



**ZUCCHIN TORNI 5
PASILA**

TOTEUTTAMISEDELLYTYSTEN ARVIOINTI

13.12.2010

**FUNDATEC OY
INNOVARCH OY
VAHANEN OY
INSTAKON OY
L2 PALOTURVALLISUUS OY
KONE OYJ**

SISÄLLYSLUETTELO

1	YLEISTÄ.....	3
2	LÄHTÖAINEISTO	3
3	SUUNNITTELU ALUE.....	3
4	ARKKITEHTISUUNNITTELU.....	3
4.1	Yleistä.....	3
4.2	Pohjaratkaisu.....	4
4.3	JULKISIVUT	4
4.4	LEIKKAUS	5
4.5	Esteettömyys.....	5
4.6	Toteutettavuus.....	5
4.7	Pinta-alat	5
5	GEO-TARKASTELU	6
6	RAKENTEIDEN TARKASTELU	6
6.1	ERITYISPIIRTEITÄ.....	6
6.2	RAKENTEIDEN TILAVAATIMUKSET	7
6.3	ZUCCHIN SUUNNITELMIEN TOTEUTETTAVUUS.....	8
7	HISSITARKASTELU	8
7.1	Yleistä.....	8
7.2	Ylösruuhka-liikenteen palvelu määritellyillä hissiryhmillä.....	8
7.2.1	Ylösruuhkatilanteen tulokset.....	9
7.2.2	Tarvittavat hissimäärät	9
7.3	Talon tyhjentäminen ja evakuointi.....	9
8	LVI-TEKNISET RATKAISUT	9
8.1	YLEISTÄ.....	9
8.2	Lämmitys-, LTO- ja Jäähdytysjärjestelmät	9
8.3	Kiinteistön vesi- ja järjestelmät	10
8.4	Ilmanvaihtojärjestelmät	10
8.5	Palontorjuntajärjestelmät.....	10
8.6	muut järjestelmät	10
8.7	energiatehokkuus	10
8.8	Toteutettavuus.....	11
9	SÄHKÖ.....	11
9.1	YLEISTÄ.....	11
9.2	H1 Liitynnät.....	11
9.3	H2 JAKELUJÄRJESTELMÄT	11
9.4	H5 VALAISTUSJÄRJESTELMÄT	12
9.5	TURVALLISUUSJÄRJESTELMÄT.....	12
9.6	Erityisjärjestelmät.....	12
9.7	TOTEUTETTAVUUS	12
10	RAKENNUSAUTOMAATIO	12
11	PALO- JA PELASTUSTURVALLISUUSTARKASTELUT	12
11.1	Korkeiden rakennusten erityispiirteet	12
11.2	Korkeuden vaikutukset ilmanliikkeisiin	13
11.3	Poistuminen korkeista rakennuksista	13
11.4	Zucchin suunnitelmien toteutettavuus.....	14
12	RAKENTAMINEN	15

2

13	KUSTANNUKSET	15
14	YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPITEET	16
15	LIITTEET.....	17

1 YLEISTÄ

Helsingin toimitilarakentamisen avainalueelle Keski-Pasilaan on milanolainen arkkitehtitoimisto Cino Zucchi Architeti ideoinut kymmenen veistoksellisesti muotoillun tornin muodostelman tiiviin kokonaisuuden jalankulkualueineen ja aukioineen. Zucchin 18. marraskuuta 2009 julkistetuissa tornisuunnitelmissa alueen korkein torni olisi 40 kerroksinen ja matalimmassakin olisi 20 kerrosta. Suomen rakentamismääräyskokoelma kattaa nykyisellään 16-kerroksiset rakennukset. Lupaviranomainen käsittelee tätä korkeammat rakennukset poikkeamisena määräyksistä, ja siksi niiden viranomaishyväksyntä perustuu erillisselvityksiin.

Selvitystyön tarkoituksena oli tutkia Pasilan korkeiden rakennusten rakenneteknisiä toteuttamisedellytyksiä ja arvioida rakennusten toteutuskelpoisuutta Cino Zucchin ehdotuksen pohjalta asemakaavatasoisen jatkosuunnittelun mahdollistamiseksi.

Rakenteiden tarkastelussa päähuomio on kiinnitetty rakennuksen jäykistämiseen ja jäykistävien rakenteiden tilantarpeeseen ottaen huomioon arkkitehtisuunnittelusta ja talotekniikasta tulevat vaatimukset. Tasojen rakenteiden toteuttamiskelpoisuutta on selvitetty tutkimalla olemassa olevien kohteiden toteuttamistapoja. Selvityksessä on käytetty sekä pysty- että vaakarakenteiden materiaalina teräsbetonia ja jännitettyä betonia. Julkisivut ovat kerroksenkorkeisia ei-kantavia elementtejä. Kaksoisjulkisivun vaatimuksia ja kustannuksia on myös selvitetty.

Rakennuksen kustannuksia arvioitaessa on pohjana käytetty ulkomaisten korkeiden rakennusten toteuttamiskustannuksia.

Tässä selvitystyössä on tarkasteltu korkeinta 40 kerroksista tornia numero 5 kokonaisuutena. Toteutusarviointiin on osallistunut asiantuntijoita suunnittelualoilta suunnittelualoilta ARK, RAK, GEO, LVISA sekä palo- ja pelastus. Lisäksi työryhmään on osallistunut hissiasiantuntija ja rakennustuotannon asiantuntija.

Tilaaajan puolelta työtä ovat ohjanneet KSV:n teknistaloudellisesta toimistosta Eija Kivilaakso ja Pekka Saarinen

Aku Varsamäki Fundatec Oy:stä on toiminut projektipäällikkönä ja vastannut suunnitteluryhmän johtamisesta sekä kohteen geosuunnittelusta.

Projektiryhmän muut vastuuhenkilöt ovat olleet:

Arkkitehtisuunnittelu, Mikko Lahikainen, Innovarch Oy

Rakennesuunnittelu, Matti Haaramo, Vahanen Oy

Lvis-suunnittelu, Atte Perttu, Petri Kytöpuu ja Asko Laune, Instakon Oy, Bogdan Ionita, VDB Dynasty Ltd.

Palotekninen konsultointi, Juha-Pekka Laaksonen, L2 Paloturvallisuus Oy

Hissisuunnittelu ja simulointi, Marja-Liisa Siikonen ja Teemu Jylhä, Kone Oy

Richard Lawson, Arup&Partners International Ltd, Britannia

Adrian Campell, Arup&Partners International Ltd Britannia

Rakentamisen ja rakennustekniikan osalta on avustanut myös Mikko Nevalainen, SRV Toimitilat Oy:stä

3

2 LÄHTÖAINEISTO

Selvitystyötä varten KSV on luovuttanut suunnittelijoille seuraavat lähtötiedot:

- 20091117_Book of Rules.pdf
- Detailed Plan
- Towers
- Helsinki-BH-Sustainability Presentation.pdf
- Keski Pasila - BH Structural Design Notes.pdf
- KSV:n teettämä Pasilan alueen tuuliselvitys

Taske:n johtamana on käynnissä työ, jossa tutkitaan korkeiden rakennusten normitus- ja lupakäytäntöä.

3 SUUNNITTELU ALUE

Suunnittelualue sijaitsee Keski-Pasilan ydinalueella Pasilan sillan eteläpuolella.



4 ARKKITEHTISUUNNITTELU

4.1 YLEISTÄ

Arkkitehtisuunnittelun lähtökohdaksi selvityksessä asetettiin muun suunnitteluryhmän tukeminen omalla toimialallaan. Tätä on tehty tutkimalla lähtöaineistossa esitetyjä suunnitteluratkaisuja ja tutkimalla vaihtoehtoisia toteutustapoja yksittäisen tornin T5 osalta.

Tutkitut suunnitelmat ovat arkkitehtoniselta laadultaan korkeatasoiset. Siirryttäessä lähtöaineistosta tarkempaan rakennussuunnitteluun on ensisijaisesti ratkaistava seuraavat kohdat:

- julkisivuelementin tekninen toteutus
- hissimuutokset,
- muutokset pohjaratkaisussa ja
- porras-hissikuilun kuilujäykistyksen aiheuttamat muutokset pohjaratkaisussa.

Poistumisjärjestelyt vaikuttavat suuresti pohjan tehokkuuteen korkeissa rakennuksissa, joissa hissikuilut ja poistumistieportaat muodostavat suurimman osan yksittäisen kerroksen alasta. Ulkomaisissa kohteissa käytettyä mahdollista hissipoistumista tulee tutkia jatkosuunnittelussa tarkemmin. Hissipoistuminen mahdollistaa lisäksi esteettömän poistumisen liikuntarajoitteisille korkeammistakin kerroksista. Tämän lisäksi paloturvallisuussuunnitelman ja paloturvallisuusselvityksen yhteydessä on tarkastettava uloskäytäväportaiden lukumäärää ja kaistaleveyttä optimaalisen ratkaisun löytymiseksi.

Alla tarkastellaan hanketta yksityiskohtaisemmin, tähän liittyvät havaintomateriaalit on esitetty liitteissä.

4.2 POHJARATKAISU

Rakennuksen katutaso sisäänkäynnit ovat eteläpuolella korossa +15.0, pohjoispuolella toritasossa +22.0 ja pohjoispuolella katutasossa +29.0. Tämän lisäksi rakennukseen on käynti kahdesta pysäköintikerroksesta +15.0 ja +18.5 sekä tornitalon omasta viherpihasta kerroksessa +18.5. Katutasojen sisäänkäyntien yhteydessä on enintään neljä kerrosta korkeat aulatilat.

Varastotila- ja pesutilat ovat sijoitettuina kerrokseen +15.0 ja +18.5.

Lähtöaineiston mukainen toimisto- ja asuntokerrosjakauma aiheuttaa muutoksia pohjaratkaisuun, sillä hissejä vaaditaan yksi lisää. Kone Oy:n analyysin (kohta 7. Hissitarkastelu) mukaan tältä vältytään, mikäli jakaumaa muutetaan asutopainotteisemmaksi. Esimerkiksi Malmön "Turning Torso" -rakennuksessa toimistokerroksia on 12 (yht. 4200 m²), kun kokonaisuudessaan rakennuksessa on 54 kerrosta. Tässä rakennuksessa toimistoja varten on kaksi hissiä ja asuntokerroksia palvelee kolme hissiä.

Lähtöaineistossa on 16 toimistokerrosta, joista alimmat ovat tasossa +29.0 ja ylin tasossa +89.0. Toimistopohjat ovat muunneltavissa kerroskohtaisesti eikä niiden suunnittelu ole esteenä toteuttamiselle. Uloskäytäväportaat tulisi sijoittaa rakennuksen ytimen ympärille pois ulkoseinältä, jotta rajatusta pohja-alasta voidaan hyödyntää kaikki julkisivualue. Näiden uloskäytävien siirtämisen rajoitteita sekä vaikutuksia paloturvallisuuteen on käsitelty tarkemmin kohdassa 11.3. Toteutetuissa korkeissa rakennuksissa on käytetty vastaavaa menettelyä. Näissä rakennuksissa alakerroksien aulatilat ovat suunniteltuja siten, että poistuminen aulan kautta ulkotilaan on yläkerroksien palotilanteessa mahdollista.

Lähtöaineistossa hissikuilut on suunniteltu yksittäisinä kuiluina, joiden sisämitat ovat 4,3 x 2,0 metriä. Tämä ei ratkaisuna toimi, vaan hissit tulisi sijoittaa parikuiluihin paine-erojen tasaamiseksi ja ko. kuilun mitta kahdelle hissille on 5,8 x 2,1 metriä.

Lähtöaineistossa esitetty hissi-, porras- ja aularatkaisu vie kerroksesta riippuen pohjan pinta-alasta 10-21 prosenttia. Vaadittavan lisähissin myötä pohjaratkaisun tehokkuuteen on kiinnitettävä huomiota jatkosuunnittelussa.

Asuinkerroksia on lähtöaineistossa 18 ja asuntoja kerrosta kohden kolmesta viiteen. Asunnot ovat nykyiseen suomalaiseen markkinatilanteeseen nähden liian isoja ja jatkosuunnittelussa on kiinnitettävä huomiota kokovarioinnin lisäämiseen. Asuntojen runkosyvyys on 9 metriä mitattuna sitä rajaavien seinien ulkopinnoista. Ulkoseinällä on tämän lisäksi vielä metrin syvyinen tila kaksoisjulkisivun välitilaa varten. Runkosyvyys mahdollistaa jatkosuunnittelussa asuntojen varioimisen, mutta poistumis- ja hissijärjestelyt ovat määrittelevät yksittäisen kerroksen tehokkuuden. Muunneltavuuden mahdollistamiseksi olisi syytä sijoittaa uloskäytäväportaat ja hissikuilut rakennuksen ytimeen.

Tutkitussa tornissa T5 ei ole asuntoja siten, että niiden ikkunat sijaitsivat ainoastaan pohjoispuolella.

Ylimmässä kerroksessa on näköalatasanne, jossa voi sijaita esimerkiksi ravintola. Ravintolaan käynti tapahtuu kahdella hissillä, joiden lähtökerros ei käy ilmi lähtöaineistosta. Ylimmän kerroksen tilasta on käyntiyhteys portaiden kautta toiseen uloskäytäväportaaseen. Esitetyn ratkaisun osalta tarvitaan tarkempaa jatkosuunnittelua paloturvallisuuden kannalta, koska se ei täytä nykyisin käytössä olevia kansallisia paloturvallisuusmääräyksiä. Esitetty ratkaisu voisi olla hyväksyttävissä, jos esimerkiksi hissievakuointi voitaisiin huomioida uloskäytävien lukumäärässä.

Toimisto- ja asuntokerroksia palvelevien hissien lisäksi pohjaratkaisussa on oltava ns. palomieshissi, jonka kuilumitat ovat 2,5 metriä x 2,9 metriä. Hissistä on uloskäynti kerroksissa muista hisseistä erilliseen palo-osastoituun aulatilaa, jolloin se hätätilanteessa toimii yksinomaan palokunnan käytössä. Hissikori on mitoitettu siten, että sinne mahtuu ambulanssiparit.

4.3 JULKISIVUT

Lähtöaineistossa on esitetty toimistokerrokseen pilvenpiirtäjille tyypillistä verhoseinärakennetta ja kaksoisjulkisivua asuinkerrokseen. Ratkaisu on ongelmallinen. Verhoseinäratkaisu ei sellaisenaan täytä rakennuksen ekologisia tavoitteita ja kaksoislasijulkisivu on lähtöaineiston mukaisena palotilanteessa ongelmallinen. Lähtöaineistossa esitetty kaksoislasijulkisivu voi tulipalotilanteessa muodostaa paine-eroja sisätilan ja kaksoisjulkisivun välitilan välille, mikä voi estää savunpoiston tai johtaa palon tai savun leviämiseen ylös- tai alaspäin julkisivulasien välitilassa.

Nämä ongelmat on ratkaistu ulkomailla arkkitehtonisesti korkeatasoisesti käyttämällä kaksoislasijulkisivuna toimivaa lasielementtiä, joka itsessään muodostaa palokaton kerrosten välille. Elementissä uloin lasi ja varsinainen ikkunaelementti muodostavat välitilan, joka tasaa päivän aikaisia lämpötilavaihteluita pitäen näin sisätilan lämpötilan tasaisempana vähentäen hetkittäisen jäähtymisen ja lämmityksen tar-

4.7 PINTA-ALAT

T5 - Bruttoalatakastelu, lähtöaineiston pohjalta

Innovarch, Zucchini suunnitelmat, päivätty
091124

Towers / Tav_16.pdf, Tav_18.pdf

kerros	Taso	Brutto (m2)	Netto (m2)	huom.	suhdeluku (br/netto)	liikennetilat	yhteiset tilat	aula	krskork
1	+15,0	962		aulat,		189	408	363	3,5
2	+18,5	962		varastot ja		189	527	246	3,5
3	+22,0	881		yms.		151	212	526	3,5
4	+25,5	911	234	tsto	3,89	151	235	276	3,5
5	+29,0	821	251	tsto	3,27	151	135	265	4
6	+33,0	835	650	tsto	1,28	141			4
7	+37,0	865	700	tsto	1,24	141			4
8	+41,0	876	705	tsto	1,24	141			4
9	+45,0	880	710	tsto	1,24	141			4
10	+49,0	882	642	tsto	1,37	141		67	4
11	+53,0	882	642	tsto	1,37	141		67	4
12	+57,0	882	642	tsto	1,37	141		67	4
13	+61,0	882	642	tsto	1,37	141		67	4
14	+65,0	955	784	tsto	1,22	141			4
15	+69,0	1004	832	tsto	1,21	141			4
16	+73,0	1023	753	tsto	1,36	141		67	4
17	+77,0	1023	753	tsto	1,36	141		67	4
18	+81,0	1023	753	tsto	1,36	141		67	4
19	+85,0	1023	753	tsto	1,36	141		67	4
20	+89,0	1023		tekn.krs		141		67	4
21	+93,0	851	477	as.krs.	1,78	117	103	83	3,5
22	+96,5	849	477	as.krs.	1,78	117	103	83	3,5
23	+100,0	851	477	as.krs.	1,78	117	103	83	3,5
24	+103,5	846	477	as.krs.	1,77	117	99	83	3,5
25	+107,0	839	477	as.krs.	1,76	117	92	83	3,5
26	+110,5	831	477	as.krs.	1,74	117	83	83	3,5
27	+114,0	808	522	as.krs.	1,55	117	9	83	3,5
28	+117,5	815	523	as.krs.	1,56	117	9	83	3,5
29	+121,0	808	522	as.krs.	1,55	117	9	83	3,5
30	+124,5	815	523	as.krs.	1,56	117	9	83	3,5
31	+128,0	808	522	as.krs.	1,55	117	9	83	3,5
32	+131,5	815	523	as.krs.	1,56	117	9	83	3,5
33	+135,0	808	522	as.krs.	1,55	117	9	83	3,5
34	+138,5	815	523	as.krs.	1,56	117	9	83	3,5
35	+142,0	694	454	as.krs.	1,53	116	3	65	3,5
36	+145,5	534	323	as.krs.	1,65	100	3	46	3,5
37	+149,0	470	254	as.krs.	1,85	126	17	51	3,5
38	+152,5	403	210	as.krs.	1,92	102	7	32	3,5
39	+156,0	295	150	skydeck	1,97	46			3,5
40	+159,5	123	100	skydeck	1,23	14			3,5
		32673	18979		1,72	5088	2202	3635	

vetta. Syvyysmitaltaan elementti on lähtöaineistossa esitettyä kaksoislasijulkisivua pienempi, jolloin asuinkerrosten hyötypinta-alaa voidaan kasvattaa.

Lähtöaineistossa on esitetty julkisivuratkaisu muodostuu 200 mm syvästä uloimmas- ta julkisivulasista, 800 mm välitilasta ja 500 mm paksusta ulkoseinästä. 1500 mm syvä julkisivuratkaisu vie kerroksen 1023 neliön pohja-alasta n. 19 prosenttia. Näin ollen julkisivuratkaisun syvyyden optimoinnilla on suuri merkitys pohjaratkaisun tehokkuuteen.

Esitetyn elementtiratkaisun käyttö tornissa T5 edellyttää jatkosuunnittelua, sillä vastaavaa ratkaisua ei ole aiemmin käytetty Suomessa.

Julkisivuhuolto on ratkaistavissa siten, että uloimman lasin ulkopintaa lukuun ottamatta huolto tapahtuu sisältä käsin. Ulkopuolinen huolto järjestetään ylhäältä käsin huoltokorilla. Vastaava ratkaisu kattomuotoineen löytyy Hong Kongissa sijaitsevassa Bank of Chinan rakennuksesta (I.M.Pei, 1990). Ikkunajärjestelmä on suunniteltava siten, että sen huoltotarve on mahdollisimman vähäinen.

4.4 LEIKKAUS

Toimistokerrokset ovat kerroskorkeudeltaan 4 metriä ja asuinkerrokset 3,5 metriä ja aulatilojen korkeat osat ovat korkeudeltaan 13,5 metriä. Välipohjan paksuus on lähtöaineistossa 300 mm.

Lähtöaineistossa toimistokerrosten verhoseinä ja asuinkerroksen kaksoisjulkisivu ovat samassa tasossa. Tämä johtaa siihen, että asuinkerrosten hyötypinta-ala pienenee kaksoislasijulkisivun syvyyden verran. Kohdassa 1.3 esitetty julkisivuelementti mahdollistaa hyötypinta-alan optimoimisen.

4.5 ESTEETTÖMYYS

Rakennus on toteutettavissa esteettömästi. Aulakerroksia yhdistää toimisto- ja asuinkerroksia palvelevien hissien lisäksi pohjoiskulmassa julkinen hissi, joka mahdollistaa saapumisen rakennukseen ulkopuolisista tasovaihteluista riippumatta.

Toimisto- ja asuinkerrokset ovat suunniteltavissa esteettömästi.

Ylimmän kerroksen näköalatasannetta palvelevat kaksi hissiä, joille kulku tapahtuu vaihtamalla hissiä huoltokerroksessa tai ylimmässä toimistokerroksessa. Tätä ratkaisua ei ole tarkemmin esitetty lähtöaineistossa.

4.6 TOTEUTETTAVUUS

Arkkitehtonisesta näkökulmasta suunnitelmat ovat toteutettavissa, sillä esitetyt ongelmakohdat ovat ratkaistavissa jatkosuunnittelussa. Erityistä huomiota on kiinnitettävä seuraaviin kohtiin:

- toimistokerrosten määrän suhde asuinkerrokseen,
- edellisen vaikutus hissimitoitukseen,
- hissiyksiköiden ja porraskuilujen muodostaman kuilujäykistyksen tarkempi suunnittelu pohjaratkaisuun nähden optimaalisen ratkaisun löytämiseksi
- poistumistieportaiden lukumäärä, kaistaleveys ja sijainti pohjaratkaisussa
- julkisivuratkaisun tarkempi tutkiminen paikalliset olosuhteet huomioon ottaen
- asuntopohjien runsaampi variointi.

5 GEO-TARKASTELU

Keski-Pasilan alue on Länsi- ja Itä-Pasilan kallioisten alueiden väliin jäävä etelä-pohjoissuuntainen laakso, joka on muodostunut ns. Kluuvin ruhjeen jatkeelle.

Tutkittavan tornin kohdalla maanpinta on tasolla n. +15,0. Ylimpänä on n. 3m paksuinen kerros hiekka- ja soratäyttöä, johon on paikoin sekoittunut eloperäistä maainesta. Täytön alla on savi ja silttikerrostumia, joiden paksuus on n. 12...15m. Silttikerrostuman alla on hiekkamoreenia. Kantava kerrostuma, mahdollisesti kallion pinta on tasolla n.-10...-15.

Rakennus on perustettava kovaan pohjamoreeniin tai kallioon ulottuvin suurpaaluin. Rakennuksen väännöstä ja vaakavoimista aiheutuvat kuormat on otettava vinopaa-luilla. Paalut sijoitetaan siten, että paalujen alapäävät eivät ulotu rakennusalan ulko-puolelle.

Ennen rakentamista on selvitettävä kaivinpaalun kantavuus tarkan paalumäärän sel-vittämiseksi.

Paalumäärää arvioitaessa on kaivinpaalujen sallittuna geoteknisenä kantavuutena käytetty 7 kPa

Käytettäessä kaivinpaaluja Ø1500mm on kaivinpaalujen lukumäärä arviolta n. 80 kpl. Paalujen keskipituus on arviolta 25m.

6 RAKENTEIDEN TARKASTELU

6.1 ERITYISPIIRTEITÄ

Tornitalon rakenteisiin vaikuttavia erityispiirteitä ovat tornin korkeus, julkisivun si-säänvedot ("lovet"), pienennetty vaakaleikkaus alaosassa, sisääntulokerrosten use-an kerroksen korkuiset aulatilat ja myös usean kerroksen korkuinen vihertila. Julkisi-vut ovat alttiita voimakkaille tuulille ja sitä kautta vaakasuoralle vesisateelle.

Rakennuksen poikkileikkaus on epäsäännöllinen ja teräväkulmainen. Tästä seuraa tuulen pyörteisyyttä ja rakennusrungolle vääntöä ja tuuleen nähden poikittaista liiket-tä.

Tässä selvityksessä on tuulenopeuspaineena 160 metrin korkeudessa käytetty ar-voa 2,5 kN/m² (Keski-Pasilan asemakaavoitus/Tuulisuuskartoitus raportissa 2,0 kN/m²). Tarkastelu on tehty staattiselle kuormalle suuntaa antavana silmälläpitäen toteutettavuutta (liite RAK 2).

Korkeus

Tornin korkeus tuo mukanaan suuren hissi-porrastarpeen. Toisaalta tornin riittävä jäykistys edellyttää vankkaa, suurta porras-hissikuilua kuilujäykistysratkaisussa. Ver-tikaaliliikenteen hoitaminen syö pinta-alaa kerrostasoilta. Keskittämällä hissit ja por-taat ja ehkä myös talotekniikkaa suureen rakennuksen keskellä olevaan kuiluun ra-kennuksen jäykistys saadaan luontevasti hoidettua. Alimmissa kerroksissa käyte-tään lisäksi kahta kuilun ulkopuolista seinää. Korkeudesta johtuen rakenteilta vaadi-taan vähintään 120min palonkesto aika. Rakennuksen suunnittelutyön alkuvaiheessa on selvitettävä paloviranomaisilta, vaaditaanko tätäkin pidempiä palonkesto aikoja.

Julkisivun sisäänvedot

Luoteiskulman sisäänvedon yläpuolella on noin 21 kerrosta ja kaakkoiskulman vas-taavasti 25 kerrosta. Poisleikkattu pinta-ala luoteiskulmassa on n. 180 m² per kerros ja kaakkoiskulmassa n. 110 m². Sisäänvedot aiheuttavat tornikonaisuuteen taivu-tusta ja vääntöä. Tästä aiheutuvan taivutusmomentin suuruus on kokonaismomen-tista noin 5 % eli ei kovin merkittävä. Sisäänvetojen aiheuttaman väännön osuus ko-konaisväännöstä on selvästi merkittävämpi eli noin 30 -40%. Sisäänvetojen laajuutta ja suuntaa säätämällä vääntöä voidaan haluttaessa pienentää.

Sisäänvedot aiheuttavat rakennukseen vinoja pilareita. Näiden kaltevuutta säätä-mällä paikallisia vaakavoimia kerrostasoissa ja kokonaisvääntöä voidaan hallita. Osa pilareista on tämän takia vedettyjä (riipputankoja).

Vaihtoehtoisesti kulman kannatukseen voitaneen käyttää vinoja vetotankoja.

Korkeat aulatilat

Aulatilojen korkeus on suurimmillaan n. 14 m. Pilarien nurjahduspituus on samaa luokkaa. Koska aulat sijaitsevat alimmissa kerroksissa, ne ovat raskaasti kuormitet-tuja. Tämä johtaa halkaisijaltaan metrin suuruusluokkaa oleviin pilareihin. Nurjah-duksen vaikutus mitoituksessa on helposti hallittavissa. Taivutuksen vaikutus on pieni verrattuna suureen normaalivoimaan.

Usean kerroksen korkuinen vihertila

Vihertila korkeus on kolme kerrosta eli 4+3,6+3,6 = 11,2 m. Tilan vaakaleikkaus pie-nenee ylöspäin mentäessä nollaan. Yläpuoliset kerrokset eivät aiheuta vertikaali-kuormia vihertilan ulkoseinän vinoille pilareille. Pilareihin kohdistuu merkittävä vaa-kaasuora rasitus tuulikuormista. Vihertilan lattialle voidaan kasata runsaasti multaa sen kasvattamatta alapuolisia pilareita. Itse tason vaakarakenteisiin raskailla pinta-kuormilla on vaikutusta. Pääongelmat lienevät kuitenkin rakennusfysikaalisella puo-llella kosteuden takia.

Julkisivut ja kattoulokkeet (antennit etc)

Voimakkaiden tuulien vaikutuksesta julkisivuun kohdistuva vesisade on sopivissa oloissa vaakasuoraa. Tuulenpaineen tuomana vesi liikkuu myös ylöspäin- ei pelkäs-tään alaspäin. Tämä on otettava huomioon ulkoseinien detaljeissa.

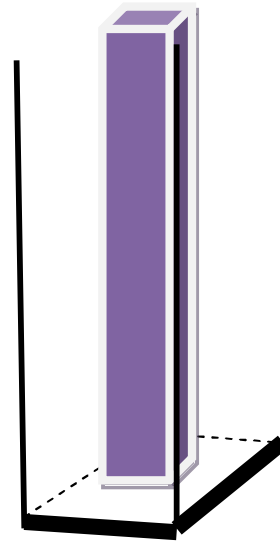
Julkisivuun kohdistuu paitsi tuulen paine myös voimakas imu. Julkisivudetaljien tulee kestää dynaamista rasitusta. Niissä ei saa olla värisemistä aiheuttavaa väljyyttä. Käytettävistä detaljeista olisi syytä olla kokemukseräistä tietoa. Lasiseinissä on ta-pahtunut vaurioita lasielementtien rikkoutumisina tai irtoamisina.

6.2 RAKENTEIDEN TILAVAATIMUKSET

Jäykistys

Rakennuksen jäykistykseen tulee olla riittävän luja vastaanottamaan staattiset ja dynaamiset tuulikuormat, rakenteiden kaltevuudesta johtuvat vaakavoimat ja vaakaleikkauksen muutoksista ("lovet" julkisivussa) johtuvat vaakavoimat sekä edellä mainituista voimista johtuvat taivutus- ja vääntömomentit. Jäykistäminen voidaan tehdä joko keskeisellä kotelorakenteella tai ristikoimalla julkisivut.

Sydänjäykistys

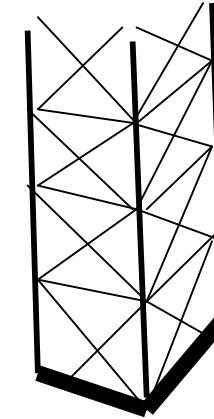


Kotelo muodostetaan hissi- ja porraskuilujärjestelyin. Kotelon sivumitaksi tornin alaosassa saadaan vertikaaliliikennejärjestelyin Itä- Länsisuunnassa n.16-17 m. Pohjois – Eteläsuunnassa vastaavasti kotelon sivumitaksi 11-12 m. Lisää jäykkyyttä Pohjois-Etelä suunnassa saadaan alimmissa kerroksissa kuilun ulkopuolisilla kantavilla seinillä. Stabiiliteetin kannalta maksimihoikkuus (korkeuden suhde kotelon ulkomittoihin) on välillä 8 – 10 (Arup). Koteloa voidaan pienentää ylhäällä asuinkerroksissa.

Koteloa voidaan myös pienentää sijoittamalla se keskeisesti rakennukseen ja yhdistämällä se rakennuksen kapeammassa ja leveämmässä suunnassa kehärakenteseen. Tällöin kehäpilarit ovat noin kokoa 1x2 m² ja kehäpalkkien korkeus on noin 1,8 m. Kehäpilareita ja palkkeja on 8 kpl per kerros. Kehät ulotetaan alhaalta tekniseen kerrokseen asti.

Luontevin kotelon rakennemateriaali on jännitetty betoni ja ylimmissä kerroksissa teräsbetoni. Seinänpaksuus vaihtelee välillä n. 1,2 – 0,3 m. Ratkaisun etuja ovat mm. että ko. seinät täytyy joka tapauksessa rakentaa ja kuilu toimii tukena ja jäykisteenä tasojen rakentamiselle jo alkuvaiheessa. Kuilua nostetaan jonkin verran edellä muita rakenteita. Rakennuksessa on seiniä riittävästi. Kysymys niiden sijoittelusta. Kotelon seinissä voi olla normaalikorkuisia oviaukkoja.

Ristikkojäykistys



Jäykistäminen julkisivut ristikoimalla tornista muodostuu suuri jäykkä putki. Tarvittava jäykkyys saavutetaan varmasti. Ratkaisulla on oleellinen vaikutus rakennuksen ulkonäköön. Ristikon diagonaalit ovat lisärakenneseosia tarvittavaa jäykistystä varten. Pilarit saavat vaakavoimista vertikaalista lisäkuormaa, mikä kasvattaa niiden kokoa. Henkilöliikennekuilujen seinät kantavat tässä tapauksessa vain vertikaalikuormia, joskin huomattavia sellaisia. Kuilujen seinät ovat ohuempia kuin koteloratkaisussa eikä niitä tarvitse jännittää. Rastukset ovat suurimmillaan alimmissa kerroksissa, missä diagonaaleista on haittaa sisääntulojärjestelyille. Ristikoinnin materiaalina voidaan käyttää terästä tai jännitettyä betonia. Käytettäessä teräsrakenteita jäykistykseen palonkestoajalla on oleellinen merkitys, koska koko rakennuksen koossapysyminen riippuu näistä jäykistävästä rakenteista.

Molemmissa tapauksissa alimman tason alapuolella tarvitaan vankat jakavat rakenteet tasaamaan perustuksiin kohdistuvia kuormia.

Rakennuksen staattinen sivusiirtymä (taipuma) voidaan säätää molemmilla em. jäykistysratkaisuilla sallittuihin rajoihin (H/500, Arup). Tärkeä tekijä jäykistysrakenteen mitoituksessa on vaakasuora kiihtyvyys, jonka ihminen aistii herkästi. Kiihtyvyyden arvo 0,2–0,25 tuhannesosa g on toimistotiloissa normaalisti hyväksyttävä 10 vuoden jaksolla. Kiihtyvyyden arvo 0,12 tuhannesosa g on normaalisti hyväksyttävä asuinrakennuksissa 10 vuoden jaksolla (Abdefrazaq, Baker (SOM)&Case, Isyumov (BLWTL)). Kiihtyvyyden määrittäminen vaatii rakenteen tarkkaa mallintamista tietokonelaskelmien pohjalta.

Kun rakennuksen ominaistaajuus on 1 Hz tai pienempi, tuulen dynaamiset vaikutukset on tutkittava. Jäykistyskuilun epäkeskisyyden takia myös vääntöväärähtely on otettava laskennassa huomioon. Terävät kulmat aiheuttavat pyörteitä, joiden vaikutusta voi tutkia National Building Code of Canada pohjalta sekä tuulitunnelikokeilla.

Pyörteisyyteen voidaan vaikuttaa kulmaa muotoilemalla tai ohjureilla. Ominaisuudesta riippuen tornin resonanssi vaikutukset vaikuttavat asumismukavuuteen. Tämä on erityisen jyrkkäpiirteistä taajuusalueella 0,15 Hz. (Arup).

Pilarit

Pilarit tehdään korkealujuusbetonista kerroksen korkuisina elementteinä. Betonin lujuus alaosassa on K80. Toteutus paikallavaluna johtaa työmaalla erityistoimenpiteisiin tavoitelujuuden saavuttamiseksi. Maksimilujuus työmaoloissa tehtynä on n. tasoa K60. Ylimmissä kerroksissa tämä riittää hyvin.

Pilarien koko alimmissa kerroksissa on metrin suuruusluokkaa. Korkean tilan pitkien pilarien teräsmäärä on varsin suuri 3- 4 %:n luokkaa. Luoteiskulmassa on joitakin muita raskaammin kuormitettuja pilareita johtuen julkisivun sisäänvedosta

Ylemmissä kerroksissa pilareiden halkaisijaa pienennetään sopivin esim. 100 mm:n portain kuormituksen pienemisen mukaan. Edellä oleva koskee tapausta, kun rakennus jäykistetään keskikotelolla. Ulkoseinien ristikointitapauksessa pilarikoot jonkin verran kasvavat.

Tasojen rakenteesta riippuen pilareiden lukumäärää joudutaan lisäämään 2 - 4 kpl.

Tasot

Uusimpien 20 – 22 kerroksisten rakennusten (Leppävaara) tasot on toteutettu paikallavalurakenteina. Rakenteen paksuus tasauksineen on noin 300 mm pilarilaattana. Ontelolaatalla H= 265 mm päädytään suurin piirtein samaan kokonaispaksuuteen. Osaan välitasoista kohdistuu julkisivujen lovista johtuen suurin vaakavoimia. Näiden johtaminen jäykistäviin rakenteisiin on elementtiratkaisussa ongelmallista. Julkisivujen luotettava ankkurointi tasoihin onnistunee helpoimmin paikallavaluratkaisussa.

Alin taso tehdään paksuna teräsbetoni-laattana koko rakennuksen alle siirtämään ylhäältä tulevat kuormat paaluille. Kuorman jakautumista paaluille ja kokonaisjäykkyyttä voidaan tehostaa lisäämällä alimmissa kerroksissa jäykistäviä rakenteita hissi-porraskuilu kotelon ulkopuolelle.

6.3 ZUCCHIN SUUNNITELMIEN TOTEUTETTAVUUS

Jäykistyksen kannalta Zucchin suunnitelma on toteutettavissa vain muodostamalla ulkoseinille kauttaaltaan ristikkorakenne. Tämä on vaikeasti toteutettavissa epä-säännöllisen muodon takia. Sisäntulokerrosten järjestelyt vaikeutuvat ja ulkonäkö muuttuu.

Ristikoista voidaan luopua keskittämällä vertikaaliliikenne rakennuksen keskiosaan jäykistys voidaan toteuttaa muodostamalla liikennekuilusta yhtenäinen kotelorakenne. Kokonaisjäykkyyttä voidaan tehostaa lisäämällä alimmissa kerroksissa jäykistäviä rakenteita hissi-porraskuilu kotelon ulkopuolelle. Kehittämällä aulakerrosten jär-

jestelyä jäykistystä silmälläpitäen on mahdollista saada aikaan näyttäviä rakenteita kotelon kautta tulevien rasiusten siirtämiseksi tehokkaasti perustuksille. Tarvittavan kuilun kokoa voidaan asuinkerroksissa pienentää. Kuilun kokoon voidaan myös vaikuttaa liittämällä siihen kehärakenteita.

Tornin liikkeiden ja vaakakiihtyvyyden luotettava selvittäminen edellyttää tuulitunnelikokeita johtuen mm. terävistä kulmista, voimakkaasti vinosta katosta ja epäsäännöllisestä pohjamuodosta.

Julkisivujen "lovet" vaikeuttavat rakentamista, mutta ovat toteutettavissa.

