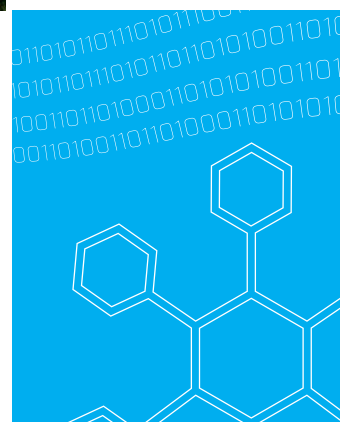




# Innova

Kerrostalosta passiivitaloksi

Jyri Nieminen | Riikka Holopainen



# Innova

## Kerrostalosta passiivitaloksi

---

Jyri Nieminen

Riikka Holopainen



ISBN 978-951-38-8185-6 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

VTT Technology 194

ISSN-L 2242-1211

ISSN 2242-122X (Verkkojulkaisu)

Copyright © VTT 2014

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT

PL 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)

02044 VTT

Puh. 020 722 111, faksi 020 722 7001

VTT

PB 1000 (Teknikvägen 4 A, Esbo)

FI-02044 VTT

Tfn +358 20 722 111, telefax +358 20 722 7001

VTT Technical Research Centre of Finland

P.O. Box 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)

FI-02044 VTT, Finland

Tel. +358 20 722 111, fax +358 20 722 7001

## Esipuhe

Energiatehokkuus kokonaisuutena on tärkein keino hidastaa ja pysäyttää ilmastomuutos. Rakennusten ja rakennetun ympäristön rooli on tässä keskeinen, sillä rakennuksissa käytetään noin 40 % kaikesta energiasta. Päästöjen vähentämistävoitteet eivät toteudu vähäisillä muutoksilla. Tarvitaan ratkaisuja, jotka mahdollistavat kasvihuonekaasujen päästöjen merkittävän pienentämisen sekä uudis- että korjausrakentamisessa.

Korjausrakentaminen on ainoa tehokas keino pienentää rakennusten energiankäytöstä aiheutuvia päästöjä lyhyellä aikavälillä. Suomalainen 1960- ja 1970-lukujen kerrostalorakentaminen oli energiatehotonta. Lisäksi etenkin sosiaalisen rakentamisen kohteisiin on muodostunut korjausvelkaa, sillä kiinteistöjen omistajilla ei ole ollut mahdollisuutta kerätä korjausten edellyttämiä varoja vuokratuloista. Tämä on johtanut omaisuuden arvon laskuun samalla, kun osa lähiöistä on taantunut, ja niiden sosiaalinen rakenne vinoutunut.

Passiivitalo edustaa matalaenergiarakennusta, jonka tilojen lämmityksen energiantarve on minimoitu kustannustehokkaasti. Passiivirakentamisen aiheuttamat lisäkustannukset kerrostalojen uudisrakentamisessa ovat olleet noin 3–8 % tavanomaiseen verrattuna. Innova-hankkeen (vuosina 2010–2012) tavoitteena oli selvittää, millä edellytyksin 1960–1970-luvuilla rakennettuja kerrostaloja voidaan peruskorjata passiivitaloiksi. Hanke oli urauurtava Suomessa, koska sitä aloitettaessa ei ollut kokemuksia passiivitalon toteuttamisesta korjausrakentamalla. Hankkeessa todennettiin passiivitalosaneeraus todellisessa kohteessa tavoitteina energiankulutuksen pienentäminen, lyhyt saneerausaika ja asukkaiden kokemien häiriöiden minimointi.

Tämä julkaisu esittää Innova-hankkeen tulokset ja johtopäätökset. Hankkeen vastuhenkilöinä VTT:llä olivat erikoistutkija Ilpo Kouhia sekä asiakaspäällikkö Jyri Nieminen. Julkaisun on VTT:llä julkaisukuntoon saattanut tutkimustiimin päällikkö Riikka Holopainen. Ilpo Kouhia (k. 2013) hoiti ansiokkaasti hankkeessa suoritettua kehitystyötä, mittauksia ja rakentamisen seurantaa.



## Sisällysluettelo

<b>Esipuhe.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Johdanto .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Korjauskohteen kuvaus ja energiankulutus .....</b>	<b>7</b>
2.1 Korjauskohteen kuvaus.....	7
2.2 Kohteen energiankulutus ennen ja jälkeen korjauksen .....	7
<b>3. Kerrostalosta passiivitaloksi – teollinen korjausrakentaminen .....</b>	<b>10</b>
3.1 Teollisen korjausrakentamisen edellytykset ja hyödyt.....	10
3.2 TES-elementti .....	11
<b>4. Korjauksen toteutus.....</b>	<b>13</b>
4.1 Kohteen mallinnus laserkeilaamalla.....	13
4.2 Julkisivun purku.....	14
4.3 Uuden eristeen asentaminen.....	16
4.4 TES-elementtien valmistus.....	18
4.5 TES-elementtien kiinnittäminen .....	22
4.6 Kuvia valmiista kohteesta.....	26
<b>5. Mittaukset ja kosteyslaskenta.....</b>	<b>30</b>
5.1 Rakenteen kuivumistarkastelut.....	30
5.2 Sisäpuoliset kosteusmittaukset marraskuussa 2011 tapahtuneen vesivahingon vuoksi.....	31
5.3 Ulkoseinäelementin eristetilan kosteusmittaukset maaliskuussa 2012 ja huhtikuussa 2012 sulamisvesien eristetilään pääsyn vuoksi .....	32
5.4 Ulkopuoliset kosteusmittaukset elokuussa 2012 .....	33
5.5 Tiiveysmittaus elokuussa 2012.....	34
<b>6. Johtopäätökset ja suositukset.....</b>	<b>36</b>
6.1 Yleistä.....	36
6.2 Aikataulutus.....	36
6.3 Suunnittelu .....	36
6.4 Urakointi ja työn toteutus.....	37
6.5 Asukasnäkökulma .....	38

6.6	Kustannustavoitteet ja rahoitus .....	38
6.7	Energiankulutuksen pienentyminen .....	38
	<b>Kiitokset.....</b>	<b>40</b>

**Liitteet**

- Liite A: Asukaskyselyn tulokset
- Liite B: Elementtimitoitustaaviot
- Liite C: Julkisivuja

# 1. Johdanto

Energiatehokkuus kokonaisuutena on tärkein keino hidastaa ja pysäyttää ilmastomuutos. Rakennusten ja rakennetun ympäristön rooli on siinä keskeinen, sillä rakennuksissa käytetään noin 40 % kaikesta energiasta. Päästöjen vähentämistävoitteet eivät toteudu vähäisillä muutoksilla tuotantorakenteissa, vaikka muutosten vaikutuksesta kokonaisenergiankulutus kääntyisikin laskuun. Tarvitaan ratkaisuja, jotka mahdollistavat kasvihuonekaasupäästöjen merkittävän pienentämisen sekä uudis- että korjausrakentamisessa.

Korjausrakentamisella on keskeinen merkitys Suomen pyrkimyksessä saavuttaa sitoumukset, joilla hillitään ilmastomuutosta. Korjausrakentaminen on ainoa tehokas keino pienentää rakennusten energiankäytöstä aiheutuvia päästöjä lyhyellä aikavälillä. Valtioneuvoston periaatepäätöksen mukaan kaikissa valtion välillisesti omistamien kiinteistöjen uudis- ja korjausrakentamisessa tavoitetasona on passiivirakentaminen vuodesta 2015 lähtien.

Suomen kerrostalokanta kehittyi 1960- ja 1970-lukujen kaupungistumisen myötä. Tuon ajan kerrostalot ovat korjausiässä, ja julkisivukorjaukset ja linjasaneeraukset ovat ajankohtaisia juuri nyt. Taloyhtiöiden kannalta tietoa puuttuu yhä saneerausratkaisuista ja niiden taloudellisista ja energiasäästövaikutuksista. Kerrostalojen peruskorjauksissa käytetään yleensä uudisrakentamisessa käytettäviä menetelmiä tapauskohtaisesti sovellettuna.

Innova-hankkeen tärkeimpiä tuloksia on korjausrakentamiseen soveltuvan, työmaavaiheeltaan olennaisesti nykyistä lyhytaikaisemman vaippakorjausmenetelmän kehittäminen ja kokeilu käytännössä. Vaipparakenteeseen esivalmistusvaiheessa integroidut tuloilmakanavat tekevät ilmanvaihdon korjauksen toteuttamisen mahdolliseksi ilman mittavia rakennusteknisiä töitä rakennuksen sisätiloissa. Ratkaisulla saavutettaneen merkittäviä kustannussäästöjä energiankulutuksen pienentyessä, ja ilmanvaihtoremonttiin ryhtymisen kynnyks muodostunee täten matalammaksi.

## **2. Korjauskohteen kuvaus ja energiankulutus**

### **2.1 Korjauskohteen kuvaus**

Hankkeen alkuvaiheessa kehitettiin erilaisia korjauskonsepteja sekä rakennetekniikan että taloteknisten järjestelmien osalta. Konseptien energiateknistä toimivuutta simuloitiin numeerisesti käyttäen dynaamista mallinnusta. Tarkasteluissa käytettiin IDA ICE -simulointiohjelmaa.

Samanaikaisesti energiateknisten simulointien edetessä etsittiin kerrostalokohteita, joissa peruskorjaus on ajankohtainen. Kohteita etsittiin järjestetyn kilpailun avulla, jossa taloyhtiöille annettiin mahdollisuus osallistua kilpailuun ja kertoa omista peruskorjaussuunnitelmistaan. Ilmoittautuneiden yhtiöiden suunnitelmat arvioitiin ja arvion perusteella Innova-hankkeen korjauskohteeksi valittiin Riihimäen Peltosaarella, Saturnuksenkatu 2:ssa, sijaitseva kerrostalo.

Riihimäen Saturnuksenkatu 2:ssa sijaitseva Innova-hankkeen korjauskohde on vuonna 1975 rakennettu nelikerroksinen ja kolmiportainen kerrostalo, jonka rakennustilavuus on  $10\,751\text{ m}^3$  ja asuinpinta-ala  $2\,834\text{ m}^2$ . Kerrostalo on kaupungin omistama vuokratyhtiö. Talossa on 38 asuntoa, joiden huoneistokoot vaihtelevat rakennuspiirustusten mukaan välillä 38–97,5 m<sup>2</sup>. Alimmassa kerroksessa toimii lasten päiväkotia.

Rakennus on perustettu paaluille, ja alimman kerroksen alapohjarakenne on maanvarainen. Maanvaraisen lattiarakenteen alapuolisen maan epäillään painuneen siten, että rakenteen ja maan pinnan välissä on ilmatila. Ulkoseinät ovat rakennusajalle tyypillisiä betoni-sandwich-elementtejä, joissa lämmöneristyksen paksuus on noin 12 cm. Välipohja- ja yläpohjarakenteet ovat Nilcon-elementtejä. Ikkunat ovat kaksilasisia.

### **2.2 Kohteen energiankulutus ennen ja jälkeen korjauksen**

Koekohteen suunnittelu aloitettiin loppuvuodesta 2010. Suunnittelulle asetettiin simuloinneissa saadut reunaehdot. Suunnitteluratkaisun kehittymisen myötä rakennuksen energiateknistä toimivuutta tarkasteltiin toistuvasti tarkentamalla simuloinnin lähtöarvoja suunnitelmien mukaiseksi.

VTT teki IDA ICE -energiälaskentaohjelmalla energiankulutussimuloinnit sekä kohteen alkuperäiselle että korjauksen jälkeiselle energiankulutukselle. Taulukko 1 esittää simulointien lähtötietoina käytetyt rakenteiden U-arvot.

**Taulukko 1.** Rakenteiden lämmöneristävyttä kuvaavat U-arvot.

	Alkuperäinen, W/m <sup>2</sup> K	Korjattu, W/m <sup>2</sup> K
alapohja	0.46	0.46
ulkoseinä pitkä sivu	0.27	0.088 (painotettu)
ulkoseinä parvekesivu	0.25	0.088 (painotettu)
ulkoseinä pääty	0.27	0.088 (painotettu)
yläpohja	0.22	0.08
ovi	1.8	0.8
ikkuna	2.9	0.66

Passiivitaso energiankulutuksen saavuttamiseksi ilmanvaihdosta on välttämätöntä ottaa lämpöä talteen varsin korkealla lämpötilahyötysuhteella. Lämmön talteenoton vuosihyötysuhteeksi korjatulle rakennukselle on simuloinneissa oletettu 75 %. Alkuperäisessä rakennuksessa ei ole ilmanvaihdon lämmön talteenottoa.

Taulukko 2 esittää simuloitua energiankulutusta lämmityksen, lämpimän käyttöveden ja muun sähkönkulutuksen osalta. Valaistuksen ja laite-energian tarpeet oletettiin samoiksi sekä alkuperäiselle että korjatulle rakennukselle. Korjatun rakennuksen suurempi puhaltimien ja pumppujen energiankulutus johtuu pääasiassa ilmanvaihtolaitteiston suuremmasta energiantarpeesta. Lämmityksen ja lämpimän käyttöveden lämmitysjärjestelmän hyötysuhteeksi arvioitiin 90 %.

Simulointitulosten mukaan korjauksella saavutetaan noin 250 000 kWh:n vuosittainen energiansäästö. Alkuperäisen rakennuksen tilat ja lämmin käyttövesi lämmitettiin suoralla sähköllä (primäärienergiakerroin 1,7). Koska käyttövesi lämmitetään jatkossa kaukolämmöllä (primäärienergiakerroin 0,7), korjauksella aikaansaatu primäärienergiesäästö on noin 580 000 kWh.

**Taulukko 2.** Simuloitua energiankulutusta.

Järjestelmä	Alkuperäinen		Korjattu	
	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh/m <sup>2</sup>
lämmitys	350 000	92.8	74 300	19.7
lämmin käyttövesi	146 200	38.8	146 200	38.8
valaistus	25 140	6.7	25 140	6.7
laitteet	63 950	16.9	63 950	16.9
pumput ja puhaltimet	8 680	2.3	29 910	7.9
yhteensä	593 970	157.5	339 500	90.0

VTT:n määrittelemä passiivitalon tilalämmitysenergian kulutuksen raja Riihimäellä on  $25 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$ . Korjausratkaisun arvioitu tilalämmityksen energiankulutus  $19,7 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$  täyttää hyvin passiivitalon vaatimukset. Primäärienergian kulutus saa passiivitalossa Riihimäellä olla  $135 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$ , ja korjausratkaisulla päästään noin  $115 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$ :n kulutukseen, joten tehtyjen tarkastelujen perusteella tavoitteet saavutetaan.

Innova-passiivitaloratkaisulla voidaan vähentää tyypillisen kohderakennuksen hiilidioksidipäästöjä jopa 75 tonnilla vuodessa, kun muiden kasvihuonekaasujen vaikutus on muunneltu laskennalliseksi hiilidioksidivaikutukseksi. Tämä vastaa henkilöauton päästöjä, kun autolla ajetaan 11 kertaa maailman ympäri.

Erityisen tärkeää passiivitalojen rakentamisessa ja passiivikorjauksissa on rakentamisen laatu. Laatu vaikuttaa herkästi esimerkiksi rakennuksen vaipan tiivyyteen, joka korjatun kohteen simuloinnissa on oletettu passiivitalojen vaatimuksen mukaiseksi eli enintään  $0,6 \text{ l/h}$ . Vaatimuksen täyttäminen ei salli merkittäviä tiiveyttä heikentäviä rakennusvirheitä, joten tavoitteiden saavuttaminen edellyttää hyvää valvontaa ja huolellista työtä.

### **3. Kerrostalosta passiivitaloksi – teollinen korjausrakentaminen**

#### **3.1 Teollisen korjausrakentamisen edellytykset ja hyödyt**

Korjausrakentamisen prosessin tärkeimmät vaiheet ovat suunnittelu rakennettavaksi ja rakentaminen suunnitelmien mukaisesti. Tässä korostuvat sekä pääsuunnittelijan että työmaan vastaavan mestarin vastuut. Jotta korjausrakentamisen prosessi olisi sujuva, on käytettävien ratkaisujen oltava toistettavia (kokemusten karttuminen), helposti asennettavia ja tuotteistettuja ratkaisuksi (työmaan sujuvuus).

Teollinen korjausrakentaminen mahdollistaa asukkaiden kotona asumisen korjauksen aikana. Tästä syystä väistötiloille ei ole tarvetta, mikä tuo edelleen kustannussäästöä perinteiseen korjaustapaan nähden. Teollisen korjausrakentamisen ansiosta rakennusta ei myöskään tarvitse huputtaa, jolloin asukkailla säilyy näköyhteys ulos eikä asuntojen lämpötila nouse liian korkeaksi.

Rakenteiden rakennusfysikaalinen toimivuus ja säilyvyys riippuvat erityisesti rakenteiden kosteuden hallinnasta. Rakennusten ulkovaipparakenteet joutuvat tulevaisuudessa toimimaan entistä vaikeammassa tilanteessa. Parantuva energiatehokkuus pienentää lämpöhäviöitä, jolloin rakennuksen ulko-osat ovat lähellä ulkoilman olosuhteita, eikä turhia lämpöhäviöitä voi hyödyntää ylimääräisten kosteuskuormien kuivaamiseen. Samalla ilmastonmuutos vaikuttaa ulkoilman kautta rakenteisiin kohdistuviin kosteuskuormiin ja rakenteiden kuivumiskykyyn. Suurin vaikuttava tekijä on kuitenkin rakentamisen laatu, josta korjausrakentamisen osalta on vasta vähän tutkittua tietoa.

Innova-hankkeessa valittu korjausmenetelmä kehitti edelleen tekniikkaa, jota on käytetty remonttikohteissa useissa Euroopan maissa. Menetelmän toi Suomeen TES Energy Facade -tutkimusprojekti, joka toteutettiin Aalto-yliopiston, norjalaisen NTNU:n ja saksalaisen TU Münchenin yhteistyönä vuosina 2008 ja 2009. Innova-projekti on menetelmän ensimmäinen sovelluskohde vanhassa rakennuksessa Suomessa.

### 3.2 TES-elementti

Julkisivukorjaus toteutettiin TES-elementeillä, jotka sisälsivät uudet ikkunat, parvekkeiden ovet, uudet ilmanvaihtokanavat, rappausvillan ja pohjarappauksen. Myös sisäänkäyntikatokset ja vesikatto uusittiin, ja ullakkokerrokseen rakennettiin uusi tekninen tila ja asennustila ilmanvaihtokanaville.

Merkittävää osaa saneerauksessa esitti sisäilman laadun parantaminen sekä huoneistokohtaisen lämmön talteenoton lisääminen. Kaikkiin huoneistoihin sekä päiväkotiin asennettiin koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä, mikä edellytti ilmanvaihtokanavien asentamista. Matala huonekorkeus ei kuitenkaan mahdollistanut kanavien asentamista alakattoon vaan uusi ilmanvaihtokanavisto sijoitettiin tehtaalla valmistettujen julkisivuelementtien sisään. Julkisivuelementtien sisälle tuotuna kanavisto saatiin toteutettua kuhunkin huoneistoon ilman että huonekorkeutta jouduttiin laskemaan. Rakennuksen ulkoseinälle ikkunoiden yläpuolelle rakennettiin kotelo, jossa vietiin IV-tuloilmakanavien vaakavetoja. Kerroksissa poistoilmakanavistoksi jäi olemassa oleva kanavisto. Yläpohjassa oleva poistoilmakanavisto uusittiin LTO-järjestelyjen vuoksi.

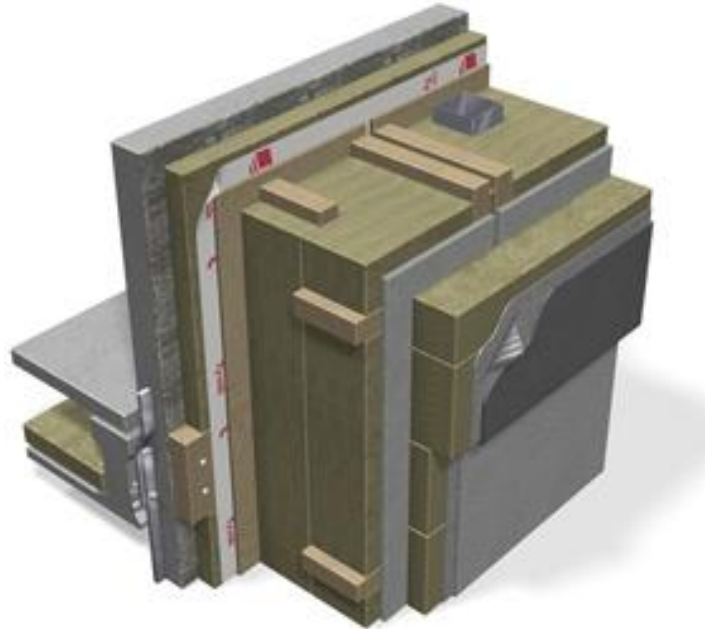
TES-elementti on puurunkoinen lämmöneristetty julkisivuelementti, jossa julkisivu voidaan tehdä erilaisista julkisivuun soveltuvista materiaaleista. Elementti voi olla julkisivurakenteeltaan joko tuuletettu tai tuulettamaton. Elementin käyttökohteita ovat mm. betonisandwich-julkisivuiset rakennukset, joissa sandwich-elementin ulkokuori on niin huonossa kunnossa, että se täytyy purkaa. Tällaisissa kohteissa sisäkuoren ulkopinnan tasoittamisen ja tiivistämisen jälkeen elementti, jossa mm. ikkunat voivat olla asennettuna valmiiksi, asennetaan rakenteen ulkopintaan ja kiinnitetään sisäkuoreen. Tuloksena on valmis julkisivu kaikkine detaljeineen.

Kuvassa (Kuva 1) on esitetty Innova-projektissa käytetyn puuelementin rakenne ja liittyminen vanhaan rakenteeseen. Rakenteen kerrokset sisältä ulos ovat seuraavat:

- Vanha sisäkuori
- PAROC UNM 37pz, 100 mm
- Tyvek-kangas, XMW 060
- LVL-elementti, eristeenä PAROC eXtra plus, 300 mm
- Sementtipohjainen rakennuslevy
- PAROC Linio 80 -rappausaluseriste, 50–100 mm.

Rakenteen lämmönläpäisyä kuvaava U-arvo on 0.10 W/m<sup>2</sup>K.





**Kuva 1.** Innova-kohteen rakenneratkaisu.

VTT:n näkemyksen mukaan edellä kuvatun mukainen TES-elementti on kosteusteknisesti toimiva edellyttäen, että:

- Valmiin rakennekokonaisuuden ilmanpitävyys on riittävä. VTT:n käsityksen mukaan tämä toteutuu passiivitalolta vaadittavalla ulkovaipan ilmatiiviydellä.
- TES-elementin sisäpuolella olevan rakenneosan vesihöyryn läpäisevyys on enintään viidesosa TES-elementin ulko-osien vesihöyrynläpäisevyydestä.
- Sadevesi ei pääse tunkeutumaan rakenteeseen rakenteen detailjatkaisuiden tai pintarappauksen kautta.
- Rakennuksen sisäpuoliset vesivahingot eivät kastele eristysrakennetta.
- Julkisivupintaa valittaessa ja toimivuutta arvioitaessa on otettava huomioon puurunkorakenteen käytön aikaiset liikkeet, erityisesti kosteusliikkeet.

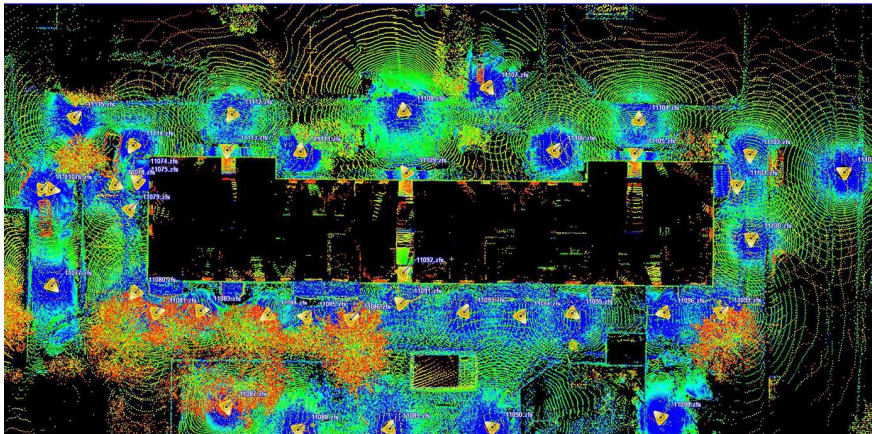
On huomattava, että hyvin lämmöneristettyjen rakenteiden kuivumispotentiali on heikompi kuin huonosti eristettyjen rakenteiden, joten hyvin lämmöneristetty rakenne sallii vähemmän jatkuvia tai toistuvia ylimääräisiä kosteuskuormituksia. Samoin eristysrappauksen käytössä maantasokerroksen julkisivuratkaisuna on otettava huomioon julkisivuun kohdistuvat iskumaiset kuormitukset.

## 4. Korjauksen toteutus

### 4.1 Kohteen mallinnus laserkeilaamalla

Pöyry Finland Oy mallinsi Innova-kerrostalon ulkomitat laserkeilausmenetelmällä TES-elementtien mitoitusta varten (Kuva 2). Vanhojen rakennuspiirustusten todettiin poikkeavan useissa eri yksityiskohdissa jopa noin 20 cm todellisuudesta. Laserkeilauksen perusideana on tuottaa mittatarkkaa ja kattavaa tietoa havaittavasta ympäristöstä, erityisesti ovien ja ikkunoiden sijainnista, itse kohteeseen koskematta. Laserkeilausta on perinteisesti käytetty laitoskohteiden saneeraussuunnittelussa, mutta se soveltuu myös taloyhtiöiden saneeraushankkeisiin. Koko kohteen laserkeilaus saatiin suoritettua yhden iltapäivän aikana.

Tämän julkaisun liitteessä B on esitetty kohteen elementtimitoituskaavioita ja liitteessä C kohteen julkisivuja.



**Kuva 2.** Laserkeilauksen tuloksia.

## 4.2 Julkisivun purku

Korjauksessa alkuperäisen betonisandwich-elemen ulompi kuori sekä alkuperäinen eriste poistettiin, ikkunat vaihdettiin ja parvekkeet uusittiin (Kuva 3–Kuva 6). Vanha julkisivu leikattiin irti perinteisen piikkaamisen sijasta, jotta häiriö asukkaille olisi pienempi. Julkisivun purkutyöt kestivät noin kymmenen viikkoa. Purkutyössä käytettiin uudenlaisena menetelmänä yhden henkilön ohjaamaa leikkuria.



**Kuva 3.** Purkutyö käynnissä.



**Kuva 4.** Purettua julkisivua.



**Kuva 5.** Katon suojaus purkutöiden aikana.





**Kuva 6.** Ikkunoiden poisto.

### **4.3 Uuden eristeen asentaminen**

Vanhan sisäkuoren päälle rullattiin Parocin 100 mm paksu UNM 37 -kivillaeriste (Kuva 7–**Kuva 8**). Uuden eristeen päälle asennettiin Tyvek-kangas (Kuva 9).



