sisäilmasto ja ilmanvaihto	16
4	PYSTYHORMIELEMENTTIRATKAISUT KERROSTALOSSA.....	17
4.1	Tekniikkahormi ja tekniikkaseinä.....	17
4.1.1	<i>Tekniikkatuotteiden suunnittelu</i>	<i>18</i>
4.1.2	<i>Tekniikkahormin ja -seinän yhteensopivuus ontelolaatan kanssa</i>	<i>19</i>
4.1.3	<i>Tekniikkahormin ja -seinän yhteensopivuus tekniikkalaatan kanssa.....</i>	<i>20</i>
5	TEKNIIKKAHORMIRATKAISUT JA ASUNTOPOHJAT	22
5.1	Ilmanvaihtoratkaisu 1.....	22
5.1.1	<i>Asuntopohja 1, ilmanvaihtoratkaisu 1.....</i>	<i>23</i>
5.1.2	<i>Asuntopohja 2, ilmanvaihtoratkaisu 1.....</i>	<i>25</i>
5.1.3	<i>Asuntopohja 3, ilmanvaihtoratkaisu 1.....</i>	<i>27</i>
5.2	Ilmanvaihtoratkaisu 2.....	29
5.2.1	<i>Asuntopohja 1, ilmanvaihtoratkaisu 2.....</i>	<i>30</i>
5.2.2	<i>Asuntopohja 2, ilmanvaihtoratkaisu 2.....</i>	<i>32</i>
5.2.3	<i>Asuntopohja 3, ilmanvaihtoratkaisu 2.....</i>	<i>34</i>
5.3	Ilmanvaihtoratkaisu 3.....	36
5.3.1	<i>Asuntopohja 1, ilmanvaihtoratkaisu 3.....</i>	<i>38</i>
5.3.2	<i>Asuntopohja 2, ilmanvaihtoratkaisu 3.....</i>	<i>40</i>
5.3.3	<i>Asuntopohja 3, ilmanvaihtoratkaisu 3.....</i>	<i>42</i>
6	TEKNIIKKAHORMIRATKAISUJEN VERTAILU.....	44
6.1	Tekniikkahormiratkaisujen vaikutus kerrosalaan.....	44
6.2	Talotekniikkahormiratkaisujen kustannustehokkuus	46
6.2.1	<i>Välipohjarakenne.....</i>	<i>46</i>
6.2.2	<i>Ilmanvaihtoratkaisu.....</i>	<i>48</i>
6.2.3	<i>Käyttövesi- ja lämpöputket</i>	<i>50</i>

6.3	Suunnittelu ja energiatehokkuus	53
6.3.1	<i>Ilmanvaihto</i>	53
6.3.2	<i>Käyttövesi- ja lämpöputket</i>	55
7	POHDINTA	58
	Lähteet	60
	Liitteet	61

Kuvat

Kuva 1. Tekniikkahormit Parma Oy:n Forssan tehtaan varastossa. Kuva: Thomas Öhman	17
Kuva 2. Tekniikkahormin sijoitus (Betoniteollisuus ry)	19
Kuva 3. Tekniikkahormin kannatus ontelolaatastossa (Betoniteollisuus ry)	20
Kuva 4. Tekniikkalaatta ja tekniikkaseinä (Parma Oy).....	21
Kuva 5. Asuntopohja 1, keskitetty koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto	23
Kuva 6. Tekniikkaseinä, asuntopohja 1, ilmanvaihtoratkaisu 1	24
Kuva 7. Asuntopohja 2, keskitetty koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto	25
Kuva 8. Tekniikkahormi, asuntopohja 2, ilmanvaihtoratkaisu 1.....	26
Kuva 9. Asuntopohja 3, keskitetty koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto	27
Kuva 10. Tekniikkahormi, asuntopohja 3, ilmanvaihtoratkaisu 1.....	28
Kuva 11. Asuntopohja 1, asuntokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto, ulkoilma ulkoseinästä, jäteilma hormin kautta	30
Kuva 12. Tekniikkaseinä, asuntopohja 1, ilmanvaihtoratkaisu 2.....	31
Kuva 13. Asuntopohja 2, asuntokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto, ulkoilma ulkoseinästä, jäteilma hormin kautta	32
Kuva 14. Tekniikkahormi, asuntopohja 2, ilmanvaihtoratkaisu 2.....	33
Kuva 15. Asuntopohja 3, asuntokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto, ulkoilma ulkoseinästä, jäteilma hormin kautta	34
Kuva 16. Tekniikkahormi, asuntopohja 3, ilmanvaihtoratkaisu 2.....	35
Kuva 17. Asuntopohja 1, asuntokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto, ulkoilma ja jäteilma ulkoseinästä.....	38
Kuva 18. Tekniikkaseinä, asuntopohja 1, ilmanvaihtoratkaisu 3.....	39
Kuva 19. Asuntopohja 2, asuntokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto, ulkoilma ja jäteilma ulkoseinästä.....	40
Kuva 20. Tekniikkahormi, asuntopohja 2, ilmanvaihtoratkaisu 3.....	41
Kuva 21. Asuntopohja 3, asuntokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto, ulkoilma ja jäteilma ulkoseinästä.....	42
Kuva 22. Tekniikkahormi, asuntopohja 3, ilmanvaihtoratkaisu 3.....	43

Taulukot

Taulukko 1. Ympäristöministeriön asetuksessa annetut äänitasovaatimukset (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä, 796/2017)	14
Taulukko 2. Ulkoilmalaitteen vähimmäisetäisyydet (Talotekniikkainfo).....	29
Taulukko 3. Ulospuhalluslaitteen etäisyydet, sijoittelu ja muut vaatimukset (Talotekniikkainfo).....	37
Taulukko 4. Ilmanvaihtoratkaisujen vaikutus asunnon osuuteen sallitusta kerrosalasta, asuntopohja 1	44
Taulukko 5. Ilmanvaihtoratkaisujen vaikutus asunnon osuuteen sallitusta kerrosalasta, asuntopohja 2.....	45
Taulukko 6. Ilmanvaihtoratkaisujen vaikutus asunnon osuuteen sallitusta kerrosalasta, asuntopohja 3.....	45
Taulukko 7. Ilmanvaihtoratkaisujen vaikutus esimerkkikerrostalon kerrosalaan	46
Taulukko 8. Asuntopohja 1, laatastojen kaarevuuserot ja punosmäärä.....	47
Taulukko 9. Asuntopohja 2, laatastojen kaarevuuserot ja punosmäärä.....	47
Taulukko 10. Asuntopohja 2, laatastojen kaarevuuserot ja punosmäärä.....	47
Taulukko 11. Kahdeksankerroksisen esimerkkikerrostalon lämpö- ja käyttövesiputkien määrät eri hormiratkaisulla.....	51
Taulukko 12. Viisikerroksisen esimerkkikerrostalon lämpö- ja käyttövesiputkien määrät eri hormiratkaisulla.....	52
Taulukko 13. Käyttövesi- ja lämpöputkien eristepaksuudet sarjoittain	55
Taulukko 14. Putken lämpöhäviö veden lämpötilan ollessa 40 °C (PAROC Calculus)	56
Taulukko 15. Putken lämpöhäviö veden lämpötilan ollessa 58 °C (PAROC Calculus)	56
Taulukko 16. Kahdeksankerroksisen esimerkkikerrostalon putkistojen lämpöhäviöt eri hormiratkaisulla	57

1 JOHDANTO

Maankäyttö- ja rakennuslakiin on viime vuosina tehty lukuisia muutoksia. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on vertailla näiden muutosten vaikutus talotekniikkahormirakentamiseen. Tässä opinnäytetyössä vertaillaan uudistetun maankäyttö- ja rakennuslain pykälän 115 nojalla talotekniikkahormiratkaisujen vaikutus rakennuksen kerrosalaan. Opinnäytetyön tavoitteena on myös vertailla erilaisia talotekniikkahormiratkaisuja työmaan sekä kustannus- ja energiatehokkuuden kannalta. Tässä opinnäytetyössä vertaillaan pääasiallisesti pystyhormiratkaisuja, kuten betonielementtirakenteiset tekniikkahormit ja tekniikkaseinät, ilmanvaihtoratkaisun sekä käyttövesi- ja lämpöjohtojen näkökulmasta.

Työn ensimmäisessä ja toisessa osassa käsitellään elementtirakentamista yleisesti ja talotekniikkahormeja koskevaa lainsäädäntöä. Kolmannessa osassa käsitellään taloteknisiä ratkaisuja betonielementtirakentamisessa ja niihin liittyvät tuotteet. Työn viimeisessä osassa vertaillaan talotekniikkahormiratkaisuja ilmanvaihdon kannalta kolmen erilaisen asuntopohjan sekä kolmen eri ilmanvaihtoratkaisun pohjalta. Viimeisessä osassa vertaillaan myös talotekniikkahormiratkaisujen vaikutus käyttövesi- ja lämpöjohtojen energiatehokkuuteen.

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimi Parma Oy. Parma on betonielementtien valmistaja ja Suomessa alan markkinajohtaja. Parman liikevaihto oli vuonna 2018 noin 170 miljoonaa euroa ja toimi työnantajana noin 600:lle henkilölle. Parman valmistamiin elementteihin kuuluu ontelo- ja kuorilaatat, tasolaatat, hissikuilut, parvekkeet, sandwich- ja kuorielementit, sokkelit, väliseinät, runkopilarit ja -palkit, TT- ja TEK-laatat sekä erilaiset infra-tuotteet. Parman valmistamiin elementteihin kuuluu myös talotekniikkatuotteet kuten tekniikkaseinä, tekniikkalaatta sekä tekniikkahormi. Parma kuuluu kansainväliseen Consolis-konserniin. Consoliksella on yli 11 000 työntekijää 28 eri maassa, pääasiallisesti Euroopassa. Consoliksella on noin 1,4 miljardia euroa. Consolis-konserniin kuuluu myös muita pohjoismaisia betonielementtirakentamiseen erikoistuneita yrityksiä kuten Ruotsalainen Strängbetong, Norjalainen Spenncon sekä Tanskalainen Spaencom.

2 VALMISOSARAKENTAMINEN

Valmisosarakentamisen ansiosta työvaiheet vähentyvät työmaalla merkittävästi. Työvaiheiden vähentymisellä on suuri aikataulullinen sekä taloudellinen vaikutus koko rakennusprojektille, mutta se vaatii jo suunnitteluvaiheessa tarkkuutta ja huolellisuutta. Valmisosarakentamisella päästään myös tehokkuuden lisäksi parempiin laadullisiin tuloksiin ja kosteustekninen hallinta paranee, kun rakennuksen vaippa saadaan nopeasti koottua ja sisätilat säältä suojaan. Valmisosarakentamisen hyötyjä ovat mm. lyhyempi rakennusaika, pienemmät materiaalihukat, työpaikat siirtyvät työmaalta tehtaille sisätiloihin sekä mahdollisuus tarkempaan aikataulusuunnitteluun. (Betoniteollisuus ry, Teollinen valmisosarakentaminen)

2.1 Talotekniikatuotteet elementtirakentamisessa

Parma Oy:n tarjoamiin tekniikatuotteisiin kuuluu tekniikkahormi, tekniikkaseinä sekä tekniikkalaatta. Näiden tuotteiden avulla iso osa rakennuksen talotekniikasta asennetaan rungon kanssa samanaikaisesti. Tekniikkaseinään ja tekniikkahormiin sisältyy tehtaalla asennettuna ilmanvaihtokanavat, viemäreiden-, vesijohtojen-, sekä lämpöjohtojen pystylinjat, radonputkistot ja sähkö-, puhelin-, sekä ATK-nousuputket. Tekniikkalaatta sisältää lattiakaivot, viemäreiden vaakavedot, lattialämmitysputket sekä märkätilan vaatimat lattiakallistukset.

3 TALOTEKNIKKAHORMEJA KOSKEVIA ASETUKSIA

Suomen rakentamismääräyskokoelmaa korvaavat ympäristöministeriön uudet asetukset tulivat voimaan 1.1.2018. Voimassa oleva maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) tuli voimaan 1.1.2000. Lakiin on sen jälkeen tehty lukuisia muutoksia.

Ympäristöministeriön uudet asetukset pohjautuvat vuonna 2013 voimaan tulleeseen maankäyttö- ja rakennuslain muutokseen (958/2012). Uudistuksen tavoitteena oli rakentamista koskevan sääntelyn selkeyttäminen sekä vähentäminen. (Ympäristöministeriö 2016)

Vuonna 2014 valmistuneessa maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisarvioinnissa todettiin, että lain keskeiset periaatteet toimivat, mutta uudistuksiakin tarvitaan. Muutokset toimintaympäristössä antavat aihetta lain osittaiselle uudistukselle. (Ympäristöministeriö 2014)

Yksi merkittävä muutos talotekniikkahormisuunnittelun ja -rakentamisen kannalta on vuonna 2017 muutettu maankäyttö- ja rakennuslain pykälä 115.

*”Rakennuksen kerrosalaan lasketaan kerrosten alat ulkoseinien ulkopinnan mukaan laskettuina ja se kellarikerroksen tai ullakon ala, johon sijoitetaan tai voidaan näiden tilojen sijainnin, yhteyksien, koon, valoisuuden ja muiden ominaisuuksien vuoksi sijoittaa rakennuksen pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaisia tiloja. Jos ulkoseinän paksuus on enemmän kuin 250 millimetriä tai huoneistoa rajaavan väliseinän paksuus on enemmän kuin 200 millimetriä, saa rakennuksen kerrosala ylittää muutoin rakennettavaksi sallitun kerrosalan tästä aiheutuvan pinta-alan verran. **Rakennuksen rakennettavaksi sallitun kerrosalan saa ylittää myös väestönsuojan tai taloteknisten järjestelmien edellyttämän kuilun, hormin tai yleisiin tiloihin avautuvan teknisen tilan rakentamiseen tarvittavan pinta-alan verran.** (1.12.2017/812)” (MRL, 132/1999, 115 §)*

Lain alkuperäisessä pykälässä ei ollut mainintaa siitä, että taloteknisten järjestelmien edellyttämän kuilun tai hormin pinta-ala saa ylittää sallitun kerrosalan. Uudistuksen mukaan myös 200 mm ylittävän huoneistoa rajaavan seinän pinta-ala saa ylittää sallittua kerrosalaa. Uudistuksen myötä hormisuunnittelulle annetaan entistä vapaammat kädet suunnitella paras mahdollinen hormiratkaisu vähentämättä rakennuksen asuinneliöitä.

Pystyhormisuunnittelussa ja -rakentamisessa on erityisesti otettava huomioon seuraavat määräykset:

- asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista
- asetus rakennusten ääniympäristöstä
- asetus rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta
- asetus rakennusten paloturvallisuudesta

3.1 Vesi- ja viemärlaitteisto

Rakennuksen vesi- ja viemärlaitteistoa koskevia asetuksia käsitellään ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista (1047/2017). Asetus tuli voimaan 1.1.2018.

“Erityissuunnittelijan on suunniteltava rakennukseen asennettavat vesijohdot ja niihin liitetyt laitteet niin, että mahdollinen vesivuoto on helposti havaittavissa, ja vesijohdot ja laitteet voidaan helposti tarkastaa, korjata ja vaihtaa. Seinärakenteissa olevissa kytkentäjohdoissa ei saa olla liitoksia. Märkätilan lattiaan ei saa tehdä vesijohtojen läpivientejä. Vesivuotojen havaitsemiseksi on käytettävä rakenteellisia ratkaisuja, jotka ohjaavat vuotoveden näkyville. Pystyjakojohtoissa on oltava mekaaniset tai rakenteelliset vuodonilmaisimet kerroksittain, elleivät jakojohdot ole näkyvissä.” (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista, 1047/2017, 13 §)

Parma Oy:n tekniikkatuotteet ovat toteutettu asetuksen mukaisesti niin että mahdollinen vuotovesi ohjautuu esille. Vuotovesikaukalot asennetaan tekniikkahormielementtiin ja -seinäelementtiin pystynousujen alapäihin jokaisen kerroksen kohdalle. Mahdollinen vuotovesi ohjautuu vuotovesikaukalosta muoviputkella näkyville elementin ulkopintaan. (Parma Oy)

“Vesijohtojen kannatusten ja kiinnityspisteiden on oltava sellaisia, ettei lämpölaajeneminen eivätkä veden virtauksesta syntyvät voimat aiheuta putkien siirtymistä, irtoamista, rikkoontumista tai häiritsevää ääntä. Kannatusten ja kiinnityksessä käytettävien tuotteiden on oltava käyttöympäristössään korroosionkestäviä.” (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista, 1047/2017, 16 §)

“Viemärien on oltava kannatettuja ja kiinnitettyjä rakenteisiin niin, että mekaaniset voimat ja lämpölaajeneminen eivät aiheuta painaumia tai haitallisia muutoksia viemäreissä. Viemäriin on oltava ankkuroitu, jos jäteveden virtauksesta aiheutuvat voimat ovat niin voimakkaita, että viemäri ei muuten pysy haittaa aiheuttamatta paikoillaan. Kannatusten ja kiinnityksessä käytettävien tuotteiden on oltava käyttöympäristössään

korroosionkestäviä.” (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista, 1047/2017, 30 §)

“Jätevesilaitteistossa on oltava helposti käsiteltävät, suljettavat puhdistusaukot sekä vaaka- että pystyviemäreissä. Puhdistusaukkojen on sijoitettava niin, että putkisto voidaan puhdistaa kokonaan.” (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista, 1047/2017, 34 §)

Parma Oy:n tekniikkahormeissa ja tekniikkaseinissä jätevesiviemärit asennetaan betonin sisälle. Käyttövesiputket sekä lämpöjohdot asennetaan betonikouruun jossa putket ovat vaihdettavissa.

3.2 Äänieristys ja meluntorjunta

Rakennuksen äänieristystä ja meluntorjuntaa koskevia asetuksia käsitellään ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten ääniympäristöstä (796/2017). Asetus tuli voimaan 1.1.2018. Pystyhormeja koskevia osia ovat vesi- ja viemäriputket ja ilmanvaihtokanavat sekä niiden kautta asuintiloihin kulkeutuva melu. Pystyhormien ääneneristys on otettava tarkasti huomioon jo suunnitteluvaiheessa, koska liian suurten melutasojen korjaaminen jälkikäteen on kallista ja asuinneliöt vähenevät. Ympäristöministeriön asetuksen rinnalle on sovellettu ohje ”Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä”.

Rakennusten taloteknisten laitteiden asennukset on suunniteltava ja toteutettava siten, että niiden synnyttämä äänitaso ei ylitä ympäristöministeriön asetuksen rakennusten ääniympäristöstä pykälässä 5 esitettyjä lukuarvoja. Kyseiset lukuarvot ovat esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Ympäristöministeriön asetuksessa annetut äänitasovaatimukset (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä, 796/2017)

Huone- ja ulkotila	Jatkuva laajakaistainen ääni		Impulssimainen tai kapeakaistainen ääni	
	Keskiäänitaso L Aeq,T(dB)	Enimmäisäänitaso L AFmax,T(dB)	Keskiäänitaso L Aeq,T(dB)	Enimmäisäänitaso L AFmax,T(dB)
Asuin-, majoitus- tai potilashuone	28	33	25	30
Asunnon keittiö tai rakennuksen har- rastustila	33	38	30	35
Porrashuone tai uloskäytävä	38	43	35	40
Ulkotila	45	50	40	45

Keskiäänitasolla LAeq,T tarkoitetaan laitteen käytöstä aiheutuvaa keskiäänitasoa ja enimmäisäänitasolla LAFmax,T tarkoitetaan laitteen käytöstä aiheutuvaa hetkellistä suurinta melun voimakkuutta. Viemäriputkissa syntyvä melu voidaan katsoa hetkelliseksi meluksi, joten viemäreiden pystynousujen suunnittelussa on otettava huomioon kyseisen tilan enimmäistasovaatimus. Tästä syystä viemäreiden pystynousut tulee suunnitteluvaiheessa sijoittaa sellaiseen tilaan, joissa ne aiheuttavat vähiten ääniteknisii haittoja. Tämän takia viemäreiden pystynousuja ei kannata sijoittaa asunnon makuu- tai olohuoneeseen. Taulukon 1 äänitasovaatimukset eivät koske sellaista melua, johon asukas voi itse vaikuttaa. Parma Oy:n tekniikkahormeissa ja tekniikkaseinissä viemäriputket ja ilmanvaihtokanavat ovat ääniteknisesti osastoituna betonin sisällä.

“Äänitasovaatimukset eivät koske sellaisia asennuksia tai laitteiden ja kalusteiden käyttöä, johon asunnon haltija voi itse vaikuttaa ja josta ei aiheudu äänihaittaa muihin asuntoihin. Äänitasoa koskevat vaatimukset eivät koske esimerkiksi ääntä, joka aiheutuu samassa huoneistossa tapahtuvasta vedenlaskusta tai liesituulettimen käytöstä ruoan valmistuksessa. Jos huoneiston ilmanvaihtoa voidaan asuntokohtaisesti tehostaa ilmanvaihdolle säädettyjä lukuarvoja suuremmaksi, äänitasovaatimukset voidaan tehostuksen aikana ylittää 10 desibelillä.” (Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä, s. 30)

3.3 Kosteustekninen toimivuus

Rakennuksen kosteusteknisiä asioita koskevia asetuksia käsitellään ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta (782/2017). Asetus tuli voimaan 1.1.2018. Pystyhormeja koskevia kosteusteknisiä asioita ovat mahdollisten vesivuotojen havaitseminen riittävän aikaisin niin, että vuotovesi ei aiheuta vahinkoja rakenteille.

“Rakenteissa käytettävien rakennustuotteiden ominaisuuksien on vastattava suunnitelmassa esitettyjä vaatimuksia ja rakennustuotteiden on oltava rakennuspaikan olosuhteisiin soveltuvia. Rakennustuotteen on oltava käyttötarkoituksensa mukaisessa kunnossititä asennettaessa. Rakennustuotteen on kestävä asentamisen sekä asennus- ja käyttöolosuhteiden aiheuttamat rasitukset koko rakenteen käyttöön tai suunnitellun huolto- ja korjausvälin ajan.” (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta, 782/2017, 11 §)

“Rakennusvaiheen vastuuhenkilön on huolehdittava rakennustuotteiden ja keskeneräisten rakennusosien suojaamisesta kastumiselta ja epäpuhtauksilta työmaavarastoinnin ja rakentamisen aikana.” (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta, 782/2017, 14 §)

3.4 Paloturvallisuus

Rakennuksen paloturvallisuutta koskevia asetuksia käsitellään ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten paloturvallisuudesta (848/2017). Asetus tuli voimaan 1.1.2018.

“Osastoivan rakennusosan läpi johdetut putket, roilot, kanavat, johdot, savupiiput ja hormit sekä kuljetinlaitteistojen edellyttämät läpiviennit eivät olennaisesti saa heikentää rakennusosan osastoivuutta.” (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta, 848/2017, 18 §)

”Ilmanvaihtojärjestelmä ei saa myötävaikuttaa palon tai savukaasujen leviämiseen vaaraa aiheuttavalla tavalla. Useaa palo-osastoa tai osaa palvelevien ilmakehien seinä-

mät on tehtävä vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista.” (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta, 848/2017, 19 §)

Kuten ääniteknisistä syistä, Parma Oy:n tekniikkahormeissa ja tekniikkaseinissä viemäriputket ja ilmanvaihtokanavat ovat myös paloteknisesti osastoituna betonin sisällä. Sekä kanavien että putkien runkolinjat, että välipohjan kohdalla olevat liitokset ovat kokonaisuudessaan betonirakenteen sisällä. Asunnon ja kanavan tai putken välisen betonipeitteen paksuus määräytyy yleensä paloluokan mukaan, silloin myös äänitekniset vaatimukset täyttyvät. Vesiputket ja lämpöjohdot ovat tekniikkahormissa asennettu betonikouruun. Kupariputkille palo-osastointi tehdään betonimassalla ja muovi- sekä komposiittiputkille palomanseteilla ja palomassalla. (Parma Oy)

3.5 Sisäilmasto ja ilmanvaihto

Rakennuksen sisäilmastoa ja ilmanvaihtoa koskevia asetuksia käsitellään ympäristöministeriön asetuksessa uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (1009/2017). Asetus tuli voimaan 1.1.2018.

“Ulkoilmaa ei saa ottaa ilmanlaatua heikentävän rakenteen tai rakennusosan kautta tai ulkoilman laatua pilaavien lähteiden läheisyydestä.” (Ympäristöministeriön asetus rakennusten sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta, 1009/2017, 14 §)

Ulkoilmalaitteiden sijoittamisesta on annettu selkeitä ohjeita Talotekniikkainfon verkkosivuilla. Kyseiset ohjeet ovat tehty yhteistyössä alan toimijoiden kanssa ympäristöministeriön talotekniikkaan liittyvien asetusten tueksi.

”Ulospuhallusilman johtaminen ulos rakennuksesta on suunniteltava siten, ettei rakennukselle tai muille rakennuksille, ympäristölle tai niiden käyttäjille aiheudu terveydellistä tai muuta haittaa. Ulospuhallusilma on johdettava rakennuksen vesikatkon yläpuolelle, jos ilmanvaihtojärjestelmän toiminta ei toisin edellytä. Poistoilmaluokan I tai asuinhuoneistojen ilmanvaihdon ulospuhallusilma voidaan johtaa ulos myös rakennuksen seinässä olevan ulospuhallusilmalaitteen kautta (seinäpuhallus), jos muutoin tässä mo-

mentissa esitetyt vaatimukset täytetään.” (Ympäristöministeriön asetus rakennusten sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta, 1009/2017, 14 §)

Asuinhuoneistojen jäteilma voidaan johtaa rakennuksesta ulos vesikaton sijasta myös ulkoseinästä. Tätä toteutustapaa käytetään silloin kun ilmanvaihto on toteutettu huoneistokohtaisilla ilmanvaihtokoneilla. Tämän ratkaisun johdosta hormikoot pienenevät merkittävästi, koska ilmanvaihtokanavat vaikuttavat kaikista eniten hormin kokoon.

4 PYSTYHORMIELEMENTTIRATKAISUT KERROSTALOSSA

4.1 Tekniikkahormi ja tekniikkaseinä

Parma Oy:n tekniikkahormiin ja -seinään voidaan tarpeen vaatiessa integroida koko rakennuksen talotekniikan pystynousut. Tekniikkahormi ja -seinä sisältävät myös putkistojen haarat, joten ainoastaan putkistojen liitokset jäävät työmaalle tehtäväksi. Hormielementteihin integroidaan ilmanvaihtokanavat, viemärit, käyttövesiputket, lämpöputket ja tarvittavat sähkö- ja ATK-putket valmiiksi tehtaalla ja elementit tuodaan työmaalle valmiina kokonaisuuksina. Tekniikkaseinän ja tekniikkahormin paksuus ja koko riippuu niiden sisään asennettavien kanavien ja putkien määrästä ja koosta.



Kuva 1. Tekniikkahormit Parma Oy:n Forssan tehtaan varastossa. Kuva: Thomas Öhman

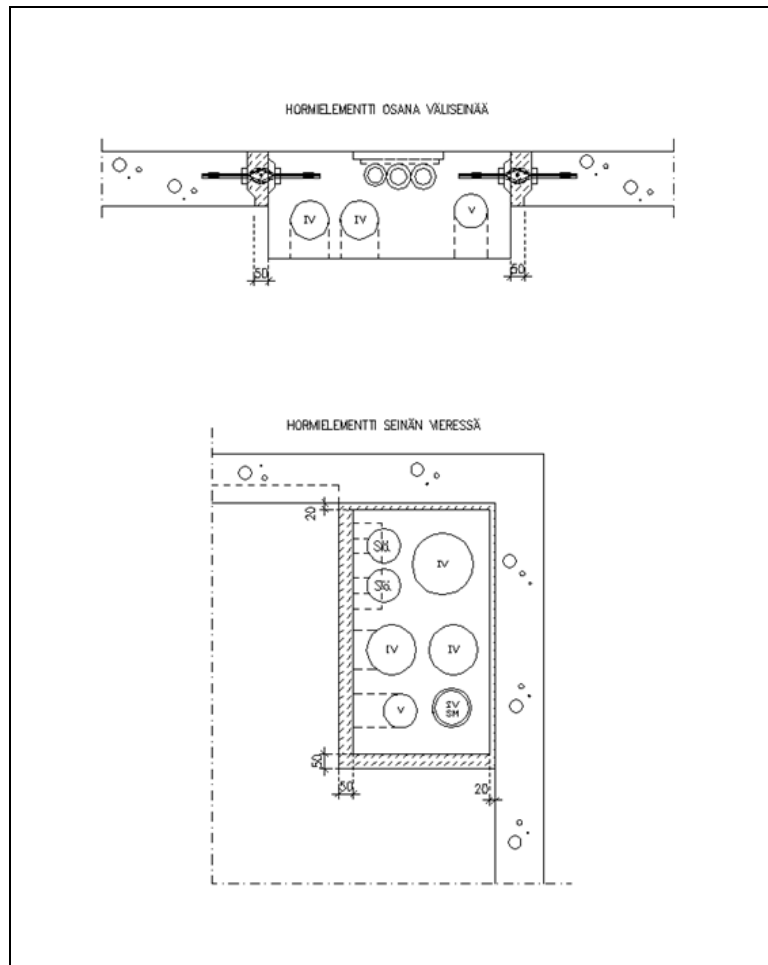
4.1.1 Tekniikkatuotteiden suunnittelu

Tekniikkatuotteiden suunnittelu tehdään ulkoisten suunnittelijoiden lähtötietojen pohjalta. Ulkoiset suunnittelijat ovat tässä tapauksessa kohteen arkkitehti, rakennesuunnittelija sekä LVI-suunnittelija. Jos sähköjen pystynousut viedään hormirakenteessa, myös sähkösuunnittelijalta vaaditaan tarvittavat lähtötiedot.