Rakennuksen huomattavalla korkeudella on lisäävä vaikutus aikatauluun ja kustannuksiin tuulisuuden takia (Turning Torso + 6 kk).

Suunnitelmassa esitetty kerroskorkeudet (toimisto osalla 4 m ja asunto osalla 3,5 m) ovat aika suuria. Pilarilaattavälipohjan paksuus on 300 mm. Kerrosten suuren lukumäärän takia kerroskorkeuden merkitys kustannuksiin ja tornin korkeuteen on tavallista suurempi. esimerkiksi 300 mm pienemmillä kerroskorkeuksilla saadaan joko kolme kerrosta lisää tai 12 metriä matalampi torni.

Julkisivujen "lovet" ja voimakkaasti kalteva katto hankaloittavat julkisivujen huoltoa. Julkisivujen huolto ja lasien vaihtoperiaatteet on tärkeitä selvittää jo suunnittelun alkuvaiheessa.

7 HISSITARKASTELU

7.1 YLEISTÄ

Kone Hissit Oy on tehnyt Pasilan torniin T5 liikenneanalyysin.

Raportissa esitetään Pasila T5 tornin liikenneanalyysi. Rakennukseen on suunniteltu sisäntulokerroksen yläpuolelle 40 kerrosta. Hissien nostokorkeus on 144,5 metriä. Toimistossa työskentelevien henkilöiden määräksi arvioidaan 1179 henkeä. Lukumäärä perustuu oletukseen, että yksi henkilö vie toimistossa noin 12 m² kun otetaan huomioon nettopinta-ala. Asuinkerroksissa oletetaan kaksi henkeä ensimmäisessä makuuhuoneessa, ja yksi henki jokaista lisämakuuhuonetta kohti.

7.2 YLÖSRUUHKA-LIIKENTEN PALVELU MÄÄRITELLYILLÄ HISSIRYHMILLÄ

Talo jaetaan toimisto-osaan (kerrokset 1-20) ja asuintalo-osaan (kerrokset 21-40). Alun perin kumpaankin osaan on suunniteltu omat hissiryhmänsä, kumpaankin kolmen hissin ryhmä.

7.2.1 Ylösruuhkatilanteen tulokset

Hissien mitoituksessa käytetään yleensä ylösruuhkatilannetta, koska se on pahin tilanne hissien kuljetuskapasiteetin kannalta. Ylösruuhkatilanteelle lasketaan kuljetuskapasiteetti, jolla tarkoitetaan ihmismäärää, jonka hissiryhmä pystyy kuljettamaan peruskerroksesta ylempiin kerroksiin viidessä minuutissa, kun hissit aina lähtevät peruskerroksesta 80% kuormalla ylöspäin. Asuintaloihin vaaditaan ylösruuhkan kuljetuskapasiteetiksi vähintään 7.5 % asukasmäärästä viidessä minuutissa. Toimistoihin vaadittava ylösruuhkan kuljetuskapasiteetti on hyvä, jos se ylittää 15% toimistotyöntekijöiden määrästä viidessä minuutissa. Ylösruuhkatilannetta on simuloitu askelmaisesti kasvavalla liikenneintensiteetillä käyttäen perinteistä ohjausta (TMS9900/GA) ja KONE Polaris kohdekerrosohjausta. Kohdekerrosohjauksessa korikutsunapit ovat jo valmiiksi hissiaulassa. Kun henkilö antaa menokerroksensa jo aulassa, hissien ohjaus järjestää kovalla liikenteellä samaan kerrokseen matkalla olevat henkilöt samaan hissiin. Hissin pysähdysten määrä vähenee, mikä lisää hissiryhmän kuljetuskapasiteettia. Usein kohdekerrosohjausta käytettäessä selvittää esim. vähemmällä määrällä tai hitaammilla hisseillä verrattuna perinteiseen ylös-alasnappiohjaukseen.

7.2.2 Tarvittavat hissimäärät

Annetun toimisto/asuintalovarauksen mukaan asuinkerrosten henkilöliikenteen palveluun tarvitaan duplex-hissiryhmä (kaksi hissiä), jos ohjauksena käytetään perinteistä ylös-alasnappiohjausta (TMS9900/GA). Tällöin saapumisintensiteetin arvolla 7.5 % viidessä minuutissa henkilöiden odotusajat tulevat keskimäärin olemaan 32 sekuntia ja matkustusajat 107 sekuntia. Yleensä liikenne kuitenkin on huomattavasti kevyempää, tyypillisesti luokkaa 2-4% viidessä minuutissa, ja odotus- ja matkustusajat tulevat olemaan paljon lyhyempiä. Lisäksi asuintalo-osassa huonekalujen ym. kuljetukseen tarvitaan tavarahissi.

Toimisto-osassa perinteisellä ylös-alasnappi ohjauksella tarvitaan viisi hissiä, jolloin saapumisintensiteetillä 15% viidessä minuutissa henkilöiden odotusajat tulevat olemaan 12 sekuntia ja matkustusajat 97 sekuntia. Neljän hissien ryhmällä, jossa käytetään KONE Polaris kohdekerrosohjausta, henkilöiden keskimääräiset odotusajat tulevat olemaan 35 sekuntia ja matkustusajat 98 sekuntia. Kummatkin ovat hyväksyttäviä arvoja. Päivittäinen toimistoliikennekin on yleensä huomattavasti edellistä kevyempää, ruuhka-aikana tyypillisesti 7-10% työntekijöiden määrästä viidessä minuutissa. Käytännössä odotusajat ja matkustusajat tulevat pysymään simuloitujen arvojen alapuolella.

Jos sekä toimisto- että asuintalokerroksia palvelee oma kolmen hissien ryhmänsä, talo tulisi jakaa siten, että kerroksissa 2-14 on toimistoja ja kerroksissa 15-40 asuinhuoneistoja.

7.3 TALON TYHJENTÄMINEN JA EVAKUOINTI

Talon tyhjennys- ja evakuointiajat on simuloitu edellä määritellylle talon asukas- ja työntekijämäärälle, 1179 hengelle. Evakuointiaikaskenaariossa oli kaksi lähestymistapaa – käytetään evakuointiin joko portaita ja määriteltäviä hissiryhmiä, tai portaita ja yhtä vammaishissiä per hissiryhmä. Evakuointiaikoja tutkittiin viidelle erilaiselle ske-

naariolle: a) henkilöt käyttävät kahta portaikkoa, b) yhtä portaikkoa ja molempia hissiryhmiä, c) kahta portaikkoa ja molempia hissiryhmiä, d) ainostaan molempia hissiryhmiä sekä e) henkilöt käyttävät poistumiseen vain yhtä portaikkoa. Simuloidut evakuointiajat vaihtelivat 15 ja 63 minuutin välillä ja odotusajat 15 sekunnin ja 28 minuutin välillä riippuen skenaariosta. Lyhin evakuointiaika, 15.6 minuuttia, saavutetaan, jos poistumiseen käytetään sekä portaikkoa että kaikkia hissejä, mikä onkin ennustettava tulos. Pisimmiksi evakuointiajat venyvät (63.4 minuuttia), jos evakuoinnissa on käytettävissä vain kaksi hissiä eikä yhtään portaikkoa. Toimiva ratkaisu on, jos portaikko ja käytettävissä olevat hissit voidaan järjestää samaan suojattuun tilaan niin, että henkilöt voivat vapaasti päättää käyttävätkö he portaita vai odottavatko hissejä suojatussa tilassa matkalla ulos. Simuloidut evakuointiajat käytettäessä sekä hissejä että portaita tulevat olemaan luokkaa 16-20 minuuttia riippuen skennariosta. Tämän pituinen aika usein kuluu palokunnan tulemiseen paikan päälle. Korkeissa taloissa myös palomiesten käyttöön tarvitaan savulta ja vedeltä suojattu hissi (ks. EN81-72).

Tarkempi Koneen tekemä hissianalyysi on liitteenä.

8 LVI-TEKNISET RATKAISUT

8.1 YLEISTÄ

Työn aikana tavanomaiset LVI -tekniset ratkaisut on jätetty vähemmälle huomiolle, lähinnä kustannustason määrittelemistä varten vaaditulle tasolle.

Työssä on keskitytty taloteknisten erityisvaatimusten määrittelyyn peilaamalla niitä Zucchin suunnitelmien taloteknisiin määrittelyihin. Liitepiirustuksessa on esitetty alustavasti tekniikan pääperiaatteet ja tilavaraukset. Tekniikalle esitetään tilavarauksia kuilujen lisäksi kellarikerroksen noin 500m² ja tekniseen kerrokseen noin 500m². Teknisen kerroksen luonteva paikka on rakennuksen pystysuunnassa noin puolessa välissä, toimisto-osan ja asunto-osan välissä.

Erityistä huomiota on kiinnitetty rakennuksen energiatehokkuuteen ja mahdollisuutta jopa ns. nollaenergiaan.

Rakennuskohde käsittää seuraavat LVI-tekniset järjestelmät:

Lämmitysjärjestelmät
LTO-järjestelmät
Vesi- ja viemärijärjestelmät
Ilmastointijärjestelmät
Jäähdytysjärjestelmät
Palontorjuntajärjestelmät
Jätekuilujärjestelmä

8.2 LÄMMITYS-, LTO- JA JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄT

Rakennus liitetään Helsingin Energian kaukolämpöverkkoon. Lämmitysverkostojen teho on yhteensä noin 700-1000 kW. Tulevat energialinjaukset määrittelevät tarvit-

tavan lämmitystehon tarkemmin. Lämpimän käyttöveden siirtimen teho on noin 1000 kW.

Rakennus liitetään Helsingin Energian kaukojäähdytysverkkoon. Arvioitu jäähdytysteho on noin 300 - 500 kW. Tulevat energialinjaukset määrittelevät tarvittavan tehon tarkemmin.

Vaihtoehtoisesti lämmitys ja jäähdytys voidaan toteuttaa maalämpöjärjestelmällä.

Lämmitys- ja jäähdytysverkot jaetaan noin 5 kerroksen korkuisiin säätöpiireihin.

Likaisten poistojen, kuten WC-tilat lämpöä hyödynnetään nestekiertoisella lämmöntalteenotolla.

Esimerkkiratkaisut eri tilatyypin lämmityksen ja jäähdytykseen:

- toimistot: neliputkiset säteilypaneelit. Ratkaisu mahdollistaa joko lämmityksen tai jäähdytyksen käytön tiloittain tarpeen mukaan
- asunnot: vesikiertoinen lattialämmitys ja jäähdytyspalkkijärjestelmä
- tuulikaapit, autohallit, varastot, työskentelytilat, aulat yms: kiertoilmalämmitys.
- ATK-tilojen jäähdytys: puhallinkonvektorit

8.3 KIINTEISTÖN VESI- JA JÄRJESTELMÄT

Vesijohdot liitetään Helsingin Veden vesijohtoverkoston.

Vesijohtoverkoston pystynousut jaetaan noin 5 kerroksen korkuisiin ryhmiin ja varustetaan ryhmäkohtaisella paineenkorotuksella.

Jäte- ja sadevesiviemärit liitetään Helsingin Veden viemäriverkoston.

Viemäreiden kannakointiin kiinnitetään erityistä huomioita rakennuksen alapäässä ja alimman kerroksen lattian alapuolisissa asennuksissa. Viemäreiden paineluokka valitaan rakennuksen korkeuden mukaan.

8.4 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄT

Rakennus varustetaan koneellisilla tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmillä, joilla pyritään saavuttamaan sisäilmastoluokka S2. Puhtausluokituksen tavoitearvo on P2.

WC- ja muiden likaisten poistojen tilat varustetaan erillispoistoilmanvaihdolla.

Kokoontumistilat varustetaan ilmamääräsäädöillä, joita ohjataan CO₂-pitoisuuden ja lämpötilan mukaan.

Rakennus varustetaan koneellisella kerroskohtaisella savunpoistojärjestelmällä, joka mitoitetaan paloteknisen selvityksen mukaisesti.

Alustavat tilakohtaiset ilmamäärät

Tila/käyttötarkoitus dm ³ /s/m ²	ulkoilmavirta dB	äänitaso
Toimistokerrokset	2	RakMK D2 ohjeen mukaan
Aulat/käytävät/yhteiset	1	RakMK D2 ohjeen mukaan
Asuinkerrokset	0,5	RakMK D2 ohjeen mukaan
Aulat/käytävät/yhteiset	1	RakMK D2 ohjeen mukaan

Ilmanvaihtokoneiden ominaissähköteho valitaan siten että Sfp luku < 2kW/(m³/s). Tulevat määräykset voivat pienentää vaatimusta esitetystä.

Toimistokerrokset varustetaan tulo/poistoilmastointikonein, palvelualueena 3-4 kerrosta per kone.

Asuinkerrokset varustetaan asuntokohtaisilla ilmanvaihtokoneilla.

8.5 PALONTORJUNTAJÄRJESTELMÄT

Jauhesammuttimilla varustettuja pikapaloposteja asennetaan viranomais määräysten mukaisesti.

Rakennus varustetaan automaattisella palonsammutusjärjestelmällä, alustavasti suojausluokka on OH1, 5mm/m², mitoitusala 72m². Suojattava ala on noin 19 000 m². Paineenkorotustarve ja tarvittavat liittymät ulkopuolisiin verkostoihin määräytyvät valittavan järjestelmän mukaan.

8.6 MUUT JÄRJESTELMÄT

Hankkeessa on tutkittu jätekuilujärjestelmää, esimerkkinä tätä varten on Kapasity Oy:n ratkaisu, johon on saatavissa:

- automaattinen palonsammutusjärjestelmä
- kuilun puhdistuslaitteisto
- hajunpoistolaitteisto
- desifiointilaitteisto
- sähköinen lukitus
- ääni- ja paloeristettyinä

jolloin tarvittavat hygieniat ja turvallisuusseikat voidaan huomioida.

8.7 ENERGIATEHOKKUUS

Energiatehokkuutta ei ole tarkasteltu ainoastaan rakennuksen kannalta vaan myös rakennuksen ympäristökuormitusta, hiilijalanjälkeä, on pyritty tarkastelemaan kokonaisuuden kannalta. Ratkaisuja ovat muun muassa kaukolämmityksen ja kaukokylmän käyttö rakennuksessa. Myös täysin uusiutuvia omavaraisuusenergiälähteitä, kuten aurinko- ja tuulienergiaa, on tarkasteltu kohdassa 9.5

Rakennuksen energiatehokkuudesta on tulossa uudet määräykset vuonna 2012. Uudistettavissa energiatehokkuusmääräyksissä keskeisin muutos on eri primäärienergiamuotojen hiilijalanjäljen huomioiminen kertoimilla. Lisäksi uusiutuvan omavaraisuusenergian käyttö vähentää suoraan laskennallista energiankulutusta, toisin sanoen rakennuksen käyttäessä ainoastaan uusiutuvaa omavaraisuusenergiaa on rakennuksen energiatehokkuuslaskennan mukainen energiankulutus 0kWh/a.

Kohteen energiatehokkuuden luokkavaatimus on alustavasti A. Nykyvaatimuksilla tämä tarkoittaa asuinkerrostaloissa enintään 100kWh/a / brutto m² ja toimistorakennuksissa enintään 90kWh/a / brutto m². Luokitteluasteikkoon mahdollisesti tulevista muutoksista ei ole tietoa.

Käytännössä A-energialuokkaan pääseminen jäädytetyssä rakennuksessa on erittäin vaikeaa, ellei mahdotonta, ilman erityisratkaisuja. Energialuokka on useiden osien summa ja absoluuttisia arvoja ei eri osa-alueille voi antaa.

A-energialuokan perusedellytyksiä on energiatehokkaat LVI-tekniiset ratkaisut kuten:

- ilmanvaihdon lämmöntalteenotto pääosin LTO kiekolla
- ”likaisten” poistojen lämmöntalteenotto LTO pattereilla
- Pienen energiankulutuksen omaavat LVI-laitteet
- energiatehokkaat valaistusratkaisut
- hissimoottoreiden jarruenergian hyödyntäminen

Rakenteiden lämmöneristävyuden suhteen A-energialuokan rakennuksen U- arvojen tulee olla selkeästi matalammat kuin niin sanotut vertailuarvot(2012):

- Seinän vertailuarvo on 0,17 W/(m²K), esitetään käytettäväksi 0,08 W/(m²K)
- Ikkunan vertailuarvo on 1,0 W/(m²K), esitetään käytettäväksi 0,8 W/(m²K)

Ylläesitettyillä ratkaisuilla päästään alustavan laskennan mukaan arvoon ~110 kWh/a / brutto m².

Tässä tapauksessa A-energialuokka vaatii uusiutuvaa omavaraisuusenergiaa, kuten aurinko- tai tuulienergiaa tai ylläesitettyjen arvojen edelleen tehostamista. Valittava menetelmä jää myöhemmin päätettäväksi

8.8 TOTEUTETTAVUUS

LVI teknisesti rakennus on toteutettavissa, mutta vaatii että tekniset järjestelmät ryhmitellään järjestelmästä riippuen noin 3-5 kerroksen korkuisiin ryhmiin.

Tekninen kerros rakennetaan tornin puoliväliin.

Korkea rakennus vaatii normaalia suuremmat pystykuilut talotekniikan tarpeita varten, jolloin rakennuksen tehokkuus kärsii. Energiatehokkuusvaatimukset ei muodosta teknistä estettä rakentamiselle.

9 SÄHKÖ

9.1 YLEISTÄ

Sähkötekniikan kannalta korkea rakennus ei aiheuta tavanomaisista ratkaisuista poikkeavia vaatimuksia muuten kuin turvajärjestelmien laajuuden ja varmistusten kannalta. Tekniikka näihin on kuitenkin jo olemassa ja tieto-taito Suomessa olemassa.

Rakennuskohde käsittää seuraavat sähkötekniiset järjestelmät:

Sähkö
Vahvavirtajärjestelmät
Heikkovirtajärjestelmät

Seuraavia erityisjärjestelmiä on tutkittu työaikana teknis-taloudelliselta kannalta. Energian hinnan muutoksien, energiaverotuksen linjausten käymistilän ja näiden erityisjärjestelmien nopean teknologisen kehityksen vuoksi niiden sisällyttäminen rakennuskohteeseen on tarkoituksella jätetty myöhemmin päätettäväksi

- Aurinkosähköjärjestelmät
- Tuulisähköjärjestelmät

9.2 H1 LIITYNNÄT

Rakennus liitetään Helsingin Energian verkkoon suurjännitekuluttajana kahdella maakaapelilla. Arvioitu huipputeho on noin 950 – 1000kVA:a. **Aurinko- ja tuulisähköjärjestelmät eivät vaikuta huipputehoon näiden ajoittaisuuden takia, vaan kokonaisenergiankulutukseen.**

Usealle teleoperaattorille varataan toimintamahdollisuudet.

9.3 H2 JAKELUJÄRJESTELMÄT

Laitosta varten asennetaan oma 20kV SF-6 **rengassyöttö**kojeisto ja 1600kVAn kiuvasmuuntaja. Kojeisto ja muuntaja asennetaan omiin erillisiin huonetiloihinsa.

Rakennuksen korkeuden takia suositellaan sähkönsyötön varmistamista liittymäjärjestelyin eli sähkönsyötön suositellaan kahdelta eri energialaitoksen sähköasemalta.

Järjestelmiä, joiden liittäminen varavoimaan suositellaan, ovat hissit, koneellinen savunpoisto ja sprinkler.

Asukkaiden ja vuokralaisten sähkö mitataan ja tieto kerätään automaatiojärjestelmään, jonka kautta saadaan tuotettua sähkölaskut asianomaisille. Harkittava voisiko laskutustietoja seurata esim. nettiselaimella. Tietoisuus kulutetusta energiasta vaikuttaa itse kulutukseen.

9.4 H5 VALAISTUSJÄRJESTELMÄT

Valaistusratkaisuissa käytetään uusimpia energiaa säästäviä ratkaisuja mm. elektronisia liitäntälaitteita, led-valaisimia sekä T5-loisteputkia.

Yleisten tilojen valaistuksen ohjausjärjestelmiin kiinnitetään erityistä huomiota. Sähkön kulutusta pyritään minimoimaan aikaohjauksella, läsnäolotunnistimilla sekä ohjelmoitavilla väyläjärjestelmillä.

Laitokseen asennetaan määräysten mukainen turvalaistusratkaisu, joka käsittää erillisen poistumisteiden merkkivalaistuksen.

9.5 TURVALLISUUSJÄRJESTELMÄT

Turvajärjestelmät asennetaan viranomaisvaatimusten ja paloteknisen selvityksen mukaisesti. Järjestelmiin kuuluu mm. paloilmoitus-, savunpoisto-, äänentoisto- sekä mahdollisesti viranomaisverkko.

Tärkeimmät turvallisuusjärjestelmät tulee olla akkuvarmennettuina. Tällaisia järjestelmiä ovat paloilmoitusjärjestelmä, turva- ja varvalaistusratkaisu, savunpoistoluukkujen ohjausjärjestelmä sekä kiinteistövalvontajärjestelmä.

9.6 ERITYISJÄRJESTELMÄT

Aurinkosähköjärjestelmä

Etelä-Suomen oloissa aurinkopaneelien huipputeho on luokkaa 100kW/1000m² aurinkopaneelia. Huipputeho keskittyy muutamaan tuntiin vuorokaudessa kesäkuukausien aikana; vuositasolla aurinkopaneelien tuottama energiamäärä on luokkaa 50-100MWh/1000m² ja on voimakkaasti riippuvainen asennussuunnasta.

Lähtötietoaineiston liite, *Central Pasila Energy, EnvironmentaS & sustainability Strategy*, käsittelee varsin kattavasti aurinkoenergian käyttöä kyseisessä kohteessa.

Aurinkoenergiaa on saatavissa 1000m² asennettua aurinkopaneelia kohti vuodessa

- etelään suunnatulta vinolta katolta noin 107MWh vuodessa
- eteläjulkisivulta noin 78 MWh vuodessa
- länsi- ja itä julkisivulta noin 59 MWh vuodessa
- Yhteensä 300MWh

Esitetyt luvut ovat linjassa muiden vastaavien kohteiden kanssa.

Investointikustannuksiksi esitetään noin 700 000€/1000m² ja energian hinnaksi 0,58€/kWh. Takaisinmaksuaika laskentamenetelmistä riippuen luokkaa 10-20 vuotta. Nykyinen sähköenergian hinta < 0,10€/kWh ei tue aurinkosähköinvestointia teknis-taloudelliselta kannalta.

Tuulisähköjärjestelmä

Lähtöaineistossa tuulienergia on esitetty yhtenä mahdollisuutena sen enempää esittämättä laskelmia. Tuulivoimaloiden kokoluokat vaihtelevat muutamasta kilowatista aina 2000 kilowattiin, suurimpien voimaloiden roottorin halkaisija on jopa 80 metriä.

Suuren, energiatalouden kannalta merkityksellisen, tuulivoimalaitoksen sijoittaminen keskusta-alueelle asuin/toimistorakennuksen katolle asettaa suuria haasteita, joista merkittävimmät:

- rakenteelliset haasteet, uudet kuormat rakenteille
- melu, noin 110dB(A)
- kaupunkikuvalliset haasteet

9.7 TOTEUTETTAVUUS

Sähköteknisesti rakennus on kaikilta osin toteutettavissa

10 RAKENNUSAUTOMAATIO

Kohde varustetaan nykyaikaisella rakennusautomaatiojärjestelmällä, järjestelmän laajuus tarkistetaan rakentamispäätöksen yhteydessä vastaamaan uusinta teknologiaa.

11 PALO- JA PELASTUSTURVALLISUUSTARKASTELUT

Käytössä olevien suomalaisten paloturvallisuussuunnittelun menetelmien avulla on mahdollista tehdä korkealaatuisia ja turvallisia korkeita rakennuksia. Paloturvallisuussuunnittelijan tulee kuitenkin ymmärtää käyttämiensä menetelmien soveltuvuusrajat. Esimerkiksi paloturvallisuusmääräyksiä ja niiden soveltamisohjeita tehtäessä ei ole huomioitu mahdollisuutta tehdä lähtöaineistossa esitettyihin korkeuksiin ulottuvia korkeita rakennuksia. Suunnittelijan ei tule tuota lähtökohtaa sivuuttaa, vaan suhtautua matalammassa rakennuksissa hyväksi todettuihin ratkaisuihin kriittisesti ja osaltaan huolehtia että korkeuden seurauksena korostuvat asiat eivät heikennä rakennuksen paloturvallisuustasoa. Hyödyntämällä oletettua palonkehitystä tavanomaisen taulukkomitoituksen tukena voidaan saavuttaa todennäköisimmin turvallisin ratkaisu.

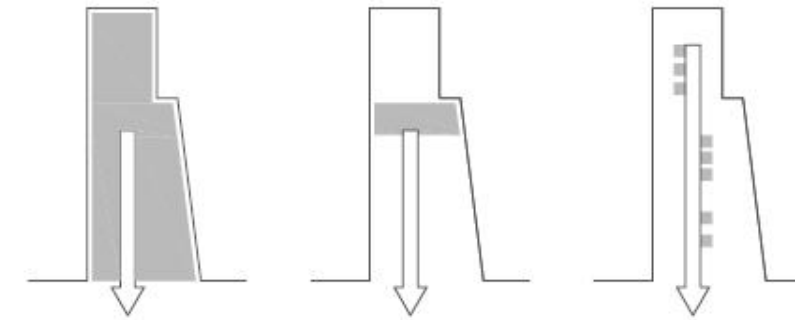
11.1 KORKEIDEN RAKENNUSTEN ERITYISPIIRTEET

Korkeissa rakennuksissa on muutamia erityispiirteitä jotka korkeuden vuoksi vaikuttavat rakennusten paloturvallisuussuunnitteluun matalia rakennuksia enemmän. Nii- tä ovat:

- palokunnan toimintamahdollisuuksien rajallisuus
- palon leviämisen vaaran ylempiin kerroksiin korostuminen (huomioitava myös ulkoseinän aukkojen kautta leviävä palo)
- paine-erojen vaikutus ilmanliikkeisiin

- haastavat poistumisjärjestelyt (pitkät laskeutumiset ja porrashuoneiden mahdollinen ruuhkautuminen)
- paloturvallisuuslaitteiden merkityksen korostuminen, suurempi tarve tavanomaista luotettavammille laitteille

vaiheistettu poistumisjärjestelyiden mitoittamisen epätarkkuuden merkityksen pienentämiseksi. Vaiheistuksen toteutustavasta tulee neuvotella viranomaisten kanssa.



Poistuminen on toteutettu rakennuksissa yleensä täydellisenä hätäevakuointina (vasen kuva), vaiheistettuna hätäevakuointina (keskimmäinen kuva) tai osittaisena hätäevakuointina (oikean puoleisin kuva). (Council on Tall Building and Urban Habitat, 2004)

Suomalaiset paloturvallisuusmääräykset lähtevät ajatuksesta, että liikuntarajoitteiset poistetaan porrashuoneiden kautta. Korkeissa rakennuksissa palokunnalla ei siihen ole kuitenkaan enää riittävästi henkilökuntaa. Suotavaa olisi varautua myös muilla keinoin poistumiseen, esimerkiksi palomieshissin kaltaisesti toteutetun poistuvien ihmisten itse tulipalotilanteessa alas ohjaaman hissien avulla.

Hissievakuointi voidaan mitoittaa myös täysin automatisoidun evakuoinnin mukaan oletetun palonkehityksen perusteella, kun laitteiston toimintavarmuus on varmistettu. Mitoitus voidaan tehdä vertaamalla hissien poistumisaikasimulaatioita pelkkien uloskäytävien avulla tehtyyn evakuointiin. Järjestelyn etuna on sen nopeus tyhjentää rakennus, sekä se että rakennuksen tavanomaisena kulkureitinä toimivat hissit voidaan mahdollisesti kompensoida myös toisena uloskäytävänä.

Hissievakuointi on myös maailmalla kohtalaisen uusi käytäntö, josta ei ole myöskään Suomalaista ohjetta. Maailmalla evakuointikäyttöön soveltuvien hissien rakennuksilta useimmiten vaaditaan:

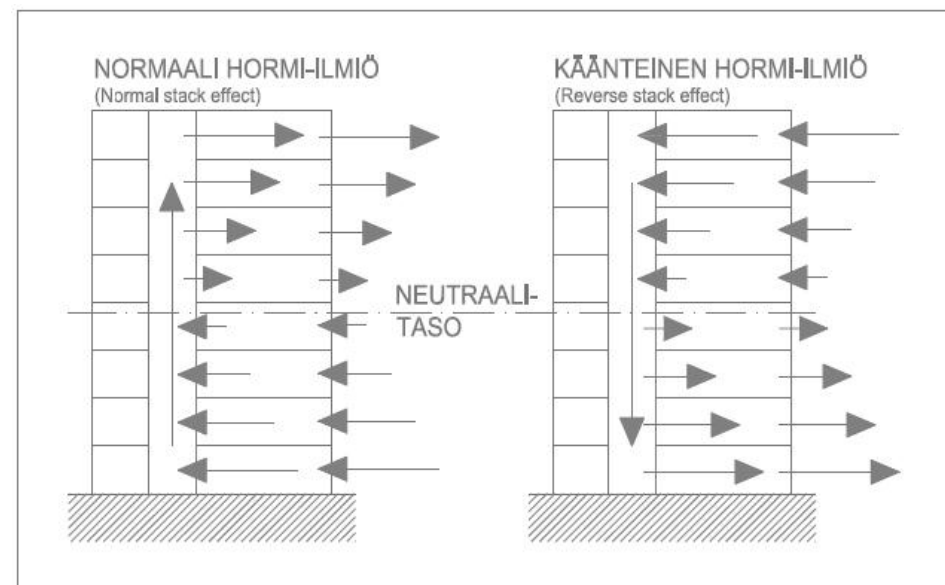
- automaattinen sammutuslaitteisto,
- palolta suojattu ja paineistettu hissiaula,
- hissikuiluilta REI-luokitus, vaikka ne eivät olisikaan rakennuksen olennaisia kantavia osia,
- hyvin luotettavat virtalähteet ja
- veden valuminen hissikuiluun tulee olla estetty rakenteellisesti tai muulla tavoin.

Hissievakuointiin liittyvää tutkimustulosta tehdään, jotta olemassa olevaa käytäntöä voitaisiin kehittää. Keskeisimmät kysymykset, joihin suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota ovat:

- kuinka usein ja minkälaista harjoittelua uudessa rakennuksessa tulee olla, jotta hissejä käytetään?
- mitkä muuttajat vaikuttavat ihmisten hissien ja portaiden mah-

11.2 KORKEUDEN VAIKUTUKSET ILMANLIIKKEISIIN

Rakennukseen vaikuttaa normaalin ilmanvaihdon lisäksi myös hormi-ilmiö. Korkeuden kasvaessa sisä- ja ulkotilan välinen lämpötila voi johtaa suuriinkin paine-eroihin rakennuksen neutraalitason (joka useimmiten sijaitsee rakennuksen keskivaiheilla ja vastaa ulkoilman painetta) molemmiin puolin. Talvella kuilumaisissa tiloissa tästä seuraa useimmiten nouseva ilmanvirtaus (normaali hormi-ilmiö), kun taas kesällä kuilutiloissa voi muodostua merkittävä alaspäin suuntautuva ilmanvirtaus (käänteinen hormi-ilmiö). Hormi-ilmiön vaikutus tulisi ottaa huomioon paloturvallisuussuunnittelussa, varsinkin kun rakennuksessa on automaattinen sammutuslaitteisto ja sen rajoittamien tulipalojen savukaasun luontainen noste on hormi-ilmiötä pienempi. Hormi-ilmiö voi johtaa kylmien savukaasujen kulkeutumiseen kuilumaisissa tiloissa myös alaspäin.



Sisä- ja ulkoilman välisen lämpötilaeron vaikutus ilmanliikkeisiin rakennuksen hormitiloissa. (Society of Fire Protection Engineers, 2002)

11.3 POISTUMINEN KORKEISTA RAKENNUKSISTA

Useimmat poistumisjärjestelyiden suunnittelutavat jättävät ruuhkautumisen porrashuoneissa huomioimatta. Vaarana on että porrashuoneeseen on siirtynyt muista kerroksista niin paljon ihmisiä, että varsinaisesta tulipalokerroksessa joudutaan joutamaan uloskäytävään pääsyä. Poistuminen on valtaosassa korkeita rakennuksia

- dollisimman tehokkaaseen käyttöön?
- ovatko ihmiset suostuvaisia käyttämään hissejä suurissa tulipaloissa vai jäävätkö he suojaan paikalleen?
- olemmeko varmoja että monimutkaiset rakennus- ja viestintä laitteen toimivat riittävällä varmuudella?
- tuleeko tavanomaiset turvatoimet, kuten painorajoittimet, hissien ovien sulkeutumisen estimet ja muut ohjaukset sammuttaa hissien evakuointikäytössä?

Suomalaisissa paloturvallisuusmääräyksien mukaan yli 16 kerroksiset rakennukset on varustettava yhdellä palolta ja savulta suojatulla uloskäytävällä, eli uloskäytävällä johon kulku tapahtuu ulkotilaan avoyhteydessä olevan palosulkutilan kautta. Sen lisäksi muiden uloskäytävien tulee olla palolta suojattuja, eli kulku niihin tapahtuu osastoidun palosulkutilan kautta. Vaatimus palolta ja savulta suojatusta uloskäytävästä rajoittaa uloskäytäväportaiden sijoitusmahdollisuuksia, eikä sellaista ole mahdollista toteuttaa esimerkiksi rakennuksen keskelle. Palolta ja savulta suojattu uloskäytävä on erittäin toimintavarma tapa estää tulipalossa syntyvien savukaasujen kulkeutuminen yhteen porrashuoneeseen kuljettaessa porrashuoneeseen tai porrashuoneen ovien jäädessä auki. Toimintavarmuus on erittäin suuri, koska järjestely rakenteellisesti toteutettu passiivinen suojaustoimenpide joka ei vaadi erillisiä toimilaitteita halutun turvallisuustason saavuttamiseksi.

Ulkomaisissa vertailukohteissa ei paloturvallisuusmääräyksissä ole vaatimusta palolta ja savulta suojatusta uloskäytävästä tai se on voitu korvata varustamalla aulatilalla savunpoistolla tai ylipaineistuksella palolta suojattujen uloskäytävien yhteydessä. Tämä menettely on mahdollistanut porrashuoneiden ja hissien keskittämisen myös rakennuksen keskelle. Lisäksi sen avulla on voitu varmistaa tulipalotilanteessa syntyvien savukaasujen leviämisen estäminen kaikkiin uloskäytäviin. Mikäli palolta ja savulta suojattu uloskäytävä voitaisiin korvata myös Suomessa aulatilalla savunpoistolla tai ylipaineistuksella, tulisi nykyisen turvallisuustason säilyttämiseksi kiinnittää erityistä huomiota laitteiden toimintavarmuuteen ja kunnossapitoon. Passiivisen suojaustoimenpiteen korvaaminen aktiivisin toimenpitein, eli toimilaitteiden avulla jotka käynnistyvät tulipalotilanteessa, tulee vaatimaan tarkempaa suunnittelua.

11.4 ZUCCHIN SUUNNITELMIEN TOTEUTETTAVUUS

Suunnitelman osat, jotka eivät ole toteuttamiskelpoisia

Zucchin suunnitelmissa ylimmissä kerroksissa ei kaikissa vaihtoehdoissa täyty kahden uloskäytävän vaatimus, joiltain osin ei edes yhden uloskäytävän vaatimus toteudu. Näiltä osin suunnitelma ei ole toteutettavissa.

Suunnitelman osat, jotka eivät osittain ole toteuttamiskelpoisia tai jotka vaativat erityissuunnittelua

Ylikorkeissa rakennuksissa kerrososastoinnin toteuttaminen on tärkeämpää kuin normaaleissa rakennuksissa, koska palokunta ei pysty (ylety) estämään palon leviämistä ulkokautta. Suunnittelussa tulisi siten huomioida:

- Kerrosten välissä tulee olla vähintään 1 metrin umpiosat, jotka

vähentävät riskiä palon leviämiseksi ulkokautta. Jos näin ei ole tulee automaattisen sammutuslaitteiston toimintavarmuudelle asettaa erityisen suuret vaatimukset (A-luokan vesilähde)

Rakennus tulee katkaista tehokkaasti palon leviämisen ylöspäin estävin järjestelyin kuten teknisellä kerroksella esim. 8 tai 16 kerroksen välein, jolloin mahdollistetaan sivuttaiset siirtymät porrashuoneissa ja hidastetaan palon leviämistä pystysuunnassa.

Kaksoisjulkisivua ei tulisi käyttää. Jos käytetään, tulee rakenteellisesti estää palon leviäminen kaksoisjulkisivun kautta, mikä on teknisesti vaikea toteuttaa.

- Usean kerroksen korkuiset viherhuoneiksi kaavaillut tilat rakennuksen sisällä voivat olla ongelmallisia paloteknisesti. Jos sellaisia aiotaan tehdä, tulee ne sijoittaa alimpien 8 kerroksen tasolle. Jos tällaisia tiloja tehdään ylemmäksi, vaaditaan erityissuunnittelua ja erityisratkaisuja varmistamaan ettei palo pääse leviämään nopeasti kerrosten välillä.

Nykyisiä palomääräyksiä ei ole kirjoitettu ajatellen näin korkeiden rakennusten poistumista. Seuraavat lähtökohdat tulisi ottaa huomioon:

- Portaiden mitoitus nykyisen mallin mukaan ei välttämättä ole riittävä näin korkeissa rakennuksissa, jos joudutaan koko rakennuksen evakuointiin. Vaiheistetussa evakuoinnissa sen sijaan leveys riittänee. Mitoitusperusteista tulee tarkastella jatko-työskentelyssä.
- Hissievakuointi tulisi sallia (nykyisen E1:n ohje ei laske hissiä uloskäytäväksi). Sekä vaiheittainen että koko rakennuksen evakuointi on huomattavasti nopeampaa, jos hissit ovat käytössä. Tämä edellyttää hissien suunnittelua siten, että niiden käyttövarmuus on hyvä myös palon tai muun onnettomuustilanteen aikana.
- Jatkosuunnittelussa tulisi selvittää mahdollisuutta kaventaa uloskäytävälevyettä tai mahdollisesti jättää toinen uloskäytävä toteuttamatta, jos tukeudutaan täysimittaiseen hissievakuointiin yksittäisen uloskäytäväportaan tukena. Tällöin hissievakuointin luotettavuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Uloskäytäväportaiden ja hissien siirrot rakennuksen keskelle muuntojoustavuuden parantamiseksi sekä tilojen käytön tehostamiseksi tulee tarvitsemaan jatkosuunnittelua. Jatkosuunnittelussa tulee niiden osalta keskittyä poistumisjärjestelyiden toimivuuteen ja käytettävyyden varmistamiseen (savun leviämisen estäminen porrashuoneisiin ja aulaan) sekä mahdollisesti palolta- ja savulta suojatun uloskäytävän korvaavien järjestelyiden toimintavarmuuteen sekä kunnossapitoon.

