

Vastaanottaja
Kauniaisten kaupunki

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
29.04.2020

KAUNIAISTEN NUORISOTALON PERUSKORJAUS ILMANVAIHTOVERTAILU



KAUNIAISTEN NUORISOTALON PERUSKORJAUS ILMANVAIHTOVERTAILU

Projekti Kauniaisten nuorisotalon peruskorjaus
Projekti nro 1510042488
Vastaanottaja Ilona Lehto
Tomi Salminen
Asiakirjatyyppi Raportti
Versio 1
Päivämäärä 29.04.2020
Laatija Timo Svahn
Tarkastaja Hannu Martikainen
Hyväksyjä Lari Tapaninen

Ramboll
PL 25
Itsehallintokuja 3
02601 ESPOO

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
<https://fi.ramboll.com>

SISÄLTÖ

0.	tiivistelmä	2
1.	Lähtökohta	3
2.	Ilmanvaihdon toimintaperiaate	4
2.1	Painovoimainen ilmanvaihto	4
2.2	Koneellinen ilmanvaihto	5
3.	Mitoitusperusteet ja käytetyt ohjelmistot	7
3.1	Ilmavirtojen tarkastelu	7
3.2	Energia-, teho- ja elinkaarilaskenta	8
4.	Simuloinnin tulokset	9
4.1	Sisälämpötila	9
4.2	Sisäilman CO ₂ -pitoisuus	10
5.	Elinkaarikustannukset	11
6.	Johtopäätökset	13

0. TIIVISTELMÄ

Suunnittelun tavoitteiksi asetettiin rakennuksen energiatehokkuus ja tilojen korkea käyttöaste ja muuntojoustavuus käyttäjän toiveiden mukaisesti. Vertailussa analysoitiin erilaisia mahdollisuuksia toteuttaa asetetut tavoitteet painovoimaisella ilmanvaihdolla. Vertailu tehtiin koneelliseen tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmään, jossa energiatehokkuus ja käytön aikainen muuntojoustavuus on toteutettujen kohteiden osalta onnistunut.

Sisäilman laadun, rakennuksen energiatalouden, käyttäjän terveellisuuden ja turvallisuuden sekä tulevan muuntojouston näkökulmasta koneellisen ilmanvaihdon toteuttaminen on suositeltavin ratkaisu.

1. LÄHTÖKOHTA

Kauniaisten nuorisotalon, osoitteessa Läntinen koulupolku 2, talotekniset järjestelmät ovat ylittäneet teknis-taloudellisen käyttöikänsä ja ovat perusteellisen uusimisen tarpeessa. Samalla peruskorjataan koko rakennus ja tehdään tarvittavia muutoksia rakennuksen sisätiloissa.

Hyväksytyt hankesuunnitelman mukaan peruskorjauksen ilmanvaihtoratkaisuksi on esitetty ns. hybridiratkaisua, jossa painovoimaista ilmanvaihtoa tehostetaan koneellisesti. Raitisilmaa käsitellään suodattamalla ja lämmittämällä sitä alapohjan alla kulkevan kulvertin kautta.

Hankesuunnitteluvaiheessa tilaaja tutki mahdollisuutta toteuttaa ilmanvaihto hybridi-ilmanvaihto ratkaisulla. Tilaaja päätti luopua tästä vaihtoehdosta, kun toteutetuissa kohteissa oli havaittu, että järjestelmä ei tuottanut tiloihin riittäviä ilmamääriä hyvien sisäilmaolosuhteiden takaamiseksi.

Tilaaja päätti jatkaa luonnossuunnittelua tutkimalla kahta eri toteutusvaihtoehtoa. Suunnittelussa on tutkittu rakennushistoriallista arvoa tukevan painovoimaisen ilmanvaihdon käyttömahdollisuutta sekä nykyaikaista koneellista tulo-poistoilmanvaihtoa. Vaihtoehtoja vertailtiin hankkeelle asetettujen tavoitteiden mukaisesti huomioiden rakennuksen energiatehokkuus, sisäilmailma olosuhteet sekä tilojen korkea käyttöaste.

2. ILMANVAIHDON TOIMINTAPERIAATE

Seuraavassa kuvataan lyhyesti tässä hankkeessa käytettyjen vaihtoehtojen toimintaperiaatteet.

2.1 Painovoimainen ilmanvaihto

Painovoimainen ilmanvaihto perustuu pääasiallisesti lämpötilaeroon sisäilman ja ulkoilman välillä (hormivaikutus), jolloin ilma lämmitessään pyrkii nousemaan ylöspäin. Tuuli toimii myös käyttövoimana muodostaen paine-eron, joka saa ilman liikkeelle hormissa.

Jotta painovoimainen ilmanvaihto toimisi, tulee muutama perusasia olla huomioida:

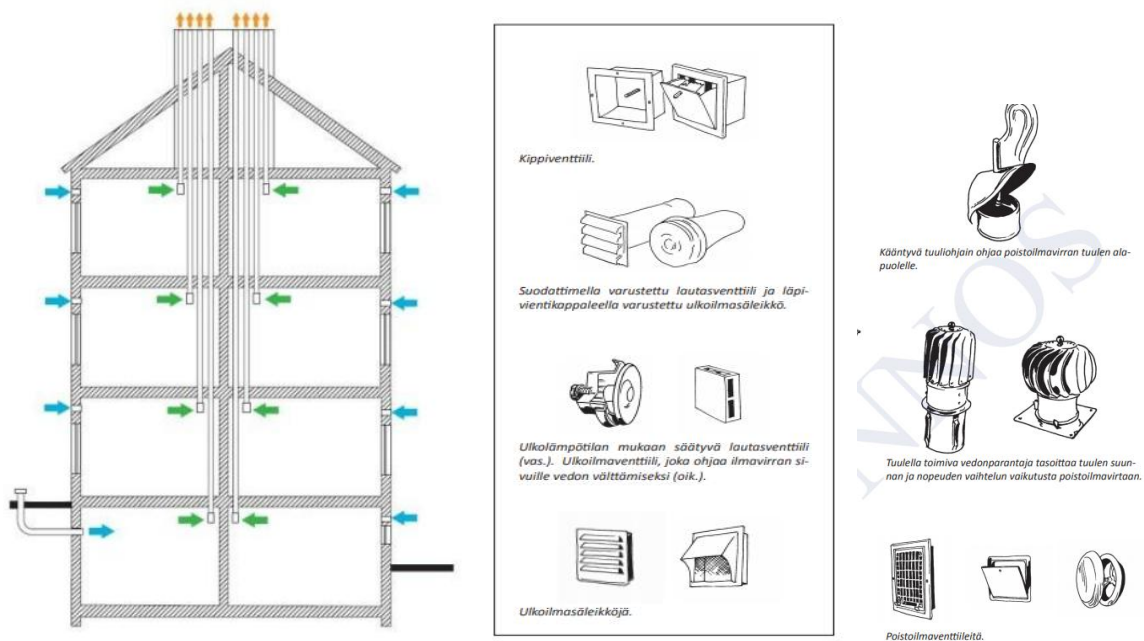
- Ilmanvaihdolla on oltava käyttövoima (hormivaikutus ja tuulen aiheuttama paine)
- Poistoilmahormin on oltava riittävän väljä ja suora eli painehäviöt on minimoitava
- Korvausilman saanti on varmistettava ja sitä pitää voida ohjata hallitusti
- Poistohormin pituus ja mahdolliset sivusiirtymät vaikuttavat toimintaan
- Sisäolosuhteiden hallinta oleskeluvyöhykkeellä vaatii käyttäjän aktiivista seuranta ja reagointia olosuhteiden muutoksiin.
- Toiminta kesäaikaan ja mahdollinen tehostus muulloinkin tapahtuu avattavan ikkunan kautta.

Mikäli painovoimaisen ilmanvaihdon tehostaminen tapahtuu koneellisesti, puhutaan hybridi-ilmanvaihdosta. Painovoimaista ilmanvaihtoa voidaan parantaa käyttämällä ns. tuuliroottoria (vedonparantaja) hormin päässä, mutta sen toiminta on riippuvainen vallitsevasta tuuliolosuhteesta. Muita painovoimaista ilmanvaihtoa tehostavia apuvälineitä on esim. aurinkoenergialla lämmitettävä hormi, jolla saadaan parannettua lämpötilaerosta johtuvaa hormivaikutusta.

Painovoimaista ilmanvaihtoa avustavat laitteet on suunnattu yleensä asuntokäyttöön. Kohteen käyttötarkoituksen mukaisten ilmamäärien tarve on kuitenkin huomattavasti suurempi kuin asuntokohteissa. Niillä saavutetut edut ovat vähäisiä tarpeeseen nähden.

Avustavien puhaltimien lisääminen painovoimaiseen ilmanvaihtoon on mahdollista, mutta se sisältää huomattavia riskejä epäedullisten olosuhteiden muodostumiselle sisäilmaan. Mikäli korvausilmaa ei saada riittävästi on vaarana alipaineen muodostuminen tilaan ja sitä kautta riski rakenteiden epäpuhtauksien siirtymisestä sisäilmaan. Energiatalous heikkenee myös huomattavasti vaikka koneellisen poiston yhteyteen lisättäisiin

Kuvassa 1 on esitetty toimintaperiaate sekä painovoimaisen ilmanvaihdon yhteydessä käytettäviä komponentteja.



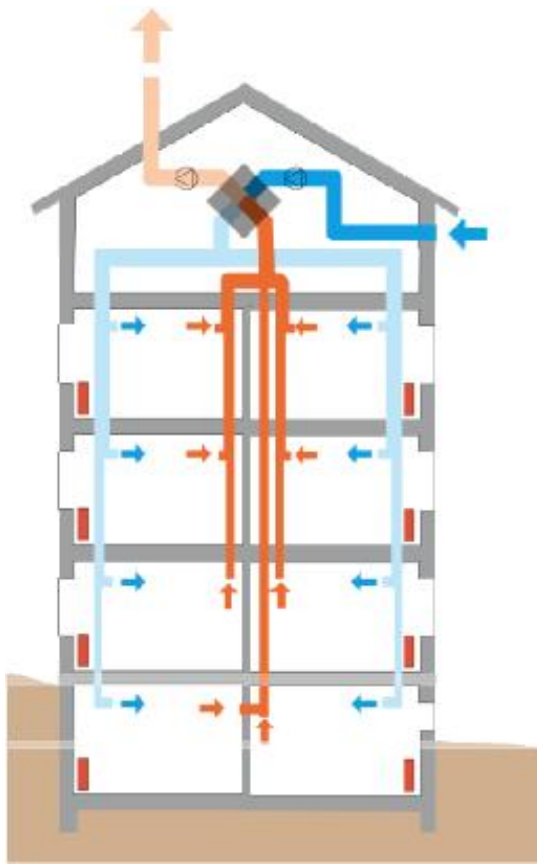
Kuva 1. Paivoimaisen ilmanvaihdon toimintaperiaate sekä käytettyjä komponentteja / Painovoimaisen ilmanvaihdon suunnitteluopas 2018, SuLVI ry.

2.2 Koneellinen ilmanvaihto

Koneellisessa ilmanvaihdossa ulkoilmaa käsitellään (suodatus, lämmitys, viilennys) ja sitä johdetaan huonetiloihin hallitusti kanaviston ja päätelaitteiden kautta. Ulkoilmaa vastaava osuus imetään poistokanavoinnilla pois huonetilasta ja sen sisältämä lämpö siirretään ulkoilman esilämmitykseen lämmöntalteenottolaitteistolla.

Järjestelmä on riippumaton ulkoisista olosuhteista ja sillä pystytään reagoimaan sisäolosuhteiden muutoksiin kuormituksen mukaan.

Koneellisen ilmanvaihdon toimintaperiaatetta on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Koneellinen tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä

3. MITOITUSPERUSTEET JA KÄYTETYT OHJELMI STOT

Järjestelmien toiminnallisuutta ja soveltuvuutta nuorisotalon peruskorjaukseen on tutkittu simuloimalla saavutettavia olosuhteita dynaamisella simulointiohjelmalla IDA-ICE 4.8. Ohjelmisto on hyväksytty viralliseksi energiaselvitysten tekoon tarkoitetuksi työkaluksi.

Painovoimaisen ilmanvaihdon mitoitusperusteet ja alustavat suunnitelmat kustannuslaskentaa varten on tehty Ympäristöministeriön Painovoimainen ilmanvaihto-opas 2018 sekä Rakennusvalvonnan TopTen lomakkeen 117c02 mukaisesti.

Koneellisen ilmanvaihdon vaihtoehdossa suunnitelmat on laadittu Sisäilmastoluokituksen luokan S2 tavoitteiden mukaisesti.

Olosuhdesimuloinnista on laadittu erillinen raportti (LIITE 1).

3.1 Ilmavirtojen tarkastelu

Painovoimaisen ilmanvaihdon ilmavirtojen kohdalla mitoitusperusteena on käytetty Sisäilmastoluokitus 2018 mukaista sisäilmaluokkaa S3 (tydyttävä) ja koneellisen ilmanvaihdon osalta luokka S2 (hyvä). Alla olevassa kuvassa keskeisten tilojen ilmavirrat.

LVI-SUUNNITTELU LÄHTÖTIEDOT

(Ilmanvaihtoperiaatteiden vertailu, luonnossuunnittelu)
HYVÄKSYNTÄÄ / KOMMENTOINTIA VARTEN 20.03.2020

Painovoimainen ilmanvaihto	Koneellinen ilmanvaihto
-------------------------------	----------------------------

Ilmanvaihto

Sisäilmaluokka:

Ilmämäärien suhteen	S3	S2	S2 tapauksessa muita olosuhdetekijöitä tarkennettava luonnosvaiheen jälkeen (tarvittaessa)
---------------------	----	----	--

Ilmämäärät:

	6 l/s/hlö tai 3 l/s/m ²	8 l/s/hlö tai 4 l/s/m ²	
- ryhmätilat, bänditila, digilabi ja kuvaamataito	6 l/s/hlö tai 3 l/s/m ²	8 l/s/hlö tai 4 l/s/m ²	
- neuvottelu, kokoustila	6 l/s/hlö tai 3 l/s/m ²	8 l/s/hlö tai 4 l/s/m ²	S2 kun tilatehokkuus < 3 m ² /hlö
- toimistot	6 l/s/hlö tai 2 l/s/m ²	8 l/s/hlö tai 2 l/s/m ²	S3 toimistorakennuksissa 1 l/s/m ² ja oppilaitoksissa 2 l/s/m ² ; S2 kun tilatehokkuus < 6 m ² /hlö
- työskentelytila (avoin)	6 l/s/hlö tai 1,5 l/s/m ²	8 l/s/hlö tai 2 l/s/m ²	S3 suuremman kriteerin mukaan; S2 kun tilatehokkuus < 6 m ² /hlö
- sos. tila / pukuhuone	4 l/s/hlö tai 3 l/s/m ²	4 l/s/hlö tai 3 l/s/m ²	
- taukotila	6 l/s/hlö tai 2 l/s/m ²	8 l/s/hlö tai 4 l/s/m ²	
- käytävä, aula (mahdollinen oleskelu/odotus)	6 l/s/hlö tai 3 l/s/m ²	8 l/s/hlö tai 4 l/s/m ²	S3 tätä minimoitu henkilömäärin perustuen 1-3 l/s/m ²
- käytävä, aula, eteinen (läpikulku)	1,0 l/s/m ²	1,0 l/s/m ²	
- siivous	4,0 l/s/m ²	4,0 l/s/m ²	
- varastot	0,5 l/s/m ²	0,5 l/s/m ²	
- tekninen tila, LJH	0,5 l/s/m ²	0,5 l/s/m ²	
- WC-tilat	20 l/s/kpl	20 l/s/kpl	

Kuva 6. Mitoitusilmavirrat vertailussa.

Muina lähtötietoina on laskelmissa käytetty kuvan taulukon 1 arvoja.

Taulukko 1. Simulointilaskennan lähtötiedot

Rakenteet	Ulkoseinä: U-arvo: 0.5 W/(m ² K)
Ikkunat	Ikkunat: U _{ikkuna} = 1.5 W/(m ² K), g-arvo=61% Ei sälekaihtimia
Tiiveys	Ilmanvuotoluku q50 = 4 m ³ /m ² , h
Ilmanvaihto	Painovoimainen (PIV)/ koneellinen (KIV)
Lämmityksen asetusarvo	Olosuhdesimuloinnissa = +21 °C
Henkilöt	Henkilömäärät tilaohjelman mukaan
Valaistus	Toimisto: 10 W/m ² , Muut: 8 W/m ²

Laitekuorma	Toimisto: 10 W/m ² , Muut: 5 W/m ²
Käyttöprofiili	Toiminta klo 7-20
Säädädata	Helsingin testivuosi 2012 (TRY2012)
Simulointi ohjelma	IDA ICE 4.8

3.2 Energia-, teho- ja elinkaarilaskenta

Energialaskenta ja tarvittavien mitoitustehojen määrittäminen on suoritettu edellä mainitulla IDA-ICE 4.8 simulointiohjelmalla. Elinkaarikustannuksia (perusinvestointi +käyttö +huolto +uusinta-investointi) on arvioitu excel-pohjaisella laskentaohjelmistolla lähtökohtana 30 vuoden elinkaari.

