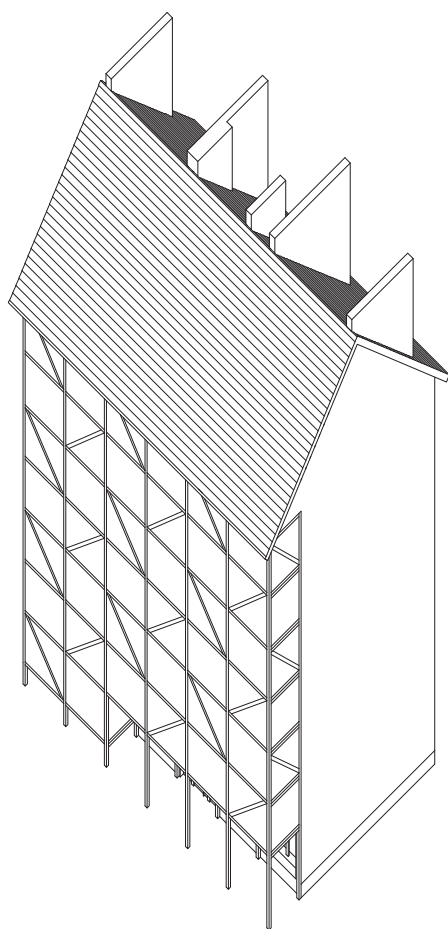




TULEVAISUUDEN KERROSTALO
DIPLOMITYÖ LARS-ERIK MATTILA

TULEVAISUUDEN KERROSTALO
DIPLOMITYÖ LARS-ERIK MATTILA

AALTO-YLIOPISTO
TAITEIDEN JA SUUNNITTELUN KORKEAKOULU
ARKKITEHTUURIN LAITOS
2014

Tekijä: Lars-Erik Mattila
Diplomityön nimi: Tulevaisuuden kerrostalo
Päiväys: 11.11.2014
Laitos: Arkkitehtuurin laitos
Professuuri: rakennusoppi
Professuurin koodi: A-9
Työn valvoja: professori Antti-Matti Siikala
Työn ohjaajat: professori Kimmo Lylykangas, arkkitehti Marko Huttunen
Kuvaplausnit: 8 kpl
Pienoismallit: 1 kpl
Sivumäärä (selostus + liitteet): 62 + 14
Kieli: Suomi
Avainsanat: puurakentaminen, aineen kiertokulku, ylläpidettävyys

TIIVISTELMÄ

Suomessa 1960-luvulla alkanut ja yhä jatkuva monimutkaisiin materiaalikerroksiin ja tiiviisiin synteettisiin materiaaleihin perustuva elementtirakentaminen on uhka sekä ympäristölle että asukkaankin terveydelle ja sijoitukselle. 1960-luvulta lähtien rakennukset on suunniteltu kestäväksi vain pieni osa ihmisikää. Monimutkaiset rakenneratkaisut tähtäävät hetkelliseen suorituskykyyn ja halpoihin kertakustannuksiin, mutta samalla ne ovat vikaherkkiä, toipumiskyvyttömiä ja alttiita mikrobivaurioille. Ne myös sisältävät ympäristölle haitallisia aineita, jotka purettaessa päätyvät ja kertyvät ympäristöön. Joka sijoittaa tällaiseen rakennukseen tai asuntoon, menettää vähitellen sijoituksensa.

Nykyinen rakennuslainsäädäntö kuitenkin suosii kertakäyttöistä monikerroseelementtirakentamista. Se tekee sen muka ympäristönsuojelun nimissä. Sen sijaan vanhojen, koeteltujen arvokiinteistöjemme kaltainen aidosti kestävä ja energiatehokas rakentaminen on määräyksin kielletty.

Näin ei kuitenkaan tarvitsisi olla. Tässä diplomityössäni perustelen näkemystäni kestävästä rakentamisesta. Käsitteistän monikerroseelementtirakentamisen kolme ongelmaa: aineen kiertokulun ongelman, kansantalouden ongelman ja kansanterveyden ongelman. Ristiintaulukoimalla ja vertailemalla osoitan rakentamismääräysten ristiriitaisuuksia. Niin sanottuina heikkoina signaaleina eli merkkeinä tulevista trendeistä esittelen kaksi uutta massiivirakenteista kerrostaloa. Sitten esittelen oman suunnitelmani tulevaisuuden kerrostaloksi: tyyppitalon, joka perustuu aineen kiertokulkuun ja ylläpidettävyyteen.

Tulevaisuuden kerrostaloani esimerkkinä käyttäen havainnollistan, miten hiilijalanjälkilaskelma ei ole riittävä työkalu ympäristövaikutusten arviointiin ja miten lämpöhäviön tasauslaskelma toimii lainsäädännöllisenä pullonkaulana, joka itse asiassa estää terveen rakentamisen.

Author: Lars-Erik Mattila
Title of thesis: Multi-storey house of the future
Date: 11.11.2014
Department: Department of Architecture
Academic Chair: Building Technology
Chair Code: A-9
Supervisor: professor Antti-Matti Siikala
Instructors: professor Kimmo Lylykangas, architect Marko Huttunen
Drawing Panels: 8 pcs
Models: 1 pc
Number of pages (report + appendix): 62 + 14
Language: Finnish
Keywords: wood construction, material flow, sustainability

ABSTRACT

Since the 1960's building techniques in Finland have shifted toward increasingly complex structural performance and the pursuit of low one-time costs. These techniques are based on complex building assemblies with synthetic, impermeable materials. Built in this manner, buildings become vulnerable, prone to moisture damage and are difficult (or impossible) to maintain. As a result, buildings from the 1960's onward, have been designed to last for only a fraction of a human lifetime. Those who chose to invest in a new home, be it a house or an apartment will in time lose their investment. Furthermore, these building materials contain harmful substances which are released into the environment when these buildings are demolished. If we refuse to re-consider the very essence of our buildings, architecture will continue to be an environmental hazard and become a threat to the health and financial well-being of its very inhabitants.

Current building legislation continues to favour disposable multi-layered building assemblies and prohibits the tried, tested, genuinely sustainable, and energy efficient building techniques from our most valuable historic architecture. In this thesis, I will demonstrate the contradictions and problems in current building legislation through three areas of inquiry: material flow, national economy and national health.

As so called weak signals of future trends I present two new multi-storey buildings, that like buildings of the past, make use of the advantages of homogenous structures. I then present my own design for the multi-storey house of the future: a type-house that is based on material flows and sustainability. With my proposal, I demonstrate how carbon footprint calculation is an inadequate tool for environmental assessment and how the regulations for the heat transfer coefficient of a building envelope work as a legislative bottleneck that prevent healthy building.

ALKUSANAT	9
AINEEN KIERTOKULUN ONGELMA	10
KANSANTALouden ONGELMA	13
KANSANterveyden ONGELMA	14
HEIKKOJA SIGNAALEJA	19
KOHTI Tulevaisuutta	21
Tulevaisuuden Kerrostalo	23
sijainti ja yhteydet	25
tilat ja ulkokuori	27
lämmitys ja ilmanvaihto	39
paloturvallisuus	41
rakenne	43
leikkaus ja yksityiskohdat	45
materiaalijakaumien vertailu	51
hidasteena lämpöhäviön tasauslaskelma	53
JATKOSANAT	55
LÄHTEET	57
LIITTEET	
planssipienennökset	62
lämpöhäviön tasauslaskelmat	70
KIITOKSET	76

ALKUSANAT

Suomessa talot rapistuvat tai remontoidaan pilalle ja ihmiset menettävät rahansa. Suomessa talot homehtuvat ja ihmiset menettävät terveytensä. Suomessa talot puretaan ja ympäristö täyttyy saasteista, joista rakennukset on tehty. Nämä ongelmat ovat tiedossa. Silti rakennuslainsäädäntömme perustuu nurinkuriseen ajatteluun, jossa sähkönkulutusta yritetään vähentää sähkölaittein, myrkytyksiä myrkyin ja kiinteistöjen arvon romahtamista yhä uusin arvottomin kiinteistöin. Tämä tapahtuu niin sanotun kestävä kehityksen nimissä.

Lain näkökulmasta kaikki Suomen homekoulut ja muut sisäilmaongelmista kärsivät rakennukset ovat asianmukaisia. Ne on rakennettu kaikkien rakennusmääräysten mukaisesti, hyvää rakennustapaa noudattaen.

Laki käytännössä sallii myös ympäristörikokset, sillä se määrittelee monet ympäristölle haitalliset materiaalit ja energianlähteet tehokkaiksi ja siten jopa tavoiteltaviksi. Se ei ohjaa kohti puhtaampaa primäärienergiantuotantoa vaan lisäeristämään muovilla.

Lisäksi laki sallii nykyisenkaltaisen elinkaariajattelun eli kertakäyttörakentamisen. Rakennusliikkeille talot ovat halpoja ja rakentaa. Omistajille ja asukkaille ne ovat kuitenkin kalliita tai mahdottomia ylläpitää. Julkisessa keskustelussa paheksutaan 1960–1970-luvun elementtirakentamista. Silti sama rakennustekniikka on laillisesti käytössä vieläkin. Elementit ovat vain kerrostuneet entisestään. Ei ole mitään takuita siitä, etteivätkö nykyrakennustenkin ongelmat jatkuisi vielä kymmeniä vuosia.

Arkkitehdeille tuntuu olevan epäselvää, mikä on heidän roolinsa tässä kaikessa – mitä hekin välillisesti aiheuttavat. He ovat keskittyneet ratkomaan esteettisiä ongelmia, suunnittelemaan ongelmarakennuksista houkuttelevan näköisiä. Onnistumisen tunteensa he ovat alkaneet hakea yhä kapenevilta osaamisalueilta. Kuitenkin juuri arkkitehdit voisivat hyvinkin monipuolisella tavalla käyttää asiantuntijuuttaan ja vaikutusvaltaansa ongelmien ratkaisemiseksi. Mielestäni arkkitehdin on turha typistää itseään pelkäsi ulkonäön suunnittelijaksi.

Tässä diplomityössäni perustelen näkemystäni kestävästä rakentamisesta. Käsitteistän monikerroselementtirakentamisen kolme ongelmaa: aineen kiertokulun ongelman, kansantalouden ongelman ja kansanterveyden ongelman. Ristiintaulukoiden avulla ja vertailemalla osoitan materiaali- ja energiamääräysten ristiriitaisuuksia. Niin sanottuina heikkoina signaaleina eli merkeinä tulevista trendeistä esittelen kaksi uutta massiivirakenteista kerrostaloa. Sitten esittelen oman suunnitelmani tulevaisuuden kerrostaloksi: tyyppitalon, joka perustuu aineen kiertokulkuun ja ylläpidettävyyteen.

AINEEN KIERTOKULUN ONGELMA

Maailmassa kulutetaan tällä hetkellä valtavia määriä uusiutumattomia luonnonvaroja tuhoisin seurauksin. Aine ei kierrä. Se ehtyy ja kertyy. Jotta tämän todella ymmärtäisi, pitää uskaltaa ajatella loppuun asti, mitä vaikkapa rakennusteollisuuden käyttämän muovin kertyminen käytännössä tarkoittaa. Euroopan komission kulutusoppaan (2012) mukaan muovin tuotanto maailmassa on kasvanut vuonna 1950 tuotetusta 1,5 miljoonasta tonnista (Mt) vuonna 2012 tuotettuun 288 Mt:iin. Siis 62 vuodessa 192-kertaiseksi. Opas valottaa asiaa konkreettisella esimerkillä: ”Joka vuosi valtameriin päätyy miljoonia tonneja roskaa. Siitä etenkin muovi on ongelma. Ennen pitkää merten muovijäte hajoaa mikroskooppiseksi muovitomuksi, joka öljypohjaisena sitoo merten muita haitallisia kemikaaleja. Myrkylliset hiukkaset muodostavat keskittyymiä, joissa myrkkypitoisuus on jopa miljoonakertainen ympäröivään meriveteen verrattuna. Kalat ja vesilinnut syövät näitä rakeita, jotka näin joutuvat ravintoketjuun ja voivat päätyä lautasellemme.” (Mts. 41–42.) Rakennusteollisuuden suosima energia- tehokas muovi ei katoa. Se ei vain katoa jonnekin. Se kertyy.

Kulutusongelmaan on esitetty Euroopan unionin tasolla ratkaisuksi materiaalitehokkuutta ja sen myötä tehokasta kierrätystaloutta eli niin sanottuja suljettuja kiertokulkuja. Tarkoituksena on saada kallisarvoisista raaka-aineista hyötyä uudelleen, rahassa mitattavia säästöjä ja valtavasti työpaikkoja. Pää tavoitteena on talouskasvu. (Euroopan komission kierrätystalousstrategia 2014.) Nähtäväksi jää, kyetäänkö Euroopassa siihen, mihin teollisuusmaissa ei ole toistaiseksi kyetty: irrottamaan talouskasvu ja materiaalin kulutus toisistaan.

Kierrätystalous itsessään on kaunis ajatus. Silti usko suljettuihin kiertokulkuihin saattaa johtaa harhakuvitelmaan, että voimme kierrättää myös kaikki ympäristölle haitalliset aineet. Ongelma jatkuu jatkumistaan, ellei haitallisten aineiden valmistukseen puututa. Vastuu ainoastaan siirretään eteenpäin seuraavalle. Ekotehokkuutta ovat samoista syistä kritisoineet mm. McDonough ja Braungart (2009).

Suomessa kierrätykseen liittyy vakavia väärinkäsityksiä jo tänään. Suomen kielen sana kierrätys tarkoittaa sekä ’recyclingia’ että ’downcyclingia’. Recycling on mahdollista esimerkiksi lasipulloverille. Se voidaan sulattaa ja siitä voidaan valmistaa uusi lasipulloveri määräämättömän monta kertaa laadun siitä heikkenemättä. Downcycling sen sijaan tarkoittaa vain ongelmajätteen elämän pitkittämistä. Esimerkkinä olkoon uusiotuotteiden klassikko, auton turvavyöstä tehty käsilaukun olkahihna. Siitä ei saada millään olemassaolevalla prosessilla uuden veroista turvavyötä. Laukunhihnana vietetty aika on sille vain yksi lisäaskel vääjäämättömällä matkalla kohti kaatopaikkaa.

Ympäristölle haitallisen jätteen polttokaan ei kestä kokonaistarkastelua. Jos esimerkiksi raakaöljystä jalostetaan muoviputkia, jotka käytön jälkeen poltetaan, tämä ei aineen kiertokulun kannalta ratkaisevasti eroa tilanteesta, jossa polttaisimme raakaöljyä suoraan ilman putkenvalmistuksen lisäenergiaa kuluttavaa välivaihetta.

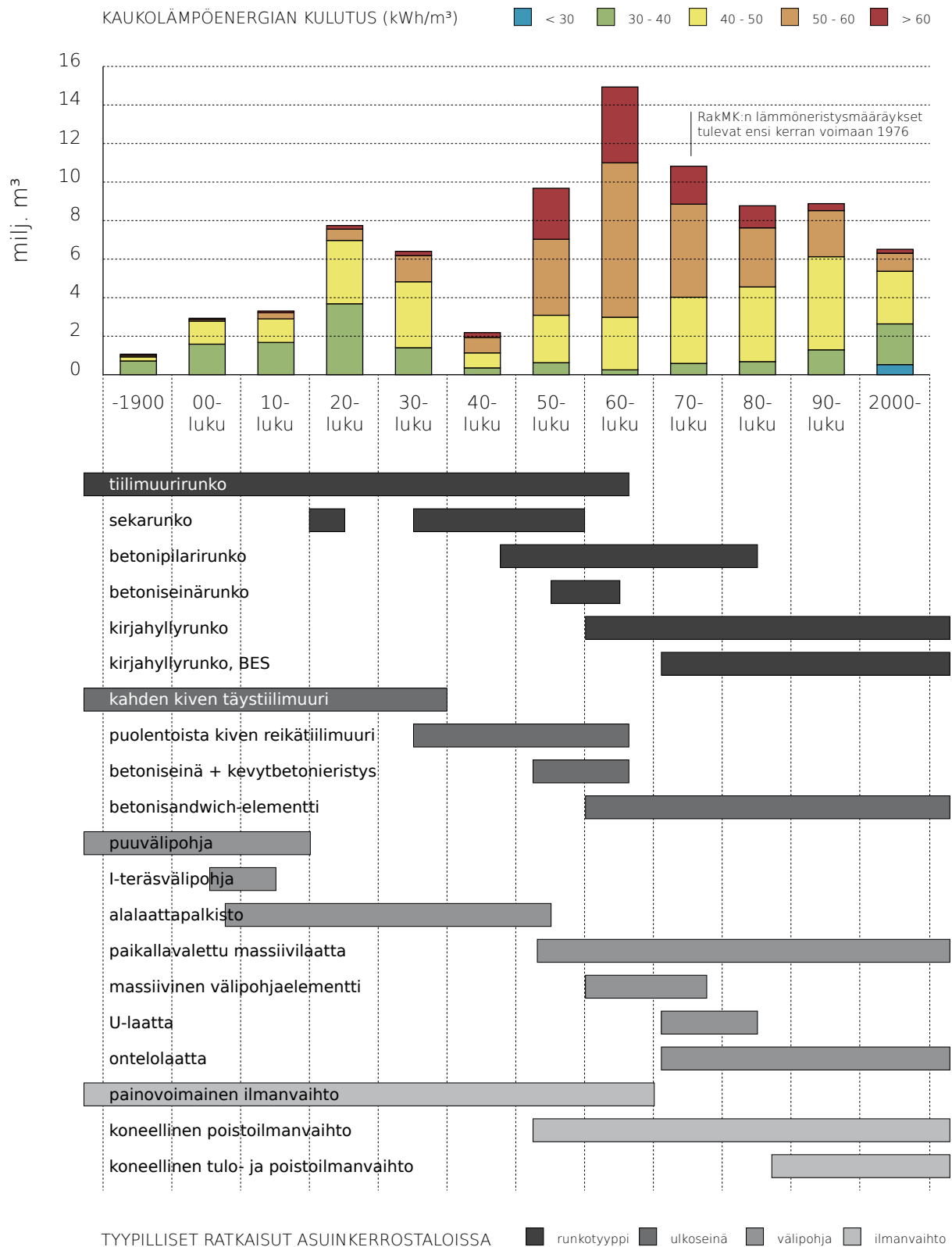
Jätteiden uusiokäyttö ja hävittäminen on suomalainen hyve. Moni ei ehkä ymmärrä, mihin se helposti johtaa: yhä kiihtyvään jätteen tuotantoon. Sen sijaan, että esimerkiksi muoville keksitään uusia käyttötapoja, muovin käyttö tulisi lopettaa. Vain siten sen valmistuskin joskus loppuu.

Arkkitehdinkin työssä energiatehokkuus- ja kierrätysmääräykset ohjaavat käyttämään uusiutumattomia luonnonvaroja. Rakennussuunnittelijankin valitsema muovi ennen pitkää päätyy hänen jälkipolviensa elimistöön. Sekin, että parannamme ongelmajätteen julkisuuskuvaa downcyclaamalla sitä trendikkäiksi tilapäisiksi kierrätysrakennelmiksi, on lyhytnäköistä. Muunneltavuus ja tilapäisyys ei saisi olla tekosyy.

Miksi sitten joudumme vaalimaan 'tehokkuutta'? Siksi, että sustainable on käännetty 'kestäväksi' ja alettu mieltää niin sanotuksi kestäväksi kehitykseksi. Kuitenkin sustainability merkitsee 'ylläpidettävyyttä', jotakin, joka on hyvin lähellä maintainabilitya, 'huollettavuutta'. Ylläpidettävä, helposti huollettava rakennus on sellainen, jonka hyvät ominaisuudet säilyvät vaihtelevissa olosuhteissa ja ihmissukupolvea toiseen ilman, että materiaalia kertyy haitallisella tavalla. (Ks. esim. EN 15643-2, ISO 21929-1 sekä Vares, Häkkinen ja Shemeikka 2011: 42–43.)

Suomen kestävän kehityksen toimikunta (Malaska 1994) ei aikoinaan reflektoinut tätä vaan suositteli, että luontoa yritettäisiin suojella uudella, yhä tekokkaammalla teknologialla. Usko sähköä säästäviin sähkölaitteisiin periytyy luultavasti sieltä.

Tekniikan ideologiaa laajasti tutkinut professori Timo Airaksinen (2003) muotoilee tehokkuuden ongelman kenties ytimekkäimmin: "Tehokkuudesta tulee arvo sinänsä, kun päämäärän määrittämiselle ei ole enää edellytyksiä. Jos taas päämäärät ovat selkeitä, kuten hyvinvointitarpeet, tehokkuus ei ole tekniikan tekijän ensimmäinen huoli. Päämäärän voi toteuttaa monella eri tavalla. Vasta silloin, kun päämäärä katoaa näkyvistä, tehokkuus astuu kuvaan." (Mts. 62–63.)



Toteutuneita Helsingin Energian kaukolämmön kulutuksia per lämmitetty m³ vuonna 2010. Kaukolämpöverkon asuinkerrostalot on jaoteltu talon valmistumisvuosikymmenen mukaan. Alhaalla kunkin ajan kerrostalokannan yleisimmät rakenne- ja ilmanvaihtoratkaisut Suomessa. Kurnitskin 2010 ja Neuvosen 2006 mukaan, ristiintaulukointi kirjoittajan.

KANSANTALouden ONGELMA

Suomen rakennuskanta on nuorta. Rakennusala 80 % on rakennettu 1960-luvun jälkeen (Lahtinen 2014: 29). Asuinkerrostaloista noin puolet on rakennettu 1960–1980-luvulla (TrVM 2013: 17).

Huomattavan paljon tapahtumia kulminoituu 1960-luvun teollisen rakentamisen murrokseen. Silloin kerrostaloissa siirryttiin ennennäkemättömään rakennustuotannon mittakaavaan, yksinkertaisista massiivirakenteista tiiviisiin materiaaleihin ja monikerrosrakenteisiin, kuten sandwich-elementteihin. Tuon ajan aluerakentamisen arkkitehtuurista kirjoittanut Tommi Lindh huomauttaa, että merkittävin ero aiempaan rakentamiseen oli, että tuolloin hylättiin ajatus rakennuksista, joiden tulisi kestää isältä pojalle, joskaan tätä tietoa ei välitetty asuntojen ostajille. Alettiin puhua jopa 35–40 vuoden käyttöiästä, minkä jälkeen rakennukset oli tarkoitettu joko purkaa tai perusteellisesti modernisoida. Merkittävää on myös, että Suomessa nämä asunnot myytiin lainan turvin omistusasunnoiksi, sillä grynderijärjestelmään perustunut tuotanto oli lyhytjänteistä toimintaa eikä pysyvää vuokraustoimintaa harjoittavia yhteisöjä ollut. Nyt kun asukkaat ovat saaneet elämäntyöllään asuntolainansa maksetuksi, heidän kokonaisvarallisuutensa arvo on korjausvelan vähentämisen jälkeen 0 € tai negatiivinen. (Lindh 2013: 19.)

Viereisen sivun kuviosta näkyy, miten suomalaisten kerrostalojen rakenneperiaate muuttui perustavanlaatuisesti 1960–70-luvulla. Huolestuttavaa on, että se on niiltä ajoilta pysynyt samana. On tuskin vasta alettu hahmottaa, miten suuren kansantaloudellisesta ongelmasta on todella kyse. Mikäli yhä tänäkin päivänä suunnitellut ja hyväksytyt 50 vuoden käyttöiät rakennuksille (ks. EN 2010:28) pitävät, valtaosa maamme rakennuksiin sidotusta kansallisvarallisuudesta on pian katoamassa.

Jos nykyisenkaltainen elinkaariajattelu olisi alkanut aiemmin, meillä ei olisi viittäkymmentä vuotta vanhempia rakennuksia. Esimerkiksi Helsingissä ei olisi Töölöä, Käpylää, Eiraa eikä Munkkiniemeä. Kaikki näiden kaupunginosien asukkaat olisivat vähintään kertaalleen menettäneet omaisuutensa ja todennäköisesti sairastuneet siinä sivussa ja maksaneet toisen omaisuuden verran hoitokuluja.

Korjauskelvottomalla rakennustekniikalla koottu kertaikäkkö on rakenteellisesti yhtä huono ratkaisu riippumatta siitä, sijaitseeko se Helsingin keskustassa, lähiössä vai jossakin syrjäisessä kirkonkylässä. Helsingin keskustassa maan arvonnousu on kuitenkin niin mittavaa, että rakennuksen purkaminen ja uudelleenrakentaminen voidaan vielä kustantaa ja näin ongelma pysyy osittain piilossa. Lähiöissä ja syrjäkylillä taas huono rakentaminen vain kiihdyttää eriarvoistumista.