Tekniikkahormi- sekä tekniikkaseinäsuunnittelua varten vaaditaan ainakin seuraavat lähtötiedot:

- Pohjapiirustukset (ARK ja RAK)
- Leikkaukset (ARK ja RAK)
- Rakennetyypit
- Elementtien liitosdetaljit
- LVIS-suunnitelmat:
 - KVV-pohjat
 - IV-pohjat
 - Lämpöpohjat
 - Sähköpohjat

Kohteen pohjapiirustukset, leikkaukset ja rakennetyypit vaaditaan, jotta tuotesuunnittelussa saadaan tuotteiden koko, korkeus sekä tuotteiden lähtökorot ja asennuskorot. Elementtien liitosdetaljit vaaditaan, jos tekniikkahormi on osana väliseinää (kuva 2).



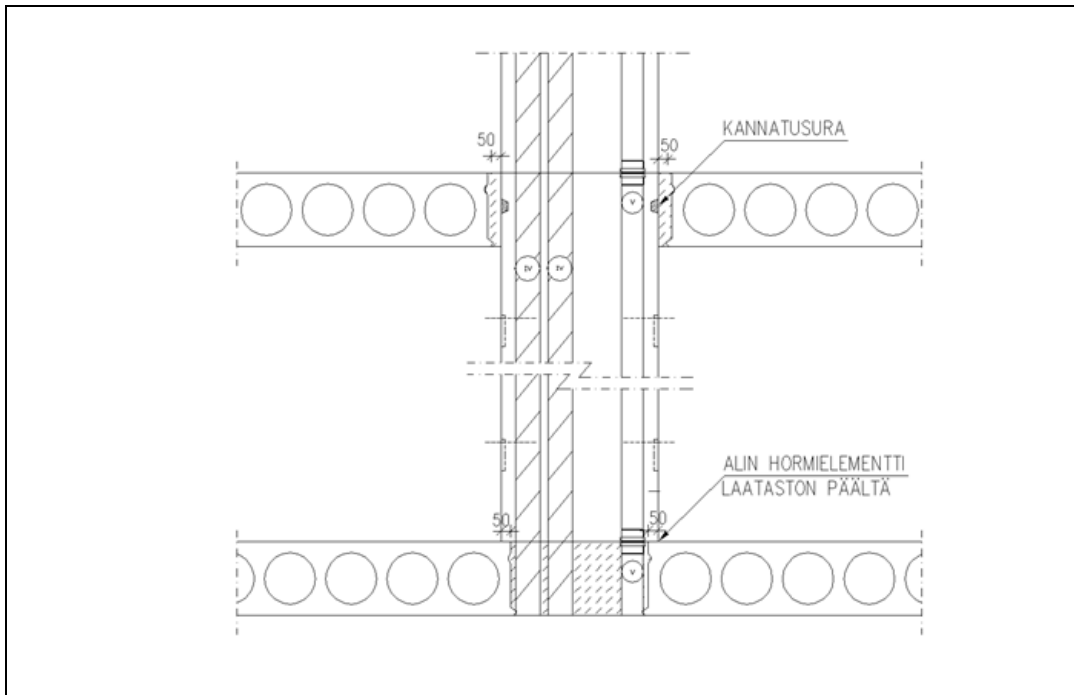
Kuva 2. Tekniikkahormin sijoitus (Betoniteollisuus ry)

LVIS-suunnittelijoiden pohjakuvista saadaan tuotesuunnittelua varten käyttövesiputkien sijainnit, viemärinousujen sijainnit ja koot, ilmanvaihtokanavien sijainnit ja koot, lämpöputkien sijainnit sekä sähkönousujen sijainnit ja tarvittavien sähkörasioiden sijainnit.

4.1.2 Tekniikkahormin ja -seinän yhteensopivuus ontelolaatan kanssa

Parma Oy:n ontelolaataston suunnitteluohjeessa on annettu selkeät ohjeet hormien sijoittelusta ontelolaatastossa. Suositeltavin tapa hormien sijoitteluun ontelolaatastoon on ontelolaattojen yleisen rei'itysohjeen mukaan. Rei'itysohje löytyy myös Parman suunnitteluohjeesta. Hormien järkevällä sijoittelulla ontelolaatastoon saadaan kustannustehokas ratkaisu. Kustannustehokkuuteen vaikuttaa mm. ontelolaattojen punosmäärä sekä reikien määrä. (Parman ontelolaatastot suunnitteluohje 2018)

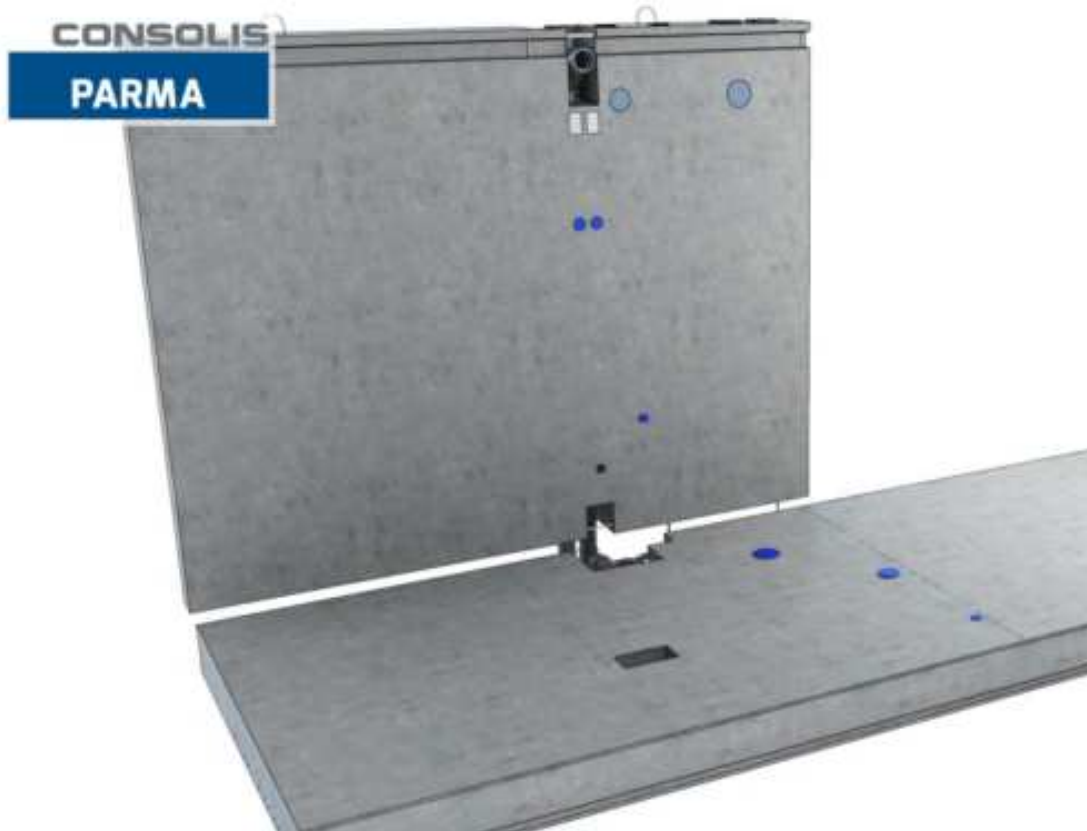
Tekniikkahormin yleisin kannatustapa on vaarnaliitoksella (kuva 3). Hormielementin yläpäähän on tehtaalla tehty kannatusura, jonka kautta hormielementti tukeutuu ontelolaatastoon. Hormielementtien kautta ontelolaatastolle tulevien kuormien määrittely kuuluu rakennesuunnittelijalle. (Betoniteollisuus ry, Hormielementit)



Kuva 3. Tekniikkahormin kannatus ontelolaatastossa (Betoniteollisuus ry)

4.1.3 Tekniikkahormin ja -seinän yhteensopivuus tekniikkalaatan kanssa

Parma Oy:n tekniikkalaatta on 270 mm paksu esijännitetty massiivilaattaelementti, jossa talotekniikka on tehtaalla valmiiksi asennettu laattaan. Tekniikkalaatan kanssa välipohjassa käytetään P27R ontelolaattaa tai esijännitettyä massiivilaattaa. Tätä ratkaisua käytettäessä työmaan tehtäväksi jää ainoastaan hormin ja laatan välisten putkistojen liitosten tekeminen. Kohteissa joissa käytetään tekniikkahormien lisäksi myös tekniikkalaattaa, suunnittelu sekä asennus täytyy tehdä erityisen huolellisesti, jotta elementtien väliset liitokset osuvat kohdilleen. Periaate on se, että asunnon märkätilojen kohdalla käytetään T27 tekniikkalaattaa ja muualla joko P27R ontelolaattaa tai 270 mm korkeaa massiivilaattaa. Massiivilaattaan on myös mahdollista integroida mm. lattialämmityskaapelit, jos kyseisessä kohteessa on lattialämmitys muualla kuin kylpyhuoneissa. (Parman tekniikkalaatta ja P27R-ontelolaatta suunnitteluohje 2012)



Kuva 4. Tekniikkalaatta ja tekniikkaseinä (Parma Oy)

5 TEKNIKKAHORMIRATKAISUT JA ASUNTOPOHJAT

Tekniikkahormiratkaisujen vertailussa on käytetty kolmea erilaista tyypillistä nykypäivän asuntopohjaa. Vertailu on toteutettu ilmanvaihdon näkökulmasta ja kolmella eri ilmanvaihtoratkaisulla. Kaikissa esimerkeissä on käytetty ainoastaan kyseisen hormilinjän asuntoja palvelevia putkia ja kanavia, eikä niissä ole otettu huomioon esimerkiksi mahdollisia kellarikerroksen ilmanvaihtokanavanousuja, sadevesiviemäriputkia ja radonputkia. Asuntopohjien huoneistoalat ovat laskettu rakennuksen pinta-alaa käsittelevän RT-kortiston RT 12-11055 ohjeiden mukaan.

Ilmanvaihtoratkaisut:

1. Keskitetty koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, jossa ilmanvaihtokone vesikatolla. Tulo-, poisto sekä jäteilmakanavat viedään tekniikkahormissa. Tekniikkahormielementti sisältää viemäriin, käyttövesiputket, lämpöputket, sähköputket ja kolme ilmanvaihtokanavaa.
2. Huoneistokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto, jossa huoneistokohtainen ilmanvaihtokone. Ulkoilma otetaan ulkoseinästä ja jäteilma tekniikkahormin kautta vesikatolle. Tekniikkahormi sisältää viemäriin, käyttövesiputket, lämpöputket, sähköputket ja yksi ilmanvaihtokanava kerrosta kohti.
3. Huoneistokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto, jossa huoneistokohtainen ilmanvaihtokone. Ulkoilma otetaan ulkoseinästä ja jäteilma puhalletaan seinän kautta ulos. Tekniikkahormielementti sisältää viemäriin, käyttövesiputket, lämpöputket ja sähköputket.

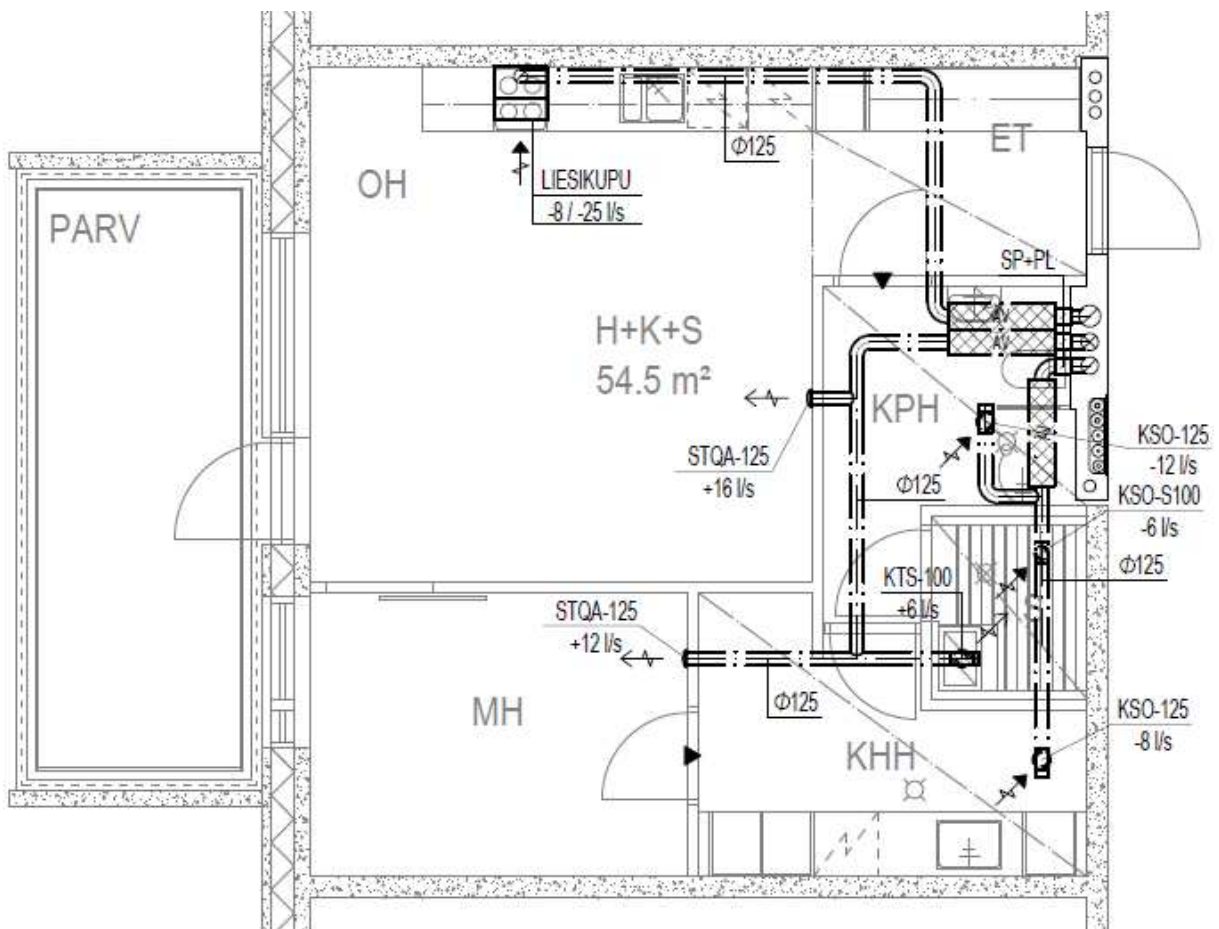
5.1 Ilmanvaihtoratkaisu 1

Ensimmäisessä ilmanvaihtoratkaisussa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, jossa keskitetty ilmanvaihtokone sijaitsee vesikatolla. Tulon, poiston ja jäteilman pystykanavat kulkevat tekniikkahormin kautta. Hormin koko tässä ratkaisussa on 2000 x 350 mm, eli pinta-alaltaan 0,7 m². Tekniikkahormissa kulkee 110 mm viemäri, kaksi 160 mm ilmanvaihtokanavaa ja yksi 200 mm ilmanvaihtokanava, suojaputket sähkönousuille, lämpöputket sekä käyttövesiputket. Ilmanvaihtokanavat vaativat tässä ratkaisussa palopellit sekä puhdistusluukut.

5.1.1 Asuntopohja 1, ilmanvaihtoratkaisu 1

Asunto: saunallinen kaksio (2H+K+S), asunnon huoneistoala 54,5 m²
 Ilmanvaihto: keskitetty ilmanvaihtokone vesikatolla, asunnossa tulo- sekä poistoilma
 Hormiratkaisu: tekniikkaseinä

Ratkaisu		
Ilmanvaihtokone sijaitsee vesikatolla	→	Tarvittavat huoltotoimeenpiteet voidaan tehdä asukkaita häiritsemättä, tarvitaan palopellit, säätöpellit ja puhdistusluukut
Käyttövesi- ja lämpöputkien huoltoluukku porrashuoneen puolella	→	Tarvittavat huoltotoimeenpiteet voidaan tehdä porrashuoneen puolelta asukkaita häiritsemättä
Käyttövesi- ja lämpöputket tuodaan porrashuoneen kautta asuntoon	→	Palokatkot tarvitaan osastoivan seinän kohdalla, myös osastoivan seinän äänitekninen toimivuus heikkenee
Tekniikkaseinä	→	Yksi väliseinäelementti vähemmän asennettava työmäärällä



Kuva 5. Asuntopohja 1, keskitetty koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto

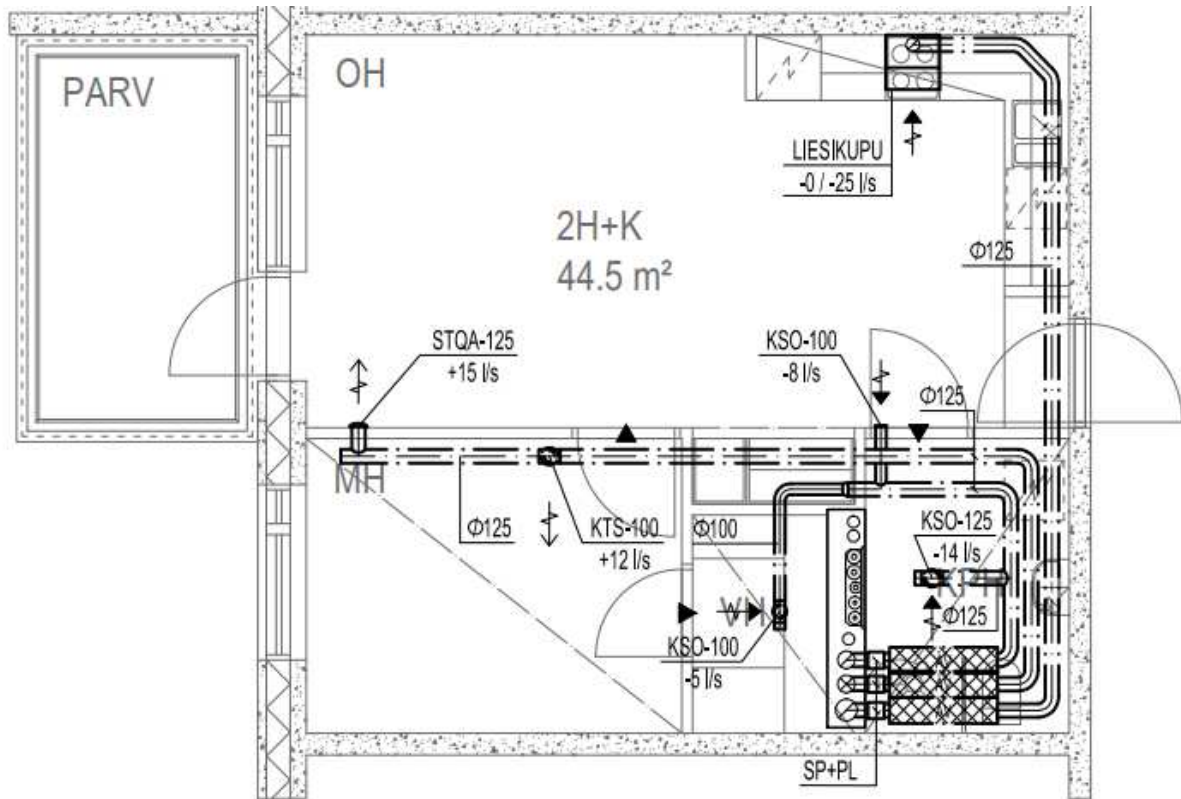
5.1.2 Asuntopohja 2, ilmanvaihtoratkaisu 1

Asunto: kaksio (2H+K), asunnon huoneistoala 44,5 m²

Ilmanvaihto: keskitetty ilmanvaihtokone vesikatolla, asunnossa tulo- sekä poistoilma

Hormiratkaisu: tekniikkahormi

Ratkaisu		
Ilmanvaihtokone sijaitsee vesikatolla	→	Tarvittavat huoltotoimeenpiteet voidaan tehdä asukkaita häiritsemättä, tarvitaan palopellit, säätöpellit ja puhdistusluukut
Käyttövesi- ja lämpöputkien huoltoluukku avautuu kylpyhuoneeseen	→	Vesimittarit sijoitetaan kylpyhuoneen alaslaskettuun kattoon, palokatkoja ei tarvita koska putket ovat tekniikkahormissa paloteknisesti osastoituna
Tekniikkahormi tukeutuu ontelolaatastoon	→	Tämä vaikuttaa ontelolaattojen punosmäärään sekä tästä johtuen myös kustannustehokkuuteen
Tämä ratkaisu vaatii kotelointia tai alaslasketta kattoa muualle kuin kylpyhuoneeseen tai eteiseen	→	Koteloinnilla on vaikutus aikatauluun sekä kustannustehokkuuteen



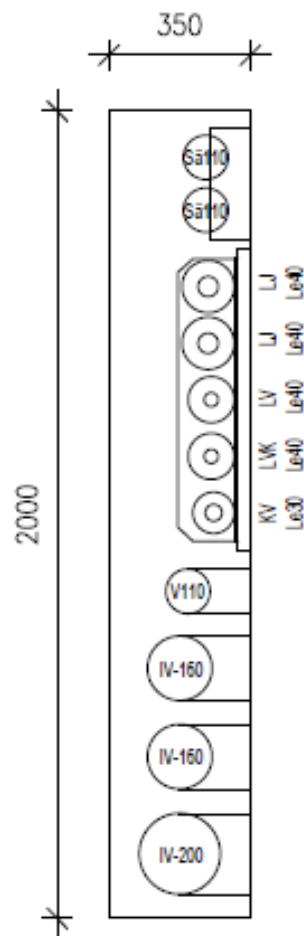
Kuva 7. Asuntopohja 2, keskitetty koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto

Tekniikkahormi

Kylpyhuoneen ja vaatehuoneen välissä

- Tekniikkahormissa:
- 2 kpl suojaputkea sähkönousuille
 - 2 kpl lämpöjohtoa
 - 3 kpl käyttövesiputkea (LV, LVK ja KV)
 - 1 kpl V110
 - 2 kpl IV160 + 1 kpl IV200

Tekniikkahormin pinta-ala: 0,70 m² (2 m x 0,35 m)

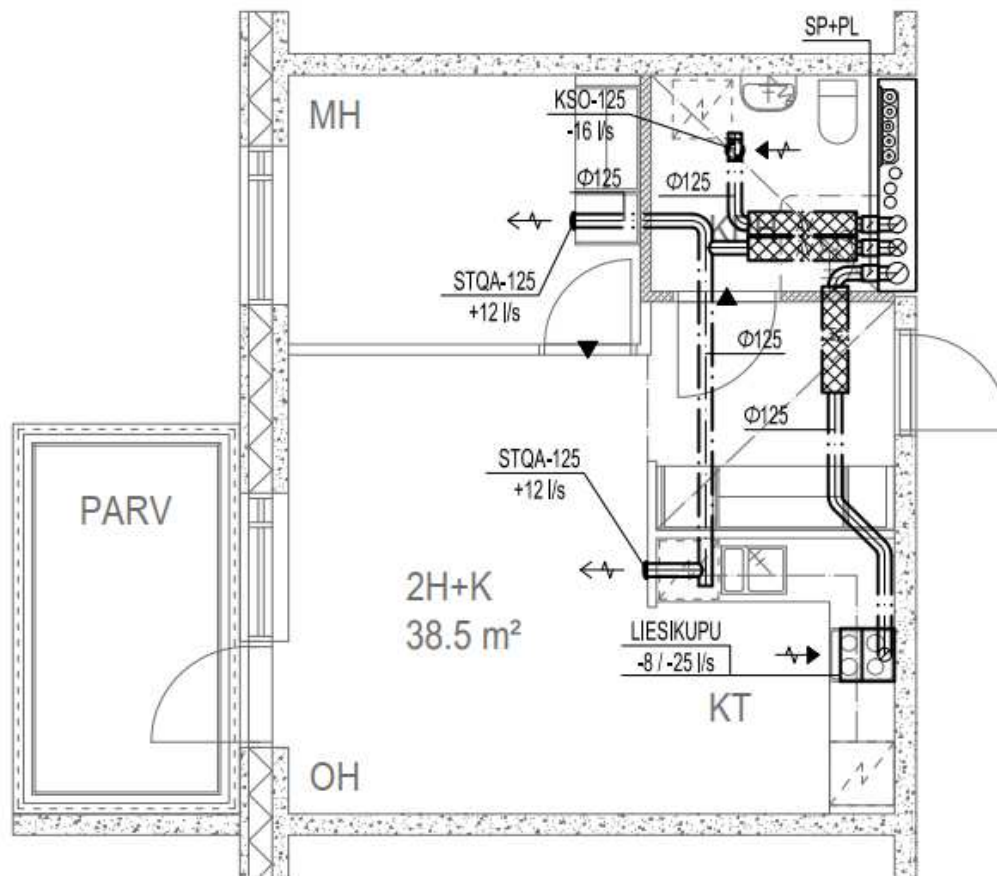


Kuva 8. Tekniikkahormi, asuntopohja 2, ilmanvaihtoratkaisu 1

5.1.3 Asuntopohja 3, ilmanvaihtoratkaisu 1

Asunto: kaksio (2H+K), asunnon huoneistoala 38,5 m²
 Ilmanvaihto: keskitetty ilmanvaihtokone vesikatolla, asunnossa -tulo sekä poistoilma
 Hormiratkaisu: tekniikkahormi

Ratkaisu		
Ilmanvaihtokone sijaitsee vesikatolla	→	Tarvittavat huoltotoimeenpiteet voidaan tehdä asukkaita häiritsemättä, tarvitaan palopellit, säätöpellit ja puhdistusluukut
Kylpyhuone ja tekniikkahormi sijaitsee keskeisellä paikalla keittiöön ja makuuhuoneeseen nähden	→	Ilmanvaihtokanavien vaakavedot jäävät tässä esimerkissä aika lyhyiksi
Käyttövesi- ja lämpöputkien huoltoluukku avautuu kylpyhuoneeseen	→	Vesimittarit sijoitetaan kylpyhuoneen alaslaskettuun kattoon, palokatkoja ei tarvita koska putket ovat tekniikkahormissa paloteknisesti osastoituna



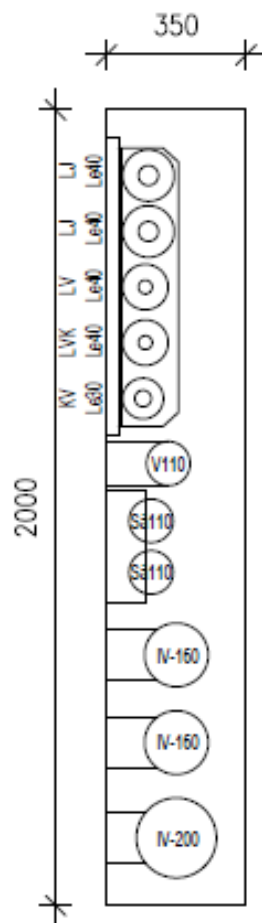
Kuva 9. Asuntopohja 3, keskitetty koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto

Tekniikkahormi

Kylpyhuoneessa WC:n vieressä, osana porraskäytävän ja asunnon välistä seinää

- Tekniikkahormissa:
- 2 kpl lämpöjohtoa
 - 3 kpl käyttövesiputkea (LV, LVK ja KV)
 - 1 kpl V110
 - 2 kpl suojaputkea sähkönousuille
 - 2 kpl IV160 + 1 kpl IV200

Tekniikkahormin pinta-ala: 0,70 m² (2 m x 0,35 m)



Kuva 10. Tekniikkahormi, asuntopohja 3, ilmanvaihtoratkaisu 1

5.2 Ilmanvaihtoratkaisu 2

Toisessa ilmanvaihtoratkaisussa on huoneistokohtainen koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, jossa ulkoilma otetaan ulkoseinästä ja jäteilma viedään tekniikkahormin kautta vesikatolle. Tekniikkahormien koot tässä ratkaisussa ovat, ensimmäisessä ja kolmannessa asuntopohjassa, ensimmäisessä kerroksessa 1500 x 300 mm ja neljännessä kerroksessa 2100 x 300 mm, eli pinta-alaltaan 0,45 – 0,63 m². Toisessa asuntopohjassa tekniikkahormin koko on ensimmäisessä kerroksessa 750 x 300 mm ja neljännessä kerroksessa 1300 x 300 mm, eli pinta-alaltaan 0,23 – 0,39 m². Tämän ilmanvaihtoratkaisun kerrosmäärää on rajattu neljään kerroksen selkeyden vuoksi. Ylempien kerrosten hormit näkyvät kuvissa katkoviivalla. Tekniikkahormissa kulkee 110 mm viemäri, kerroskohittaiset 125 mm ilmanvaihtokanavat, suojaputket sähkönousuille, lämpöputket sekä käyttövesiputket.