Elinkaarilaskennassa on vertailtu painovoimaista ja koneellista ilmanvaihtoa kahdella lämmityksen perusvaihtoehdolla maalämmön teho-osuuden ollessa sama molemmissa:

- maalämpö ja lisälämmitys sähköllä
- maalämpö ja lisälämmitys kaukolämmöllä.

Aurinkosähkön ja mahdollisten muiden uusiutuvien energioiden osuus on molemmissa vaihtoehdoissa sama. Elinkaarikustannuslaskennan tuloksia on esitetty luvussa 5.

Tarvittavat lämmityksen mitoitustehot tarkasteltavissa vaihtoehdoissa ovat:

- painovoimainen ilmanvaihto 354 kW (sis. 100 kW LKV)
- koneellinen ilmanvaihto 302 kW (sis. 100 kW LKV).

Lämmitystehoja ja radiaattorimääriä vertailtiin karkeasti myös pohjapiirustusten muodossa (LIITE 2).

4. SIMULOINNIN TULOKSET

Simuloinnin tuloksena on vertailtu sisälämpötilaa ja sisäilman CO₂-pitoisuutta kuvaamataidon työskentelyyn merkityssä tilassa. Sisäilmaluokituksen mukaiset raja-arvot eri sisäilmaluokissa sekä STM:n asetuksen 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista mukaiset toimenpiderajat on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Lämpötilan ja sisäilman CO₂-pitoisuuden raja- ja toimenpidearvot.

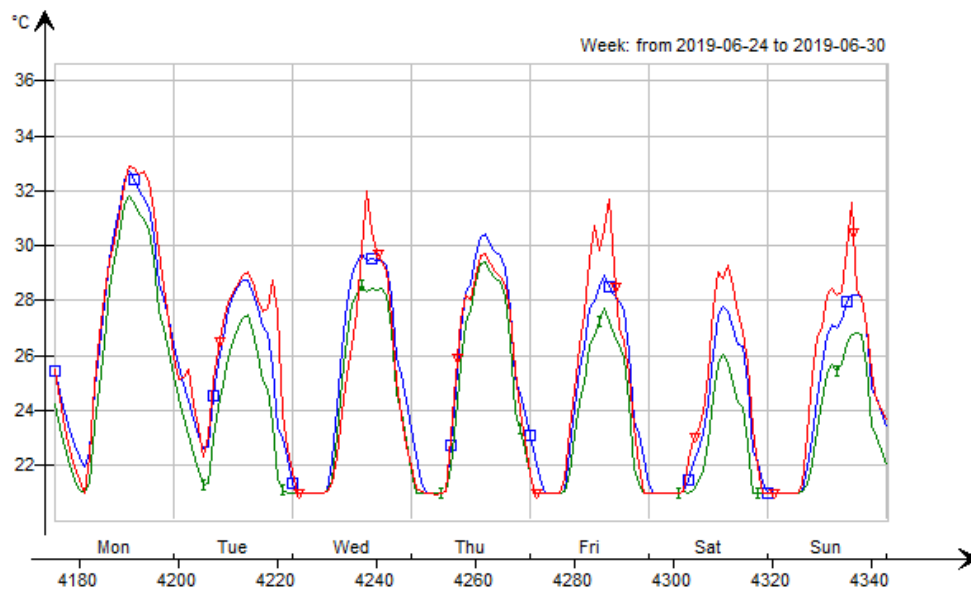
Suure	Sisäilmaluokka S3*	Sisäilmaluokka S2**	STM 545/2015
Sisälämpötila, °C	+27	+27	+32
Sisäilman CO ₂ ppm	1250	1000	1600

*Sisäilmastoluokitus 2018 tavoitearvo sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle on maksimissaan 800ppm yli ulkoilman CO₂-pitoisuus, ulkoilman CO₂-pitoisuus on luokkaa 450ppm.

**Sisäilmastoluokitus 2018 tavoitearvo sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle on maksimissaan 550ppm yli ulkoilman CO₂-pitoisuus, ulkoilman CO₂-pitoisuus on luokkaa 450ppm.

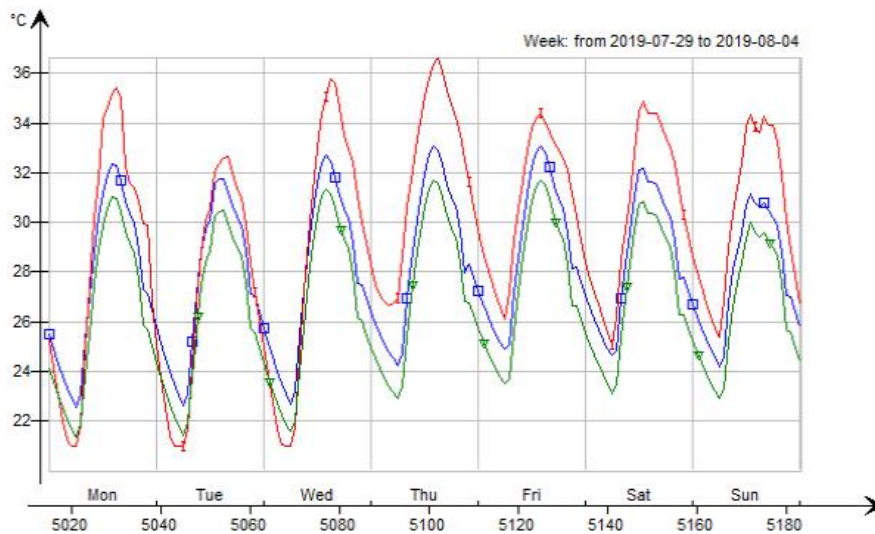
4.1 Sisälämpötila

Sisälämpötila nousee painovoimaisessa ja sisäilmaluokka S3 vaihtoehdossa STM:n asetuksen toimenpiderajan arvolle (+32 °C). Sisäilmaluokka S2 ilmavirroilla saavutetaan parhaimmillaan noin 4 °C alhaisempi lämpötila paivoimaiseen ilmanvaihtoon verrattuna. Laskennassa ei ole huomioitu mahdollista painovoimaisen ilmanvaihdon ilmavirran pienenemistä ulkoilman lämpötilan ollessa yli +10 °C (painovoimaisen ilmanvaihdon mitoituslämpötila).



Kuva 7: Huoneilman lämpötila ilmanlaadun kannalta huonoimmalla hetkellä, *sinisellä* koneellinen tulo-poistoilmanvaihto (S3 ilmamäärät), *vihreällä* koneellinen tulo-poistoilmanvaihto ilman viilennystä (S2 ilmamäärät), *punaisella* painovoimainen ilmanvaihto.

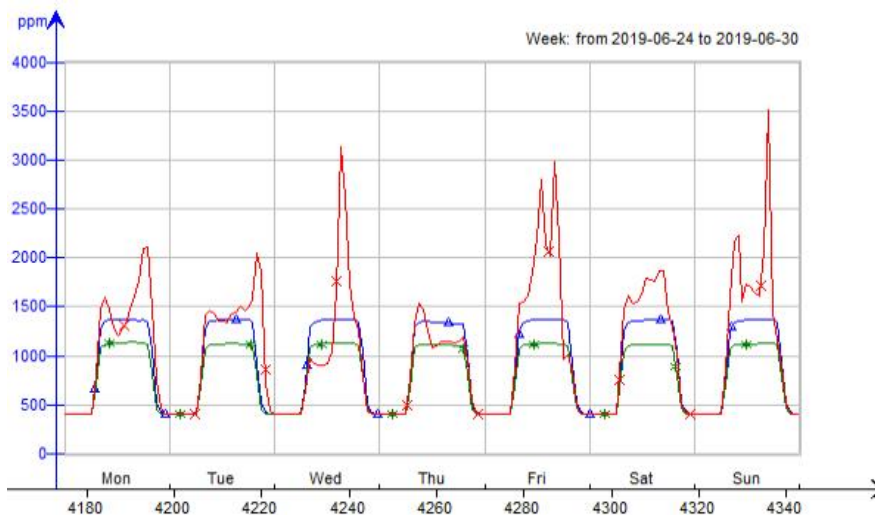
Tarkasteltaessa tilannetta kuumimman kesäpäivän osalta ja verrattaessa sisälämpötilaa tapaukseen, jossa on käytössä viilennys koneellisessa ilmanvaihdossa, nousee sisälämpötila selkeästi yli toimenpiderajan painovoimaisessa ilmanvaihdossa.



Kuva 8: Huoneilman lämpötilä, *sinisellä* koneellinen tulo-poistoilmanvaihto (S3 ilmamäärät), *vihreällä* koneellinen tulo-poistoilmanvaihto (S2 ilmamäärät) viilennyksellä (huoneilma max 3 °C viilempi kuin ulkoilma), *punaisella* painovoimainen ilmanvaihto.

Mikäli sallittaisiin sisä- ja ulkolämpötilan eron olevan suurempi kuin 3 °C (Kauniaisten ohje), saadaan sisälämpötilaa viilennyksellä laskettua vielä alemmaksi.

4.2 Sisäilman CO₂-pitoisuus



Kuva 9: Huoneilman CO₂-pitoisuus, *sinisellä* koneellinen tulo-poistoilmanvaihto (S3 ilmamäärät), *vihreällä* koneellinen tulo-poistoilmanvaihto (S2 ilmamäärät) ja *punaisella* painovoimainen ilmanvaihto.

Painovoimaisessa ilmanvaihdossa sisäilman CO₂-pitoisuus ylittää jopa STM:n asetuksen mukaisen toimenpiderajan (1600 ppm) ja vain koneellisella tulo-poistoilmanvaihdolla pysytään välttävällä tasolla. Tyydyttävän tason saavuttaminen vaatisi raitisilmamäärän hienoisen kasvattamisen.

5. ELINKAARI KUSTANNUKSET

Toiminnallisuuden arvioinnin lisäksi laskettiin painovoimaisen ilmanvaihdon ja koneellisen tulo-poistoilmanvaihdon elinkaarikustannukset 30 vuoden ajalle kohdan 3.2 mukaisesti. Laskentataulukko kokonaisuudessaan liitteenä (LIITE 3).

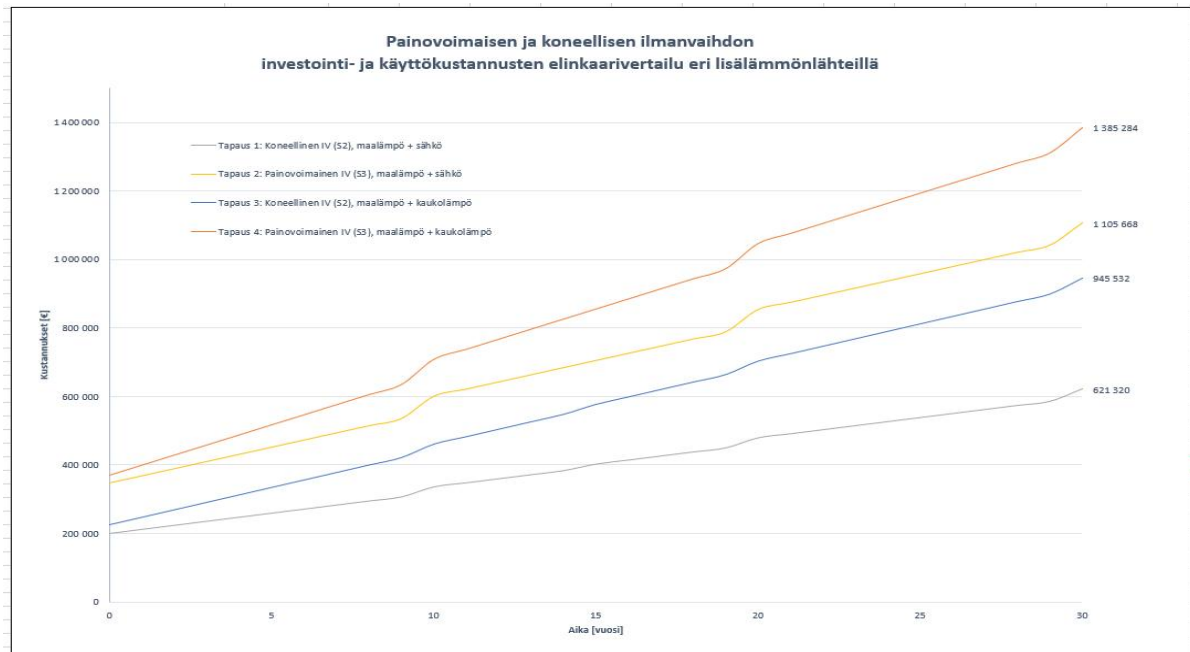
Laskennan lähtötietoina käytettiin simulointien perusteella saatuja tietoja sekä taulukon 3 arvoja. Investointikustannuksien osalta on oletettu painovoimaisen ilmanvaihdon hormien ja koneellisen ilmanvaihdon kanavointien olevan samat. Hormien ja tekniikan tilakustannuksia ei ole huomioitu. Maalämpö on kaikissa järjestelmissä pääasiallinen energialähde.

Taulukko 3. Elinkaarilaskennan lähtötiedot, lisälämpö kaukolämmöstä.

Laskennan lähtötiedot:

Sähkön hinta	100 €/MWh	Kaukolämmön mitoitus teho tapaus 3	243 kW
Kaukolämmön hinta (energia + siirto)	60 €/MWh	Vuosittainen tehomaksu tapaus 3	10453 €
Energianotto maasta kompressorin kanssa	120 kWh/m	Kaukolämmön mitoitus teho tapaus 4	206 kW
Maalämpöpumpun COP	3	Vuosittainen tehomaksu tapaus 4	9046 €
- Energia maasta	80 kWh/m		
- Energia kompressorin	40 kWh/m		
Pihalle mahtuu kaivoja max	12 kpl		
Maalämpökaivon poraushinta	30 €/m, kallio		
Maalämpöpumpun investointikustannus	1200 €/kW		
Maalämpöpumpun uusiminen	300 €/kW, pelkkä MLP		
Maalämpöpumpun huolto	300 €/a		
Tehonotto maasta kompressorin kanssa	30 W/m	Tähän voidaan vaikuttaa pumpulla	
- Teho maasta	20 W/m		
- Teho kompressorin	10 W/m		
Maalämpökaivon aktiivisyys	400 m/kpl	Aktiivisyys, puolet todellisista metreistä	
Maalämpöpumpun huolto	300 €/a		

Laskennan tulokset on esitetty kuvassa 10.



Kuva 10. Elinkaarilaskennan tulokset. Painovoimaisen ja koneellisen ilmanvaihdon elinkaarikustannukset 30 vuoden tarkastelujaksolla.

Laskennan tuloksia on vertailu 30 vuoden aikajänteellä taulukossa 4.

Taulukko 4. Järjestelmien elinkaarikustannusten vertailu

Järjestelmä	Elinkaarikustannus (€)	Ero (%)	Huomautuksia
Koneellinen IV + sähkö	621.320	0	
Koneellinen IV + kaukolämpö	945.532	+52,2	
Painovoimainen IV + sähkö	1.105.668	+78,0	
Painovoimainen IV + kaukolämpö	1.385.284	+123,0	

Tulosten perusteella koneellinen ilmanvaihto, maalämpö sekä lisälämmitys sähköllä (sähkökattila) on elinkaarikustannuksiltaan edullisin. Kaukolämmön käyttö lisälämmityksenä on kalliimpaa kiinteän perusmaksun takia, vaikka energian hinta on halvempi kuin sähkön.

Painovoimaisen ilmanvaihdon osalta molemmissa laskentatapauksessa (sähkö/kaukolämpö) elinkaarikustannukset ovat merkittävästi suuremmat.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Taulukkoon 5 on koottu kummankin järjestelmän etuja ja huonoja ominaisuuksia. Ominaisuuksia on arvioitu vastakohtina adjektiiveilla Hyvä/Huono.

Taulukko 5. Painovoimaisen ja koneellisen ilmanvaihdon ominaisuusvertailu.

