

Opinnäytetyö (AMK)

Tekniikan insinööri | LVI-tekniikka

2020

Koivisto Kimmo

KESKITETYN JA HAJAUTETUN ILMANVAIHDON KUSTANNUSVERTAILU ASUINKERROSTALOTUOTAN- NOSSA

Kimmo Koivisto

KESKITETYN JA HAJAUTETUN ILMANVAIHDON KUSTANNUSVERTAILU ASUINKERROSTALOTUOTANNOSSA

Rakennuskustannusten nousu jatkaa kulkuaan ylöspäin ja asuntojen hinnat alkava jo karkaamaan tavallisten työssäkäyvien ihmisten ulottumattomiin. Tämän vuoksi myös ilmanvaihdon kustannuksia on syytä tarkastella.

Rakentamisen kustannuksia joudutaan hyvin usein tarkastelemaan jo ennen taloteknisen suunnitteluna aloitusta. Pelkästään pohjapiirustusten perusteella on hyvin vaikea saavuttaa riittävän tarkka tieto mikä ja minkälainen ilmanvaihtoratkaisu on kustannustehokkainta toteuttaa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää eri ilmanvaihtoratkaisujen kustannuksia asuinkerrostalotuotannossa ja luoda tuloksista helppokäyttöinen vertailutaulukko.

Asuinkerrostaloissa asuntojen ilmanvaihto on hyvin samanlaista rakennuksesta riippumatta. Eroja syntyy vain mistä ja miten ilmaa tuodaan ja poistetaan asunnoista.

Opinnäytetyössä vertailutietoja kerättiin viiden eri rakennuksen ilmanvaihtosuunnitelmista ja niistä valikoitiin mahdollisimman yleiskattava kokonaisuus, joka perusteella kustannusvertailu voitiin toteuttaa.

Tavoitteena oli luoda kustannusvertailutaulukko, johon syöttämällä tietoja saadaan eri ilmanvaihtoratkaisujen kustannukset selvitettyä, vaikka rakennuksen ilmanvaihdon suunnittelua ei olisi vielä aloitettu.

Taulukossa pystytään vertailemaan asuntojen ilmanvaihdon materiaali- ja asennuskustannuksia eri huoneistotyyppien mukaan. Taulukosta löytyy myös yleisten tilojen ilmanvaihdon kustannustieto, jolloin kokonaiskustannustietoa on saatavilla jo hankkeen varhaisessa vaiheessa.

ASIASANAT:

Keskitetty ilmanvaihto, hajautettu ilmanvaihto, kustannuslaskenta

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

HVAC Engineering

2020 | 68 pages, 31 pages in appendices

Koivisto Kimmo

COST COMPARISON OF CENTRALIZED AND DISTRIBUTED VENTILATION IN RESIDENTIAL BUILDING PRODUCTION

The rise in construction costs will continue to move upwards and housing prices are already starting to escape out of the reach of ordinary working people. Therefore, the cost of ventilation should also be considered.

The cost of construction very often must be considered even before starting as engineering design. Based on the floor plans alone, it is very difficult to obtain sufficiently accurate information on which and what kind of ventilation solution is most cost-effective to implement.

The aim of this thesis was to find out the costs of different ventilation solutions in apartment building production and to create an easy-to-use comparison table of the results.

In apartment buildings, the ventilation of apartments is very similar regardless of the building. Differences arise only from where and how air is brought in and removed from homes.

In this thesis, comparative information was collected from the ventilation plans of five different buildings and the most comprehensive entity possible was selected from which the cost comparison could be carried out.

The aim was to create a cost comparison table in which, by entering data, the costs of different ventilation solutions can be determined even if the planning of the building's ventilation has not yet begun.

The table makes it possible to compare the material and installation costs of apartment ventilation according to different apartment types. The table also contains cost information for the ventilation of public spaces, in which case total cost information is available at an early stage of the project.

KEYWORDS:

Centralized ventilation, distributed ventilation, cost accounting

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	1
2 RAKENTAMISKUSTANNUSTEN KEHITYS	3
3 KUSTANNUSLASKENNAN MENETELMÄT JA VERTAILTAVAT RATKAISUT	6
4 KUSTANNUSLASKENNAN TOTEUTUS JA LÄHTÖTIEDOT	13
5 YKSIKKÖHINTOJEN MUODOSTUS JA NIIDEN SISÄLTÖ	19
5.1 Asuntojen sisäiset kanavoinnit	19
5.2 Raitis- ja jäteilma kanavat yhdistelmäsäleiköltä	22
5.3 Raitisilma ulkoseinältä ja jäteilma vesikatolle.	24
5.4 Keskitetty Ilmanvaihto	28
5.5 Kylpyhuone-elementti	32
5.6 Erillis-WC	32
5.7 Väestönsuoja	33
5.8 Talopesula	34
5.9 Porrashuone	34
5.10 Irtainvarasto	35
6 MATERIAALIMÄÄRÄT JA KUSTANNUKSET	37
6.1 Hajautetun ilmanvaihdon asuntojen sisäiset kanavoinnit	37
6.1.1 1H+KT	37
6.1.2 2H+KT	39
6.1.3 3H+KT	40
6.1.4 4H+KT	41
6.2 Raitis- ja jäteilmakanavointi yhdistelmäsäleikölle	43
6.2.1 1h+kt	43
6.2.2 2h+kt	44
6.2.3 3h+kt	45
6.2.4 4h+kt	46
6.3 Raitisilma kanavoituna ulkosäleikölle ja jäteilma kanavoituna vesikatolle	47
6.3.1 1h+kt	47
6.3.2 2h+kt	48
6.3.3 3h+kt	49

6.3.4 4h+kt	50
6.3.5 Vesikatto	51
6.4 Keskitetty ilmanvaihto	52
6.4.1 Asuntojen sisäiset kanavoinnit	52
6.4.2 Vesikatto	54
6.5 Kylpyhuone-elementti	56
6.6 Erillis-WC	57
6.7 Väestönsuoja	58
6.8 Talopesula	59
6.9 Porrashuone	60
6.10 Irtainvarasto	62
7 LOPPUTULOS	64
8 POHDINTA	67
9 LÄHDELUETTELO	68

LIITTEET

- Liite 1. Hajautettu ilmanvaihto laskentalaajuus PK 1 1H+KT asunto B71
- Liite 2. Hajautettu ilmanvaihto laskentalaajuus Kaiku 2 1H+KT asunto D20
- Liite 3. Hajautettu ilmanvaihto laskentalaajuus PK 1 2H+KT asunto B74
- Liite 4. Hajautettu ilmanvaihto laskentalaajuus Kaiku 2 2H+KT asunto C5
- Liite 5. Hajautettu ilmanvaihto laskentalaajuus PK 1 3H+KT asunto B70
- Liite 6. Hajautettu ilmanvaihto laskentalaajuus Kaiku 2 3H+KT asunto D21
- Liite 7. Hajautettu ilmanvaihto laskentalaajuus PK1 4H+KT asunto B73
- Liite 8. Hajautettu ilmanvaihto laskentalaajuus Kaiku 2 4H+KT asunto D18
- Liite 9. Kanavointi yhdistelmäsäleikölle laskentalaajuus PK 1 1 h+kt asunto B71
- Liite 10. Kanavointi yhdistelmäsäleikölle laskentalaajuus Kaiku 2 1 h+kt asunto D20.
- Liite 11. Kanavointi yhdistelmäsäleikölle laskentalaajuus PK 1 2 h+kt asunto B74.
- Liite 12. Kanavointi yhdistelmäsäleikölle laskentalaajuus Kaiku 2 2 h+kt asunto C5.

- Liite 13. Kanavointi yhdistelmäsäleikölle laskentalaajuus PK 1 3 h+kt asunto B70.
 Liite 14. Kanavointi yhdistelmäsäleikölle laskentalaajuus Kaiku 2 3 h+kt asunto D21.
 Liite 15. Kanavointi yhdistelmäsäleikölle laskentalaajuus PK 1 4 h+kt asunto B73.
 Liite 16. Kanavointi yhdistelmäsäleikölle laskentalaajuus Kaiku 2 4 h+kt asunto D18.
 Liite 17. Laskentalaajuus Helmililja 1 h+kt asunto A2.
 Liite 18. Laskentalaajuus Helmililja 2 h+kt asunto A1.
 Liite 19. Laskentalaajuus Helmililja 3 h+kt asunto A3.
 Liite 20. Laskentalaajuus Helmililja 4 h+kt asunto A4.
 Liite 21. Laskentalaajuus Helmililja vesikatto.
 Liite 22. Laskentalaajuus Jänöloikka 1 h+kt asunto A16.
 Liite 23. Laskentalaajuus Jänöloikka 2 h+kt asunto A15.
 Liite 24. Laskentalaajuus Jänöloikka 3 h+kt asunto A17.
 Liite 25. Laskentalaajuus Jänöloikka 4 h+kt asunto A13.
 Liite 26. Laskentalaajuus Jänöloikka vesikatto.
 Liite 27. Laskentalaajuus erillis-WC PK 1 asunto B73.
 Liite 28. Laskentalaajuus VSS Postinkantaja 2
 Liite 29. Laskentalaajuus talopesula Postinkantaja 2.
 Liite 30. Laskentalaajuus porrashuone Postinkantaja 2 1.kerros.
 Liite 31. Laskentalaajuus porrashuone Postinkantaja 2 2.kerros.

KUVAT

Kuva 1. Jcad määrälaskentaohjelma.	7
Kuva 2. Hajautettu ilmanvaihto raitisilma asunnon ulkoseinältä ja poistoilma vesikatolle.	8
Kuva 3. Hajautettu ilmanvaihto tuloilma ja poistoilma kanavoitu asunnon ulkoseinälle..	9
Kuva 4. Keskitetty ilmanvaihto.	10
Kuva 5. Tehdasvalmis ilmavaihtokonehuone (FläktWoods).	12
Kuva 6. Vantaan helmililja.....	14
Kuva 7. As Oy Postinkantaja 2.....	16
Kuva 8. As Oy Helsingin Kaiku 2.	16
Kuva 9. As Oy Vantaan Jänöloikka.....	17
Kuva 10. NORDDuck-pyöreä kanavajärjestelmä (ETS Nord, 2020).....	20
Kuva 11. Esimerkki määrälaskennan laajuudesta.	20
Kuva 12. Tuloilmaventtiili Clik (Climecon, 2020).....	21
Kuva 13. Poistoilmaventtiili KSO (FläktGroup, 2020).	21
Kuva 14. Liesikupu Ilox Satava (FläktGroup, 2020).	21
Kuva 15. Esimerkki raitis- ja jäteilmakanavien määrälaskentalaajuudesta.	22
Kuva 16. Solukumieristeletku (HL Tech Oy, 2020).....	23
Kuva 17. Puhdistusluukku (ETS Nord, 2020).	23
Kuva 18. UPSI yhdistelmäsäleikkö (Climecon, 2020).....	24
Kuva 19. Esimerkki raitisilma ulkoseinältä ja jäteilma vesikatolle asunnon osalta.	25
Kuva 20. Määrälaskennan laajuus vesikatolla.....	26
Kuva 21. Ulospuhallushajottaja (FläktGroup, 2020).	26
Kuva 22. Ristiinmenokappale (ETS Nord, 2020).....	27
Kuva 23. ELPO-hormi.....	27
Kuva 24. Verkkovillamatto (Paroc, 2020).	28

Kuva 25. Esimerkki määrälaskennan laajuudesta.	29
Kuva 26. Kantikas äänenvaimennin OKVDP (Onninen, 2020).	29
Kuva 27. Tuloilmahajotin STQA (FläktGroup, 2020).	30
Kuva 28. Säätopelti KRI (ETS Nord, 2020).	30
Kuva 29. Liesikupu Swegon Casa Blues (Swegon, 2020).	30
Kuva 30. Määrälaskennan laajuus.	31
Kuva 31. Enervent Salla (Enervent, 2020).	32
Kuva 32. Erillis-WC:n määrälaskennan laajuus.	33
Kuva 33. Tuloilmaventtiili KTS (FläktGroup, 2020).	34
Kuva 34. Swegon W3 Smart (Swegon, 2020).	34
Kuva 35. Irtainvaraston määrälaskennan laajuus.	36
Kuva 36. Taulukkolaskentaohjelman etulehti.	65

TAULUKOT

Taulukko 1. Asuinkerrostalon rakennuskustannusindeksin vuosittainen muutos vuosina 1990–2019 (Tilastokeskus, 2020).	3
Taulukko 2. Asuntojen hintakehitys talotyypeittäin vuosina 2005–2019 (Rakennusteollisuus, 2020).	4
Taulukko 3. Asuntojen hinnat suhteessa ansiotasoon vuosina 1988–2019 (Rakennusteollisuus, 2020)	5
Taulukko 4. Hajautetun ilmanvaihdon asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalmäärät 1h+kt.	38
Taulukko 5. Hajautetun ilmanvaihdon asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalmäärät 2h+kt.	39
Taulukko 6. Hajautetun ilmanvaihdon asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalikustannus ja asennuksen normitunnit 2h+kt.	40
Taulukko 7. Hajautetun ilmanvaihdon asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalmäärät 3h+kt.	40
Taulukko 8. Hajautetun ilmanvaihdon asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalikustannus ja asennuksen normitunnit 3h+kt.	41
Taulukko 9. Hajautetun ilmanvaihdon asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalikustannus ja asennuksen normitunnit 4h+kt	42
Taulukko 10 Asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalmäärät yhdistelmäsäleikölle 1h+kt.	43
Taulukko 11. Asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalmäärät yhdistelmäsäleikölle 2h+kt	44
Taulukko 12. Asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalikustannus ja asennuksen normitunnit yhdistelmäsäleikölle 2h+kt	45
Taulukko 13. Asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalmäärät yhdistelmäsäleikölle 3h+kt	45
Taulukko 14. Asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalikustannus ja asennuksen normitunnit yhdistelmäsäleikölle 3h+kt	46
Taulukko 15: Asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalmäärät yhdistelmäsäleikölle 4h+kt	46
Taulukko 16. Asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalikustannus ja asennuksen normitunnit yhdistelmäsäleikölle 4h+kt	47

Taulukko 17. Materiaalimäärät As Oy Helmililja asunto A2	47
Taulukko 18. Materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit As Oy Helmililja asunto A2.	48
Taulukko 19. Materiaalimäärät As Oy Helmililja asunto A1.	48
Taulukko 20. Materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit As Oy Helmililja asunto A1.	49
Taulukko 21. Materiaalimäärät As Oy Helmililja asunto A3,	49
Taulukko 22. Materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit As Oy Helmililja asunto A3.	50
Taulukko 23. Materiaalimäärät As Oy Helmililja asunto A4	50
Taulukko 24. Materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit As Oy Helmililja asunto A4.	51
Taulukko 25. Materiaalimäärät As Oy Helmililja A-porras vesikatto.	51
Taulukko 26. Materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit As Oy Helmililja asunto A-porras vesikatto.	52
Taulukko 27. Materiaalimäärät As Oy Vantaan jänöloikka asunnot A13, A15, A16, A17	52
Taulukko 28. Materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit As Oy Vantaan Jänöloikka asunnot A13, A15, A16, A17.	53
Taulukko 29. Materiaalimäärät As Oy Jänöloikka vesikatto,	54
Taulukko 30. Materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit As Oy Vantaan Jänöloikka vesikatto.	55
Taulukko 31. Kylpyhuonetilaelementtien materiaalimäärät.	56
Taulukko 32. Kylpyhuonetilaelementtien materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit.	57
Taulukko 33. Erillis-wc:n materiaalimäärät.	58
Taulukko 34. Erillis-wc:n materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit.	58
Taulukko 35. Väestönsuojan materiaalimäärät.	59
Taulukko 36. Väestönsuojan materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit.	59
Taulukko 37. Talopesulan materiaalimäärät.	60
Taulukko 38. Talopesulan materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit.	60
Taulukko 39. Porrashuoneen materiaalimäärät.	60
Taulukko 40. Porrashuoneen materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit.	61
Taulukko 41. Irtainvaraston materiaalimäärät.	62
Taulukko 42. Irtainvaraston materiaalikustannus ja asennuksen normitunnit.	63
Taulukko 43. Hajautetun ja keskitetyn ilmanvaihdon kustannusvertailu.	66

1 JOHDANTO

Hyvä sisäilma on yksi asuinviihtyvyyden tärkeimmistä asioista. Ihmiset tuottavat hengittäessään ilmaan hiilidioksidia ja myös rakennuksessa itsessään syntyy epäpuhtauksia, joita ei voida kokonaan poistaa. Tämän vuoksi on ilmanvaihdolla suuri merkitys sisäilman puhtauteen ja asuinviihtyvyyteen.

Ilmanvaihdon tehtävänä on poistaa ilmasta epäpuhtauksia ja pitää hiilidioksidin ja vesihöyryn määrä sellaisella tasolla, ettei sisäilma aiheuta haittaa terveydelle eikä rakennukselle. (Sisäilmayhdistys ry, 2020)

Ilmanvaihdon periaatteena onkin tuoda raitista ilmaa sellaisiin tiloihin, joissa oleskellaan ja poistaa ilmaa epäpuhtauksia esiintyviltä alueilta esimerkiksi WC-tiloista, pesuhuoneista ja keittiöistä. (Sisäilmayhdistys ry, 2020)

Hyvän sisäilman toteuttamiseksi on sisäilmayhdistys määrittellyt asunnon eri huoneille perusilmanvaihdon määrän. Tällä määrittelyllä varmistetaan, että jokaiseen oleskelutilaan tuodaan riittävästi puhdasta ilmaa. (Sisäilmayhdistys, 2018)

Jokainen rakennushanke on erilainen mutta tavoite kaikissa on kuitenkin saada pidettyä rakennuskustannukset sellaisella tasolla, että asuntojen hinnat eivät karkaisi asuntojen hankkimista kaavailleiden ihmisten ulottumattomiin, tinkimättä sisäilman laadusta.

Rakentamisen kustannustietoa tarvitaan jo hyvin varhaisessa vaiheessa, tilanteessa, jossa suunnittelu on vasta alkuvaiheessa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda helppokäyttöinen vertailutaulukko, jossa tuodaan esiin eri ilmanvaihtoratkaisujen kustannusvaikutusta rakennushankkeessa. Vertailutaulukko luodaan taulukkolaskentaohjelmalla, jolloin tietojen käsittely ja muuttaminen mahdollistuu.

Tarkasteltavat ratkaisut ovat:

- Keskitetty ilmanvaihto, jossa asuntoja yhteisesti palveleva ilmanvaihtokone on sijoitettu vesikatolle
- Hajautettu ilmanvaihto, jossa jokaisessa asunnossa on oma vain kyseistä asuntoa palveleva ilmanvaihtokone ja jonka raittiin ilman otto on otettu asunnon ulkoseinältä ja jäteilman on puhallettu vesikatolla olevaan ulospuhalluslaitteeseen

- Hajautettu ilmanvaihto, jossa jokaisessa asunnoissa on oma vain kyseistä asuntoa palveleva ilmanvaihtokone ja jonka raittiin ilman otto ja jäteilman ulospuhallus on toteutettu asunnon ulkoseinälle asennetusta yhdistelmäventtiilistä.

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan myös asuinrakennuksen yleisten tilojen ilmanvaihdon kustannuksia. Yleisten tilojen kustannuksia tarkastellaan seuraavilta osin:

- Talopesula
- Ulkoiluvälinevarasto
- Väestönsuoja
- Porrashuone

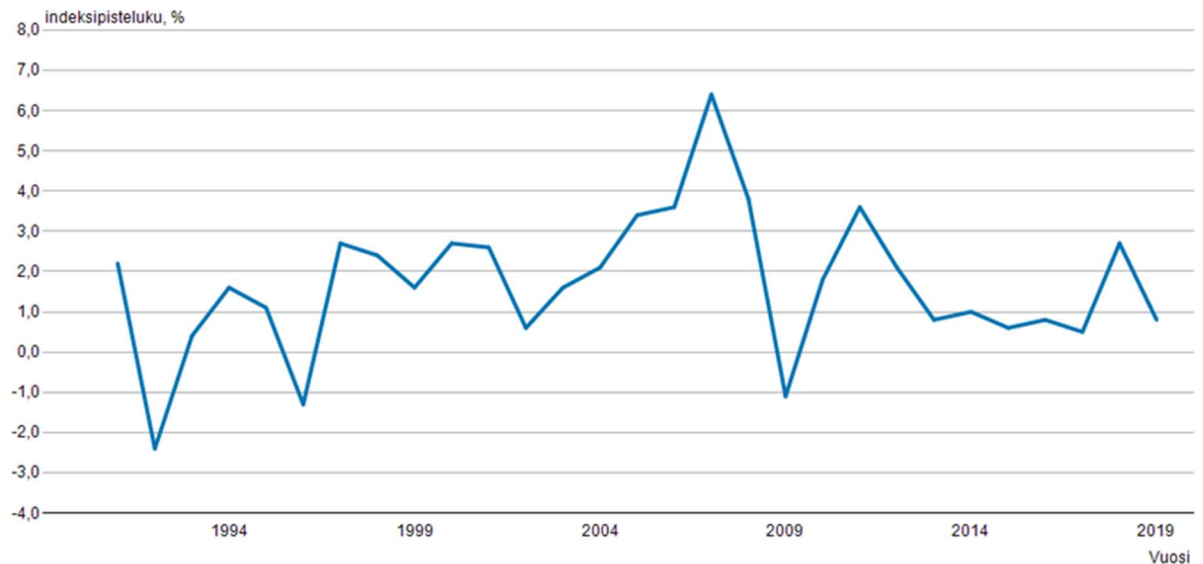
2 RAKENTAMISKUSTANNUSTEN KEHITYS

Rakentamisen kustannukset ovat jatkaneet nousua 2000 luvulla Tämä selviää tilastokeskuksen tilastoimasta rakennuskustannusindeksistä.

Alla olevassa taulukossa 1 on esitetty rakennuskustannusindeksin muutokset 1990 luvulta 2019 luvulle.

Taulukko 1. Asuinkerrostalon rakennuskustannusindeksin vuosittainen muutos vuosina 1990–2019 (Tilastokeskus, 2020).

Rakennuskustannusindeksi talotyypeittäin 1990=100 muuttujina Vuosi. 01 Asuinkerrostalo, Vuosimuutos, %.



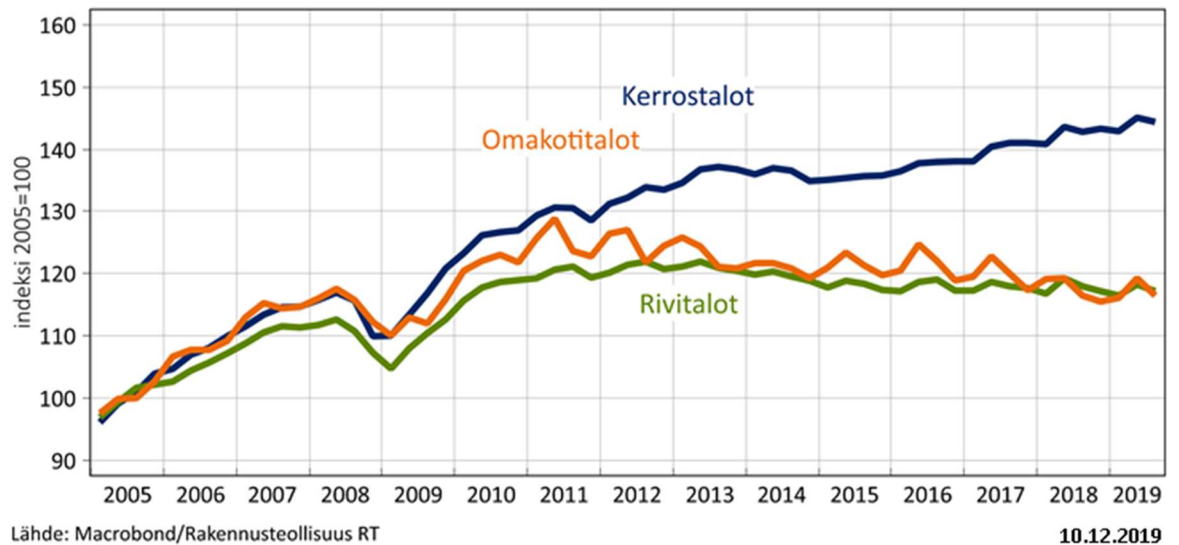
Lähde: Rakennuskustannusindeksi, Tilastokeskus

Taulukosta voidaan todeta, että rakennuskustannukset heilahtelevat suuresti eri vuosina mutta pääsääntöisesti kustannukset ovat nousseet vuosittain.

Kustannusten nousu näkyy suoraan asuinkerrostalojen rakentamiskustannuksissa ja sitä kautta asuntojen neliöhinnoissa. Rakennusteollisuus tilastoi hintakehitystä ja kehityksen suunta näkyy heidän 10.12.2019 julkaisemassa tilastossa. (taulukko 2).

Taulukko 2. Asuntojen hintakehitys talotyypeittäin vuosina 2005–2019 (Rakennusteollisuus, 2020).