Aiemmin mainitun ympäristöministeriön ulkoilman laatua käsittelevän asetuksen lisäksi Talotekniikkainfon verkkosivuilta löytyy ohjearvoja ulkoilmalaitteen vähimmäisetäisyyksistä. Kyseiset vähimmäisetäisyydet ovat esitetty alla olevassa taulukossa. Ulkoilmalaitteet on sijoitettava niin, että rakennukseen tuleva ulkoilma on mahdollisimman puhdas. (Talotekniikkainfo, Ulkoilmalaitteiden ja ulospuhallusilmalaitteiden sijoittaminen)

Taulukko 2. Ulkoilmalaitteen vähimmäisetäisyydet (Talotekniikkainfo)

Ilman laatua heikentävä tekijä	Ulkoilmalaitteen vähimmäisetäisyys [m]
Jätteiden säilytyspaikka, polttomoottorikäyttöisten ajoneuvojen pysäköinti- ja lastauspaikka sekä ajoluiska, tuuletusviemärin ja savupiipun aukko, jäähdytystorni, tupakointipaikka, katu tai tie, kadun tai tien risteys, alle 10 000 autoa vuorokaudessa	8
Poikkeuksena tuuletusviemärin aukko, joka sijaitsee vähintään 3 metriä ulkoilma-aukkoa korkeammalla	5
Vilkasliikenteinen katu tai tie, kadun tai tien risteys	ilmanotto ja käsittely suunnitellaan erikseen
Viereisen huoneiston parveke	3
Maanpinta tai pihataso	2
Kattopinta, joka sijaitsee ulkoilma-aukon alapuolella	0,9

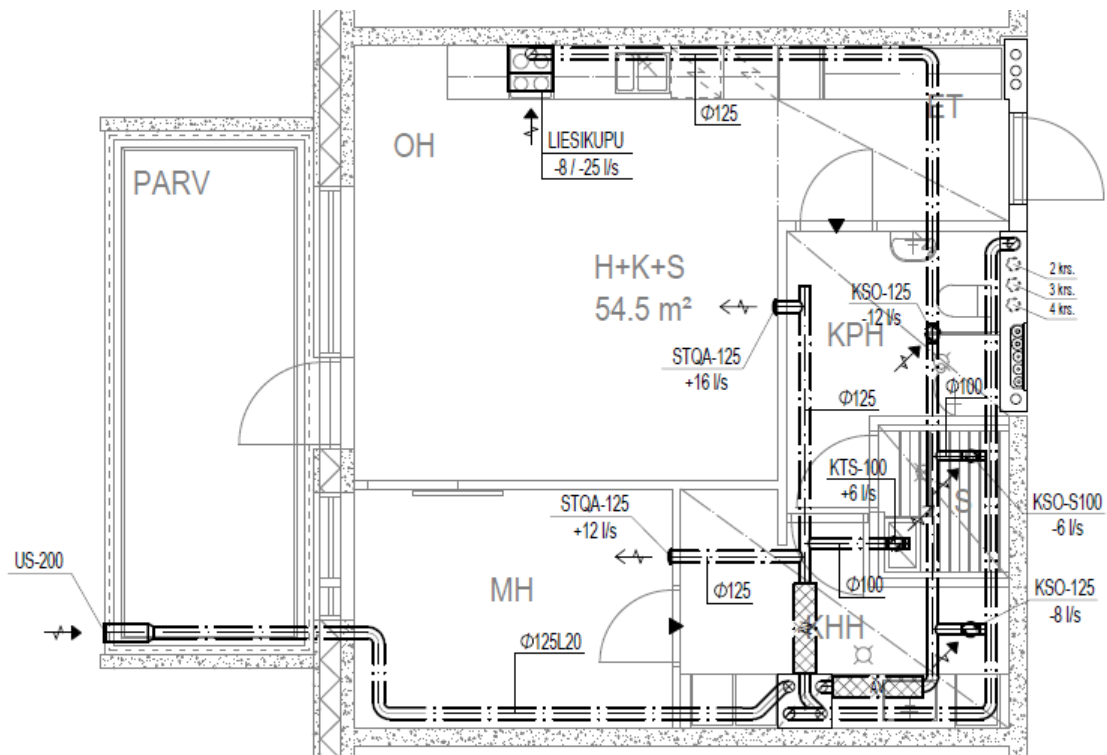
5.2.1 Asuntopohja 1, ilmanvaihtoratkaisu 2

Asunto: saunallinen kaksio (2H+K+S), asunnon huoneistoala 54,5 m²

Ilmanvaihto: huoneistokohtainen ilmanvaihtokone, asunnossa tulo- sekä poistoilma, ulkoilma ulkoseinästä, jäteilma hormin kautta vesikatolle

Hormiratkaisu: tekniikkaseinä

Ratkaisu		
Ilmanvaihtokone sijaitsee kylpyhuoneessa kaapistossa tai alaslasketussa katossa	→	Tarvittavat huoltotoimeenpiteet tehdään kylpyhuoneessa, ei tarvita palopeltejä, säätöpeltejä eikä yleensä puhdistusluukkuja
Ilmanvaihtokone sijaitsee kaukana tekniikkahormista ja liesituulettimesta	→	Jäteilma- ja poistoilmakanava joudutaan vieämään pitkän matkan ilmanvaihtokoneesta tekniikkahormiin ja liesituulettimelle
Käyttövesi- ja lämpöputkien huoltoluukku porrashuoneen puolella	→	Tarvittavat huoltotoimeenpiteet voidaan tehdä porrashuoneen puolelta asukkaita häiritsemättä
Käyttövesi- ja lämpöputket tuodaan porrashuoneen kautta asuntoon	→	Palokatkot tarvitaan osastoivan seinän kohdalla, myös osastoivan seinän äänitekninen toimivuus heikkenee
Tämä ratkaisu vaatii kotelointia tai alaslasketua kattoa muualle kuin kylpyhuoneeseen tai eteiseen	→	Koteloinnilla on vaikutus aikatauluun sekä kustannustehokkuuteen
Ulkoilma otetaan suoraan ulkoseinästä	→	Vaatii selvitystä ulkoilman laadusta ja raittiudesta
Tekniikkaseinä	→	Yksi väliseinäelementti vähemmän asennettavana työmaalla



Kuva 11. Asuntopohja 1, asuntokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto, ulkoilma ulkoseinästä, jäteilma hormin kautta

Tekniikkaseinä

Kylpyhuoneen/eteisen ja porraskäytävän välinen seinä

Tekniikkaseinässä:

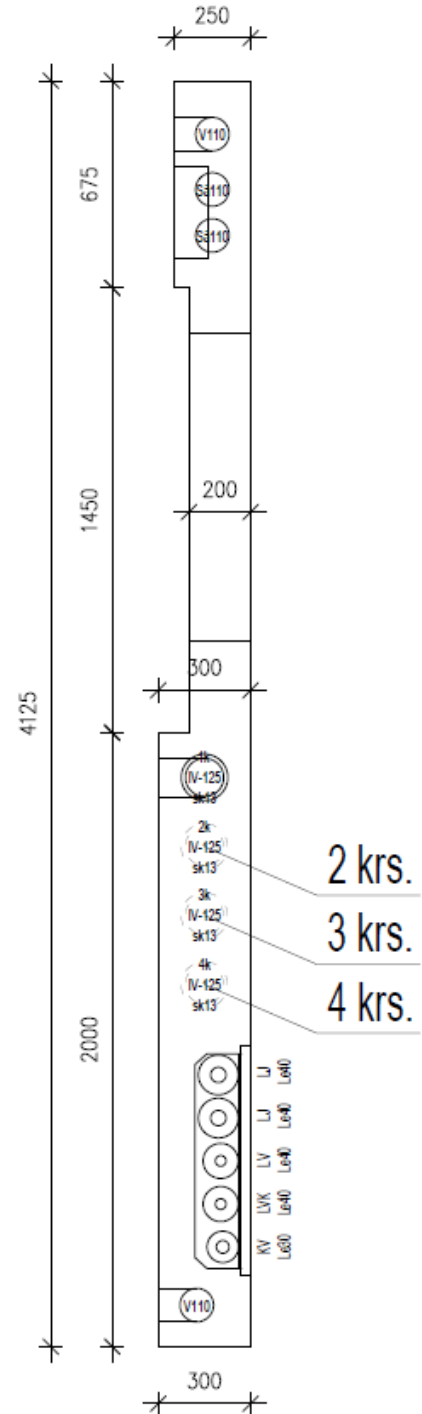
- 2 kpl V110
- 2 kpl suojaputkea sähkönousuille
- 2 kpl lämpöjohtoa
- 3 kpl käyttövesiputkea (LV, LVK ja KV)
- 1-4 kpl IV125

Tekniikkaseinän pinta-ala: 1,06 m²

(0,675 m x 0,25 + 1,45 m x 0,2 m + 2,0 m x 0,3 m)

Hormin pinta-ala: 0,77 m²

(0,675 m x 0,25 + 2,0 m x 0,3 m)



Kuva 12. Tekniikkaseinä, asuntopohja 1, ilmanvaihtoratkaisu 2

5.2.2 Asuntopohja 2, ilmanvaihtoratkaisu 2

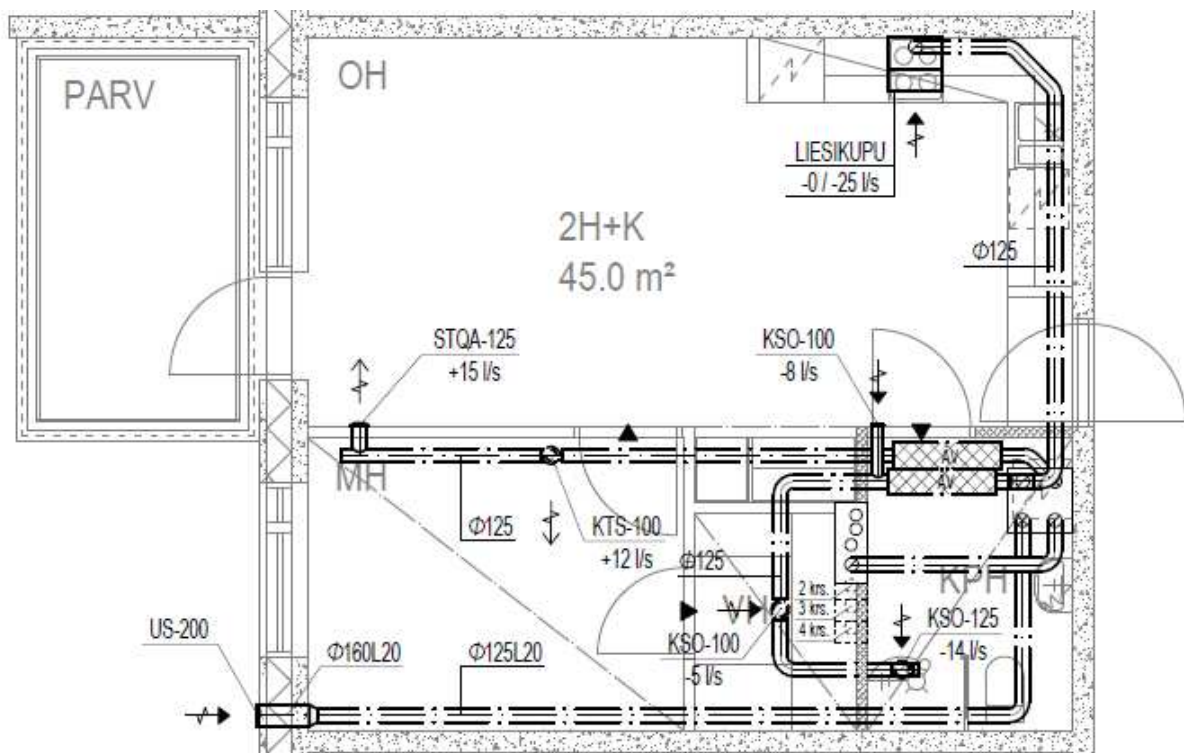
Asunto: kaksio (2H+K), asunnon huoneistoala 45,0 m²

Ilmanvaihto: huoneistokohtainen ilmanvaihtokone, asunnossa tulo- sekä poistoilma, ulkoilma ulkoseinästä, jäteilma hormin kautta vesikatolle

Hormiratkaisu: tekniikkahormi

Tässä esimerkissä 2100 mm x 300 mm tekniikkahormi ei mahdu ilmanvaihtokanavien takia vaatehuoneen ja kylpyhuoneen väliin, joten tässä ratkaisussa ei ole käyttövesi- tai lämpöputkia huoneistokohtaisesti tekniikkahormissa.

Ratkaisu		
Ilmanvaihtokone sijaitsee kylpyhuoneessa kaapistossa tai alaslasketussa katossa	→	Tarvittavat huoltotoimeenpiteet tehdään kylpyhuoneessa, ei tarvitaan palopeltejä, säätöpeltejä eikä yleensä puhdistusluukkuja
Käyttövesi- ja lämpöputket tuodaan porrashuoneen puolelta asuntoon	→	Palokatkot tarvitaan osastoivan seinän kohdalla, myös osastoivan seinän äänitekkinen toimivuus heikkenee
Tämä ratkaisu vaatii kotelointia tai alaslasketua kattoa muualle kuin kylpyhuoneeseen tai eteiseen	→	Koteloinnilla on vaikutus aikatauluun sekä kustannustehokkuuteen
Tekniikkahormi tukeutuu ontelolaatastoon	→	Tämä vaikuttaa ontelolaattojen punosmäärään sekä tästä johtuen myös kustannustehokkuuteen
Ulkoilma otetaan suoraan ulkoseinästä	→	Vaatii selvitystä ulkoilman laadusta ja raittiudesta



Kuva 13. Asuntopohja 2, asuntokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto, ulkoilma ulkoseinästä, jäteilma hormin kautta

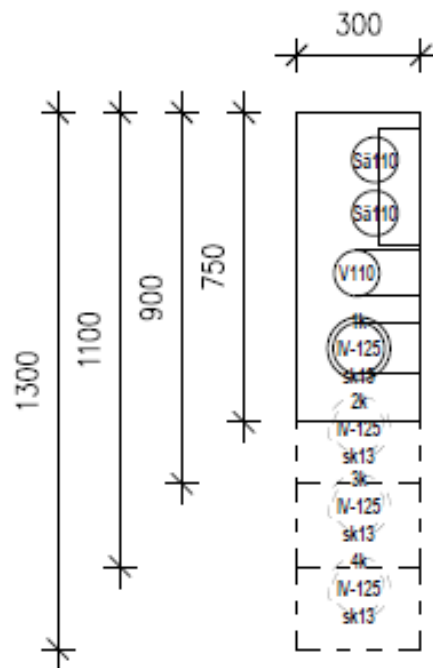
Tekniikkahormi

Kylpyhuoneen ja vaatehuoneen välissä

- Tekniikkahormissa:
- 2 kpl suojaputkea sähkönousuille
 - 1 kpl V110
 - 1-4 kpl IV125

Tekniikkahormin pinta-ala:

- 1 krs.: 0,23 m² (0,75 m x 0,3 m)
- 2 krs.: 0,27 m² (0,9 m x 0,3 m)
- 3 krs.: 0,33 m² (1,1 m x 0,3 m)
- 4 krs.: 0,39 m² (1,3 m x 0,3 m)



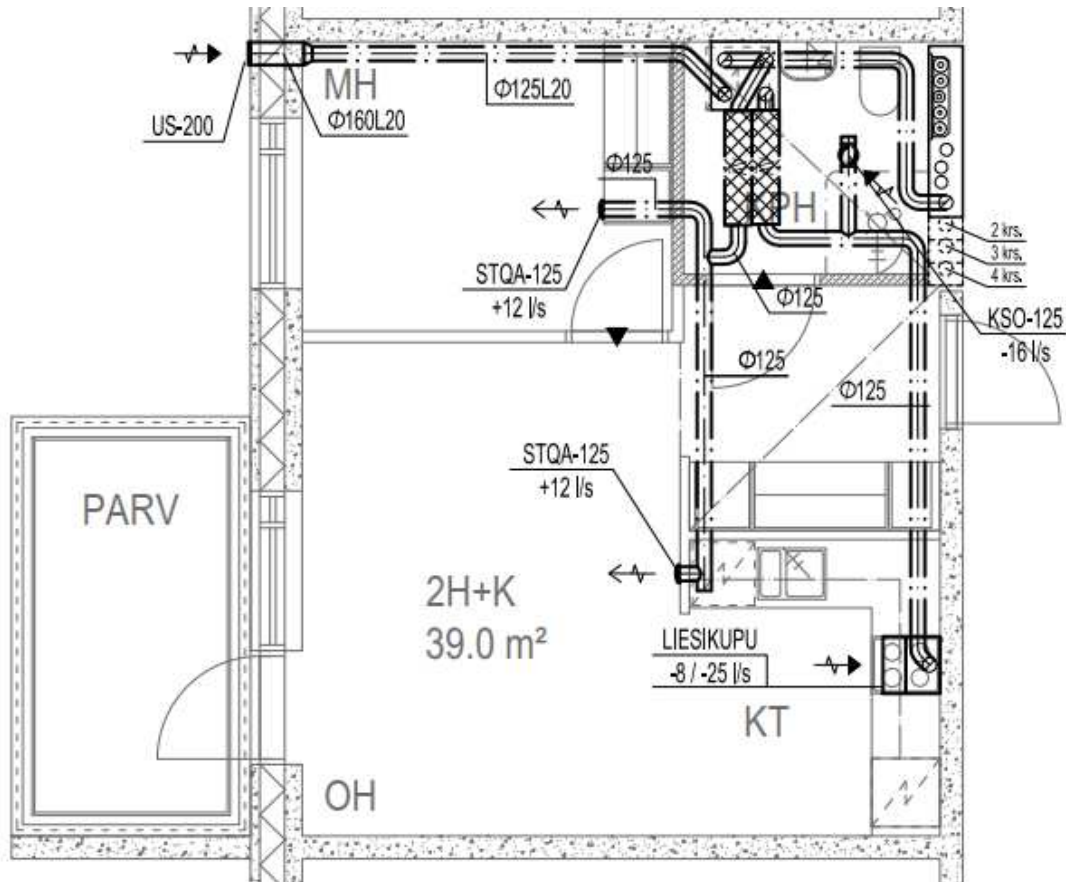
Kuva 14. Tekniikkahormi, asuntopohja 2, ilmanvaihtoratkaisu 2

5.2.3 Asuntopohja 3, ilmanvaihtoratkaisu 2

Asunto: kaksio (2H+K), asunnon huoneistoala 39,0 m²
 Ilmanvaihto: huoneistokohtainen ilmanvaihtokone, asunnossa tulo- sekä poistoilma, ulkoilma ulkoseinästä, jäteilma hormin kautta vesikatolle
 Hormiratkaisu: tekniikkahormi

Tässä esimerkissä ilmanvaihtokanavien pituudet kasvavat merkittävästi verrattuna keskitettyyn ilmanvaihtoon johtuen ilmanvaihtokoneen sijainnista.

Ratkaisu		
Ilmanvaihtokone sijaitsee kylpyhuoneessa kaapistossa tai alaslasketussa katossa	→	Tarvittavat huoltotoimeenpiteet tehdään kylpyhuoneessa, ei tarvitaan palopeltejä, säätöpeltejä eikä yleensä puhdistusluukkuja
Käyttövesi- ja lämpöputkien huoltoluukku avautuu kylpyhuoneeseen	→	Vesimittarit sijoitetaan kylpyhuoneen alaslaskettuun kattoon, palokatkoja ei tarvita koska putket ovat tekniikkahormissa paloteknisesti osastoituna
Tämä ratkaisu vaatii kotelointia tai alaslasketua kattoa muualle kuin kylpyhuoneeseen tai eteiseen	→	Koteloinnilla on vaikutus aikatauluun sekä kustannustehokkuuteen
Ulkoilma otetaan suoraan ulkoseinästä	→	Vaatii selvitystä ulkoilman laadusta ja raittiudesta



Kuva 15. Asuntopohja 3, asuntokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto, ulkoilma ulkoseinästä, jäteilma hormin kautta

5.3 Ilmanvaihtoratkaisu 3

Kolmannessa ilmanvaihtoratkaisussa on huoneistokohtainen koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtoa, jossa ulkoilma otetaan ulkoseinästä ja jäteilma puhalletaan ulkoseinästä ulos. Tekniikkahormin koko tässä ratkaisussa on 1350 x 300, eli pinta-alaltaan 0,41 m². Tekniikkahormissa kulkee 110 mm viemäri, suojaputket sähkönousuille, lämpöputket sekä käyttövesiputket.

Samat ehdot ulkoilman laadusta kuten toisessa ilmanvaihtoratkaisussa pätee myös tässä ratkaisussa. Talotekniikkainfon verkkosivuilta löytyy myös seinäpuhallusta koskevia ohjeita sekä ehtoja. Ulospuhallusilma voidaan suunnitella, vesikaton sijasta, johdettavaksi ulos myös muualta, jos ilmanvaihtojärjestelmän toiminta niin edellyttää, eikä siitä aiheudu muuta haittaa. Tätä ratkaisua voidaan käyttää esimerkiksi hajautetuissa ilmanvaihtojärjestelmissä. (Talotekniikkainfo)

Kuten ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta mainitaan, poistoilmaluokan 1 tai asuinhuoneistojen ilmanvaihdon ulospuhallusilma voidaan johtaa ulos myös rakennuksen seinässä olevan ulospuhallusilmalaitteen kautta. Ulospuhallusilma voidaan toteuttaa seinäpuhalluksena, jos alla olevan taulukon vaatimukset täyttyvät. Taulukossa on esitetty vaatimuksia seinässä olevalle ulospuhallusilmalaitteelle koskien etäisyyksiä, sijoittelua ja laitevaatimuksia tavanomaisesta asuinhuoneistosta peräisin olevalle poistoilmaluokan 3 jäteilmalle. (Talotekniikkainfo)

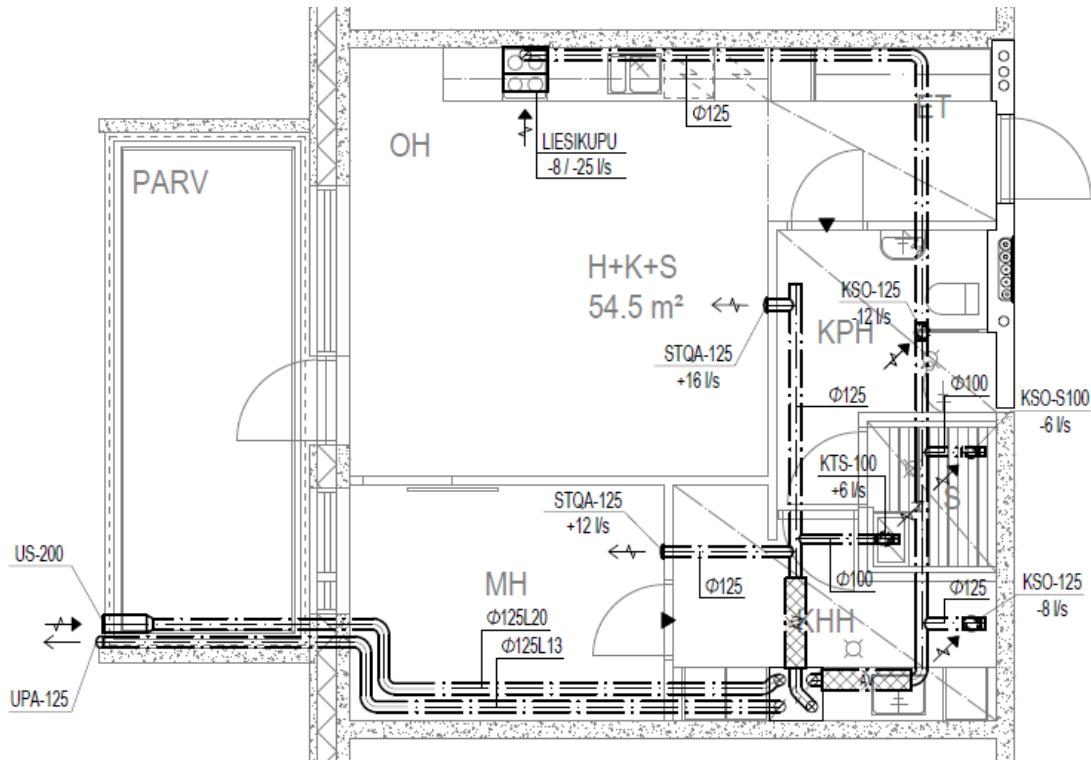
Taulukko 3. Ulospuhalluslaitteen etäisyydet, sijoittelu ja muut vaatimukset (Talotekniikkainfo)

Vaatus	Vaatusen täyttminen
Seinäpuhalluslaitteen etäisyys toisten huoneistojen ulkoilmalaitteista	vähintään 3 m
Seinäpuhalluslaitteen vapaan ulospuhallusaukon keskimääräinen virtausnopeus käyttöajan tehostamattomalla ilmavirralla	vähintään 5 m/s
Seinäpuhalluslaitteen etäisyys viereisistä seinistä	vähintään 3 m
Seinäpuhalluslaitteen etäisyys naapuritontista	vähintään 4 m
Seinäpuhalluslaitteen etäisyys vastapäisestä seinästä tai rakennuksesta	vähintään 15 m
Seinäpuhalluslaitteen sijoitus	ei sijoiteta umpinaisten sisäpihojen puoleisille julkisivuille
Seinäpuhalluslaitteen sijoitus	ei sijoiteta julkisivussa oleviin syvennyksiin tai nurkkauksiin
Seinäpuhalluslaitteen toimivuus	varmistettu suunnitellussa käyttötarkoituksessa

5.3.1 Asuntopohja 1, ilmanvaihtoratkaisu 3

Asunto: saunallinen kaksio (2H+K+S) , asunnon huoneistoala 54,5 m²
 Ilmanvaihto: huoneistokohtainen ilmanvaihtokone, asunnossa tulo- sekä poistoilma, ulkoilma sekä jäteilma ulkoseinästä
 Hormiratkaisu: tekniikkaseinä

Ratkaisu		
Ilmanvaihtokone sijaitsee kylpyhuoneessa kaapistossa tai alaslasketussa katossa	→	Tarvittavat huoltotoimeenpiteet tehdään kylpyhuoneessa, ei tarvitaan palopeltejä, säätöpeltejä eikä yleensä puhdistusluukkuja
Käyttövesi- ja lämpöputkien huoltoluukku porrashuoneen puolella	→	Tarvittavat huoltotoimeenpiteet voidaan tehdä porrashuoneen puolelta asukkaita häiritsemättä
Käyttövesi- ja lämpöputket tuodaan porrashuoneen kautta asuntoon	→	Palokatkot tarvitaan osastoivan seinän kohdalla, myös osastoivan seinän äänitekkinen toimivuus heikkenee
Tämä ratkaisu vaatii koteloointia tai alaslasketua kattoa muualle kuin kylpyhuoneeseen tai eteiseen	→	Koteloinnilla on vaikutus aikatauluun sekä kustannustehokkuuteen
Ulkoilma otetaan suoraan ulkoseinästä	→	Vaatii selvitystä ulkoilman laadusta ja raittiudesta
Jäteilma puhalletaan ulkoseinästä ulos	→	Vaatii selvitystä toimivuudesta
Tekniikkaseinä	→	Yksi väliseinäelementti vähemmän asennettavana työmaalla



Kuva 17. Asuntopohja 1, asuntokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto, ulkoilma ja jäteilma ulkoseinästä

Tekniikkaseinä

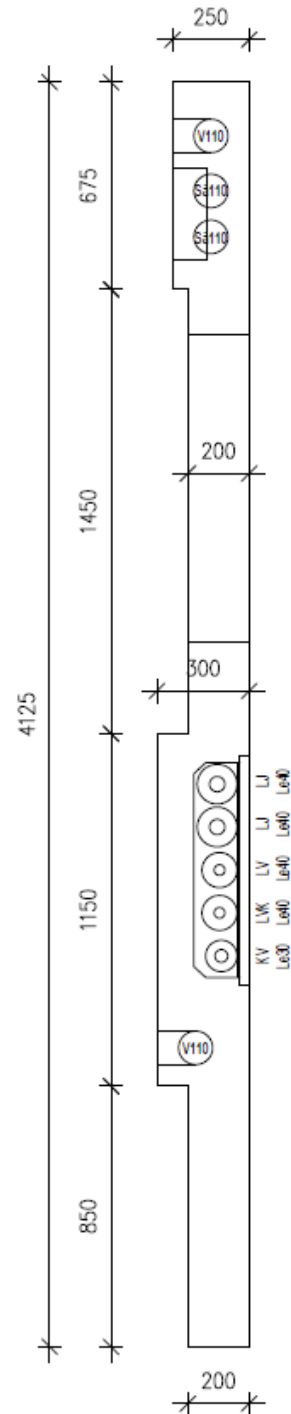
Kylpyhuoneen/eteisen ja porraskäytävän välinen seinä

Tekniikkaseinässä:

- 2 kpl V110
- 2 kpl suojaputkea sähkönousuille
- 2 kpl lämpöjohtoa
- 3 kpl käyttövesiputkea (LV, LVK ja KV)

Tekniikkaseinän pinta-ala: 0,97 m²
(0,675 m x 0,25 + 1,45 m x 0,2 m +
1,15 m x 0,3 m + 0,85 m x 0,2 m)

Hormin pinta-ala: 0,51 m²
(0,675 m x 0,25 + 1,15 m x 0,3 m)



Kuva 18. Tekniikkaseinä, asuntopohja 1, ilmanvaihtoratkaisu 3

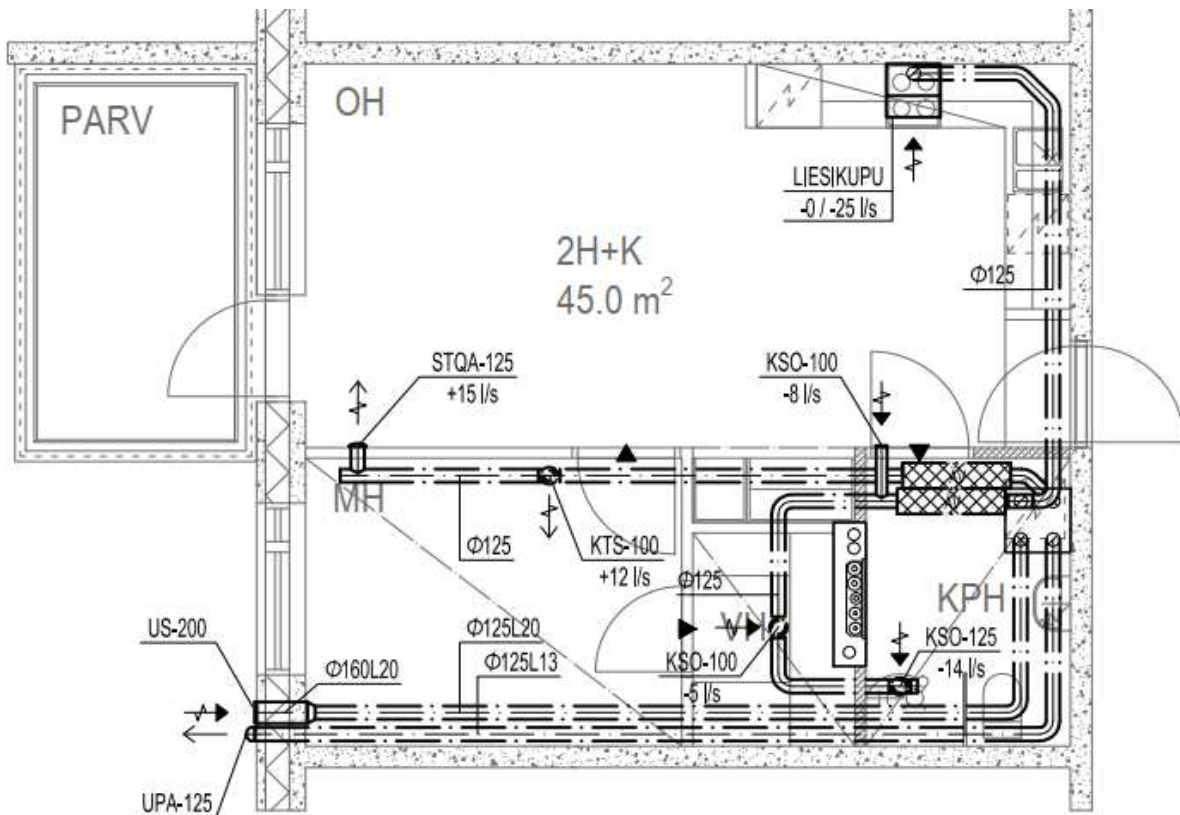
5.3.2 Asuntopohja 2, ilmanvaihtoratkaisu 3