**Kuva 7.** Uusi kivillaeriste rullattiin vanhan sisäkuoren päälle.



**Kuva 8.** Uuden kivillaeristeen asennusta.



**Kuva 9.** Uuden eristekerroksen eri rakennusvaiheet samassa kuvassa.

#### **4.4 TES-elementtien valmistus**

Innova-kohteeseen asennettiin tehdasvalmisteiset pystysuuntaiset puurunkoiset julkisivuelementit. Ilmanvaihtokanavat, ikkunat ja parvekkeiden ovet samoin kuin julkisivun ensimmäinen rappauskerros oli lisätty elementteihin jo tehtaalla. Elementteihin tuli tehtaalla pohjarappauksen (ohutrappausrakenne) lisäksi myös verkotus. Kuvat 10–15 esittävät TES-elementtien valmistusta ja kuljettamista rakennuspaikalle.



**Kuva 10.** TES-elementtien valmistusta tehtaalla.



**Kuva 11.** Ilmanvaihtokanavien läpiviennit TES-elementissä.





**Kuva 12.** Lähes valmis TES-elementti.



**Kuva 13.** TES-elementin ikkunoiden suojaus kuljetusta varten.



**Kuva 14.** Valmis TES-elementti tehtaan pihalla.



**Kuva 15.** TES-julkisivun koenosto tehtaan pihalla.

#### **4.5 TES-elementtien kiinnittäminen**

Uusi julkisivu tuotiin kohteelle 12 metriä korkeina ja noin 3–4 metriä leveinä tehtaalla esivalmistettuina LVL-elementteinä, joissa oli eristeenä 300 mm paksu PAROC eXtra plus -eriste. Elementtien päälle asennettiin sementtipohjainen rakennuslevy ja 50–100 mm paksu PAROC Linio 80 -rappausaluseriste. Esivalmistuksen ansiosta uusia elementtejä voitiin asentaa paikoilleen jo purkutyön aikana. Kuvat 16–21 esittävät elementtien asentamista kohteeseen.





**Kuva 16.** Elementti purettu autosta.



**Kuva 17.** Elementin valmistelua nostoa varten.



**Kuva 18.** Julkisivuelementin nosto.



**Kuva 19.** Julkisivuelementin kääntö ilmassa.



**Kuva 20.** Julkisivuelementtejä paikoillaan.



**Kuva 21.** Rakennuslevyt osittain asennettu.



#### 4.6 Kuvia valmiista kohteesta

Korjauksen lopputuloksena saatiin kaunis ja kestävä julkisivu sekä asumisviihtyisyydeltään huomattavasti parantunut asuinkiinteistö, jota on esitelty kuvissa 22-26.



**Kuva 22.** Valmis kohde kadun puolelta (10.7.2012).



**Kuva 23.** Valmis kohde kadun puolelta (10.7.2012).



**Kuva 24.** Valmis kohde pihan puolelta (10.7.2012).





**Kuva 25.** Valmis kohde pihan puolelta (22.8.2012).

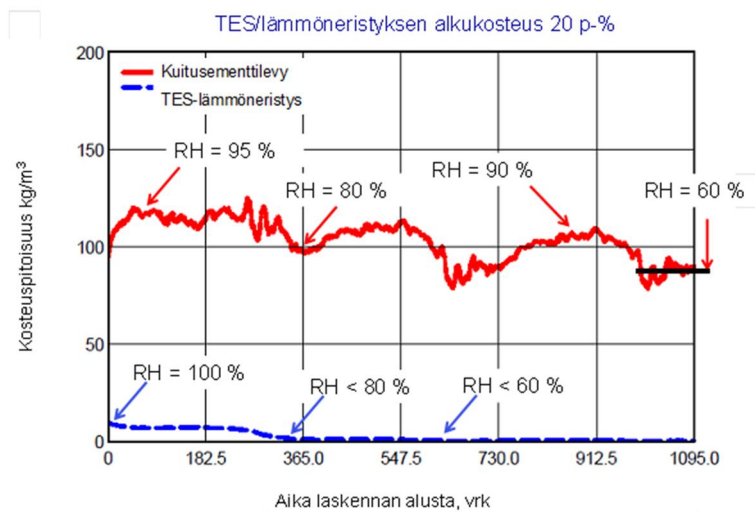


**Kuva 26.** Valmis kohde pihan puolelta (22.8.2012).

## 5. Mittaukset ja kosteyslaskenta

### 5.1 Rakenteen kuivumistarkastelut

Rakenteiden kuivumista tarkasteltiin tilanteessa, jossa pohjoisseinän LVL-elementin lämmöneristyskerros on kastunut. Kosteuden oletettiin olevan tasan jakautunut koko lämmöneristyskerrokseen. Kosteuspitoisuudeksi oletettiin 20 painoprosenttia lämmöneristeen kuivapainosta, mikä vastaa noin 3 litraa vettä neliometriä kohden. Kuivumistarkastelut tehtiin WUFI 5.0 -laskentaohjelmalla, jossa ulkoilman olosuhteina käytettiin Jyväskylän referenssi-ilmaston säätietoja. Laskentatulokset on esitetty kuvassa Kuva 27.



Kuva 27. Kastuneen rakenteen kuivuminen. Laskennan alkuhetki on 1.9.

Tulosten perusteella rakenne kuivuu vajaan vuoden aikana. Kuivumiseen vaikuttavat mm. kastumisen ajankohta ja rakenteen suuntaus. Pohjoisseinä on kuivumisen kannalta epäedullisin. Tulosten perusteella oikein toteutettu rakenne detaljiratkaisuineen on kosteusteknisesti toimiva.

## 5.2 Sisäpuoliset kosteusmittaukset marraskuussa 2011 tapahtuneen vesivahingon vuoksi

Ilpo Kouhia VTT:ltä teki 28.11.2011 korjauskohteessa kosteusmittauksen, jonka syynä oli 18–19.11.2011 välisenä yönä tapahtunut vesivahinko. Tuolloin B-portaan kohdalla ollut sadesuoja oli pettänyt, ja vettä oli pääsyt ulkoseinän betonirakenteisen sisäkuoren ja vanerisisäpintaisen, puurunkoisen elementin väliin. Kyseinen välitila oli eristetty pehmeällä mineraalivillalla, jonka ulkopinnalla oli Tyvek-kangas. Eteläsivulla tapahtuneen vesivahingon lisäksi kohteessa tapahtui noin viikkoa myöhemmin pienempi vesivahinko myös pohjoissivulla.

Kosteusmittaukset tehtiin ulkoseinien ikkunapielien kautta, Tyvek-kankaan ja pehmeän villan ulkopuolella olevan paperipinnan välistä. Mittalaitteina käytettiin Vaisalan HMP 36 -antureita, joiden näyttämät oli tarkastettu VTT:n kosteuskontrollidussa tilassa. Näyttölaitteena oli Vaisalan HMI 31 -näyttölaite.

Mittaus toteutettiin ns. pikamittauksena, koska tarkoitus oli saada käsitys sisäkuoren ja elementin välitilan kosteuksien suuruusluokista. Tämän vuoksi mm. lämpötila-arvot on esitetty vain asteen tarkkuudella. Sisälämpötilat mitatuissa huoneissa olivat välillä 17–21 °C ja suhteelliset kosteudet välillä 48–54 % RH. Mittaukset tehtiin 30–40 cm:n etäisyyksiltä ikkunapielien reunoista. Mittaustulokset on esitetty taulukossa, Taulukko 3.

Taulukossa esitettyjen huoneistojen lisäksi käytiin myös huoneistossa B 21, jossa ikkunoiden piilirakenteet oli jo tehty ja näin ollen mittauksia ei voitu toteuttaa. Huoneistossa oli kuitenkin asukkaan antamien tietojen mukaan todettu vesivuotoja vesivahingon tapahduttua. Taulukossa on esitetty muutamia 100 %:n RH-kosteuksia, joiden kohdalla lämpötilatietoa ei ole. Tämä johtuu siitä, että mittausanturi jouduttiin vetämään ulos pian mittauksen aloittamisen jälkeen anturin vahingoittumisen estämiseksi. Mainituissa paikoissa on rakenteessa vettä.

**Taulukko 3.** 28.11.2011 tehdyn kosteusmittauksen tulokset. MH = makuuhuone, OH = olohuone.

Huoneisto	Mittaus paikka	Mitattu kohta	Suhteellinen kosteus RH, %	Lämpötila, °C
B 17 (kerhuone)	parvekeikkuna	oikea sivu	47	15
		yläreuna	47	15
		alareuna	83	12
B 19	keittiön ikkuna	alareuna	100	-
		oikea alanurkka	95	20
	iso MH pohjoispuoli	oikea sivu	97	20
		vasen sivu	95	21
		yläreuna	48	20
		alareuna	66	21

	pieni MH pohjoispuoli	oikea sivu	98	21
		vasen sivu	81	20
		alareuna	100	-
	MH eteläsivu	oikea sivu	50	20
		vasen sivu	55	19
B 14	OH:n ikkuna	oikea sivu	35	20
		vasen sivu	30	20
		yläreuna	56	19
C 12	keittiön ikkuna	oikea sivu	92	19
		vasen sivu	68	19
		yläreuna	73	19
		alareuna	93	19
	MH:n ikkuna	oikea sivu	97	17
		vasen sivu	96	17
		alareuna	100	-

Mittauksen mukaan rakenteiden kosteudet olivat paikoin korkeita betonisten sisäkuorien ja puurunkoisten elementtien välissä. Puurunkoiset elementit on kiinnitetty välipohjien kohdilta, joissa kohdissa on välipohjaan kiinnitetty vaakasuuntainen kertopuu. Vesivahingon tapahtuessa vesi on voinut siirtyä vaakasuunnassa kertosuiden yläpintoja pitkin, ja todellista rakenteen kastumisen laajuutta on vaikea todentaa rakennetta purkamatta eli puurunkoisia elementtejä irrottamatta.

Mittauksen tuloksena esitettiin varmistettavaksi, että rakenteisiin ei jää ylimääräistä kosteutta. Kosteusteknisen toimivuuden varmistamiseen on kaksi keinoa: joko kastuneet rakenteet vaihdetaan tai ne kuivataan. Kuivauksessa on otettava huomioon rakenteen kastuminen elementtien vaakasauman alueelta. Vaakasuuntaisen puukannattimen taustan kuivumisesta on varmistuttava mittauksin. Kosteusmittaukset uusittiin vuonna 2013.

### 5.3 Ulkoseinäelementin eristetilan kosteusmittaukset maaliskuussa 2012 ja huhtikuussa 2012 sulamisvesien eristetilaan pääsyn vuoksi

Mika Salo Polygonilta suoritti Lujatalon tilauksesta B-rapun kohdalta kosteusmittaukset ulkoseinäelementistä elementin eristetilaan päässeeseen sulamisveden takia. Kartoitus suoritettiin 22.2.2012 eristetilamittauksena ulkoseinän eristetilasta huoneistojen kautta poraamalla ulkoseinän betonielementin lävitse villatilaan. Mittaus suoritettiin myös puuelementin villatilasta. Mittauksissa havaittiin kohonneita kosteuksia kapealla kaistaleella asunnon B18 makuuhuoneen ikkunan oikealla puolella.

Seurantamittauksessa 5.4.2012 rakenteita aukaistiin kastuneilta alueilta ja lisättiin puhallusta niille alueille. Arvot kastuneilla alueille olivat seurantamittauksen mu-

kaan lähes normaaleja: ulkoseinän eristetilassa välillä 66 % suhteellinen kosteus RH, lämpötila 17 °C sekä 55 % suhteellinen kosteus RH, lämpötila 21 °C. Seurantamittauksen perusteella suositeltiin makuuhuoneen puukotelon aukaisua sisäpuolelta, tarvittaessa koneellista kuivatusta sekä seurantamittauksia.

#### **5.4 Ulkopuoliset kosteusmittaukset elokuussa 2012**

Innova-talon ulkoseinärakenteisiin asennettiin TES-elementtien valmistuksen yhteydessä langattomia kosteusantureita rakennuksen sivuille yhteensä 16 kappaletta. Kosteusanturit asennettiin julkisivurappauksen alustana olevan kivivillakerroksen keskikohdalle. Erikoistutkija Ilpo Kouhia suoritti ulkoseinien kosteus- ja lämpötilamittaukset ulkoseinäelementeissä 25.5.2012, 4.10.2012 ja 23.10.2012.

Mittaustulokset ovat taulukossa 4. Mittaustuloksista näkyy länsisivulle paistavan auringon vaikutus matalina suhteellisen kosteuden arvoina. Muiden julkisivujen kosteuksissa ei ole merkittäviä eroja..

Kosteusmittaustuloksien perusteella todettiin rakenteiden toimivan toivotulla tavalla, eikä mittausten perusteella ollut todettavissa kosteudesta johtuvia ongelmia. Taulukon 4 tuloksista nähdään, että rappauksen alustan kosteudet riippuvat pohjoisseinällä ulkoilman lämpötilasta ja kosteudesta. Auringonpaisteisilla seinillä kosteudet ovat pieniä.

**Taulukko 4.** Kosteusmittaukset 25.5.2012– 23.10.2012

Mittausajankohta	Suhteellinen kosteus RH, %	Lämpötila, °C
25.5.2012	22.71	14.5–43.9
4.10.2012	42–95	12.6–17.8
23.10.2012	45–96	2.8–27.7

### 5.5 Tiiveysmittaus elokuussa 2012

Jarmo Laamanen VTT:ltä mittasi 3.7.2012 Innova-korjatun kerrostalon C-rapun ja siinä olevien asuntojen tiiveyden painekokeella soveltaen standardia SFS-EN 13829. Ilmatiiveyden mittaustulos ilmoitetaan 50 Pa:n paine-erolle määritettynä ilmanvuotolukuna:

$$n_{50} = \frac{qV}{V} \quad , \quad (1)$$

jossa  $n_{50}$  on ilmanvuotoluku (1/h),  $qV$  on vuotoilmavirta paine-erolla 50 Pa ( $m^3/h$ ) ja  $V$  on mitatun tilan sisätilavuus ( $m^3$ ). Rakennuksen ulkovaipan ilmanvuotoluku saadaan 50 Pa:n paine-erossa mitattujen yli- ja alipainemittausten ilmanvuotolukujen keskiarvona.

Alipaineistus suoritettiin Blower Door –tiiveysmittauslaitteistolla, joka asennettiin 3. kerroksen huoneiston parvekkeen oveen (Kuva 28). Puhallinta käyttäen mitattava tila saatiin ali- ja ylipaineiseksi ulkoilmaan nähden ja vuotoilmavirta mitattiin eri paine-eroja käyttäen noin 10 Pa:n välein alueella 30–60 Pa. Mittausten ajaksi mitattujen huoneistojen ja tilojen ilmanvaihtventtiilit oli suljettu ja ilmanvaihtokone sammutettu. Huoneistojen ikkunat olivat kiinni ja postiluukut oli kiilattu auki. Huoneistojen porrashuoneiden ovet olivat kiinni ja väliovet auki. Paine-ero ulko- ja sisäilman välillä sekä tilavuusvirta puhaltimen paineyhteistä mitattiin paine-ero-

mittarilla DG-700 (s/n 10828-106), jonka mittausepävarmuuden arvioidaan olevan noin  $\pm 3\%$  mittausravosta. Mittauksen perusteella C-portaan ja siihen kuuluvien asuntojen ilmanvuotoluku  $n_{50}$  on 0,82 1/h ja vuotoilmavirta 2 300 dm<sup>3</sup>/s.



**Kuva 28.** Ilmatiiveyden mittaus Blower Door -tiivysmittauslaitteistolla.



## **6. Johtopäätökset ja suositukset**

### **6.1 Yleistä**

Toimivia suunnittelu- ja toteutusverkostoja pitäisi luoda teollisen korjausmenetelmän viemiseksi käytäntöön. Tässä luvussa on listattu asioita, jotka kaipaavat jatkoselvityksiä ja panostusta tulevissa vastaavissa korjaushankkeissa.

### **6.2 Aikataulutus**

Hankkeen aikataulutus oli optimistinen, mutta ennalta ajateltu toteutuskelpoiseksi. Alkuperäisen aikataulun mukaan korjaustyön piti alkaa huhtikuussa 2010 ja työn olla valmis vuoden 2011 aikana. Suunnittelu alkoi lopulta 3.12.2010, joten urakka-laskentavalmius oli vasta toukokuussa 2011 (alustava aikataulu helmikuu 2011). Urakkaohjelman mukaan työn aloitus olisi ollut 6.6.2011 ja vastaanottotarkastus 30.11.2011. Työt alkoivat kuitenkin vasta 8.8.2011 ja vastaanottotarkastus oli 13.7.2012.

Myöhästymiseen oli keskeisenä syynä hankkeen pilottiluonne. Seuraavissa vastaavanlaisissa hankkeissa läpimeno tulee olemaan nopeampaa menetelmään soveltuvien työmaakäytäntöjen vakiintumisen kautta. Aikataulutuksen pitäisi myös olla selkeästi tiedossa kaikilla osapuolilla, erityisesti sisä- ja ulkotyövaiheiden tarkka aikatauluttaminen on tärkeää.

### **6.3 Suunnittelu**

Korjaushankkeen suunnittelu viivästyi pääosin elementtirakenteen toimivuuden tutkimisen vuoksi. Suunnittelun alkaessa ei ollut vielä olemassa kaikkien osapuolten hyväksymää ratkaisua. Suunnitteluun oli varattu aivan liian vähän aikaa, ja suunnitteluun olisi tarvittu parempia suunnittelun lähtötietoja.

Suunnitelmien piti alun perin koskea vain ulkopuolisia ratkaisuja, mutta työmaan edetessä jouduttiin paneutumaan myös sisäpuolisiin ratkaisuihin, kun ilmeni ilmanvaihdon lisäyksen tarve. Lisäsuunnittelun määrä oli odotettua suurempi. LVISA-tekniikan laajuus yllätti, erityisesti ilmastoinnin osalta. Yläpohjan suunnittelua ei otettu riittävästi huomioon. Rakennesuunnittelussa oli keskitytty liiaksi julkisivuun.

Vanha kiinteistö ei soveltunut asetetuille laajoille tavoitteille, joita oli vaikeata toteuttaa kustannustehokkaasti. Rakennuksen koko lähtötilanteen selvittäminen on tärkeää – ei vain korjattavalta osalta. Pääsuunnittelun osalta kaikkien osapuolten kanssa pitää päästä yhteisymmärrykseen tavoitteista ennen sopimusten tekemistä. Talotekniikka olisi käytävä paremmin läpi kokonaisuutena. Koska kaupallisia suunnitteluverkostoja ei vielä ole, vastuunotto suunnittelukokonaisuuden toimivuudesta vaatii uutta ajattelua ja uudenlaista toimintatapaa. Linjasaneeraus olisi ollut hyvä toteuttaa samalla kuin muu korjaus.

#### **6.4 Urakointi ja työn toteutus**

Korjausrakentamisen onnistuminen riippuu suureksi osaksi työmaatoteutuksesta. Vaikka suunnitteluun uhrattiin resursseja, oli itse rakentaminen suhteessa oletettuun lievä pettymys. Innova-hankkeen kaltaisissa kehityshankkeissa työjohtoon osaamisella on keskeinen merkitys. Urakoitsijan tulee ymmärtää ja varautua työn aikana tuleviin suunnitelmamuutoksiin, koska kokemuksen kautta tulleita ratkaisuja ei ole vielä olemassa.

Asuintalon saneeraus on yleensä suhteellisen yksinkertaista, mutta tässä kohteessa talotekniset ratkaisut olivat haasteellisia. Korjauksen työvaiheet eivät limityneet keskenään toivottavalla tavalla, ja työn eteneminen oli suunnitelmista poikkeavaa. Urakkamuoto vaikeutti urakoitsijan sitoutumista kehityshankkeeseen. Koska pääurakoitsija käytti valtaosin aliurakointia, työmaan hallinnoinnissa ja suunnittelussa oli ongelmia erityisesti aliurakoitsijoiden sitoutumisen ja opastuksen osalta.

Suurten elementtien valmistus, kuljetus ja asennus onnistuivat, mutta elementtien nostot käytössä olevilla pihoiden olivat myös asukkaille turvallisuusriski.

Tehdaskuivien elementtien kastuminen työmaalla oli myös suuri ongelma. TES-elementit ovat riskialttiita säälle erityisesti asennuksen aikana ja vielä asennettunakin ilman räystäsrakenteita.

Mittatarkkuudessa ja kanavien kohdennuksessa onnistuttiin.. Pilottikohteen perusteella laserkeilaukseen ja tietomallinnukseen perustuva esivalmistus on toimiva menetelmä lähiökerrostalon energiakorjauksessa. Kohteen ilmanpitävyys parani merkittävästi: kohteen alkuperäinen ilmanpitävyys oli 5–7 1/h, tavoiteltu ilmanpitävyys 0,6 1/h ja mitattu ilmanpitävyys noin 0,8 1/h.

Vastaavanlaisissa hankkeissa työ pitäisi aloittaa heti keväällä, jotta talo ei olisi eristämätön syksyn ja alkutalven aikana. Väliaikaisen ilmastoinnin tarve työn aikana pitäisi ottaa huomioon.

Asennuskoordinaatiston luominen nopeuttaisi asennusta. Asennusurakasta tulee sopia erottamalla selkeästi urakoitsijalle, toimittajalle ja tilaajalle kuuluvat osuudet. Julkisivujen teko ja asennus pitäisi irrottaa pääurakoinnista omaksi osuudekseen.

Kosteuden hallinta on suunnittelu-, työmaan valvonta- ja asennekysymys. Tulevissa hankkeissa on oltava kosteudenhallintasuunnitelma. Vesikattotöiden ja

asennettujen elementtien suojaaminen on tärkeää. Rakennuksen sääsuojaamiseen on jo kehitetty erilaisia menetelmiä.

Vanhan rakenteen pinnan mittausmenetelmiä tulisi kehittää, jotta saataisiin luotettava tieto uusien elementtien kiinnittämisen suunnitteluun. Kiinnitysjärjestelmä tulisi myös kehittää sellaiseksi, että se sallii vanhan rakenteen suuremmat mittapoikkeamat.

## 6.5 Asukasnäkökulma

Ennen korjauksen aloittamista asukkaille tiedotettiin, että korjauksen kesto on lyhyt. Tavoitteeseen "asumista mahdollisimman vähän häiritsevä remontti", ei päästy. Aikataulukorjaukset asukkaille ja päiväkodille olivat aivan liian optimistisia. Työt jouduttiin tekemään kertautuneesti myöhässä. Työmaatoiminnot olivat tavanomaisen uudisrakentamisen kaltaisia. Asutun talon saneerauksen erityisvaatimuksia ei otettu huomioon. Korjaus sisälsi paljon eriaikaisia töitä huoneistoissa. Piha-alueen käyttö oli asukkaille käytännössä mahdotonta korjaushankkeen aikana.

Lopputuloksena on kuitenkin kaunis ja kestävä julkisivu sekä asumisviihtyisyydeltään huomattavasti parantunut asuinkiinteistö. Ilmanvaihdon korjauksella saavutettiin hallitumpi, puhtaampi ja vedottomampi ilmanvaihto. Lisäksi huoneistojen ääneneristys ulkopuoliselle melulle on parantunut huomattavasti. Asukaspalautteet ovat olleet rohkaisevia. Asukaskysely on toteutettu syksyn 2013 aikana, tulokset on esitetty Liitteessä A.

Jatkossa työnaikaiseen asumiseen tulisi kehittää ohjeistus, joka takaa turvallisen saneeraamisen. Suunnittelussa on huomioitava työvaiheiden limittäminen siten, että huoneistossa tehtävien töiden kokonaisaika minimoidaan. Ennakoiva ja luotettava asukasviestintä on ensiarvoisen tärkeää.

## 6.6 Kustannustavoitteet ja rahoitus

Korjauksen kustannustavoite oli 1 100 €/m<sup>2</sup>, mutta toteutuma oli yli 1 510 €/m<sup>2</sup>. Pilottikohteessa esimerkiksi kokonaisurakkamalli aiheutti erilliskustannusten kasvua. Oman kustannuslisänsä aiheutti uusien ilmanvaihtokonehuoneiden rakentaminen, mitä ei otettu huomioon hankesuunnittelussa. Energiakorjaukseen liittyvä kehityshanke sai Asumisen rahoitus- ja kehityskeskus ARA:lta 152 441 €n korjausavustuksen (4,2 % kokonaiskustannuksista). Tilaajalle aiheutui tulon menetyksiä päiväkodin tiloista.

1970-luvun talojen peruskorjauksiin tarvitaan jatkossa uudentyyppisiä rahoitusmalleja. Nykyiset korkotukilainat ja tuet eivät ole riittäviä.

## 6.7 Energiankulutuksen pienentyminen

Rakennuksen energiankulutus ei vastaa peruskorjaukselle asetettua tavoitetta. Energiansäästö on ensimmäisen käyttövuoden aikana noin 30 %, mikä johtuu

rakennuksen ilmanvaihdon ja lämmityksen säädön puutteista. Normaalkäytössä saavutettaneen noin 50 %:n energiansäästö. Alkuperäistä 70 %:n tavoitetta voidaan pitää liian optimistisena.

Tavoitetta korkeampaan energiankulutukseen ovat pääsyynä tilojen lämmityksen säätöongelmat, joiden johdosta sisäilman lämpötilat ovat olleet normaalia sisäilman lämpötilaa korkeampia. Asuntoihin jätettiin urakan yhteydessä vanhat lämmityspatterit, joiden säätäminen tai lukitseminen pienentyneitä lämpöhäviöitä vastaavaan lämpötilaan on lähes mahdotonta. Nämä patterit tulisi uusia tai rakentaa ainakin säätömahdollisuus. Ilmanvaihtojärjestelmän ja automaation säätötoita on jouduttu tekemään lämmityskauden alkupuoliskolla. Järjestelmät saatiin toimimaan vasta lämmityskauden loppupuolella. Säätötoita tehdään yhä, joten vertailukelpoisia energiankulutustuloksia saadaan vasta vuoden 2014 lopussa.

Asukkaille annetusta passiivitalossa asumisen infosta huolimatta lämmityspattereita on pidetty maksimiteholla ja tuuletusluukkuja sekä parvekkeiden ovia avoimina. Syksyllä 2014 järjestetään uusi koulutustilaisuus asukkaille passiivitalossa asumisesta ja siitä, miten asetettuihin energiansäästö tavoitteisiin ja hyvään asumisviihtyvyyteen voitaisiin päästä asumistottumuksia hieman muuttamalla.

## **Kiitokset**

Innova-projektia tukivat Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA, Sitra ja Innovaatorahoituskeskus Tekes sekä useat teollisuuskumppanit, kuten Recair, Ensto, Lammin Ikkuna sekä Paroc projektin omistajana ja koordinoijana.

VTT osallistui projektiin asiantuntijakonsulttina ja jälkiseurannan toteuttajana. Arkkitehti (SAFA) Kimmo Lylykangas vastasi arkkitehtuurisuunnittelusta ja korjausratkaisusta. Lylykangas on myös osallistunut aktiivisesti eurooppalaiseen TES-projektiin.