Asuntojen hinnat



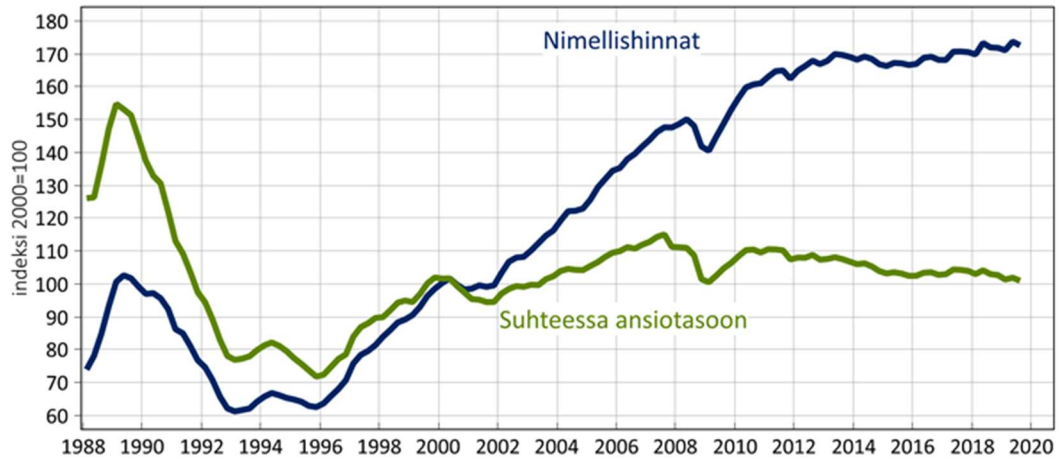
Tilastossa on huomionarvoista se, että asuinkerrostalojen asuntojen hinnat ovat nousseet huomattavasti enemmän kuin muiden asumismuotojen.

Asuntojen hintojen nousun myötä ovat hinnat karkaamassa jo tavallisen työssäkäyvän ihmisen ulottumattomiin.

Tämä selviää Rakennusteollisuuden tilastosta, jossa asuntojen hintoja on suhteutettu ansiotasoon (taulukko 3)

Taulukko 3. Asuntojen hinnat suhteessa ansiotasoon vuosina 1988–2019
(Rakennusteollisuus, 2020)

Asuntojen hinnat



Lähde: Macrobond/Rakennusteollisuus RT

10.12.2019

Bonava yhtenä suomen suurimmista asuinkerrostalojen rakennuttajista on strategiasaan määrittänyt yhdeksi suurimmista tavoitteistaan rakennuttaa parempia koteja ja asuinympäristöjä monille.

Tämän toteuttamiseksi Bonava pyrkii jatkuvasti etsimään ratkaisuja, joilla rakennuskustannusten nousu ja sitä kautta asuntojen hintataso pystyttäisiin pitämään sellaisena, että mahdollisimman monella olisi mahdollisuus hankkia asunto. (Bonava, 2020)

Tavoitteen saavuttamiseksi on myös talotekniikan ratkaisujen kustannuksia tarkasteltava, jotta hankkeille löydetään kustannustehokkain vaihtoehto.

3 KUSTANNUSLASKENNAN MENETELMÄT JA VERTAILTAVAT RATKAISUT

Rakennushanketta ideoitaessa on jo pystyttävä arvioimaan mitä kustannukset tulevat olemaan. Rakennushankkeen onnistumista mitataankin kustannushallinnan kautta, jonka vuoksi kustannuslaskentaa suoritetaan hankkeen eri vaiheissa.

Rakennusalalla kustannuslaskennassa käytetään pääasiassa neljää menetelmää. (Talorakennusteollisuus ry, 2018 s. 36)

1. Projektien vertaamiseen perustuvia, jossa pyritään hyödyntämään aikaisempaa tietoa saman kaltaisten hankkeiden kustannuksista. Menetelmällä saadaan karkea kustannustieto, kunhan hankkeet ovat vertailukelpoiset.
2. Projektien laajuuteen perustuvia arvioita, jossa kustannuslaskenta perustuu aiempiin pinta-ala ($\text{€}/\text{m}^2$) ja tilavuus ($\text{€}/\text{m}^3$) tietoihin. Kyseistä menetelmää pystytään käyttämään, kun suunnittelu on edennyt sellaiseen vaiheeseen, että pinta-aloja ja tilavuuksia pystytään laskemaan.
3. Rakennus- ja tuoteosien määriin ja hintoihin perustuvia. Tätä menetelmää pystytään käyttämään suunnitteluvaiheen kustannuslaskennan lisäksi myös tarjouslaskennassa ja hankinnassa, kun vertaillaan eri tuotteiden hankintakustannuksia. Määrälaskenta suoritetaan piirustuksista tai jos hankkeesta on tehty tietomalli, pystytään määrälaskenta suorittamaan tietomallia hyödyntämällä.
4. Suorite- ja panostason laskentaan perustuvia. Menetelmää käytettäessä on tunnettava rakennusosien valmistamisen työmenetelmät, materiaalitiedot sekä mekkitiedot.

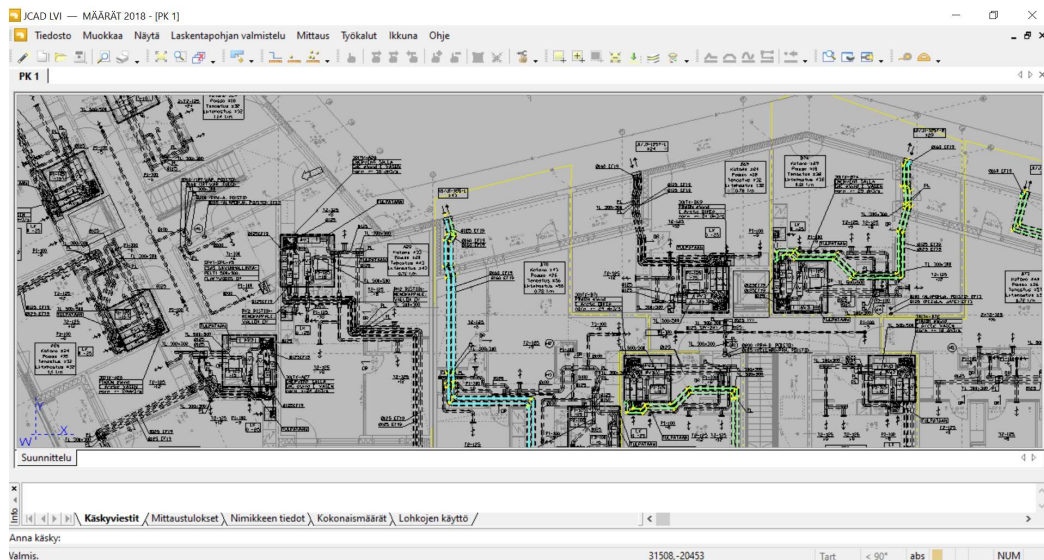
Tässä opinnäytetyössä kustannusvertailussa käytetään rakennusosiin perustuvaan menetelyä, joka painottuu metreihin ja kappalemääriin.

Rakennusosalaskenta suoritetaan siihen valikoitujen viiden eri asuinkerrostalon ilmanvaihtosuunnitelmista. Asuinkerrostalojen valikoinnilla on pyritty saavuttamaan keskimääräinen materiaalimenekki, joka olisi riittävän kattava ja sopii useimpiin hankkeisiin.

Asennustyön hinnoittelussa on hyödynnetty rakennusliiton julkaisemaa LVI-työehtosopimusta, jossa putki-, ilmanvaihto ja eristystöiden asennusajat on jaoteltu materiaalien ja eri asennustilanteiden mukaan. Asennusajat perustuvat metreihin, kappaleisiin, erilaisiin

asennuskokonaisuuksiin ja painoihin. (LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry, Rakennusliitto ry).

Materiaalien menekkitietojen keräämisessä on hyödynnetty kustannuslaskentaan valikoitujen asuinkerrostalojen valmiita suunnitelmia ja materiaalien määrien selvittämiseksi on käytetty JCad LVI ohjelmistoa, jolla pystytään keräämään määriä PDF-tiedostoista.



Kuva 1. Jcad määrälaskentaohjelma.

Tässä opinnäytetyössä kustannusvertailu on toteutettu vertailemalla kolmea erilaista ilmanvaihtoratkaisua.

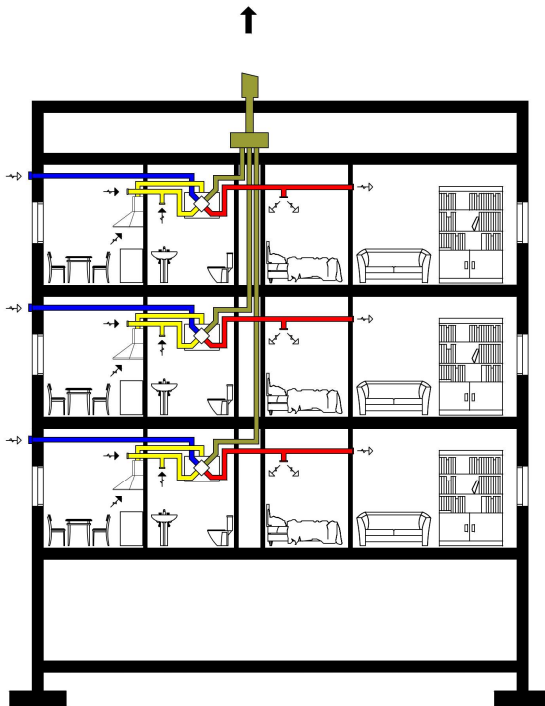
Jokaisessa vaihtoehdossa asuntojen sisäiset kanavistot pääosin samanlaiset. Eroavaisuudet syntyvät raittiin ilman ja jäteilman kanavistojen suhteen riippuen siitä, miten kanavointi suoritetaan sekä kanaviston varusteista (palopellit, säätöpellit, äänenvaimentimet).

Tarkasteltavat vaihtoehdot ovat seuraavat:

1. Hajautettu ilmanvaihto

Kustannusvertailussa hajautetun ilmanvaihdon osalta käytetään kahta erilaista ratkaisua.

1.1 Hajautettu ilmanvaihto raitisilma ilmanvaihtokoneelle on kanavoituna asunnon ulkoseinältä ja poistoilma kanavoituna vesikatolle.



Kuva 2. Hajautettu ilmanvaihto raitisilma asunnon ulkoseinältä ja poistoilma vesikatolle.

Tässä ratkaisussa jokaisessa huoneistossa on oma pelkästään kyseistä asuntoa palveleva ilmanvaihtokone. Ilmanvaihtokoneina käytetään Enerventin Pinion tai Salla ilmanvaihtokoneita.

Ilmanvaihtokoneet ovat lämmöntalteenottokennolla varustettuja ja niiden asuntokohtaiseen valintaan vaikuttaa asunnon tulo- ja poistoilmamäärät.

Asuntokohtaisen ilmanvaihtokoneen sijoituspaikkana on asunnon kylpyhuone.

Ilmanvaihtokone ottaa raittiin ulkoilman asunnon ulkoseinällä olevalta säleiköltä, josta se kanavoidaan ilmanvaihtokoneelle.

Ulkoilman ottaminen voi kuitenkin 1.kerroksen asuntojen kohdalla tuottaa vaikeuksia, jos asunnon ulkoseinä rajoittuu sellaiselle alueelle, jossa ilmassa esiintyy epäpuhtauksia. Tällaisia ovat esimerkiksi vilkasliikenteiset katualueet. Tällöin ulkoilman otto täytyy kanavoida muihin suuntiin oleville ulkoseinille. Tämän toteuttamiseksi kanavoiteja voidaan joutua viemään viereisten asuntojen kautta.

Poistoilma kuljetetaan omilla kanavilla pystyhormeissa vesikatolla sijaitsevaan ulospuhalluslaitteeseen.

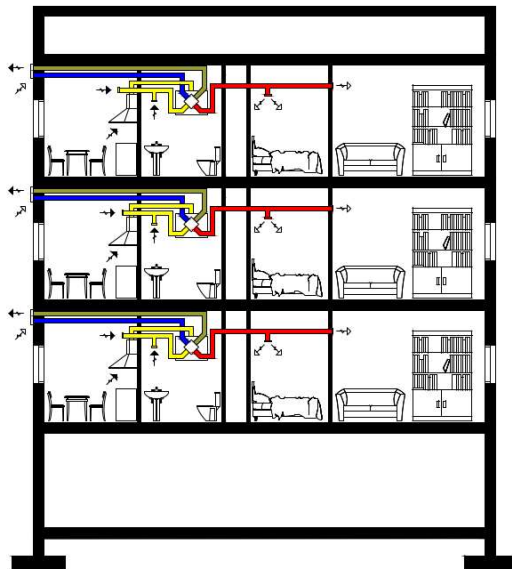
Ilmanvaihdon tuloilmapäätelaitteina käytetään Fläkt Woods:in STQA ja KTS sekä Climeconin Clic tuloilmaventtiilejä. Poistoilmaventtiileinä Fläkt Woods:in KSO-venttiilejä

Pystyhormeina käytetään valmiita elpo-hormeja, joiden koko ja kanavamäärä riippuu alapuolisten asuntojen määristä.

Tämän ilmanvaihdon ratkaisu mahdollistaa asuntokohtaisen ilmanvaihdon ohjauksen. Asukas voi itse vaikuttaa ilmanvaihdon määrään asunnossa sijaitsevan ohjauskytkimen kautta.

Asukkaalla on mahdollisuus tehostaa ilmanvaihtoa tarvittaessa 30 % kääntämällä ohjauskytkin tehostusasentoon. Vastavuoroisesti asukkaalla on mahdollisuus pienentää ilmanvaihdon määrää 60 % esimerkiksi silloin, kun asunnossa ei olekella, kääntämällä kytkin poissa-asentoon.

1.2 Hajautettu ilmanvaihto tuloilma ja poistoilma kanavoituna ulkoseinän säleikölle



Kuva 3. Hajautettu ilmanvaihto tuloilma ja poistoilma kanavoituna asunnon ulkoseinälle.

Tämä ratkaisu poikkeaa edellisestä asuntokohtaisen ilmanvaihtokoneen ulkoilman ja koneelta lähtevän jäteilman kanavoinnin osalta. Ilmanvaihtokoneen ulkoilma ja jäteilma kanavoidaan asunnon ulkoseinällä olevaan yhdistelmäsäleikköön. Yhdistelmäsäleikössä ulkoilma otetaan säleikön alapuolelta ja jäteilma puhalletaan säleiköstä suoraan eteenpäin. Ulospuhalluksessa on erityisen tärkeää, että poistoilmavirta on riittävän suuri, jotta jäteilma kulkeutuu tarpeeksi kauas estäen sen sekoittumasta raittiin ilman kanssa.

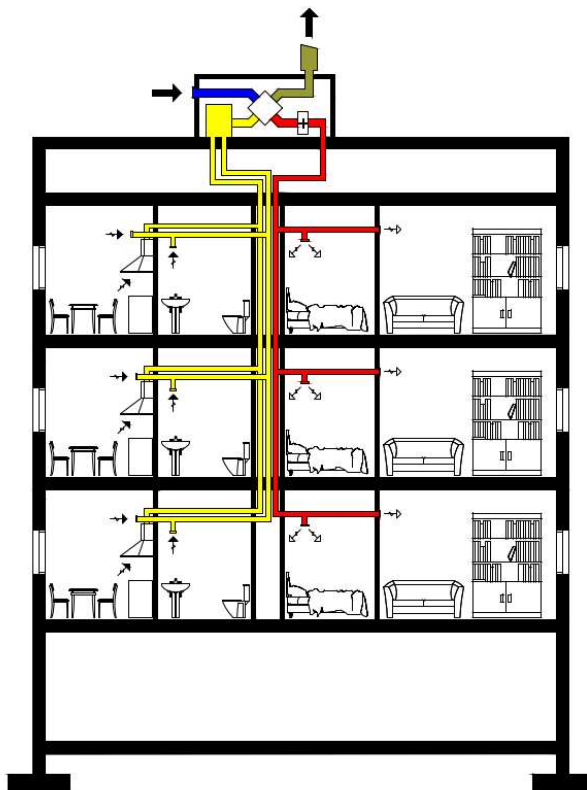
Tämän ratkaisun käyttöön vaikuttaa suuresti eri paikkakuntien rakennusvalvontojen tulkinat. Kaikkien paikkakuntien viranomaiset eivät tällä hetkellä hyväksy yhdistelmäsäleikön käyttöä.

Asunnon sisäinen kanavointi ilmanvaihtokoneeseen suoritetaan samalla tavalla kuin edellisessäkin vaihtoehdossa.

Asunnon ilmanvaihtokoneina käytetään ilmamäärin mukaan Enervent Pinion tai Enervent Salla ilmanvaihtokoneita ja päätelaitteet kuten edellisessäkin vaihtoehdossa.

2. Keskitetty ilmanvaihto

Keskitetty ilmanvaihto toteutettuna tehdasvalmiilla IV-konehuoneella.



Kuva 4. Keskitetty ilmanvaihto.

Keskitettyssä ilmanvaihdossa ilmanvaihtokone on sijoitettu rakennuksen vesikatolle.

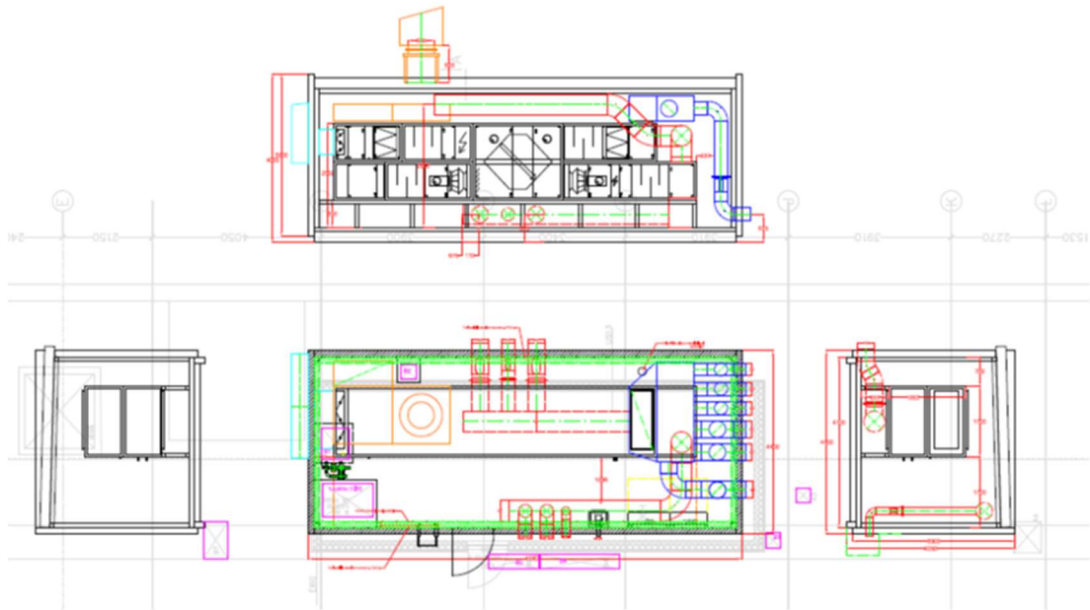
Vesikatolla oleva tulo- ja poistoilmanvaihtokone siirtää raitista ilmaa asuntoihin pystyhormeihin sijoitetuilla kanavilla asuntojen oleskelutiloihin. Vastaavasti poistoilma siirtyy asuntojen keittiö- ja wc-tiloista pystyhormeissa vesikatolla olevaan yhteiseen kammioon ja sitä kautta jäteilman ulospuhalluslaitteeseen. Yhdessä pystyhormiin sijoitetussa kanavassa voidaan siirtää tulo- ja poistoilmaa ilmaa useammasta asunnosta ja kanavointi toimii ns. yhteiskanavointina.

Yhteiskanavoinnissa on huomioitava palomääräykset. Palomääräyksillä pyritään estämään tulipalon ja siitä aiheutuvien savukaasujen leviäminen asuntojen välillä. Palon rajoittimena voidaan käyttää siihen tarkoitukseen soveltuvia päätelaitteita koska ilmavirrat asunnoissa ovat suhteellisen pieniä. Päätelaitteina kustannuslaskennassa käytetään samoja päätelaitteita kuin huoneistokohtaisissa vaihtoehtoissa.

Ilmanvaihdon säätömahdollisuus keskitetyssä ilmanvaihdossa on rajoitettu. Asuntojen liesikuvulta pystytään ohjaamaan vain 30 % tehostettua poistoilmanvaihtoa avaamalla ja sulkemalla liesikuvun mekanisme. Ilmanvaihtokone tunnistaa avattujen liesikupujen määrän mukaan kanaviston paine-eron muuttumisen. Kun liesikupu avataan ilmanvaihtokoneen automatiikka nostaa puhaltimien kierrosnopeutta pitääkseen automatiikan määrittelemän painetason tulo- ja poistoilmakanavissa. Liesikupuna keskitetyn ilmanvaihdon kustannuksia määriteltäessä on Swegon Casa Blues, joka on varustettuna rasvanerottimella, savunrajoittimella, äänenvaimennuslaatikolla sekä ajastinkäyttöisellä tehostusläpällä.

Tehdasvalmiissa ilmanvaihtokonehuoneessa on tulo- ja poistokanaviin asennettu äänenvaimentimet, mutta asuntokohtaiset lisääänenvaimennukset ovat tarpeelliset, ettei kanavistoon kohdistuva puhaltimen aiheuttama ääni kulkeudu asuintiloihin aiheuttaen häiritsevää melua. Äänenvaimentimien määrä asunnoissa on kuitenkin vähäisempi kuin keskitetyssä ilmanvaihdossa johtuen raittiin ilman ja jäteilman äänenvaimennuksesta, joka on toteutettu valmiissa ilmanvaihtokonehuoneessa.

Keskitetyn ilmanvaihdon kustannusten arvioinnissa ilmanvaihtokoneena käytetään rakennuksen vesikatolle sijoitettavaa tehdasvalmista IV-konehuonetta



Kuva 5. Tehdasvalmis ilmastovaihtokonehuone (FläktWoods).

Tehdasvalmis IV-konehuone on kokonaisuus, jossa kaikki asuntojen ilmanvaihtoon tarvittavat komponentit on kasattu tehdasolosuhteissa käynnistysvalmiiksi kokonaisuudeksi

IV-konehuone sisältää:

5. ilmanvaihdon tuloilmakoneen, joka on varustettuna vesikiertoisella lämmityspatterilla pumppuryhmineen tuloilman lämmittämiseksi ennen asuntoihin puhaltamista.
6. poistoilmakoneen, jolla asuntojen jäteilma siirretään pois asunnoista.
7. nestekiertoisen lämmön talteenottopatterin pumppausryhmineen, jolla poistoilmaasta siirretään lämpöä esilämmittämään tuloilmakoneelle tulevaa ulkoilmaa.
8. ilmanvaihtokoneiden toimitaan tarvittavan automatiikan.
9. toimintojen tarvitsemat sähköliitännät ryhmäkeskuksineen.

4 KUSTANNUSLASKENNAN TOTEUTUS JA LÄHTÖTIEDOT

Kustannuslaskenta toteutetaan käyttämällä viiden eri asuinkerrostalon lvi-suunnitelmia. Näiden suunnitelmien vertailun kautta pyritään muodostamaan erilaisia kokonaisuuksia, joita yhdistelemällä saadaan aikaiseksi yksikköhintoja.

Yksikköhinnat pitävät sisällään kyseisen kokonaisuuden ilmanvaihtoon liittyvien työsuoritteiden työnkestit sekä tarvittavat materiaalit. Työnkestojen määrittämisessä käytetään Rakennusliiton talotekniikka-alan työehtosopimuksessa määritellyjä normituntiaikoja. Työn kustannus määritellään kertomalla työsuoritteeseen tarvittavat normituntiajat erikseen määritettävällä tuntihinnalla.

Materiaalien hinnoittelussa käytetään vähittäismyyjien verkkokauppoja. Hinnoittelussa huomioidaan yrityksen saamat alennukset.

Yksikköhinnat taulukoidaan, jolloin kokonaiskustannus muodostuu usean eri yksikköhinnan perusteella. Tämä myös mahdollistaa eri vaihtoehtojen ristikkäisen vertailun. Kustannuslaskennassa ei tavoitella yksittäisen kohteen täsmällistä kustannustietoutta vaan tavoitteena on saavuttaa mahdollisimman yleiskattava ja helposti käsiteltävä tieto eri vaihtoehtojen kustannuksista

Kustannuslaskennan lähtötietoina on tässä opinnäytetyössä käytetty viiden eri asuinkerrostalon suunnitelmia.

Materiaalimenekkien lähtötietoina on käytetty seuraavien kohteiden ilmanvaihtosuunnitelmia.

1. Vantaan Helmililja Talo A

Vantaan Helmililja on Bonava Suomi Oy:n Vantaan Tikkurilaan rakenteilla olevan kahden kerrostalon muodostama asunto-osakeyhtiö, joka lähtötietoina käytettävän talon A valmistuminen ajoittuu toukokuun 2020 loppuun.

Talossa A on 27 asuntoa, joiden asuntotyytit ja huoneistopinta-alat vaihtelevat yksiöistä (28 m²) aina 102 neliöisiin 3-4H+KT+S asuntoihin.

Talon 1.kerroksesta löytyy ulkoiluvälinevarastot.