KANSANTERVEYDEN ONGELMA

Eduskunnan käynnistämän kosteus- ja homeongelmia koskevan tutkimuksen (Reijula et al. 2012) mukaan merkittävälle kosteus- ja homevaurioille altistuu Suomessa päivittäin 560 000–850 000 ihmistä. Kerrostalojen osalta tämä tarkoittaa 103 000–154 000:ta henkeä. Hometutkimuksessa todetaan, että "[e]rityisesti rakennuksen käyttöiän loppuminen näyttää johtavan sisäilmaongelmiin, joista terveyden kannalta merkittävimpiä osatekijöitä ovat kosteus- ja homevauriot". (Mts. 11.)

Hometutkimusta seuranneessa eduskunnan tarkastusvaliokunnan mietinnössä puolestaan sanotaan: "Viime vuosikymmeninä tehdyillä toimilla ei ole kyetty vähentämään kosteus- ja homevaurioista aiheutuvia terveyshaittoja ja kansantaloudellisia menetyksiä eikä torjumaan uusien kosteusvaurioiden syntymistä. Rakentamisen laadussa ei ole tapahtunut parannusta ja rakennusten kunnossapidossa ja korjauskulttuurissa on edelleen merkittäviä puutteita. Toimenpiteitä ei ole kyetty kohdistamaan terveyshaittojen syihin eikä kielteisten vaikutusten vähentämiseen, eikä haittoja ole saatu vähennetyksi." (TrVM 2013: 7.)

Tähän valtavaan ongelmaan tarttuminen on tänä päivänä haastavaa, sillä niin rakennusprojektit kuin yksittäiset rakenteetkin on jaettu lukuisien eri toimijoiden kesken. Syyllistä on vaikea löytää yhdestä yksittäisestä osasta. Esimerkiksi tästä voidaan ottaa nykypäivälle tyypillinen monikerrosseinärakenne, jolle annetut tehtävät on jaettu eri materiaalien kesken: lämmöneristys hoidetaan mineraalivillalla, kantavuus kertopuulla, ilman- ja vesihöyrynvastus muovikalvolla, palosuojaus kipsilevyllä ja niin edelleen. Kukin näistä materiaalikerroksista hoitaa sille annetun tehtävän sataprosenttisesti – ainakin teoriassa. On mahdotonta kiistää vaikkapa muovikalvon vesihöyryn läpäisemättömyys. Ratkaisevaa onkin, millaisia johtopäätöksiä teemme tilanteessa, joissa kokonaisuus ei kaikesta huolimatta toimi.

Tähän asti on yritetty mm. siirtää vastuu kuluttajille ja käyttäjille sanomalla, että heidän tulisi huoltaa ja uusita rakennusta useammin. On myös tavoiteltu herkille rakennuskomponenteille tuotekehityslaboratorioita vastaavia säädelyjä olosuhteita tehtailla, työmailla ja rakennuksissa. Suunnittelijoiden keskuudessa on lisäksi valmistauduttu palkkaamaan omia lakimiehiä, jottei vastuu rakennusvirheistä vierähtäisi tulevaisuudessa ainakaan omalle kontrolle. Mikään näistä ei ratkaise itse ongelmaa.

On oltava halu katsoa suurempia kokonaisuuksia. On tarpeen arvioida uudelleen pilkkomisen ja osaoptimoinnin mielekkyys. Pelkän oman selustan suojaamisen sijaan on aiheellista miettiä myös muita.

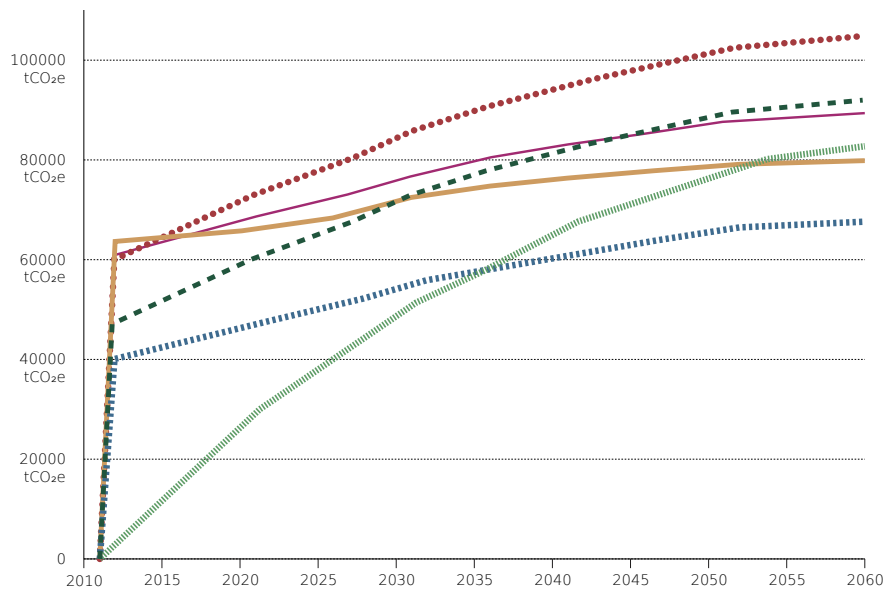
Tuskin on ihme, ettei parannusta ole tapahtunut, sillä emme ole muuttaneet rakennustapaamme emmekä rakennusten ”käyttöiän loppumisen” aiheuttavia lyhyitä elinkaaria ja kertakäyttökulttuuria. Tarkastusvaliokunta ilmaiseekin huolensa korjausrakentamisessa käytetyistä uudisrakentamisen ratkaisuista ja materiaaleista, sillä niiden tiedetään voivan aiheuttaa ongelmia (TrVM 2013: 23). Jos siis uudisrakentamisen materiaalit ja ratkaisut ovat ongelmallisia korjausrakentamisessa, on aiheellista kysyä, ovatko ne yhtään sen ongelmattomampia uudisrakentamisessa.

Tutkijat Helsingin yliopiston ja Aalto-yliopiston yhteishankkeesta ovat esittäneet tuloksia, joiden mukaan nykyrakentamisessa käytettyjen kemikaalien joukossa on ihmisille myrkyllisiä ja herkistäviä sekä haittamikrobeja suosivia yhdisteitä, jotka eivät kuitenkaan estä vaarallisten, toksiineja tuottavien homeiden kasvua. Desinfiointiaineet tappavat mikrobeja valikoivasti ja kaventavat niiden lajikirjoa vaarallisten lajien hyväksi. Suljetussa tilassa, kuten rakenteiden sisällä, voi rakennusmateriaaleista erittyä yhdisteitä, jotka entisestään kiihdyttävät haittamikrobien kasvua. Mikrobien itsensä tuottama hiilidioksidi pääsee tiivistä materiaaleista tehdyssä rakenteessa kertymään korkeiksi pitoisuuksiksi, mikä sekin suosii homeiden kasvua. Juuri rakennusmateriaalit ja niiden tiiviys on ratkaisevassa osassa, sillä niiden hiilidioksidinläpäisevyydessä on jopa miljoonakertaisia eroja. (Salkinoja-Salonen et al. 2014.)

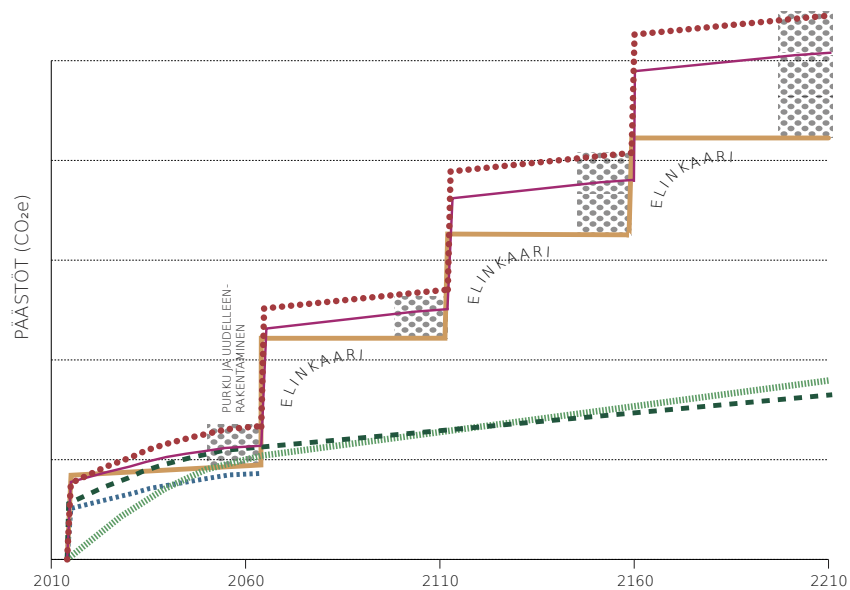
On siis vaikea sivuuttaa 1960-luvun teollisen rakentamisen murrosta ja siirtymistä suurelta osin massiivisista diffuusio-voimista rakenteista monimutkaisiin ainekerrosyhdistelmiin ja tiiviisiin materiaaleihin. Yhä tänä päivänä markkinoille tulee lukematon määrä uusia tuotteita, joiden lopullinen testaus jää asiakkaalle. Se, mikä on paperilla tai laboratoriossa vedenpitävä, ei välttämättä ole sitä työmaalla ja käytössä. Lisäksi, kuten tarkastusvaliokunnan mietintö toteaa, ”[o]n huolestuttavaa, jos tieto suunnitteluvirheistä ei välity suunnittelijoille tai että samat suunnittelijat laativat vuodesta toiseen riskialttiita rakenneratkaisuja” (TrVM 2013: 13).

Ei ole otettu riittävästi huomioon, että rakenteilla on muitakin ominaisuuksia kuin ne, mitä niille annetaan. Niiltä usein myös puuttuu monia niistä ominaisuuksista, mitä niillä pitäisi olla, esimerkiksi ylläpidettavuus. Tämän tulisi viimeistään asettaa vanha rakennuskanta ansaitsemaansa arvoon. Meille on tarjolla lukuisia kenttäolosuhteissa pitkäaikaiskestävyydeltään testattuja ratkaisuja. Mitä kauemmas menneisyyteen menemme, sen selvempää on, että vain parhaat esimerkit ovat jäljellä.

Rakennusosalalla ollaan tahtomattakin jatkuvasti tekemisissä ajan vaikutuksen kanssa. On perusteltua puuttua ongelmiin, joiden esiintuleminen kestää 5, 10, 20 tai 50 vuotta.



- UUDISRAKENTAMINEN, keskiarvo
- UUDISRAKENTAMINEN, matalaenergiataso (50 kWh/m²a)
- UUDISRAKENTAMINEN, passiivitaso (15 kWh/m²a)
- NYKYINEN RAKENNUSKANTA, keskiarvo
- KORJAUSRAKENTAMINEN, matalaenergiataso (50 kWh/m²a)
- - - - TULEVAISUUDEN KERROSTALO
- ELINKAAREN LOPPU, jossa
 - asukas menettää omaisuutensa
 - asukas menettää terveytensä
 - haitallisia jätteitä päätyy ympäristöön



Ylempi kuvio: Uuden asuinalueen elinkaaren kasvihuonekaasupäästöt Säynäjokea, Heinosta ja Junnilaa (2012: 6) mukaillen. Tulevaisuuden kerrostalo kirjoittajan lisäämä.

Alempi kuvio: Kirjoittajan ylemmän kuvan pohjalta laatima ennuste, jos korjausrakentaminen toteutetaan uudisrakentamisen menetelmin ja elinkaariajattelu jatkuu nykyisen kaltaisena (ks. EN 2010: 28).

Viereisen sivun kuvioista näkyy, miten merkittävä vaikutus tarkasteluajanjaksolla on, kun pyritään vaikuttamaan kasvihuonekaasupäästöihin. Jos kiinnitetään huomiota ainoastaan rakennusten käytönaikaiseen kulutukseen, näyttää siltä, että passiivitalot ovat viisain ratkaisu. Mikäli otetaan huomioon myös rakennusvaiheen päästöt, tilanne kääntyykin korjausrakentamisessa toteutettujen energiaremonttien eduksi (esim. Säynäjoki, Heinonen ja Junnila 2012). Kun otetaan tarkasteluun sekä uudisrakentamisen että uudisrakentamisen materiaalein ja ratkaisuin toteutetun korjausrakentamisen 50 vuoden elinkaari, on tilanne aivan muuta. Yrittäessämme ratkaista pelkkää energiankulutuksen ongelmaa vailla kokonaiskäsitystä olemme vaarassa aiheuttaa tuhoisia sivuvaikutuksia. Jos siis jatkamme rakentamista puuttumatta lyhyisiin elinkaariin, tulevaisuutemme on käytönaikaisista energiansäästöistä huolimatta kestävämmällä pohjalla niin aineen kiertokulun, kansantalouden kuin kansanterveydenkin kannalta. Tulevaisuuden rakentamisessa on katsottava välittömien vaikutusten lisäksi pitempiaikaisia ja laajempia asiayhteyksiä.

Tarkastusvaliokunnan mietinnössä varoitetaan, ettei energiansäästön nimissä tule jatkossa tehdä ihmisten terveyttä vaarantavia rakennuksia. Sairastuneiden ihmisten hoitokustannukset ovat energiatehokkuudella saataviin säästöihin nähden moninkertaiset. (TrVM 2013: 19.) Sairastunut lapsi voi maksaa yhteiskunnalle enemmän kuin kotitalonsa rakennuskustannukset, puhumattakaan inhimillisen kärsimyksen määrästä.

Rakentamisen hyödyt ja haitat ovat jakautuneet epätaisisesti. Kertakäyttörakenteiden ja homeongelman yleistessä rakentaminen on pysynyt kannattavana liiketoimintana. Voitot ovat globaalissa taloudessa yhä helpommin ja nopeammin siirreltävisiä. Lyhytjänteisen ja halpoin kerkustannuksiin tähtäävän huonon rakentamisen haittavaikutukset eivät ole.

Suomalaiset talous- ja yhteiskuntatieteilijät ovat tutkineet sitä, miten työ tulevaisuudessa arvoitetaan. On kyseenalaista, että nykypäivän talouskasvutavotteiden näkökulmasta kaikki työ on arvokasta, sillä todellisuudessa moni nyt arvokkaana pidetty työ tuottaa sekä ekologista että yhteiskunnallista pahoinvointia (Järvensivu et al. 2012: 110). Usein myös unohtuu, että luonnonympäristö on kaiken elämän olemassaolon perusta. Rahatalous on vain pieni osa inhimillistä toimintaa ja hyvinvointia. (Pasanen ja Ulvila 2012: 86.) Tulevaisuudessa yhtiöiden voitontavoittelu ei voi nykyiseen tapaan ajaa kansanterveyden, kansantalouden ja aineen kiertokulun edelle. Tarkastusvaliokunta edellyttää jo tänään, että "hallitus ryhtyy toimenpiteisiin rakennushankkeiden vahingonkorvaus- ja rikosoikeudellisen vastuun sekä takuuajojen riittävyyden selvittämiseksi. Uudistuksissa on löydettävä keinot, joissa vastuita nykyistä selvemmin säilytetään niille toimijoille, jotka tosiasiallisesti ovat vahingon aiheuttaneet." (TrVM 2013: 29.)



Kuvat A,B,C: Baumschlager-Eberle-toimiston Itävallan Lustenauhun suunnittelema toimistotalo 2226, vuodelta 2014. Kuvälähteet: Eduard Hueber (A,C), Wienerberger (B).

Kuvat D,E,F: Architekturstudio Hampurin asuntomessuille 2013 suunnittelema puukerrostalo Woodcube. Kuvälähde: IBA Hamburg / Martin Kunze.

HEIKKOJA SIGNAALEJA

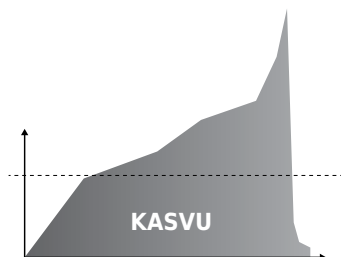
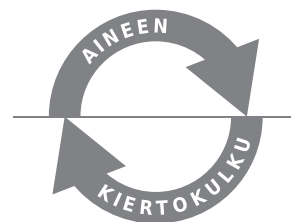
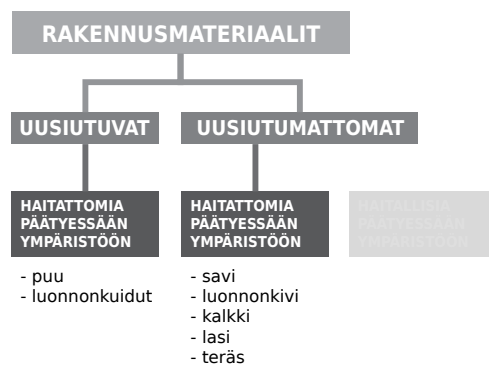
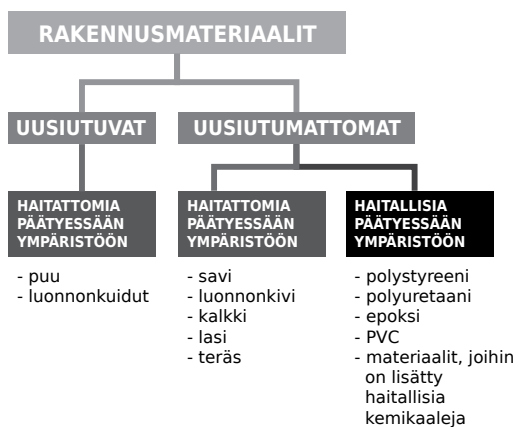
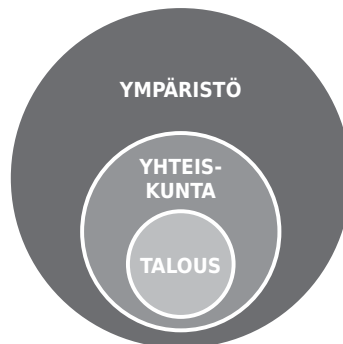
Kaikki rahallisesti kannattava rakennustoiminta ei onneksi ole täysin kestäväntöntä. Mainittakoon kaksi tuoretta esimerkkiä, joissa yksinkertaisuus ja ylläpidettävyyys on asetettu etusijalle. Vaikka eivät olekaan täydellisiä, molemmat esimerkit sisältävät aineksia, joista tulevaisuuden rakentamisen on hyvä ammentaa.

2226

Monikansallisen arkkitehtitoimiston Baumschlager-Eberlen Itävaltan Lustenauhun suunnittelemassa toimistotalossa ei ole ilmanvaihtolaitteita eikä lämmitysjärjestelmää. Silti raitis ilma on taattu ja sisälämpötilojen katsotaan pysyvän 22–26 C°:ssa vuodenajasta riippumatta. Lämpötilahaarukasta on peräisin rakennuksen nimikin: 2226. Hyvät sisäilmasto-olosuhteet saadaan aikaiseksi mittavalla termisellä massalla, diffuusioavoimilla 76 cm paksuilla massiivisilla kennotiilikoseinillä, nykypäivän mittoihin verrattuna suurella huonekorkeudella (vapaa korkeus 3,34 m) sekä automaattisesti avautuvilla ja sulkeutuvilla tuuletusikkunoilla. Myös väliseinät ja hissikuilu ovat tiilirakenteiset. Teräsbetonia on vain välipohjissa. Lämmityksestä vastaa niin asukkaiden kuin toimistolaitteidenkin tuottama lämpösäteily. Karsitun talotekniikan ansiosta rakennuskustannukset ovat huomattavan pienet, vain noin 950 €/m² (ilman tontti- ja liityntämaksuja). Heikkouksiakin toki on: rakennus ei tule tyystin toimeen ilman uusiutumattomia ja ympäristölle haitallisia materiaaleja. Tasakatto on vesieristetty öljypohjaisilla kermeillä ja lämmöneristystä hoitaa 40 cm:n kerros EPS-eristettä. (Schoof 2014.)

Woodcube

Puista massiivirakentamista edustaa stuttgartilaisen Architekturgentur-toimiston suunnittelema, vuoden 2013 Hampurin kansainvälisille asunomessuille valmistunut 5-kerroksinen asuinkerrostalo Woodcube. Se perustuu Holz100:iin, itävaltalaiseen massiivipuukonstruktiosysteemiin. Holz100-elementit koostuvat pyökkitapein ristiinkiinnitetyistä profiloituista lautakerroksista. Niissä ei käytetä liimaa, metallia tai muovikalvoja. Elementtien paksuus on ulkoseinissä 32 cm, eikä erillistä lämmöneristyskerrosta tarvita – ainoastaan tuulensuojalevy. Ulkoseinät täyttävät silti saksalaisen matalaenergiastandardin. Nykyisenlaisia palomääräyksiä ajatellen on huomionarvoista, ettei taloa ole sprinklattu eikä puurakenteita kapseloitu paloa hidastavin mineraalilevyin saati sivelty palonestoainein. Paloturvallisuudesta vastaavat sekä teräsbetoninen porrashuone että Holz100:n 280 minuutin palonkestoaika. (Lennartz 2013: 54–57.) Heikkoutena mainittakoon Woodcuben riippuvaisuus koneellisesta ilmanvaihdesta sekä sen uusiutumattomia ja ympäristölle haitallisia aineita vaativa tasakatto.



KOHTI TULEVAISUUTTA

Kun aikaa on vähän, raha on tiukalla ja kasvulla on rajat, muodostuu hyvin olennaiseksi se, mitä tehdään, mitä jätetään tekemättä ja missä järjestyksessä. On korkea aika esittää kysymykset, jotka heijastelevat nykyistä vastuullisempia arvoja ja maailmankuvaa. Tulevaisuuden kerrostalon kysymysten järjestys kuuluu: 1. Onko siitä haittaa ihmisille ja ympäristölle? 2. Onko se ylläpidettävissä ja skaalattavissa? 3. Muut asiat.

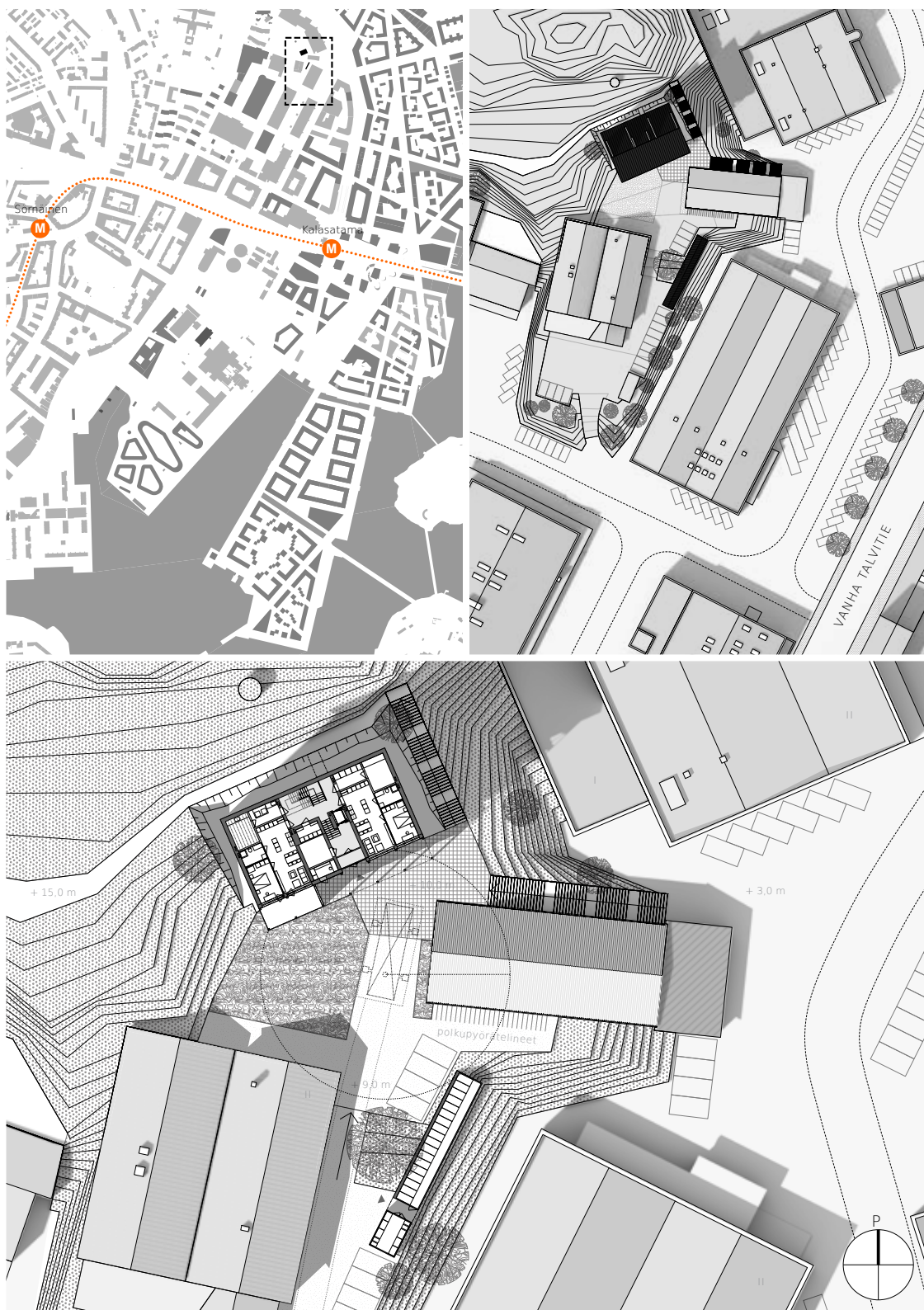
Meillä on käytössämme uusiutuvia ja uusiutumattomia rakennusaineita. Uusiutuviin kuuluvat esimerkiksi puu ja luonnonkuidut. Ne ovat aineita, jotka ovat haitattomia päätyessään ympäristöön edellyttäen, että niitä ei ole modifioitu haitallisiksi myrkyllisin lisäainein. Uusiutumattomia on tänään kahdenlaisia: haitattomia (esim. savi, luonnonkivi, kalkki, lasi, rauta) ja haitallisia (esim. polyuretaani, polystyreeni, PVC). On ensiarvoisen tärkeää poistaa tulevaisuuden rakentamisen yhtälöstä ne aineet, jotka ovat haitallisia päätyessään ympäristöön. Tämä on olennaista riippumatta siitä, onko materiaalitehokkuuden nimissä saatu muodostettua suljettuja kiertokulkua, sillä mikään ihmisen luoma suljettu kiertokulku ei ole koskaan täysin suljettu. Jos ja kun aineita karkaa kiertokulun piiristä, tulee sen olla pelkkä tehokkuusvaje, ei ympäristöongelma.