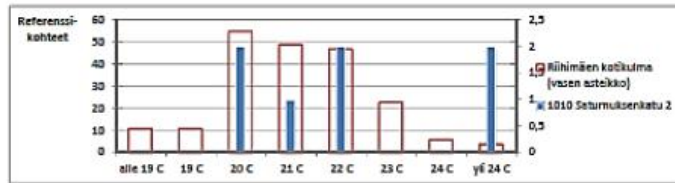
# Liite A: Asukaskyselyn tulokset

Riihimäen kotikulma  
1010 Saturnuksenkatu 2

Asukaskyselyn tulokset  
Maalis- huhtikuu 2013

Kohteen vastauksia yhteensä 7 kpl

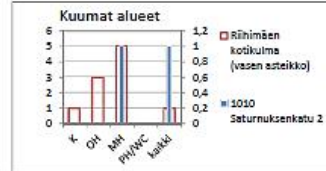
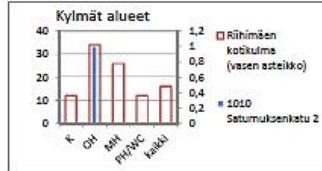
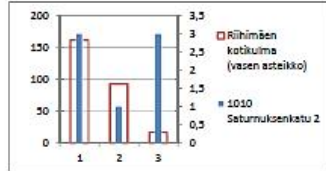
## 1. Huoneiston lämpötila on tänä talvena ollut keskimäärin \_\_\_\_\_ °C



## 2. Huoneiston lämpötila on ollut

(Rengastakaa yksi tai useampi vaihtoehtojen numeroista)

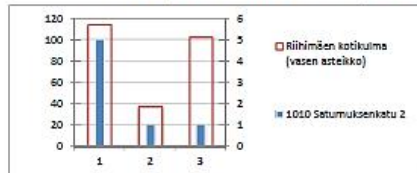
- Sopiva  
Yksi tai useampi huoneista liian kylmä  
Yksi tai useampi huoneista liian kuuma
- 1  
2  
3
- Tarkenna huone ja alue \_\_\_\_\_  
Tarkenna huone \_\_\_\_\_



## 3. Ulkolämpötilan vaikutus sisälämpötilaan

(Rengastakaa parhaiten kuvaavan vaihtoehdon numero)

- Ulkolämpötila ei juuri vaikuta  
Ulkolämpötilan laskiessa huoneiston lämpötila nousee  
Ulkolämpötilan laskiessa huoneiston lämpötila laskee
- 1  
2  
3

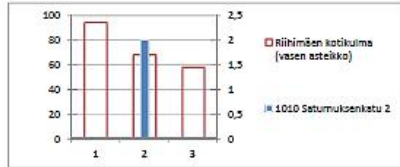


Mikäli huoneistosanne on sähköpatterit, siirtykää kysymykseen 5.

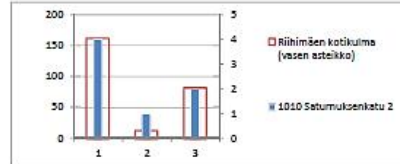
## 4. Patteritermostaattien toiminta

(Rengastakaa yksi tai useampi vaihtoehtojen numeroista)

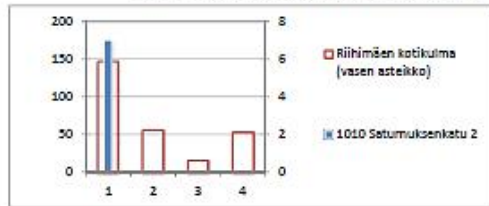
- Huoneiston termostaattit ovat pääsääntöisesti maksimiasennossa  
Huoneistossa on useampia termostaatteja, jotka on käännetty maksimiasentoon pienemmälle  
Yhden tai useamman termostaattin asetusarvoa muutetaan ulkolämpötilan mukaan
- 1  
2  
3



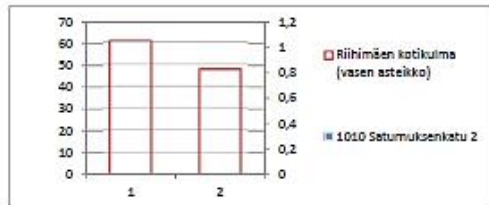
5. Ilmanvaihtuvuus huoneistossa on  
(Rengastakaa parhaiten kuvaavan vaihtoehdon numero)
- |            |   |
|------------|---|
| Sopiva     | 1 |
| Liian hyvä | 2 |
| Huono      | 3 |



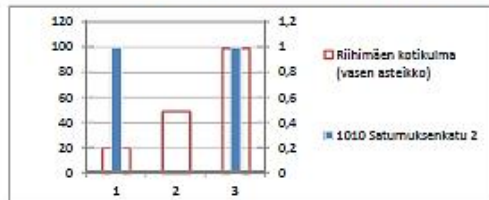
6. Huoneiston ilmanvaihdon säätölaitteet  
(Rengastakaa yksi tai useampi vaihtoehtojen numeroista)
- |  |   |
|--|---|
| Huoneistossa ei ole säätölaitteita ilmanvaihdon säätämiseksi             | 1 |
| Osaan säätää ilmanvaihdon tehokkuutta (Huoneistot, joissa on säätölaite) | 2 |
| Huoneistossa on säätölaite, mutta en tiedä sen toimintaperiaatetta       | 3 |
| Mielestäni ilmanvaihto jakautuu eri huoneisiin tarpeenmukaisesti         | 4 |



7. Ilmanvaihdon säätämistarve  
(Rengastakaa parhaiten kuvaavan vaihtoehdon numero)
- |   |   |
|---|---|
| Säädän ilmanvaihdon määrää kerran kahdessa viikossa tai harvemmin | 1 |
| Säädän ilmanvaihdon määrää kerran viikossa tai useammin           | 2 |

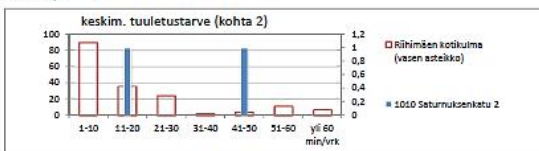
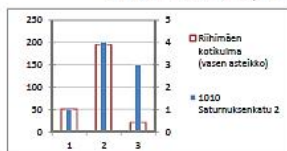


8. Ilmanvaihdon säätämisen syy  
(Rengastakaa yksi tai useampi vaihtoehtojen numeroista)
- |   |   |
|---|---|
| ilmanvaihdon pienentäminen ollessani poissa huoneistosta          | 1 |
| ilmanvaihdon tehostaminen suihkussa / saunassa käynnin yhteydessä | 2 |
| ilmanvaihdon tehostaminen ruoanlaiton yhteydessä                  | 3 |



9. Ikkunatuuletuksen tarve tänä talvena  
(Rengastakaa parhaiten kuvaavaan vaihtoehtoon numero)

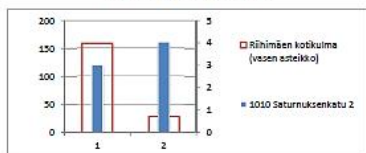
- En tuuleta. 1  
 Tuuletan ikkunoiden tai parvekkeen kautta 2 keskim. \_\_\_\_min/päivä  
 Tuuletan huoneistoani lähes päivittäin ollessani pois 3



Mikäli huoneisto ei ikkunatuuleteta, siirtykää kohtaan 11.

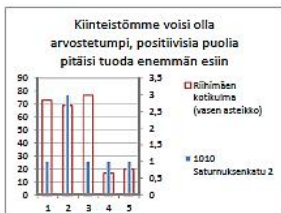
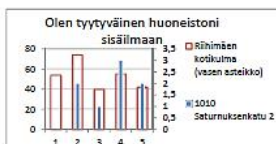
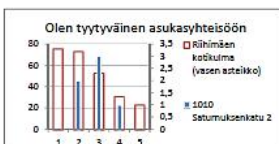
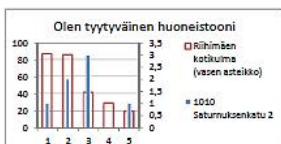
10. Tuuletan huoneisto, koska  
(Rengastakaa yksi tai useampi vaihtoehtojen numeroista)

- sisäilma on huono 1  
 huoneiston lämpötila on korkea 2

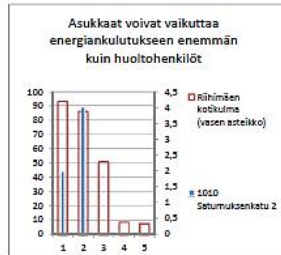
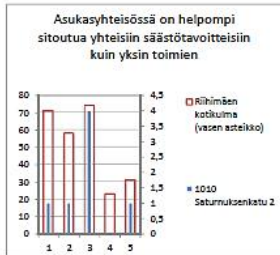
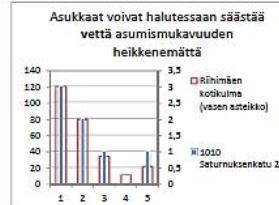
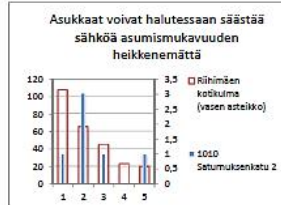
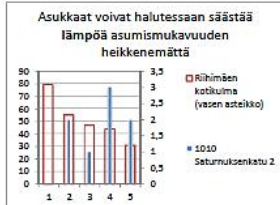


11. Rengastakaa jokaisen väittämän kohdalla omaa näkemystäsi parhaiten vastaavaan vaihtoehtoon numero.

- 1 Täysin samaa mieltä  
 2 Jokseenkin samaa mieltä  
 3 En samaa enkä eri mieltä  
 4 Jokseenkin eri mieltä  
 5 Täysin eri mieltä



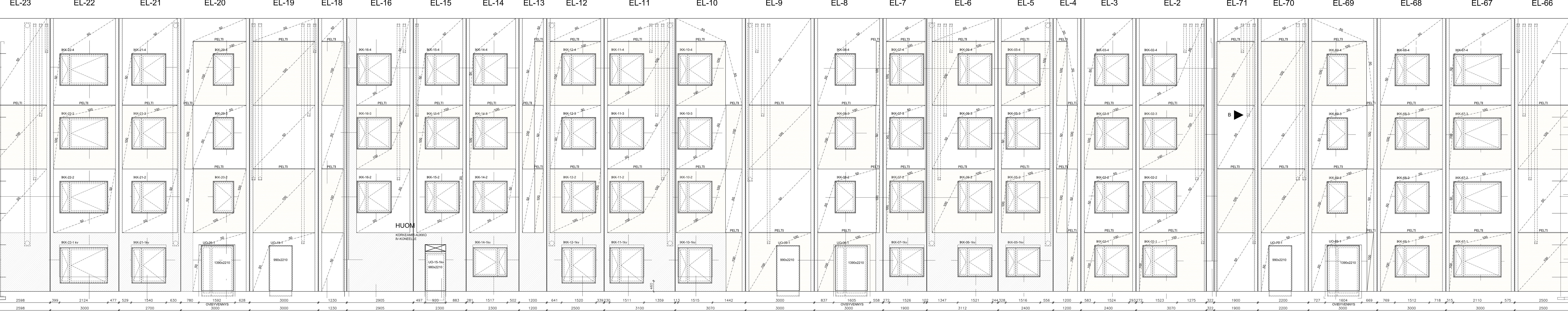




## **Liite B: Elementtimitoituskaviot**



JULKISIVU ITÄÄN (SISÄPIHALLE)



MUUTOS

B	ELEMENTTIEN KOHDISTUSMITOITUS LISÄTTY. MITOITUS 1. KERROKSEN VANHAN IKKUNAN/OVEN KARMISTA TAI VANHAN SISÄÄNKÄYNTISYVENNYKSEN REUNASTA UUDEN ELEMENTIN REUNAAAN EL-71: tulolmakanava korjattu 2. kerroksesta 3. kerrokseen; MITTAMUUTOKSET EL-2, EL-16, EL-18, EL-23, EL-71	25.09.2011 KL
A	Litterointi lisätty, ensimmäinen numero vastaa pystyelementin numeroa, viimeinen numero vastaa kerrosta.	

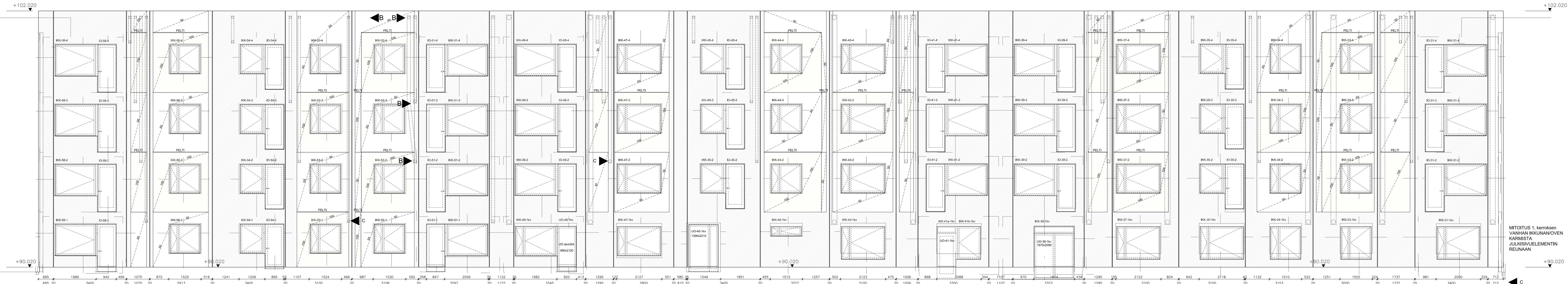
kaup.osa PELTOSAARI	kortteli 2020	tontti 3	piirustustyyppi TYÖPIIRUSTUS
toimenpide JULKISIVUKORJAUS			mittakaava 1:50
rakennuskohde KOTIKULMA TALO 10 Satumieskatu 2 11130 RIIHIMÄKI	työ n.ro 10185		piirustuksen sisältö ELEMENTTIOHJELMA JULKISIVU ITÄÄN
ARKKITEHTUURITOIMISTO KIMMO LYLKANGAS	numero 225	muutos B	06.07.2011
Oksanenkatu 10, 00100 Helsinki Puh (09) 492 219 kimmo.lylkangas@arkkilylkangas.com www.arkkilylkangas.com			ARKKITEHTI SAFA

ARK



JULKISIVU LÄNTEEN (PARVEKEJULKISIVU)

EL-59 EL-58 EL-57 EL-56 EL-54 EL-53 EL-52 EL-51 EL-50 EL-49 EL-48 EL-47 EL-46 EL-45 EL-44 EL-43 EL-42 EL-41 EL-40 EL-39 EL-38 EL-37 EL-35 EL-34 EL-33 EL-32 EL-31 EL-30