12 RAKENTAMINEN

Suurpaalujen päälle valetaan paksu peruslaatta, jonka päältä rakennusta lähdetään nostamaan.

Peruslaatan valussa joudutaan käyttämään betonimassan jäähdyttämistä sitoutumisen aikaisen voimakkaan lämmönkehityksen takia.

Jäykistävä keskuskuilu valetaan suurten vaakarasitusten takia paikalla esim. liukuvalumenetelmällä. Betoni voidaan pumpata n.10:n kerroksen korkeuteen saakka. Siitä ylöspäin mentäessä käytetään nosturia tai välipumppausasemia betonin siirtämiseen valettavaan korkeuteen. Paikallavalua jatketaan niin ylös kuin jälkijännitystä tarvitaan. Teräsbetoniosuudella voidaan vaihtoehtoisesti käyttää elementtejä. Elementtien liitoksiin kohdistuvat suuret rasitukset. K80 pilarit asennetaan nostamalla paikoilleen kerroksen korkuisina elementteinä. Korkeissa rakennuksissa niin Suomessa kuin ulkomailla tasot yleensä valetaan paikalla monoliittisuuden voimien hallinnanvarmistamiseksi.

Elementtien nostossa on huomioitava myös tuulen aiheuttamat rajoitukset nostotyölle.

Rakennuksen rungon nostaminen voidaan rytmittää esim. siten, että valetaan keskustornia 5 kerrosta, jonka jälkeen rakennetaan näihin kerroksiin pilarit ja välitasot. Näin edetään aina 5 kerrosta kerrallaan.

Materiaalien nostotöissä voidaan käyttää rakennuksen ulkopuolelle pystytettäviä nostureita. Nostureita korotetaan rakentamisen edistymisen myötä ja ne kiinnitetään rakennuksen runkoon n. 15...20m. välein.

Pientarvikkeiden ja henkilöiden siirrossa voidaan käyttää Kone Oy:n kehittämää Jumplift-menetelmää, jossa nostoon käytetään rakennuksen omia hissejä. Hissikuilua jatketaan ja konehuonetta nostetaan rakennustyön edistymisen mukaan.

Rakennustyön loppuvaiheessa työmaakäytössä olleet hissikorit uusitaan / kunnostetaan.

Alemmissä kerroksissa voidaan henkilökuljetuksiin käyttää myös alimak-nostimia.

Korkeassa rakennuksessa tuuliolosuhteet haittaavat rakentamista huomattavasti matalampia rakennuksia enemmän. Tämä täytyy ottaa huomioon aikataulutuksessa.

13 KUSTANNUKSET

MAAILMALLA TOTEUTETTUIEN KORKEIDEN RAKENNUSTEN KUSTANNUKSIA

KOHDE	VALMISTUMISVUOSI	INDEKSILLÄ KORJATTU KUSTANNUS M€	A brutto m ²	Kustannus / brutto m ²	A netto m ²	Kustannus / netto m ²	RAKENNUKSEN KORKEUS H metriä	KERROSLUKU
Turning Torso, Malmö	2005	170	27 000	6 300	17 500	9 700	190	54
430 East Waterside, Chicago	2010	370	123 000	3000	79 000	4700	265	
Maintower, Frankfurt a M	1999	450	101 000	4450	61 827	7300	200	55
Messturm, Frankfurt a M	1990	350	105 000	3300	61 700	5 700	257	63
Strata Tower, Lontoo	2010	130	39 000	3300	23 000	5700	148	43
Panorama Tower	2008	55	21 000	2600	14 000	3900	70	16
Leppävaaran Tornit	2010	27	11 200	2400	8 000	3400	70	20

Osa pinta-aloista on arvioitu suhdelukujen perusteella, kun tiedossa on ollut vain joko netto- tai bruttoala. Julkisivumateriaalina useissa tapauksissa on lasi-alumiini kerroksen korkuisina elementteinä. Yllämainittujen kohteiden kustannuksissa on mukana myös perustamiskustannukset.

Julkisivu kustannukset Englannissa ovat tyypillisesti olleet 700 – 850 €/julkisivum² (Arup). Kaksoisjulkisivun lisäkustannukset ovat Nokian pääkonttorin kokemusten mukaan sovelletuna korkeaan rakennukseen n 600 €/julkisivum². Nykykäsityksen mukaisen lämmöneristystason soveltaminen nostaa jonkin verran em. kustannuksia.

Normaalivarusteisen toimistorakennuksen br-m² kustannus ilman paalutus ja tontti-kustannuksia vaihtelee 1500...2000 €/m² välillä ja asuinrakennuksen 2000...2500 €/m² välillä (alv 0%). Korkeassa rakennuksessa kuilujen suhteellinen osuus kasvaa ja rakennuksen korkeus tuo lisää haasteita rakentamiseen. Näistä johtuen kustannukset voivat olla n. 20% yllämainittuja suurempia.

Pasilan tornissa T5 paalutuksen kustannus on arviolta 3 M€ ja massiivisen pohjalaa-tan kustannus n. 2M€. Käytettäessä kaksoisjulkisivua, voi kustannus netto-m² kohti nousta n. 400...500€.

Pasilan tornin kustannukset

Pasilan tornissa on 32673 brutto-m², joista asuntojen osuus on 15480m² ja toimistojen osuus 17193m². Vastaavasti tornissa on 18979 netto- m², joista asuntojen osuus on 8283m² ja toimistojen osuus 10446m².

Edellä mainittujen kustannustietojen mukaan laskettuna toimistotilojen kustannus on n. 2200...2900€/brutto-m² ja n. 4800...5800€/netto-m² (alv 0%).

Asuntojen kustannus on vastaavasti laskettuna n. 2900...3500€/brutto-m² ja n. 3200...4200€/netto-m² (alv 0%).

Kustannuksissa on huomioitu tornin paalutus, massiivinen pohjalaatta ja kaksoisjulkisivu.

kerrokseen joko torninosturilla, joka sivusuunnassa tuetaan jo tehtyyn rakennuksen osaan tai pumpaamalla käyttäen paineenkorotusasemia joillakin välitasoilla.

Tornin julkisivuratkaisut on suunnittelun yhteydessä tutkittava huolellisesti. Verho-seinäratkaisu ei sellaisenaan täytä rakennuksen ekologisia tavoitteita ja kaksoislasi-julkisivu on lähtöaineiston mukaisena palotilanteessa ongelmallinen.

Myös julkisivujen huoltomenetelmä on ratkaistava jo suunnittelun alkuvaiheessa.

Lumen ja veden putoaminen vinolta katolta on estettävä. Tuulen vaikutuksesta räystäille voi kertyä "lumipalteleita" sopivissa olosuhteissa. Näiden muodostumista voidaan vähentää räystään muotoilulla, mutta tuskin kokonaan poistaa. Räystäskaistan lumisuutta tai jäätymistä voidaan estää lämmityksellä.

Kone Oy:n selvityksessä talon tyhjennys- ja evakuointiajat on simuloitu talon asukas- ja työntekijämäärälle, 1179 hengelle. Evakuointiaikaskenaariossa on kaksi lähestymistapaa – käytetään evakuointiin joko portaita ja määriteltyjä hissiryhmiä, tai portaita ja yhtä vammaishissiä per hissiryhmä.

L2 Oy:n selvityksen mukaan useimmat poistumisjärjestelyiden suunnittelutavat jätävät ruuhkautumisen porrashuoneissa huomioimatta. Vaarana on että porrashuoneeseen on siirtynyt muista kerroksista niin paljon ihmisiä, että varsinaisesta tulipalokerroksessa joudutaan jonottamaan uloskäytävään pääsyä.

Tornin suunnitteluvaiheessa on tutkittava huolellisesti, minkälaisia poistumistiejärjestelyjä käytetään ja millä edellytyksillä hissievakuointi voidaan sallia.

Ulkomaisissa vertailukohteissa ei paloturvallisuusmääräyksissä ole vaatimusta palolta ja savulta suojatusta uloskäytävästä tai se on voitu korvata varustamalla aulati-la savunpoistolla tai ylipaineistuksella palolta suojattujen uloskäytävien yhteydessä. Tämä menettely on mahdollistanut porrashuoneiden ja hissien keskittämisen myös rakennuksen keskelle.

Energialuokkavaatimukset ovat muuttumassa vuonna 2012 ja todennäköisesti myös kiristymässä ennen kohteen toteuttamista. Tämänhetkisen käsityksen mukaan rakennus on mahdollista toteuttaa energialuokkaan B käyttämällä hyviä rakenteita ja energiatehokkaita taloteknisiä ratkaisuja. Energialuokka A vaatii uusiutuvaa omavaraisuusenergian käyttöä. Perusteluiksi omavaraisuusenergian käytölle ei riitä investoinnin takaisinmaksuaika energiasäästönä. Perusteluina tulee käyttää ekologisuutta ja siitä saatavia hyötyjä.

Rakennuksen korkeuden takia suositellaan sähkönsyötön varmistamista liittymäjärjestelyin eli sähkönsyötön suositellaan kahdelta eri energialaitoksen sähköasemalta.

Järjestelmiä, joiden liittäminen varavoimaan suositellaan, ovat hissit, koneellinen savunpoisto ja sprinkler.

14 YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPITEET

Suunnitelmassa esitetty kerroskorkeudet (toimisto osalla 4 m ja asunto osalla 3,5 m) ovat aika suuria. Pilarilaattavälipohjan paksuus on 300 mm. Kerrosten suuren lukumäärän takia kerroskorkeuden merkitys kustannuksiin ja tornin korkeuteen on tavallista suurempi. esimerkiksi 300 mm pienemmillä kerroskorkeuksilla saadaan joko kolme kerrosta lisää tai 12 metriä matalampi torni.

Uloskäytäväportaat tulisi sijoittaa rakennuksen ytimen ympärille pois ulkoseinältä, jotta rajatusta pohja-alasta voidaan hyödyntää kaikki julkisivu-ala.

Tornin tarvittavan jäykkyyden aikaansaaminen voidaan ratkaista joko keskuskuilun jäykkyydellä tai ristikoimalla julkisivut ympäri rakennuksen. Vertikaaliliikenteen järjestämiseen tarvittava suuri keskuskuilu voidaan tehokkaasti käyttää aikaansaamaan riittävä jäykkyys. Pilarit saavat tällöin vain pystykuormaa. Julkisivujen ristikointivaihtoehdossa keskuskuilu saa vain pystykuormia ja pilarikoko jonkin verran kasvaa kuiluvaihtoehtoon verrattuna. Rakennuksen prismamaisen vaakaleikkauksen, tornin korkeuden ja ihmisen herkkyuden aistimaan vaakakiihtyvyyttä takia tuulitunnelikoheet ovat tarpeen rakennuksen käyttäytymisen varmistamiseksi lasketulla tavalla.

Julkisivun "loveuksien" yläpuolisten tasojen (yli 20 kpl) kulma kannatetaan voimien kannalta sopivaan kaltevuuteen asennettavilla pilareilla tai vetotangoilla.

Toteutetuissa kohteissa korkeiden rakennusten välitasot on toteutettu useimmiten paikallavaletulla betonilla sekä Suomessa että ulkomailla. Betoni nostetaan ylimpiin

15 LIITTEET**ARKKITEHTIPIIRUSTUKSET:**

- Havainnekuvat
- Pohjavaihtoehdot, sisäänkäyntitasot
- Pohjakuvat, asunto- ja toimistokerros
- Pohjakuvat, ylimmät kerrokset
- Pohjakuvat, alimmat kerrokset
- Julkisivut, luode ja pohjoinen
- Julkisivu, kaakko
- Pinta-alajakautuma, asunto- ja toimistopohja
- Vaihtoehtokaaviot, pohjaratkaisu
- Julkisivuelementtiesimerkki
- Lämpötilan vaihtelut kaksoislasijulkisivussa
- Lyhennelmä Deutche Post-rakennuksen julkisivusta
- Lyhennelmä Deutche Post-rakennuksen ilmanvaihdosta
- Ulkomaiset tornitaloesimerkit pohjaratkaisuineen

RAKENNEPIIRUSTUKSET:

- Torni T5 Pasila pilarit ja kantavat seinät
- Torni T5 Pasila teknisiä kaavioita

LVIS-PIIRUSTUKSET:

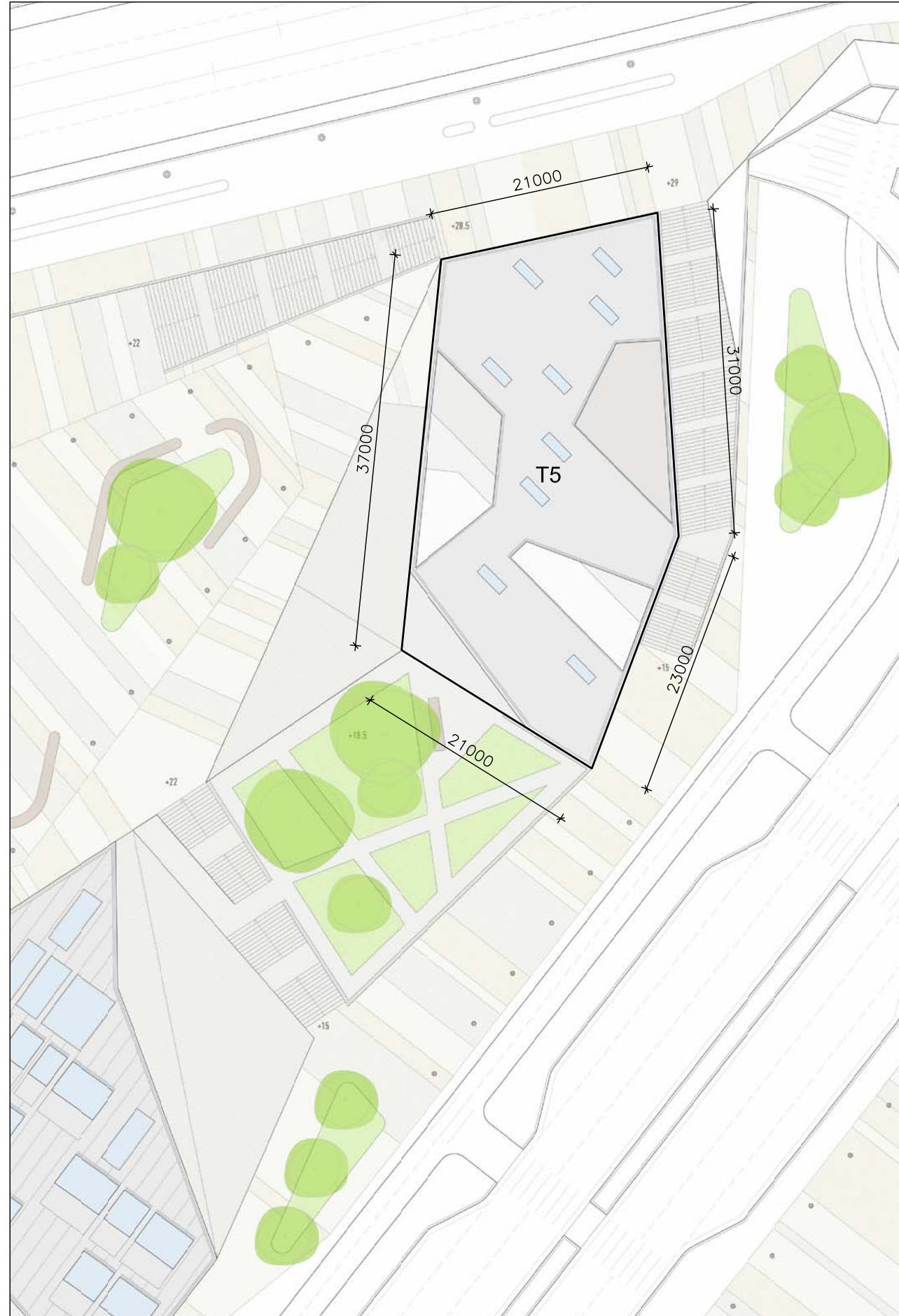
- Tekniikan tilavaraukset ja ilmanvaihdon toimintaperiaate

HISSISUUNNITTELUN LIITTEET:

- Pasia, Torni 5 Liikenneanalyysi 2010-09-18



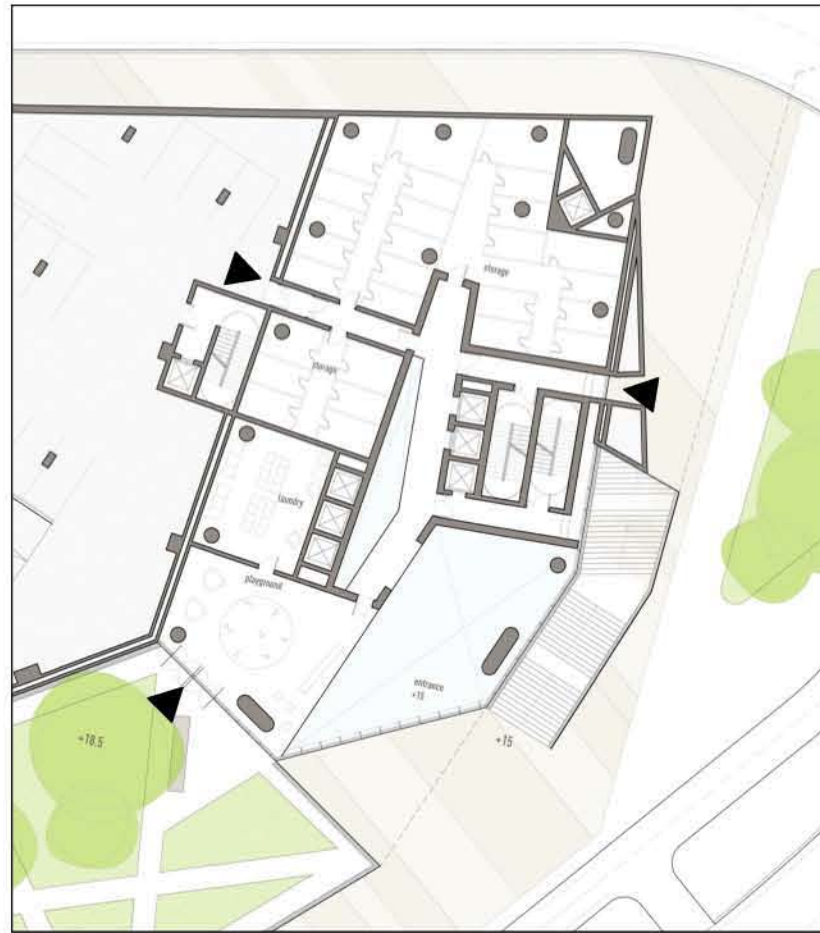
Havainne 1:2000



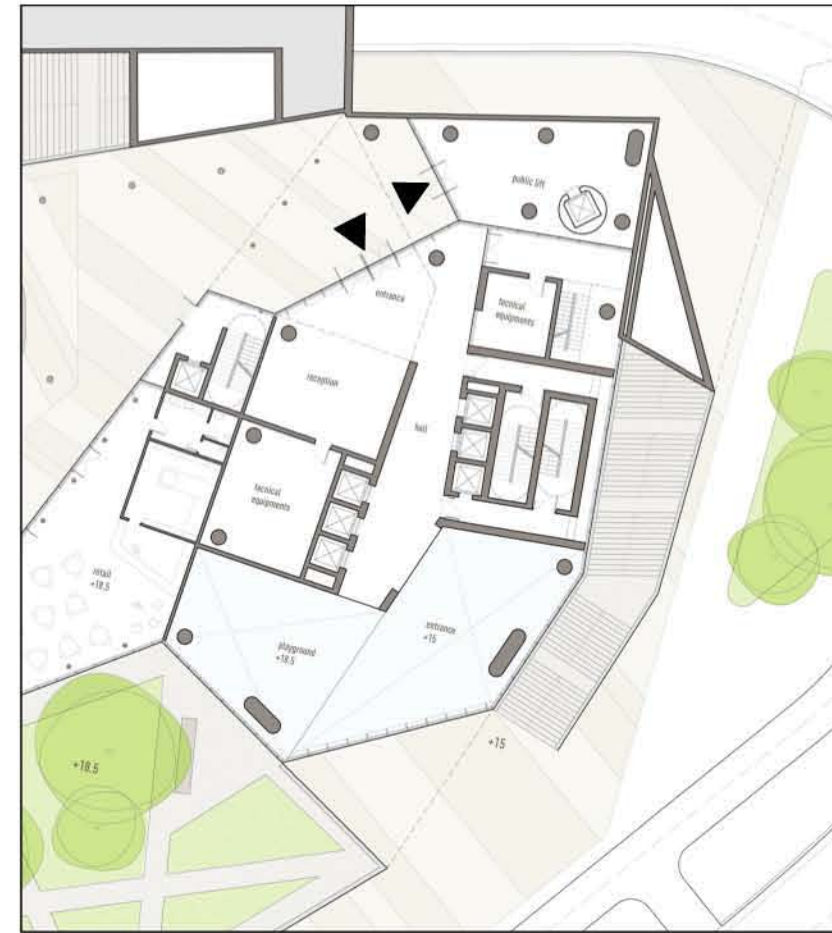
Havainne 1:500



Taso +15.0



Taso +18.5



Taso +22.0



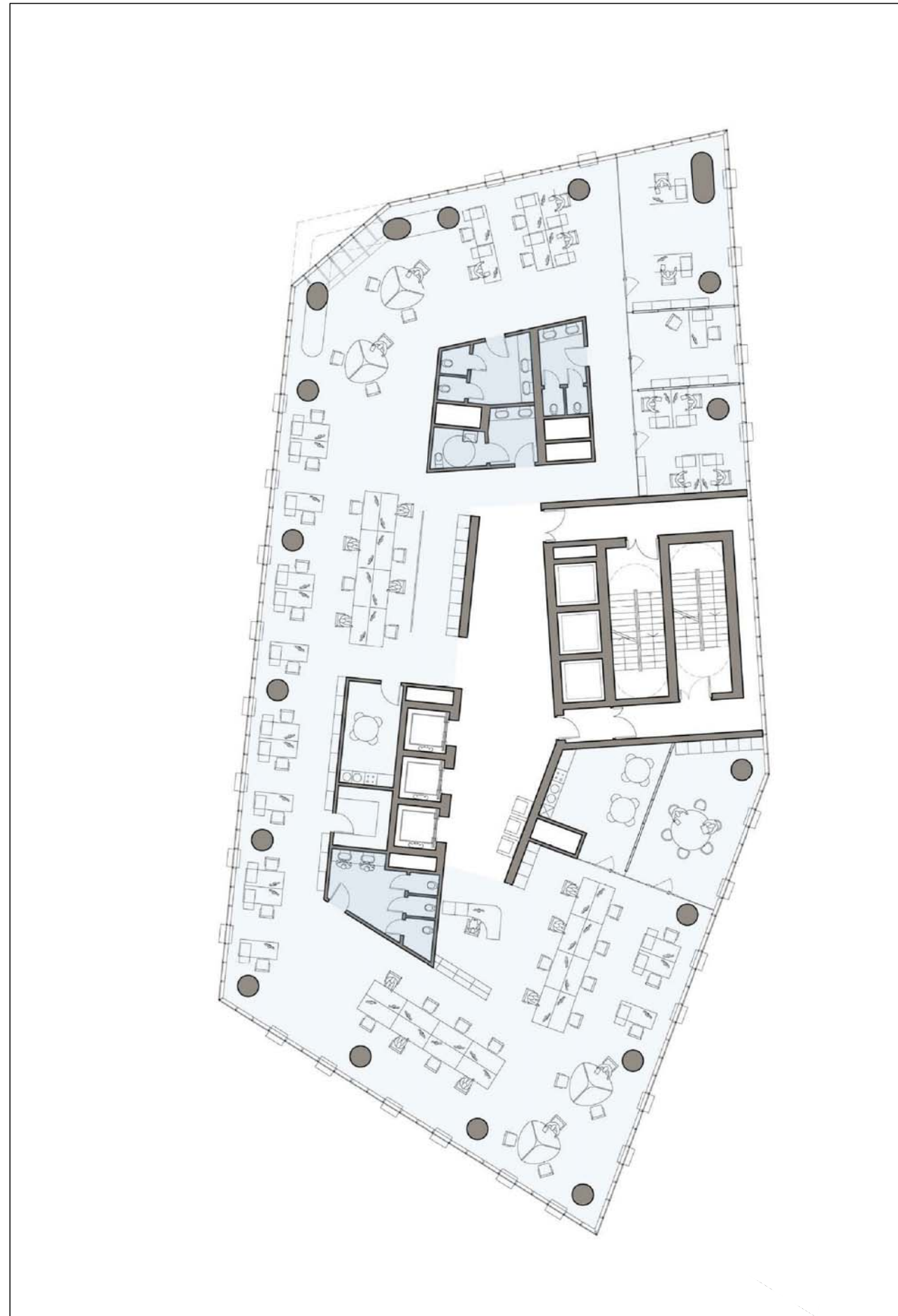
Taso +25.5



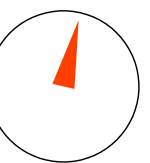
Taso +29

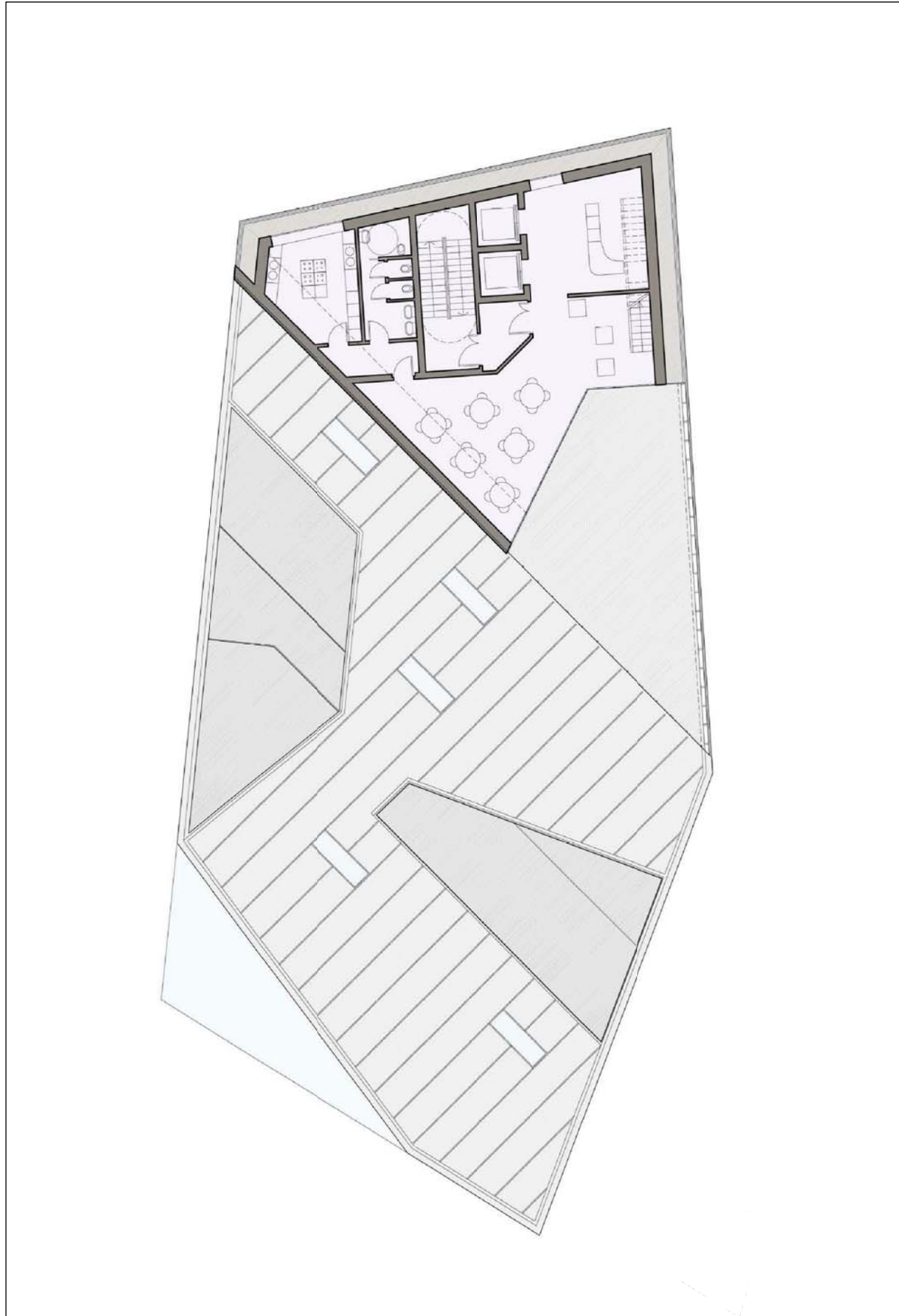


Tyypillinen asuntopohja (+93.0) 1:250

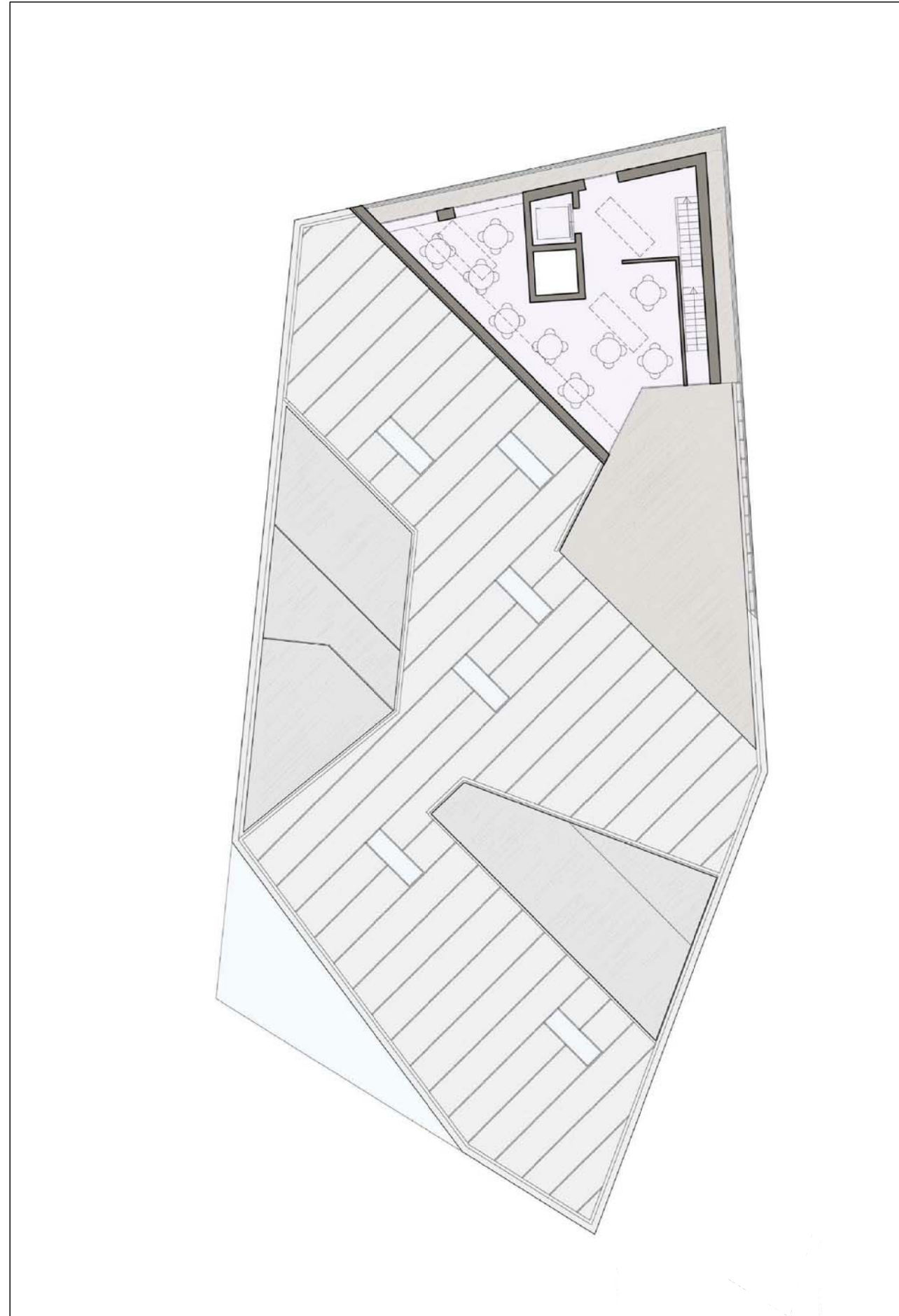


Tyypillinen toimistopohja (+69.0) 1:250

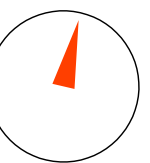


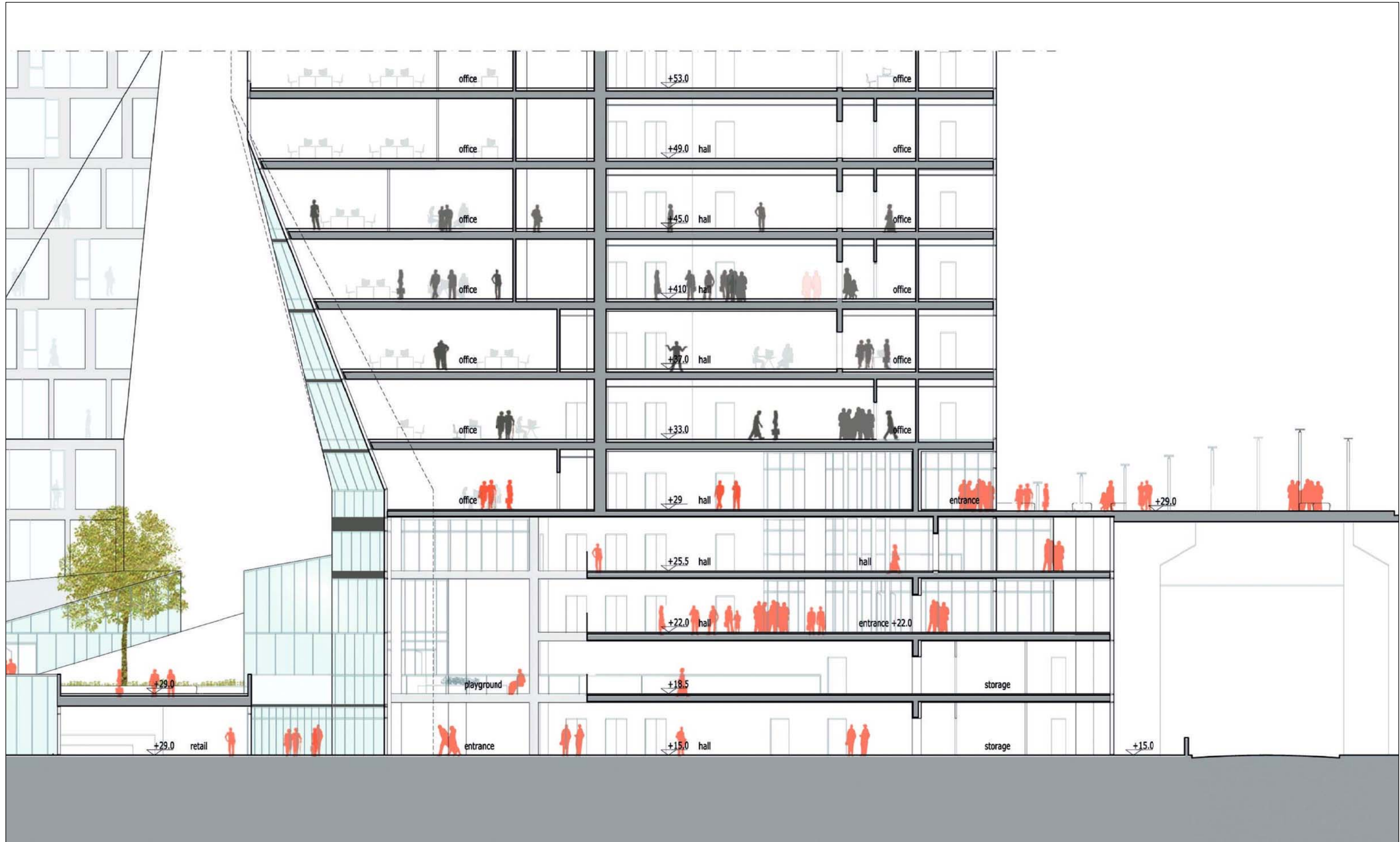


Toiseksi ylin ravintolakerros (+156.0) 1:250



Ylin ravintolakerros (+159.5) 1:250





Aulaleikkaus 1:200

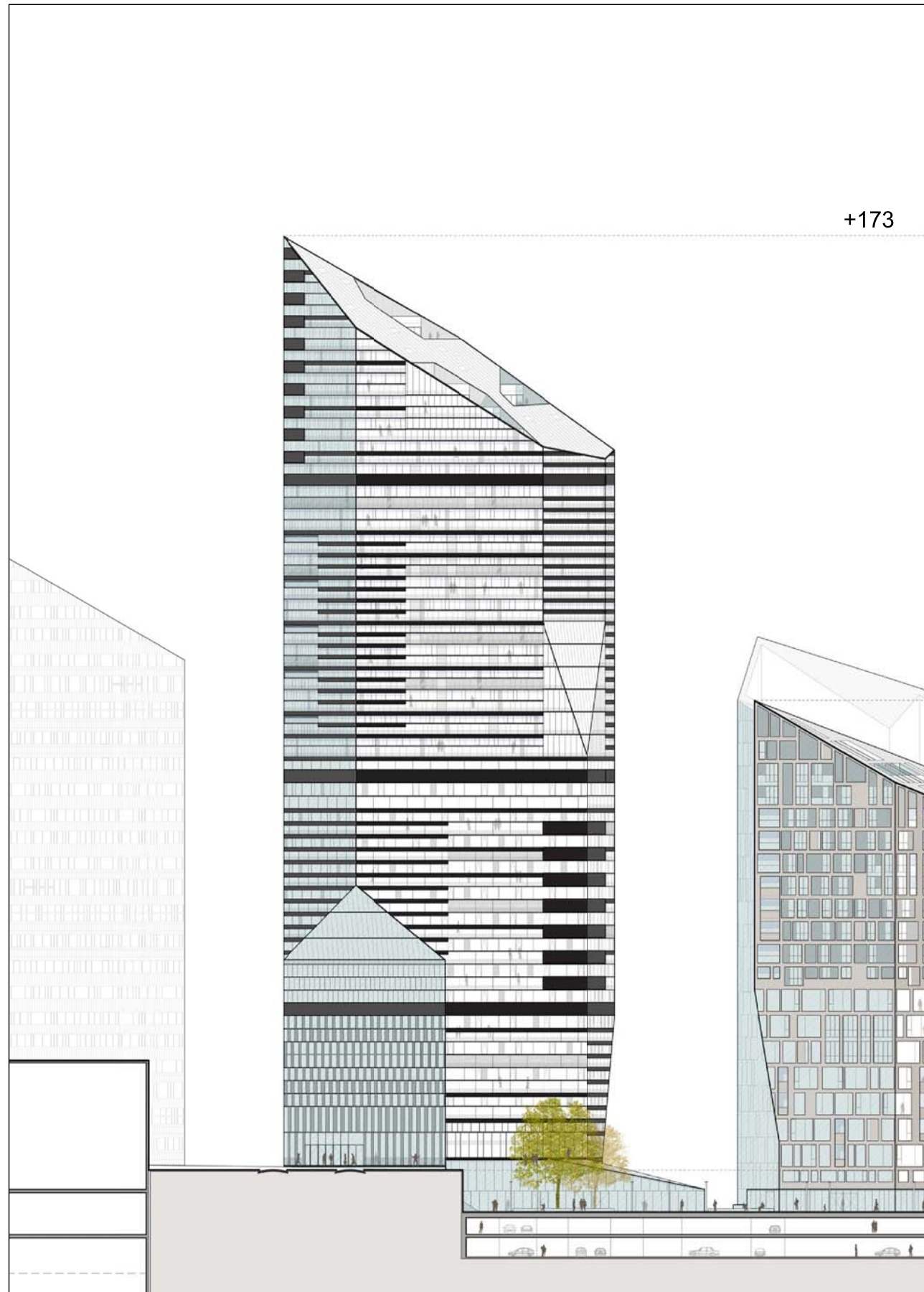
1717

Copyright © Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy

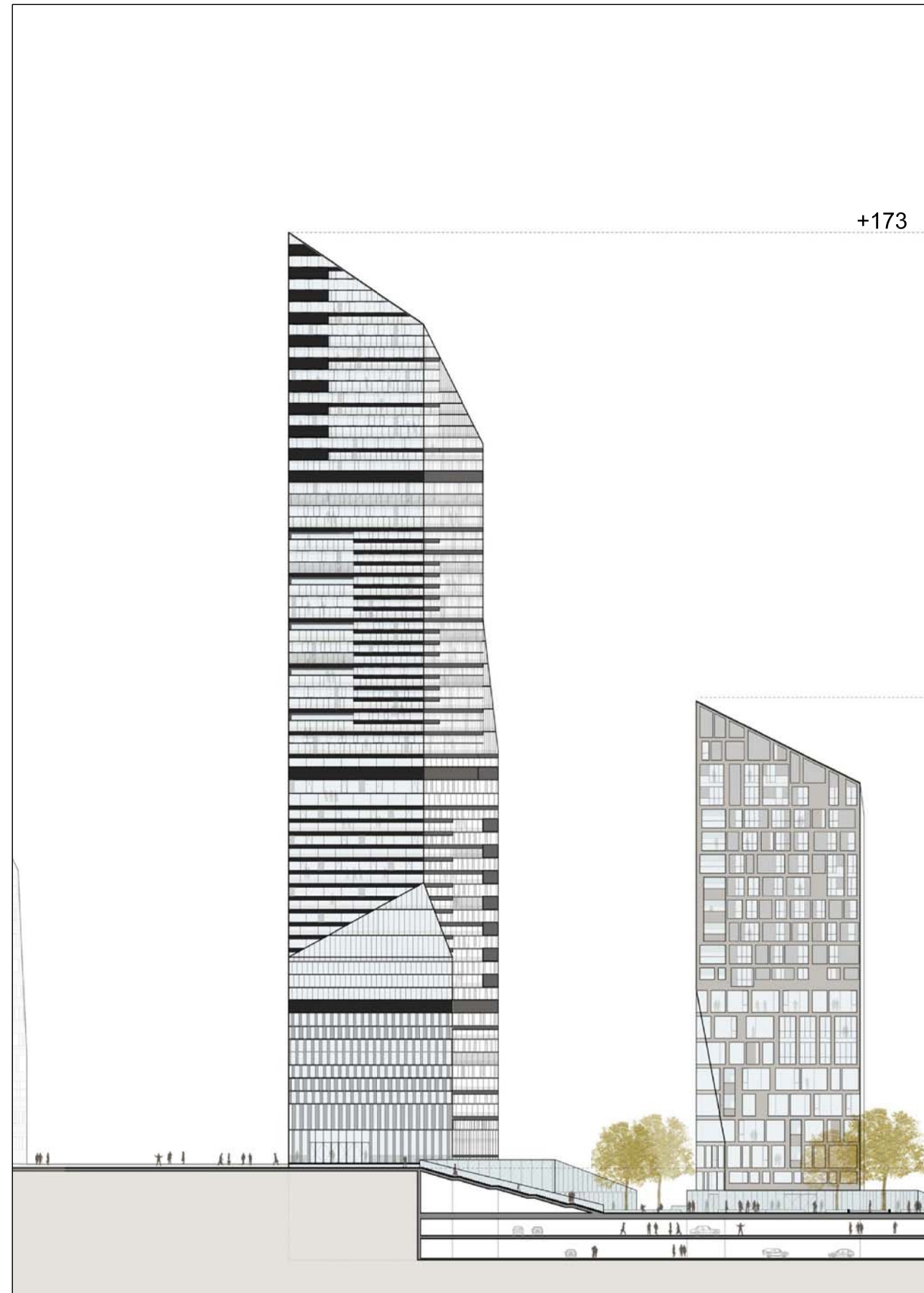
PASILAN TORNI T5
 RAKENNETTAVUUSTUTKIELMA
 LÄHTÖAINEISTOANALYYSI

1:200
 17.11.2010

INNOVARCH
 Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy
 Innovarch Architects
 Piispanpelto 3, 02200 Espoo, Finland
 +358 (0)20 7621 600



Julkisivu luoteeseen 1:500



Julkisivu pohjoiseen 1:500

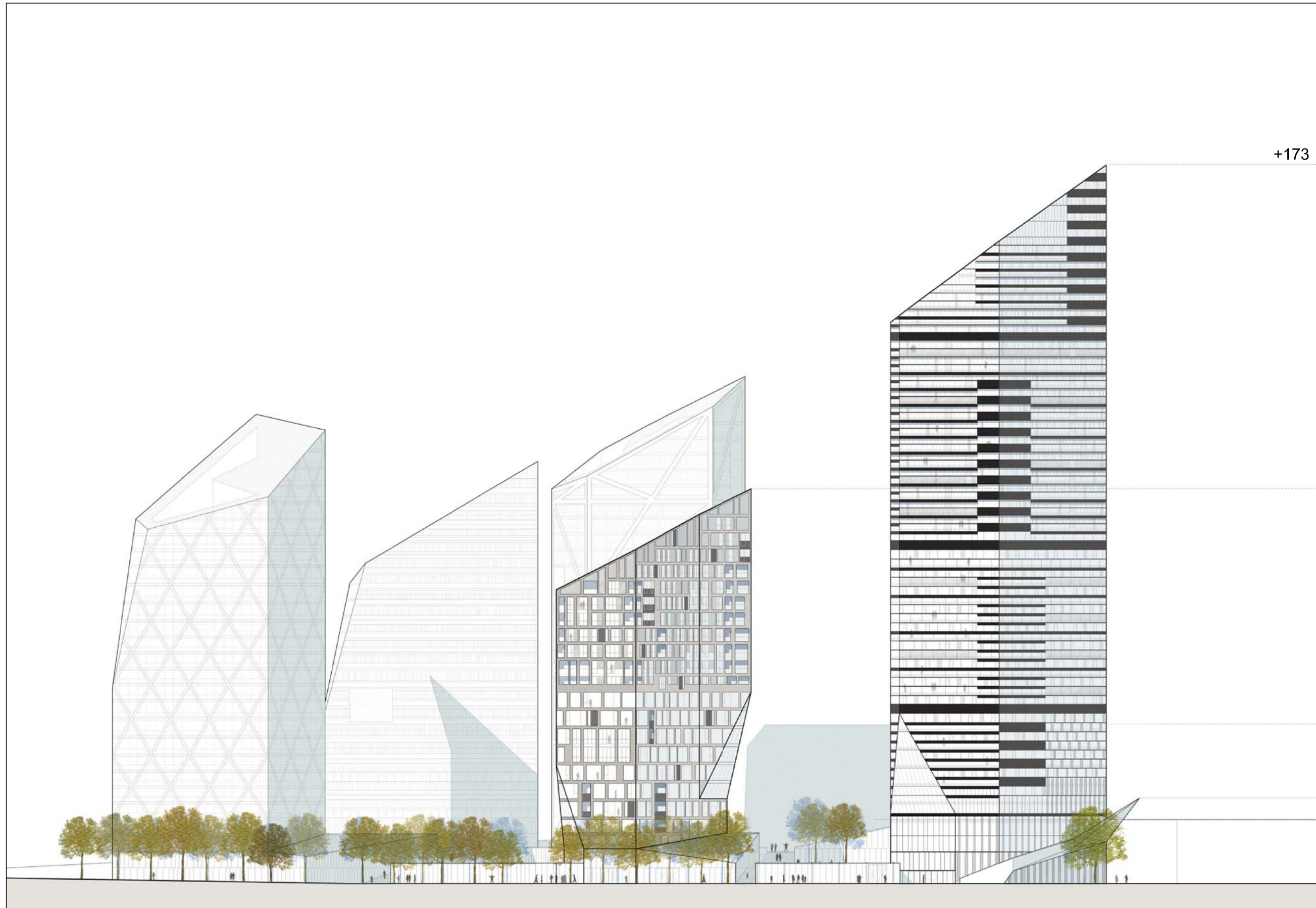
1717

Copyright © Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy

PASILAN TORNI T5
 RAKENNETTAVUUSTUTKIELMA
 LÄHTÖAINEISTOANALYYSI

1:500
 17.11.2010

INNOVARCH
 Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy
 Innovarch Architects
 Piispanpelto 3, 02200 Espoo, Finland
 +358 (0)20 7621 600



Julkisivu kaakkoon 1:500

1717

Copyright © Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy

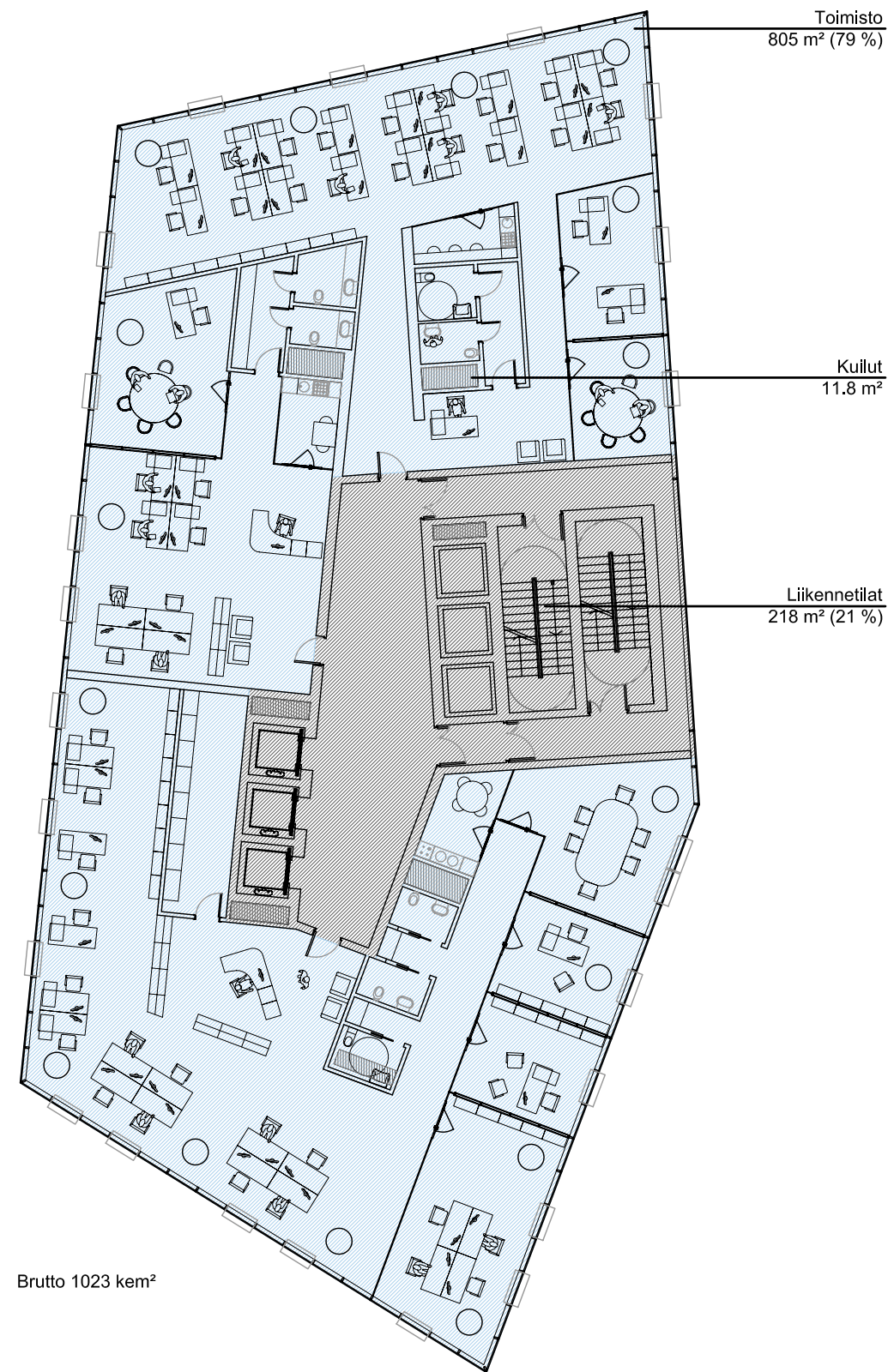
PASILAN TORNI T5
RAKENNETTAVUUSTUTKIELMA
LÄHTÖAINEISTOANALYYSI

1:500
17.11.2010

INNOVARCH
Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy
Innovarch Architects
Piispanpelto 3, 02200 Espoo, Finland
+358 (0)20 7621 600



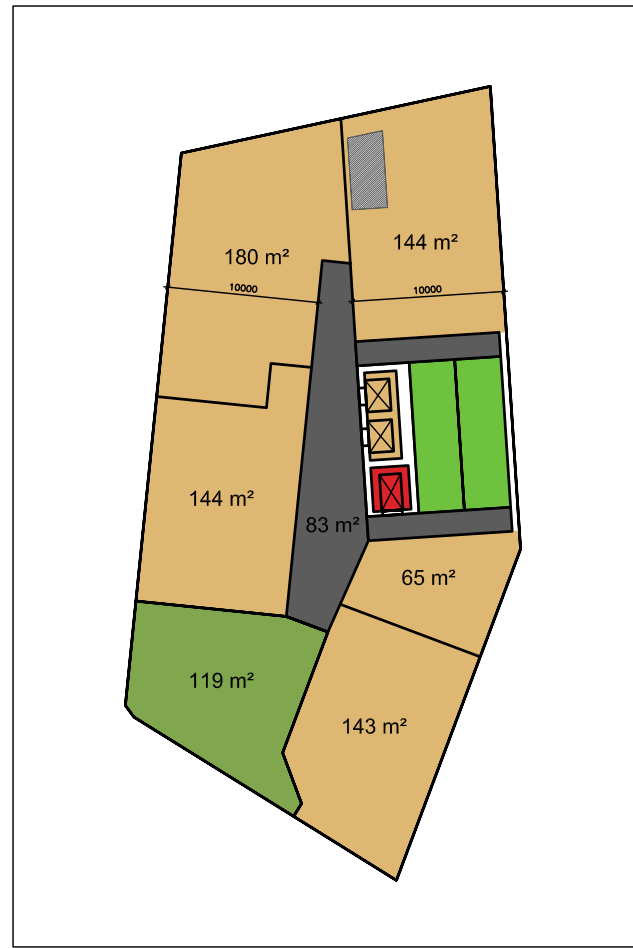
Pinta-alajakauma asuntopohjassa (+93.0) 1:250



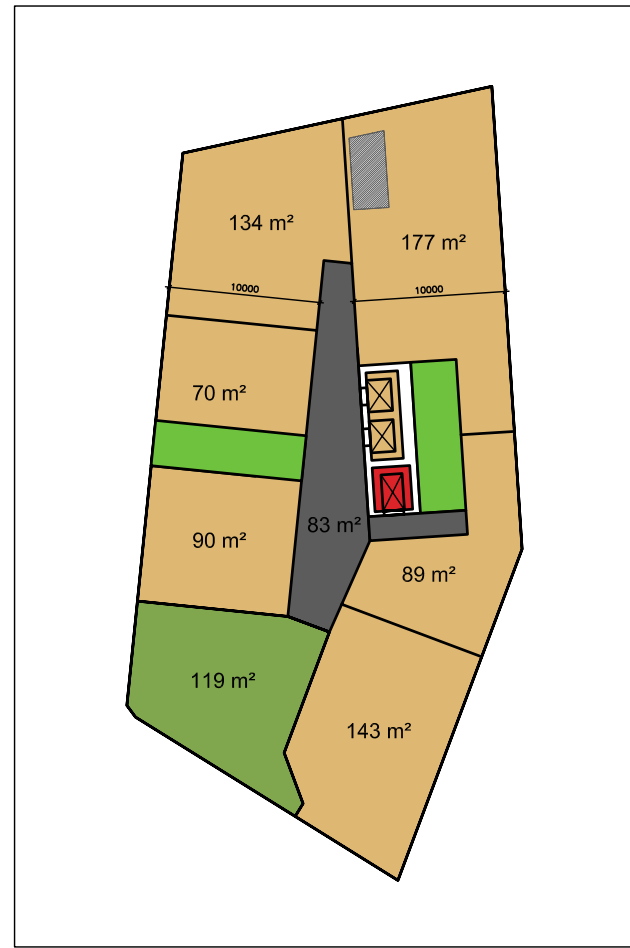
Pinta-alajakauma toimistopohjassa (+85.0) 1:250



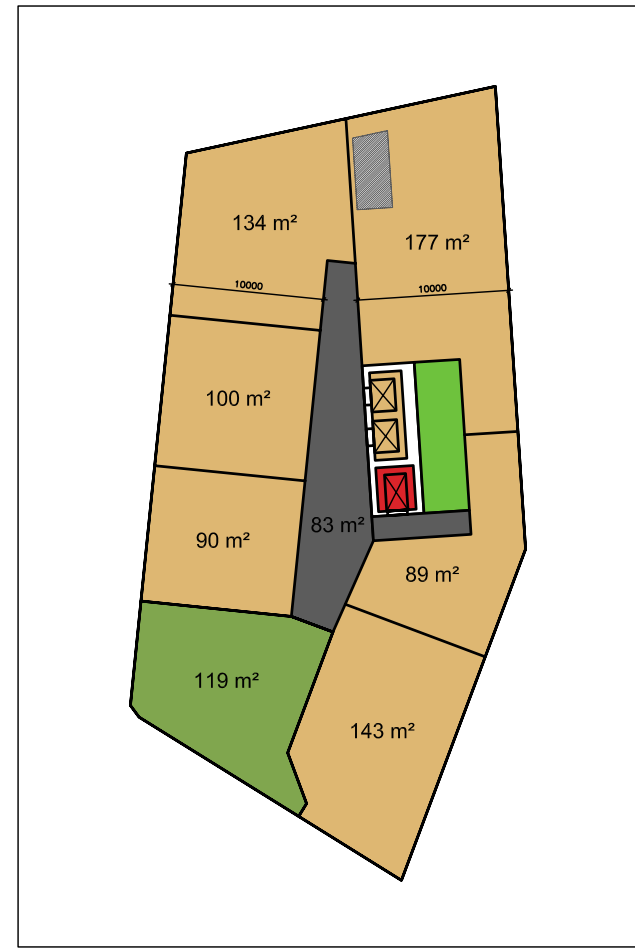
Lähtöaineiston pohja (+93.0, 4 asunto kerroksessa) 1:250



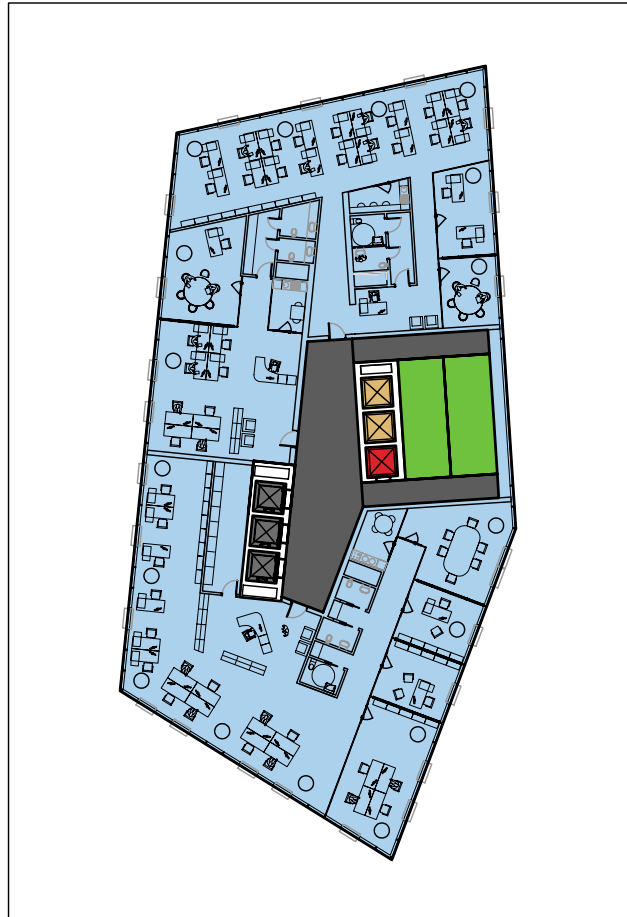
Kaavio: 2 poistumistieporrasta, 5 asuntoa kerroksessa 1:250



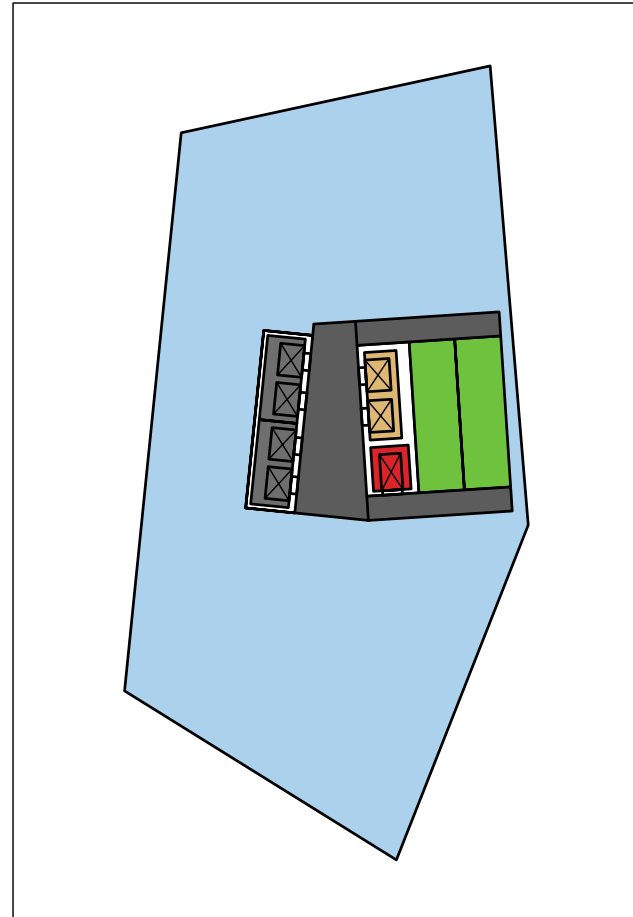
Kaavio: 2 poistumistieporrasta, 6 asuntoa kerroksessa 1:250



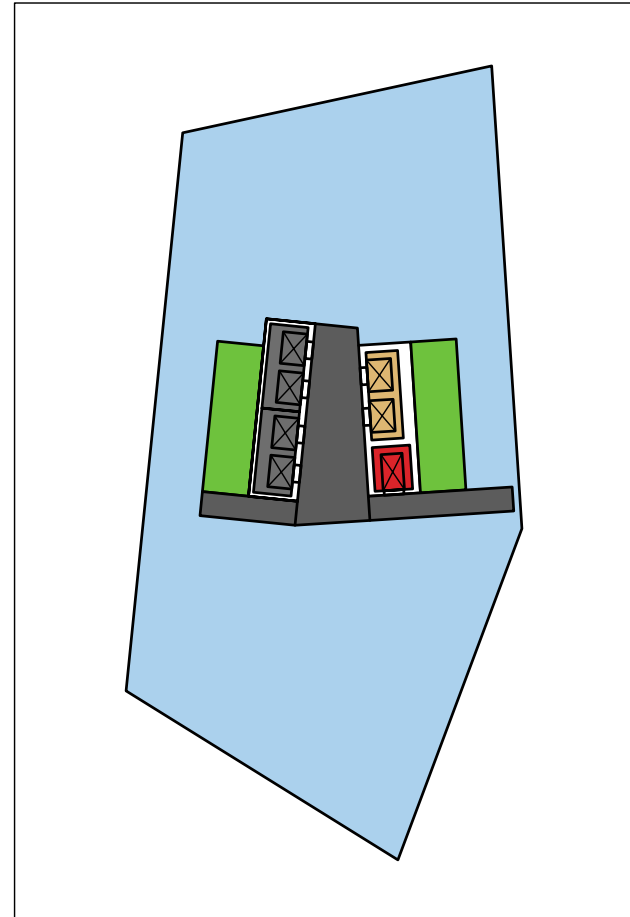
Kaavio: 1 poistumistieporras, 6 asuntoa kerroksessa 1:250



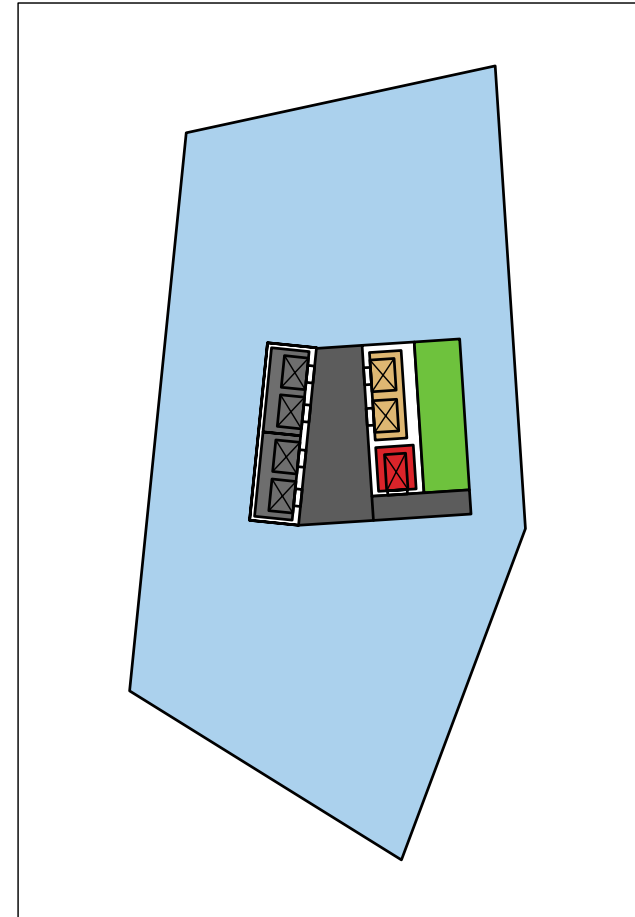
Lähtöaineiston pohja (+85.0) 1:250



Kaavio: 1 lisähissi toimistolle 1:250



Kaavio: 1 lisähissi toimistolle, poistumistieportaat kullun ympärillä, 1:250



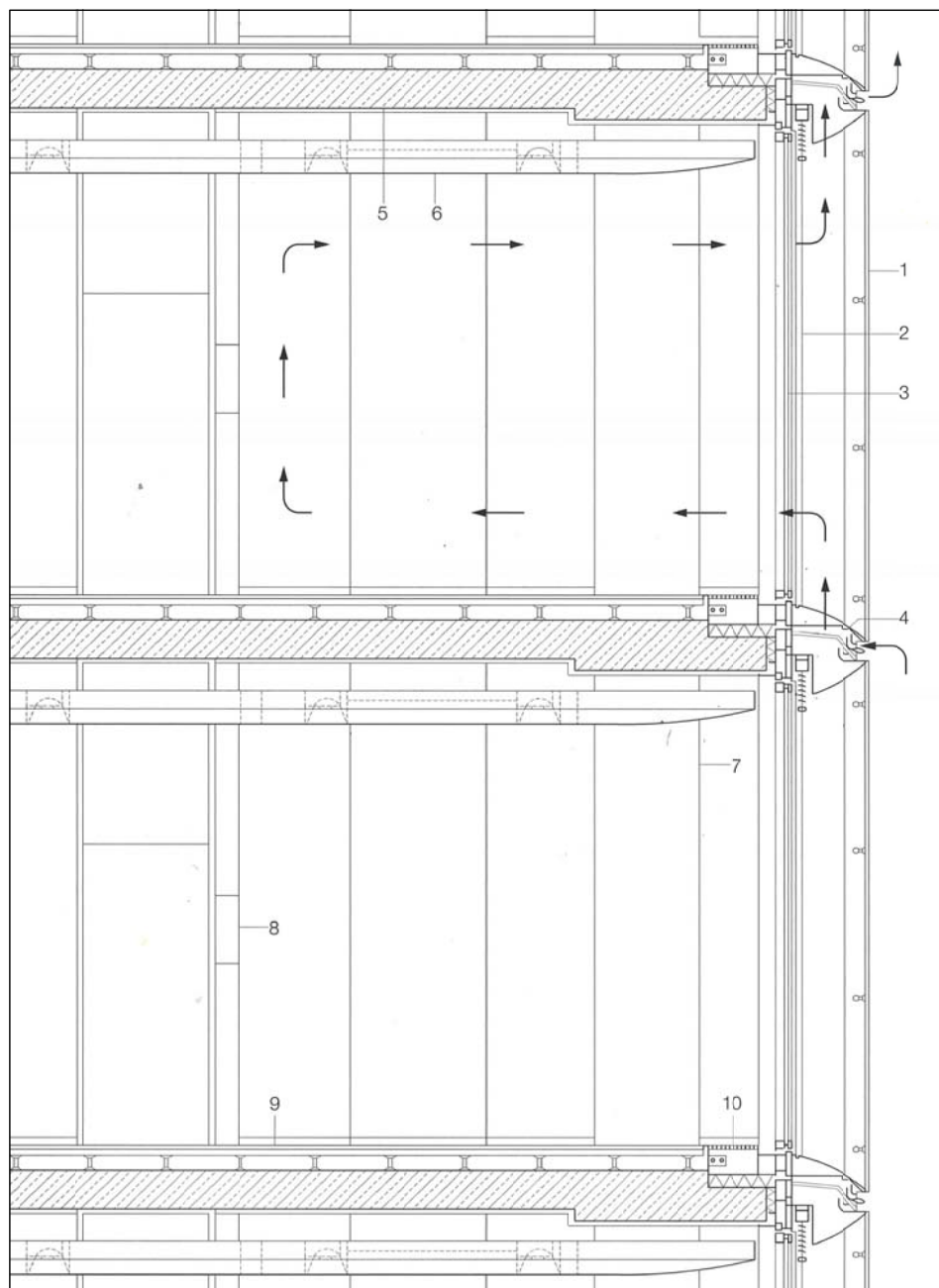
Kaavio: 1 lisähissi toimistolle, vain yksi poistumistieporras (hissipoistuminen) 1:250



