



# TOWARDS ADAPTIVE FAÇADE RETROFITTING FOR ENERGY NEUTRAL MIXED-USE BUILDINGS

P5 PRESENTATION | 6th of July 2018  
ARCHITECTURAL ENGINEERING  
GRADUATION STUDIO  
**STUDENT: Martijn Aling - 4061683**

TUTORS  
Architecture: ir. Emiel Lamers  
Research: Dr.-Ing. Marcel Bilow

*Photo: The Blauhaus at Niederrhein University in Mönchengladbach,*





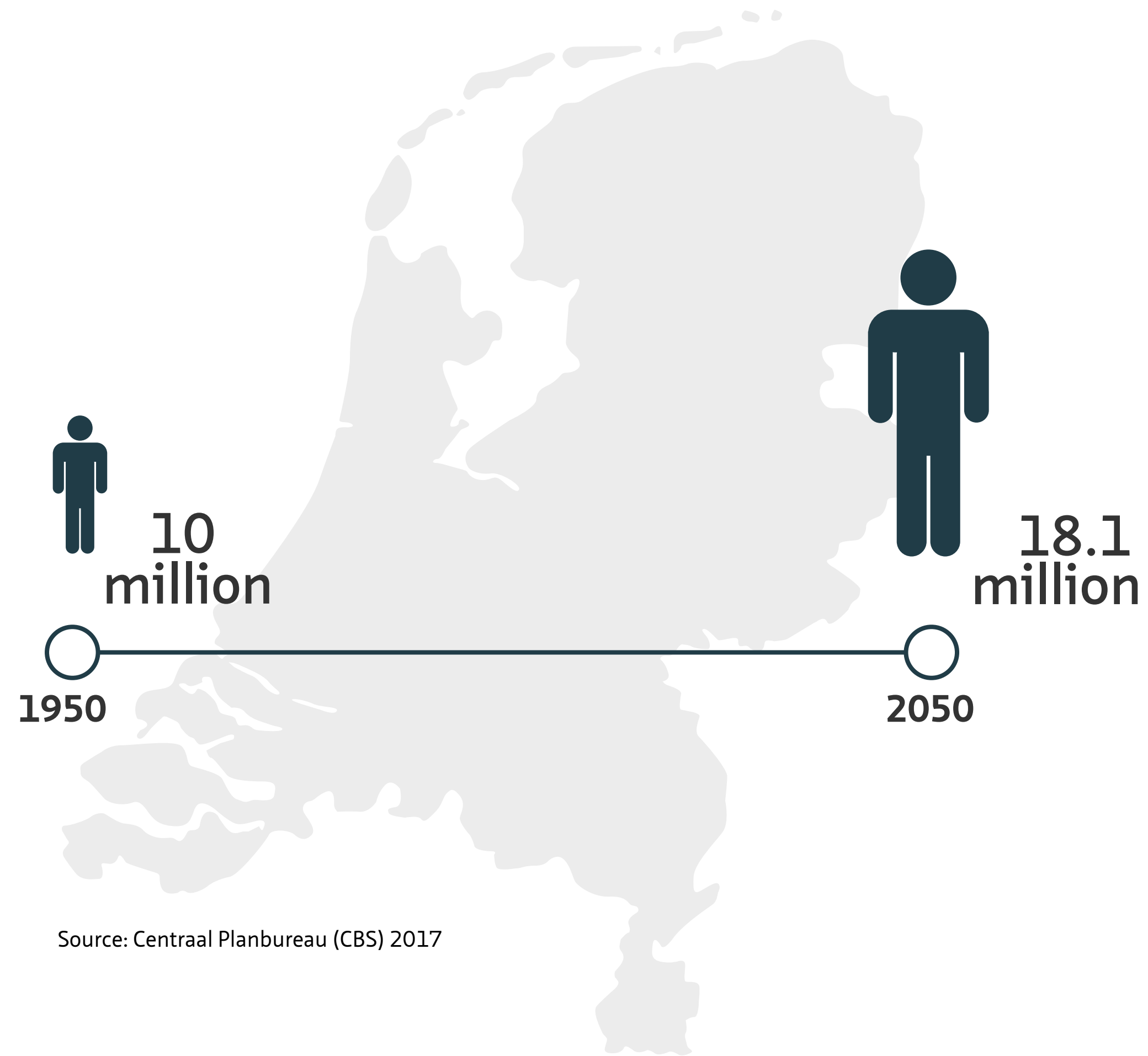
# Content

- ① **INTRODUCTION**  
*PROBLEM STATEMENT & RELEVANCE*  
*OVERALL DESIGN QUESTION*
  
- ② **CONTEXT**  
*LOCATION DEMO CASE*  
*MASTERPLAN*  
*DEVELOPING STRATEGY*
  
- ③ **CONCEPTUAL DESIGN**  
*DESIGN PRINCIPLES*
  
- ③ **FINAL DESIGN**  
*FACADES | FLOORPLANS | SECTIONS*

# 1. INTRODUCTION

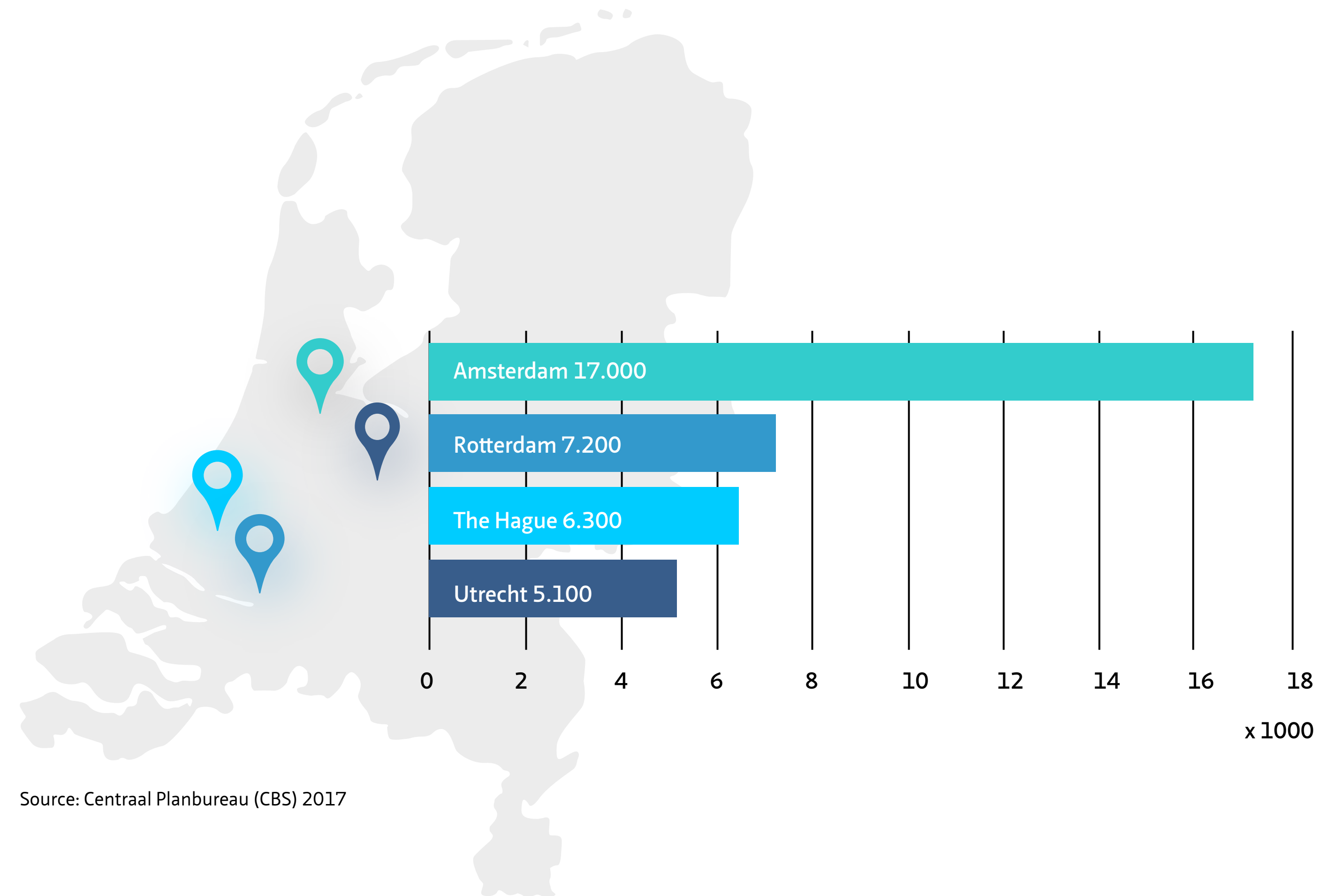
---

# DUTCH POPULATION GROWTH



Source: Centraal Planbureau (CBS) 2017

# POPULATION GROWTH FOUR MAJOR DUTCH CITIES 2017



Source: Centraal Planbureau (CBS) 2017

- Adding 70,000 homes to the stock with associated (social) facilities
- Transforming offices and old port areas into attractive areas to live and work
- All existing buildings must minimal meet the requirements of energy label B

## De Visie: Amsterdam economisch sterk en duurzaam

Wereldwijd is de rol van steden in de afgelopen decennia drastisch veranderd. Sinds 2007 woont meer dan de helft van de wereldbevolking in steden. Van Vancouver tot Hong Kong, overal is er een trek te zien richting de stad, zo ook in Amsterdam.

### Positie en ambitie van Amsterdam

Voor Amsterdam is het van levensbelang dat het een vooraanstaande positie blijft innemen in de wereldeconomie. Aan deze voorwaarde moet in ieder geval worden voldaan om het welzijn en de welvaart van haar burgers in de toekomst zo goed mogelijk te kunnen waarborgen. Amsterdam heeft een diverse economie, woningvoorraad, voorzieningen, landschappen en bovenal: een diverse en relatief jonge bevolking. Amsterdam heeft daarmee een perfecte voedingsbodem om kansrijke economische sectoren vast te houden en aan te trekken en de lokale en regionale economie te laten floreren. Amsterdam heeft de troeven in handen om economisch sterk te zijn. Niettemin wordt ook Amsterdam zwaar op de proef gesteld in de huidige economische crisis. En daarmee wordt tevens de Structuurvisie bij aanvang op zijn crisisbestendigheid beoordeeld. De crisis zal langdurig zijn sporen nalaten bij de stedelijke ontwikkeling.

De andere absolute voorwaarde voor de toekomstbestendigheid van Amsterdam betreft de intensieve zorg voor het leefmilieu in de stad. Voor een duurzame stad moeten we anticiperen op klimaatverandering. We maken de lucht, de bodem en het water schoner, we maken de stad groener, stiller en energiezuiniger; we optimaliseren het gebruik van de schaarse grond en we gaan over op duurzame energiebronnen. Daarnaast wordt een aantal beproefde en duurzame ruimtelijke ordeningsprincipes blijvend, en zelfs geïntensiveerd, toegepast. Het gaat om principes die zijn terug te voeren op zuinig en optimaal gebruik van de grond. Amsterdam is goed voor haar inwoners en gasten. Om sociaal duurzaam te zijn is een sterke sociaal-ruimtelijke structuur met flexibiliteit naar de toekomst toe belangrijk.

Uit bovenstaande twee voorwaarden volgt haast automatisch het motto voor deze structuurvisie: *Amsterdam: economisch sterk en duurzaam.*

In het Ontwikkelingsbeeld 2040 voor Metropoolregio Amsterdam wordt op regionale schaal verwoord en verbeeld welke ruimtelijke opgaven er in de regio zijn. In die metropoolregio is Amsterdam de centrale stad, de kernstad. Dat wil niet zeggen de enige stad, in tegendeel. Alle partijen in de regio hebben elkaar nodig en kunnen van elkaar profiteren. De stad is groter geworden dan haar eigen grenzen. Elke overheid draagt haar eigen steentje bij aan het prettig wonen, werken en recreëren in de Metropoolregio. Vanuit dit perspectief kijken we naar de stad Amsterdam. Altijd in samenhang met de omgeving, en zoekend naar de specifieke opgaven die Amsterdam daarbinnen heeft.

Dit alles leidt tot de centrale ambitie van de Structuurvisie: *Amsterdam ontwikkelt zich verder als kernstad van een internationaal concurrerende, duurzame, Europese metropool.*

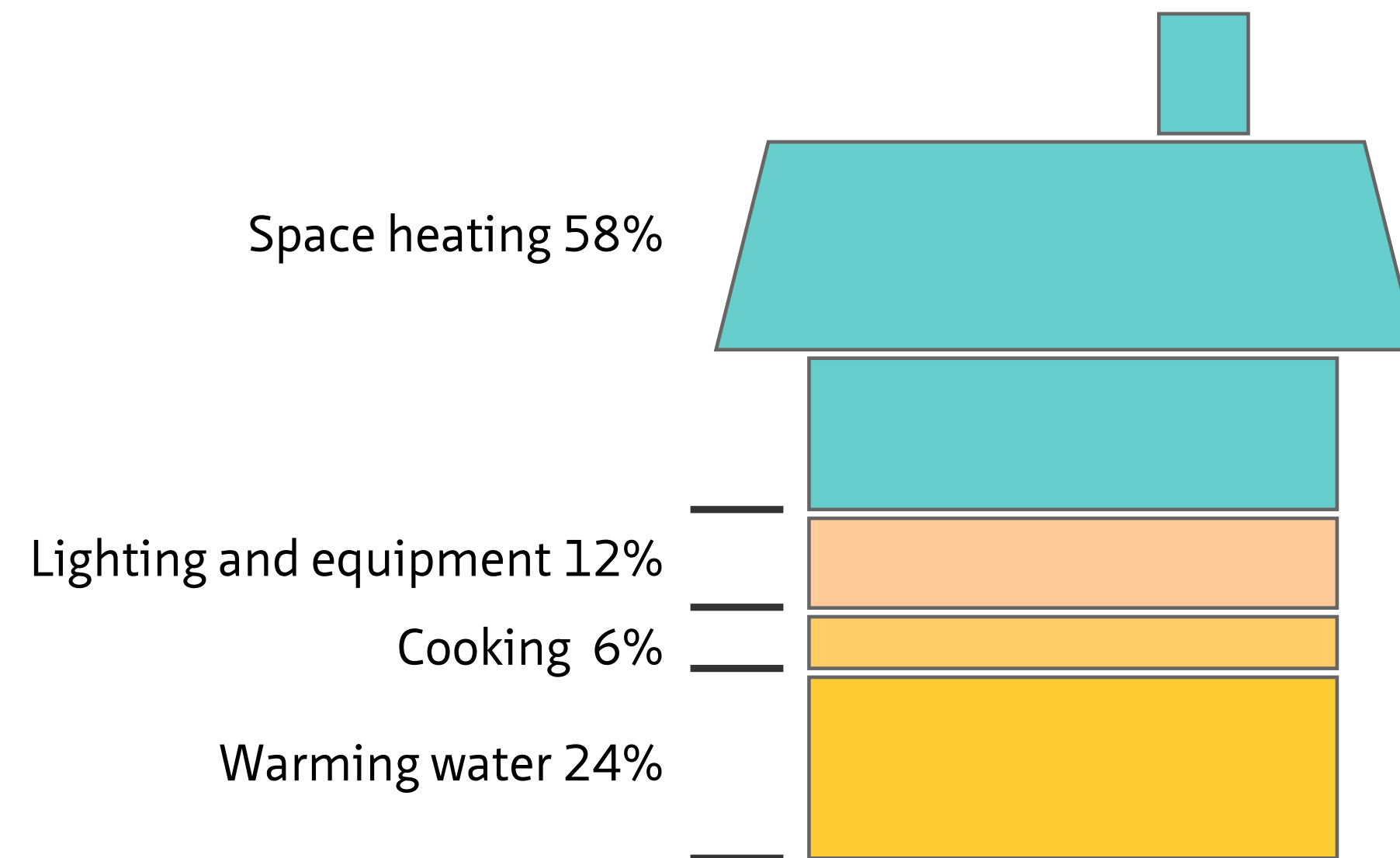
### Visie

Om economisch sterk en duurzaam te zijn en Amsterdam en de regio verder te kunnen ontwikkelen als internationaal concurrerende, duurzame, Europese metropool slaat Amsterdam de volgende richting in:

### Een aantrekkelijke stad

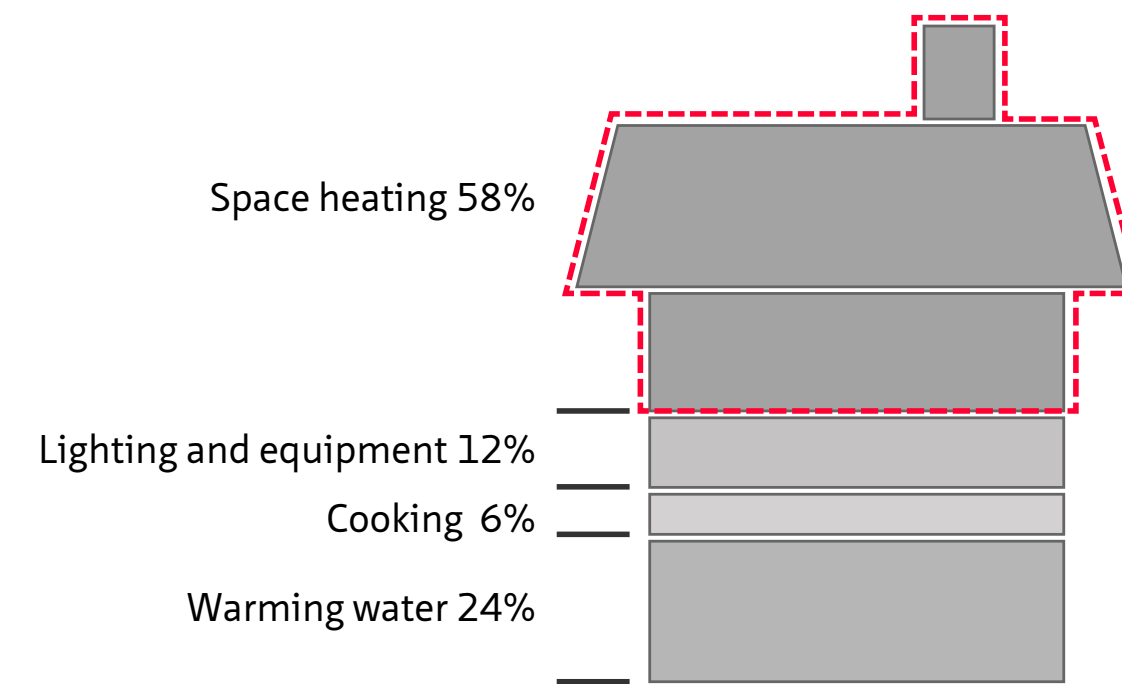
Intensivering van het grondgebruik in de stad biedt tal van mensen woon- en werkruimte. Het betekent extra draagvlak voor voorzieningen, extra investeringen in de openbare ruimte, efficiënter omgaan met energie en vervoer en er hoeft minder landschap te worden aangetast. Het betekent ook 70.000 woningen en bijbehorende voorzieningen erbij tot 2040, intensiever gebruik van de haven en huidige bedrijventerreinen en ruimte voor waterberging. Met de toevoeging van 70.000 woningen wordt ingespeeld op de genoemde trek naar de stad. Om

# HOUSEHOLD ENERGY CONSUMPTION



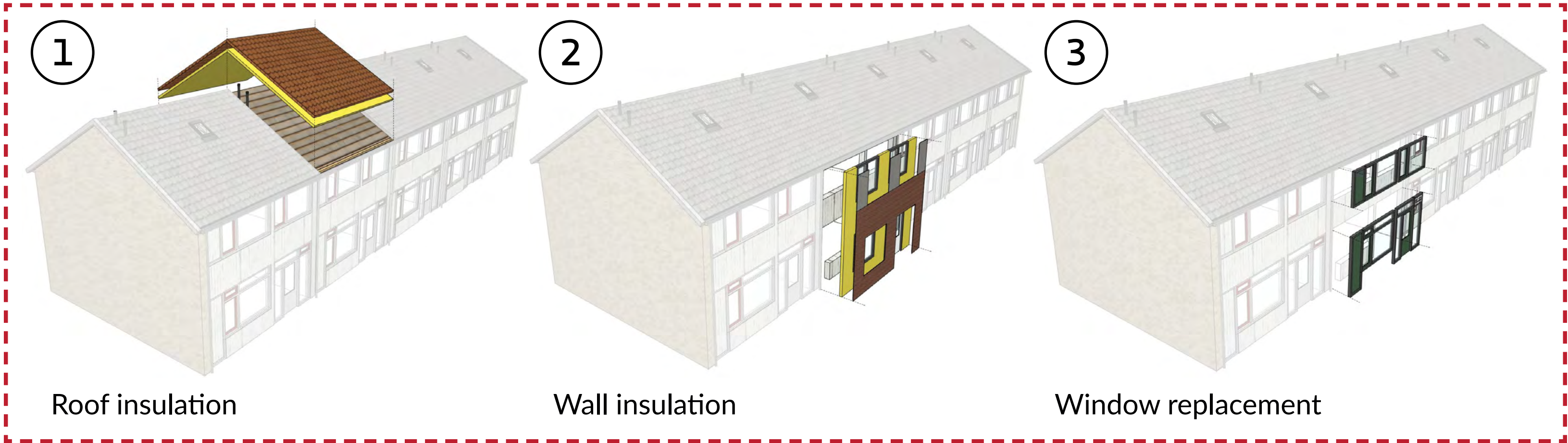
Space heating count by far the largest part of the total energy consumption

# AVERAGE HEAT TRANSFER THROUGH THE BUILDING SKIN



2/3 of energy is lost through walls and roof





**STATIC BUILDING SKIN**

All efforts and attentions have maily been focused on increasing and optimizing the thermal insulation



## ADAPTIVE BUILDING SKIN

Limitation of the existing facades could be overcome only by switching from 'static' to 'responsive' and 'dynamic' systems, such as Multifunctional Facade Modules (MFMs) and Responsive Building Elements (RBE).