Kuva 6. Vantaan helmililja.

Talon ilmanvaihto on suunniteltu hajautetulla ilmanvaihdolla, joka tarkoittaa, että jokaiseen asuntoon on sijoitettu kyseistä asuntoa palveleva ilmanvaihtokone.

Ilmanvaihtokoneille tulevan raittiin ilman otto on sijoitettu asuntojen ulkoseinille ja ilmanvaihdon poistoilma (jäteilma) puhalletaan raittiin ilman oton kanssa yhteisestä ulospuhallus-säleiköstä ulos.

Rakennuksen sijainnin takia yhdistelmäsäleiköiden käyttöä on rajoitettu.

Rakennuksen pohjois- ja länsipuolen ulkoseinistä ei sallita jäteilman ulospuhallusta ja niiden asuntojen osalta, joihin kielto vaikuttaa on jäteilma kanavoitu vesikatolla olevalle ulospuhalluslaitteelle.

Rakennuksessa käytetään kylpyhuoneina valmiita tilaelementtejä, jotka ovat tehdasvalmiita kokonaisuuksia. Kylpyhuone-elementtejä on eri kokoluokissa ja tarkasteltavassa rakennuksessa on käytössä koot S ja M

Kylpyhuone-tilaelementti on kokonaisuus, jossa kylpyhuone on täysin valmiiksi rakennettu ja kalustettu, mukaan luettuna ilmanvaihtokone. Kaikki kylpyhuoneen tarvitsemat ilmanvaihtokanavistot ovat kiinteästi asennettu kylpyhuoneen kattorakenteisiin.

Raitisilmasäleiköt on sijoitettu asuntokohtaisesti huoneistojen ulkoseinille pois lukien rakennuksen itäpuoli, jolle säleikköjä ei ole sijoitettu.

Raitisilma asuntoihin, jotka sijaitsevat rakennuksen itäpuoleisella sivulla on otettu pohjois- ja eteläpuoleisilta seiniltä.

Asuntojen ilmanvaihdon ilmamäärät on suunniteltu ympäristöministeriön asetuksen 1009/2017 mukaisesti.

2. As Oy Postinkantaja 1 ja 2

Postinkantaja 1 ja 2 on Bonava Suomi Oy:n rakennuttamat asuinkerrostalot, jotka sijoituvat Helsinkiin Pasilan pohjoispuolelle. Kerrostaloissa on kaksi porrashuonetta ja rakennuksen yksi päätyseinä on yhteinen.

Molempien rakennusten valmistuminen ajoittuu loppuvuodelle 2020.

Postinkantaja 1:den porrashuoneet ovat 5 ja 8 kerroksisia ja käsittävät yhteensä 74 asuntoa ja Postinkantaja 2:ssa 5 ja 7 kerroksissa porrashuoneissa on yhteensä 57 asuntoa.

Asuntojen koot vaihtelevat 29 m² yksiöstä 99 m² 3–4 huonetta, keittiön ja saunan käsittäviin huoneistoihin.

Kohteiden kylpyhuoneina on pääasiassa käytetty kylpyhuonetilaelementtejä, jotka ovat tehdasvalmiita kokonaisuuksia sisältäen suihku ja wc-tilat, suurimmat elementit ovat varustettu saunalla. 1.kerroksen väestönsuojien päällä olevien asuntojen kylpyhuoneita ei ole suunniteltu elementteinä vaan ne rakennetaan paikan päällä.

Suurimmissa asunnoissa on kylpyhuoneen lisäksi erillinen WC, jossa ei ole suihkua.



Kuva 7. As Oy Postinkantaja 2.

Rakennusten ilmanvaihto on suunniteltu hajautettuna ja asuntoja palvelevat lämmöntalteenotolla varustetut ilmanvaihtokoneet ovat sijoitettu asuntojen kylpyhuoneisiin.

Yleisiä tiloja rakennuksista löytyy ulkoiluvälinevarastojen lisäksi yhteiskäyttöön tarkoitettua pesutilaa sekä kummankin talon matalampien porrashuoneiden kellaritiloissa olevat väestönsuojat.

Asuntojen ilmanvaihtokoneen raittiin ilman otto ja jäteilman ulospuhallus on toteutettu yhdistelmäsäleiköllä.

3. As Oy Helsingin Kaiku 2

As Oy Kaiku 2 kuuluu Bonava Suomi Oy:n Helsingin Laajasaloon rakenteilla olevan viiden kerrostalon muodostamaan kortteliin. Rakennuksessa on neljä kerrosta ja kaksi porrashuonetta. Rakennuksen valmistuminen ajoittuu maaliskuulle 2021.

Asuntoja As Oy Kaiku 2:een kuuluu 29 kappaletta ja huoneistokoot vaihtelevat 27,5 m² yksiöistä aina 118 m² kokoisiin saunallisiin 4–5 huonetta ja keittiön. Asuntojen kylpyhuoneet on toteutettu tilaelementeillä ja suurimmissa asunnoissa on lisäksi erillinen WC.

Yleisiä tiloja uudisrakennuksesta löytyy kellarissa olevien varastotilojen lisäksi 1.kerrosen sijoitetut lastenvaunuvarasto ja kuivaushuone. Väestönsuojatilat ovat sijoitettu viereiseen rakennukseen.



Kuva 8. As Oy Helsingin Kaiku 2.

Asuntojen ilmanvaihto on suunniteltu huoneistokohtaisilla lämmöntalteenotolla varustetuilla ilmanvaihtokoneilla ja ilmamäärät ovat suunniteltu ympäristöministeriön asetuksen mukaisesti. Raittiin ilman otto ja jäteilman ulospuhallus on toteutettu ulkoseinille sijoitetuilla yhdistelmäsäleikoilla

4. As Oy Vantaan Jänöloikka

As Oy Vantaan Jänöloikka Bonava Suomi Oy:n rakennuttama Vantaan Koivuhakaan joulukuussa 2019 valmistunut asuinkerrostalo, joka kuuluu kolmen talon muodostamaan kortteliin.

Rakennus käsittää kaksi neljäkerroksista porrashuonetta, joihin on sijoittunut 43 asuntoa

Asunnot jakautuvat 23,5 neliön yksiöistä aina isoihin 88 neliöisiin 4 huonetta ja keittiö käsittäviin huoneistoihin.

Asuntojen kylpyhuoneet on toteutettu tilaelementtiratkaisuilla.

Rakennuksen 1.kerrokseen on sijoitettu yhteiset varastotilat, väestönsuoja sekä kuivaushuoneella varustettu pesulatile.



Kuva 9. As Oy Vantaan Jänöloikka.

Asuntojen ilmanvaihto on toteutettu keskitetyllä ilmanvaihdolla. Lämmöntalteenotolla ja lämmityspatterilla varustettu tulo- ja poistoilmakone on sijoitettu tehtaalla valmiiksi rakennettuun ja testattuun ilmanvaihtokonttikokonaisuuteen. Ilmanvaihtokonehuonekontin on

asennettu vesikatolle. Kanavistot asuntoihin kulkevat pystyhormeissa, jotka ovat tehdasvalmiita ELPO-hormeja.

Raittiinilmanotto sekä jäteilman ulospuhallus on sijoittunut konehuonekontin seinustoille

5 YKSIKÖHINTOJEN MUODOSTUS JA NIIDEN SISÄLTÖ

Asuinkerrostalot ovat hyvin samankaltaisia koosta tai korkeudesta riippumatta. Yleisesti asuinkerrostaloon kuuluu porrashuoneen lisäksi joitain yleisiä tiloja, kuten pyykinpesutilat, kuivaushuone, varastotiloja ja joissakin tapauksissa väestönsuoja.

Asuinkerrostalojen samankaltaisuus luokin pohjan yksikköhinnittelulle. Asuinkerrostalon voidaankin ajatella pitävän sisällään monta erilaista osaa (yksikköä), jotka yhteen liitettynä muodostavat kokonaisuuden. Yksikköhinnittelun periaatteena onkin, että jokaisesta selkeästi omasta osasta muodostetaan sen rakentamiseen tarvittavien materiaalien kustannus sekä materiaalien asentamiseen tarvittavat työajat eli normitunti.

Kustannuslaskennan toteutus yksikköhintojen kautta mahdollistaakin erilaisten kokonaisuuksien vertailun, esimerkiksi asuinkerrostalon, joka käsittää vain porrashuoneen ja asunnot eikä lainkaan yleisiä tiloja kuten varastot yms.

Tässä opinnäytetyössä yksikköhinnittelua varten on luotu seuraavat kustannuspaketit ja ne muodostuvat seuraavasti:

5.1 Asuntojen sisäiset kanavoinnit

Asuntojen sisäisten kanavointien kustannukset on muodostettu huoneistotyyppien mukaisesti. Huoneistotyyppinä käytetään 1h+kt, 2h+kt, 3h+kt ja 4h+kt

Jokaisesta huoneistotyyppistä tehdään oma määrälaskenta. Määrälaskenta on toteutettu As Oy Postinkantaja 1:den ja As Oy Helsingin Kaiku 2:den suunnitelmista valitujen lähinnä saman asuinpinta-alan mukaisten huoneistojen ilmanvaihtosuunnitelmista.

Materiaalit pakettiin on muodostettu näiden kahden talon huoneistotyyppien mukaisen ilmanvaihdon tulo- ja poistokanavien materiaalmäärien keskiarvosta.

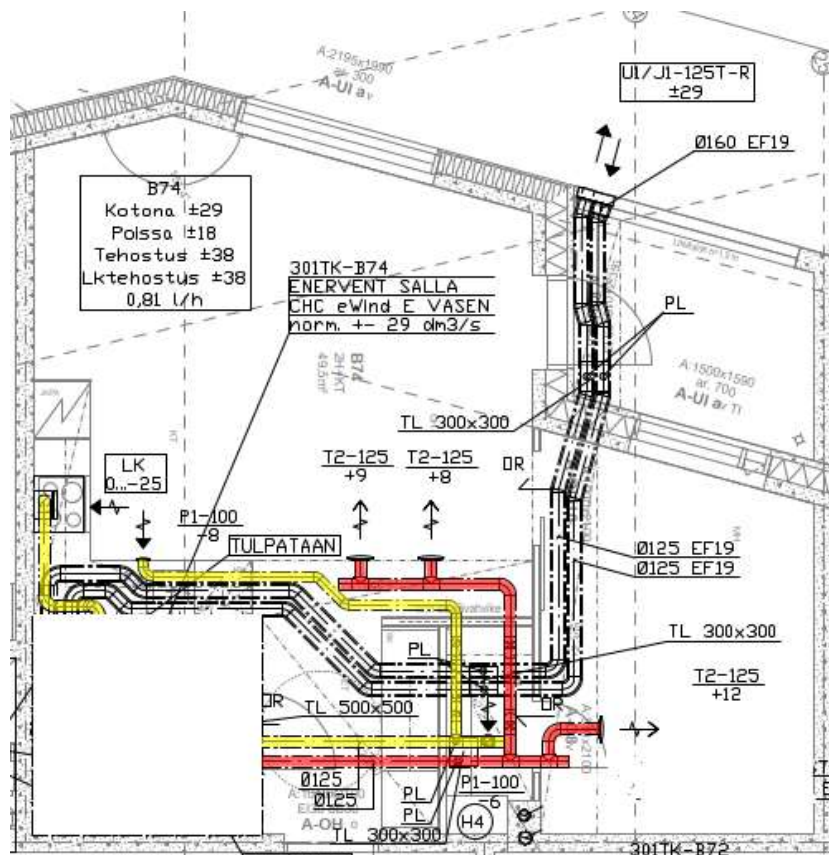
Määrälaskenta pitää sisällään asuntojen sisäiset kanavoinnit kylpyhuoneen ulkoreunasta eteenpäin ja sisältää pyöreät ilmanvaihtokanavat, osat, kannakointitarvikkeet ja liesikuvut. Esimerkki kanavien määrälaskennan laajuudesta on esitetty kuvassa

15, jossa määrälaskenta on suoritettu korostusvärillä merkityistä tulo- ja poistoilmakanavista.

Ilmanvaihtokanavina käytetään kuumasinkitystä teräslevystä valmistettuja kierresaumakanavia ja osina prässättyjä käyriä. T-haaroina käytetään tehdasvalmiita haaroja, lähtökauluksia ei kanavoinneissa käytetä.

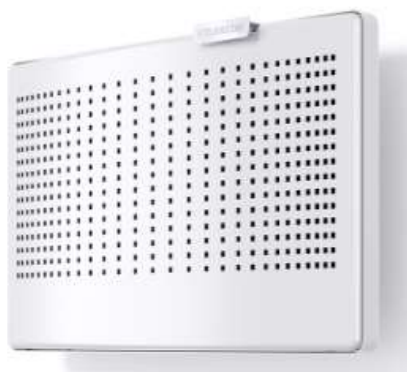


Kuva 10. NORDDuck-pyöreä kanavajärjestelmä (ETS Nord, 2020).



Kuva 11. Esimerkki määrälaskennan laajuudesta.

Päätelaitteina laskennassa on tuloilman osalta käytetty Klik tuloilmaventtiiliä, ja poistoilman osalta KSO poistoilmaventtiiliä.



Kuva 12. Tuloilmaventtiili Clik (Climecon, 2020).



Kuva 13. Poistoilmaventtiili KSO (FläktGroup, 2020).

Liesikupuina määrälaskennassa käytetään Ilox Air:in mallia Satava, joka sopii ilmanvaihtokoneohjaukselle. Ohjaus tapahtuu liesikuvun sivussa olevalla ohjauspaneelilla.



Kuva 14. Liesikupu Ilox Satava (FläktGroup, 2020).

Kanavaeristystä ei asuntojen sisäisissä kanavoinneissa ole.

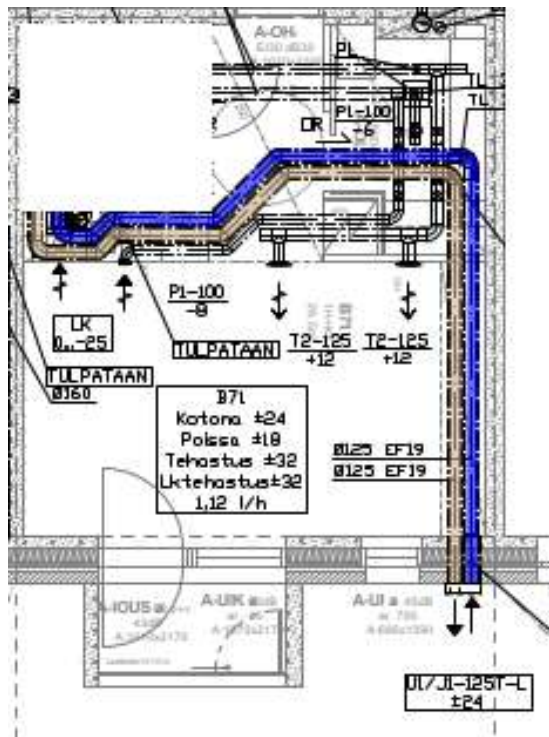
5.2 Raitis- ja jäteilma kanavat yhdistelmäsäleiköltä

Paketti muodostuu ilmanvaihtokoneen raitis- ja jäteilmakanavien materiaalimäärästä ja asennukseen tarvittavista normitunneista.

Materiaalimäärien selvittämiseksi on kanavametriä ja osien määrälaskenta suoritettu Postinkantaja 1:den ja kaiku 2:den ilmanvaihtosuunnitelmista. Näistä suunnitelmista saatujen materiaalimäärien perusteella on muodostettu keskiarvoinen menekkimäärä, jota käytetään paketin kustannushinnoittelussa. Paketit on muodostettu huoneistotyypeittäin 1h+kt, 2h+kt, 3h+kt ja 4h+kt.

Materiaalimäärät koostuvat asunnon sisällä kylpyhuoneen ulkoreunalta yhdistelmäsäleikölle kulkevista pyöreistä kanavista, osista sekä kanaviston vaatimasta solukumieristyksestä.

Kuvassa 15 on esitetty esimerkki määrälaskennan laajuudesta. Määrälaskenta on suoritettu korostusvärillä olevista raitis- ja jäteilmakanavista



Kuva 15. Esimerkki raitis- ja jäteilmakanavien määrälaskentalaaajuudesta.

Kanavamateriaaleina käytetään samoja tuotteita kuin asunnon sisäpuolisissa kanavoinneissa

Kanavien eristyksessä käytetään solukumieristeletkuja, joiden eristepaksuus on 19 mm. Letkut kiinnitys kanaviin ja osiin tapahtuu liimaamalla.



Kuva 16. Solukumieristeletku (HL Tech Oy, 2020).

Kanavistoon liitettynä puhdistusluukkuina on käytetty pikalukituksella varustettuja pyöreälle kanavalle tarkoitettuja luukkuja.



Kuva 17. Puhdistusluukku (ETS Nord, 2020).

Ulkosäleikköinä paketissa on mukana UPSI yhdistelmäsäleikkö. Yhdistelmäsäleikössä raittiinilmanotto tapahtuu säleikön alapuolelta ja jäteilman ulospuhallus säleiköstä suoraan eteenpäin.



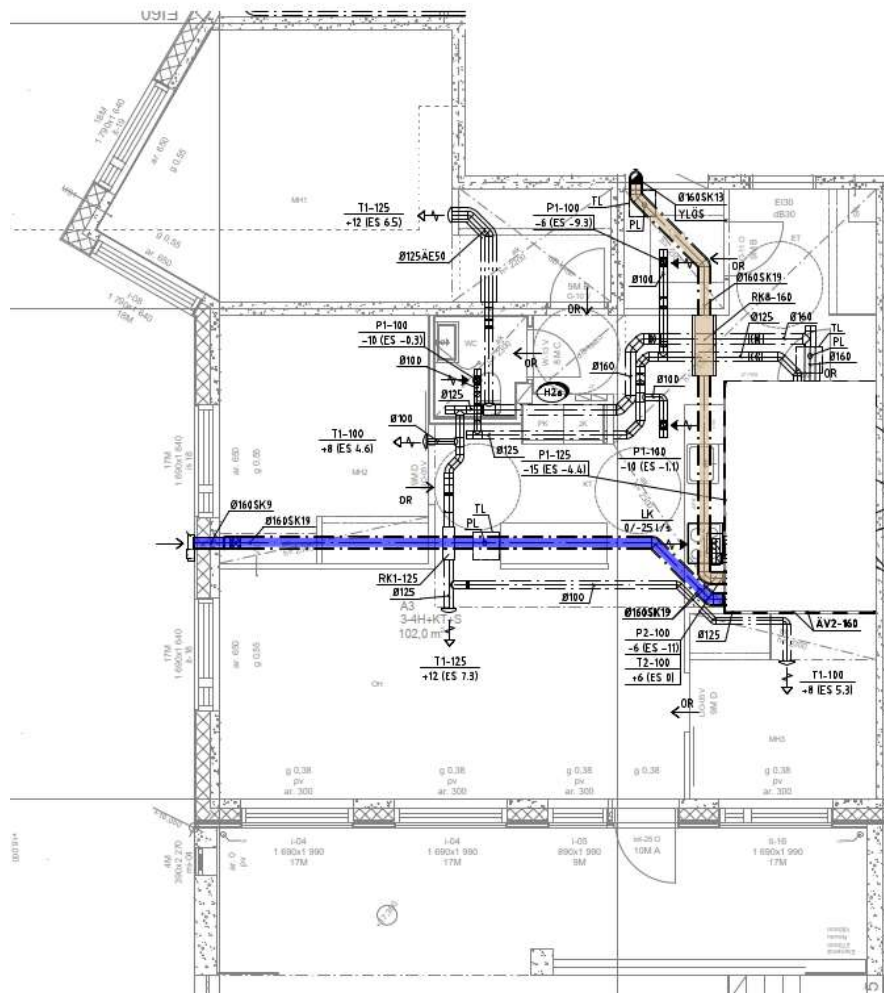
Kuva 18. UPSI yhdistelmäsäleikkö (Climecon, 2020).

5.3 Raitisilma ulkoseinältä ja jäteilma vesikatolle.

Paketti sisältää kanavamateriaalit raittiin ilman osalta ulkoseinällä olevasta säleiköstä kylpyhuoneen ulkoreunaan ja jäteilman osalta kylpyhuoneen ulkoreunalta elpo-hormiin, sekä elpo-hormit ja vesikatolla elpo-hormin ja ulospuhalluslaitteen välisen kanavoinnin tarvittavin lämpö- ja kondenssieristeineen.

Paketin muodostamisessa on käytetty As Oy Helmililjan ilmanvaihtosuunnitelmia, josta on valikoitu kustannusvertailuun parhaiten sopivimmat huoneistot. Huoneistotyyppinä 1h+kt, 2h+kt, 3h+kt ja 4h+kt

Paketit on muodostettu asuntotyypeittäin ja esimerkki asunnon sisäisestä kanavoinnista laajuudessa on esitetty kuvassa 19, jossa on korostusvärillä esitetty esimerkki määrälaskennan laajuudesta.

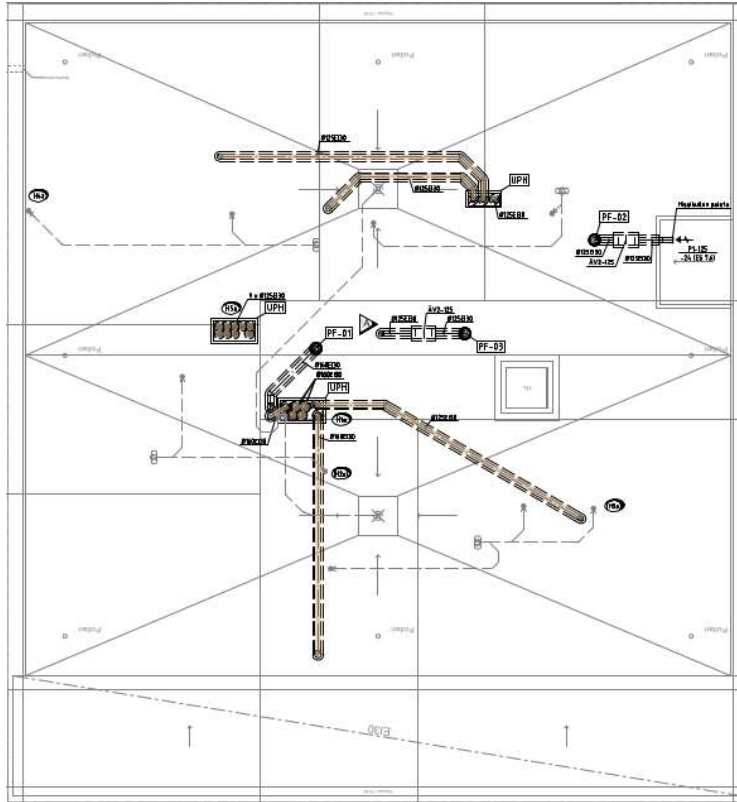


Kuva 19. Esimerkki raitisilma ulkoseinältä ja jäteilma vesikatolle asunnon osalta.

Raittiinilman oton ulkosäleikköinä asuntojen ulkoseinillä on käytetty Upsi-yhdistelmäsäleikköä, josta jäteilman ulospuhallus on jätetty käyttämättä.

Vesikaton osuudelta paketti pitää sisällään kanavoinnit elpo-hormien yläpäistä keskiteyille ulospuhalluslaitteelle. Kanavoinneissa on mukana tarvittava paloeristys

Kustannuslaskentaan huomioitujen kanavistojen ja osien laajuus on esitetty kuvassa 20, jossa on korostettu määrälaskentaan kuuluvat kanavistot



Kuva 20. Määrälaskennan laajuus vesikatolla.

Vesikatolla olevien ulospuhallushajottajien hinnoittelussa on huomioitu tehdasvalmies ulospuhallushajottaja (kuva 21)

Jäteilmakanavien kokoojakammioita ei ole huomioitu, kustannukset muodostuvat pelkästään ulospuhallushajottajan materiaalihinnasta ja asennuksesta.



Kuva 21. Ulospuhallushajottaja (FläktGroup, 2020).

Ilmanvaihtokanavien materiaalit ovat kuumasinkitystä teräslevystä valmistetut kierresaumakanavat ja kanaviston osat tehdasvalmiita prässättyjä osia.

Kanavien risteämisessä kustannuslaskennassa on käytetty tehdasvalmista ristiinmenokappaletta.



Kuva 22. Ristiinmenokappale (ETS Nord, 2020).

Pystyhormeina paketissa on käytetty tehdasvalmiita Elpo-hormeja. Elpo-hormien määrä muodostuu asuntojen määrän perusteella. Perusteena kustannuslaskentaan on, että yksi elpo-hormi palvelee kolmea asuntoa.

Elpo-hormin hinnoittelussa ei ole huomioitu sen sisällä kulkevien kanavien määriä vaan elpo-hormi on yksikköhintainen.



Kuva 23. ELPO-hormi.

Kanavistojen ja kanavistoon liitettyjen osien kondenssieristemateriaalina hinnoittelussa on käytetty solukumieristeletkua. Solukumieriste on asennettu liimaamalla.

Palo- ja lämpöeristeen materiaalina verkkovillamatto, jonka tiheys on 80 kg/m^3 . Paksuus EI30 paloeristeenä on 50 mm ja EI60 paloeristeenä 80 mm.