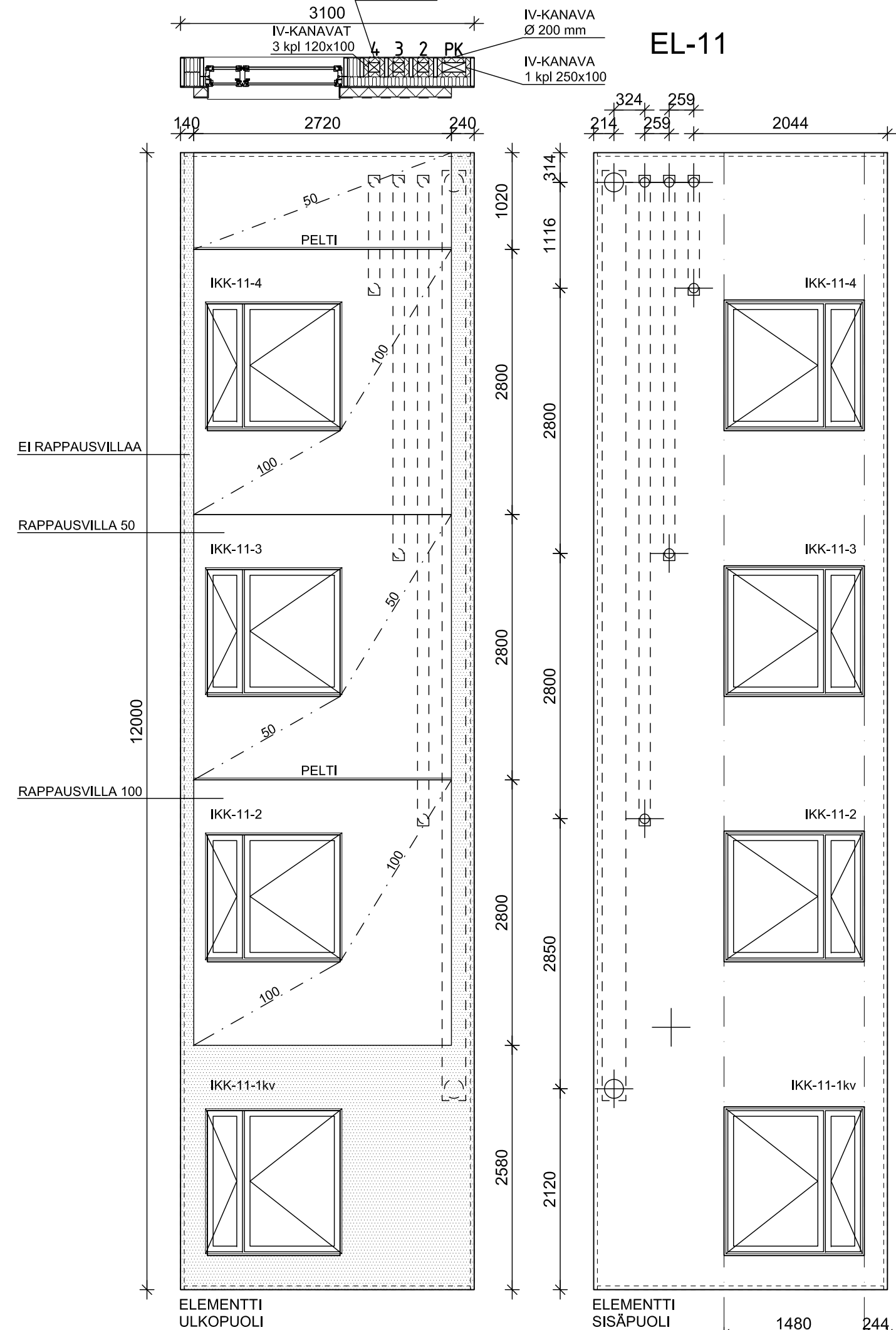
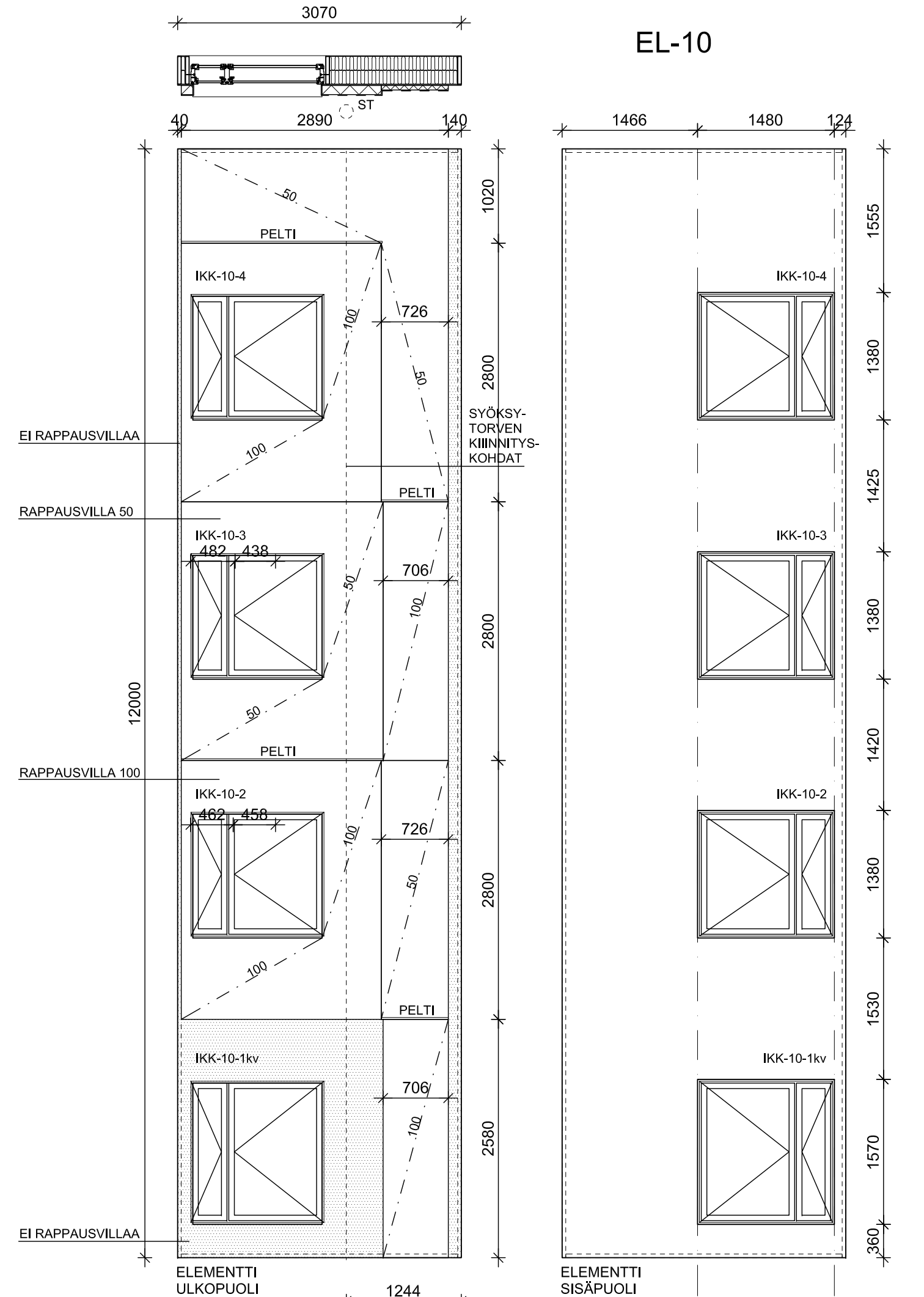
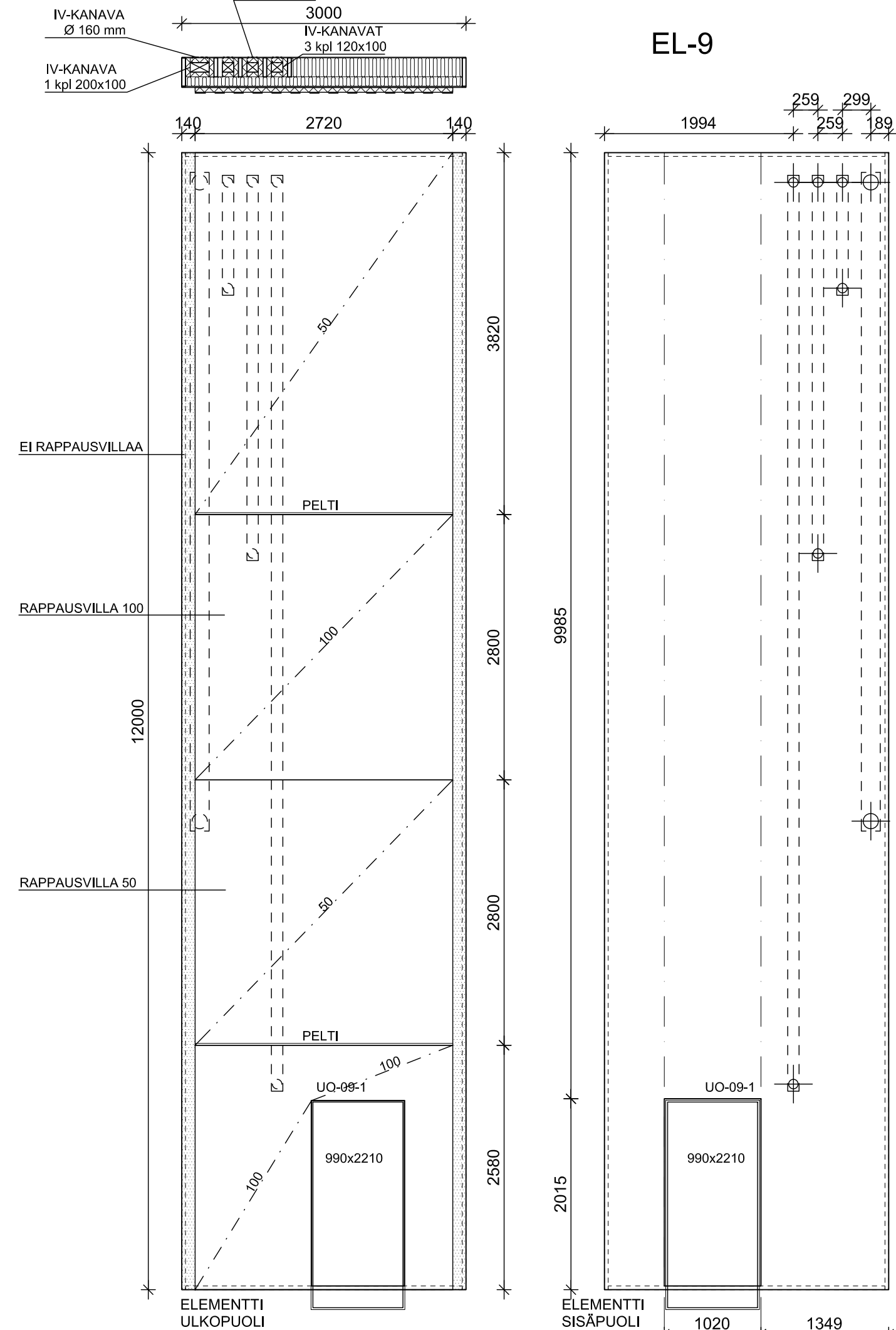
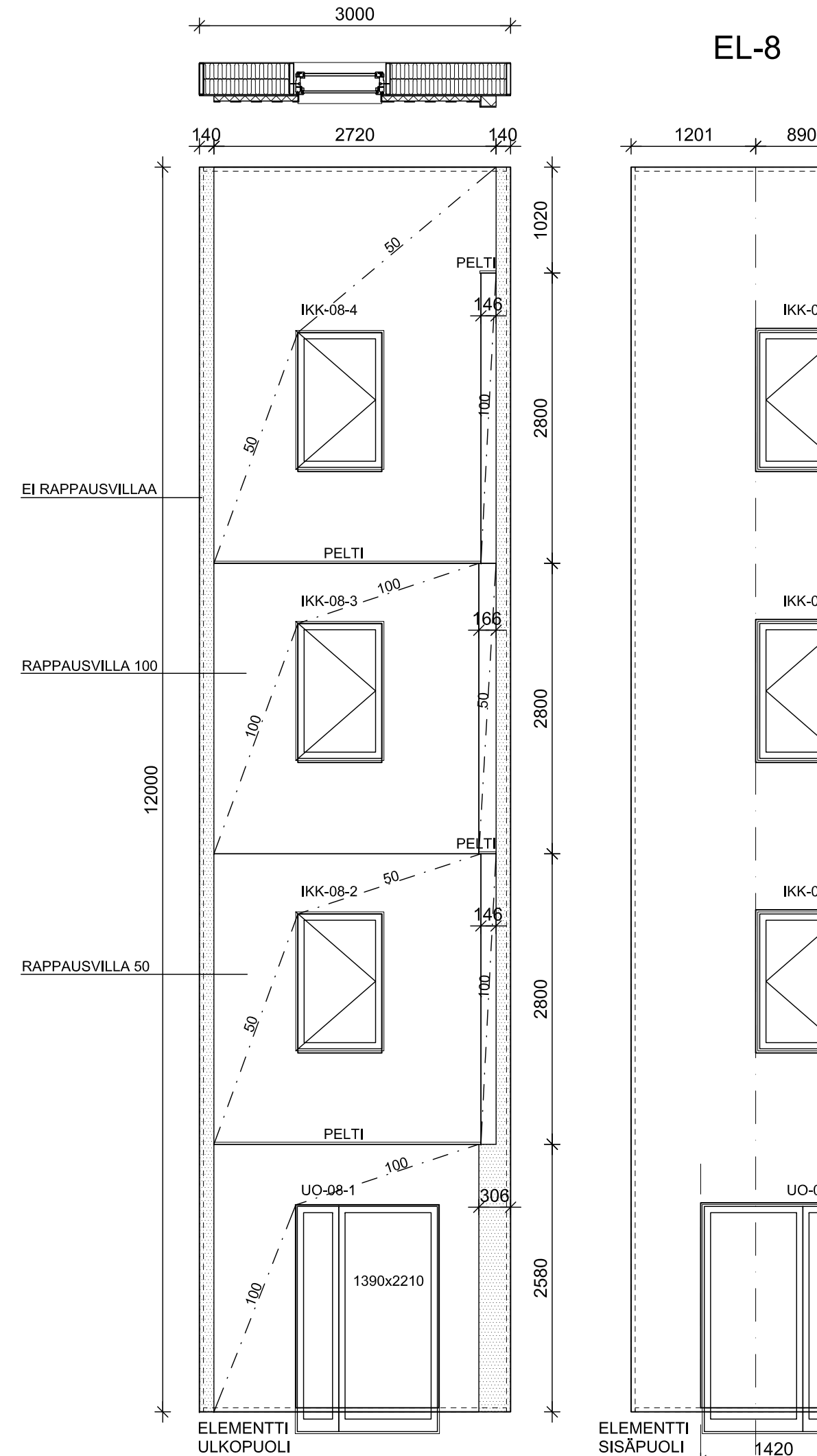
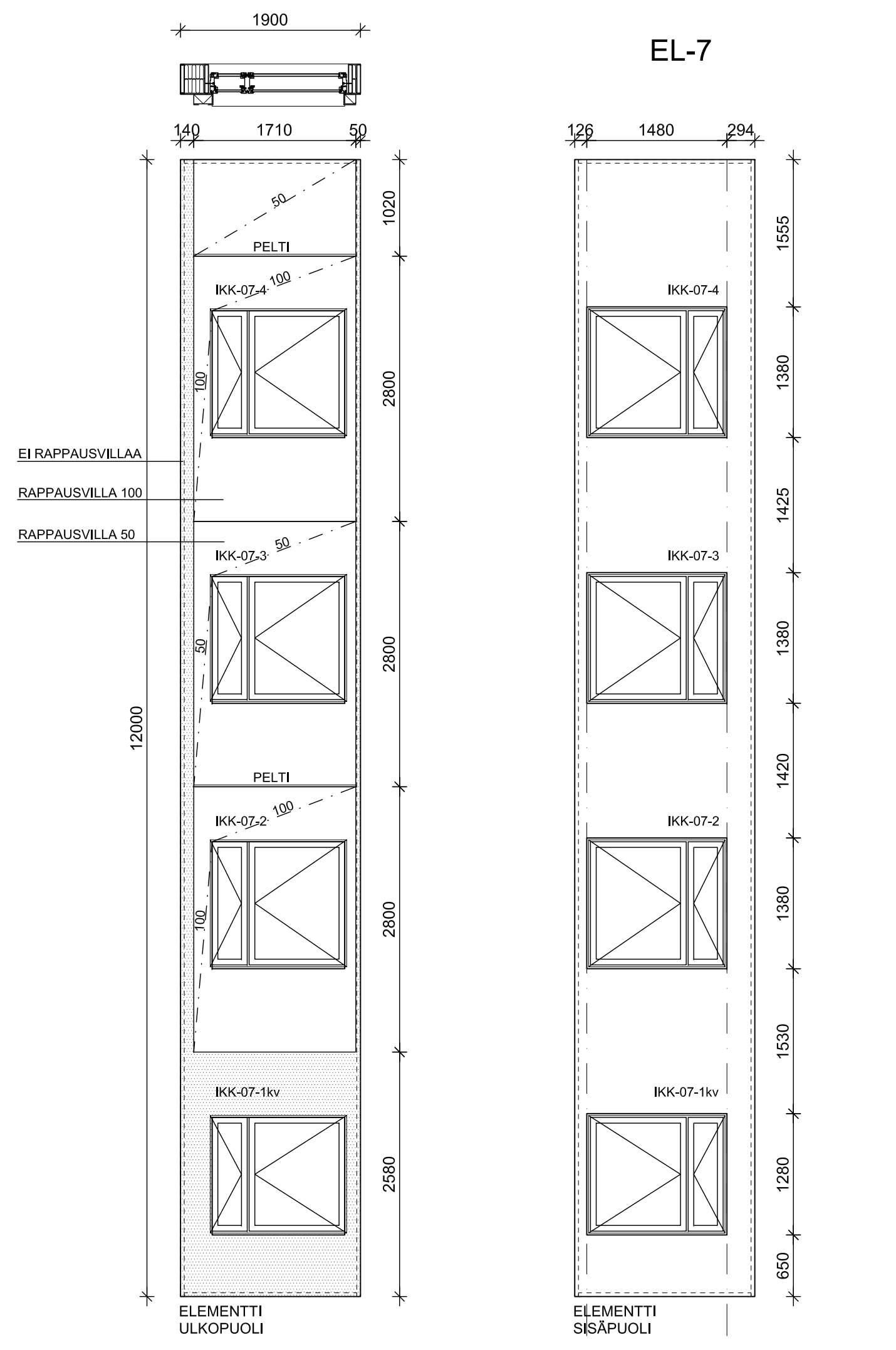
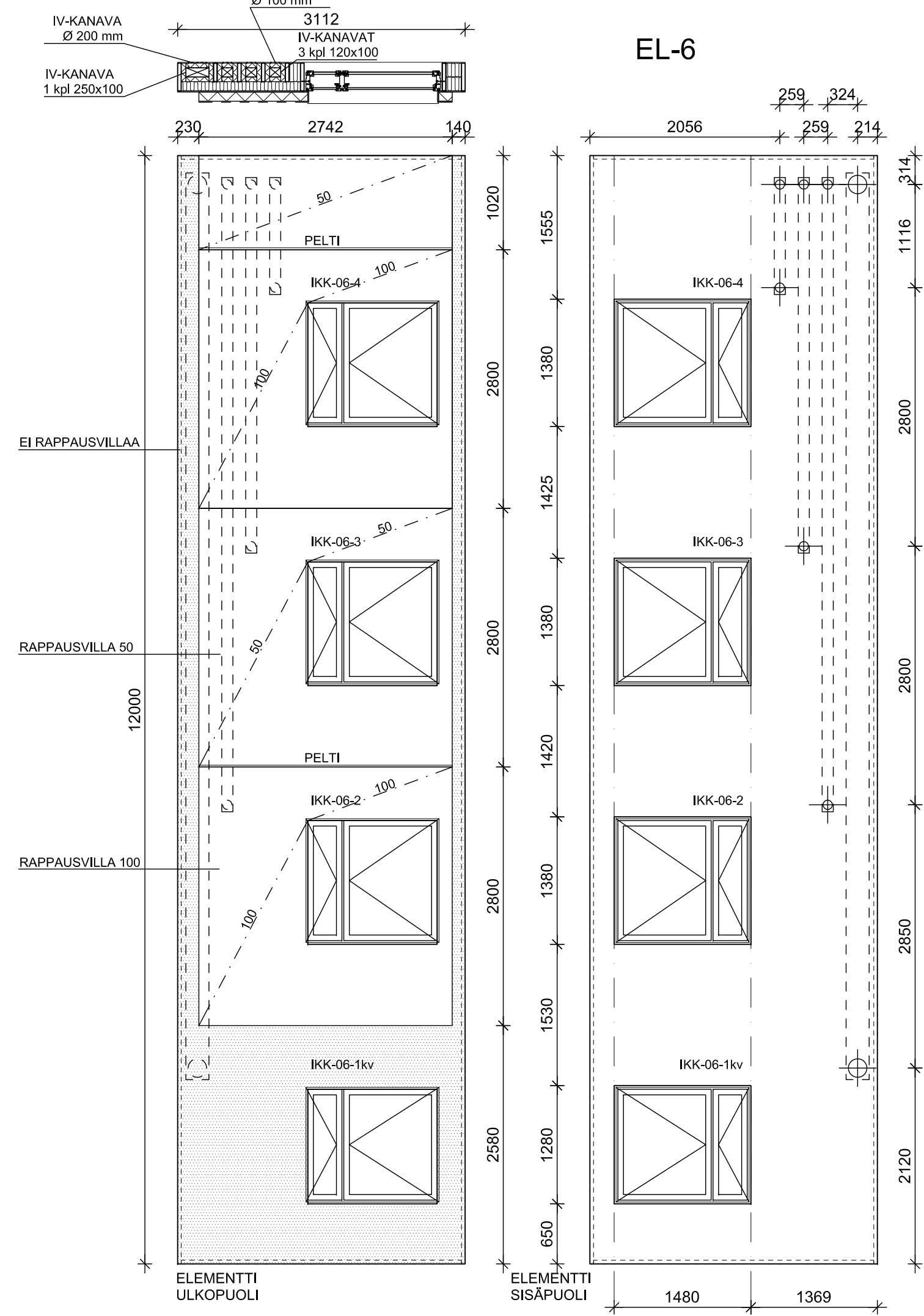
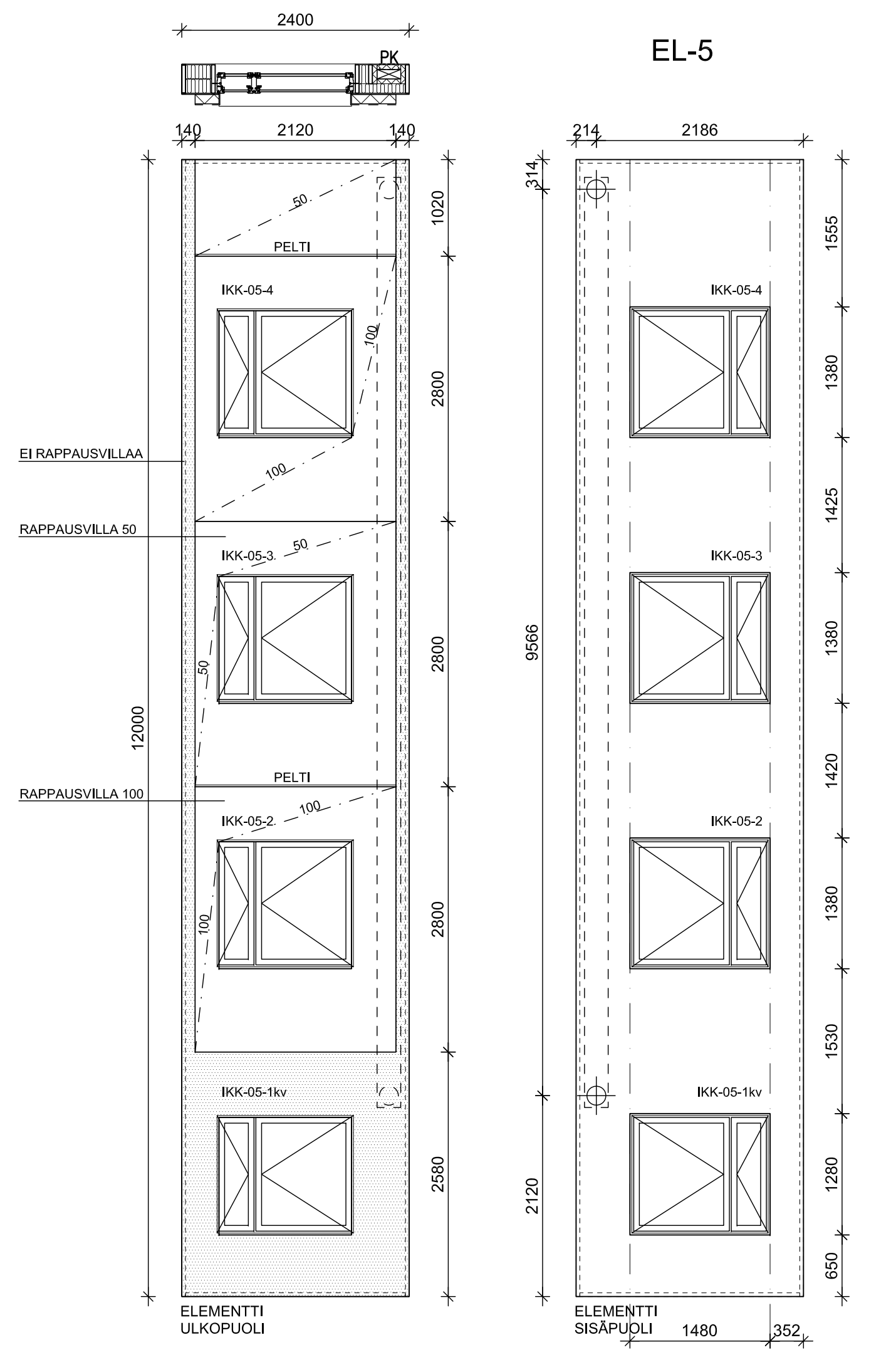
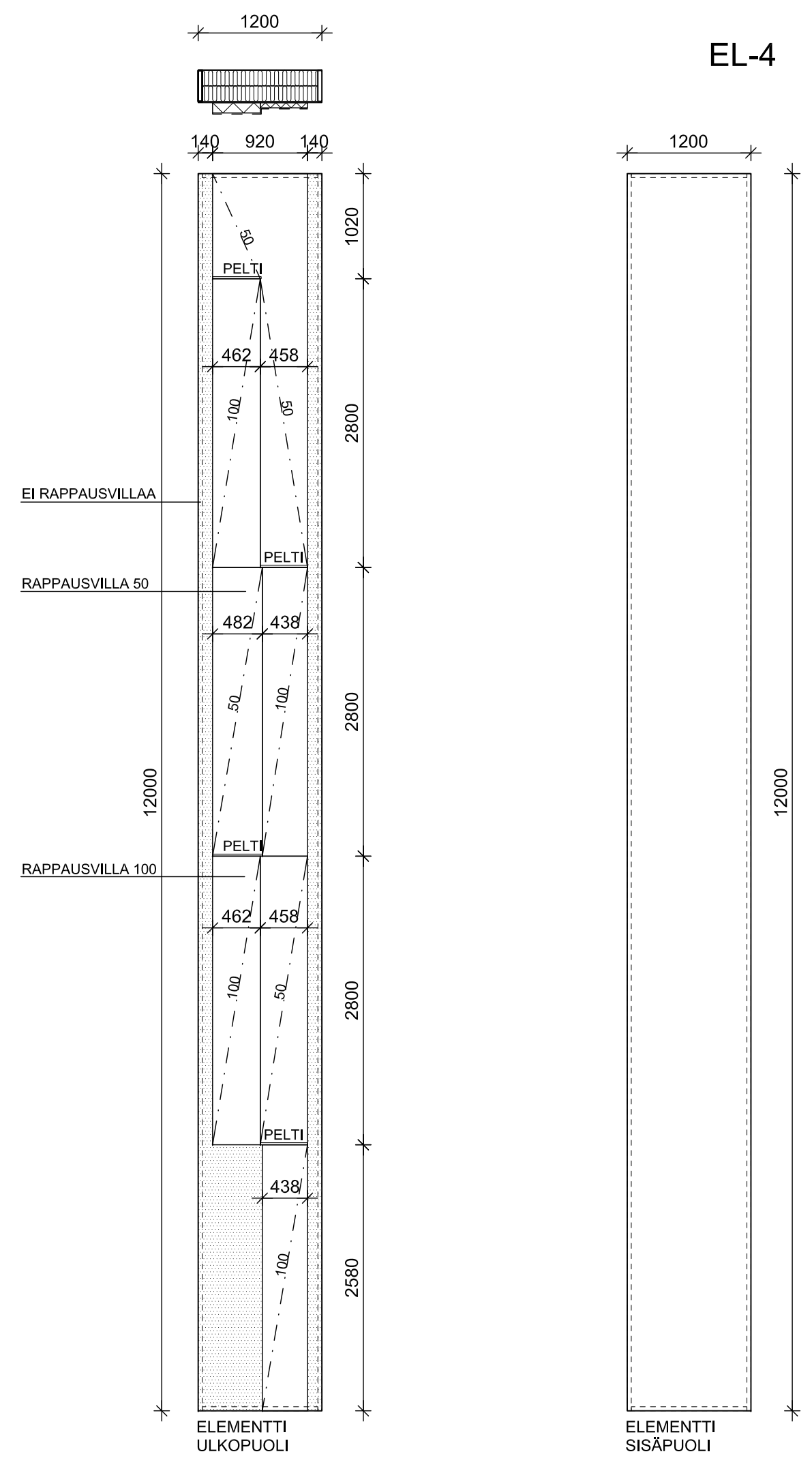
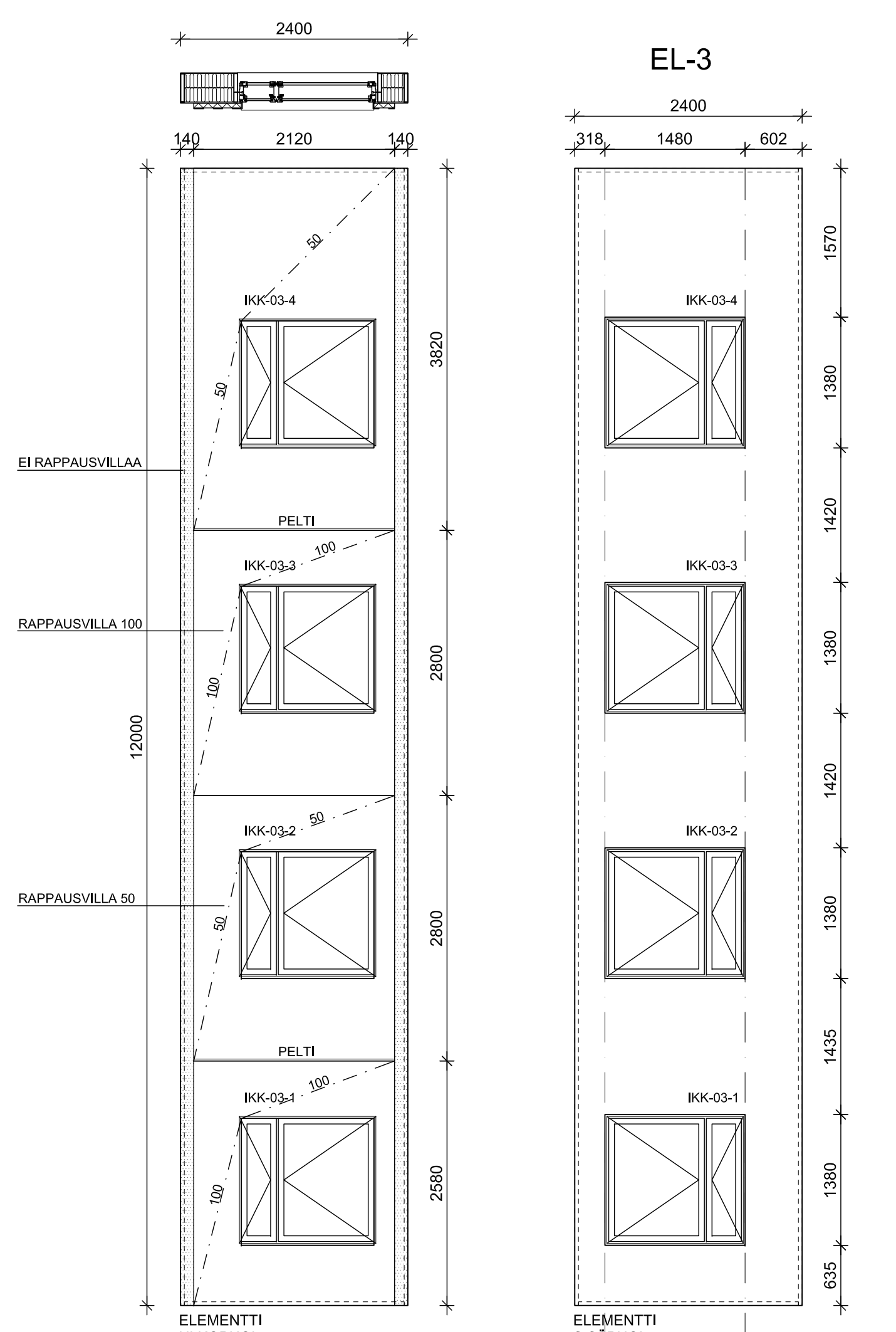
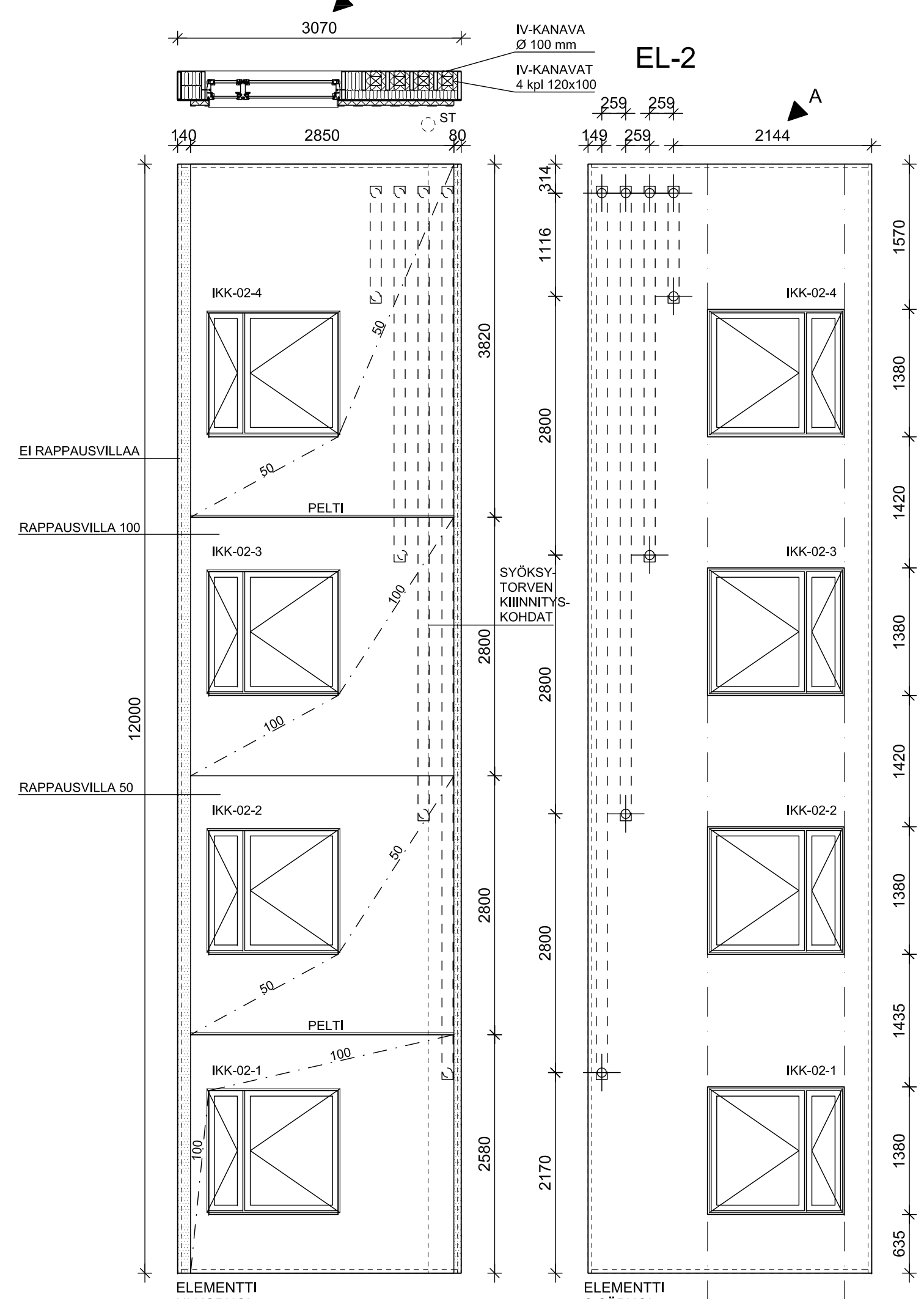
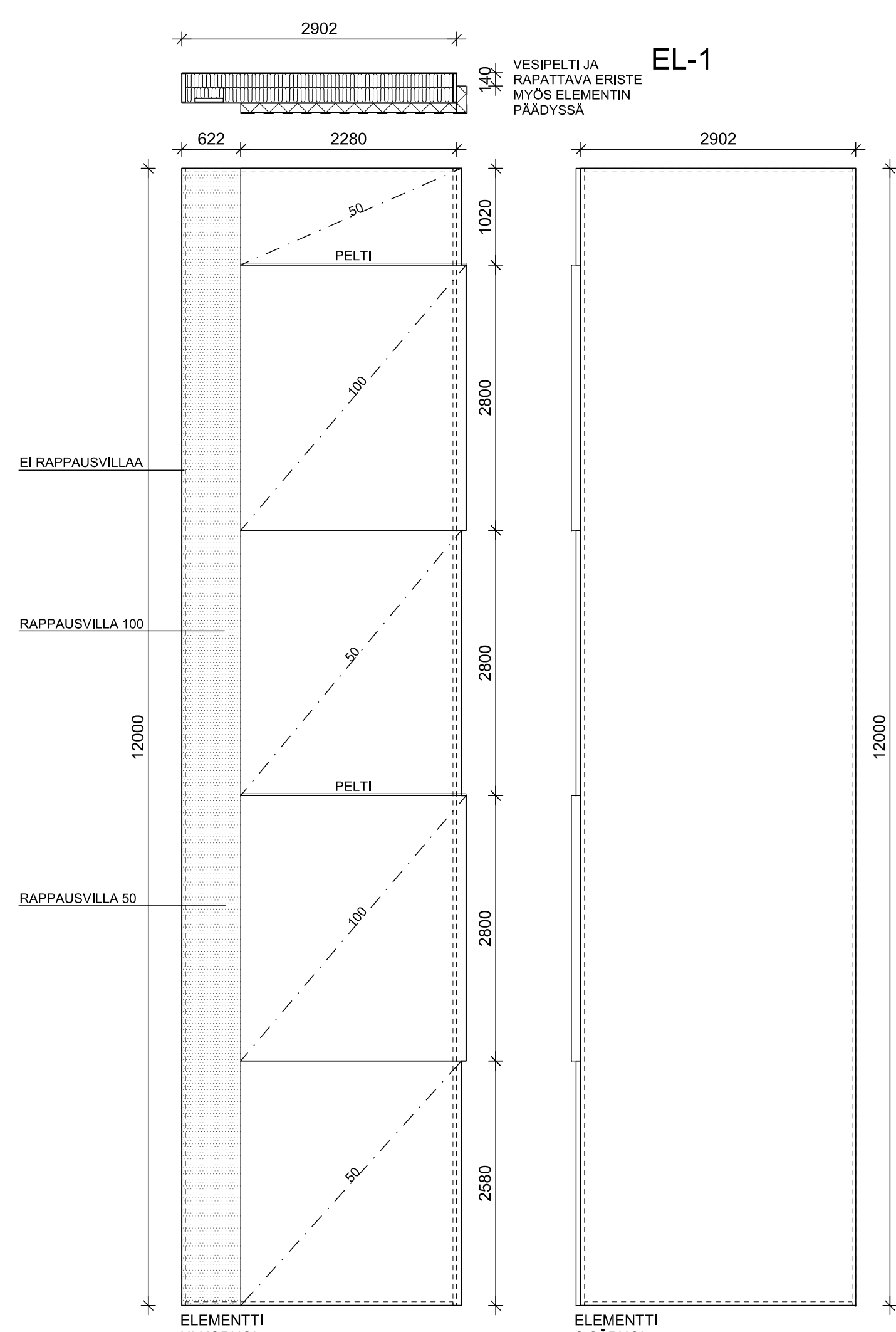
MITOITUS 1. kerroksen VANHAN IKKUNAN/OVEN KARMISTA JULKISIVUELEMENTIN REUNAAN