“Adaptation is the evolutionary process whereby a population becomes better suited to its habitat. This process takes place over many generations, and is one of the basic phenomena of biology.”

– On the Origin of Species, Charles Darwin

Overall design question

"How can a redesign for **existing** vacant stock in **Amsterdam**, reduce energy demands and save energy to become **energy neutral**?"

## 2. DESIGN CONCEPT

---

# Marineterrein Amsterdam



Centraal  
Station

Dam

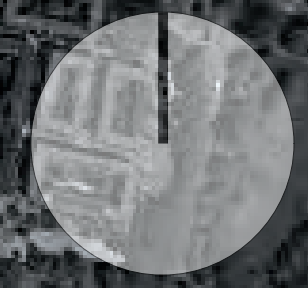
Stopera

Nemo

Scheepvaart  
museum

Marineterrein

Artis



# Shipyard and trading

1610

1625

1640

1655

1670

1685



# Waterwerken

1837

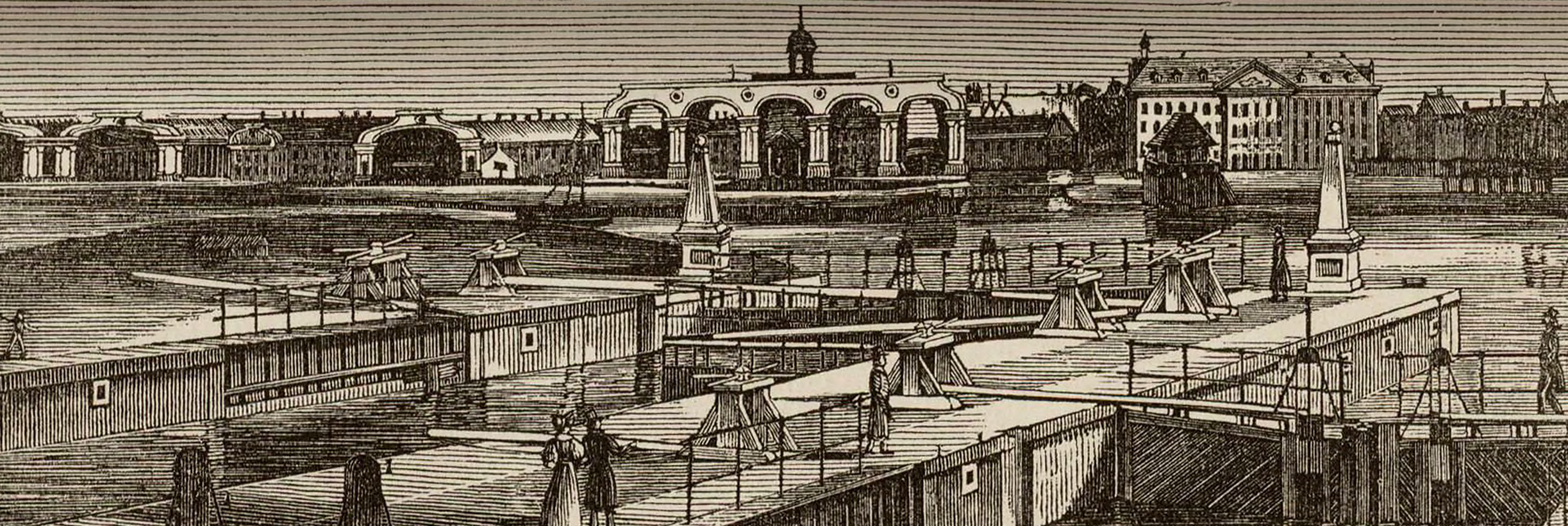
1802

1817

1832

1847

1862







End of shipyard

70

1885

1900

1915

1930

1945

# Demolish and reconstruction

23

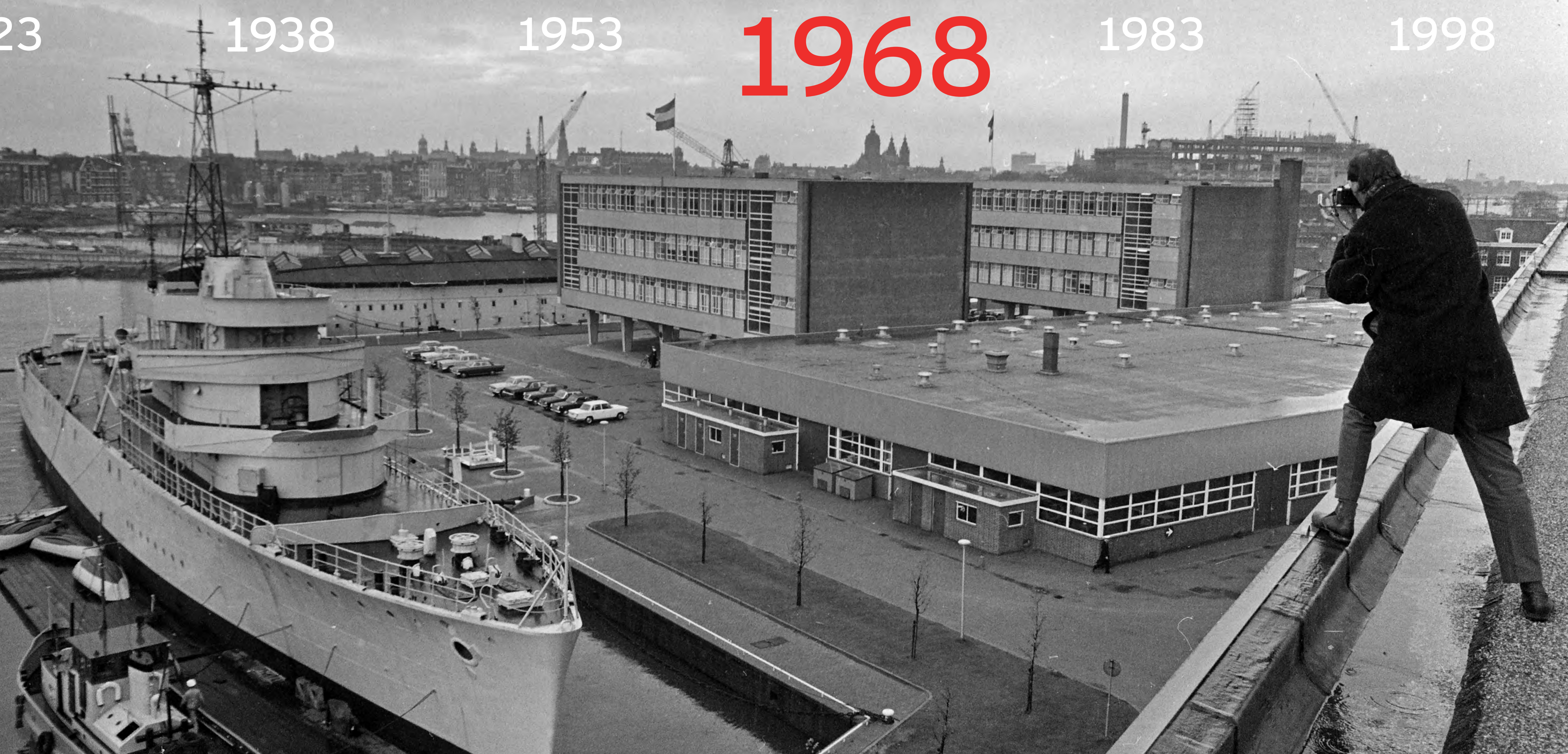
1938

1953

1968

1983

1998



70

1985

2000

Future plans

2016

2030

2045



# First steps development and strategy

1972

1987

2002

2017

2032

2047



Marineterrein Amsterdam





'Verbindings school

Impoverished & outdate

Usable concrete structure

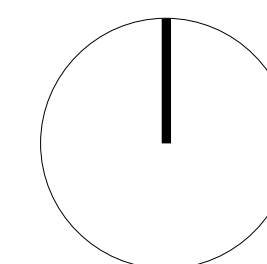
**FORMER VERBINDINGS SCHOOL (VBS)**

# MASTERPLAN

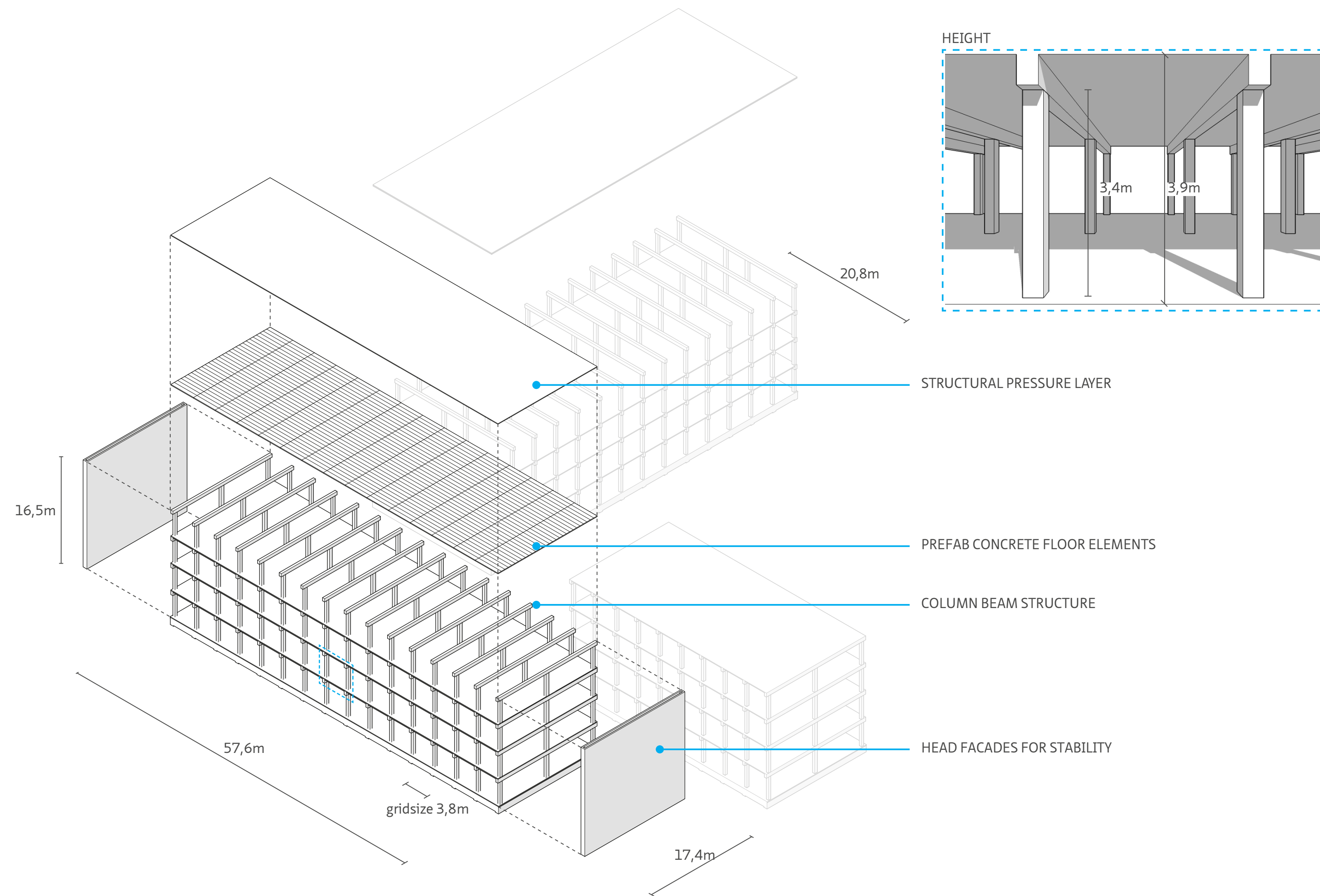


## CHARACTERISTICS

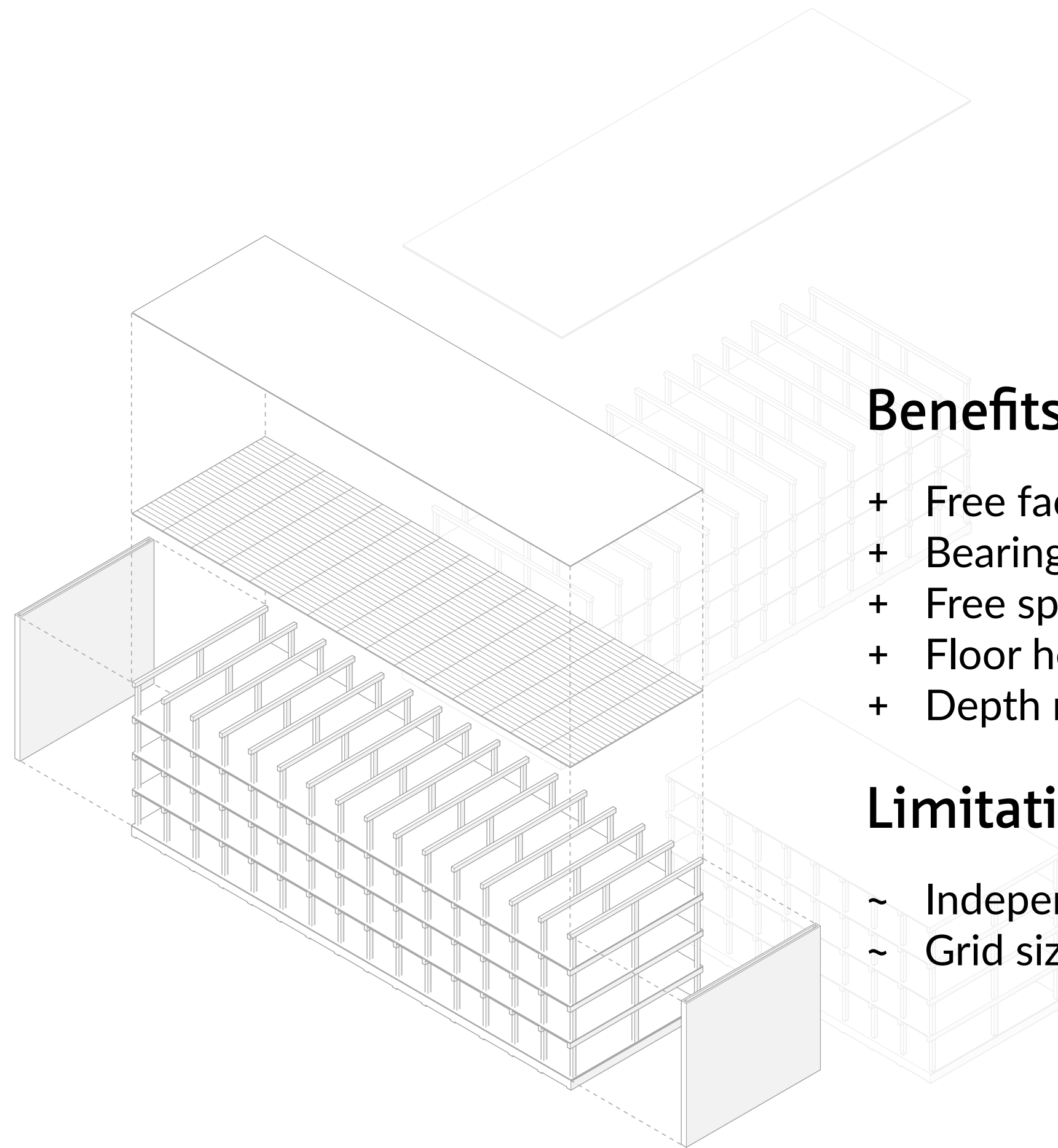
- ENTEPRENEURIAL DYNAMISM
- INNOVATION
- SUSTAINABLE DEVELOPMENT



# RE-USE STRUCTURE





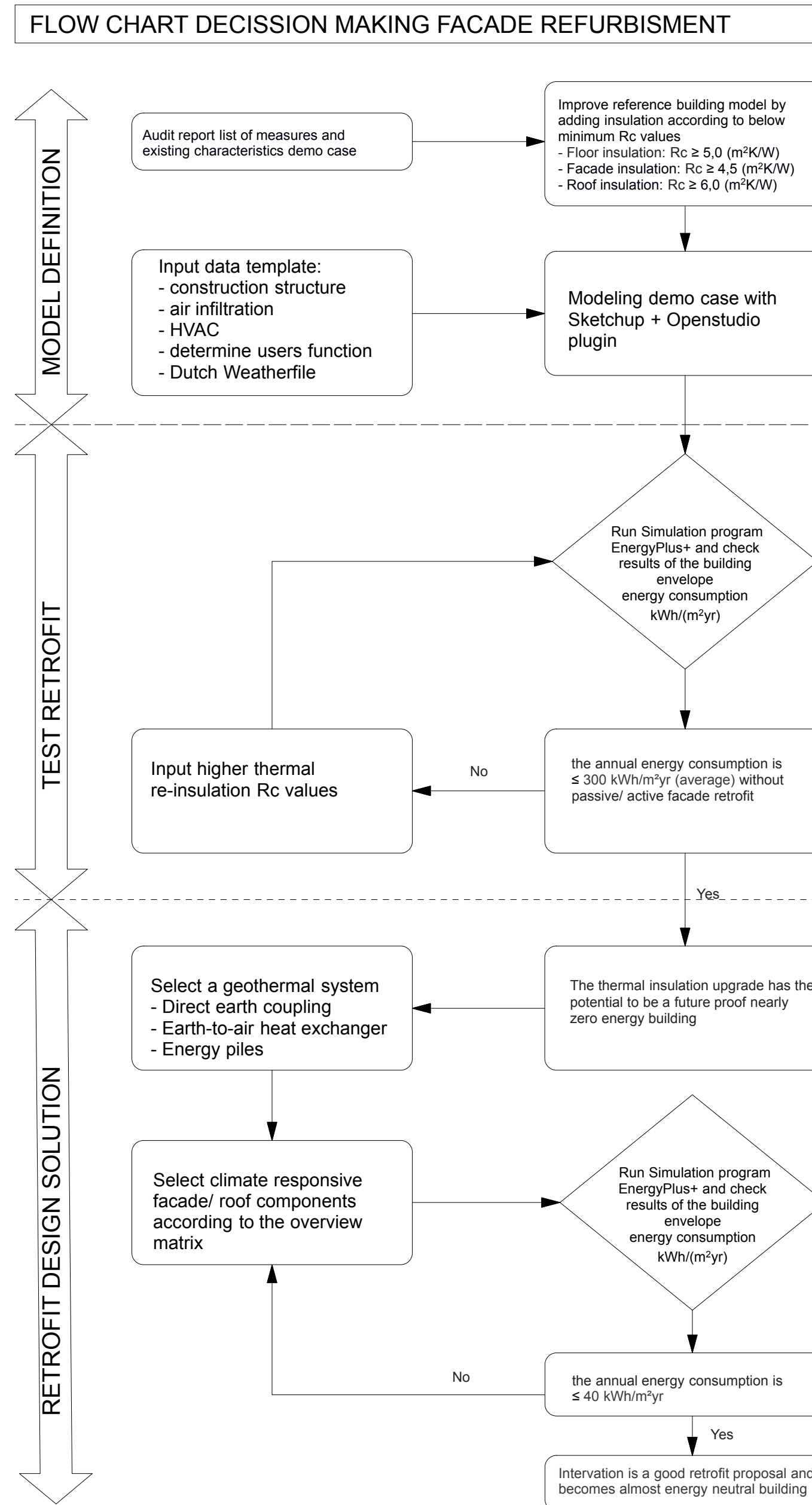


## Benefits existing structure

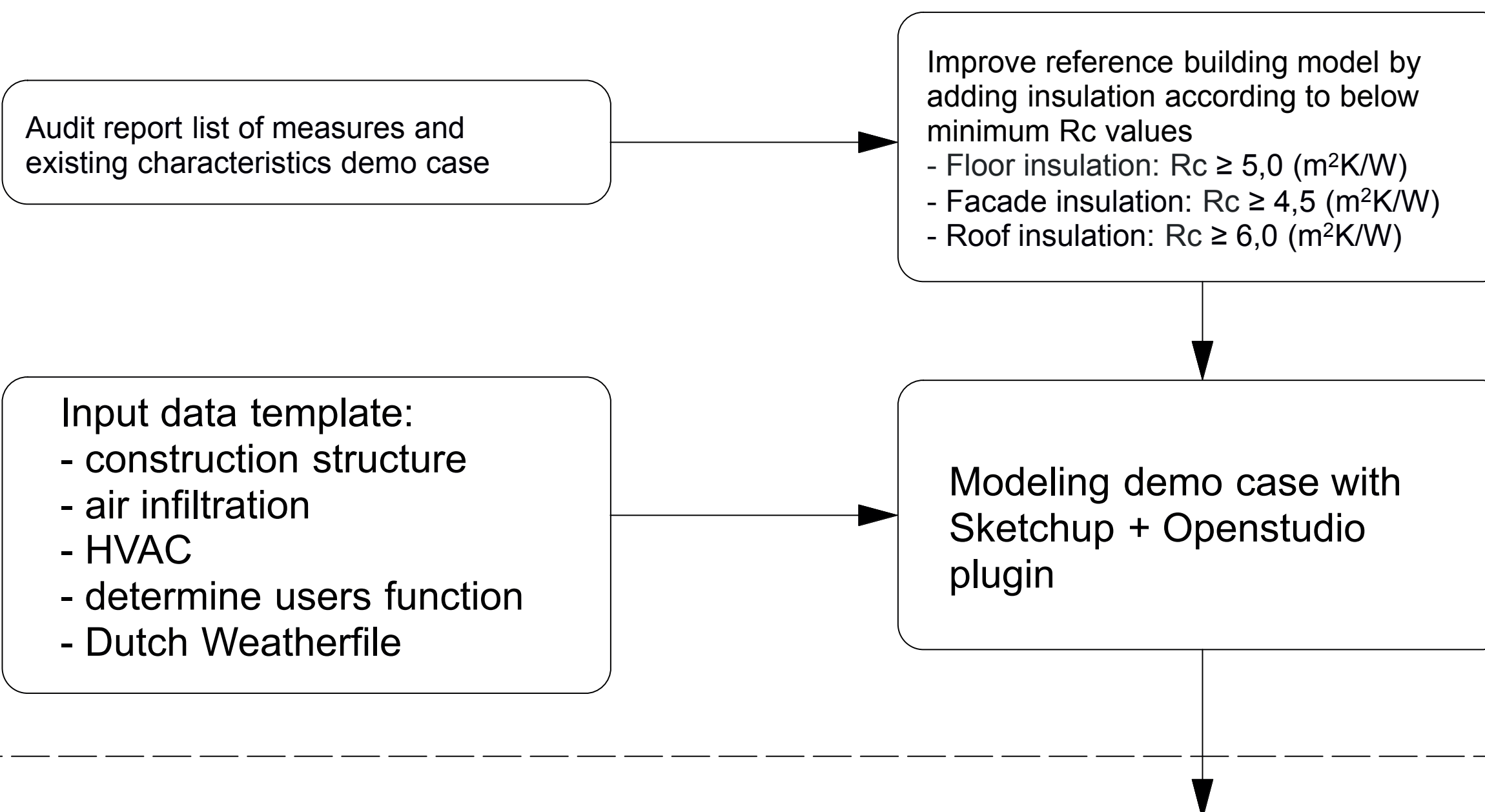
- + Free facade possible
- + Bearing capacity min. 2,5kN/m<sup>2</sup>
- + Free space plan possible
- + Floor height min. 3,2m
- + Depth minimal 17,5m

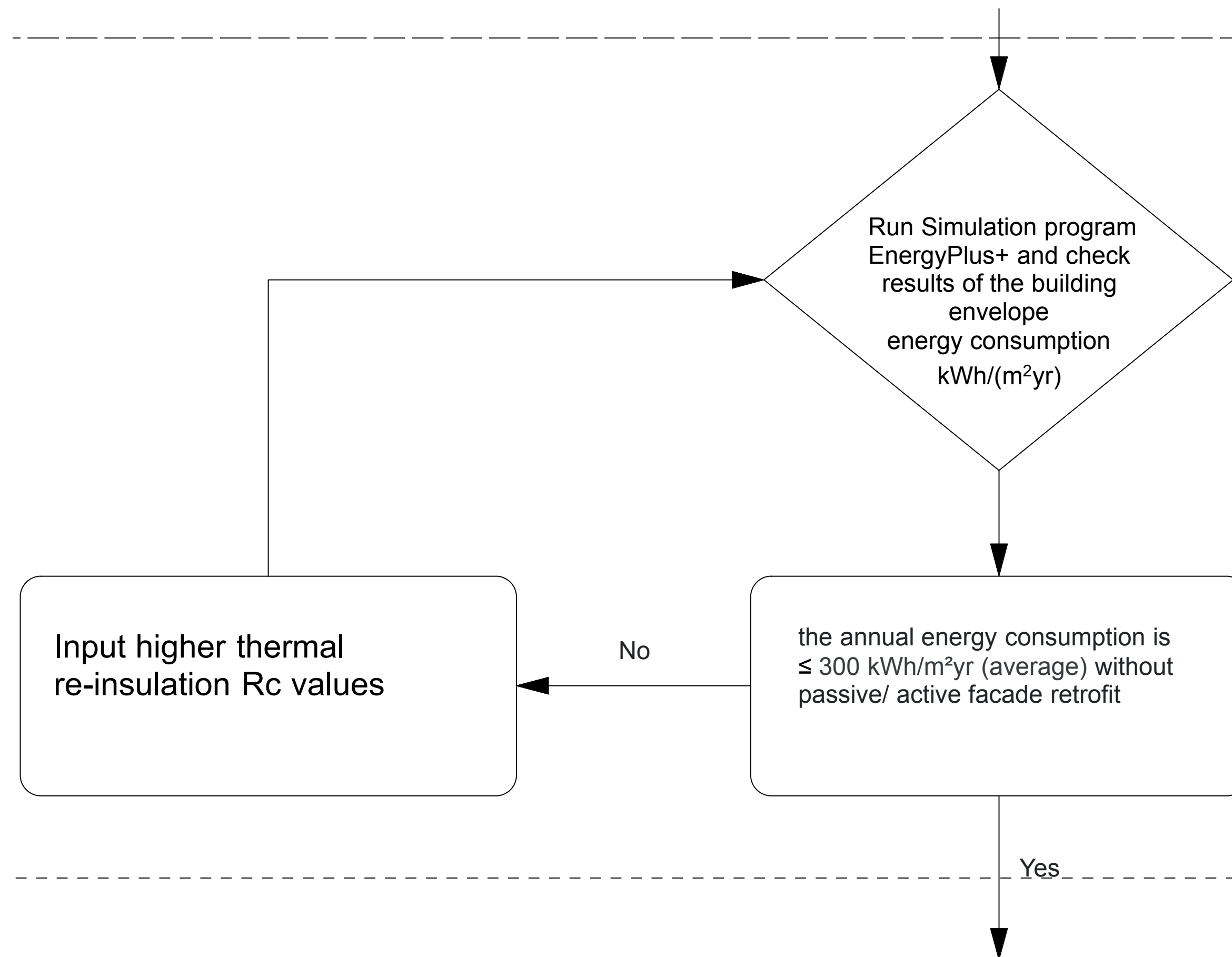
## Limitations

- ~ Independent load bearing structure
- ~ Grid size 3,8m

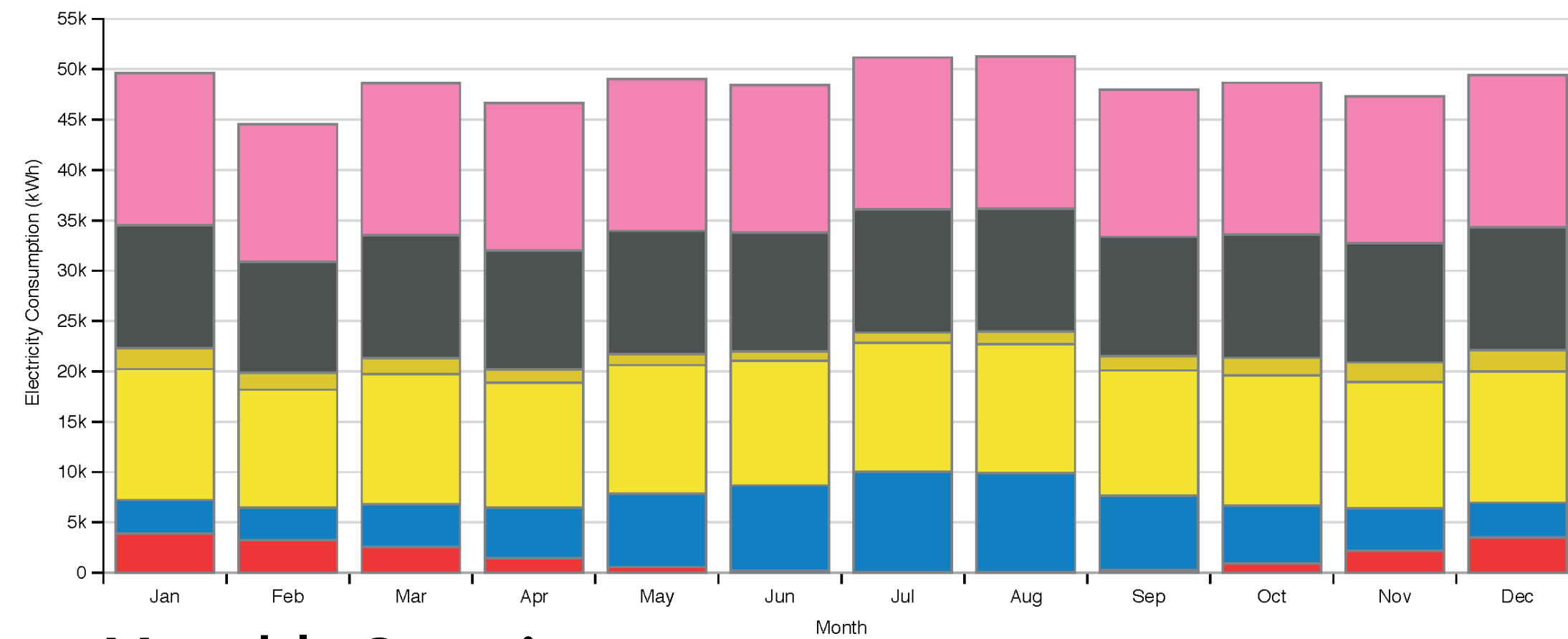


# MODEL DEFINITION

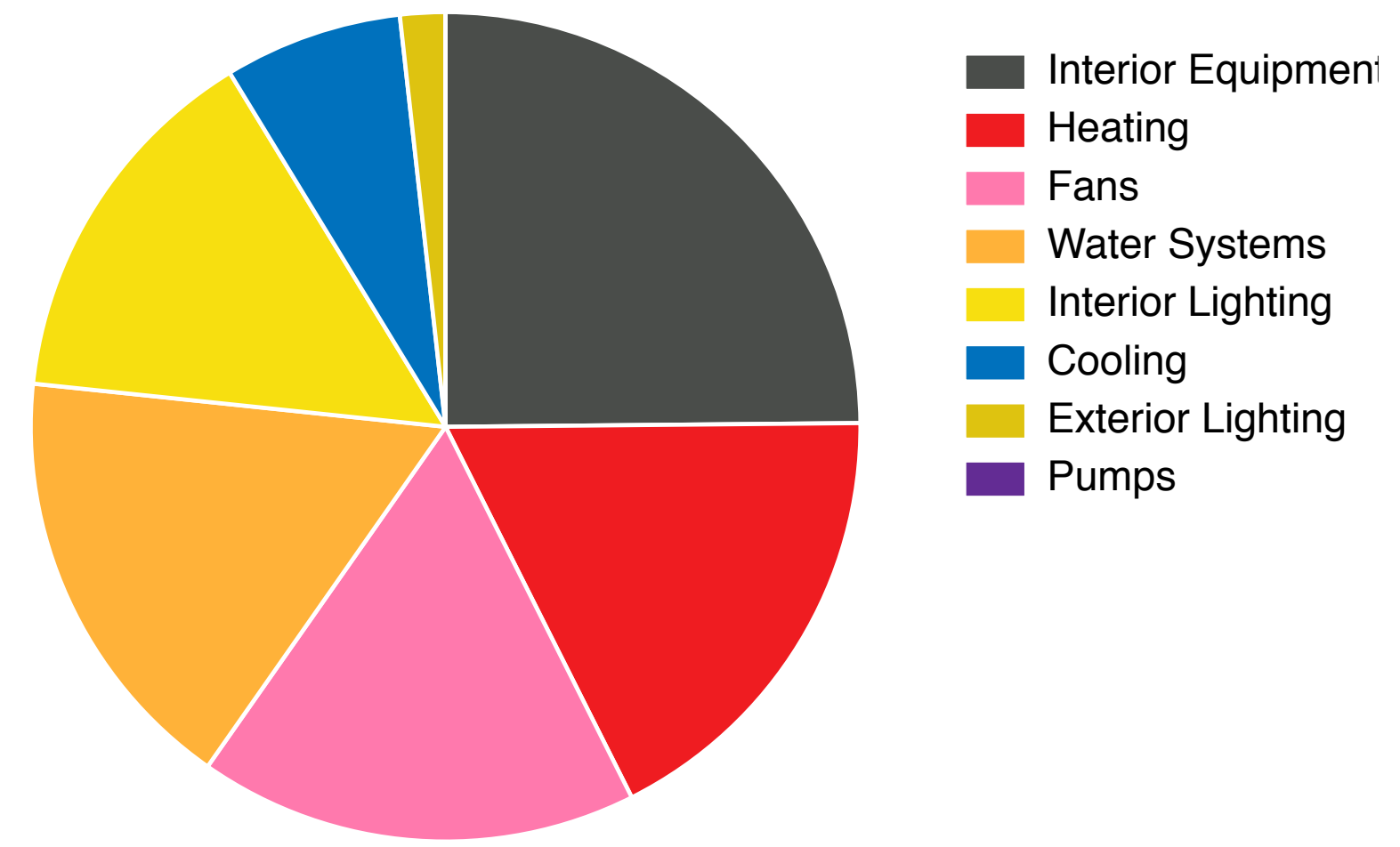




# RESULTS SIMULATION



Monthly Overview



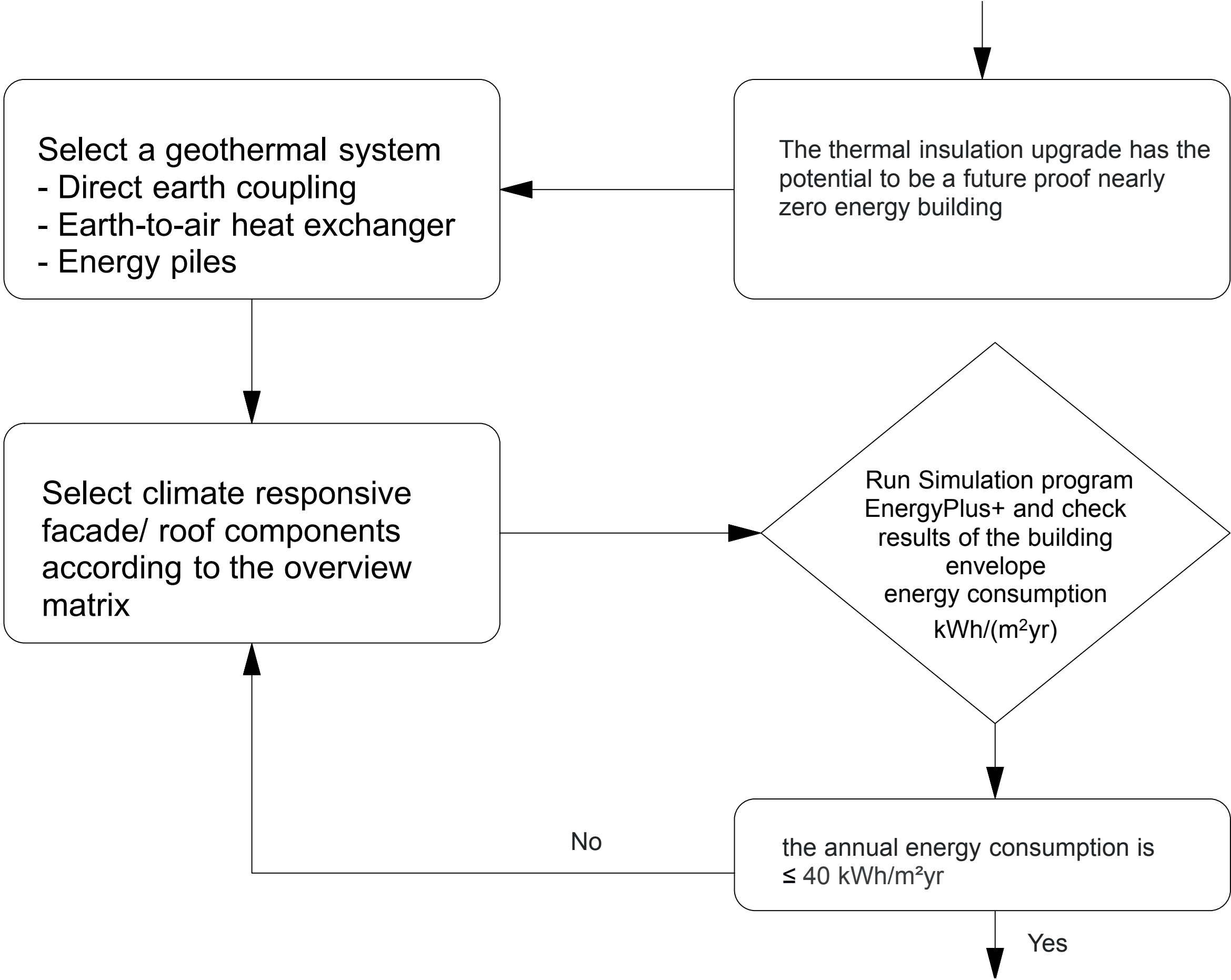
Annual Overview

	Total Energy (kWh)	Energy Per Total Building Area (kWh/m <sup>2</sup> )	Energy Per Conditioned Building Area (kWh/m <sup>2</sup> )
Total Site Energy	1037733.4	258.6	278.6
Net Site Energy	1037733.4	258.6	278.6
Total Source Energy	2338900.0	582.7	627.9
Net Source Energy	2338900.0	582.7	627.9

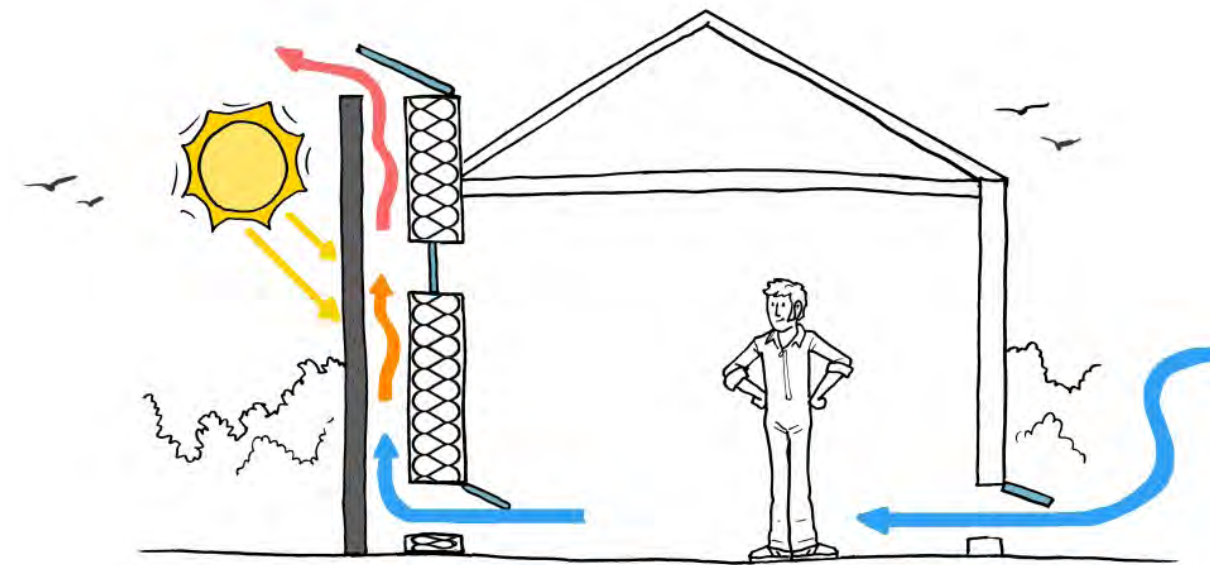
	Total Energy (kWh)	Energy Per Total Building Area (kWh/m <sup>2</sup> )	Energy Per Conditioned Building Area (kWh/m <sup>2</sup> )
Total Site Energy	1037733.4	258.6	278.6
Net Site Energy	1037733.4	258.6	278.6
Total Source Energy	2338900.0	582.7	627.9
Net Source Energy	2338900.0	582.7	627.9

## Average energy consumption

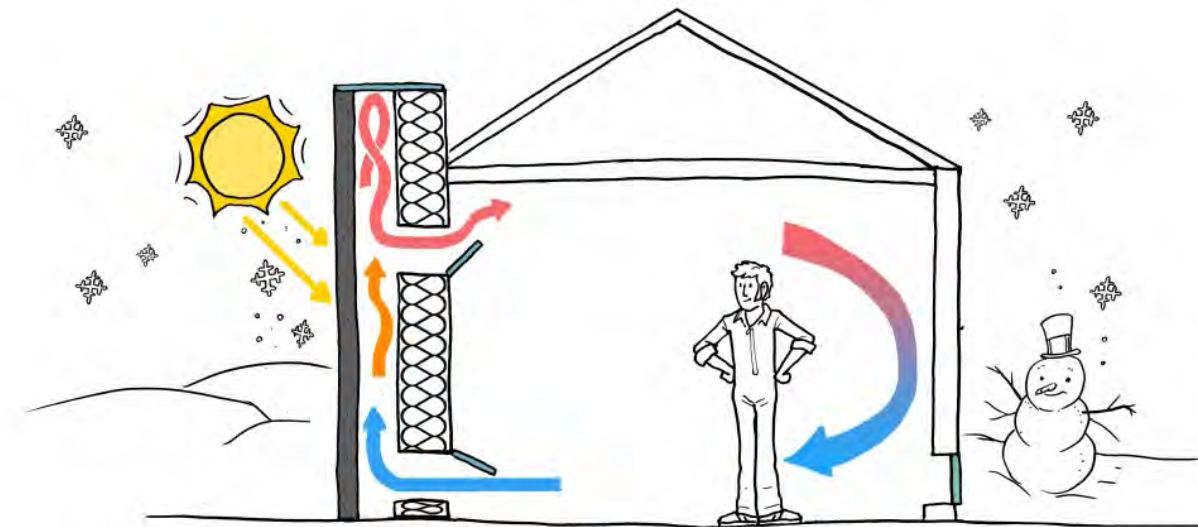
- Restaurant 305 - 330 kWh/m<sup>2</sup> yr
- Residential 150 - 220 kWh/m<sup>2</sup> yr



## SOLAR CHIMNEY



## SUMMER - COOLING



## WINTER - HEATING

## INTEGRATED PHOTOVOLTAIC CELLS

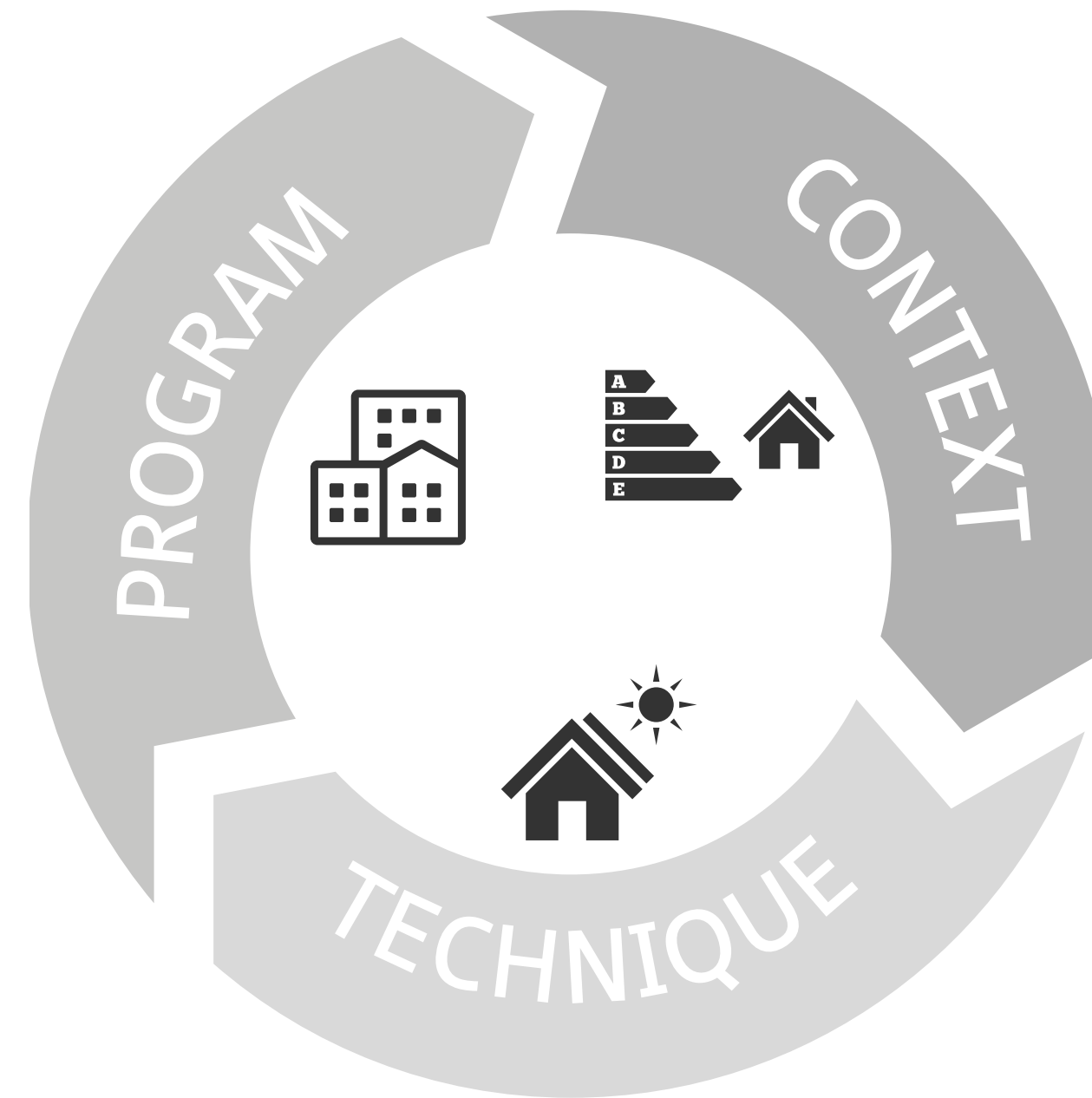


- Perfect aesthetic integration
- No sunscreen needed
- Generates electricity



## 2. CONCEPTUAL DESIGN

---

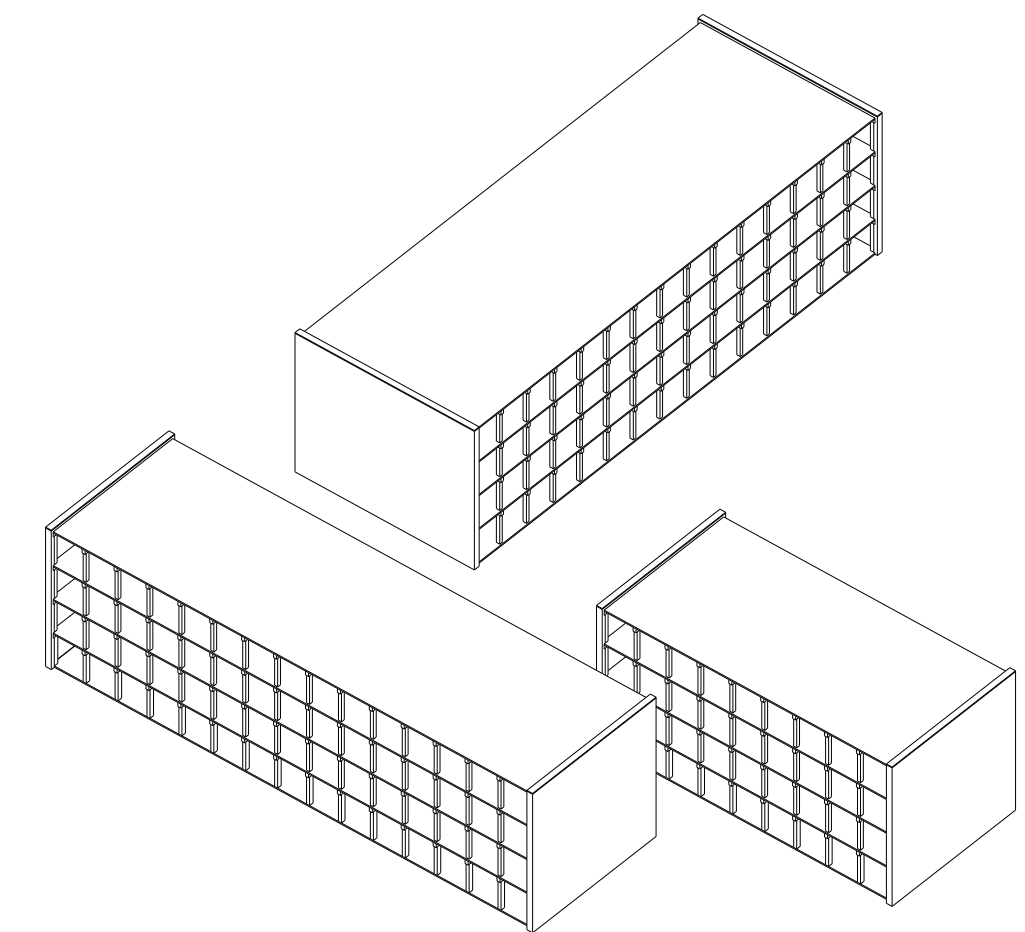
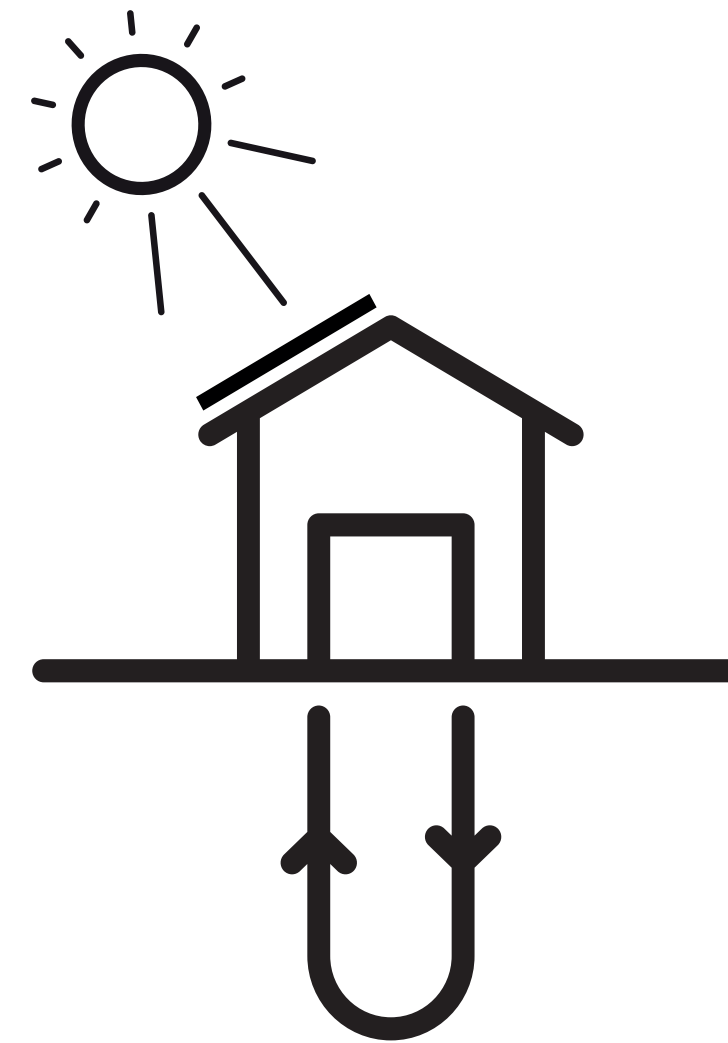
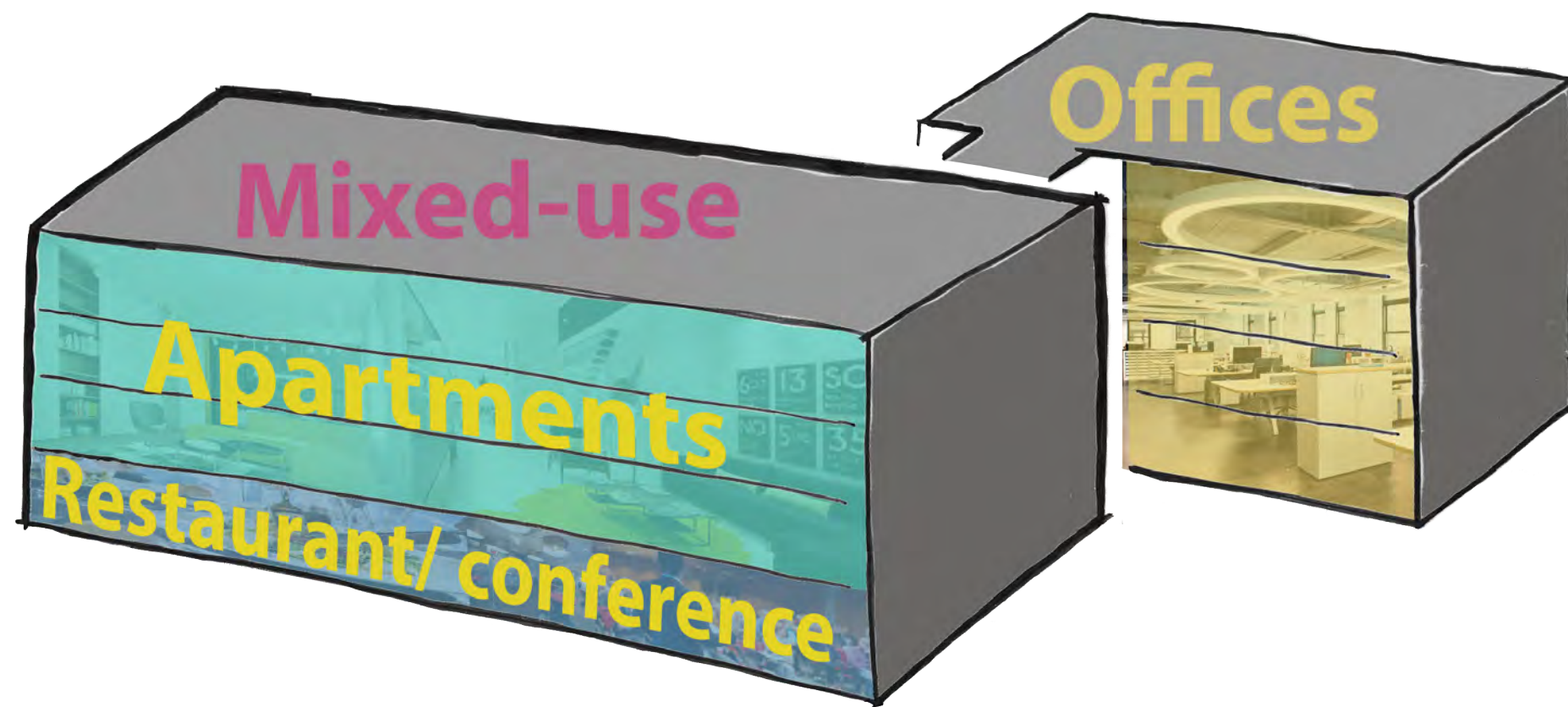


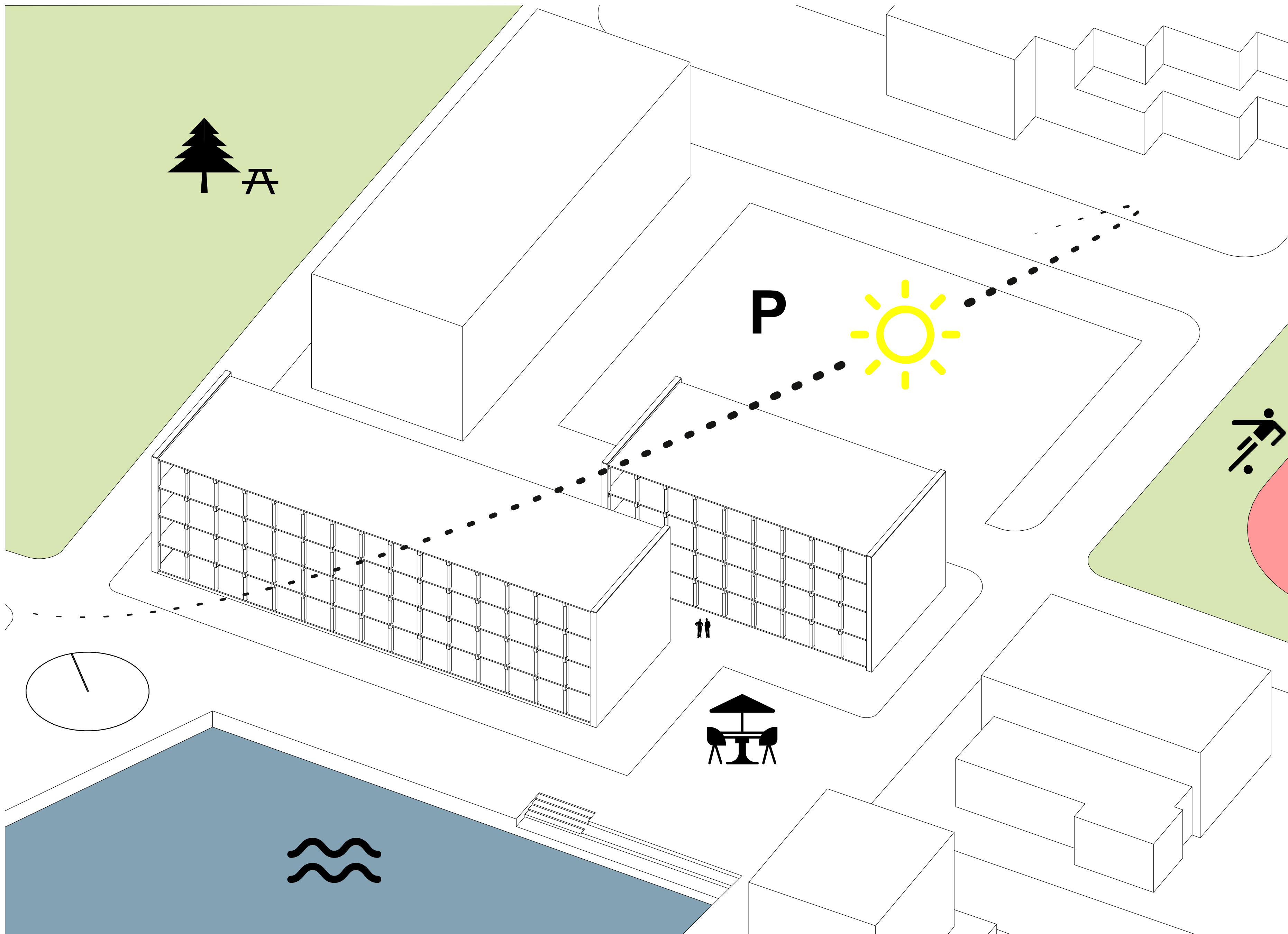
**HOW CAN I DEVELOP A STRATEGY WHEREBY USER COMFORT AND ENRGY SAVINGS  
CAN BE ACCOMPLISHED WITH ADAPTIVE FACADE INTERVENTIONS?**

**PROGRAM**  
Mixed-use

**RENEWABLE ENERGY**  
solar & geothermal

**TRANSFORMATION**  
re-use existing structure





Conceptual design

Usable concrete structure

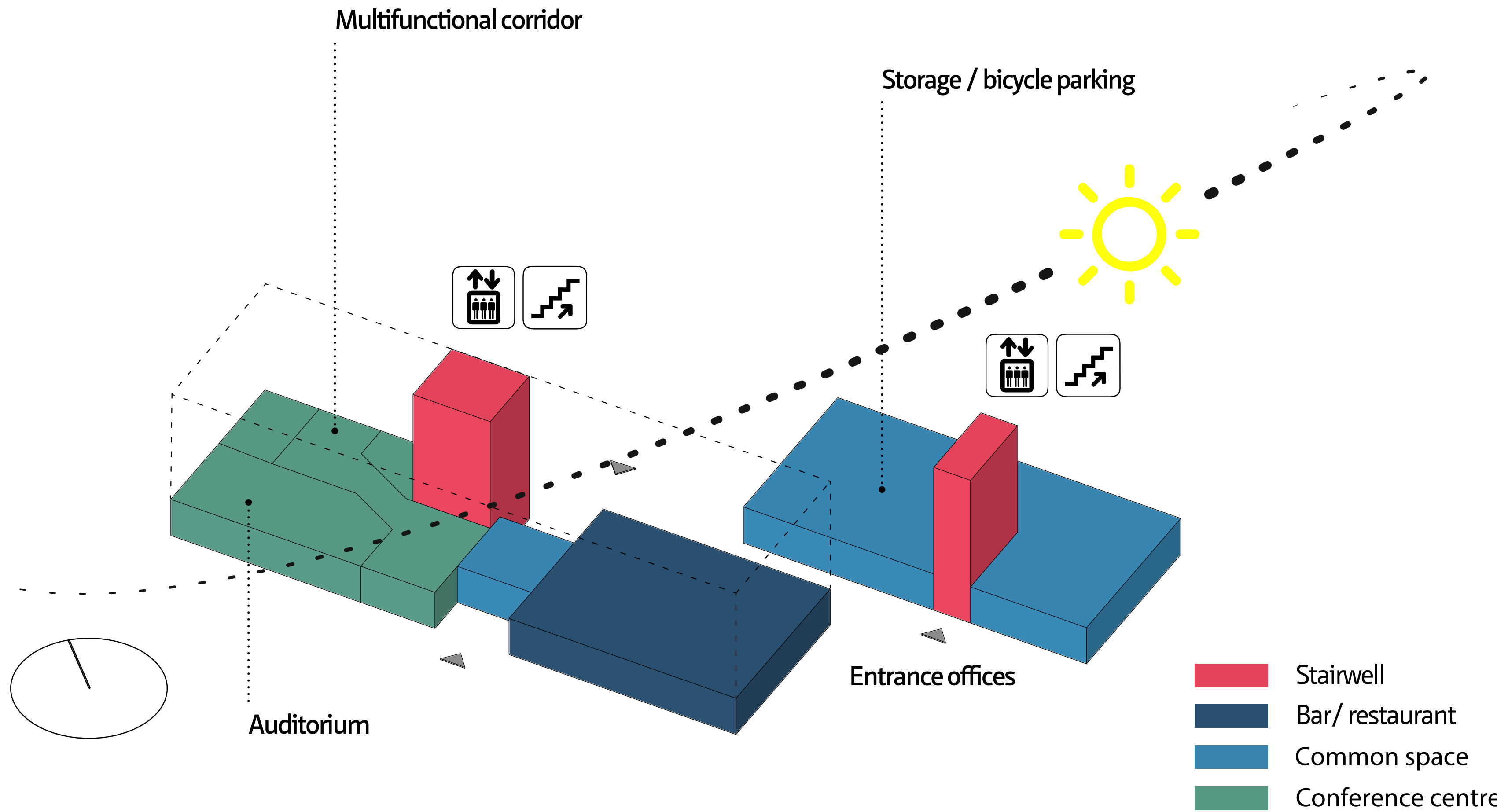
Rigid grid

Promising location

# Conceptual design

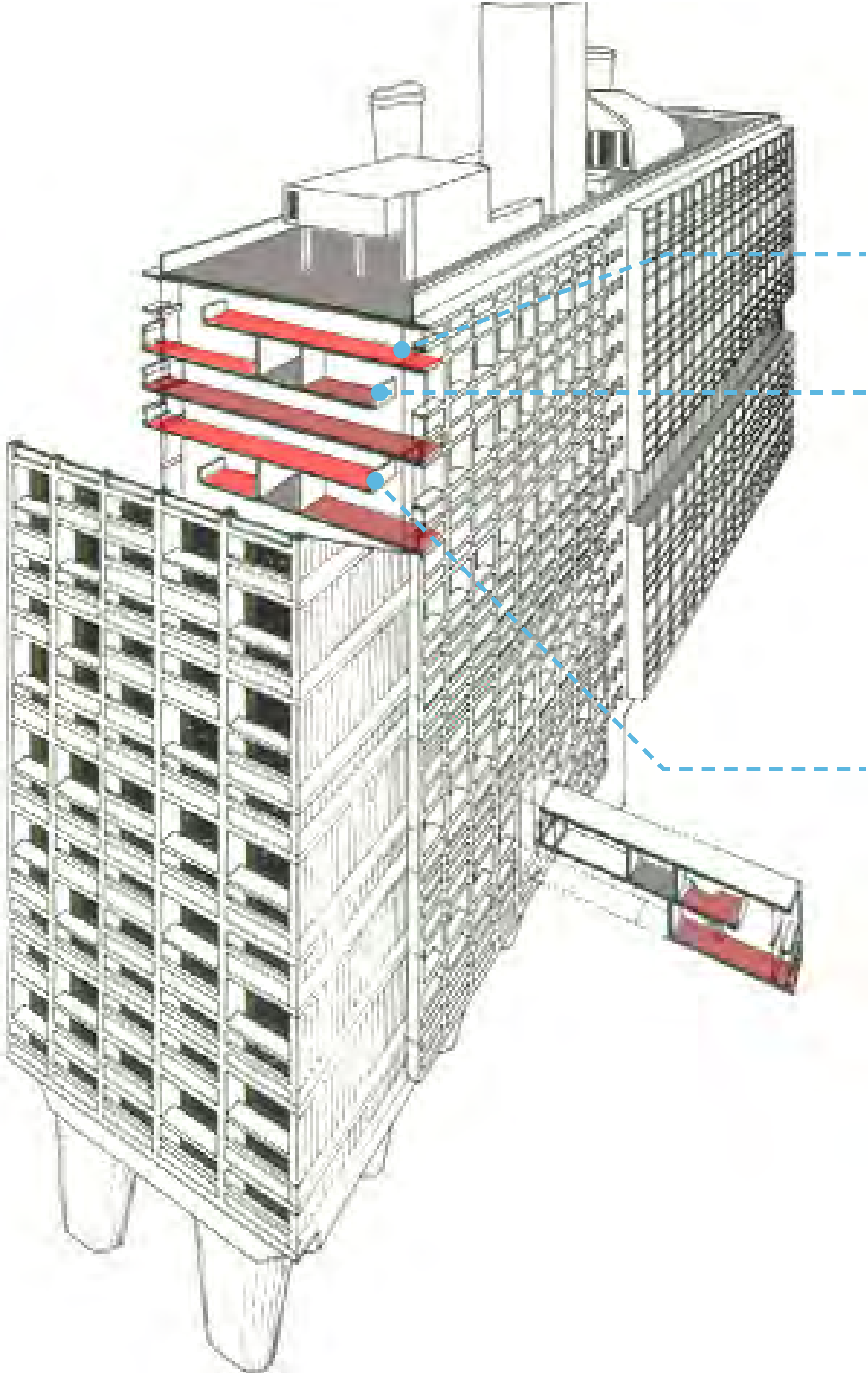
Pragmatic lay-out according to sun

Following rigid grid of building

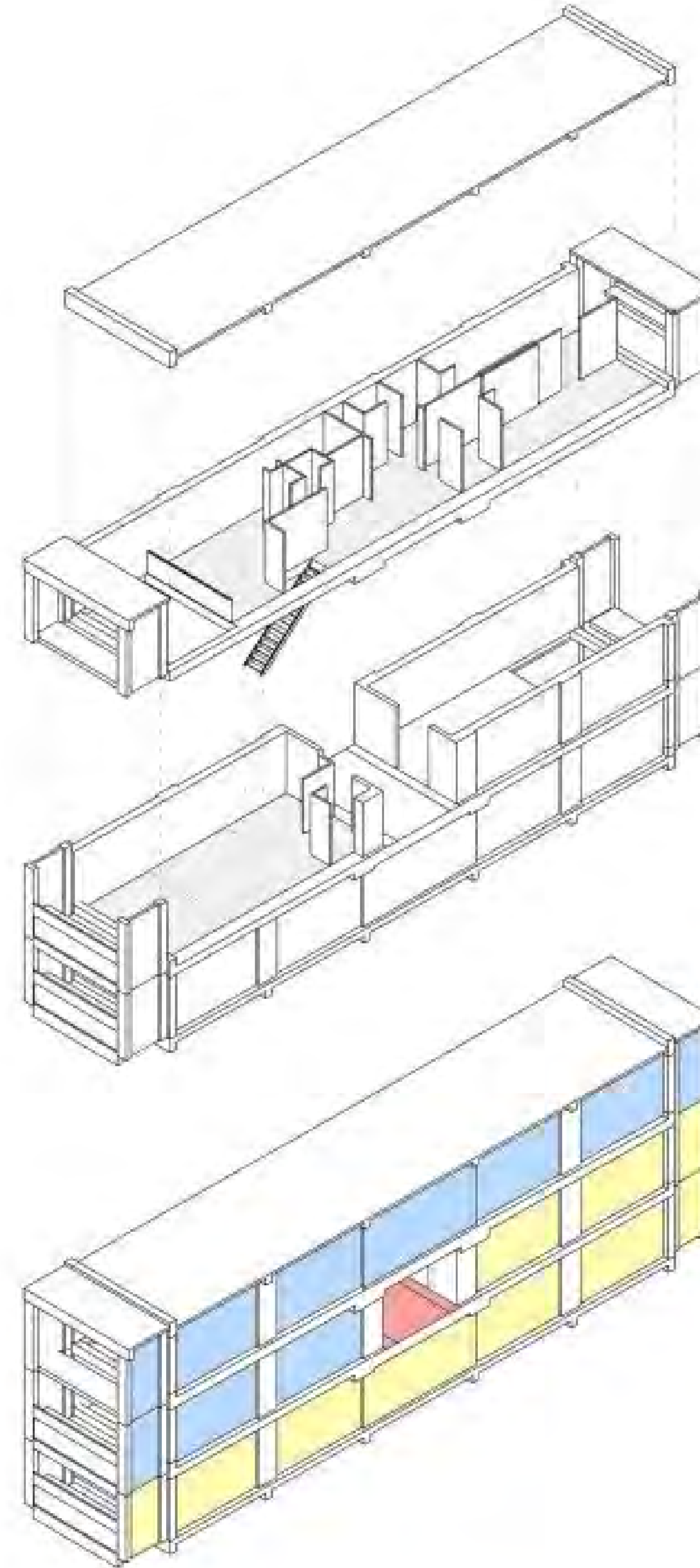
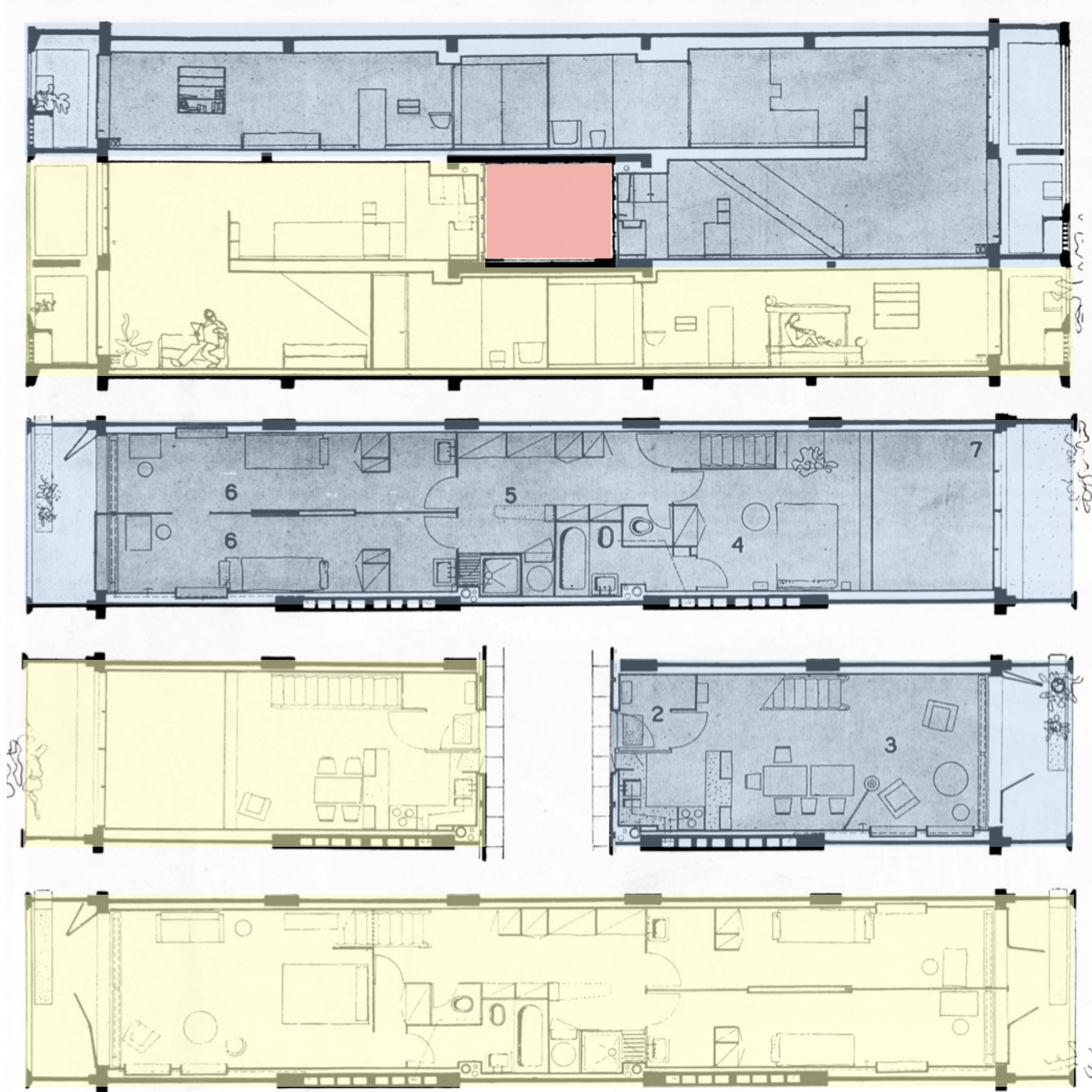


# Le Corbusier, L'unité d'habitation de Marseille

built 1947 - 1952



# Floorplan layout



## BENEFITS:

- only one corridor
- double-sided orientation
- multiple floors

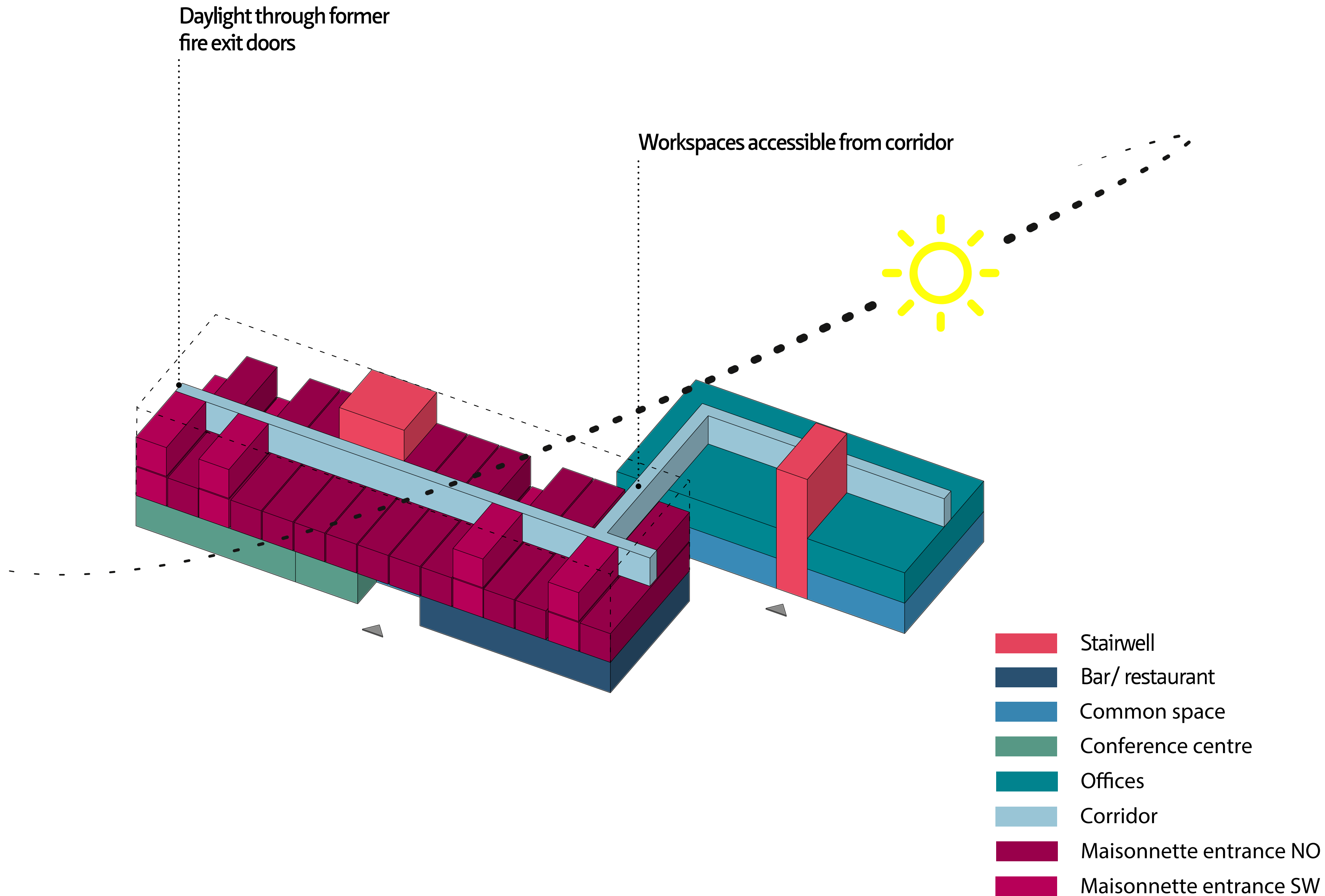
## LIMITATIONS:

- living and sleeping separated by floor

# Conceptual design

Pragmatic lay-out according to sun

Following rigid grid of building



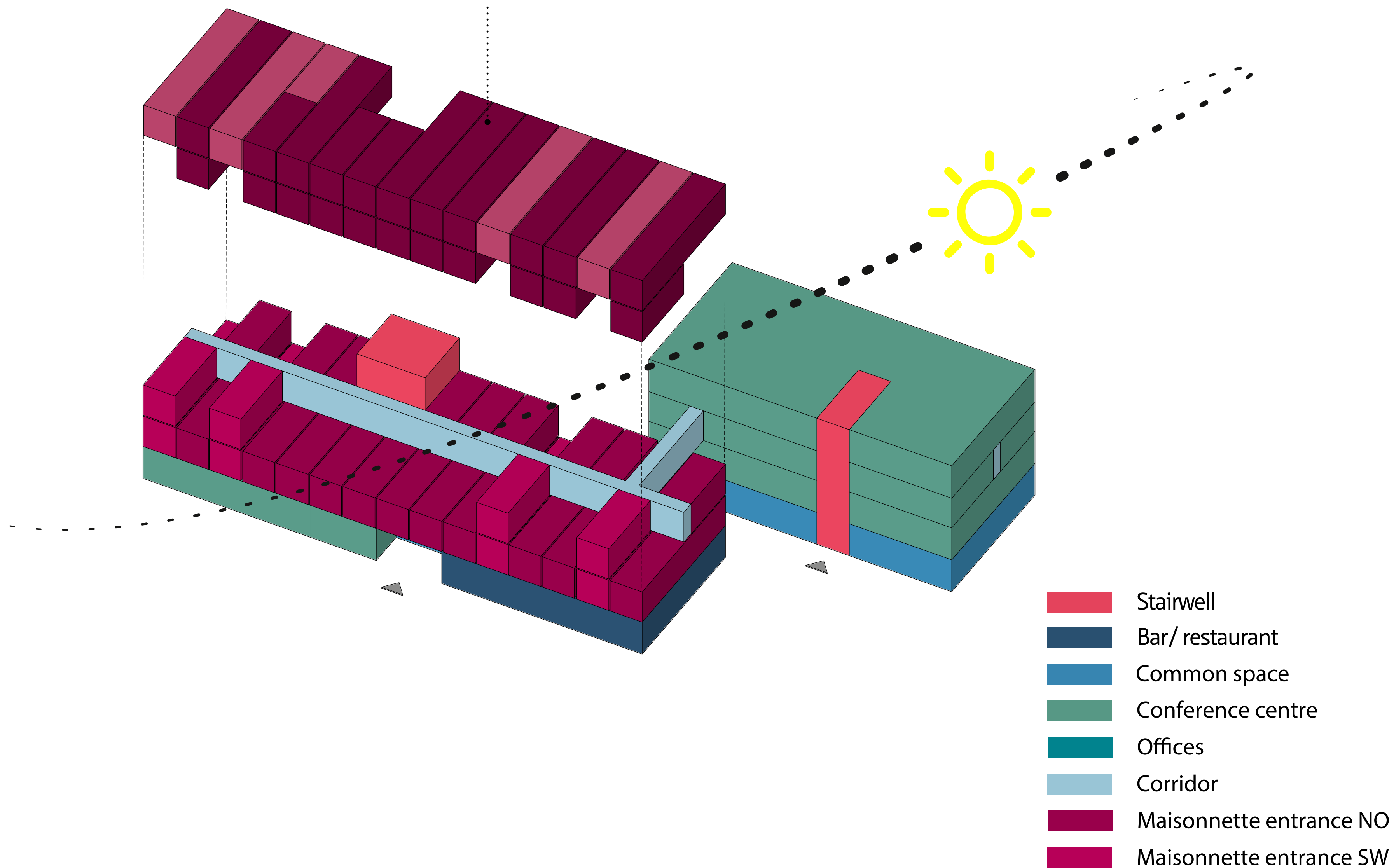


# Conceptual design

Pragmatic lay-out according to sun

Following rigid grid of building

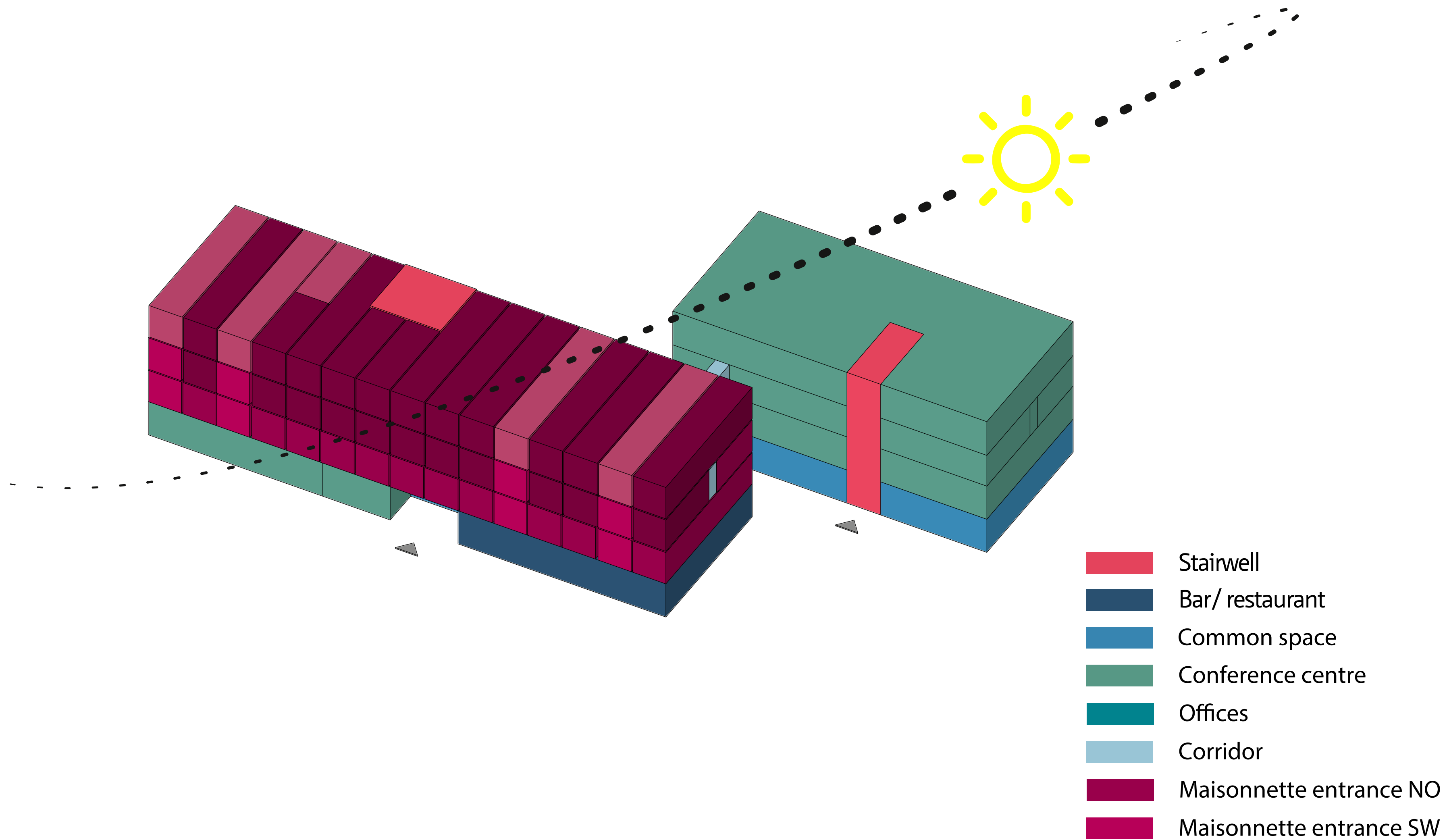
Largest apartments placed near stairwell en elevator

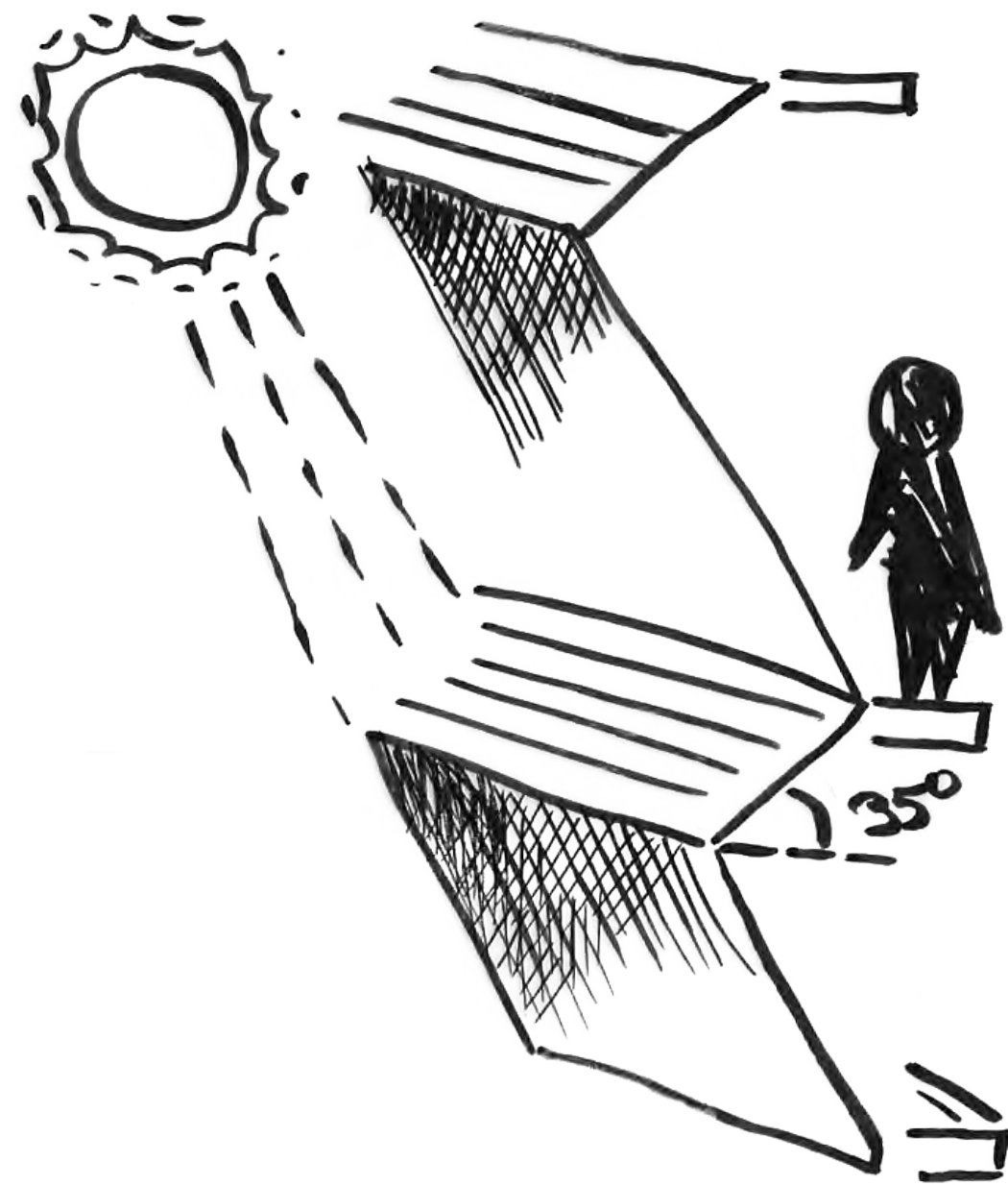


# Conceptual design

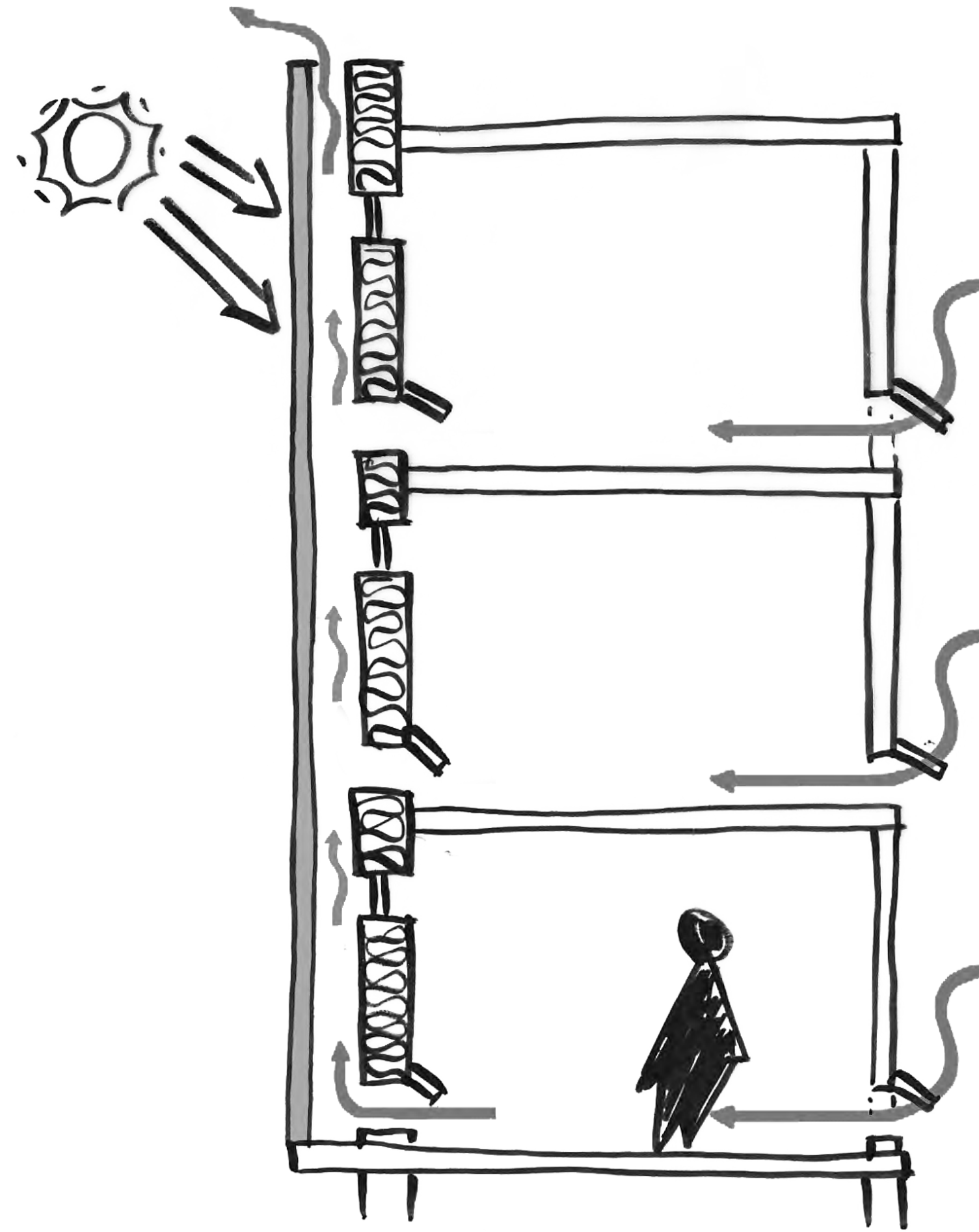
Pragmatic lay-out according to sun

Following rigid grid of building

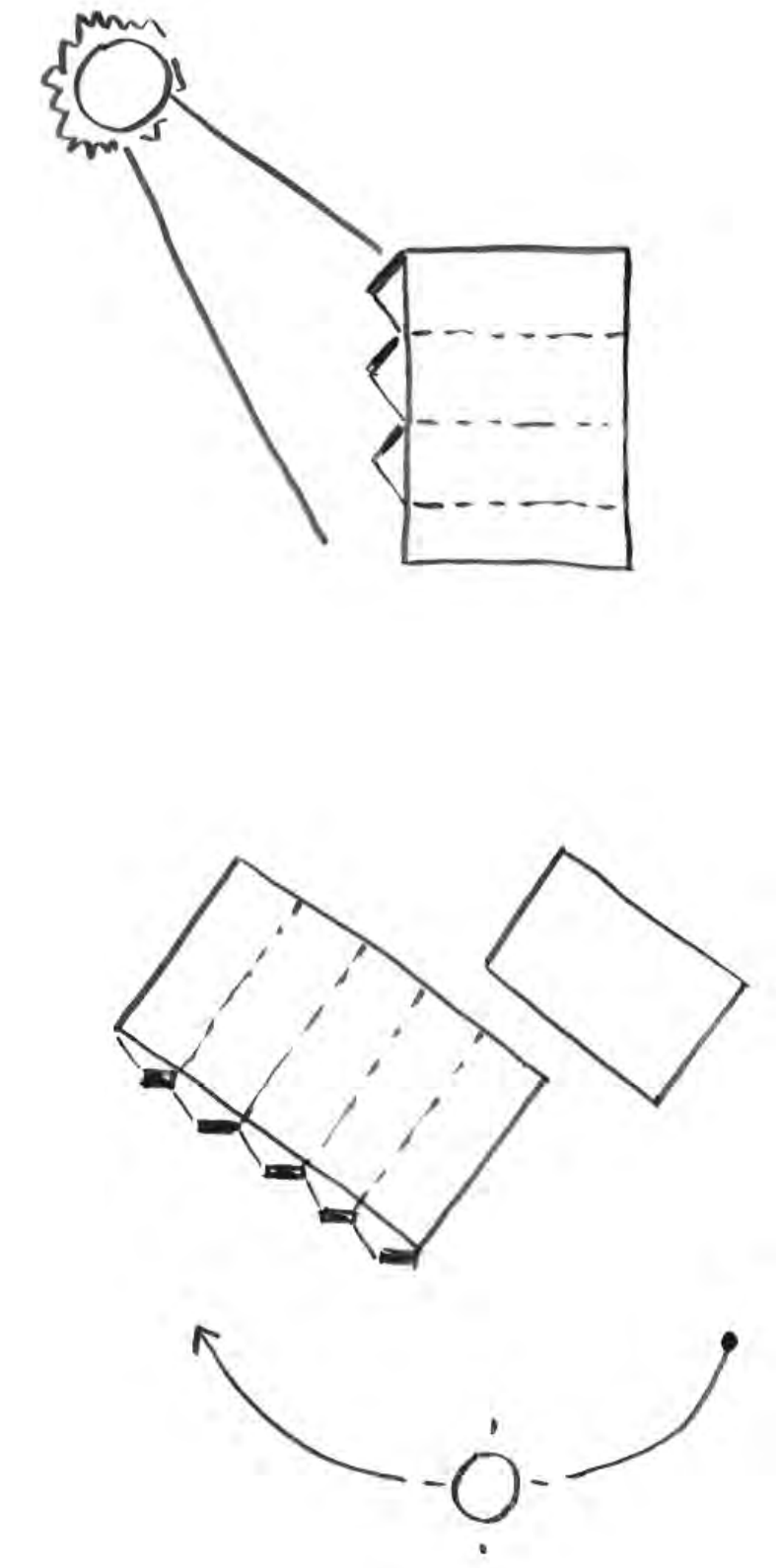


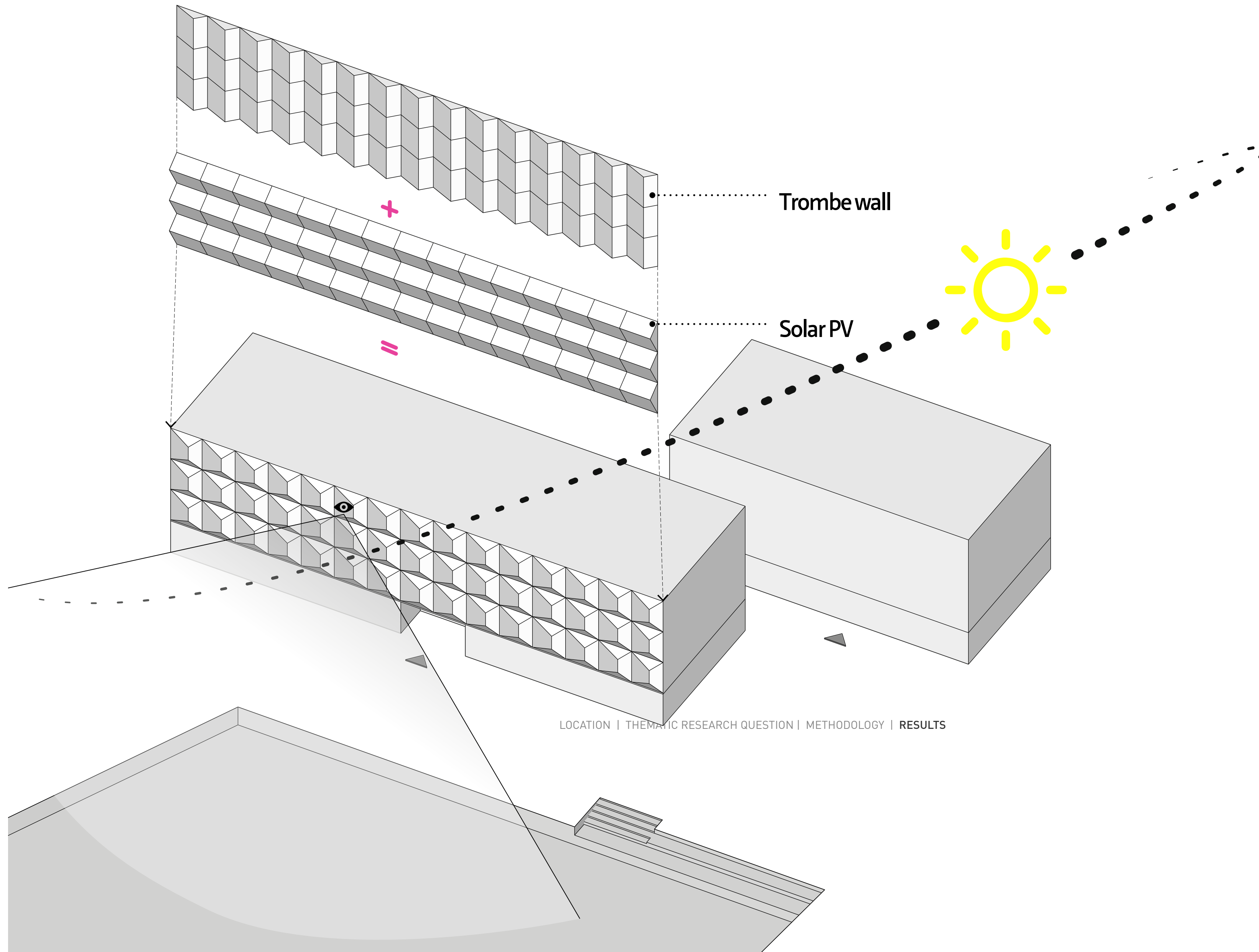


PV CELLS  
- electricity  
- shading device

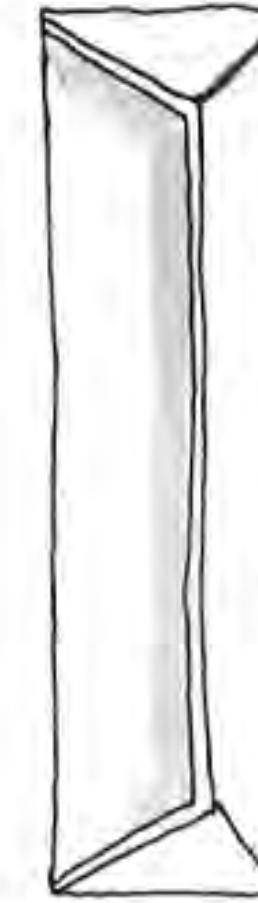


SOLAR CHIMNEY  
- natural ventilation  
- heating/ cooling

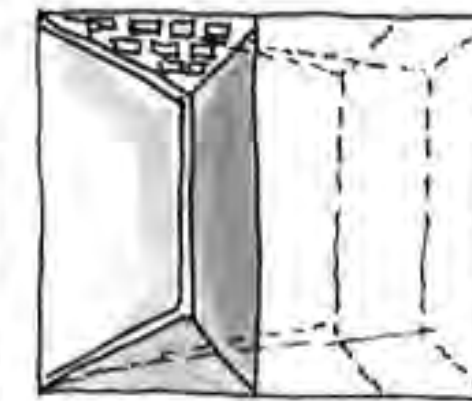




# Facade design principles

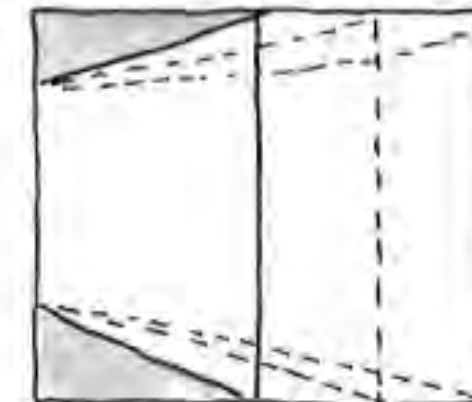
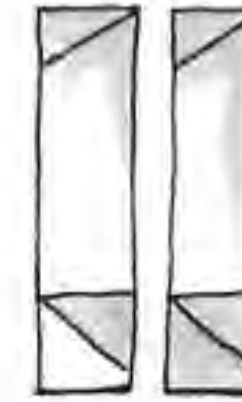


MATERIAL: White Bio-composite sandwich construction reinforced with (hemp/flax) natural fiber



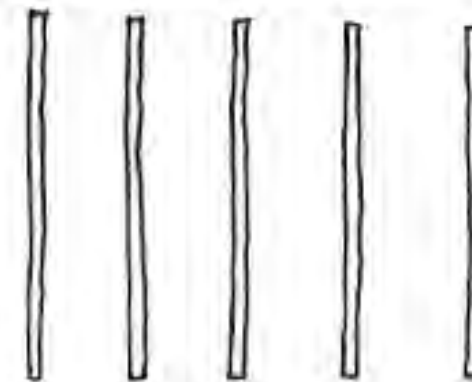
EXTENDED cropping out module:

- Shading
- Solar Pv
- Trombe wall (PCM Air)



RECESSED Glas and

- Frame:
- optimal daylight
  - bio-pass cooling

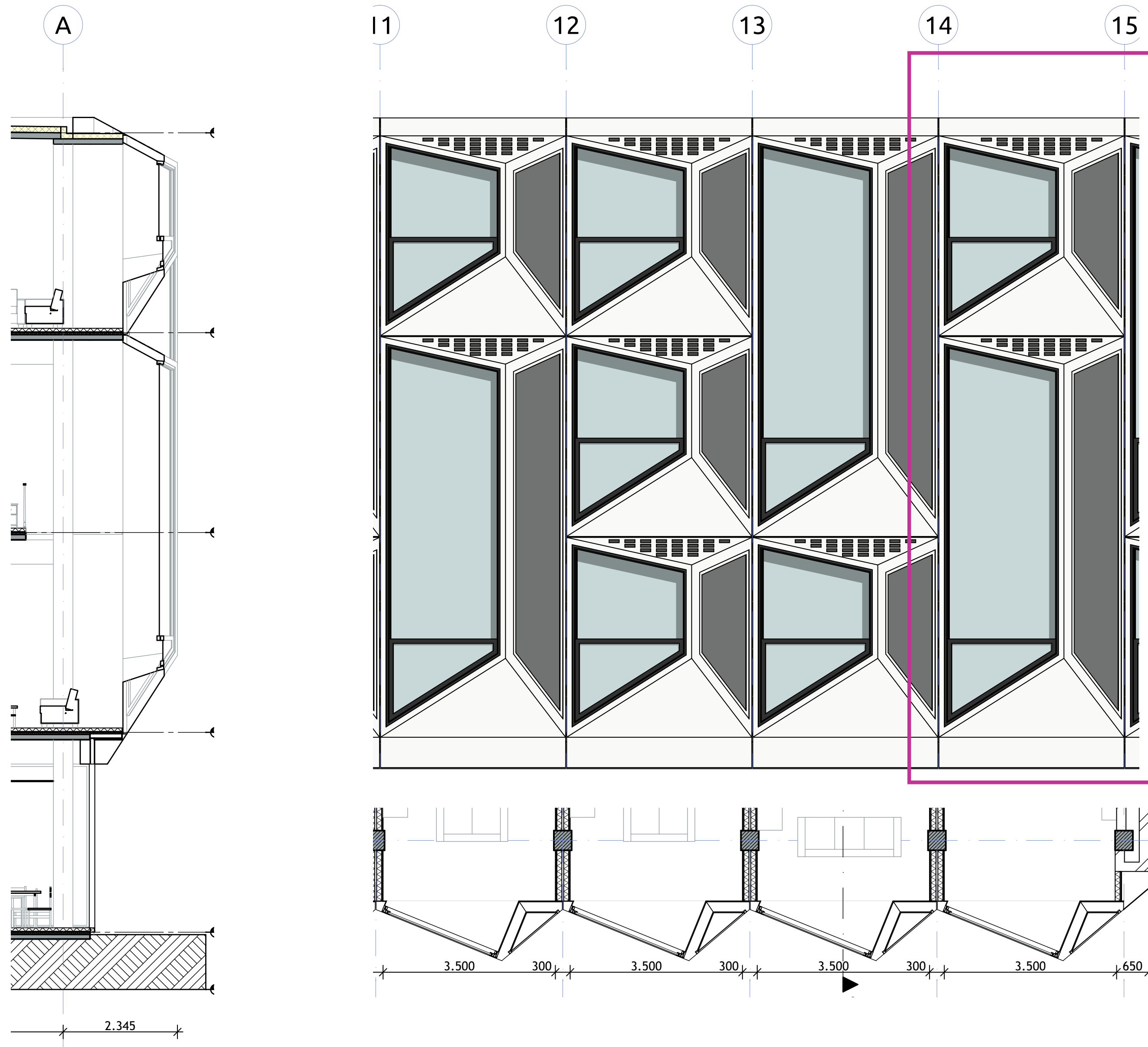


CURTAIN WALL → Ground level

Facade principle

## 2. FINAL DESIGN

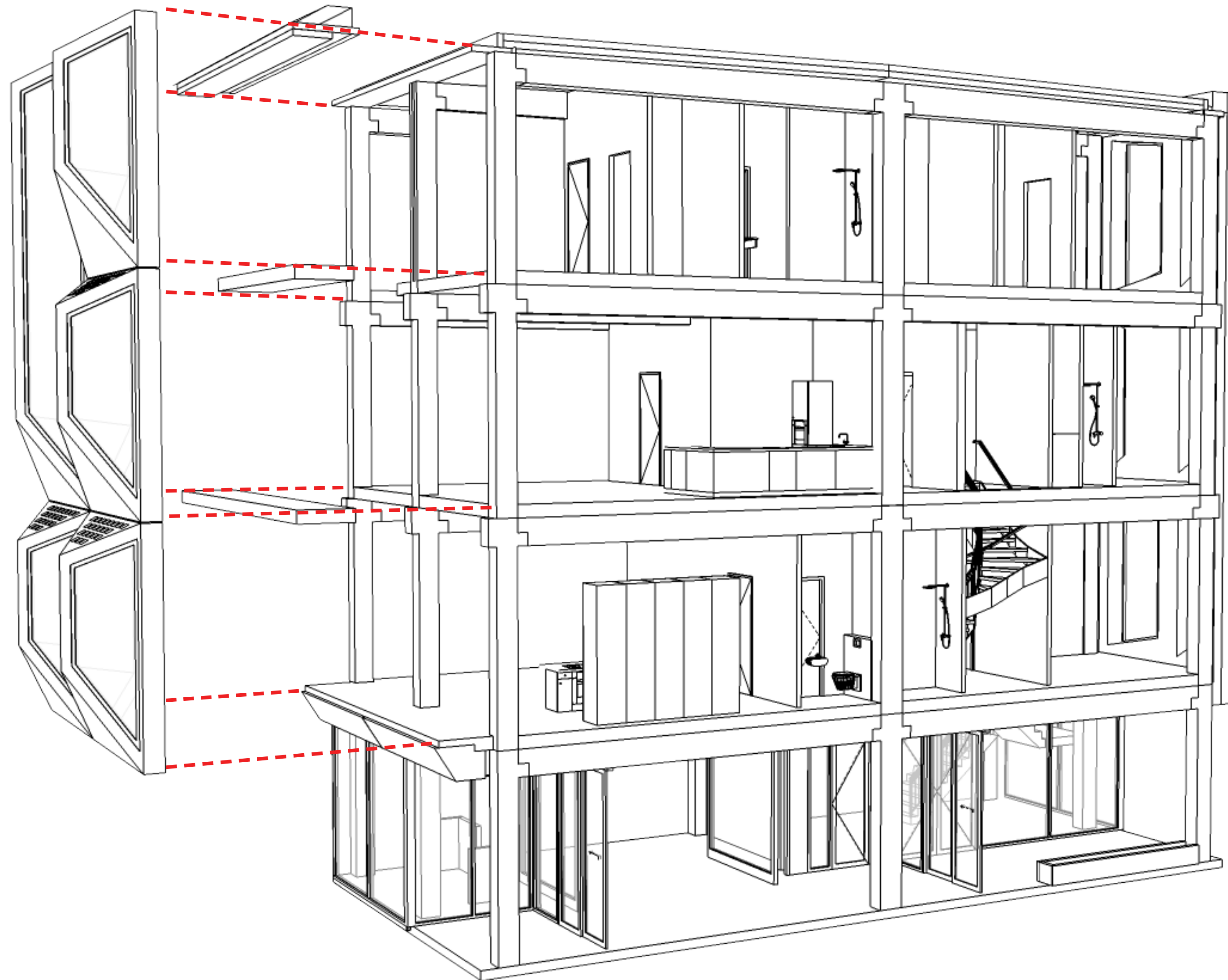
---

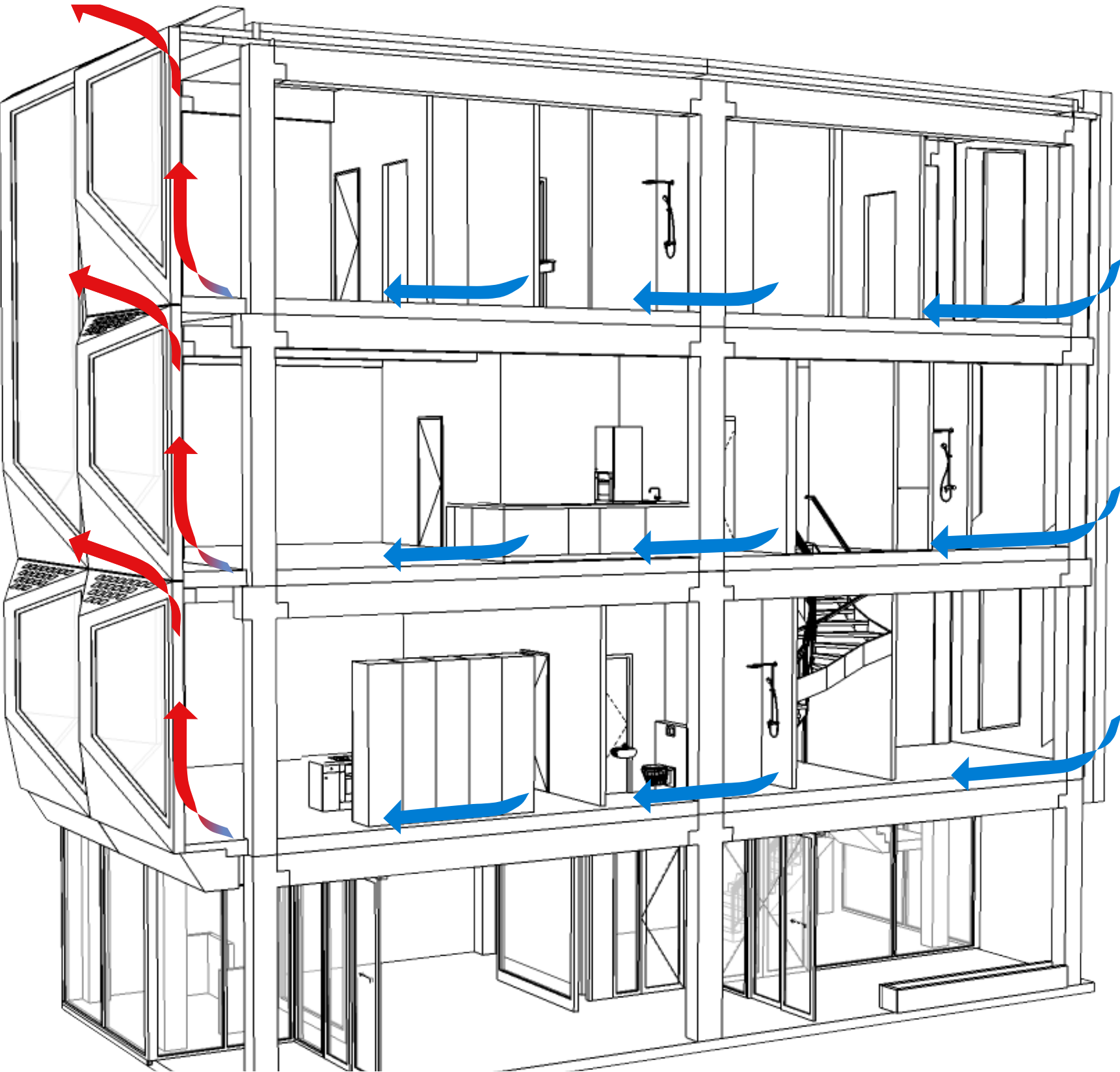


Facade design

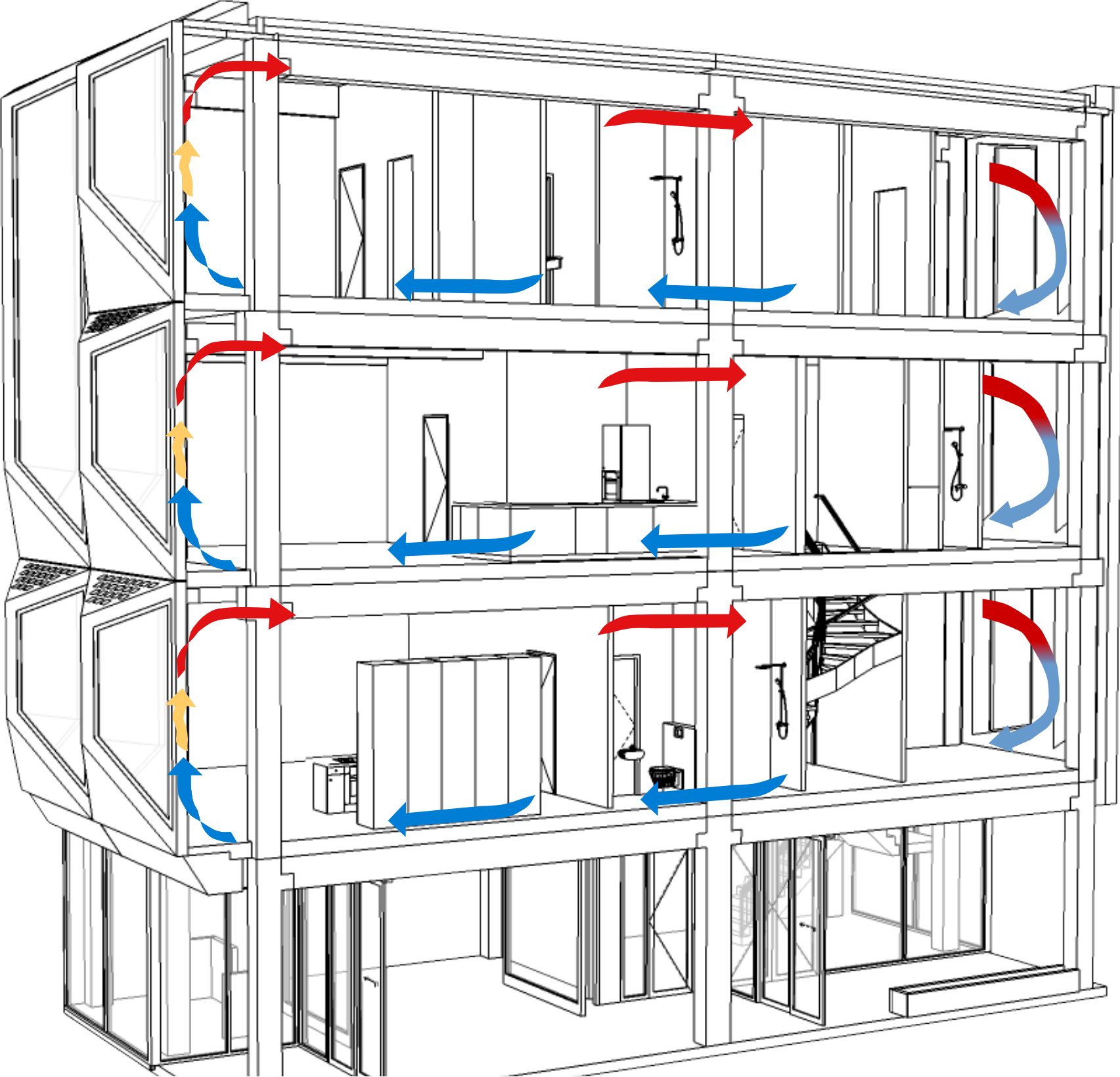






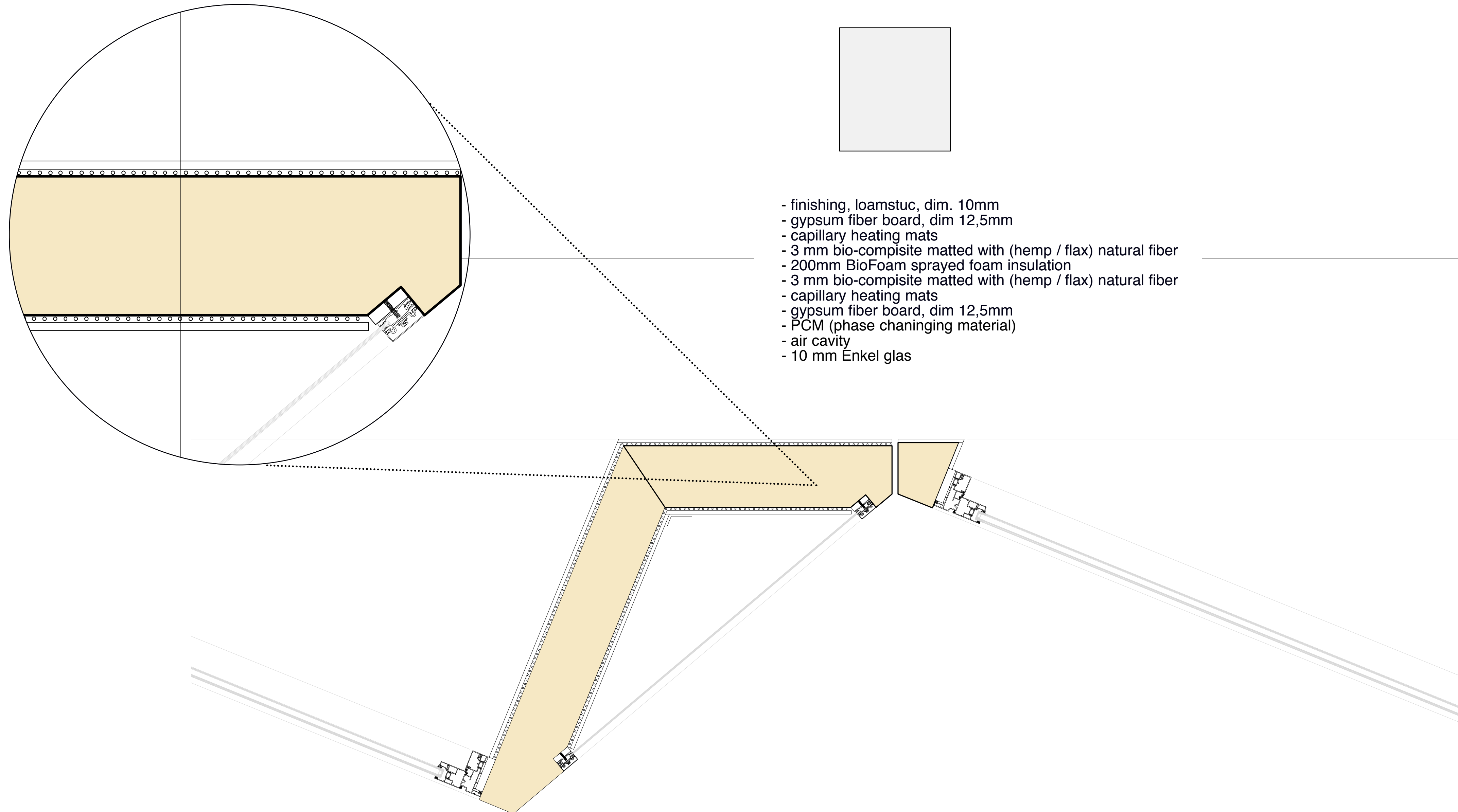


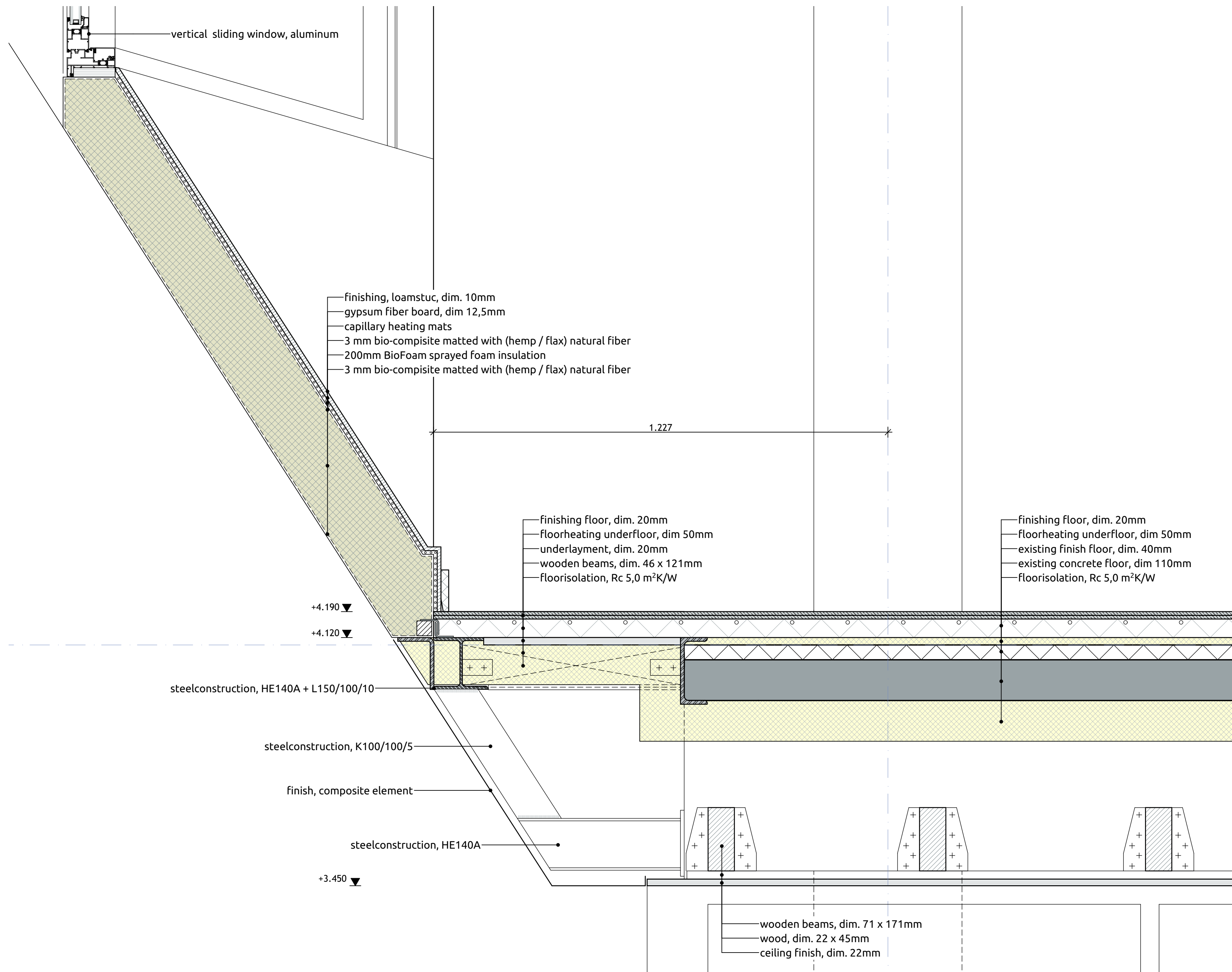
SUMMER - COOLING



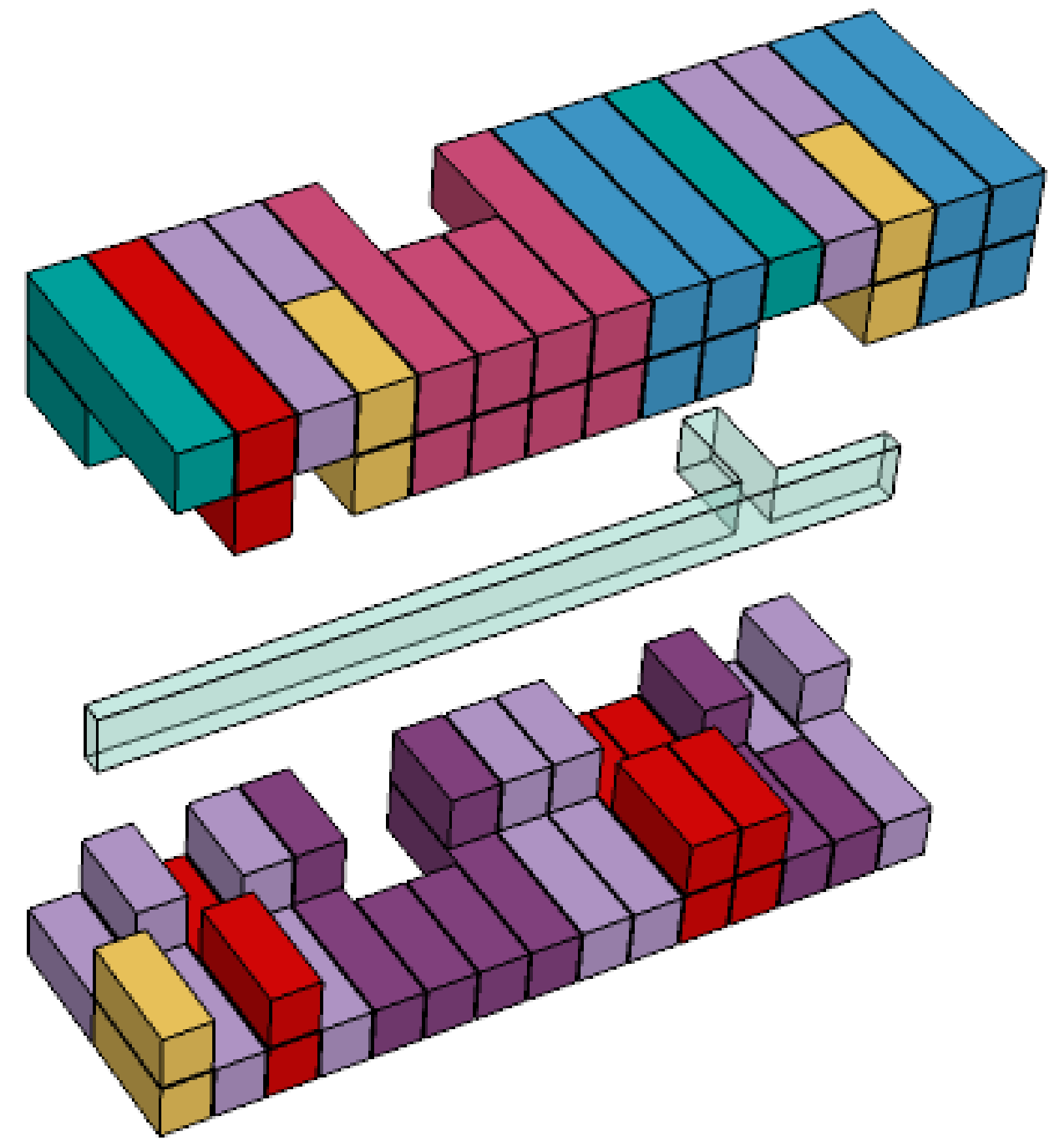
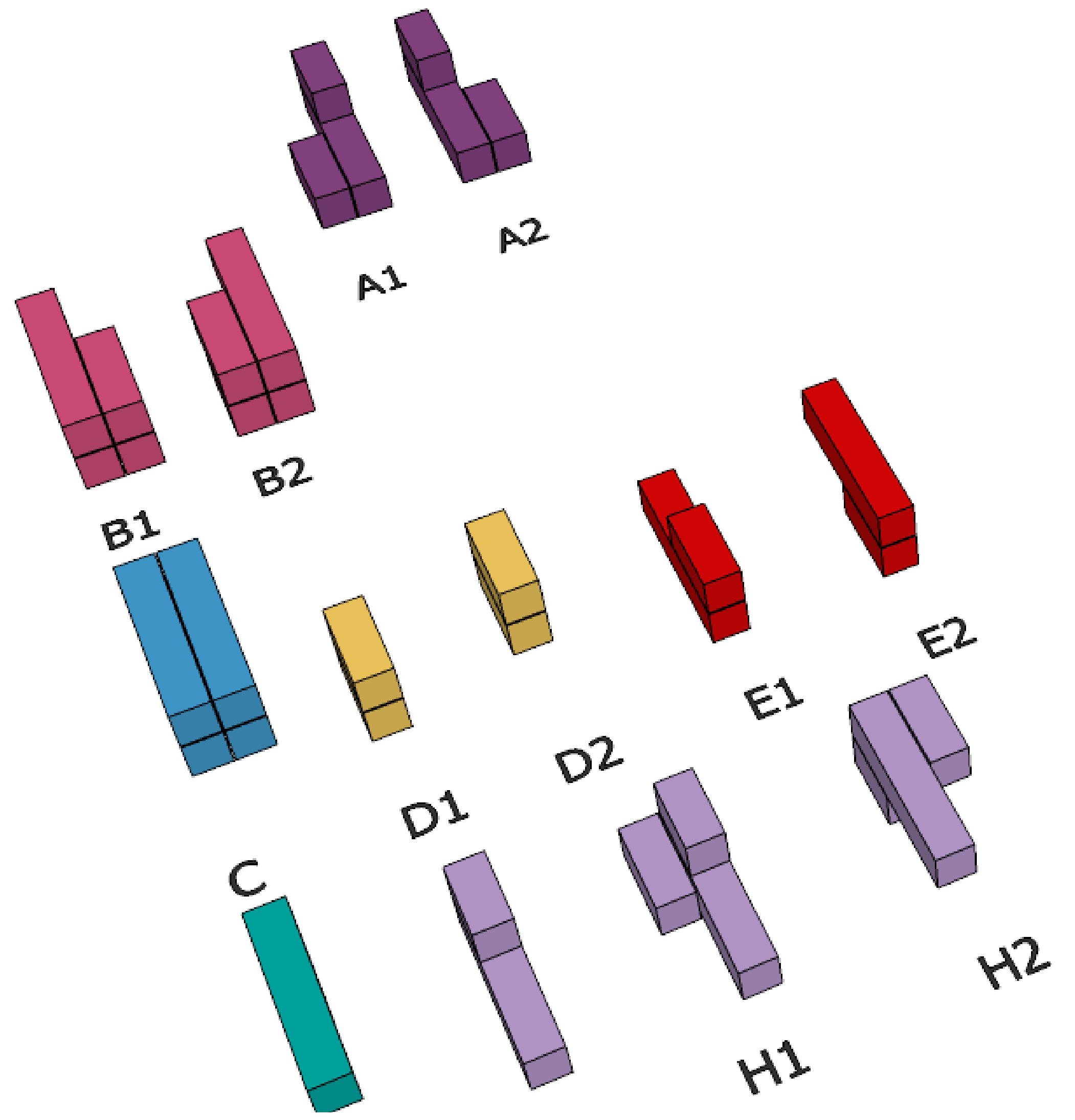
WINTER - HEATING

# Detail Trombe wall

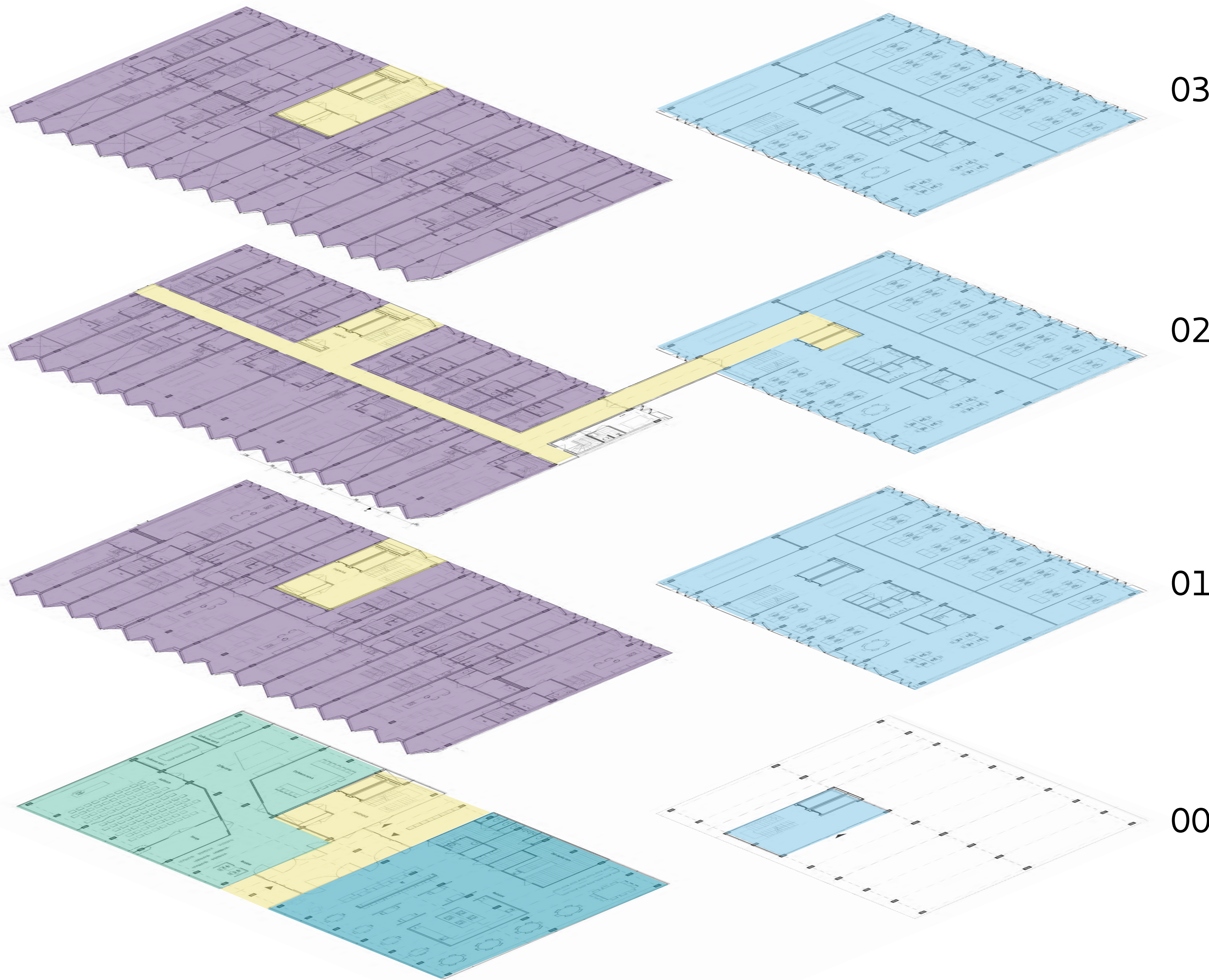




# CONFIGURATION MAISONNETTES

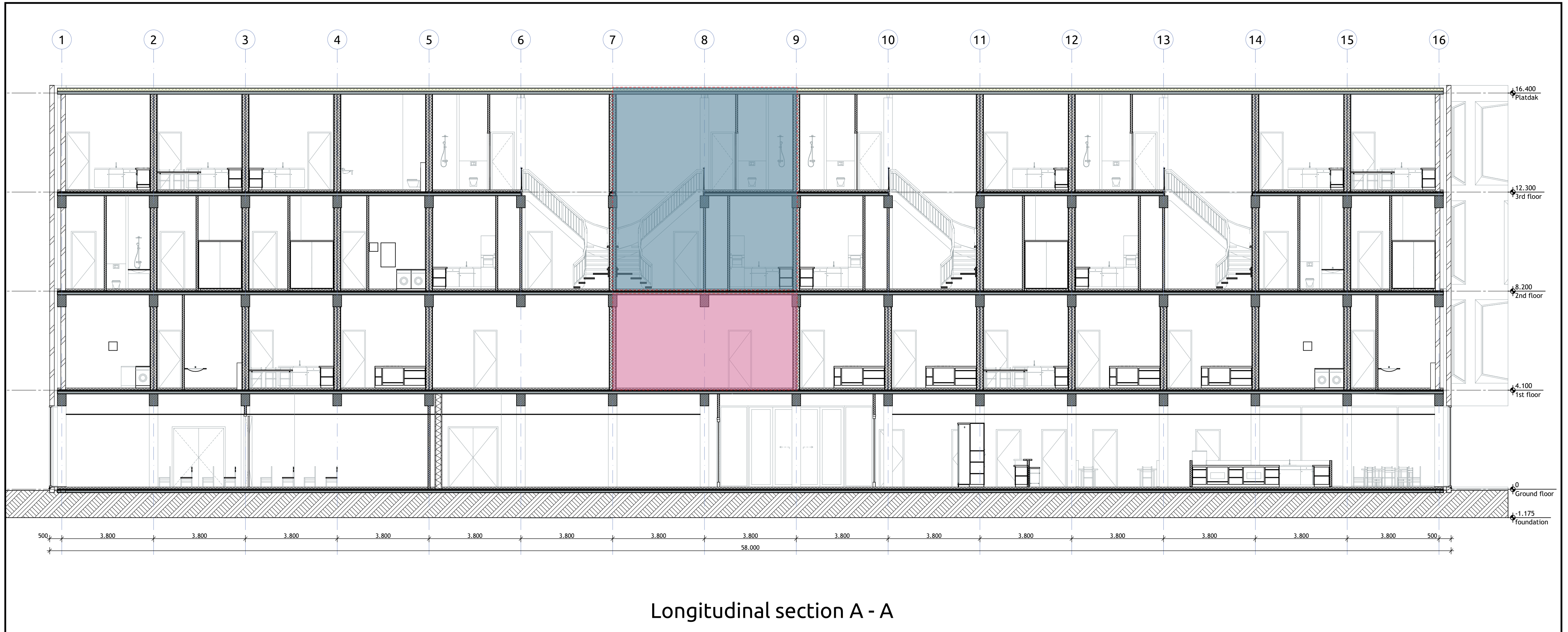


# Floor plans



-  Maisonette apartments
-  Offices
-  Restaurant
-  Common space
-  Conference

# Sections

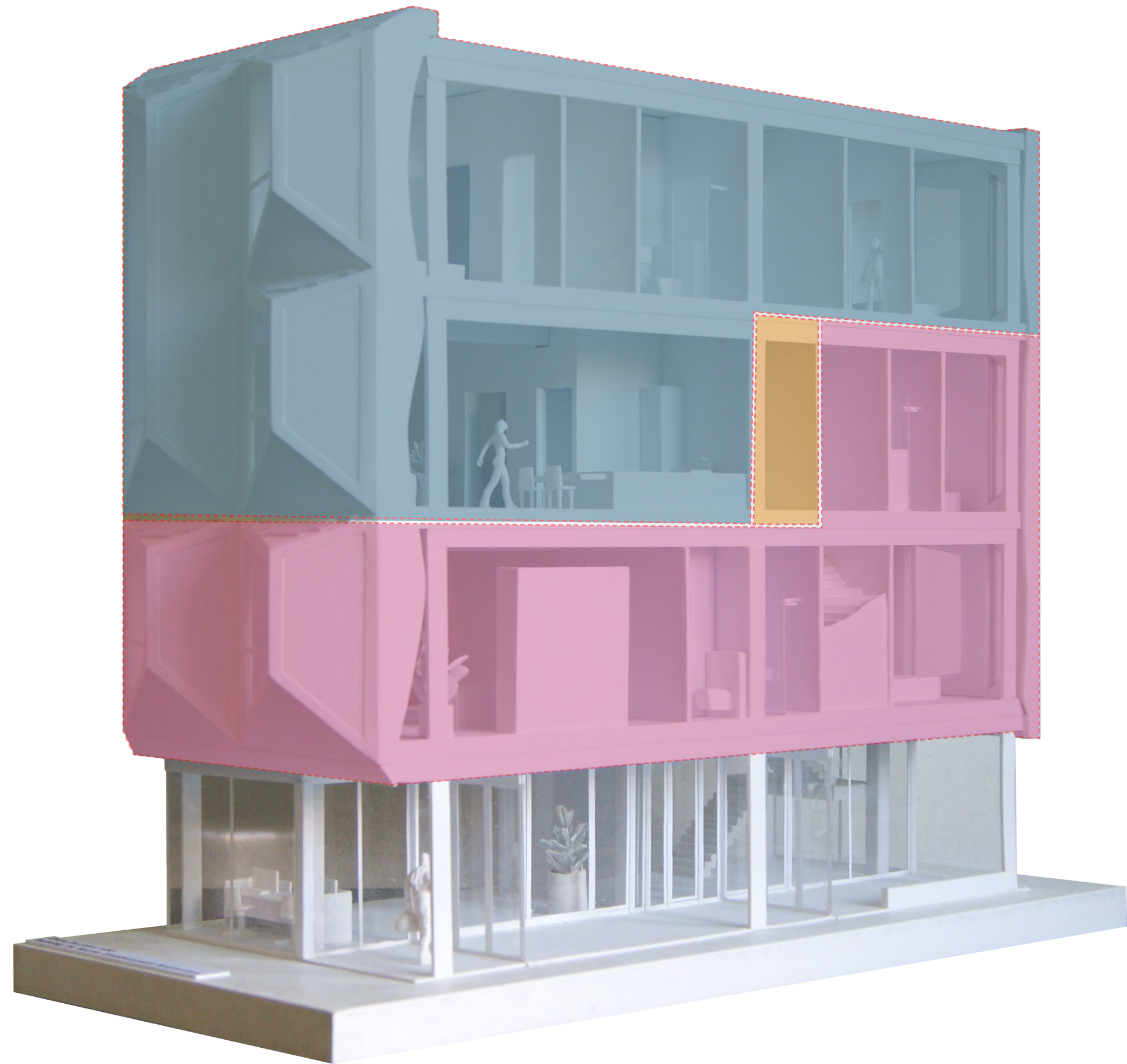


# Sections





# Maquette cross section



IMPRESSIONS







PROJECT MOVIE

THANKS FOR YOUR ATTENTION

QUESTIONS?

---