Ominaisuus	Painovoimainen IV (PIV)	Koneellinen IV (KIV)	Huomautukset
Energiatalous	Huono	Hyvä	PIV kuluttaa lämpöenergiaa
Ulkoilman suodatus	Huono	Hyvä	PIV ei suodatusmahdollisuus heikompi
Luonnonmukaisuus	Hyvä	Huono	KIV kuluttaa sähköä, PIV mielikuvana hyvä
Toiminta kesällä	Huono	Hyvä	PIV ei hallittavissa
Toiminta talvella	Hyvä	Hyvä	PIV huonommin hallittavissa
Sisäilman laatu	Huono	Hyvä	KIV tuottaa hallitut olosuhteet
Tarpeenmukaisuus	Huono	Hyvä	KIV mahdollistaa tekniset ratkaisut
Vetoriski	Huono	Hyvä	PIV talvella ongelma
Vaikutus julkisivuun	Huono	Hyvä	PIV vaatii ulkoseinään korvausilma-aukot
Painesuhteiden hallinta	Huono	Hyvä	PIV ei mahdollista hallintaa rakenteissa
Huoltokustannukset	Hyvä	Hyvä	KIV keskuslaitteet ja PIV huonelaitteet kustannus
Akustiikka	Huono	Hyvä	PIV ei ulkoa tulevan melun vaimennusta
Muuntojoustavuus	Huono	Hyvä	PIV ei mahdollista henkilömäärän nostoa
Automatisointi	Huono	Hyvä	PIV ei mahdollista / monimutkaista
Käytön helppous	Huono	Hyvä	PIV vaatii aktiivista käyttäjää
Tehostus	Huono	Hyvä	PIV vaatii tuulen / aktiivisen käyttäjän

Ramboll Finland Oy
Kauniaisten Nuorisotalon peruskorjaus

Timo Svahn
Kehitysjohdaja, LVI

Lari Tapaninen
Projektipäällikkö

LIITTEET

LIITE 1: OLOSUHDESIMULOINTI, RAPORTTI LUONNOS 21.04.2020

LIITE 2: LÄMMITYSTEHOT JA RADI AATTORIT IV-VAIHTOEHTOJEN VERTAILUA VARTEN 14.01.2020 (POHJAPIIRUSTUKSET)

LIITE 3: ELINKAARIKUSTANNUSTEN VERTAILU 07.04.2020

LIITE 4: TILANKÄYTTÖ PAINOVOIMAISSA ILMANVAIHDOSSA

LIITE 5: TILANKÄYTTÖ KONEELLISSA ILMANVAIHDOSSA



KAUNIAISTEN NUORISOTALO

PAINOVOIMAISEN ILMAN-
VAIHDON TARKASTELU

LUONNOS 21.4.2020

Päivämäärä 21.4.2020
Laatija Eki Karjalainen
Tarkastaja Lari Tapaninen

1. YLEISTÄ

Tässä raportissa on esitetty Kauniaisissa, Läntinen koulupolku 2:ssä sijaitsevan nuorisotalon sisäolosuhdetarkastelu painovoimaisella ilmanvaihdolla ja koneellisella tulo/poisto-ilmanvaihtojärjestelmällä. Simuloinnissa on käytetty dynaamista energiasimulointiohjelmaa IDA ICE 4.8. Tuloksissa esitetään ilmanvaihtuvuuden ja lämpökuormien kannalta haastavien tilojen lämpötilat ja hiilidioksidipitoisuudet (ppm) Sisäilmaluokitus 2018 luokan S3 (painovoimainen) ja S2 (koneellinen) mukaisilla ilmavirroilla.

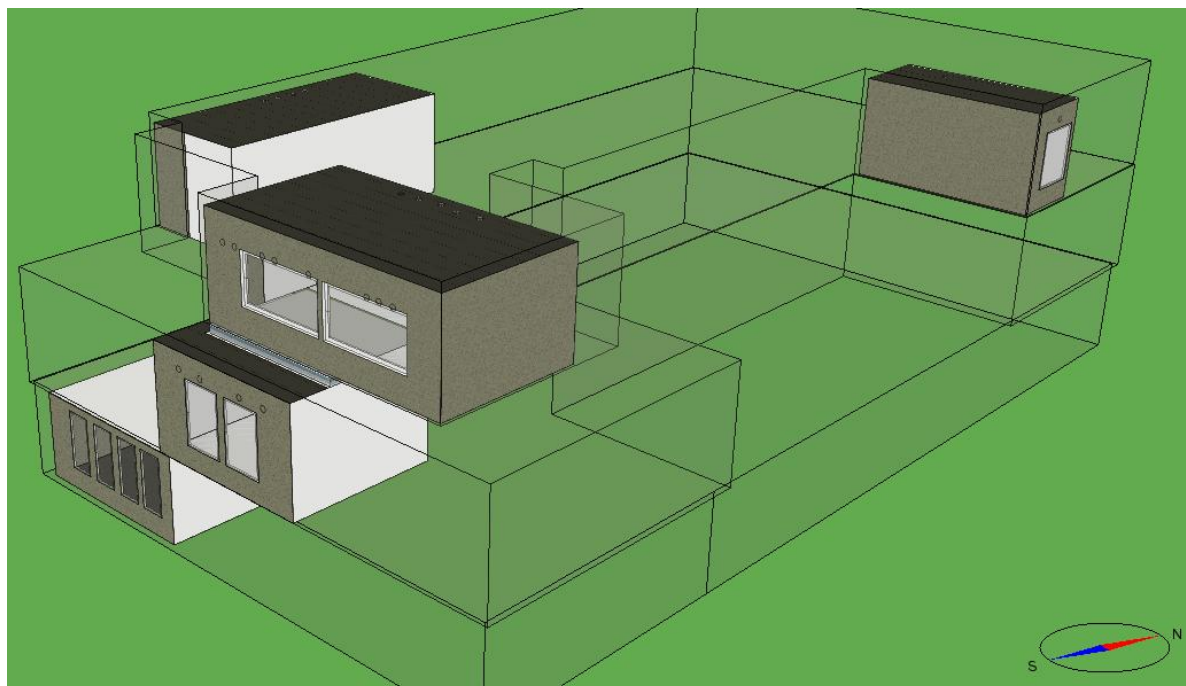
Simuloinneissa ei ole huomioitu minkäänlaista automaattista tai manuaalista ohjausta tai järjestelmää, jolla ilmavirtoja voitaisiin ohjata. Esimerkkejä tällaisista ovat erilaiset sulkupellit, venttiilit, tuulihatut tai aurinkohormit tai ikkunan avaaminen.

Koneellisessa ilmanvaihdossa ilmavirrat mitoitettiin henkilöperusteisena (S3 6 l/s,henkilö ja S2 8 l/s,henkilö). Painovoimaisen ilmanvaihdon ilmavirrat on määritetty vastaamaan S3 henkilöperusteisia ilmavirtoja ulkoilman lämpötilalla +10 °C ja ilman tuulen vaikutusta. Hormien korkeudet on laskettu siten, etteivät ne ylitä nykyistä harjaa.

2. TARKASTELTAVAT TILAT

Tarkasteltavat tilat ovat olosuhteiltaan haastavia n. 18-63 m² yksittäistiloja rakennuksen ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa.

- Kuvaamataito 2krs. 47,7 m² – 20 hlö
- Ryhmätila 1krs. 30,7 m² – 20 hlö
- Ryhmätila 2krs. 35,5 m² – 20 hlö
- Toimisto 17,8 m² – 3 hlö



Kuva 1 Tarkasteltavat tilat

3. YLEISET LÄHTÖTIEDOT

Rakenteet	Ulkoseinä: U-arvo: 0.5 W/(m ² K)
Ikkunat	Ikkunat: U _{ikkuna} = 1.5 W/(m ² K), g-arvo=61% Ei sälekaihtimia
Tiiveys	Ilmanvuotoluku q50= 4 m ³ /m ² , h
Ilmanvaihto	Painovoimainen (PIV)/koneellinen (KIV)
Lämmityksen asetusarvo	Olosuhdesimuloinnissa = +21 °C
Henkilöt	Henkilömäärät yllä
Valaistus	Toimisto: 10 W/m ² , Muut: 8 W/m ²
Laitekuorma	Toimisto: 10 W/m ² , Muut: 5 W/m ²
Käyttöprofiili	Katso profiilit alla
Säädata	Helsingin testivuosi 2012 (TRY2012)
Simulointi ohjelma	IDA ICE 4.8

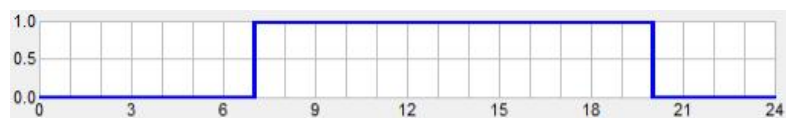
4. LÄHTÖTIEDOT JA TULOKSET

Kuvaamataito

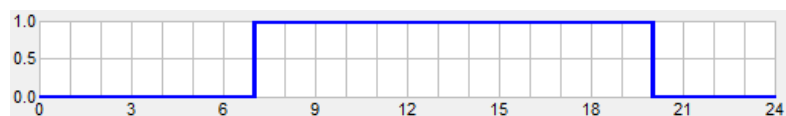
Tilan tiedot

Huoneala	47,7 m ²
Ikkuna-ala	10,7 m ² (etelään)
Raitisilmalaimet	12 kpl, - vastaa 200 cm ² ulkoilmalaitteita (C= 0,007; n= 0,65)
Poistoilmahormit	12 kpl, - 4,5 m nousu raitisilmalaimesta hormin yläpäähän - Kierresaumakanava 0,2 m halkaisija - Sisäpään painehäviökerroin 2,5 - Ulkopään painehäviökerroin 1,0
Mitoitusilmavirta	120 l/s (@ +10°C PIV ja S3 ohjetaso) 160 l/s (S2 ohjetaso)
Henkilömäärä	20

Tilan pääjulkisivu osoittaa etelään, jolloin sisäisten kuormien lisäksi aurinkokuorma on korkea. Pohjakuvassa tilan käyttäjät on asetettu istumaan selin ikkunan alle, missä on suuri riski vedon tunteelle lämmityskaudella. Tila on toisessa kerroksessa, missä hormin korkeus on n. 4,5 m.

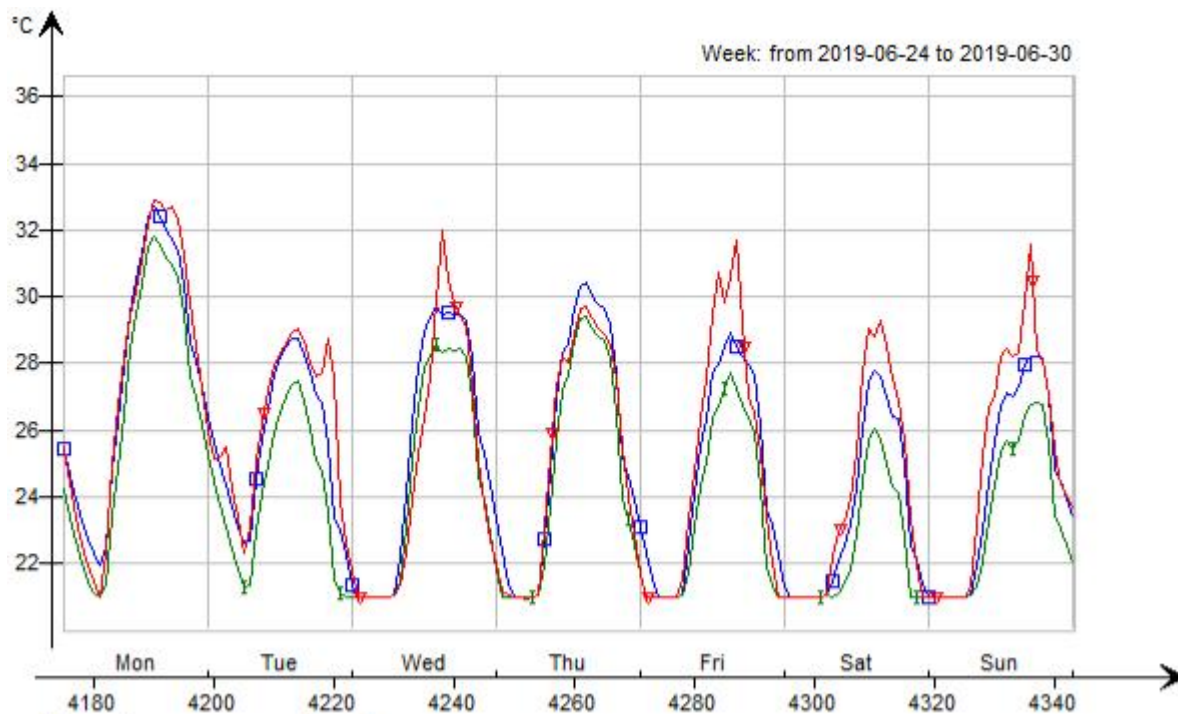


Kuva 2: Tilan käyttäjien ja laitteiden käyttöaste

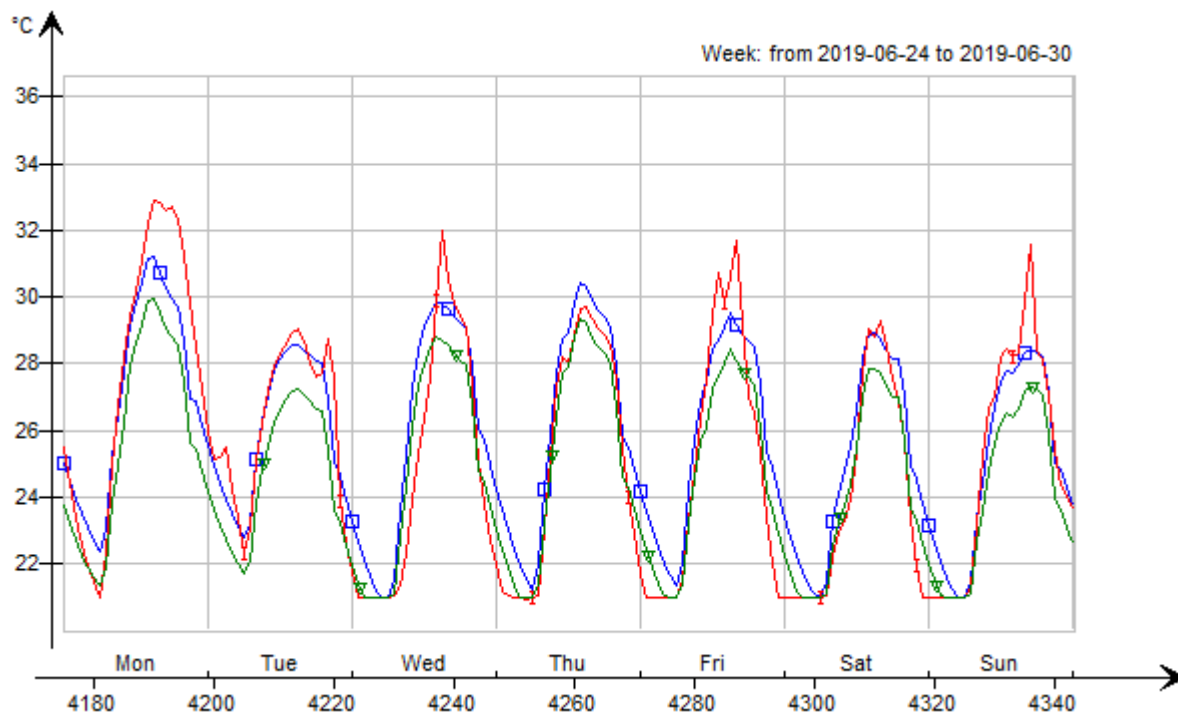


Kuva 3: Valaistuksen käyttöaste

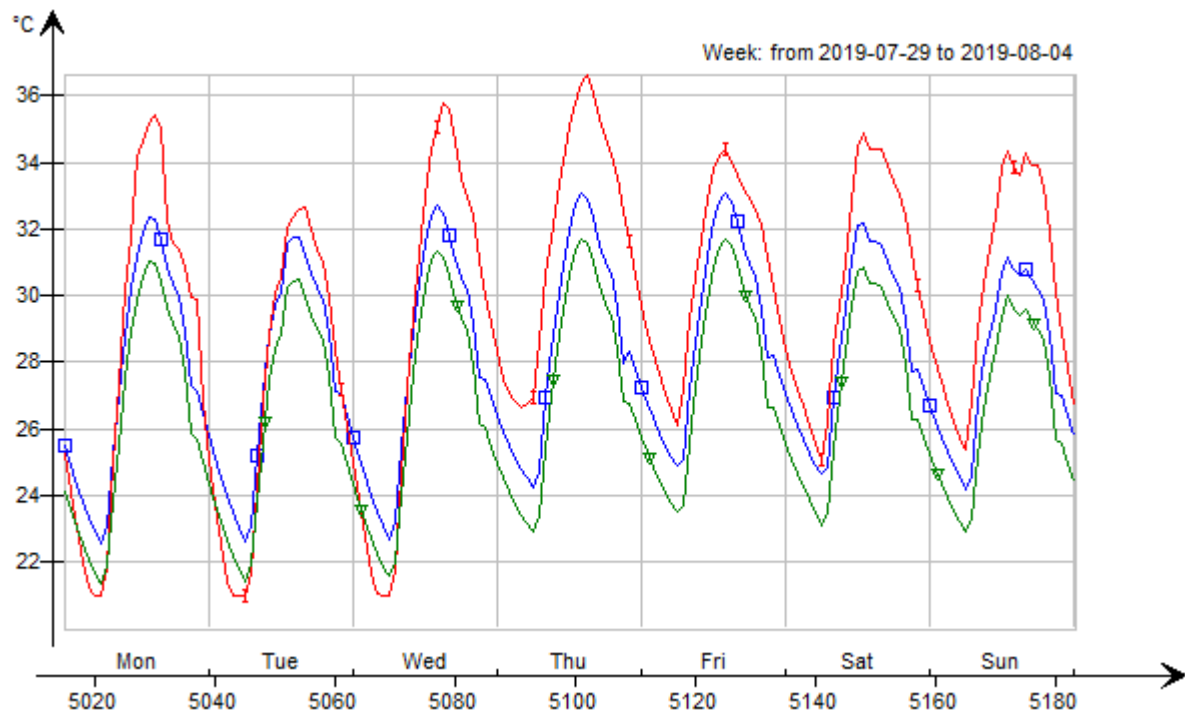
Olosuhdesimulointien tulos (vertailu KIV ja PIV järjestelmien olosuhteissa heikoimman ilmanlaadun hetkellä):