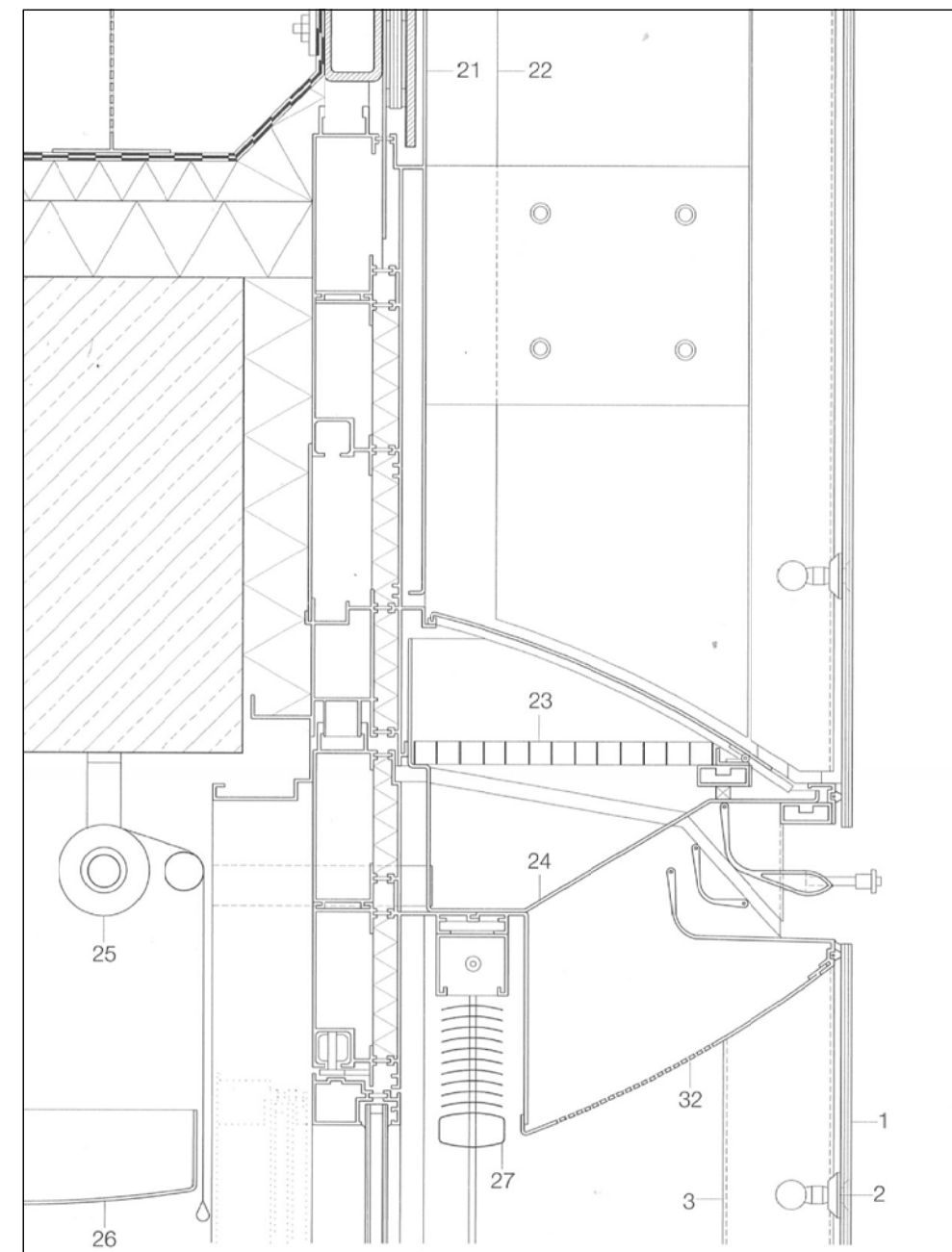
Näkymä sisältä



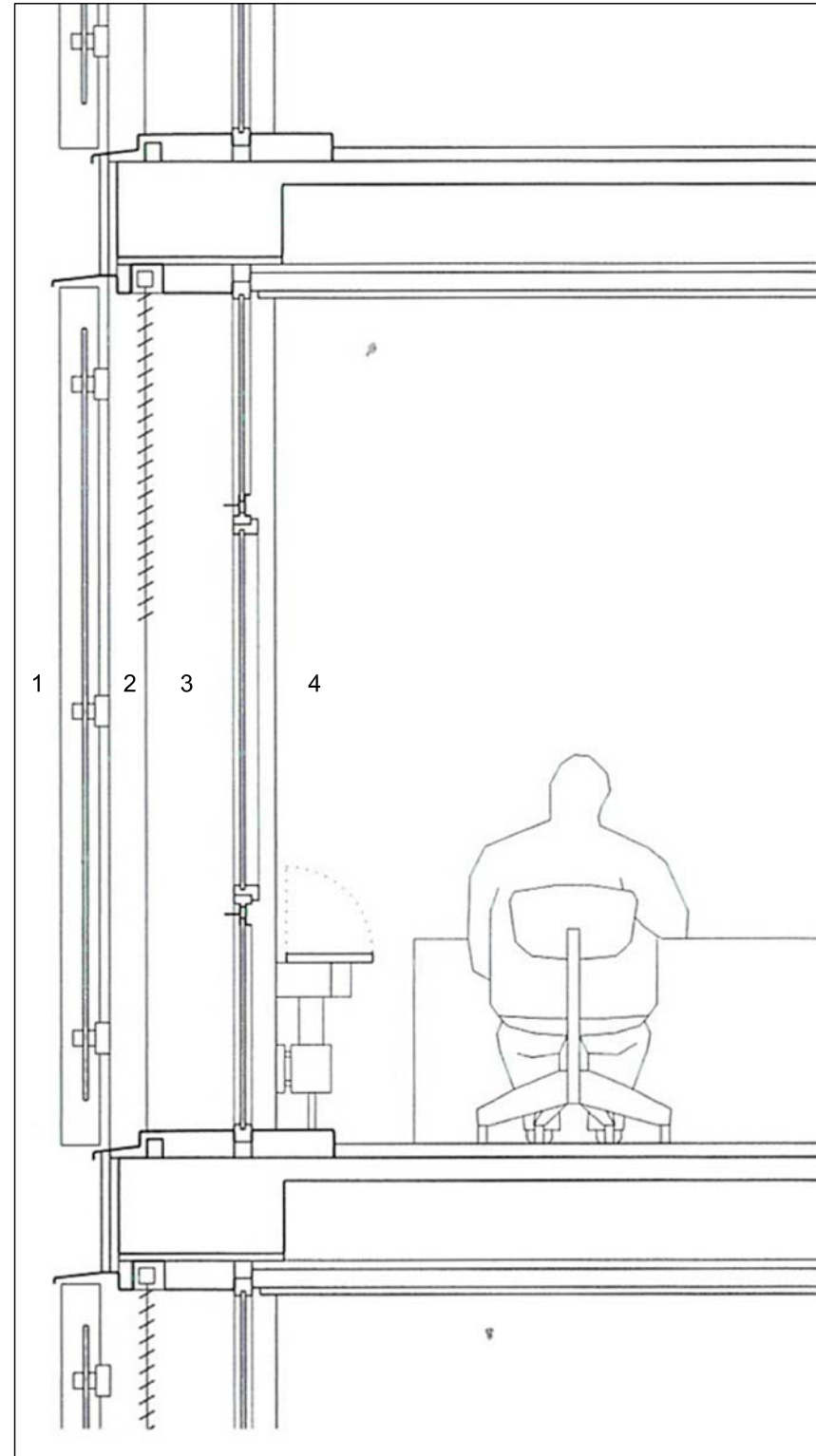
Kaksolasijulkisivuelementti ulkoapäin



Esimerkkileikkaus elementin sijoittelusta kerrokseen



Detalji kerrosten välisestä yksiköstä

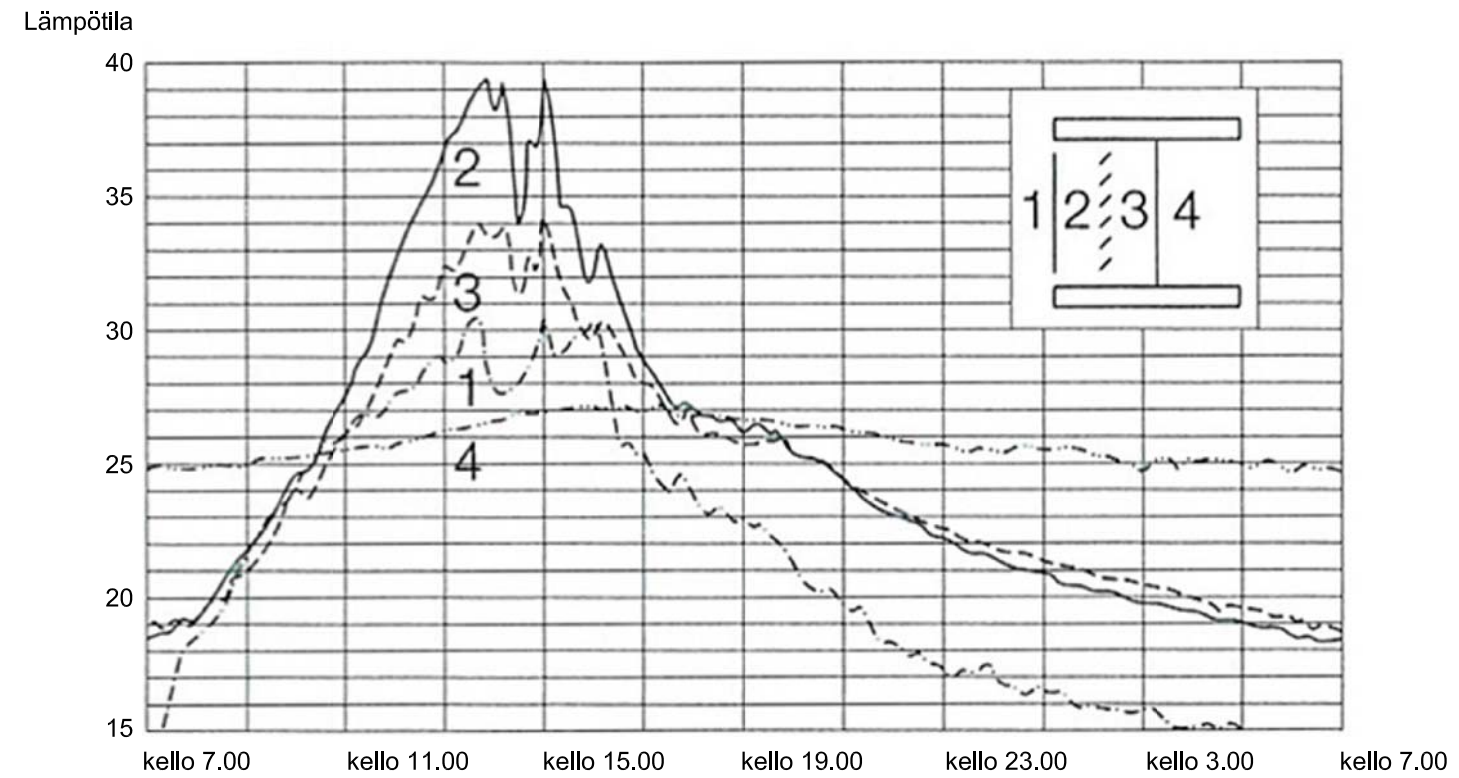


Kaksolasijulkisivuelementti ulkoapäin

Tutkimus lämpötilan vaihteluista kaksoislasijulkisivussa

Saksassa on tutkittu erilaisten julkisivuratkaisujen energiataloutta. Kaksoislasijulkisivut tasaavat lämpötilan vaihteluja sisätilassa, kuten näkyy alla Stuttgartissa sijaitsevan toimistorakennuksen tarkastelusta. Lämpötilat mitattiin eri vuorokauden aikoina julkisivun eri osista, nämä kohdat ovat merkittävänä esimerkkileikkaukseen.

Tämän rakennuksen lisäksi on tutkittu esimerkiksi Deutsche Post AG:n julkisivuja, joista lyhennelmät ovat liitteenä.



- 1 Lämpötila ikkunan pinnassa
- 2 Lämpötila sälekaihtimen ja sisemmän lasielementin välissä
- 3 Ympäriöivä lämpötila
- 4 Huonelämpötila

The Transparent High Rise Building of Deutsche Post in Bonn

Werner Sobek, Wolfgang Sundermann
Werner Sobek Ingenieure GmbH&CO.KG

Keywords

1 = Transparency 2 = High Rise Building 3 = Twin facade 4 = Shingled facade 5 = Skygarden
6 = Glass floors 7 = High terrace 8 = Penthouse

Introduction

Transparency in high-rise buildings is achieved through the facades, through fine constructions near the facades, and through open floor space in the central areas of the building. In order to realise such transparency, it is on the one hand necessary to find alternatives to the classical tube system for the primary construction. On the other hand it is essential to create secondary structures that are as delicate as possible.

The new headquarter of the Deutsche Post AG in Bonn was finished at the end of 2002 (fig. 1). The design of the building was created by Helmut Jahn in close cooperation with Werner Sobek. The 162,5 m high building has an interesting primary structure, which allows a transparent, open room between the two circle-shaped building parts. The double skin façade together with the decentralized climate management supply system is innovative and leads to reduced running costs. The steel-glass constructions of the facades, the glass floors, the Top terrace and the Annex building create a transparent and amazing building envelope.

Concrete Structure

The design of the primary structure for the horizontal loads is optimised with regard to user comfort, i.e. the reduction of the building movement and the horizontal accelerations at the top of the building. The two building parts have each two concrete cores (fig. 2), which are connected over the gap between the building parts with diagonal steel bracings, a total of 10 pieces (fig 2). The diagonal bracings have an haunched shape with roundings in the crossing point and are lying directly beneath the skygarden-levels every 9th floor. An optimising study shows that this kind of connection between two concrete cores together with an outrigger system is the most effective structure ensuring highest possible transparency. The four concrete cores are fixed in the basement box, which consist of the 0,60 m thick upper slab, the raft with a thickness up to 3,50 m and the 0,40 m thick basement walls. For further stabilizing the raft there are 60 piles, arranged beneath the concrete cores.

For architectural reasons and in order to reduce weight the slabs in the offices

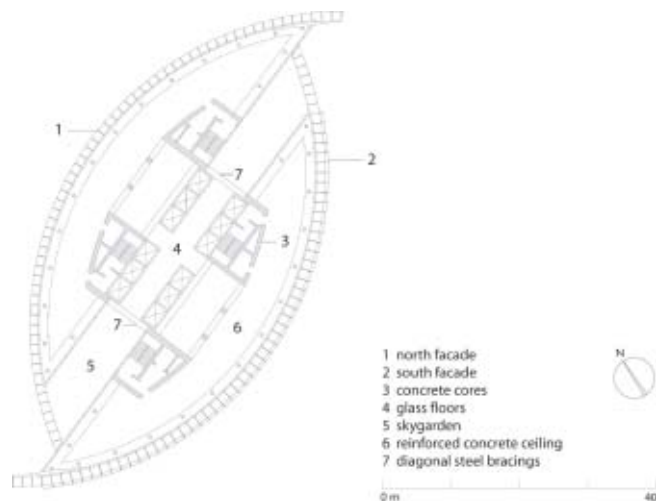
Fig 1

New Headquarters of the Deutsche Post AG in Bonn



Fig 2

Typical plan of the building



have a cylindrical shape with a total height of 0.28 m and a minimum height of 0.10 m.

Besides the binding beams there are light pipes, which illuminate the slabs from underneath. Within these slabs there are integrated waterpipes for heating or cooling. The steel composite columns have different diameters over the height of the building from

Ø 760 mm in the foyer down to Ø 406 mm at the top.

Facades

Within the high rise building there are a great amount of different kind of facades and special structures (fig. 3). The total envelope of the building provides a highly efficient energy

system; together with the water cooling built into the reinforced concrete ceilings allows individual air supply of the single offices (fig. 4).

The shingled twin façade on the south side of the building consists of laminated 2 x 8mm respectively 2 x 10mm float glass with the width of 1,50 m and the height of 3,50 m, which have an inclination of 8°. These glass panes are supported by vertical stainless steel profiles, which have rounded 50 mm wide flanges (fig. 5). The weight of this façade is hung up over 9 floors with the help of vertical tension rods to the level of the skygardens, where the load is taken by steel cantilevers back to the concrete slabs. In these cantilevers there are simultaneously integrated the equipment for the running of the sun protection and the horizontal glass flaps, which are sitting beneath the shingled panes and allow an air supply of the room between the two skins. Between the skygarden-levels the façade is horizontally supported by windneedles, which have an haunched cross section and a ball and socket joint on both sides, which allows a relative movement of the supporting points without causing bending moments in the windneedles. The horizontal stabilization of the outer skin is done by horizontal cables Ø 6 mm, which run within the joint. These cables are fixed to horizontal steel fins, at all 7 pieces per building side.

The inner skin of the twin facade is a conventional facade with an aluminium structure, whereby each glass pane is supported on the outside by 6 single fixing points in total. Within the inner façade there are also operable windows, which allow an individual air supply of the offices. The double skin façade on the north side is similar to the one on the south side, but with a smooth surface and vertically operable glass flaps.

The roof area of the tower is enclosed by a 15 m high glass façade, which serves as wind protection for the high terrace (fig. 6). The wind loads on this façade is taken over by steel columns with an oval shape (406 mm x 820 mm). Between these columns with a distance of 5.70 m there are running steel profiles with a height of 80 mm and a haunched section in the plan. The horizontal loads on this façade are again taken over by windneedles, which are connected to the steel profiles. The dead loads of this façade is hung up the top of the columns, which have a steel cantilever. Beneath this high terrace facade there is on the south side an 11m wide and 5 m deep Wintergarden, which is running over two levels and is open on the top.

On the slab of the 41st level there is standing the penthouse, which contains the conference rooms of the Post-Top Management (fig. 7). The bearing structure of this penthouse is a steel grid with curved main girders out of hollow box beams with the distance of 1,65 m

Fig 3
View and sections with the different façade systems

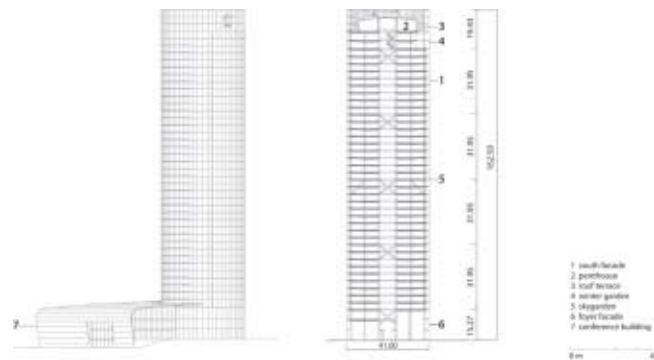


Fig 4
Concept of climate management and air supply (13)

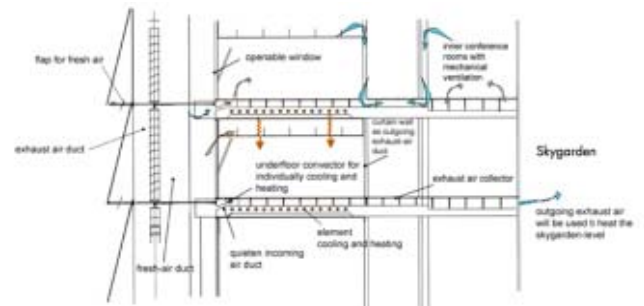


Fig 5
View of the shingled façade on the south side

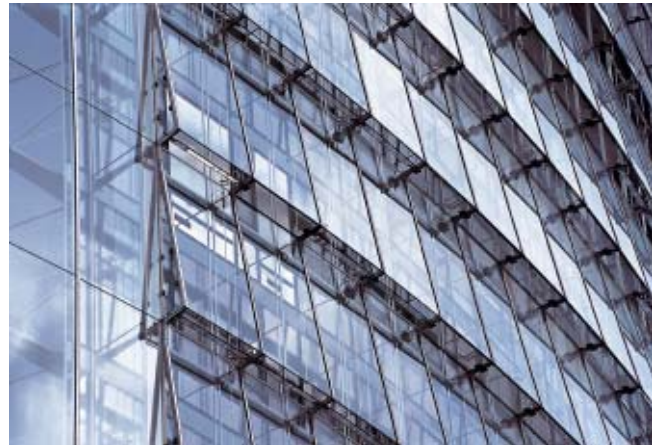


Fig 6
High terrace and wintergarden



and the dimension of 80 mm x 270 mm. The transverse running steel blades have a thickness of 25 mm. The main girders are supported by two slender steel columns with Ø 114 mm. The double curved surface of the penthouse is closed by stainless steel panels and glass panes in change, depending on the usage on the room below. The facades besides the penthouse roof are up to 5,0 m high and 1.50 m wide insulated glass panes, which are supported also by the I-shaped stainless steel girders.

The skygarden room is running between two skygarden levels and has a height of 32 m and a width of 9 m. The facade for this room is an insulated glass facade with air flaps on the bottom and top of each skygarden level, which allow to ventilate the skygarden room naturally, depending on the wind pressure outside the building. The windloads on this facade are taken over by windneedles, which are fixed to slender horizontal haunched hollow box girders (fig. 8). These girders are fixed

to the concrete slab by having a moving joint on one side of the building, which allows an independent moving of the two building parts without constraint forces. The weight of this façade is again hung up over 6 levels and brought into the concrete slabs by a bending and torsional stiff steel girder.

On the south side of the building there is a 15 m high foyer, which serves as the building entrance and sometimes as a room for events (fig. 9). The smooth façade over three levels is supported similar to the high terrace with windneedles and horizontal steel girders, which are connected to the foyer steel composite columns. In addition there are sun protection elements fixed to these girders.

Between the 2 building parts there are glass floors, which are arranged only between the elevators and which are completely closed on each skygarden level. The laminated glass panes with the plan dimensions of 0.75m x 3.50m consist of 2 x 12 mm heat strengthened glass with a 8 mm thick tempered glass with a translucent and slide resistant printing (fig. 10). These panes are lying on T-shaped steel girders, which are fixed to the main girders. These main girders are hollow box beams with a haunched shape with a maximum height of 400 mm. The upper glas floor is the skylight roof made of insulated glas.

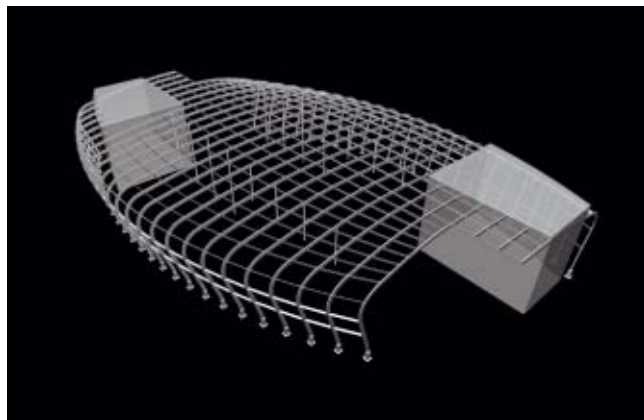
The two floor high basement building has some conference rooms and the canteine. The roof of this basement building consists of a steel grid with a pattern of 1.50 m x 1.50 m. The single curved roof has - similar to the penthouse - panes out of stainless steel or out of glass. On the northwest side the roof is bent down and becomes the façade. The roof is supported by haunched steel columns, which are fixed in the slab over first floor in the middle of the roof or which are running with a maximum height of 15 m and and a diameter of 280 mm from top to bottom. The façade of this basement building consists of up to 5.0 m high and 1.50 m wide insulated glass panes, supported by the well known I-shaped stainless steel profiles. On the south side of the basement building there is a triangle shaped room, in which a glass slupture of James Carpenter is integrated.

The outer façade of the double skin façade is extending the building edge and becomes the wing façade, which has a length of 4,50 m. This façade is supported by steel cantilevers with a haunched shape and a normal height of 80 mm. The weight of this façade is similar to the skygarden façade hang up over 9 floors and is picked up by diagonal running tension rods.

Summary

The Post-Tower is an amazing building with a high number of different facades and special structures. The

*Fig 7
Structure of the pent-
house at the top of
the building*



*Fig 8
View into the sky-
garden with the inner
façade and the sky-
garden façade*



*Fig 9
Foyer on the south
side*



energetically high efficient façade leads to an individual architectural optic and to an unique character for the new headquarters of the Deutsche Post AG.

References

[1] Sobek, W.; Sundermann, W.; Rehle, N.; Reinke, H.-G.: Tragwerke für transparente Hochhäuser. Bauingenieur Band 76, Springer VDI-Verlag,

Juli/August 2001.

- [2] Schittich, C.; Staib, G.; Balkow, D.; Schuler, M.; Sobek, W.: Glasbauatlas. München: Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH 1998.
- [3] Schuler, M.: Adaptive Gebäudehüllen: Optimierung des Nutzerkomforts und Minimierung der Gebäudetechnik. Stahlbau 6, 2000.
- [4] Jahn, H.; Sobek, W.: Archi-neering. Herausgegeben von Susanne Anna. Ostfildern: Hatje Cantz Verlag 1999.
- [5] Rice, Peter; Dutton, Hugh: Transparente Architektur. Glassfassaden mit Structural Glazing. Basel: Birkhäuser, 1995.



Fig 10
Glass floors



Fig 11
View of the Post-Tower at night

Breathing in the Wind

Energy, Comfort and Ventilation Concept for the Post Tower, Bonn

Matthias Schuler, Transsolar Energietechnik GmbH
Stefanie Reuss

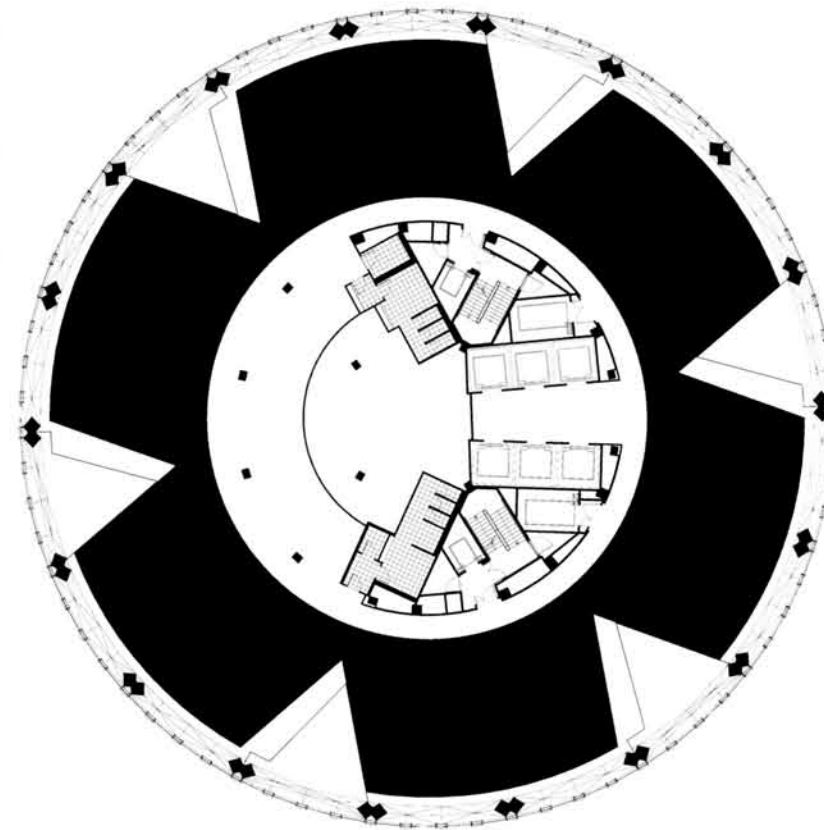
Abstract

A perfect example for the integrated design approach is the Tower of the new headquarter of Deutsche Post in Bonn, where both, form and appearance of the building, are already embedding the ventilation concept. The curved open screen facade is used for fresh air distribution and the 9 story open skygardens as exhaust air collection. The building itself, not only an optimized component, represents

the concept. The underfloor fresh air units were developed out of the idea of a controlled manual ventilation concept in a brainstorming session in Chicago together with John Durbrow for the new Bayer headquarters project. In that moment they were not on the market, but then, based on 1:1 experiments, built and tested following our proposals. Nowadays, this components are available on the market

by three different manufacturers, and decentralized ventilation concepts are considered as a coming system. This system does not only save a whole floor for technical equipment and shaft areas on every floor gaining rentabel spaces, but in addition it is saving energy and running costs every day in use compared to a classical solution.

ULKOMAILLA TOTEUTETTUJA ESIMERKKEJÄ POHJARATKAISUINEEN



Swiss Re HQ, Lontoo 1997-2004 (ark. Foster and Partners, rak.suun. Arup)

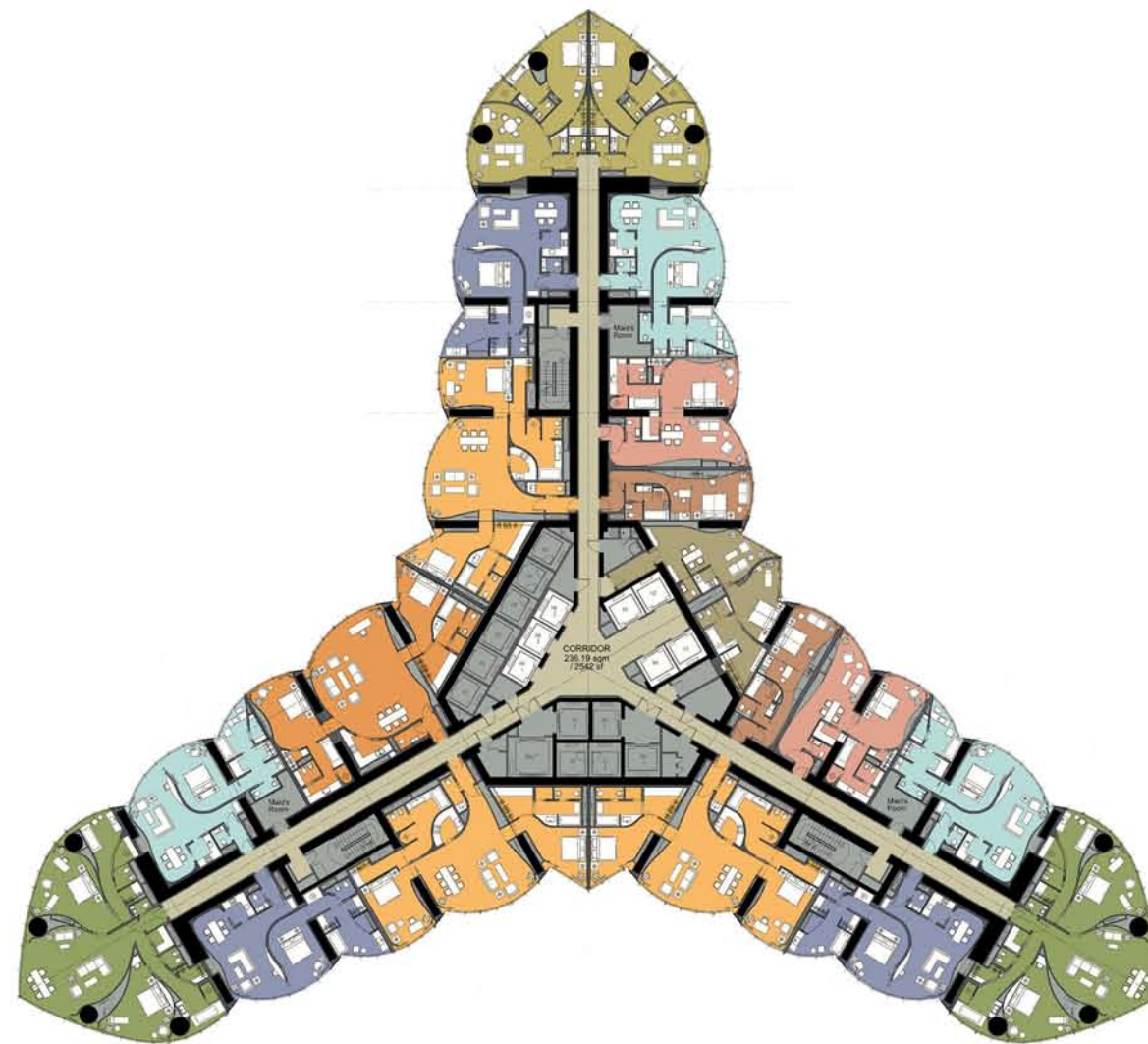
¹⁷¹⁷
Kuvat (c): Panoramio, Foster + Partners, Skyscrapers (M.Wells)

Copyright © Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy

PASILAN TORNI T5
RAKENNETTAVUUSTUTKIELMA

25.10.2010

INNOVARCH
Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy
Innovarch Architects
Piispanpelto 3, 02200 Espoo, Finland
+358 (0)20 7621 600



Burj Khalifa, Yhdistyneet Arabiemiirikunnat, 2010 (ark. ja rak.suun.: Skidmore, Owings and Merrill)

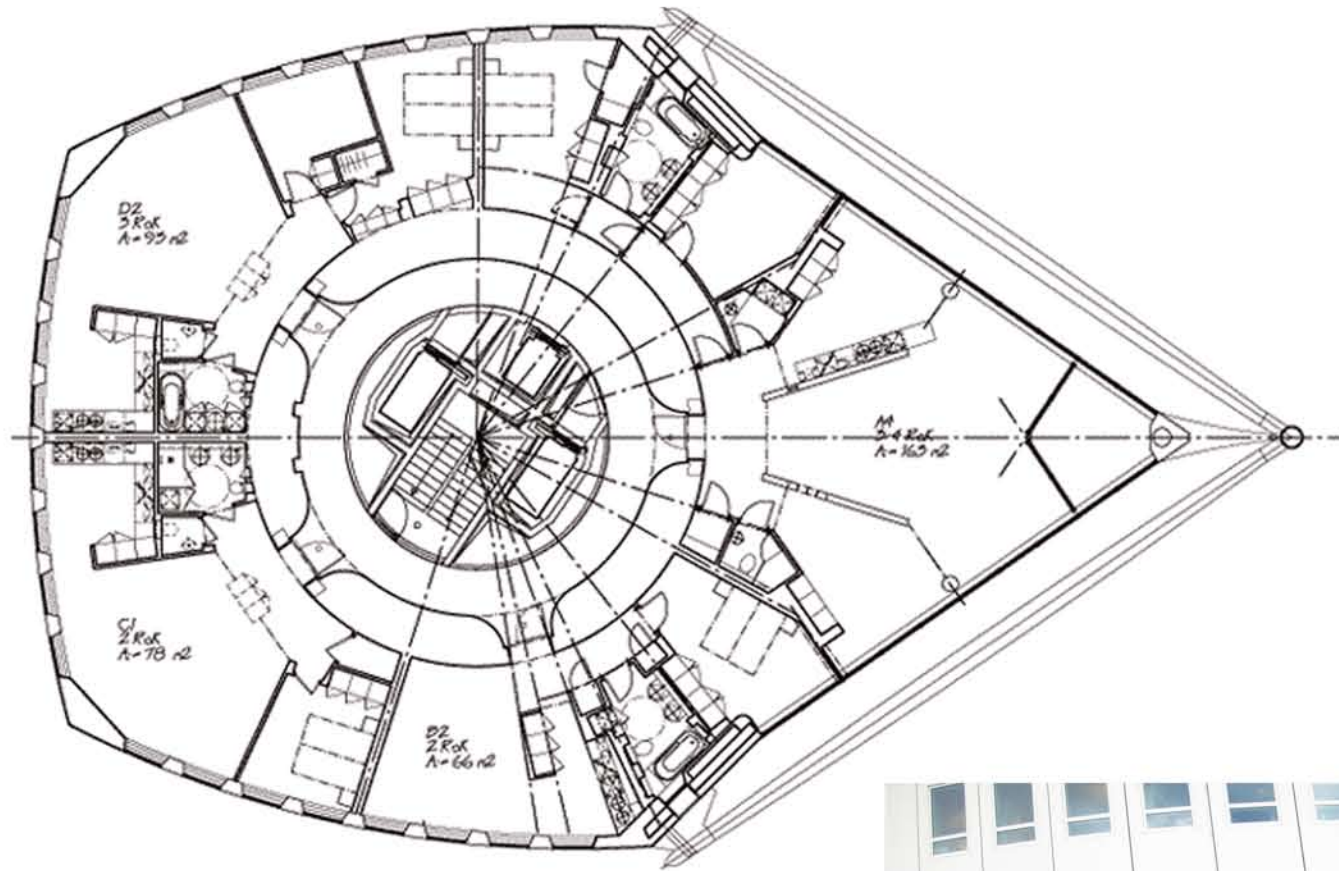
1717
Kuvat (c): Panoramio, Foster + Partners

Copyright © Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy

PASILAN TORNI T5
RAKENNETTAVUUSTUTKIELMA

25.10.2010

INNOVARCH
Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy
Innovarch Architects
Piispanpelto 3, 02200 Espoo, Finland
+358 (0)20 7621 600



Turning Torso, Malmö
-190 metriä, 54 krs
-152 asuntoa, 45 m² - 230 m²
-1-12 toimistoa, 4200 m²
-3 hissiä asunnoille, 2 toimistotiloja varten

Turning Torso, Malmö, Ruotsi (ark. ja rak.suun. Santiago Calatrava)

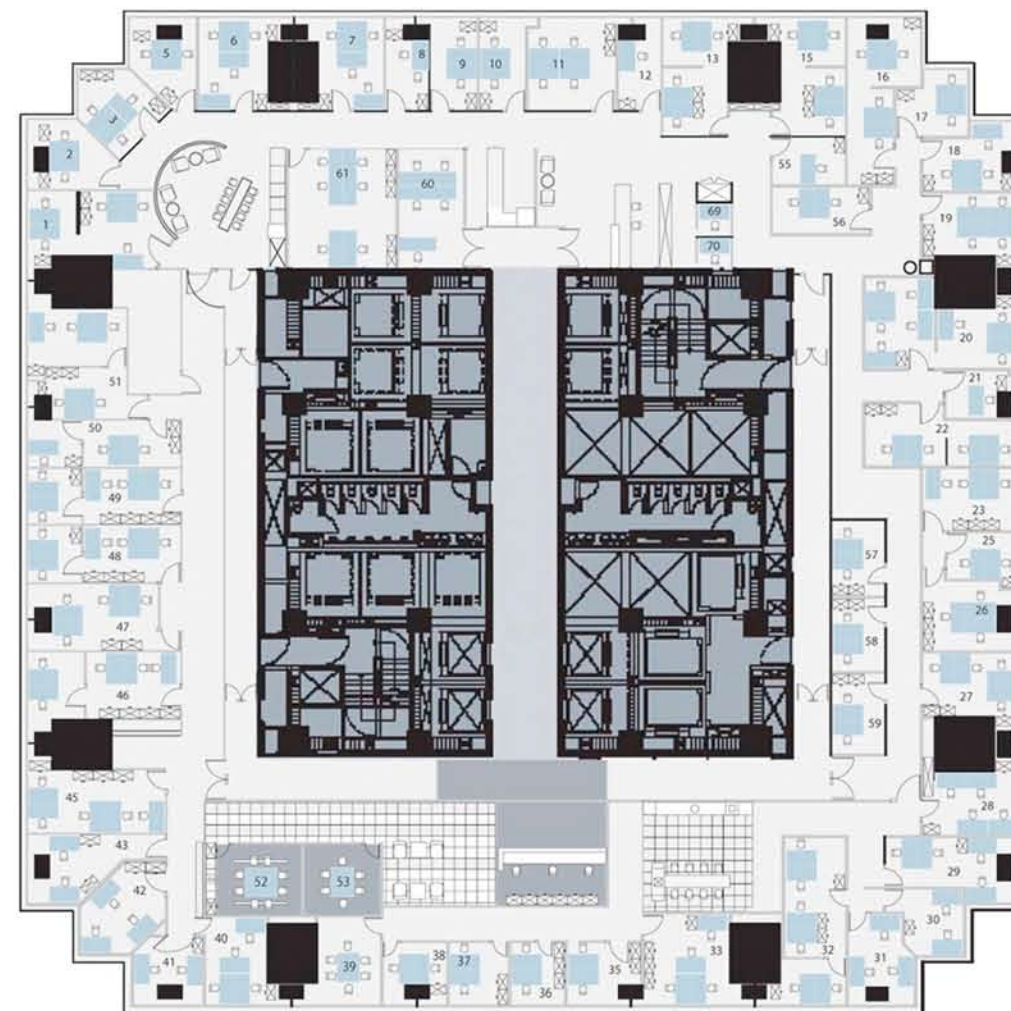
1717
Kuvat (c): Panoramio, Wikipedia

Copyright © Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy

PASILAN TORNI T5
RAKENNETTAVUUSTUTKIELMA

25.10.2010

INNOVARCH
Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy
Innovarch Architects
Piispanpelto 3, 02200 Espoo, Finland
+358 (0)20 7621 600



Taipei 101, Taiwan, 2004 (ark. C.Y.Lee & Partners, rak.suun. Thornton Tomasetti)

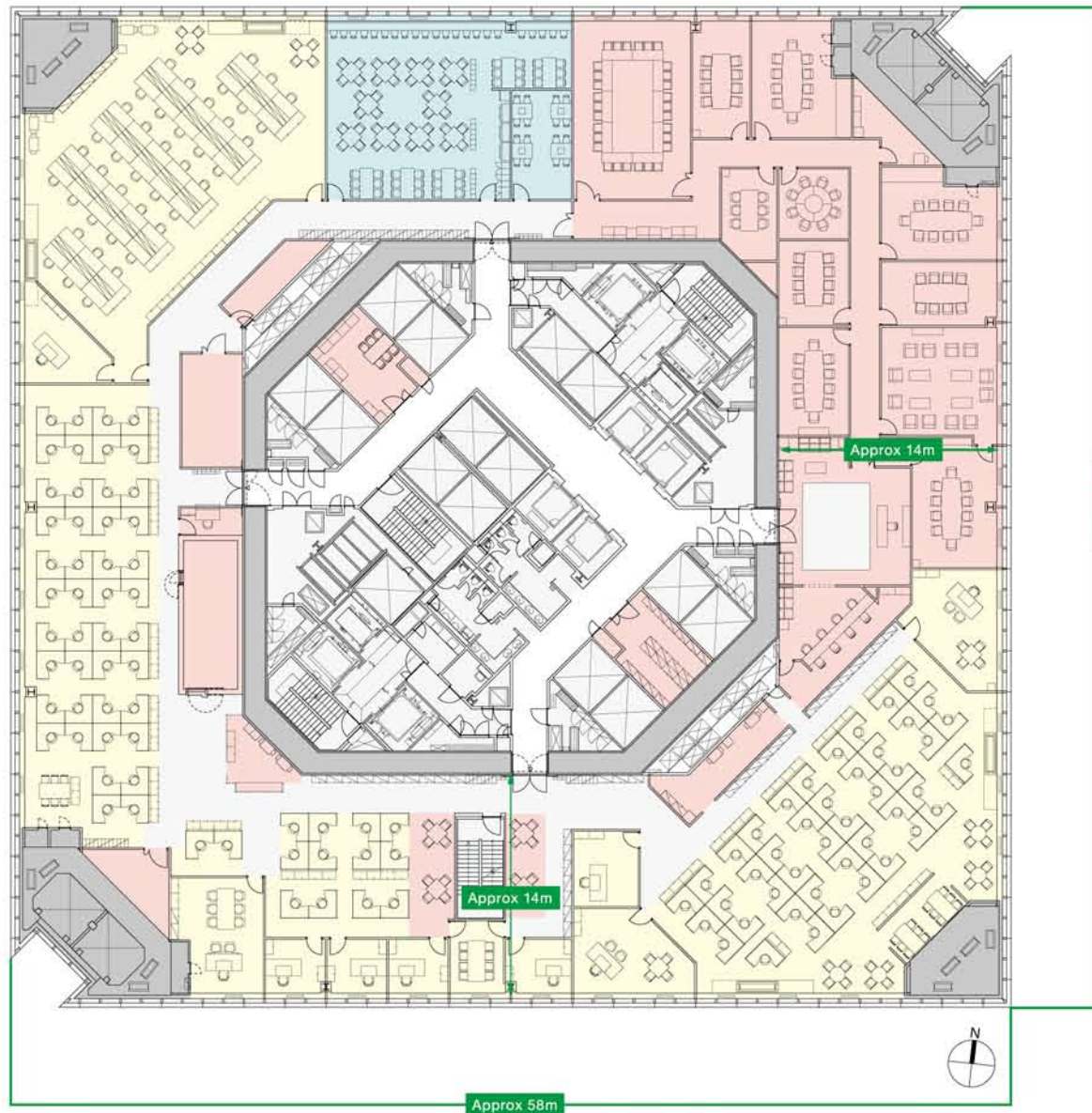
1717
Kuvat (c): Panoramio, Wikipedia

Copyright © Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy

PASILAN TORNI T5
RAKENNETTAVUUSTUTKIELMA

25.10.2010

INNOVARCH
Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy
Innovarch Architects
Piispanpelto 3, 02200 Espoo, Finland
+358 (0)20 7621 600