Kuva 24. Verkkovillamatto (Paroc, 2020).

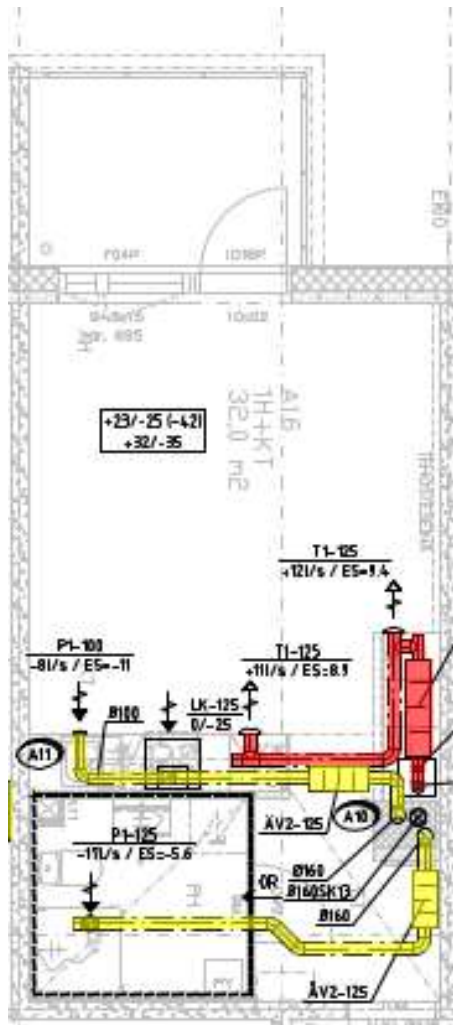
5.4 Keskitetty Ilmanvaihto

Keskitetyn ilmanvaihdon kustannuspaketin määrälaskenta on suoritettu As Oy Vantaan Jänöloikan ilmanvaihtosuunnitelmista.

Asunnoista on muodostettu paketit huoneistotyypeittäin. Huoneistotyyppinä 1h+kt, 2h+kt, 3h+kt, 4h+kt. Huoneistokohtaiset paketit pitävät sisällään huoneiston sisäiset kanavoinnit, kanaviin liitetyt osat ja päätelaitteet.

Määrälaskennassa on huomioitu myös kylpyhuoneiden osuudet.

Esimerkki määrälaskennan laajuudesta on esitetty kuvassa 25, jossa laskettavat määrät on esitetty korostevärillä.



Kuva 25. Esimerkki määrälaskennan laajuudesta.

Hinnoittelussa käytetyt kanavamateriaalit, ovat samat kuin huoneistokohtaisen ilmanvaihdon asuntojen paketissa.

Äänenvaimentimina on käytetty kantikkaita äänenvaimentimia OKVDP (Onninen Oy).



Kuva 26. Kantikas äänenvaimennin OKVDP (Onninen, 2020).

Tuloilman päätelaitteina Onnlinen STQA tuloilmahajottajia (Onninen Oy) ja poistoilman päätelaitteina KSO-poistoventtiilejä (Fläktwoods)



Kuva 27. Tuloilmahajotin STQA (FläktGroup, 2020).

Kanaviston virtauksen säätöön on käytetty KRI säätöpeltejä.



Kuva 28. Säätöpelti KRI (ETS Nord, 2020).

Asuntojen liesikupuina on kustannuslaskennassa käytetty Casa Blues liesikupuja (Swegon)

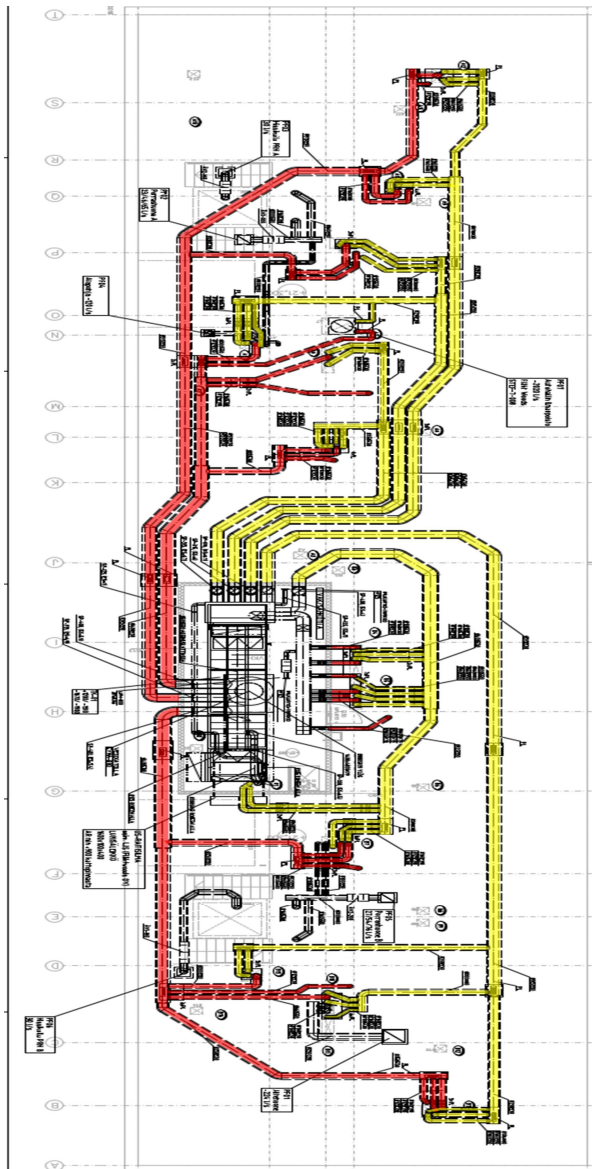


Kuva 29. Liesikupu Swegon Casa Blues (Swegon, 2020).

Pystyhormeina laskennassa on käytetty elpo-hormielementtejä. Hormielementtien määrä on arvioitu olevan yksi kappale kahta asuntoa kohden. Hormielementtien kustannus määräytyy asuntojen lukumäärän perusteella.

Keskitetetty ilmanvaihto vaatii oman konehuoneensa. Paketti muodostetaan tehdasvalmiista ilmanvaihtokonehuoneesta, vesikatolla ilmanvaihtokonehuoneen liitospaikojen ja elpo-hormien yläpäiden välisistä kanavistoista sekä kammioista eristeineen. Paketin muodostus on esitetty kuvassa 30 korosteväriillä osoitetussa laajuudessa.

Ilmanvaihtokonehuonekontin kustannus on hinnoiteltu As Oy Vantaan Jänöloikan suunnitelmien mukaisella toteutuksella, joka käsittää 75 asuntoa.



Kuva 30. Määrälaskennan laajuus.

Vesikaton kanavistoina on käytetty kuumasinkittyjä kierresaumakanavia, ja kanaviston käyrät ovat tehdasvalmiita prässättyjä osia.

T-haaroina on hinnoiteltu käytettäväksi pyöreälle kanavalle tarkoitettuja lähtökauluksia.

5.5 Kylpyhuone-elementti

Kylpyhuone-elementtien kustannukset lasketaan elementtien kokojen mukaisesti. Elementtikokoina käytetään S- ja M-kylpyhuone elementtejä, jotka ovat saunattomia sekä L-kylpyhuone elementtiä, joka sisältää saunan.

Kylpyhuone-elementti pitää sisällään ilmanvaihtokoneen, kylpyhuoneen päällä kulkevat kanavoinnit, äänenvaimentimet sekä kylpyhuoneen sisäiset päätelaitteet.

Ilmanvaihtokoneina elementeissä on käytetty ilmamäärien mukaan Enerventi Pinion tai Enervent Salla lämmöntalteenotolla varustettuja ilmanvaihtokoneita



Kuva 31. Enervent Salla (Enervent, 2020).

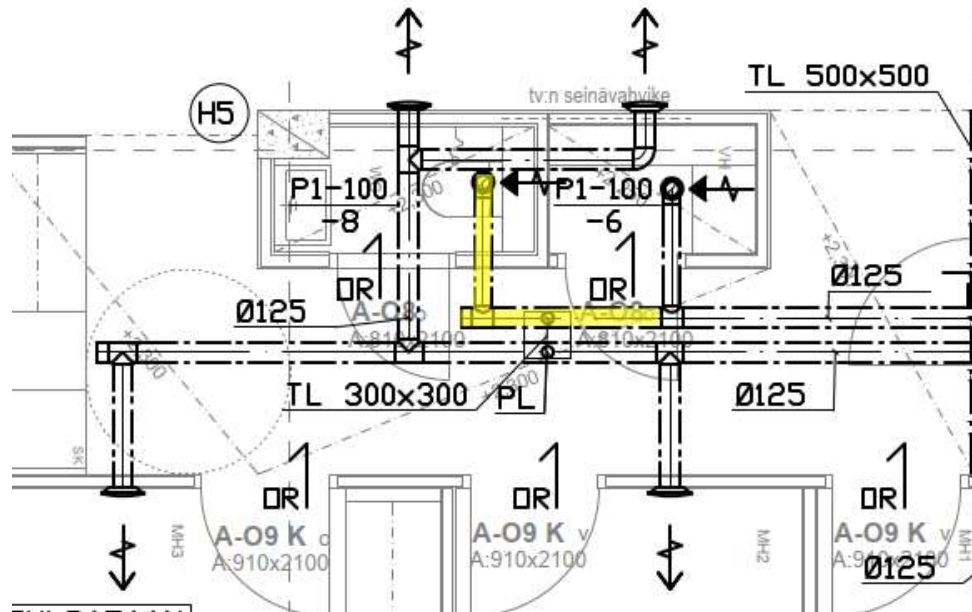
5.6 Erillis-WC

Erillis-WC-tilojen kustannukset pitävät sisällään poistoilmakanaviston ja päätelaitteen.

Poistoilmakanaviston lähtötiedoksi on valikoitu Postinkantaja 1:den asunnon B73 erillis-WC.

Kanavamateriaalina kierresaumakanava ja osat tehdasvalmiita. Poistventtiilinä KSO-poistventtiili.

Kuvassa 32 on korostevärillä esitetty kanaviston laajuus.



Kuva 32. Erillis-WC:n määrälaskennan laajuus.

5.7 Väestönsuoja

Kustannuslaskennan lähtötietoina on käytetty Postinkantaja 2:den porrashuoneen A kellarissa sijaitsevan väestönsuojan ilmanvaihtosuunnitelmia.

Ilmanvaihtokanavat ovat kierresaumakanavia ja osat tehdasvalmiita. Raitis- ja jäteilmakanavat ovat eristetty solukumieristeellä. Solukumieristeenä on käytetty solukumieristeletkua, jonka paksuus on 19 mm.

Tuloilmalaitteina on käytetty KTS-tuloilmaventtiilejä ja poistoilmassa KSO-poistoilmaventtiilejä.



Kuva 33. Tuloilmaventtiili KTS (FläktGroup, 2020).

Ilmanvaihtokoneena kustannuslaskennassa on käytetty Enerventin Pinion lämmöntalteenotolla varustettua ilmanvaihtokonetta.

Kanavistossa olevat äänenvaimentimet ovat kantikkaita äänenvaimentimia, joiden malli on OVKDP. Äänenvaimentimien pituus on 600 mm.

5.8 Talopesula

Kustannuslaskennan paketissa on käytetty Postinkantaja 2:den porrashuoneen B 1.keroksessa sijaitsevan talopesulan ilmanvaihtosuunnitelmia.

Kanavistot kierresaumakanavaa ja osat tehdasvalmisteisia. Päätelaitteina tuloilmassa KTS-tuloilmaventtiilit ja poistoilmassa KSO-poistoilmaventtiilit.

Äänenvaimentimina on käytetty kantikkaita äänenvaimentimia OVKDP. Äänenvaimentimien pituus tulo- ja poistoilmakanavissa on 1000 mm ja raitis- ja jäteilmakanavissa 600 mm

Ilmanvaihtokoneena lämmöntalteenotolla varustettu Swegon W3 Smart.



Kuva 34. Swegon W3 Smart (Swegon, 2020).

5.9 Porrashuone

Porrashuoneen lähtötietoina on käytetty Postinkantaja 2:den 1.kerroksen ja 2.kerroksen ilmanvaihtosuunnitelmia.

Porrashuoneen paketti pitää sisällään 1.kerroksen kanaviston, päätelaitteet ilmanvaihtokoneen. 2.kerroksen suunnitelmista on pakettiin sisällytetty kerrostasanteen kanavistot varusteineen.

Raitisilma ilmanvaihtokoneelle on otettu rakennuksen sisäpuolelta ulkoseinän säleiköltä ja jäteilman on viety vastakkaisen puolen ulkoseinän säleikölle

Kerrosvälien poistoilmakanavointina on elpo-hormit.

Ilmanvaihtokanavina on käytetty kierresaumakanavia ja kanaviston osat ovat tehdasvalmisteisia.

Tuloilmaventtiileinä KTS-tuloilmaventtiilit ja poistoilmaventtiileinä KSO-poistoilmaventtiilit.

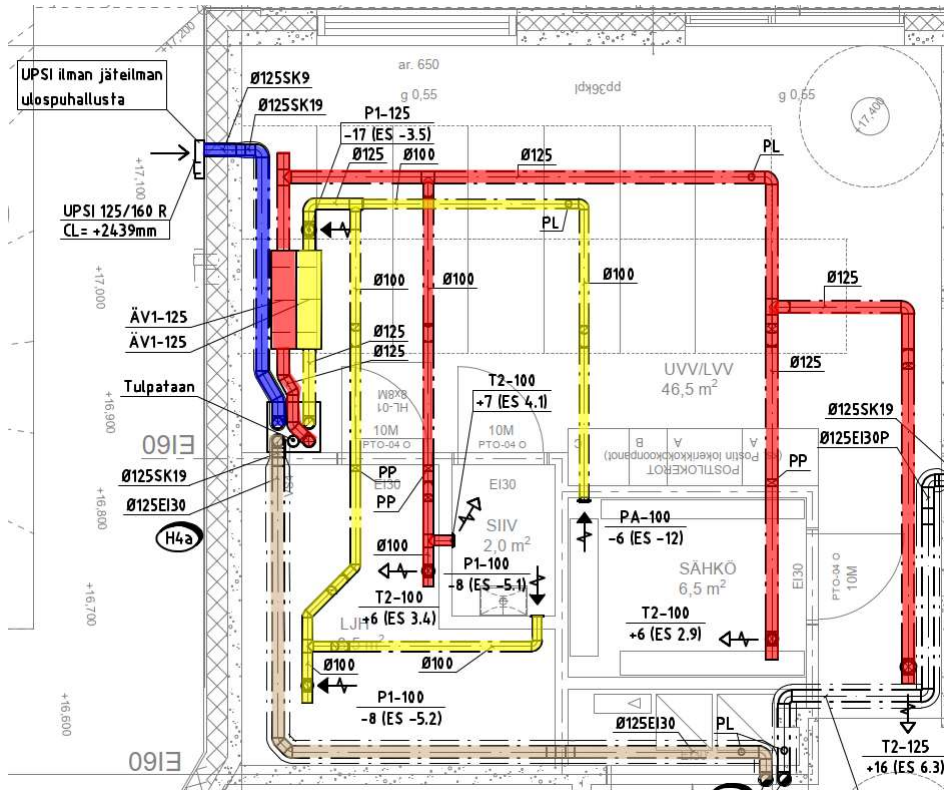
Ilmanvaihtokoneena lämmöntalteenotolla varustettu Swegon W5 Smart

5.10 Irtainvarasto

irtainvaraston lähtötietoina paketin muodostamisessa on käytetty As Oy Vantaan Helmi-ilijan talon A ilmanvaihtosuunnitelmia.

Irtainvaraston kustannuslaskentapaketti sisältää irtainvaraston lisäksi lämmönjakohuoneen, siivouskomeron ja sähköpääkeskustilan ilmanvaihdon materiaalmäärät.

Kustannuslaskennan laajuus on esitetty kuvassa 35, jossa määrälaskentaan sisältyvät kanavisto ovat korostettuina.



Kuva 35. Irtainvaraston määrälaskennan laajuus.

Raitisilma on ilmanvaihtokoneelle otettu ulkoseinälle asennetusta yhdistelmäsäleiköltä (upsi) ja jäteilman ulospuhallus on viety elpo-hormissa vesikatolle.

Elpo-hormien määrä määräytyy asuinkerrosten lukumäärän perusteella.

Kanavisto on kierresaumakanavaa ja osat tehdasvalmisteisia. Jäteilmakanavan pa-loeristeen (EI30) hinnoittelussa on käytetty verkkovillamattoa, jonka paksuus on 50 mm

Ilmanvaihtokoneena Swegonin W3 Smart.

6 MATERIAALIMÄÄRÄT JA KUSTANNUKSET

Kustannuslaskenta suoritettiin yksikköhinnoittelua varten määriteltyjen pakettien sisältämistä materiaalmääristä ja niiden perusteella on laadittu jokaiselle paketille kustannus.

Materiaalimäärät perustuvat pohjakuvista kerättyihin tietoihin ja tiedon keräämisessä käytettiin JCad ohjelmaa, jolla ilmanvaihtosuunnitelmista kerättiin kanavametrejä ja kapalemääriä.

Näistä tiedoista on muodostettu paketin sisältämä osaluettelo, jonka tuotteet on hinnoiteltu LVI-alalla toimivien laitevalmistajien ja tukkuliikkeiden hinnastoja hyödyntäen.

Kustannusten saamiseksi mahdollisimman täsmälliseksi on hinnoittelussa huomioitu yrityskotaiset alennukset.

Asennustyön osuus on määritelty voimassa olevan talotekniikka-alan työehtosopimuksen mukaisilla taulukoilla, joissa eri materiaaleille on määritelty materiaalista ja asennustavasta riippuen normituntiaika.

Normituntiaika esittää asennukseen tarvittavaa työaika ja kun lopullista työkustannusta hinnoitellaan, täytyy normitunti kertoa työehtosopimuksessa määritetyllä normituntikerroimella. Koska laskutoimituksesta saatu tulos on työntekijälle maksettava urakkasumma, täytyy kustannuslaskennassa ottaa huomioon myös välilliset työvoimakulut.

Yksikköhinnoittelun pakettien materiaalmäärät ja kustannukset muodostuivat seuraavasti:

6.1 Hajautetun ilmanvaihdon asuntojen sisäiset kanavoinnit

Asuntojen sisäisten kanavointien materiaalmäärät ja kustannukset sekä asennuksen normitunnit jakautuvat seuraavasti.

6.1.1 1H+KT

Materiaalimäärät on laskettu Postinkantaja 1:den asunnon B71 (liite 1) ja As Oy Kaiku 2:den asunnon D20 (liite 2) ilmanvaihdon pohjapiirustuksista

Kustannusten hinnoitteluun on käytetty asuntojen materiaalmäärien keskiarvoa.

Materiaalmäärät on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Hajautetun ilmanvaihdon asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalmäärät 1h+kt.

Materiaali	Yksikkö	Postinkantaja 1	Kaiku 2	Keskiarvo
		määrä		
Kanava Ø100	m	6	1	3,5
Käyrä 45° Ø100	kpl	5		2,5
Käyrä 90° Ø100	kpl	2		1
Tulppa Ø100	kpl	2		1
Kanava Ø125	m	11	4	7,5
Käyrä 45° Ø125	kpl	5	2	3,5
Käyrä 90° Ø125	kpl	3	1	2
Tulppa Ø125	kpl	2	1	1,5
T-haara 125/100/125	kpl	3		1,5
T-haara 125/125/125	kpl	3	1	2
Muunnos 125/100	kpl		1	0,5
Puhdistusluukku Ø125	kpl	2		1
Tuloilmaventtiili CLIC Ø125	kpl	2	1	1,5
Poistoilmaventtiili KSO Ø100	kpl	2	1	1,5
Liesikupu Ilox Satava	kpl	1	1	1

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakautuivat seuraavasti (taulukko 5).

Taulukko 5. Hajautetun ilmanvaihdon asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalikustannukset ja normitunnit 1h+kt.

1H+KT	Materiaalit	Asennustyö
	Kustannus	Normitunnit
Kanavat ja osat	467,10 €	8,43

6.1.2 2H+KT

Materiaalimäärät on laskettu Postinkantaja 1:den asunnon B74 (liite 3) ja As Oy Kaiku 2:den asunnon C5 (liite 4) ilmanvaihdon pohjapiirustuksista.

Kustannusten hinnoitteluun on käytetty asuntojen materiaalmäärien keskiarvoa.

Materiaalimäärät on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Hajautetun ilmanvaihdon asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalmäärät 2h+kt.

Materiaali	Yksikkö	Postinkantaja 1	Kaiku 2	Keskiarvo
		määrä		
Kanava Ø100	m	5	3	4
Käyrä 45° Ø100	kpl	6	4	5
Käyrä 90° Ø100	kpl	2		1
Tulppa Ø100	kpl		1	0,5
Kanava Ø125	m	13	6	9,5
Käyrä 45° Ø125	kpl	5	3	4
Käyrä 90° Ø125	kpl	5	3	4
Tulppa Ø125	kpl	3	2	2,5
T-haara 100/100/100	kpl		1	0,5
T-haara 125/100/125	kpl	2		1
T-haara 125/125/125	kpl	4	3	3,5
Muunnos 125/100	kpl		1	0,5
Puhdistusluukku Ø125	kpl	2		1
Tuloilmaventtiili CLIC Ø125	kpl	3	2	2,5
Poistoilmaventtiili KSO Ø100	kpl	2	2	2
Liesikupu Ilox Satava	kpl	1	1	1

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakautuivat seuraavasti (taulukko 7).

Taulukko 7. Hajautetun ilmanvaihdon asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalikustannus ja asennuksen normitunnit 2h+kt.

2H+KT	Kanavat ja osat	Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
		526,60 €	10,79

6.1.3 3H+KT

Materiaalimäärät on laskettu Postinkantaja 1:den asunnon B70 (liite 5) ja As Oy Kaiku 2:den asunnon D21 (liite 6) ilmanvaihdon pohjapiirustuksista.

Kustannusten hinnoitteluun on käytetty asuntojen materiaalmäärien keskiarvoa

Materiaalimäärät on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Hajautetun ilmanvaihdon asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalmäärät 3h+kt.

Materiaali	yksikkö	Postinkantaja 1	Kaiku 2	Keskiarvo
		määrä		
Kanava Ø100	m	10	3	6,5
Käyrä 45° Ø100	kpl	3		1,5
Käyrä 90° Ø100	kpl	6		3
Kanava Ø125	m	11	18	14,5
Käyrä 45° Ø125	kpl	2	2	2
Käyrä 90° Ø125	kpl	7	6	6,5
Tulppa Ø125	kpl	2	3	2,5
Kanava Ø160	m	7		3,5
Käyrä 90° Ø160	kpl	3		1,5
Tulppa Ø160	kpl	1		0,5
T-haara 125/100/125	kpl	1	2	1,5
T-haara 125/125/125	kpl		4	2
T-haara 160/100/160	kpl	2		1

T-haara 160/125/160	kpl	1		0,5
Puhdistusluukku Ø125	kpl	2		1
Puhdistusluukku Ø160	kpl	1		0,5
Ristiinmenokappale I-900 Ø125	kpl		1	0,5
Tuloilmaventtiili CLIC Ø100	kpl		2	1
Tuloilmaventtiili CLIC Ø125	kpl	3	2	2,5
Tuloilmaventtiili KTS Ø100	kpl	1		0,5
Poistoilmaventtiili KSO Ø100	kpl	2		1
Poistoilmaventtiili KSO Ø125	kpl		2	1
Liesikupu Ilox Satava	kpl	1	1	1

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakautuivat seuraavasti (taulukko 9).

Taulukko 9. Hajautetun ilmanvaihdon asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalikustannus ja asennuksen normitunnit 3h+kt.

3H+KT	Kanavat ja osat	Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
		618,20 €	14,19

6.1.4 4H+KT

Materiaalimäärät on laskettu Postinkantaja 1:den asunnon B73 (liite 7) ja As Oy Kaiku 2:den asunnon D18 (liite 8) ilmanvaihdon pohjapiirustuksista.

Kustannusten hinnoitteluun on käytetty asuntojen materiaalmäärien keskiarvoa.

Materiaalimäärät on esitetty taulukossa 10.

Taulukko 10. Hajautetun ilmanvaihdon asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalmäärät 4h+kt

Materiaali	yksikkö	Postinkantaja 1	Kaiku 2	Keskisarvo
		määrä		
Kanava Ø100		1	3	2
Käyrä 45° Ø100			1	0,5
Käyrä 90° Ø100		1		0,5
Kanava Ø125		16	20	18
Käyrä 45° Ø125		1	12	6,5
Käyrä 90° Ø125		5	9	7
Tulppa Ø125		3	4	3,5
T-haara 125/100/125		1	1	1
T-haara 125/125/125		5	6	5,5
Muunnos 160/125			1	0,5
Puhdistusluukku Ø125		2		1
Ristiinmenokappale I-900 Ø125			2	1
Tuloilmaventtiili CLIC Ø100			1	0,5
Tuloilmaventtiili CLIC Ø125		5	3	4
Poistoilmaventtiili KSO Ø100		1		0,5
Poistoilmaventtiili KSO Ø125		1	2	1,5
Liesikupu Ilox Satava		1	1	1

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakautuivat seuraavasti (taulukko 11).