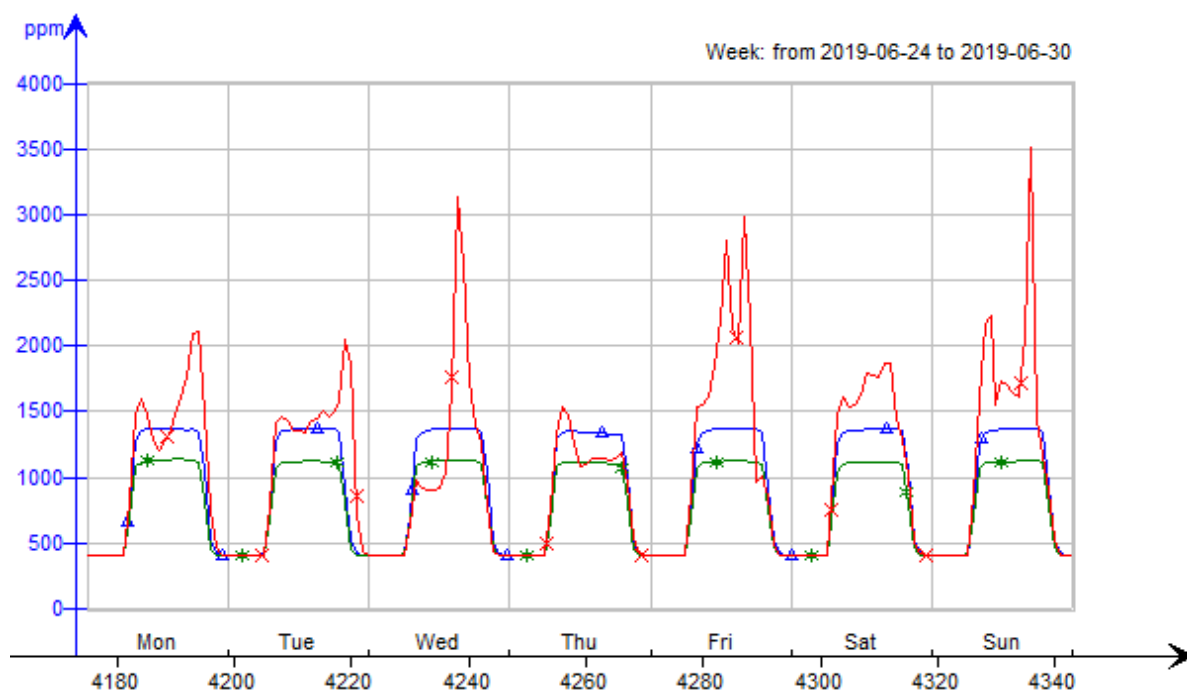
Kuva 4: Huoneilman lämpötilä, sinisellä koneellinen tulo-poistoilmanvaihto (S3 ilmamäärät), vihreällä koneellinen tulo-poistoilmanvaihto ilman viilennystä (S2 ilmamäärät), punaisella painovoimainen ilmanvaihto



Kuva 5: Huoneilman lämpötilä, sinisellä koneellinen tulo-poistoilmanvaihto (S3 ilmamäärät), vihreällä koneellinen tulo-poistoilmanvaihto viilennyksellä (huoneilma max 3 °C viilempi kuin ulkoilma), punaisella painovoimainen ilmanvaihto



Kuva 6: Huoneilman lämpötila kesän kuumimmalla viikolla, sinisellä koneellinen tulo-poistoilmanvaihto (S3 ilmamäärät), vihreällä koneellinen tulo-poistoilmanvaihto (S2 ilmamäärät) viilennyksellä (huoneilma max 3 °C viilempi kuin ulkoilma), punaisella painovoimainen ilmanvaihto



Kuva 7: Huoneilman CO₂-pitoisuus, sinisellä koneellinen tulo-poistoilmanvaihto (S3 ilmamäärät), vihreällä koneellinen tulo-poistoilmanvaihto (S2 ilmamäärät) ja punaisella painovoimainen ilmanvaihto

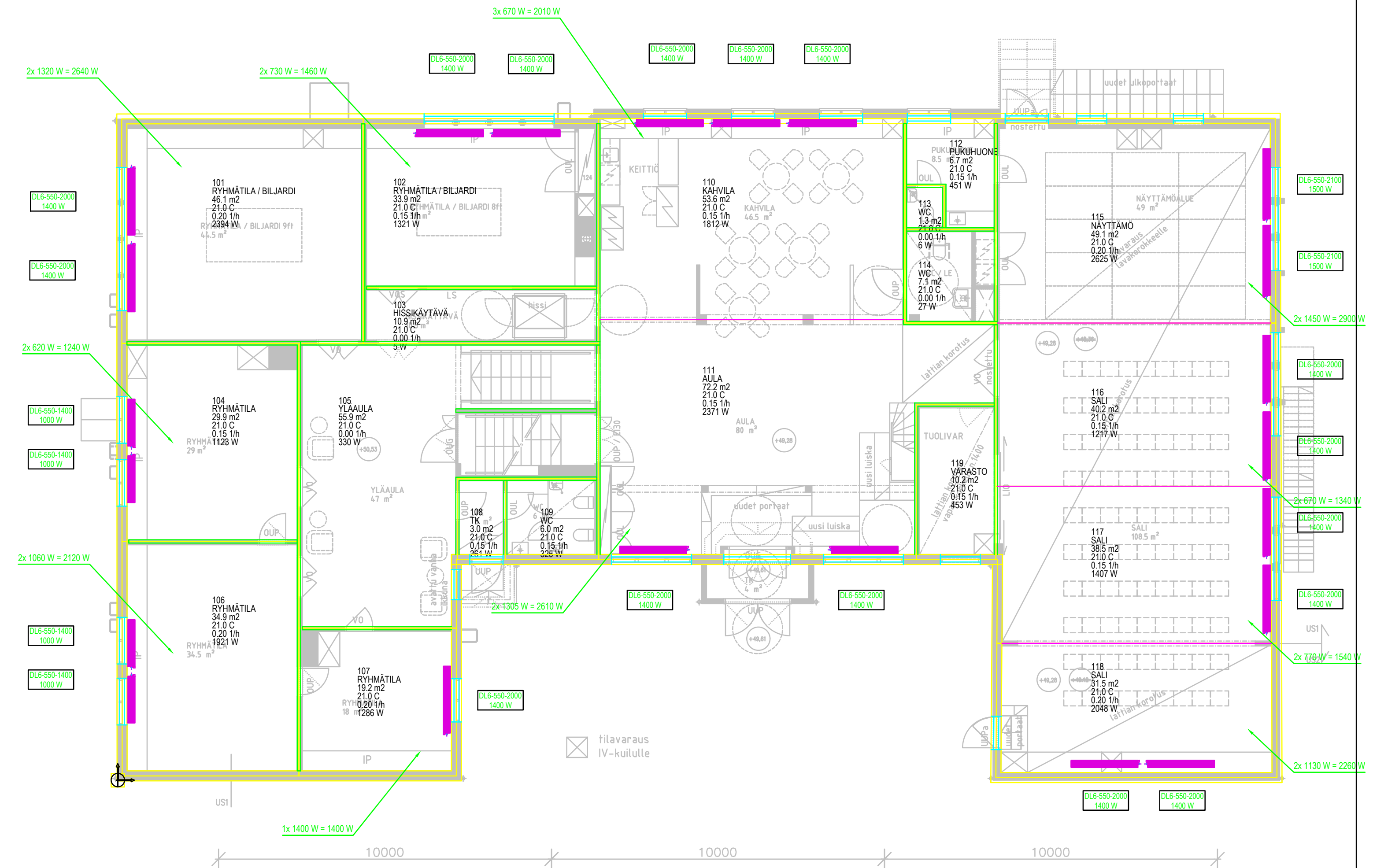
Painovoimaisessa ilmanvaihdossa ilmavirrat muuttuvat ympäristön olosuhteiden mukaan. Lämpötilaeron ollessa suuri ulkoilmaan nähden tai kovalla tuulella ilmavirrat voivat nousta hyvinkin suuriksi tai pudota nolliin. Näistä syistä ilmanlaatu vaihtelee suuresti verrattuna koneelliseen järjestelmään.

**LÄMMITYSTEHOT JA RADIAATTORIT
KONEELLINEN ILMANVAIHTO S2>**

VERKOSTOLÄMPÖTILAT 60/30 C JA ULKOLÄMPÖTILA -26 C.
ESIMERKKIPATTERI PURMO DELTA LASERLINE
(h= 1000 mm, h= 550 mm)
NIMELLISTEHOT JA SYVYYDET ERI RIVIMÄÄRILLÄ:

DL6: SYVYYS 215 mm	DL6-550-1000 719 W
DL5: SYVYYS 177 mm	DL5-550-1000 602 W
DL4: SYVYYS 139 mm	DL4-550-1000 486 W

HUOM! RADIAATTORIT ESITETTY VAIN OSASSA TILOJA,
SUURIMMISSA TILOISSA MASSOITTELU TEHTY 6-RIVISELLÄ
RADIAATTORITTYYPILLÄ.

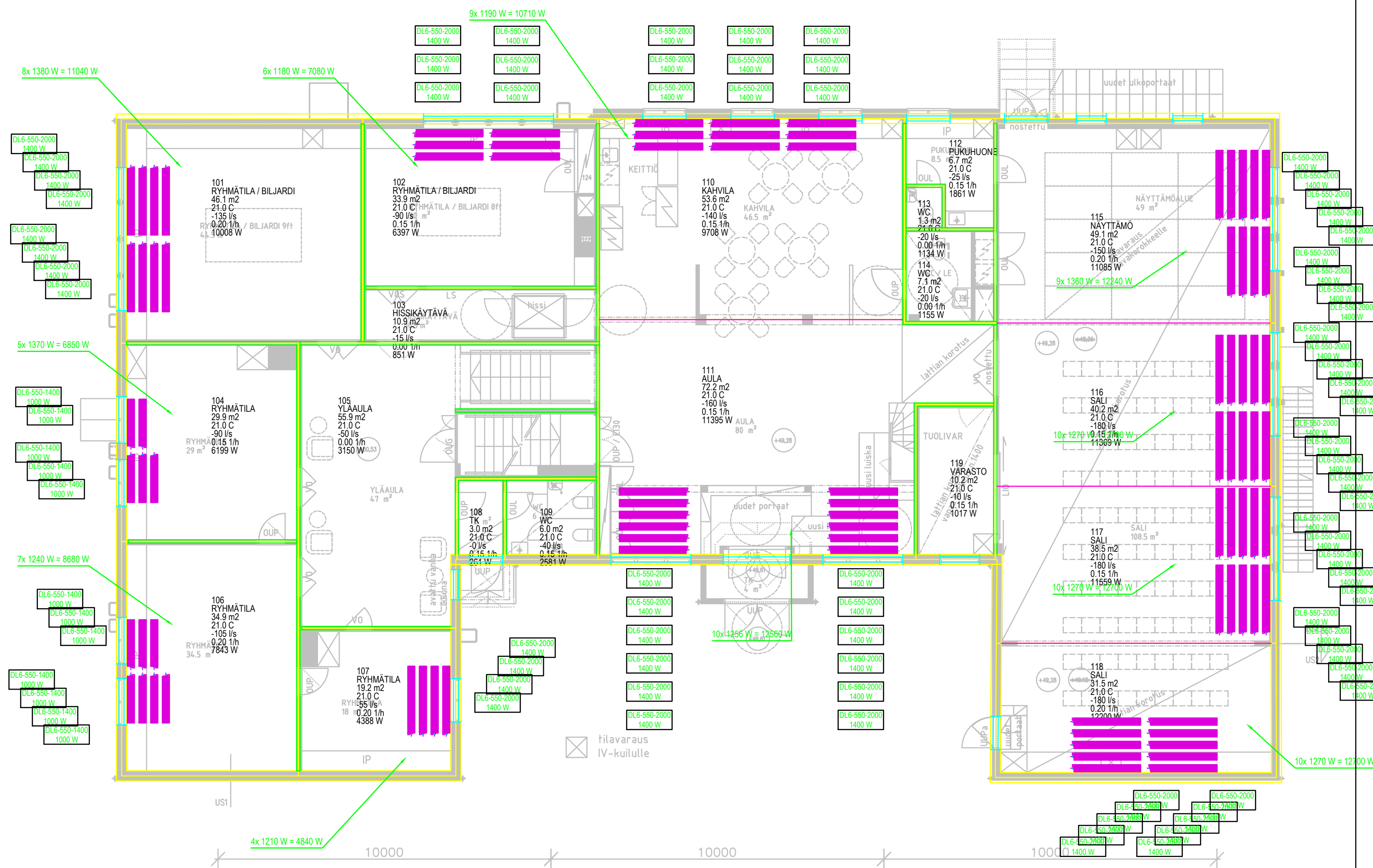


**LÄMMITYSTEHOT JA RADIAATTORIT
PAINOVOIMAINEN ILMANVAIHTO S3 >**

VERKOSTOLÄMPÖTILAT 60/30 C JA ULKOLÄMPÖTILA -26 C.
ESIMERKKIPATTERI PURMO DELTA LASERLINE
(h= 1000 mm, h= 550 mm)
NIMELLISTEHOT JA SYVYYDET ERI RIVIMÄÄRILLÄ:

DL6: SYVYYS 215 mm	DL6-550-1000 719 W
DL5: SYVYYS 177 mm	DL5-550-1000 602 W
DL4: SYVYYS 139 mm	DL4-550-1000 486 W

HUOM! RADIAATTORIT ESITETTY VAIN OSASSA TILOJA,
SUURIMMISSA TILOISSA MASSOITTELU TEHTY 6-RIVISELLÄ
RADIAATTORITTYYPILLÄ.



LIITE 2

Päiväys	Muutos	Muutoksen tai täydennyksen sisältö	Suunn.
VERTAILUA VARTEN 14.01.2020			
K.osa/Kylä	Korttel/Tila	Tontti/Rno.	Rakennuslupatunnus
KAUNIAINEN	47	6	
Rakennustunnus	Koordinaattijärjestelmä/Korkeusjärjestelmä		
Rakennustoimenpide	Piirustuslaji		
PERUSKORJAUS	TILAVARAUKSET		
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Mittakaavat		
KAUNIAINEN NUORISOTALO	IV-VAIHTOEHDOT LÄMMITYSTEHOT JA RADIAATTORIT 1. KERROS		
LÄNTINEN KOULUPOLKU 2 02700 KAUNIAINEN	Tiedosto		
	Ramboll Finland Oy Itsehallintokatu 3 02600 Espoo puh. 020 755 611 www.ramboll.fi	52488-101-01.pdf	52488-101.dwg
Suunn.	Tark.	Hyv.	Piir.no.
I. Laxman	L. Tapaninen		
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija Nimen selvennys ja koulutus		Muutos
	Lari Tapaninen LVI Ins. (AMK)		

**LÄMMITYSTEHOT JA RADIAATTORIT
KONEELLINEN ILMANVAIHTO S2>**

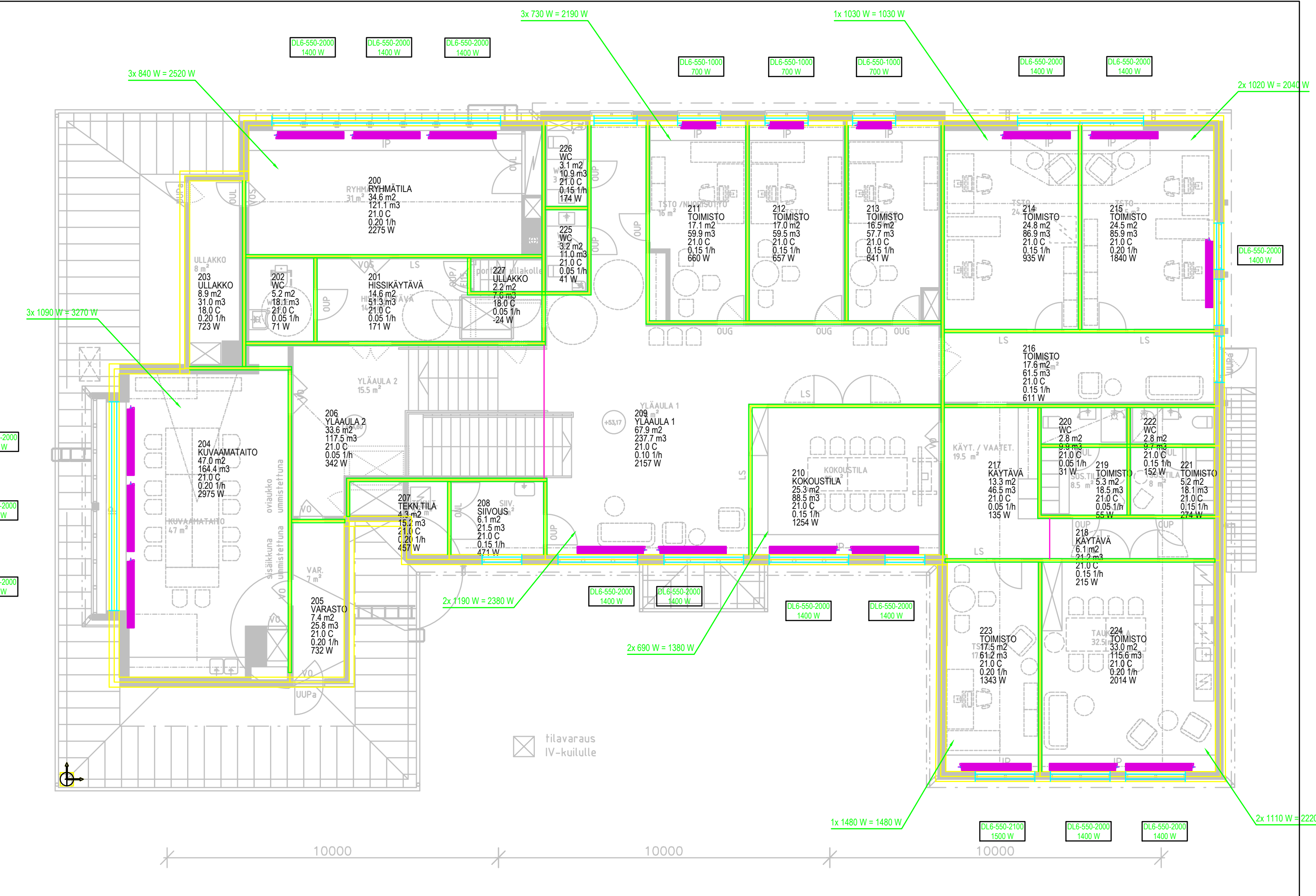
VERKOSTOLÄMPÖTILAT 60/30 C JA ULKOLÄMPÖTILA -26 C.