MUUTOS		
C	ELEMENTTIEN KOHDISTUSMITOITUS LISÄTTY. MITOITUS 1. KERROKSEN VANHAN IKKUNAN/OVEN KARMISTA UUDEN ELEMENTIN REUNAAN; MITTAMUUTOS EL-30 EL-53; 1. KERROKSEEN JOHTAVA TUOLIMAKANAVA LISÄTTY EL-48; 2. KERROKSEEN JOHTAVA TUOLIMAKANAVA LISÄTTY	21.09.2011 KL
B	EL-52; MUUTOKSIA IV-KANAVISSA	07.09.2011 KL
A	IV-KANAVAT LISÄTTY	19.07.2011 KL

kaup.osa	korntelli	tantti	piirustaja	
PELTOSAARI	2020	3	TYÖPIIRUSTUS	
toimenpide	JULKISIVUKORJAUS		mittakaava	
			1:50	
rakennuskohde	KOTIKULMA TALO 10	työ n.ro	piirustuksen sisältö	numero
	Satamieskatu 2	10185	ELEMENTTIKARMI	227
	11130 RIIHIMÄKI		JULKISIVU LÄNTEEN	C
ARKKITEHTUURITOIMISTO	KIMMO LYLKANGAS		06.07.2011	
Oksanenkatu 10, 00100 Helsinki Puh (09) 492 219 kimmo.lylkangas@arkkilylkangas.com www.arkkilylkangas.com				KIMMO LYLKANGAS, ARKKITEHTI SAFA

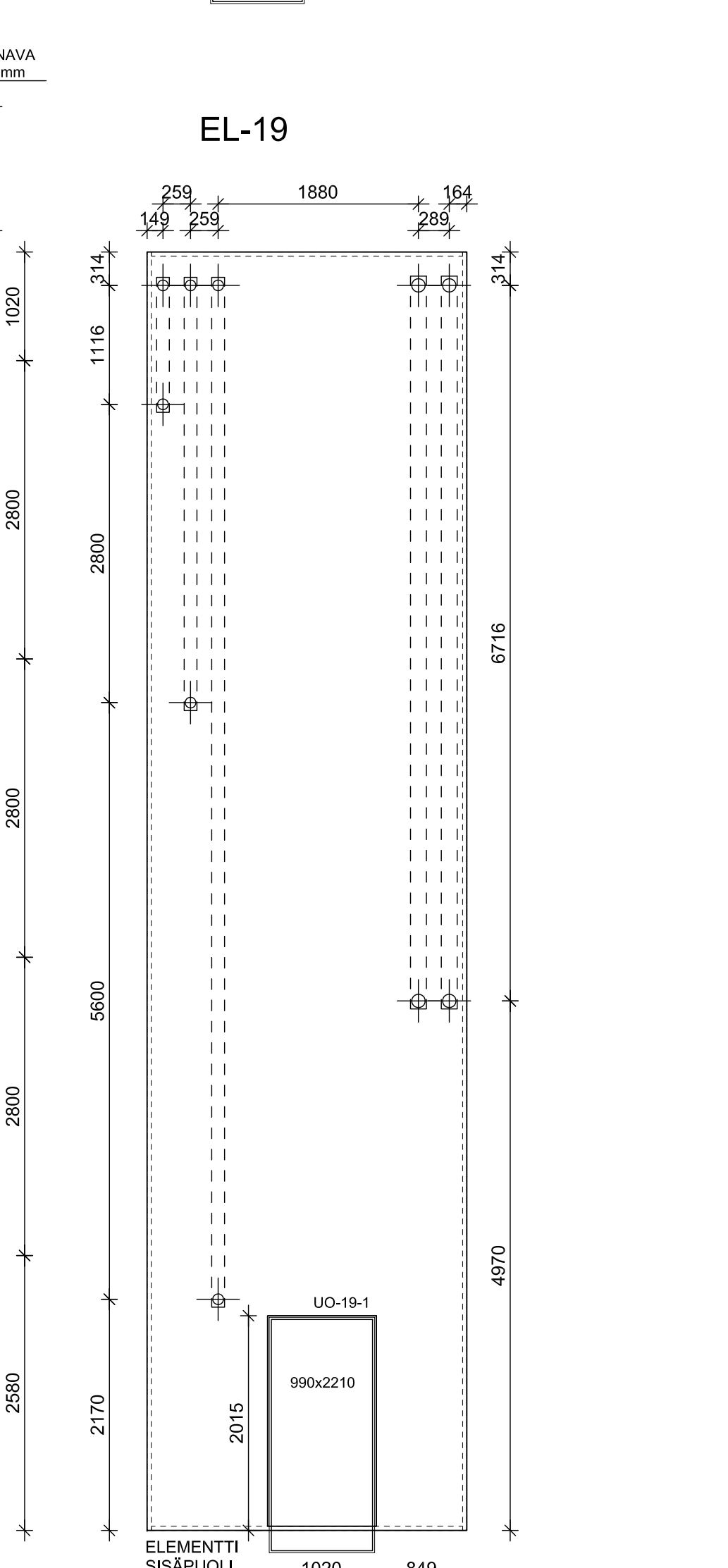
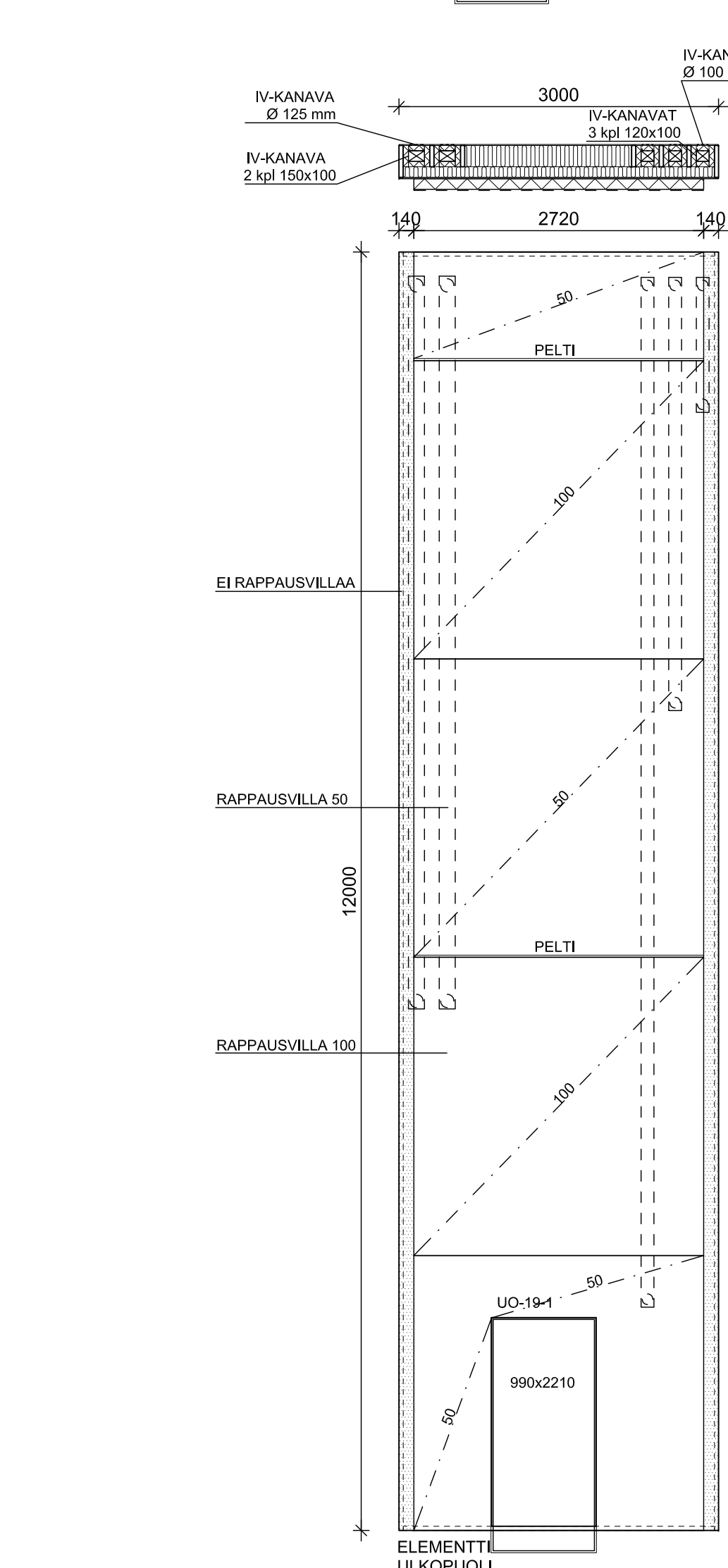
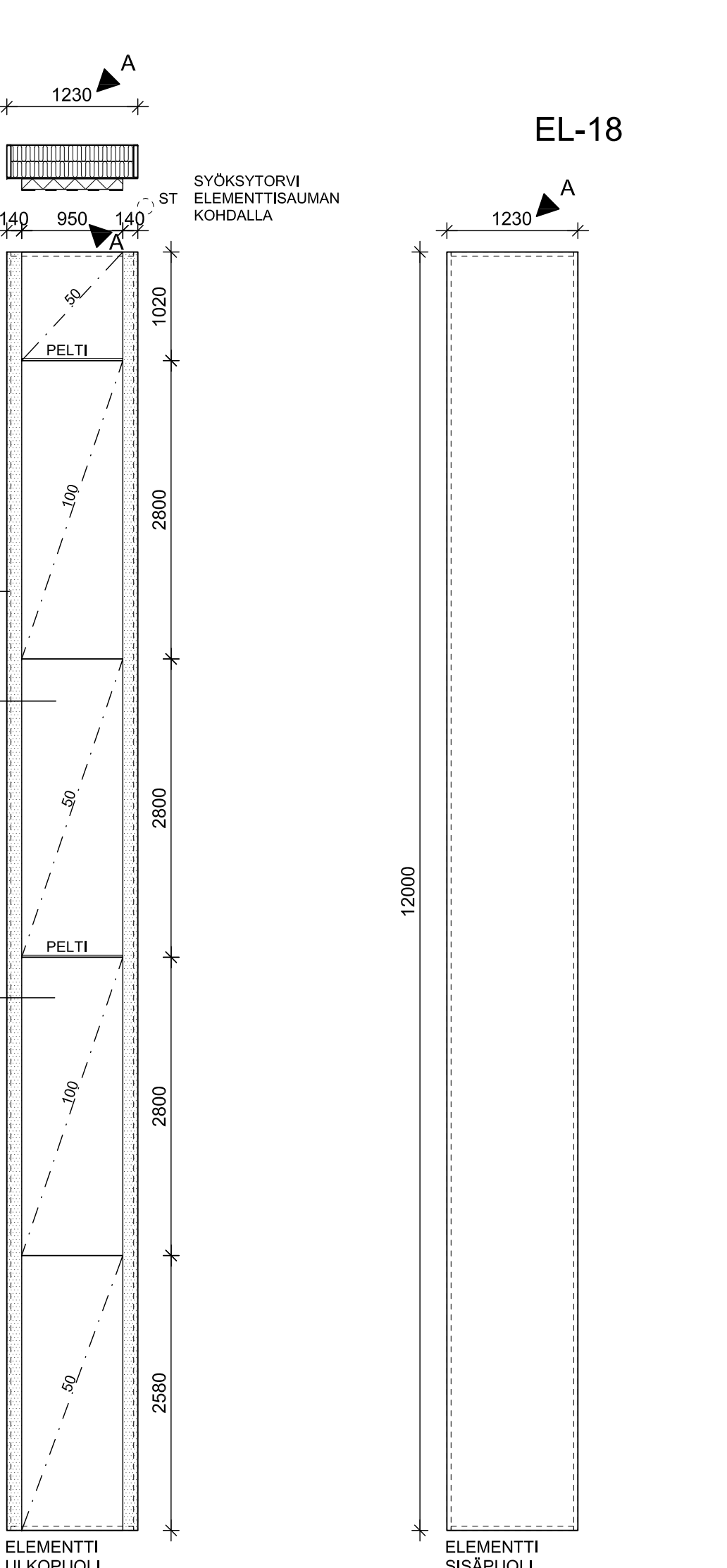
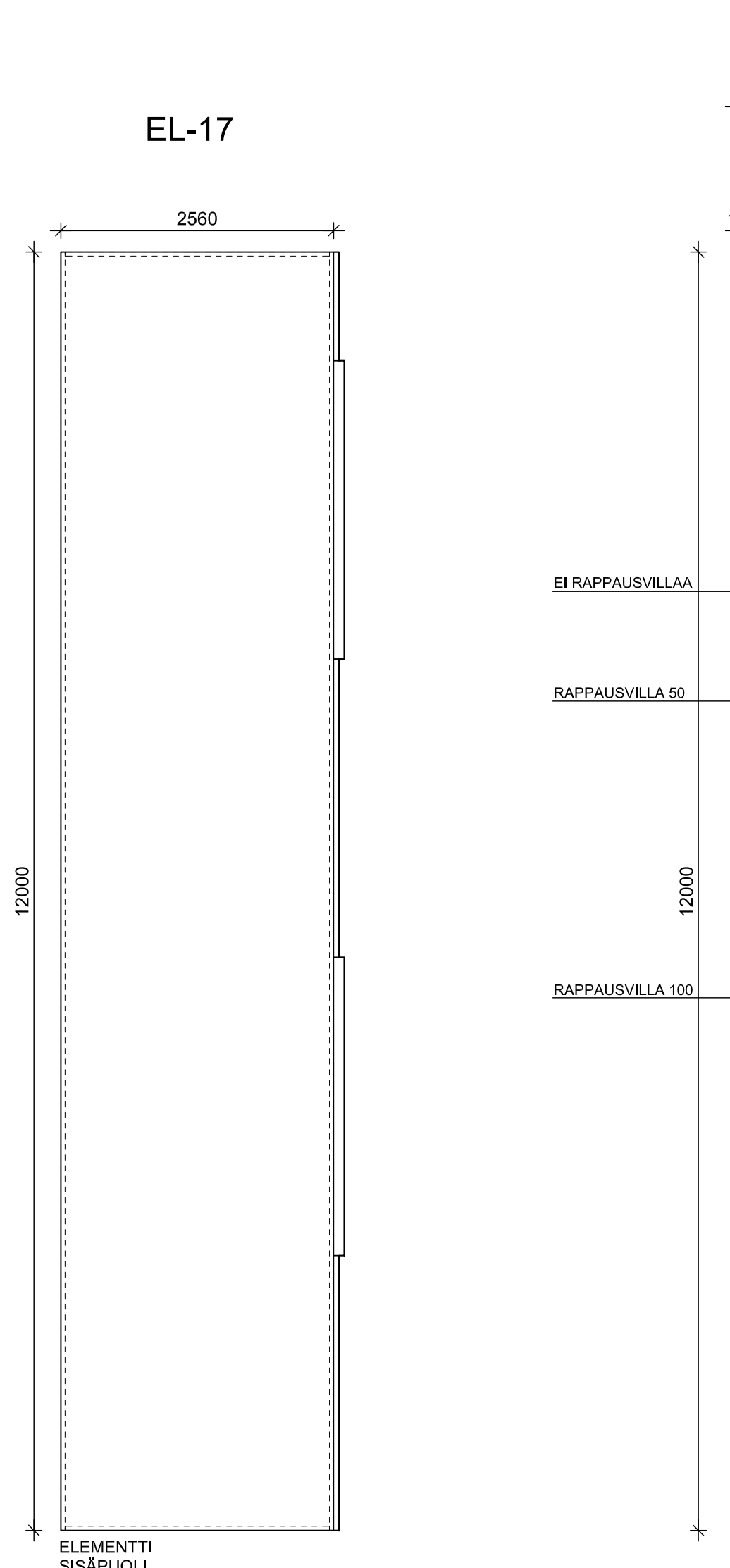
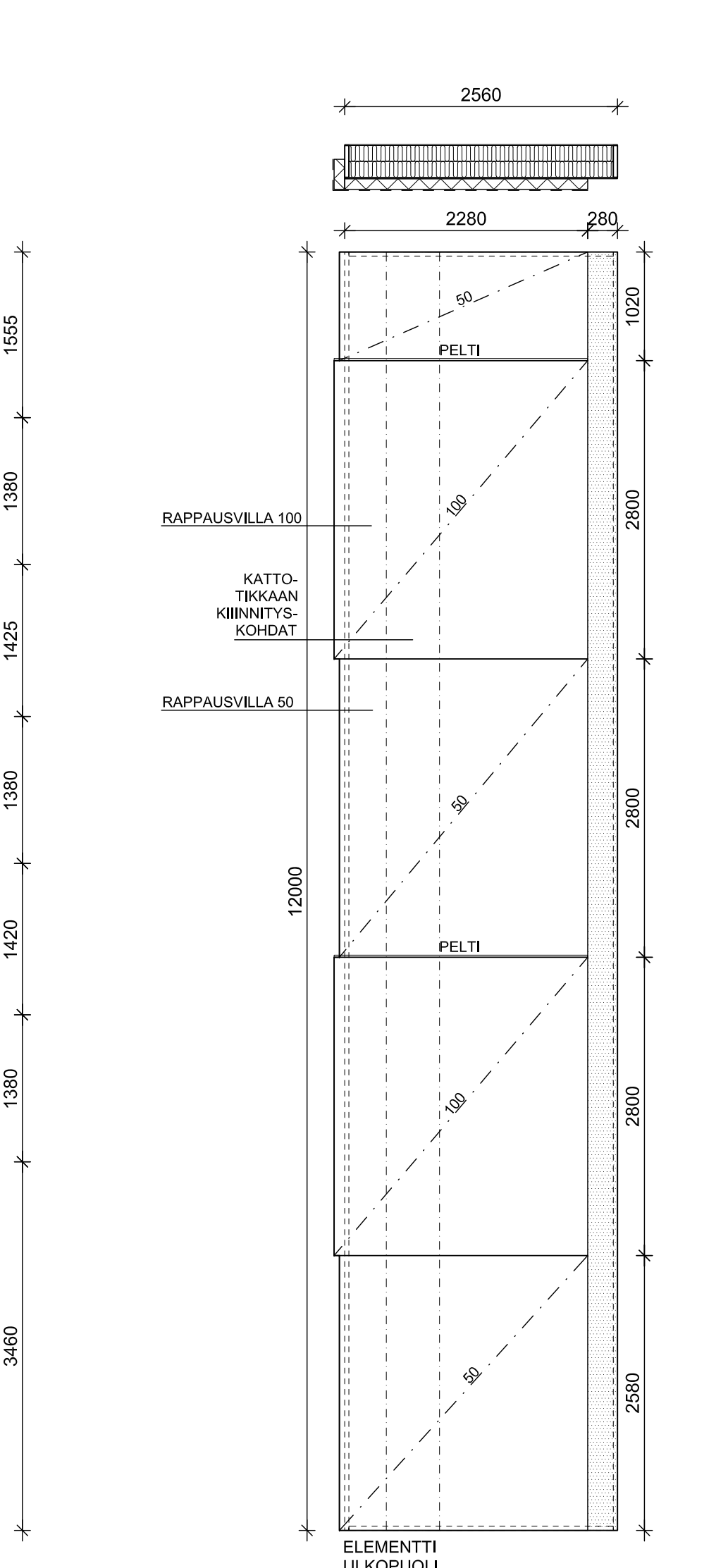
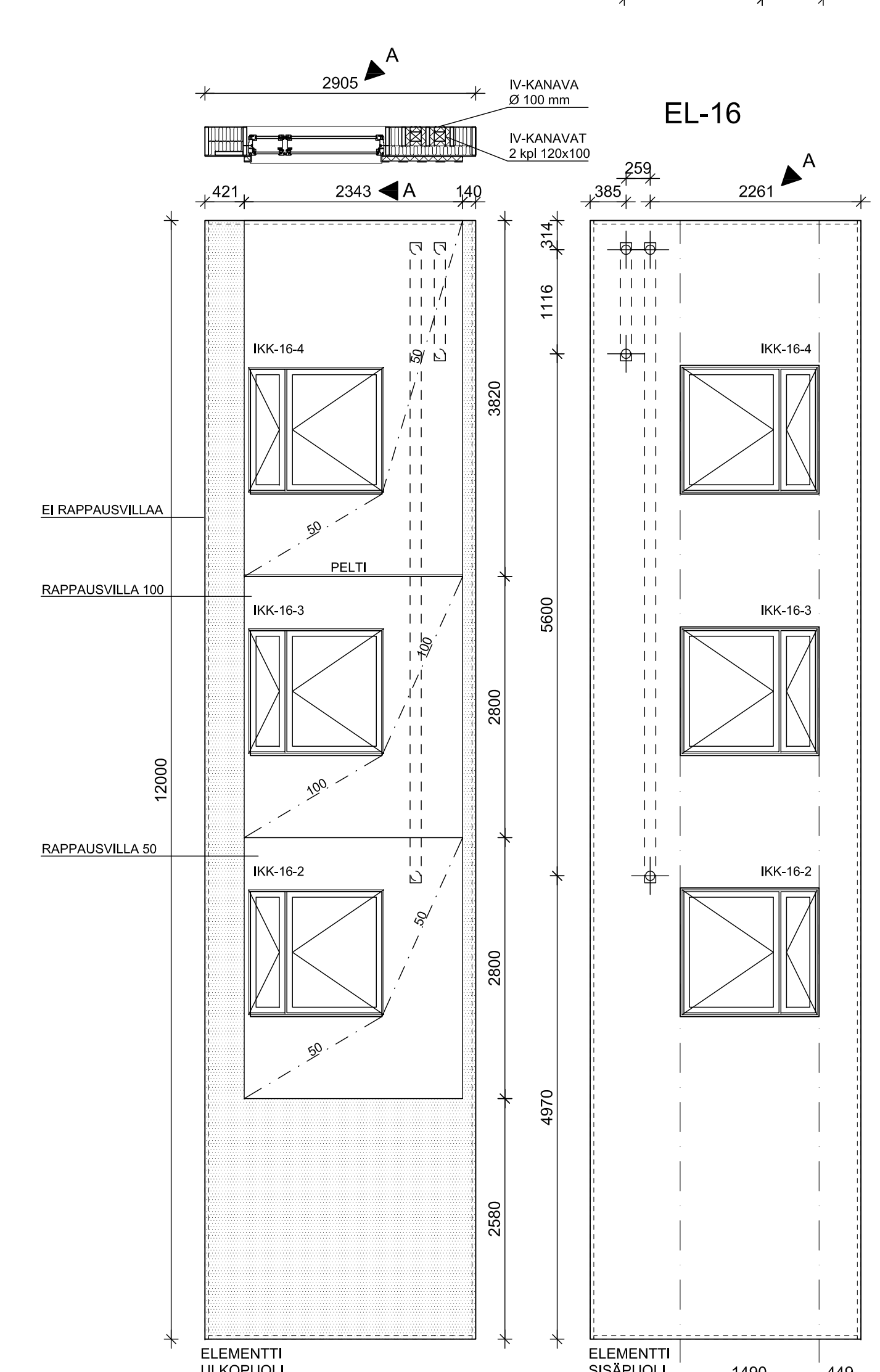
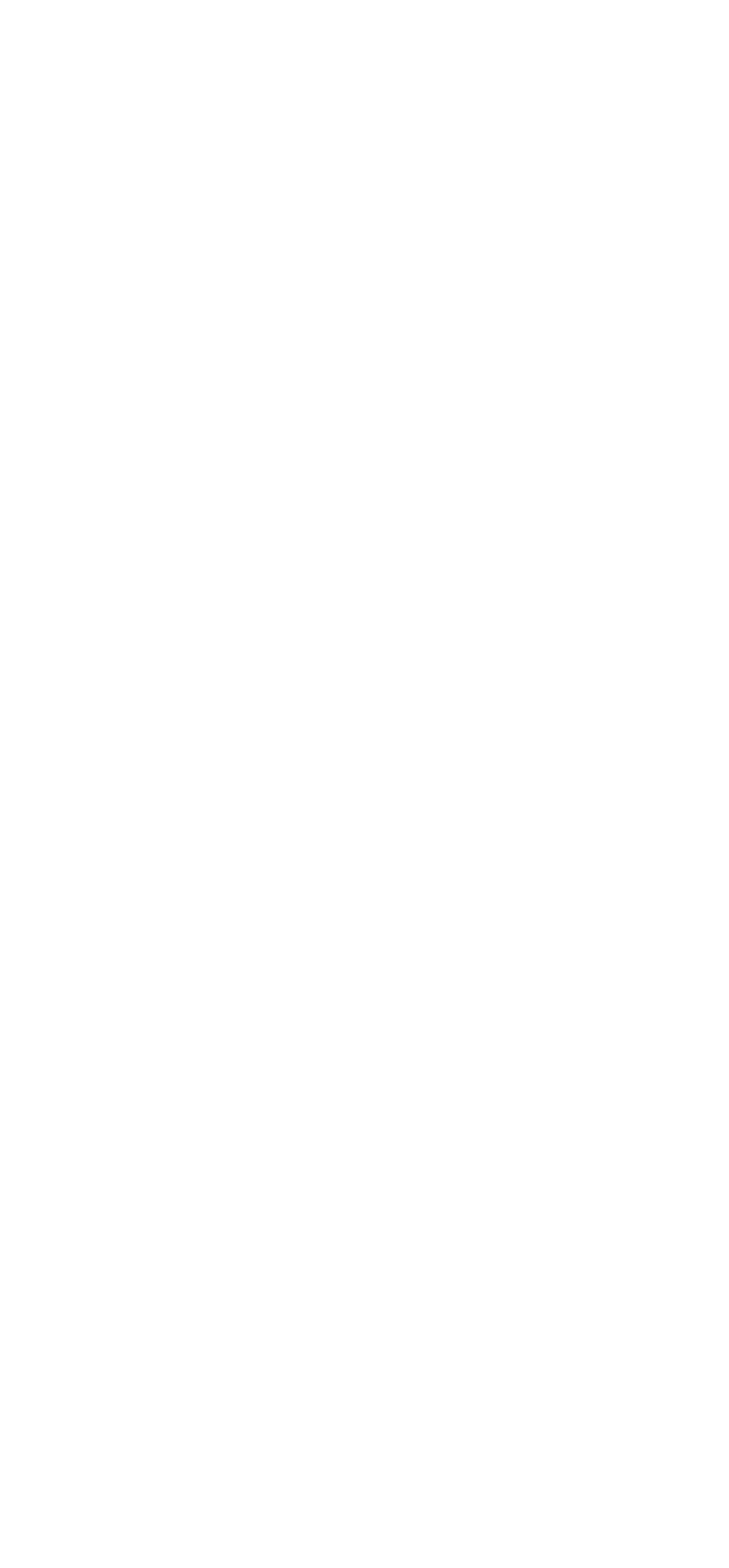
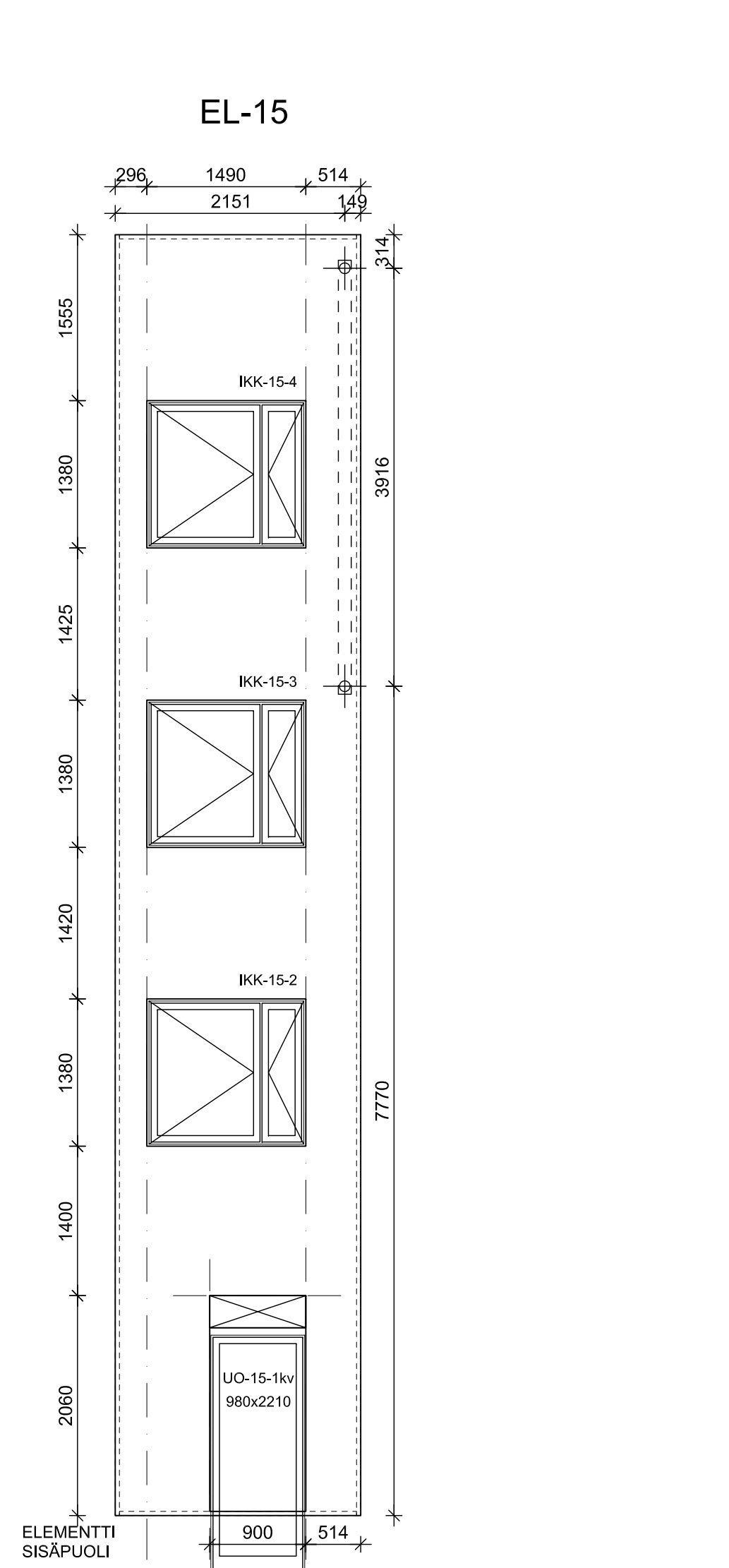
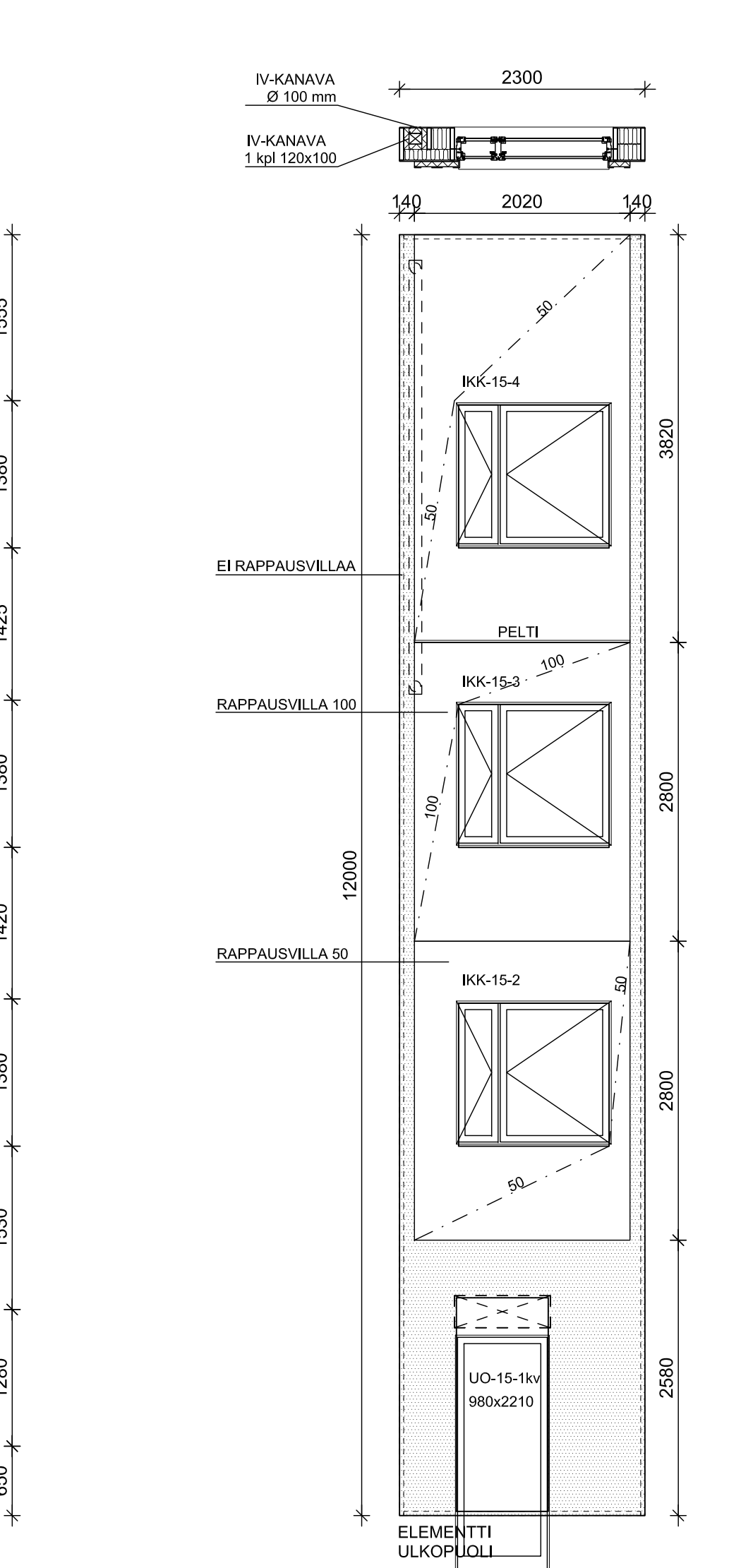
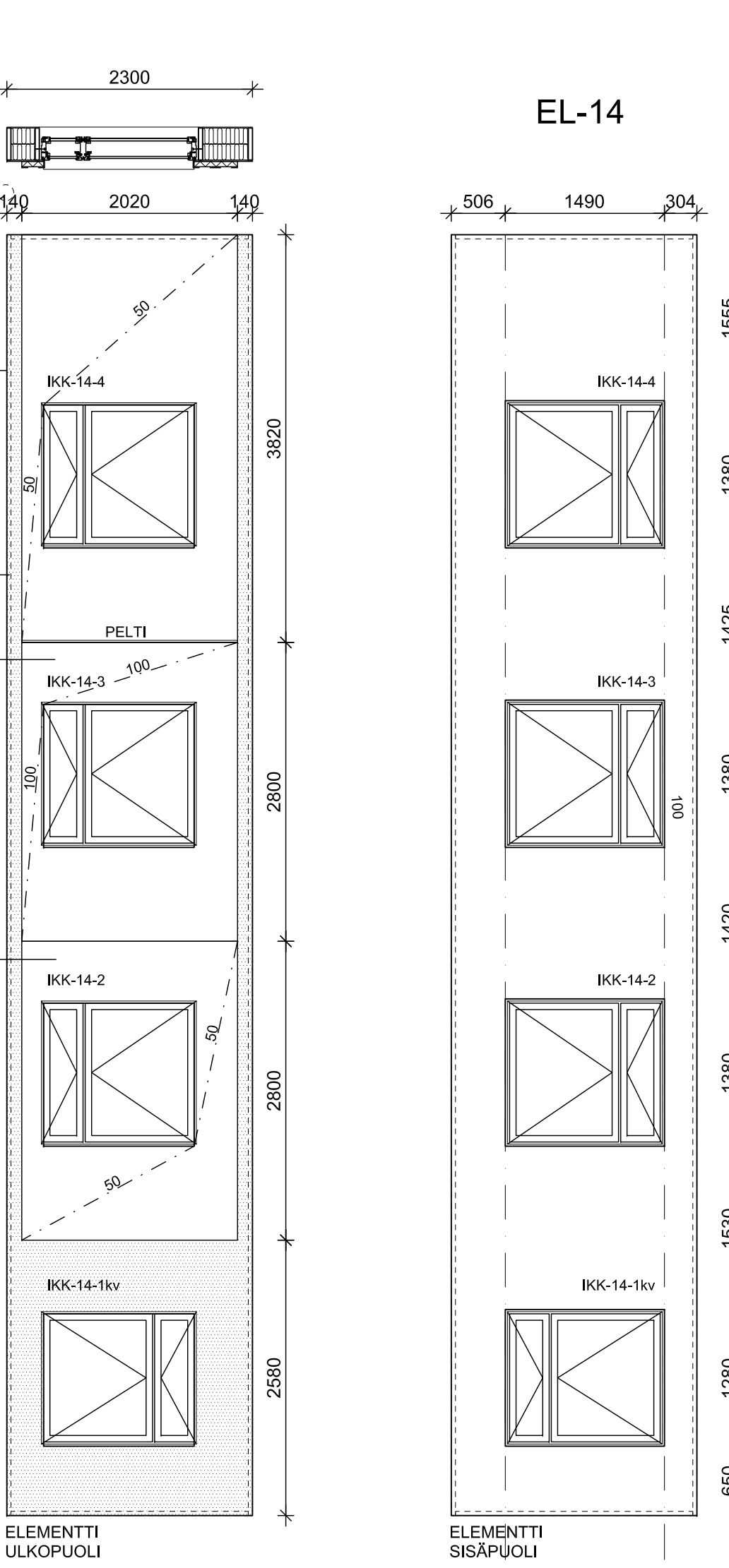
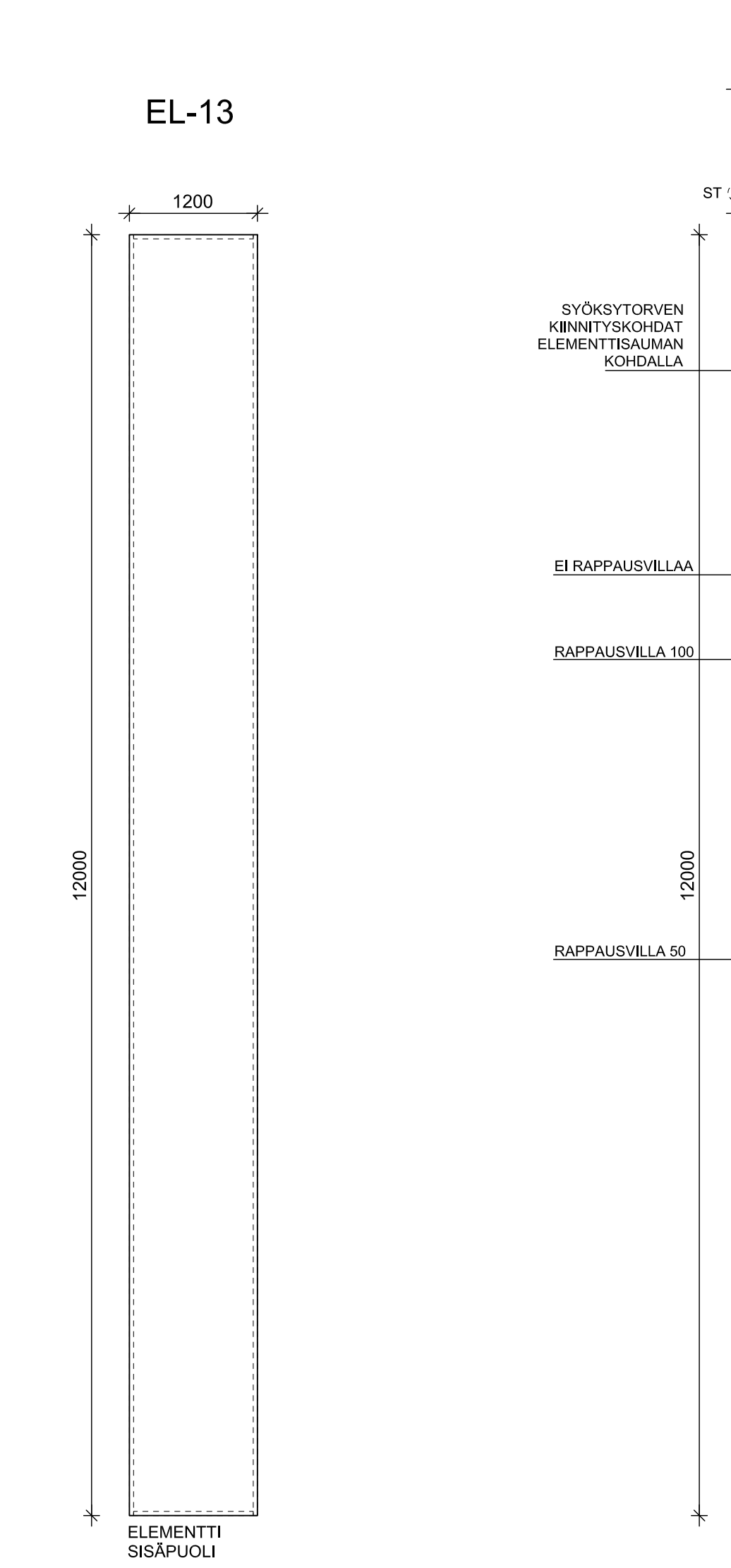
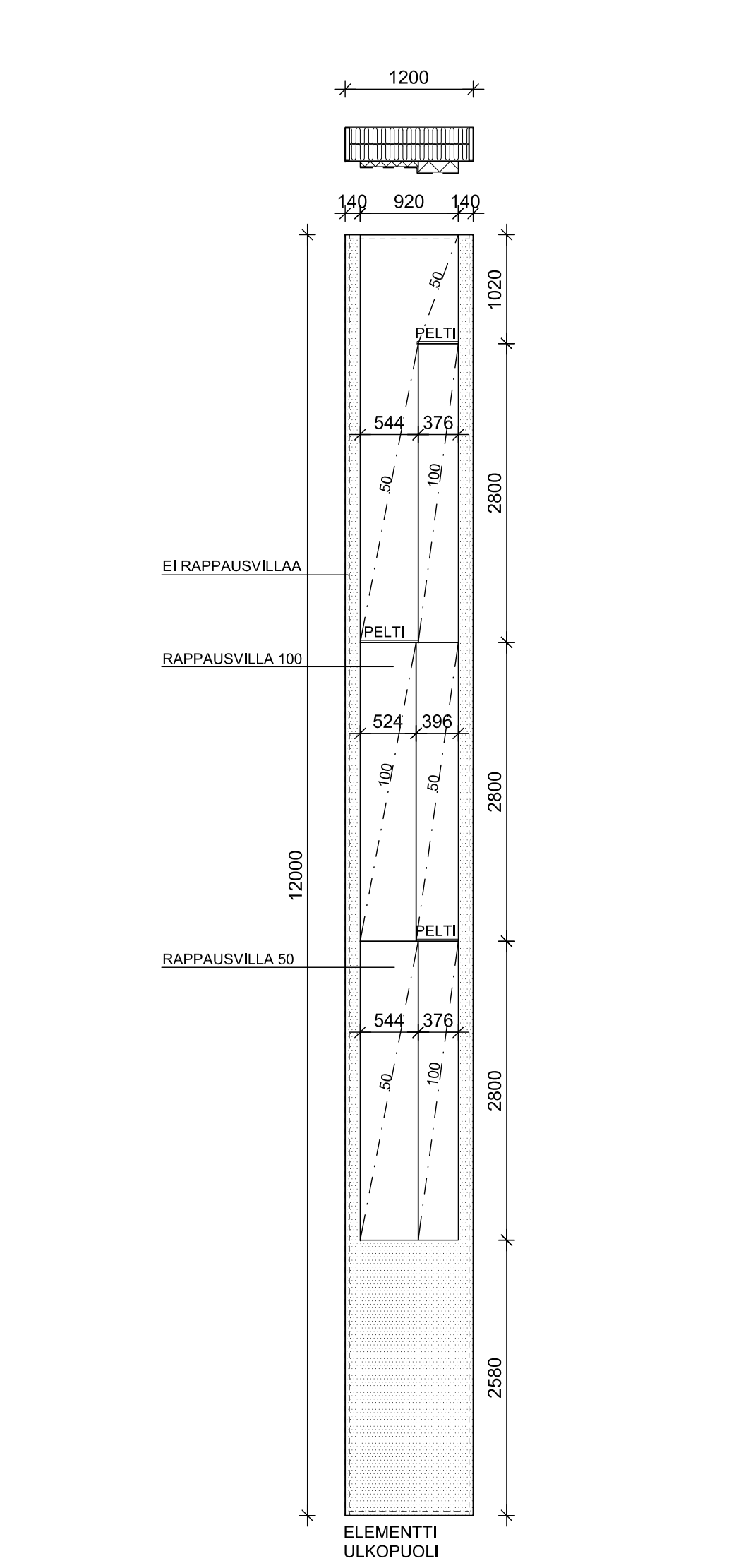
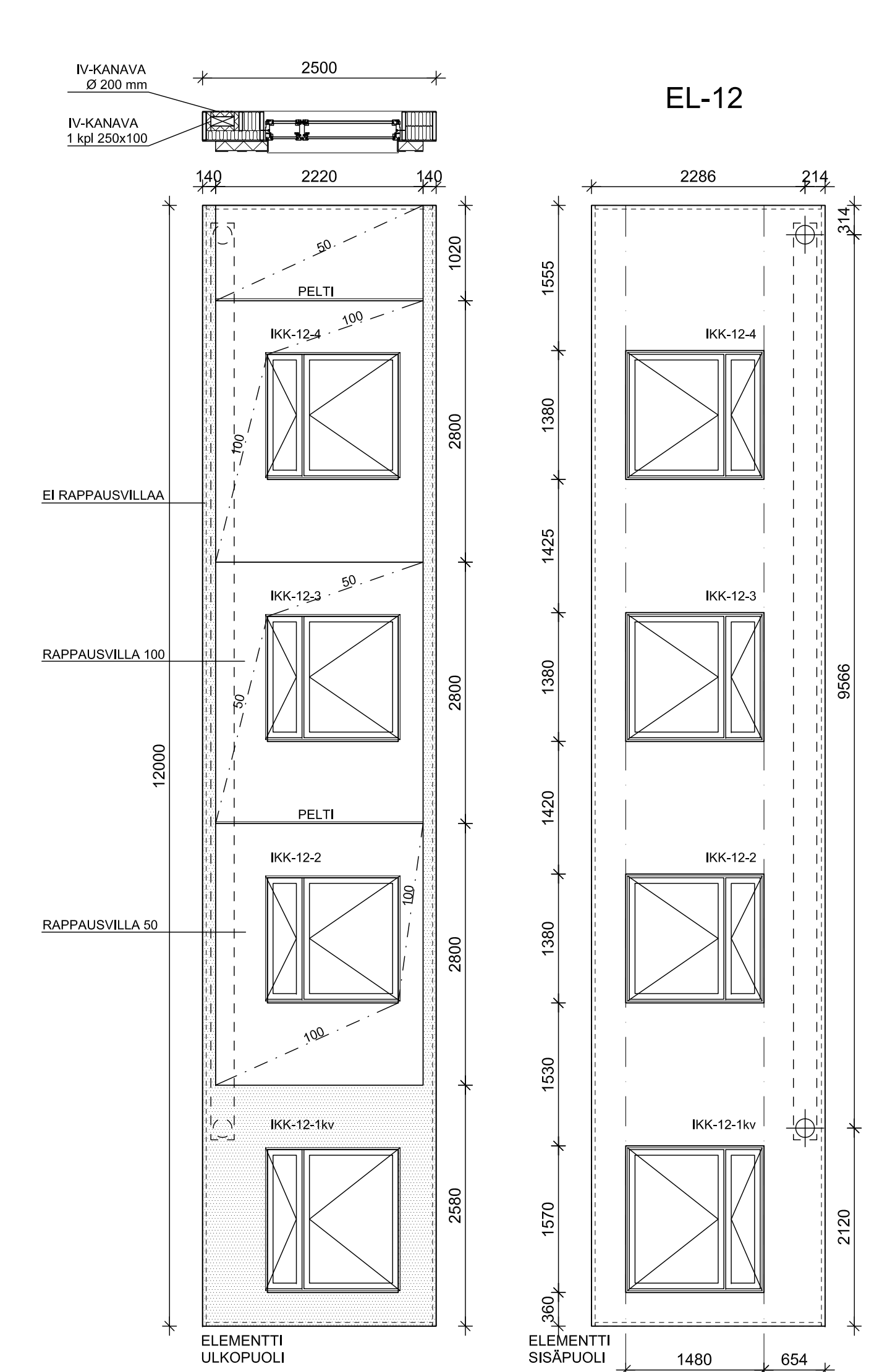
ARK