Taulukko 11. Hajautetun ilmanvaihdon asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalikustannus ja asennuksen normitunnit 4h+kt

4H+KT	Materiaalit Kustannus	Asennustyö Normitunnit

6.2 Raitis- ja jäteilmakanavointi yhdistelmäsäleikölle

Raitis- ja jäteilmakanavointien materiaalmäärät ja niiden kustannukset sekä asennustyöhön tarvittavat normitunnit jakautuvat seuraavasti.

6.2.1 1h+kt

Materiaalmäärät on laskettu Postinkantaja 1:den asunnon B71 (liite 9) ja As Oy Kaiku 2:den asunnon D20 (liite 10) ilmanvaihdon pohjapiirustuksista.

Kustannusten hinnoitteluun on käytetty asuntojen materiaalmäärien keskiarvoa.

Materiaalmäärät on esitetty taulukossa 12.

Taulukko 12 Asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalmäärät yhdistelmäsäleikölle 1h+kt.

Materiaali	Yksikkö	Postinkantaja 1	Kaiku 2	Keskiarvo
		määrä		
Kanava Ø125	m	20	14	17
Käyrä 45° Ø125	kpl	8	4	6
Käyrä 90° Ø125	kpl	4	0	2
Kanava Ø160	m	1	1	1
Muunnos 160/125	kpl	1	1	1
Puhdistusluukku Ø125	kpl	2	2	2
Ulospuhallusyhdistelmäsuutin UPSI Ø125	kpl	1	1	1
Solukumieriste EF19 Ø125	m			17
Solukumieriste EF19 Ø160	m			1

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakautuivat seuraavasti (taulukko 13).

Taulukko 13. Asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalikustannus ja asennuksen normitunnit yhdistelmäsaleikölle 1h+kt.

1h+kt	Materiaalit	Asennustyö
	Kustannus	Normitunnit
Kanavat ja osat	210,22 €	5,67
Eristys	123,30 €	4,70

6.2.2 2h+kt

Materiaalimäärät on laskettu Postinkantaja 1:den asunnon B74 (liite 11) ja As Oy Kaiku 2:den asunnon C5 (liite 12) ilmanvaihdon pohjapiirustuksista.

Kustannusten hinnoitteluun on käytetty asuntojen materiaalmäärien keskiarvoa.

Materiaalimäärät on esitetty taulukossa 14.

Taulukko 14. Asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalmäärät yhdistelmäsaleikölle 2h+kt

Materiaali	Yksikkö	Postinkantaja 1	Kaiku 2	Keskiarvo
		määrä		
Kanava Ø125	m	23	14	18,5
Käyrä 45° Ø125	kpl	8	1	4,5
Käyrä 90° Ø125	kpl	4	4	4
Kanava Ø160	m	1	1	1
Muunnos 160/125	kpl	1	1	1
Puhdistusluukku Ø125	kpl	2	2	2
Ulospuhallusyhdistelmäsuutin UPSI Ø125	kpl	1	1	1
Solukumieriste EF19 Ø125	m	23	14	18,5
Solukumieriste EF19 Ø160	kpl	1	1	1

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakautuivat seuraavasti (taulukko 15).

Taulukko 15. Asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalikustannus ja asennuksen normitunnit yhdistelmäsaleikölle 2h+kt

2H+KT		Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
	Kanavat ja osat	215,90 €	6,03
	Eristys	133,46 €	5,09

6.2.3 3h+kt

Materiaalimäärät on laskettu Postinkantaja 1:den asunnon B70 (liite 13) ja As Oy Kaiku 2:den asunnon D21 (liite 14) ilmanvaihdon pohjapiirustuksista.

Kustannusten hinnoitteluun on käytetty asuntojen materiaalimäärien keskiarvoa.

Materiaalimäärät on esitetty taulukossa 16.

Taulukko 16. Asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalimäärät yhdistelmäsaleikölle 3h+kt.

Materiaali	Yksikkö	Postinkantaja 1	Kaiku 2	Keskiarvo
		määrä		
Kanava Ø125	m	1	1	1
Kanava Ø160	m	33	23	28
Käyrä 45° Ø160	kpl	12	12	12
Käyrä 90° Ø160	kpl	6	4	5
Muunnos 160/125	kpl	1	1	1
Puhdistusluukku Ø160	kpl	2	2	2
Ulospuhallusyhdistelmäsuutin UPSI Ø125	kpl	1	1	1
Solukumieriste EF19 Ø125	m			1
Solukumieriste EF19 Ø160	kpl			28

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakautuivat seuraavasti (taulukko 17).

Taulukko 17. Asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalikustannus ja asennuksen normitunnit yhdistelmäsaleikölle 3h+kt.

3H+KT		Materiaalit		Asennustyö	
		Kustannus		Normitunnit	
	Kanavat ja osat	297,39 €		12,36	
	Eristys	236,44 €		8,10	

6.2.4 4h+kt

Materiaalimäärät on laskettu Postinkantaja 1:den asunnon B73 (liite 15) ja As Oy Kaiku 2:den asunnon D18 (liite 16) ilmanvaihdon pohjapiirustuksista.

Kustannusten hinnoitteluun on käytetty asuntojen materiaalmäärien keskiarvoa.

Materiaalimäärät on esitetty taulukossa 18.

Taulukko 18: Asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalmäärät yhdistelmäsaleikölle 4h+kt.

Materiaali	Yksikkö	Postinkantaja 1	Kaiku 2	Keskiarvo
		määrä		
Kanava Ø125	m	21	1	11
Käyrä 45° Ø125	kpl	2	0	1
Käyrä 90° Ø125	kpl	4	0	2
Kanava Ø160	m	1	24	12,5
Käyrä 45° Ø160	kpl	0	14	7
Käyrä 90° Ø160	kpl	0	4	2
Muunnos 160/125	kpl	1	1	1
Puhdistusluukku Ø125	kpl	2	0	1
Puhdistusluukku Ø160	kpl	0	2	1

Ulospuhallusyhdistelmäsuutin UPSI Ø125	kpl	1	1	1
Solukumieriste EF19 Ø125	m			11
Solukumieriste EF19 Ø160	kpl			12,5

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakoutuivat seuraavasti (taulukko 19).

Taulukko 19. Asunnon sisäisen kanavoinnin materiaalikustannus ja asennuksen normitunnit yhdistelmäsäleikölle 4h+kt.

4H+KT		Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
	Kanavat ja osat	252,52 €	8,93
	Eristys	177,01 €	6,36

6.3 Raitisilma kanavoituna ulkosäleikölle ja jäteilma kanavoituna vesikatolle

Raitis- ja jäteilman kanavointien materiaolimäärät ja niiden kustannukset sekä asennustyöhön tarvittavat normitunnit jakautuvat seuraavasti.

6.3.1 1h+kt

Materiaolimäärät on laskettu As Oy Helmiilijan asunnon A2 (liite17) ilmanvaihdon pohjapiirustuksista. Materiaolimäärät on esitetty taulukossa 20.

Taulukko 20: Materiaolimäärät As Oy Helmiilija asunto A2.

Materiaali	Yksikkö	Helmiilija määrä
Kanava Ø125	m	13
Käyrä 45° Ø125	kpl	5
Käyrä 90° Ø125	kpl	3
Tulppa Ø125	kpl	1
T-haara 125/125/125	kpl	1
Puhdistusluukku Ø125	kpl	2

Ulospuhallusyhdistelmäsuutin UPSI Ø125	kpl	1
Solukumieriste EF19 Ø125	m	8

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakoutuivat seuraavasti (taulukko 21).

Taulukko 21. Materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit As Oy Helmililja asunto A2.

1H+KT	Materiaalit	Asennustyö	
		Kustannus	Normitunnit
Kanavat ja osat Eristys	199,07 €	4,80	
	54,16 €	2,08	

6.3.2 2h+kt

Materiaalimäärät on laskettu As Oy Helmililjan asunnon A1 (liite 18) ilmanvaihdon pohjapiirustuksista. Materiaalimäärät on esitetty taulukossa 22.

Taulukko 22. Materiaalimäärät As Oy Helmililja asunto A1.

Materiaali	Yksikkö	Helmililja määrä
Kanava Ø125	m	23
Käyrä 45° Ø125	kpl	16
Käyrä 90° Ø125	kpl	4
Puhdistusluukku Ø125	kpl	3
Ristiinmenokappale I-590 Ø125	kpl	2
Ristiinmenokappale I-900 Ø125	kpl	1
Ulospuhallusyhdistelmäsuutin UPSI Ø125	kpl	1
Solukumieriste EF19 Ø125	m	12
Paloeristys EI30 Ø125	m	3
Paloeristys EI60 Ø125	m	9

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakoutuivat seuraavasti (taulukko 23).

Taulukko 23. Materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit As Oy Helmililja asunto A1.

2H+KT		Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
	Kanavat ja osat	324,31 €	9,12
	Eristys	268,81 €	6,42

6.3.3 3h+kt

Materiaalimäärät on laskettu As Oy Helmililjan asunnon A3 (liite 19) ilmanvaihdon pohjapiirustuksista. Materiaalimäärät on esitetty taulukossa 24.

Taulukko 24. Materiaalimäärät As Oy Helmililja asunto A3,

Materiaali	Yksikkö	määrä	Helmililja
Kanava Ø160	m	24	
Käyrä 45° Ø160	kpl	18	
Käyrä 90° Ø160	kpl	5	
Puhdistusluukku Ø160	kpl	3	
Ulospuhallusyhdistelmäsuutin UPSI Ø125	kpl	1	
Solukumieriste EF19 Ø160	m	12	
Paloeristys EI30 Ø160	m	1	
Paloeristys EI60 Ø160	m	12	

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakoutuivat seuraavasti (taulukko 25).

Taulukko 25. Materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit As Oy Helmililja asunto A3.

3H+KT		Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
	Kanavat ja osat	305,79 €	13,14
	Eristys	98,43 €	4,04

6.3.4 4h+kt

Materiaalimäärät on laskettu As Oy Helmililjan asunnon A4 (liite 20) ilmanvaihdon pohjapiirustuksista. Materiaalimäärät on esitetty taulukossa 26.

Taulukko 26. Materiaalimäärät As Oy Helmililja asunto A4.

Materiaali	Yksikkö	määrä	Helmililja asunto A3
Kanava Ø160	m	15	
Käyrä 45° Ø160	kpl	6	
Käyrä 90° Ø160	kpl	1	
Puhdistusluukku Ø160	kpl	1	
Ulospuhallusyhdistelmäsuutin UPSI Ø125	kpl	1	
Solukumieriste EF19 Ø160	m	15	

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakautuivat seuraavasti (taulukko 27).

Taulukko 27. Materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit As Oy Helmililja asunto A4.

4rH+KT		Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
	Kanavat ja osat	206,81 €	12,93
	Eristys	123,04 €	14,50

6.3.5 Vesikatto

Materiaalimäärät on laskettu As Oy Helmililjan A-portaan vesikaton ilmanvaihtosuunnitelmista (liite 21) Materiaalimäärät on esitetty taulukossa 28.

Taulukko 28. Materiaalimäärät As Oy Helmililja A-porras vesikatto.

Materiaali	Yksikkö	määrä
Kanava Ø125	m	33
Käyrä 45° Ø125	kpl	5
Käyrä 90° Ø125	kpl	7
Kanava Ø160	m	13
Käyrä 90° Ø160	kpl	7
Paloeristys EI30 Ø125	m	23
Paloeristys EI30 Ø160	m	21

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakautuivat seuraavasti (taulukko 29).

Taulukko 29. Materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit As Oy Helmilija asunto A-porras vesikatto.

Vesikatto		Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
	Kanavat ja osat	175,50 €	12,93
	Eristys	472,97 €	14,50

6.4 Keskitetty ilmanvaihto

Keskitetyn ilmanvaihdon kanavointien materiaalmäärät ja niiden kustannukset sekä asennustyöhön tarvittavat normitunnit jakautuvat seuraavasti.

6.4.1 Asuntojen sisäiset kanavoinnit

Materiaalmäärät on laskettu As Oy Vantaan Jänöloikan asunnon A16 (liite 22), asunnon A15 (liite 23), asunnon A17 (liite 24) ja asunnon A13 (liite 25) ilmanvaihtosuunnitelmista. Materiaalmäärät on esitetty taulukossa 30.

Taulukko 30. Materiaalmäärät As Oy Vantaan jänöloikka asunnot A13, A15, A16, A17.

Materiaali	Yksikkö	Asunto A16	Asunto A15	Asunto A17	Asunto A13
		1h+kt	2h+kt	3h+kt	4h+kt
		määrä			
Kanava Ø100	m	2	2	10	5
Käyrä 45° Ø100	kpl			1	3
Käyrä 90° Ø100	kpl	1	1	2	4
Tulppa Ø100	kpl			2	1
Kanava Ø125	m	12	12	23	27
Käyrä 45° Ø125	kpl	2	3	9	8
Käyrä 90° Ø125	kpl	2	8	7	8
Tulppa Ø125	kpl	3	2	3	7

T-haara 100/100/100	kpl			2	1
T-haara 125/125/125	kpl	5	3	6	11
Muunnos 125/100	kpl	1	1	1	1
Puhdistusluukku Ø125	kpl	1	1	1	1
Ristiinmenokappale I-900 Ø125	kpl				2
Äänenvaimennin I-600 Ø100	kpl			1	
Äänenvaimennin I-600 Ø125	kpl	2	2	2	4
Äänenvaimennin I-1000 Ø125	kpl	1	1	1	2
Tuloilmaventtiili STQA Ø125	kpl	1	2	3	5
Poistoilmaventtiili KSO Ø100	kpl	1	1	1	2
Poistoilmaventtiili KSO Ø125	kpl	1	2	1	2
Säätöpelti Ø125	kpl	1	1	1	2
Liesikupu CASA BLUES	kpl	1	1	1	1

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakautuivat seuraavasti (taulukko 31).

Taulukko 31. Materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit As Oy Vantaan Jänöloikka asunnot A13, A15, A16, A17.

1H+KT	Kanavat ja osat	Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
		577,81 €	9,89

2H+KT	Kanavat ja osat	Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
		656,18 €	11,41

3H+KT	Kanavat ja osat	Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
		833,36 €	17,74

4H+KT	Kanavat ja osat	Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
		1 112,27 €	22,78

6.4.2 Vesikatto

Materiaalimäärät on laskettu As Oy Vantaan Jänöloikan vesikaton (liite 26) ilmanvaihtosuunnitelmista. Materiaalimäärät on esitetty taulukossa 32.

Taulukko 32. Materiaalimäärät As Oy Jänöloikka vesikatto,

		Vesikatto
Materiaali	Yksikkö	määrä
Kanava Ø100	m	9
Käyrä 45° Ø100	kpl	7
Käyrä 90° Ø100	kpl	7
Kanava Ø125	m	50
Käyrä 45° Ø125	kpl	27
Käyrä 90° Ø125	kpl	38
Kanava Ø160	m	65
Käyrä 45° Ø160	kpl	12
Käyrä 90° Ø160	kpl	63
Kanava Ø200	m	33
Käyrä 45° Ø200	kpl	2
Käyrä 90° Ø200	kpl	7
Tulppa Ø200	kpl	5
Kanava Ø250	m	39
Käyrä 45° Ø250	kpl	3
Käyrä 90° Ø250	kpl	2
Tulppa Ø250	kpl	6
Kanava Ø315	m	134
Käyrä 45° Ø315	kpl	26
Käyrä 90° Ø315	kpl	1
Tulppa Ø315	kpl	1
Kanava Ø400	m	30
Käyrä 45° Ø400	kpl	6
Käyrä 90° Ø400	kpl	3
Sivuliitin putkelle 200/125	kpl	5
Sivuliitin putkelle 200/160	kpl	10
Sivuliitin putkelle 250/100	kpl	1
Sivuliitin putkelle 250/125	kpl	12
Sivuliitin putkelle 250/160	kpl	8
Sivuliitin putkelle 250/200	kpl	3
Sivuliitin putkelle 315/125	kpl	4
Sivuliitin putkelle 315/160	kpl	9

Sivuliitin putkelle 315/200	kpl	4
Sivuliitin putkelle 315/250	kpl	2
Sivuliitin putkelle 400/100	kpl	2
Sivuliitin putkelle 400/160	kpl	5
Sivuliitin putkelle 400/250	kpl	2
Muunnos 315/200	kpl	3
Muunnos 315/250	kpl	2
Muunnos 400/250	kpl	1
Muunnos 400/315	kpl	2
Puhdistusluukku Ø100	kpl	6
Puhdistusluukku Ø125	kpl	19
Puhdistusluukku Ø160	kpl	37
Puhdistusluukku Ø200	kpl	7
Puhdistusluukku Ø250	kpl	5
Puhdistusluukku Ø315	kpl	11
Puhdistusluukku Ø400	kpl	1
Ilmanvaihtokonehuonekontti	kpl	1
Eristys EI30 kanava Ø100	m	9
Eristys EI30 kanava Ø125	m	50
Eristys EI30 kanava Ø160	m	65
Eristys EI30 kanava Ø200	m	33
Eristys EI30 kanava Ø250	m	39
Eristys EI30 kanava Ø315	m	134
Eristys EI30 kanava Ø400	m	30

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakautuivat seuraavasti (taulukko 33).

Taulukko 33. Materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit As Oy Vantaan Jänöloikka vesikatto.

Vesikatto		Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
Kanavat ja osat		3 619,81 €	193,77
	Eristys	5 899,91 €	133,70

6.5 Kylpyhuone-elementti

Kylpyhuone-elementtien materiaalmäärät on laskettu Bonava Suomi Oy:n kylpyhuone-tilaelementtien ilmanvaihtosuunnitelmista.

Materiaalmäärät on esitetty taulukossa 34.

Taulukko 34. Kylpyhuonetilaelementtien materiaalmäärät.

Materiaali	Yksikkö	S-elementti	M-elementti	L-elementti
		määrä		
Kanava Ø100	m			3
Käyrä 90° Ø100	kpl			2
Tulppa Ø100	kpl			1
Kanava Ø125	m	5	7	3
Käyrä 45° Ø125	kpl	8	6	
Käyrä 90° Ø125	kpl	8	9	5
Tulppa Ø125	kpl	1		1
Kanava Ø160	m			7
Käyrä 45° Ø160	kpl			8
Käyrä 90° Ø160	kpl			2
Tulppa Ø160	kpl			1
T-haara 100/100/100	kpl			1
T-haara 125/100/125	kpl	2	3	
T-haara 125/125/125	kpl			
T-haara 160/100/160	kpl			1
T-haara 160/125/160	kpl			2
T-haara 160/160/160	kpl			2
Muunnos 125/100	kpl			
Muunnos 160/125	kpl			7
Äänenvaimennin I-600 Ø125	kpl		2	
Äänenvaimennin I-1000 Ø125	kpl	5	3	
Äänenvaimennin I-600 Ø160	kpl			2
Äänenvaimennin I-1000 Ø160	kpl			3
Tuloilmaventtiili KTS Ø100	kpl			1
Poistoilmaventtiili KSO Ø125	kpl	1	1	1
Poistoilmaventtiili KSOS Ø125	kpl			1
Ilmanvaihtokone Enervent Salla	kpl		1	1
Ilmanvaihtokone Enervent Pinion	kpl	1		
Solukumieriste Ø125	m	2	2,5	2

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakoutuivat seuraavasti (taulukko 35).

Taulukko 35. Kylpyhuonetilaelementtien materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit.

		Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
S	Kanavat ja osat	1 635,80 €	11,47
	Eristys	13,54 €	0,52

		Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
M	Kanavat ja osat	1 602,17 €	11,65
	Eristys	16,93 €	0,65

		Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
J	Kanavat ja osat	1 752,79 €	19,15
	Eristys	13,54 €	0,52

6.6 Erillis-WC

Erillis-wc:n materiaalmäärät on laskettu Postinkantaja 1:den asunnon B73 (liite 27) ilmanvaihtosuunnitelmista. Materiaalmäärät on esitetty taulukossa 36.

Taulukko 36. Erillis-wc:n materiaalmäärät.

Materiaali	Yksikkö	määrä
Kanava Ø100	m	1
Käyrä 90° Ø100	kpl	1
T-haara 125/100/125	kpl	1
Poistoilmaventtiili KSO Ø100	kpl	1

Postinkantaja 2
asunto B73

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakoutuivat seuraavasti (taulukko 37).

Taulukko 37. Erillis-wc:n materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit.

Erillis-WC	Materiaalit Kustannus	Asennustyö Normitunnit

6.7 Väestönsuoja

Väestönsuojan materiaalmäärät on laskettu Postinkantaja 2:den (liite 28) ilmanvaihtosuunnitelmista. Materiaalmäärät on esitetty taulukossa 38.

Taulukko 38. Väestönsuojan materiaalmäärät.

		Postinkantaja 2 väestönsuoja
Materiaali	Yksikkö	
Kanava Ø125	m	42
Käyrä 45° Ø125	kpl	9
Käyrä 90° Ø125	kpl	10
Tulppa Ø125	kpl	3
T-haara 125/100/125	kpl	3
T-haara 125/125/125	kpl	2
Äänenvaimennin I-600 Ø125	kpl	4
Tuloilmaventtiili KTS Ø100	kpl	3
Poistoilmaventtiili KSO Ø125	kpl	2
Ilmanvaihtokone Enervent Pinion	kpl	1
Solukumieriste EF19 Ø125	m	21

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakoutuivat seuraavasti (taulukko 39).

Taulukko 39. Väestönsuojan materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit.

VSS	Kanavat ja osat Eristys	Materiaalit	Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
		1 653,64 €	20,40
		142,18 €	5,46

6.8 Talopesula

Talopesulan materiaalmäärät on laskettu Postinkantaja 2:den (liite 29) ilmanvaihtosuunnitelmista, Materiaalmäärät on esitetty taulukossa 40.

Taulukko 40. Talopesulan materiaalmäärät.

Materiaali	Postinkantaja 2	
	Yksikkö	määrä
Kanava Ø125	m	23
Käyrä 45° Ø125	kpl	10
Käyrä 90° Ø125	kpl	11
Tulppa Ø125	kpl	4
T-haara 125/125/125	kpl	3
Muunnos 160/125	kpl	1
Puhdistusluukku Ø125	kpl	2
Äänenvaimennin I-600 Ø125	kpl	2
Äänenvaimennin I-1000 Ø125	kpl	2
Tuloilmaventtiili KTS Ø125	kpl	2
Poistoilmaventtiili KSO Ø125	kpl	2
Ulkosäleikkö RISV 300x300-250	kpl	1
Ilmanvaihtokone Swegon W3 Smart	kpl	1
Solukumieriste EF19 Ø125	m	12

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakoutuivat seuraavasti (taulukko 41).

Taulukko 41. Talopesulan materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit.

Talopesula	Materiaalit	Asennustyö	
		Kustannus	Normitunnit
Kanavat ja osat		2 593,82 €	18,31
	Eristys	81,24 €	3,12

6.9 Porrashuone

Porrashuoneen materiaalmäärät on laskettu Postinkantaja 2:den porrashuoneen A 1.kerroksen (liite 30) ja 2.kerroksen (liite 31) ilmanvaihtosuunnitelmista.

Materiaalmäärät on esitetty taulukossa 42.

Taulukko 42. Porrashuoneen materiaalmäärät.

Materiaali	Yksikkö	1.kerros	2.kerros
		määrä	
Kanava Ø100	m		8
Käyrä 45° Ø100	kpl		
Käyrä 90° Ø100	kpl		2
Kanava Ø125	m	3	
Käyrä 45° Ø125	kpl	2	
Tulppa Ø125	kpl	1	
Kanava Ø200	m	28	
Käyrä 45° Ø200	kpl	17	
Käyrä 90° Ø200	kpl	13	
Tulppa Ø200	kpl	1	
T-haara 100/100/100	kpl		1
T-haara 125/100/125	kpl	2	
T-haara 200/125/200	kpl	1	
T-haara 200/160/200	kpl	3	
Muunnos 250/200	kpl	1	
Puhdistusluukku Ø100	kpl		1
Puhdistusluukku Ø200	kpl	1	
Tuloilmaventtiili KTS Ø160	kpl	3	
Poistoilmaventtiili KSO Ø100	kpl	2	2
Palopelti Ø200	kpl	2	
Ulkosäleikkö US AV Ø200	kpl	1	
Ulkosäleikkö RISV 300x300-250	kpl	1	
Ilmanvaihtokone Swegon W5 Smart	kpl	1	
ELPO-hormi	kpl	1	1
Solukumieriste EF19 Ø200	m	28	

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakautuivat seuraavasti (taulukko 43).

Taulukko 43. Porrashuoneen materiaalikustannus ja asennustyön normitunnit.

Porrashuone	Materiaalit	Asennustyö
		Normitunnit
Kanavat ja osat Eristys	Kustannus	
	3 150,56 €	30,95
	273,42 €	8,40

6.10 Irtainvarasto

Irtainvaraston materiaalmäärät on laskettu As Oy Kaiku 2:den kellarikerroksen (liite 32) ilmanvaihtosuunnitelmista. Materiaalmäärät on esitetty taulukossa 44.

Taulukko 44. Irtainvaraston materiaalmäärät.