ESIMERKKIPATTERI PURMO DELTA LASERLINE
(h= 1000 mm, h= 550 mm)

NIMELLISTEHOT JA SYVYYDET ERI RIVIMÄÄRILLÄ:

- DL6: SYVYYS 215 mm DL6-550-1000 719 W
- DL5: SYVYYS 177 mm DL5-550-1000 602 W
- DL4: SYVYYS 139 mm DL4-550-1000 486 W

HUOMI! RADIAATTORIT ESITETTY VAIN OSASSA TILOJA,
SUURIMMISSA TILOISSA MASSOITTELU TEHTY 6-RIVISELLÄ
RADIAATTORITYYPIILLÄ.



**LÄMMITYSTEHOT JA RADIAATTORIT
PAINOVOIMAINEN ILMANVAIHTO S3 >**

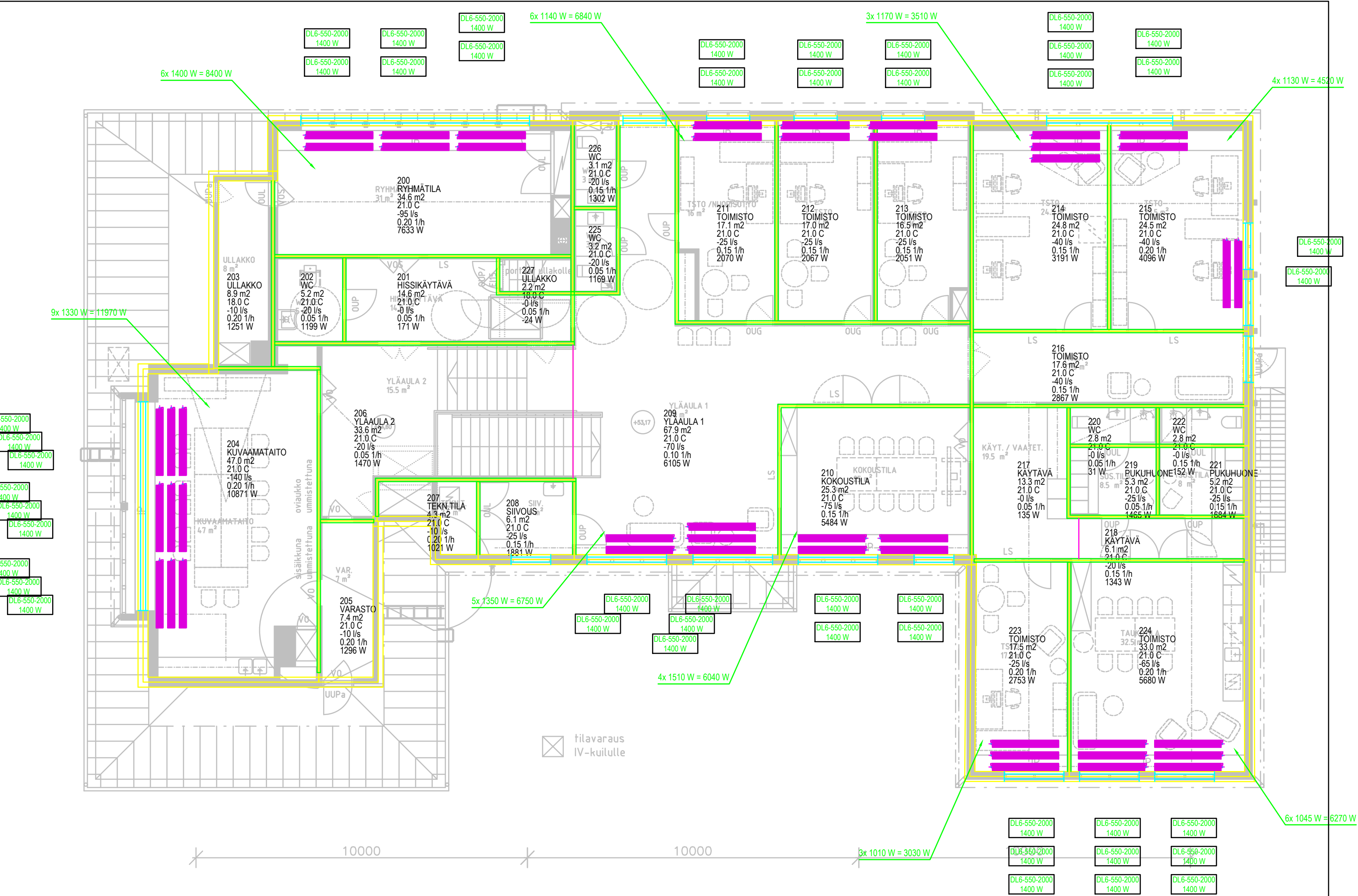
VERKOSTOLÄMPÖTILAT 60/30 C JA ULKOLÄMPÖTILA -26 C.

ESIMERKKIPATTERI PURMO DELTA LASERLINE
(h= 1000 mm, h= 550 mm)

NIMELLISTEHOT JA SYVYYDET ERI RIVIMÄÄRILLÄ:

- DL6: SYVYYS 215 mm DL6-550-1000 719 W
- DL5: SYVYYS 177 mm DL5-550-1000 602 W
- DL4: SYVYYS 139 mm DL4-550-1000 486 W

HUOMI! RADIAATTORIT ESITETTY VAIN OSASSA TILOJA,
SUURIMMISSA TILOISSA MASSOITTELU TEHTY 6-RIVISELLÄ
RADIAATTORITYYPIILLÄ.



Päiväys Muutos Muutoksen tai täydennyksen sisältö Suunn.

VERTAILUA VARTEN 14.01.2020

K.osa/Kylä KAUNIAINEN	Korttel/Tila 47	Tontti/Rno. 6	Rakennuslupatunnus
Rakennustunnus	Koordinaattijärjestelmä/Korkeusjärjestelmä		
Rakennustoimenpide PERUSKORJAUS	Piirustuslaji TILAVARAUKSET		Juoks. no.
Rakennuskohteen nimi ja osoite KAUNIAISTEN NUORISOTALO	Piirustuksen sisältö IV-VAIHTOEHDOT LÄMMITYSTEHOT JA RADIAATTORIT		Mittakaavat 1:100
LÄNTINEN KOULUPOLKU 2 02700 KAUNIAINEN			2. KERROS
RAMBOLL		Ramboll Finland Oy Itsehallintokuja 3 02600 Espoo puh. 020 755 611 www.ramboll.fi	Tuloste 52488-102-01.pdf Työ no. 52488
Suunn. I. Laxman	Tark. L. Tapaninen	Hyv. L. Tapaninen	Piir.no. Muutos
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija Lari Tapaninen LVI Ins. (AMK)	Nimen selvitys ja koulutus	LVIA 102-01

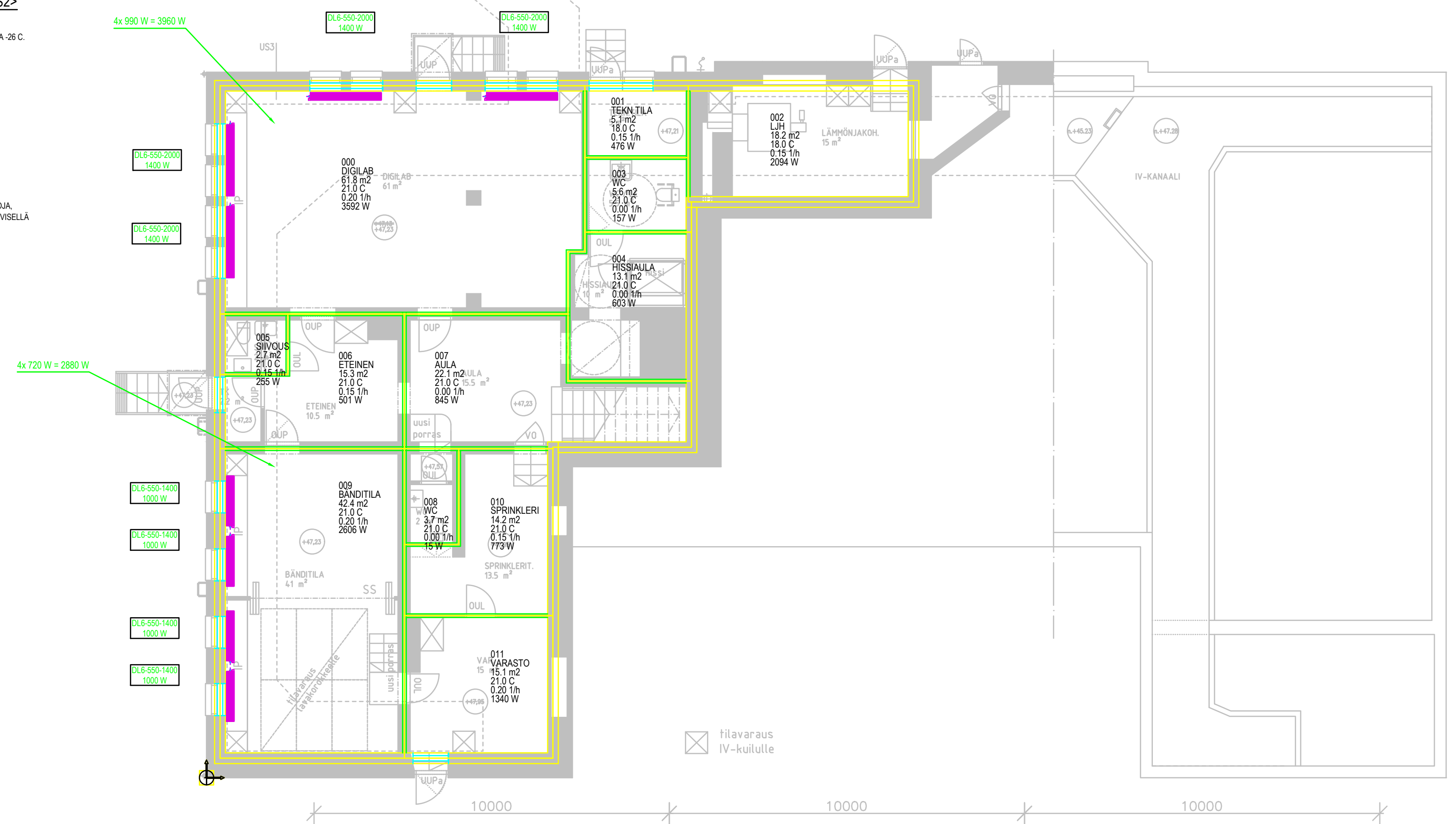
**LÄMMITYSTEHOT JA RADIAATTORIT
KONEELLINEN ILMANVAIHTO S2>**

VERKOSTOLÄMPÖTILAT 60/30 C JA ULKOLÄMPÖTILA -26 C.

ESIMERKKIPATTERI PURMO DELTA LASERLINE
(h= 1000 mm, h= 550 mm)
NIMELLISTEHOT JA SYVYYDET ERI RIVIMÄÄRILLÄ:

- DL6: SYVYYS 215 mm DL6-550-1000 719 W
- DL5: SYVYYS 177 mm DL5-550-1000 602 W
- DL4: SYVYYS 139 mm DL4-550-1000 486 W

HUOM! RADIAATTORIT ESITETTY VAIN OSASSA TILOJA,
SUURIMMISSA TILOISSA MASSOITTELU TEHTY 6-RIVISELLÄ
RADIAATTORITTYYPILLÄ.



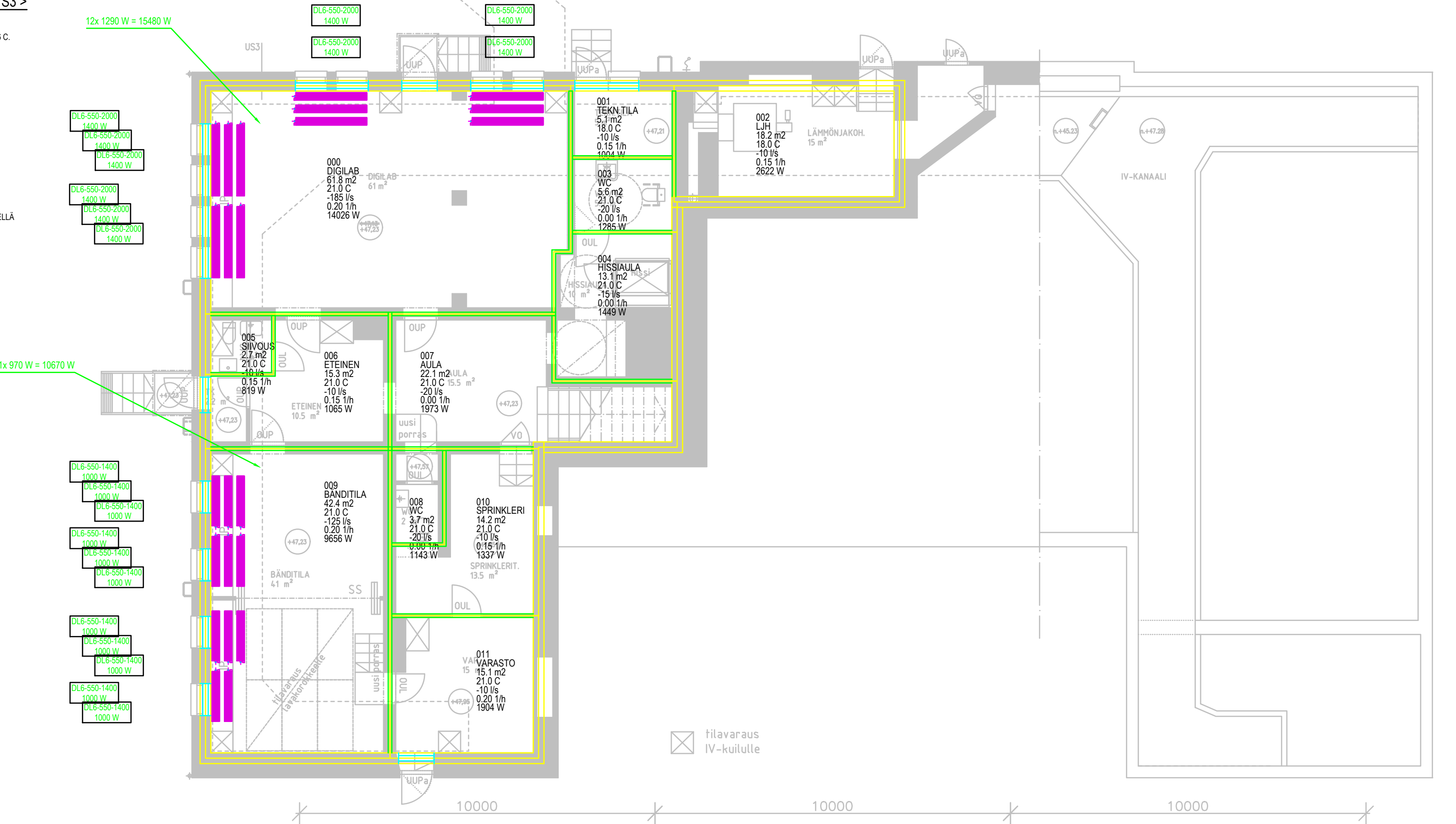
**LÄMMITYSTEHOT JA RADIAATTORIT
PAINOVOIMAINEN ILMANVAIHTO S3 >**

VERKOSTOLÄMPÖTILAT 60/30 C JA ULKOLÄMPÖTILA -26 C.

ESIMERKKIPATTERI PURMO DELTA LASERLINE
(h= 1000 mm, h= 550 mm)
NIMELLISTEHOT JA SYVYYDET ERI RIVIMÄÄRILLÄ:

- DL6: SYVYYS 215 mm DL6-550-1000 719 W
- DL5: SYVYYS 177 mm DL5-550-1000 602 W
- DL4: SYVYYS 139 mm DL4-550-1000 486 W

HUOM! RADIAATTORIT ESITETTY VAIN OSASSA TILOJA,
SUURIMMISSA TILOISSA MASSOITTELU TEHTY 6-RIVISELLÄ
RADIAATTORITTYYPILLÄ.



Päiväys Muutos Muutoksen tai täydennyksen sisältö Suunn.