Asunto: kaksio (2H+K), asunnon huoneistoala 45,0 m²

Ilmanvaihto: huoneistokohtainen ilmanvaihtokone, asunnossa tulo- sekä poistoilma, ulkoilma ja jäteilma ulkoseinästä

Hormiratkaisu: tekniikkahormi

Ratkaisu		
Ilmanvaihtokone sijaitsee kylpyhuoneessa kaapistossa tai alaslasketussa katossa	→	Tarvittavat huoltotoimeenpiteet tehdään kylpyhuoneessa, ei tarvita palopeltejä, säätöpeltejä eikä yleensä puhdistusluukkuja
Käyttövesi- ja lämpöputkien huoltoluukku avautuu kylpyhuoneeseen	→	Vesimittarit sijoitetaan kylpyhuoneen alaslaskettuun kattoon, palokatkoja ei tarvita koska putket ovat tekniikkahormissa paloteknisesti osastoituna
Tämä ratkaisu vaatii kotelointia tai alaslasketua kattoa muualle kuin kylpyhuoneeseen tai eteiseen	→	Koteloinnilla on vaikutus aikatauluun sekä kustannustehokkuuteen
Ulkoilma otetaan suoraan ulkoseinästä	→	Vaatii selvitystä ulkoilman laadusta ja raittiudesta
Jäteilma puhalletaan ulkoseinästä ulos	→	Vaatii selvitystä toimivuudesta



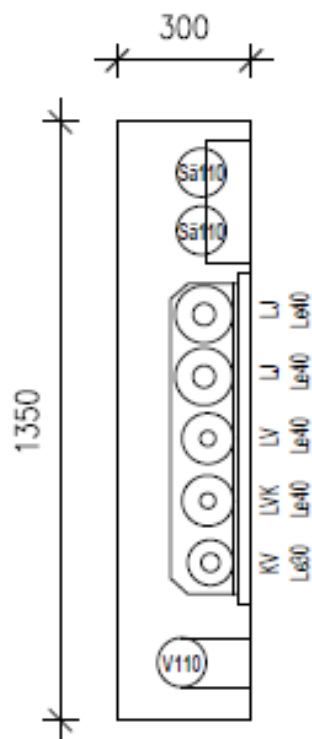
Kuva 19. Asuntopohja 2, asuntokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto, ulkoilma ja jäteilma ulkoseinästä

Tekniikkahormi

Kylpyhuoneen ja vaatehuoneen välissä

- Tekniikkahormissa:
- 2 kpl suojaputkea sähkönousuille
 - 2 kpl lämpöjohtoa
 - 3 kpl käyttövesiputkea (LV, LVK ja KV)
 - 1 kpl V110

Tekniikkahormin koko: 0,41 m² (1,35 m x 0,3 m)



Kuva 20. Tekniikkahormi, asuntopohja 2, ilmanvaihtoratkaisu 3

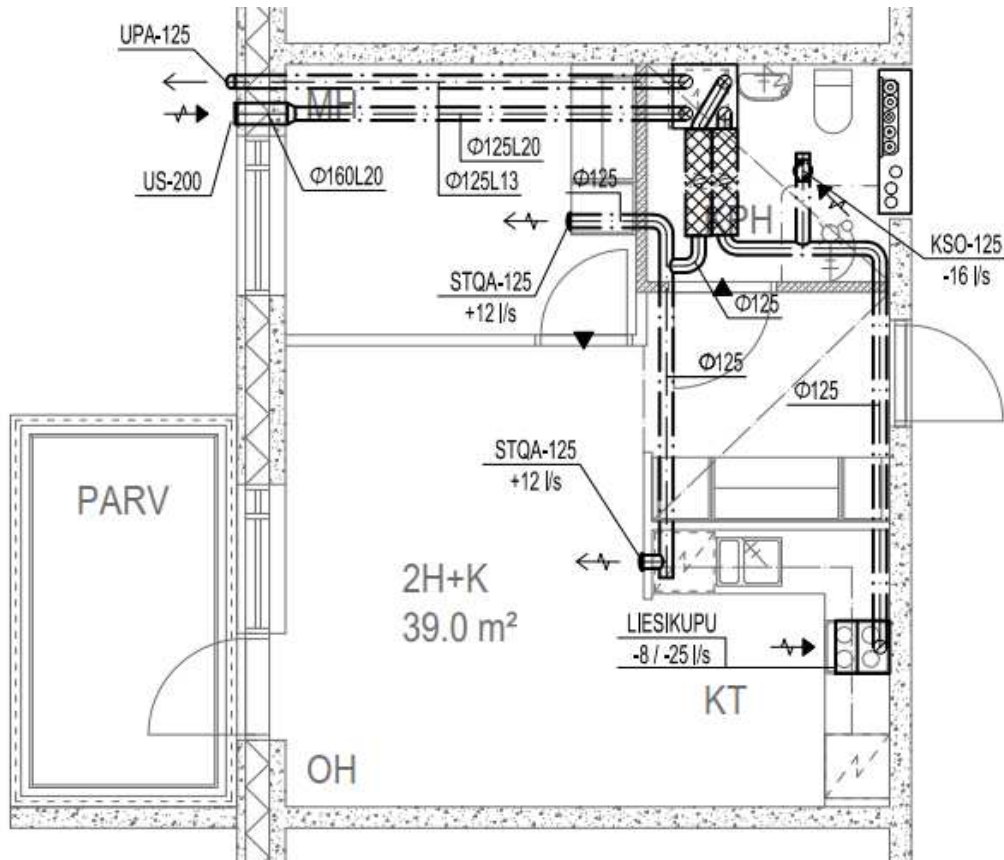
5.3.3 Asuntopohja 3, ilmanvaihtoratkaisu 3

Asunto: kaksio (2H+K) , asunnon huoneistoala 39,5 m²

Ilmanvaihto: huoneistokohtainen ilmanvaihtokone, asunnossa tulo- sekä poistoilma, ulkoilma ja jäteilma ulkoseinästä

Hormiratkaisu: tekniikkaseinä

Ratkaisu		
Ilmanvaihtokone sijaitsee kylpyhuoneessa kaapistossa tai alaslasketussa katossa	→	Tarvittavat huoltotoimeenpiteet tehdään kylpyhuoneessa, ei tarvita palopeltejä, säätöpeltejä eikä yleensä puhdistusluukkuja
Käyttövesi- ja lämpöputkien huoltoluukku avautuu kylpyhuoneeseen	→	Vesimittarit sijoitetaan kylpyhuoneen alaslaskettuun kattoon, palokatkoja ei tarvita koska putket ovat tekniikkahormissa paloteknisesti osastoituna
Tämä ratkaisu vaatii kotelointia tai alaslaskettua kattoa muualle kuin kylpyhuoneeseen tai eteiseen	→	Koteloinnilla on vaikutus aikatauluun sekä kustannustehokkuuteen
Ulkoilma otetaan suoraan ulkoseinästä	→	Vaatii selvitystä ulkoilman laadusta ja raittiudesta
Jäteilma puhalletaan ulkoseinästä ulos	→	Vaatii selvitystä toimivuudesta



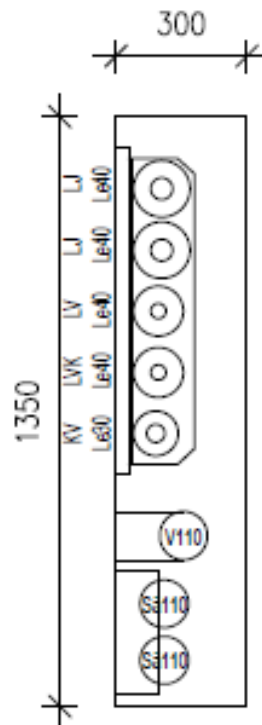
Kuva 21. Asuntopohja 3, asuntokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto, ulkoilma ja jäteilma ulkoseinästä

Tekniikkahormi

Kylpyhuoneessa WC:n vieressä, osana porraskäytävän ja asunnon välistä seinää

- Tekniikkahormi:
- 2 kpl lämpöjohtoa
 - 3 kpl käyttövesiputkea (LV, LVK ja KV)
 - 1 kpl V110
 - 2 kpl suojaputkea sähkönsuulle

Tekniikkahormin koko: 0,41 m² (1,35 m x 0,3 m)



Kuva 22. Tekniikkahormi, asuntopohja 3, ilmanvaihtoratkaisu 3

6 TEKNIKKAHORMIRATKAISUJEN VERTAILU

6.1 Tekniikkahormiratkaisujen vaikutus kerrosalaan

Maankäyttö- ja rakennuslain 2017 muutetun pykälän 115 mukaan taloteknisten järjestelmien edellyttämän kuilun tai hormin pinta-ala saa ylittää rakennuksen rakennettavaksi sallitun kerrosalan. Tämä tarkoittaa siis sitä, että tekniikkahormiratkaisuja voidaan ennistä vapaammin suunnitella mahdollisimman toimiviksi sekä energiatehokkaiksi ilman että ratkaisut kuluttavat rakennusoikeutta.

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan voidaan kerrosalaa laskea seuraavin ehdoin:

- Ulkoseinän paksuus 250 mm
- Huoneistoa rajaavat seinät 200 mm
- Tekniikkahormeja ei lasketa kerrosalaan

Asuntopohjien osuudet sallitusta kerrosalasta ovat laskettu 250 mm ulkoseinäpaksuudella sekä 100 mm huoneistoa rajaavilla seinillä, eli puolet seinän kokonaispaksuudesta. Asuntojen tekniikkahormien pinta-alat ovat myös vähennetty tästä osuudesta.

Alla olevissa taulukoissa 4-6 on esitetty eri ilmanvaihtoratkaisujen vaikutukset kaikkiin kolmeen asuntopohjaan. Taulukoissa on vertailun vuoksi mukana myös vanha MRL 1999 laskentatapa, jossa tekniikkahormien pinta-alat lisäävät asuntojen osuutta sallitusta kerrosalasta.

Taulukko 4. Ilmanvaihtoratkaisujen vaikutus asunnon osuuteen sallitusta kerrosalasta, asuntopohja 1

Asuntopohja 1	IV-ratkaisu 1		IV-ratkaisu 2		IV-ratkaisu 3	
	MRL 2017	MRL 1999	MRL 2017	MRL 1999	MRL 2017	MRL 1999
Asunnon huoneistoala [m ²]	54,57	54,57	54,66	54,62	54,72	54,71
Rakennusosa-ala (US + HVS) [m ²]	3,90	3,90	3,90	3,90	3,98	3,98
Hormin osuus sallitusta kerrosalasta [m ²]	0,00	0,56	0,00	0,50	0,00	0,33
Asunnon osuus sallitusta kerrosalasta [m ²]	58,46	59,02	58,55	59,02	58,70	59,02
Lakimuutoksen myötä saatu hyöty [m ²]	0,56		0,46		0,32	
Lakimuutoksen myötä saatu hyöty [%]	1,0		0,8		0,5	

Taulukko 5. Ilmanvaihtoratkaisujen vaikutus asunnon osuuteen sallitusta kerrosalasta, asuntopohja 2

Asuntopohja 2	IV-ratkaisu 1		IV-ratkaisu 2		IV-ratkaisu 3	
	MRL 2017	MRL 1999	MRL 2017	MRL 1999	MRL 2017	MRL 1999
Asunnon huoneistoala [m ²]	44,55	44,55	44,96	44,96	44,84	44,84
Rakennusosa-ala (US + HVS) [m ²]	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72
Hormin osuus sallitusta kerrosalasta [m ²]	0,00	0,70	0,00	0,29	0,00	0,41
Asunnon osuus sallitusta kerrosalasta [m ²]	48,27	48,97	48,68	48,97	48,57	48,97
Lakimuutoksen myötä saatu hyöty [m ²]	0,70		0,29		0,41	
Lakimuutoksen myötä saatu hyöty [%]	1,5		0,6		0,8	

Taulukko 6. Ilmanvaihtoratkaisujen vaikutus asunnon osuuteen sallitusta kerrosalasta, asuntopohja 3

Asuntopohja 3	IV-ratkaisu 1		IV-ratkaisu 2		IV-ratkaisu 3	
	MRL 2017	MRL 1999	MRL 2017	MRL 1999	MRL 2017	MRL 1999
Asunnon huoneistoala [m ²]	38,73	38,73	38,85	38,85	38,90	38,90
Rakennusosa-ala (US + HVS) [m ²]	3,43	3,43	3,44	3,44	3,49	3,49
Hormin osuus sallitusta kerrosalasta [m ²]	0,00	0,50	0,00	0,37	0,00	0,27
Asunnon osuus sallitusta kerrosalasta [m ²]	42,16	42,66	42,29	42,66	42,39	42,66
Lakimuutoksen myötä saatu hyöty [m ²]	0,50		0,37		0,27	
Lakimuutoksen myötä saatu hyöty [%]	1,2		0,9		0,6	

Ensimmäisen ja kolmannen asuntopohjan osuus sallitusta kerrosalasta pienenee uudistetun maanrakennus- ja rakennuslain ansiosta 0,27-0,56 m² verrattuna vuoden 1999 laskentatapaan. Tämä tarkoittaa siis sitä, että sallittua kerrosalaa tulee esimerkiksi 50 samanlaisen asuntopohjan kerrostaloon 13,5-28 m² lisää. Toisen asuntopohjan osuus pienenee 0,29 – 0,7 m², koska kyseisessä pohjassa on käytetty asunnon keskellä olevaa tekniikkahormia, eli tässä asuntopohjassa koko hormin pinta-ala voidaan vähentää kyseisen asunnon osuudesta kerrosalasta.

Uudistetun maankäyttö- ja rakennuslain pykälän 115 ja vuoden 1999 pykälän vertailun vuoksi alla olevassa taulukossa 7 on esitetty esimerkkikerrostalo, jossa nähdään kuinka uudistettu pykälä vaikuttaa kerrosalaan. Esimerkkikerrostalossa on käytetty 15 kpl joikaista edellä mainittua asuntopohjaa. Taulukosta voidaan päätellä, että keskitetyllä ilmanvaihtoratkaisulla eroa on lakiuudistuksen myötä 26,4 m² (2259,8 m² - 2233,4 m²) verrattuna vuoden 1999 pykälään. Jos otetaan vielä huomioon, että nämä neliöt koske-

vat ainoastaan asuntojen puoleista pinta-alaa, tämä erotus on todellisuudessa vielä suurempi. Tämä korostuu vielä enemmän isommissa kerrostaloissa.

Taulukko 7. Ilmanvaihtoratkaisujen vaikutus esimerkkikerrostalon kerrosalaan

	Asuntoja [kpl]	MRL 1999 [m ²]	MRL 2017		
			IV-ratkaisu 1 [m ²]	IV-ratkaisu 2 [m ²]	IV-ratkaisu 3 [m ²]
Asuntopohja 1	15	885,3	876,9	878,3	880,5
Asuntopohja 2	15	734,6	724,1	730,2	728,6
Asuntopohja 3	15	639,9	632,4	634,4	635,9
Koko kerrostalo	45	2259,8	2233,4	2242,8	2244,9
Erotus sallittuun kerrosalaan			26,4	16,9	14,8

6.2 Talotekniikkahormiratkaisujen kustannustehokkuus

6.2.1 Välipohjarakenne

Tässä kappaleessa vertaillaan välipohjaratkaisut P37-ontelolaatalla sekä T27-tekniikkalaatalla ja P27R-ontelolaatalla laattojen kaarevuuserojen pohjalta. Kun tekniikkahormi tukeutuu ontelolaatastoon, laataston punosmäärä kasvaa kuormituksen takia. Välipohjarakenteen kustannustehokkuuteen vaikuttaa myös ontelolaattojen punosmäärä, reikien määrä, P37K-ontelolaattojen kylpyhuonesyvennysten määrä, ontelolaattojen viemärointiurien määrät, P37K-ontelolaattojen kylpyhuonesyvennyksien kohdalle tulevat lisäsyvennykset sekä ontelolaattojen tarvittavien nostolenkkien määrä. Liitteessä 1 on esitetty esimerkit kaikkien asuntopohjien laatastoista.

Jos ontelolaattojen alapinta jää näkyviin, kaarevuuseroista johtuen laattojen saumoihin syntyvät hammastukset tulee työmaalla tasata. Tämä lisää siis työmaalla tehtäviä töitä. Ontelolaattojen kaarevuudet voivat vaihdella laattojen pituudesta, punosmäärästä, rei'ityksistä tai kylpyhuonesyvennyksistä johtuen. Ontelolaattojen kaarevuuserot voidaan tasata alapäin säädettävän pystytuen avulla, sauman läpi vietävän kiristuspultin avulla tai käyttämällä erikorkuisia asennuspaloja. (Parman ontelo- ja kuorilaatat asennus ja työmaaohje, 2015, s. 27)

Asuntopohjien laatastojen laskennalliset kaarevuuserot ovat esitetty taulukossa 8-10.

Taulukko 8. Asuntopohja 1, laatastojen kaarevuuserot ja punosmäärä

Asuntopohja 1	Laataston jänneväli [mm]	P37/P27R kaarevuus [mm]	P37K/T27 kaarevuus [mm]	Laattojen kaarevuusero [mm]	Laataston punosmäärä [kg/m ²]
P37 + P37K	7680	-1,2	-10,4	9,2	3,370
P27R + T27	7680	-0,1	0	0,1	2,143

Taulukko 9. Asuntopohja 2, laatastojen kaarevuuserot ja punosmäärä

Asuntopohja 2	Laataston jänneväli [mm]	P37/P27R kaarevuus [mm]	P37K/T27 kaarevuus [mm]	Laattojen kaarevuusero [mm]	Laataston punosmäärä [kg/m ²]
P37 + P37K	6520	-1,7	-10	8,3	3,329
P27R + T27	6520	-0,7	-0,8	0,1	2,125

Taulukko 10. Asuntopohja 2, laatastojen kaarevuuserot ja punosmäärä

Asuntopohja 3	Laataston jänneväli [mm]	P37/P27R kaarevuus [mm]	P37K/T27 kaarevuus [mm]	Laattojen kaarevuusero [mm]	Laataston punosmäärä [kg/m ²]
P37 + P37K	7090	-1,5	-4,9	3,4	2,716
P27R + T27	7090	-0,4	-0,4	0	2,248

Kuten taulukoista nähdään, laattojen kaarevuuksissa on suuria eroja riippuen välipohjaratkaisusta. Tekniikkalaatta ja ontelolaatta P27R ratkaisu on erittäin tasainen verrattuna P37 ja P37K ratkaisuun, jossa kaarevuuseroja voi laskennallisesti olla noin 10 mm. Näiden välipohjaratkaisujen välillä on myös iso ero punosmäärässä, P37 ja P37K ontelolaattaratkaisussa tarvitaan noin puolitoista kertaa enemmän punosta verrattuna tekniikkalaattaratkaisuun. Myös tekniikkahormin sijoittelulla on vaikutusta punosmäärään. Ensimmäisen ja toisen asuntopohjan punosten kilomäärät ovat melkein samat neliömetriä kohden, vaikka ensimmäisessä asuntopohjassa laataston jänneväli on yli metrin pitempi. Tämä johtuu siitä, että toisessa asuntopohjassa tekniikkahormi kuormittaa laattaa. Myös kaarevuuserot ovat tästä syystä suurempia toisessa asuntopohjassa.

6.2.2 Ilmanvaihtoratkaisu

Työmaan osuudet ilmanvaihtokanavien asennuksesta vaihtelee paljonkin asunnon pohjaratkaisusta. Myös hormin sijoitus vaikuttaa paljon ilmanvaihtokanavien määrään. Keskitetyllä ilmanvaihtoratkaisulla asunnon sisäiset kanavatyöt vähenevät pienin määrin, mutta tämä kuitenkin korostuu suuremmissa kerrostaloissa. Suurimmat erot asunnon sisäisissä kanavatöistä ovat ulkoilma- ja/tai jäteilmakanavien asennukset sekä eristäminen. Kaiken kaikkiaan suurin ero hormiratkaisuissa on ilmanvaihtokoneiden asentaminen sekä keskitetyssä ilmanvaihtoratkaisussa IV-konehuoneen kytkennät sekä kanavien vaakavedot ullakkotilassa. Asuntojen määrä on työmaatoiden puolesta ratkaiseva tekijä. Jos asuntoja on paljon, on huoneistokohtaisessa ilmanvaihtoratkaisussa paljon asennustöitä. IV-konehuoneen rakentamiskustannukset on myös otettava huomioon keskitetyssä ilmanvaihtoratkaisussa.

Janne Uusi-Illikainen vertaili opinnäytetyössään ”Asuinkerrostalon asuntokohtaisen ja keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän vertailu” kolmea eri ilmanvaihtoratkaisua asuinkerrostaloon, jossa oli 43 asuntoa ja yhteenlaskettu huoneistoala 2302 m². Opinnäytetyössä Illikainen vertaili ilmanvaihtourakan kustannukset sekä huolto- että käyttökustannukset. Vertailun pohjana käytetyssä asuinrakennuksessa oli yhteensä 43 asuntoa ja huoneistoala oli 2302 m². Ilmanvaihtoratkaisut olivat huoneistokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto, keskitetty koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto ilmavirran ohjauksella varustettuna sekä keskitetty tulo- ja poistoilmanvaihto vakioilmavirtajärjestelmällä. Ilmanvaihtourakan tarjoukset pyydettiin opinnäytetyössä Movitek Oy:ltä. Opinnäytetyön laskelmien mukaan keskitetty ilmanvaihto vakiovirtajärjestelmällä oli hankintakustannusten kannalta hieman halvempi vaihtoehto kuin vaihtoehto huoneistokohtaisella ilmanvaihdolla. Keskitetty ilmanvaihto varustettuna ilmavirran ohjauksella oli taas vertailussa reilusti muita kalliimpi ratkaisu. Ilmanvaihtourakoiden kustannukset olivat opinnäytetyön vertailussa huoneistokohtaiselle ilmanvaihdolle noin 150 000 euroa, ilmavirran ohjauksella varustetulle keskitetylle ilmanvaihdolle noin 173 000 euroa ja vakioilmavirtaiselle keskitetylle ilmanvaihdolle noin 145 000 euroa. (Uusi-Illikainen, 2013, s. 13-14)

Uusi-Illikainen vertaili myös opinnäytetyössään huoneistokohtaisen ja keskitetyn ilmanvaihtoratkaisun huoltokustannuksia. Nämä taas puhuvat selvästi keskitetyn ilman-

vaihdon puolesta, johtuen huoneistokohtaisten ilmanvaihtokoneiden suuresta määrästä. Suuresta ilmanvaihtokoneiden määrästä johtuen suodatinsarjojen ja puhaltimien huolto- ja vaihtokustannukset ovat huoneistokohtaisessa ilmanvaihdossa reilusti työläämpää sekä tarvikkeiden hinnat kustannuksiltaan suurempia. Huoltokustannukset opinnäytetyön vertailussa olivat yhteenlaskettuna, olettaen että puhaltimet vaihdetaan 10 vuoden välein, huoneistokohtaiselle ilmanvaihdolle noin 5500 euroa vuodessa ja keskitetylle ilmanvaihdolle noin 1800 euroa vuodessa. (Uusi-Ilkainen, 2013, s. 16-18)

Henri Valkonen vertaili myös opinnäytetyössään ”Keskitetyn ja hajautetun ilmanvaihtojärjestelmän vertailu” näiden kahden ilmanvaihtoratkaisujen huoltokustannuksia. Investointikustannukset tässäkin opinnäytetyössä puhuvat huoneistokohtaisen ilmanvaihtoratkaisun puolesta. Opinnäytetyössä vertailtiin kahden taloyhtiön, yhteensä viiden asuinrakennuksen ja 90 asunnon, investointikustannukset sekä keskitetyllä että huoneistokohtaisella ilmanvaihdolla. Kaikkien rakennusten yhteenlaskettu lämmitetty netto-ala oli 4154 m². Ilmanvaihtourakan hinnaksi saatiin molempien taloyhtiöiden yhteenlasketuilla investointikustannuksilla keskitetylle ilmanvaihdolle noin 247 000 euroa ja huoneistokohtaiselle ilmanvaihdolle 230 000 euroa. Eli tässä vertailussa keskitetty ilmanvaihtoratkaisu olisi noin 17 000 euroa kalliimpi vaihtoehto verrattuna huoneistokohtaiseen ilmanvaihtoratkaisuun. Urakkalaskennan suoritti tässä opinnäytetyössä Epex Oy. Valkosen opinnäytetyössä huoltokustannukset puhuvat myös selvästi keskitetyn ilmanvaihtoratkaisun puolesta. Huoltokustannukset olivat tässä vertailussa vuodessa noin 9 000 euroa suuremmat huoneistokohtaisella ilmanvaihdolla. Keskitetyn ilmanvaihdon huoltokustannukset olivat noin 2200 euroa vuodessa ja huoneistokohtaisen ilmanvaihdon huoltokustannukset noin 11 200 euroa. (Valkonen, 2016, s. 29-34)

Näiden molempien opinnäytetöiden vertailujen perusteella voitaisiin olettaa, että investointikustannukset ovat huoneistokohtaiselle ilmanvaihdolle 2300-3900 euroa per asunto ja keskitetylle ilmanvaihdolle 2400-4100 euroa per asunto sekä huoltokustannukset huoneistokohtaiselle ilmanvaihdolle 110-145 euroa per asunto ja keskitetylle ilmanvaihdolle 20-50 euroa per asunto. Ilmanvaihtoratkaisun investointikustannukset riippuvat tietysti paljon rakennuksen pohjaratkaisusta, kerrosmäärästä, asuntojen määrästä ym., ja niitä on mahdotonta vertailla ilman tarkempia kohdekohtaisia tietoja. Ilmanvaihtoratkaisun investointikustannukset vaihtelevat siis paljon riippuen kohteesta, ja yhden

kohteen kustannustehokkain ilmanvaihtoratkaisu ei välttämättä ole kustannustehokkain toisessa kohteessa. Yksi asia mitä voidaan kuitenkin näiden kahden opinnäytetyön perusteella päätellä, on se, että huoneistokohtainen ilmanvaihto on yleensä halvempi vaihtoehto investointikustannuksiltaan ja keskitetty ilmanvaihto taas halvempi vaihtoehto huoltokustannuksiltaan. Koko elinkaaren kustannukset joudutaan laskemaan kohdekohtaisesti ottaen huomioon mm. ilmanvaihtokoneiden suodattimien ja puhaltimien vaihdot sekä ilmanvaihtokanavien puhdistustyöt.

6.2.3 Käyttövesi- ja lämpöputket

Kaikissa, paitsi yhdessä, luvussa viisi esitetyissä hormiratkaisuissa sekä käyttövesi- että lämpöputket viedään pystyhormissa asuntokohtaisesti. Tällä ratkaisulla ainoat vaakavedot tapahtuvat kellarikerroksessa lämmönjakohuoneesta jokaiselle hormille. Tämä tarkoittaa sitä, että työmaalla LVI-asentajalle jää asuntojen osalta ainoastaan kellarikerroksen vaakavedot lämmönjakohuoneesta pystylinjoihin sekä asuntokohtaiset kytkennät. Tämä on isommissa kerrostaloissa järkevä vaihtoehto verrattuna siihen, että käyttövesi- ja lämpöputket vietäisiin keskitetysti yhdessä tekniikkahormissa ja kerroksittain porrashuoneen kautta asuntoihin koska tekniikkahormien koot, niin kuin aiemmin jo mainittu, eivät enää vaikuta kerrosalaan.

Jos käyttövesi- ja lämpöputket viedään porrashuoneen katossa asuntoihin, on myös otettava huomioon porrashuoneen ja asunnon välisen osastoivan seinän läpiviennit. Tätä ratkaisua käyttäen työmaalla tehtävien palokatkojen määrä kasvaa reilusti. Porrashuoneen ja asunnon välisen seinän äänitekninen toimivuus heikkenee myös tätä ratkaisua käyttäen. Betonirakenteisessa tekniikkahormissa käyttövesi- ja lämpöputket ovat palo- sekä ääniteknisesti osastoituna. Eli kun putket viedään huoneistokohtaisesti tekniikkahormissa, työmaa säästyy näiden lukuisten läpivientien eristämisestä ja palokatkojen tekemisestä.

Se että viedään käyttövesi- ja lämpöputkien pystynousut keskitetysti yhdessä hormissa ja kerroksittain porraskäytävän kautta asuntoihin on erittäin yleinen tapa. Isommissa kerrostaloissa putkien vaakavedot saattavat tätä tapaa käyttäen kasvaa erittäin pitkiksi. Liitteessä 3 on kaksi esimerkkiä, miten pystyhormiratkaisu ja käyttövesi- ja lämpöjohto-

jen reittivalinta voi vaikuttaa johtojen kokonaismetrimäärään. Tarkempaa informaatiota sekä kuvia näistä esimerkeistä löytyy liitteestä 2.

Ensimmäisessä vaihtoehdossa käyttövesi- ja lämpöjohtojen nousut ovat huoneistokohdaisesti erillisissä hormeissa. Toisessa vaihtoehdossa nousuputket ovat keskitetty yhteen hormiin ja viedään porraskäytävän kautta asuntoihin. Esimerkeissä ei ole otettu huomioon muita kuin asuntoja palvelevia käyttövesi- sekä lämpöputkia, eikä myöskään asunon sisäisiä jakojohdot tai kytkentäjohtoja.