Materiaali	Kaiku 2 irtain- varasto	
	Yksikkö	määrä
Kanava Ø100	m	19
Käyrä 45° Ø100	kpl	13
Käyrä 90° Ø100	kpl	2
Tulppa Ø100	kpl	1
Kanava Ø125	m	32
Käyrä 45° Ø125	kpl	12
Käyrä 90° Ø125	kpl	9
Tulppa Ø125	kpl	3
T-haara 100/100/100	kpl	5
T-haara 125/100/125	kpl	2
T-haara 125/125/125	kpl	4
Muunnos 125/100	kpl	1
Puhdistusluukku Ø100	kpl	1
Puhdistusluukku Ø125	kpl	2
Äänenvaimennin I-600 Ø125	kpl	2
Äänenvaimennin I-1000 Ø125	kpl	2
Tuloilmaventtiili KTS Ø100	kpl	4
Poistoilmaventtiili KSO Ø100	kpl	3
Poistoilmaventtiili KSO Ø125	kpl	1
Palopelti Ø100	kpl	2
Palopelti Ø125	kpl	1
Ulkosäleikkö US AV Ø125	kpl	1
Ilmanvaihtokone Swegon W3 Smart	kpl	1
Solukumieriste EF19 Ø125	m	4
Paloeriste EI 30 Ø125	kpl	9
Elpo hormi	kpl	1

Materiaalikustannukset ja asennustyöhön käytettävät normitunnit jakautuivat seuraavasti (taulukko 45).

Taulukko 45. Irtainvaraston materiaalikustannus ja asennuksen normitunnit.

Irtainvarasto	Materiaalit		Asennustyö
		Kustannus	Normitunnit
Kanavat ja osat	766,55 €	25,68	
Eristys	100,91 €	3,56	

7 LOPPUTULOS

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda yksinkertainen taulukko, jolla eri ilmanvaihtoratkaisuja pystytään vertailemaan. Taulukko laadittiin kustannuslaskennasta saatujen pakettien avulla Excel-tilukkolaskentaohjelmalla.

Etulehdellä on mahdollista syöttää lukumäärinä huoneistokokojen mukaisesti eri keroksiin asuntoja sekä myös mahdollisten yleisten tilojen lukumääriä.

Taulukkolaskentaohjelma laskee jokaisen asunnon kohdalla asunnon sisäisten kanavien sekä ilmanvaihtokoneelle tulevan raittiin ilman ja koneelta lähtevän jäteilmän kustannukset ratkaisun mukaan.

Hajautetussa ilmanvaihtoratkaisussa, jossa jäteilma puhalletaan vesikatolla olevaan ulospuhallushajottajaan, laskee ohjelma mukaan elpo-hormit riippuen asuntojen lukumäärästä. Laskentanormeissa on määritetty, että yksi elpo-hormi palvelee kolmea asuntoa.

Kylpyhuone-elementtejä on kolmea erilaista ja niiden syöttö tapahtuu elementtikokojen mukaisesti.

Porrashuoneiden kustannukset muodostuvat taulukon kerrosmäärien mukaan.

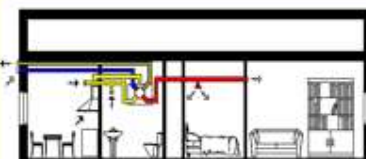
Keskitettyssä ilmanvaihdossa taulukkoon syötetään asuntojen lukumäärät. Kustannukset muodostuvat asuntojen sisäisistä kanavoinneista. Pystyhormeina käytetään elpo-hormeja ja niiden lukumäärä muodostuu asuntojen lukumäärän perusteella. Elpo-hormien määrän perusteena on, että yksi elpo-hormi palvelee kahta asuntoa.

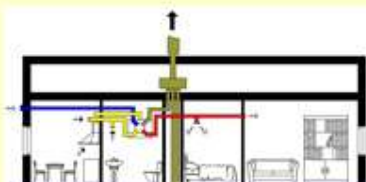
Keskitettyssä ilmanvaihdossa on merkittävä ilmanvaihtokonehuoneiden määrä. Ilmanvaihtokonehuoneen kustannus pitää sisällään konehuonekontin lisäksi vesikatolla olevan kanaviston.

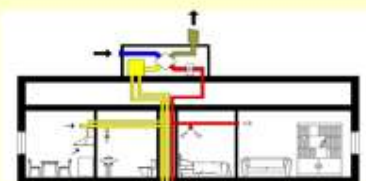
Laskentataulukko ei automaattisesti laske mukaan yleisiä tiloja, vaan niille on taulukossa laadittu oma syöttöalue. Yleisten tilojen kustannukset muodostuvat niiden lukumäärien perusteella.

Hanke Asuntojen lukumäärä Asuinkerrosten lukumäärä	<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/> <input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>	Materiaalikustannus Asennus Eristys Kustannus	<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/> <input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/> <input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>
---	--	--	---

Erillis WC Väestönsuoja Varastotilat Talopesula Porrashuone	Määrä	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Kylpyhuone</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">S</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">L</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Määrä</td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 20px;" type="text"/></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 20px;" type="text"/></td> </tr> </table>	Kylpyhuone			S	M	L	Määrä	<input style="width: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 20px;" type="text"/>
Kylpyhuone											
S	M	L									
Määrä	<input style="width: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 20px;" type="text"/>									

<i>Yhdistelmäsielikkö</i>		Materiaali <input style="width: 80%;" type="text"/>																																																												
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">Huoneistotyyppi</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">1H+KT</td> <td style="text-align: center;">2H+KT</td> <td style="text-align: center;">3H+KT</td> <td style="text-align: center;">4H+KT</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">8.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>			Huoneistotyyppi						1H+KT	2H+KT	3H+KT	4H+KT	1.kerros						2.kerros						3.kerros						4.kerros						5.kerros						6.kerros						7.kerros						8.kerros							Normitunnit <input style="width: 80%;" type="text"/>
		Huoneistotyyppi																																																												
		1H+KT	2H+KT	3H+KT	4H+KT																																																									
1.kerros																																																														
2.kerros																																																														
3.kerros																																																														
4.kerros																																																														
5.kerros																																																														
6.kerros																																																														
7.kerros																																																														
8.kerros																																																														

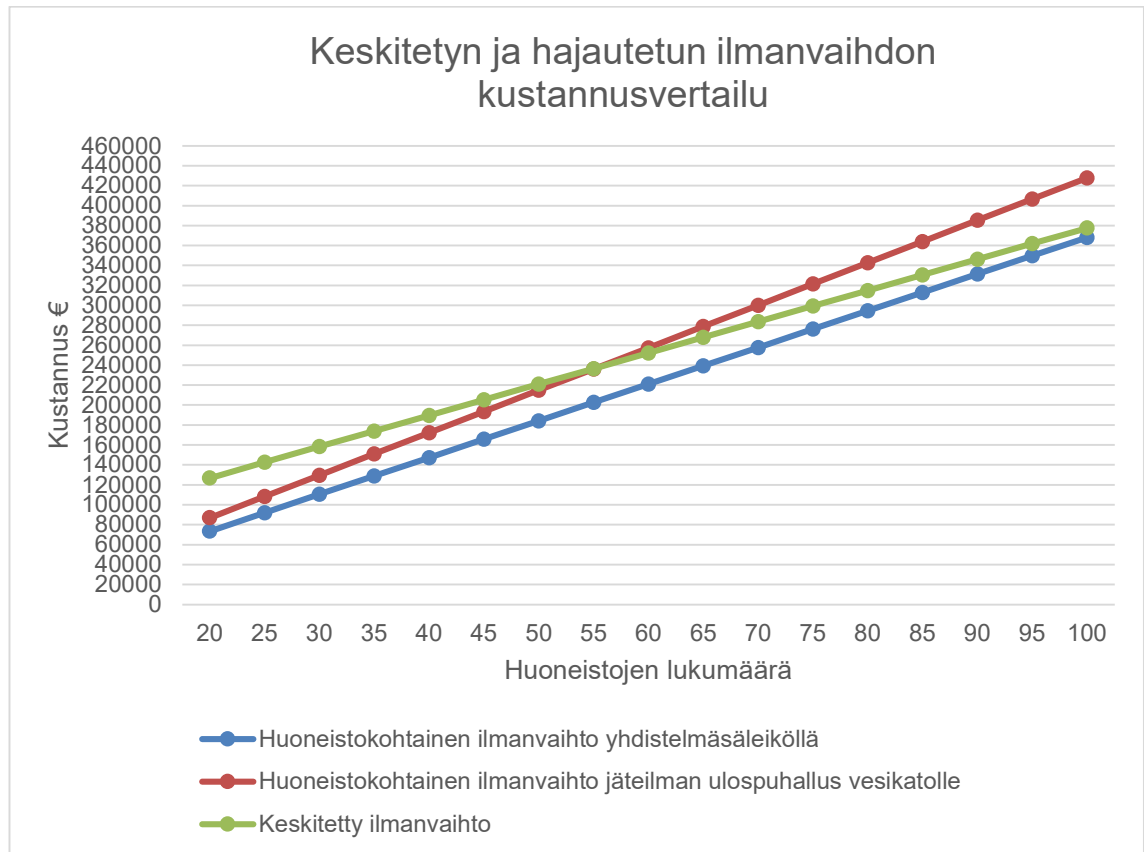
<i>Raitisilma ulkoseinältä ja jäteilma vesikatolle</i>		Materiaali <input style="width: 80%;" type="text"/>																																																												
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">Huoneistotyyppi</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">1H+KT</td> <td style="text-align: center;">2H+KT</td> <td style="text-align: center;">3H+KT</td> <td style="text-align: center;">4H+KT</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">8.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>			Huoneistotyyppi						1H+KT	2H+KT	3H+KT	4H+KT	1.kerros						2.kerros						3.kerros						4.kerros						5.kerros						6.kerros						7.kerros						8.kerros							Normitunnit <input style="width: 80%;" type="text"/>
		Huoneistotyyppi																																																												
		1H+KT	2H+KT	3H+KT	4H+KT																																																									
1.kerros																																																														
2.kerros																																																														
3.kerros																																																														
4.kerros																																																														
5.kerros																																																														
6.kerros																																																														
7.kerros																																																														
8.kerros																																																														
ELPO-hormi		<input style="width: 40px;" type="text"/>																																																												

<i>Keskittetty ilmanvaihto</i>		Materiaali <input style="width: 80%;" type="text"/>																																																												
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">Huoneistotyyppi</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">1H+KT</td> <td style="text-align: center;">2H+KT</td> <td style="text-align: center;">3H+KT</td> <td style="text-align: center;">4H+KT</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">8.kerros</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>			Huoneistotyyppi						1H+KT	2H+KT	3H+KT	4H+KT	1.kerros						2.kerros						3.kerros						4.kerros						5.kerros						6.kerros						7.kerros						8.kerros							Normitunnit <input style="width: 80%;" type="text"/>
		Huoneistotyyppi																																																												
		1H+KT	2H+KT	3H+KT	4H+KT																																																									
1.kerros																																																														
2.kerros																																																														
3.kerros																																																														
4.kerros																																																														
5.kerros																																																														
6.kerros																																																														
7.kerros																																																														
8.kerros																																																														
Ilmanvaihtokonehuonekontti		<input style="width: 40px;" type="text"/>																																																												
ELPO-hormi		<input style="width: 40px;" type="text"/>																																																												

Kuva 36. Taulukkolaskentaohjelman etulehti.

Alla olevassa taulukossa (taulukko 46) on vertaitu eri ilmanvaihtoratkaisujen kustannuksia, jos rakennuksessa on pelkästään pieniä 1h+kt asuntoja.

Taulukko 46. Hajautetun ja keskitetyn ilmanvaihdon kustannusvertailu.



Taulukosta voidaan todeta, että keskitetyn ilmanvaihdon kustannusero hajautetun ilmanvaihdon kustannuksiin, kun ulospuhallus toteutetaan vesikatolle alkaa taittumaan noin 60 asunnon kohdalla. Tämä johtuu suuresti ulospuhalluksen vaatimien elpo-hormien lisääntyvästä määrästä, joiden kustannus nousee asuntojen lisääntyessä nopeammin kuin tarvittavan ilmamäärän kasvun tuoman ilmanvaihtokonehuonekontin koon muutoksen kustannus.

Huomion arvoista on myös että, jos rakennuksen voi toteuttaa käyttäen yhdistelmäsäleiköä on ratkaisu vielä 100 asunnon kohdalla edullisempi kuin keskitetyllä ilmanvaihdolla toteutettuna.

8 POHDINTA

Opinnäytetyn tavoite täyttyi ja kustannuslaskentataulukolla voidaan hinnoitella ilmanvaihtoratkaisuja jo ennen kuin suunnittelua on aloitettu.

Taulukko on laadittu vain ilmanvaihdon materiaalien ja työmenekin kustannuksien arvioimiseksi ja todelliset kustannukset kuitenkin muodostuvat vasta kun mukaan lasketaan sähkö- putki- ja automaatio- ja rakennusteknisten töiden sekä esimerkiksi suodattimien vaihdon tuomat kustannukset.

Esimerkiksi keskitetyssä ilmanvaihdossa tuloilmakoneen vesikiertoinen lämmityspatteri vaatii lämmönlähteen ja putkitukset vesikatolla sijaitsevaan konehuoneeseen.

Huomion arvoista olisi myös tutkia hormien vaatiman tilan vaikutusta asuntojen myytäviin neliöihin ja sitä kautta neliöhintoihin.

Taulukkoon on helppo lisätä puuttuvia elementtejä ja siihen vielä lisäämällä muiden taloteknisten osa-alueiden kustannukset, muodostuisi siitä riittäväällä tarkkuudella toimiva kustannuslaskennan työkalu riippumatta siitä onko rakennuksen suunnittelua vielä edes aloitettu.

9 LÄHDELUETTELO

Bonava. 2020. Tietoa meista. *Kestävä kehitys>Bonavan eettiset toimintaohjeet.* [Online] 2020. [Viitattu: 20. Toukokuu 2020.] https://www.bonava.fi/siteassets/yleiset/sekalaista/171006_bonava_codeofconduct_a4_fin_druck_web.pdf.

Climecon. 2020. Climecon>tuotteet>upsi. [Online] 2020. [Viitattu: 20. Toukokuu 2020.] <https://www.climecon.fi/tuotteet/clik>.

Enervent. 2020. [Online] 2020. [Viitattu: 20. Toukokuu 2020.] <https://www.enervent.fi/ilmanvaihtokoneet/>.

ETS Nord. 2020. [Online] 2020. [Viitattu: 20. Toukokuu 2020.] www.etsnord.fi.

FläktGroup. 2020. [Online] 2020. [Viitattu: 20. Toukokuu 2020.] <https://www.flaktgroup.com/fi/products/ilman-hallinta-ja-huonelaitteet/ilmanvaihtoventtiilit>.

HL Tech Oy. 2020. [Online] 2020. [Viitattu: 20. Toukokuu 2020.] <https://hltech.fi/kaiflex-solukumieristeet>.

LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry, Rakennusliitto ry. *Työehtosopimus 2020-2022.*

Onninen. 2020. [Online] 2020. [Viitattu: 20. Toukokuu 2020.] <https://www.onninen.fi/online-aanenvaimennin-kantikas-okvdp-160-600-7-online/p/ABK747>.

Paroc. 2020. [Online] 2020. [Viitattu: 20. Toukokuu 2020.] <https://www.paroc.fi/tuotteet/talotekniikka-ja-prosessiteollisuus-laittevalmistus/talotekniikan-kivivillaverkkomatot>.

Rakennusteollisuus. 2020. *Asuntojen hinnat suhteessa ansiotasoon.* s.l. : <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/Kuviopankki/Asuntomarkkinat/Asuntojen-hinnat-ja-vuokrat/>, 2020.

—. 2020. Tietoa alasta. *Tilastot ja suhdanteet › Kuviopankki › Asuntomarkkinat › Asuntojen hinnat.* [Online] 6.. Maaliskuu 2020. [Viitattu: 20. Toukokuu 2020.] <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/Kuviopankki/Asuntomarkkinat/Asuntojen-hinnat-ja-vuokrat/>.

Sisäilmayhdistys ry. 2020. Perustietoa sisäilmasta. *Ilmanvaihdon perusteet*. [Online] 2020. [Viitattu: 20. Toukokuu 2020.] <https://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Ilmanvaihdon-perusteet>.

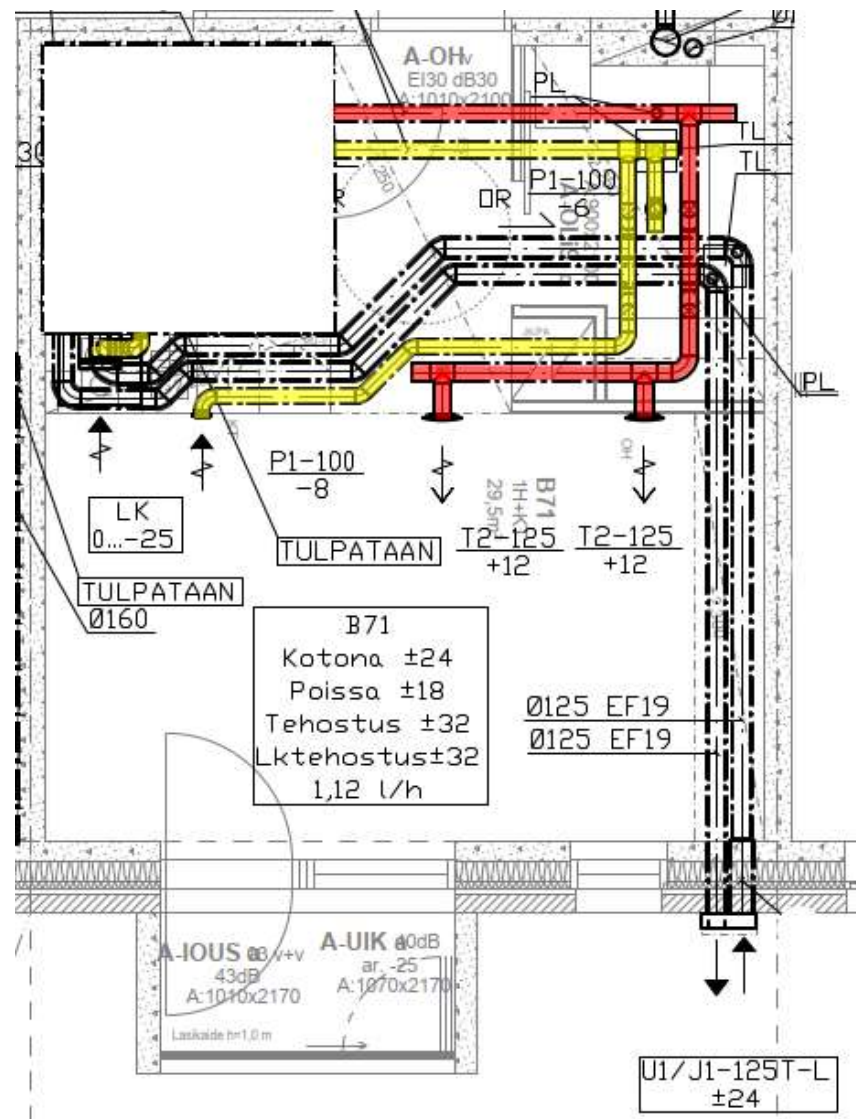
Sisäilmayhdistys. 2018. Sisäilmaluokitus 2018. *LVI 05-10629*. s.l. : www.asss, 2018.

Swegon. 2020. [Online] 2020. [Viitattu: 20. Toukokuu 2020.] <https://www.swegon.com/fi/tuotteet/asuntoilmanvaihto/liesikuvut/kaikki-casa-liesikuvut/casa-blues/>.

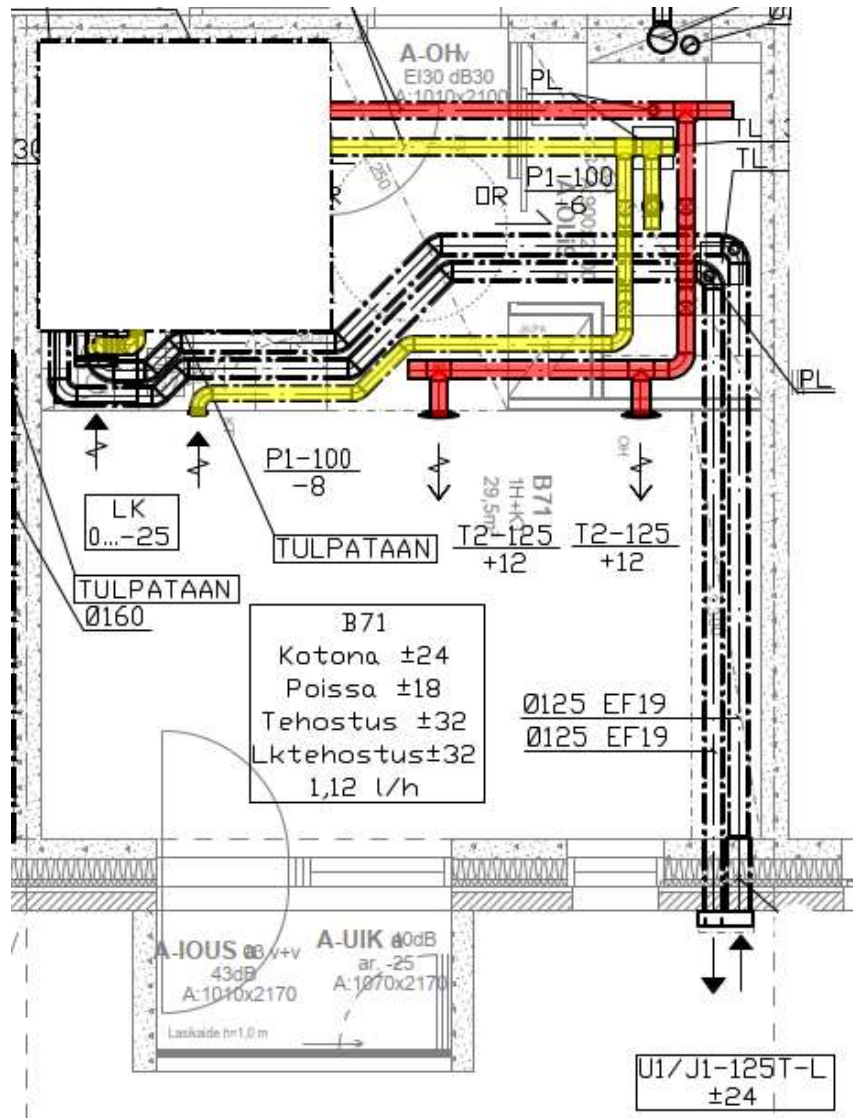
Talonrakennusteollisuus ry. 2018. *Rakennushankkeen kustannushallinta*. s.l. : Rakennustieto Oy, 2018. ISBN 978-952-267-291-9.

Tilastokeskus. 2020. Tilastokeskuksen PxWeb-tietokannat. *StatFin >> Hinnat ja kustannukset >> Rakennuskustannusindeksi >> Vuositiedot >> 11nz -- Rakennuskustannusindeksi talotyypeittäin 1990=100, 1990-2019*. [Online] 2020. [Viitattu: 20. Toukokuu 2020.] http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__hin__rki__vv/statfin_rki_pxt_11nz.px/chart/chartViewLine/.