VERTAILUA VARTEN 14.01.2020

K.osa/Kylä KAUNIAINEN	Kortteli/Tila 47	Tontti/Rno. 6	Rakennuslupatunnus
Rakennustunnus	Koordinaattijärjestelmä/Korkeusjärjestelmä		
Rakennustoimenpide PERUSKORJAUS	Piirustuslaji TILAVARAUKSET		Juoks. no.
Rakennuskohteen nimi ja osoite KAUNIAISTEN NUORISOTALO	Piirustuksen sisältö IV-VAIHTOEHDOT LÄMMITYSTEHOT JA RADIAATTORIT KELLARI		Mittakaavat 1:100
LÄNTINEN KOULUPOLKU 2 02700 KAUNIAINEN		Tuloste 52488-1K1-01.pdf Työ no. 52488	
Suunn. I. Laxman		Tark. L. Tapaninen	Hyv. L. Tapaninen
Päiväys Vastuullinen suunnittelija		Nimen selvitys ja koulutus LVI 1K1-01	
Lari Tapaninen LVI Ins. (AMK)			



Ramboll Finland Oy
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
puh. 020 755 611
www.ramboll.fi

Päiväys: 07.04.2020 (ennakko, simulointi päivittämättä uusien henkilömaerien mukaisesti)
 Tekijä(t): Laskentaosuus Lari Tapaninen 10.02.2020, IDA ICE-simuloinnit Casper Wilen 07.02.2020

Ramboll Finland Oy
 Kaunialaisten nuorisotalo, Peruskorjaus

Huomiot: Laskelmassa on oletettu painovoimaisen IV:n hormit ja koneellisen IV:n kanavoinnit saman suuruisiksi investointi- ja huoltokustannuksiltaan

Laskennan lähtötiedot:

Sähkön hinta	100 €/MWh	Kaukolämmön mitoitusteho tapaus 3	243 kW
Kaukolämmön hinta (energia + siirto)	60 €/MWh	Vuosittainen tehomaksu tapaus 3	10453 €
Energianotto maasta kompressorin kanssa	120 kWh/m	Kaukolämmön mitoitusteho tapaus 4	206 kW
Maalämpöpumpun COP	3	Vuosittainen tehomaksu tapaus 4	9046 €
- Energia maasta	80 kWh/m		
- Energia kompressori	40 kWh/m		
Pihalle mahtuu kaivoja max	12 kpl		
Maalämpökaivon poraushinta	30 €/m, kallio		
Maalämpöpumpun investointikustannus	1200 €/kW		
Maalämpöpumpun uusiminen	300 €/kW, pelkka MLP		
Maalämpöpumpun huolto	300 €/a		
Tehonotto maasta kompressorin kanssa	30 W/m	Tähän voidaan vaikuttaa pumpulla	
- Teho maasta	20 W/m		
- Teho kompressori	10 W/m		
Maalämpökaivon aktiivisuus	400 m/kpl	Aktiivisuus, puolet todellisista metreista	
Maalämpöpumpun huolto	300 €/a		

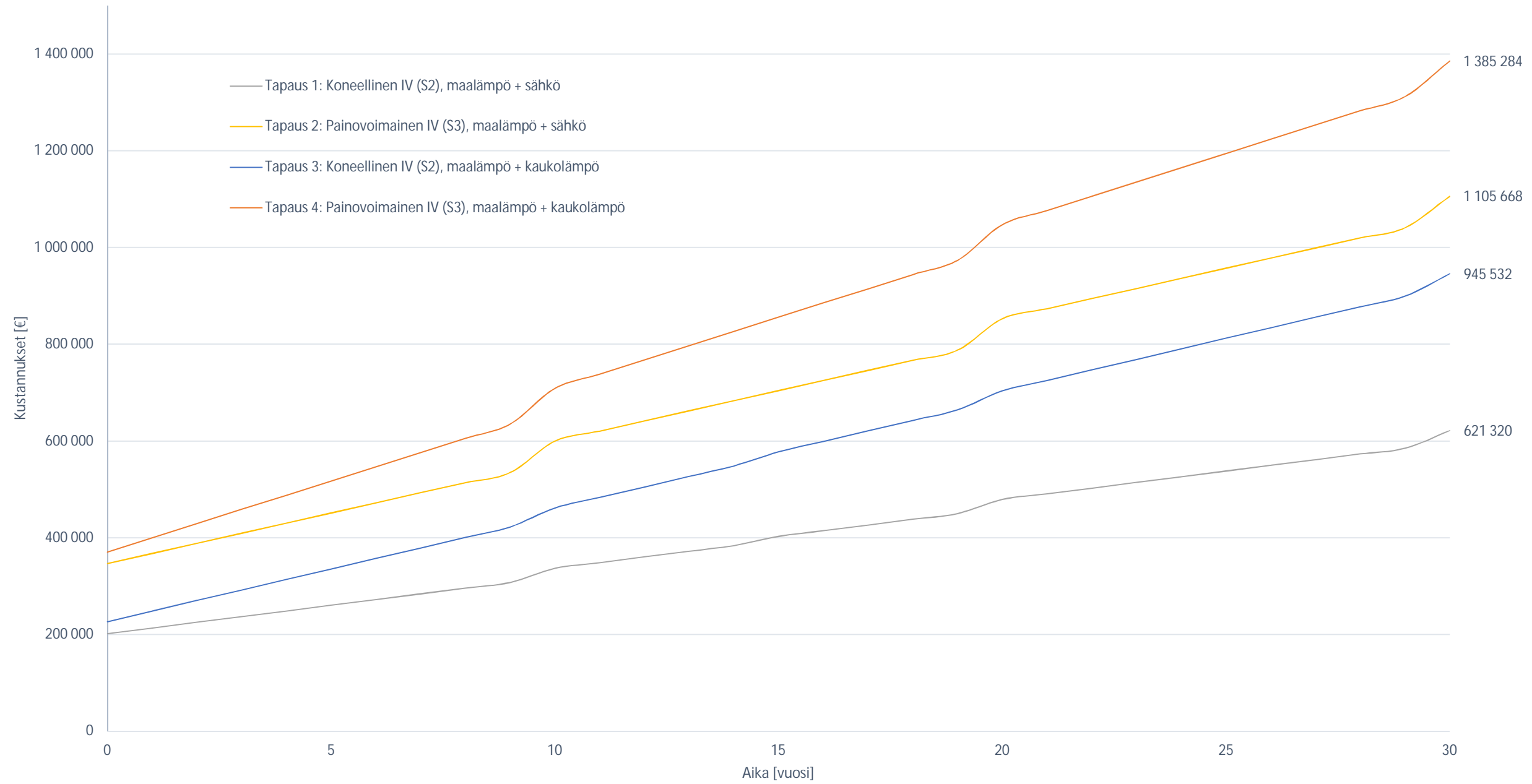
Tapaus 3: Koneellinen IV (S2), maalämpö + kaukolämpö

	MLP+KL				IV				MLP+IV			
	vuosi	Investointi	Huolto	Korjaus	Energia	Investointi	Huolto	Korjaus	Energia	Kaikki	Kumul.	
Lämmitysenergiakulutus	236139 kWh/a	0	300	0	18642,7	60000	300	0	2500,0	226619,42	226619,42	
Käytönaikainen simuloitu tehontarve	164 kW	1	300	0	18642,7	0	300	0	2500,0	21742,71	248362,13	
Mitotustehontarve	302 kW	2	300	0	18642,7	0	300	0	2500,0	21742,71	270104,85	
Maalämpökaivovyyden tarve	1968 m, aktiivisuus	3	300	0	18642,7	0	300	0	2500,0	21742,71	291847,56	
Maalämpökaivoja	5 kpl	4	300	0	18642,7	0	300	0	2500,0	21742,71	313590,27	
Maalämpöpumpun mitoitusteho	59 kW	5	300	0	18642,7	0	300	0	2500,0	21742,71	335332,98	
Lisälämpöteho kaukolämmöllä	243 kW	6	300	0	18642,7	0	300	0	2500,0	21742,71	357075,69	
Maalämpöpumpun tehopeitto	36,1% simuloidusta tehosta	7	300	0	18642,7	0	300	0	2500,0	21742,71	378818,40	
Maalämpöpumpun tehopeitto	19,5% mitoitustehosta	8	300	0	18642,7	0	300	0	2500,0	21742,71	400561,11	
Maalämpöpumpun energiatuotto	224187,5 kWh/a	9	300	0	18642,7	0	300	0	2500,0	21742,71	422303,83	
Maalämpöpumpun energiapelite	94,9%	10	0	17710,46	18642,7	0	300	0	2500,0	39153,17	461457,00	
Maalämpöpumpun kompressorisähko	74729,15 kWh/a	11	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	483199,71	
Lisälämpöenergia kaukolämmöllä	1195,02 kWh/a	12	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	504942,42	
Sähköenergiain hinta maalämpö kompressori	7472,92 €/a	13	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	526685,13	
Lisälämmön hinta kaukolämmöllä	11169,80 €/a sis. vuosittaisen tehomaksun	14	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	548427,84	
Lämmitysenergian hinta yhteensä	18642,71 €/a	15	0	300	0	0	7500	0	2500,0	28942,71	577370,55	
		16	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	599113,27	
Maalämpöpumpun investointikustannus	70841,84 €	17	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	620855,98	
Maalämpökaivojen investointikustannus	59034,87 €	18	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	642598,69	
Kaukolämmön investointikustannus	15000 € oleva liittymä, sis. siirrin ja laitteita	19	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	664341,40	
Maalämpöpumpun / ilmanvaihdon huolto	300 €/a	20	0	0	17710,46	18642,7	0	300	0	2500,0	39153,17	703494,57
		21	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	725237,28	
Maalämpöpumpun uusiminen	300 €/kW pelkka MLP	22	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	746979,99	
-kerran 10v uusiminen	17710,46 €	23	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	768722,71	
		24	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	790465,42	
IV-kone 3*1,2 m3/s, investointi	60000 €, sis RAU	25	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	812208,13	
IV-puhallinsähkökulutus	25000 kWh	26	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	833950,84	
IV-puhallinsähkö hinta	2500 €	27	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	855693,55	
-kerran 15v RAU-säätölaitteet uusitaan	7500 €	28	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	877436,26	
		29	0	300	0	0	300	0	2500,0	21742,71	899178,97	
		30	0	0	17710,46	18642,7	0	0	2500,0	46353,17	945532,15	
					yhteensä	747979,0		yhteensä	151200,0	945532,1464	€	

Tapaus 4: Painovoimainen IV (S3), maalämpö + kaukolämpö

	MLP+KL				IV				MLP+IV		
	vuosi	Investointi	Huolto	Korjaus	Energia	Investointi	Huolto	Korjaus	Energia	Kaikki	Kumul.
Lämmitysenergiakulutus	592214 kWh/a	0	300	0	29126,4	0	0	0	0	370144,16	370144,16
Käytönaikainen simuloitu tehontarve	234 kW	1	300	0	29126,4	0	0	0	0	29426,40	399570,56
Mitotustehontarve	354 kW	2	300	0	29126,4	0	0	0	0	29426,40	428996,97
Maalämpökaivovyyden tarve	4935 m, aktiivisuus	3	300	0	29126,4	0	0	0	0	29426,40	458423,37
Maalämpökaivoja	12 kpl	4	300	0	29126,4	0	0	0	0	29426,40	487849,78
Maalämpöpumpun mitoitusteho	148 kW	5	300	0	29126,4	0	0	0	0	29426,40	517276,18
Lisälämpöteho kaukolämmöllä	206 kW	6	300	0	29126,4	0	0	0	0	29426,40	546702,59
Maalämpöpumpun tehopeitto	63,2% simuloidusta tehosta	7	300	0	29126,4	0	0	0	0	29426,40	576128,99
Maalämpöpumpun tehopeitto	41,8% mitoitustehosta	8	300	0	29126,4	0	0	0	0	29426,40	605555,40
Maalämpöpumpun energiatuotto	579465,3 kWh/a	9	300	0	29126,4	0	0	0	0	29426,40	634981,80
Maalämpöpumpun energiapelite	97,8%	10	0	44416,06	29126,4	0	0	0	0	73542,46	708524,26
Maalämpöpumpun kompressorisähko	193155,09 kWh/a	11	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	737950,67
Lisälämpöenergia kaukolämmöllä	12748,8 kWh/a	12	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	767377,07
Sähköenergiain hinta maalämpö kompressori	19315,51 €/a	13	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	796803,48
Lisälämmön hinta kaukolämmöllä	9810,90 €/a sis. vuosittaisen tehomaksun	14	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	826229,88
Lämmitysenergian hinta yhteensä	29126,40 €/a	15	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	855656,29
		16	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	885082,69
Maalämpöpumpun investointikustannus	177664,23 €	17	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	914509,09
Maalämpökaivojen investointikustannus	148053,52 €	18	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	943935,50
Kaukolämmön investointikustannus	15000 € oleva liittymä, sis. siirrin ja laitteita	19	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	973361,90
Maalämpöpumpun huolto	300 €/a	20	0	0	44416,06	29126,4	0	0	0	73542,46	1046904,37
		21	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	1076330,77
Maalämpöpumpun uusiminen	300 €/kW pelkka MLP	22	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	1105757,18
-kerran 10v uusiminen	44416,06 €	23	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	1135183,58
		24	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	1164609,98
		25	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	1194036,39
		26	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	1223462,79
		27	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	1252889,20
		28	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	1282315,60
		29	0	300	0	0	0	0	0	29426,40	1311742,01
		30	0	0	44416,06	29126,4	0	0	0	73542,46	1385284,47
					yhteensä	1311742,0		yhteensä	0,0	1385284,47	€
					Lämmitysenergian kulutus:						
					Tapaus 4 / Tapaus 3						
					238 %						
					Kustannukset (investointi+energia 30 vuotta): Tapaus 4 / Tapaus 3						147 %

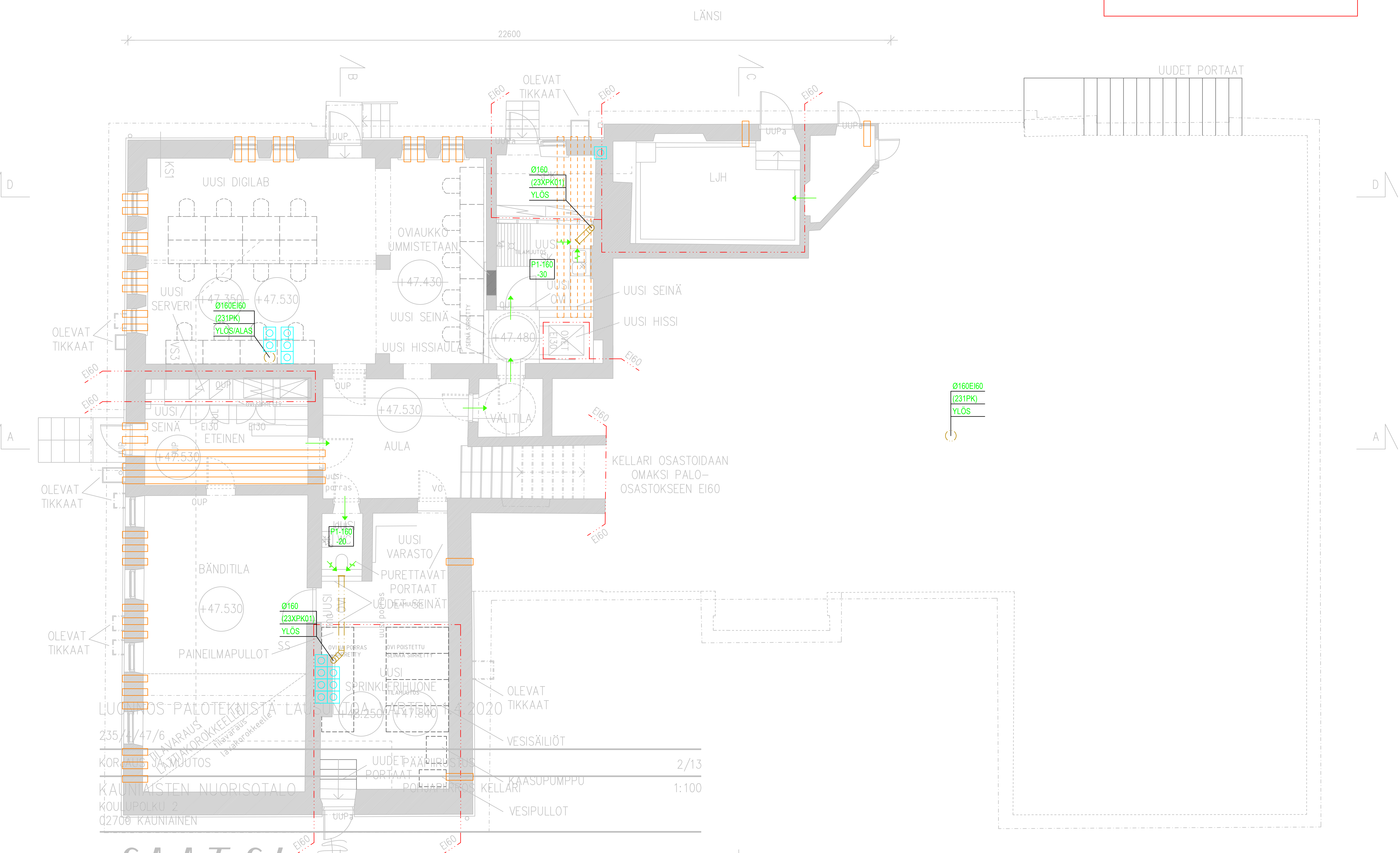
Painovoimaisen ja koneellisen ilmanvaihdon investointi- ja käyttökustannusten elinkaarivertailu eri lisälämmönlähteillä