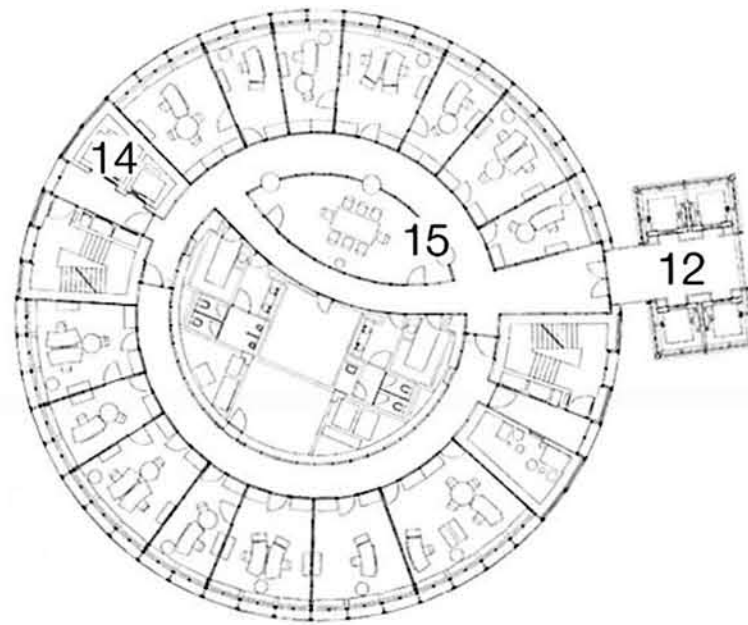
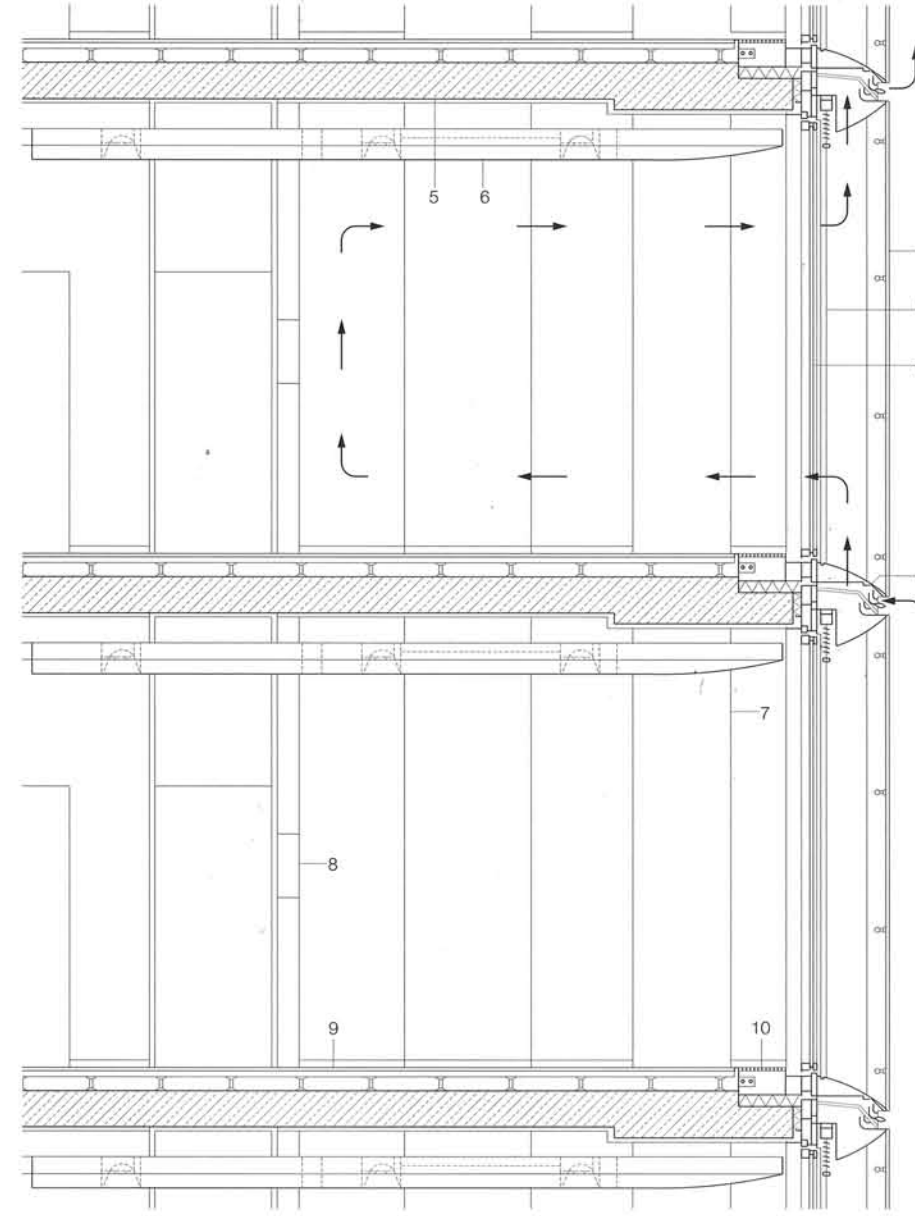


Shanghai Financial World Center, 2008 (ark. Kohn Pedersen Fox, rak.suun. Leslie E. Robertson Associates)

1717
Kuvat (c): Panoramio, Shanghai Financial World Center brochure

PASILAN TORNI T5
RAKENNETTAVUUSTUTKIELMA

25.10.2010



RWE Pääkonttori, Essen 1997(ark. Ingenhoven Overdiek Kahlen & Partner)

1717
Kuvat (c): Glass Construction Manual / Schittich, Staib, Balkow, Schuler, Sobek

Copyright © Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy

PASILAN TORNI T5
RAKENNETTAVUUSTUTKIELMA

25.10.2010

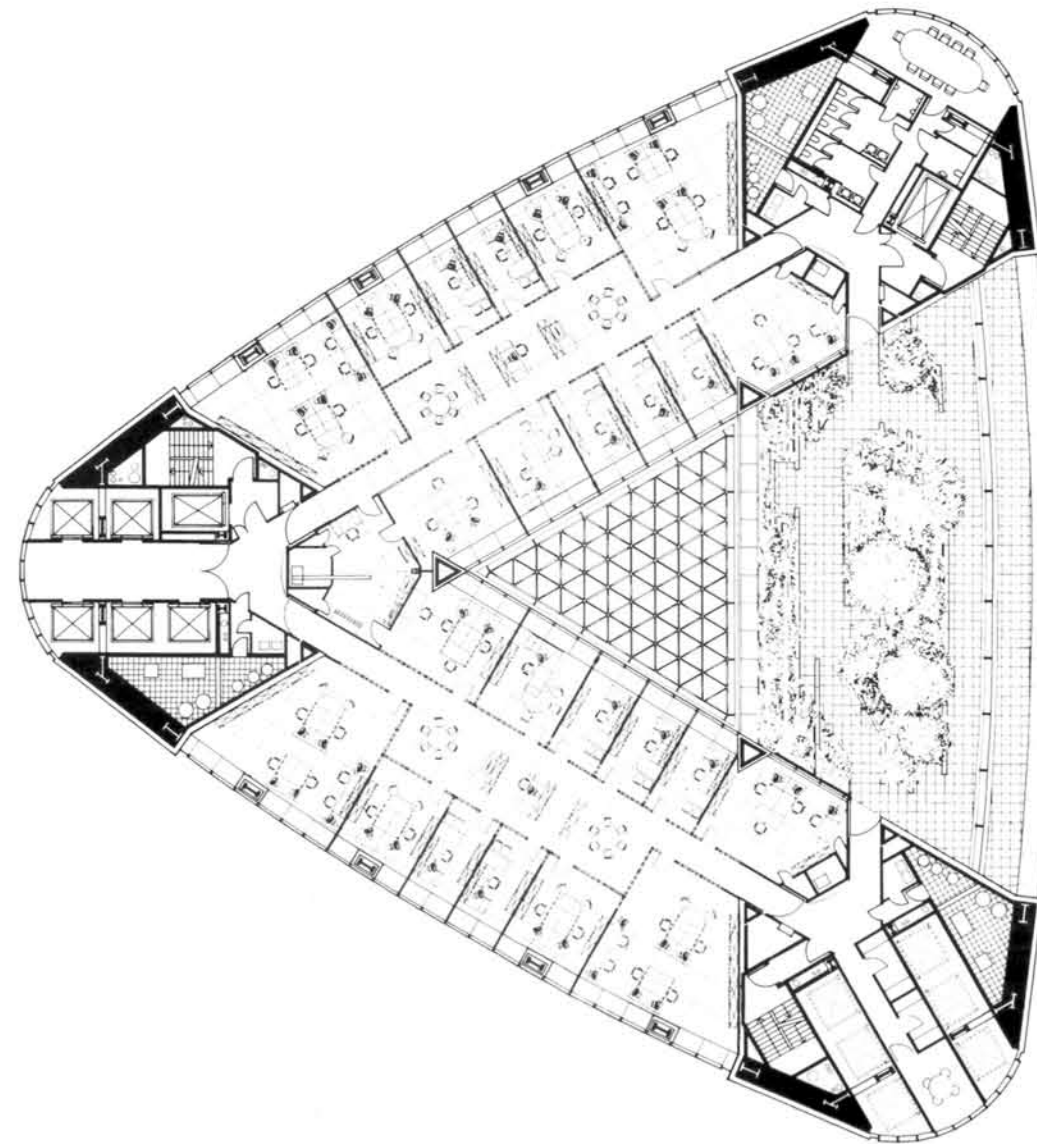
INNOVARCH
Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy
Innovarch Architects
Piispanpelto 3, 02200 Espoo, Finland
+358 (0)20 7621 600



Commerzbank Frankfurt (ark. Foster and Partners, rak.suun. Krebs & Kiefer)

1717
Kuvat (c): Panoramio, Skyscrapers (M.Wells)

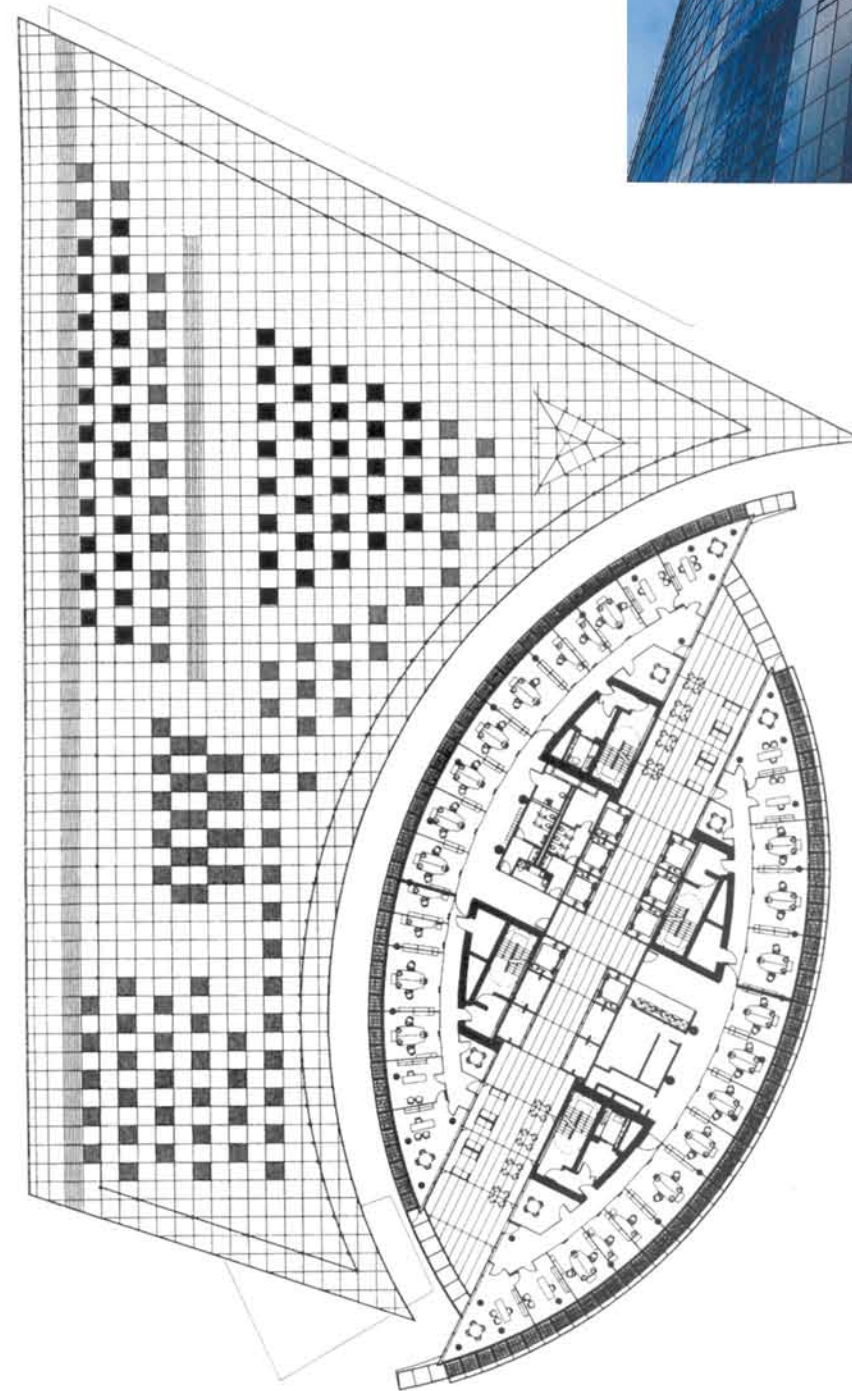
Copyright © Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy



PASILAN TORNI T5
RAKENNETTAVUUSTUTKIELMA

25.10.2010

INNOVARCH
Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy
Innovarch Architects
Piispanpelto 3, 02200 Espoo, Finland
+358 (0)20 7621 600



Deutsche Post, Bonn (ark. C.F. Murphy and Helmuth Jahn)

1717
Kuvat (c): Panoramio, Skyscrapers (M.Wells)

Copyright © Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy

PASILAN TORNI T5
RAKENNETTAVUUSTUTKIELMA

25.10.2010

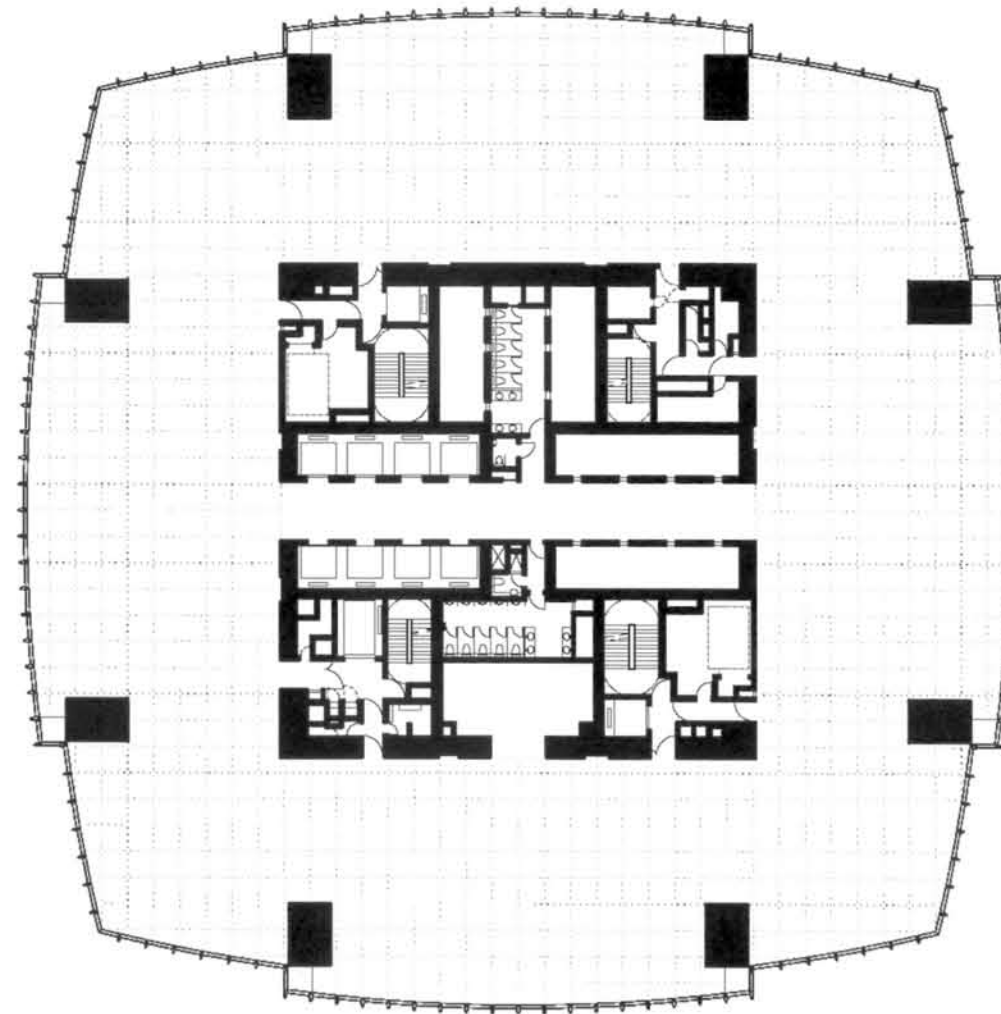
INNOVARCH
Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy
Innovarch Architects
Piispanpelto 3, 02200 Espoo, Finland
+358 (0)20 7621 600



International Financial Centre 1997-2003 (ark. César Pelli)

1717
Kuvat (c): Panoramio, Skyscrapers (M.Wells)

Copyright © Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy



PASILAN TORNI T5
RAKENNETTAVUUSTUTKIELMA

25.10.2010

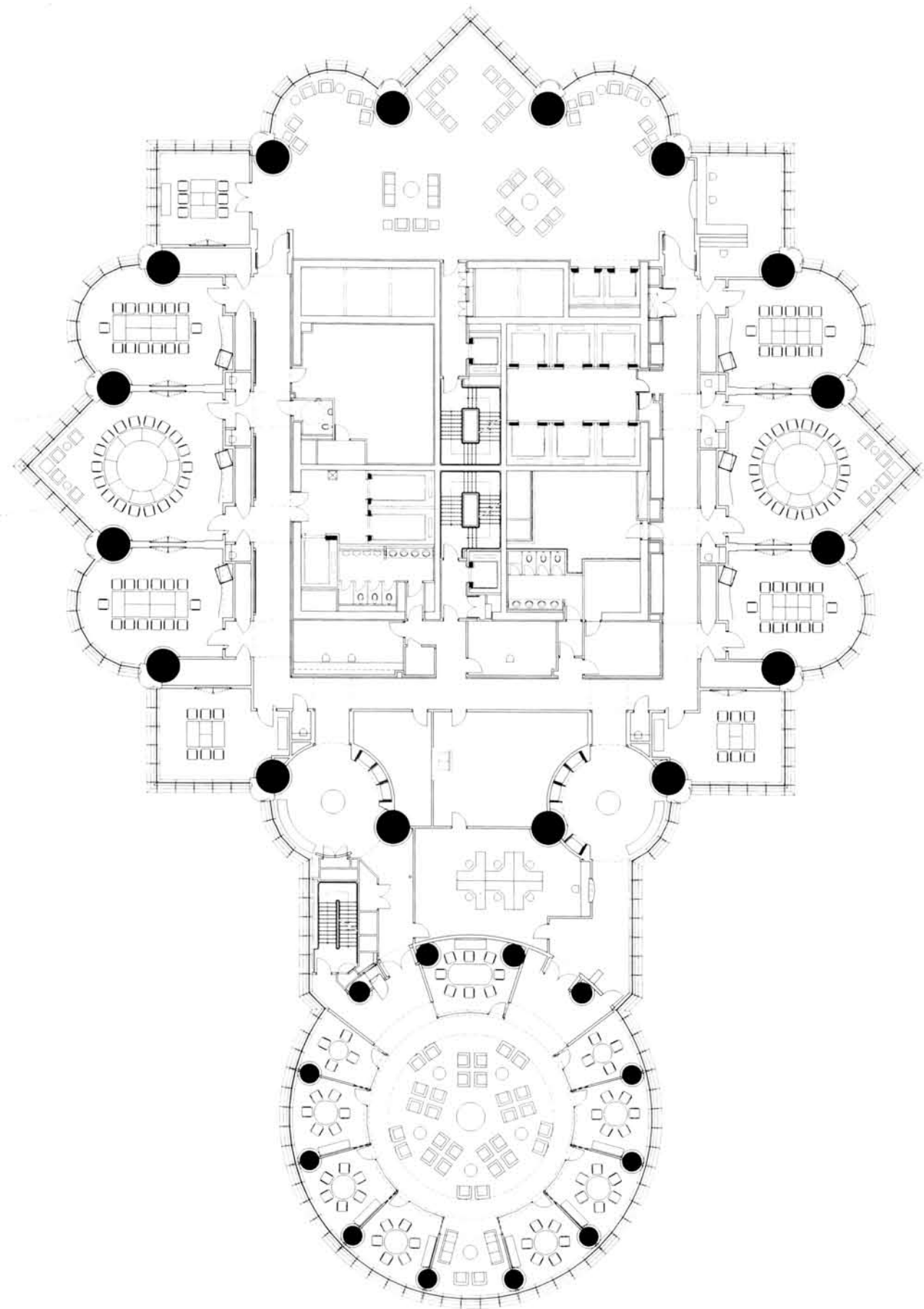
INNOVARCH
Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy
Innovarch Architects
Piispanpelto 3, 02200 Espoo, Finland
+358 (0)20 7621 600



Petronas Towers (ark. César Pelli, rak.suun. Thornton Tomasetti)

1717
Kuvat (c): Panoramio, Skyscrapers (M.Wells)

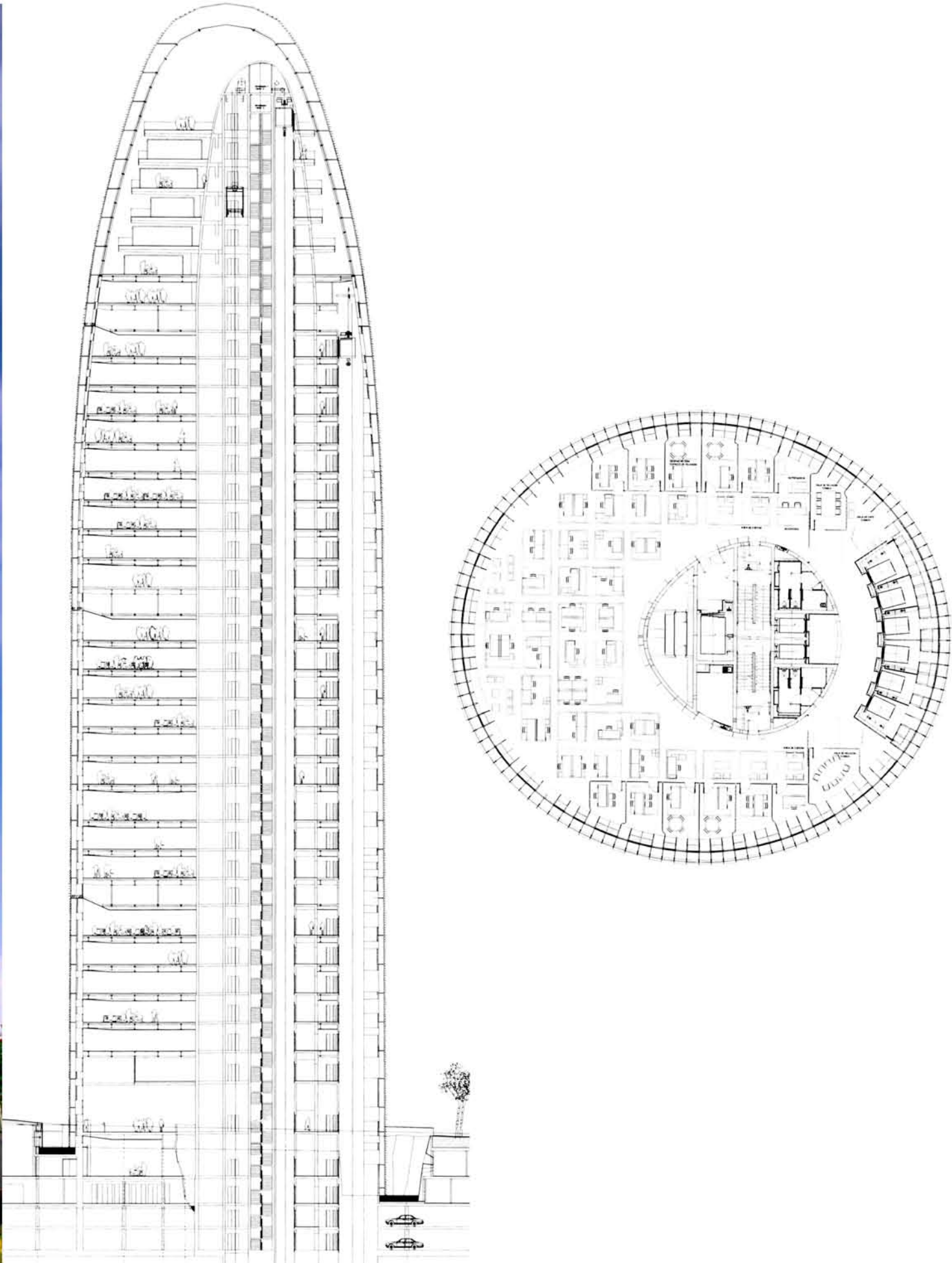
Copyright © Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy



PASILAN TORNI T5
RAKENNETTAVUUSTUTKIELMA

25.10.2010

INNOVARCH
Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy
Innovarch Architects
Piispanpelto 3, 02200 Espoo, Finland
+358 (0)20 7621 600



Torre Agbar, Barcelona 2001-2004 (ark. Jean Nouvel, rak.suun. Brufau & A. Obiol)

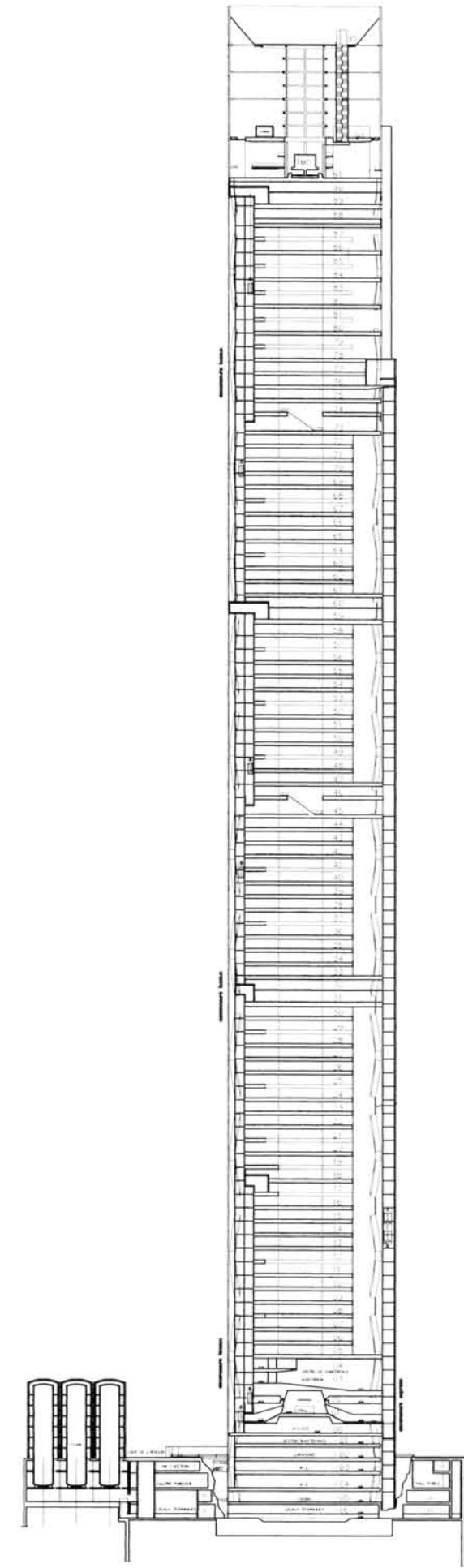
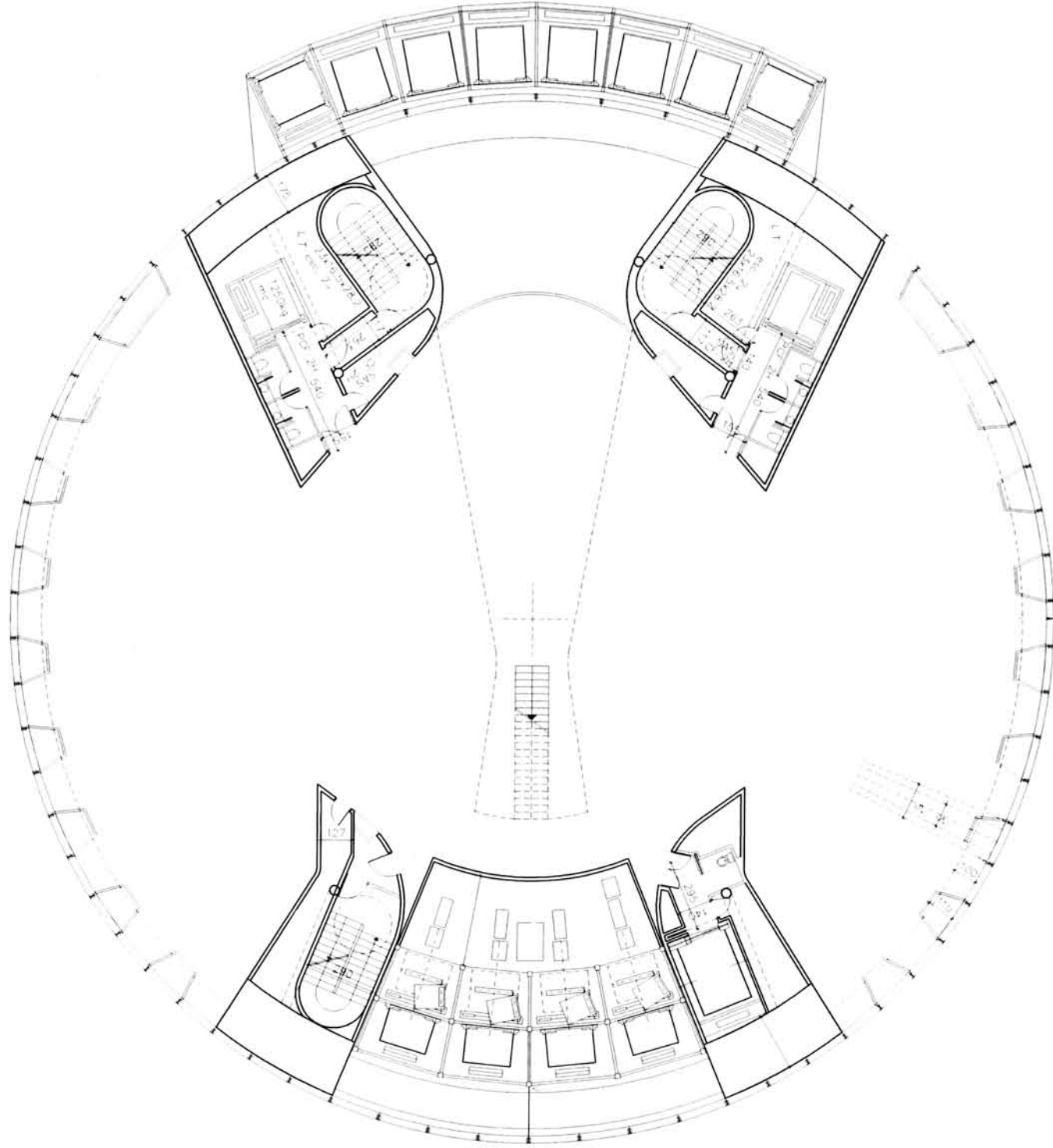
1717
Kuvat (c): Panoramio, Skyscrapers (M.Wells)

Copyright © Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy

PASILAN TORNI T5
RAKENNETTAVUUSTUTKIELMA

25.10.2010

INNOVARCH
Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy
Innovarch Architects
Piispanpelto 3, 02200 Espoo, Finland
+358 (0)20 7621 600



Tour Sans Fin, kilpailuehdos (ark. Jean Nouvel)

1717
Kuvat (c): Panoramio, Skyscrapers (M.Wells)

Copyright © Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy

PASILAN TORNI T5
RAKENNETTAVUUSTUTKIELMA

25.10.2010

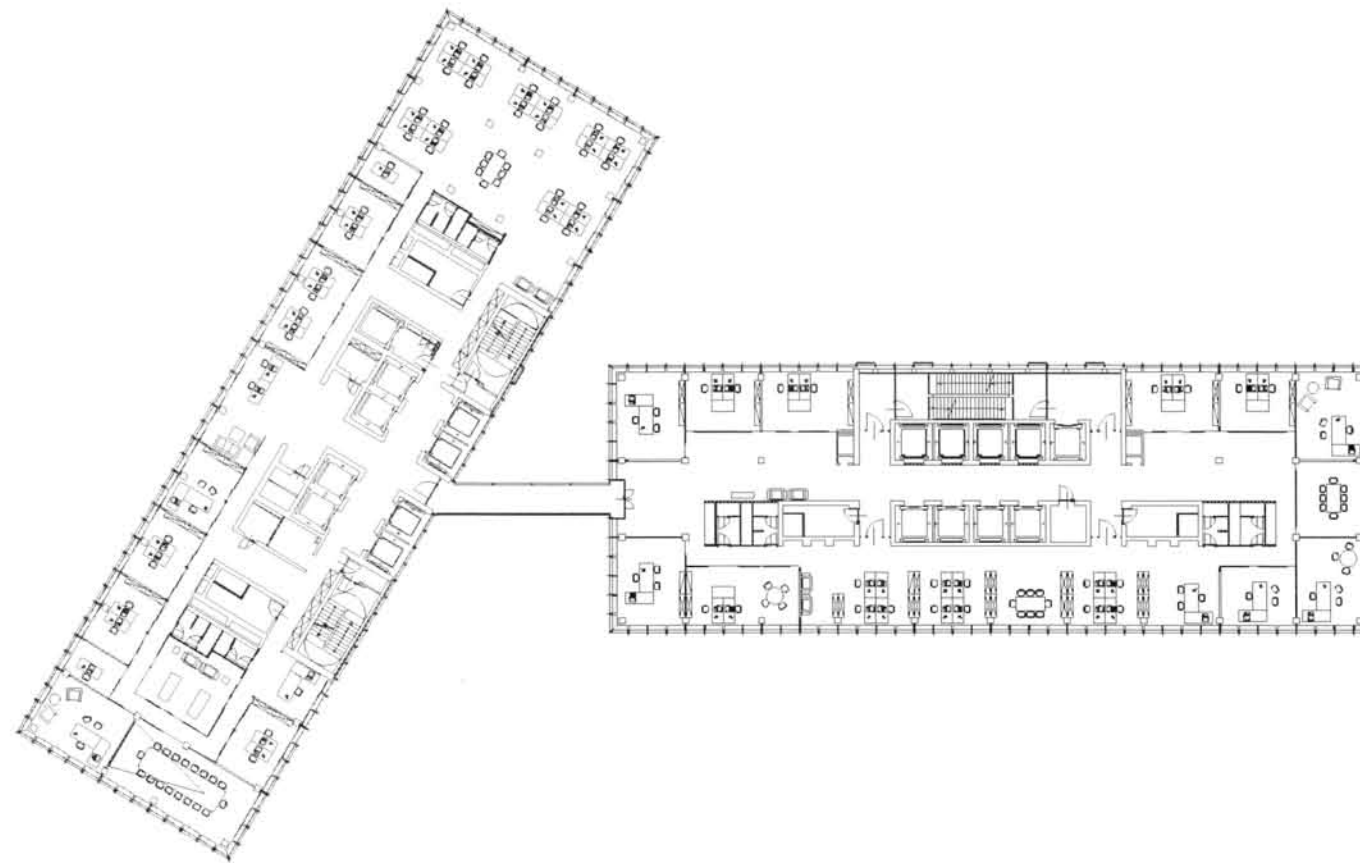
INNOVARCH
Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy
Innovarch Architects
Piispanpelto 3, 02200 Espoo, Finland
+358 (0)20 7621 600



Twin Towers, Wien (ark. Massimiliano Fuksas)