Ensimmäisenä esimerkkinä on kahdeksankerroksinen kerrostalo missä on yhteensä 88 asuntoa. Kerrostalossa on päästä päähän menevä porraskäytävä, mikä tarkoittaa sitä, että jos käyttövesi- ja lämpöputket viedään kerroksittain porraskäytävän katossa, putkien yhteenlasketusta kokonaispituudesta tulee erittäin pitkä. Liitteessä 3 olevassa laskelmasta voidaan päätellä, että tällä kerrostalon pohjaratkaisulla käyttövesi- ja lämpöputkien pystynousut kannattaa viedä erillisissä huoneistokohtaisissa tekniikkahormeissa. Taulukossa 8 on pelkistetty versio putkien määrälaskelmasta. Kuten taulukosta 8 voidaan nähdä, pystynousujen sijoittaminen erillisiin tekniikkahormeihin tällaisessa kerrostalon pohjaratkaisussa, säästää noin 160 m lämpöputkea sekä noin 230 m käyttövesiputkea.

Taulukko 11. Kahdeksankerroksisen esimerkkikerrostalon lämpö- ja käyttövesiputkien määrät eri hormiratkaisulla

Kahdeksankerroksinen kerrostalo, pitkä porraskäytävä		
Yhteensä 88 asuntoa		
Lämpöputket	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2
Putkimäärä yhteensä [m]:	619,7	779,9
Putkimäärä hormissa [m]:	528,0	48,0
Putkimäärä työmaalla tehtäväksi [m]:	91,7	731,8
Käyttövesiputket		
Putkimäärä yhteensä [m]:	928,4	1158,9
Putkimäärä hormissa [m]:	792,0	72,0
Putkimäärä työmaalla tehtäväksi [m]:	136,4	1086,9

Toisena esimerkkinä on viisikerroksinen kerrostalo missä on yhteensä 20 asuntoa. Kerrostalossa on lyhyt porraskäytävä sijoitettu keskeisesti asuntoihin nähden. Taulukossa 9 on pelkistetty versio liitteessä 3 olevasta putkien määrälaskelmasta. Kuten taulukosta voidaan päätellä, tekniikkahormiratkaisu ja käyttövesi- ja lämpöjohtojen reittivalinta ei vaikuta putkien kokonaispituuksiin tällä pohjaratkaisulla samassa määrin kuin ensimmäisessä esimerkissä.

Taulukko 12. Viisikerroksisen esimerkkikerrostalon lämpö- ja käyttövesiputkien määrät eri hormiratkaisulla

Viisikerroksinen kerrostalo, lyhyt porraskäytävä		
Yhteensä 20asuntoa		
Lämpöputket	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2
Putkimäärä yhteensä [m]:	166,2	174,1
Putkimäärä hormissa [m]:	120,0	30,0
Putkimäärä työmaalla tehtäväksi [m]:	46,2	144,1
Käyttövesiputket		
Putkimäärä yhteensä [m]:	251,1	252,2
Putkimäärä hormissa [m]:	180,0	45,0
Putkimäärä työmaalla tehtäväksi [m]:	71,1	207,2

Taulukosta 8 ja 9 voidaan myös päätellä, että työmaalle tehtäväksi jäävien putkitöiden määrä on merkittävä hormiratkaisujen välillä. Tämän lisäksi täytyy myös huomioida putkien eristystyöt. Kahdeksankerroksisessa esimerkkikerrostalossa työmaalle jäävien putkitöiden määrä melkein kymmenkertaistuu, jos putket viedään keskitetysti yhdessä hormissa sekä porrashuoneen katossa verrattuna siihen, että putket viedään erillisissä hormoneissa. Viisikerroksisessa esimerkkikerrostalossa vastaava ero on noin kolminkertainen.

6.3 Suunnittelu ja energiatehokkuus

6.3.1 Ilmanvaihto

Keskitetyn ilmanvaihdon suunnittelussa määritetään asuntokohtaiset ilmavirrat sisäilmastoluokan mukaisiksi. Asuntokohtaiset nousukanavat mitoitetaan tehostetulle ilmavirralle ja mitoituksessa käytetään sellaisia ilman nopeuksia jotka eivät synnytä melua. Ilmanvaihtokone mitoitetaan jokaisen asunnon ja tilan yhteenlasketulle ilmamäärälle.

Keskitetyn ilmanvaihdon hyvät ja huonot puolet:

- + Tuloilma-aukko helpompi sijoittaa mahdollisimman puhtaaseen ja viileään paikkaan
- + Helpompi täyttää ympäristöministeriön vaatimukset ulko- ja jäteilmalaitteiden sijoittamisesta
- + Tuloilman esilämmitys esimerkiksi kaukolämmöllä
- + Tekniikkahormielementit suhteessa halvempia
- + Helpompi ja nopeampi asennus
- + Ilmanvaihtokoneen helpompi, asukkaita häiritsemättä, huolto

- Kalliimpi ratkaisu investointikustannuksiltaan, jos varustetaan ilmavirran ohjauksella
- Vesikatolle otettava oma lämmityspiiri
- Tarvitaan palopellit ja säätöpellit
- Tarvitaan puhdistusluukut
- Pitkät vaakavedot ullakkotilassa
- Ilmanvaihtokoneen iso tilantarve, vaatii yleensä IV-konehuoneen vesikatolle

Huoneistokohtaisen ilmanvaihdon suunnittelussa määritetään asuntokohtaiset ilmavirrat sisäilmastoluokan mukaisiksi. Ilmanvaihtokone mitoitetaan yhden asunnon tai tilan ilmamäärälle. Ulkoilmalaitteen sijoitus suunnitellaan parhaalle mahdollisimmalle paikalle ottaen huomioon ilman puhtaus ja määräysten vaatimat etäisyydet.

Huoneistokohtaisen ilmanvaihdon hyvät ja huonot puolet:

- + Mahdollisuus asuntokohtaiseen tarpeen mukaiseen säätöön
- + Pienet hormit jos mahdollisuus jäteilman seinäpuhallukseen
- + Ei tarvita palopeltejä eikä säätöpeltejä
- + Ei yleensä tarvita puhdistusluukkuja (lyhyiden kanavapituuksien takia)
- + Ilmanvaihtokoneen pieni tilantarve (kylpyhuoneessa kaapistossa tai alaslaskussa)
- + Ei tarvita erillistä IV-konehuonetta

- Hitaampi asennus
- Isot hormit jos jäteilma on vietävä katolle (varsinkin korkeimmissa kerrostaloissa)
- Ulko- ja jäteilmakanavien eristystyöt
- Ulkoilmalaite vaikeampi sijoittaa mahdollisimman puhtaaseen paikkaan
- Vaikeampi täyttää ympäristöministeriön vaatimukset ulko- ja jäteilmalaitteiden sijoittamisesta
- Tekniikkahormielementit suhteessa kalliimpia

Monet pienten ilmanvaihtokoneiden valmistajat mainostavat huoneistokohtaista ilmanvaihtoa asuntokohtaisella säätömahdollisuudella. Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2:n mukaan kylpyhuoneen ja WC:n poistoilmavirtojen ohjearvot ovat 7 l/s ja 10 l/s, jos ilmavirran tehostusta voidaan ohjata tila- tai asuntokohtaisesti. Jos ilmavirran tehostusta ei voida ohjata asuntokohtaisesti, on ilmavirta D2:n mukaan mitoitettava käyttöajan tehostuksen mukaisesti, eli 10 l/s ja 15 l/s. Asuntokohtaisia säätömahdollisuuksia löytyy kuitenkin myös keskitetylle ilmanvaihdolle erilaisilla ilmamääräsäätimillä, mutta kuten edellisessä luvussa todettiin, tämä on toki investointikustannuksiltaan kalliimpi ratkaisu. Iso osa energian säästöstä saadaan juurikin tällä huoneistokohtaisella säätömahdollisuudella ja tarpeenmukaisella käytöllä.

6.3.2 Käyttövesi- ja lämpöputket

Kuten edellisessä luvussa mainittiin, sekä käyttövesi- että lämpöputkien pituudet saattavat vaihdella erittäin paljon riippuen sekä hormiratkaisusta että pohjaratkaisusta. Putkien pituudella on myös iso merkitys ottaen huomioon putkien lämpöhäviö ja koko kiinteistön energiatehokkuus. Liitteessä 4 löytyy laskelmia lämpöputkien sekä lämpimän käyttövesiputkien lämpöhäviöistä samoilla esimerkkikerrostaloilla kuten edellisessä luvussa. Näissäkin esimerkeissä on otettu huomioon ainoastaan asuntoja palvelevia käyttövesi- sekä lämpöputkia, eikä laskennassa ole otettu huomioon lämpimän kiertoveden lämpöhäviöt. Laskelmissa on ainoastaan otettu huomioon lämmityksen menoputkien ja lämpimän käyttöveden putkien lämpöhäviöt. Laskelmissa käytetyt eristepaksuudet vastaavat ohjekortissa LVI 50-10345 annettuja arvoja, poikkeuksena että lämmitysjärjestelmän toisiopiirit ovat nousukuiluissa eristetty sarjan 23 mukaan. Eristepaksuudet ovat esitetty taulukossa 10.

Taulukko 13. Käyttövesi- ja lämpöputkien eristepaksuudet sarjoittain

		Eristepaksuus			
		40 mm	50 mm	60 mm	80 mm
Sarja	23	10...49	54...89		
	24		10...49	54...89	
	25			10...49	54...89

- Sarja 23: Lämmitysjärjestelmän toisiopiirit, ei näkyvä, nousukuilussa
Lämmin käyttövesiputki, ei näkyvä, nousukuilussa
- Sarja 24: Lämmitysjärjestelmän toisiopiirit, ei näkyvä
- Sarja 25: Lämmin käyttövesiputki, ei näkyvä

Lämpöhäviölaskelmat ovat tehty PAROC:in Calculus-ohjelmalla. Lämpöeristeenä on käytetty PAROC:in Hvac Combi AluCoat T –eristettä kirkkaalla alumiinipäällysteellä. Laskelmissa on käytetty ympäristön lämpötilana 20 °C sekä suhteellisena kosteutena 30 %. Taulukossa 11 ja 12 on esitetty laskentaohjelmasta saadut lämpöhäviöt eri putkiko'ille sekä eri eristepaksuuksilla. Lämpöhäviöt on esitetty yksikössä W/m.

Taulukko 14. Putken lämpöhäviö veden lämpötilan ollessa 40 °C (PAROC Calculus)

Putken lämpöhäviö (lämmitys) [W/m]	
Veden lämpötila	40 °C

		Eriste [mm]			
		Ei eristettä	40	50	60
Putkikoko [mm]	15	11,4	2,1	2	1,8
	18	13,3	2,3	2,1	2
	22	15,7	2,5	2,3	2,1
	28	19,2	2,8	2,6	2,4
	35	23,2	3,2	2,9	2,7
	42	27,1	3,5	3,2	2,9
	54	33,6	4,1	3,6	3,3
	63	38,3	4,5	4	3,6

Taulukko 15. Putken lämpöhäviö veden lämpötilan ollessa 58 °C (PAROC Calculus)

Putken lämpöhäviö (lämmin käyttövesi) [w/m]	
Veden lämpötila	58 °C

		Eriste [mm]			
		Ei eristettä	40	50	60
Putkikoko [mm]	15	22,4	4,2	3,8	3,6
	18	26,1	4,5	4,2	3,9
	22	30,9	5	4,5	4,2
	28	37,8	5,6	5,1	4,7
	35	45,6	6,3	5,7	5,2
	42	53,2	7	6,3	5,7
	54	65,9	8,1	7,2	6,6
	63	75,1	8,9	7,9	7,2

Kuten edellisessä luvussa huomattiin, putkimäärät vaihtelivat kahdeksankerroksisessa kerrostalossa erittäin paljon ottaen huomioon tekniikkahormiratkaisut ja putkireittien valinnat. Tällä vaihtelulla on myös tietysti iso vaikutus putkien lämpöhäviöön. Taulukossa 12 on esitetty esimerkkitalon putkistojen lämpöhäviöt lämpöputkille sekä lämpimälle käyttövedelle. Taulukosta voidaan nähdä, että vaikka pystylinjoissa on lasken-

nassa käytetty vain 40-50 mm eristepaksuutta, vuosittainen lämpöenergian kulutus näiden kahden putkistojen lämpöhäviöiden takia on 1,07 MWh enemmän vuodessa vaihtoehdolla 2. Jos otetaan vielä huomioon, että nämä laskelmat ovat tehty erittäin hyvin eristetyillä putkilla, eikä ole otettu huomioon esimerkiksi venttiilejä, nämä lämpöhäviöluvut saattavat olla todellisuudessa reilusti suurempia.

Taulukko 16. Kahdeksankerroksisen esimerkkikerrostalon putkistojen lämpöhäviöt eri hormiratkaisulla

Putkistojen lämpöhäviöt		
Kahdeksankerroksinen kerrostalo		
Yhteensä 88 asuntoa		
Vaihtoehto 1		
Lämpöputkiston lämpöhäviö:	815,2	W
Lämpimän käyttövesiputkiston lämpöhäviö:	1555,6	W
Lämmitystarveluku:	4832	
Vuosittainen lämpöhäviö:	17,57	MWh
Vaihtoehto 2		
Lämpöputkiston lämpöhäviö:	941,8	W
Lämpimän käyttövesiputkiston lämpöhäviö:	1608,9	W
Lämmitystarveluku:	4832	
Vuosittainen lämpöhäviö:	18,64	MWh

7 POHDINTA

Yksi opinnäytetyön tavoitteista oli vertailla eri tekniikkahormiratkaisujen vaikutusta rakennuksen sallittuun kerrosalaan. Vertailun avulla saatiin konkreettista näyttöä siitä, miten paljon maankäyttö- ja rakennuslain pykälän 115 muutos vaikuttaa asunnon huoneistoalaan ja rakennuksen kerrosalaan neliömetreinä. Neliömetreinä vaikutus ei ole iso, isoimmilla tekniikkahormeilla saatiin esimerkkilaskelmassa ainoastaan noin 26 m² erotusta, ja kyseessä oli kuitenkin 45 asunnon kerrostalo. Tulokset osoittavat kuitenkin sen, että nykyään ei tarvitse pakata tekniikkahormeja mahdollisimman pieneen kokoon, vaan voidaan sen sijaan keskittyä parhaaseen taloudelliseen ja rakennustekniseen ratkaisuun.

Kerrostalojen välipohjaratkaisun osalta voidaan todeta, että tekniikkalaatan ja P27R-ontelolaatan yhdistelmä on järkevä ratkaisu välipohjarakenteeksi ottaen huomioon laatojen kaarevuuserot ja punosmäärät sekä näiden vaikutus kustannustehokkuuteen. Vertaillessa välipohjaratkaisuja kustannustehokkuuden näkökulmasta täytyy tietysti myös ottaa huomioon tekniikkalaatan hinta verrattuna kustannuksiin johtuen kaarevuuserojen tasaamisesta, punosmäärän noususta sekä lisääntyneistä työmaatoista. Vertailussa nähdään myös, kuinka paljon tekniikkahormin sijoitus vaikuttaa edellä mainittuihin asioihin, ja miten paljon keskelle laatasta sijoitettu tekniikkahormi vaikuttaa kustannustehokkuuteen verrattuna tekniikkaseinään tai seinän väliseen tekniikkahormiin.

Ilmanvaihtoratkaisun osalta on mahdotonta vertailla investointi- tai huoltokustannuksia ilman tarkempia kohdekohtaisia tietoja. Yksi asia mitä voidaan ainakin todeta, on se, että keskitetyn ilmanvaihtoratkaisun johdosta isommat tekniikkahormit eivät lakimuuoksen myötä enää vaikuta myytäviin neliöihin. Opinnäytetyön vertailussa lämpöjohtojen sekä käyttövesijohtojen reittivalinnasta saatiin selkeä tulos siitä, että sekä työmaalla tehtävien putkitöiden, että lämpöhäviöiden osalta lämpöjohdot ja käyttövesiputket kannattaisi viedä huoneistokohtaisissa tekniikkahormeissa. Tämä helpottaa myös työmaata mm. huoneistoja rajaavien seinien palokatkojen tekemisessä.

Opinnäytetyössä kuvattuja tekniikkahormiratkaisuja ja niihin liittyviä asioita tulisi ottaa huomioon jo hankesuunnittelun alkuvaiheessa. Arkkitehdin sekä muiden erityissuunnittelijoiden yhteistyö olisi hyvä aloittaa jo suunnittelun varhaisessa vaiheessa, jotta saa-

daan asuntojen pohjaratkaisun, kustannustehokkuuden, energiatehokkuuden ja rakenteellisen toimivuuden kannalta parhaat tekniikkahormiratkaisut.

LÄHTEET

- Betoniteollisuus ry, elementtisuunnittelu.fi, Hormielementit, haettu 12.8.2019 osoitteesta: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/hormit-ja-kylpyhuoneet/hormielementit>
- Maankäyttö- ja rakennuslaki (5.2.1999/132), haettu 12.8.2019 osoitteesta: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>
- Parman ontelolaatatot suunnitteluohje 2018, haettu 12.8.2019 osoitteesta: <https://parma.fi/suunnittelu-ja-materiaalit/elementtisuunnittelu/materiaalit-laatat/>
- Parman tekniikkalaatta ja P27R-ontelolaatta suunnitteluohje 2012, haettu 12.8.2019 osoitteesta: <https://parma.fi/tuote/tekniikkalaatat/>
- Parman ontelo- ja kuorilaatatot asennus- ja työmaaohje, haettu 16.9.2019 osoitteesta: <https://parma.fi/suunnittelu-ja-materiaalit/tyomaa-ja-kuljetus/>
- Talotekniikkainfo, Ulkoilmalaitteiden ja ulospuhallusilmalaitteiden sijoittaminen, haettu 12.8.2019 osoitteesta: <https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/14-ss-ulkoilmalaitteiden-ja-ulospuhallusilmalaitteiden-sijoittaminen>
- Uusi-Illikainen, Janne. 2013. Asuinkerrostalon asuntokohtaisen ja keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän vertailu. Opinnäytetyö. Oulun seudun ammattikorkeakoulu.
- Valkonen, Henri. 2016. Keskitetyn ja hajautetun ilmanvaihtojärjestelmän vertailu. Opinnäytetyö. MAMK.
- Ympäristöministeriö, julkaistu 13.2.2014, haettu 12.8.2019 osoitteesta: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Maankaytto_ja_rakennuslain_kokonaisarvio\(28271\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Maankaytto_ja_rakennuslain_kokonaisarvio(28271))
- Ympäristöministeriö, julkaistu 29.12.2016, haettu 12.8.2019 osoitteesta: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoukset
- Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta (782/2017), haettu 12.8.2019 osoitteesta: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>
- Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (1009/2017), haettu 12.8.2019 osoitteesta: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009>
- Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärilaitteistosta (1047/2017), haettu 12.8.2019 osoitteesta: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047>
- Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä (796/2017), haettu 12.8.2019 osoitteesta: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170796>
- Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta (848/2017), haettu 12.8.2019 osoitteesta: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848>

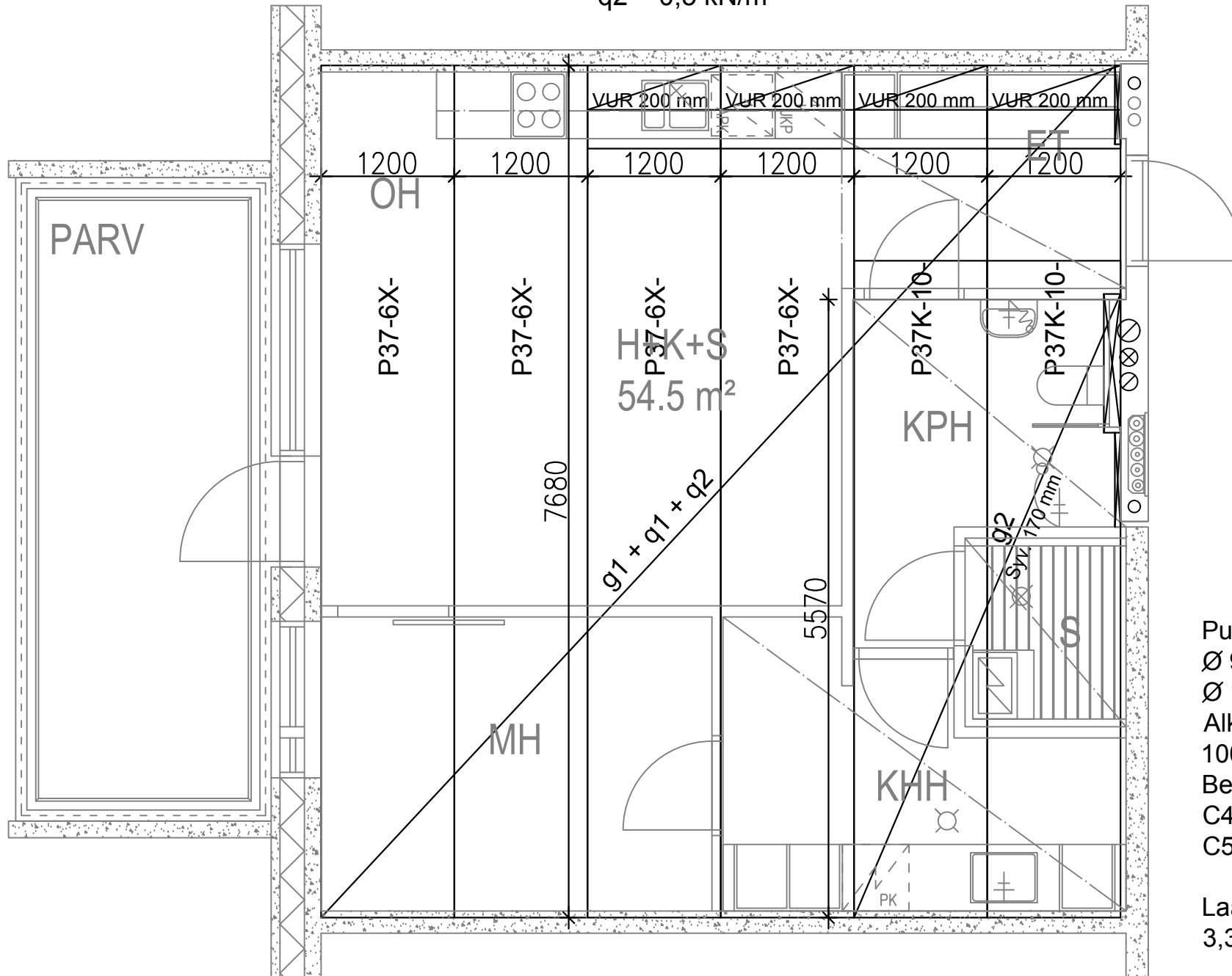
KUORMAT

$$g_1 = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$g_2 = 4,25 \text{ kN/m}^2$$

$$q_1 = 2 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = 0,5 \text{ kN/m}^2$$



Punokset:

Ø 9,3 mm (tunnus X)

Ø 12,5 mm

Alkujännitys:

1000 MN/m²

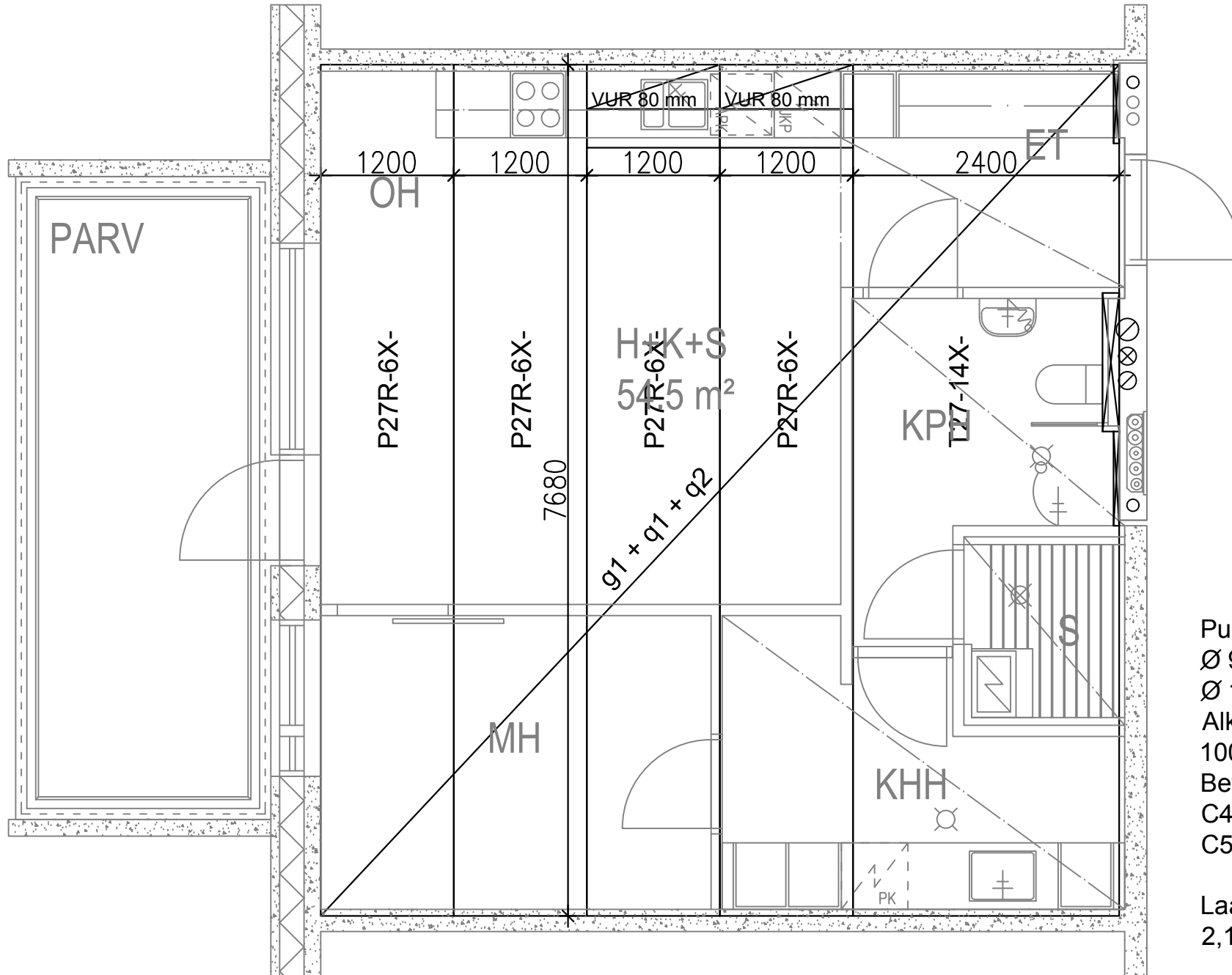
Betoni:

C40/50 Ø 9,3 Punoksille

C50/60 Ø 12,5 Punoksille

Laataston punosmäärä:

3,370 kg/m²



Punokset:
Ø 9,3 mm (tunnus X)
Ø 12,5 mm
Alkujännitys:
1000 MN/m²
Betoni:
C40/50 Ø 9,3 Punoksille
C50/60 Ø 12,5 Punoksille

Laataston punosmäärä:
2,143 kg/m²

Välipohjarakenne ontelolaatat P37 ja P37K

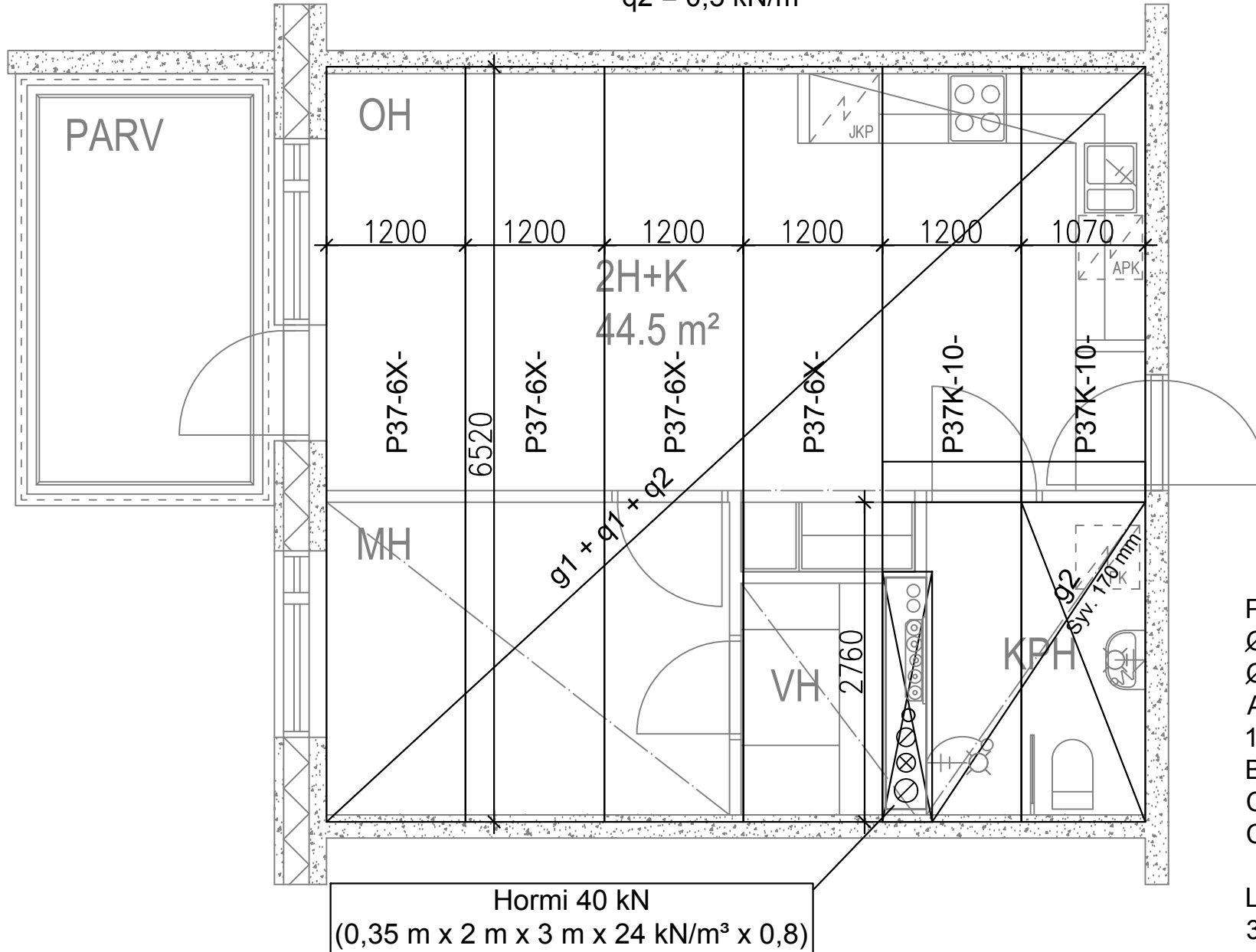
KUORMAT

$$g_1 = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$g_2 = 4,25 \text{ kN/m}^2$$

$$q_1 = 2 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = 0,5 \text{ kN/m}^2$$