MIUUTOS		25.06.2011 KL
A	MITTAMUUTOS EL-2 LEVEYSMITTA JA KANAVIEN SUUNTI	

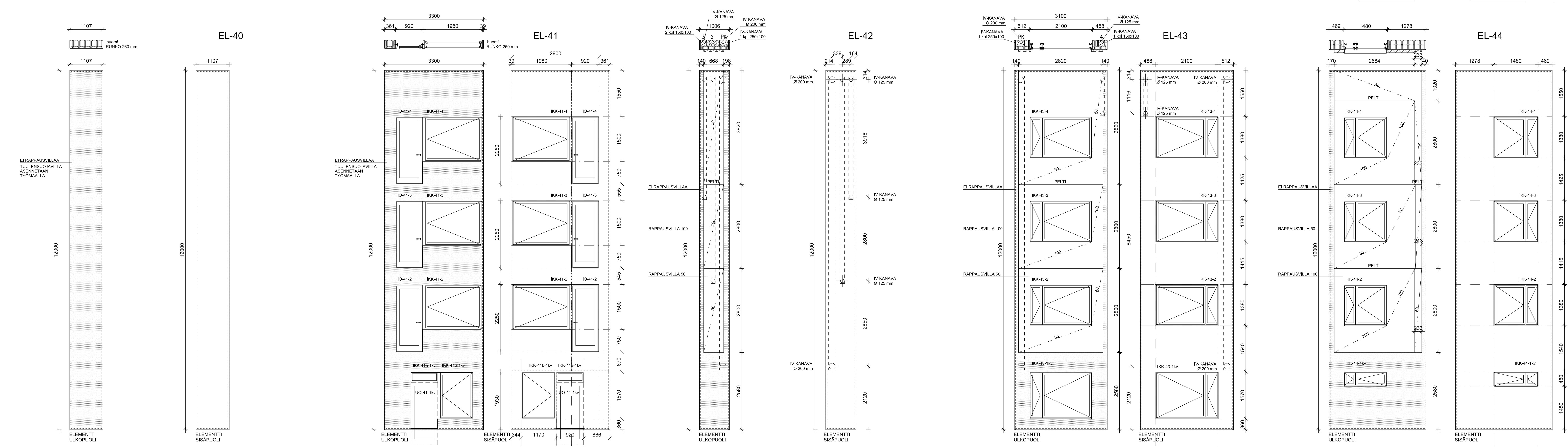
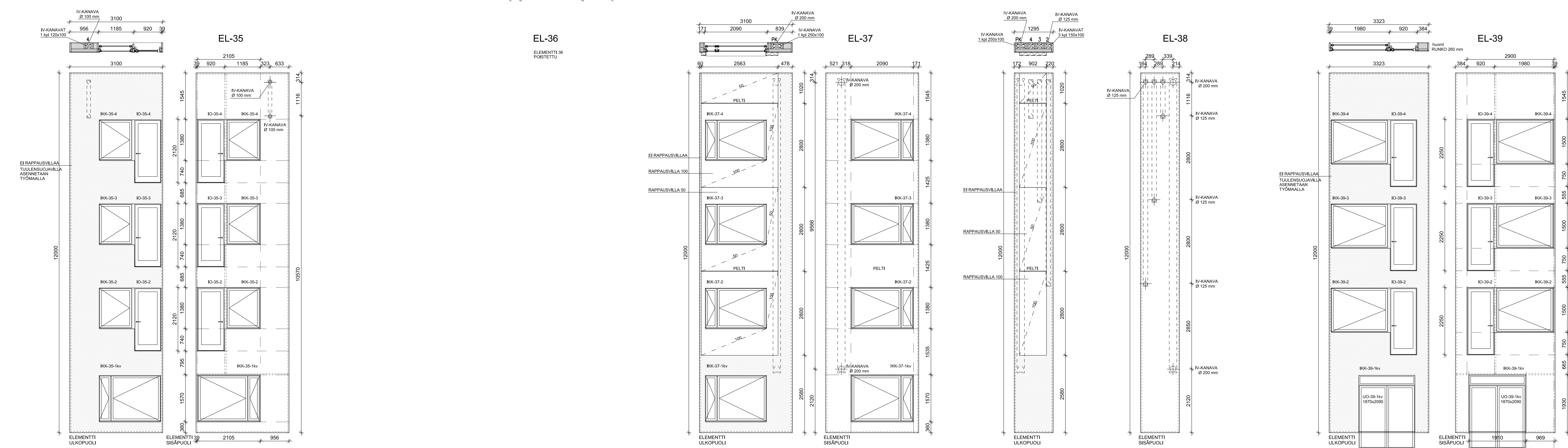
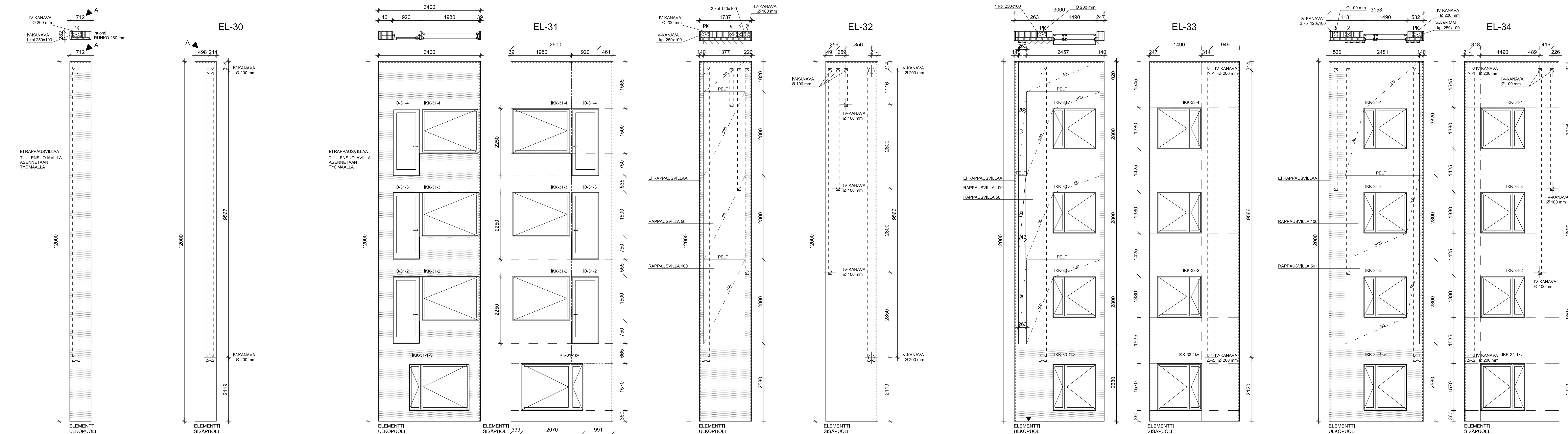
kaup. osa	koritel	toriitti	piirustaji	numero	muutos
toimispide	JULKISENVAIKORJAUS	1:50	työpöytä	10185	A
KOTIKULMA TALO 10			ELEMENTTITORTUSKAAVIOT		
Säätämökatu 2			EL-1 - EL-11		
06.07.2011			ARK		
Chocosenkatu 10, 00100 Helsinki			KIMMO LYLKANGAS		
Puh. (09) 492 219			www.arkkangas.com		
www.arkkangas.com			KIMMO LYLKANGAS, ARKITEHTI SAFA		