LIITE 4

PAINOVOIMAINEN ILMANVAIHTO S3

- POISTILMAHORMI KELLARI-VESIKATTO
- POISTILMAHORMI 1. KERROS-VESIKATTO
- POISTILMAHORMI 2. KERROS-VESIKATTO
- RAITISILMAVENTTIILI d= 160...200 mm



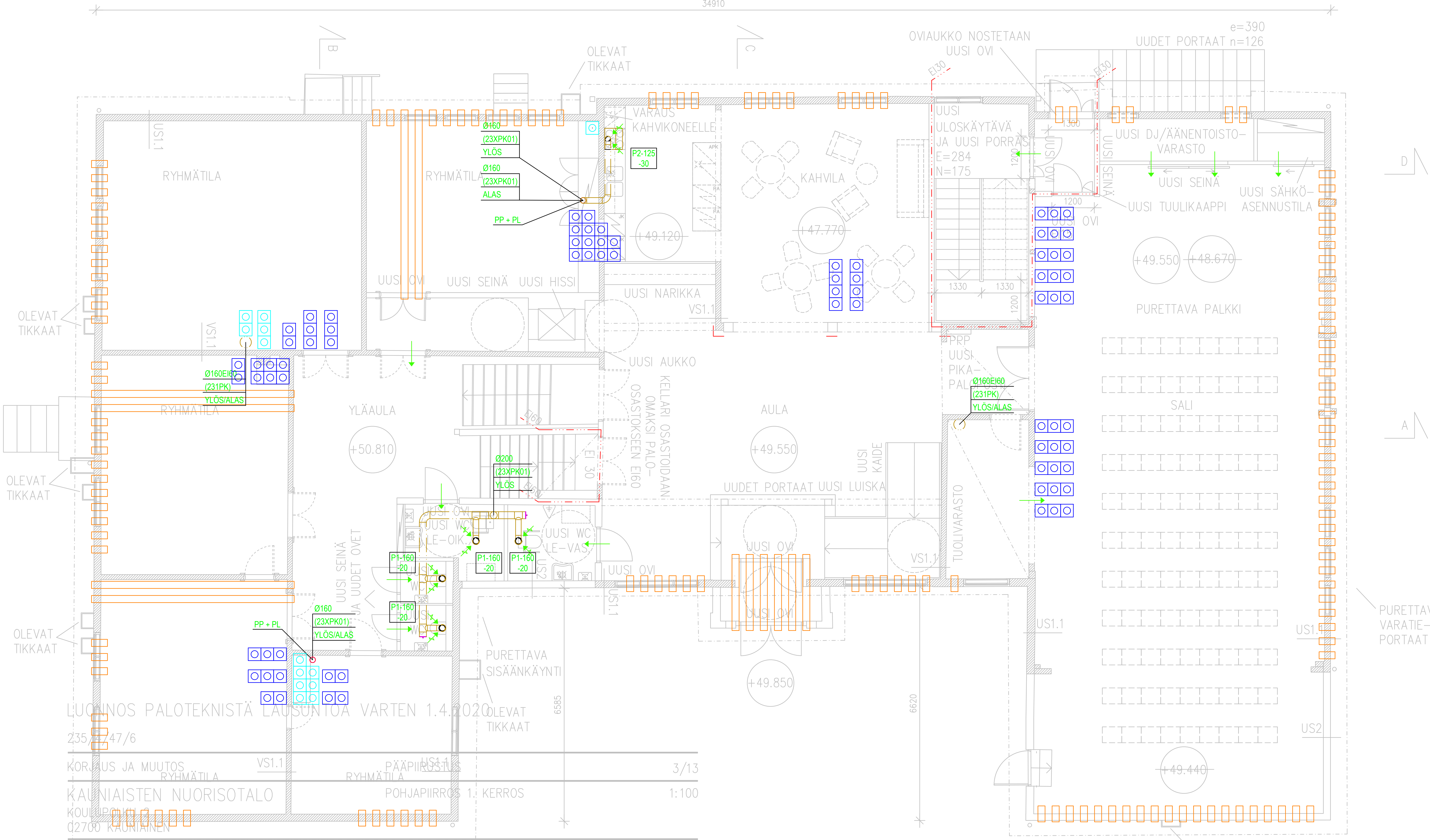
LUONNOS PALOTEKNISÄ LÄNTINEN KORTTELIN 2020
 235/1/47/6
 KORJAUS JA MUUTOS
 KAUNIAISTEN NUORISOTALO
 KOULUPOLKU 2
 02700 KAUNIAINEN

Päiväys Muutos Muutoksen tai täydennyksen sisältö Suunn.		ARK-SUUNNITTELUN TUEKSI 15.04.2020	
K.osa/Kylä KAUNIAINEN	Kortteli/Tila 47	Tontti/Rno. 6	Rakennuslupatunnus
Rakennustunnus	Koordinaattijärjestelmä/Korkeusjärjestelmä		
Rakennusohjelmanpide PERUSKORJAUS	Piirustustyyppi ILMANVAIHTO	Juoks. no.	
Rakennuskohteen nimi ja osoite KAUNIAISTEN NUORISOTALO	Piirustuksen sisältö KELLARI (PAINOVOIMAINEN)	Mittakaavat 1:50	
LÄNTINEN KOULUPOLKU 2 02700 KAUNIAINEN	Tuloste 3K1-02-IV-kellari.pdf	Tiedosto 3K1-IV-kellari.dwg	
Suunn. I. Laxman	Tark. L. Tapaninen	Hyv. L. Tapaninen	Tiedosto Suunn.ala Pir.no. Muutos
Päiväys Vastuullinen suunnittelija	Nimen selvennys ja koulutus Lari Tapaninen LVI Ins. (AMK)	LVIA 3K1-02	

PAINOVOIMAINEN ILMANVAIHTO S3

LÄNSI
34910

- POISTILMAHORMI KELLARI-VESIKATTO
- POISTILMAHORMI 1. KERROS-VESIKATTO
- POISTILMAHORMI 2. KERROS-VESIKATTO
- RAITISILMAVENTTIILI d= 160...200 mm



LUONNOS PALOTEKNISTÄ LAUSUNTOA VARTEN 1.4.2020
 235/47/6
 KORJAUS JA MUUTOS
 KAUNIAISTEN NUORISOTALO
 KOULUPOLKU 2
 02700 KAUNIAINEN

RYHMÄTILA
 YLÄAULA
 AULA
 SALI
 PORETTAVA PALKKI
 PORETTAVATIE-PORTAAT

3/13
 1:100

SAATSI PEKKA SAATSI
 ARKKITEHTI SAFA
 11.3.2020

ARK 03

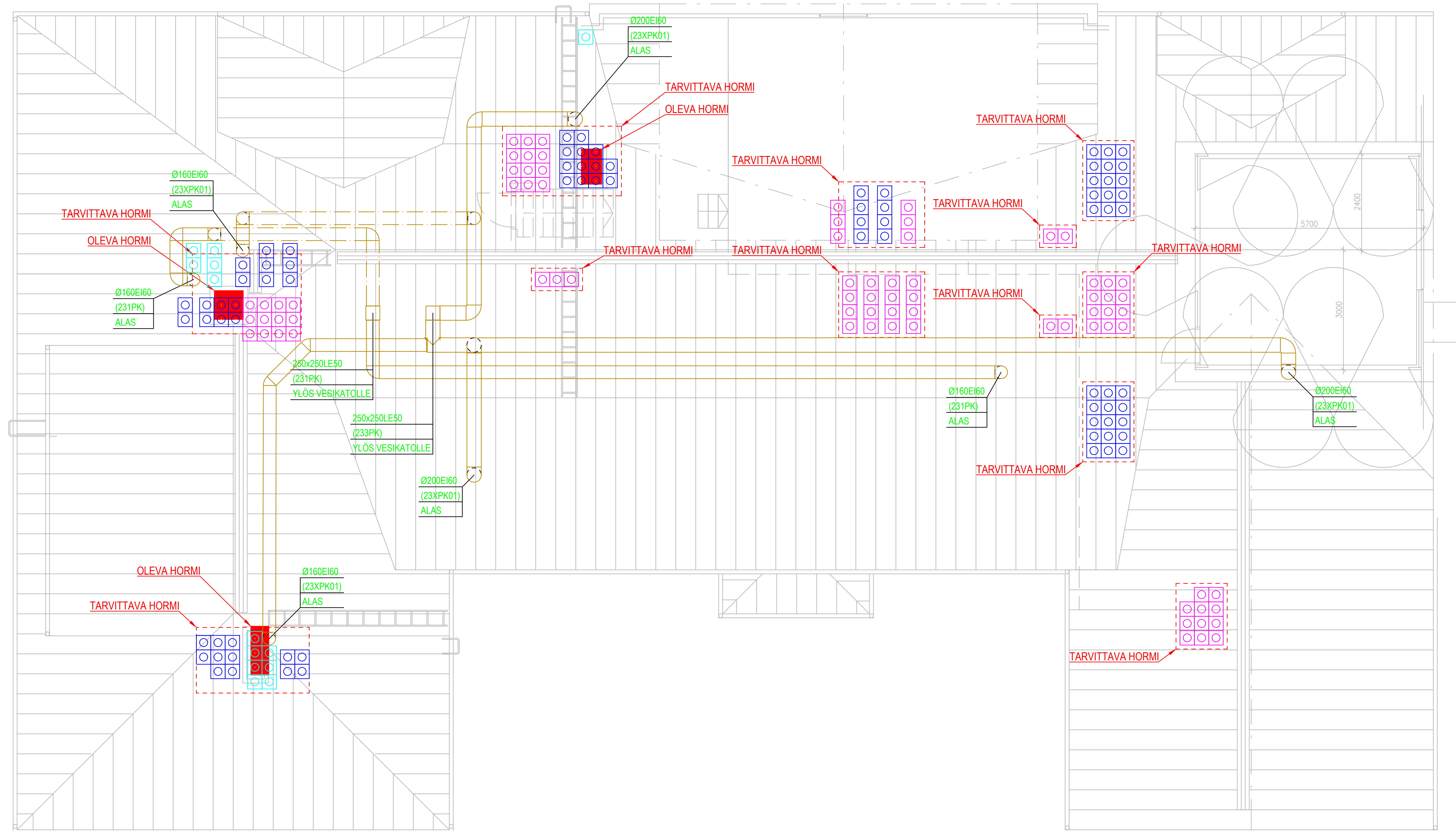
SAATSI ARKKITEHDIT OY | BYSMEDSINTIE 56 | 06500 PORVOO | PEKKA@SAATSI.FI | 040 5955933 | WWW.SAATSI.FI

Päiväys Muutos Muutoksen tai täydennyksen sisältö Suunn.	
ARK-SUUNNITTELUN TUEKSI 15.04.2020	
K.osa/Kylä KAUNIAINEN	Kortteli/Tila 47 6
Rakennusnumero	Tontti/Rno. 6
Rakennusluokitus	Rakennusluokitus
Rakennusluokitus	Koordinaattijärjestelmä/Korkeusjärjestelmä
Rakennusohjelmä PERUSKORJAUS	Piirustustyyppi ILMANVAIHTO
Rakennuskohteen nimi ja osoite KAUNIAISTEN NUORISOTALO	Piirustuksen sisältö 1. KERROS (PAINOVOIMAINEN)
LÄNTINEN KOULUPOLKU 2 02700 KAUNIAINEN	Mittakaavat 1:50
Ramboll Finland Oy Itsehallintokuja 3 02600 Espoo puh. 020 755 611 www.ramboll.fi	Tuloste 301-02-IV-1-kerros.pdf
Suunn. I. Laxman	Tiedosto 301-IV-1-kerros.dwg
Tark. L. Tapaninen	Työ no. 52488
Päiväys Vastuullinen suunnittelija	Suunn.ala Pir.no.
Nimen selvennys ja koulutus Lari Tapaninen LVI Ins. (AMK)	Muutos LVIA 301-02

PAINOVOIMAINEN ILMANVAIHTO S3

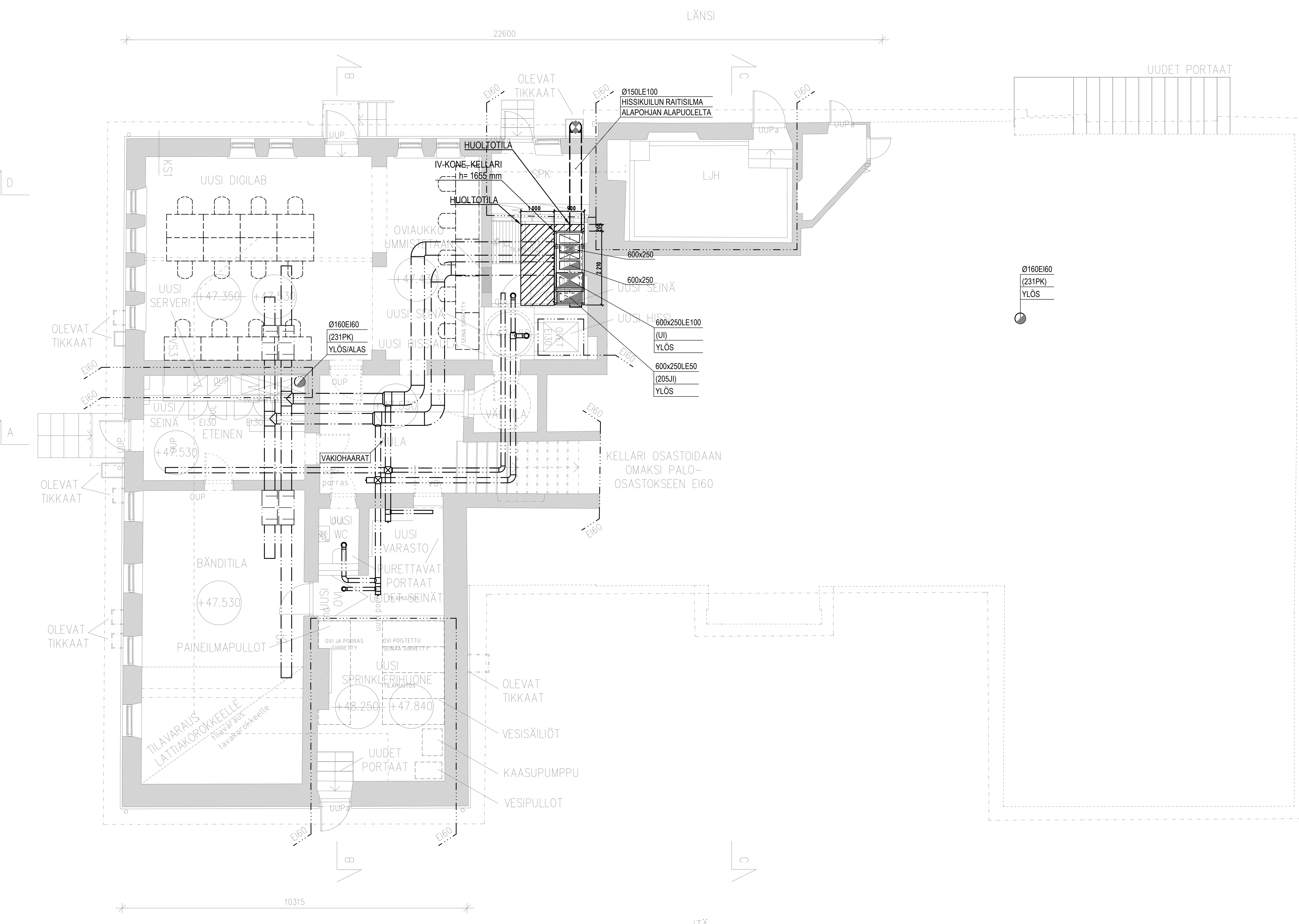
- POISTOILMAHORMI KELLARI-VESIKATTO
- POISTOILMAHORMI 1. KERROS-VESIKATTO
- POISTOILMAHORMI 2. KERROS-VESIKATTO

- RAITISILMAVENTTIILI d= 160...200 mm



Päiväys		Muutos		Muutoksen tai täydennyksen sisältö		Suunn.	
ARK-SUUNNITTELUN TUEKSI 15.04.2020							
K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rno.	Rakennuslupatunnus				
KAUNIAINEN	47	6					
Rakennustunnus	Koordinaattijärjestelmä/Korkeusjärjestelmä						
Rakennuslompienpide	PERUSKORJAUS	Piirustustyyppi	ILMANVAIHTO	Juoks. no.			
Rakennuskohteen nimi ja osoite	KAUNIAISTEN NUORISOTALO		Piirustuksen sisältö		Mittakaavat		
LÄNTINEN KOULUPOLKU 2	02700 KAUNIAINEN		ULLAKKO (PAINOVOIMAINEN)		1:50		
Suunn.		Tulos		Tiedosto			
I. Laxman	L. Tapaninen	Ramboll Finland Oy	303-02-IV-ullakko.pdf	303-IV-ullakko.dwg			
Päiväys		Vastuullinen suunnittelija		Nimen selvennys ja koulutus		Muutos	
Lari Tapaninen		Lari Tapaninen LVI Ins. (AMK)		LVIA		303-02	