Hetkellisen suorituskyvyn sijaan tulee keskittyä ylläpidettävyyteen. Se tarkoittaa rakenteita, jotka on suunniteltu niiden tulevaa korjaajaa mielessä pitäen – kokonaisuuksia, jotka eivät tuota jätettä. Rakennusten ei tule olla riippuvaisia kertakäyttölaitteista eikä niiden rakennusfysikaalisen toiminnan tule perustua yhteenintegroituihin ja toipumiskyvyttömiin monikerrosrakenteisiin, sillä mitä enemmän kerroksia ja osia on, sitä enemmän on myös virhemahdollisuuksia. Rakennusten tulee olla yksinkertaisia, ylläpidettäviä ja ympäristölle haitattomia.

Kun myönnetään, että loputon kasvu on mahdotonta, kestävämpiä ja epätarkoituksenmukaisia, on sillä merkittävä vaikutus koko tulevaan rakennettuun ympäristöön. 1960–2010-lukujen elinkaariajattelua ja kertakäyttörakentamista on mahdotonta enää perustella. Ylläpidettävyys nousee kriteereistä tärkeimmäksi. Tulevaisuuden rakennuskannan tulee jakaa arvot kaikkein vanhimman, elinkaariajattelua edeltäneen rakennuskannan kanssa: sen tulee olla jälleen teknisesti yksinkertaista, määräämättömästi ylläpidettävää sekä luonnonmukaisia ja loppumattoman runsaita materiaalivirtoja hyödyntävää. Vanhin rakennuskanta on elävänä osoituksena noiden arvojen toimintavarmuudesta.

Nykyisen järjestelmän tehostamisessa ei ole mitään mieltä. Sen muuttamisessa on. Jos ongelmamme ovat konkreettisia, viime kädessä ratkaisummekin on sitä oltava.

TULEVAISUUDEN KERROSTALO



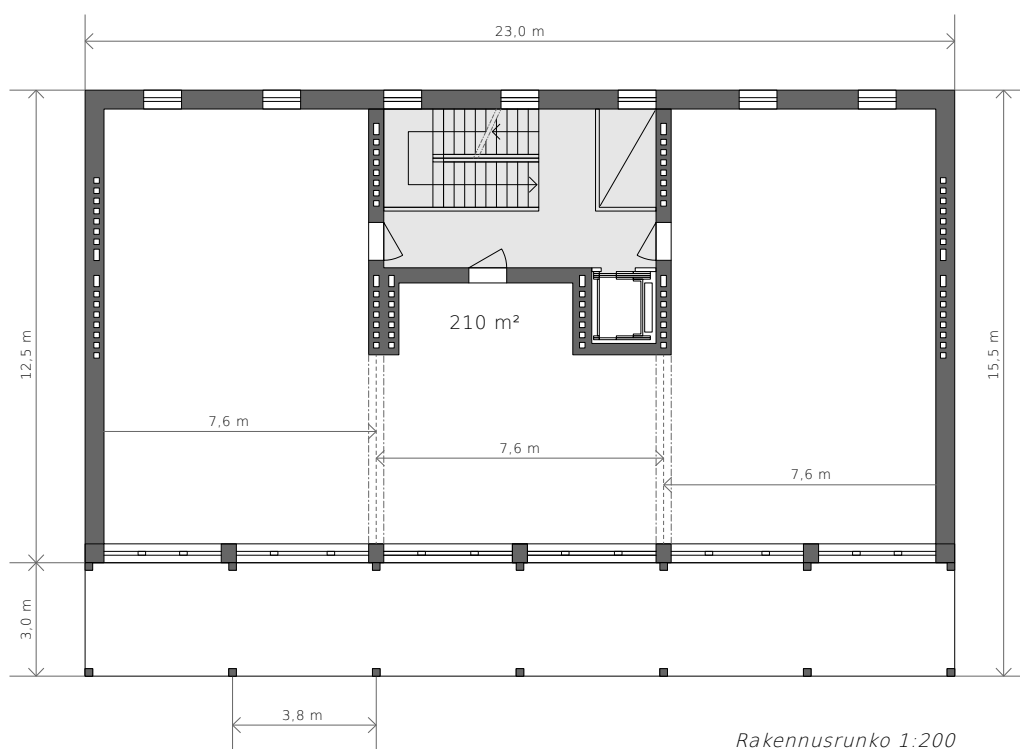
Ylhäällä sijaintikaavio 1:20000 ja asemapiirros 1:2000, alhaalla pihapiirros ja pelastustiesuunnitelma 1:800. Taustakartta-aineiston lähde: Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto.

SIJAINTI JA YHTEYDET

Tulevaisuuden kerrostalo (jäljempänä TK) on sijoitettu esimerkin omaisesti Agroksenmäelle Helsingin Tukkutorin kupeeseen, Kalasataman metroaseman läheisyyteen. Rakennuspaikan kohdalla on nykyisin pieni joutomaa. Sen lähinaapureina on kaksi edesmenneen Sörnäisten Osakepanimon – sittemmin Ab P. Sinebrychoffin – rakennusta osoitteessa Vanha Talvitie 14. Toinen on entinen makasiini ja tynnyrintekijänverstas, nykyisin näyttely- ja kokoontumistila. Toinen, Agroksenmäen koillisrinteessä sijaitseva luonnonkivistä muurattu entinen jääkellari, on nykyisin viinikellari. Molemmat ovat noin satavuotiaita, hyvässä kunnossa ja Helsingin kaupungin omistuksessa. Ne edustavat paksuine luonnonkivi- ja tiilimuureineen sekä punamullattuine puisine osineen ylläpidettävää ja vikasietoista rakennustekniikkaa. Muut ympäröivät rakennukset ovat enimmäkseen tukkutoiminnoille varattuja, paljon nuorempia ja rakennustekniikaltaan lyhytikäisemmiksi suunniteltuja. Tukkutorin alueella on voimassaoleva asemakaava, jossa TK:n rakennuspaikka on toistaiseksi merkitty puilla ja pensailla istutettavaksi (KSV 2008: 3).

Alueella on jo nyt erinomaiset liikenneyhteydet. Kalasataman metroasemalle on 650 m:n kävelymatka, ja alle sadan metrin päässä Hermannin rantatiellä kulkee tasainen bussiliikenne. Rantatielle on kaavailtu myös raitiovaunulinjaa palvelemaan alueen tulevia asukkaita. Tulevaisuuden Helsingin pysäköintipolitiikassa pysäköintiä tarkastellaan alueellisina kokonaisuuksina (KSV 2013: 8–9). Yksityisautoilu on alisteista muille liikennemuodoille, ja pysäköinnin aiheuttamista esteistä täydennysrakentamiselle on luovuttu. TK jakaa autopaikat Vanha talvitie 14:n kanssa.

TK:ssa ei ole väestönsuojaa. Tämä pohjautuu sisäasiainministeriön skenaarioon, jossa asuinrakennusten väestönsuojan rakentamisvelvoitteen laukaisevaksi rajaksi määritellään tulevassa lainsäädännössä 2000 m² (Sisäasiainministeriö 2012: 26). Tulevaisuuden väestönsuojat voidaan Tukkutorin alueella katsoa keskitehtyksi Agroksenmäen kallion sisään, tukkujen vihannesvarastojen yhteyteen.



TILAT JA ULKOKUORI

TK:n runko mahdollistaa monenlaiset eri tilajärjestelyt. Esimerkkitapauksessa se on mitoitettu sekä asuin- että toimistokäyttöön. Tilajakauma on seuraava:

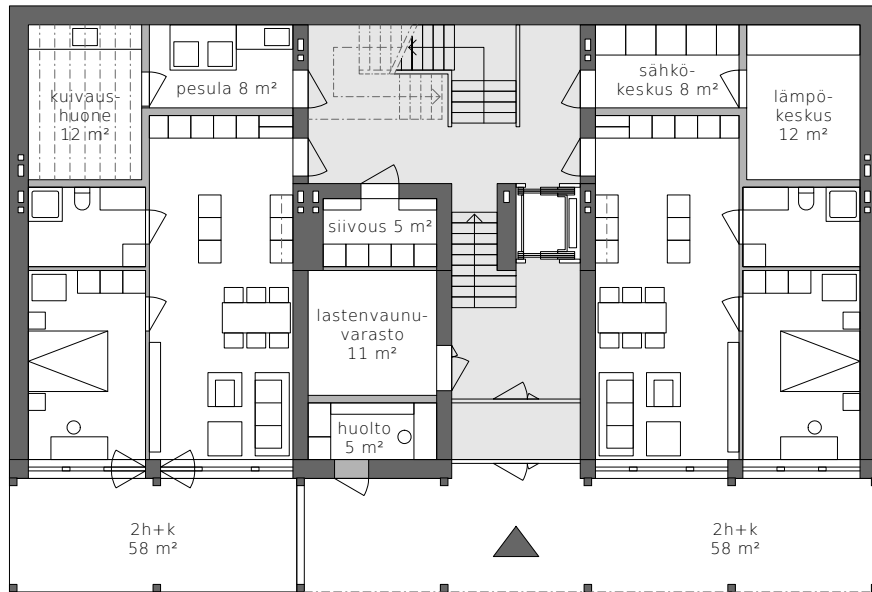
2 h + kk	45	m ²	3 kpl
2 h + k	58	m ²	2 kpl
3 h + k	80,5	m ²	9 kpl
5 h + k	127	m ²	1 kpl
toimistokerros	210	m ²	
lämpökeskus	12	m ²	
sähkökeskus	8	m ²	
pesula	8	m ²	
kuivaushuone	12	m ²	
siivouskomero	5	m ²	
huoltotila	5	m ²	
lastenvaunuvarasto	11	m ²	
irtaimistovarasto	3,3	m ² / huoneisto.	

Asuntojen keskipinta-ala on 73,5 m². Jokaiseseen niistä kuuluu vähintään 9 m²:n lasitettu parveke. Lisäksi tontilla on erillinen jätekatos ja ulkoiluvälinevarasto.

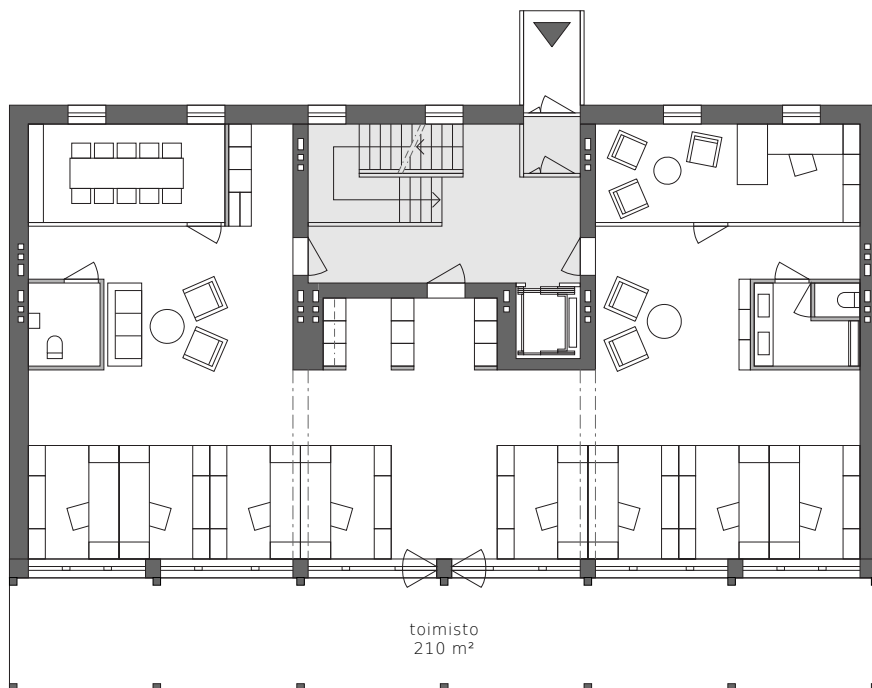
Ilmanvaihtohormit ja viemäriinjat kulkevat pystysuuntaisissa kanavissa. Välipohjalaatat säilyvät rikkumattomina, ja vaaka-vedot vältetään. Väliseinien ja huoneiden sijoittelu on kerroksittain hyvin vapaata. Kylpyhuoneiden vedeneristys hoidetaan kalustein, kuten katollisin suihkukaapein. Tällä tavoin niin sanotut märkätilat ovat kuin muutkin tilat eivätkä rajoita muunneltavuutta.

Itä- ja länsijulkisivut ovat ikkunattomia osoituksena siitä, että TK:n kaltaisia rakennuksia voi asettaa tarvittaessa vaivattomasti rinnakkain. Umpinaisten julkisivujen aukottaminen on myös jälkikäteen mahdollista massiivisen seinärakenteen yksinkertaisuuden ansiosta.

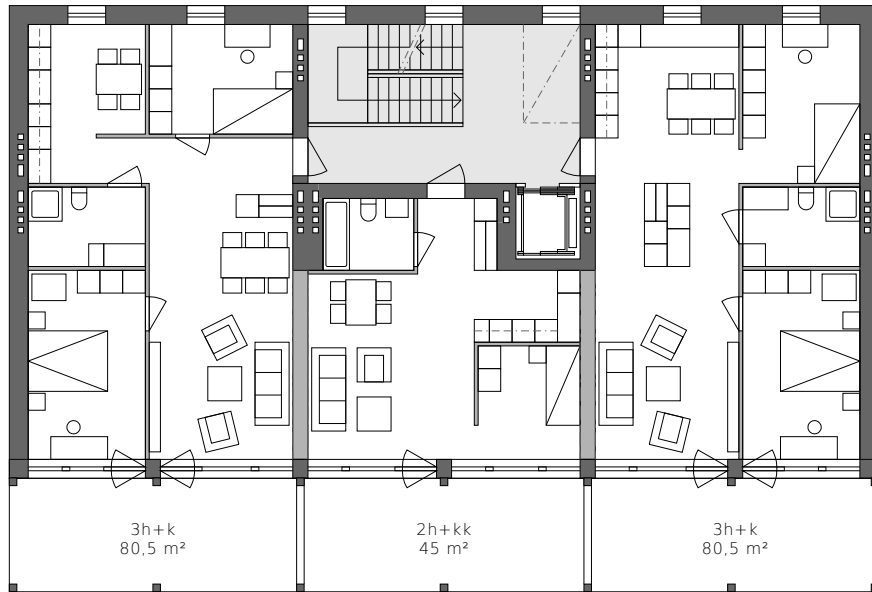
TK on ulkonäkönsä puolesta sukua ladoille, teollisuusrakennuksille ja ristikkorakenteisille kaupunkitaloille. Se on maalattu punamultamaalilla: näin syntyy uusi kokonaisuus Tukutorin vanhimprien ja parhaimmin säilyneiden rakennusten, Vanha talvitie 14:n makasiinin ja jääkellarin, kanssa. TK ei tavoittele ikinuoruutta. Sen materiaalipaletti ottaa ikääntymisen vastaan arvokkaasti. TK on, miltä se näyttää. Sen kauneus on sen tarkoituksenmukaisuudessa.