MIUOTOS					
A	MITTAMUUTOKSET EL-16, EL-18 JA EL-23, LEVEYSMITTA	25.06.2011 KL			
koostaja	korjattui	toimitti	piirustustyyppi	numero	muutos
PELTISSAAH	2020	3	TYÖPIIRUSTUS	229	A
toimipaikka	toimipaikka	mittakaava	1:50		
JULKISENVAIKORLAUS	JULKISENVAIKORLAUS	mittakaava	1:50		
KOTIKULMA TALO 10	KOTIKULMA TALO 10	piirustuksen sisältö	10185		
Satumäskentien 2	Satumäskentien 2	ELEMENTTITOTUSSAAVIOT	EL-12-EL-23		
11130-580-0000	11130-580-0000	06.07.2011			
ARKKITEHTUURITOIMISTO KIMMO LYLKANGAS			ARK		
Ohosenkatu 10, 00100 Helsinki Puh. (09) 492 219 www.kimmokangas.fi			KIMMO LYLKANGAS ARKITEHTI SAKA		





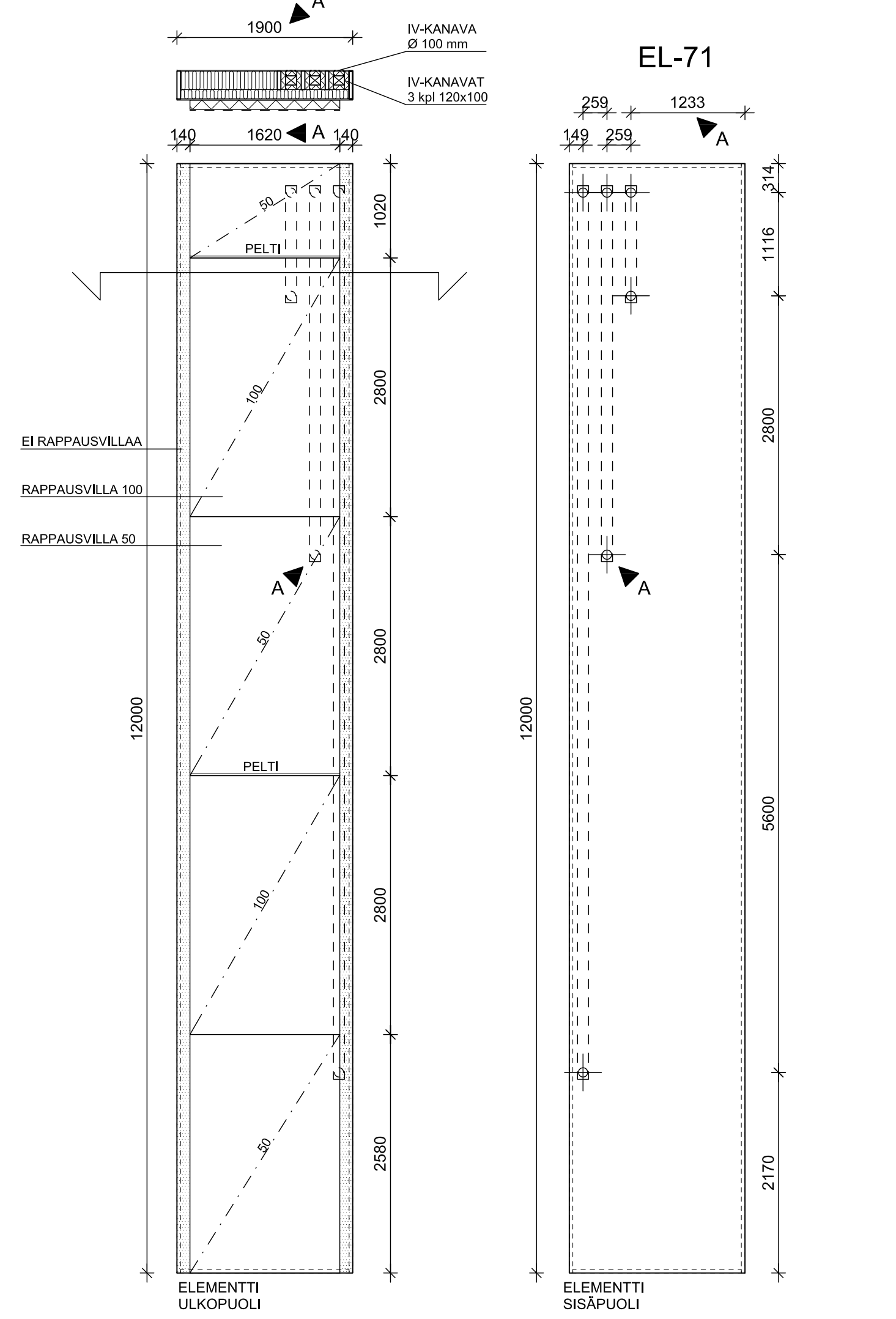
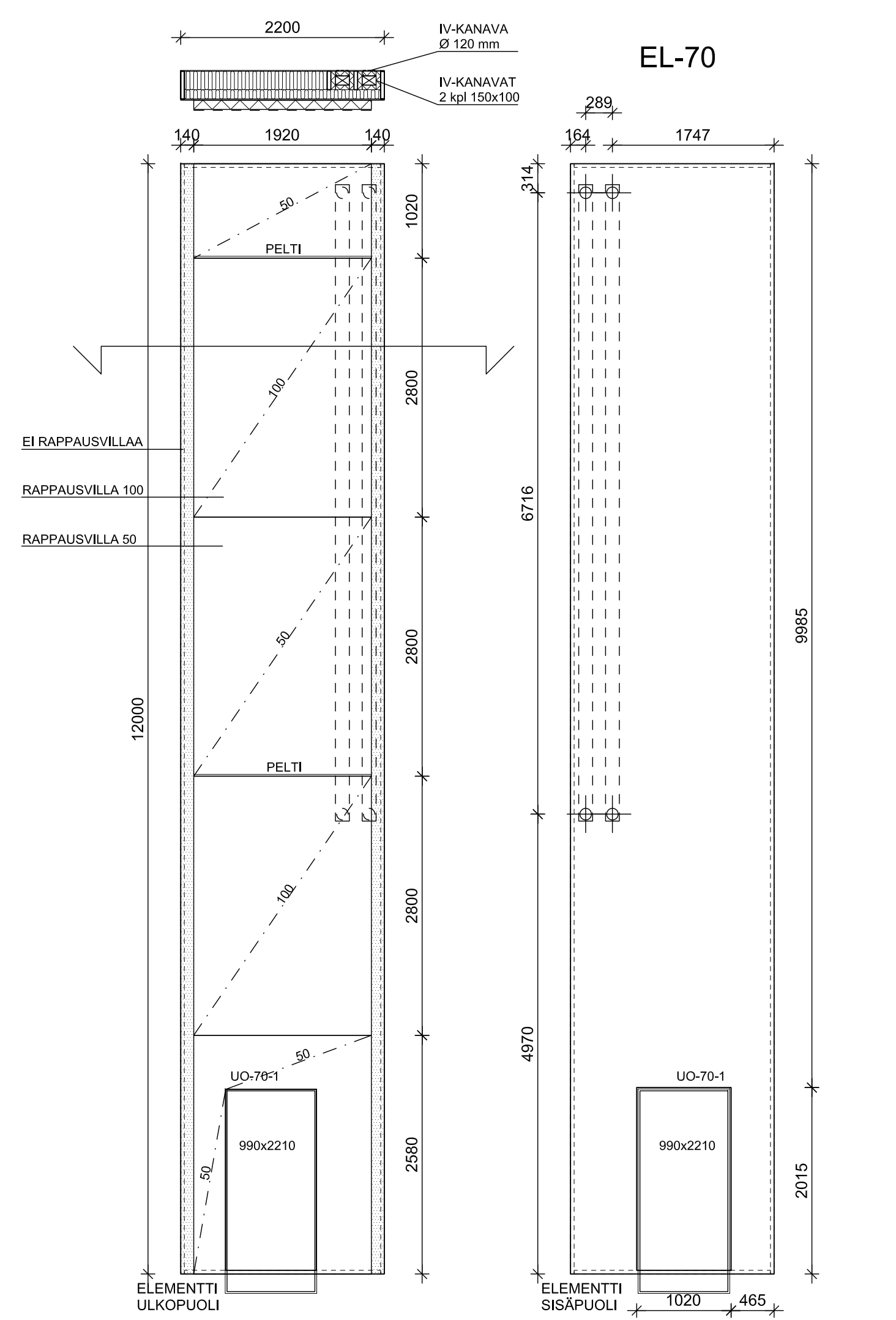
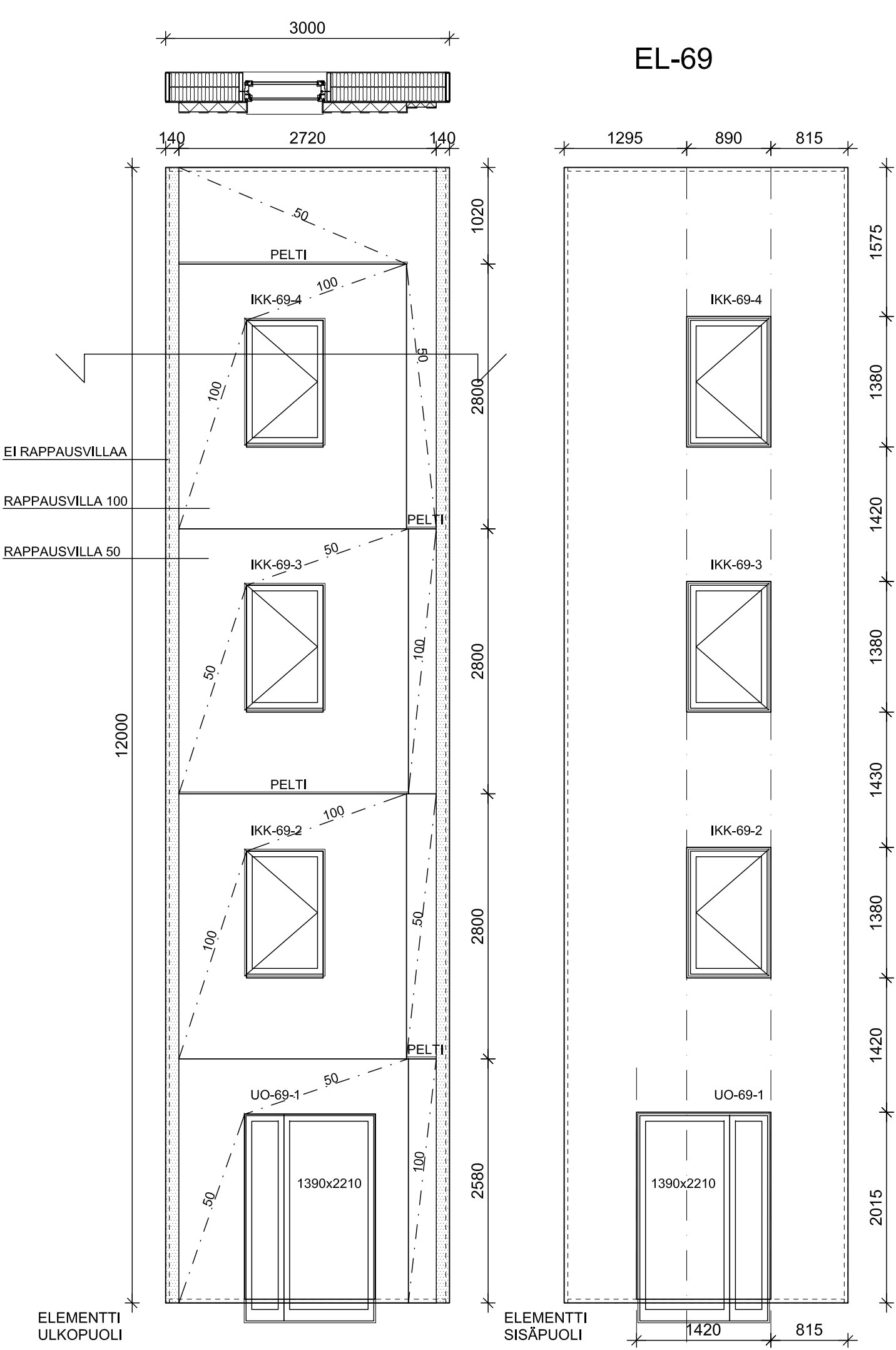
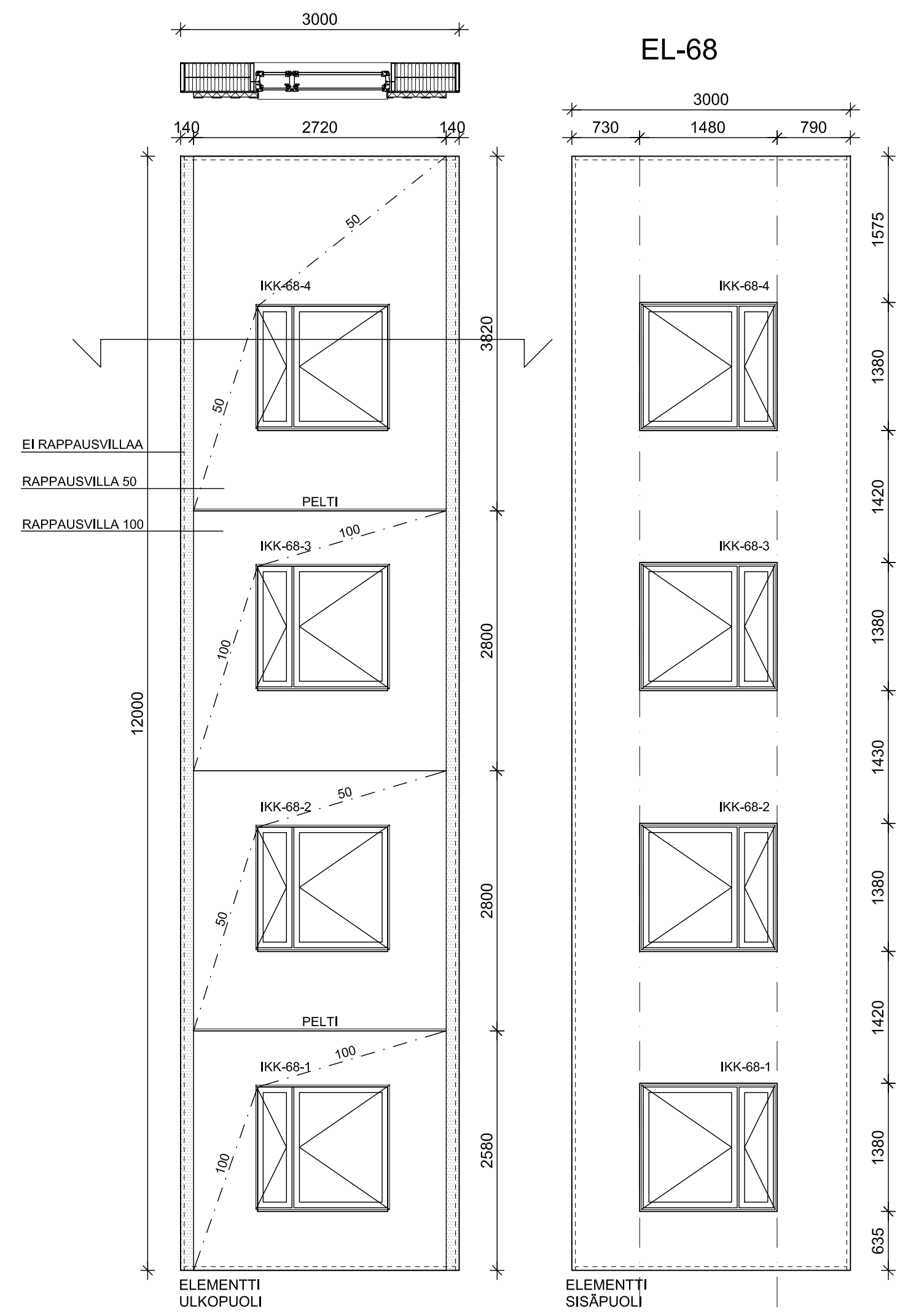
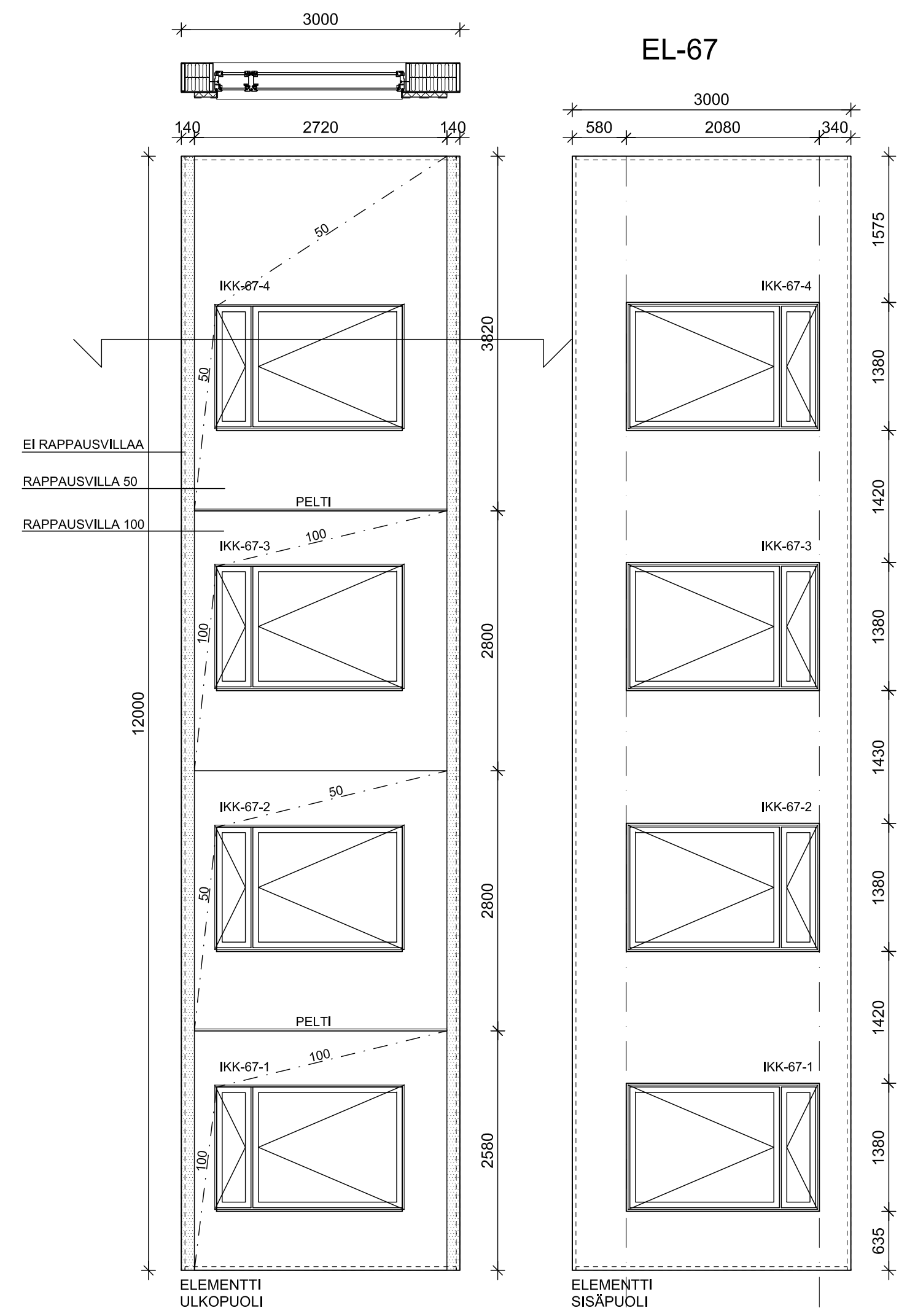
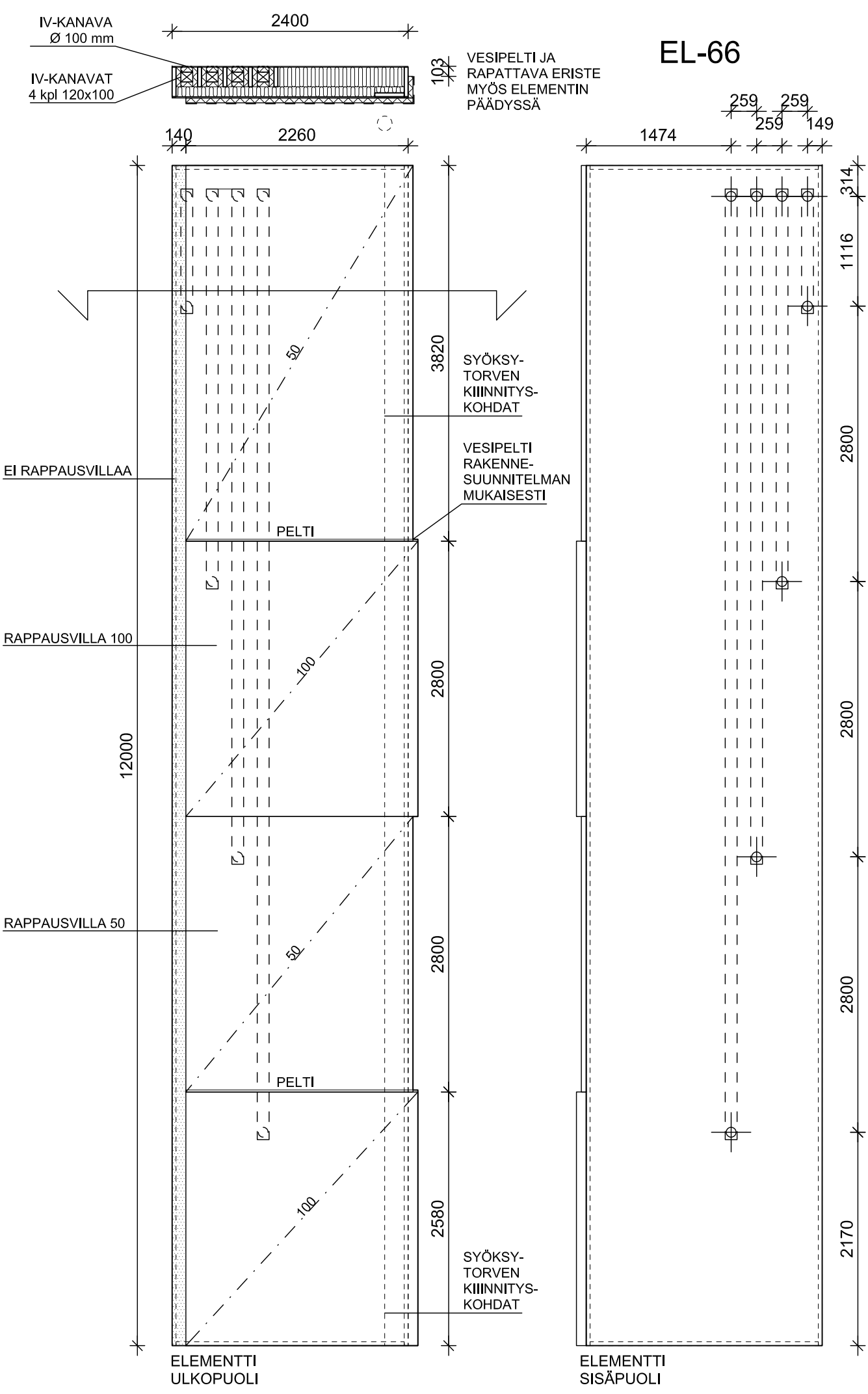


MUUTOS	
A	MITTAUKUTOS EL-30 LEVEYSMITTA
	25.09.2011 KL

kuip. osa FELTOSAARI	ku:nne 2020	toimio 3	piirustuksen TYÖPIIRUSTUS
toimeksipite JÄMSÄKIRKONRAUS		mittakaava 1:50	numero 231
KOTIKULMA TALO 10	työ n:o 10185	piirustuksen saajin ELEMENTTIMUOKKAAKOT	muutos A
Salomonkatu 2 11100 Jämsä		EL-30 - EL-44	
<b>ARKITEHTIYSHUUTTOYRITYS KIMMO LYLKANGAS</b>		06.07.2011	
Ohutkatu 10, 00100 Helsinki Puh. 090 492 219 Sähkö: kimmokangas@kimmoarkki.com www.arkki.com			<b>ARK</b>







MUUTOS		
A	MITTAMUUTOS EL-71, LEVEYSMITTA: KANAVAMUUTOS EL-71, TUULOILMA KANAVA 2. KERROKSESTA 3. KERROKSEEN	25.09.2011 KL

kuop. osa	kortteli	tontti	piirustustyyppi		
PELTOSAARI	2020	3	TYÖPIIRUSTUS		
toimenpide			mittakaava		
JULKISIVUKORJAUS			1:50		
rakennuskohde	työ n.ro	piirustuksen sisältö	numero	muutos	
KOTIKULMA TALO 10	10185	ELEMENTTIMITOITUSKAAVIOT	234	A	
Satunruksenkatu 2 11130 RIIHIMÄKI		EL-66 - EL-71			
ARKKITEHTUURITOIMISTO KIMMO LYLKANGAS			06.07.2011		
Oksanenkatu 10, 00100 Helsinki Puh [09] 492 219 kimmo.lylkangas@arkkilykangas.com www.arkkilykangas.com					ARK
					KIMMO LYLKANGAS, ARKITEHTI SAFA

## **Liite C: Julkisivuja**

JULKISIVUMATERIAALIT

- 1 HUOPAKATTO
- 2 KUITUSEMENTTILEVY
- 3 RAPPAUS
- 4 LEVYVERHOUS
- 5 PYSTYPANEELI
- 6 IKKUNAT JA OVET
- 7 TERÄSRAKENNE
- 8 LASI, ETSATTU
- 9 KATTOIKKUNA
- 10 SOKKELI

VÄRIT JA SÄVYT ERILLISEN  
VÄRITYSOHJEEN MUKAISESTI

HUOM!