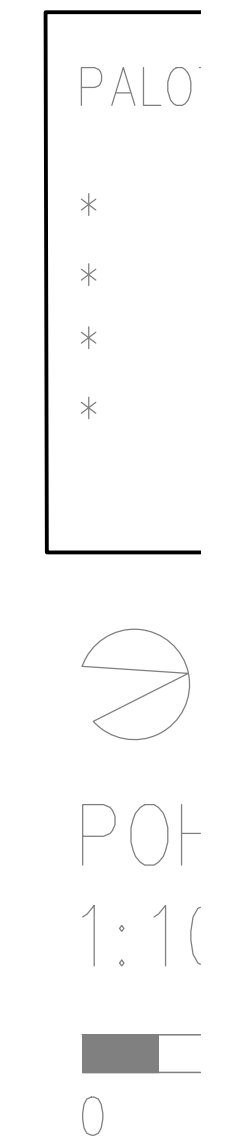
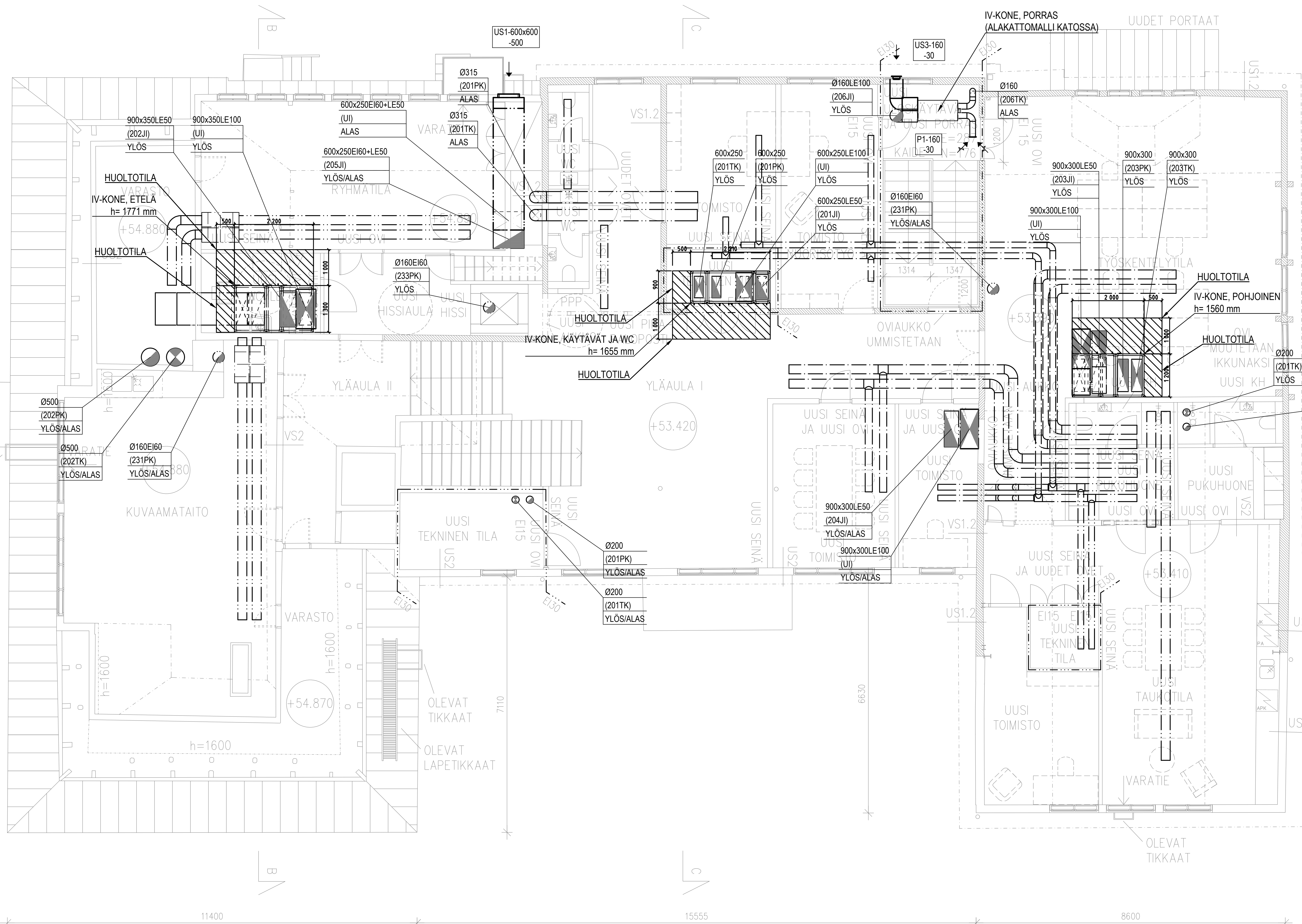
LIITE 5



Päiväys Muutos Muutoksen tai täydennyksen sisältö Suunn.		Suunn.	
ARK-SUUNNITTELUN TUEKSI 08.04.2020			
K.osa/Kylä KAUNIAINEN	Kortteli/Tila 47	Tontti/Rno. 6	Rakennuslupatunnus
Rakennusnumero			Koordinaattijärjestelmä/Korkeusjärjestelmä
Rakennuslomake PERUSKORJAUS		Piirustustyyppi ILMANVAIHTO	Juoks. no.
Rakennuskohteen nimi ja osoite KAUNIAISTEN NUORISOTALO		Piirustuksen sisältö KELLARI (KONEELLINEN)	Mittakaavat 1:50
LÄNTINEN KOULUPOLKU 2 02700 KAUNIAINEN		Tuloste 3K1-00-IV-kellari.pdf	Tiedosto 3K1-IV-kellari.dwg
Suunn. I. Laxman		Ramboll Finland Oy Itsehallintokatu 3 02600 Espoo puh. 020 755 611 www.ramboll.fi	Tiedosto 52488
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija Lari Tapaninen	Nimi L. Tapaninen	Piir.no. Suunn.ala
		Nimen selvennys ja koulutus Lari Tapaninen LVI Ins. (AMK)	Muutos LVIA 3K1-00

LÄNSI

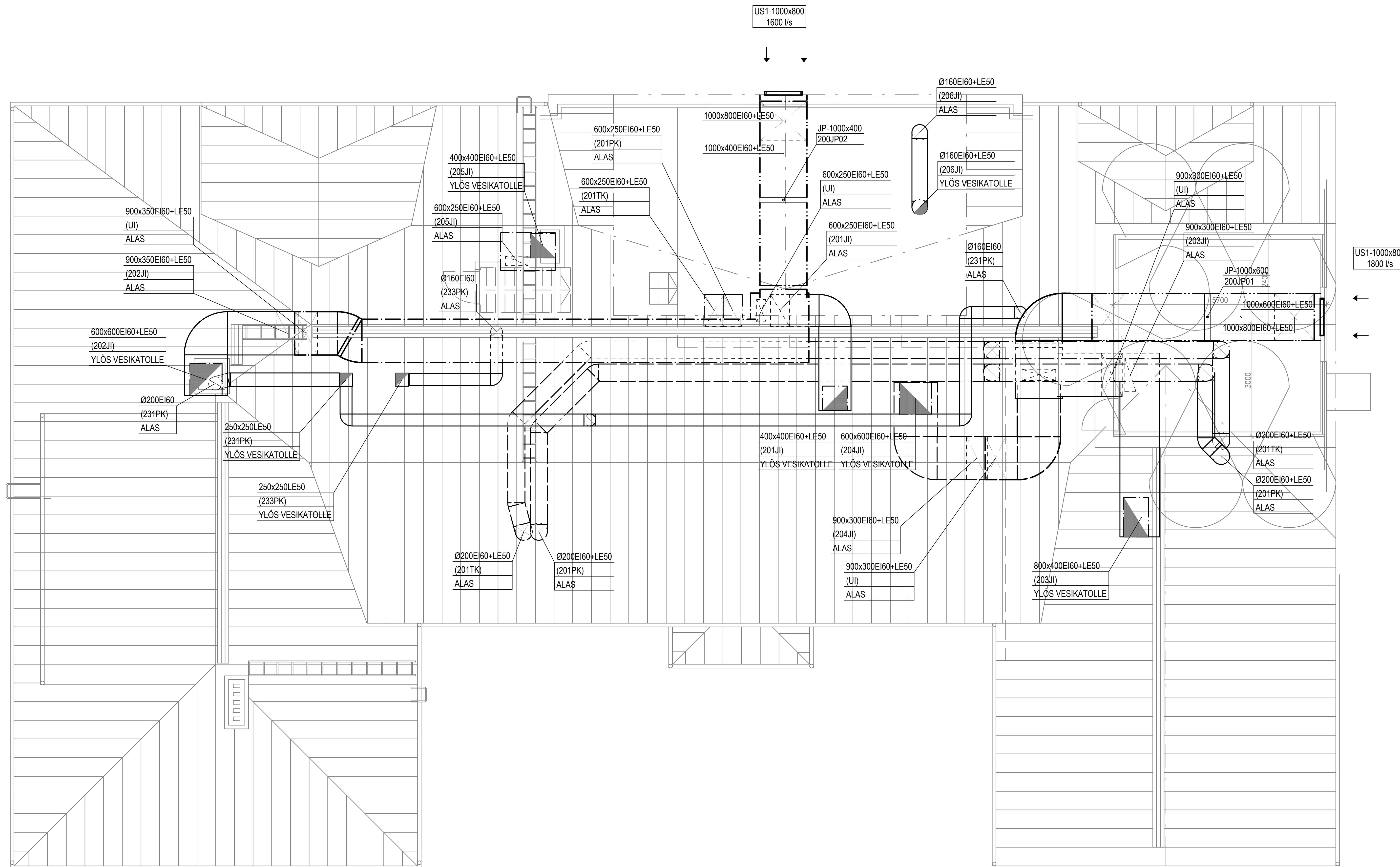
35475



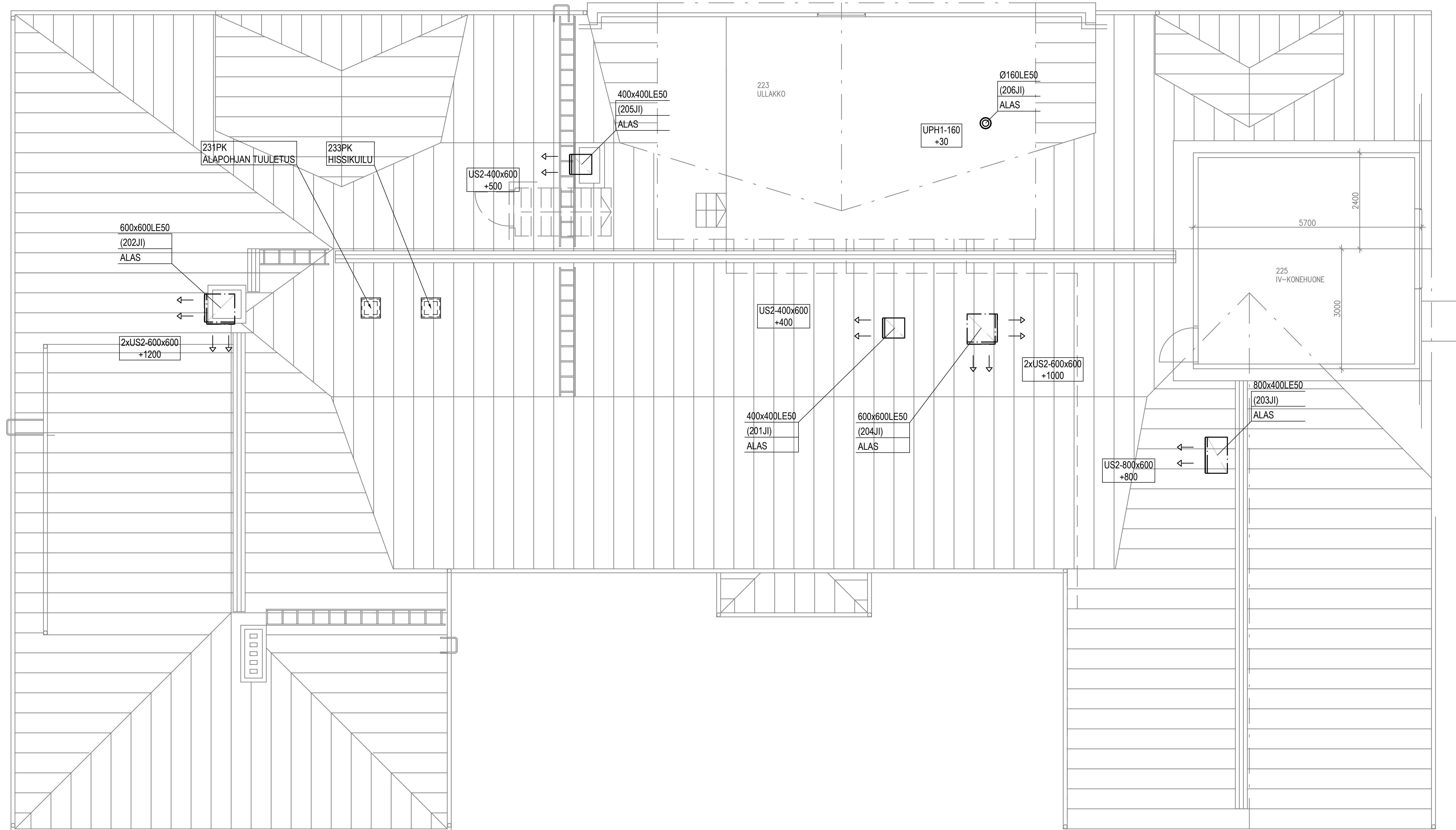
Päiväys: Muutos Muutoksen tai täydennyksen sisältö Suunn.

ARK-SUUNNITTELUN TUEKSI 08.04.2020

K.osa/Kylä KAUNIAINEN	Kortteli/Tila 47	Tontti/Rno. 6	Rakennuslupatunnus
Rakennusnumeros			Koordinaattijärjestelmä/Korkeusjärjestelmä
Rakennusohjelmajärjestelmä	PERUSKORJAUS		Piirustustyyppi ILMANVAIHTO
Rakennuskohteen nimi ja osoite	KAUNIAISTEN NUORISOTALO		Juoks. no. Mittakaavat 1:50
LÄNTINEN KOULUPOLKU 2 02700 KAUNIAINEN			2. KERROS (KONEELLINEN)
	Ramboll Finland Oy Itsehallintokatu 3 02600 Espoo puh. 020 755 611 www.ramboll.fi	Tuloste 302-00-IV-2-kerros.pdf	Tiedosto 302-IV-2-kerros.dwg
Suunn. I. Laxman	Tark. L. Tapaninen	Hyv. L. Tapaninen	Piir.no. Suunn.ala Piv.no. Muutos
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija Nimen selvennys ja koulutus Lari Tapaninen LVI Ins. (AMK)		LVIA 302-00



Päiväys		Muutos		Muutoksen tai täydennyksen sisältö		Suunn.	
ARK-SUUNNITTELUN TUEKSI 08.04.2020							
K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rno.	Rakennuslupatunnus				
KAUNIAINEN	47	6					
Rakennustunnus			Koordinaattijärjestelmä/Korkeusjärjestelmä				
Rakennuslomake	PERUSKORJAUS		Piirustustyyppi	ILMANVAIHTO		Juoks. no.	
Rakennuskohteen nimi ja osoite	KAUNIAISTEN NUORISOTALO		Rakennuksen sisältö	ULLAKKO (KONEELLINEN)		Mittakaavat	
LÄNTINEN KOULUPOLKU 2					1:50		
02700 KAUNIAINEN							
			Ramboll Finland Oy Itsehallintokuja 3 02600 Espoo puh. 020 755 611 www.ramboll.fi		Tuloste 303-00-IV-ullakko.pdf		
					303-IV-ullakko.dwg		
					Työ no. 52488		
					Suunn.ala		
Suunn.	I. Laxman	Tarv.	L. Tapaninen	Ilv.	L. Tapaninen	Piir.no.	Muutos
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija		Nimen selvennys ja koulutus		LVI		303-00
			Lari Tapaninen LVI Ins. (AMK)				



Päiväys		Muutos		Muutoksen tai täydennyksen sisältö		Suunn.	
ARK-SUUNNITTELUN TUEKSI 08.04.2020							
K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rno.	Rakennuslupatunnus				
KAUNIAINEN	47	6					
Rakennustunnus			Koordinaattijärjestelmä/Korkeusjärjestelmä				
Rakennuslomake			Pirustustila			Juoks. no.	
PERUSKORJAUS			YLEISET			Mittakaavat	
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Pirustuksen sisältö			1:50	
KAUNIAISTEN NUORISOTALO			VESIKATTO				
LÄNTINEN KOULUPOLKU 2			(KONEELLINEN)				
02700 KAUNIAINEN							
			Ramboll Finland Oy		Tuloste		Tiedosto
			Itsehallintokuja 3 02600 Espoo puh. 020 755 611 www.ramboll.fi		002-00-vesikatto.pdf		002-vesikatto.dwg
Suunn.	Tark.	Hyv.	Suunn.ala		Pir.no.		Muutos
I. Laxman	L. Tapaninen	L. Tapaninen					
Päiväys			Vastuullinen suunnittelija			Nimen selvennys ja koulutus	
			Lari Tapaninen LVI Ins. (AMK)			LVIA 002-00	