Punokset:

Ø 9,3 mm (tunnus X)

Ø 12,5 mm

Alkujännitys:

1000 MN/m²

Betoni:

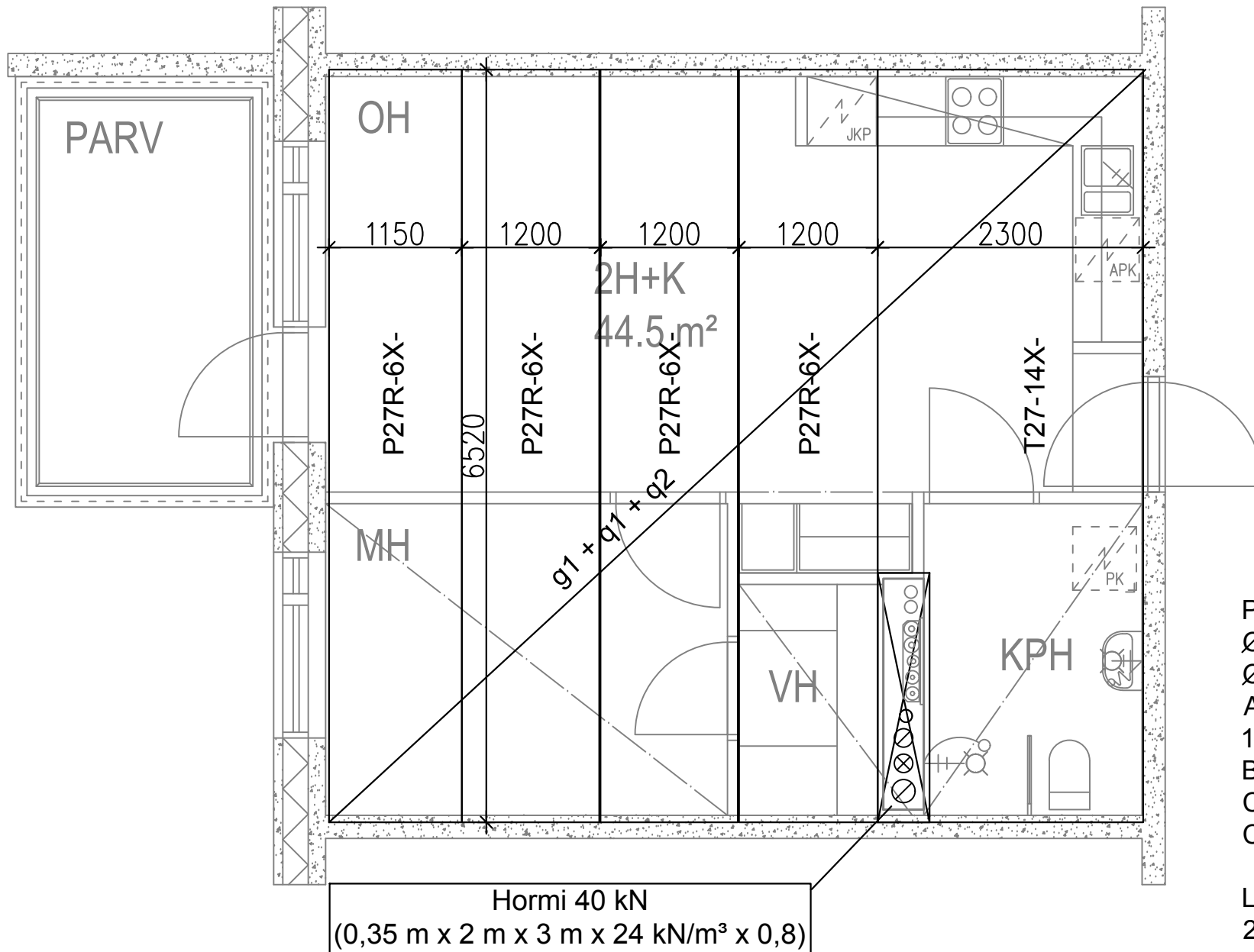
C40/50 Ø 9,3 Punoksille

C50/60 Ø 12,5 Punoksille

Laataston punosmäärä:

3,329 kg/m²

KUORMAT
 $g = 0,5 \text{ kN/m}^2$
 $q_1 = 2 \text{ kN/m}^2$
 $q_2 = 0,5 \text{ kN/m}^2$



Punokset:
 $\varnothing 9,3 \text{ mm}$ (tunnus X)
 $\varnothing 12,5 \text{ mm}$
 Alkujännitys:
 1000 MN/m^2
 Betoni:
 C40/50 $\varnothing 9,3$ Punoksille
 C50/60 $\varnothing 12,5$ Punoksille

Laataston punosmäärä:
 $2,125 \text{ kg/m}^2$

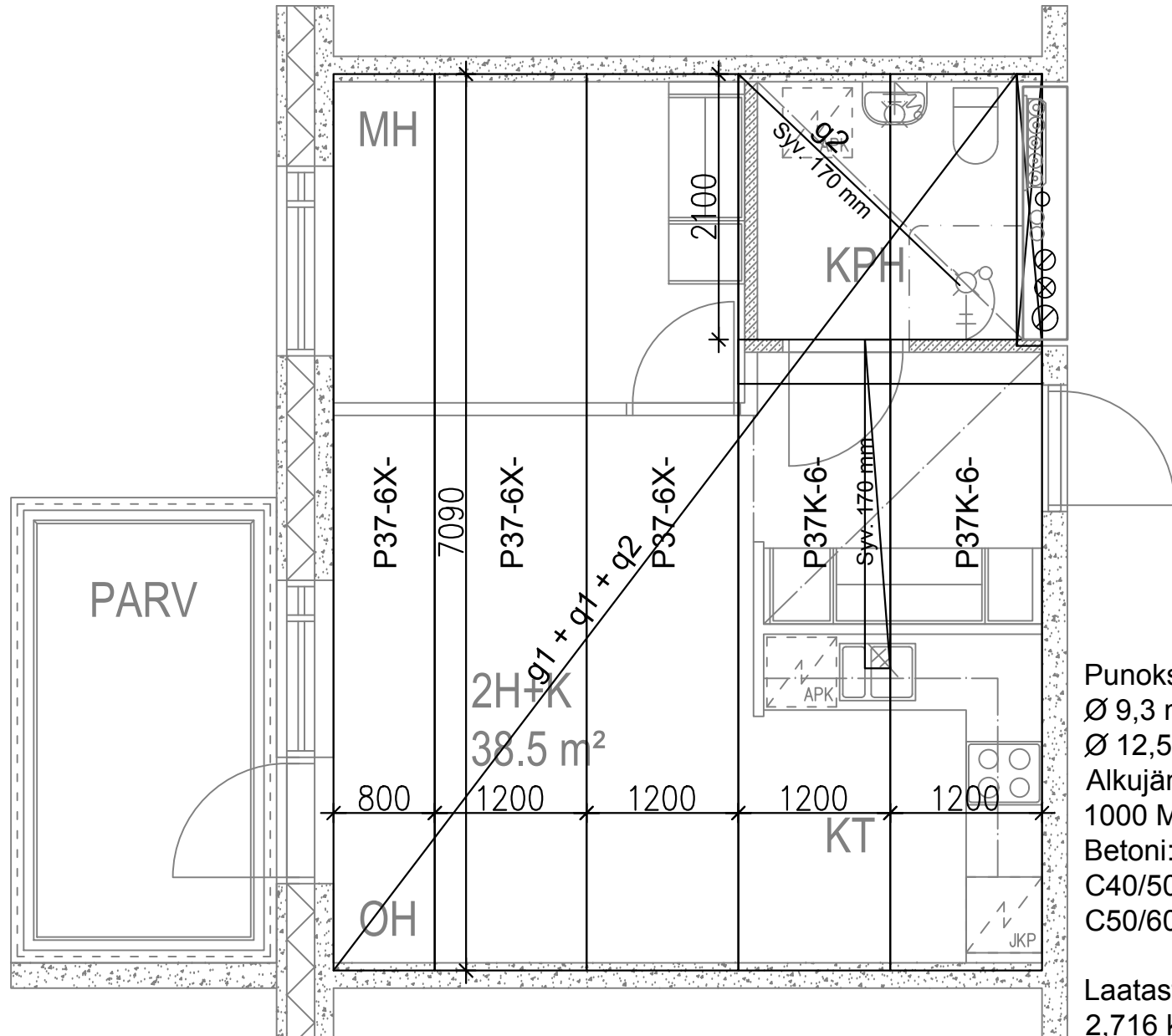
KUORMAT

$$g_1 = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$g_2 = 4,25 \text{ kN/m}^2$$

$$q_1 = 2 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = 0,5 \text{ kN/m}^2$$



Punokset:

Ø 9,3 mm (tunnus X)

Ø 12,5 mm

Alkujännitys:

1000 MN/m²

Betoni:

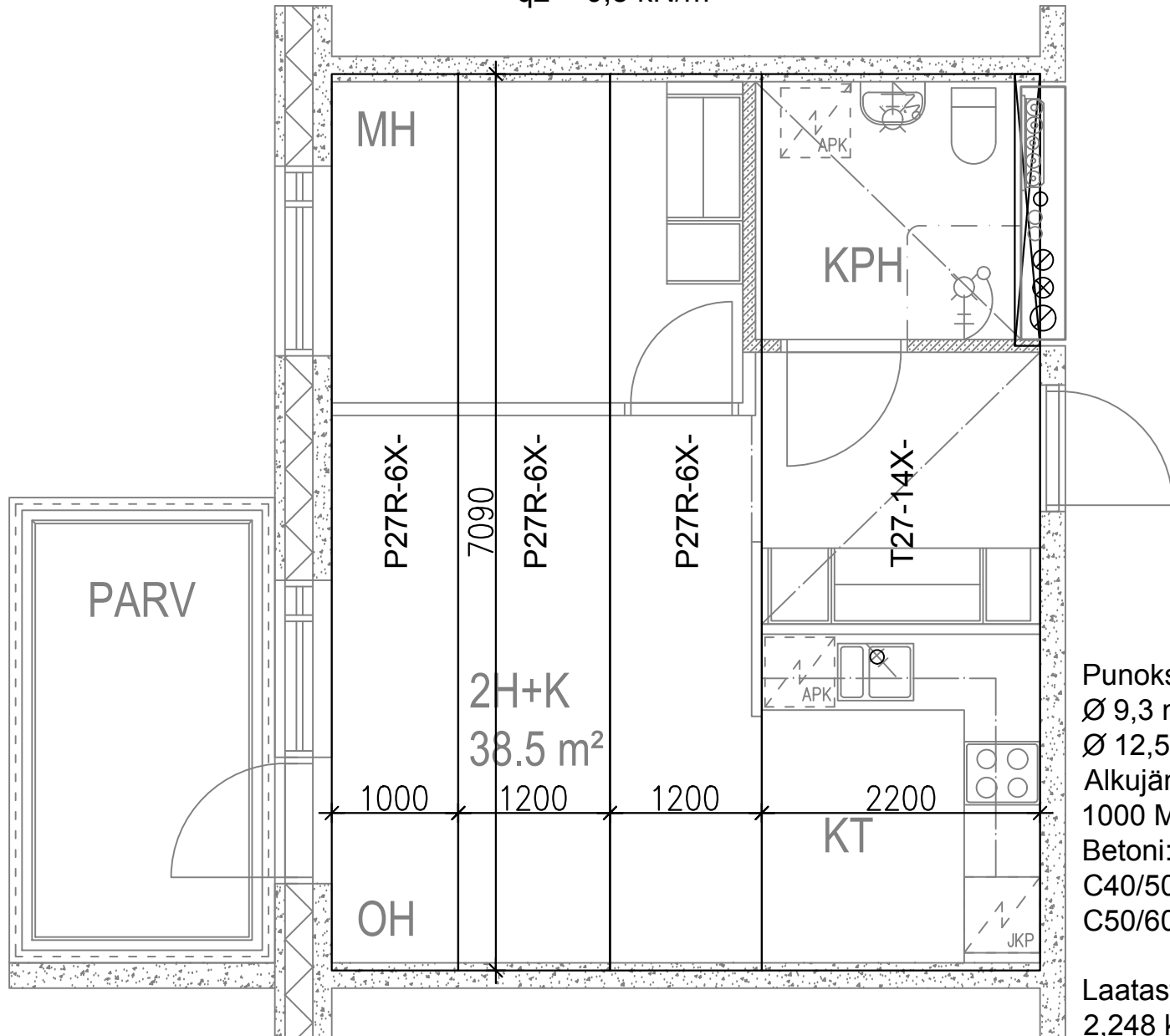
C40/50 Ø 9,3 Punoksille

C50/60 Ø 12,5 Punoksille

Laataston punosmäärä:

2,716 kg/m²

KUORMAT
 $g = 0,5 \text{ kN/m}^2$
 $q_1 = 2 \text{ kN/m}^2$
 $q_2 = 0,5 \text{ kN/m}^2$



Punokset:
Ø 9,3 mm (tunnus X)
Ø 12,5 mm
Alkujännitys:
1000 MN/m²
Betoni:
C40/50 Ø 9,3 Punoksille
C50/60 Ø 12,5 Punoksille
Laataston punosmäärä:
2,248 kg/m²

Lämmitys
Esimerkkikerrostalo 1
8 kerrosta + kellar
Vaihtoehto 1

Kellarikerros

LÄMPÖPUTKIMÄÄRÄT:

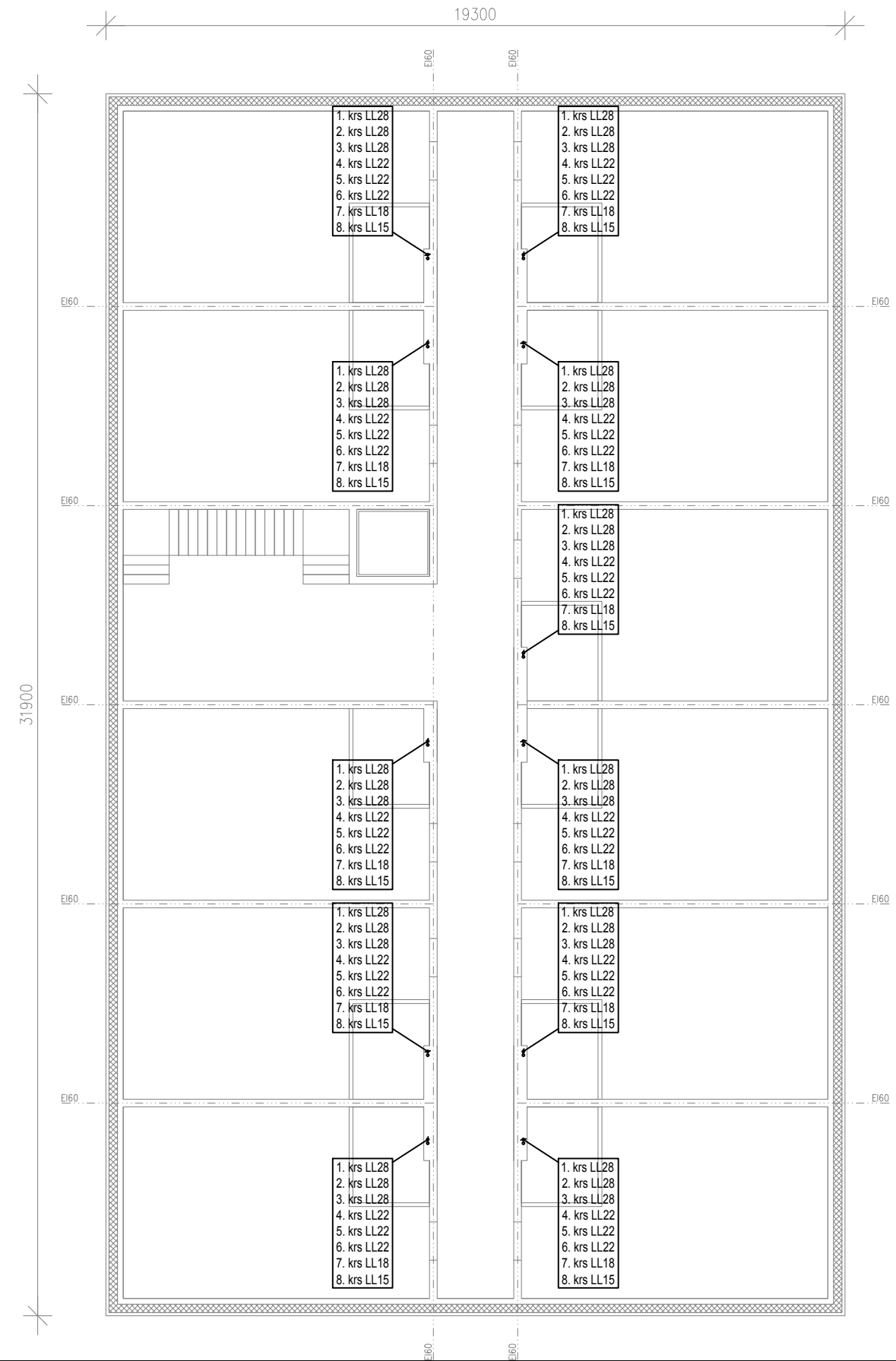
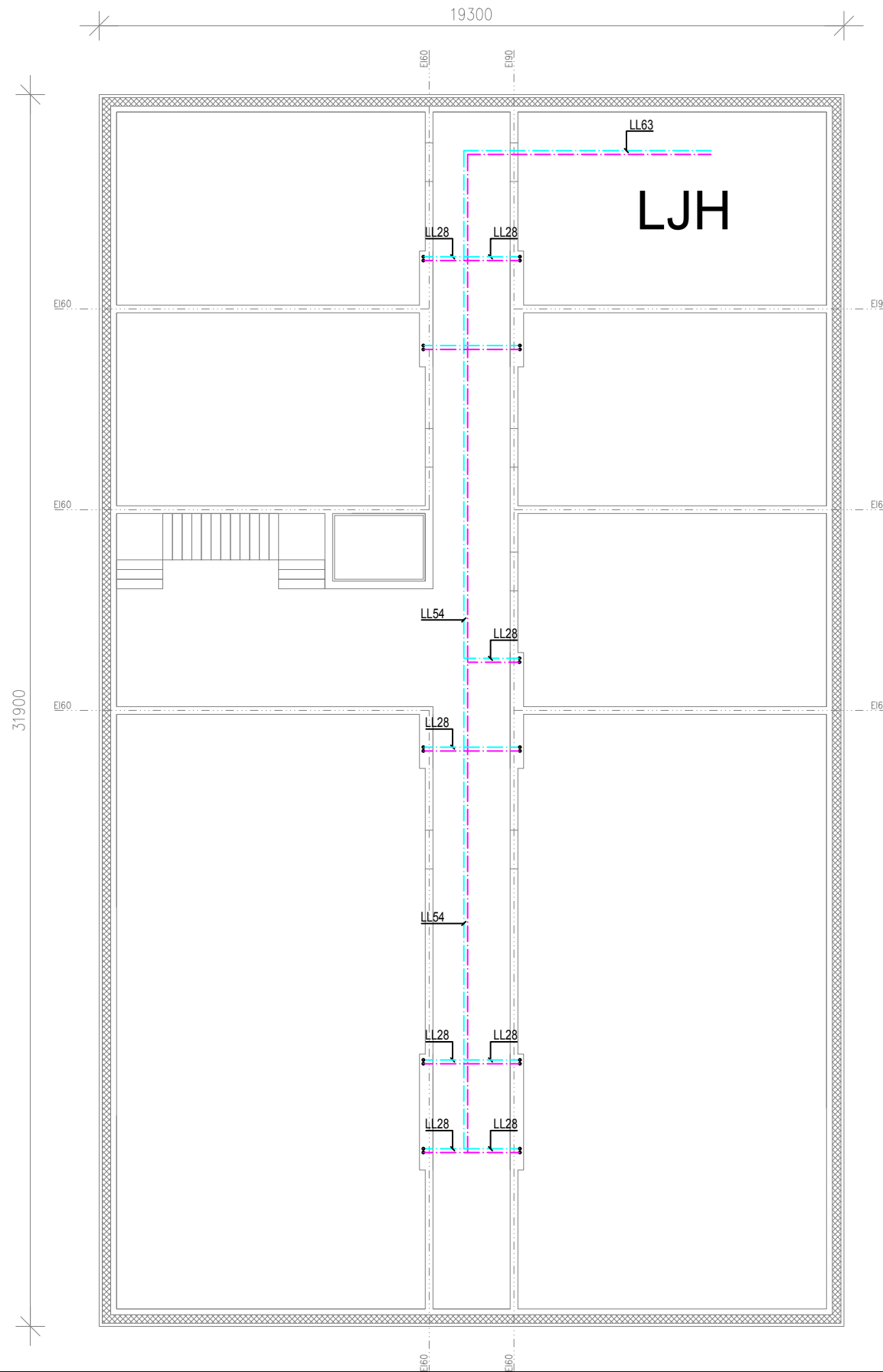
LL63	11,45 m	Sarja 24	LE60	3,6 W/m
LL54	20,8 m	Sarja 24	LE60	3,3 W/m
LL28	13,62 m	Sarja 24	LE50	2,6 W/m

Lämpöputkinousut erillisissä
hormeissa

1-8 kerros

LÄMPÖPUTKIMÄÄRÄT:
NOUSUT

1. krs	LL28	11 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,8 W/m
2. krs	LL28	11 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,8 W/m
3. krs	LL28	11 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,8 W/m
4. krs	LL22	11 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,5 W/m
5. krs	LL22	11 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,5 W/m
6. krs	LL22	11 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,5 W/m
7. krs	LL18	11 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,3 W/m
8. krs	LL15	11 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,1 W/m

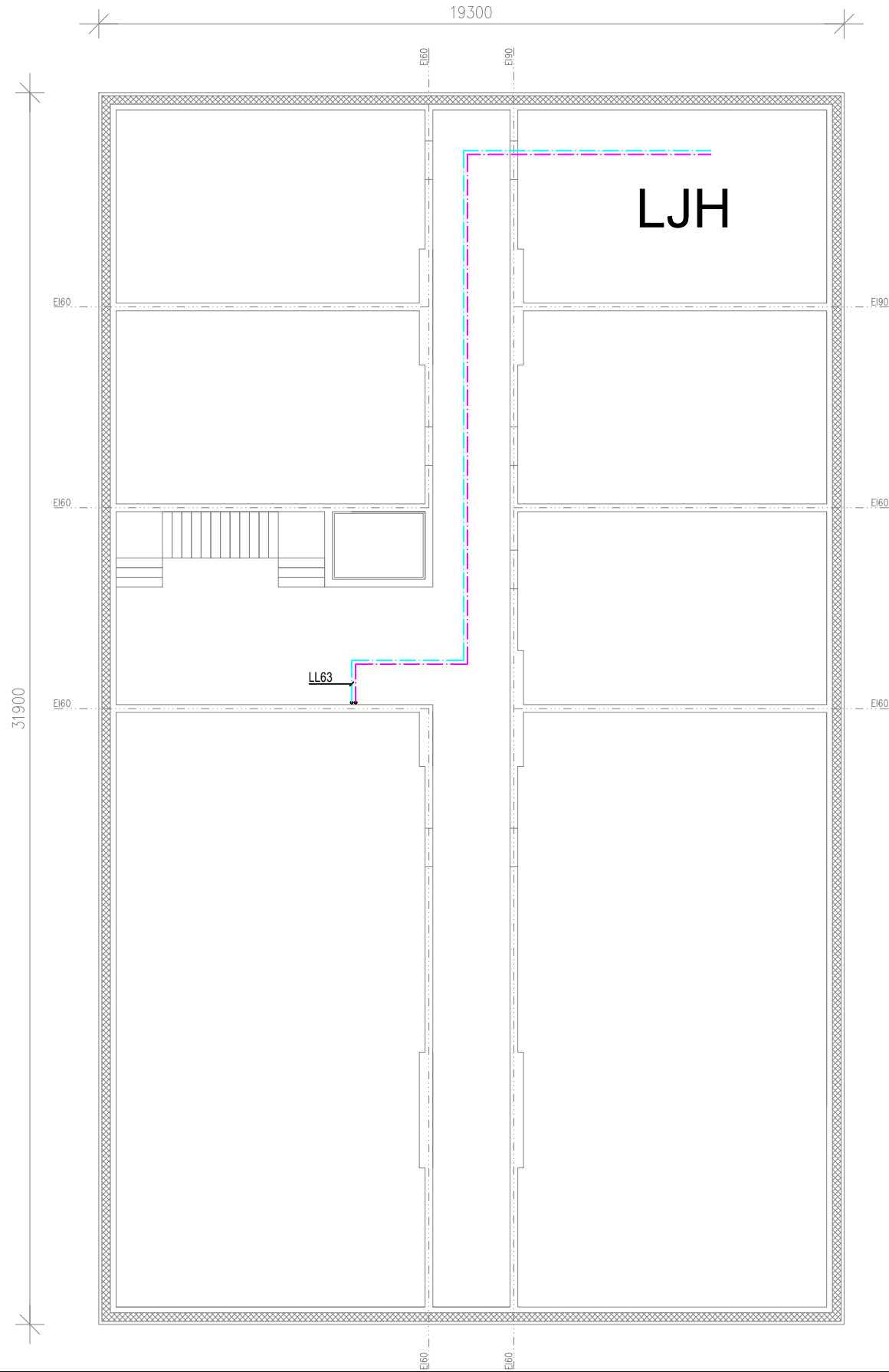


Lämmitys
Esimerkkikerrostalo 1
8 kerrosta + kellari
Vaihtoehto 2

Kellarikerros

LÄMPÖPUTKIMÄÄRÄT:
LL63 23,57 m Sarja 24 LE60 3,6 W/m

Lämpöputkinousut keskitetysti
yhdessä hormissa porraskäytävässä



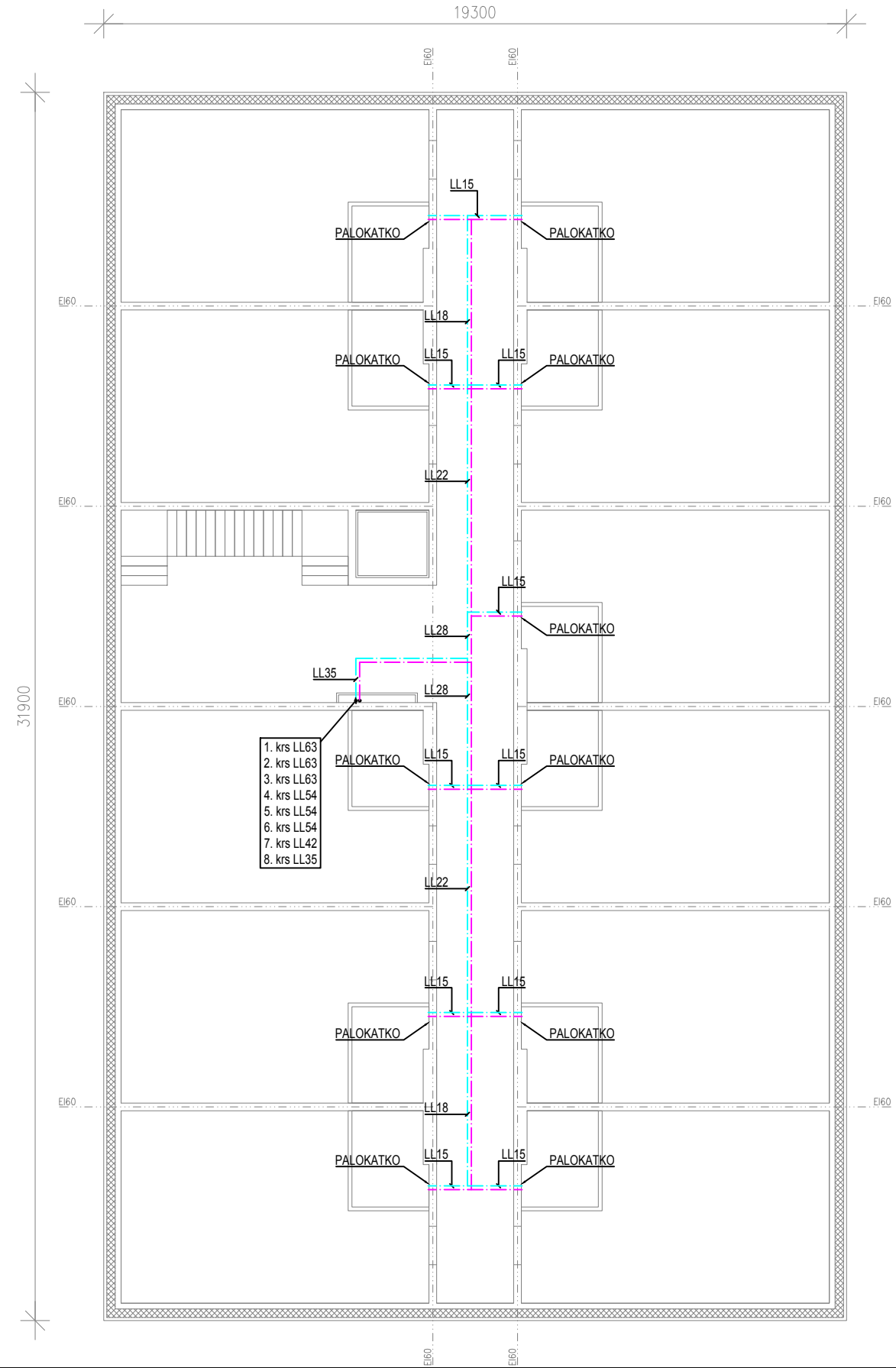
1-8 kerros

LÄMPÖPUTKIMÄÄRÄT:
NOUSUT

1. krs	LL63	1 x 3 m	Sarja 23	LE50	4,0 W/m
2. krs	LL63	1 x 3 m	Sarja 23	LE50	4,0 W/m
3. krs	LL63	1 x 3 m	Sarja 23	LE50	4,0 W/m
4. krs	LL54	1 x 3 m	Sarja 23	LE50	3,6 W/m
5. krs	LL54	1 x 3 m	Sarja 23	LE50	3,6 W/m
6. krs	LL54	1 x 3 m	Sarja 23	LE50	3,6 W/m
7. krs	LL42	1 x 3 m	Sarja 23	LE40	3,2 W/m
8. krs	LL35	1 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,9 W/m