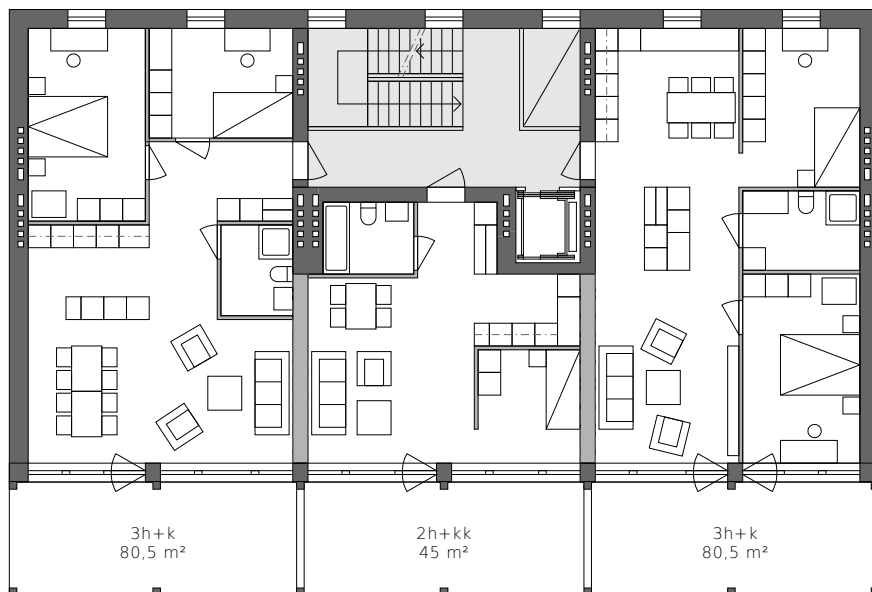
1. kerros 1:200



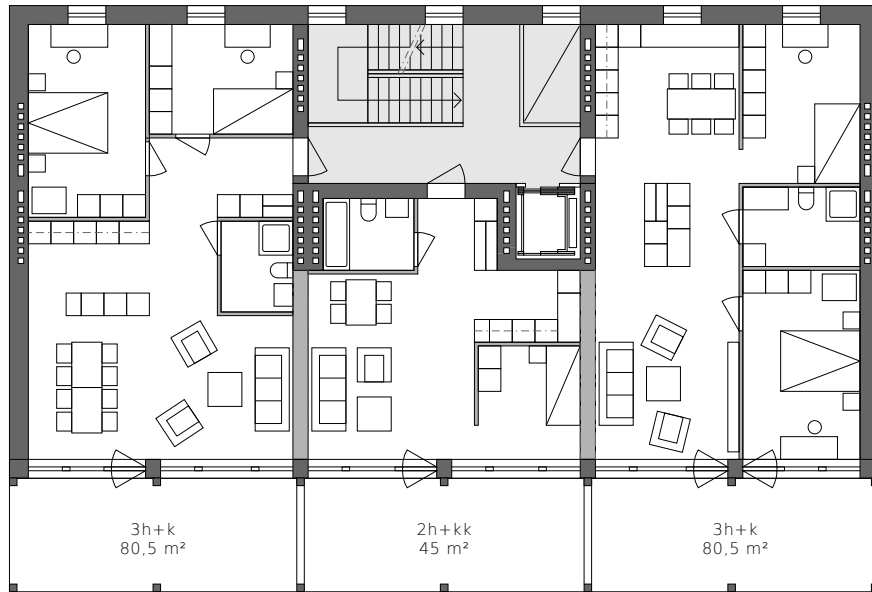
2. kerros 1:200



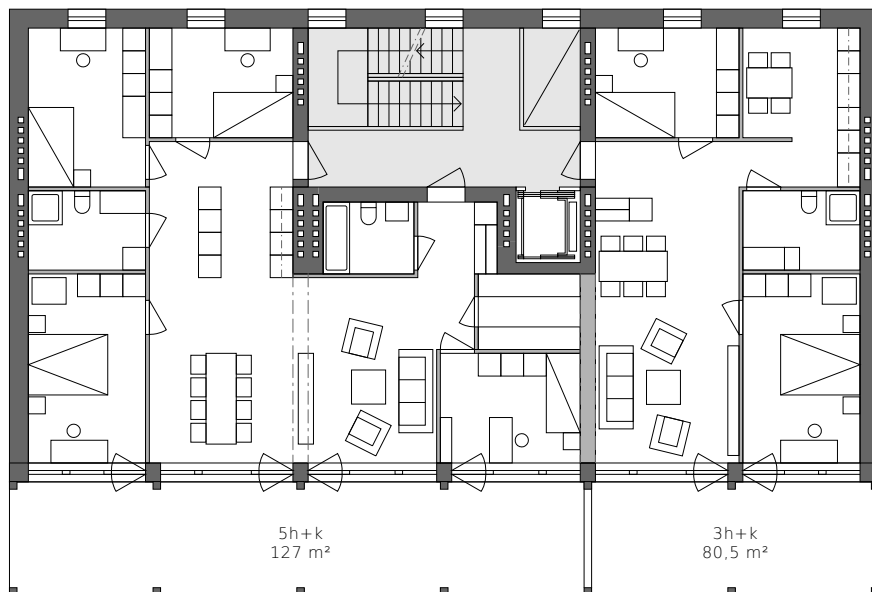
3. kerros 1:200



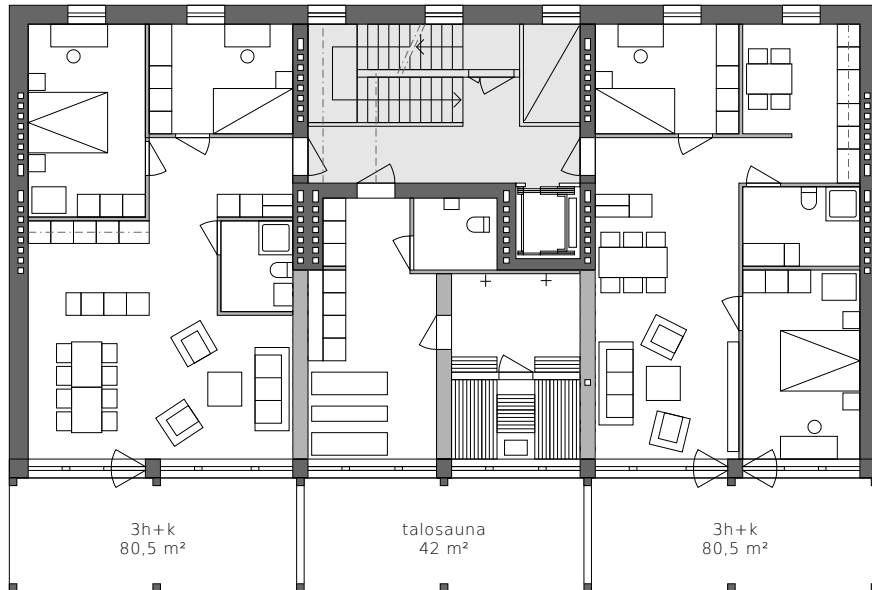
4. kerros 1:200



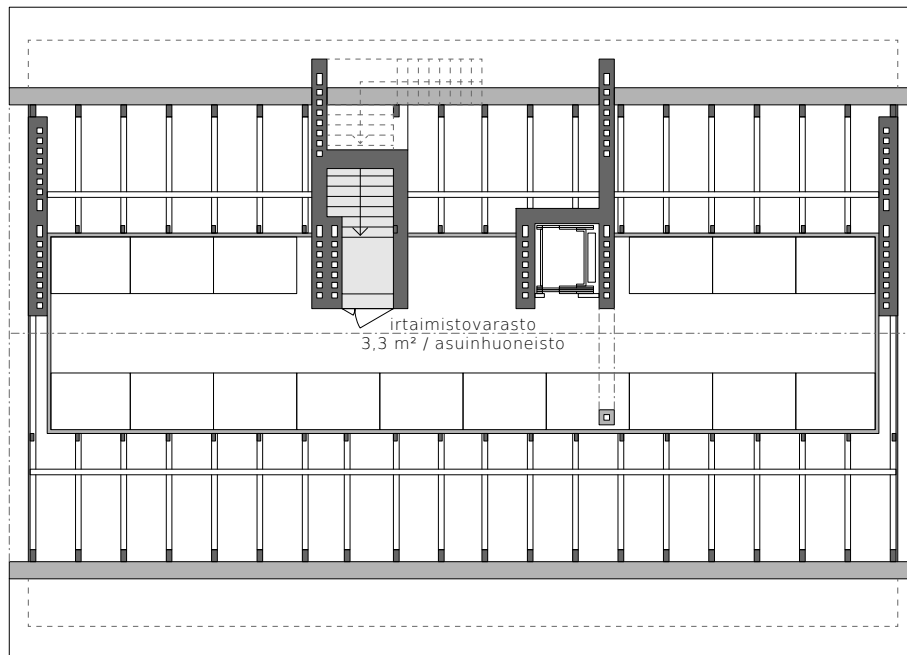
5. kerros 1:200



6. kerros 1:200



7. kerros 1:200



Vinttikerros 1:200



Julkisivu etelään 1:500



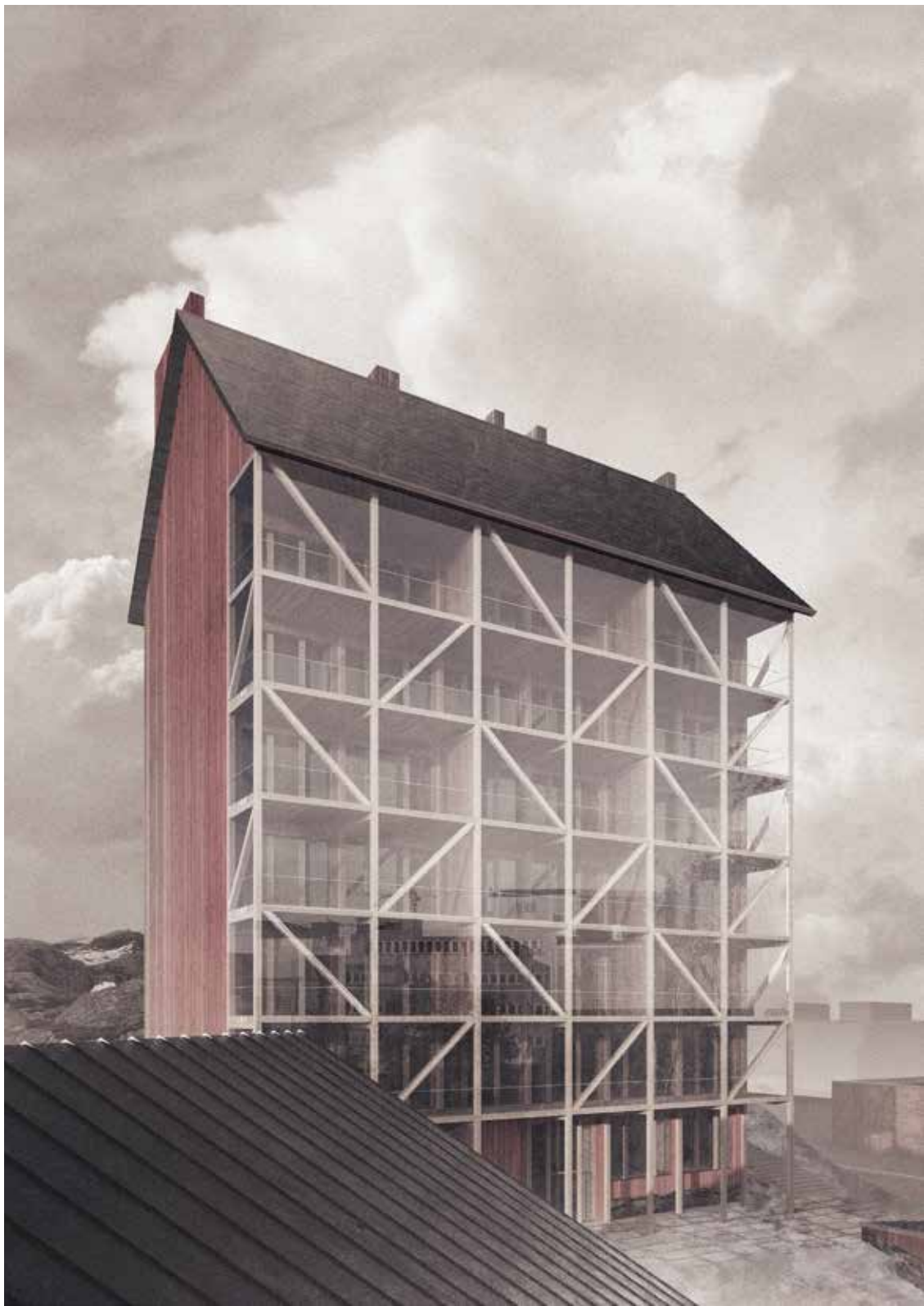
Julkisivu itään 1:500



Julkisivu pohjoiseen 1:500



Pystyleikkaus 1:500



Näkymä lounaasta



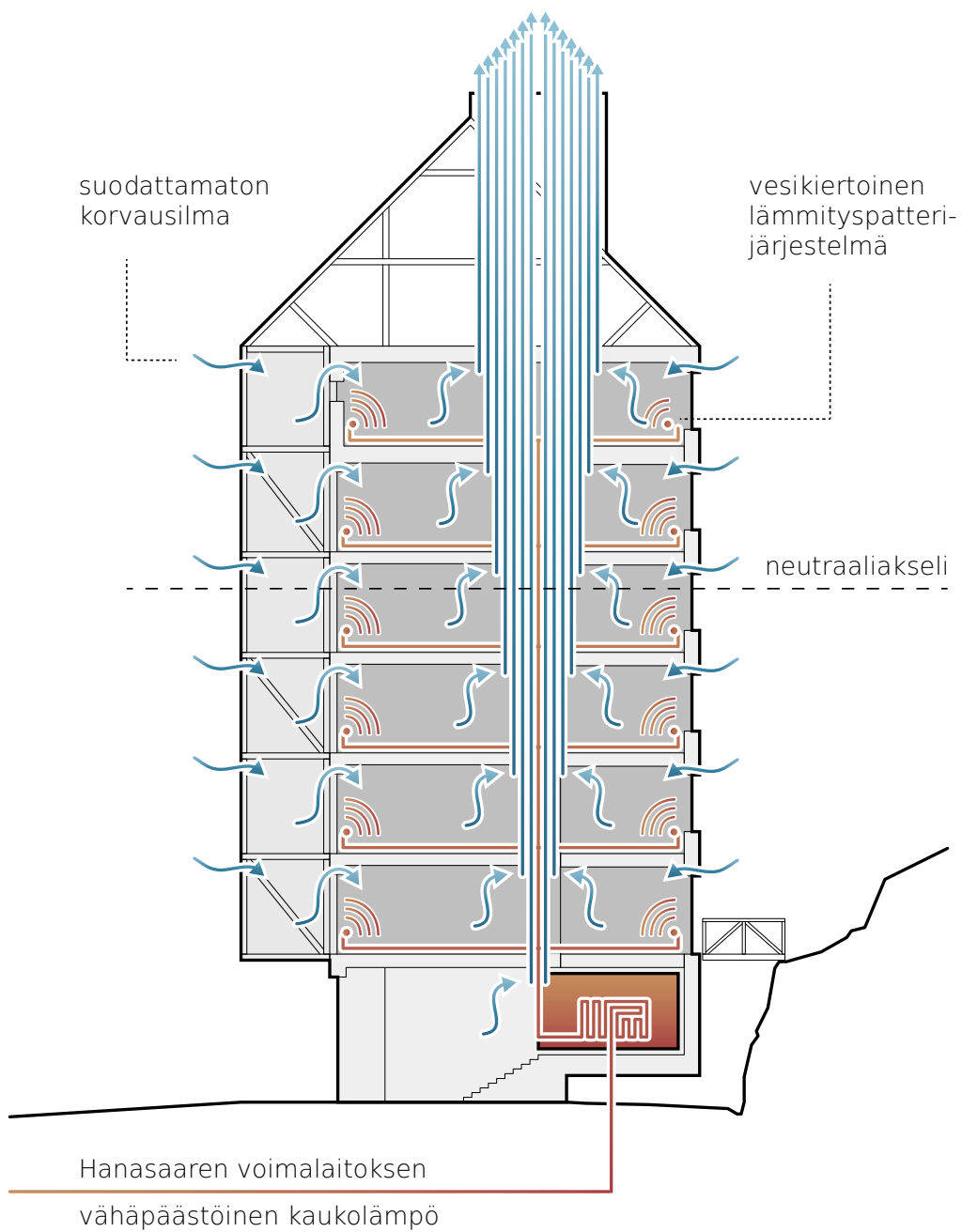
Näkymä luoteesta



Näkymä asunnosta



Näkymä toimistosta



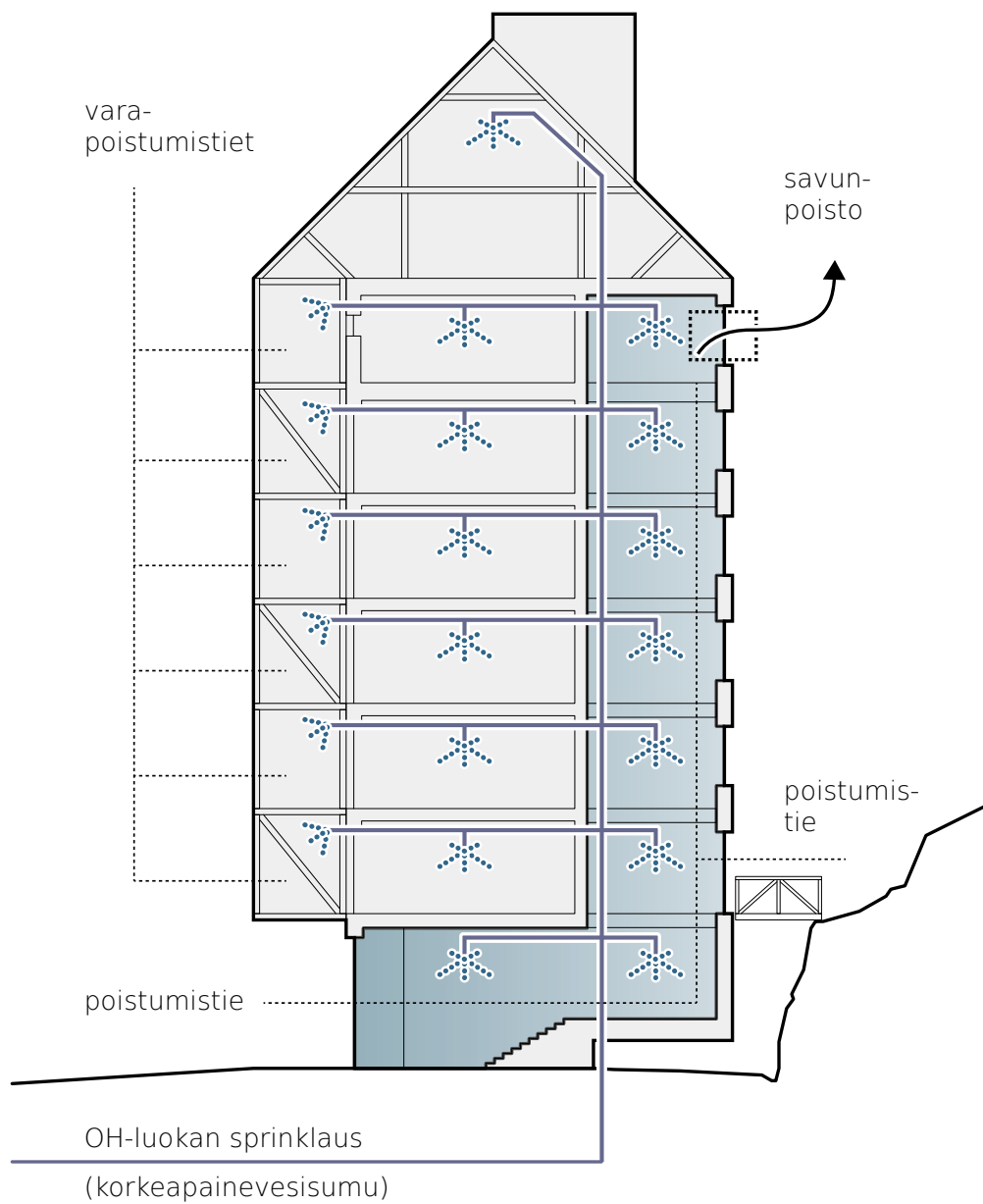
LÄMMITYS JA ILMANVAIHTO

TK on kaupunkikerrostalo ja kytketty kaukolämpöverkkoon. Lähin kaukolämpövoimala ei ole järkevä kaukana: Hanasaaren voimalaitokseen, jossa sähköä ja kaukolämpöä tuotetaan, on matkaa alle kilometri. Helsingin kaupungin voidaan katsoa siirtyvän tulevaisuudessa polttamaan kivihiilen sijaan enenevässä määrin biopolttoaineita. Jo nyt puupellettien osuus on 5–7 %. (Helsingin Energia 2014.) TK:ssa kaukolämpö jaetaan asuntoihin pinta-asennetulla vesikiertoisella patterijärjestelmällä. Patterielementit ovat raskaita ja tuottavat konvektion lisäksi säteilevää lämpöä.

TK:ssa on painovoimainen ilmanvaihto. Se toimintaperiaate on yhtä vanha ja varma kuin rakennushistoria: se hyödyntää ilman lämpötila- ja paine-eron aiheuttamaa liikettä huonetilojen tuuletukseen eikä tarvitse sähkökäyttöisiä hengityslaitteita toimia-akseen. Painovoimainen ilmanvaihto on ympäristöystävällinen ratkaisu, kun tilojen lämmitysenergia on TK:n tavoin vähäpäästöistä. Lämmön talteenotolla varustettuun koneelliseen ilmanvaihtojärjestelmään verrattuna tilojen lämmitysenergiankulutus kasvaa, mutta samalla ilmanvaihtokoneen sähköenergiankulutus jää kokonaan pois.

TK tavoittelee mahdollisimman pientä laatueroa ulko- ja sisäilman välille. Materiaalitekniikan ja mikrobiologian tuoreimpien tutkimusten mukaan vähiten ongelmia on havaittu siellä, missä sisäilma on vähiten eriytetty ulkoilmasta (Gasik ja Salkinoja-Salonen 2014). Raikkaalla ilmalla ja puhtailla luonnonmateriaaleilla on lievä merkittävä terveysvaikutus siksikin, että suomalaiset viettävät nykyisin valtaosan ajastaan sisätiloissa. Korvausilma tuodaan tästä syystä suodattamattomana sisään huonetilaan julkisivun läpi katonrajassa sijaitsevista korvausilmaventtiileistä. Vapaa huonekorkeus on tavanomaista suurempi (3 m), mikä helpottaa korvausilman sekoittumista huoneilmaan. Korkeutta kasvattaa myös koneellisen ilmastoinnin ilmastointikanavien kotelointien puuttuminen. Korvausilmaventtiilien määrä mitoitetään mahdollisen toimistokäytön mukaan niin, että ilman vaihtuvuusaste on vaadittaessa asuinkäyttöön nähden kolminkertainen, 1,5 1/h. Ilmanvaihdon määrän säätö tapahtuu korvausilmaventtiileistä ja on asukkaan itse säädettävissä.

Painovoimaisessa ilmanvaihdossa korkeimman ja matalimman kohdan ilmanpaine-erojen välille syntyy neutraaliakseli. TK:ssa ilmanvaihdon lämpimien vuodenaikojen toimivuus varmistetaan sijoittamalla neutraaliakselin yläpuolelle suurempia asuntoja, joita on mahdollista tuulettaa myös ristivedolla.

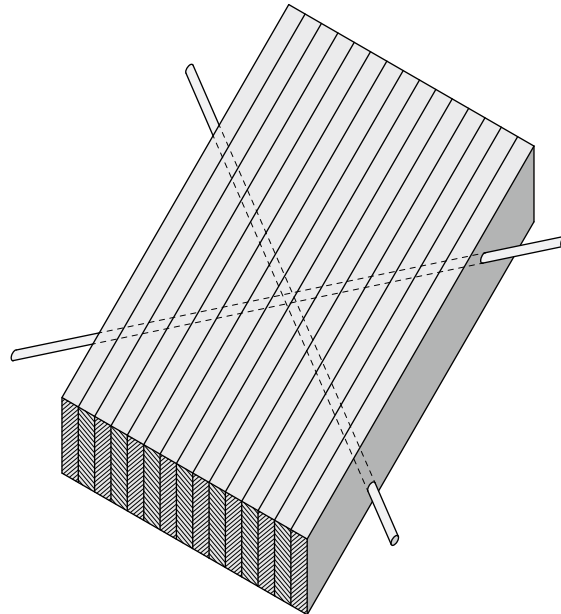
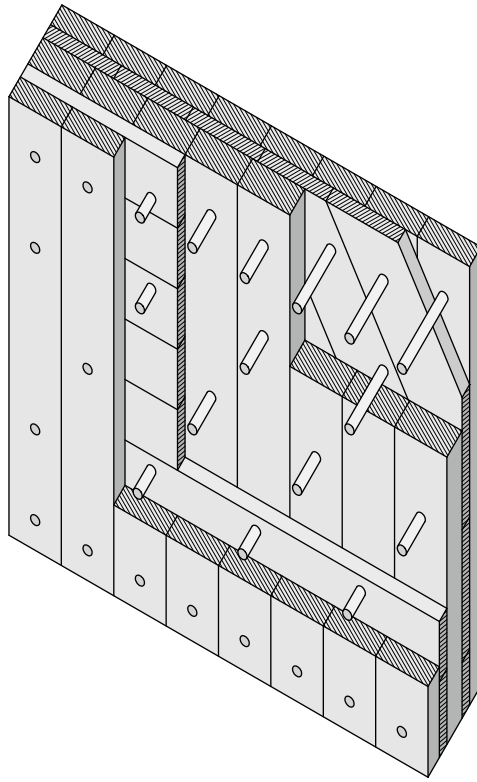


PALOTURVALLISUUS

TK on P2-luokan puukerrostalo. Sen paloturvallisuus perustuu Woodcuben (ks. s. 19) tapaan toiminnalliseen palomitoitukseen sekä ratkaisuihin, jotka eivät vaaranna rakennusfysikaalista toimivuutta, aineen kiertokulkua tai ylläpidettävyyttä. Näin ollen yleisesti käytetyt palonsuojakemikaalit ja diffuusioavoimen ulkoseinän kosteusteknisen toiminnan vaarantavat tuuletusraon sisäpinnan palonsuojalevyt on poistettu TK:n keinovalikoimasta. Porrashuone on sisäpinnoiltaan kauttaaltaan verhoiltu palamattomilla materiaaleilla: seinät ja kattopinnat A1-paloluokitelluilla savilevyillä, lattiapinta poltetuista savitiilistä muuratulla palopermannolla. Jokaisessa asunnossa on parveke, joka toimii tikasautolla saavutettavana varapoistumistienä. Julkisivulaudoituksen takainen tuuletusrako on pystysuunnassa rajattu kerroskohtaisesti tuulettavilla palokatkoilla.

TK on lisäksi varustettavissa OH-luokan sprinklauksella. Tällöin maantasokerroksen pesulan viereinen kuivaushuone muuttuu sprinklerikeskukseksi ja pyykinkuivaus siirtyy tilaville parvekkeille. TK:n OH-luokan sprinklaus perustuu pinta-asennettuun korkeapainevesisumujärjestelmään, joka soveltuu hyvin puurakennusten sprinklaukseen. Vesisumujärjestelmä käyttää vain 10 % perinteisten sprinklerijärjestelmien tarvitsemasta vesimäärästä. Näin ollen vesivahingot jäävät käyttötilanteessa vähäisiksi. Vesisumun tehokkuus perustuu sen kykyyn jäähdyttää tila nopeasti. Se syrjäyttää höyrystyessään palopesäkkeen vaatiman hapen ja estää palon leviämisen katkaisemalla lämpösäteilyn. (Ks. www.marioff.com.)

Jos rakennus kaikesta huolimatta palaa, terveen materiaalipaletin ansiosta sen ympäristökuorma on verrattavissa vain pieneen maastopaloon. 375 mm:n massiivipuulementit kantavat palotilanteessa rakennuksen kuormat sortumatta yli 4,5 tunnin ajan.



Ylempi kuva: Nur-Holz-rakenne, jossa pyökkiruuvit lukitsevat ristiinladotut lautakerrokset toisiinsa. Tulevaisuuden kerrostalon kantava ja lämmöneristävä massiivipuinen ulkoseinäelementti.

Alempi kuva: Brettstapel-rakenne, jossa pitkät ristikkäin kiinnitetyt puutapit lukitsevat samansuuntaiset lautakerrokset toisiinsa. Tulevaisuuden kerrostalon kantava massiivipuinen välipohjaelementti.

RAKENNE

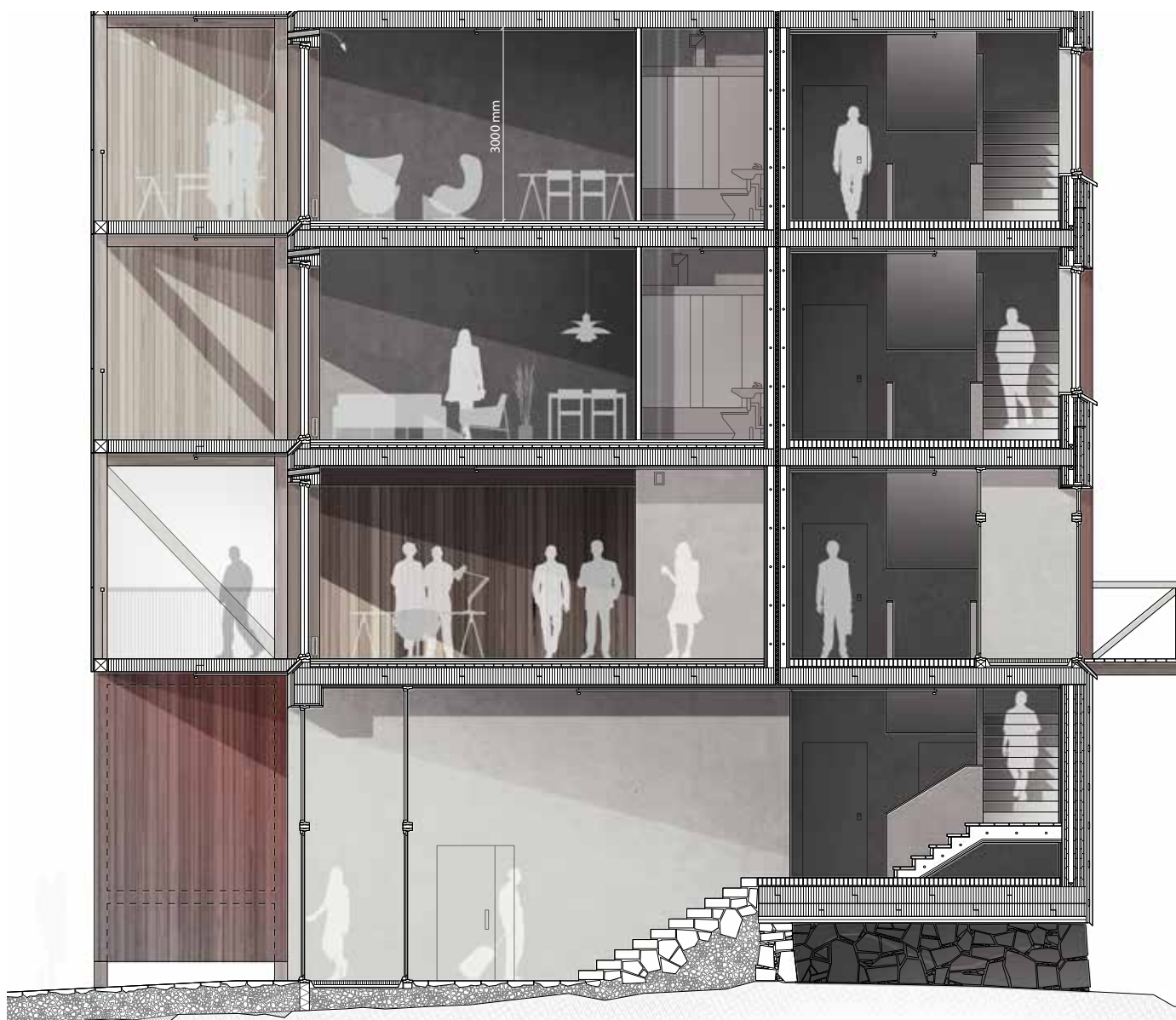
TK:n kantava rakenne on puuta. Se on koottu massiivipuuelementeistä, joiden toiminta perustuu yksinomaan mekaanisiin puuliitoksiin: ne eivät sisällä lainkaan liimaa, metallia tai muovikalvoja. Ne ovat tulos määrätietoisesta tuotekehittelystä, jossa terveellisyys – niin ihmisen, rakennuksen kuin ympäristönkin – on asetettu etusijalle. Kyseessä on monin tavoin edistyneempi versio tänä päivänä yleisistä liimapuupalkeista ja CLT-nimellä tunnetusta ristiinliimatusta puulevystä. Massiivipuuelementit eivät sisällä ympäristölle haitallisia aineosia, eivät puun kosteusteknistä toimintaa häiritseviä kalvomaisia ainekerroksia eivätkä muita pitkän ajan kuluessa arvaamattomia tekijöitä. Ne ovat myös yksinkertaisia valmistaa: ne eivät tarvitse monimutkaista laitteistoa tai suurta prosessointi- ja energiamäärää. Puhtaasti puuliitoksin valmistettuja teollisia puuelementtejä on ollut tuotannossa 1990-luvun lopulta lähtien. Lisäaineeton massiivipuukurakentaminen on vakiintunutta Saksassa, Itävallassa, Sveitsissä, Englannissa ja Norjassa. (Ks. www.brettstapel.org.)