1717
Kuvat (c): Panoramio, Skyscrapers (M.Wells)

Copyright © Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy

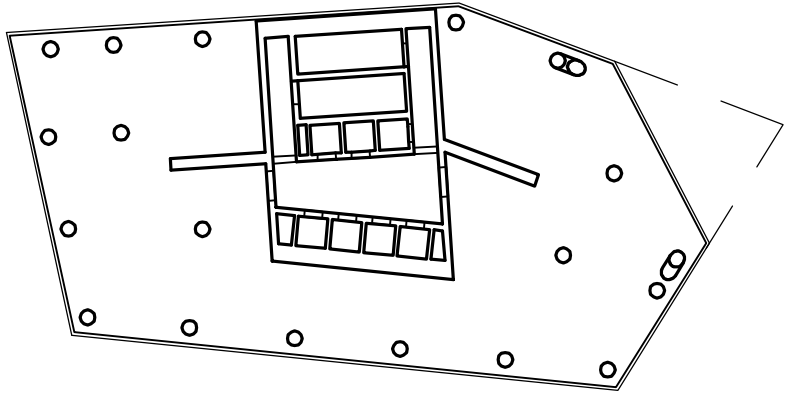


PASILAN TORNI T5
RAKENNETTAVUUSTUTKIELMA

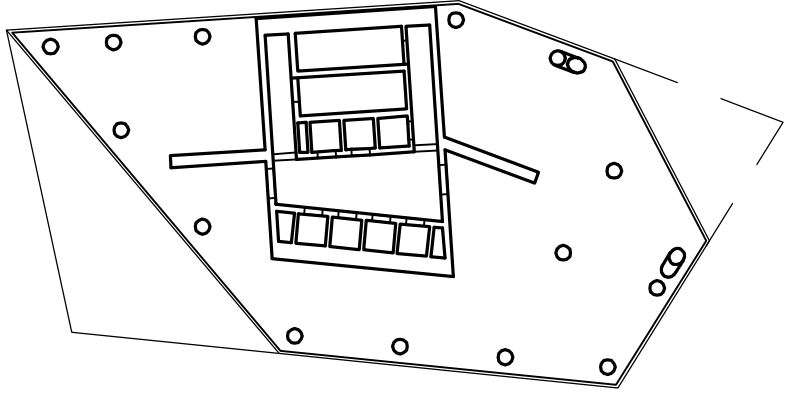
25.10.2010

INNOVARCH
Arkkitehtitoimisto Innovarch Oy
Innovarch Architects
Piispanpelto 3, 02200 Espoo, Finland
+358 (0)20 7621 600

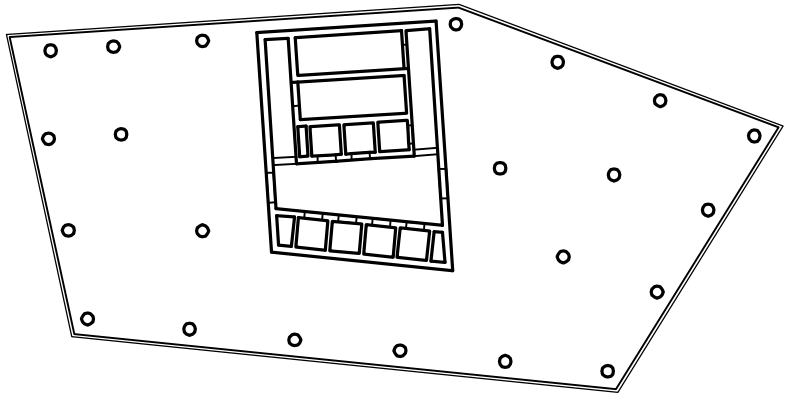
LEIKKAUS 1-1



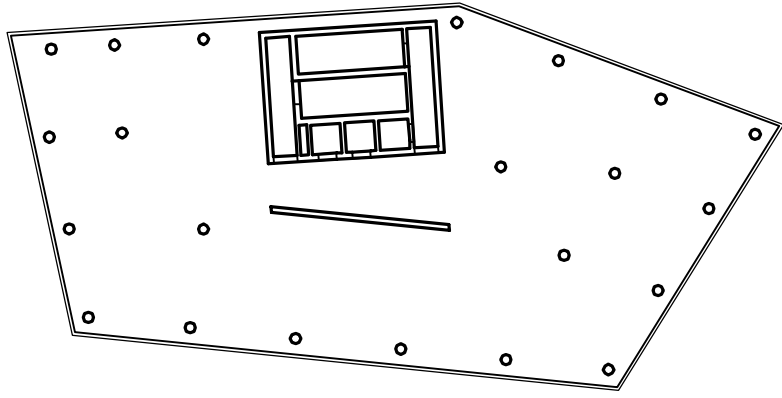
LEIKKAUS 2-2



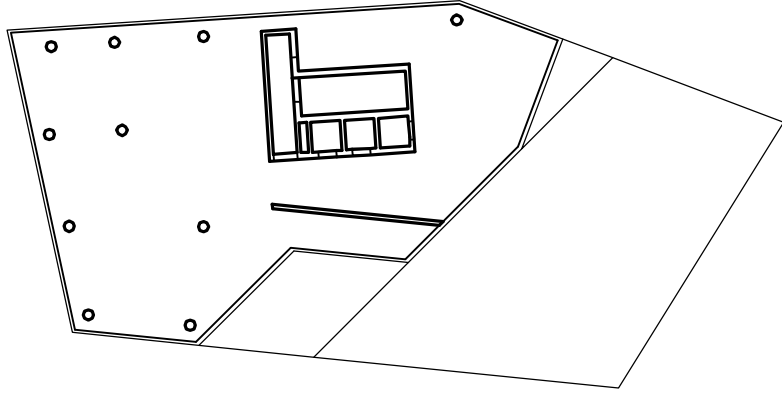
LEIKKAUS 3-3



LEIKKAUS 4-4



LEIKKAUS 5-5



PAIVAYS: 29.10.2010

PIIRTAJA: JRo

SUUNNITTELIJA: DI Matti Haaramo

MITTAKAAVAT: 1:500

TYO NO: RAK 309

PIIR. NO:

1

MUUTOS:

SISALTO: TORNIN 5. PILARIT JA KANTAVAT SEINÄT

VAHANEN



PASILA, TORNI 5

LIIKENNEANALYYSI

VERSIONHISTORIA

Laatija: TKT Marja-Liisa Siikonen

Versio	Aika	Kuvaus	Päivittäjä
-	2010-09-18	Ensimmäinen versio	MLS

Sisällysluettelo

PASILA, TORNI 5 Liikenneanalyysi	1
1 Yhteenveto	3
1.1 Ylösruuhka-liikenteen palvelu määritellyillä hissiryhmillä	3
1.2 Talon tyhjentäminen ja evakuointi.....	3
2 Talotiedot ja henkilömiehitys talossa	4
3 Kuljettimet.....	5
4 Liikennelaskelmat.....	6
4.1 Hissien nouden valinta.....	6
4.2 Ylösruuhka-analyysi tavanomaisella ohjauksella	7
5 Liikennesimuloinnit	8
5.1 Ylösruuhkatilanteen tulokset	8
5.2 Poistumis ja evakuointiajat	10
5.2.1 Kaikkien hissien käyttö evakuoinnissa	10
5.2.2 Yhden hissien käyttö evakuoinnissa.....	12
6 Palvelutasosuositukset	14
7 Perusparametrien määritelmät.....	15

1 Yhteenveto

Tässä raportissa esitetään Pasila T5 tornin liikenneanalyysi. Rakennukseen on suunniteltu sisääntulokerroksen yläpuolelle 40 kerrosta. Hissien nostokorkeus on 144,5 metriä. Toimistossa työskentelevien henkilöiden määräksi arvioidaan 1179 henkeä. Lukumäärä perustuu oletukseen, että yksi henkilö vie toimistossa noin 12 m² kun otetaan huomioon nettopinta-ala.

Talo jaetaan toimisto-osaan (kerrokset 1-20 ja asuintalo-osaan (kerrokset 21-40). Alun perin kumpaankin osaan on suunniteltu omat hissiryhmänsä, kumpaankin kolmen hissien ryhmä.

1.1 Ylösruuhka-liikenteen palvelu määritellyillä hissiryhmillä

Annetun toimisto/asuintalovaruksen mukaan asuinkerrosten palveluun tarvitaan duplex-hissiryhmä (kaksi hissiä) ja ohjauksena käytetään perinteistä ylös-alasnappiohjausta (TMS9900/GA). Huonekalujen ym. kuljetukseen tarvitaan lisäksi tavarahissi. Toimisto-osassa perinteisellä ylös-alasnappi ohjauksella tarvitaan viisi hissiä, ja KONE Polaris kohdekerros ohjauksella tarvitaan neljän hissien ryhmä (ks. Taulukko 1).

Taulukko 1. Laskettu ja simuloitu ylösruuhkan suorituskyky perinteisellä ylös-alasnappiohjauksella (TMS9900/GA) ja KONE Polaris DCS ohjauksella.

Ryhmä	Hissien lukumäärä	Kerrokset/Pysähdykset	Kuormaa (kg/henkeä)	Nopeus (m/s)	Kuljetus-kapasiteetti (%/5 min)	Odotusajat (s)	Matkustusajat (s)	Suorituskyky
Asuinkerrokset GA	2	1,20-40 / 21	1600 / 21	5	11.6 (G)	32 (E)*	107 (G)	Hyvä
Toimisto-osa DCS	4	1-19/19	1600/21	3,5	20.0 (E)	35 (S)	98 (G)	Hyvä/Tyydyttävä
Toimisto-osa GA	4	1-19/19	1600/21	3,5	13.5 (G)	35 (S)	135 (U)	Epätydyttävä
Toimisto-osa GA	5	1-19/19	1600/21	3,5	16.9 (G)	12 (E)	97 (G)	Hyvä

U=Epätydyttävä, S = Tyydyttävä, G = Hyvä, E = Erinomainen

* Saapumisintensiteetillä 7.5%/ 5 min

** Saapumisintensiteetillä 15%/ 5min

Jos sekä toimisto- että asuintalokerroksia palvelee oma kolmen hissien ryhmänsä, talo tulisi jakaa siten, että kerroksissa 2-14 on toimistoja ja kerrokset 15-40 ovat asuintalokerroksia.

1.2 Talon tyhjentäminen ja evakuointi

Talon tyhjennys- ja evakuointiajat näytetään annetuille skenaarioille a) – e) Taulukkoissa 2 ja 3. Poistumisajat on laskettu Taulukossa 4 määritellyille henkilömäärälle, mikä vastaa 1179 henkeä koko tornissa. Henkilövirta portaikossa ei missään vaiheessa ruuhkaudu niin, että se ylittäisi täyden henkilövirran rajan (full flow). Kun henkilötiheys on enemmän kuin kaksi henkilöä neliometriä kohti (full flow), portaikosta ulos tulevien ihmisten määrä vähenee vaikka ulos pyrkivien ihmisten määrä kasvaisi. Vapaassa virtauksessa henkilöt voivat kulkea portaikossa normaalinopeudella (oletus 0,6 m/s), jolloin maksimi poistumisaika vastaa ylimmästä kerroksesta viimeisenä lähteneen henkilön poistumisaikaa. Tämän vuoksi T5:ssä poistumisajat yhden tai kahden portaikon tapauksessa ovat suunnilleen samat, koska tällä henkilömäärällä virtaus on vapaa. Lyhin poistumisaika saadaan, jos poistumiseen voidaan käyttää portaikkoa ja hissejä (vaihtoehto b). Poistumisaikoihin tässä tapauksessa ei aiheudu paljon eroa siitä, onko käytettävissä yksi tai useampi hissi ryhmää kohti, ainoastaan henkilöiden keskimääräiset matkustusajat pitenevät yhden hissien tapauksessa. Pisimmiksi poistumisajat venyvät, jos käytettävissä on vain kaksi hissiä eikä yhtään portaikkoa. Hyvä ratkaisu on, jos portaikko ja käytettävissä olevat hissit voidaan järjestää samaan suojattuun tilaan niin, että henkilöt voivat vapaasti päättää käyttäkö portaita vai odottaa suojatussa tilassa hissejä matkalla ulos. Evakuoitihissien lisäksi torniin tarvitaan palomies/tavarahissi.

Taulukko 2. Evakuointiajat portaikossa, toimistohissi- ja asuintalohissiryhmällä

ID	Skenaario	Evakuointiaika (min)	Poistumisaika (min)	Km. henkilöiden odotusaika (s)	Km. henkilöiden matkustusaika (s)
a	Kaksi portaikkoa	19.5	14.4	15	421
b	Portaikko ja kaksi hissiryhmää	15.6	10.5	281	375
c	Kaksi portaikkoa ja kaksi hissiryhmää	16.2	11.1	281	376
d	Kaksi hissiryhmää	16.7	11.7	358	427
e	Yksi portaikko	18.9	13.8	6.7	550

Taulukko 3. Evakuointiajat portaikossa, yhdellä toimistohissillä ja yhdellä asuintalohissillä

ID	Skenaario	Evakuointiaika (min)	Poistumisaika (min)	Km. henkilöiden odotusaika (s)	Km. henkilöiden matkustusaika (s)
a	Kaksi portaikkoa	19.5	14.4	15	421
b	Portaikko ja kaksi hissiä	16.6	11.6	71	460
c	Kaksi portaikkoa ja kaksi hissiä	17.1	12.0	63	376
d	Kaksi hissiä	63.4	58.4	1690	1750
e	Yksi portaikko	18.9	13.8	6.7	550

2 Talotiedot ja henkilömiehitys talossa

Toimistokerrosten henkilömäärä arvioitiin olettaen 12 m² henkeä kohden. Henkilölaskennassa käyteen nettopinta-alaa, josta yleiset alueet kuten käytävät ja hissit auloineen on poistettu. Asuinkerroksissa oletetaan kaksi henkeä ensimmäisessä makuuhuoneessa, ja yksi henki jokaista lisämakuuhuonetta kohti.

Taulukko 4. Talo ja henkilömääräoletukset.

Kerros	Kommentti	Kerroskorkeus	Ajomatka h.	Henkilömäärä	Sisääntuloprosentti %	Asuinkerrokset	Toimisto-osa
40	100empty	4	159,5	1	-	S	
39	150	3,5	156	16	-	S	
38	210	3,5	152,5	16	-	S	
37	254	3,5	149	16	-	S	
36	323	3,5	145,5	16	-	S	
35	454	3,5	142	16	-	S	
34	523	3,5	138,5	16	-	S	
33	522	3,5	135	16	-	S	
32	523	3,5	131,5	16	-	S	
31	522	3,5	128	16	-	S	
30	523	3,5	124,5	16	-	S	
29	522	3,5	121	16	-	S	
28	523	3,5	117,5	16	-	S	
27	522	3,5	114	16	-	S	
26		3,5	110,5	16	-	S	
25		3,5	107	16	-	S	
24		3,5	103,5	16	-	S	
23	523	3,5	100	16	-	S	
22	522	3,5	96,5	16	-	S	
21	477	3,5	93	16	-	S	
20	empty	4	89	1	-	S	
19	753	4	85	63	-		S
18		4	81	63	-		S
17		4	77	63	-		S
16	753	4	73	63	-		S
15	832	4	69	69	-		S
14	784	4	65	65	-		S
13		4	61	54	-		S
12		4	57	54	-		S
11		4	53	54	-		S
10	642	4	49	54	-		S
9	710	4	45	59	-		S
8	705	4	41	59	-		S
7	682	4	37	58	-		S
6	650	4	33	54	-		S
5	251	4	29	21	-		S
4	234	3,5	25,5	20	-		S
3		3,5	22	0	-		
2		3,5	18,5	0	-		
1		3,5	15	0	100	ES	ES

M = Pääsisääntulokerros, E = sisääntulokerros, | =pikavyöhyke, S = palvellut kerrokset

Taulukko 5. Kerrosyhteenvedo.

Talotyyppi:	Toimisto- ja asuintalo-osa	
Miehitetyt kerrokset:	Miehitetyt kerrokset	4-40
	Miehitettyjen kerrosten lukumäärä	37
	Kokonaishenkilömäärä	1179
Sisääntulokerros:	Sisääntulokerros	1
	Sisääntulokerrosten lukumäärä	1
Kaikkiaan:	Kaikkien kerrosten määrä	40
	Kokonaisajomatka (m)	144,5
	Tyypillinen kerroskorkeus (m)	3,5



3 Kuljettimet

Ryhmä	Kuvaus	Hissien lukumäärä	Ohjaus
1	Asuinkerrokset	2	TMS9900/ GA
2	Toimisto-osa	5	TMS9900/ GA
3	Toimisto-osa	4	KONE POLARIS DCS

Taulukko 6. Hissiparametrit.

Hissiryhmä	Asuinkerrokset	Toimisto-osa
Hissien lukumäärä	2	4/ 5
Nopeus (m/s)	5	3.5
Kiihtyvyys (m/s ²)	1	0.8
Kiihtyvyyden muutos (m/s ³)	1,6	1,6
Lähtöviive (s)	0,7	0,7
Oven avausetäisyys tasolta (m)	0,15	0,15
Nopeus oven ennakko-avaukseen (m/s)	0,3	0,3
Nimelliskorikoko (henk)	21	21
Ohituskuorma	17	17
Oven avausaika (s)	1.4	1.4
Oven sulkemisaika (s)	3.1	3.1
Valokennoviive (s)	0.9	0.9
Henkilösiirtoaika (sisään+ulos) (s)	2	2

4 Liikennelaskelmat

4.1 Hissien noeuden valinta

Hissien nimellisajoaika saadaan jakamalla nostokorkeus hissien nopeudella. Se antaa karkean arvion kuinka kauan hissillä matkustaminen kestää hissikulun päästä päähän. Taulokossa 7 on suositusarvot nimellisajoajalle eri tyyppisille taloille. Näiden avulla alustavasti määritetään hissien nopeus.

Taulukko 7. KONE suositukset nimellisajoajalle

Talotyyppi	Palvelutaso nimellisajoajalle		
	Tyydyttävä	Hyvä	Erinomainen
Toimisto	25 – 32	20 – 25	12 – 20
Hotelli	25 – 32	20 – 25	12 – 20
Asuintalo	32 – 50	25 – 32	20 – 25

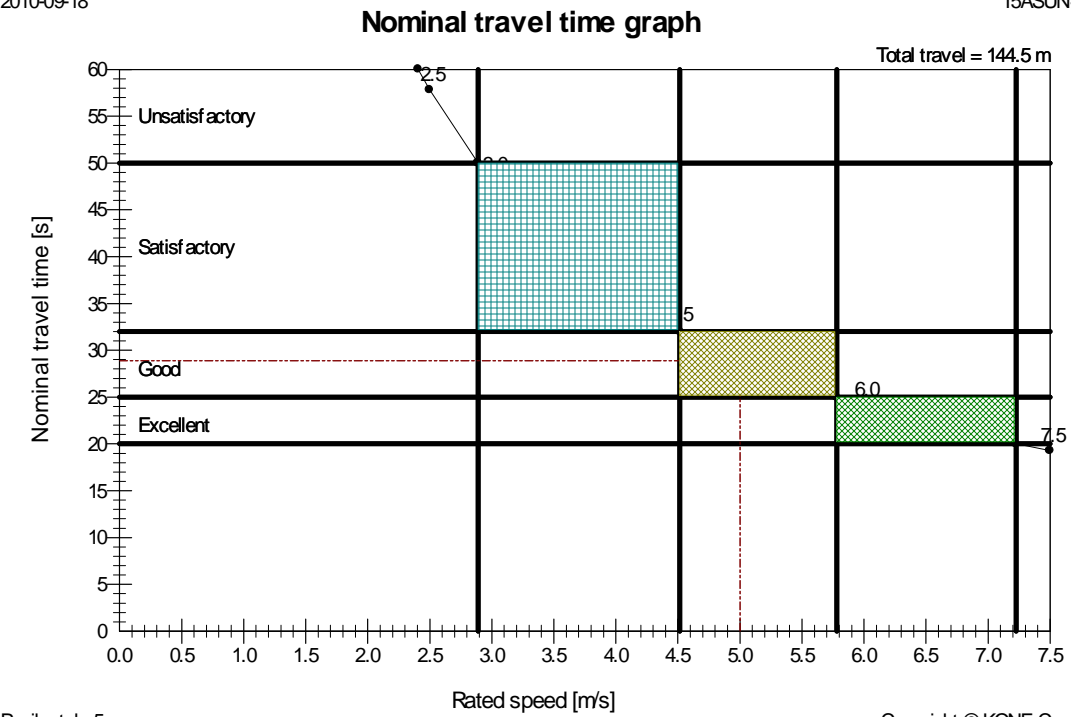
Taulukko 8. Hissijärjestely

Hissiryhmä	Hissien lukumäärä	Kerrokset/ Pysähdykset	Kuorma	Nopeus	Ajoaika	Ajomatka
			(kg / henkeä)	(m/s)	(s)	(m)
Asuinkerrokset	2	1,20-40 / 21	1600 / 21	5	28,9 (G)	144,5
Toimistosa	4/5	1-19/ 19	1600/ 21	3,5	20,0 (G/E)	70

U = Epätydyttävä, S = Tyydyttävä, G = Hyvä, E = Erinomainen

2010-09-18

T5ASUN-2.TRA



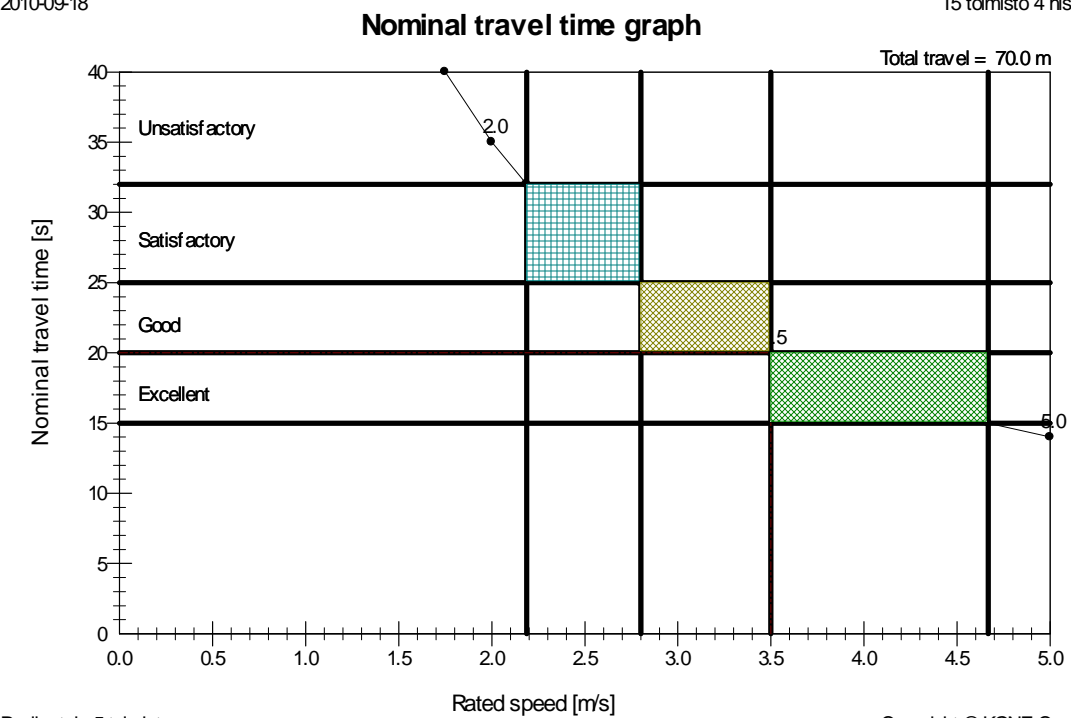
Pasila, talo 5

Copyright © KONE Corporation

Kuva 1. Nimellisajoaika asuinkerroksien hissiryhmälle.

2010-09-18

T5 toimisto 4 hissilla.tra



Pasila, talo 5 toimisto

Copyright © KONE Corporation

Kuva 2. Nimellisajoaika toimituskerroksien hissiryhmälle.

4.2 Ylösruehka-analyysi tavanomaisella ohjauksella

Tavanomaisessa ohjauksessa kytetään ylös/alaskutsunappeja kutsun antovälineenä. Kuvissa 3 ja 4 näytetään hissien lähtöväli (Intervalli) henkilöiden saapumisintensiteetin funktiona. Varjostetulla alueella käyrä saavuttaa hyväksyttäviä arvoja. Käyrän sivussa oleva luku näyttää hissien täyttöasteen kullakin liikenneintensiteetillä. Neljällä toimistohissillä intervalli on ja odotusajat venyvät liian pitkiksi tavanomaisella ohjauksella.

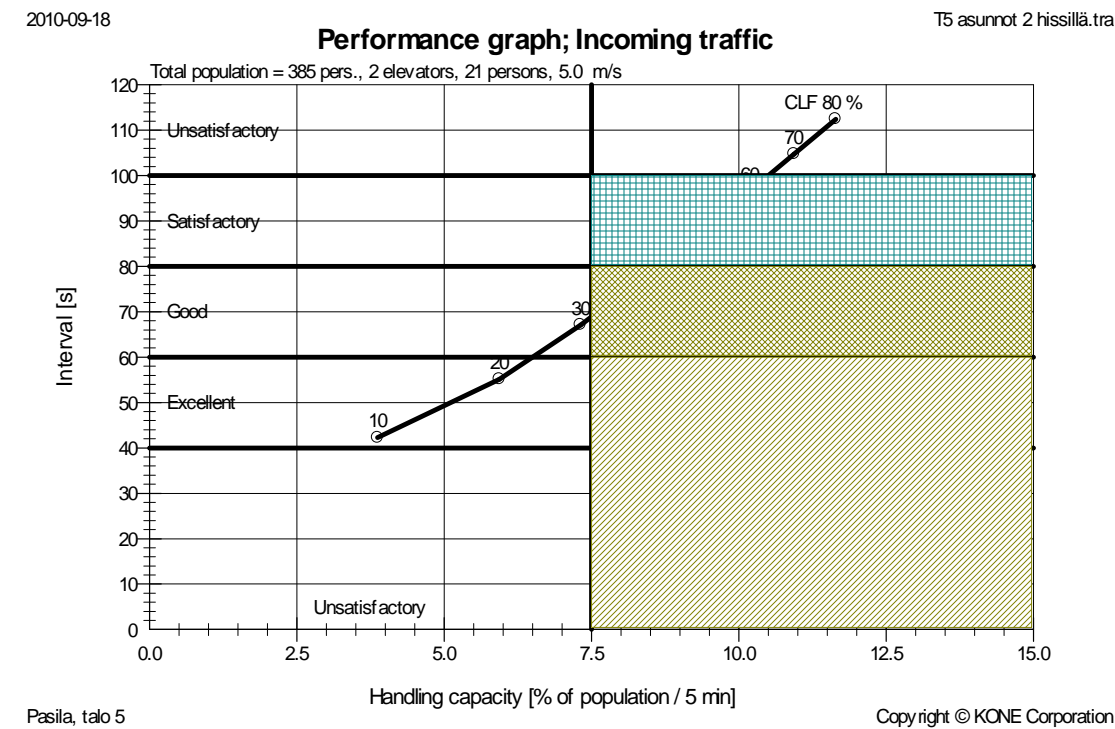
Taulukko 9. Ylösruehkan suoritusparametriarvot tavanomaisella ylös-alasnapiohjauksella.

Ryhmä	Kuljetuskapasiteetti		Kuormakerroin (%)	Kiertoaika (s)	Intervalli (s)	Henkilömäärä (persons)
	(% / 5 min)	(pers. / 5 min)				
Asuinkerrokset	11.6 (G)	44.8	80	224	68 (G)*	385
Toimisto-osa	13.5 (G)	118	80	171	41 (S/U)**	873
Toimisto-osa	16.9 (G)	148	80	171	27(S)**	873

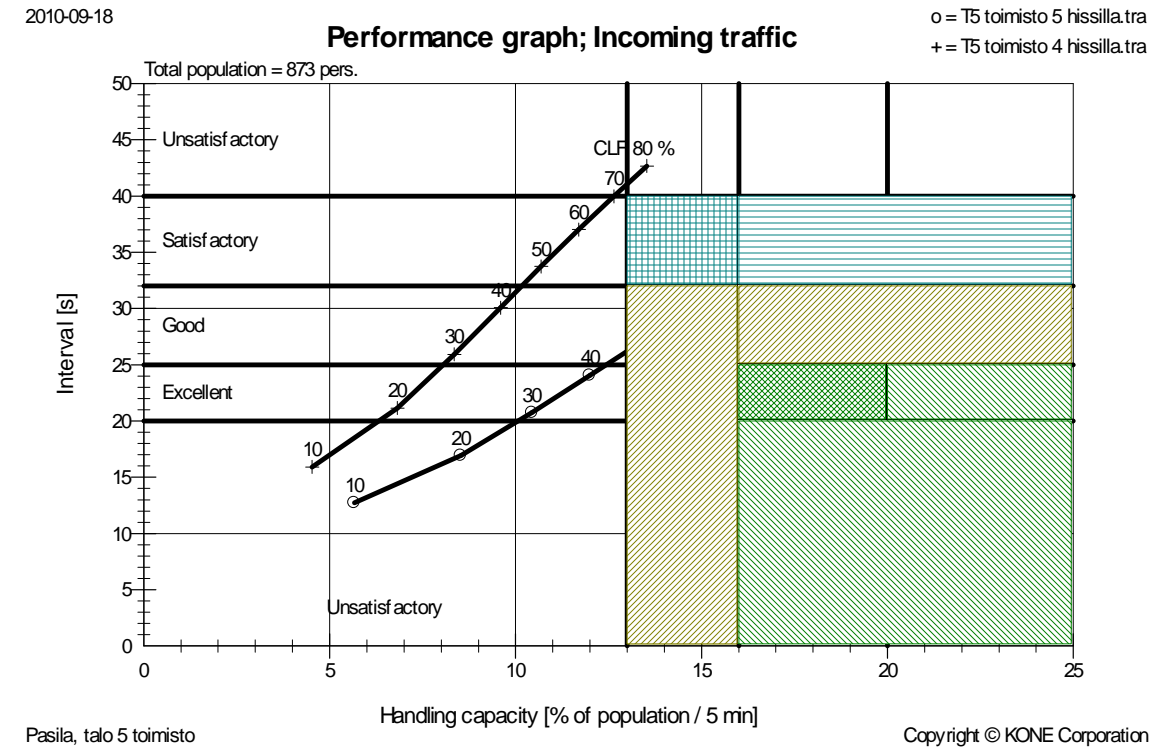
U = Epätydyttävä, S = Tyydyttävä, G = Hyvä, E = Erinomainen

* Saapumisintensiteetillä 7.5%/ 5 min

** Saapumisintensiteetillä 15%/ 5min



Kuva 3. Ylösruehkan intervalli kahdella hissillä asuitalokerroksille saapumisintensiteetin funktiona.



Kuva 4. 5. Ylösruehkan intervalli neljälle (+) ja viidelle (o) hissille toimisto-osassa saapumisintensiteetin funktiona.

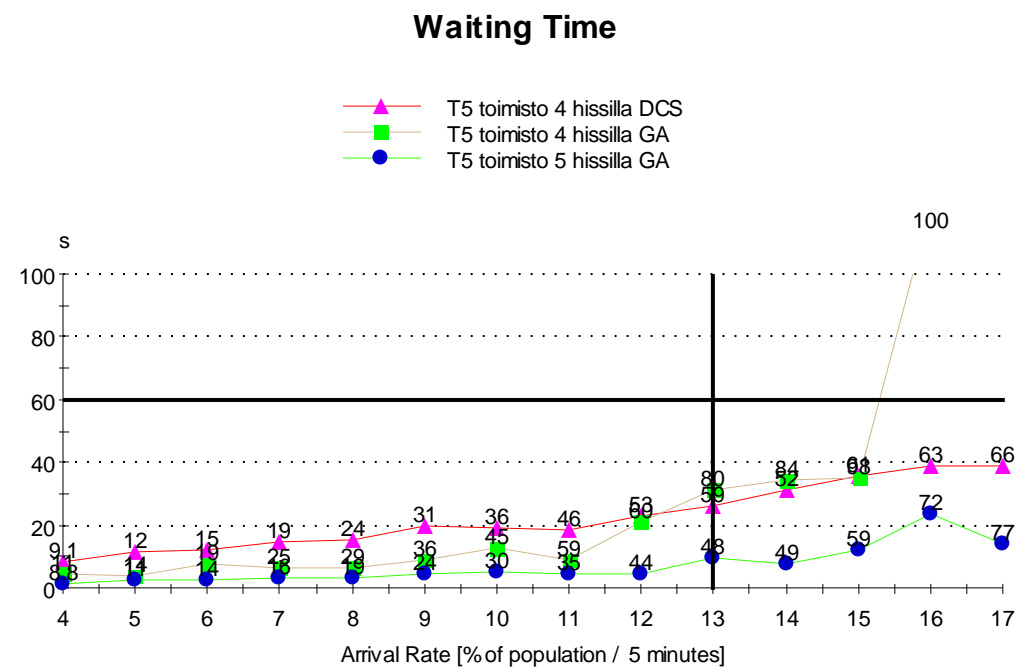


5 Liikennesimuloinnit

KONE BTS™ (Building Traffic Simulator) simulaattorin avulla saadaan selville matkustajien odotus- ja matkustusajat eri ohjausjärjestelmillä. BTS™ simulaattorissa on samat ohjauslogotimit kui itse hisseissä - Genetic Algorithm (TMS9900/GA), ja kohdekerros ohjaus (KONE Polaris DCS). KONE POLARIS DCS ohjauksessa korikäskyjä vastaavat kusu annetaan jo hissiaulassa, mikä tehosta hissiryhmän toimintaa.

5.1 Ylösruuhkatilanteen tulokset

Tylösruehkatilannetta on simuloitu askelmaisesrti kasvavalla liikenneintensiteetillä avanomaisella ohjauksella ja KONE Polaris kohdekerrosohjauksella. Jokaiselle askelmalle tehdään puolen tunnin simulointi vakiointensiteetillä ja siitä lasketaan keskimääräinen tulos. Henkilöiden keskimääräiset odotajat (AWT) ja matkustusajat (ATTD) esitetään kuvissa 6 ja 7. Kuljetuskapasiteetti määritetään kohdasta, jolloin hissin täyttöaste on 80 %. Toimistoissa kuljetuskapasiteetin tulee olla väintään 12% talon väkimäärästä viidessä minuutissa ja odotusaikojen tulee pysyä alle 60 sekuntia ja matkustusaikojen alle 120 sekuntia.

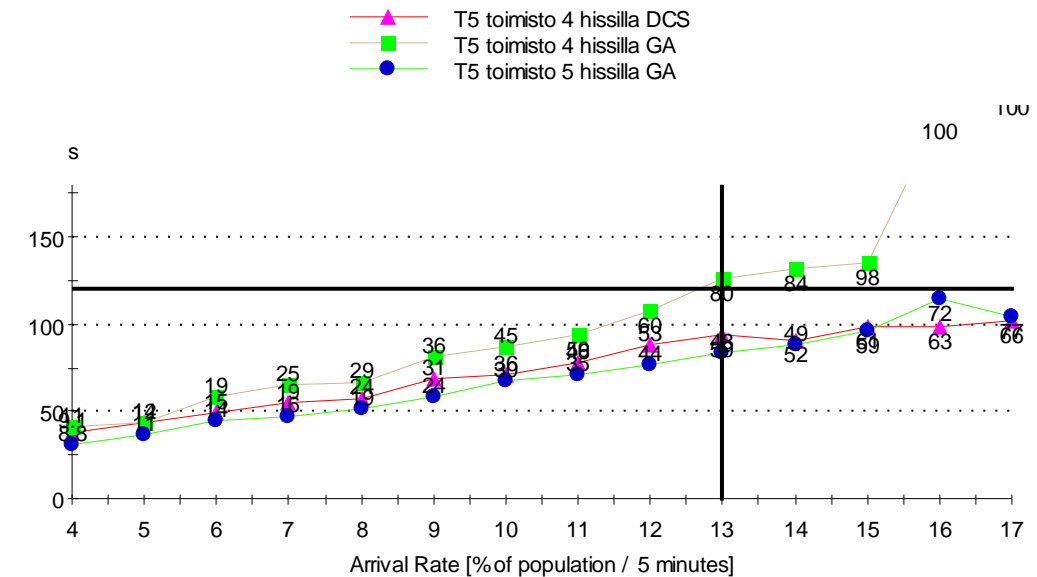


Taulukko 10. Toimisto-osan odotusajat ylösruuhkassa.

Saapumisintensiteetti	T5 Toimisto-osa 4 hissillä DCS ohjaus	T5 Toimisto-osa 4 hissillä TMS9900/GA	T5 Toimisto-osa 5 hissillä TMS9900/GA
% henkilömäärästä / 5 minuutissa	s	s	s
4	7.98	4.26	1.39
5	11.4	3.80	2.45
6	12.0	7.61	2.25

7	14.6	6.11	3.37
8	15.2	6.65	3.44
9	20.0	8.92	4.15
10	18.9	12.6	5.10
11	18.5	8.76	4.76
12	22.8	20.9	4.51
13	26.1	31.2	9.42
14	31.5	34.1	7.88
15	35.5	34.9	12.2
16	39.0	122	23.8
17	39.0	136	13.9

Time to Destination



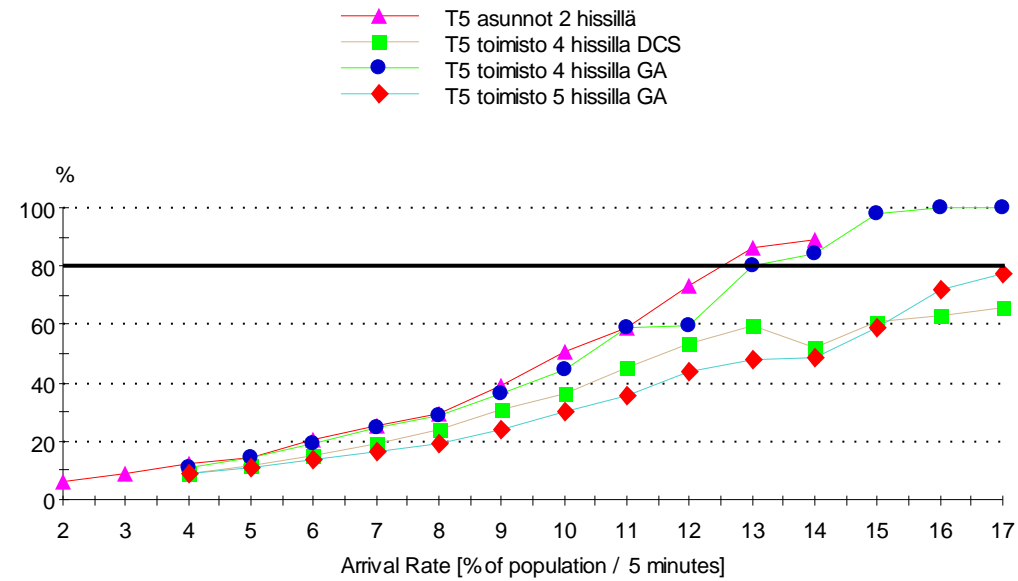
Taulukko 11. Matkustusajat – Up-Peak.