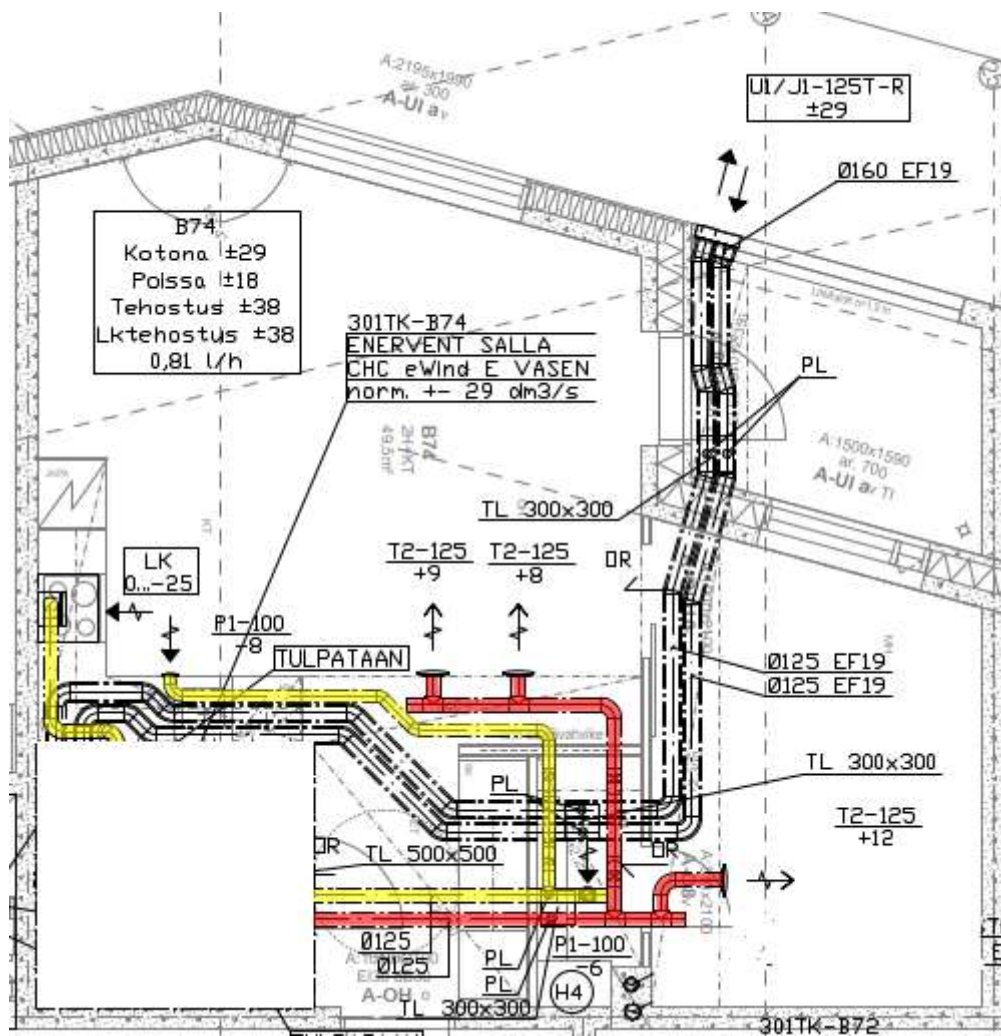
Liite 1. Hajautettu ilmanvaihto laskentalaaajuus PK 1 1H+KT asunto B71



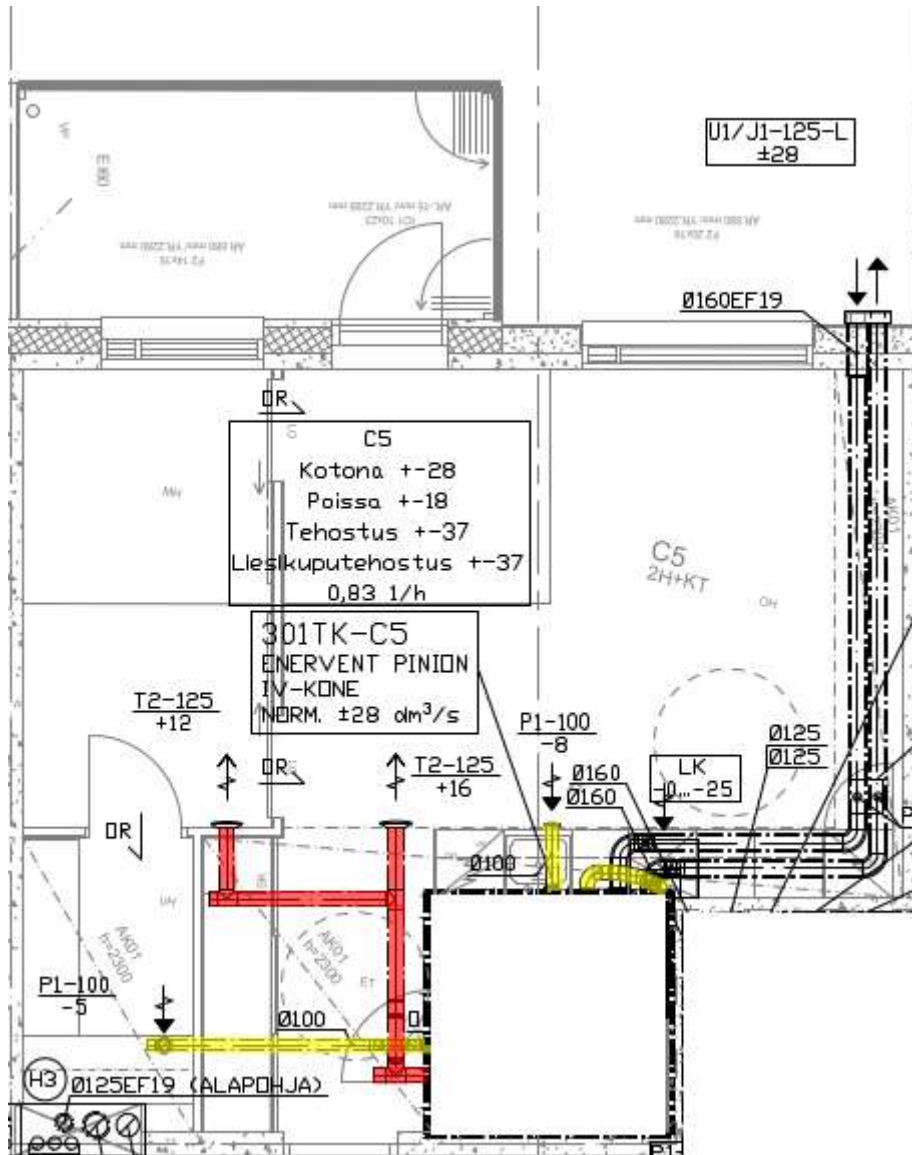
Liite 2. Hajautettu ilmanvaihto laskentalaajuus Kaiku 2 1H+KT asunto D20



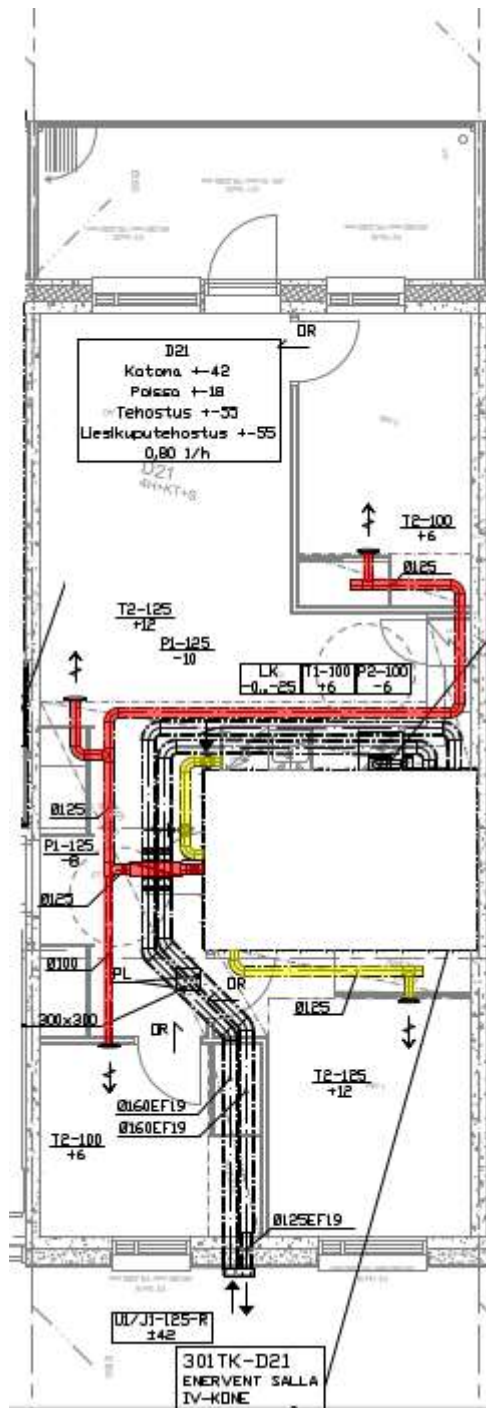
Liite 3. Hajautettu ilmanvaihto laskentalaajuus PK 1 2H+KT asunto B74



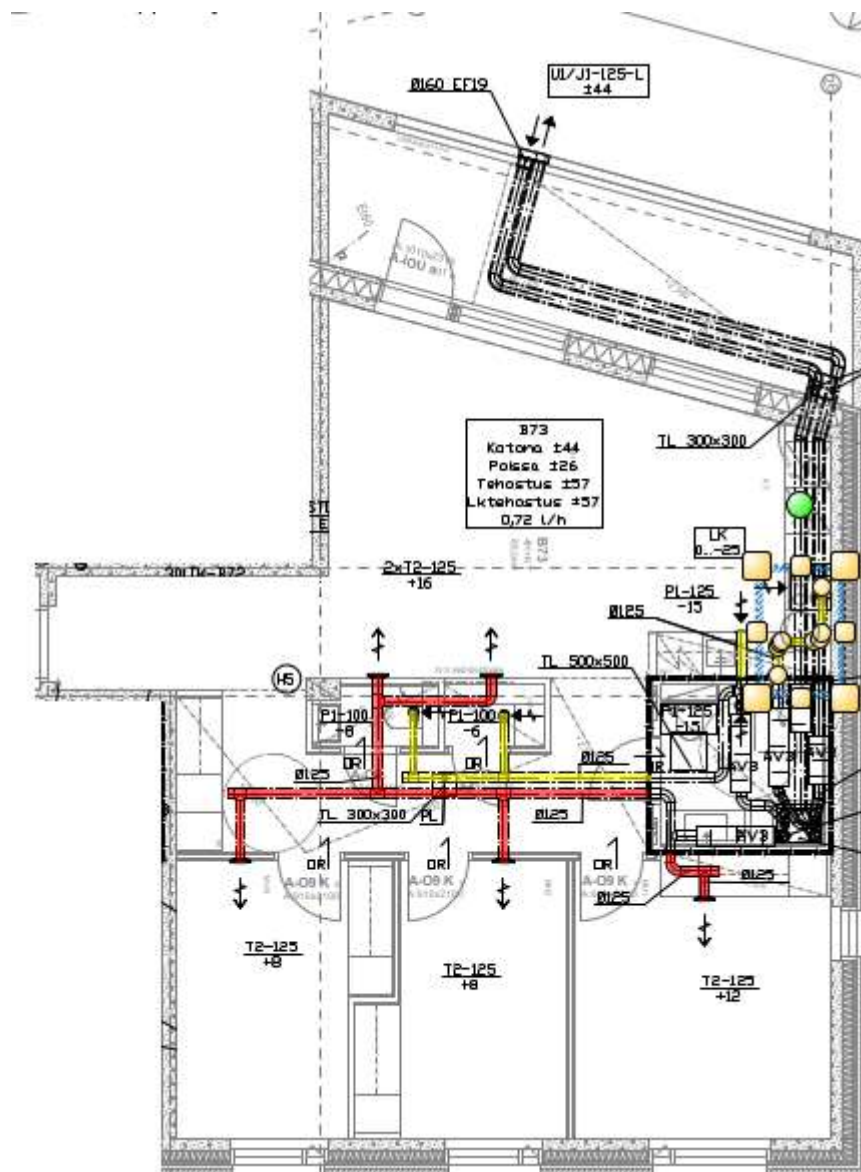
Liite 4. Hajautettu ilmanvaihto laskentalaajuus Kaiku 2 2H+KT asunto C5



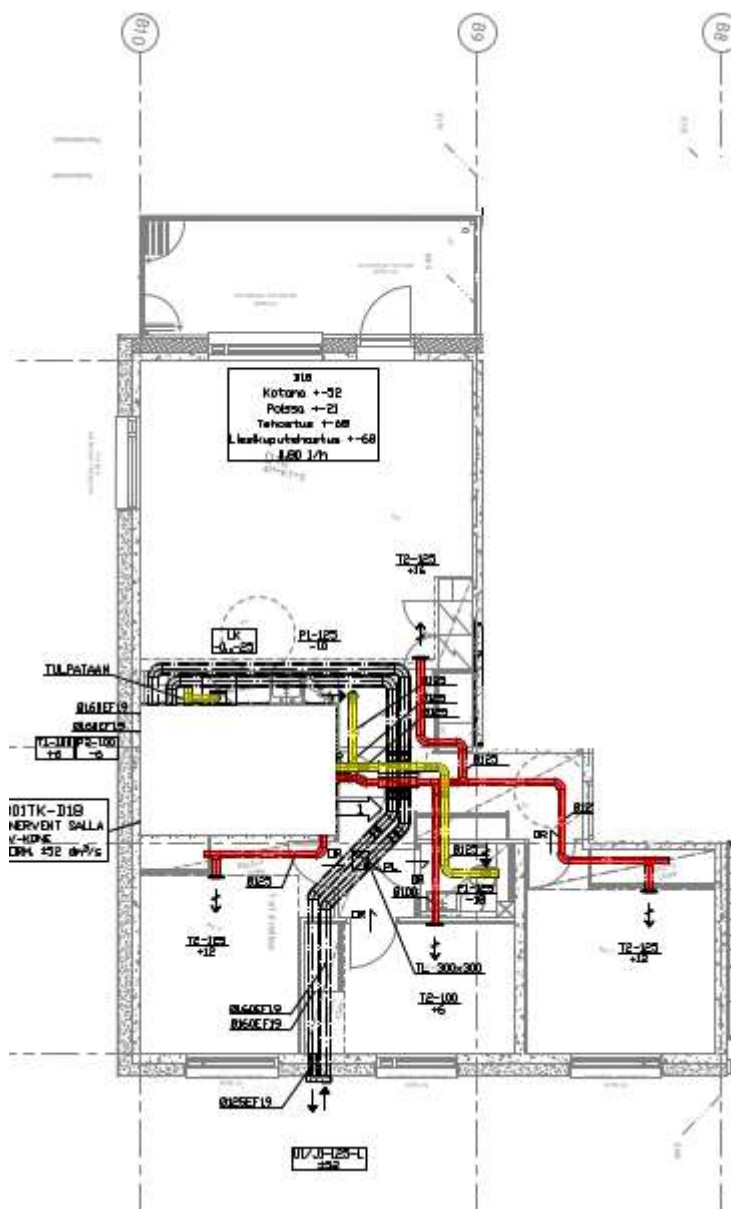
Liite 6. Hajautettu ilmanvaihto laskentalaajuus Kaiku 2 3H+KT asunto D21



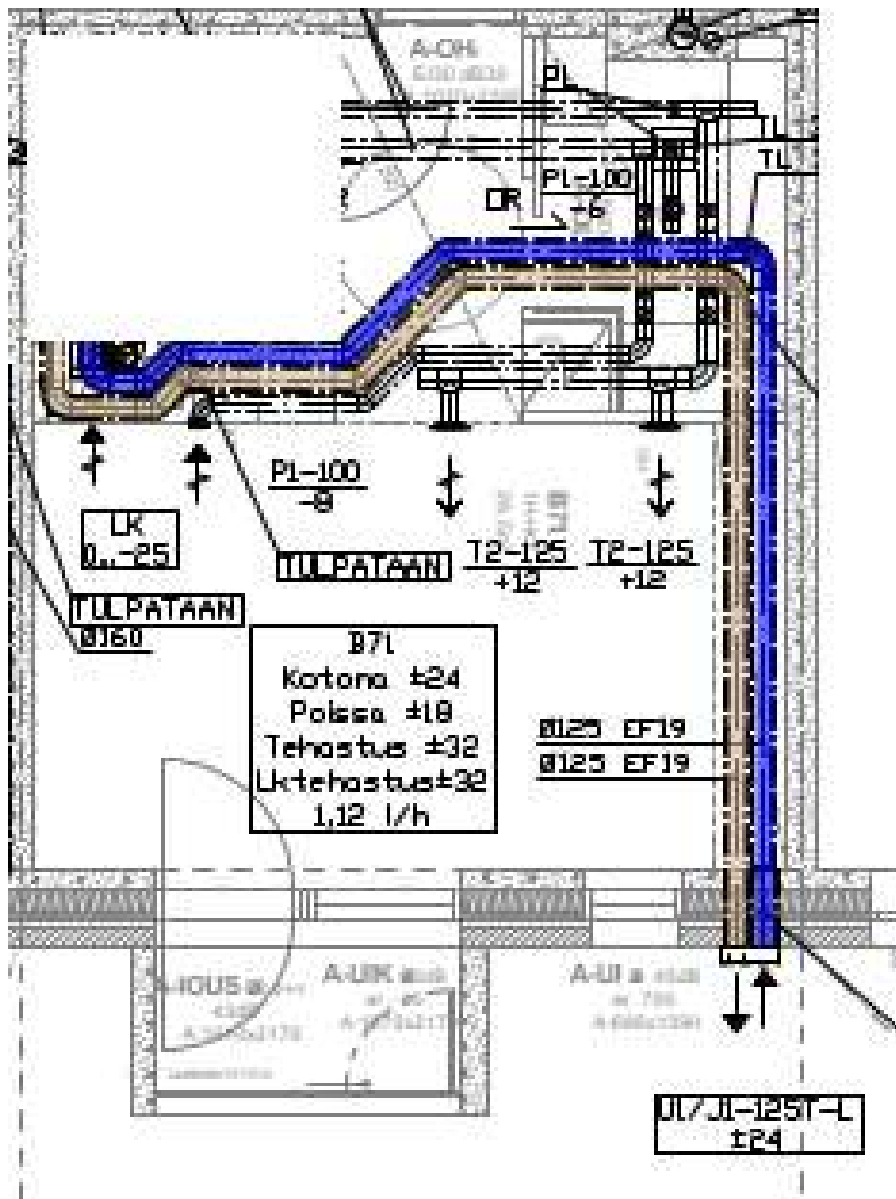
Liite 7. Hajautettu ilmanvaihto laskentalaajuus PK1 4H+KT asunto B73



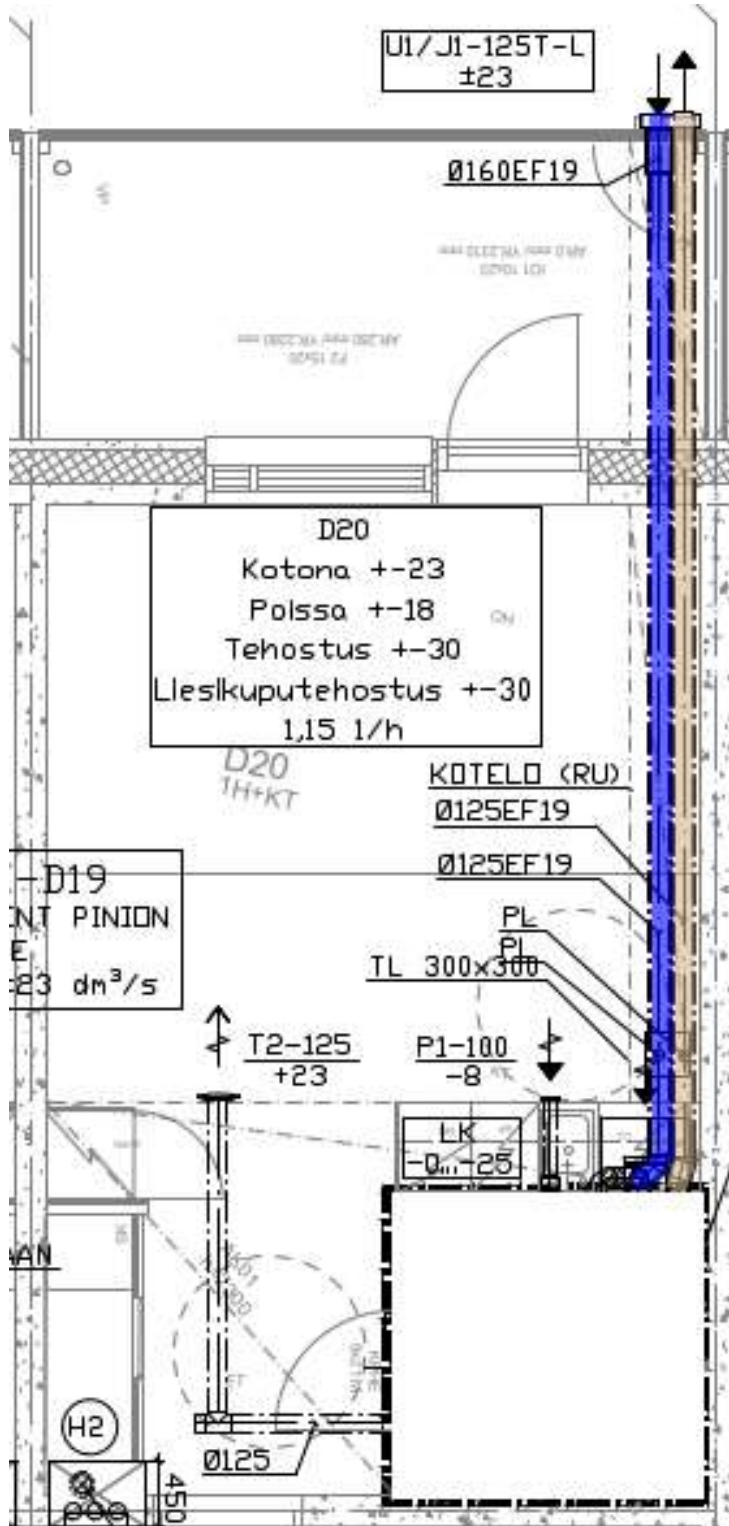
Liite 8. Hajautettu ilmanvaihto laskentalaaajuus Kaiku 2 4H+KT asunto D18



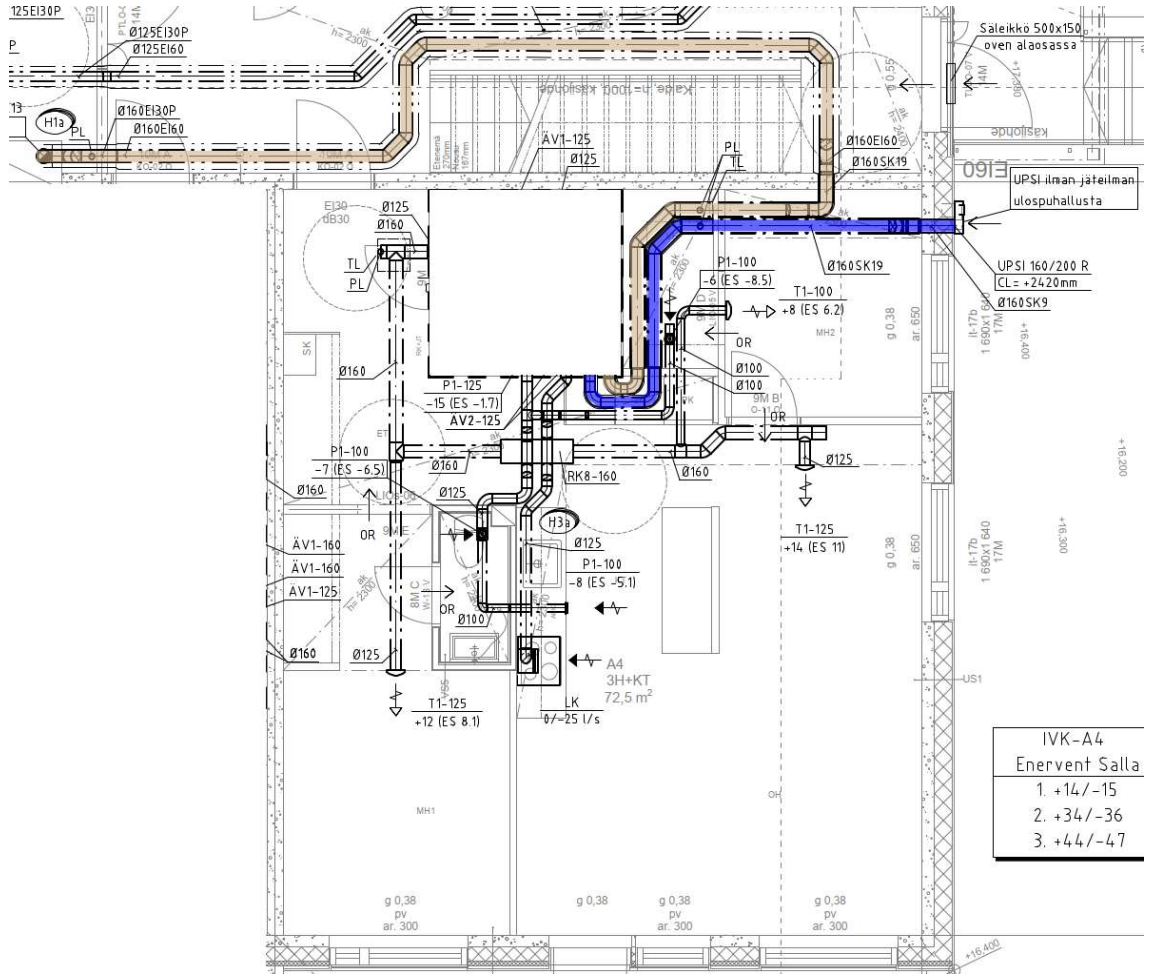
Liite 9. Kanavointi yhdistelmäsaikolle laskentalaajuus PK 1 1 h+kt asunto B71



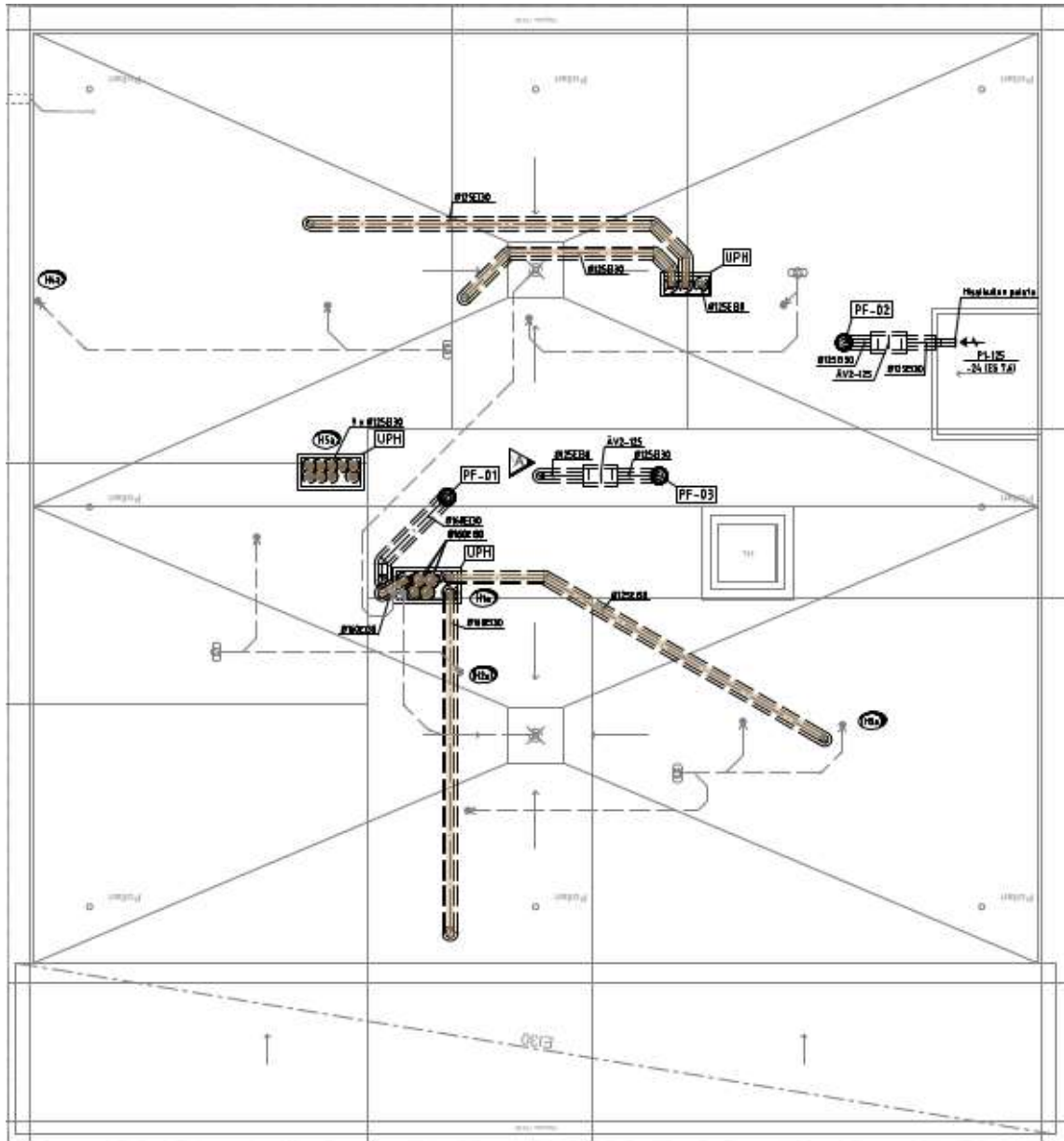
Liite 10. Kanavointi yhdistelmäsäleikölle laskentalaajuus Kaiku 2 1 h+kt asunto D20.