TK:n ulkoseinät ovat massiivisia. Ne koostuvat saksalaisen Rombach-yhtiön kehittämästä Nur-Holz-puuelementeistä. Nämä pyökkiruuvein toisiinsa kiinnitetyistä havupuulautakerroksista valmistetut levyt voivat olla lähes 400 mm paksuja, jolloin ne toimivat samanaikaisesti sekä kantavana että lämpöä eristävänä rakenteena (ks. www.rombach-holzhaus.com). Niiden voidaan hyvinkin sanoa vastaavan paksuja hirsiseiniä paremmin kuin nykypäivän liimahirret.

Tampereen teknillisen yliopiston lämmöneristystä ja rakenteiden kosteusteknistä toimintaa tarkastellut FRAME-projekti kertoo hirsiseinistä seuraavaa: ”Lämmöneristämätön hirsiseinä on massiivinen seinärakenne, joka toimii kosteusteknisesti hyvin riippumatta sen paksuudesta. Tämä johtuu siitä, että rakenteessa ei ole eri materiaalikerrosten muodostamia rajapintoja, joihin voi syntyä kriittisiä kosteusolosuhteita. – Jos hirsiseinä lämmöneristetään, rakenteen lämpötila- ja kosteusolosuhteet muuttuvat ja monissa tapauksissa hirsiseinän, kuten muidenkin yksiaineisten massiivirakenteiden, kosteustekninen toiminta heikkenee merkittävästi.” (Lahdensivu et al. 2012: 55.)

TK:n välipohjat ovat Brettstapel-elementtejä, joiden kaikki puunsiyöt ovat samansuuntaisia lukuun ottamatta pitkiä ristikkäisiä tappeja, jotka lukitsevat lautakerrokset yhdeksi kappaleeksi (ks. www.brettstapel.org). Brettstapel sallii ohuempia ja painoonsa nähden vahvempia välipohjalaatat kuin teräsbetoni tai CLT.

Niin Brettstapel kuin Nur-Holzkin ovat diffuusioavoimia. Siten ne päästävät myös hiilidioksidin hyvin lävitseen. Hiilidioksidi ei pääse näin kerääntymään mikrobikasvustoa ruokkiviksi pitoisuuksiksi rakenteen sisällä, kuten tiiviillä kalvoilla suljetuissa rakenteissa saattaa käydä (ks. Salkinoja-Salonen 2014).



Leikkaus 1.-4. kerroksesta 1:100

LEIKKAUS JA YKSITYISKOHDAT

Maanvastaisten rakenteiden lämmöneristeenä on kerros vaah-
tolasimurskaa. Kallion epätasaisuudet sen alla tasoitetaan tiivis-
tetyllä savella. Kivijalka on paikalta lohkotusta graniitista ladottu
kiilakivimuuri. Sen ylimmät kerrokset on vahvistettu kalkkilaastilla.
Alapohja on täysin tuulettuva.

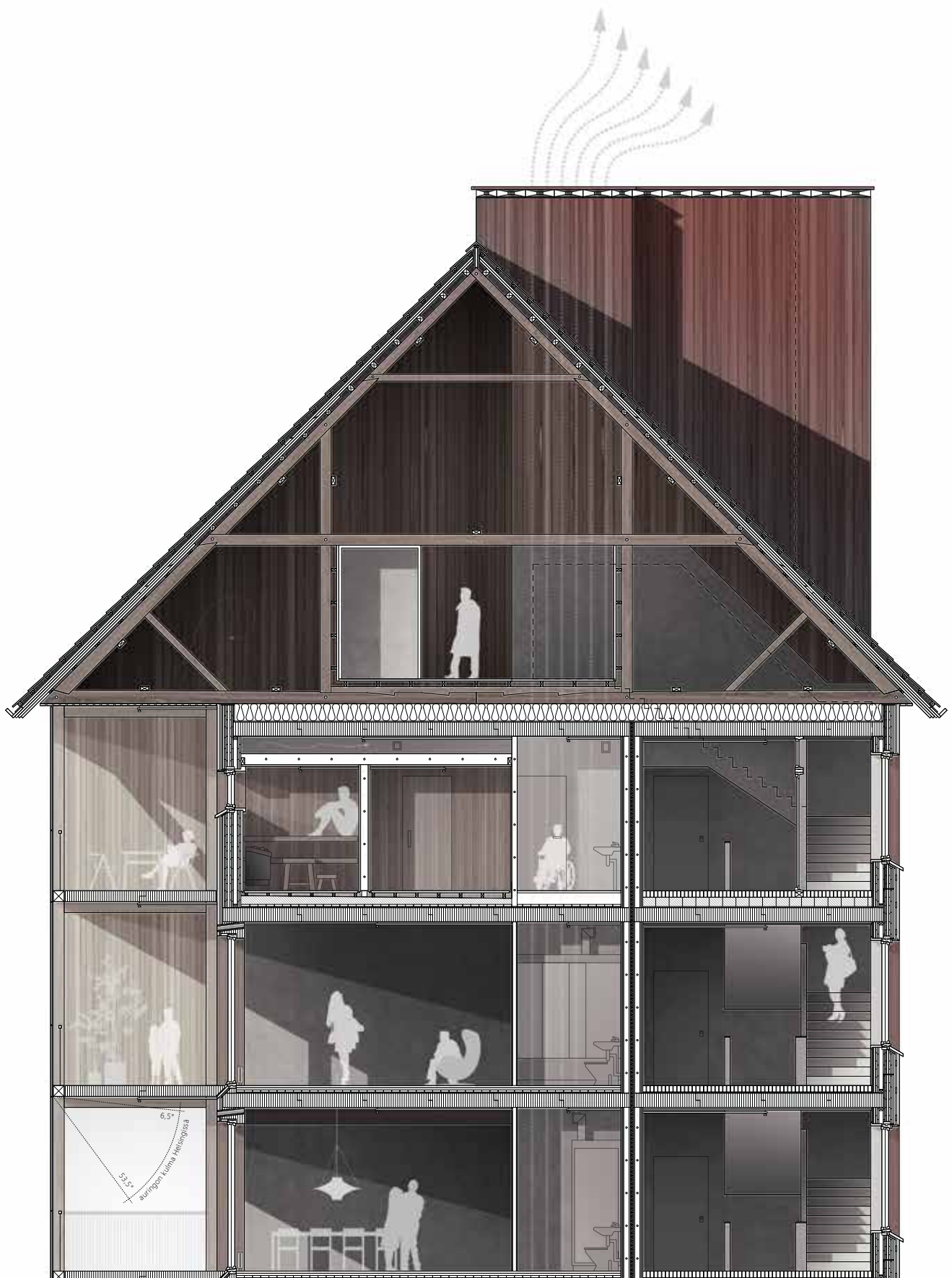
Ulkoseinät ovat liimattomia, pyökkiruuvein liitettyjä mas-
siivipuuelementtejä, joiden paksuus on 375 mm. Ne toimivat sa-
manaikaisesti sekä kantavana että lämpöä eristävänä rakenteena.
Ilmatiiviyttä parantaa 25 mm paksu ympäripontattu puukuitulevy
tuuletusraon sisäpinnassa. Tuuletusraossa on lisäksi kerroskoh-
taisesti ilmastoiva Firebreather-palokatko (ks. www.renotech.fi).
Ulkoverhouksena on pontattu 40 mm paksu punamultamaalat-
tu kuusilaudoitus. Maantasokerroksessa ulkoseinät on verhottu
Q-Treat-puutavaralla: kvartsihiekalla kyllästetyllä männyllä, joka
ei sisällä lainkaan ympäristölle haitallisia ainesosia (ks. storaenso.com/q-treat). Se on yhtä lahonkestävää kuin myrkyllinen arsenik-
kipitoinen painekyllästetty puu ja lisäksi palonkestävää. Sen päällä
on niin ikään kerros punamultamaalia.

Porrashuone on verhoiltu kauttaaltaan palamattomilla
materiaaleilla. Seinissä ja kattopinnoilla on 2 x 25 mm paksu, li-
mittäin kiinnitetty A1-luokan savilevytys, ja lattia on palosuojattu
poltetuilla savitiilillä (ks. www.conluto.de). Lattiatilien saumat ovat
sementtilaastia pehmeämpää kalkkilaastia, joka mahdollistaa tar-
vittaessa rakenteen purkamisen tiiliä rikkomatta.

Välipohjien kantavat laatat koostuvat 260 x 1200 x 7600
mm:n kokoisista Brettstapel-elementeistä, jotka eivät sisällä liimaa
eivätkä metallia. Välipohjien ääneneristystä parantaa pehmeän
puukuitulevyn päälle ladottu kerros 40 x 150 x 150 mm:n kokoisia
painolaattoja (ks. Holtz 1999: 17). TK:n tapauksessa nämä laatat
ovat tiivistettyä savea.

Lasitettu parveke suojaa kantavia ristikkorakenteita. Läm-
mityskaudella se toimii myös puskurivyöhykkeenä, joka esiläm-
mittää sisään tulevaa korvausilmaa. Sen avulla voidaan saavuttaa
10 %:n lämmitysenergian säästö siihen liittyvälle huoneistolle (ks.
Hilliaho 2010: 11). Parvekkeen syvyys estää kesäajan yllämpene-
misen mutta mahdollistaa passiivisen lämpöenergian hyödyntä-
misen kylminä vuodenaikoina. TK:ssa ei ole kertakäyttöisiä eris-
tyslaselementtejä vaan ylläpidettävät kolmipuitteiset tasolasein
varustetut puuikkunat. Parvekeikkunan sisin puite on kiinteä. Näin
ikkunan tuulettumisaste pienenee sisäänpäin mentäessä. Uloim-
mat ruudut aukeavat parvekkeelle, jolta käsin ne on helppo pestä.

Tuloilma johdetaan suodattamattomana sisätilaan 3 met-
rin korkeudelta katonrajasta, josta laskeutuessaan se sekoittuu
huoneilmaan. Niin sähkövedot kuin vesipattereiden ja sprinkle-
rien putkivedotkin tehdään pinta-asennuksina.



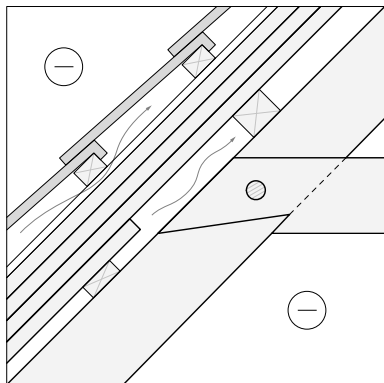
Leikkaus 5.-7. kerroksesta ja vintistä 1:100

Kylpyhuoneiden seinät ja lattia ovat vedeneristämättömiä. Seinäpintoina on tehokkaasti ilmankosteutta tasaavia savilevyjä (ks. www.claytec.de). Asuntojen ainoa märkätila on katollinen suihkukaappi. Saunan ja suihkuhuoneen lattian puurituloiden alla on vedeneristeenä savipatjan päälle asennettu 0,7 mm:n haponkestävä teräsallas. Seinärakenteessa puupaneloinnin takana ei ole tuuletusrakoa. Rakenne kostuu näin hitaammin ja kuivuu nopeammin takaisin sisätilaan.

Vintti on päädyistään harvaan laudoitettu ja toimittaa nimensä alkuperään (ruots. "vind") sisältävää tuuletustehtävää. Vintin sisältämä suuri ilmamassa tasaa myös lämpötila- ja kosteusvaihteluita. Yläpohjan eristekerros on savikyllästettyä puukuituvillaa (ks. www.holz-lehmhaus.de). Se ei sisällä booria tai muita myrkkijä eikä näin ollen edesauta vaarallisten mikrobin leviämistä (ks. Salkinoja-Salonen 2014). Räystään tuuletusaukot on passiivisesti palosuojattu Firebreather-onteloventtiilillä. Se on ruostumaton eikä sisällä liikkuvia osia tai ympäristölle haitallisia aineita.

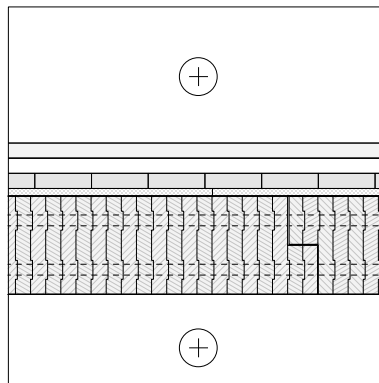
Savitiilikaton kaltevuus on 45°, ja sen aluskatteena on kaksinkertainen 40 mm paksu uurrelautakatto. Näin voidaan välttää bitumikermin ja muovipohjaisten telttakankaiden käyttö. Kattotuolien puutavara on rungon läpimitan mukaan kantattu. Näin saavutetaan oikea vahvuus oikeassa paikassa ja rakenne kevenee ylöspäin mentäessä. Samalla sekä hyödynnetään puun luonnollista kartiomaista muotoa että säästytään turhalta prosessoinnilta. Siinä missä nykyaikaiset kattorakenteet koostuvat jäykistä palkeista ja liitoskappaleista, TK:n kattorakenne toimii kokonaisuutena, jossa osat taipuvat kuorman alla ja liitokset joustavat. Näin on mahdollista tehdä keveitä pitkän jännevälin puisia kattotuoleja. (Ks. Huttunen 2010: 11.)

Painovoimaisen ilmanvaidon tehostamiseksi poistoilmahormien yläpää on muotoiltu kasvattamaan tuulen nopeutta riippumatta sen suunnasta. Hormit ovat massiivipuurakenteiset, mutta paloturvallisuussyistä ne on verhottu sisäpuolelta kerämisillä hormielementeillä (ks. sklep.cerabud.pl). Vesikaton yläpuolella hormit on sääsuojattu asetyloidulla Accoya-puutavaralla. Asetyloinnin vaikutuksesta puusta tulee hyvin kestävä ja mittatarkkaa muttei myrkyllistä (ks. www.accoya.com).



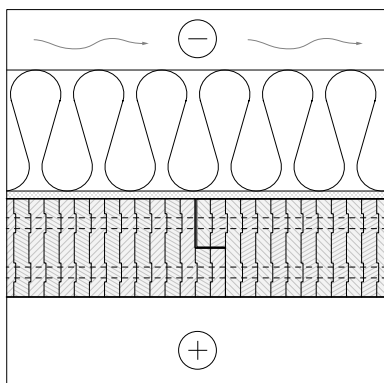
VESIKATTO 1:20

- lasitettu savitiili
- ruoteet 50 mm
- tuuletusrimat 20 - 100 mm
- uritettu kuusilautakatto (3 x 40 mm)
- tasauskoolaus 40 - 120 mm
- kattotuoli 250 - 150 mm
rungan mukaan kantattu



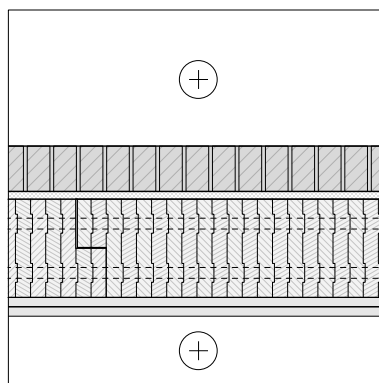
HUONEISTOJEN VÄLIPOHJA 1:20

- lautalattia 40 mm
- koolaus 40 mm
- savilaatta 40 mm
- huokoinen puukuitulevy 20 mm
- liimaton massiivipuulementti 260 mm



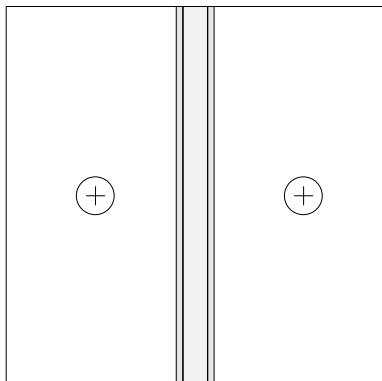
YLÄPOHJA 1:20

- savikyllästetty puukuitueriste 320 mm
- huokoinen puukuitulevy 20 mm
- liimaton massiivipuulementti 260 mm



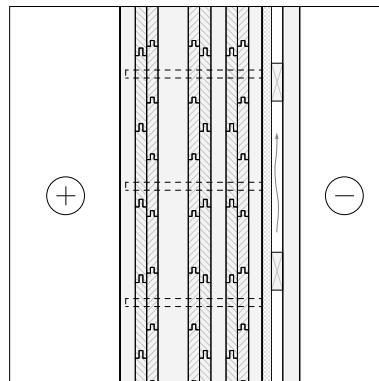
PORRASHUONEEN VÄLIPOHJA 1:20

- tiililattia kalkkilaastisaumoin 123 mm
- huokoinen puukuitulevy 20 mm
- liimaton massiivipuulementti 260 mm
- limitetty savilevy 2 x 25 mm + savitasoite 2 mm



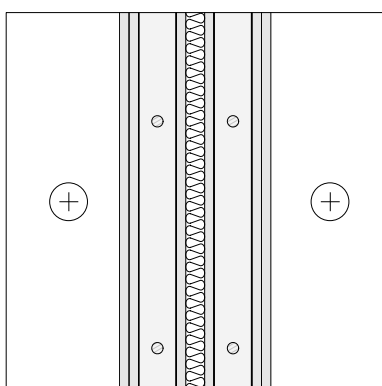
KEVYT VÄLISEINÄ 1:20

- savilevy 20 mm + savitasoite 2 mm
- puuranka 66 mm
- savilevy 20 mm + savitasoite 2 mm



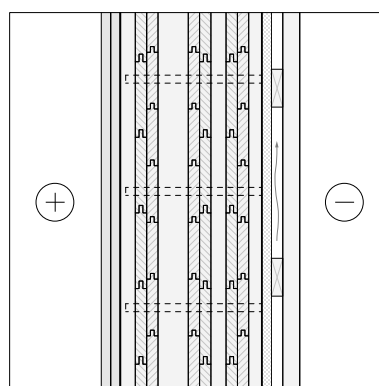
HUONEISTOJEN ULKOSEINÄ 1:20

- pontattu kuusilaudoitus 45 mm
- tuuletusrako 30 mm + kerroskohtainen palokatko-onteloventtiili
- huokoinen puukuitulevy 25 mm
- liimaton massiivipuulementti 375 mm



OSASTOIVA VÄLISEINÄ 1:20

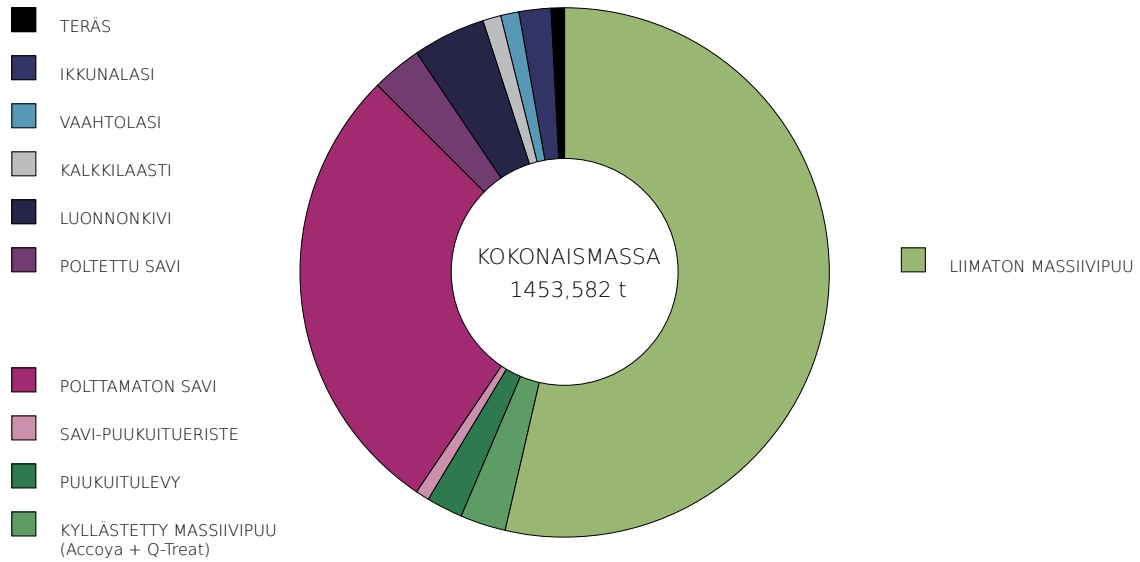
- limitetty savilevy 2 x 25 mm + savitasoite 2 mm
- liimaton massiivipuulementti 100 mm
- savilevy 25 mm
- savikyllästetty puukuituvilla 50 mm + kerroskohtainen palokatko-onteloventtiili
- savilevy 25 mm
- liimaton massiivipuulementti 100 mm
- limitetty savilevy 2 x 25 mm + savitasoite 2 mm



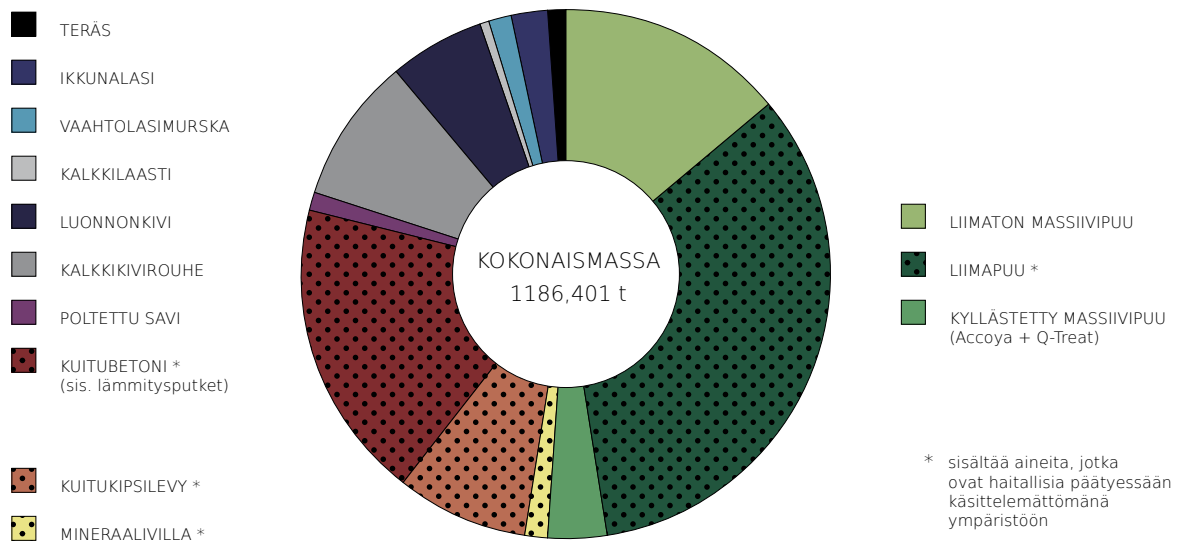
PORRASHUONEEN ULKOSEINÄ 1:20

- pontattu kuusilaudoitus 45 mm
- tuuletusrako 30 mm + kerroskohtainen palokatko-onteloventtiili
- huokoinen puukuitulevy 25 mm
- liimaton massiivipuulementti 375 mm
- limitetty savilevy 2 x 25 mm
- savitasoite 2 mm

TULEVAISUUDEN KERROSTALO



TULEVAISUUDEN KERROSTALO NYKYPÄIVÄN RAKENTEIN



Ylempi kuvio: Tulevaisuuden kerrostalon materiaali-jakauma.