KERROKSISSA

LL35	8 x 3,97 m	Sarja 24	LE50	2,9 W/m
LL28	8 x 4,5 m	Sarja 24	LE50	2,6 W/m
LL22	8 x 11,8 m	Sarja 24	LE50	2,3 W/m
LL18	8 x 8,9 m	Sarja 24	LE50	2,1 W/m
LL15	8 x 13,62 m	Sarja 24	LE50	2,0 W/m



- 1. krs LL63
- 2. krs LL63
- 3. krs LL63
- 4. krs LL54
- 5. krs LL54
- 6. krs LL54
- 7. krs LL42
- 8. krs LL35

Lämmitys
Esimerkkikerrostalo 2
5 kerrosta + kellari
Vaihtoehto 1

Lämpöputkinousut erillisissä
hormeissa

Kellarikerros

LÄMPÖPUTKIMÄÄRÄT:

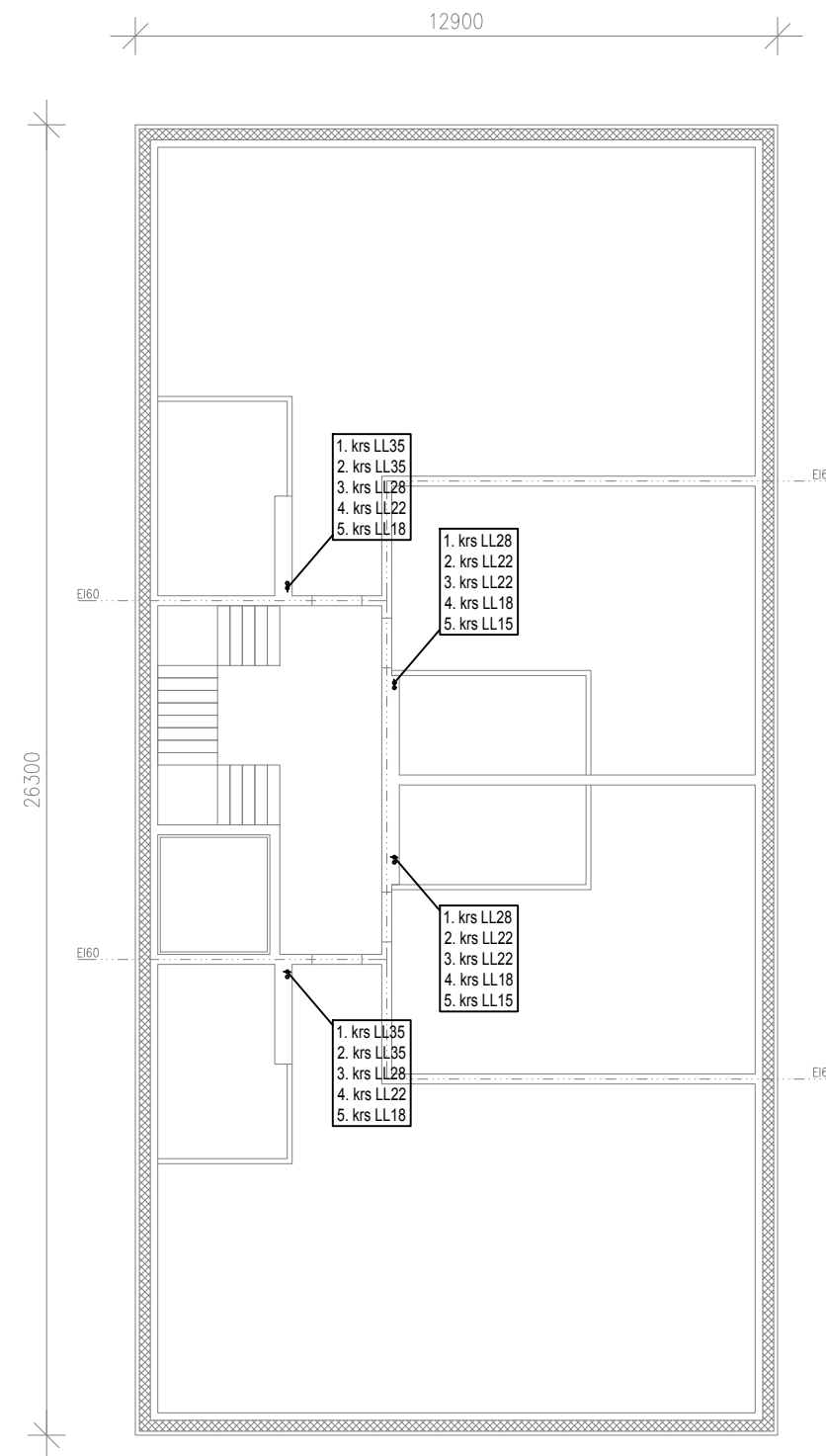
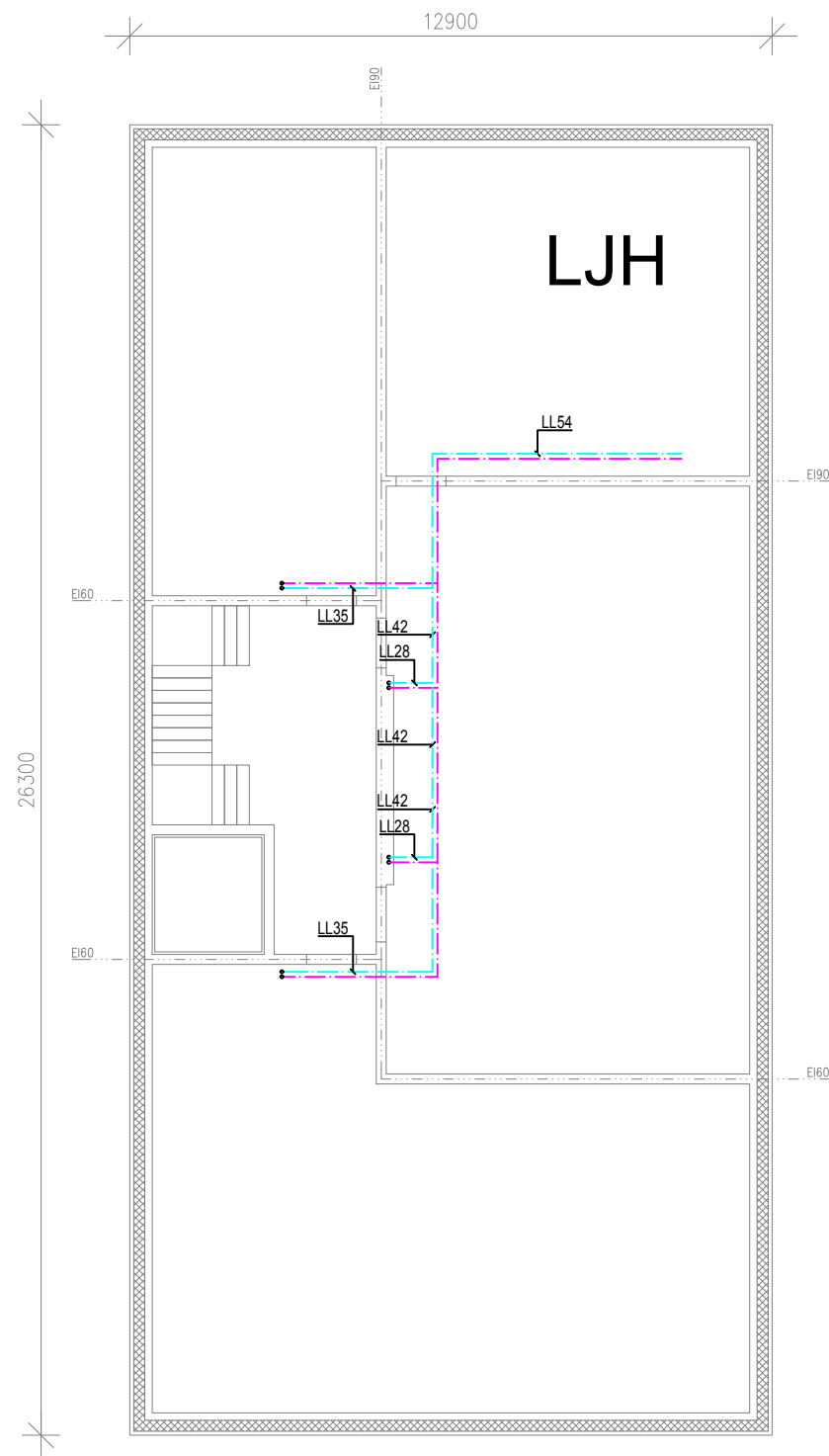
LL54	7,7 m	Sarja 24	LE60	3,3 W/m
LL42	5,4 m	Sarja 24	LE50	3,2 W/m
LL35	8,3 m	Sarja 24	LE50	2,9 W/m
LL28	1,7 m	Sarja 24	LE50	2,6 W/m

1-5 kerros

LÄMPÖPUTKIMÄÄRÄT:

NOUSUT

1. krs	LL35	2 x 3 m	Sarja 23	LE40	3,2 W/m
	LL28	2 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,8 W/m
2. krs	LL35	2 x 3 m	Sarja 23	LE40	3,2 W/m
	LL22	2 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,5 W/m
3. krs	LL28	2 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,8 W/m
	LL22	2 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,5 W/m
4. krs	LL22	2 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,5 W/m
	LL18	2 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,3 W/m
5. krs	LL18	2 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,3 W/m
	LL15	2 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,1 W/m

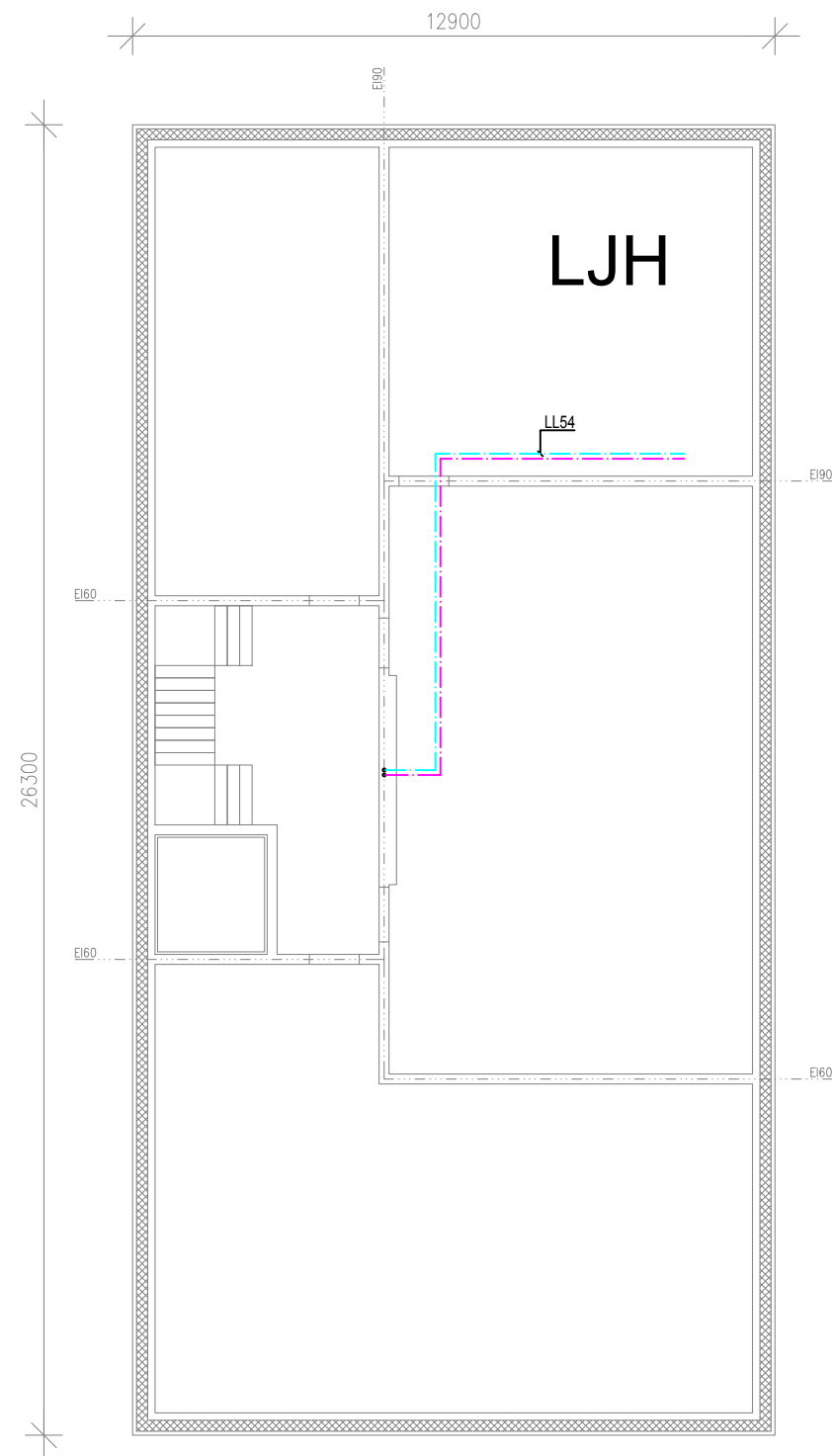


Lämmitys
Esimerkkikerrostalo 2
5 kerrosta + kellari
Vaihtoehto 2

Kellarikerros

LÄMPÖPUTKIMÄÄRÄT:
LL54 12,35 m Sarja 24 LE60 3,3 W/m

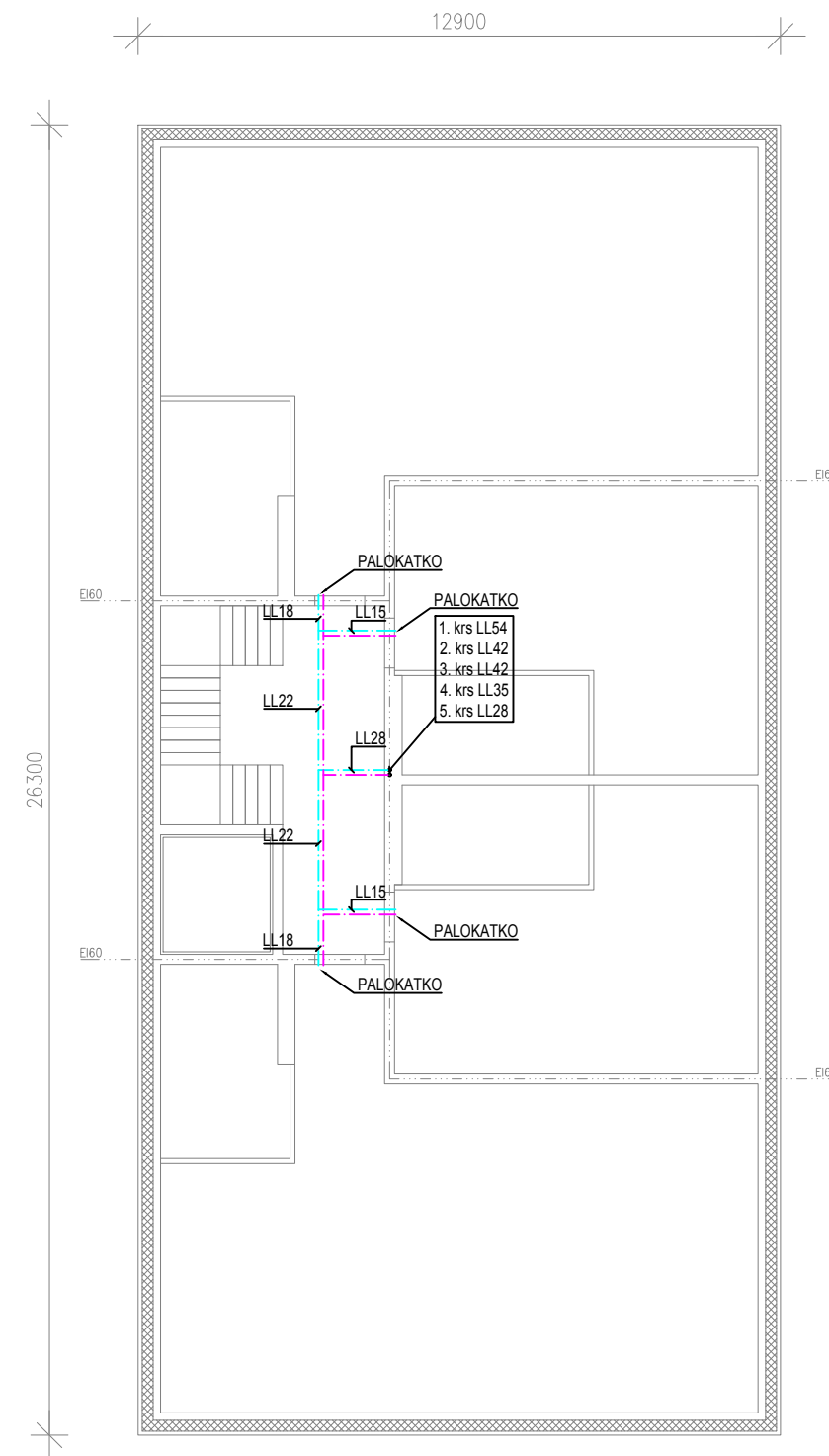
Lämpöputkinousut keskitetysti
yhdessä hormissa porraskäytävässä



1-5 kerros

LÄMPÖPUTKIMÄÄRÄT:
NOUSUT

1. krs	LL54	1 x 3 m	Sarja 23	LE50	3,6 W/m	KERROKSISSA	LL28	5 x 1,4 m	Sarja 24	LE50	2,6 W/m
2. krs	LL42	1 x 3 m	Sarja 23	LE40	3,5 W/m		LL22	5 x 5,6 m	Sarja 24	LE50	2,3 W/m
3. krs	LL42	1 x 3 m	Sarja 23	LE40	3,5 W/m		LL18	5 x 1,84 m	Sarja 24	LE50	2,1 W/m
4. krs	LL35	1 x 3 m	Sarja 23	LE40	3,2 W/m		LL15	5 x 3,1 m	Sarja 24	LE50	2,0 W/m
5. krs	LL28	1 x 3 m	Sarja 23	LE40	2,8 W/m						



Lämmin käyttövesi
 Esimerkkikerrostalo 1
 8 kerrosta + kellarit
 Vaihtoehto 1

Kellarikerros

LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN PUTKIMÄÄRÄT:

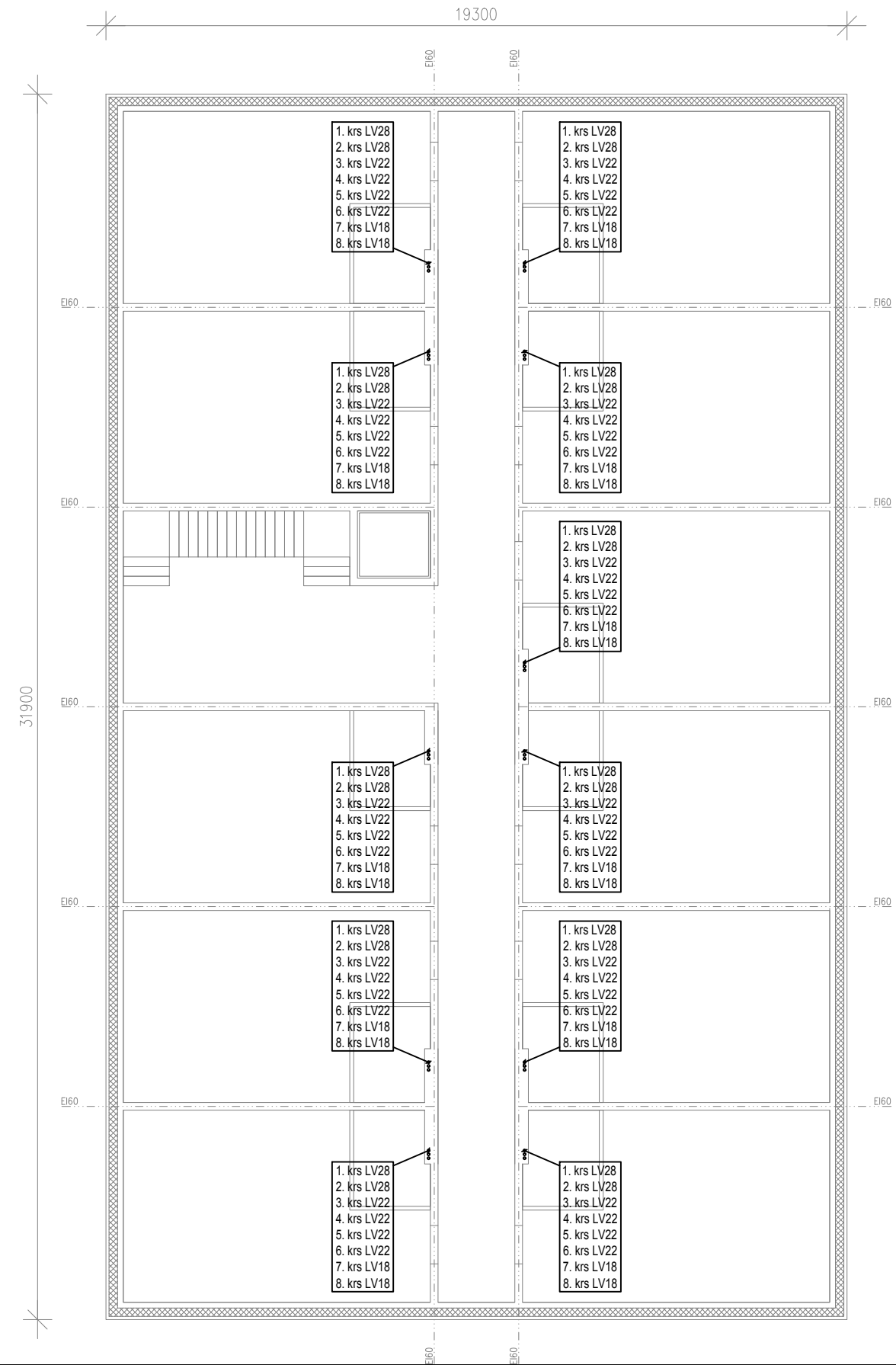
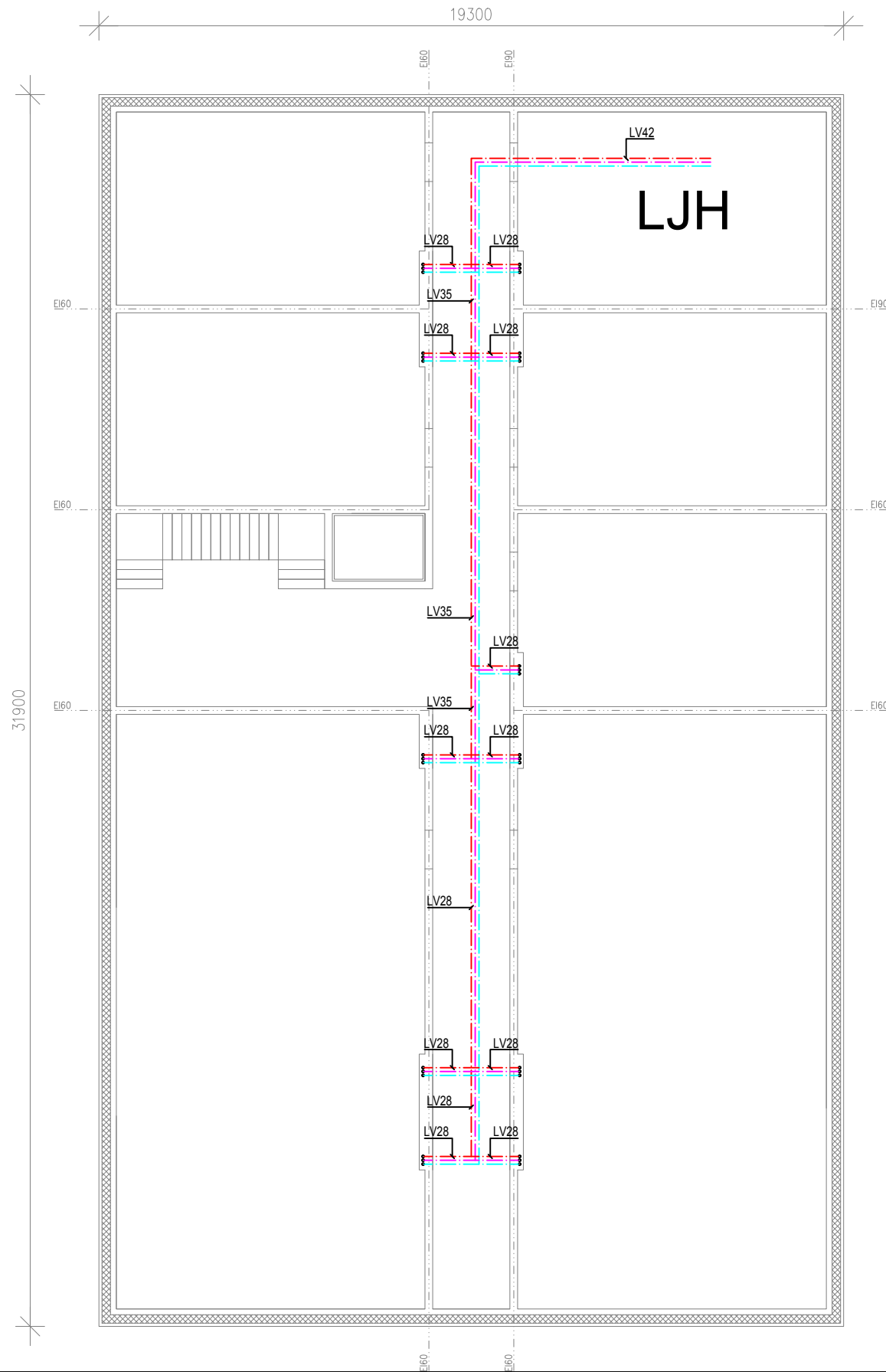
LV42	8,95 m	Sarja 25	LE60	5,7 W/m
LV35	12,7 m	Sarja 25	LE60	5,2 W/m
LV28	23,82 m	Sarja 25	LE60	4,7 W/m

Vesiputkinousut erillisissä horneissa

1-8 kerros

LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN PUTKIMÄÄRÄT:
 NOUSUT

1. krs	LV28	11 x 3 m	Sarja 23	LE40	5,6 W/m
2. krs	LV28	11 x 3 m	Sarja 23	LE40	5,6 W/m
3. krs	LV22	11 x 3 m	Sarja 23	LE40	5,0 W/m
4. krs	LV22	11 x 3 m	Sarja 23	LE40	5,0 W/m
5. krs	LV22	11 x 3 m	Sarja 23	LE40	5,0 W/m
6. krs	LV22	11 x 3 m	Sarja 23	LE40	5,0 W/m
7. krs	LV18	11 x 3 m	Sarja 23	LE40	4,5 W/m
8. krs	LV18	11 x 3 m	Sarja 23	LE40	4,5 W/m