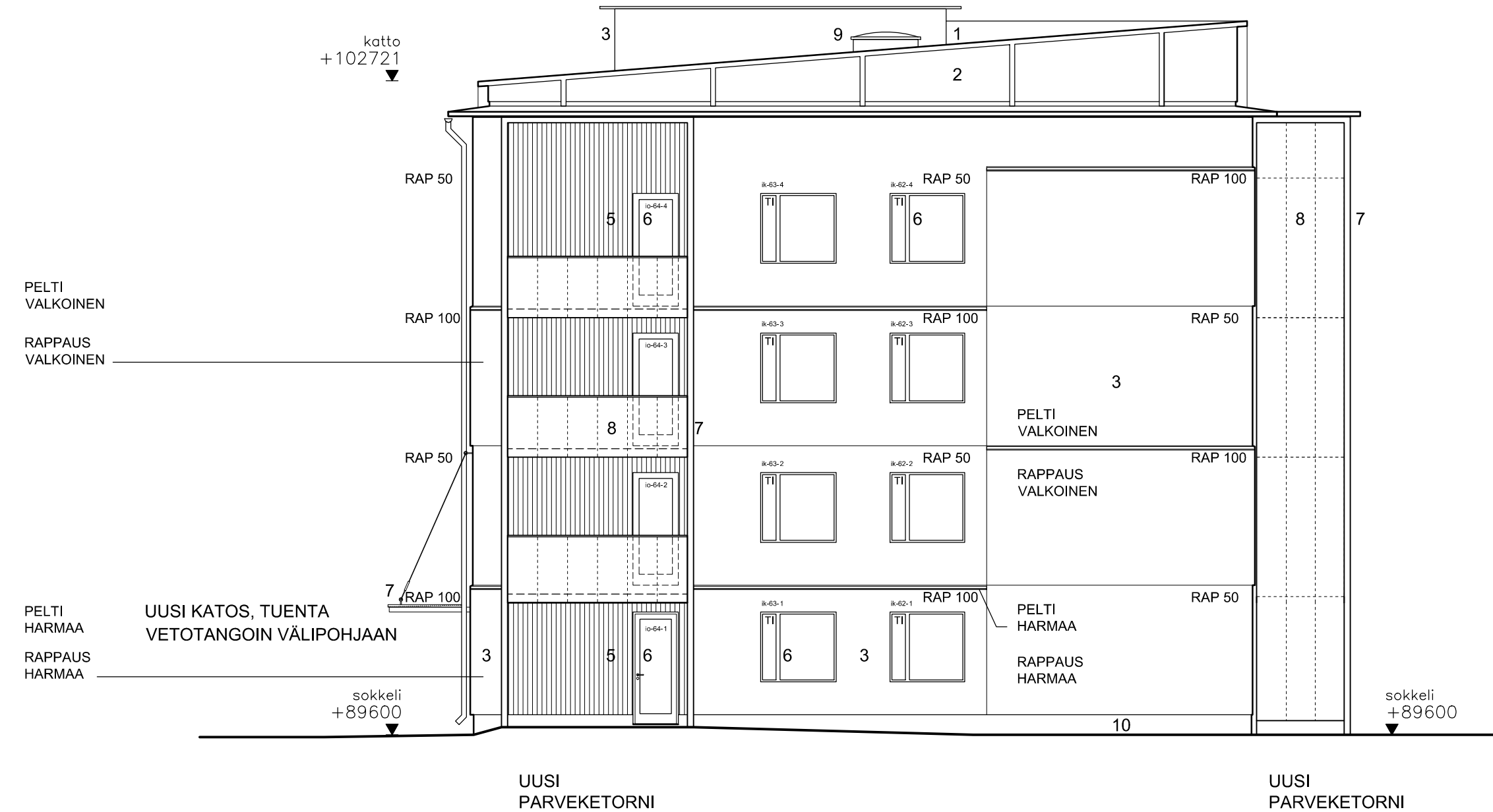
VESIKOURUT JA SYÖKSYTORVET  
ERI VÄRISET

A ▶ RAPPAUS JA PELLITYS, VÄRIT

1 krs RAPPAUS HARMAA  
RAPPAUKSEN PELLITYS HARMAA  
CEMBRIT-LEVYN PELLITYKSET TUMMA HARMAA

2 - 4 krs RAPPAUS VALKOINEN  
RAPPAUKSEN PELLITYS VALKOINEN

KAIKKI IKKUNA- JA OVIPELLITYKSET KUNKIN IKKUNAN JA OVEN VÄRIN MUKAISESTI VALKOINEN TAI TUMMA HARMAA



JULKISIVU POHJOISEEN

MUUTOS

A	JULKISIVUN RAPPAUS 1. KERROKSESSA HARMAA JA 2-4. KERROKSISSA VALKOINEN, PELTIEN VÄRIT PÄÄVÄRIN MUKAAN.	23.11.2011 JK
---	--	---------------

kaupunginosa 20	kortteli 2020	tontti 3	piirustuslaji TYÖPIIRUSTUS
toimenpide JULKISIVUKORJAUS			mittakaava 1:100
rakennuskohde KOTIKULMA, TALO 10 SATURNUKSENKÄTU 2 RIIHIMÄKI	työ n.ro 10185	numero 208	muutos A
ARKKITEHTUURITOIMISTO KIMMO LYLYKANGAS		06.07.2011	ARK
Oksasenkatu 10, 00100 Helsinki Puh [09] 492 219 etunimi.sukunimi@arklylykangas.com www.arklylykangas.com		KIMMO LYLYKANGAS, ARK.SAFA	

A ► RAPPAAUS JA PELLITYS, VÄRIT

1 krs RAPPAAUS HARMAA  
RAPPAAKSEN PELLITYS HARMAA  
CEMBRIT-LEVYN PELLITYKSET TUMMA HARMAA

2 - 4 krs RAPPAAUS VALKOINEN  
RAPPAAKSEN PELLITYS VALKOINEN

KAIKKI IKKUNA- JA OVIPELLITYKSET KUNKIN IKKUNAN JA OVEN VÄRIN MUKAISESTI VALKOINEN TAI TUMMA HARMAA

JULKISIVUMATERIAALIT

- 1 HUOPAKATTO
- 2 KUITUSEMENTTILEVY
- 3 RAPPAAUS
- 4 LEVYVERHOUS
- 5 PYSTYPANEELI
- 6 IKKUNAT JA OVET
- 7 TERÄSRAKENNE
- 8 LASI, ETSATTU
- 9 KATTOIKKUNA
- 10 SOKKELI

VÄRIT JA SÄVYT ERILLISEN VÄRITYSOHJEEN MUKAISESTI

HUOM!

VESIKOURUT JA SYÖKSYTORVET ERI VÄRISET

PORRASHUONE

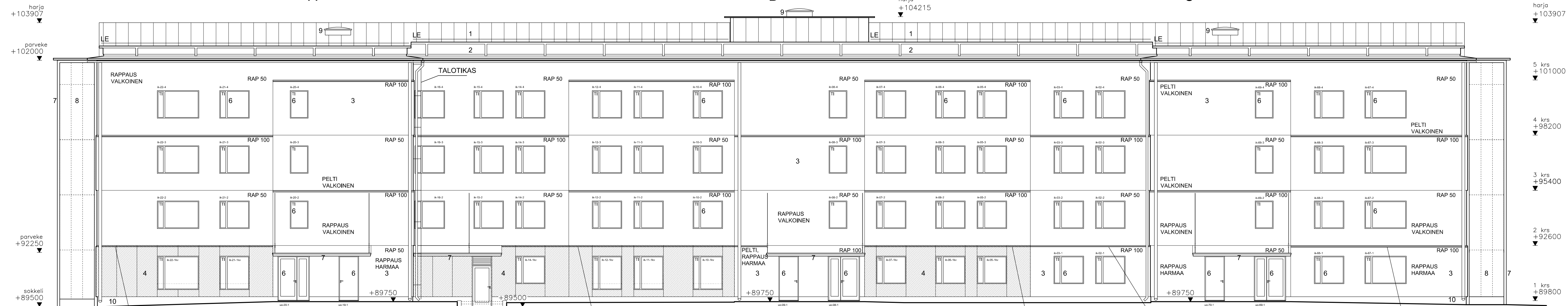
A

PORRASHUONE

B

PORRASHUONE

C



MUUTOS		
A	JULKISIVUN RAPPAAUS 1. KERROKSESSA HARMAA JA 2-4. KERROKSISSA VALKOINEN, PELTIEN VÄRIT PÄÄVÄRIN MUKAAN.	23.11.2011 JK

kaupunginosa 20	kortteli 2020	tontti 3	piirustuslaji TYÖPIIRUSTUS
toimenpide JULKISIVUKORJAUS			mittakaava 1:100
rakennuskohde KOTIKULMA, TALO 10 SATURNUSKATU 2 RIIHIMÄKI	työ n.ro 10185		piirustuksen sisältö JULKISIVU ITÄÄN
			numero 209
			muutos A
ARKKITEHTUURITOIMISTO KIMMO LYLKANGAS			06.07.2011
Oksanenkatu 10, 00100 Helsinki Puh [09] 492 219 etunimi.sukunimi@arkkilykangas.com www.arkkilykangas.com			ARK
			KIMMO LYLKANGAS, ARK.SAFA

JULKISIVU ITÄÄN

JULKISIVUMATERIAALIT

- 1 HUOPAKATTO
- 2 KUITUSEMENTTILEVY
- 3 RAPPAUS
- 4 LEVYVERHOUS
- 5 PYSTYPANEELI
- 6 IKKUNAT JA OVET
- 7 TERÄSRAKENNE
- 8 LASI, ETSATTU
- 9 KATTOIKKUNA
- 10 SOKKELI

VÄRIT JA SÄVYT ERILLISEN  
VÄRITYSOHJEEN MUKAISESTI

HUOM!

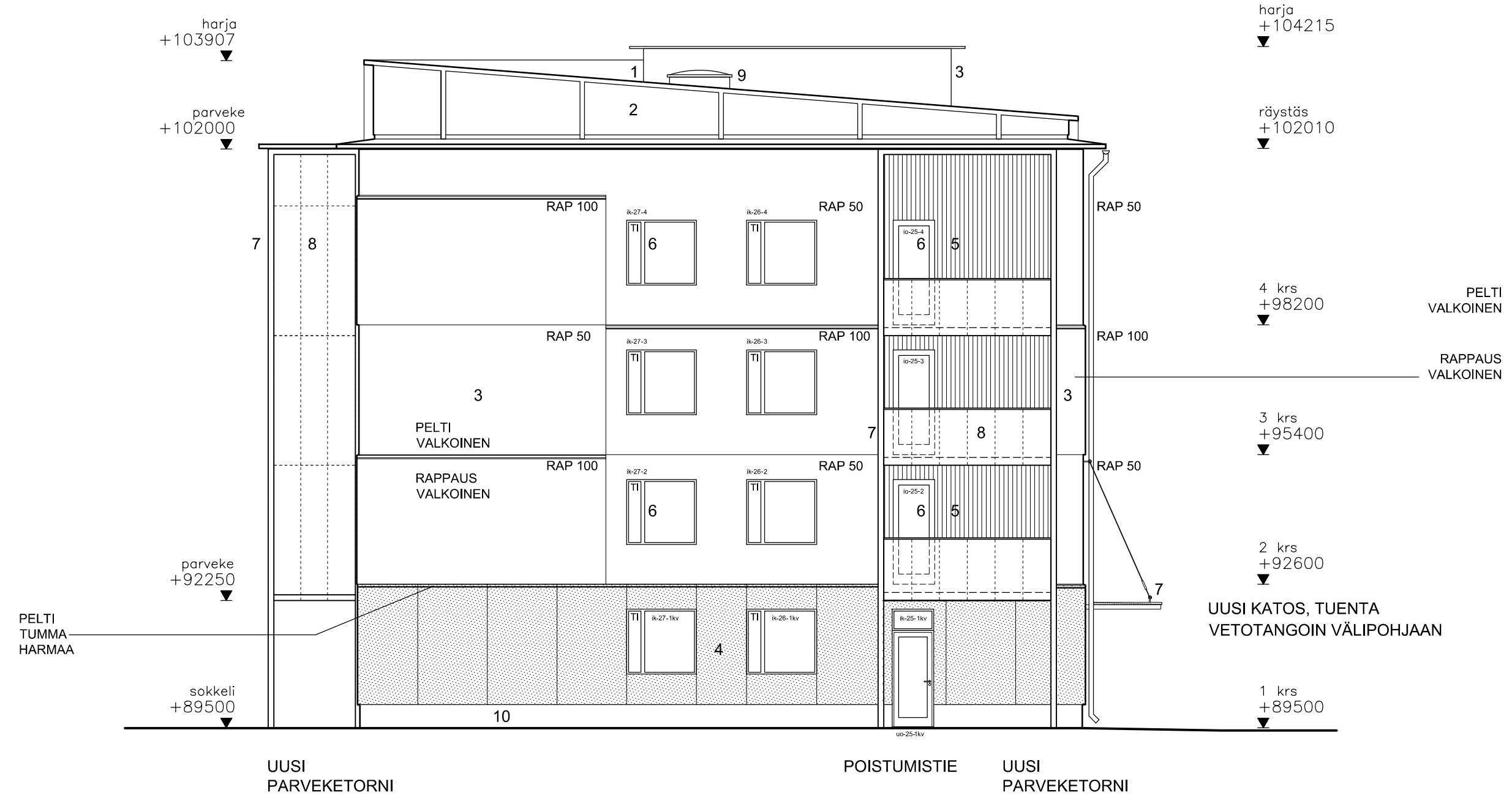
VESIKOURUT JA SYÖKSYTORVET  
ERI VÄRISET

A ▶ RAPPAUS JA PELLITYS, VÄRIT

1 krs RAPPAUS HARMAA  
RAPPAUKSEN PELLITYS HARMAA  
CEMBRIT-LEVYN PELLITYKSET TUMMA HARMAA

2 - 4 krs RAPPAUS VALKOINEN  
RAPPAUKSEN PELLITYS VALKOINEN

KAIKKI IKKUNA- JA OVIPELLITYKSET KUNKIN IKKUNAN JA OVEN VÄRIN MUKAISESTI VALKOINEN TAI TUMMA HARMAA



MUUTOS

A	JULKISIVUN RAPPAUS 1. KERROKSESSA HARMAA JA 2-4. KERROKSISSA VALKOINEN, PELTIEN VÄRIT PÄÄVÄRIN MUKAAN.	23.11.2011 JK
---	--	---------------

kaupunginosa 20	kortteli 2020	tontti 3	piirustuslaji TYÖPIIRUSTUS
toimenpide JULKISIVUKORJAUS			mittakaava 1:100
rakennuskohde KOTIKULMA, TALO 10 SATURNUKSENKÄTU 2 RIIHIMÄKI		työ n.ro 10185	numero 210
ARKKITEHTUURITOIMISTO KIMMO LYLYKANGAS			muutos A
Oksasenkatu 10, 00100 Helsinki Puh [09] 492 219 etunimi.sukunimi@arklylykangas.com www.arklylykangas.com		06.07.2011	<b>ARK</b>
KIMMO LYLYKANGAS, ARK.SAFA			

JULKISIVU ETELÄÄN

JULKISIVUMATERIAALIT

- 1 HUOPAKATTO
- 2 KUITUSEMENTTILEVY
- 3 RAPPAUS
- 4 LEVYVERHOUS
- 5 PYSTYPANEELI
- 6 IKKUNAT JA OVET
- 7 TERÄSRAKENNE
- 8 LASI, ETSATTU
- 9 KATTOIKKUNA
- 10 SOKKELI

VÄRIT JA SÄVYT ERILLISEN VÄRITYSOHJEEN MUKAISESTI

HUOM!

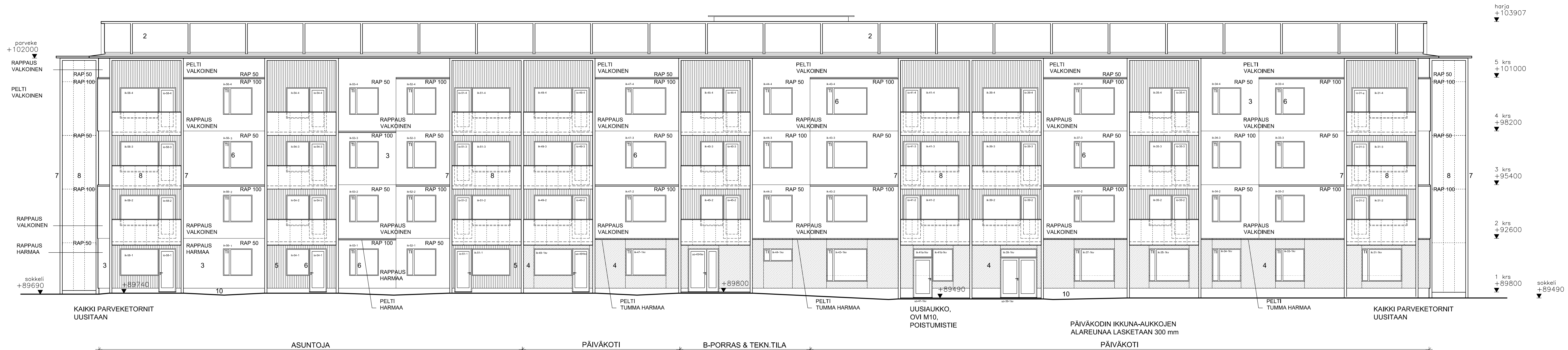
VESIKOURUT JA SYÖKSYTORVET ERI VÄRISET

A ▶ RAPPAUS JA PELLITYS, VÄRIT

- 1 krs RAPPAUS HARMAA  
RAPPAUKSEN PELLITYS HARMAA  
CEMBRIT-LEVYN PELLITYKSET TUMMA HARMAA

- 2 - 4 krs RAPPAUS VALKOINEN  
RAPPAUKSEN PELLITYS VALKOINEN

KAIKKI IKKUNA- JA OVIPELLITYKSET KUNNIN IKKUNAN JA OVEN VÄRIN MUKAISESTI VALKOINEN TAI TUMMA HARMAA



MUUTOS		
A	JULKISIVUN RAPPAUS 1. KERROKSESSA HARMAA JA 2-4. KERROKSISSA VALKOINEN, PELTIEN VÄRIT PÄÄVÄRIN MUKAAN.	23.11.2011 JK

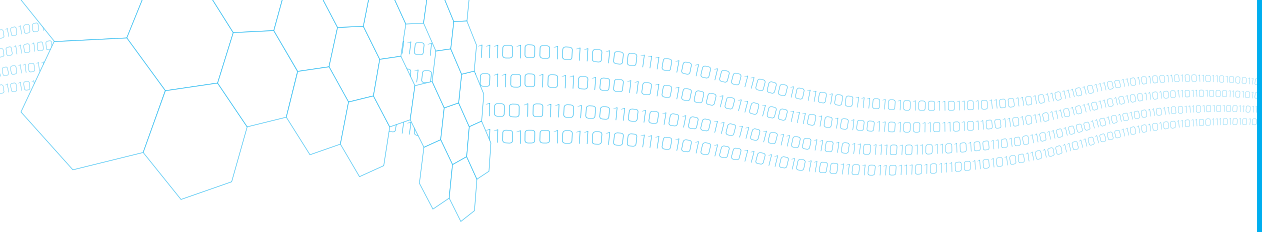
kaupunginosa 20	kortteli 2020	tontti 3	piirustuslaji TYÖPIIRUSTUS
toimenpide JULKISIVUKORJAUS		mittakaava 1:100	
rakennuskohde KOTIKULMA, TALO 10 SATURNUKSENKATU 2 RIIHIMÄKI	työ n.ro 10185	piirustuksen sisältö JULKISIVU LÄNTEEN	numero muutos 211 A
ARKKITEHTUURITOIMISTO KIMMO LYLKANGAS			06.07.2011
Oksanenkatu 10, 00100 Helsinki Puh [09] 492 219 etunimi.sukunimi@arkkilykangas.com www.arkkilykangas.com			ARK
			KIMMO LYLKANGAS, ARK.SAFA

JULKISIVU LÄNTEEN



Nimeke	<b>Innova</b> Kerrostalosta passiivitaloksi
Tekijä(t)	Jyri Nieminen & Riikka Holopainen
Tiivistelmä	<p>Innova-projekti käynnistyi vuoden 2010 alussa, ja tavoitteena oli innostaa taloyhtiöitä parantamaan talojen energiatehokkuutta. Projektissa etsittiin innovatiivisia menetelmiä ja ratkaisuja vanhojen kerrostalojen energiatehokkuuden parannustöihin.</p> <p>Riihimäkeläinen nelikerroksinen 38 asunnon vuonna 1975 valmistunut vuokratalo valittiin Innovan korjauskohteeksi elokuussa 2010. Rakennuksen alkuperäiset ulkoseinät olivat alueelle tyypillisiä betonisia sandwich-elementtejä.</p> <p>Remontissa taloon asennettiin uudet ovet ja ikkunat, parvekkeet, PAROC-kivivillaaeristeet sekä uusi ilmanvaihtojärjestelmä, jossa on lämmön talteenotto. Talon ulkoseinät mitattiin laserskannerilla, ja elementit mitoitettiin tulosten perusteella. Ulompi betonikuori ja vanhan ulkoseinän lämmöneristys purettiin ja korvattiin pystysuuntaisilla puurunkoisilla julkisivuelementeillä. Ilmanvaihtokanavat, ikkunat ja parvekkeiden ovet samoin kuin julkisivun ensimmäinen rappauskerros oli lisätty elementteihin jo tehtaalla. Elementit kuljetettiin vaaka-asennossa ja käännettiin nosturilla. Mallielementti testattiin tehtaalla ennen valmistuksen aloittamista.</p> <p>Uusi korjausmenetelmä nopeuttaa rakennustöitä työmaalla. Koko rakennusvaihe valmistuu viidessä kuukaudessa, mikä on puolet muiden vastaavien samalla alueella tehtävien remonttien ajasta. Menetelmä mahdollistaa myös rakennuksen arkkitehtuurin päivittämisen.</p>
ISBN, ISSN	ISBN 978-951-38-8185-6 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/publications/index.jsp">http://www.vtt.fi/publications/index.jsp</a> ) ISSN-L 2242-1211 ISSN 2242-122X (Verkkojulkaisu)
Julkaisu-aika	Marraskuu 2014
Kieli	Suomi, englanninkielinen tiivistelmä
Sivumäärä	42 s. + liitt. 16 s.
Projektin nimi	Innova
Rahoittajat	
Avainsanat	teollinen korjausrakentaminen, TES-menetelmä, passiivitalo, kerrostalo
Julkaisija	VTT PL 1000, 02044 VTT, puh. 020 722 111

Title	
Author(s)	
Abstract	<p>Innova-project started in the beginning of year 2010. The aim of the project was to encourage housing companies to increase the energy-efficiency of their building. The project searched for innovative methods and solutions for energy renovation of old apartment buildings.</p> <p>A 38-flat apartment building built on 1975 in Riihimäki was selected for the case study of the Innova project in August 2010. The original walls of the apartment building were concrete sandwich elements typical for the surrounding area.</p> <p>New doors, windows, balconies, PAROC-stone wool insulation and a new ventilation system with a heat recovery were installed in the renovation. The outer walls were measured utilizing laser scanning and the new elements were dimensioned according to the scanning results. The outer concrete shell and the old insulation layer were pulled down and replaced with vertical wooden frame facade elements. The ventilation ducts, windows, balcony doors as well as the outer rendering layer had been pre-assembled to the elements already at the element factory. The elements were delivered to the site in horizontal position and redirected using a crane. An exemplary element was manufactured and tested at the factory before starting the manufacturing of the other elements.</p> <p>This new renovation method speeds up the construction process on the construction site. The time for the completion is only five months, which is half of the time needed for completing a traditional renovation. The new method also enables modernization of the building architecture.</p>
ISBN, ISSN	ISBN 978-951-38-8185-6 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/publications/index.jsp">http://www.vtt.fi/publications/index.jsp</a> ) ISSN-L 2242-1211 ISSN 2242-122X (Online)
Date	November 2014
Language	Finnish, English abstract
Pages	42 p. + app. 16 p.
Name of the project	
Commissioned by	
Keywords	prefabricated renovation, TES method, passive house, apartment house
Publisher	VTT Technical Research Centre of Finland P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland, Tel. 020 722 111



**Innova**  
Kerrostalosta passiivitaloksi

ISBN 978-951-38-8185-6 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)  
ISSN-L 2242-1211  
ISSN 2242-122X (Verkköjulkaisu)