Alempi kuvio: Sama rakennus siten, että ulko- ja väliseinät sekä ylä-, ala-, ja välipohjat on vaihdettu nykyisin suositeltuihin puukerrostaloratkaisuihin (ks. Puuinfo 2014).

MATERIAALIJAKAUMIEN VERTAILU

Jotta saisimme käsityksen, miten TK poikkeaa nykypäivän puukerrostalosta, on havainnollista ottaa vertailuun ulkoisesti identtinen kerrostalo, jonka rakenteet ovat nykysuositusten mukaiset. Rakennetyypit ovat Puuinfon P2-paloluokan maksimissaan 8-kerroksisen asuin- ja työpaikkarakennuksen.

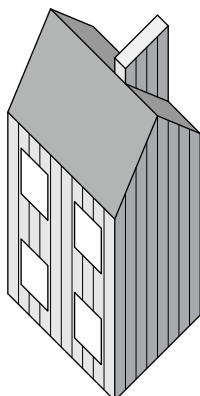
Viereisen sivun kuvioista huomaamme, että nykypäivän rakentein toteutettuna yli puolet materiaalipaletista sisältää aineita, jotka ovat haitallisia ympäristölle. Näitä ovat mm. muoviliimat ja kyllästeet, lasikuitu sekä betonin sisään valetut muoviset lattialämmityspotket. Tänä on silti enemmän kuin tavanomaista, että edellä mainitut ongelmat ohitetaan ja siirrytään tarkastelemaan rakennuksen ympäristövaikutuksia yksinomaan hiilijalanjäljen eli kasvihuonekaasupäästöjen perusteella (Ruuska et al. 2013). Näin raju yksinkertaistus ja olennaisten asioiden sivuuttaminen voi kuitenkin johtaa vakaviin virhepäätelmiin. Tästä esimerkki:

VTT:n julkaiseman Carbon footprint for building products -raportin (Ruuska toim. 2013) mukaan huokoinen puukuitulevy painaa 300 kg/m^3 ja sen hiilijalanjälki on $425 \text{ CO}_2\text{e g/kg}$. Polyuretaanilevyn paino on puolestaan 30 kg/m^3 ja hiilijalanjälki $4200 \text{ CO}_2\text{e g/kg}$. Yhdellä kuutiometrillä puukuitulevyä on siis suurempi hiilijalanjälki kuin saman kokoisella kuutiolla polyuretaania. Kun otetaan vielä huomioon polyuretaanin ylittämättömät lämmöneristysarvot, näyttää valinta selvältä: tulisi käyttää polyuretaania.

Yllä oleva laskelma osoittaa, että jos ainoa ympäristövaikutusten arviointimittari on hiilijalanjälki, saamme kamppailla tulevaisuudessa vielä nykyistä paljon vakavampien ympäristöongelmien kanssa. Muiden vertailukelpoisten lukuarvojen puutteen ei tule estää järjen tai päättelykyvyn käyttöä. Vanhimmat yhä käytetyt rakennusmateriaalit, puu ja savi, tuskin ovat sitä sattumalta.

Vähähiilisempi vaihtoehto ei ole automaattisesti vaaratomampi ympäristölle. On myös muistettava, että hiilijalanjälki saattaa vaihdella radikaalisti eri kertoimien mukaan, siinä missä materiaalien ominaisuudet pysyvät muuttumattomina. Kasvihuonekaasupäästöt eivät itse asiassa kerro mitään valmistettavan materiaalin ominaisuuksista. Hiilijalanjäljen laskeminen voi olla hyödyllistä vain, jos aineen kiertokulkuun ja ylläpidettävyyteen liittyvät perusasiat ovat ensin kunnossa. Sitä ennen tulee muistaa, että kasvihuonekaasut eivät ole yhtä kuin ympäristövaikutukset.

Jos siis löydämme itsemme tilanteesta, missä vertailemme pudotusvalikosta muovinpalaa ja puunpalaa muka samanarvoisina toisiinsa, on se merkki siitä, että monta paljon tärkeämpää kysymystä on jäänyt matkan varrella esittämättä.

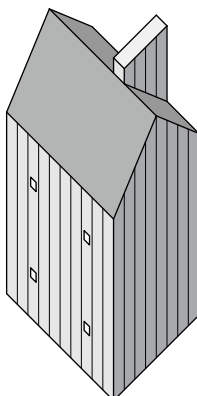


1. LÄHTÖTILANNE

- painovoimainen ilmanvaihto
- kolminkertaiset tasolasi-ikkunat
- ikkunapinta-ala 28 %

- seinärakenne	U = 0,19
- yläpohja	U = 0,09
- alapohja	U = 0,16
- ikkunat	U = 1,65

EI TÄYTÄ VAATIMUKSIA

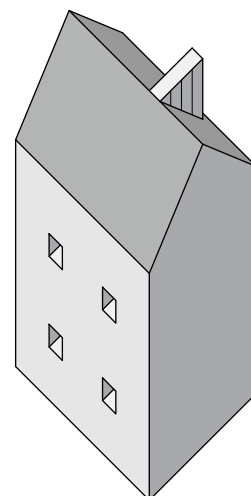


2. PIENENNETYT IKKUNAT

- painovoimainen ilmanvaihto
- kolminkertaiset tasolasi-ikkunat
- ikkunapinta-ala 1 %

- seinärakenne	U = 0,19
- yläpohja	U = 0,09
- alapohja	U = 0,16
- ikkunat	U = 1,65

TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET muttei RakMK G1:n edellyttämää 10 %:n vähimmäisikkunapinta-alaa.

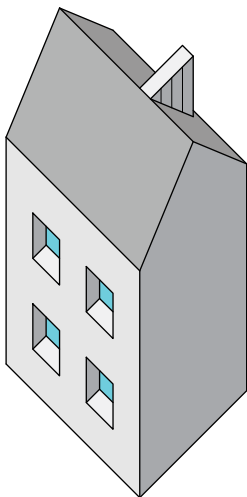


3. LISÄERISTYS JA 10 % IKKUNAA

- painovoimainen ilmanvaihto
- kolminkertaiset tasolasi-ikkunat
- ikkunapinta-ala 10 %

- seinärakenne	U = 0,01
- yläpohja	U = 0,01
- alapohja	U = 0,01
- ikkunat	U = 1,65

EI TÄYTÄ VAATIMUKSIA

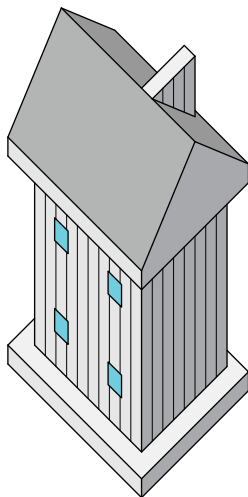


4. LISÄERISTYS JA ERISTYSLASIT

- painovoimainen ilmanvaihto
- argontäytteiset 4 krs-eristyslasit
- ikkunapinta-ala 28 %

- seinärakenne	U = 0,01
- yläpohja	U = 0,01
- alapohja	U = 0,01
- ikkunat	U = 0,58

EI TÄYTÄ VAATIMUKSIA

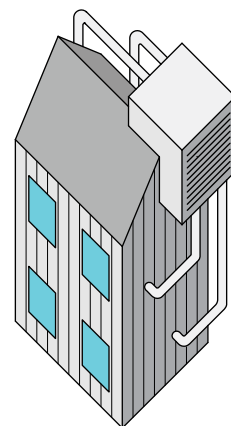


5. PIENENNETYT ERISTYSLASIT

- painovoimainen ilmanvaihto
- argontäytteiset 4 krs-eristyslasit
- ikkunapinta-ala 10 %

- seinärakenne	U = 0,19
- yläpohja	U = 0,05
- alapohja	U = 0,05
- ikkunat	U = 0,58

TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET



6. KONE-IV JA ERISTYSLASIT

- koneellinen ilmanvaihto
- argontäytteiset 4 krs-eristyslasit
- ikkunapinta-ala 28 %

- seinärakenne	U = 0,19
- yläpohja	U = 0,09
- alapohja	U = 0,16
- ikkunat	U = 0,58

TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET

Yksinkertaistettu kuvaus lämpöhäviön tasauslaskennan vaihtoehtoista tuloksista, kun lähtökohtana on Tulevaisuuden kerrostalo, 7-kerroksinen asuinrakennus, jonka tilavuus on 5094 rak-m³, maanpäälliset kerrostasot yhteensä 1698 m², lämmitetty nettoala 1698 m² ja julkisivupinta-ala 1690 m². Vaihtoehdot 3 ja 4 ovat teoreettisia, sillä niissä esiintyvä U-arvo 0,01 vastaa n. 2,6 m paksua kerrosta polyuretaania.

HIDASTEENA LÄMPÖHÄVIÖN TASAUSLASKELMA

Tulevaisuuden kerrostaloni jää enää yhdestä määräyksestä kiinni. Kaikki materiaalit ovat jo olemassa ja vaadittu rakennustekniikka on yksinkertaista ja kestävä, mutta rakennusluvan saannin estää lämpöhäviön tasauslaskelma eli LHTL.

LHTL perustuu Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D3 asettamiin rakennusosakohtaisiin lämmöneristysvaatimuksiin ja niille annettuihin kompensatiomahdollisuuksiin (Rak-MK D3). Laskelmassa ilmanvaihtoa ja rakennusvaipan kutakin osaa, yläpohjaa, alapohjaa, ulkoseiniä ja ikkunoita, suhteutetaan eristystasoltaan (U-arvoltaan) annettuihin vertailuarvoihin. Kompensatiomahdollisuus tarkoittaa, että eri arvoja voi kompensoida vapaasti. Esimerkiksi ulkoseinän heikompaa eristävyttä voi paikata kasvattamalla eristystä yläpohjassa tai pienentämällä ikkunapinta-alaa. Tavoitteena on laskennalliselta energiankulutukseltaan määräysten mukainen tai tehokkaampi talo. Olennaiseksi muodostuu se, mihin verrataan. Vuodesta 2010 vertailuarvot ovat olleet seuraavat:

	VERTAILU- ARVO	TULEVAISUUDEN KERROSTALO
Seinärakenne	$U = 0,17$	$U = 0,19$
Yläpohja	$U = 0,09$	$U = 0,09$
Alapohja	$U = 0,09$	$U = 0,16$
Ikkunat	$U = 1,00$	$U = 1,65$
IV:n vuosihyötysuhde	45 %	0 %

On selvää, ettei TK täytä nykyisiä lämmöneristysmääräyksiä. Mutta mitä kertovat vertailuarvot siitä, mitä tavoitellaan? Ainakin sen, että jos rakennuksessa ei ole lämmön talteenottojärjestelmällä varustettua koneellista ilmanvaihtoa tai vähintään kertakäyttöisiä eristyslaselementtejä, on rakennusluvan saaminen mahdotonta. Viereisellä sivulla on kuusi eri skenaariota, jotka kuvittavat määräysten vaikutusta, kun lähtökohtana on TK. Merkillepantavaa on, että ympäristöystävällisyyttä voidaan kasvattaa lisäämällä useiden metrien paksuisia solumuovikerroksia rakennuksen pintaan.

Rakennusluvan edellytyksenä oleva LHTL keskittyy vain yhteen asiaan: energiatehokkuuteen. Sen taustaoletus on, että energiatehokkuutta parantamalla saadaan energiankulutus laskemaan.

Siitä ei kuitenkaan ole takuita, paraneeko ympäristön tila, säilyykö asunnon arvo ja pysyykö asukas terveenä. LHTL toimii lain-säädännöllisenä pullonkaulana, joka estää TK:n kaltaisen, aineen kiertokulkua ja ylläpidettävyyttä kunnioittavan rakentamisen. Samanaikaisesti se sallii hetkelliseen suorituskyykyyn yltäviä kertakäyttörakennuksia, joita rakentamalla varmistamme vain, että meillä on nykyiset ongelmamme vielä tulevaisuudessakin.

Kuten sivun 12 kuviossa näkyy, lämmöneristysvaatimukset tulivat voimaan vasta vuonna 1976. Silti keskimäärin energiatehokkaimmat rakennuksemme on rakennettu ennen 1920-lukua. Kuvio havainnollistaa tämän erittäin selvästi. On hämmentävää, että juuri vanhojen arvokiinteistöjemme kaltainen kestävä ja energiatehokas rakentaminen on kielletty.

JATKOSANAT

Niin sanottu kestävä kehitys on kaikkien yhteiseksi sovittu tavoite. Yhteiset pelisäännöt sen saavuttamiseksi kuitenkin puuttuvat, ja näin ollen menetelmien ja strategioiden kirjo on laaja ja täynnä ristiriitoja. Tämä ei ole ihme, sillä kestävä kehityksen kaltaisen käsitteen edessä hämmentyy helposti.

Rakennusalan vakiintunut ratkaisu kestävä kehityksen saavuttamiseksi on energia-, materiaali- tai ekotehokkuuden parantaminen. Tehdään tiiviimpiä ja paremmin eristäviä seinärakenteita sekä siirrytään koneelliseen ilmanvaihtoon ja lämmön talteenottoon, yhä vähemmän energiaa kuluttaviin laitteisiin sekä niitä ohjaileviin uusiin, niin sanottuihin älykkäisiin tietojärjestelmiin. Siitä ei kuitenkaan piitata, mistä nämä valmistetaan ja mitä ne edellyttävät pysyäkseen toiminnassa tai tarvitaanko niitä alun alkaenkaan. Pääosassa on tehokkuus. Ei se, mitä käytetään ja mihin käytetään, vaan miten tehokkaasti.

Kenties olisimme eri tilanteessa, jos emme olisi kääntäneet sekä sanaa efficient että effective 'tehokkuudeksi'. Asiat voisivat olla toisin, jos sekä sanaa recycling että downcycling ei olisi niputettu 'kierrätykseksi'. Ennen kaikkea monta vakavaa väärinkäsitystä oltaisiin voitu välttää, jos sana sustainability olisi alun perin käännetty 'ylläpidettävyydeksi'. Mikäli nuo termit olisi määritelty paremmin, meillä ei ehkä olisi arvonihilististä rakennuslainsäädäntöä, joka kieltää historiallisen, koetelluimman ja kestävimmän rakennustekniikan. Kukaan ei ympäristöä suojelemaan paradoksaalisesti tehostaisi uusiutumattomien, ympäristölle haitallisten materiaalien ja energianlähteiden käyttöä. Ymmärrettäisiin, ettei tehostaminen ratkaise niiden käytöstä johtuvia ongelmia vaan vain hidastaa ongelmien esiintuloa. Ennen kaikkea tajuttaisiin, ettei tehokkuus muuta suuntaa. Se vain nopeuttaa tai hidastaa matkantekoa. Lopputulos pysyy samana, jälkipolville erittäin huonona.

Aineen kiertokulku, kansantalous ja kansanterveys ovat kaikki häiriintyneet rakennusteollisuuden takia. Jos lähdemme ratkomaan ongelmia yksityiskohdista käsin ja vailla kokonaiskäsitystä, on suuri todennäköisyys epäonnistua. Onkin enenevässä määrin selvää, ettemme voi ratkaista ongelmia erikseen. Energiankulutuksen ongelmaa ei ratkaista puuttumatta kertakäyttöisyyteen, kertakäyttöisyyttä ei ratkaista puuttumatta harhaan loputtomasta kasvusta. Loputonta kasvua on vaikea kyseenalaistaa, ellei hyväksy perusasioita: maailman rajallisuutta ja aineen kiertokulkua. Ilmastonmuutos, talouskriisi ja homeongelma liittyvät toisiinsa. Arkkitehtuurikin on valitettavasti toistaiseksi niiden välittäjäaine, vaikka arkkitehdin jos kenen ei tarvitsisi tuntea voimattomuutta perusasioiden äärellä.

Perusasiat ovat perusasioita. Ekologia ei ole mielipidekysymys. Tässä työssä olen viitannut rakennetekniikan ja mikrobiologian uusimpiin tutkimustuloksiin sekä sellaiseen talous- ja yhteiskuntatieteeseen, joka tekee tulevaisuudentutkimusta. Olen kerrannut sen ylimmän lainsäädännön, jota vasten luettuna paikalliset säädöksemme näyttävät käsittämättöminä. Olen esitellyt sekä mikro- että makrotason asiantuntijalausuntoja siitä, mitä arkkitehteiltakin vastaisuudessa odotetaan.

Ristiintaulukoimalla ja vertailemalla olen havainnollistanut määräysten ja mittareiden ristiriitaisuuksia. Tulokseni osoittavat, että jos arkkitehti tarkastelee ja vertailee vain yksittäisiä materiaaleille tai tuotteille annettuja lukuarvoja, kokonaisuus hämärtyy. Pienet ja suuret käsitteet tulevat niputetuksi yhteen: energiatehokkuus ja ekologisuus, hiilijalanjälki ja ympäristövaikutukset, määräystenmukaisuus ja oikeudenmukaisuus. Asioiden yhteismitoittaminen ei kuitenkaan toimi kuin paperilla. Hiilijalanjälki ei voi kompensoida hengityselinsairauksia. Rakennusliikkeen voitto ei voi kompensoida sitä, että osakkeenomistajan elämäntyö ja omaisuus valuu tyhjiin. Ympäristön suojeleminen nykyisenlaisin menetelmin itse asiassa tuhoaa sen.

Maankäyttö- ja rakennuslain 120 a §:n mukaan pääsuunnittelija vastaa suunnittelun kokonaisuudesta ja sen laadusta. Vaikkei pääsuunnittelija vastaa yksittäisistä suunnitelmista, tulee hänen huolehtia siitä, että tarvittavat suunnitelmat tehdään ja että ne ovat ristiriidattomat toistensa kanssa. Jos pääsuunnittelija ei halua katsoa suurempaa asiakokonaisuutta, kukaan sitä tuskin tekee hänen puolestaan.

Tämän takia olen itse pyrkinyt kokonaiskuvaan. Omana suunnitelmanani tulevaisuuden kerrostaloksi esittelen talotyypin, joka perustuu aineen kiertokulkuun ja ylläpidettävyyteen. Taloni on yksi ehdotus. Se ei ole ainoa ratkaisu, mutta se on yksi mahdollinen ratkaisu: terve, kestävä, helposti korjattava talo.

PAINETUT LÄHTEET JA VERKKOJULKAISUT

Airaksinen, Timo 2003: Tekniikan suuret kertomukset. Filosofinen raportti. Helsinki: Otava.

EN 15643-2. Sustainability of construction works. Assessment of buildings. Part 2: Framework for the assessment of environmental performance.

EN 2010 = EN 1990:2002+A1. Eurocode: Basis of structural design. April 2010.

Euroopan komission kierrätystalousstrategia 2014 = http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm (haettu 15.10.2014).

Euroopan komission kulutusopas 2014 = Euroopan komission ympäristöasioiden pääosasto 2014: http://www.generationawake.eu/fi/kulutusopas/ota_opas (haettu 15.10.2014).

Helsingin Energia 2014 = <https://www.helen.fi/Kotitalouksille/Neuvoa-ja-tietoa/Energia-ja-ymparisto/Hiilineutraali-tulevaisuus/Lisaa-biopolttoaineita/> (haettu 26.10.2014).

Hilliaho, Kimmo 2010: Parvekelasituksen energiataloudelliset vaikutukset. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto.

Holtz, Fritz et al. 1999: Schalldämmende Holzbalken und Brettstapeldecke. <http://www.hochschule-biberach.de/documents/46960/74d83c5a-0c51-4516-a40f-051b4cddb9ecb> (haettu 21.2.2014).

Huttunen, Marko 2010: Innovaatio 800 vuoden takaa: ruotsalainen konttikattotuoli. Hiidenkivi 5/2010.

ISO 21929-1. Sustainability in building construction. Sustainability indicators. Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings.

Järvensivu et al. 2012 = Järvensivu, Timo; Järvensivu, Paavo; Schmidt, Tiina ja Palmu, Petri 2012: Työ ekologisesti ja sosiaalisesti kestävässä tulevaisuudessa. Teoksesta Helne, Tuula ja Silvasti, Tiina (toim.) 2012: Yhteyksien kirja. Etappeja ekososiaalisen hyvinvoinnin polulla. Helsinki: Kelan tutkimusosasto. S. 104–115.

KSV 2008 = Tukutorin alue, kortteli 21274 ja korttelin 10273 tontti 16: asemakaavan muutoksen selostus. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston asemakaavaosasto 2008:1174420.

KSV 2013 = Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston liikennesuunnitteluosaston selvityksiä 2013:1. Helsingin pysäköintipolitiikka: luonnos.

Kurnitski, Jarek 2010: Rakennuskannan kestävä korjaaminen, kerrostalot 1960–1990. <http://www.slideshare.net/DemosHelsinki/kurnitski-rakennuskannan-kestava-korjaaminen-20101124> (haettu 24.10.2014).

Lahdensivu et al. 2012 = Lahdensivu, Jukka; Suonketo, Jommi; Vinha, Juha; Lindberg, Ralf; Manelius, Elina; Kuhno, Vesa;

Saastamoinen, Kari; Salminen, Kati ja Lähdesmäki, Kimmo 2012: Matalaenergia- ja passiivitalojen rakenteiden ja liitosten suunnittelu- ja toteutusohjeita. Tutkimusraportti 160. Tampereen teknillinen yliopisto.

Lahtinen, K. M. 2014: Viri ja valkee. Vanhan rakennuksen lämpö- ja energiatalous. Hämeenkyrö: Lunette rakennusperinnepalvelut.

Lennartz, Marc Wilhelm 2013: Fünfeigeschoss Revolution im Norden. Mikado 8/2013. <http://www.mikado-online.de/data/emag/2013/08/pdf/mik201308.pdf> (haettu 26.10.2014).

Lindh, Tommi 2013: Aluerakentamisen arkkitehtuuri ilmastomuutosta hillitsemässä. MFA kesä-syksy 2013.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. 120 a § Pääsuunnittelija 17.1.2014/41.

Malaska, Pentti 1994: Kestävä kehitys. Raportti määritelmää pohtineen työryhmän keskusteluista. <http://www.ym.fi/download/noname/%7B04066640-003A-4921-967A-873E1A6DFEE0%7D/27476> (haettu 15.10.2014).

McDonough, William ja Braungart, Michael 2009: Cradle to Cradle. Remaking the Way We Make Things. Lontoo: Vintage Books.

Neuvonen, Petri (toim.) 2006: Kerrostalot 1880–2000: arkkitehtuuri, rakennustekniikka, korjaaminen. Helsinki: Rakennustieto.

Pasanen, Jarna ja Ulvila, Marko 2012: Energiankulutuksen laskusta talouslaskuun. Teoksesta Helne, Tuula ja Silvasti, Tiina (toim.) 2012: Yhteyksien kirja: Etappeja ekososiaalisen hyvinvoinnin polulla. Helsinki: Kelan tutkimusosasto. S. 80–89.

Puuinfo 2014 = <http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/suunnittelutyokalut/p2-paloluokan-max-8-krs-asuin-ja-tyopaikkarakennuksen-clt-rakennetyypit-uusien-palomaaraysten-m> (haettu 15.10.2014)

RakMK D2: Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012.

RakMK D3: Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012.

RakMK G1: Asuntosuunnittelu. Määräykset ja ohjeet 2005.

Reijula et al. 2012 = Reijula, Kari; Ahonen, Guy; Alenius, Harri; Holopainen, Rauno; Lappalainen, Sanna; Palomäki, Eero ja Reiman, Marjut 2012: Rakennusten kosteus- ja homeongelmat. Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisuja 1/2012.

Ruuska toim. 2013 = Ruuska, Antti (toim.) 2013: Carbon footprint for building products. ECO2 data for materials and products with the focus on wooden building products. Espoo: VTT.