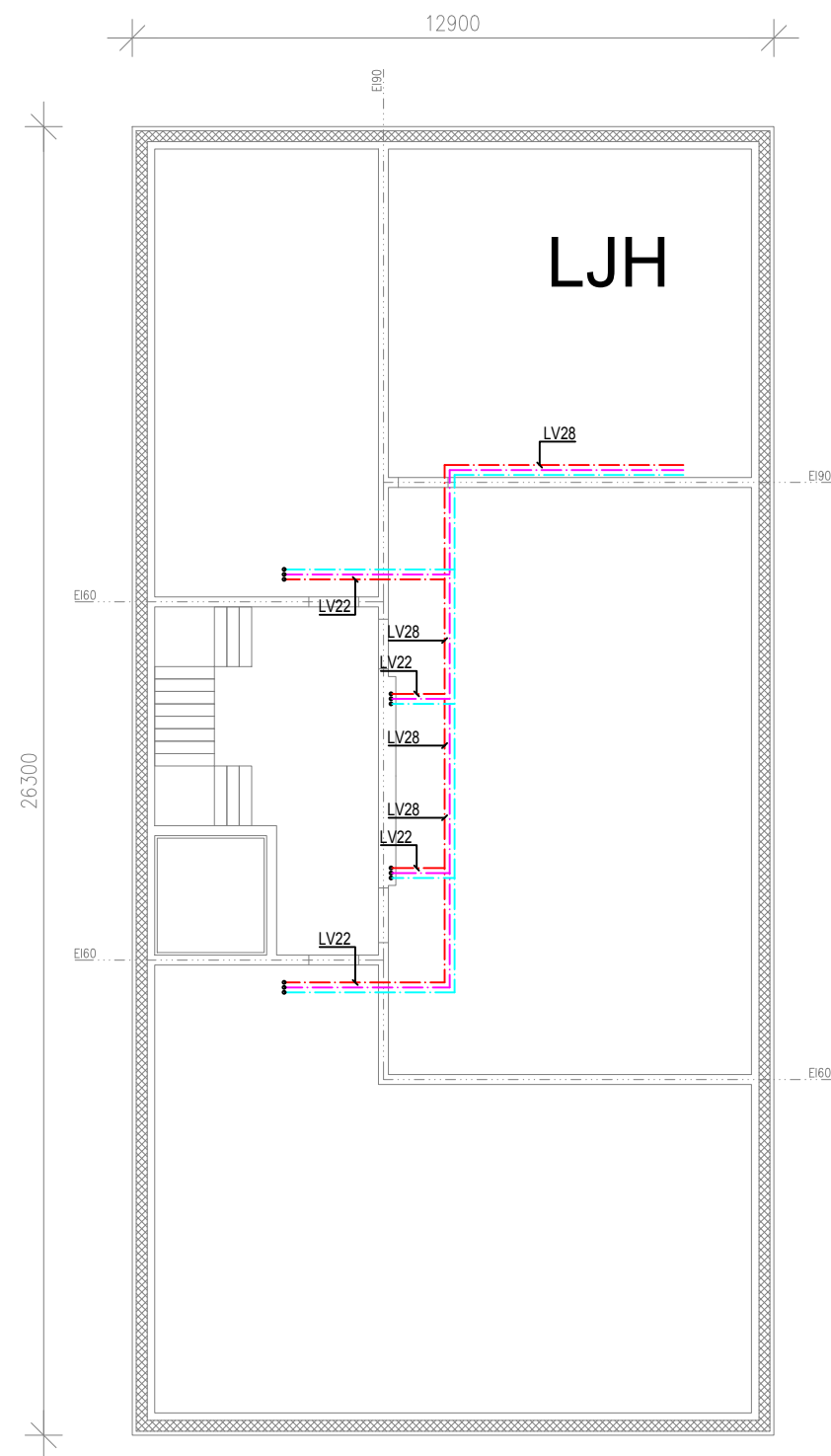


Lämmin käyttövesi
Esimerkkikerrostalo 2
5 kerrosta + kellari
Vaihtoehto 1

Kellarikerros

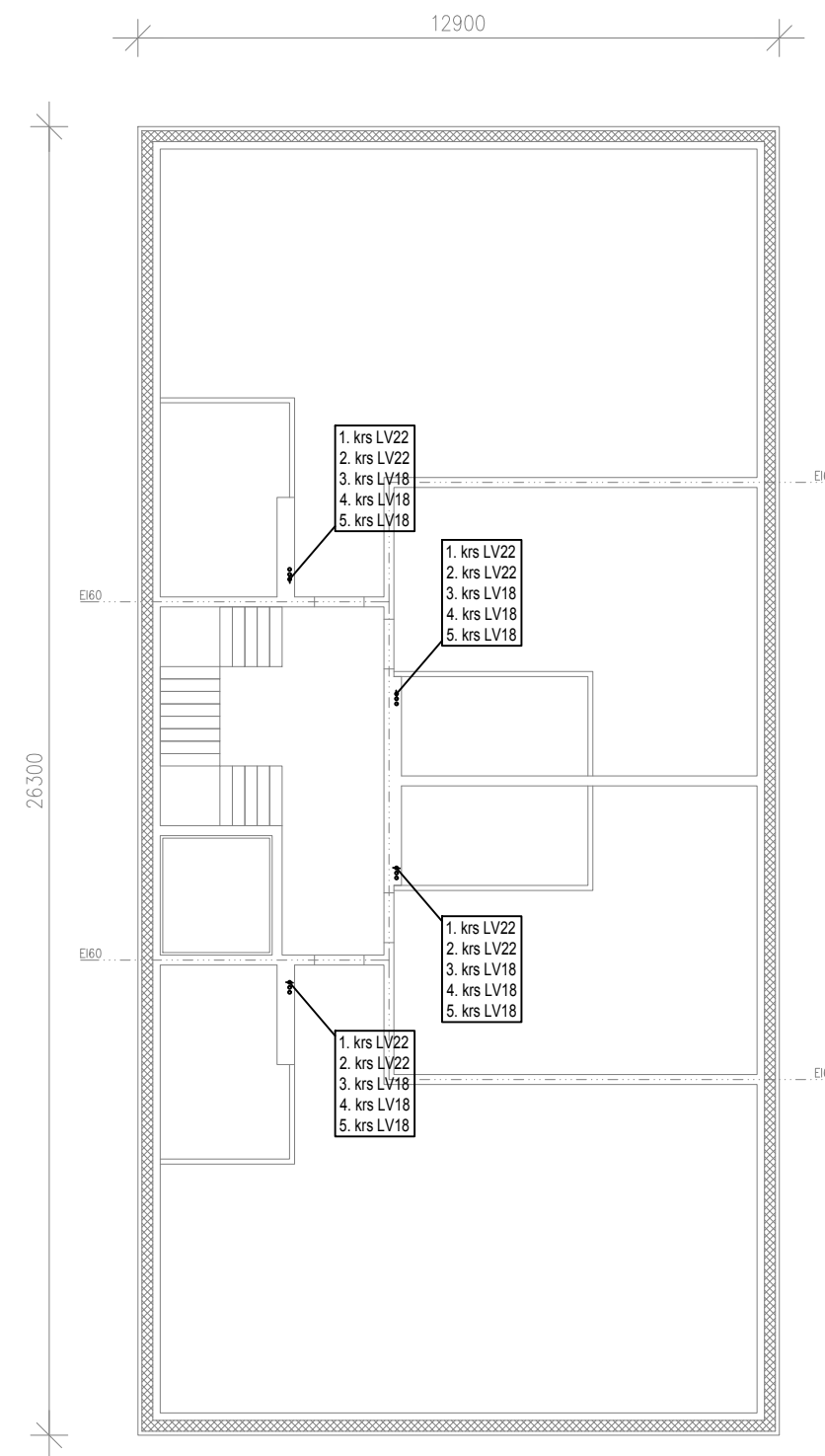
LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN PUTKIMÄÄRÄT:				
LV28	12,9 m	Sarja 25	LE60	4,7 W/m
LV22	10,8 m	Sarja 25	LE60	4,2 W/m

Vesiputkinousut erillisissä horneissa



1-5 kerros

LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN PUTKIMÄÄRÄT:					
NOUSUT					
1. krs	LV22	4 x 3 m	Sarja 23	LE40	5,0 W/m
2. krs	LV22	4 x 3 m	Sarja 23	LE40	5,0 W/m
3. krs	LV18	4 x 3 m	Sarja 23	LE40	4,5 W/m
4. krs	LV18	4 x 3 m	Sarja 23	LE40	4,5 W/m
5. krs	LV18	4 x 3 m	Sarja 23	LE40	4,5 W/m

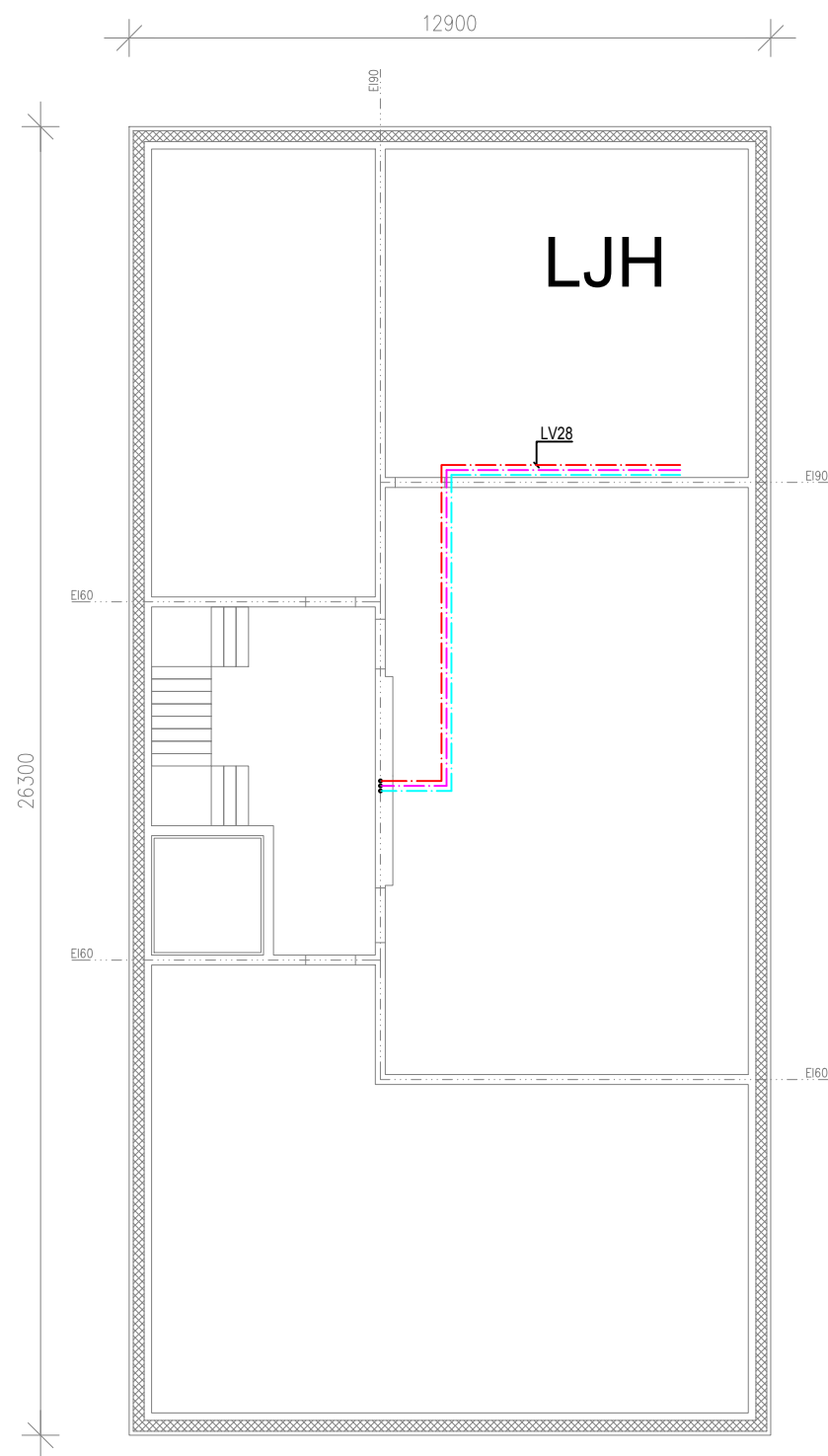


Lämmin käyttövesi
Esimerkkikerrostalo 2
5 kerrosta + kellari
Vaihtoehto 2

Kellarikerros

LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN PUTKIMÄÄRÄT:
LV28 12,35 m Sarja 25 LE60 4,7 W/m

Vesiputkinousut keskitetysti yhdessä
hormissa porraskäytävässä



1-5 kerros

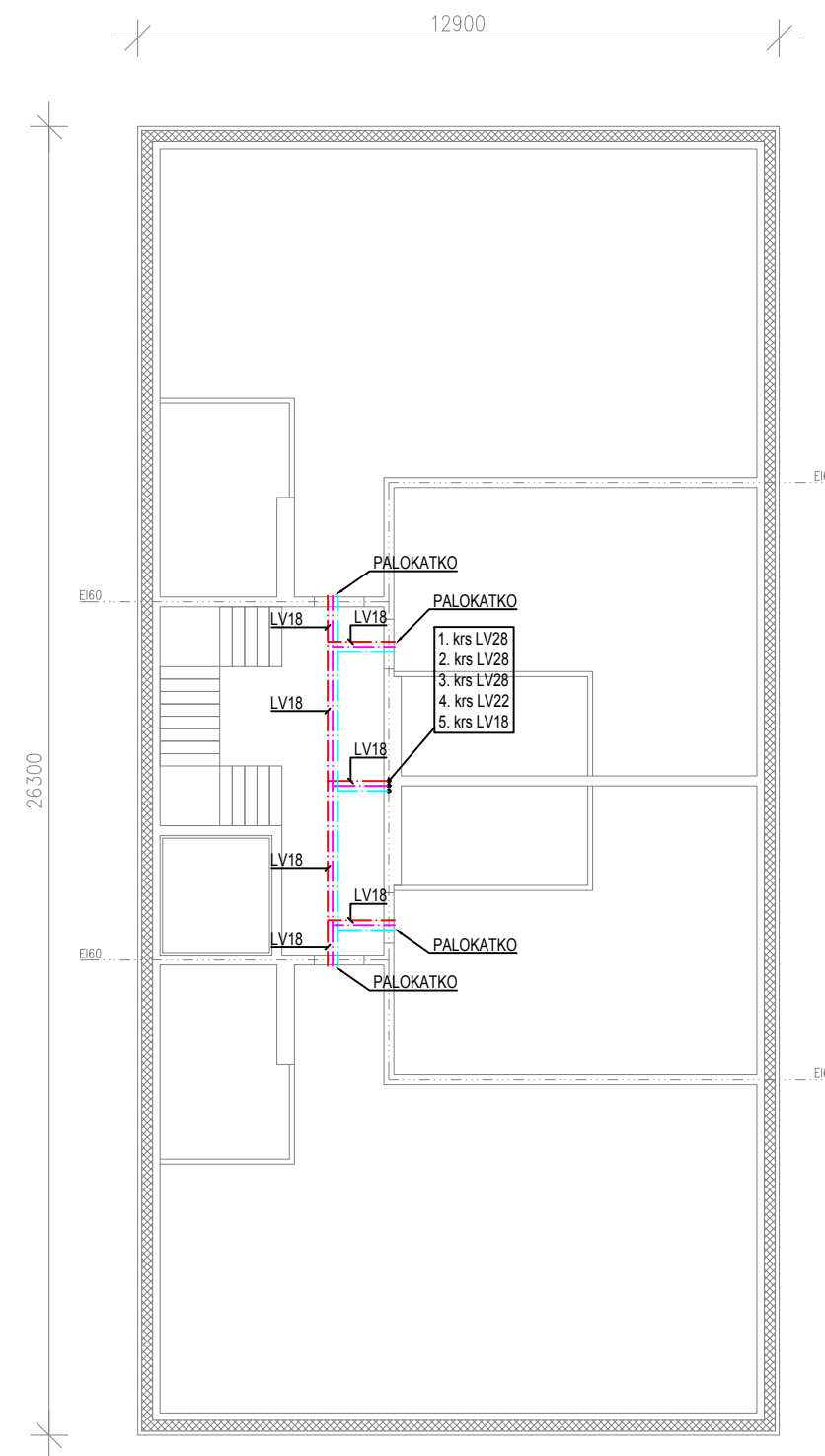
LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN PUTKIMÄÄRÄT:

NOUSUT

1. krs	LV28	1 x 3 m	Sarja 23	LE40	5,6 W/m
2. krs	LV28	1 x 3 m	Sarja 23	LE40	5,6 W/m
3. krs	LV28	1 x 3 m	Sarja 23	LE40	5,6 W/m
4. krs	LV22	1 x 3 m	Sarja 23	LE40	5,0 W/m
5. krs	LV18	1 x 3 m	Sarja 23	LE40	4,5 W/m

KERROKSISSA

LV18 5 x 11,34 m Sarja 25 LE60 3,9 W/m



Lämpöputkien määrät

Esimerkkikerrostalo 1

8 kerrosta + kellari

LIITE 3 (1)

Kahdeksankerroksisen kerrostalon lämpöputket (yhteensä 88 asuntoa), putkinousut erillisissä hormoneissa				
Vaihtoehto 1	Putkikoko [mm]	Menoputki [m]	Paluuputki [m]	Meno ja paluu [m]
KK	LL63	11,5	11,5	22,9
	LL54	20,8	20,8	41,6
	LL28	13,6	13,6	27,2
1	LL28	33,0	33,0	66,0
2	LL28	33,0	33,0	66,0
3	LL28	33,0	33,0	66,0
4	LL22	33,0	33,0	66,0
5	LL22	33,0	33,0	66,0
6	LL22	33,0	33,0	66,0
7	LL18	33,0	33,0	66,0
8	LL15	33,0	33,0	66,0
Putkimäärä yhteensä:		619,7	m	
Putkimäärä hormoneissa:		528,0	m	
Putkimäärä työmaalla tehtäväksi:		91,7	m	

Kahdeksankerroksisen kerrostalon lämpöputket (yhteensä 88 asuntoa), putkinousut keskitetty yhteen hormiin				
Vaihtoehto 2	Putkikoko [mm]	Menoputki [m]	Paluuputki [m]	Meno ja paluu [m]
KK	LL63	23,6	23,6	47,1
NOUSUT				
1	LL63	3,0	3,0	6,0
2	LL63	3,0	3,0	6,0
3	LL63	3,0	3,0	6,0
4	LL54	3,0	3,0	6,0
5	LL54	3,0	3,0	6,0
6	LL54	3,0	3,0	6,0
7	LL42	3,0	3,0	6,0
8	LL35	3,0	3,0	6,0
KERROKSISSA				
	LL35	31,8	31,8	63,5
	LL28	36,0	36,0	72,0
	LL22	94,4	94,4	188,8
	LL18	71,2	71,2	142,4
	LL15	109,0	109,0	217,9
Putkimäärä yhteensä:		779,8	m	
Putkimäärä hormoneissa:		48,0	m	
Putkimäärä työmaalla tehtäväksi:		731,8	m	

Lämpöputkien määrät

Esimerkkikerrostalo 2

5 kerrosta + kellari

LIITE 3 (2)

Viisikerroksisen kerrostalon lämpöputket (yhteensä 20 asuntoa), putkinousut erillisissä hormeissa				
Vaihtoehto 1	Putkikoko [mm]	Menoputki [m]	Paluuputki [m]	Meno ja paluu [m]
KK	LL54	7,7	7,7	15,4
	LL42	5,4	5,4	10,8
	LL35	8,3	8,3	16,6
	LL28	1,7	1,7	3,4
1	LL35	6,0	6,0	12,0
	LL28	6,0	6,0	12,0
2	LL35	6,0	6,0	12,0
	LL22	6,0	6,0	12,0
3	LL28	6,0	6,0	12,0
	LL22	6,0	6,0	12,0
4	LL22	6,0	6,0	12,0
	LL18	6,0	6,0	12,0
5	LL18	6,0	6,0	12,0
	LL15	6,0	6,0	12,0
Putkimäärä yhteensä:		166,2	m	
Putkimäärä hormissa:		120,0	m	
Putkimäärä työmaalla tehtäväksi:		46,2	m	

Viisikerroksisen kerrostalon lämpöputket (yhteensä 20 asuntoa), putkinousut keskitetty yhteen hormiin				
Vaihtoehto 2	Putkikoko [mm]	Menoputki [m]	Paluuputki [m]	Meno ja paluu [m]
KK	LL54	12,4	12,4	24,7
NOUSUT				
1	LL54	3,0	3,0	6,0
2	LL42	3,0	3,0	6,0
3	LL42	3,0	3,0	6,0
4	LL35	3,0	3,0	6,0
5	LL28	3,0	3,0	6,0
KERROKSISSA				
	LL28	7,0	7,0	14,0
	LL22	28,0	28,0	56,0
	LL18	9,2	9,2	18,4
	LL15	15,5	15,5	31,0
Putkimäärä yhteensä:		174,1	m	
Putkimäärä hormissa:		30,0	m	
Putkimäärä työmaalla tehtäväksi:		144,1	m	

Käyttövesiputkien määrät

LIITE 3 (3)

Esimerkkikerrostalo 1

8 kerrosta + kellari

Kahdeksankerroksisen kerrostalon käyttövesiputket (yhteensä 88 asuntoa), putkinousut erillisissä hormoneissa					
Vaihtoehto 1	Putkikoko [mm]	KV [m]	LV [m]	LVK [m]	KV + LV + LVK [m]
KK	42	9,0	9,0	9,0	26,9
	35	12,7	12,7	12,7	38,1
	28	23,8	23,8	23,8	71,5
1	28	33,0	33,0	33,0	99,0
2	28	33,0	33,0	33,0	99,0
3	22	33,0	33,0	33,0	99,0
4	22	33,0	33,0	33,0	99,0
5	22	33,0	33,0	33,0	99,0
6	22	33,0	33,0	33,0	99,0
7	18	33,0	33,0	33,0	99,0
8	18	33,0	33,0	33,0	99,0
Putkimäärä yhteensä:			928,4	m	
Putkimäärä hormoneissa:			792,0	m	
Putkimäärä työmaalla tehtäväksi:			136,4	m	

Kahdeksankerroksisen kerrostalon käyttövesiputket (yhteensä 88 asuntoa), putkinousut keskitetty yhteen hormiin					
Vaihtoehto 2	Putkikoko [mm]	KV [m]	LV [m]	LVK [m]	KV + LV + LVK [m]
KK	42	23,2	23,2	23,2	69,5
NOUSUT					
1	42	3,0	3,0	3,0	9,0
2	35	3,0	3,0	3,0	9,0
3	35	3,0	3,0	3,0	9,0
4	35	3,0	3,0	3,0	9,0
5	35	3,0	3,0	3,0	9,0
6	28	3,0	3,0	3,0	9,0
7	28	3,0	3,0	3,0	9,0
8	22	3,0	3,0	3,0	9,0
KERROKSISSA					
	22	30,2	30,2	30,2	90,5
	18	309,0	309,0	309,0	926,9
Putkimäärä yhteensä:			1158,9	m	
Putkimäärä hormoneissa:			72,0	m	
Putkimäärä työmaalla tehtäväksi:			1086,9	m	

Käyttövesiputkien määrät

LIITE 3 (4)

Esimerkkikerrostalo 2

5 kerrosta + kellari

Viisikerroksisen kerrostalon käyttövesiputket (yhteensä 20 asuntoa), putkinousut erillisissä hormeissa					
Vaihtoehto 1	Putkikoko [mm]	KV [m]	LV [m]	LVK [m]	KV + LV + LVK [m]
KK	28	12,9	12,9	12,9	38,7
	22	10,8	10,8	10,8	32,4
1	22	12,0	12,0	12,0	36,0
2	22	12,0	12,0	12,0	36,0
3	18	12,0	12,0	12,0	36,0
4	18	12,0	12,0	12,0	36,0
5	18	12,0	12,0	12,0	36,0
Putkimäärä yhteensä:			251,1	m	
Putkimäärä hormissa:			180,0	m	
Putkimäärä työmaalla tehtäväksi:			71,1	m	

Viisikerroksisen kerrostalon käyttövesiputket (yhteensä 20 asuntoa), putkinousut keskitetty yhteen hormiin					
Vaihtoehto 2	Putkikoko [mm]	KV [m]	LV [m]	LVK [m]	KV + LV + LVK [m]
KK	28	12,4	12,4	12,4	37,1
NOUSUT					
1	28	3,0	3,0	3,0	9,0
2	28	3,0	3,0	3,0	9,0
3	28	3,0	3,0	3,0	9,0
4	22	3,0	3,0	3,0	9,0
5	18	3,0	3,0	3,0	9,0
KERROKSISSA					
	18	56,7	56,7	56,7	170,1
Putkimäärä yhteensä:			252,2	m	
Putkimäärä hormissa:			45,0	m	
Putkimäärä työmaalla tehtäväksi:			207,2	m	

Lämpöputkien lämpöhäviöt

Esimerkkikerrostalo 1

8 kerrosta + kellari

LIITE 4 (1)

Putkieriste: PAROC Hvac Combi AluCoat T

Eristepaksuus: Vaakavedoissa sarja 24

Hormissa sarja 23

Vaihtoehto 1	Putkikoko	m	W/m	W
	[mm]			
KK	LL63	11,5	3,6	41,2
	LL54	20,8	3,3	68,6
	LL28	13,6	2,6	35,4
NOUSUT				
1	LL28	33,0	2,8	92,4
2	LL28	33,0	2,8	92,4
3	LL28	33,0	2,8	92,4
4	LL22	33,0	2,5	82,5
5	LL22	33,0	2,5	82,5
6	LL22	33,0	2,5	82,5
7	LL18	33,0	2,3	75,9
8	LL15	33,0	2,1	69,3

Vaihtoehto 2	Putkikoko	m	W/m	W
	[mm]			
KK	LL63	23,6	3,6	84,9
NOUSUT				
1	LL63	3,0	4,0	12,0
2	LL63	3,0	4,0	12,0
3	LL63	3,0	4,0	12,0
4	LL54	3,0	3,6	10,8
5	LL54	3,0	3,6	10,8
6	LL54	3,0	3,6	10,8
7	LL42	3,0	3,2	9,6
8	LL35	3,0	2,9	8,7
KERROKSISSA				
	LL35	31,8	2,9	92,1
	LL28	36,0	2,6	93,6
	LL22	94,4	2,3	217,1
	LL18	71,2	2,1	149,5
	LL15	109,0	2,0	217,9

Putkiston lämpöhäviö yhteensä: 815,2 W

Lämmitystarveluku: 4832

Vuosittainen lämpöhäviö: 3,93 MWh

Putkiston lämpöhäviö yhteensä: 941,8 W

Lämmitystarveluku: 4832

Vuosittainen lämpöhäviö: 4,55 MWh

Lämpöputkien lämpöhäviöt

Esimerkkikerrostalo 2

5 kerrosta + kellari

LIITE 4 (2)

Putkieriste: PAROC Hvac Combi AluCoat T

Eristepaksuus: Vaakavedoissa sarja 24

Hormissa sarja 23

Vaihtoehto 1	Putkikoko	m	W/m	W
Kerros	[mm]			
KK	LL54	7,7	3,3	25,4
	LL42	5,4	3,2	17,3
	LL35	8,3	2,9	24,1
	LL28	1,7	2,6	4,4
NOUSUT				
1	LL35	6,0	3,2	19,2
	LL28	6,0	2,8	16,8
2	LL35	6,0	3,2	19,2
	LL22	6,0	2,5	15,0
3	LL28	6,0	2,8	16,8
	LL22	6,0	2,5	15,0
4	LL22	6,0	2,5	15,0
	LL18	6,0	2,3	13,8
5	LL18	6,0	2,3	13,8
	LL15	6,0	2,1	12,6

Putkiston lämpöhäviö yhteensä: 228,4 W

Lämmitystarveluku: 4832

Vuositainen lämpöhäviö: 1,10 MWh

Vaihtoehto 2	Putkikoko	m	W/m	W
Kerros	[mm]			
KK	LL54	12,4	3,3	40,8
NOUSUT				
1	LL54	3,0	3,6	10,8
2	LL42	3,0	3,5	10,5
3	LL42	3,0	3,5	10,5
4	LL35	3,0	3,2	9,6
5	LL28	3,0	2,8	8,4
KERROKSISSA				
	LL28	7,0	2,6	18,2
	LL22	28,0	2,3	64,4
	LL18	9,2	2,1	19,3
	LL15	15,5	2,0	31,0

Putkiston lämpöhäviö yhteensä: 223,5 W

Lämmitystarveluku: 4832

Vuositainen lämpöhäviö: 1,07 MWh

Lämpimän käyttövesiputkiston lämpöhäviöt (ei LVK)

LIITE 4 (3)

Esimerkkikerrostalo 1

8 kerrosta + kellari

Putkieriste: PAROC Hvac Combi AluCoat T

Eristepaksuus: Vaakavedoissa sarja 25

Hormissa sarja 23

Vaihtoehto 1	Putkikoko	m	W/m	W
	[mm]			
KK	LV42	9,0	5,7	51,0
	LV35	12,7	5,2	66,0
	LV28	23,8	4,7	112,0
NOUSUT				
1	LV28	33,0	5,6	184,8
2	LV28	33,0	5,6	184,8
3	LV22	33,0	5,0	165,0
4	LV22	33,0	5,0	165,0
5	LV22	33,0	5,0	165,0
6	LV22	33,0	5,0	165,0
7	LV18	33,0	4,5	148,5
8	LV18	33,0	4,5	148,5

Putkiston lämpöhäviö yhteensä: 1555,6 W
Vuositainen lämpöhäviö: 13,62 MWh

Vaihtoehto 2	Putkikoko	m	W/m	W
	[mm]			
KK	LV42	23,2	5,7	132,1
NOUSUT				
1	LV42	3,0	7,0	21,0
2	LV35	3,0	6,3	18,9
3	LV35	3,0	6,3	18,9
4	LV35	3,0	6,3	18,9
5	LV35	3,0	6,3	18,9
6	LV28	3,0	5,6	16,8
7	LV28	3,0	5,6	16,8
8	LV22	3,0	5,0	15,0
KERROKSISSA				
	LV22	30,2	4,2	126,7
	LV18	309,0	3,9	1204,9

Putkiston lämpöhäviö yhteensä: 1608,9 W
Vuositainen lämpöhäviö: 14,09 MWh

Lämpimän käyttövesiputkiston lämpöhäviöt (ei LVK)

LIITE 4 (4)

Esimerkkikerrostalo 1

5 kerrosta + kellari

Putkieriste: PAROC Hvac Combi AluCoat T

Eristepaksuus: Vaakavedoissa sarja 25

Hormissa sarja 23

Vaihtoehto 1	Putkikoko	m	W/m	W
	[mm]			
KK	LV28	12,9	4,7	60,6
	LV22	10,8	4,2	45,4
NOUSUT				
1	LV22	12,0	5,0	60,0
2	LV22	12,0	5,0	60,0
3	LV18	12,0	4,5	54,0
4	LV18	12,0	4,5	54,0
5	LV18	12,0	4,5	54,0

Vaihtoehto 2	Putkikoko	m	W/m	W
	[mm]			
KK	LV28	12,4	4,7	58,0
NOUSUT				
1	LV28	3,0	5,6	16,8
2	LV28	3,0	5,6	16,8
3	LV28	3,0	5,6	16,8
4	LV22	3,0	5,0	15,0
5	LV18	3,0	4,5	13,5
KERROKSISSA				
	LV18	56,7	3,9	221,1

Putkiston lämpöhäviö yhteensä: 388,0 W
Vuositainen lämpöhäviö: 3,39 MWh

Putkiston lämpöhäviö yhteensä: 358,1 W
Vuositainen lämpöhäviö: 3,13 MWh