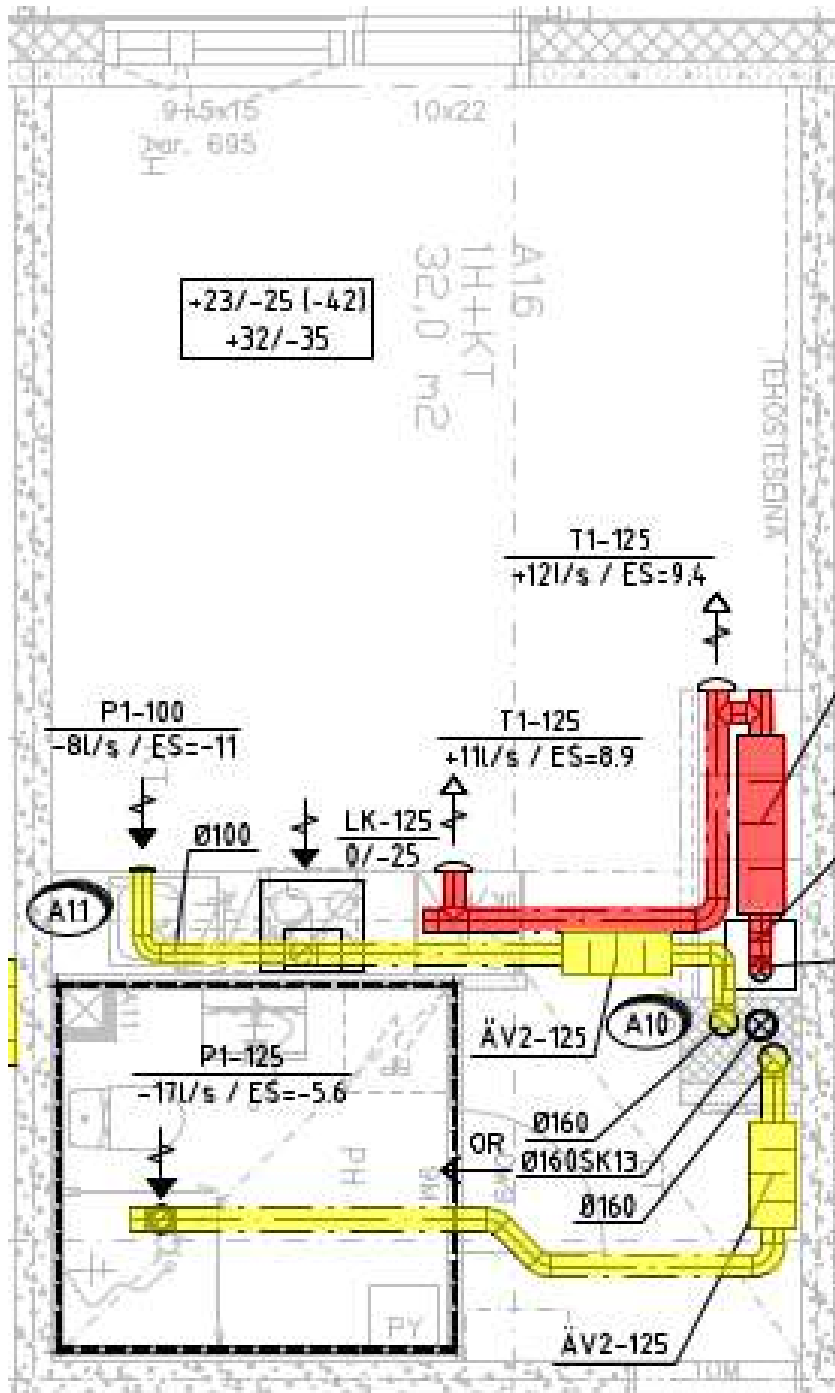
Liite 20. Laskentalaajuus Helmililja 4 h+kt asunto A4.



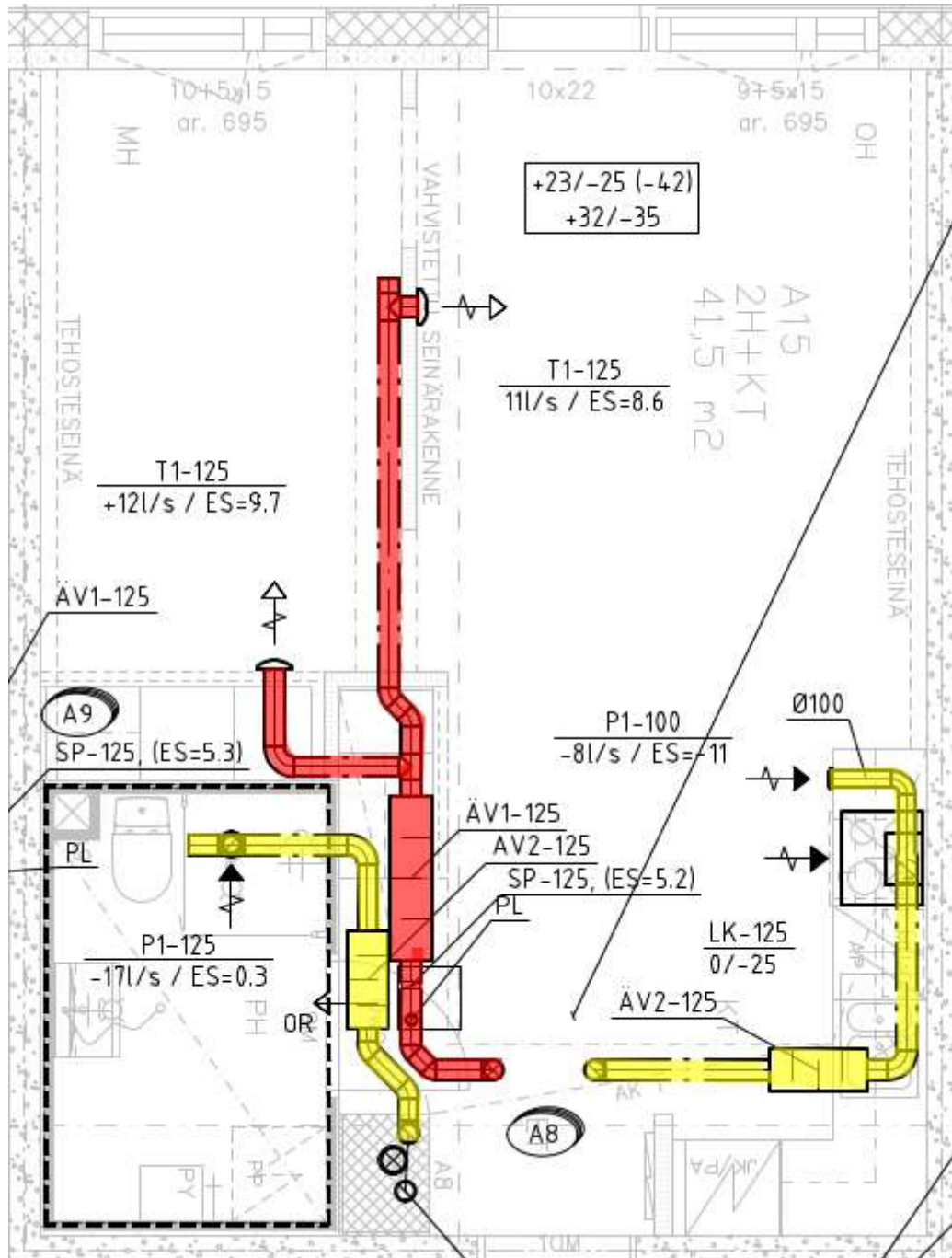
Liite 21. Laskentalaajuus Helmililja vesikatto.



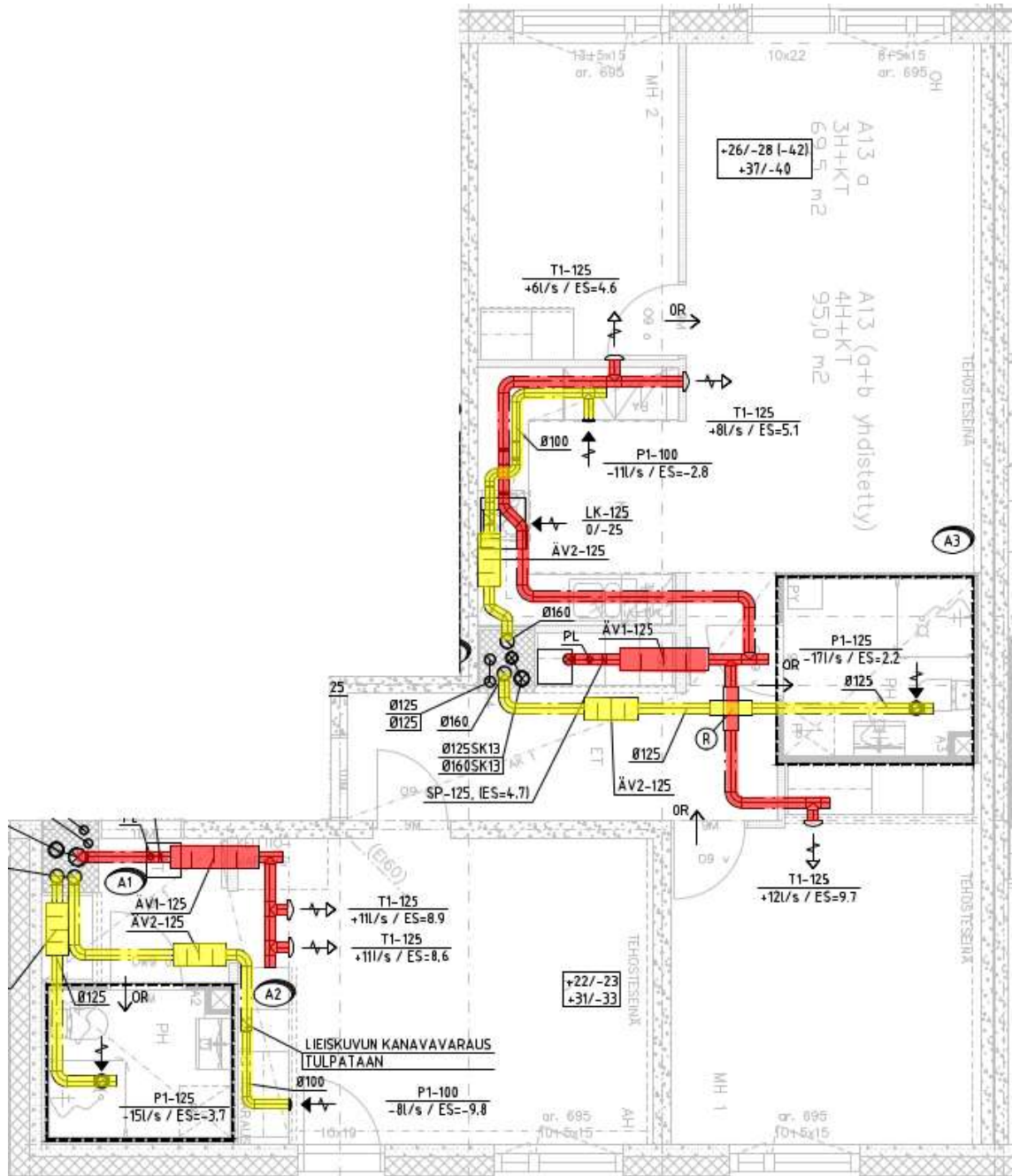
Liite 22. Laskentalaaajuus Jänöloikka 1 h+kt asunto A16.



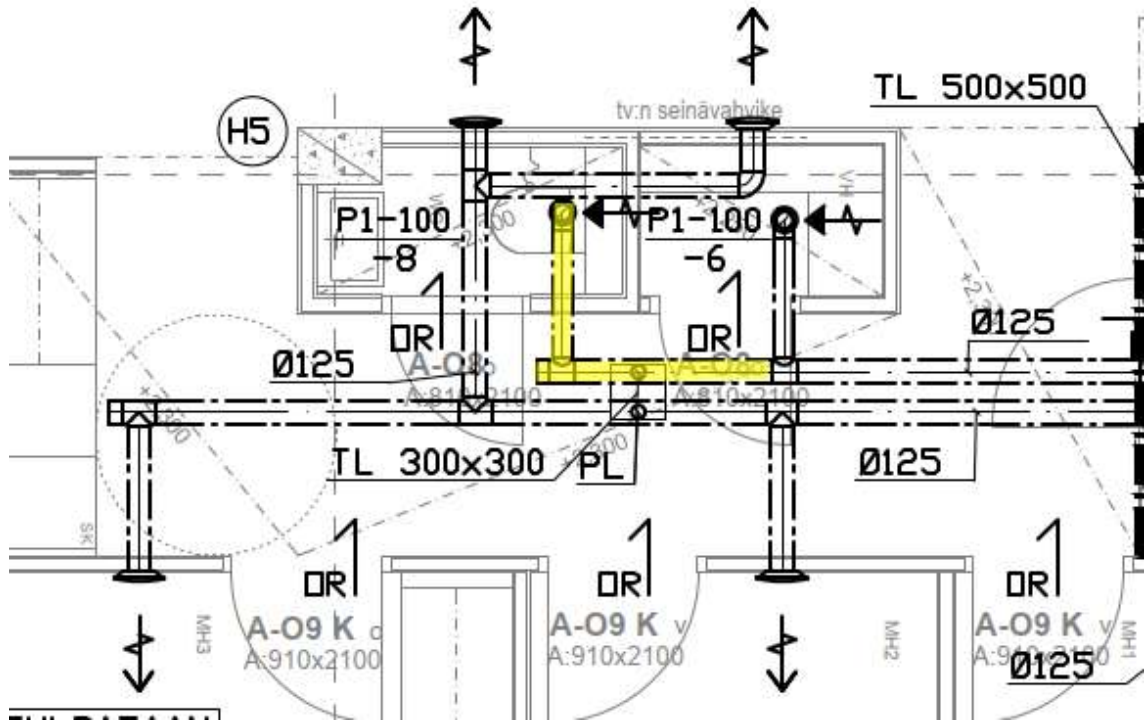
Liite 23. Laskentalaaajuus Jänöloikka 2 h+kt asunto A15.



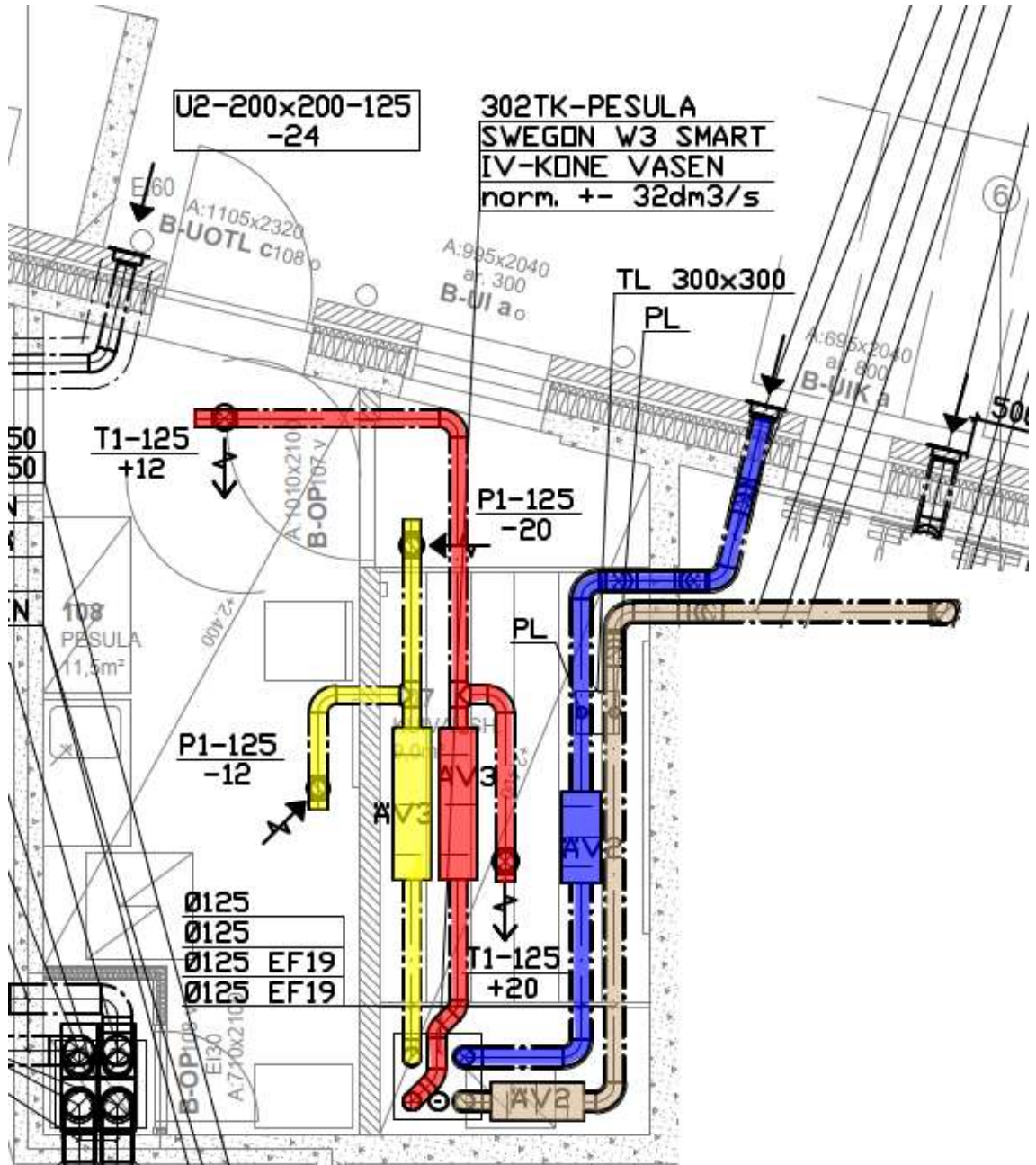
Liite 25. Laskentalaaajuus Jänöloikka 4 h+kt asunto A13.



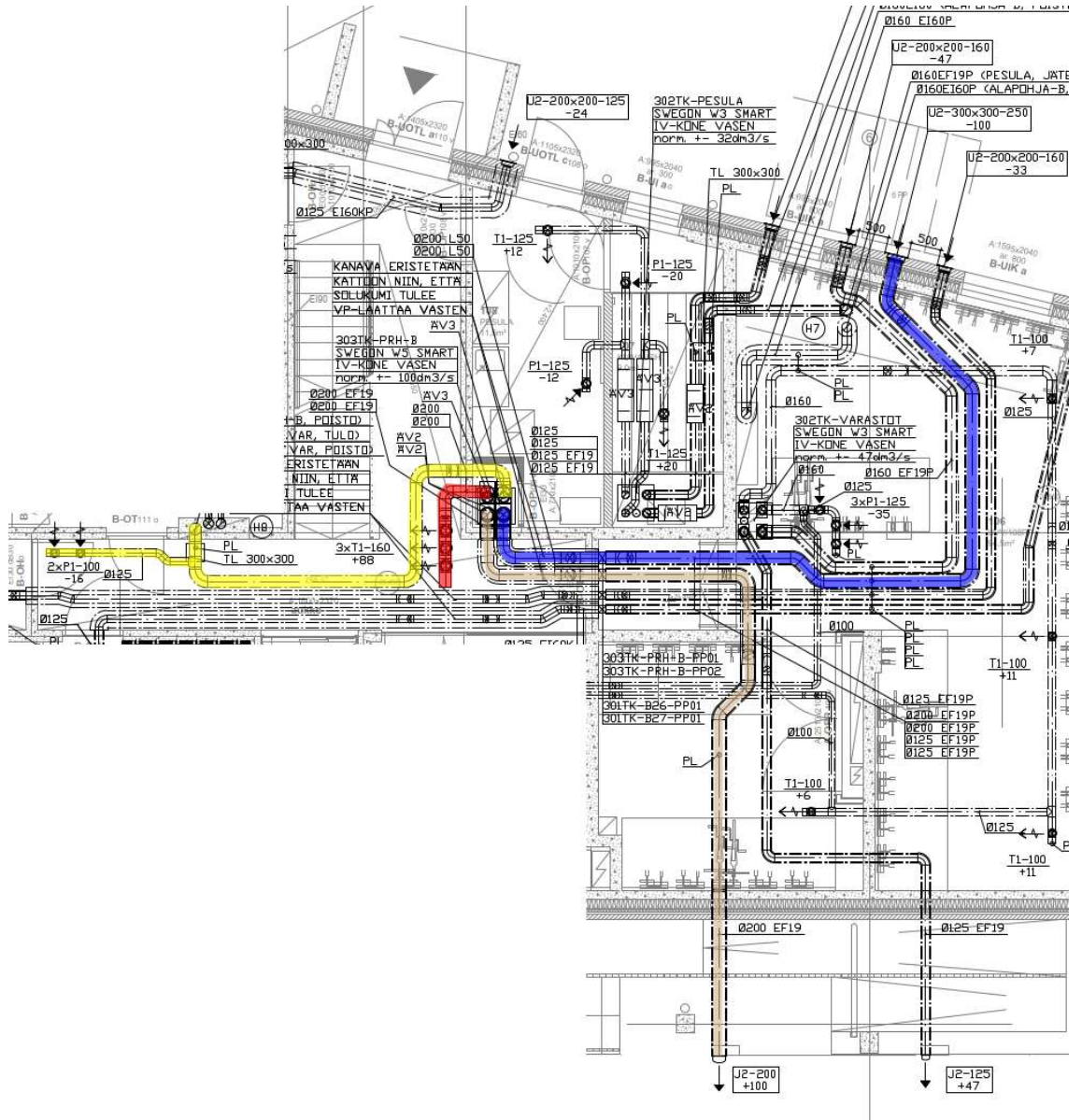
Liite 27. Laskentalaaajuus erillis-WC PK 1 asunto B73.



Liite 29. Laskentalaaajuus talopesula Postinkantaja 2.



Liite 30. Laskentalaajuus porrashuone Postinkantaja 2 1.kerros.



Liite 31. Laskentalaajuus porrashuone Postinkantaja 2 2.kerros.