Ruuska et al. 2013 = Ruuska, Antti; Häkkinen, Tarja; Vares, Sirje; Korhonen, Marja-Riitta ja Myllymaa, Tuuli 2013: Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset: selvitys rakennusmateriaalien vaikutuksesta rakentamisen kasvihuonekaasupäästöihin. Tiivistelmäraportti. Ympäristöministeriön raportteja 8/2013. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Salkinoja-Salonen, Mirja et al. 2014 = Salkinoja-Salonen, Mirja; Andersson, Maria; Salo, Johanna; Lipponen, Olli; Salonen, Pauliina; Viljanen, Martti; Ojamo, Heikki; Mikkola, Raimo; Sistonen, Esko; Gasik, Michael; Teplova, Vera ja Salin, Mikko 2014: Rakennusten kemikaalien joukossa on ihmiselle myrkyllisiä ja herkistäviä sekä haittamikrobeja suosivia yhdisteitä. <http://www.sisailmayhdistys.fi/wp-content/uploads/2013/09/Maria-Andersson.pdf> (haettu 27.10.2014).

Schoof, Jakob 2014: Haus ohne Heizung. Bürogebäude von Baumschlager Eberle in Lustenau. www.detail.de/architektur/news/haus-ohne-heizung-buerogebaeude-von-baumschlager-eberle-in-lustenau-022701.html (haettu 26.10.2014).

Sisäasiainministeriö 2012 = Sisäasiainministeriö: Väestönsuojien rakentamista koskevia strategisia linjauksia selvittäneen työryhmän muistio. Työryhmämuistio SM059:00/2012.

Säynäjoki, Antti; Heinonen, Jukka ja Junnila, Seppo (2012): A scenario analysis of the life cycle greenhouse gas emissions of a new residential area. Environmental research letters 7/2012 034037

TrVM 2013 = Eduskunnan tarkastusvaliokunnan mietintö 2013: Rakennusten kosteus- ja homeongelmat. TrVM 1/2013 vp — M 5/2013.

Vares, Sire; Häkkinen, Tarja ja Shemeikka, Jari 2011: Kestävän rakentamisen tavoitteet ja niiden toteutuminen. Espoon Suurpellon päiväkodin arvio. Tiedotteita 2573. Espoo: VTT.

LUENNOT

Michael Gasik ja Mirja Salkinoja-Salonen 2014: Terve talo vai terve ihminen? Luento Tekniikan päivillä Espoon Dipolissa 16.1.2014.

VALMISTAJIEN VERKKOSIVUT

sklep.ceradbud.pl

storaenso.com/q-treat

www.accoya.com

www.brettstapel.org

www.claytec.de

www.conluto.de

www.holz-lehmhaus.de

www.marioff.com

www.renotech.fi

www.rombach-holzhaus.com

www.thoma.at

LIITTEET

planssipienennökset

lämpöhäviön taseaslaskelmat



HELSINGIN KALASATAMAN RAKEISUUSKAAVIO 1:10000

TULEVAISUUDEN KERROSTALO

Niin sanottu kestävä kehitys on kaikkien yhteiseksi sovittu tavoite. Yhteiset pelisäännöt sen saavuttamiseksi kuitenkin puuttuvat, ja näin ollen menetelmien ja strategioden kirjo on laaja ja täynnä ristiriitaa. Tämä ei ole ihme, sillä kestävän kehityksen käsitteen edessä hämmennystä helposti.

Rakennustalouden kehittämisen ratkaisu kestävän kehityksen saavuttamiseksi on energia-, materiaali- tai elämäntilanteiden parantaminen. Tehdään tiiviimpiä ja paremmin eristäviä seinäreittejä, otetaan käyttöön luonnonlämmitys ja lämmön talteenottoon, jotta vähemmän energiaa kulutetaan lämmittämiseen sekä näitä ongelmia uusin, niin sanottuihin älykkäisiin teknologioihin. Sita ei kuitenkaan pidä, mistä nämä valmistetaan ja mitä ne edellyttävät pyrkimiseen toiminnassa tai tavanomaisissa alun alkaen. Rakennus on tehokas, ei se, mitä käytetään ja miten käytetään, vaan miten tehokkaasti.

Kemien olomuoto ei kuitenkaan, jos emme ole kiittäneet sitä samaa efficienttiä että effective tehokkuudella. Asiat voisivat olla toisin, jos se olisi samaa recyclingiä että downcyclingiä ja olisi viikkumateriaalia. Ennen kaikkea mistä väkivahasta väkivahasta otetaan voitu välttää, jos samaa sustainable oli alun perin käsitteellä 'Ylläpidettävyydellä'. Mikä muu termi olisi mainittu paremmin, meillä ei ehkä olisi arvonhoidosta rakennusalanäkökulmasta, joka keltaa historiallisia, kokeellisia ja kestävien rakennusmenetelmien. Kukaan ei ympäristöä suhteellisen paradoksaalisesti tehokkaasti uusintamateriaalia, ympäristöä haitallisen materiaalin ja energiantuotteen käytöstä. Ympäristöä, ettei tehostaminen ratkaise niiden käytöstä johtuvia ongelmia vaan vanhaa ongelmien esiintymistä. Ennen kaikkea lisätoimenpiteitä, ettei tehokkuus muuta suuntaa. Se vain nopeuttaa tai hidastaa matkaa. Lopulta se pyrkii ylläpitämään, jättäen edistään huonoja.

Aineen kiertokulku, kantavuus ja kansanterveys ovat kaikki keskeisiä rakennusalan kysymyksiä. Jos lähdemme ratkomaan ongelmia yksittäisistä katoista ja valitsemalla katoista, on suuri todennäköisyys epäonnistua. Onkin enenevästi mainittu, ettemme voi ratkaista ongelmia yksin. Energiankäytön ongelmia ei ratkaista puuttumalla kertakäyttötyökaluihin, kertakäyttötyökaluihin ei ratkaista puuttumalla haitaan loputtomasta kasvusta. Lopulta kukaan on valkea lyysimateriaalia, ellei hyväksy perusarvot: maailman rajoittamattomuus ja aineen kiertokulku. Ilmasto, laatu ja homeongelma liittyvät toisiinsa. Aikatehtävien on valittava toistokseen niiden välillä, vaikka aikatehtävien jos jätetään ei tarvitse kukaan voittomattomia perusarvojen avulla.

Kun alkaa on vähän, raha on tulla ja kasvulla on rajat, muodostuu hyvin olemassaoleva se, mistä tehdään, mistä jätetään tekemättä ja mistä jätetään. On korkea aika estää käyttäytymistä, jotta kestävä kehitys vastustamattomasti arvot ja maailmanlaajuisia. Tulevaisuuden kerrostalon esittämisen käyttäytymisen jätettyä kuuluu 1. Onko sitä haittaa ihmisille ja ympäristölle? 2. Onko se ylläpidettävissä/ikäkäs? 3. Muut asiat.

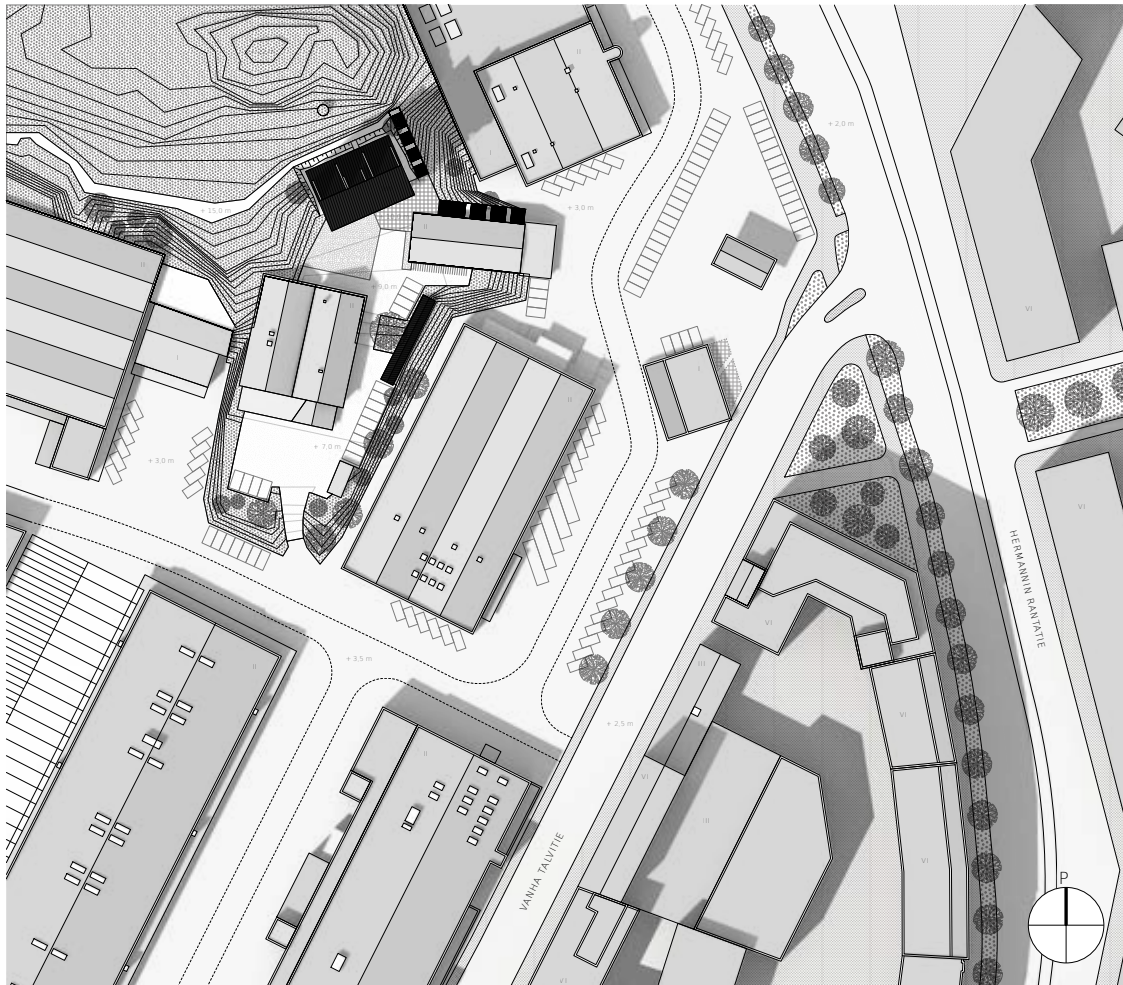
Meillä on käytössämme uusuuksia ja uusintamateriaalia rakennusalan. Uusiutuvien kiviä esimerkiksi paa ja luononkuidut. Ne ovat aineita, jotka ovat haitallisia paitsi ympäristöön edellyttäen, että niitä ei ole modifioitu haitallisia myrkyllisten lisäainien. Uusiutuvuutta on tavanomaisissa rakennusalan ympäristöön. Tämä riippumatta siitä, onko materiaaleja kukaan niistä saatu muovioitua suljetusti kiertokulkuun, sillä mikään ihminen kukaan suljettu kiertokulku ei ole koskaan täysin suljettu. Jos ja kun aineita kukaan kiertokulkuun piirittää, tulee sen olla pehmeä tehokkuus- ja ympäristöongelma.

Hetimiten suoritustyöyksen sijaan tulee kehitettyä ylläpidettävyyttä. Se tarkoittaa rakennusta, joka on suunniteltu niiden tulevaa korjausta mielessä pitämällä - kokonaisuuksia, jotka eivät tuota jättä. Rakennuksen ei tule olla riippuvainen kertakäyttöäisistä eikä niiden rakennusmateriaalien toiminnasta. Tulevaisuuden kerrostalon ja toipumiskyvyn monikenttäaralenteisiin, sillä mitä enemmän kerskua ja oia on, sitä enemmän on myös vähemmän mahdollisuuksia. Rakennusten tulee olla yksinkertaisia, ylläpidettäviä ja ympäristöä haitattomia.

Kun myönnetään, että kopton kasvun on mahdollista, kestävyyttä ja epätaloudellisuutta, on silti merkittävä vaikutus koko tulevaisuuden rakennusalan ympäristöön. 1960-2010-lukujen elinkaari ja kertakäyttöaralenteista on mahdollista enää perustella. Ylläpidettävyyttä nousee kriteeristöä tekemällä. Tulevaisuuden rakennusalan tulee jalkaa arvot kaikkein vanhimpiin, elinkaarielämä elämänsä rakennusalan kanssa sen tulee olla jalleen tekijästä yksinkertaisista, määräämättömästi ylläpidettävissä sekä luonnonmukaisia ja koptonmateriaalia materiaali- ja hyödyntä. Näihin rakennusalan on elänyt ootukana edellä kullekin arvojen toimintavarmuudesta.

Näkyvien jätteenhoidon tekemisessä ei ole mitään mistä. Sen muuttamisesta on. Jos olemme ovat konkreettisia, viime kädessä ratkaisumme on sitä oltava.

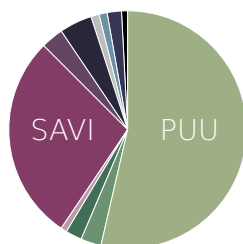




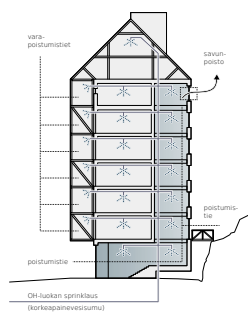
ASEMAPIIRROS 1:500

MATERIAALIJAKAUMA

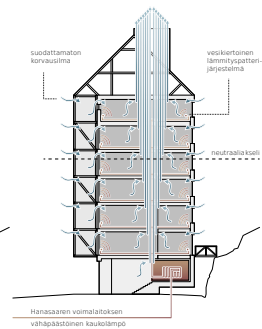
- LIIMATON MASSIIVIPUU
- KYLLÄSTETTY MASSIIVIPUU (Accoya + Q-Treat)
- PUUKUITULEVY
- SAVI-PUUKUITUERISTE
- POLTTAMATON SAVI
- POLTETTU SAVI
- LUONNONKIVI
- KALKKILAASTI
- VAAHTOLASI
- IKKUNALASI
- TERÄS



PALOTURVALLISUUS

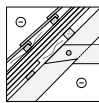


LÄMMITYS JA ILMANVAIHTO



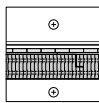


NÄKYMÄ TOIMISTOKERROKSESTA



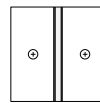
VEIKKATTO

- lasitettu saviliili
- ruosteet 50 mm
- tuuletusrakke 20 - 100 mm
- uritettu kuusiainekatto (3 x 40 mm)
- lausukokorus 40 - 120 mm
- kattotulvi 250 - 150 mm
- rungon mukaan kantettu



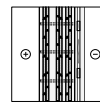
HUONEISTOJEN VALUPOHJA

- lausalehti 40 mm
- koolitus 40 mm
- savilaatta 40 mm
- huokoinen puukuhulevy 20 mm
- limaton massiivipuulelementti 260 mm



KEVYT VALUSEINÄ

- savilevy 20 mm + savitasote 2 mm
- puuranka 66 mm
- savilevy 20 mm + savitasote 2 mm



HUONEISTOJEN ULKOSEINÄ

- pontattu kuusilaudoitus 45 mm
- tuuletusrakke 30 mm + kerroskohtainen palikalle-otelselventteli
- huokoinen puukuhulevy 25 mm
- limaton massiivipuulelementti 375 mm



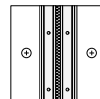
YLÄPOHJA

- savikylästäetty puukuhulevy 320 mm
- huokoinen puukuhulevy 20 mm
- limaton massiivipuulelementti 260 mm



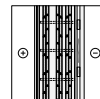
PORRASHUONEEN VALUPOHJA

- tilittattu kalkkilaadisaumon 123 mm
- huokoinen puukuhulevy 20 mm
- limaton massiivipuulelementti 260 mm
- limittetty savilevy 2 x 25 mm + savitasote 2 mm



OSASTONA VALUSEINÄ

- limittetty savilevy 2 x 25 mm + savitasote 2 mm
- limaton massiivipuulelementti 100 mm
- savilevy 25 mm
- savikylästäetty puukuhulevy 50 mm + kerroskohtainen palikalle-otelselventteli
- savilevy 25 mm
- limaton massiivipuulelementti 100 mm
- limittetty savilevy 2 x 25 mm + savitasote 2 mm



PORRASHUONEEN ULKOSEINÄ

- pontattu kuusilaudoitus 45 mm
- tuuletusrakke 30 mm + kerroskohtainen palikalle-otelselventteli
- huokoinen puukuhulevy 25 mm
- limaton massiivipuulelementti 375 mm
- limittetty savilevy 2 x 25 mm
- savitasote 2 mm

RAKENNETTYYPIT 1:20

TULEVAISUUDEN KEBROSTALO - RAKENNUSSUUNNITTELU DIPLOMITYÖ - LARS-BRIG WATILA 83887 - SYEY 2014 - AALTO-YLIOPISTO - TAITEIDEN JA SUUNNITTELU KOKORAKOULU - ARKITEHTITULAIN LAITOS - VALVOVA PROFESSORI: ANTTI-MATTI SIEKÄ - OHJAajat: MARGO HUTTUURIN, KIMMO UUTAKANGAS



NÄKYMÄ ASUINKERroksesta



JULKISIVU ETELÄÄN 1:200

TULPAUSLUODEN KERROSTALO - RAKENNUSSUUNNITELUN DIPLOMITYÖ - LAUREA MATTEA KJÄST - SYEY 2014 - AALTO-YLIOPISTO - TAITEIDEN JA SUUNNITTELUN KORKEAKOULU - ARKITEHTITUOLIN LAITOS - VALUOVA PROFESSORI ANTTI-MATTI SIEKÄ - OHJAajat MARKO HUTTUUNEN, KIMMO LUTJANGAS

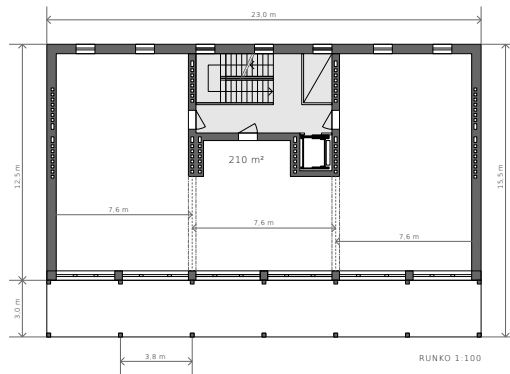


PIHAPIIRROS JA PELASTUSTIESUUNNITELMA 1:200

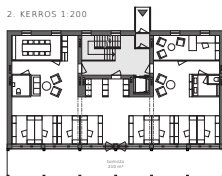


JULKISIVU ITÄÄN 1:200

TULOPUOLISEN KESKUSTÄÄ - RAKENNUSSUUNNITELUN DIPLOMITYÖ - LARSENIN MATTEA KESKST - SYEY 2014 - AALTO-VUORSTO - TÄTEIDEN JA SUUNNITTELUN KORKEAKOULU - ARKITEHTTUOLIN LAITOS - VALUOVA PROFESSORI ANTTI-MATTI SIEALA - OHJAajat MARKO HUTTUUNEN, KIRKKO LUUKKANGAS



2. KERROS 1:200



3 - 4. KERROS 1:200



5. KERROS 1:200



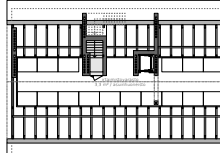
6. KERROS 1:200



7. KERROS 1:200



VINTTIKERROS 1:200



PYSTYLEIKKAUS 1:200

TULFARSSUUDEN KERROSTALO - RAKENNUSSUUNNITTELU DIPLOMITYÖ - LAUREA MATTEA KJÖRST - SYEY 2014 - AALTO-YLIOPISTO - TAITEIDEN JA SUUNNITTELU KOKKAROLLI - ARKITEHTTUURIN LAITOS - VALUOVA PROFESSORI ANTTI-MATTI SIEALA - OHJAajat MARKO HUTTUEN, KIMMO LUTJANGAS



JULKISIVU POHJOISEN 1:200

TULFANGUUDEN KEROSTALO - RAKENNUSSUUNNITELUN DIPLOMITYÖ - LARS-ERIK MATTELA KJØBBT - SYKSY 2014 - AALTO-YLIOPISTO - TAITEIDEN JA SUUNNITTELUN KORKEAKOULU - ARKITEHTITOIMISTO LÄTÖS - VALUOJA PROFESSORI ANTTI-MATTI SIEKÄ - OHJAajat MARKO HUTTUUNEN, KIMMO LUTJANGAS



1. LÄHTÖTILANNE (ei täytä vaatimuksia)

Rakennuksen laajuustiedot

Rakennustilavuus	5 094 rak-m ³
Maanpäälliset kerrostasot yhteensä	1 698 m ²
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	1 698 m ²
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	m ²
Rakennusluokka (1 - 9)	2
Ilmanvaihdon huoneistokohtainen ohjausmahdollisuus (0 tai 1)	1
Rakennuksen kerrosmäärä	7 kerrosta

Laskentatuloksia

Julkisivupinta-ala on 1690 m²
 Ikkunapinta-ala on 28 % maanpäällisestä kerrostasolasta
 Ikkunapinta-ala on 28 % julkisivun pinta-alasta
 Lämpöhäviö on 146 % vertailutasosta (lämpimät tilat)

Perustiedot		Pinta-alat, m ² [A]		U-arvot, W/(m ² K) [U]		Lämpöhäviöiden taseus Ominaislämpöhäviö, W/K [H _{tot} = A · U]	
RAKENNUSOSAT		Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimät tilat							
Julkiseinä				0,17	0,60	-	-
Hirsiseinä		1 430	1 214	0,40	0,60	572,1	225,8
Yläpohja		287	287	0,09	0,09	25,8	25,8
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			241	0,09	0,60	21,7	38,6
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) ¹⁾				0,17	0,60	-	-
Alapohja (maanvastainen) ²⁾			46	0,16	0,60	7,4	7,4
Muu maanvastainen rakennusosa ²⁾				0,16	0,60	-	-
Ikkunat		254,7	471,0	1,00	1,80	254,7	777,2
Ulkiovet ja tuuletusluukut ³⁾			5,0	1,00	1,80	5,0	8,3
Kattoikkunat				1,00	1,80	-	-
Kattovalokuvut				1,00	2,00	-	-
Lämpimät tilat yhteensä		2 264	2 264			886,7	1 083,0
Puoliämpimät tilat tai määräämättömät rakennukset							
Julkiseinä				0,26	0,60	-	-
Hirsiseinä				0,60	0,60	-	-
Yläpohja				0,14	0,60	-	-
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)				0,14	0,60	-	-
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) ¹⁾				0,26	0,60	-	-
Alapohja (maanvastainen) ²⁾				0,24	0,60	-	-
Muu maanvastainen rakennusosa ²⁾				0,24	0,60	-	-
Ikkunat				1,40	2,80	-	-
Ulkiovet ja tuuletusluukut ³⁾				1,40	2,80	-	-
Kattoikkunat				1,40	2,80	-	-
Kattovalokuvut				1,40	2,80	-	-
Puoliämpimät tilat yhteensä		-	-	-	-	-	-
VAIPAN ILMAVUODOT		Ilmanvuotoluku, m ³ /(h m ²) [q _{lu}]		Vuotoilmavirta, m ³ /s [q _{lu} = q _{lu} / 15 · A/3600]		Ominaislämpöhäviö, W/K [H _{vuoto} = 1200 · q _{lu}]	
Vuotoilma		Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimät tilat		2,0	4,0	0,0839	0,1677	100,6	201,2
Puoliämpimät tilat		2,0				-	-
ILMANVAIHTO		Poistoilmavirta, m ³ /s [q _p]		Ilmanvaihdon LTO:n vuosiyhteyshäviö, % [h _v]		Ominaislämpöhäviö, W/K [H _v = 1200 · q _p · (1-h _v)]	
Hallittu ilmanvaihto		Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimät tilat			0,679	45	0	448,3	815,0
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta				0		-	-
Puoliämpimät tilat				45	0	-	-
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta				0		-	-
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus						Ominaislämpöhäviö, W/K [H = H _{tot} + H _{vuoto} + H _v]	
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä						1 436	2 099
Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä						-	-

Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista (osa D3)

Pinta-alat			
Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivun pinta-alasta	☐ kyllä ☐ ei		
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa	☐ kyllä ☐ ei		
- lämpimissä tiloissa	☐ kyllä ☐ ei		
- puoliämpimissä tiloissa	☐ kyllä ☐ ei		
Rakennusosien U-arvot			
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia	☐ kyllä ☐ ei		
Rakennusvaipan ilmanpitävyys			
Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q _{lu} suunnitteluarvo on enintään enimmäisarvon suuruinen	☐ kyllä ☐ ei	Enimmäisarvo	Suunnitteluarvo
- lämpimissä tiloissa	☐ kyllä ☐ ei	4	4,00
- puoliämpimissä tiloissa	☐ kyllä ☐ ei	4	
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus			
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	☐ kyllä ☐ ei	Vertailuarvo	Suunnitteluarvo
- lämpimissä tiloissa	☐ kyllä ☐ ei	1 436 W/K	2 099 W/K
- puoliämpimissä tiloissa	☐ kyllä ☐ ei		
Tarkistuslistan yhteenveto			
Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset	☐ kyllä ☐ ei		

2. PIENENNETYT IKKUNAT (täyttää vaatimukset)

Rakennuksen laajuustiedot

Rakennustilavuus	5 094 rak-m ³
Maanpäälliset kerrostasot yhteensä	1 698 m ²
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	1 698 m ²
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	m ²
Rakennusluokka (1 - 9)	2
Ilmanvaihdon huoneistokohtainen ohjausmahdollisuus (0 tai 1)	1
Rakennuksen kerrosmäärä	7 kerrosta

Laskentatuloksia

Julkisivupinta-ala on 1690 m²
 Ikkunapinta-ala on 1 % maanpäällisestä kerrostasosta
 Ikkunapinta-ala on 1 % julkisivun pinta-alasta
 Lämpöhäviö on 100 % vertailutasosta (lämpimät tilat)

Perustiedot	Pinta-ala, m² [A]		U-arvot, W/(m² K) [U]			Lämpöhäviöiden taseus Ominaislämpöhäviö, W/K [H _{tot} = A · U]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
RAKENNUSOSAT							
Lämpimät tilat							
Ulkoseinä			0,17	0,60		-	-
Hirsiseinä	1 430	1 670	0,40	0,60	0,19	572,1	310,6
Tiäpohja	287	287	0,09	0,60	0,09	25,8	25,8
Alapohja (ulkomaan rajoittuva)		241	0,09	0,60	0,16	21,7	38,6
Alapohja (ryöntätilaan rajoittuva) ¹⁾			0,17	0,60		-	-
Alapohja (maanvastainen) ²⁾		46	0,16	0,60	0,16	7,4	7,4
Muu maanvastainen rakennusosa ²⁾			0,16	0,60		-	-
Ikkunat	254,7	15,0	1,00	1,80	1,65	254,7	24,8
Ulkio-ovet ja tuuletusluukut ³⁾		5,0	1,00	1,80	1,65	5,0	8,3
Kattoikkunat			1,00	1,80		-	-
Kattovalokuvut			1,00	2,00		-	-
Lämpimät tilat yhteensä	2 264	2 264				886,7	415,4
Puoliämpimät tilat tai määräaikaiset rakennukset							
Ulkoseinä			0,26	0,60		-	-
Hirsiseinä			0,60	0,60		-	-
Tiäpohja			0,14	0,60		-	-
Alapohja (ulkomaan rajoittuva)			0,14	0,60		-	-
Alapohja (ryöntätilaan rajoittuva) ¹⁾			0,26	0,60		-	-
Alapohja (maanvastainen) ²⁾			0,24	0,60		-	-
Muu maanvastainen rakennusosa ²⁾			0,24	0,60		-	-
Ikkunat			1,40	2,80		-	-
Ulkio-ovet ja tuuletusluukut ³⁾			1,40	2,80		-	-
Kattoikkunat			1,40	2,80		-	-
Kattovalokuvut			1,40	2,80		-	-
Puoliämpimät tilat yhteensä	-	-				-	-
VAIPAN ILMAVUODOT							
	Ilmanvuotoluku, m³/(h m²) [q _v]		Vuotoilmavirta, m³/s [q _v = q _v / 15 · A/3600]		Ominaislämpöhäviö, W/K [H _{vuoto} = 1200 · q _v]		
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Vuotoilma							
Lämpimät tilat	2,0	4,0	0,0839	0,1677	100,6	201,2	
Puoliämpimät tilat	2,0				-	-	
ILMANVAIHTO							
	Poistoilmavirta, m³/s [q _p]		Ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde, % [η _v]		Ominaislämpöhäviö, W/K [H _v = 1200 · q _p · (1-η _v)]		
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Hallittu ilmanvaihto							
Lämpimät tilat		0,679	45	0	448,3	815,0	
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			0		-	-	
Puoliämpimät tilat			45	0	-	-	
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			0		-	-	
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus							
					Ominaislämpöhäviö, W/K [H = H _{tot} + H _{vuoto} + H _v]		
	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu					
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä			1 436				
Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä			1 432				

Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista (osa D3)					
Pinta-ala					
Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketusta maanpäällisestä kerrostasosta, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivun pinta-alasta			kyllä	ei	
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa			✓		
lämpimissä tiloissa					
puoliämpimissä tiloissa					
Rakennusosien U-arvot					
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruissa			kyllä	ei	
Rakennusvaipan ilmanpitävyys			kyllä	ei	
Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q _l suunnitteluarvo on enintään enimmäisarvon suuruinen			✓		
lämpimissä tiloissa				4	4,00
puoliämpimissä tiloissa				4	
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus					
Suunnittelu ratkaisu ominaislämpöhäviö on enintään vertailu ratkaisu suuruinen			kyllä	ei	
lämpimissä tiloissa			✓		
puoliämpimissä tiloissa				1 436 W/K	1 432 W/K
Tarkistuslistan yhteenvedo					
Suunnittelu ratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset			kyllä	ei	
			✓		

3. LISÄERISTYS JA 10 % IKKUNAA (ei täytä vaatimuksia)

Rakennuksen laajuustiedot

Rakennustilavuus	5 094 rak-m ³
Maanpäälliset kerrostasosalat yhteensä	1 698 m ²
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	1 698 m ²
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	m ²
Rakennusluokka (1 - 9)	2
Ilmanvaihdon huoneistokohtainen ohjausmahdollisuus (0 tai 1)	1
Rakennuksen kerrosmäärä	7 kerrosta

Laskentatuloksia

Julkisivupinta-ala on 1690 m²
 Ikkunapinta-ala on 10 % maanpäällisestä kerrostasosalasta
 Ikkunapinta-ala on 10 % julkisivun pinta-alasta
 Lämpöhäviö on 105 % vertailutasosta (lämpimät tilat)

Perustiedot		Pinta-alat, m ² [A]		U-arvot, W/(m ² K) [U]		Lämpöhäviöiden taseus Ominaislämpöhäviö, W/K [H _{tot} = A · U]	
RAKENNUSOSAT		Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimät tilat							
Julkiseinä		1 430	1 515	0,17	0,60	0,01	243,2
Hirsiseinä				0,40	0,60		
Yläpohja		287	287	0,09	0,60	0,01	25,8
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			241	0,09	0,60	0,01	21,7
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) ¹⁾				0,17	0,60		
Alapohja (maanvastainen) ²⁾			46	0,16	0,60	0,01	7,4
Muu maanvastainen rakennusosa ²⁾				0,16	0,60		
Ikkunat		254,7	170,0	1,00	1,80	1,60	254,7
Julko-ovet ja tuuletusluukut ³⁾			5,0	1,00	1,80	1,60	5,0
Kattoikkunat				1,00			
Kattovalokuvut				1,00	2,00		
Lämpimät tilat yhteensä		2 264	2 264				557,7
Puoliämpimät tilat tai määräaikaist rakennukset							
Julkiseinä				0,26	0,60		
Hirsiseinä				0,60	0,60		
Yläpohja				0,14	0,60		
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)				0,14	0,60		
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) ¹⁾				0,26	0,60		
Alapohja (maanvastainen) ²⁾				0,24	0,60		
Muu maanvastainen rakennusosa ²⁾				0,24	0,60		
Ikkunat				1,40	2,80		
Julko-ovet ja tuuletusluukut ³⁾				1,40	2,80		
Kattoikkunat				1,40	2,80		
Kattovalokuvut				1,40	2,80		
Puoliämpimät tilat yhteensä							
VAIPAN ILMAVUODOT							
Ilmanvuotoluku, m ³ /(h m ²) [q _{lu}]							
Vertailu- arvo		2,0	1,0				
Suunnittelu- arvo				0,0839	0,0419		
Lämpimät tilat						100,6	50,3
Puoliämpimät tilat							
ILMANVAIHTO							
Poistoilmavirta, m ³ /s [q _p]							
Vertailu- arvo			0,679				
Suunnittelu- arvo				45	0	448,3	815,0
Hallittu ilmanvaihto							
Lämpimät tilat							
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta				0			
Puoliämpimät tilat				45	0		
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta				0			
Ominaislämpöhäviö, W/K [H = H _{tot} + H _{vent} + H _L]							
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus							
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä						1 107	1 166
Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä							

Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista (osa D3)	
Pinta-alat	
Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivun pinta-alasta	☒ kyllä ☐ ei
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa	☒ kyllä ☐ ei
- lämpimissä tiloissa	☒ kyllä ☐ ei
- puoliämpimissä tiloissa	☐ kyllä ☐ ei
Rakennusosien U-arvot	
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia	☒ kyllä ☐ ei
Rakennusvaipan ilmanpitävyys	
Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q _{lu} suunnitteluarvo on enintään enimmäisarvon suuruinen	☒ kyllä ☐ ei
- lämpimissä tiloissa	☒ kyllä ☐ ei
- puoliämpimissä tiloissa	☒ kyllä ☐ ei
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus	
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	☒ kyllä ☐ ei
- lämpimissä tiloissa	☒ kyllä ☐ ei
- puoliämpimissä tiloissa	☒ kyllä ☐ ei
Tarkistuslistan yhteenveto	
Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset	☒ kyllä ☐ ei

4. LISÄERISTYS JA ERISTYSLASIT (ei täytä vaatimuksia)

Rakennuksen laajuustiedot

Rakennustilavuus	5 094 rak-m ³
Maanpäälliset kerrostasot yhteensä	1 698 m ²
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	1 698 m ²
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	m ²
Rakennusluokka (1 - 9)	2
Ilmanvaihdon huoneistokohtainen ohjauksen mahdollisuus (0 tai 1)	1
Rakennuksen kerrosmäärä	7 kerrosta

Laskentatuloksia

Julkisivupinta-ala on 1690 m²
 Ikkunapinta-ala on 28 % maanpäällisestä kerrostasoaalasta
 Ikkunapinta-ala on 28 % julkisivun pinta-alasta
 Lämpöhäviö on 105 % vertailutasosta (lämpimät tilat)

Perustiedot	Pinta-ala, m ² [A]		U-arvot, W/(m ² K) [U]		Lämpöhäviöiden taseus Ominaislämpöhäviö, W/K [H _{tot} = A · U]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäisarvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
RAKENNUSOSAT						
Lämpimät tilat						
Ulkoseinä	1 430	1 214	0,17	0,60	0,01	243,2
Hirsiseinä			0,40	0,60		-
Yläpohja	287	287	0,09	0,60	0,01	25,8
Alapohja (ulkomaan rajoittuva)		241	0,09	0,60	0,01	21,7
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) ¹⁾			0,17	0,60		-
Alapohja (maanvastainen) ²⁾		46	0,16	0,60	0,01	7,4
Muu maanvastainen rakennusosa ²⁾			0,16	0,60		-
Ikkunat	254,7	471,0	1,00	1,80	0,58	254,7
Ulkiovet ja tuuletusluukut ³⁾		5,0	1,00	1,80	0,58	5,0
Kattoikkunat			1,00	1,80		-
Kattovalokuvut			1,00	2,00		-
Lämpimät tilat yhteensä	2 264	2 264				557,7
Puoliämpimät tilat tai määräaikaan rakennukset						
Ulkoseinä			0,26	0,60		-
Hirsiseinä			0,60	0,60		-
Yläpohja			0,14	0,60		-
Alapohja (ulkomaan rajoittuva)			0,14	0,60		-
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) ¹⁾			0,26	0,60		-
Alapohja (maanvastainen) ²⁾			0,24	0,60		-
Muu maanvastainen rakennusosa ²⁾			0,24	0,60		-
Ikkunat			1,40	2,80		-
Ulkiovet ja tuuletusluukut ³⁾			1,40	2,80		-
Kattoikkunat			1,40	2,80		-
Kattovalokuvut			1,40	2,80		-
Puoliämpimät tilat yhteensä	-	-				-
VAIPAN ILMAVUODOT						
Ilmanvuotoluku, m ³ /(h m ²) [q _l]						
Vertailu- arvo	2,0	1,0				
Suunnittelu- arvo						
Lämpimät tilat			0,0839	0,0419		100,6
Puoliämpimät tilat						-
ILMANVAIHTO						
Poistoilmavirta, m ³ /s [q _p]						
Vertailu- arvo		0,679				
Suunnittelu- arvo						
Hallittu ilmanvaihto			45	0		448,3
Lämpimät tilat			0	0		-
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			45	0		-
Puoliämpimät tilat			0	0		-
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			0	0		-
Ominaislämpöhäviö, W/K [H = H_{tot} + H_{vaip} + H_{ilv}]						
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus						
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä						1 107
Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä						-

Rakennuksen lämpöhäviön määräysten mukaisuuden tarkistuslista (osa D3)	
Pinta-ala	
Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketusta maanpäällisestä kerrostasoaalista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivun pinta-alasta	☒ kyllä ☐ ei
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa	☒ kyllä ☐ ei
- lämpimissä tiloissa	☒ kyllä ☐ ei
- puoliämpimissä tiloissa	☐ kyllä ☐ ei
Rakennusosien U-arvot	
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruissa	☒ kyllä ☐ ei
Rakennusvaipan ilmanpitävyys	
Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q _l suunnitteluarvo on enintään enimmäisarvon suuruinen	☒ kyllä ☐ ei
- lämpimissä tiloissa	Enimmäisarvo 4 Suunnitteluarvo 1,00
- puoliämpimissä tiloissa	Enimmäisarvo 4 Suunnitteluarvo 1,00
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus	
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	☒ kyllä ☐ ei
- lämpimissä tiloissa	Vertailuarvo 1 107 W/K Suunnitteluarvo 1 159 W/K
- puoliämpimissä tiloissa	Vertailuarvo - Suunnitteluarvo -
Tarkistuslistan yhteenveto	
Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset	☒ kyllä ☐ ei

© Viikari Oy, 2012. Kaikki oikeudet pidätetään.

© Viikari Oy, 2012. Kaikki oikeudet pidätetään.

5. PIENENNETYT ERISTYSLASIT (täyttää vaatimukset)

Rakennuksen laajuustiedot

Rakennuslaji	5 094 rak-m ³
Maanpäälliset kerrostasot yhteensä	1 698 m ²
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	1 698 m ²
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	m ²
Rakennusluokka (1 - 9)	2
Ilmanvaihdon huoneistokohtainen ohjausmahdollisuus (0 tai 1)	1
Rakennuksen kerrosmäärä	7 kerrosta

Laskentatuloksia

Julkisivupinta-ala on 1690 m²
 Ikkunapinta-ala on 10 % maanpäällisestä kerrostasosalasta
 Ikkunapinta-ala on 10 % julkisivun pinta-alasta
 Lämpöhäviö on 100 % vertailutasosta (lämpimät tilat)

Perustiedot	Pinta-ala, m ² [A]		U-arvot, W/(m ² K) [U]		Lämpöhäviöiden taseus Ominaislämpöhäviö, W/K [H _{tot} = A · U]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
RAKENNUSOSAT						
Lämpimät tilat						
Ulkoseinä			0,17	0,60	-	-
Hirsiseinä	1 430	1 515	0,40	0,60	572,1	281,8
Yläpohja	287	287	0,09	0,09	25,8	14,4
Alapohja (ulkomaan rajoittuva)		241	0,09	0,09	21,7	12,1
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) ¹⁾			0,17	0,60	-	-
Alapohja (maanvastainen) ²⁾		46	0,16	0,60	7,4	7,4
Muu maanvastainen rakennusosa ²⁾			0,16	0,60	-	-
Ikkunat	254,7	170,0	1,00	1,80	254,7	98,6
Ulkiovet ja tuuletusluukut ³⁾		5,0	1,00	1,80	5,0	2,9
Kattoikkunat			1,00	1,80	-	-
Kattovalokuvut			1,00	2,00	-	-
Lämpimät tilat yhteensä	2 264	2 264			886,7	417,1
Puoliämpimät tilat tai määrällisesti rakennukset						
Ulkoseinä			0,26	0,60	-	-
Hirsiseinä			0,60	0,60	-	-
Yläpohja			0,14	0,60	-	-
Alapohja (ulkomaan rajoittuva)			0,14	0,60	-	-
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) ¹⁾			0,26	0,60	-	-
Alapohja (maanvastainen) ²⁾			0,24	0,60	-	-
Muu maanvastainen rakennusosa ²⁾			0,24	0,60	-	-
Ikkunat			1,40	2,80	-	-
Ulkiovet ja tuuletusluukut ³⁾			1,40	2,80	-	-
Kattoikkunat			1,40	2,80	-	-
Kattovalokuvut			1,40	2,80	-	-
Puoliämpimät tilat yhteensä	-	-			-	-
VAIPAN ILMAVUODOT						
Ilmanvuotoluku, m ³ /(h m ²) [q _{lu}]						
Vertailu- arvo			Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimät tilat	2,0	4,0	0,0839	0,1677	100,6	201,2
Puoliämpimät tilat	2,0				-	-
ILMANVAIHTO						
Poistoilmavirta, m ³ /s [q _p]						
Vertailu- arvo			Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Hallittu ilmanvaihto		0,679	45	0	448,3	815,0
Lämpimät tilat			0		-	-
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			45	0	-	-
Puoliämpimät tilat			0		-	-
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			0		-	-
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus						
Ominaislämpöhäviö, W/K [H = H _{tot} + H _{vaip} + H _{ilv}]						
Vertailu- ratkaisu			Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu		
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä			1 436	1 433		
Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä			-	-		

© Vuorokaudenlaskenta, Terveystieteiden tutkimuskeskus 2015

Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista (osa D3)

Pinta-ala	
Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketusta maanpäällisestä kerrostasosalasta, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivun pinta-alasta	kyllä ei ☒ ☐
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa	
- lämpimissä tiloissa	☒ ☐
- puoliämpimissä tiloissa	☐ ☐
Rakennusosien U-arvot	
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruista	kyllä ei ☒ ☐
Rakennusvaipan ilmanpitävyys	
Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q _{lu} suunnitteluarvo on enintään enimmäisarvon suuruinen	kyllä ei Enimmäisarvo Suunnitteluarvo ☒ ☐ 4 4,00
- lämpimissä tiloissa	
- puoliämpimissä tiloissa	
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus	
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	kyllä ei Vertailuarvo Suunnitteluarvo ☒ ☐ 1 436 W/K 1 433 W/K
- lämpimissä tiloissa	
- puoliämpimissä tiloissa	
Tarkistuslistan yhteenveto	
Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset	kyllä ei ☒ ☐

© Vuorokaudenlaskenta, Terveystieteiden tutkimuskeskus 2015

6. KONE-IV JA ERISTYSLASIT (täyttää vaatimukset)

Rakennuksen laajuustiedot

Rakennustilavuus	5 094 rak-m ³
Maanpäälliset kerrostasot yhteensä	1 698 m ²
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	1 698 m ²
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	m ²
Rakennusluokkia (1 - 9)	2
Ilmanvaihdon huoneistokohtainen ohjauksen mahdollisuus (0 tai 1)	1
Rakennuksen kerrosmäärä	7 kerrosta

Laskentatuloksia

Julkisivupinta-ala on 1690 m²
 Ikkunapinta-ala on 28 % maanpäällisestä kerrostasosalasta
 Ikkunapinta-ala on 28 % julkisivun pinta-alasta
 Lämpöhäviö on 99 % vertailutasosta (lämpimät tilat)

Perustiedot	Pinta-ala, m ² [A]		U-arvot, W/(m ² K) [U]			Lämpöhäviöiden taseus Ominaislämpöhäviö, W/K [H _{tot} = A · U]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
RAKENNUSOSAT							
Lämpimät tilat							
Ulkoseinä			0,17	0,60		-	-
Hirsiseinä	1 430	1 214	0,40	0,60	0,19	572,1	225,8
Tiäpohja	287	287	0,09	0,60	0,09	25,8	25,8
Alapohja (ulkomaan rajoittuva)		241	0,09	0,60	0,16	21,7	38,6
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) ¹⁾			0,17	0,60		-	-
Alapohja (maanvastainen) ²⁾		46	0,16	0,60	0,16	7,4	7,4
Muu maanvastainen rakennusosa ²⁾			0,16	0,60		-	-
Ikkunat	254,7	471,0	1,00	1,80	1,00	254,7	471,0
Ulkiovet ja tuuletusluukut ³⁾		5,0	1,00	1,80	1,00	5,0	5,0
Kattoikkunat			1,00	1,80		-	-
Kattovalokuvut			1,00	2,00		-	-
Lämpimät tilat yhteensä	2 264	2 264				886,7	773,6
Puoliämpimät tilat tai määräaikaan rakennukset							
Ulkoseinä			0,26	0,60		-	-
Hirsiseinä			0,60	0,60		-	-
Tiäpohja			0,14	0,60		-	-
Alapohja (ulkomaan rajoittuva)			0,14	0,60		-	-
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) ¹⁾			0,26	0,60		-	-
Alapohja (maanvastainen) ²⁾			0,24	0,60		-	-
Muu maanvastainen rakennusosa ²⁾			0,24	0,60		-	-
Ikkunat			1,40	2,80		-	-
Ulkiovet ja tuuletusluukut ³⁾			1,40	2,80		-	-
Kattoikkunat			1,40	2,80		-	-
Kattovalokuvut			1,40	2,80		-	-
Puoliämpimät tilat yhteensä	-	-				-	-
VAIPAN ILMAVUODOT							
	Ilmanvuotoluku, m ³ /(h m ²) [q ₅₀]		Vuotoilmavirta, m ³ /s [q ₅₀ = q ₅₀ / 15 · A/3600]			Ominaislämpöhäviö, W/K [H ₅₀ = 1200 · q ₅₀]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Lämpimät tilat	2,0	4,0	0,0839	0,1677	100,6	201,2	
Puoliämpimät tilat	2,0				-	-	
ILMANVAIHTO							
	Poistovirta, m ³ /s [q _v]		Ilmanvaihdon LTO:n vuosiyötysuhde, % [h _y]			Ominaislämpöhäviö, W/K [H _v = 1200 · q _v · (1-h _y)]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Hallittu ilmanvaihto		0,679	45	45	448,3	448,3	
Lämpimät tilat			0	0	-	-	
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			45	45	-	-	
Puoliämpimät tilat			0	0	-	-	
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			0	0	-	-	
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus							
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä					1 436	1 423	
Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä					-	-	

Rakennuksen lämpöhäviön määrätymukaisuuden tarkistuslista (osa D3)			
Pinta-ala			
Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketusta maanpäällisestä kerrostasosalasta, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivun pinta-alasta	kyllä	ei	
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa	kyllä	ei	
lämpimissä tiloissa	kyllä	ei	
puoliämpimissä tiloissa	kyllä	ei	
Rakennusosien U-arvot			
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruissa	kyllä	ei	
Rakennusvaipan ilmanpitävyys			
Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q ₅₀ suunnitteluarvo on enintään enimmäisarvon suuruinen	kyllä	ei	Enimmäisarvo Suunnitteluarvo
lämpimissä tiloissa	kyllä	ei	4 4,00
puoliämpimissä tiloissa	kyllä	ei	4
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus			
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	kyllä	ei	Vertailuarvo Suunnitteluarvo
lämpimissä tiloissa	kyllä	ei	1 436 W/K 1 423 W/K
puoliämpimissä tiloissa	kyllä	ei	
Tarkistuslistan yhteenveto			
Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset	kyllä	ei	

KIITOKSET

Tahdon kiittää valvovaa professoriani Antti-Matti Siikalaa sekä työni kahta virallista ohjaajaa, professori Kimmo Lylykangasta ja arkkitehti, restaurointimestari Marko Huttusta. Heidän lisäksi kiitos kuuluu seuraaville asiantuntijoille aakkosjärjestyksessä: Mikko Heikkinen, Hannu Hirsi, Hannu Huttunen, Panu Kaila, Jari Kiuru, Tommi Lindh, Heidi Merrild, Juulia Mikkola, Erkki Mäkiö, Marja Paakkanen, Juha Pentikäinen, Juha Päätaalo, Lauri Saarinen, Mirja Salkinoja-Salonen ja Jyrki Sinkkilä. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirastossa yhteyshenkilöni on ollut Tuukka Linnas, jolle kiitos kuvissa käyttämistäni kartta-aineistoista ja 3D-ympäristömalleista. Lopuksi kiitän inspiroivista keskusteluista seuraavia opiskelutovereitani, niin ikään aakkosjärjestyksessä: Markus Heinonen, Ransu Helenius, Harri Lindberg, Jonas Löfroos, Leonard Ma ja Janne Saario.

AALTO-YLIOPISTO
TAITEIDEN JA SUUNNITTELUN KORKEAKOULU
ARKKITEHTUURIN LAITOS
2014