Saapumisintensiteetti	T5 Toimisto-osa 4 hissillä DCS ohjaus	T5 Toimisto-osa 4 hissillä TMS9900/GA	T5 Toimisto-osa 5 hissillä TMS9900/GA
% henkilömäärästä / 5 minuutissa	s	s	s
4	37.9	40.8	31.5
5	43.7	43.7	37.0
6	49.7	58.0	44.9
7	54.8	65.4	47.1
8	57.5	66.8	52.1
9	69.0	81.8	58.4
10	71.4	87.2	67.1
11	78.5	94.4	70.5
12	87.9	108	76.3
13	94.4	126	83.2



14	90.2	132	88.0
15	98.3	135	96.6
16	99.1	219	114
17	102	233	105

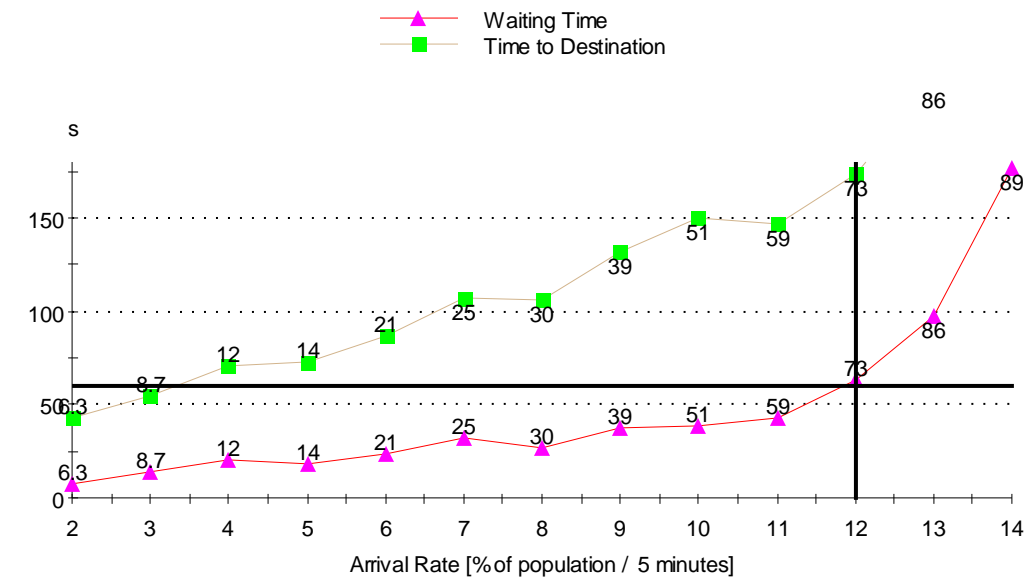
Load Factor



Taulukko 12. Kuorma Factor.

Saapumisintensiteetti % henkilömäärästä / 5 minuutissa	T5 Toimisto-osa 4 hissillä DCS ohjaus	T5 Toimisto-osa 4 hissillä TMS9900/GA	T5 Toimisto-osa 5 hissillä TMS9900/GA	T5 Toimisto-osa 5 hissillä GA
2	6.35	-	-	-
3	8.68	-	-	-
4	12.1	9.08	11.1	8.75
5	14.1	11.8	14.3	11.0
6	20.8	15.0	19.0	14.0
7	25.1	19.4	24.9	16.1
8	29.6	24.2	28.7	19.2
9	38.8	31.0	36.4	24.2
10	50.7	36.2	44.5	30.2
11	59.2	45.5	58.9	35.3
12	73.2	53.3	59.9	43.6
13	86.1	59.4	80.1	47.9
14	88.9	52.2	84.4	49.0
15	-	61.0	98.1	59.1
16	-	63.2	99.7	72.0
17	-	65.9	100	77.4

Asuinkerrokset



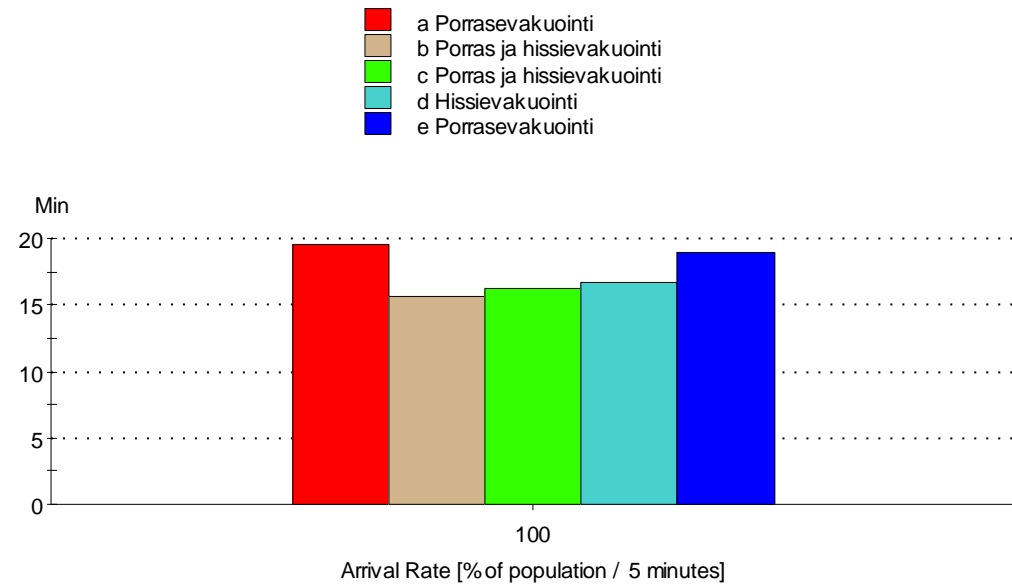
Taulukko 13. Asuinkerrokset duplex

Saapumisintensiteetti % henkilömäärästä / 5 minuutissa	Odotusajat s	Matkustusajat s
2	8.00	43.4
3	14.0	54.4
4	20.1	71.1
5	18.0	72.4
6	23.7	86.8
7	31.7	107
8	27.0	106
9	37.4	132
10	38.9	150
11	42.9	146
12	63.1	173
13	97.7	220
14	177	299

5.2 Poistumis ja evakuointiajat

5.2.1 Kaikkien hissien käyttö evakuoinnissa

Simulation Time

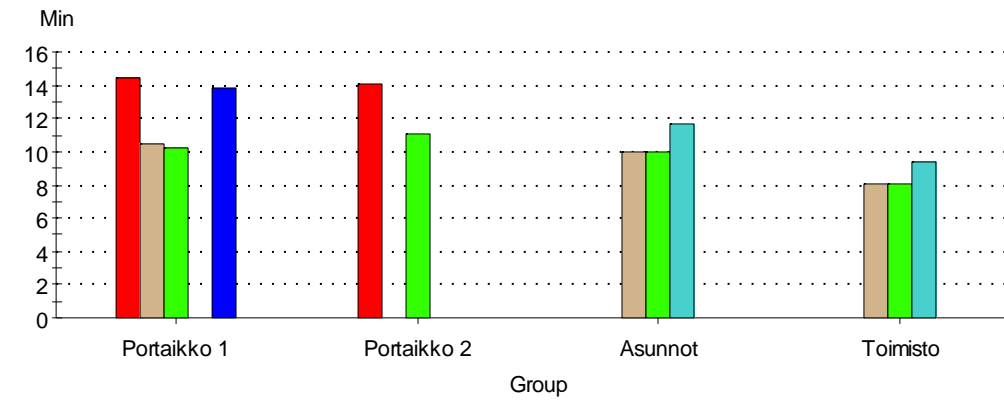


Taulukko 14. Evakuointiaika.

Saapumis-intensiteetti	a) Kaksi portaikkoa	b) Portaikko ja kaksi hissiryhmää	c) Kaksi portaikkoa ja kaksi hissiryhmää	d) Kaksi hissiryhmää	e) Yksi portaikko
% henkilömäärästä / 5 minuutissa	Min	Min	Min	Min	Min
100	19.5	15.6	16.2	16.7	18.9

Egress Time

- a) Porrasevakuointi Portaikko
- b) Porras ja hissievakuointi
- c) Porras ja hissievakuointi
- d) Hissievakuointi
- e) Porrasevakuointi Portaikko 1

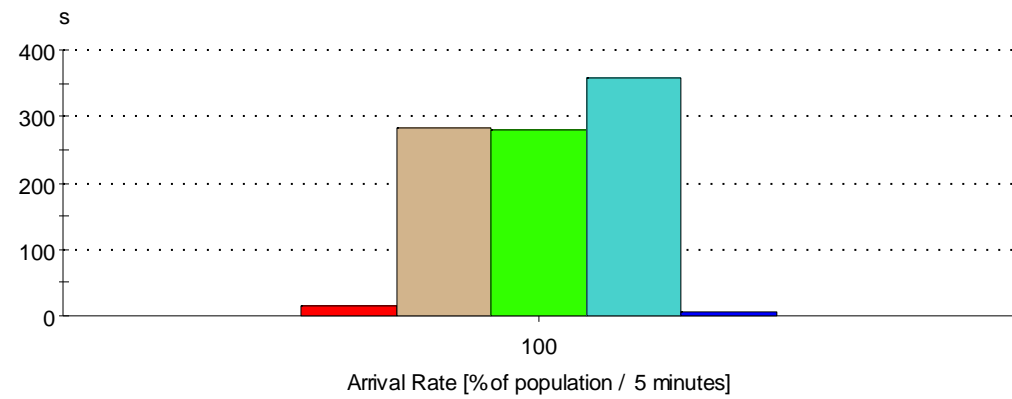


Taulukko 15. Poistumisaika (sarakkeen maksimiarvo).

Ryhmä	a) Kaksi portaikkoa	b) Portaikko ja kaksi hissiryhmää	c) Kaksi portaikkoa ja kaksi hissiryhmää	d) Kaksi hissiryhmää	e) Yksi portaikko
	Min	Min	Min	Min	Min
Portaikko 1	14.4	10.5	10.3	-	13.8
Portaikko 2	14.1	-	11.1	-	-
Asunnot	-	9.97	9.97	11.7	-
Toimisto	-	8.07	8.07	9.44	-

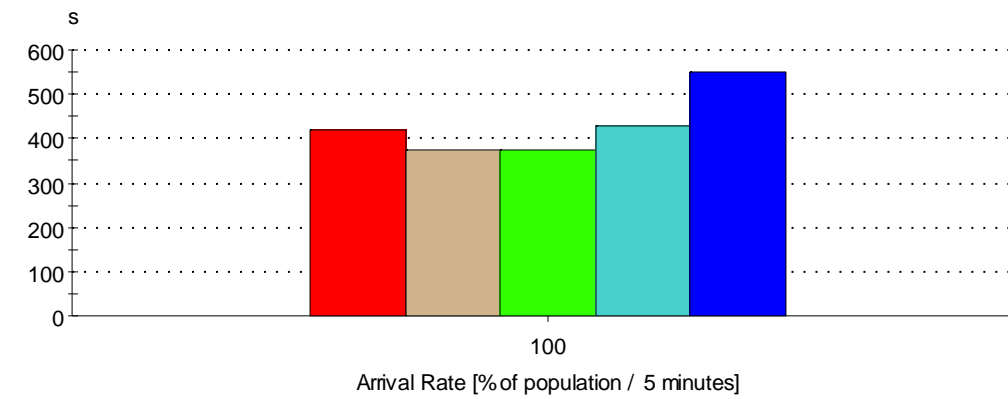
Global Waiting Time

- a Porrasevakuointi
- b Porras ja hissievakuointi
- c Porras ja hissievakuointi
- d Hissievakuointi
- e Porrasevakuointi



Global Journey Time

- a Porrasevakuointi
- b Porras ja hissievakuointi
- c Porras ja hissievakuointi
- d Hissievakuointi
- e Porrasevakuointi



Taulukko 16. Odotesajat.

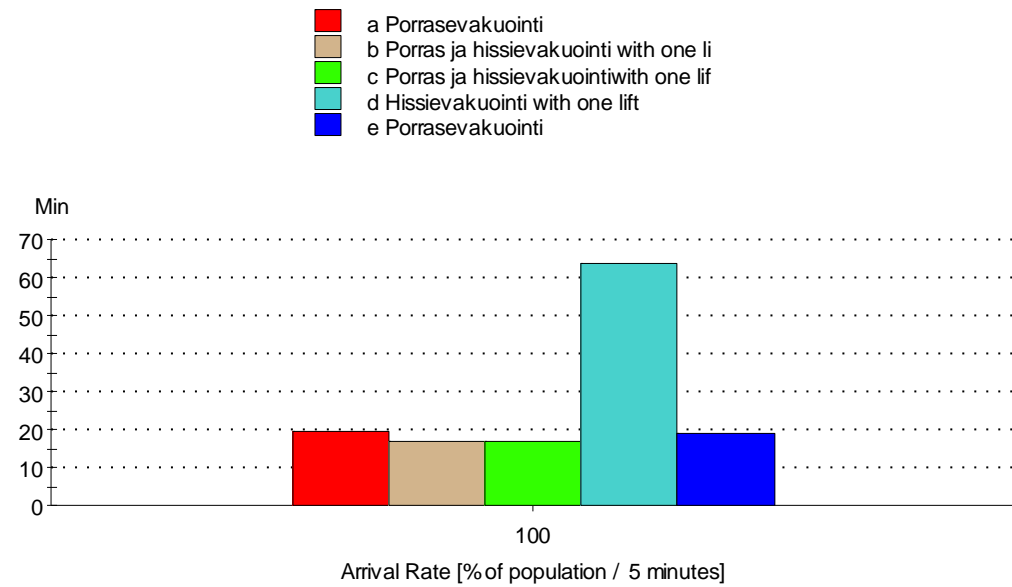
Ryhmä	a) Kaksi portaikkoa	b) Portaikko ja kaksi hissiryhmää	c) Kaksi portaikkoa ja kaksi hissiryhmää	d) Kaksi hissiryhmää	e) Yksi portaikko
% henkilömäärä stä / 5 minuutissa	s	s	s	s	s
100	16.0	281	281	358	6.66

Taulukko 17. Matkustusajat

Ryhmä	a) Kaksi portaikkoa	b) Portaikko ja kaksi hissiryhmää	c) Kaksi portaikkoa ja kaksi hissiryhmää	d) Kaksi hissiryhmää	e) Yksi portaikko
% henkilömäärä stä / 5 minuutissa	s	s	s	s	s
100	421	375	376	427	550

5.2.2 Yhden hissien käyttö evakuoinnissa

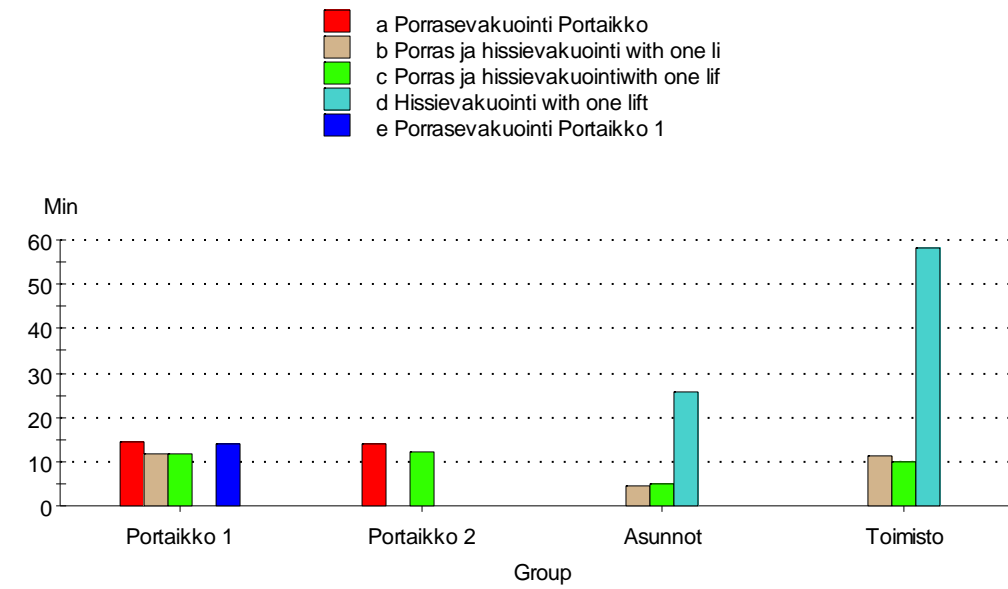
Simulation Time



Taulukko 18. Evakuointiaika.

Saapumis-intensiteetti	a) Kaksi portaikkoa	b) Portaikko ja kaksi hissiä	c) Kaksi portaikko ja kaksi hissiä	d) Kaksi hissiä	e) Yksi portaikko
% henkilömäärästä / 5 minuutissa	s	s	s	s	s
100	19.5	16.6	17.1	63.4	18.9

Egress Time

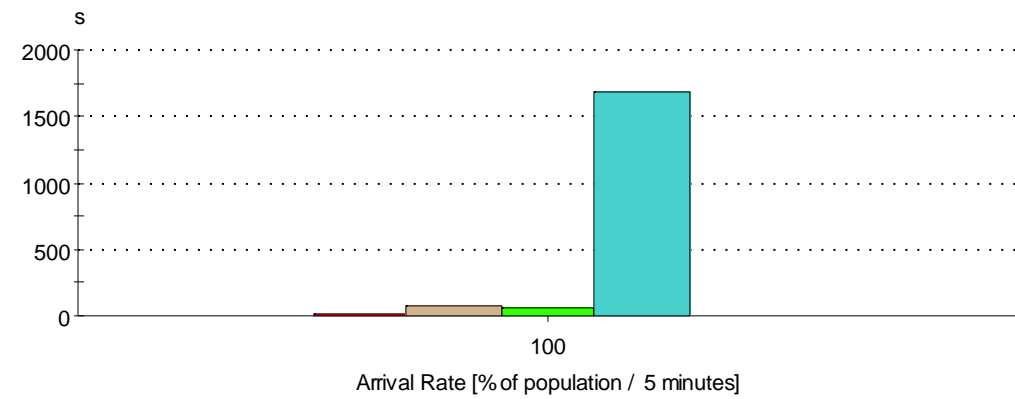


Taulukko 19. Poistumisaika.

Ryhmä	a) Kaksi portaikkoa	b) Portaikko ja kaksi hissiä	c) Kaksi portaikko ja kaksi hissiä	d) Kaksi hissiä	e) Yksi portaikko
	Min	Min	Min	Min	Min
Portaikko 1	14.4	11.6	11.6	-	13.8
Portaikko 2	14.1	-	12.0	-	-
Asunnot	-	4.65	4.89	25.7	-
Toimisto	-	11.2	9.93	58.4	-

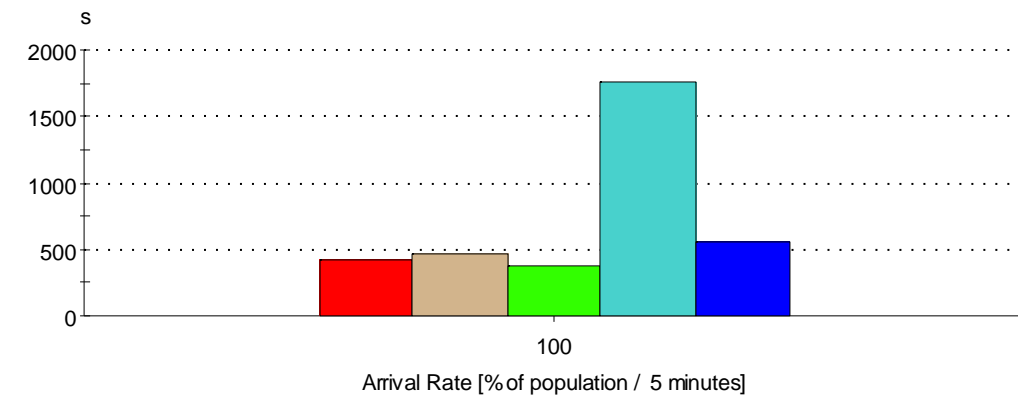
Global Waiting Time

- a Porrasevakuointi
- b Porras ja hissievakuointi with one li
- c Porras ja hissievakuointiwith one lif
- d Hissievakuointi with one lift
- e Porrasevakuointi



Global Journey Time

- a Porrasevakuointi
- b Porras ja hissievakuointi with one li
- c Porras ja hissievakuointiwith one lif
- d Hissievakuointi with one lift
- e Porrasevakuointi



Taulukko 20. Odotusajat.

Saapumis-intensiteetti	a) Kaksi portaikkoa	b) Portaikko ja kaksi hissiä	c) Kaksi portaikko ja kaksi hissiä	d) Kaksi hissiä	e) Yksi portaikko
% henkilömäärästä / 5 minuutissa	s	s	s	s	s
100	16.0	70.8	62.9	1690	6.66

Taulukko 21. Matkustusajat.

Saapumis-intensiteetti	a) Kaksi portaikkoa	b) Portaikko ja kaksi hissiä	c) Kaksi portaikko ja kaksi hissiä	d) Kaksi hissiä	e) Yksi portaikko
% henkilömäärästä / 5 minuutissa	s	s	s	s	s
100	421	460	376	1750	550

6 Palvelutasosuositukset

Alla on suositusajat hissien lähtövälelle (Intervalli) ja henkilöiden osotus- ja matkustusajoille eri tyyppisissä taloissa.

Taulukko 22. KONEen suositusarvot palveluaikaparametrille

Quality Level	Economic	Hyvä	Erinomainen
Intervalli (s)	32 – 40	25 – 32	20 – 25
Odotusajat (s)	30 – 40	20 – 30	< 20
Matkustusajat (s)	100 – 120	80 – 100	< 80

Taulukko 23. KONEen suositusarvot kuljetuskapasiteetin arvolle.

Ohjausjärjestelmä	Vuokralaiset	Työaika	Palvelutaso eri kuljetuskapasiteettiarvoille		
			Tyydyttävä	Hyvä	Erinomainen
Perinteinen ylös-alasnapiohjaus	Yksi	Kiinteä	15 – 16	16 – 20	20 – 25
		Joustava	12 – 13	13 – 16	16 – 20
	Usea	Kiinteä	12 – 13	13 – 16	16 – 20
		Joustava	11 – 12	12 – 15	15 – 17
DCS Ohjaus	Yksi	Kiinteä	16 – 18	18 – 22	22 – 27
		Joustava	13 – 15	15 – 18	18 – 22
	Usea	Kiinteä	13 – 15	15 – 18	18 – 22
		Joustava	12 – 14	14 – 17	17 – 19

7 Perusparametrien määritelmät

Seuraavat suunnitteluparametri lasketaan:

- Kuljetuskapasiteetti (henkeä/5 minuttia, tai % talon henkilömäärästä/5 minuuttia)
- Intervalli (s)
- Nimellis ajoaika (s)

Kuljetuskapasiteettilla tarkoitetaan maksimi henkilö määrää, jonka hissiryhmä pystyy kuljettamaan ylösruuhkatilanteessa viidestä minuutissa hissini täyttöasteen ollessa 80% lähtiessään eruskerroksesta ylöspäin. Kuljetuskapasiteetti ilmoitetaan usein prosentteina talon väkimäärästä.

Intervalli on hissien keskimääräinen lähtöväli peruskerroksesta ylösruuhkan aikana.

Nimellinen Ajoaika saadaan jakamalla nostokorkeus hissini nopeudella.

Odotusajat (WT): Aika siitä, kun henkilö antaa kutsun siihen, kun hissi saapuu palvelemaan kutsua ja aloittaa avata ovia kutsukeroksessa.

Siirtoaika (TT): Aikaväli siitä, kun palveleva hissi alkaa avata oviaan siihen, kun matkustaja hissi alkaa avata ovia henkilön menokeroksessa.

Matkustusaika (TTD): Henkilön odotus. ja siirtoaika yhteensä.



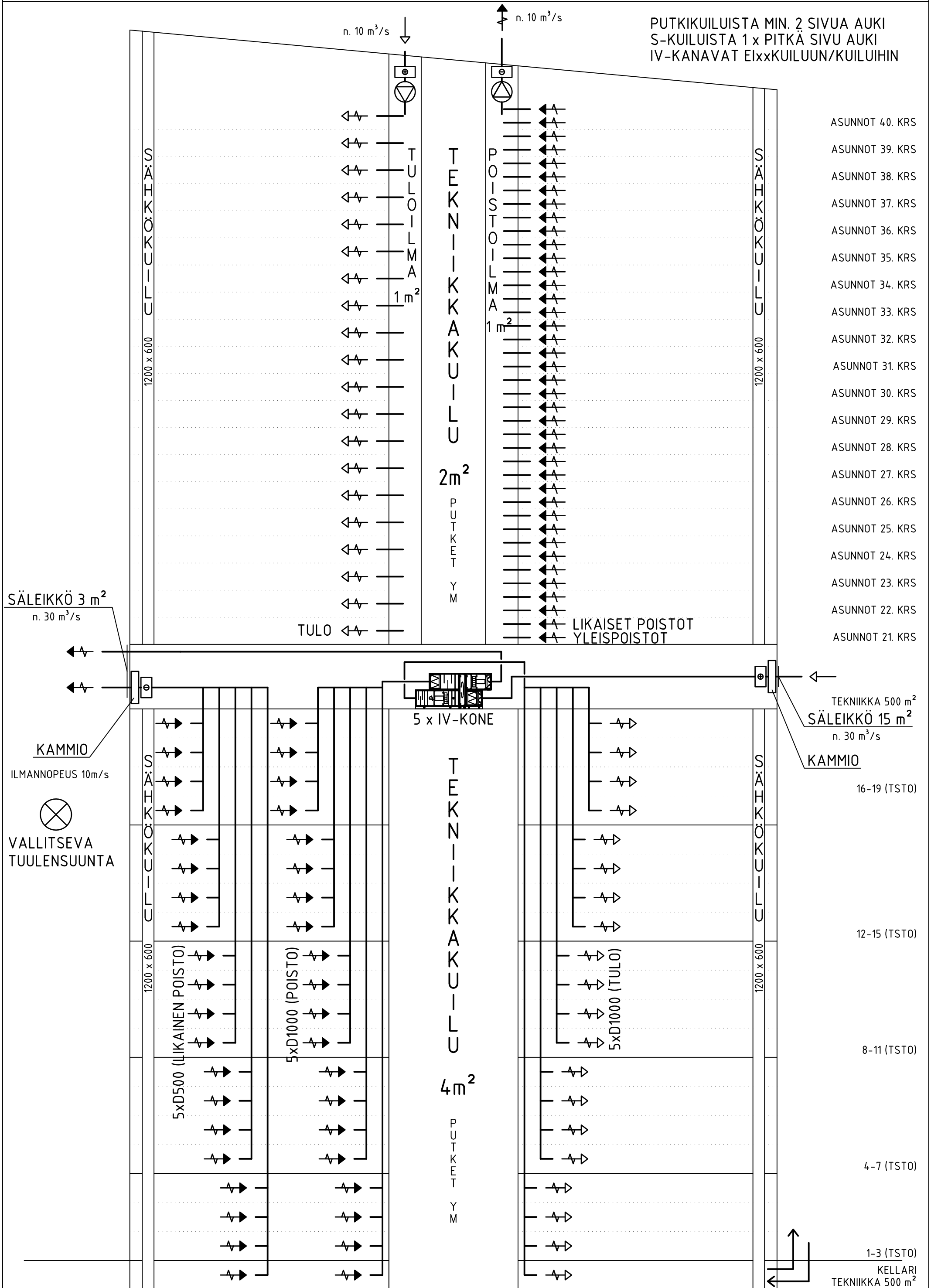
Kuva 6 Evakuointiparametrit

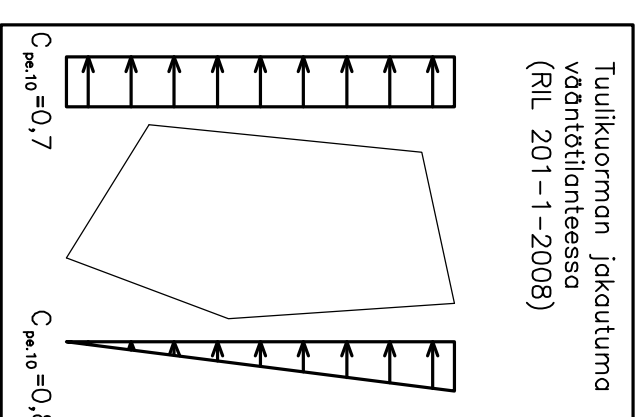
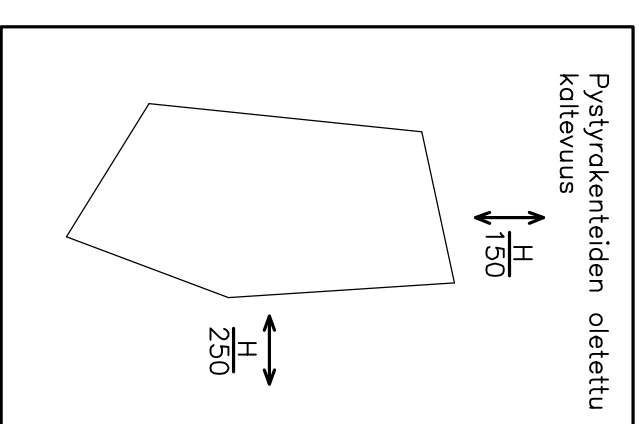
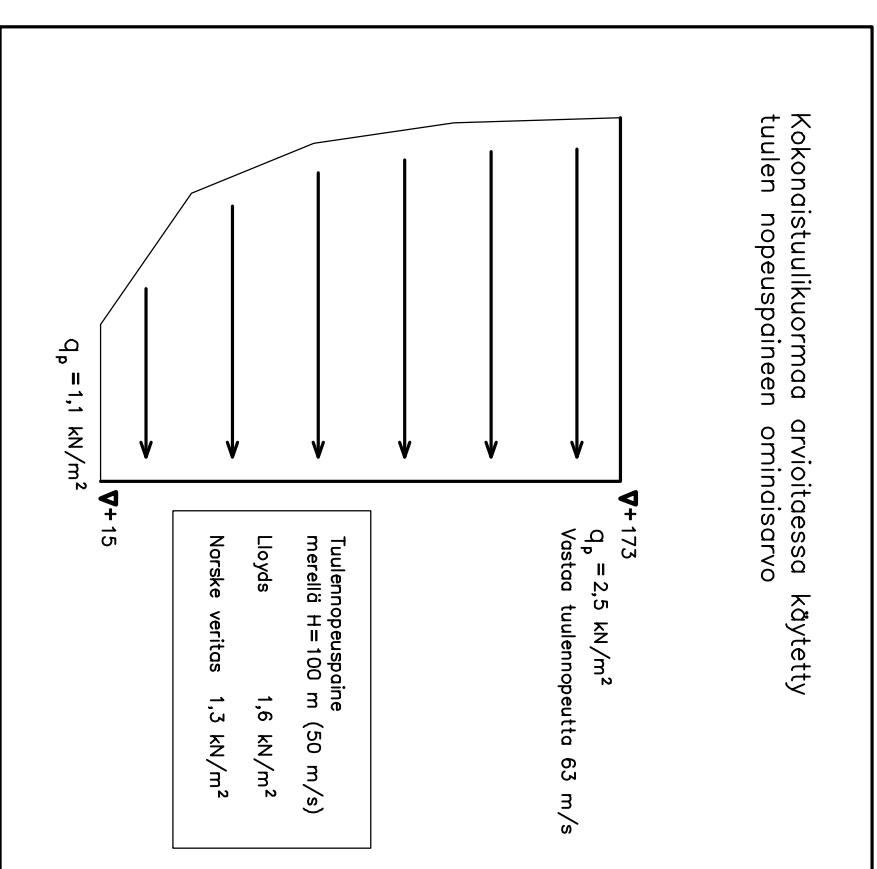
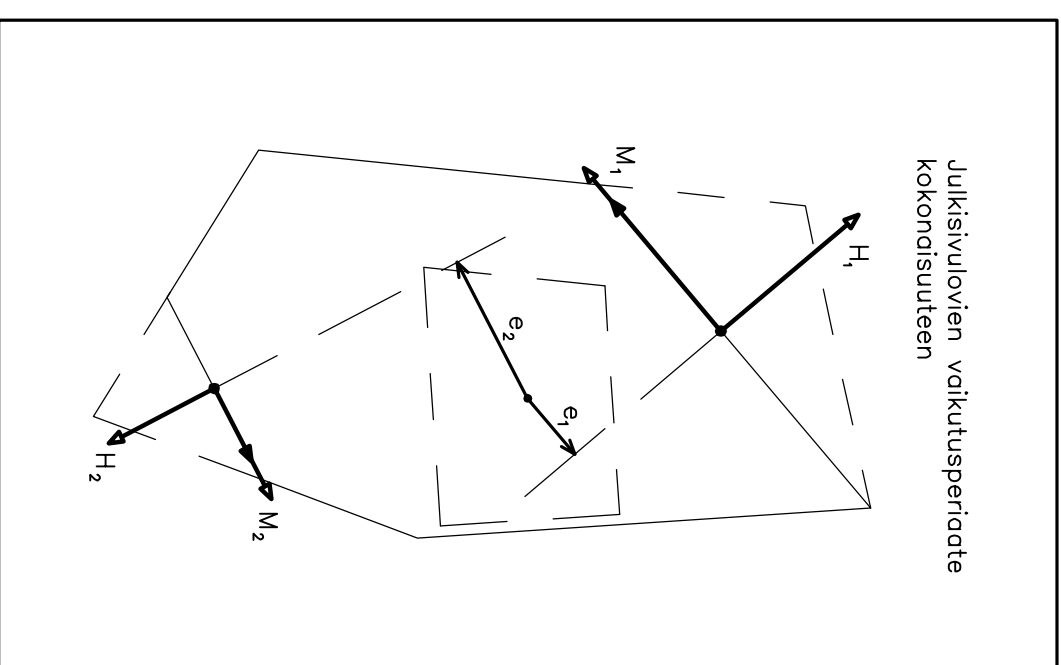
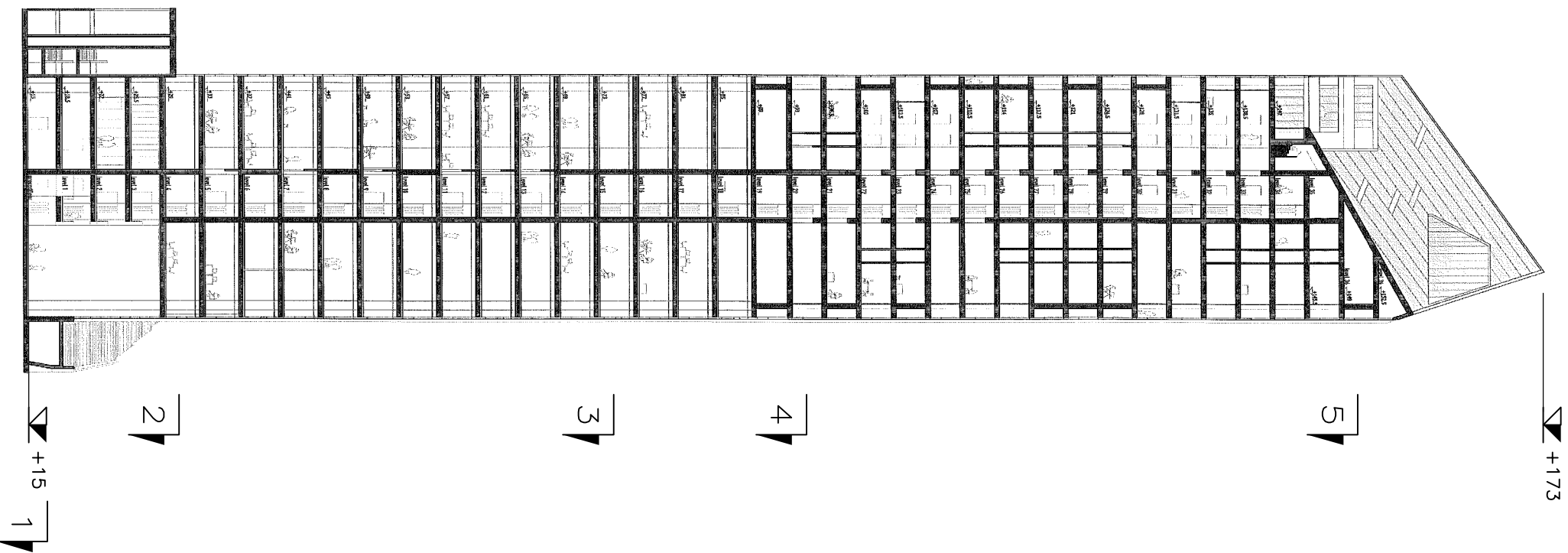
Evakuointiaika: Kokonaisaika hälytyksestä kunnes matkustajat ovat ulkona pelastautumisalueella

Poistumisaika: Aika, joka kuluu laskeutumiseen alas (ei sisällä reaktioaikaa)

Reaktioaika: Aika hälytyksestä siihen, kun henkilö aloittaa poistumisen Reaktioaikana henkilö kerää tavaransa, ja päättää poistumishetkestä. Simuloinnissa henkilöiden saapumisaikaa hissiaulaan ja portaikon eteen pidetään reaktioaikana.

PASILAN TORNITALOT - TEKNIKAN TILAVARAUKSET JA IV-TOIMINTAPERIAATE





PAIVÄYS: 29.10.2010	PIIRTÄJÄ: JR0	SUUNNITTELIJA: DI Matti Haaramo	MITTAKAAVAT:	TKO NO: RAK 309
				PIIR. NO: 2
VAHANEN	SISÄLTO: TÖRNI 5	TEKNISIÄ KAAVIOTTA		MUUTOS: