

COMBAT VACANCY WITH FLEXIBILITY

Jordy Wagemaker

Faculty of Architecture & the Built Environment, Delft University of Technology
Julianalaan 134, 2628BL Delft

ABSTRACT

This research looks into how the transformation of existing Dutch vacant offices into dwellings can benefit the present as well as the future. The focus lies on flexibility, so that within today's building process the resident can once again be involved in building their own home according to the ideology of Open Building, thus preventing future vacancy. The facade of vacant buildings built before 2000 needs to be upgraded as 75% of these existing buildings are energy inefficient. For this reason, this research will focus on whether the installations with its distribution can be solved in a generic facade module, which will result in an energy neutral building with flexible floor plans. These facade modules must provide distribution of the installations to create floor plans which minimise obstacles and structural interventions within the existing structure. To achieve this within existing office typologies, a comparison between different typologies is done to find similarities. Within these boundaries, units are designed, for which new facade module principles can be created, and one can examine which installations are needed to create energy neutral apartments according to NZEB calculations. This results in a list of several possible facade modules for upgrading the existing and future vacant office buildings in the Netherlands.

KEYWORDS: *Flexibility, Installations, NZEB, Office vacancy, Open Building, Zero energy buildings*

I. INTRODUCTION

The renowned Dutch architect Habraken said that 'Mass-produced housing is only successful if residents are excluded from the construction process, because then the individual lifestyle of residents do not have to be taken into account.' (Habraken, 1961) This statement still has relevancy today since residents continue to be excluded from the mass-housing construction process. The aim of Open Building is to combine the advantages of mass-production without excluding the residents by incorporating Habraken's solution to separate the support from the infill with Brands layers of time (Brand, 1994). Hereby the architect is the master of the support, whereas the resident is the creator of his own infill. This innovative way of designing generates a set of challenges, which will be explored in this paper.

1.1 Problem statement

According to the current state of affairs at statistics (CBS, 2020), there is a rising housing shortage in the Netherlands, which currently stands at 315,000 houses. While in contrast, there are 3.3 million square meters of vacant Dutch office space (CBS, 2019). Due to new regulations from the Dutch government, square meters of office vacancy will increase since more office buildings built between 1950 and 2000 will not achieve the energy label C before 2023. According to a 2021 survey of the Economic Institute of Construction, EIB, 37% of the existing square meters of Dutch office space will not meet this new requirement and therefore these buildings can no longer function as offices. This raises the question of what should be done with these buildings. The lack of flexibility in these existing office buildings is encouraged by the current linear economy. Demolition of a building is seen as a sensible solution when the demands within a society changes. Nevertheless, reusing a building avoids 50-75% of the embodied carbon emissions that an identical new building would generate (Brockman and Naganuma, 2021). For this reason maximizing flexibility and future adaptability of the existing building stock would arguably have the largest impact on the reduction of CO₂ emissions, thus aiding in meeting the Paris Agreement goal to be CO₂ neutral before 2050. The Dutch government initiated this by having

the current new buildings comply with the Nearly Zero-Energy Buildings, NZEB, regulations. The NZEB regulations focus on the moment of completion for static buildings. However, from a flexibility point of view, this is difficult to determine because at the time of completion it is unknown what will take place behind the facade, much less what will take place behind it in the future. This raises the question of whether flexible buildings could possibly be energy neutral according to today's regulations.

1.2. Research Question

To combat the existing Dutch office vacancy, research will be conducted into how these existing office buildings can be transformed into energy neutral, flexible, and future adaptive dwellings by upgrading the existing facade with a generic module applicable to different office typologies. To accomplish this, the following research question has been formulated. *How can a generic facade module with integrated installation distribution elevate the design of flexible floor plans, when transforming an existing vacant Dutch post war office building to energy neutral dwellings?* To answer this question, five sub-questions are formulated. 1) *What are the restraints of different existing Dutch post-war office typologies?* 2) *What are the minimum and maximum possible rental spaces within the boundaries of existing Dutch post war offices to create dwellings suitable for the different Dutch post-war office typologies?* 3) *How are the installations distributed in renovated buildings that have been transformed to Open Buildings?* 4) *How can flexible and adaptable Open Buildings be energy neutral according to the NZEB calculation tool?* 5) *Which heating, ventilation, hot water, and energy generating systems are available in the current market that could help achieve energy neutral dwellings?*

1.3. Methods

To compose an applicable generic facade module for different office typologies, the research paper will be split into three parts. The first part analyses the structure of three different vacant office buildings in the Netherlands that are in need of a transformation, due to the fact that they are neglected in current society and have a negative impact on the environment due to energy inefficiency. These analyses will be a tool for finding common ground for the dimensioning of the facade modules on a construction level. This section will answer the first sub question as stated in 1.2. The second part is a combination of research by design and learning from previous Open Building transformation projects. With research by design a universal unit in length, width and height can be determined that is applicable for the various analysed vacant Dutch office typologies. These units need to fit within the boundaries of the existing Dutch vacant offices but also need to meet at least the dimensions of the current building regulations for the smallest dwelling typologies, studios. In order to get a realistic and clear understanding of the installation principles within Open Buildings, case studies will be analysed. The selected case studies must consist of finished renovation projects. This section will answer the second and third sub questions. The third part consists of market, literature research, and calculations. This will divine the needed installations and installation space per module per unit, which were established in the previous chapters. The installations are weighed up against each other by means of pros and cons, with prioritisation on sustainability and minimum space occupation. This section will answer the fourth and fifth sub questions. In conclusion, the main thematic research question will be answered, and a list with options for a generic facade module will be made.

II. DUTCH POST-WAR OFFICE STRUCTURES

In the design context, office buildings built in the Netherlands between 1950 - 2000 must be transformed to prevent further areas being added to the already 3.3 million square meters of vacant office space. These buildings often have shared typologies, and therefore a fitted solution for multiple Dutch post-war offices is possible. For this research three different typologies of office buildings will be analysed: the Bruggebouw in The Hague being a bridge typology, The Taxoffice

in Leeuwarden being a slab typology, and De Knip in Amsterdam being a tower typology. These buildings and their typologies were chosen for this study because today's society already calls for a transformation of these buildings.

2.1. Typologies

By comparing the three typologies' common boundaries, limitations, and opportunities will be found, to upgrade the existing facade to energy neutral dwellings. These typologies consist of concrete cores with vertical transportation, occasionally with extra steel support within the facade, which are needed to stabilise the buildings. The bridge typology consists of a vertical grid structure with two piers placed next to each other every 3600 mm. Between these piers, small pre-fabricated concrete elements distribute the forces down to steel trusses that bridge over the roads; these eventually end up in the foundation. This structure is stacked up on each other every 3600 mm. The slab typology consists of a vertical grid structure of 3600 mm with concrete columns. The floors are carried by concrete beams arranged in the horizontal direction. This structure is stacked up on each other every 3600 mm, except for the ground floor. The ground floor distributes the force to the foundation with the use of several funnel shaped concrete columns. The tower typology consists of a vertical grid structure of 7200 mm with a shift in column placement on both sides of the tower. These concrete columns are assisted with an extra row of concrete columns placed in the middle on a 7200 mm horizontal grid to distribute the loads to the foundations. On top of this middle row of columns, the floor is thickened and a concrete slab is placed on each column to strengthen the surface areas. For clarification on dimensions see Figure 1 and further specification in Appendix 1.

2.2. Criteria

By combining the different typologies, a set of rules can determine the criteria for the facade extension, Figure 1. Within the structure, every building typology has their floor levels placed every 3600 mm apart from each other. The columns meet at least every 7200 mm. The maximum area thicknesses for potential connections to the existing structure are vertically 500 mm and horizontally 330 mm.

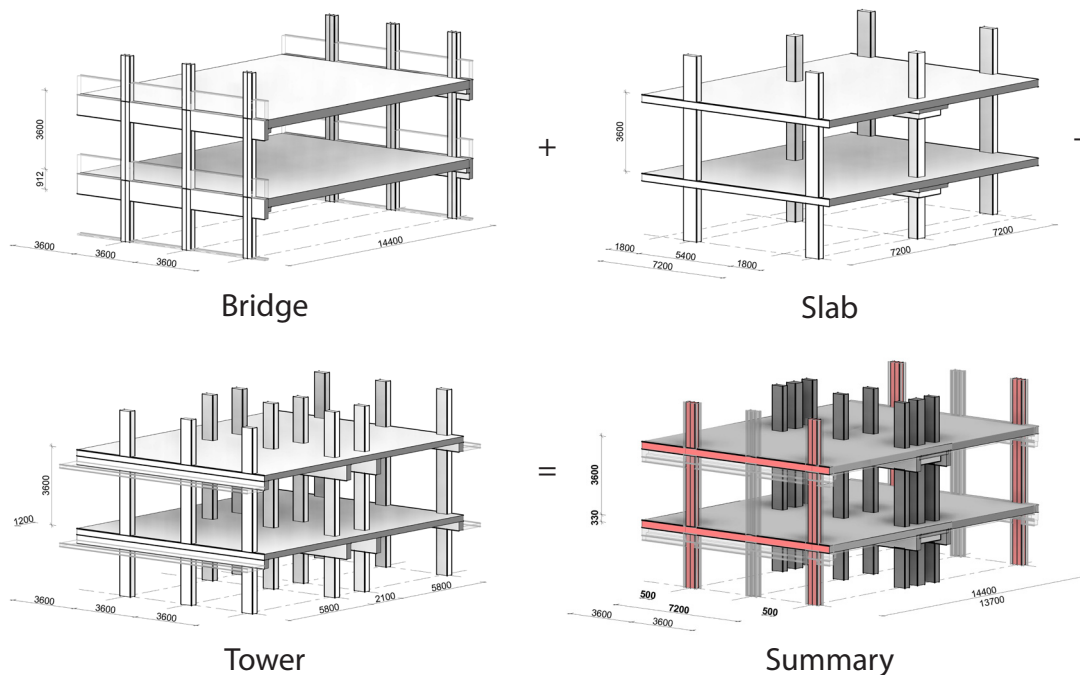


Figure 1 Results of the different typologies (Own ill. 2021)

III. ENERGY NEUTRAL

In Europe buildings are the single largest energy consumers, responsible for approximately 40% of the EU's energy consumption and 36% of the greenhouse gas emissions. At this moment, about 35% of the EU's buildings are over 50 years old and almost 75% of the building stock is energy inefficient. Renovation of existing buildings can lead to significant energy savings, as it could reduce the total energy consumption of the EU by 5-6%, and reduce CO₂ emissions by approximately 5%. Unfortunately, 1% of buildings are renovated every passing year (EU commission, 2021).

Newly-build houses in the Netherlands already have to comply with the stricter NZEB rules, but this does not apply for renovation projects. These regulations are transitional towards the goal of being energy neutral by 2050, if this is achieved a 15% reduction in energy consumption in the Netherlands will be accomplished. An energy neutral building means that a building needs a very low amount of energy and that what is needed is obtained from renewable sources, resulting in the energy label A++++ (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, no date). Energy must be produced in, under, or close to the building. However, the implementation of energy neutrality in the existing building environment is a more challenging task compared to new construction because of the boundaries set by the existing buildings. In addition, these measures also pose problems for the concept of an Open Building because the rules are based on static buildings with fixed layouts, and flexible floor plans contradict this.

3.1. Building Restrictions For Function, Floor Plan, And Facade

To transform an existing rigid office building into adaptive and flexible apartments, certain preconditions should be determined, for which an in-depth scheme can be found in Appendix 2.

1. The minimum regulation of the Dutch Building Decree for new offices and dwelling functions should be adhered to;
2. Newly-fixed shafts in existing structures must prevent additional constructive interventions, therefore the new facade module should integrate vertical installation distribution;
3. The depth of the modules should be determined by the maximum range of daylight that can enter the building. A study shows that daylight reaches 7200 mm into a building when a window opening is as high as the ceiling (N. Dodd and S. Donatello, 2020);
4. The facade openings for the entry of natural daylight must be kept as large as possible. Minimum 10% of the complete area according to the current Dutch Building Decree;
5. For this research apartments and offices will only be accessible with the use of single centralized corridors;
6. The minimum unit size per generic facade module, that is applicable within multiple typologies, should be determined. These units will ensure the minimum boundaries of the flexible floor plans in the construction and calculation process.

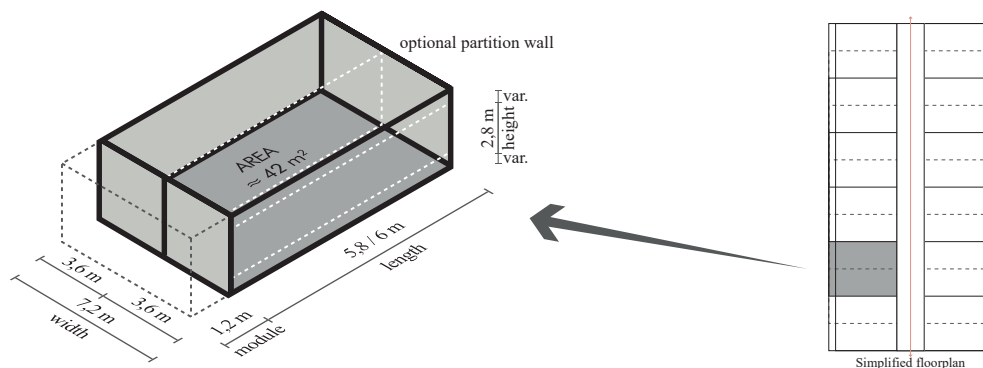


Figure 2 Unit result of the restrictions (Own ill. 2021)

Using a spacious centralized corridor of 2400 mm, the maximum depth of the facade module becomes 1200 mm deep because the total width of the widest office typology is 14400 mm. The minimum dimensions of the units behind a facade module that can be rehearsed in the three typologies are shown in Figure 2 and further specification in Appendix 3.

3.2. Open Building Installation Distribution Principles

Four different Open Building projects that transformed an existing building are being analysed. These four case studies were chosen because of their location in the Netherlands, the fact that they are renovations rather than newbuilds, and that they have been realised and were designed by different architects for different clients, all according to the principles of Open Building. The results will show the different possible distribution principles of the installations. This gives an overview of possibilities on how to connect the installation distribution within the facade module to the flexible open floor plans of Open Buildings. The outcome results in three different distribution categories that can provide guidance within the design process: piping for water distribution, ventilation for air distribution, and shafts for vertical installation transportation. In-depth analyses of the different case studies can be found in Appendix 4.

In more rigid buildings where the residents buy the apartments during the design process and are involved within the building process, the pipelines are poured in screed as a cheaper but less future-proof solution. A more flexible solution is to use raised floors. In this case, the architect decides to design up until the front door of the apartments so future residents could design their own floor plans. Flexibility in pipelines is therefore needed to reconfigure and adapt to its unknown future.

Ventilation ducts are hidden behind lowered ceilings or are left in sight, depending on the architect or resident's preference. The consideration between natural ventilation supply through grilles within the facades or total mechanical ventilation, and everything in between, strongly depends on the building and its design. However, placing grilles within the facade does not occupy any floor plan space, requires fewer ducts, and is more affordable.

The vertical transportation of the installation distribution can be done in two possible ways within an Open Building: centralized or on a circulized grid. This depends on the size, shape, and penetration possibilities of the building. Centralizing creates a few large shafts, whereas shafts placed on a circulized grid result in more shafts but in smaller sizes. In order to connect to the Open Building installation principles, the facade module should have a raised floor for flexible horizontal distribution for pipes, and should reserve space for shafts for vertical distribution. Dimensions of the respective installation distribution depend on the selected installation systems and are building-specific. This must be taken into account in the design process.

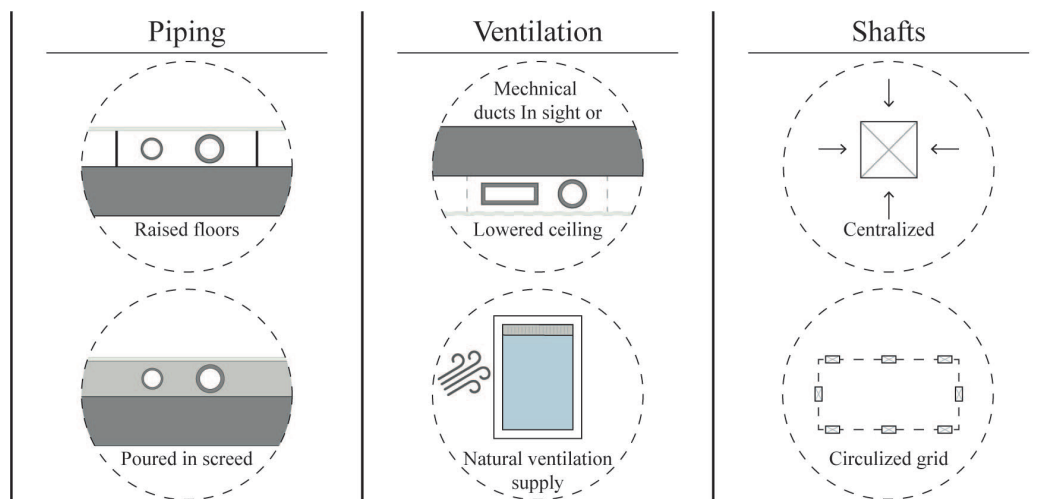


Figure 3 Results after analysing different transformed Open Building projects (Own ill. 2021)

3.3. Installation Criteria

Due to the great diversity of possible installation solutions, guidelines must be established in advance to create a selective list of installations. An important factor to secure future adaptability is to include the transition within society from a linear economy to a circular economy. Therefore, the installation used for the facade modules, which are necessary to create zero energy Open Building apartments, must meet the following criteria: produce no CO₂ emissions when in use, not be bound to the ground level, and be balanced between efficiency and size. According to the UNIEC 3.0 calculation tool, the following installation groups have influence on the energy consumption of a building: heating, domestic hot water, ventilation, cooling, solar water heater, photo voltaic termical (PVT), and wind energy. Per group, different systems are possible, but only a few meet the pre-defined criteria, Figure 4.

Heating	Heat pump (electric), Heat pump (gas-engine), Heat pump (gas-absorption), External heat supply, Local heating (electric), Central heating boiler (biomass), Central heating boiler (electric), Central heating boiler (gas), Boiler (oil), Heater (biomass), Heater (gas), Heater (oil), Central direct-fired-air heater (gas), Central direct fired air heater (electric), Local direct-fired air heater (gas), CHP (micro), CHP (other), Steam boiler (gas) and Steam boiler (oil).
Domestic hot water	Heat pump (electric), Booster heat pump (electric), Heat pump (gas), External heat supply, Boiler (electric), Boiling water appliance (electric), Thermal Battery (electric), Close-in-shower, Central heating boiler (electric), Cental heating boiler (biomass), Central heating boiler (gas), Boiler (oil), Geyser (gas), Boiler (gas) and CHP
Ventilation	A – natural supply and disposal ,B – mechanical supply and natural disposal, C – natural supply and mechanical disposal, DC – mechanical supply and disposal – central, Dd – mechanical supply and disposal – decentralized, E – Combined Systems
Cooling	Compression cooling (electric), Compression cooling (gas), Cold storage (groundwater), Cold storage (bottom), Cold storage (surface water), Dew point cooling, External cold supply, Absorption cooling (gas), Absorption cooling (external heat supply), Absorption cooling (CHP) and Booster heat pump
Solar water heater	Preheater solar water heater and Solar boiler with integrated reheating
PV(T)	PV, PVT uncapped and PVT covered
Wind energy	

Figure 4 List of installations that meet the pre-defined criteria (Own ill. 2022)

3.4. NZEB Calculation Module

Generating energy within the boundaries of the facade module and also achieving energy label A++++ with the previously described subdivision of the existing office typologies proves impossible with the current technical solutions on the market. However, research shows that solar energy is the most promising renewable energy source of the future (Folk, 2021). For this reason, the number of square metres of solar panels required per module on the roof or in the vicinity will be calculated. Based on space saving, the focus within the different ventilation groups will be on natural air supply and mechanical air disposal, group C. Ventilation supply grills in the facade save floor plan space and does not consume energy. For closed constructions, the minimum new-build requirements of residential construction for RC-values are adhere to, which includes floor 3.70 m²K/W, facade 4.70 m²K/W, and roof 6.30 m²K/W. HR+++ glass should be used for transparent constructions, to lose as little energy as possible. To maintain a high degree of freedom within the design, fixed values or indications that values are still unknown should be used within the UNIEC 3.0 calculation tool. In this manner, a positive outcome is later achieved when specific installations are chosen since these fixed and unknown values are based on worst-case scenarios.

For the time being, the facade module combines an electric heat pump for heating, an electric heat pump with an integrated storage vessel for domestic hot water, and ideally placed monocrystalline silicon panels to generate energy. With 17 m² of solar panels per allotted unit per facade module, an A++++ energy label can be achieved. The groups of cooling and solar boilers do not appear to have any added value in this case. An in-depth calculation can be found in Appendix 5.

3.5. Present Day Installation Solutions

Combining installations into compact energy modules is a relatively new way of upgrading the existing building stock. Nevertheless, several products from different manufacturers have already been launched and tested. Market research is needed to enable more specific calculations in the next chapter and to generate guidelines for the required space dimensions for the installations. This energy module must at least have integrated the installations of the aforementioned chapter. The outcome of this market research to begin the NZEB calculations led to the choice of a newly compiled energy module based on the Wattz-In all-in-one-module. The decisive factor is the compact dimensions of 1200x765x2300 mm compared to the other energy modules. The energy module is placed in the facade module, so the required outdoor unit of 840x330x880 mm can be integrated on top of the energy module, Figure 5. An in-depth comparison can be found in Appendix 6.



Figure 5 Composed energy module (ABB, 2022) (Ecodan, 2022) (TECE, 2022) (Zehnder, 2022)

3.6. NZEB Calculations Typologies

By filling in the product-specific properties, the result per facade module is that only 13 m² of solar panels are needed per parceled unit. To double-check, the three different office buildings have been maximally reallocated with these units within the existing building boundaries and the new facade module properties. This shows that energy label A++++ can be achieved for all three buildings in which the number of solar panels is variable. This is due to the difference in accessibility per building and the maximum number of modules. In-depth calculations and installations chooses can be found in Appendices 7, 8, 9, 10, and 11.

- Bruggebouw Den Haag, 140 modules, 2612m² roof surface, 1635 m² of solar panels;
- Tax office Leeuwarden, 133 modules, 1276m² roof surface, 1440 m² of solar panels;
- De Knip Amsterdam, 360 modules, 1758m² roof surface, 4565 m² of solar panels.

3.7. Facade Module Options

As a result of the knowledge gained in the previous sections, there can be five possible principles for developing a facade module, which are further clarified in Figure 6.

- Option 1: adaptation, using the composed Wattz-In energy module, but the accessibility of the installation is adapted by placing the doors on the short side. The shafts are on either side;
- Option 2: integration, the composed energy module will be placed on one side with the shaft

- on the other;
- Option 3: centralisation, the composed Wattz-In module is used, but the outside unit is turned 90 degrees in relation to the rest of the installations. The shafts are on either side;
- Option 4: combination, where the composed Wattz-In energy module is combined with the shaft on the same side;
- Option 5: zonation, where only the vertical distribution of pipes runs through the shafts in the facade module. By means of zoning in the floor plans, the required installation will be centralised by the corridor.

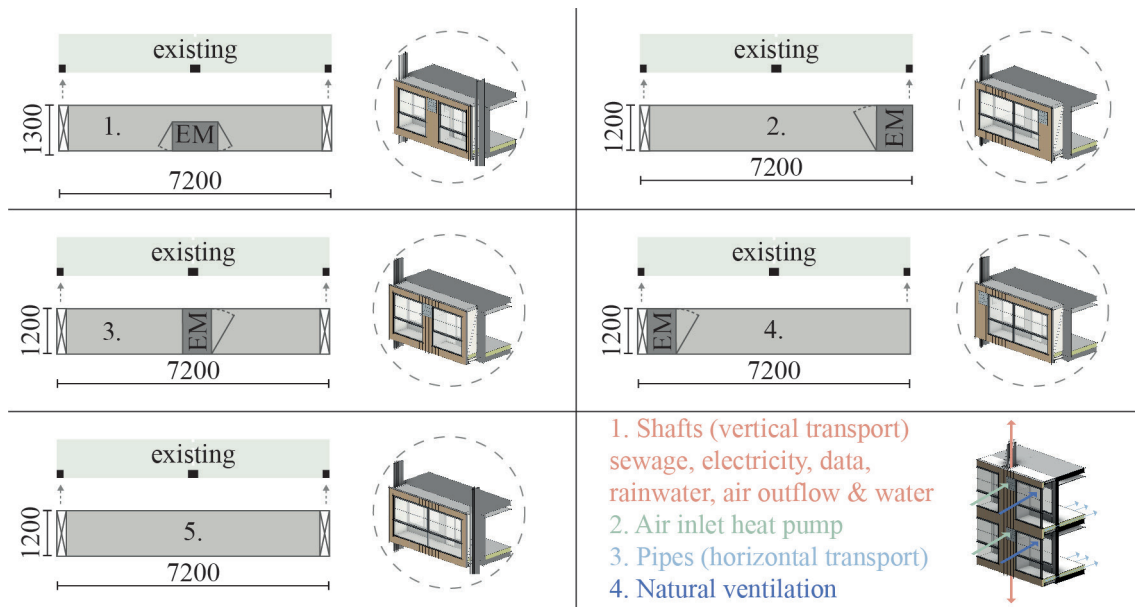


Figure 6 Facade module solution principals (Own ill. 2022)

VII. CONCLUSION

Before concluding the main thematic research question given in the introduction: *How can a generic facade module with integrated installation distribution elevate the design of flexible floor plans, when transforming an existing vacant Dutch post war office building to energy neutral dwellings?*, it is important to understand that the research aims for a potentially new principle based on current existing products and regulations to transform the existing vacant building stock. Since not every office building between 1950 and 2000 covers the same typology, a summary of limits and possibilities has been determined with similarities. These similarities in conjunction with the installation principles of Open Building provide the basis for the possible solution for a generic facade module. These options are then based on the products on the current market with the additional Dutch regulations. Since the construction sector is still in the early stages of transitioning to a circular economy, it is logical to consider that several new options and adaptations will be added in the near future. In addition, with the use of the UNIEC 3.0 tool, the research shows that a flexible and energy neutral building can be achieved with the use of reallocated units. However, this is based on fixed values or assigning them unknown, which results in an overcompensation of installations to achieve a flexible energy neutral apartment. A reconsideration of the calculation of energy neutral buildings by the government would therefore be desirable to promote flexible buildings. For this reason, the paper cannot give a final end-product. Further research has to be done into the constructive aspects of the facade module, the final composition of the energy module, and material use. In the end, prototypes should be made to be able to make a definite decision.

REFERENCES

1. Alexander, C. (1977). *A Pattern Language, Towns, Building, Construction*. New York: Oxford university press.
2. Arnoldussen, J. and King, J. (2021). *Stimuleringsmaatregelen verplicht energielabel voor kantoren*. Economisch Instituut voor de Bouw.
3. Barzilay, M., Ferwerda, R., & Blom, A. (2018). *Predicaat experimentele woningbouw 1968 - 1980*. Den Haag: Rijksdienst voor het cultureel Erfgoed.
4. Bosma, K., Hoogstraten, D. v., and Vos, M. (2000). *Housing for the Millions, John Habraken and the SAR (1960-200)*. Rotterdam: NAI publishers.
5. Brand, S. (1994). *How Building's learn: What happens after they're built*. New York: Viking Press.
6. Brockman, C. and Naganuma, L. (2021) Combating climate change: A study on embodied carbon. [online] Available at: <https://www.greenbiz.com/article/combating-climate-change-study-embodied-carbon>. (Accessed: 20-12-2021)
7. Cuperus, Y. (2001). *An introduction to open building*. [online] Available at: https://www.researchgate.net/publication/237116327_AN_INTRODUCTION_TO_OPEN_BUILDING. (Accessed: 20-12-2021)
8. Dodd, N. and Donatello, S. (2020) *Level(s) indicator 4.3: Lighting and Visual Comfort*. [online] Available at: [https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2020-10/20201015%20New%20Level\(s\)%20documentation_Indicator%204.3_Publication%20v1.0.pdf](https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2020-10/20201015%20New%20Level(s)%20documentation_Indicator%204.3_Publication%20v1.0.pdf). (Accessed: 20-12-2021)
9. Folk, E. (2021) *What the Future of Renewable Energy Looks Like* [online] Available at: <https://earth.org/the-growth-of-renewable-energy-what-does-the-future-hold/> (Accessed: 11-01-2022)
10. Habraken, J. (2011). *Definieren en loslaten / interview met John Habraken*. (K. Havik, & H. Teerds, Interviewers)
11. Habraken, N. J. (1961). *De dragers en de mensen: Het einde van de massawoningbouw*. Amsterdam: Scheltema en Holkema.
12. Habraken, N. J. (1970). *Aap, noot, mies, huis. Three r's for housing*. Amsterdam: Scheltema & Holkema.
13. Hall, F. and Greeno, R. (2017) *Building services handbook*. 9th ed. London: Routledge Taylor & Francis group
14. Hoogstraten, D. (2020). *Master of Your Own Home, Time and Hierarchy in the Housing of John Habraken and the SAR*. Delft: TU Delft.
15. Jürgenhake, B. (2016). *De gevel- een intermediair element tussen buit en binnen. Over het tonen en vertonen van de twintigste-eeuwse woongebouw in Nederland*. Delft: ABE.
16. Kendall, S. (2003). *An open building strategy for converting obsolete office buildings to residential uses*. [online] Available at: <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-349f2739-1fc9-43ec-9a6a-aec93c42717f.pdf>. (Accessed: 20-12-2021)
17. Kendall, S (2016). *Notes on open building*. [online] Available at: <http://drstephenkendall.com/wp-content/uploads/2017/01/NOTES-ON-OPEN-BUILDING.2-copy.pdf>. (Accessed: 20-12-2021)
18. Luthi, S., and Schwarz, M. (Directors). (2013). *De Drager* [Motion Picture].
19. Open Building.co. (2021). *Manifesto*. Available at: <https://www.openbuilding.co/manifesto> (Accessed: 20-12-2021)
20. Schouten, S. (2017) *De circulaire economie: waarom productie, consumptie en groei fundamenteel anders moeten*. 2nd ed. Amsterdam: Leesmagazijn.
21. Van der Werf, F. (1993). *Open ontwerpen*. Rotterdam: Uitgeverij 010.
22. Zuidema, M. (2010). *Kantorenleegstand*. [online] Available at: https://www.eib.nl/files/Kantorenleegstand_Probleemanalyse%20en%20oplossingsrichtingen.pdf. (Accessed: 20-12-2021)

APPENDIX

- 1. Office Typology Analyses**
- 2. Research Development**
- 3. Research By Design Office Typologies**
- 4. Open Building Analyses**
- 5. Calculations Module Unknown Installations**
- 6. Comparison Energy Modules**
- 7. Installation Combination Scheme**
- 8. Calculations Module Specific Installations**
- 9. Calculations Bridge Typology**
- 10. Calculations Slab Typology**
- 11. Calculations Tower Typology**

1. OFFICE TYPOLOGY ANALYSES

To deal with vacancy amongst existing offices, three different (upcoming) vacant building will be analysed. This will result in three different typologies where a solution is design for. These three case-studies are: Bruggebouw Oost in The Hague designed by Zwarts & Jansma completed in 1999, De knip in Amsterdam designed by Abe Bonnema completed in 1994 and the tax office in Leeuwarden designed by Piet Zandstra, de Clerq & Partners completed in 1970. The analyses will first dive into the layout and function of the structure. What is used in this certain typology? What measurements have been used to create these buildings? Secondly the analyses will dive into the installations. What have been used within these building to create comfort? Where are the shafts placed to accommodate the distribution of these building services? And last but not least what restrictions will follow out of these analyses per typology? What have to be taken into account when transforming these buildings to flexible dwellings?

All these questions will be answered within the criteria defined by Stewart brand. These will give the following criteria per case study:

1. Structure
2. Skin
3. Services
4. (Flexible) Infill

To get even more information out of these case studies the following criteria have been added:

5. Accessibility
6. Adaptability
7. Outside space

These analyses will all be based on floorplans and sections. Beside that every case study will focus on something that stands out and makes it different from the others, like a detail.



Bruggebouw Oost



Belastingkantoor



De Knip

BRUGGEBOUW OOST DEN HAAG

Structure

The Bruggebouw Oost in The Hague has been designed by Zwarts en Jansma and completed in 1999. Although the building is just over 20 years old it is already vacant. The plans for now are to renovate the building for the upcoming 6 years and to demolish it afterwards. This building distinguishes itself from others by the placement over a busy highway (A12). To make this possible the construction consists of two big trusses on either side of the longest part of the rectangular shaped building. The trusses have a total length of 133600 mm and 124000 mm and are being held in place by several steel columns placed on the ground floor. The trusses have a height of a complete storey, 3600 mm. The height of 3600 mm is repeated on every level except for level 5, which is 5400 mm in height. The trusses are connected with vertical steel trusses on the outside of the facade and in collaboration with three concrete cores the stability of the whole building is achieved. Between the cores prefabricated concrete 200 x 3600 mm wall panels have been placed in the facade between the vertical grid of 3600 mm. With the use of the prefabricated concrete elements with an attached beam the floors are being held up. Besides the three different cores a separate stability wall has been placed in the total width of the building, 14400 mm. On one side of the building a parking garage is placed with the use of sheet pile profiles until the depth of the same A12 the building is placed above.

Skin

The structure does not only contain the function of carrying the loads of the building but also gives the building character. The big trusses are clearly visible and the three concrete cores form the entrances of the building. The concrete prefabricated elements in between the columns are tucked away behind closed orange / dark blue curtain wall elements, which creates a repetition in the facade and shows where all the levels are placed. The steel trusses that have been placed within the vertical directions aren't tucked away either. Between the structural elements the gaps have been filled with as much glass as possible from 860mm from the floor up until the ceilings placed at 2700mm from the floor up. The leftover places in the facade are finished with corrugated steel plates and are the places where the main installations are situated for the whole building.

Services

The services throughout the building all have been centralized in different places within the building. The shafts for water pipes have been placed near the toilets in the three different cores within the building. The ventilation shafts are also placed near or in the cores and the ducts get to the different office spaces underneath a lowered ceiling.

Accessibility

All the offices are accessible from the different cores. The right core goes up until the highest point of the building and consists of a staircase and three elevators, which also goes down into the two parking garage layers. The middle core goes up until the fifth floor and consists of two elevators and a set of stairs. The most left core goes a bit higher to the sixth level to accommodate extra installations. This core only consists of a staircase nowadays.

Structure detail

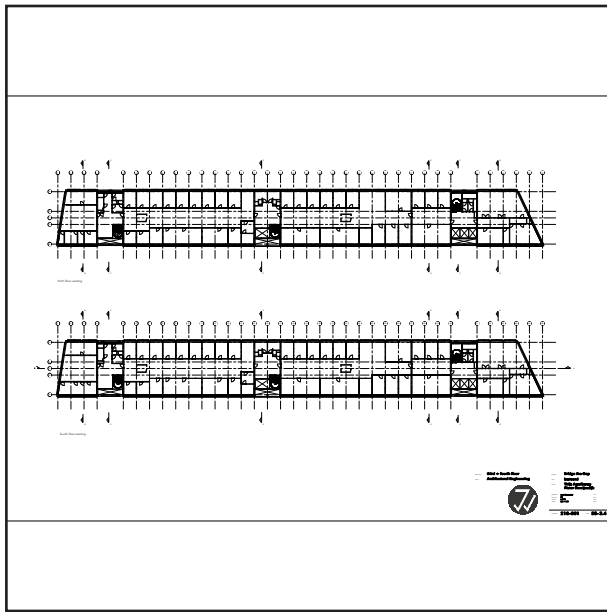
This structure detail shows how the floors are being carried by the prefabricated concrete facade elements. These elements are loadbearing and are the reason for the open floorplans behind the facade.

Interieur Flexibility

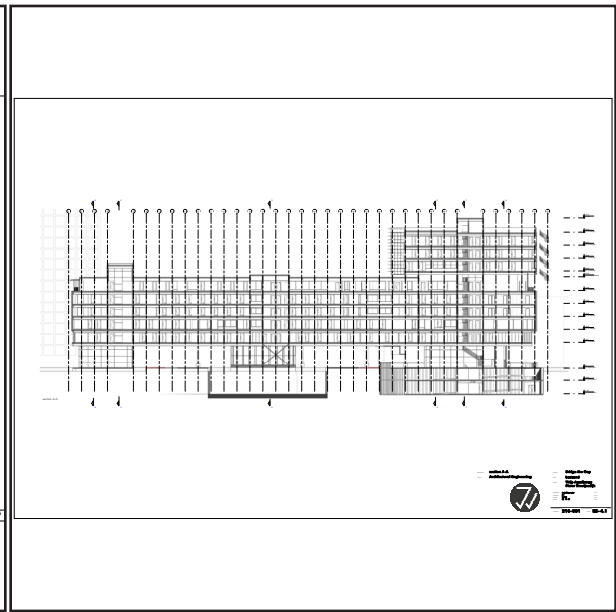
The interior of the offices are very flexible with five big spaces without any interference of any shaft or column. The spaces are 14400 mm in width and differ from length from 10800 mm - 18000 mm - 36000 mm.

Outside space

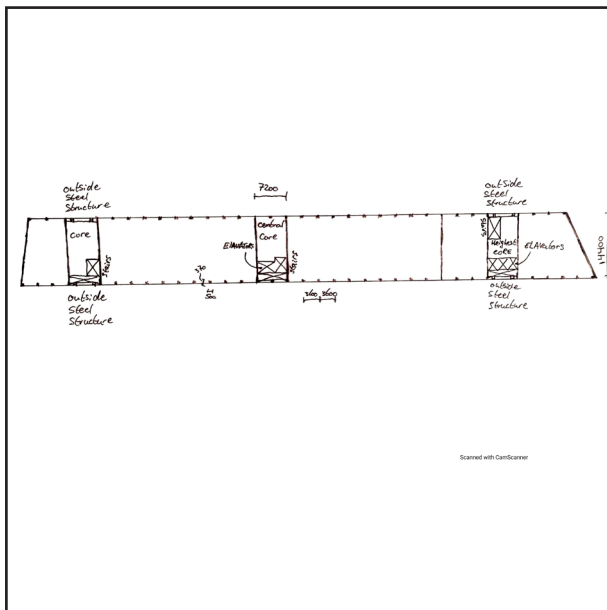
Within the used floorplan there is no outside space visible. Only on the fifth floor there is some outside space around the whole building except the cores. These are placed to clean the windows and have access to certain parts of the installations.



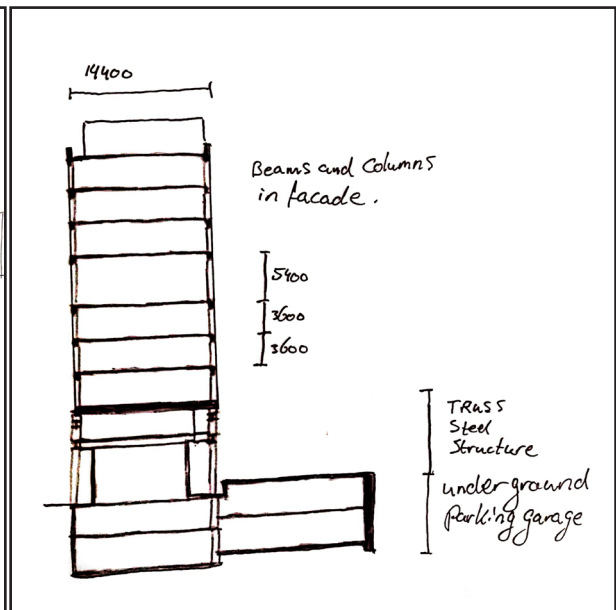
Basis floorplan



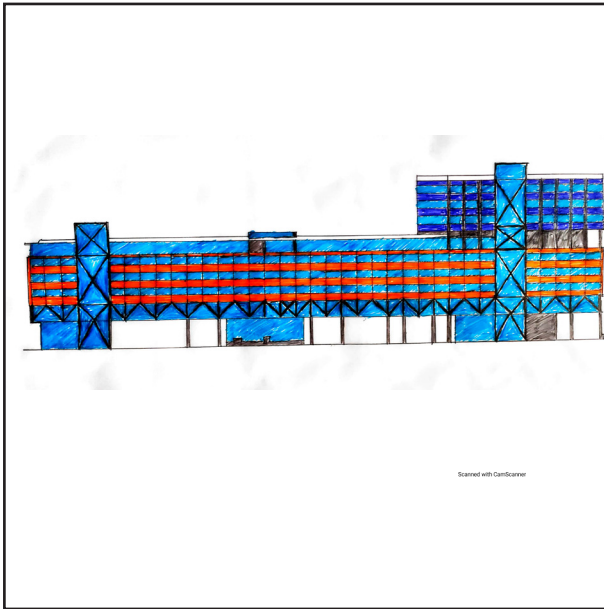
Basis section



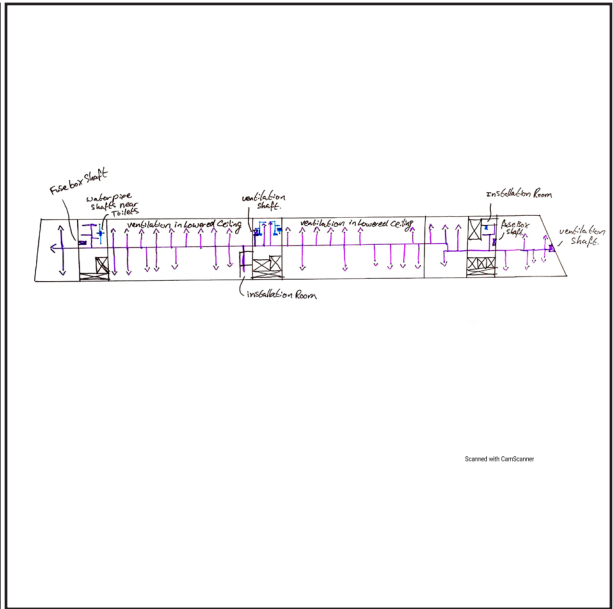
Structure



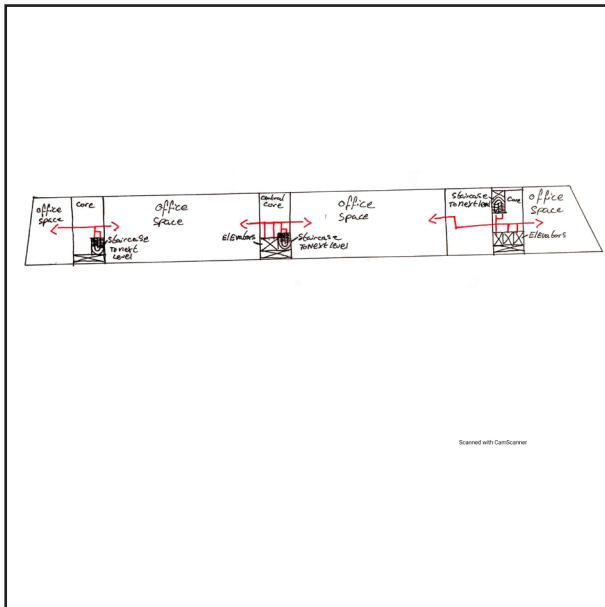
Structure



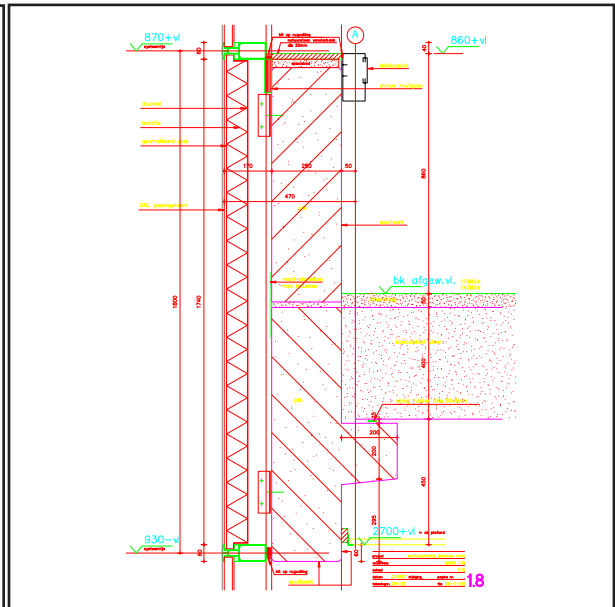
Skin



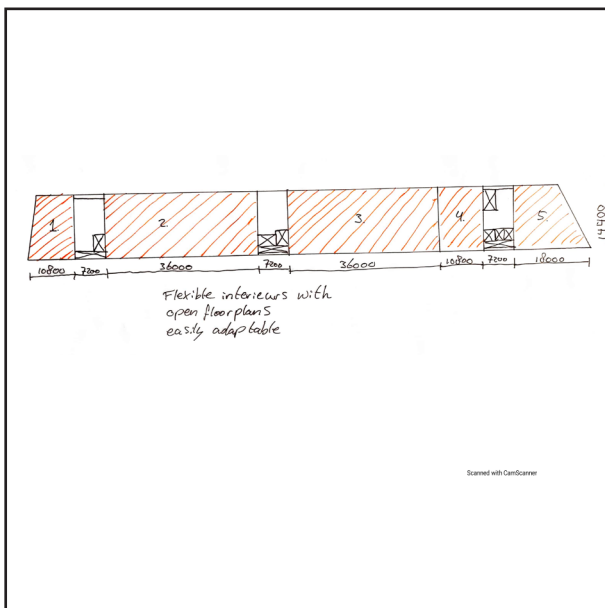
Services



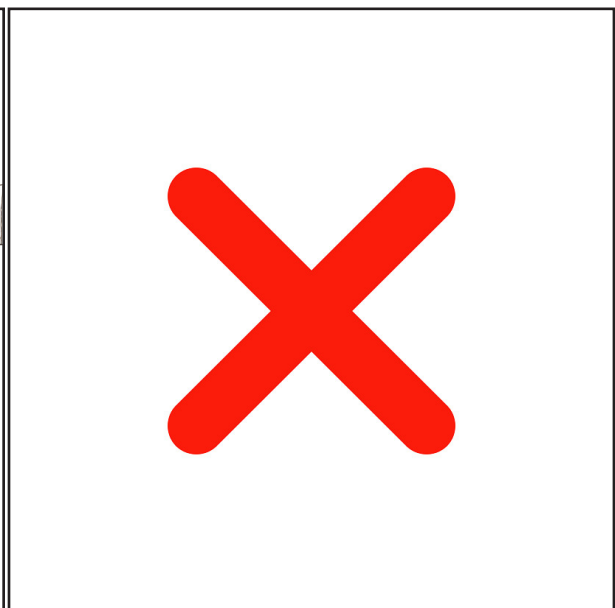
Accessibility



Structure detail



Interior flexibility



Outside space

DE KNIP AMSTERDAM

Structure

De Knip in Amsterdam has been designed by Abe Bonnema and completed in 1994. Even Though the building is still in use the municipality want to redevelop the building. So a transformation is asked for after just 27 years. The office complex consist of four different buildings but in this analyses the focus will be on the main tower. The structure of the building is built up out of a concrete column structure place on a grid that differs between 1800 mm and 7200 mm in a vertical way and placed on three grids with a 7200mm distance between each other. To create stability between the two different slab like towers three cores have been placed. The main one connects both the wings in the middle, consisting of concrete walls and elevator cores with a total width of 17300 mm. The other two cores are placed at the end of the wings also made out of concrete with a total width of 14400 mm. The levels are placed every 3600 mm consisting of concrete floors thickened at the middle columns and laying on the beams within the facades.

Skin

The clear grid structure is also visible from the outside of the building due to the repetitive placements of windows and the places left between them. The cores are also opened up at the end of the building with big curtain walls going from the ground floor up till the top. The entrance of the complete building complex is made clear with a double story curtain wall.

Services

The installations within the building are distributed from core to core in the middle of the wings. In the core are the vertical shafts that are needed to distribute the needed pipes and ducts for the whole building. The ventilation ducts are placed within a lowered ceiling and the output of the air is distributed evenly within the office spaces.

Accessibility

The building is reachable with the three cores. The middle one can be seen as the main core which has seven elevators going up and down the building. The other two cores on the end of the wings also have a staircase but would preferably be used for an emergency or skipping to just one or two levels. In the left core an freight elevator is placed next to the staircase which indicates that this core is being used to facilitate the whole building.

Service distribution

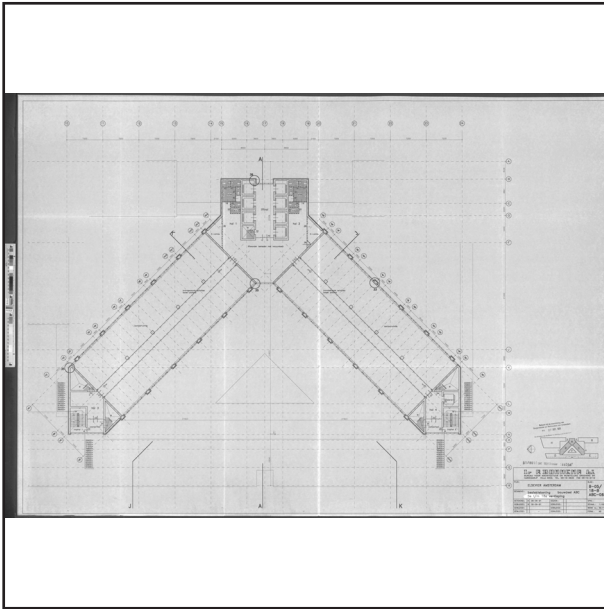
Within the ceiling plan it becomes clear how the ducts are hidden above the ceilings and are evenly divided within the flexible and adaptable office spaces.

Interieur Flexibility

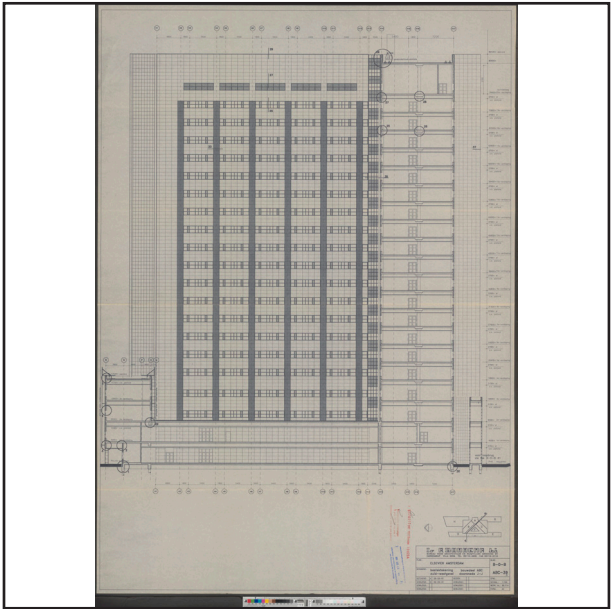
By using columns in the facade and the added row in the middle a lot of free open space is created. By then placing the shafts within the cores instead of the office area there will be nothing in the way of any walls that will be placed. The two wings in this sense creates two evenly flexible and adaptable spaces of 37800 mm by 14400 mm.

Outside space

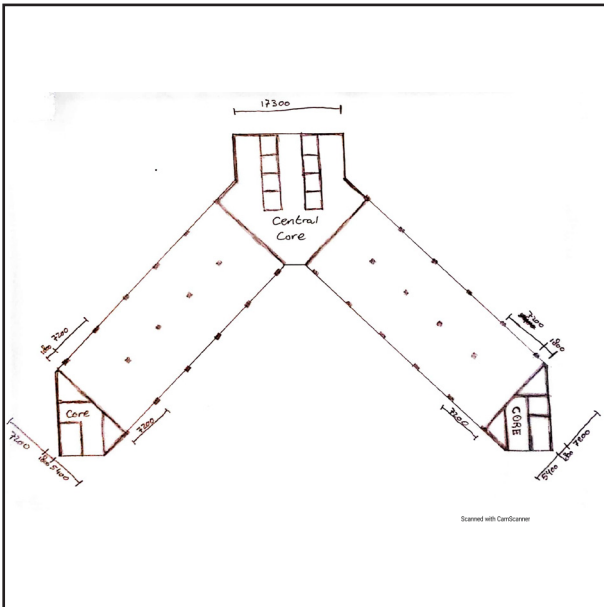
Within the used floorplan there is no outside visible. Through the whole complex there are some outside places but mostly situated on the ground floor level.



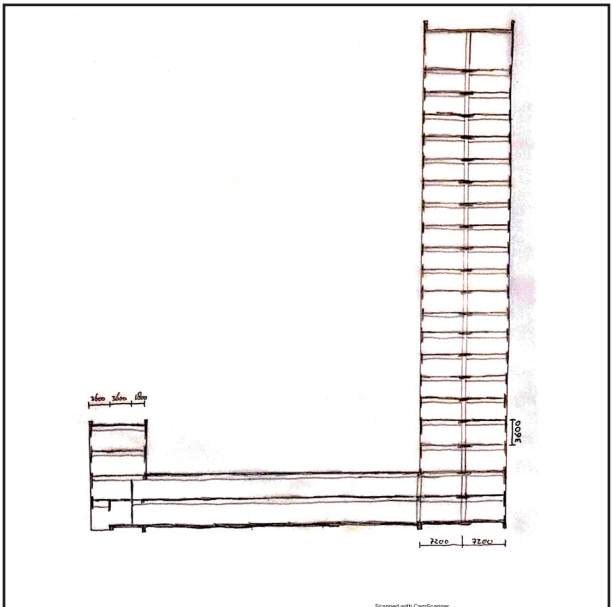
Basis floorplan



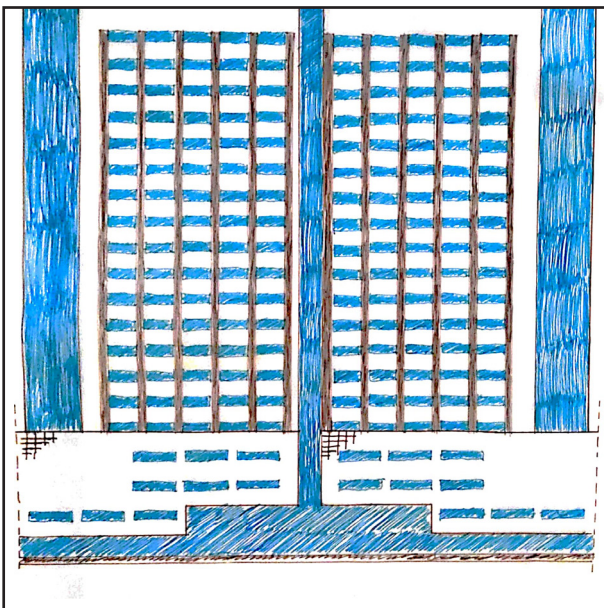
Basis section



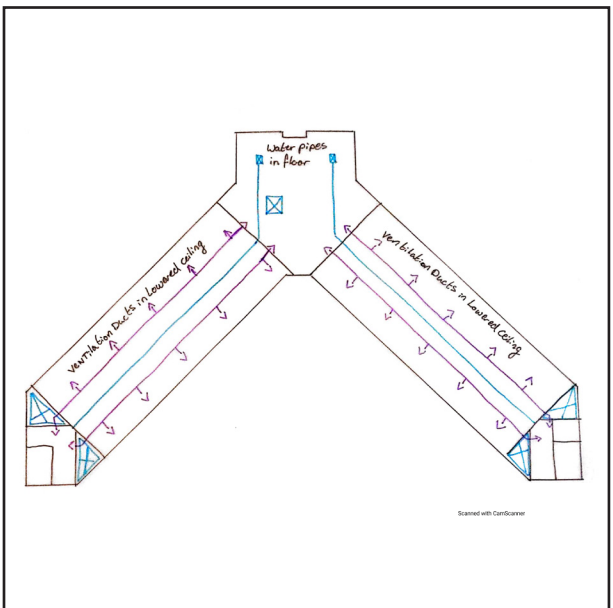
Structure



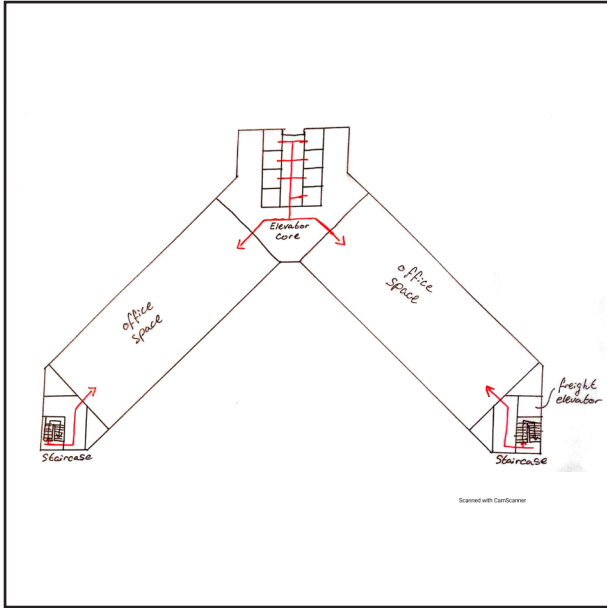
Structure



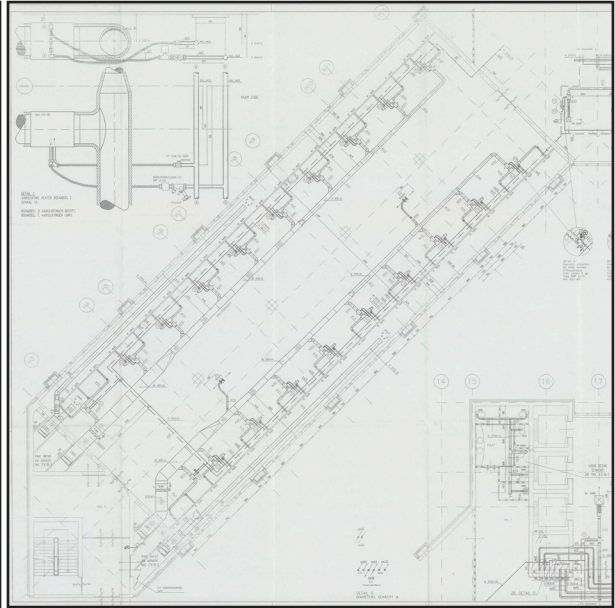
Skin



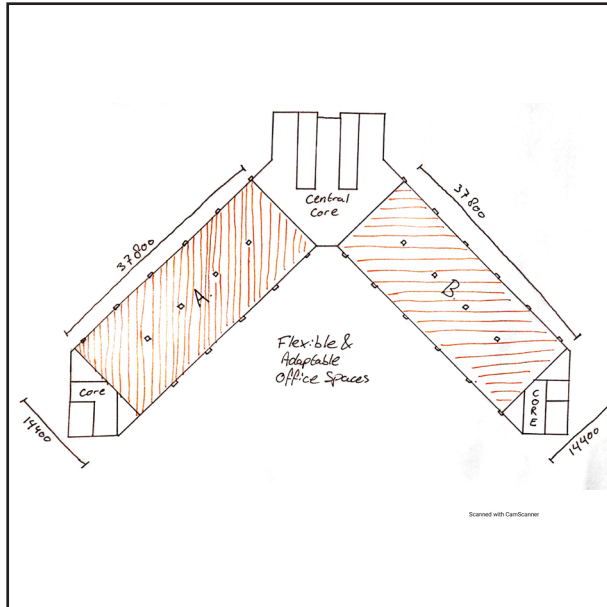
Services



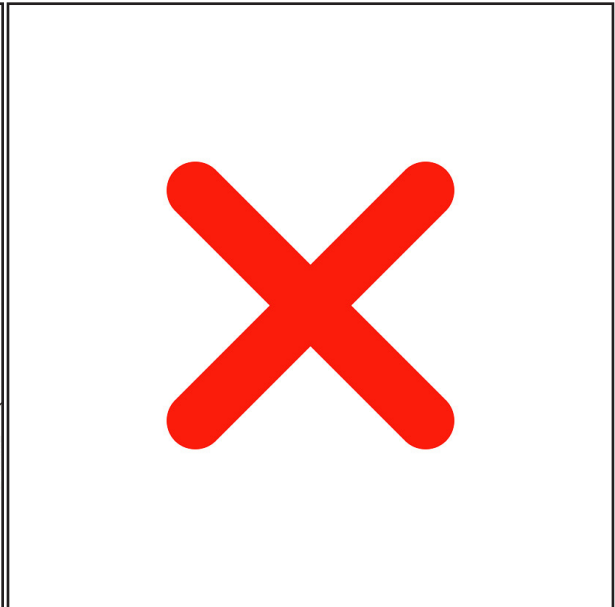
Accessibility



Service distribution



Interior flexibility



Outside space

BELASTINGSKANTOOR LEEUWARDEN

Structure

The tax office in Leeuwarden was designed by Piet Zandstra, de Clerq & Partners and completed in 1970. Therefore it has already endured 50 years. This building has been caught on fire and since there was no need for the tax office anymore it is now vacant and the municipality doesn't really know what to do with it. The complete building is lifted off the ground by big columns with a funnel shaped top which raises the first floor 6700 mm of the ground. After that the seven levels are 3600 mm apart from each other. The whole structure per level consists of a column structure placed on a vertical grid of 3600 mm on a total length of 79200 mm while the horizontal grid is placed more unevenly going from 2900 mm - 2900 mm - 2100 mm - 2900 mm - 2900 mm. These concrete columns are 600 mm x 300 mm. To create stability in the building three concrete cores have been placed. Two smaller ones of 5800 mm x 3600 mm and both ends in the corners and one in concrete core in the centre of 7900 mm x 14400 mm. The outside concrete balconies are connected with the floors, where the floors themselves rest on beams going from left to right on the set of concrete columns in the middle.

Skin

The structural base with the tunnel concrete columns are part of the architecture of this building. Besides the balconies that are connected to the levels make the building easy to read and creates a repetitive pattern. Also the main core is emphasized by following the shape of the stairs within the balconies. Between the structure glass has been placed to let in as much daylight as possible. On the right end of the building an emergency staircase have been placed connected to the balconies. With these balconies the facade creates depth and a clear image of an office building.

Services

The shafts of the building are situated within the cores. The ducts for the ventilation are placed underneath a lowered ceiling and connected to the installation room on top of the building. The piping for water supply and sewages are placed within the floors and are possibly connected through the middle of the building.

Accessibility

The building is accessible with the use of three cores. Two cores on the side with only a staircase and a central core in the middle with the main staircase and three elevators to go up all seven floors. Therefore the office spaces are easy to reach and in a case of an emergency three options to escape are clearly visible.

Balcony detail

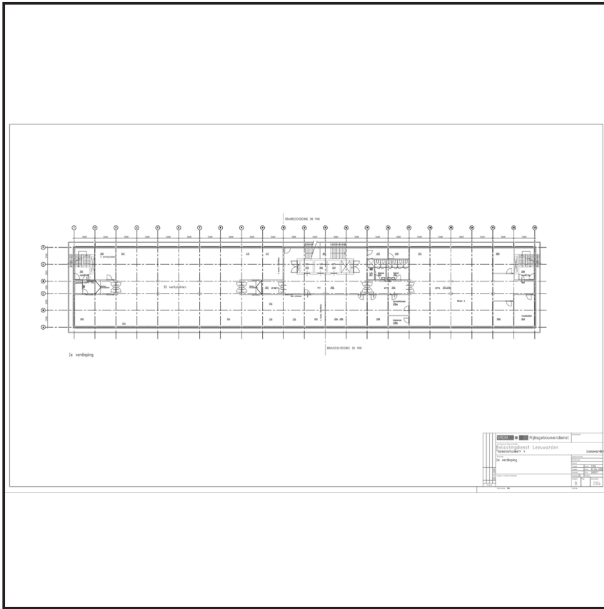
Within this detail the historical and recognizable balconies are described. According to the municipality these balconies create the high historic value of this building.

Interior Flexibility

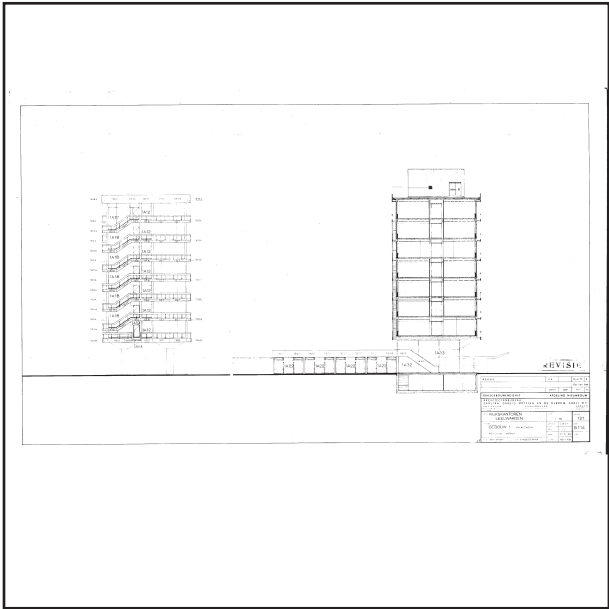
With the shafts placed within the cores and a column structure an open and free floorplan is created for the office spaces. Not only does every office space have a great view because the amount of glass that has been used, also everybody has his own balcony space. When removing the interior an open and adaptable floor is left with a width of 79200 mm and a depth of 13700 mm.

Outside space

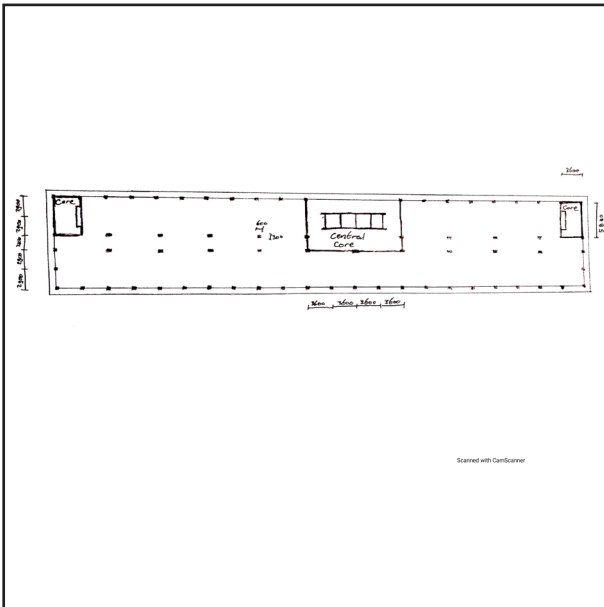
A balcony ring of 1200 mm is surrounding the whole floorplan on every level of the building. This is characteristic for this typology and creates depth within the facade. It therefore makes it easy to clean the windows throughout the whole year.



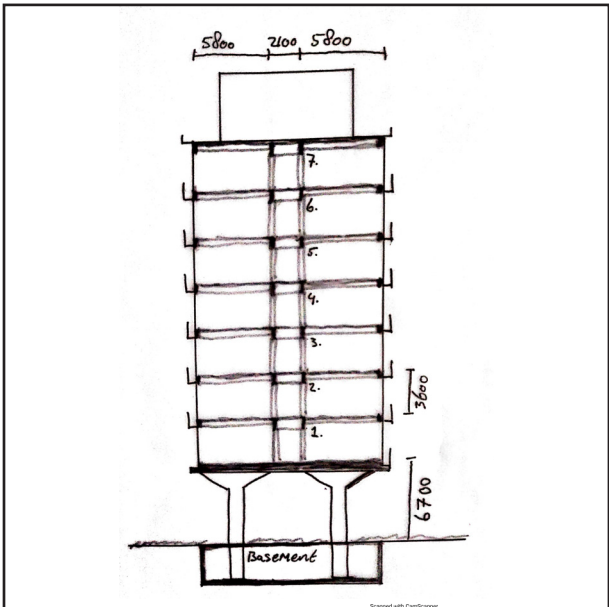
Basis floorplan



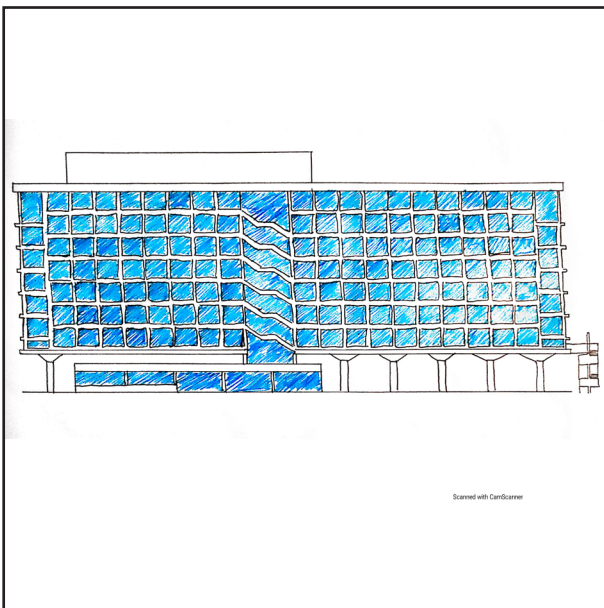
Basis section



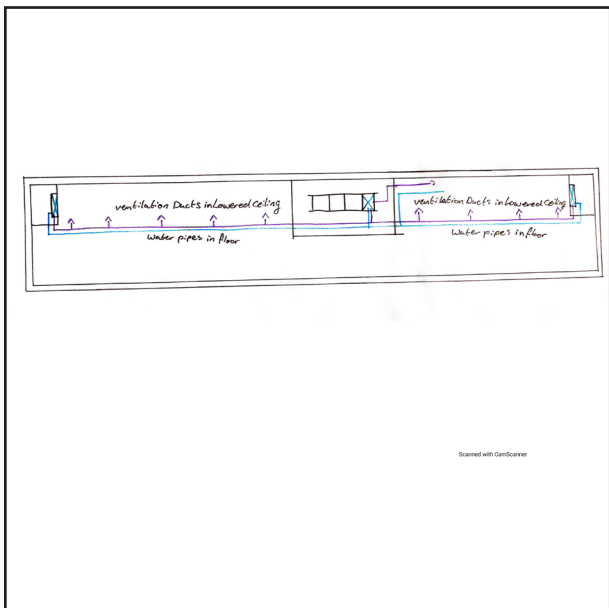
Structure



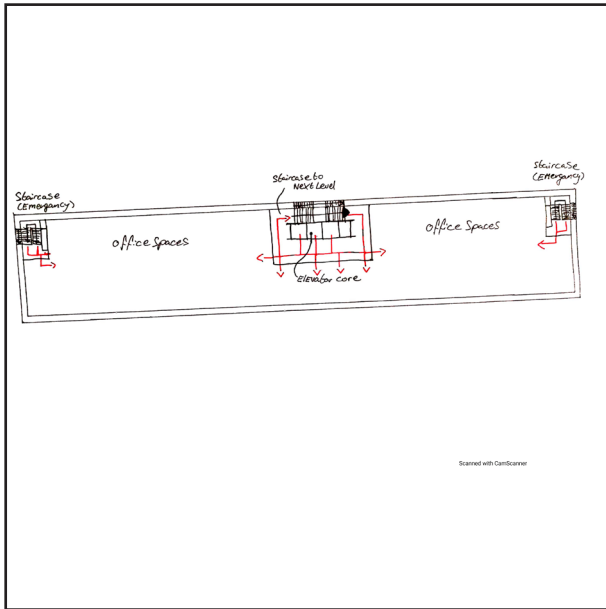
Structure



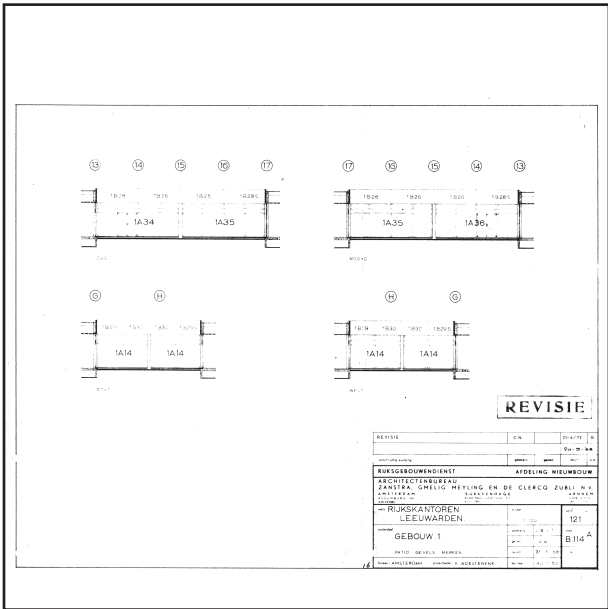
Skin



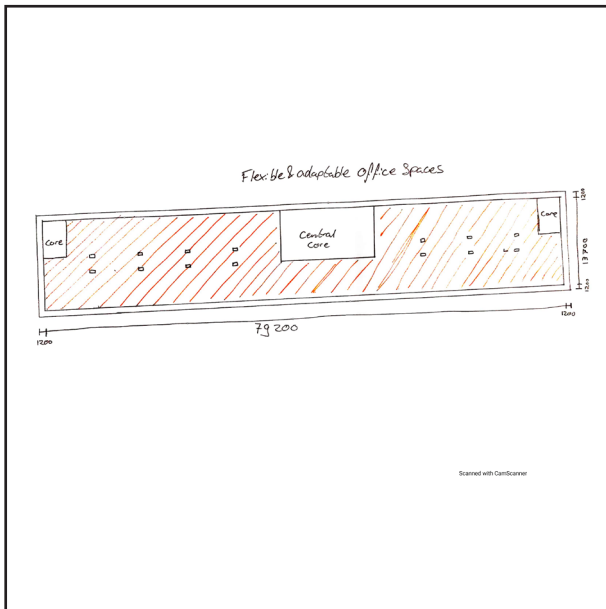
Services



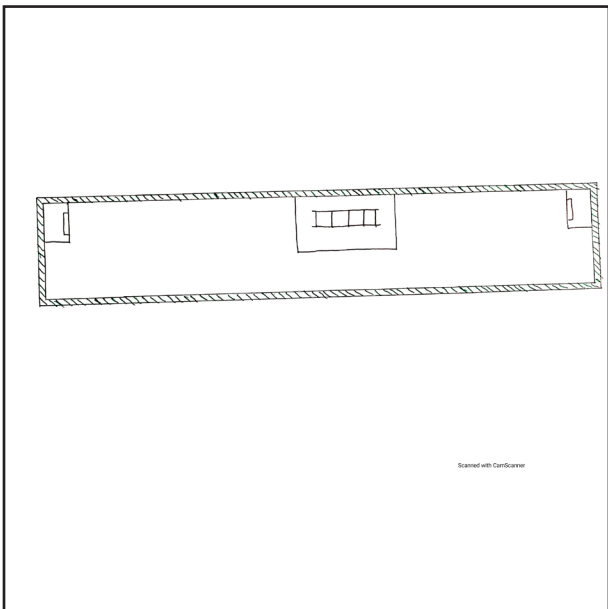
Accessibility



Balcony detail



Interior flexibility

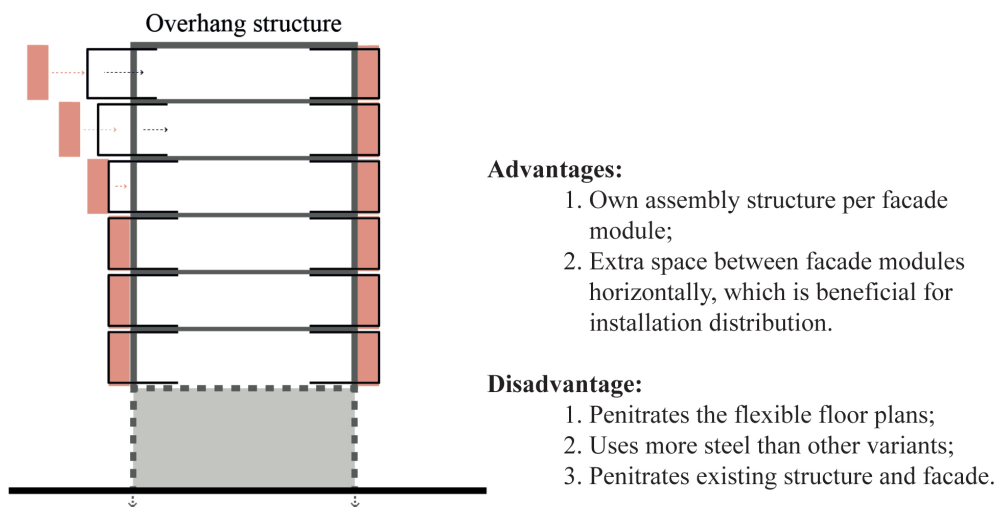
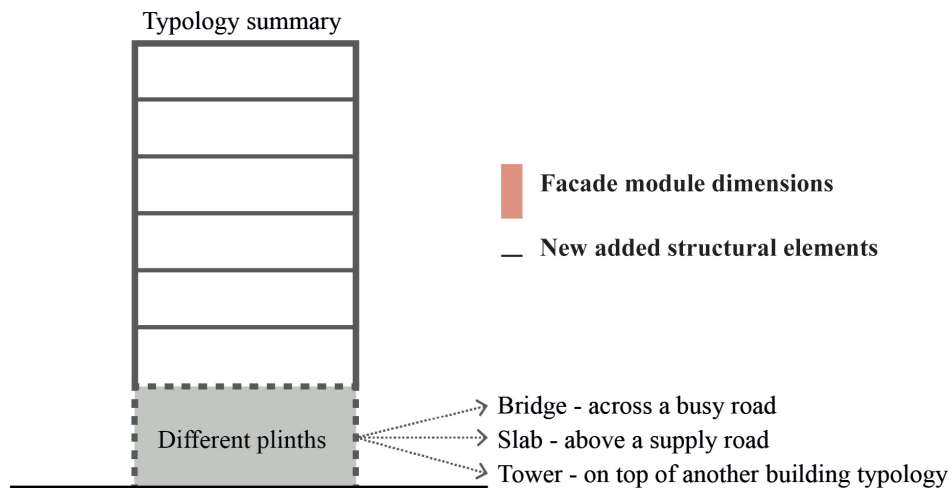


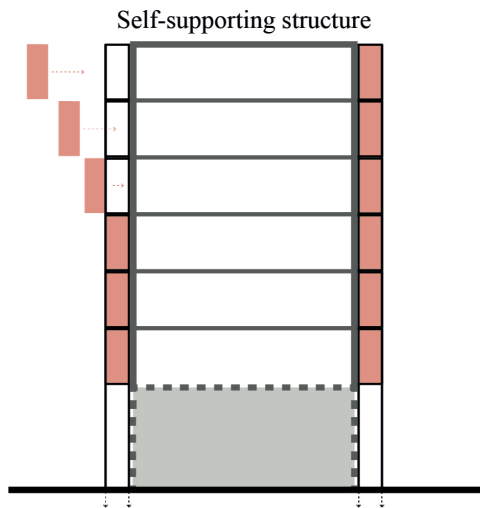
Outside space

The structure for the facade modules could in theory be solved by different interventions. In order to see which solution is the most acceptable for these typologies, a comparison has been made. It should be taken into account that these principles have been compared on practical properties from an architect's point of view. In order to get a more specific answer to the solution, a structural engineer will have to think and calculate along, which may deviate from the result below after further research. The following interventions are compared with each other:

- Overhang structure
- Self-supporting structure
- One-sided supporting structure
- Hanging structure
- Strut structure

The results of the different typologies produce the following typological summary. Here, the levels are 3600 mm apart and the new structure for the facade modules has connection possibilities of 330 mm horizontally and 500 mm vertically.





Advantages:

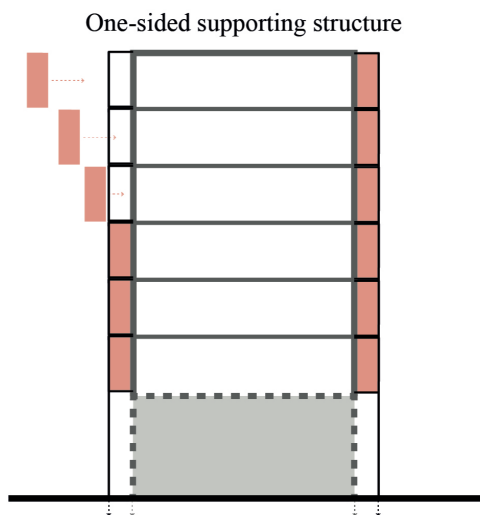
1. No additional forces on existing structure;
2. Applicable without additional calculation of the existing structure.

Disadvantage:

1. Structural elements bound to ground-level in front of the plinth;
2. Facade modules are joined together to form a whole structure.

■ Facade module dimensions

— New added structural elements

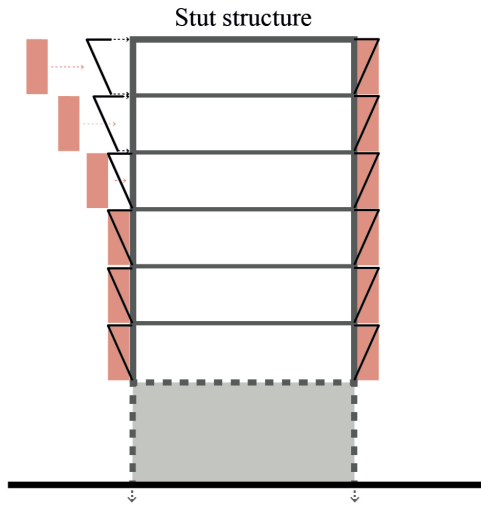


Advantages:

1. Doesn't Penetrate existing facade;
2. Distributes the additional extra forces evenly over the existing and new structure.

Disadvantage:

1. Structural elements bound to ground-level in front of the plinth;
2. Facade modules are joined together to form a whole structure.



Advantages:

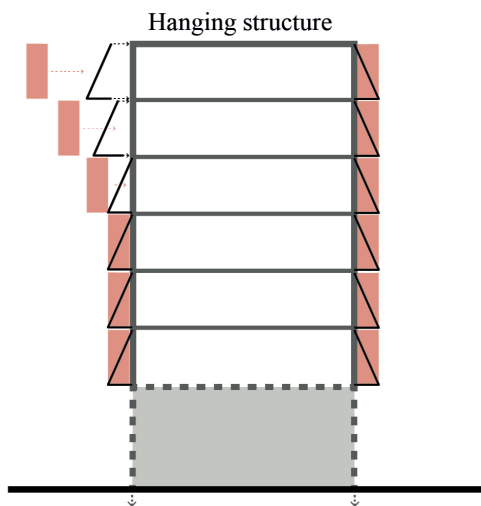
1. Own assembly structure per facade module;
2. Doesn't Penetrate existing facade;

Disadvantage:

1. Structural calculation per typology necessary;

■ Facade module dimensions

— New added structural elements



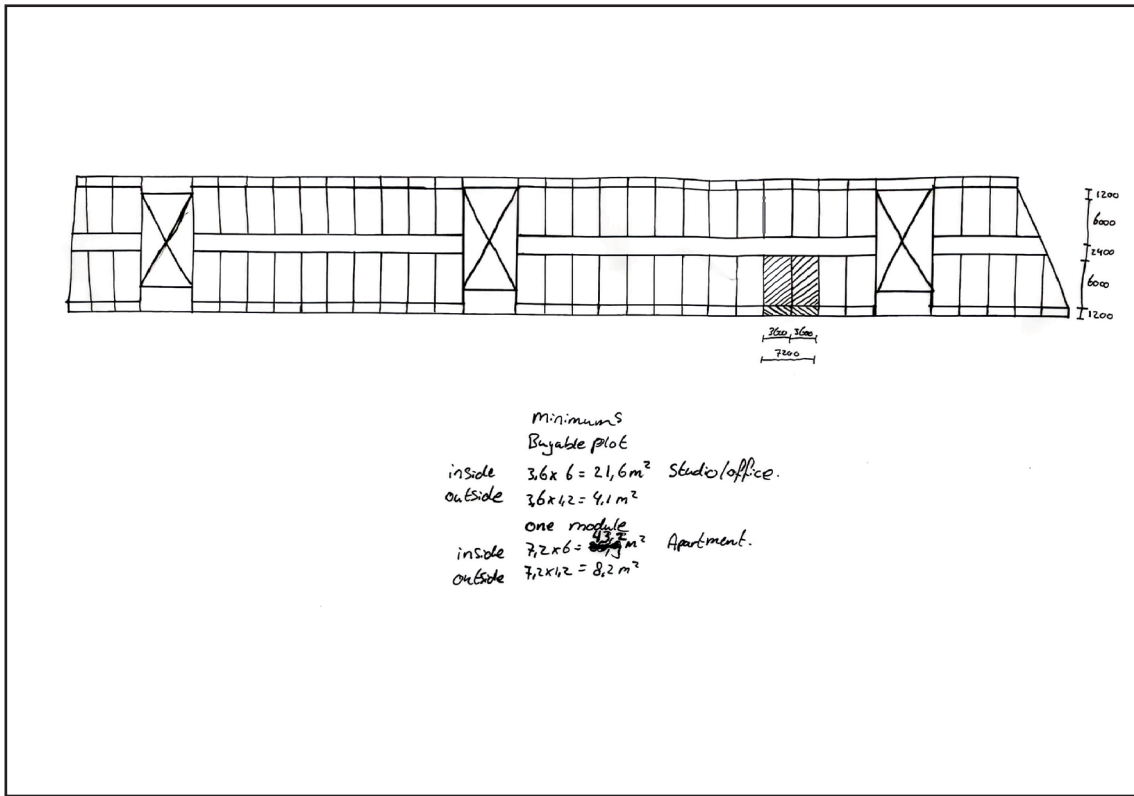
Advantages:

1. Own assembly structure per facade module;
2. Doesn't Penetrate existing facade;

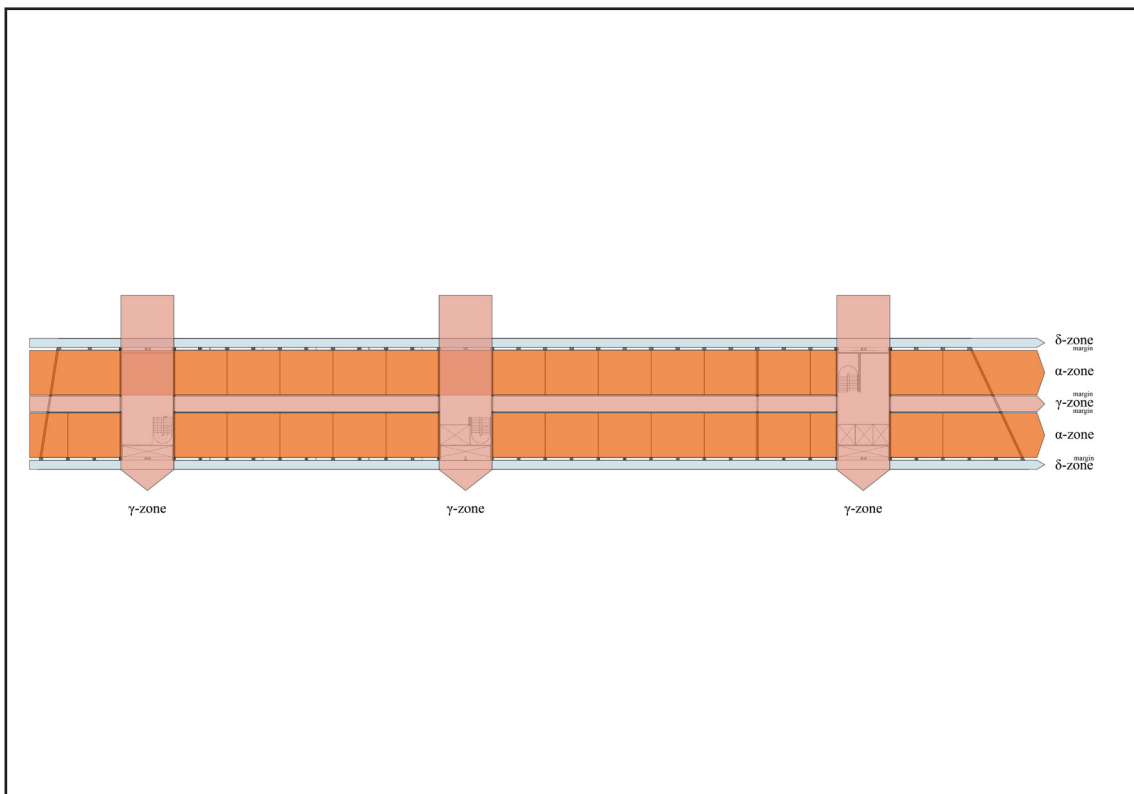
Disadvantage:

1. Structural calculation per typology necessary;

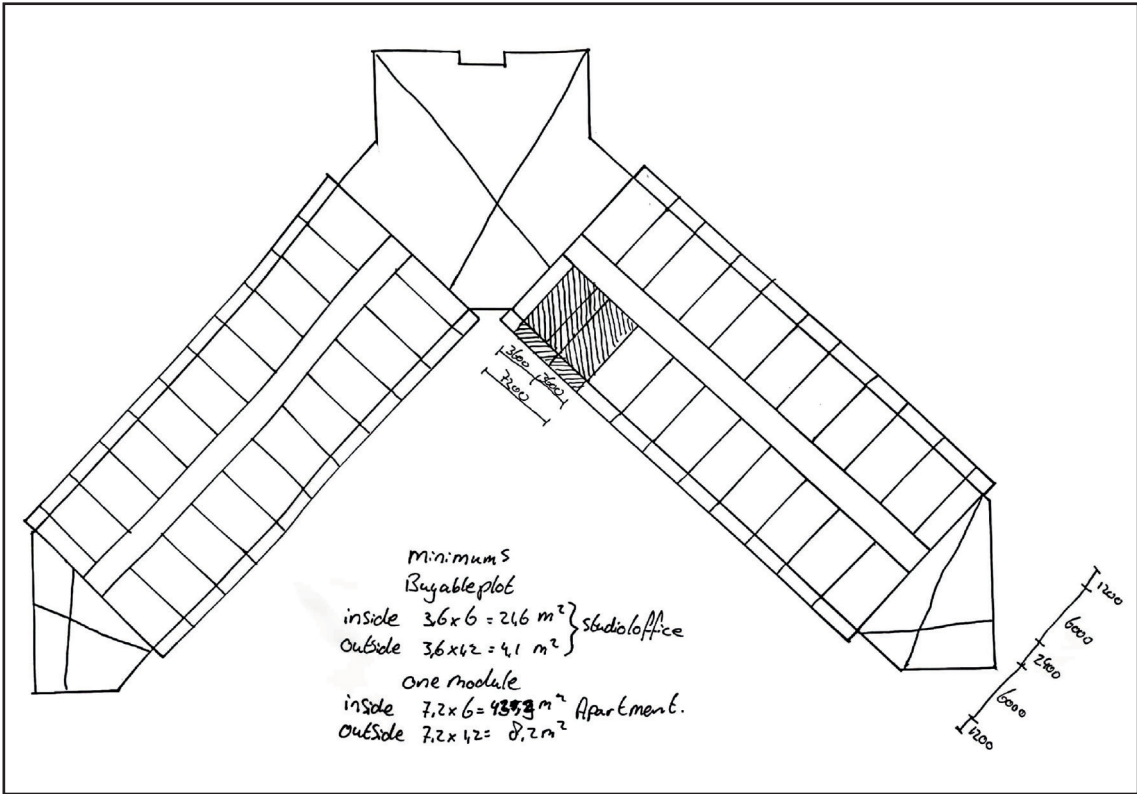
3. RESEARCH BY DESIGN OFFICE TYPOLOGIES



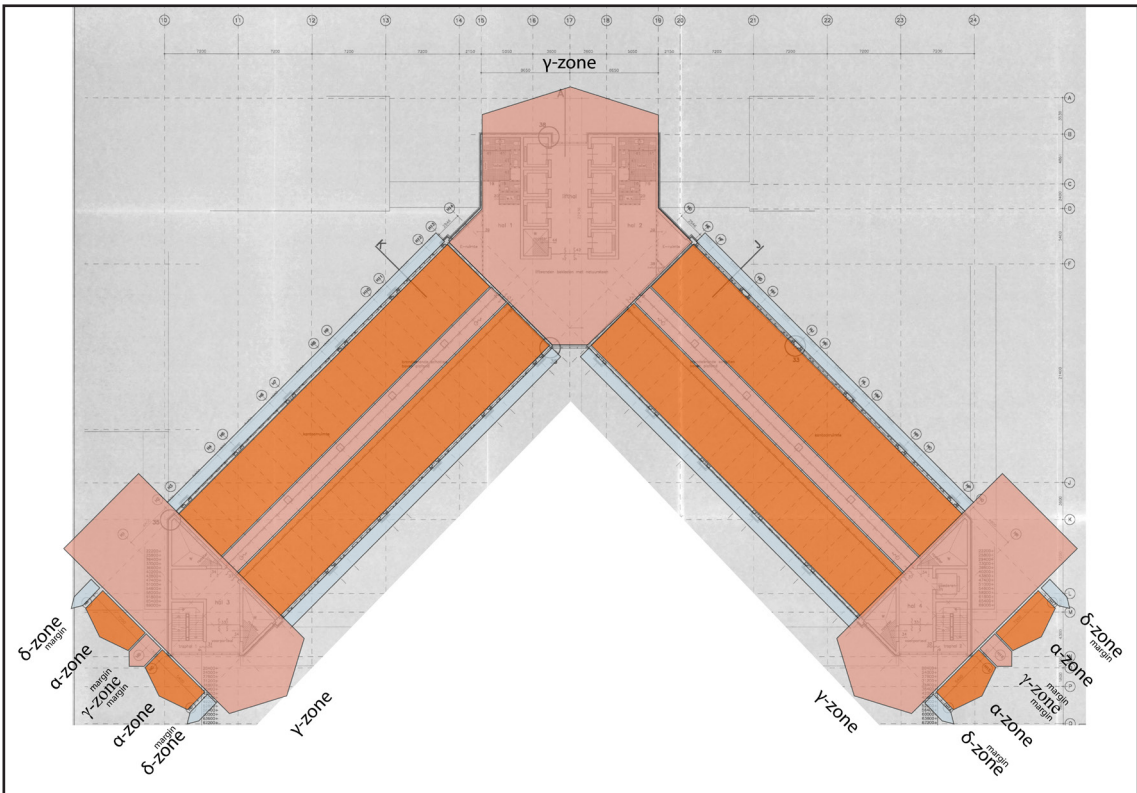
Bruggebouw The Hague sketch maximal units minimal measurements



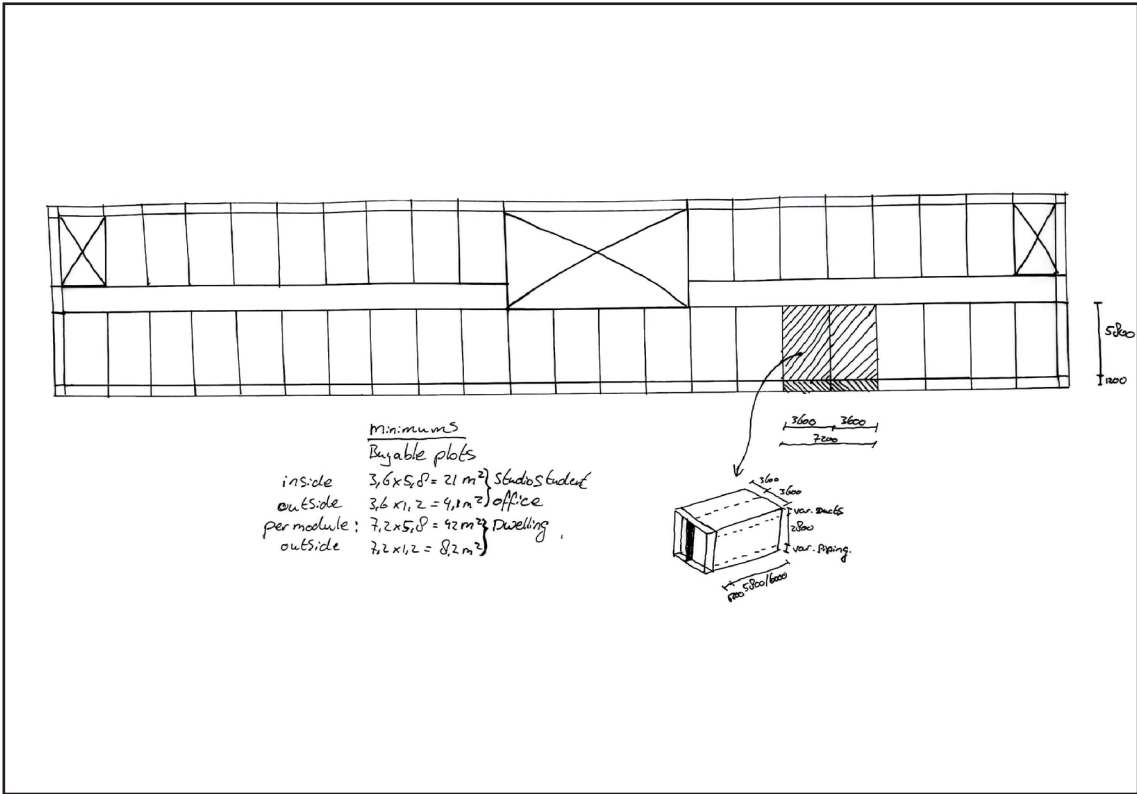
Bruggebouw The Hague zoning according to the principles of Habraken



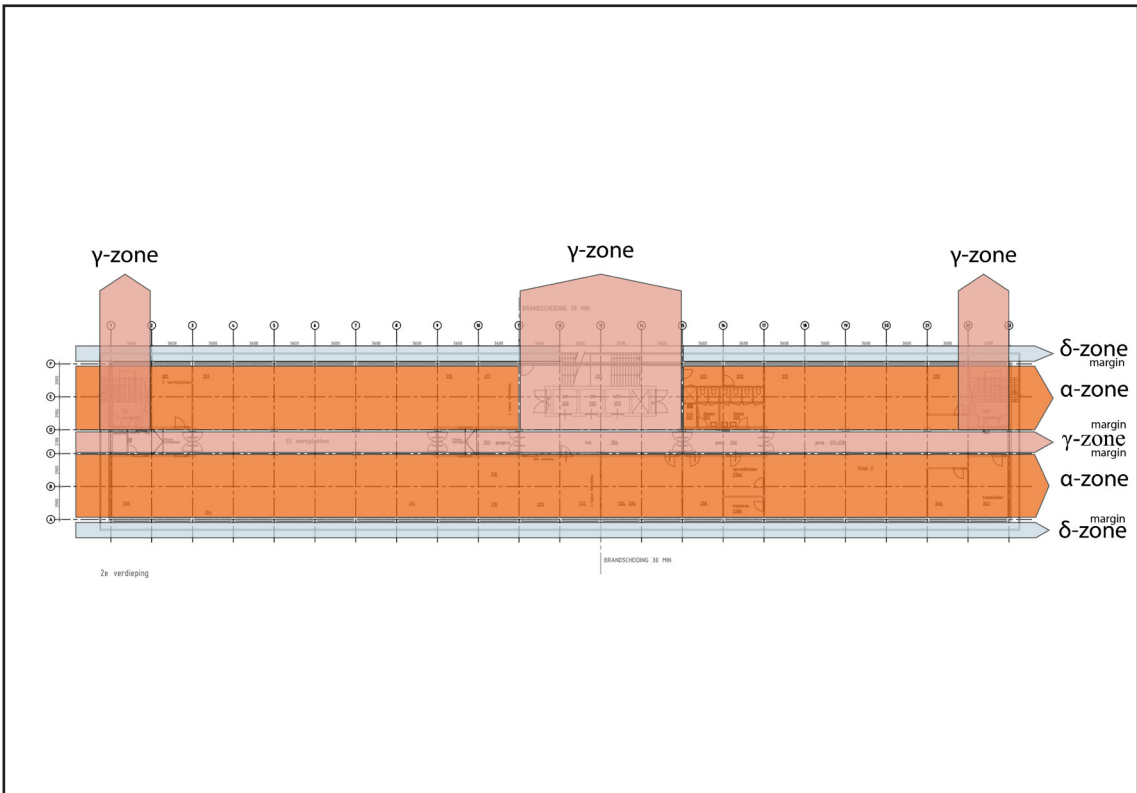
De Knip Amsterdam Sketch maximal units minimal measurements



De Knip Amsterdam zoning according to the principles of Habraken



Belastingkantoor Leeuwarden sketch maximal units minimal measurements



Belastingkantoor Leeuwarden zoning according to the principles of Habraken

4. OPEN BUILDING ANALYSES

To help understand what it takes to transform an existing building to an Open Building, four different finished projects will be analysed. Hereby one interferes more with the existing than the other. These four case-studies are: Fenix 1 by Mei Architects, Park Hoog Oostduin by CEPEZED, Top Up by Tom Frantzen and JFK smart lofts by Space and Matter. The analyses will first dive into the layout and function of the structure. What is needed to create flexible floorplans? What kind of structures are mostly suited for Open Buildings? What is the thriving function that sets the boundaries for the calculations? Secondly the analyses will dive into the installations. What is needed to create flexible floorplans? What are flexible and adaptable ways to distribute installations? How can shafts minimize interfering with the flexible layouts? And last but not least analyse what is added to the building itself. What is added to create an Open Building? How far do the architects, engineers and contractors define the building?

All these questions will be answered within the criteria defined by Stewart brand. These will give the following criteria per case study:

1. Structure
2. Skin
3. Services
4. (Flexible) Infill

To get even more information out of these case studies the following criteria have been added:

5. Accessibility
6. Adaptability
7. Outside space

These analyses will all be based on floorplans and sections. Beside that every case study will focus on something that stands out and makes it different from the others, like a detail.



Fenix 1

Park Hoog Oostduin

Top-Up

JFK smart lofts

FENIX I

Structure

The structure of Fenix 1 consists of two parts: the existing warehouse from 1922 and a new top up finish by Mei architects in 2019. These two parts are not only different in completion but nowadays also in function. The existing warehouse has become a place for a variety of functions for the public whereas the top up is focused on dwellings. Within these dwellings the concept of open buildings can be found. The structure of the top up consists of an open disc structure placed on a horizontal and vertical grid. This open disc structure became possible due to a steel table construction placed through the existing warehouse. The open discs / big columns of concrete are placed 4300 mm apart from each other horizontally, up until the courtyard. On the short sides of the courtyard the columns are placed on a more irregular grid of 6100 mm - 4800 mm - 4800 mm - 6100 mm. To create stability within the new top up several concrete walls have been placed and the staircase cores are helping in this department as well. These concrete walls are placed in line with the grid system as seen in the analyses. The grid system within the top up of the building is also visible in the different levels, these are all 3600 mm in distance from one another.

Skin

In the skin of Fenix 1 the separation between the existing and the new top up is clearly visible. The big truss of the steel table construction has been hidden behind a big glass facade. The existing skin of the warehouse already had a lot of repetition were a new clear entrance has been placed in the middle with the use of a big glass curtain wall. This entrance is for everybody who needs to be at the building for the more public function or to get to their own home. The repetition in the structure of the top up also translates into a repetitive facade. The place of the level are clearly visible and due to a lot of glass the function of dwellings becomes clear. Hereby the balconies attached to the facade create more depth within a otherwise flat facade.

Services

Regarding the services within the top up of the building a zoning plan has taken place for the shafts. The shafts for the fuse boxes are all placed alongside the inner part of the building besides the same grid as the structure. The shafts for water pipes and other piping that are needed to be distributed throughout the building are placed a bit further away from the courtyard but all in the same line between the first and the second concrete disc columns. Due to the fact that everybody could design their own dwelling there has not been found a pattern regarding the ventilation principle.

Accessibility

All dwellings in the top up are placed surrounding the courtyard and connected with the use of a gallery. This gallery is connected to the central vertical rise points consisting of staircases and elevators on both sides. With the front doors that are now applicable 33 apartments can be reached.

Flexibility idea

What makes Fenix 1 perfect for the idea of open building is the flexibility within the floorplans. Due to the disc column structure and open facades there is not a lot of interference. In this way several infill options are possible without minimizing the comfort of the apartments.

Adaptability

The idea of flexibility also fits in with the adaptability for the future. Due to the open structure and a gallery reaching every part of the top up, it is possible to create a totally new layout for possibly a different function as well. Even within the infill of the 33 different apartments it is clear that

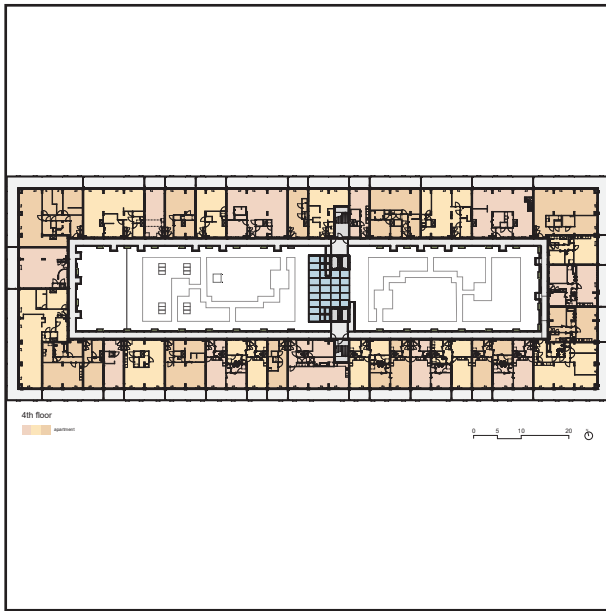
none of the user designed layouts are the same. Even the m² per resident differs.

Interieur Flexibility

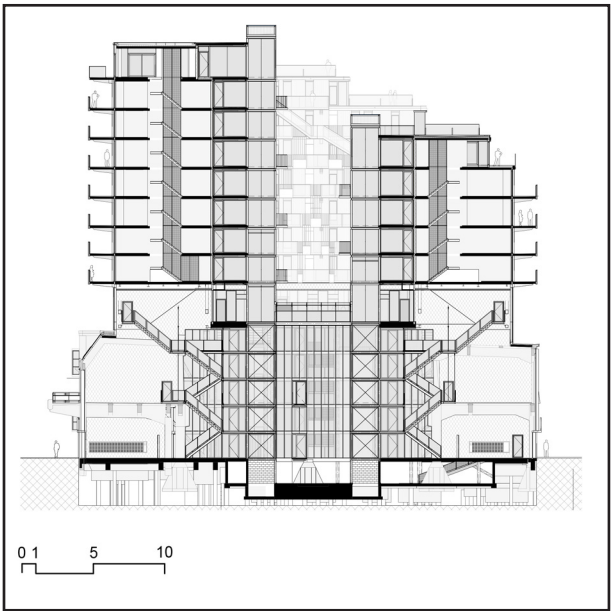
This structure also shows that the created appartement differ in size and infill. The infill is therefore very flexible with only the structure and shafts that have to be taken into account.

Outside space

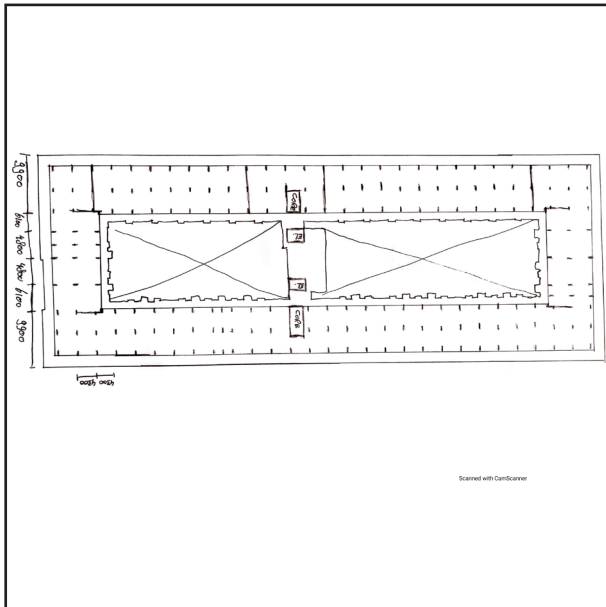
With a ring of balconies surrounding the total top up everybody can have their own private balcony, where they can all choose the length and therefore the total m² of their own balcony. The community is formed surrounding the courtyard with the common gallery where people see each other and can have a talk with their neighbours. For the whole community of the building the courtyard is a perfect meeting point as an intermediary between the public functions and the private dwellings.



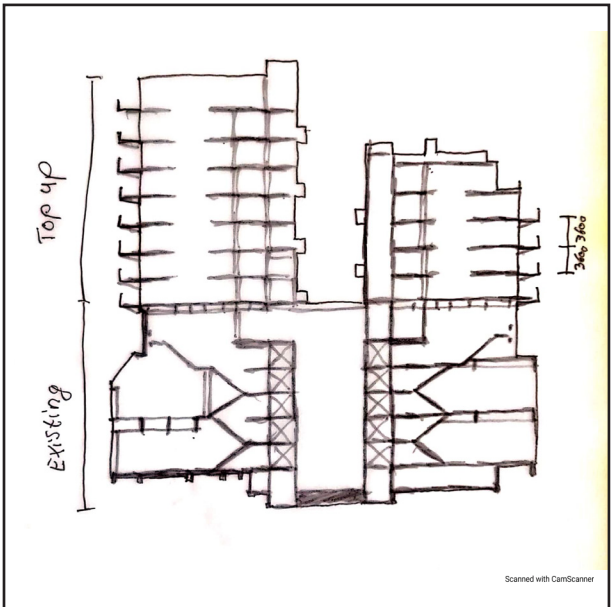
Basis floorplan



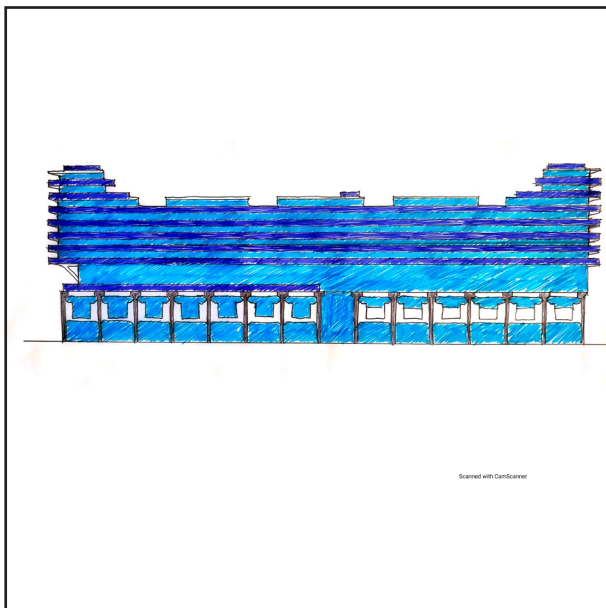
Basis section



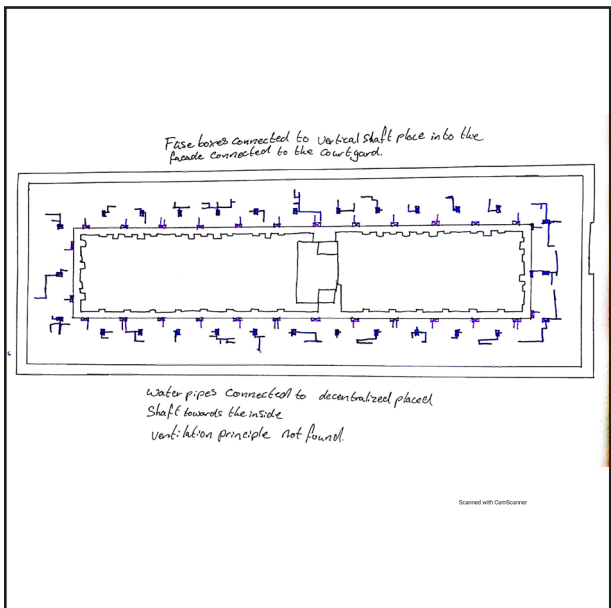
Structure



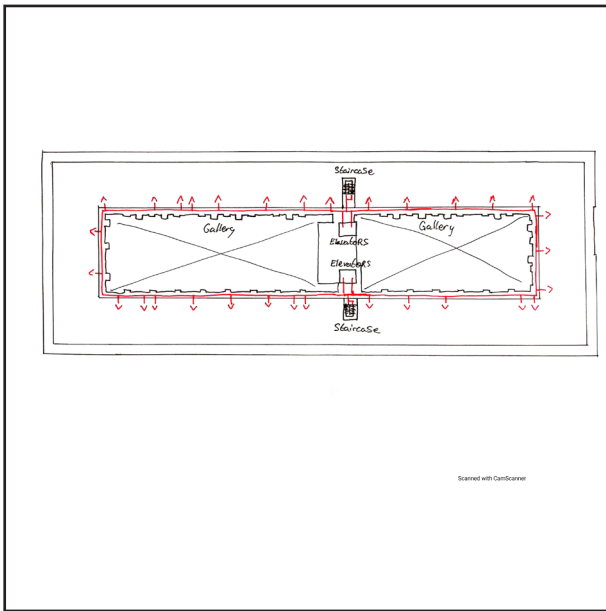
Structure



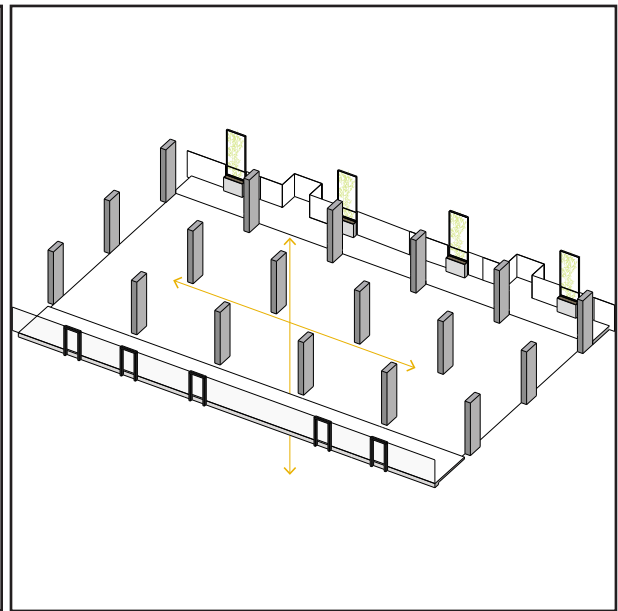
Skin



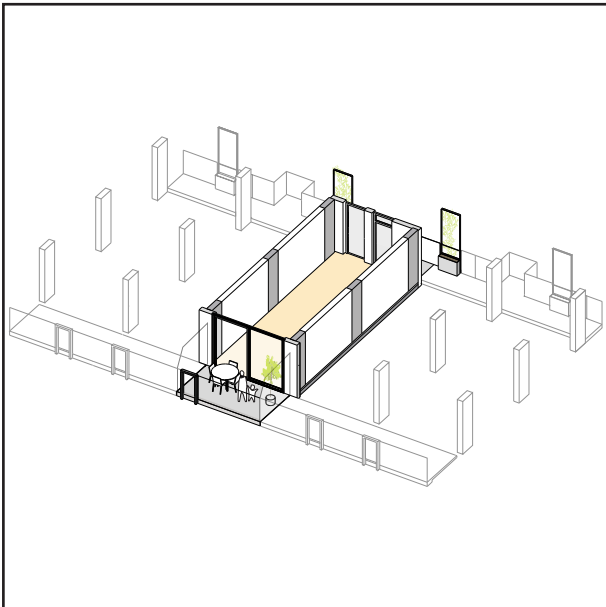
Services



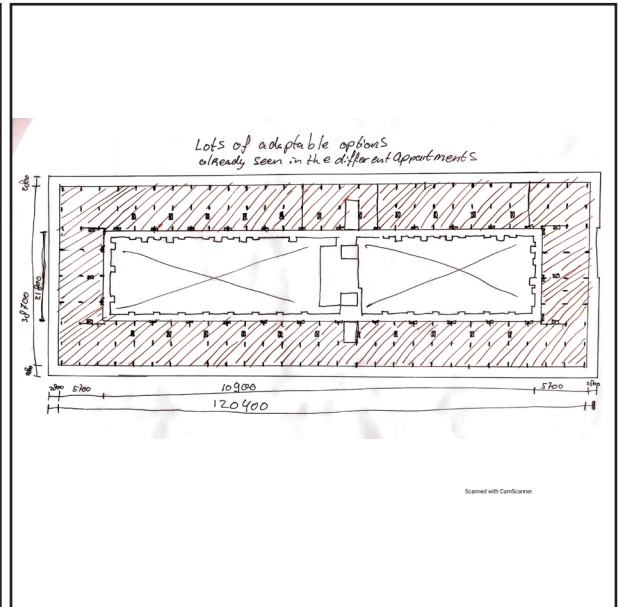
Accessibility



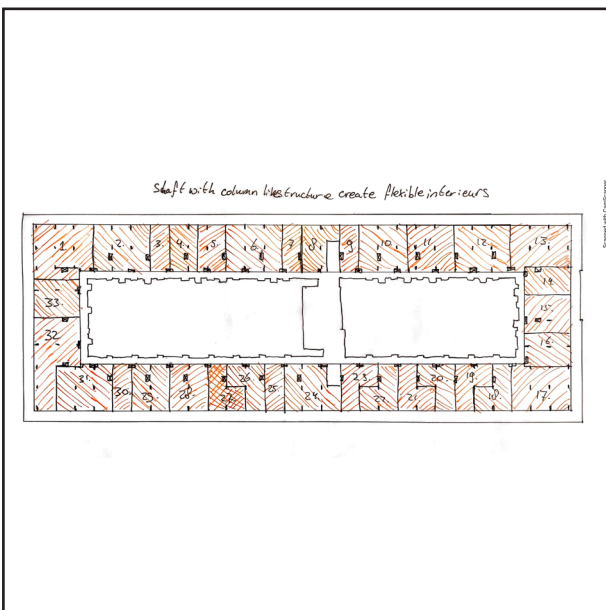
Flexibility idea



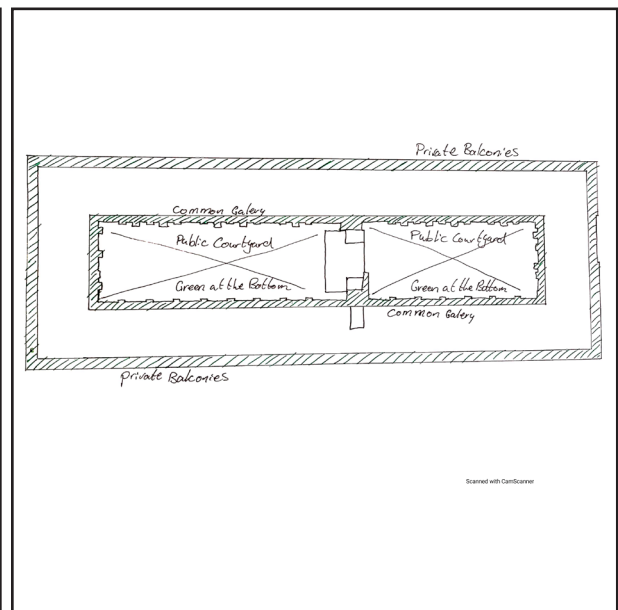
Flexibility idea



Adaptability



Interior flexibility



Outside space

PARK HOOG OOSTDUIN

Structure

The main tower of Park Hoog Oostduin is a building that has been transformed from a big office to dwellings with flexible floorplans. Hereby the tower can be separated in two different phases. The existing structure, which forms the core of the building, and the added extensions on the park facing facade and on top. The existing structure consisted of concrete columns on the longest side of the building placed on a vertical grid of 1800 mm. This structure was supported by a concrete core with bearing walls from the left to the right of the building. This concrete zone was 4600 mm wide and placed 9000 mm away from the concrete columns. Most of this structure was kept in place and reused. The difference is that some of the concrete core bearing walls have been broken through or some extra columns in the core needed to be added. The expansion of the facade and m² made by CEPEZED are added to one side of the building. These new steel modules created with beams and columns have a depth of 3200 mm and a width of 7200mm. These are attached to the existing concrete column structure. To create even more m² a lightweight extension on the top of the building has been made. The grid system of the building is also visible in the different levels, these are all 3600 mm in distance from one another.

Skin

Due to the new added extension the image of the building completely changed. With the columns structure of the existing building it was already possible to create a new facade but the extensions added depth to the otherwise flat facade. This is created by two incisions in the facade where the steel module extensions have been left out. Even Though the facade has changed, repetition is still visible with the balconies and use of glass.

Services

Regarding the services CEPEZED chose to zone everything within the middle of the existing structure. The so-called “natte ruimtes” (bathroom and kitchen) are all placed near the centre to minimize the length of the piping and the need for more shafts. This centralization also takes place within the ventilation principle. By placing a lowered ceiling within the core the ventilation can enter the buildings at the front door.

Accessibility

The 14 different apartments that have been created are all reachable through the use of a corridor in the centre core of the building. This corridor is connected to the central vertical rise points consisting of elevators and staircases at both ends of the corridor.

Adding volume

The idea of adding volume instead of removing or interfering with the existing structure makes this building not only a good example for an open building but also refers to the ideas of Stewart Brand with the layers of time. A building structure should serve for at least 100 years. This building was only used for 50 years so the facade should be upgraded but the structure was still in good shape. Also this addition created more m² which were needed to make this project feasible for its new function of dwelling instead of office.

Adaptability

Due to a more rigid existing structure the building is less adaptable in the future. Hereby the idea of bringing the outside spaces into the building volume another function then outside space becomes less likely. Also the long structural core of this building does not help in the adaptability of the total floorplan. Nevertheless this building is already on its second life which shows it has

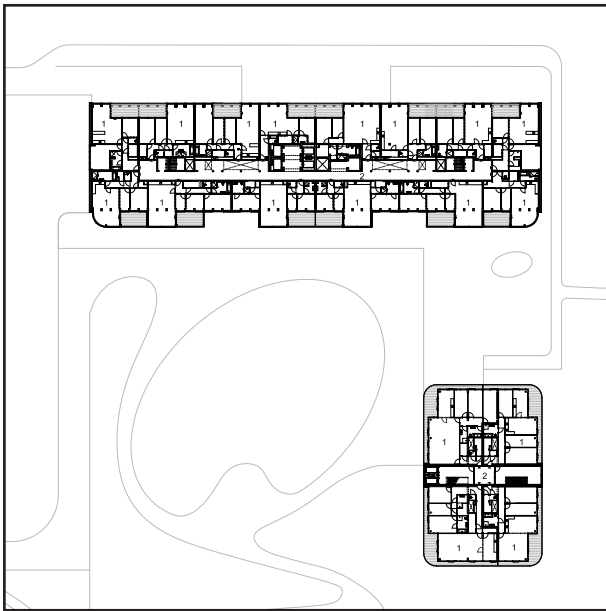
been transferred successfully to a new function.

Interieur Flexibility

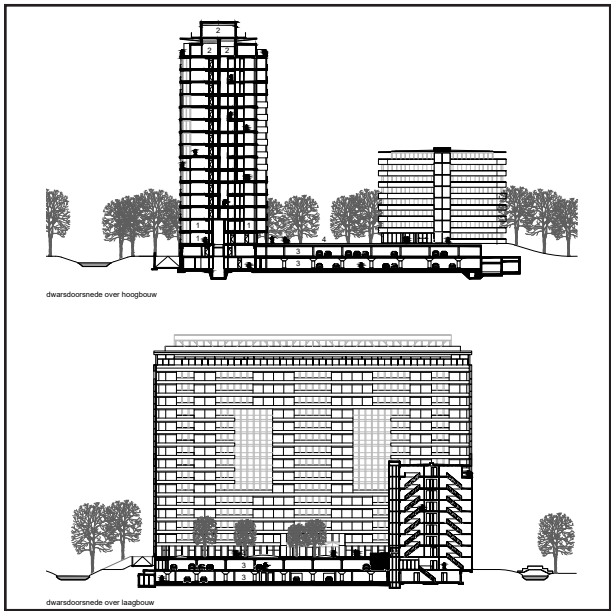
The 14 apartments have a certain space that is flexible for the interior. With the wet zones surrounding the core and the fixed outside space the design possibilities are more limited. Either way an open space with a length of 9000 mm is still a big gap for interpretation that can be fulfilled by the residents.

Outside space

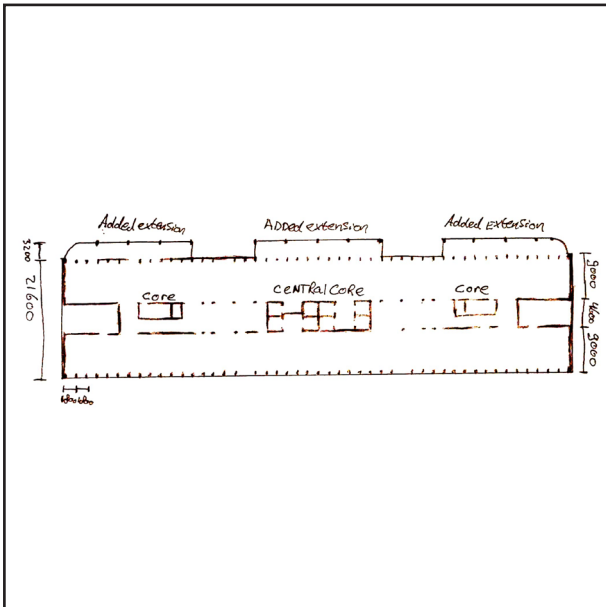
The outside space is rigid and placed within the added extension but also within the existing by removing the facade and going inwards. These outside spaces are therefore placed within the building instead of hanging on to the building. This gives an outside space with enclosure which ensures privacy for the residents that make use of these spaces.



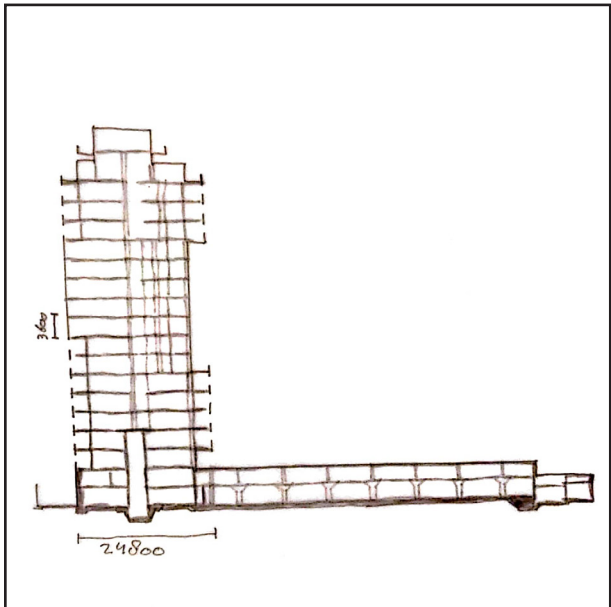
Basis floorplan



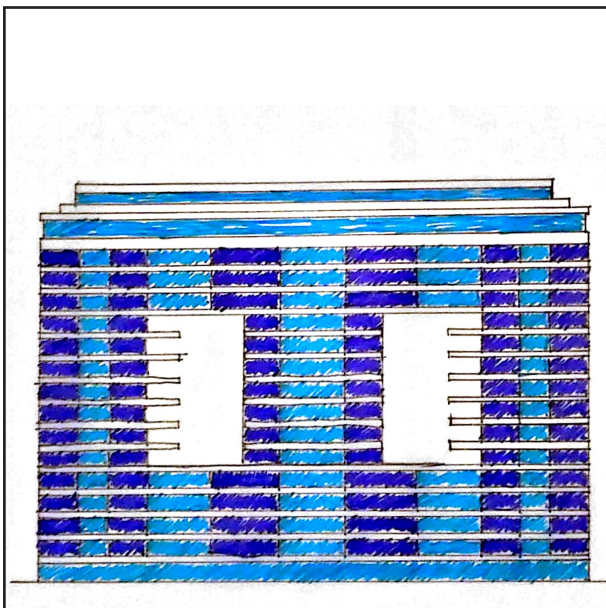
Basis section



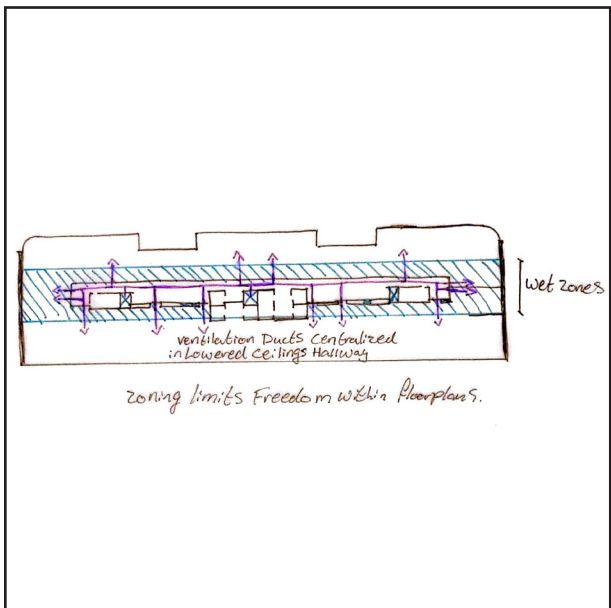
Structure



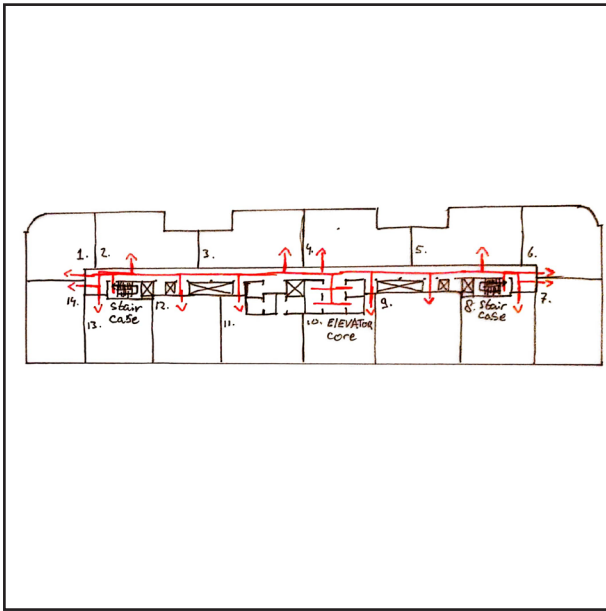
Structure



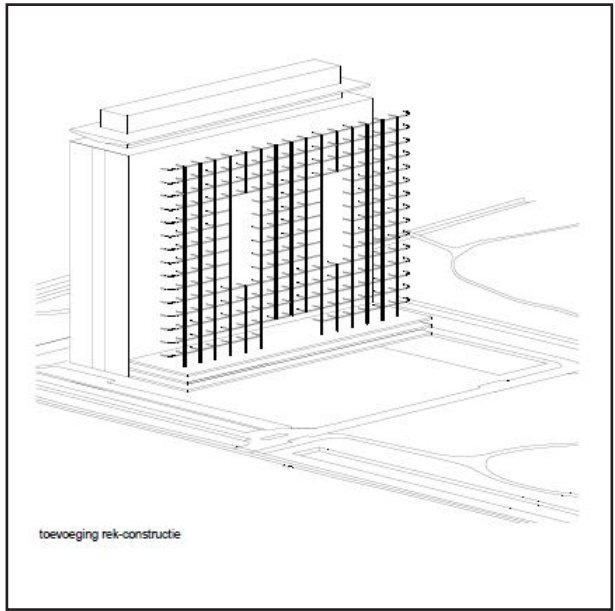
Skin



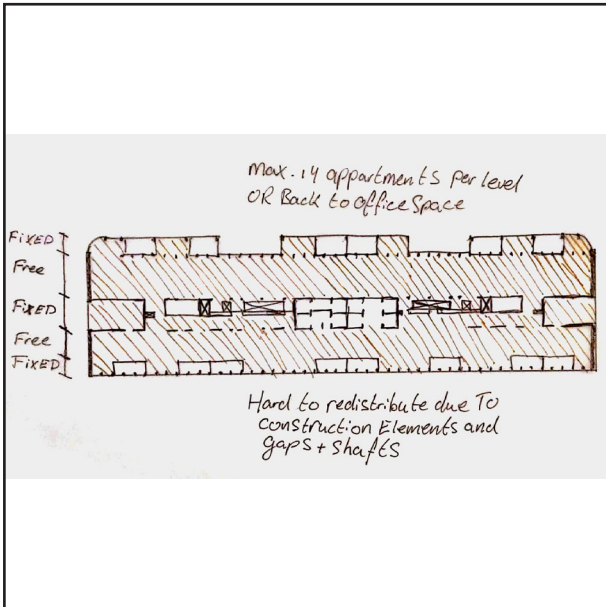
Services



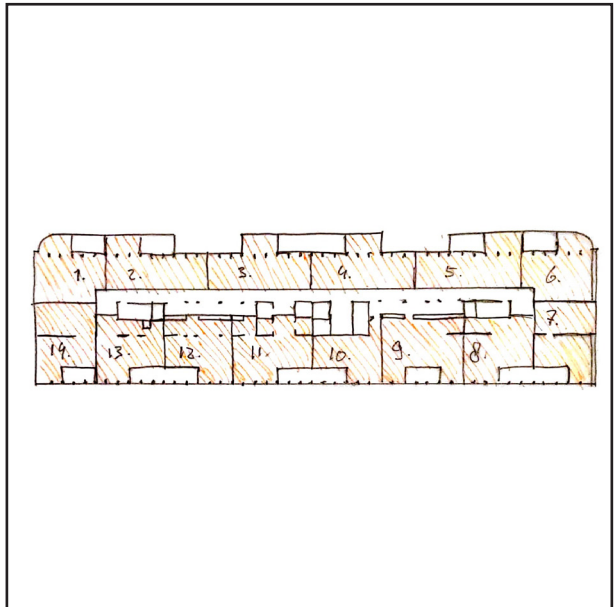
Accessibility



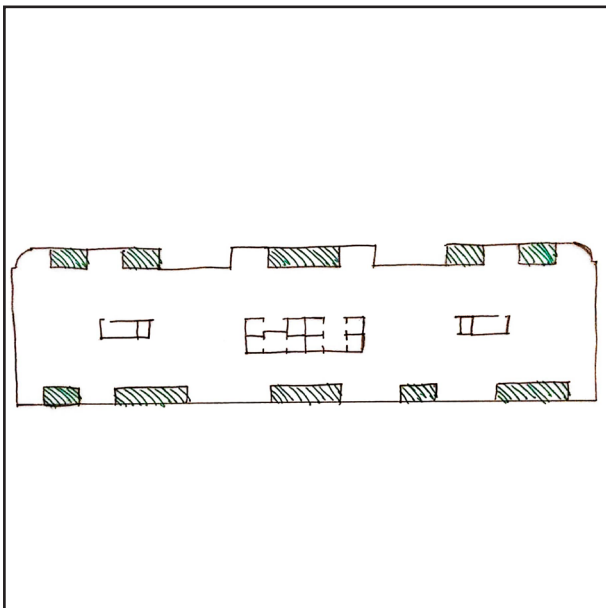
Adding volume to the existing



Adaptability



Interior flexibility



Outside space

TOP UP

Structure

The structure of TOP UP designed by Tom Frantzen is divisible into two parts. The ground floor consists of round walls from the silo's that used to be there and the other part is the top up designed by Tom Frantzen. The top up consists of seven 200 mm prefab concrete floors stacked on top up each other with a height difference of 3500 mm between them. The construction consists of wooden columns of 500x500 placed on a vertical grid of 6700 mm and horizontal grid of 3500 mm. The stability of the building is formed by a concrete core of 6000 mm by 14000 mm. The bottom silo walls of concrete were kept in place to serve as the plinth of the building with a total height of 3900 mm.

Skin

The two different life phases are clearly visible within the skin. The concrete base with the repetitive wooden top up. The repetition gives a form of unity and the unique shape gives the building its own image. By using a lot of glass within the facade natural daylight penetrates the building to the core.

Services

All the services placed in the building are centralized within the core of the building. All these installation distributions take place underneath a raised floor that stop underneath every front door. By stopping at the front door every residency can decide how their floorplans will look and connect to the main distribution within the core. This looks a lot like free standing homes that need to be connected to the grid of the municipality but then inside your own building block.

Accessibility

The six apartments that can be created on each floor can be reached within the central core of the building. Within the central core two staircases have been placed and an elevator. One of the staircases forms more the function of the main vertical route whereas the other is only in use for an emergency.

Service detail

As discussed before the distribution of installations are placed underneath a raised floor. This has been made in such a way that all the piping needed to accommodate an apartment can reach every corner of the building. With this idea the placement of the kitchen and bathroom can be done everywhere the people want to, even on the loggias.

Adaptability

The adaptability of the building is created with the column bearing structure and the shafts within the core of the building. Not only is it possible for now to create 6 apartments but the floor can also withstand the load of an office function. This creates flexibility for now and the future.

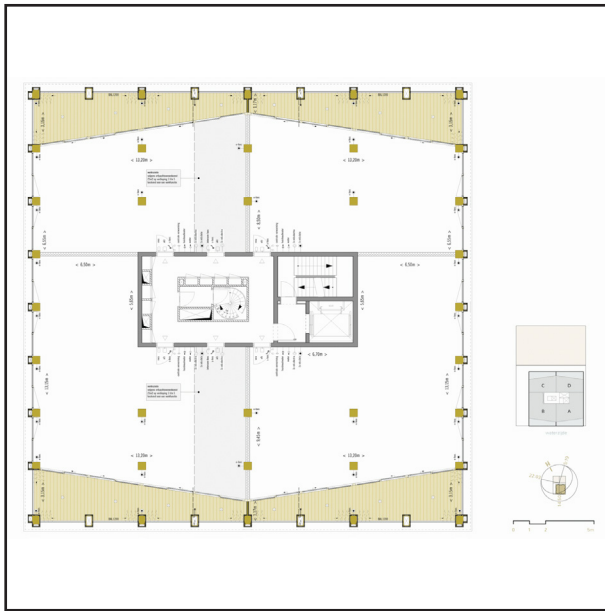
Interieur Flexibility

The four apartments that have been realised per floor are due to the installation's principles flexible in layout. For this reason none of the created apartments are the same. This shows that an architect can't really design a general layout that all people want to live in. Everybody is different not only personally but also in his or her way of living.

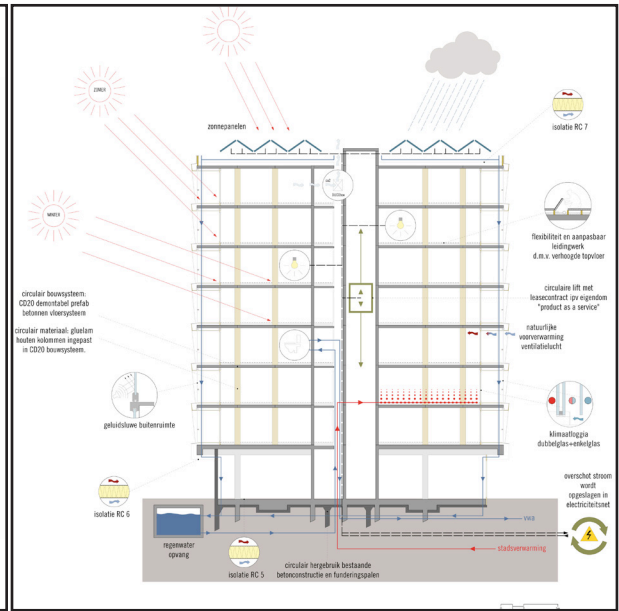
Outside space

Loggias have been created on two opposite sides of the square layout of the building. These

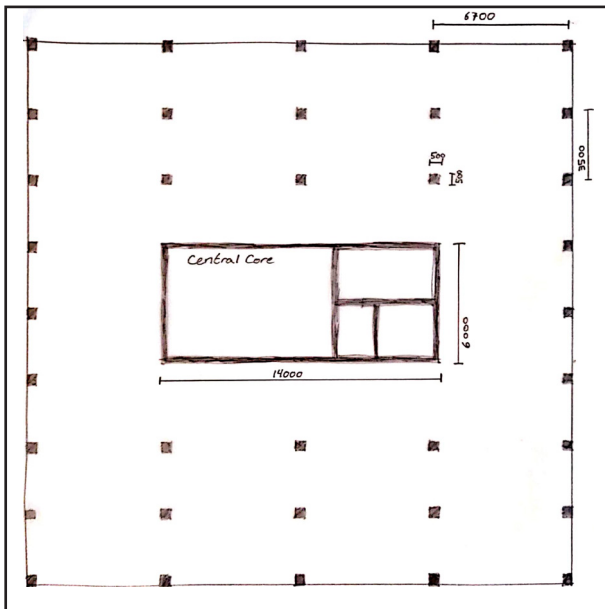
outside spaces are placed within the building instead of hanging on to the building. This gives an outside space with enclosure which ensures privacy for the residents that make use of these spaces. The use of these loggias also creates a space in between the outside and the inner part of the apartment. People can use it as an extension of their living area or really as an outside space for greenery.



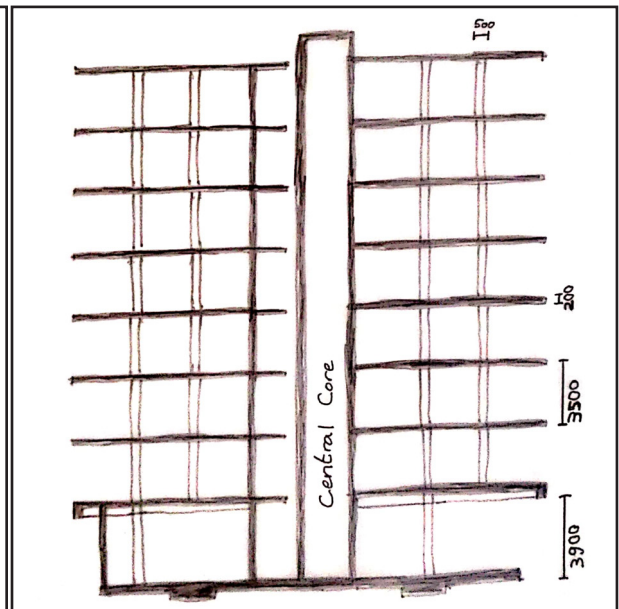
Basis floorplan



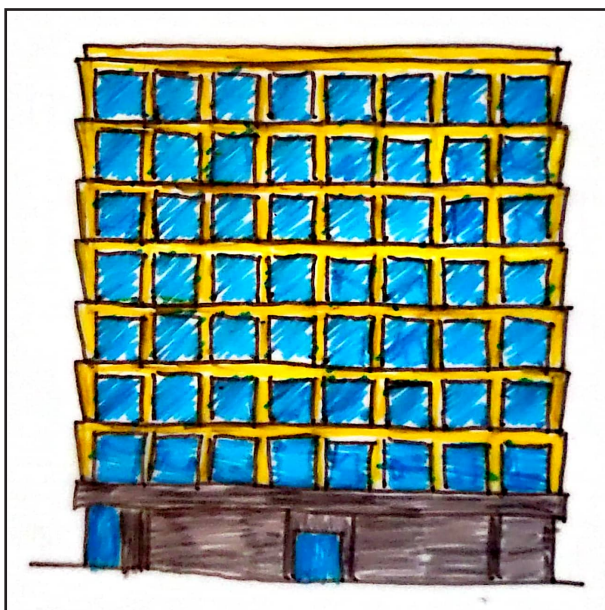
Basis section



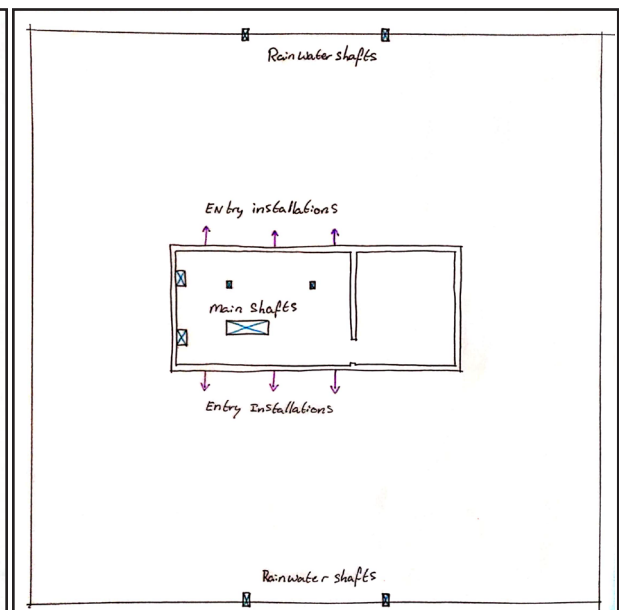
Structure



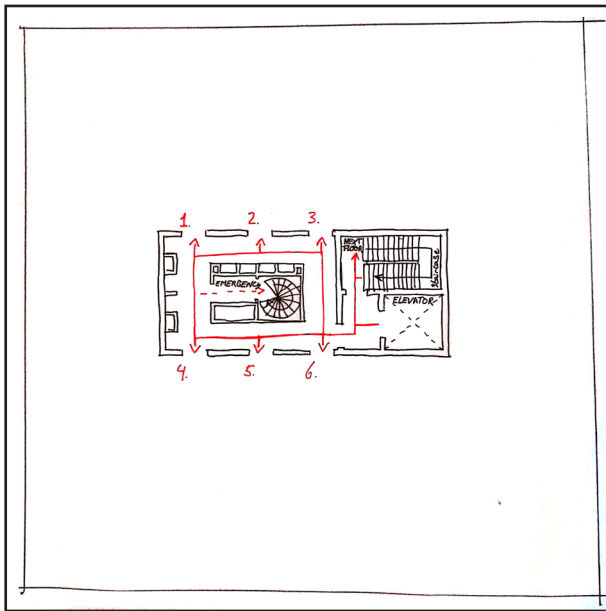
Structure



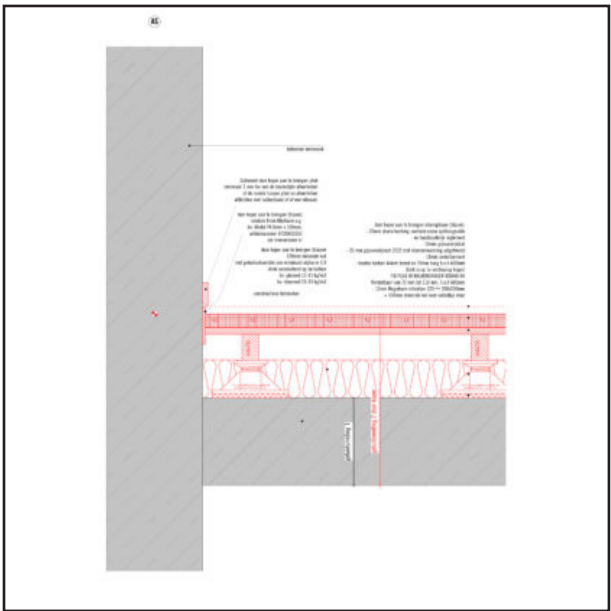
Skin



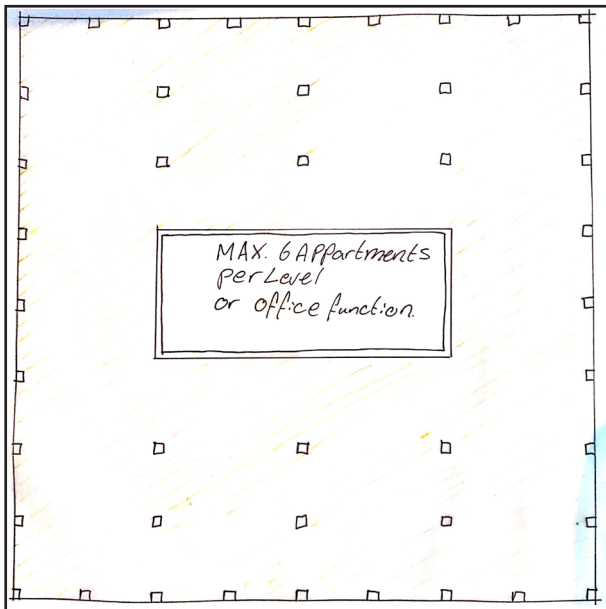
Services



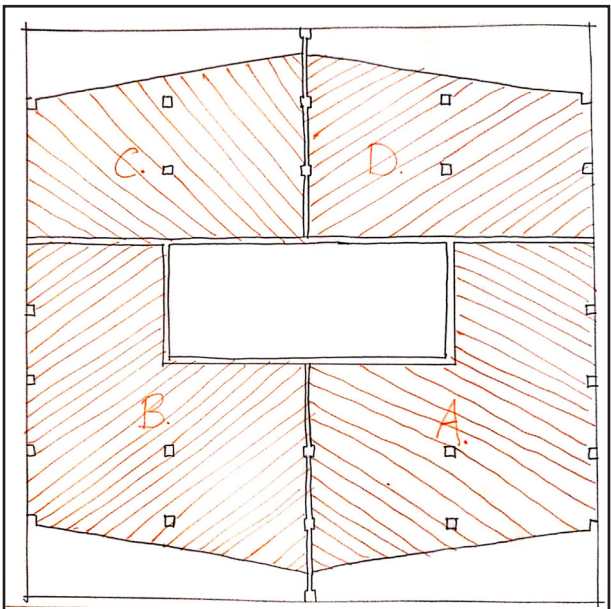
Accessibility



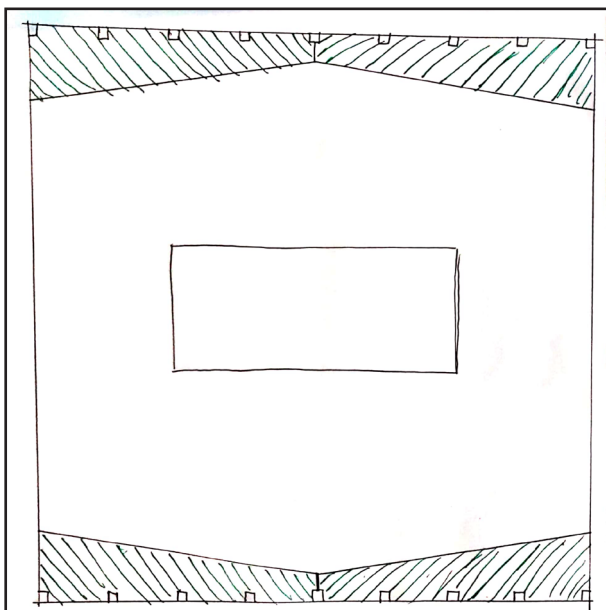
Service detail



Adaptability



Interior flexibility



Outside space

JFK SMARTLOFTS

Structure

The JFK smart lofts designed by Space and Matter are dwellings designed by the residents within the boundaries of an existing building. The function of a municipal district building was not needed anymore in this area therefore an intervention took place where Space and Matter were the architects but the residents were the designers of their own dwellings. The structure is mostly still like it was before with concrete columns of 600 x 300 mm placed on a vertical grid of 4800 mm and on a horizontal grid of 9610 mm - 9600 mm- 9610 mm. The biggest change compared to before is the big gap in the middle of the building next to the concrete central core. To make the change possible also several wind braces had to be placed in between the columns. The height of the building levels has not been changed and are 3230 apart from each other. This consists of concrete beams with a thickness of 340 mm which leaves a gap of 2890 mm for the residents. Last but not least balconies have been placed surrounding the complete building which are attached to the existing concrete floors.

Skin

The skin of the building has been completely changed which identifies the new function of the building. The repetition in the facade is tackled by a balcony that varies in depth. This gives the building its own unique expression. With the use of glass doors not only will a lot of light be brought into the building it will also give different opportunities to enter the balcony.

Services

Regarding the services a zoning for the shafts have taken place. The shafts for the fuse boxes are situated near the centre of the building whereas the shafts for piping have been placed a little bit more outwards of the central core. The pipes have been placed within the flooring and are therefore rigid. Nevertheless this building is already on its second life which shows it has been transferred successfully to a new function, but the piping is less future proof by doing it this way. The ventilation principles were natural ventilation with the use of ventilation grilles in the window frames. The disposal of used air was up to the residents, where most of them choose to place lowered ceilings in certain areas.

Accessibility

The 11 different apartment can all be reached from the central core of the building consisting of galleries connected to two separate staircases and an elevator. The main staircase is used as an architectural intervention to create a more diverse place to meet your neighbours whereas the other staircase has the function to be used in an emergency to be safe as quickly as possible.

Service detail

JFK Smartlofts make use of natural supply of air by placing ventilation grilles above the window frames. By doing it this way the rooms don't have to compensate in daylight because the total surface of the glass can be used successfully. Also the grilles in this way wont be visible in the skin.

Adaptability

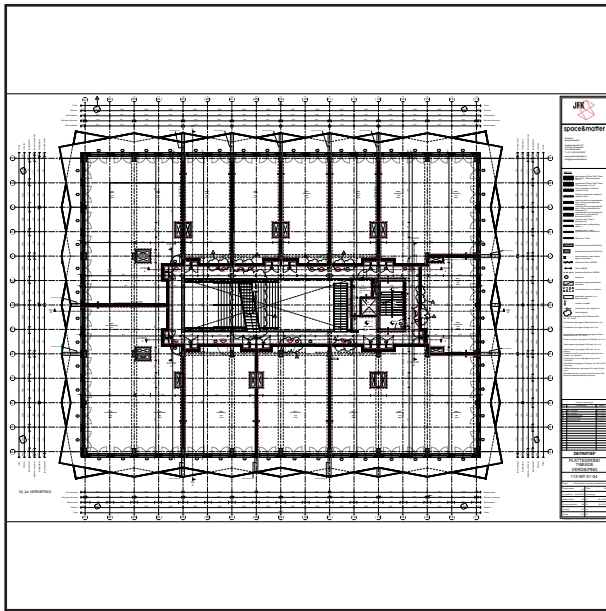
For a building that has been transformed to another function it still is very adaptable in the future. With the column being on the outside of the floors and a core that is being used for transportation of the users a lot of adaptable space is created. The only things that have to be taken into account are the wind trusses and shafts. The for now created 11 apartments could therefore be divided into 14 apartments.

Interieur Flexibility

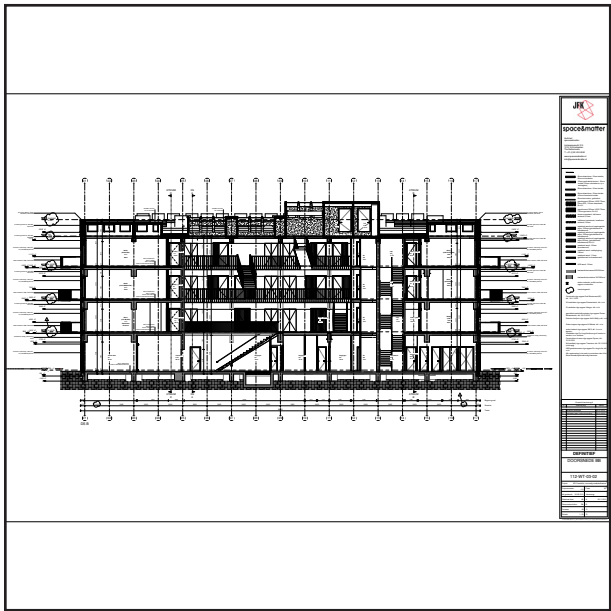
By placing the shafts in the same line as the grids of the existing structure the 11 created apartments didn't have to take a lot of restriction into consideration. Nevertheless with the decision to place the piping with the flooring instead of placing it on top of the flooring, adaptability of the wet zones is less likely to happen.

Outside space

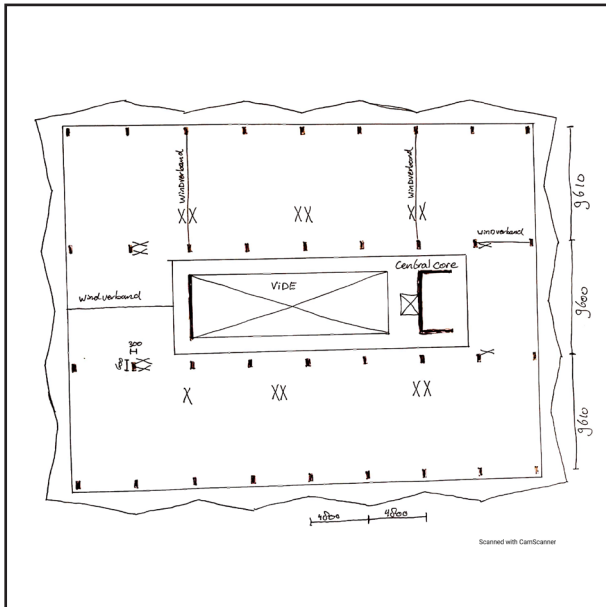
With a ring of balconies surrounding the rectangular floorplans everybody can have their own private balcony, where they can all choose the length and therefore the total m² of their own balcony. This also gives the buildings its own recognizable identity.



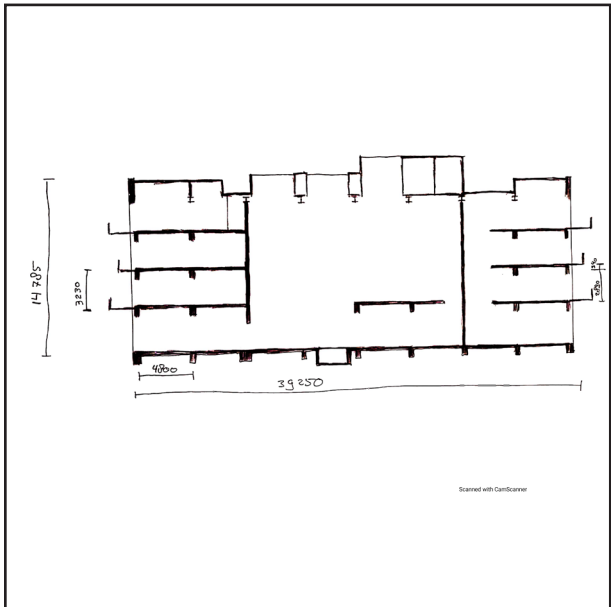
Basis floorplan



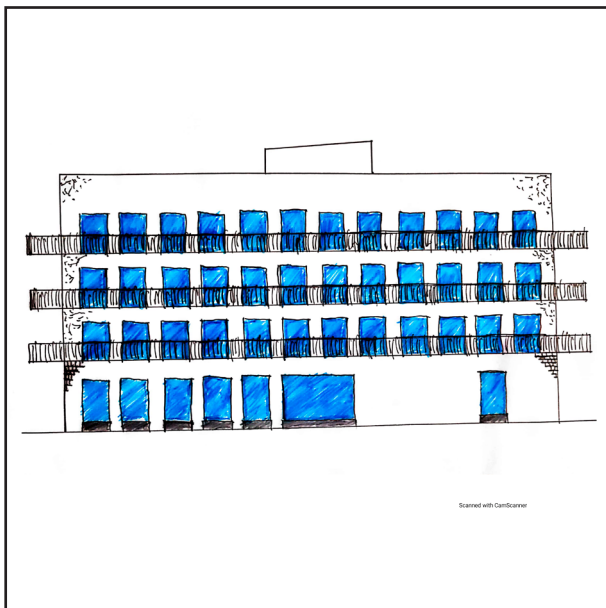
Basis section



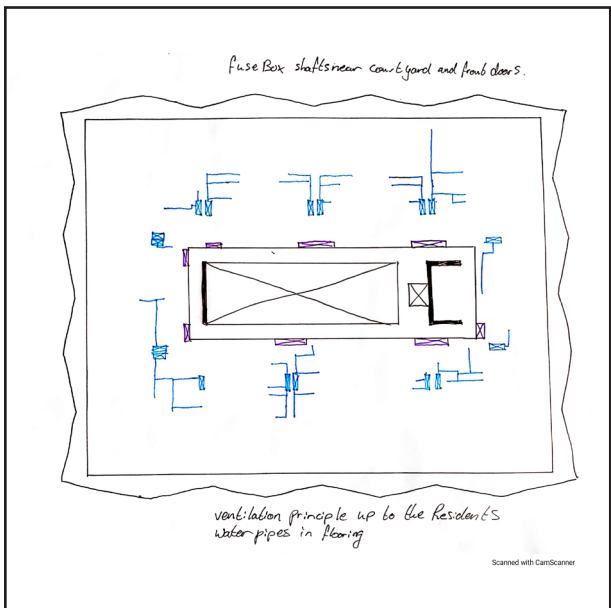
Structure



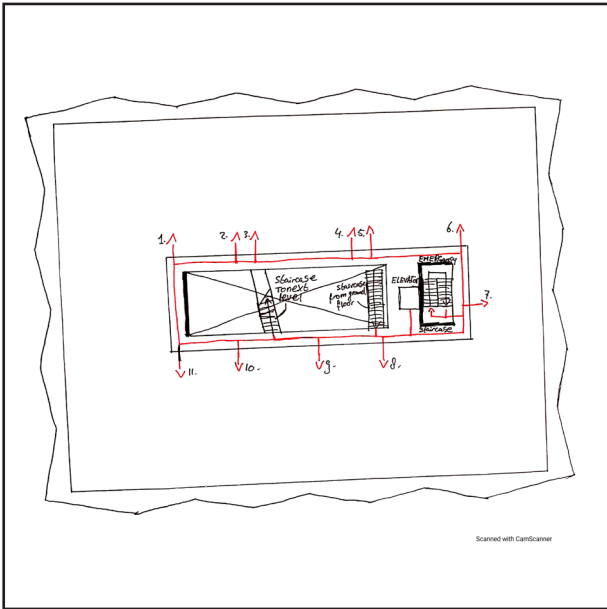
Structure



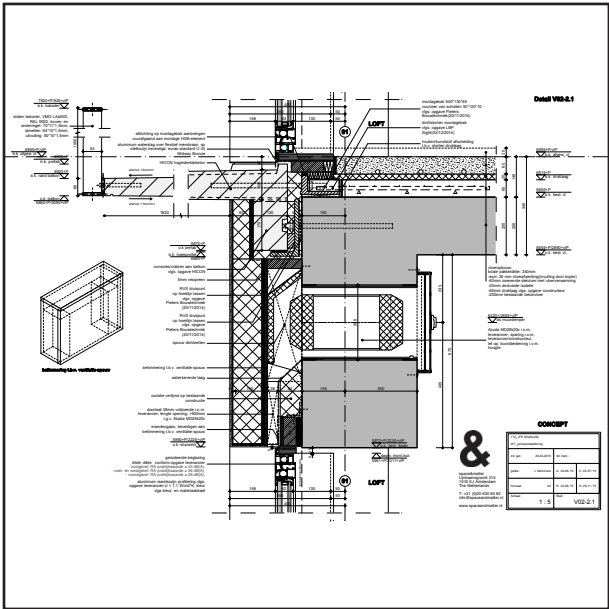
Skin



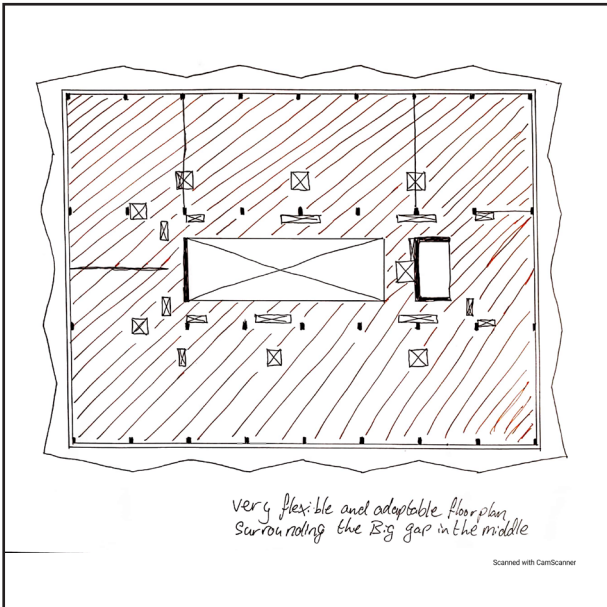
Services



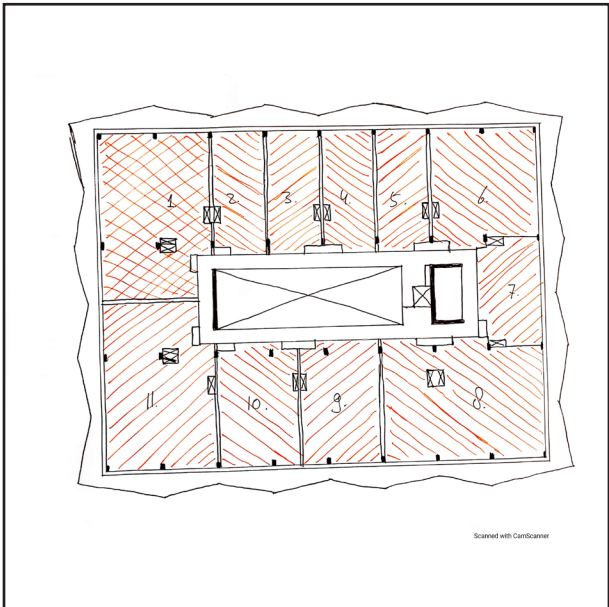
Accessibility



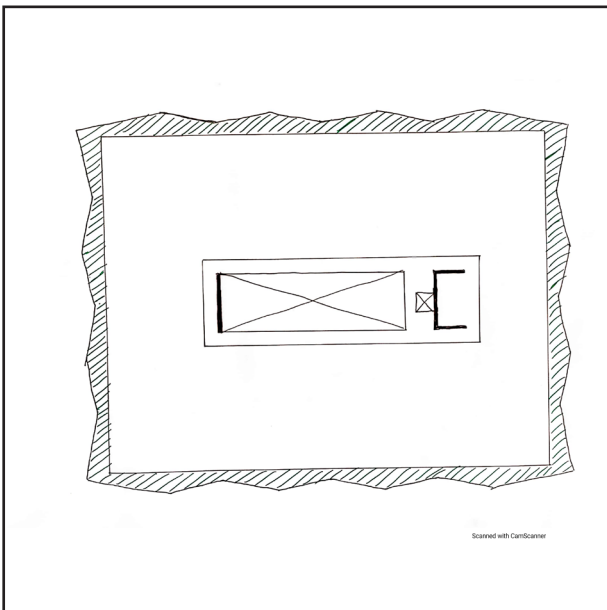
Service detail



Adaptability



Interior flexibility



Outside space

5. CALCULATIONS MODULE UNKNOWN INSTALLATIONS

Demo, Demo project

Jordy Wagemaker, Tu Delft Jordy

Algemene gegevens

omschrijving	module
plaats	Den Haag
type gebouw	appartement
soort bouw	bestaande bouw - gerenoveerd
bouwjaar	1999
renovatiejaar	2021
eigendom	koop
opname	basisopname
datum berekening	20-12-2021
opmerkingen	

Registratie

Deze berekening is niet geregistreerd in de landelijke database van de Rijksinspectie voor de Milieubeheer (EP-Online) en mag daarom **niet gebruikt worden bij aanvraag van een omgevingsvergunning**.

Berekeningen voor de aanvraag van een omgevingsvergunning moeten geregistreerd te zijn in EP-Online. Dit geldt voor zowel grondgebonden woningen, appartementen als utiliteitsgebouwen.

Bouwkundige bibliotheek

Definieer dichte constructies (vloeren, gevels, daken, panelen)

dichte constructie	vlak	methodiek	omschrijving	R_c [m ² K/W]
basisvloer	vloer	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	3,70
basis gevel	gevel	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	4,70
basis dak	dak	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	6,30

Definieer transparante constructies (ramen, deuren, panelen in kozijn)

transparante constructie	type	methodiek	type kozijn	omschrijving	U_W / U_D [W/m ² K]	$g_{gl;n}$
gevel opening	raam	beslisschema	hout / kunststof; grenzend aan buiten	drievoudig HR glas	1,4	0,50

Indeling gebouw

Definieer rekenzones

type zone	omschrijving	bouwwijze	n ^o bouwlaag
rekenzone	constructie	betonnen wand-vloer skeletbouw met massieve en niet-massieve betonnen vloeren	3

Definieer appartementen

omschrijving	positie	rekenzone	A _g [m ²]
module 1	bovenste laag - tussen (1 woonlaag)	constructie	42,00

Constructies**Geometrie dichte constructie - module 1 - constructie**

dichte constructie	opmerking	oppervlakte [m ²]
gevel - sterk geventileerd - 25,92 m²		
basis gevel - R _c = 4,70		15,20
dak - buitenlucht; HOR - 43,20 m²		
basis dak - R _c = 6,30		43,20

Geometrie transparante constructies (ramen en deuren) - module 1 - constructie

transparante constructie	opmerking	aantal	oppervlakte [m ²]	beschaduwing zonwering g _{gl} ;alt g _{gl} ;dif regeling zomernachtventilatie
gevel - sterk geventileerd - 25,92 m²				
gevel opening - U = 1,4 / g _{gl,m} = 0,50	maximale gevel mogelijkheid		10,72	

Luchtdoorlaten**Infiltratie**

buitenwerkse gebouwhoogte	3,60 m
invoer infiltratie	geen meetwaarde voor infiltratie

Definieer infiltratie

gebouw	$q_{v,10;lea,ref}$ [dm ³ /s per m ² gebruiksoppervlak]
module 1	0,42

Verticale leidingen in directe verbinding met buitenlucht

invoer verticale leidingen in directe verbinding met buitenlucht geen verticale leidingen door thermische schil

Verwarming 1

Aantal identieke systemen

1

Aangesloten rekenzones

constructie

Opwekking

Opwekker 1

type opwekker	warmtepomp - elektrisch
invoer opwekker	verfijnde olie
functie(s) van opwekker	verwarming en warm tapwater
gemeenschappelijke of niet-gemeenschappelijke installatie	niet-gemeenschappelijke installatie
bron warmtepomp	buitenlucht (afgifte water)
fabricagejaar toestel	fabricagejaar toestel 2015 en nieuwer
toestel / warmteleveringssysteem	warmtepomp - voldoet aan tabel 9.28
warmtebehoefte verwarmingssysteem	3192 kWh
door opwekker geleverde warmte (per toestel)	3192 kWh
COP	2,60
energiefractie	1,000
hulpenergie per toestel	30 kWh

Distributie

type distributiesysteem	tweepijpsysteem
ontwerp aanvoertemperatuur	onbekend
waterzijdige inregeling	inregeling onbekend

Binnen verwarmde zone

isolatie leidingen	geïsoleerd
isolatie kleppen en beugels	kleppen en beugels - geïsoleerd

Buiten verwarmde zone

invoer leidingen	leidinglengte onbekend
totale leidinglengte	4,03 m
isolatie leidingen	geïsoleerd
isolatie kleppen en beugels	kleppen en beugels - geïsoleerd

aanvullende distributiepomp aanvullende distributiepomp niet aanwezig

distributiepompen

omschrijving

pomp 1

Afgifte

Afgiftesysteem 1

type afgiftesysteem	luchtverwarming
vertrekhoogte	$h \leq 4$ m
ruimtetemperatuur regeling	forfaitaire
type ruimtetemperatuur regeling	temperatuurregeling per ruimte met handmatig overnemen (aan/uit) en adaptieve regeling
temperatuurcorrectie type regeling ($\Delta\theta_{ctr}$)	
temperatuurcorrectie automatische regeling ($\Delta\theta_{roomaut}$)	± 2 K

Ventilatoren voor afgifte

invoer ventilator

geen ventilatoren aanwezig

Tapwater 1

Aantal identieke systemen

1

Aangesloten op warm tapwatersysteem

module 1

Opwekking

Opwekker 1

type opwekker	warmtepomp - elektrisch
invoer opwekker	forfaitair
indirect verwarmde warm watervoorraadvat(en)	warmtepomp met geïntegreerd voorraadvat
functie(s) van opwekker	warm tapwater
gemeenschappelijke of niet-gemeenschappelijke installatie	niet-gemeenschappelijke installatie

bron warmtepomp	buitenlucht (afgifte water)
toestel / warmteleveringssysteem	warmtepomp - elektrisch
warmtebehoefte tapwatersysteem	1598 kWh
COP	1,40
energiefractie	1,000
hulpenergie per toestel	0 kWh

Distributie

circulatieleiding geen circulatieleiding aanwezig

distributiepompen

omschrijving

pomp 1

Afgifte

gemiddelde leidinglengte naar badruimte	leiding naar badruimte 8 - 10 m
gemiddelde leidinglengte naar aanrecht	leiding naar aanrecht 8 - 10 m
inwendige diameter leiding naar aanrecht	diam. leiding naar aanrecht onbekend

Ventilatie 1**Aantal identieke systemen**

1

Aangesloten rekenzones

constructie

Type ventilatiesysteem

ventilatiesysteem	C. natuurlijke toevoer en mechanische afvoer
invoer ventilatiesysteem	forfaitair
gemeenschappelijke of niet-gemeenschappelijke installatie	niet-gemeenschappelijke installatie
systeemvariant	C.4b COI-sturing op de toe- en afvoer in wk en hslpk, overige VR ZR-roosters $\Delta p \leq 1$ Pa, zonder zonerings
f_{ctrl}	0,52

Ventilatoren

invoer ventilator vermogen	forfaitair ventilator vermogen
fabricagejaar	fabricagejaar 2010 en nieuwer
type ventilator(en)	gelijkstroomventilatoren

Distributie en regelingen

luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen

LUKA D

ventilatiesysteem - passieve koeling

geen passieve koelregeling

PV(T)-systemen**Systeem 1**

type systeem	PV
invoer wattpiekvermogen	forfaitair
gemeenschappelijke of niet-gemeenschappelijke installatie	niet-gemeenschappelijke installatie
product forfaitair	monokristallijn silicium geplaatst vanaf 2018 (175 W/m ²)
wattpiekvermogen per m ²	175 Wp/m ²
gemiddelde veroudering per jaar	0,50 %
oppervlakte	17,00 m ²
oriëntatie	zuid
hellingshoek	30 °
ventilatie	onbelemmerd
beschaduwing	geen beschaduwing of belemmering

Resultaten module 1**Jaarlijkse hoeveelheid energiegebruik voor de energiefunctie**

functie	energie niet-primair	energie primair	hulpenergie niet-primair	hulpenergie primair
verwarming $E_{H,ci}$				
elektrisch	1228 kWh	1780 kWh	30 kWh	43 kWh
warm tapwater $E_{W,ci}$				
elektrisch	1142 kWh	1655 kWh	0 kWh	0 kWh
ventilatoren $E_{V,ci}$	67 kWh	97 kWh	0 kWh	0 kWh
Totaal		3533 kWh		43 kWh

Jaarlijkse karakteristieke energiegebruik

primaire energiegebruik inclusief hulpenergie	3576 kWh
opgewekte elektriciteit	3640 kWh
jaarlijkse karakteristieke energiegebruik	E_{Ptot} -64 kWh

Jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie

verwarming	$E_{Pren,H}$	1965 kWh
warm tapwater	$E_{Pren,W}$	457 kWh
koeling	$E_{Pren,C}$	0 kWh
elektriciteit	$E_{Pren,el}$	3640 kWh
totaal	$E_{Pren,Tot}$	6062 kWh

Elektriciteitsgebruik op de meter

gebouwegebonden installaties	2466 kWh
niet gebouwegebonden installaties	1800 kWh
opgewekte elektriciteit	2511 kWh
totaal	1755 kWh

Oppervlakten

totale gebruiksoppervlakte	$A_{g,tot}$	42,00 m ²
verliesoppervlakte	A_{ls}	69,12 m ²
compactheid		1,65

CO₂-emissie

CO ₂ -emissie	-15 kg
--------------------------	--------

Energieprestatie

indicator		resultaat
energiebehoefte	$E_{weH+C;nd;ventsys=C1}$	73,18 kWh/m ²
primaire fossiele energie	E_{wePTot}	-1,52 kWh/m ²
aandeel hernieuwbare energie	$RER_{PrenTot}$	101,0 %
hernieuwbare energie indicator	$E_{wePPrenTot}$	144,32
temperatuuroverschrijding	$TO_{puli,max}$	0,00
energielabel		A++++

Energieprestatie

indicator		resultaat
netto warmtebehoefte (EPV)	$E_{H,nd,net}$	67,22 kWh/m ²

Alle bovenstaande energiegebruiken zijn genormeerde energiegebruiken gebaseerd op een standaard klimaatjaar en een standaard gebruikersgedrag. Het werkelijke energiegebruik zal afwijken van het genormeerde energiegebruik. Aan de berekende energiegebruiken kunnen geen rechten ontleend worden.

TO_{juli} conform NTA 8800

rekenzone	constructie
TO _{juli,max}	0,00

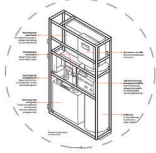




Student

6. COMPARISON ENERGY MODULES

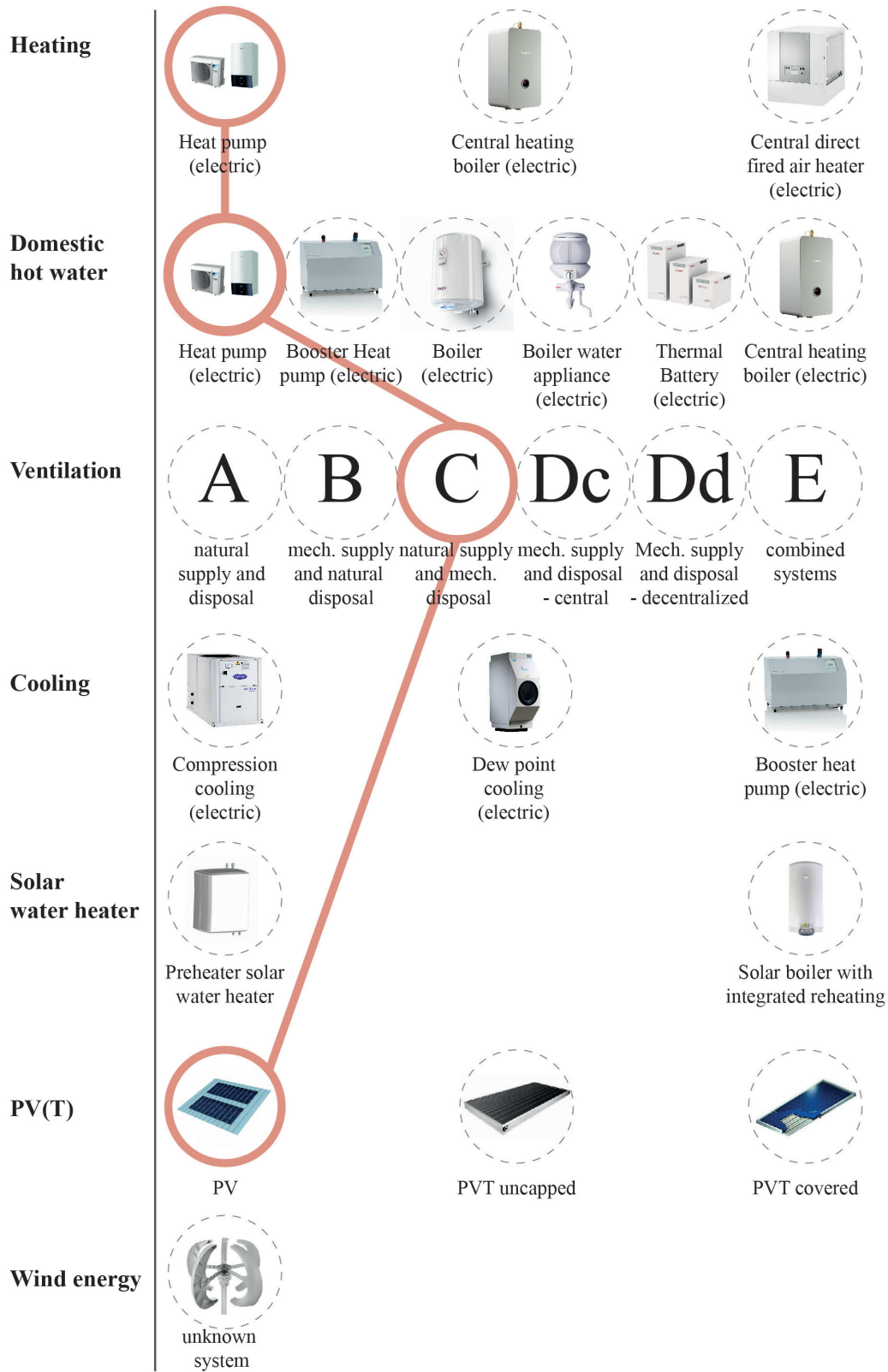
Although energy modules vary from supplier to supplier, they usually consist of the following components:

- A heat pump, usually an air-water heat pump, but sometimes also a ground source heat pump;
- A boiler tank;
- A balanced ventilation unit with heat recovery;
- An inverter for rooftop solar panels;
- Control, operating and monitoring systems and an internet gateway;
- Optional: a buffer tank for heating, a home battery, or a high-efficiency boiler for a hybrid solution.

By comparing these installations with the installation results from the NZEB calculations it can be concluded that energy modules are an optimised variant of the system that are being used in the NZEB calculations. For this reason, various energy modules will be compared with each other in terms of advantages and disadvantages so that a final energy module can be chosen for the façade module.

Product	Advantage	Disadvantages	source-link
1. BAM EM 	1. Dataprivacy Smart Energymanagement 2. Accessible with one door 3. Quick placement	1. Relatively big 1750 x 720 x 2600 mm 2. Made by contractor not by manufacturer	https://new.abb.com/low-voltage/nl/producten/woningbouwproducten/sem
2. Factory Zero EM 	1. Noise level <35 DBa 2. Relatively small 1325 x 975 x 2400 mm 3. Dataprivacy Smart Energymanagement	1. Weight 1200 kg 2. Access needed from multiple sides 3. fixed appearance	https://docplayer.nl/10467698-Integrated-climate-and-energy-module-icem-pre-order-brochure.html
3. Wattz-In EM 	1. Accessible with one door 2. Dataprivacy Smart Energymanagement 3. Very small 1200 x 765 x 2300 mm	1. Separate outside unit to be placed somewhere 330 x 840 x 880 mm	https://www.tece.com/nl/magazine/stories/energiemodule-wattz-prefab-energiemodule-met-teceprofil-utrecht
4. Nathan EM 	1. Relatively small 1300 x 950 x 2250 mm 2. Adjustable in dimensions 3. Noise level <38 DBa 4. Weight 900 kg	1. Access needed from multiple sides	https://www.nathan.nl/docs/default-source/default-document-library/nathan-energiemodule-brochure.pdf?sfvrsn=e0de55f5_0
5. Nefit Energy Bar 	1. Slim built 2. Quick placement 3. Hybride possibility	1. Two-storey span 2. Hard to access 3. fixed appearance	https://www.gawalo.nl/4307/warmtepomp-in-installatiekolom

7. INSTALLATION COMBINATION SCHEME



***Choice argumentation:** this combination results in the lowest energy requirement per unit in the NZEB calculations, allowing the use of PV panels to be kept to a minimum. The choice between size and efficiency therefore plays the main role.

8. CALCULATIONS MODULE SPECIFIC INSTALLATIONS

Demo, Demo project

Jordy Wagemaker, Tu Delft Jordy

Algemene gegevens

omschrijving	module
plaats	Den Haag
type gebouw	appartement
soort bouw	bestaande bouw - gerenoveerd
bouwjaar	1999
renovatiejaar	2021
eigendom	koop
opname	basisopname
datum berekening	20-12-2021
opmerkingen	

Registratie

Deze berekening is niet geregistreerd in de landelijke database van de Rijksinspectie voor de Milieubeheer (EP-Online) en mag daarom **niet gebruikt worden bij aanvraag van een omgevingsvergunning**.

Berekeningen voor de aanvraag van een omgevingsvergunning moeten geregistreerd te zijn in EP-Online. Dit geldt voor zowel grondgebonden woningen, appartementen als utiliteitsgebouwen.

Bouwkundige bibliotheek

Definieer dichte constructies (vloeren, muren, daken, panelen)

dichte constructie	vlak	methodiek	omschrijving	R_c [m ² K/W]
basisvloer	vloer	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	3,70
basis gevel	gevel	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	4,70
basis dak	dak	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	6,30

Definieer transparante constructies (ramen, deuren, panelen in kozijn)

transparante constructie	type	methodiek	type kozijn	omschrijving	U_W / U_D [W/m ² K]	$g_{gl;n}$
gevel opening	raam	beslisschema	hout / kunststof; grenzend aan buiten	drievoudig HR glas	1,4	0,50

Indeling gebouw

Definieer rekenzones

type zone	omschrijving	bouwwijze	n ^o bouwlaag
rekenzone	constructie	betonnen wand-vloer skeletbouw met massieve en niet-massieve betonnen vloeren	3

Definieer appartementen

omschrijving	positie	rekenzone	A _g [m ²]
module 1	bovenste laag - tussen (1 woonlaag)	constructie	42,00

Constructies**Geometrie dichte constructie - module 1 - constructie**

dichte constructie	opmerking	oppervlakte [m ²]
gevel - sterk geventileerd - 25,92 m²		
basis gevel - R _c = 4,70		15,20
dak - buitenlucht; HOR - 43,20 m²		
basis dak - R _c = 6,30		43,20

Geometrie transparante constructies (ramen en deuren) - module 1 - constructie

transparante constructie	opmerking	aantal	oppervlakte [m ²]	beschaduwing zonwering g _{gl} ;alt g _{gl} ;dif regeling zomernachtventilatie
gevel - sterk geventileerd - 25,92 m²				
gevel opening - U = 1,4 / g _{gl,m} = 0,50	maximale gevel mogelijkheid		10,72	

Luchtdoorlaten**Infiltratie**

buitenwerkse gebouwhoogte	3,60 m
invoer infiltratie	geen meetwaarde voor infiltratie

Definieer infiltratie

gebouw	$q_{v,10;lea,ref}$ [dm ³ /s per m ² gebruiksoppervlak]
--------	--

module 1	0,42
----------	------

Verticale leidingen in directe verbinding met buitenlucht

invoer verticale leidingen in directe verbinding met buitenlucht geen verticale leidingen door thermische schil

Verwarming 1**Aantal identieke systemen**

1

Aangesloten rekenzones

constructie

Opwekking**Opwekker 1**type opwekker warmtepomp - elektrisch invoer opwekker gebiedsspecifiek functie(s) van opwekker verwarming en warm tapwater gemeenschappelijke of niet-gemeenschappelijke installatie gemeenschappelijke installatie niet-gemeenschappelijke installatiebron warmtepomp buitenlucht (afgifte water)

gewenst vermogen (optioneel) kW

toestel / warmteleveringssysteem Metro Therm (Nathan) Metroair L6 split + SHK 200S-6 (180 liter)

warmtebehoefte verwarmingssysteem 2244 kWh

door opwekker geleverde warmte (per toestel) 2244 kWh

COP 5,30

energiefractie 1,000

hulpenergie per toestel 98 kWh

Distributie

type distributiesysteem tweepijpsysteem

ontwerp aanvoertemperatuur 35 °C

waterzijdige inregeling inregeling onbekend

Binnen verwarmde zone

isolatie leidingen geïsoleerd

isolatie kleppen en beugels kleppen en beugels - geïsoleerd

Buiten verwarmde zone

invoer leidingen	leidinglengte onbekend
totale leidinglengte	4,03 m
isolatie leidingen	geïsoleerd
isolatie kleppen en beugels	kleppen en beugels - geïsoleerd

aanvullende distributiepomp aanvullende distributiepomp niet aanwezig

distributiepompen

omschrijving

pomp 1

Afgifte

Afgiftesysteem 1

type afgiftesysteem	luchtverwarming
vertrekhoogte	$h \leq 2,1$ m
ruimtetemperatuur regeling	afhankelijk van type regeling
type ruimtetemperatuur regeling	automatische temperatuurregeling per ruimte met handmatig schakelen (aan/uit) en adaptieve regeling
temperatuurcorrectie type regeling ($\Delta\theta_{ctr}$)	0 K
temperatuurcorrectie automatische regeling ($\Delta\theta_{ro}$)	-1,2 K

Ventilatoren voor afgifte

invoer ventilator

geen ventilatoren aanwezig

Tapwater 1

Aantal identieke systemen

1

Aangesloten op warm tapwatersysteem

module 1

Opwekking

Opwekker 1

type opwekker	warmtepomp - elektrisch
invoer opwekker	forfaitair
indirect verwarmde warm watervoorraadvat(en)	warmtepomp met geïntegreerd voorraadvat
functie(s) van opwekker	warm tapwater

gemeenschappelijke of niet-gemeenschappelijke installatie	niet-gemeenschappelijke installatie
bron warmtepomp	buitenlucht (afgifte water)
toestel / warmteleveringssysteem	warmtepomp - elektrisch
warmtebehoefte tapwatersysteem	1598 kWh
COP	1,40
energiefractie	1,000
hulpenergie per toestel	0 kWh

Distributie

circulatieleiding geen circulatieleiding aanwezig

distributiepompen

omschrijving

pomp 1

Afgifte

gemiddelde leidinglengte naar badruimte	leidinglengte naar badruimte 8 - 10 m
gemiddelde leidinglengte naar aanrecht	leidinglengte naar aanrecht 8 - 10 m
inwendige diameter leiding naar aanrecht	diameter leiding naar aanrecht onbekend

Ventilatie 1**Aantal identieke systemen**

1

Aangesloten rekenzones

constructie

Type ventilatiesysteem

ventilatiesysteem	Dc. mechanische toe- en afvoer - centraal
invoer ventilatiesysteem	forfaitair
luchtbehandelingskast	luchtbehandelingskast niet aanwezig
systeemvariant	D.3 centrale WTW, sturing op toe- of afvoer door COI-meting in wk, zonder zonerig
f_{ctrl}	0,80

Warmteterugwinning

type warmteterugwinning	WTW rendement volgens EN13141-7, EN13141-8
rendement warmteterugwinning	0,920
bypass	bypass onbekend

fabricagejaar	fabricagejaar 2010 en nieuwer
bypassaandeel	1,00
koudeterugwinning via WTW	geen koudeterugwinning via WTW
toevoerkanaal van buiten naar WTW - lengte en/of isolatie	toevoerkanaal geïsoleerd - type isolatie onbekend - lengte onbekend

Ventilatoren

invoer ventilator vermogen	forfaitair ventilator vermogen
type ventilator(en)	gelijkstroomventilatoren
volumeregeling ventilatoren WTW	onbekende volumeregeling

Distributie en regelingen

luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	LUKA D
ventilatiesysteem - passieve koeling	geen passieve regeling

PV(T)-systemen

Systeem 1

type systeem	PV
invoer wattpiekvermogen	forfaitair
gemeenschappelijke of niet-gemeenschappelijke installatie	niet-gemeenschappelijke installatie
product forfaitair	monokristallijn silicium geplaatst vanaf 2018 (175 W/m ²)
wattpiekvermogen per m ²	175 Wp/m ²
gemiddelde veroudering per jaar	0,50 %
oppervlakte	13,00 m ²
oriëntatie	zuid
hellingshoek	30 °
ventilatie	onbekend
beschaduwing	minimale belemmering

Resultaten module 1

Jaarlijkse hoeveelheid energiegebruik voor de energiefunctie

functie	energie niet-primair	energie primair	hulpenergie niet-primair	hulpenergie primair
verwarming				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> EH,ci elektrisch </div>	446 kWh	646 kWh	98 kWh	142 kWh
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> EW,ci warm tapwater </div>				

Jaarlijkse hoeveelheid energiegebruik voor de energiefunctie

functie	energie niet-primair	energie primair	hulpenergie niet-primair	hulpenergie primair
elektrisch	1142 kWh	1655 kWh	0 kWh	0 kWh
ventilatoren $E_{v,ci}$	227 kWh	330 kWh	0 kWh	0 kWh
Totaal		2631 kWh		142 kWh

Jaarlijkse karakteristieke energiegebruik

primaire energiegebruik inclusief hulpenergie		2773 kWh
opgewekte elektriciteit		2784 kWh
jaarlijkse karakteristieke energiegebruik	E_{Ptot}	-11 kWh

Jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie

verwarming		1798 kWh
warm tapwater		457 kWh
koeling		0 kWh
electriciteit	$E_{Pren,el}$	2784 kWh
totaal	$E_{PrenTot}$	5039 kWh

Elektriciteitsgebruik op de meter

gebouwwgebonden installaties	1912 kWh
niet gebouwwgebonden installaties	1800 kWh
opgewekte elektriciteit	1920 kWh
totaal	1792 kWh

Oppervlakten

totale gebruiksoppervlakte	$A_{g,tot}$	42,00 m ²
verliesoppervlakte	A_{ls}	69,12 m ²
compactheid		1,65

CO₂-emissie

CO ₂ -emissie	-3 kg
--------------------------	-------

Energieprestatie

indicator		resultaat
energiebehoefte	$E_{weH+C,nd,ventsys=C1}$	73,18 kWh/m ²
primaire fossiele energie	E_{wePTot}	-0,26 kWh/m ²
aandeel hernieuwbare energie	$RER_{PrenTot}$	100,2 %
hernieuwbare energie indicator	$E_{wePPrenTot}$	119,96
temperatuuroverschrijding	$TO_{juli,max}$	0,00
energielabel		A++++
netto warmtebehoefte (EPV)	$E_{H,m}$	47,33 kWh/m ²

Alle bovenstaande energiegebruiken zijn genormeerde energiegebruiken gebaseerd op een standaard klimaatjaar en een standaard gebruikersgedrag. Het werkelijke energiegebruik zal afwijken van het genormeerde energiegebruik. Aan de berekende energiegebruiken kunnen geen rechten ontleend worden.

TO_{juli} conform NTA 8800

rekenzone	constructie
TO _{juli,max}	0,00



VERKLARING



nummer	104346/02	Vervangt	104346/01
Uitgegeven	11-06-2021	Eerste uitgave	03-02-2020
Geldig tot	01-01-2023	Rapportnummer	190500605

Verklaring
**Opwekkingsrendement verwarming en
hulpenergie t.b.v. de NEN 7120 en
warmtapwaterbereiding t.b.v. de NTA-8800
(overgangsregeling NTA-8800)**

VERKLARING VAN KIWA

Deze verklaring is gebaseerd op een éénmalige beoordeling door Kiwa van een product, zoals op deze verklaring vermeld, van

METROTHERM A/S

Hiermee geeft deze verklaring geen oordeel over andere door de leverancier te leveren producten.

Het product is beoordeeld conform NEN 7120+C2:2012/A1:2017 voor ruimteverwarming, en conform NTA-8800:2020 voor tapwaterbereiding.

De gegeven invoerwaarden kunnen worden gebruikt voor de berekening van het opwekkingsrendement voor verwarming en hulpenergie onder praktijkomstandigheden in het kader van de NTA 8800.

PRODUCTNAAM

**METROAIR L6 split + SHB10-06 i.c.m.
boilervat Komfort WTB 300**

(monovalent bedrijf)

Ron Scheepers
Kiwa Nederland B.V.

Kiwa Nederland B.V.
Wilmersdorf 50
Postbus 137
7300 AC APELDOORN
Tel. +31 88 99 83 393
E-mail info@kiwa.nl
www.kiwa.nl

Nathan Systems B.V.
Mega 2
6902KL Zevenaar
Tel. 026 445 98 45
Fax 026 445 93 73
E-mail info@nathan.nl
www.nathan.nl

METROAIR L6 split + SHB10-06

OPWEKKINGSRENDEMENT $\eta_{H;gen;si;hp}$, ENERGIEFRACTIE $F_{H;gen;si;gpref}$ EN HULPENERGIE $W_{H;aux}$ RUIMTEVERWARMING

In de tabellen op de volgende pagina's staat voor de lucht/water-warmtepomp METROAIR L6 split + SHB10-06, bestaande uit de METROAIR L6 split buitenunit i.c.m. de SHB10-06 binnenunit, het opwekkingsrendement $\eta_{H;gen;si;hp}$, uitgedrukt als COP-waarde, de energiefractie $F_{H;gen;si;gpref}$ en de hulpenergie $W_{H;aux}$ voor de functie ruimteverwarming van het warmtepompsysteem, afhankelijk van:

- Woning met een laag energiegebruik ($Q_{H;nd} / A_{g;tot} \leq 41,67 \text{ kWh/m}^2$) of met een hoog energiegebruik ($Q_{H;nd} / A_{g;tot} > 41,67 \text{ kWh/m}^2$);
- De warmtebehoefte $Q_{H;dis;nren}$ van de woning;
- De ontwerp aanvoertemperatuur η_{sup} van het verwarmingssysteem.

De hier vermelde waarden voor opwekkingsrendementen voor verwarming mogen worden gebruikt in plaats van de waarden zoals die in tabel 14.13 van de NEN 7120 worden gegeven.

Opwekkingsrendement en energiefractie:

De in de volgende tabellen van de hoofdstukken 1 en 2 gegeven waarden voor het opwekkingsrendement en de energiefractie voor de functie ruimteverwarming van de warmtepomp mogen worden gebruikt in NEN 7120:2012. De tabelwaarden mogen voor tussenliggende waarden voor de warmtebehoefte $Q_{H;dis;nren}$ lineair worden geïnterpoleerd. De berekeningen zijn uitgevoerd met de rekentool versie 3.5, conform bijlage E van de NEN 7120+C2:2012/A1:2017, door de DHPA geleverd 14 augustus 2018.

Uitgangspunten:

Lucht/water-warmtepomp, werkend uitsluitend met buitenlucht als bronmedium.

Als uitgangspunt bij de berekeningen is er vanuit gegaan dat de warmtepomp bij alle buitentemperaturen en alle afgiftetemperaturen in bedrijf blijft en de bijverwarming alleen in bedrijf komt wanneer de warmtepomp de warmtebehoefte niet kan dekken.

Hulpenergie:

De in de volgende tabellen van hoofdstukken 1 en 2 gegeven waarden voor hulpenergie $W_{H;aux}$ mogen worden gebruikt in NEN 7120. De hier vermelde waarden voor hulpenergie mogen worden gebruikt in plaats van de waarden welke kunnen worden berekend volgens 14.7 van de NEN7120.

Het hulpenergiegebruik is opgebouwd uit:

- Het stand-by verbruik van de warmtepomp gedurende de tijd dat de compressor niet draait voor de functie ruimteverwarming;
- Het totale verbruik van de cv-pomp, inclusief voor-en nadraaitijd.

Het hulpenergiegebruik genoemd in deze verklaring betreft alleen het verbruik van de warmtepomp voor het gedeelte van de warmtevraag wat door de warmtepomp wordt gedekt. Het hulpenergiegebruik van een eventuele bijstook dient apart te worden bepaald en valt buiten deze verklaring.

In de tabellen worden de volgende symbolen en termen gebruikt:

$\eta_{H;gen;si;hp}$	is het dimensieloze opwekkingsrendement voor ruimteverwarming, van de elektrische warmtepomp in systeem si;
$F_{H;gen;si;gpref}$	is de dimensieloze energiefractie voor ruimteverwarming, die de warmtepomp levert aan het systeem si;
$Q_{H;nd}$	is de warmtebehoefte waarin systeem si moet voorzien, in kWh per jaar;
$A_{g;tot}$	is het gebruiksoppervlak van de woning, in m ² ;
θ_{sup}	is de ontwerp aanvoertemperatuur van het warmte opwekkingsstelsel ten behoeve van ruimteverwarming, in °C;
$Q_{H;dis;nren}$	is de hoeveelheid energie ten behoeve van de energiefunctie verwarming, in kWh per jaar;
$W_{H;aux}$	is de hoeveelheid hulpenergie (stand-by verbruik elektronica en verbruik cv-pomp) ten behoeve van de energiefunctie verwarming, in kWh per jaar.

Het nominale verwarmingsvermogen van de warmtepomp METROAIR L6 split bedraagt 6,57 kW (bij EN 14511-conditie L7/W35).

Deze verklaring is voor ruimteverwarming ook geldig voor de volgende buiten- en binnendeel model:

Voor ruimteverwarming gelijkwaardige modellen
METROAIR L6 split + SHK 200S-6

**METROAIR L6 split + SHB10-06 i.c.m. Komfort WTB 300:
OPWEKKINGSRENDEMENT WARM TAPWATER ONDER PRAKTIJKOMSTANDIGHEDEN**

Dit opwekkingsrendement onder praktijkomstandigheden voor de METROAIR L6 split + SHB10-06 i.c.m. Komfort WTB 300 bestaande uit de METROAIR L6 split buitenunit en de SHB10-06 binnenunit i.c.m. boilervat Komfort WTB 300 met een vatinhoud van 279 liter, is bepaald volgens de in de NTA 8800 hoofdstuk 13, paragraaf 13.8.4 gegeven normatieve methode voor warm tapwater, getest met 24 uursmetingen. De testen zijn uitgevoerd met de EN 16147 tapprofielen M en L met buitenlucht (7(6)°C) als warmtebron. Het opwekkingsrendement is bepaald zonder het stand-by verbruik van de elektronica. Dit stand-by verbruik is reeds verdisconteerd in het opwekkingsrendement en de hulpenergie voor ruimteverwarming.

De hieronder gegeven invoerwaarden kunnen worden gebruikt voor de berekening van het opwekkingsrendement onder praktijkomstandigheden voor warm tapwater in het kader van de NTA 8800.

Tappatroon	i1=M	i2=L
Invoerwaarden voor software berekeningen in het kader van de NTA 8800		
$Q_{W;test,i(x)}$	5,868	11,680
$E_{W;gen,in;test,i(x)}$	3,588	5,570
$P_{nom,gi}$	6,57	6,57
$f_{prac,gi}$	0,90	0,90
Waarden gebruikt voor bepalen correcties voor temperatuur instelling en gebruik slimme regeling		
SCF_{gi}	n.v.t.	n.v.t.
Smart	0	0
$T_{set,test,i}$	52,8	53,9
$T_{set,design}$	55	55
Informatieve waarden		
P_{rated}	5,538	5,656
Thermostaat instelling	52 °C / 5 K	55 °C / 5 K
$\eta_{W;gen;prac;si;gi;mi}$	1,472	1,887

$Q_{W;test,i(x)}$	is de dagelijkse hoeveelheid energie die door de opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater voor tappatroon $i(x)$ in kWh/dag;
$E_{W;gen,in;test,i(x)}$	is de dagelijkse energieverbruik voor tappatroon $i(x)$ voor de ingestelde temperatuur in kWh/dag;
$P_{nom,gi}$	is het nominale vermogen van opwekker gi volgens opgave van de leverancier of zoals vermeld op het typeplaatje in kW;
$f_{prac,gi}$	is de dimensieloze correctiefactor voor opwekker gi onder praktijkomstandigheden;
SCF_{gi}	is de dimensieloze Smart Control Factor voor opwekker gi volgens EN 16147;
Smart	smart=0 indien $SCF < 0.7$ of als smart control niet van toepassing is, anders geldt smart=1
$T_{set,test,i}$	is het gemiddelde van de gemeten maximale warm water temperaturen bij de 55 °C tappings in °C;
$T_{set,design}$	is de ontwerptemperatuurinstelling van het toestel en het ontwerp van de installatie in °C;
P_{rated}	is het gemiddelde vermogen van de opwekker gi tijdens tappatroon $i(x)$ in kW volgens EN 16147;
$\eta_{W;gen;prac;si;gi;mi}$	is het opwekkingsrendement onder praktijkomstandigheden voor warm tapwater voor tappatroon $i(x)$ inclusief correcties voor $T_{set,test,i}$, op basis van de temperatuurinstelling van de thermostaat, en legionellapreventie.

Voor de bepaling van de gemiddelde dagelijkse hoeveelheid energie die door deze warmtepomp gebruikt wordt ten behoeve van warm tapwater moet tussen de twee genoemde tapklassen rechtlijnig worden geïnterpoleerd middels formule 13.154 van de NTA 8800. Bij gebruik van de testcombinatie M en L mag worden geëxtrapoleerd tot een warmtebehoefte van ten hoogste 5585 kWh/jaar.

9. CALCULATIONS BRIDGE TYPOLOGY

Demo, Demo project

Jordy Wagemaker, Tu Delft Jordy

Algemene gegevens

omschrijving	bruggebouw
plaats	Den Haag
type gebouw	appartementengebouw
soort bouw	bestaande bouw - gerenoveerd
bouwjaar	1999
renovatiejaar	2021
eigendom	koop
opname	basisopname
datum berekening	21-12-2021
opmerkingen	

Registratie

Deze berekening is niet geregistreerd in de landelijke database van de Rijksinspectie voor de Milieubeheer (EP-Online) en mag daarom **niet gebruikt worden bij aanvraag van een omgevingsvergunning**.

Berekeningen voor de aanvraag van een omgevingsvergunning moeten geregistreerd te zijn in EP-Online. Dit geldt voor zowel grondgebonden woningen, appartementen als utiliteitsgebouwen.

Bouwkundige bibliotheek

Definieer dichte constructies (vloeren, muren, gevels, daken, panelen)

dichte constructie	vlak	methodiek	omschrijving	R_c [m ² K/W]
voorgevel	gevel	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	4,70
zijgevel rechts	gevel	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	4,70
zijgevel links	gevel	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	4,70
achtergevel	gevel	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	4,70
vloer	vloer	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	3,70
dak	dak	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	6,30

Definieer transparante constructies (ramen, deuren, panelen in kozijn)

transparante constructie	type	methodiek	type kozijn	omschrijving	U_W / U_D [W/m ² K]	$g_{gl;n}$
voorgevel	raam	beslisschema	hout / kunststof; grenzend aan buiten	drievoudig HR glas	1,4	0,50
zijgevel rechts	raam	beslisschema	hout / kunststof; grenzend aan buiten	drievoudig HR glas	1,4	0,50
zijgevel links	raam	beslisschema	hout / kunststof; grenzend aan buiten	drievoudig HR glas	1,4	0,50
achtergevel	raam	beslisschema	hout / kunststof; grenzend aan buiten	drievoudig HR glas	1,4	0,50

Indeling gebouw

energieprestatie berekenen per gebouw
aantal woonfuncties in berekening 140

Definieer rekenzones

type zone	omschrijving	bouwwijze	$n_{bouwlaag}$
rekenzone	constructie	betonnen wand-vloer skeletbouw met massieve en niet-massieve betonnen vloeren	8

Definieer woning

omschrijving	type gebouw	rekenzone	A_g [m ²]
module 1	appartementengebouw	constructie	42,00

Definieer gemeenschappelijke ruimten

gemeenschappelijke ruimte	wordt gebruikt tbv	A_g [m ²]
trappen en gang	constructie	2507,00

Constructies

Geometrie dichte constructie - module 1 - constructie

dichte constructie	opmerking	oppervlakte [m ²]
vloer - op/boven mv; boven kruipruimte - 2612,00 m²		
vloer - $R_c = 3,70$		2612,00

Geometrie dichte constructie - module 1 - constructie

dichte constructie	opmerking	oppervlakte [m ²]
dak - buitenlucht; HOR - 2612,00 m²		
dak - R _c = 6,30		2612,00
voorgevel - buitenlucht, N - 2132,00 m² - 90°		
voorgevel - R _c = 4,70		1315,00
linkergevel - buitenlucht, O - 545,00 m² - 90°		
zijgevel links - R _c = 4,70		420,00
achtergevel - buitenlucht, Z - 2132,00 m² - 90°		
achtergevel - R _c = 4,70		1315,00
rechtergevel - buitenlucht, W - 484,00 m² - 90°		
zijgevel rechts - R _c = 4,70		400,00

Geometrie transparante constructies (ramen en deuren) - module 1 - constructie

transparante constructie	opmerking	aantal	oppervlakte [m ²]	beschaduwing	zonwering g _{gl} ;alt g _{gl} ;dif	regeling zomernachtventilatie
voorgevel - buitenlucht, N - 2132,00 m² - 90°						
voorgevel - U = 1,4 / g _{gl;n} = 0,50			817,00	minimale belemmering		
linkergevel - buitenlucht, O - 545,00 m² - 90°						
zijgevel links - U = 1,4 / g _{gl;n} = 0,50			125,00	minimale belemmering		
achtergevel - buitenlucht, Z - 2132,00 m² - 90°						
achtergevel - U = 1,4 / g _{gl;n} = 0,50			817,00	minimale belemmering		
rechtergevel - buitenlucht, W - 484,00 m² - 90°						
zijgevel rechts - U = 1,4 / g _{gl;n} = 0,50			84,00	minimale belemmering		

Kenmerken vloerconstructie

hoogte bovenkant vloer tov maaiveld (h)	10,78 m
omtrek van het vloerveld (P)	295,20 m

Kenmerken kruipruimte en onverwarmde kelder

warmteweerstand van de boven de vloer liggende gevel (R_{bw}) voorgevel - R_c = 4,70 m²K/W

warmteweerstand v.d. onverwarmde kelder-, kruipruimtevloer geïsoleerde vloer m^2K/W
(R_{bi})

Geometrie dichte constructie - trappen en gang

dichte constructie	opmerking	oppervlakte [m^2]
constructie - buitenlucht, N - 902,00 m^2 - 90°		
voorgevel - $R_c = 4,70$		0,00

Geometrie transparante constructies (ramen en deuren) - trappen en gang

transparante constructie	opmerking	aantal	oppervlakte [m^2]	beschaduwing	zonwering $g_{gl};alt$ $g_{gl};dif$	regeling zomernachtventilatie
constructie - buitenlucht, N - 902,00 m^2 - 90°						
voorgevel - $U = 1,4 / g_{gl,n} = 0,50$			902,00	minimale belemmering		

Luchtdoorlaten

Infiltratie

buitenwerkse gebouwhoogte

1,75 m

invoer infiltratie

geen meetwaarde voor infiltratie

Definieer infiltratie

gebouw	$q_{v,10;lea;ref}$ [dm^3/s per m^2 gebruiksoppervlak]
gebouw	0,42

Verticale leidingen in directe verbinding met buitenlucht

invoer verticale leidingen in directe verbinding met buitenlucht geen verticale leidingen door thermische schil

Verwarming 1

Aantal identieke systemen

140

Aangesloten rekenzones

constructie

Opwekking

Opwekker 1

type opwekker	warmtepomp - elektrisch
invoer opwekker	productspecifiek
functie(s) van opwekker	verwarming en warm tapwater
gemeenschappelijke of niet-gemeenschappelijke installatie	niet-gemeenschappelijke installatie
bron warmtepomp	buitenlucht (afgifte water)
gewenst vermogen (optioneel)	kW
toestel / warmteleveringssysteem	Mitsubishi Electric (Alklima) Ecodan Cylinderunit 5 kW PUHZ-SW50VKA met E(H/R)ST20D (200 liter boiler) - monovalent
warmtebehoefte verwarmingssysteem	2418 kWh
door opwekker geleverde warmte (per toestel)	2418 kWh
COP	5,30
energiefractie	1,000
hulpenergie per toestel	181 kWh

Distributie

type distributiesysteem	tweepijps systeem
ontwerp aanvoertemperatuur	35 °C
waterzijdige inregeling	niet bekend

Binnen verwarmde zone

isolatie leidingen	geïsoleerd
isolatie kleppen en beugels	kleppen en beugels - geïsoleerd

Buiten verwarmde zone

invoer leidingen	leidinglengte onbekend
totale leidinglengte	1,75 m
isolatie leidingen	geïsoleerd
isolatie kleppen en beugels	kleppen en beugels - geïsoleerd

aanvullende distributiepomp	aanvullende distributiepomp niet aanwezig
-----------------------------	---

distributiepompen

omschrijving

pomp 1

Afgifte**Afgiftesysteem 1**

type afgiftesysteem	luchtverwarming
vertrekhoogte	$h \leq 4$ m

ruimtetemperatuur regeling	gecertificeerd volgens NEN-EN 215 of NEN-EN 15500
type ruimtetemperatuur regeling	regeling gecertificeerd volgens NEN-EN 215 / NEN-EN 15500
temperatuurcorrectie type regeling ($\Delta\theta_{ctr}$)	1,5 K
temperatuurcorrectie automatische regeling ($\Delta\theta_{roomaut}$)	0,0 K

Ventilatoren voor afgifte

invoer ventilator

geen ventilatoren aanwezig

Tapwater 1

Aantal identieke systemen

140

Aangesloten op warm tapwatersysteem

module 1

Opwekking

Opwekker 1

type opwekker	warmtepomp - elektrisch
invoer opwekker	forfaitair
indirect verwarmde warm watervoorraadvat(en)	warmtepomp met geïntegreerd voorraadvat
functie(s) van opwekker	warm tapwater
gemeenschappelijke of niet-gemeenschappelijke installatie	niet-gemeenschappelijke installatie
bron warmtepomp	combinatie buitenlucht en ventilatieretourlucht
toestel / warmteleveringssysteem	warmtepomp - elektrisch
warmtebehoefte tapwatersysteem	1311 kWh
COP	1,40
energiefractie	1,000
hulpenergie per toestel	0 kWh
hernieuwbare energie	0 kWh

Distributie

circulatieleiding geen circulatieleiding aanwezig

distributiepompen

omschrijving

pomp 1

Afgifte

gemiddelde leidinglengte naar badruimte	leidinglengte naar badruimte 8 - 10 m
gemiddelde leidinglengte naar aanrecht	leidinglengte naar aanrecht 8 - 10 m
inwendige diameter leiding naar aanrecht	diameter leiding naar aanrecht onbekend

Ventilatie 1

Aantal identieke systemen

140

Aangesloten rekenzones

constructie

Type ventilatiesysteem

ventilatiesysteem	Dc. mechanische toe- en afvoer - centraal
invoer ventilatiesysteem	productspecifiek
luchtbehandelingskast	luchtbehandelingskast niet aanwezig
systeemvariant	Zehnder ComfortAir E300 - BCRG verklaring aangevuld 2021-08-27
variant	2
f_{ctrl}	1,00

Warmteterugwinning

rendement warmteterugwinning	0,902
bypassaandeel	1,00
koudeterugwinning via WTW	koudeterugwinning via WTW
toevoerkanaal van buiten naar WTW - lengte en/of isolatie	toevoerkanaal geïsoleerd - type isolatie onbekend - lengte onbekend

Ventilatoren

aantal ventilatie-units	1
P_{nom}	27,5 W
f_{regfan}	0,364

Ventilatie debieten

werkelijk geïnstalleerde / te installeren ventilatiecapaciteit	werkelijk geïnstalleerde / te installeren ventilatiecapaciteit onbekend
--	---

Distributie en regelingen

lucht dichtheidsklasse ventilatiekanalen	LUKA D
ventilatiesysteem - passieve koeling	geen passieve koelregeling

PV(T)-systemen

Systeem 1

type systeem	PV
invoer wattpiekvermogen	forfaitair
product forfaitair	monokristallijn silicium geplaatst vanaf 2018 (175 W/m ²)
wattpiekvermogen per m ²	175 Wp/m ²
gemiddelde veroudering per jaar	0,50 %
oppervlakte	1635,00 m ²
oriëntatie	zuid
hellingshoek	30 °
ventilatie	onbekend
beschaduwing	minimale beschaduwing

Student

Resultaten

Jaarlijkse hoeveelheid energiegebruik voor de energiefunctie

functie		energie niet-primair	energie primair	hulpenergie niet-primair	hulpenergie primair
verwarming	$E_{H,ci}$				
elektrisch		67231 kWh	97485 kWh	25366 kWh	36781 kWh
warm tapwater	$E_{W,ci}$				
elektrisch		131068 kWh	190048 kWh	0 kWh	0 kWh
ventilatoren	$E_{V,ci}$	17243 kWh	25003 kWh	0 kWh	0 kWh
Totaal			312535 kWh		36781 kWh

Jaarlijkse karakteristieke energiegebruik

primaire energiegebruik inclusief hulpenergie		349316 kWh
opgewekte elektriciteit		350126 kWh
jaarlijkse karakteristieke energiegebruik	E_{Ptot}	-810 kWh

Jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbaar energiegebruik

verwarming	$E_{Pren,H}$	271276 kWh
warm tapwater	$E_{Pren,W}$	0 kWh
koeling	$E_{Pren,C}$	0 kWh
electriciteit	$E_{Pren,el}$	350126 kWh
totaal	$E_{Pren,Tot}$	621402 kWh

Elektriciteitsgebruik op de meter

gebouwwgebonden installaties	240908 kWh
niet gebouwwgebonden installaties	252000 kWh
opgewekte elektriciteit	241466 kWh
totaal	251442 kWh

Oppervlakten

totale gebruiksoppervlakte	$A_{g,tot}$	2549,00 m ²
verliesoppervlakte	A_{ls}	10635,40 m ²
compactheid		4,17

CO₂-emissie

CO ₂ -emissie		-190 kg
--------------------------	--	---------

Energieprestatie

indicator		resultaat
energiebehoefte	$E_{wEH+C_{r4}}/A_{g,tot}$	150,22 kWh/m ²
primaire fossiele energie	E_{wef}	-0,31 kWh/m ²
aandeel hernieuwbare energie	$\frac{E_{wef}}{E_{wEH+C_{r4}}}$	100,1 %
hernieuwbare energie indicator	$E_{wef} \cdot A_{g,tot}$	243,78
netto warmtebehoefte (EPV)	$E_{wEH+C_{r4,net}}$	116,10 kWh/m ²

Alle bovenstaande energiegebruiken zijn genormeerd. Energiegebruiken gebaseerd op een standaard klimaatjaar en een standaard gebruikersgedrag. Het werkelijke energiegebruik kan afwijken van het genormeerde energiegebruik. Aan de berekende energiegebruiken kunnen geen rechten ontleend worden.

10. CALCULATIONS SLAB TYPOLOGY

Demo, Demo project

Jordy Wagemaker, Tu Delft Jordy

Algemene gegevens

omschrijving	Belastingskantoor
plaats	Leeuwarden
type gebouw	appartementengebouw
soort bouw	bestaande bouw - gerenoveerd
bouwjaar	1970
renovatiejaar	2021
eigendom	koop
opname	basisopname
datum berekening	30-12-2021
opmerkingen	

Registratie

Deze berekening is niet geregistreerd in de landelijke database van de Rijksinspectie voor de Milieubeheer (EP-Online) en mag daarom **niet gebruikt worden bij aanvraag van een omgevingsvergunning**.

Berekeningen voor de aanvraag van een omgevingsvergunning moeten geregistreerd te zijn in EP-Online. Dit geldt voor zowel grondgebonden woningen, appartementen als utiliteitsgebouwen.

Bouwkundige bibliotheek

Definieer dichte constructies (vloeren, gevels, daken, panelen)

dichte constructie	vlak	methodiek	omschrijving	R_c [m ² K/W]
begane grondvloer	vloer	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	3,70
Voorgevel	gevel	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	4,70
Linkergevel	gevel	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	4,70
Achtergevel	gevel	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	4,70
Rechteregevel	gevel	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	4,70
dak	dak	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	6,30

Definieer transparante constructies (ramen, deuren, panelen in kozijn)

transparante constructie	type	methodiek	type kozijn	omschrijving	U_W / U_D [W/m ² K]	$g_{gl,n}$	A [m ²]
raam voor	raam	beslisschema	hout / kunststof; grenzend aan buiten	drievoudig HR glas	1,4	0,50	927,00
gemeenschappelijk voor	raam	beslisschema	hout / kunststof; grenzend aan buiten	drievoudig HR glas	1,4	0,50	367,00

Definieer transparante constructies (ramen, deuren, panelen in kozijn)

transparante constructie	type	methodiek	type kozijn	omschrijving	U_W / U_D [W/m ² K]	$g_{gl,n}$	A [m ²]
gemeenschappelijk rechts	raam beslisschema		hout / kunststof; grenzend aan buiten	drievoudig HR glas	1,4	0,50	199,00
gemeenschappelijk links	raam beslisschema		hout / kunststof; grenzend aan buiten	drievoudig HR glas	1,4	0,50	199,00
raam achter	raam beslisschema		hout / kunststof; grenzend aan buiten	drievoudig HR glas	1,4	0,50	1294,00

Indeling gebouw

energieprestatie berekenen per gebouw
aantal woonfuncties in berekening 133

Definieer rekenzones

type zone	omschrijving	bouwwijze	$n_{bouwlaag}$
rekenzone	constructie	betonnen wand-vloer skeletbouw met massieve en niet-massieve betonnen vloeren	2

Definieer woning

omschrijving	type gebouw	rekenzone	A_g [m ²]
module 1	appartementen gebouw	constructie	42,00

Definieer gemeenschappelijke ruimten

gemeenschappelijke ruimte	wordt gebruikt tbv	A_g [m ²]
trappen en gangen	constructie	2253,00

Constructies

Geometrie dichte constructie - module 1 - constructie

dichte constructie	opmerking	oppervlakte [m ²]
vloer - op/boven mv; boven kruipruimte - 1276,00 m²		
begane grondvloer - $R_c = 3,70$	begane grondvloer	1276,00
dak - buitenlucht; HOR - 1276,00 m²		

Geometrie dichte constructie - module 1 - constructie

dichte constructie	opmerking	oppervlakte [m ²]
dak - R _c = 6,30		1276,00
voorgevel - buitenlucht, N - 1996,00 m² - 90°		
Voorgevel - R _c = 4,70		1069,00
rechtergevel - buitenlucht, W - 345,00 m² - 90°		
Rechtergevel - R _c = 4,70		345,00
achtergevel - buitenlucht, Z - 1996,00 m² - 90°		
Achtergevel - R _c = 4,70		702,00
linkergevel - buitenlucht, O - 345,00 m² - 90°		
Linkergevel - R _c = 4,70		345,00

Geometrie transparante constructies (ramen en deuren) - module 1 - constructie

transparante constructie	opmerking	aantal	oppervlakte [m ²]	breedte	maduwing	zonwering	ggl;alt	ggl;dif	regeling	zomernachtventilatie
voorgevel - buitenlucht, N - 1996,00 m² - 90°										
raam voor - U = 1,4 / g _{gl,n} = 0,50		1	1027,00							minimale belemmering
achtergevel - buitenlucht, Z - 1996,00 m² - 90°										
raam achter - U = 1,4 / g _{gl,n} = 0,50		1	1294,00							minimale belemmering

Kenmerken vloerconstructie

hoogte bovenkant vloer tov maaiveld (h)	6700,00 m
omtrek van het vloerveld (P)	208,80 m

Kenmerken kruipruimte en onverwarmde kelder

warmteweerstand van de boven de vloer liggende gevel (R_{bw}) Voorgevel - R_c = 4,70 m²K/W

warmteweerstand v.d. onverwarmde kelder-, kruipruimtevloer geïsoleerde vloer m²K/W (R_{bi})

Geometrie dichte constructie - trappen en gangen

dichte constructie	opmerking	oppervlakte [m ²]
--------------------	-----------	-------------------------------

Geometrie dichte constructie - trappen en gangen

dichte constructie	opmerking	oppervlakte [m ²]
voorgevel - buitenlucht, Z - 367,00 m² - 90°		
Voorgevel - R _c = 4,70		0,00
rechtergevel - buitenlucht, W - 199,00 m² - 90°		
Linkergevel - R _c = 4,70		0,00
linkergevel - buitenlucht, O - 199,00 m² - 90°		
Rechtergevel - R _c = 4,70		0,00

Geometrie transparante constructies (ramen en deuren) - trappen en gangen

transparante constructie	opmerking	aantal	oppervlakte [m ²]	bestemming	zonwering ggl;alt ggl;dif regeling zomernachtventilatie
voorgevel - buitenlucht, Z - 367,00 m² - 90°					
gemeenschappelijk voor - U = 1,4 / g _{gl;n} = 0,50		1	36,00	minimale belemmering	
rechtergevel - buitenlucht, W - 199,00 m² - 90°					
gemeenschappelijk links - U = 1,4 / g _{gl;n} = 0,50		1	199,00	minimale belemmering	
linkergevel - buitenlucht, O - 199,00 m² - 90°					
gemeenschappelijk rechts - U = 1,4 / g _{gl;n} = 0,50			199,00	minimale belemmering	

Luchtdoorlaten

Infiltratie

buitenwerkse gebouwhoogte	25,20 m
invoer infiltratie	geen meetwaarde voor infiltratie

Definieer infiltratie

gebouw	q _{v,10;lea;ref} [dm ³ /s per m ² gebruiksoppervlak]
gebouw	0,42

Verticale leidingen in directe verbinding met buitenlucht

invoer verticale leidingen in directe verbinding met buitenlucht geen verticale leidingen door thermische schil

Verwarming 1

Aantal identieke systemen

133

Aangesloten rekenzones

constructie

Opwekking

Opwekker 1

type opwekker	warmtepomp - elektrisch
invoer opwekker	productspecifiek
functie(s) van opwekker	verwarming en warm tapwater
gemeenschappelijke of niet-gemeenschappelijke installatie	niet-gemeenschappelijke installatie
bron warmtepomp	buitenlucht (aardwater)
gewenst vermogen (optioneel)	kW
toestel / warmteleveringssysteem	Mitsubishi Electric (Alklima) Ecodan Cylinderunit 5 kW PUHZ-SW5000A m2E(H/R)ST20D (200 liter boiler) - monovalent
warmtebehoefte verwarmingssysteem	181 kWh
door opwekker geleverde warmte (per toestel)	181 kWh
COP	2,00
energiefractie	0,90
hulpenergie per toestel	178 kWh

Distributie

type distributiesysteem	tweepijpsysteem
ontwerp aanvoertemperatuur	35 °C
waterzijdige inregeling	inregeling onbekend

Binnen verwarmde zone

isolatie leidingen	geïsoleerd 1995 of later
isolatie kleppen en beugels	kleppen en beugels - geïsoleerd

Buiten verwarmde zone

invoer leidingen	leidinglengte onbekend
totale leidinglengte	1,66 m
isolatie leidingen	geïsoleerd 1995 of later
isolatie kleppen en beugels	kleppen en beugels - geïsoleerd

aanvullende distributiepomp	aanvullende distributiepomp niet aanwezig
-----------------------------	---

distributiepompen

omschrijving

pomp 1

Afgifte

Afgiftesysteem 1

type afgiftesysteem	luchtverwarming
vertrekhoogte	$h \leq 4$ m
ruimtetemperatuur regeling	gecertificeerd volgens NEN-EN 215 of NEN-EN 15500
type ruimtetemperatuur regeling	regeling gecertificeerd volgens NEN-EN 215 / NEN-EN 15500
temperatuurcorrectie type regeling ($\Delta\theta_{ctr}$)	1,5 K
temperatuurcorrectie automatische regeling ($\Delta\theta_{roomaut}$)	0,0 K

Ventilatoren voor afgifte

invoer ventilator

geen ventilatoren aanwezig

Tapwater 1

Aantal identieke systemen

133

Aangesloten op warm tapwatersysteem

module 1

Opwekking

Opwekker 1

type opwekker	warmtepomp - elektrisch
invoer opwekker	forfaitair
indirect verwarmde warm watervoorraadvat(en)	warmtepomp met geïntegreerd voorraadvat
functie(s) van opwekker	warm tapwater
gemeenschappelijke of niet-gemeenschappelijke installatie	niet-gemeenschappelijke installatie
bron warmtepomp	combinatie buitenlucht en ventilatieretourlucht
toestel / warmteleveringssysteem	warmtepomp - elektrisch
warmtebehoefte tapwatersysteem	1311 kWh
COP	1,40
energiefractie	1,000
hulpenergie per toestel	0 kWh

Demo, Demo project

Jordy Wagemaker, Tu Delft Jordy

hernieuwbare energie

0 kWh

Distributie

circulatieleiding

geen circulatieleiding aanwezig

distributiepompen

omschrijving

pomp 1

Afgifte

gemiddelde leidinglengte naar badruimte

leidinglengte naar badruimte 8 - 10 m

gemiddelde leidinglengte naar aanrecht

leidinglengte naar aanrecht 8 - 10 m

inwendige diameter leiding naar aanrecht

diameter leiding naar aanrecht onbekend

Ventilatie 1

Aantal identieke systemen

133

Aangesloten rekenzones

constructie

Type ventilatiesysteem

ventilatiesysteem

Dc. mechanische toe- en afvoer - centraal

invoer ventilatiesysteem

productspecifiek

luchtbehandelingskast

luchtbehandelingskast niet aanwezig

systeemvariant

Zehnder ComfoAir E300 - BCRG verklaring aangevuld 2021-08-20

variant

D.2

f_{ctl}

1,00

Warmteterugwinning

rendement warmteterugwinning

0,902

bypassaandeel

1,00

koudeterugwinning via WTW

koudeterugwinning via WTW

toevoerkanaal van buiten naar WTW - lengte en/of isolatie

toevoerkanaal geïsoleerd - type isolatie onbekend - lengte onbekend

Ventilatoren

aantal ventilatie-units

1

P_{nom}	27,5 W
f_{regfan}	0,364

Ventilatiedebieten

werkelijk geïnstalleerde / te installeren ventilatiecapaciteit	werkelijk geïnstalleerde / te installeren ventilatiecapaciteit onbekend
--	--

Distributie en regelingen

lucht dichtheidsklasse ventilatiekanalen	LUKA D
ventilatiesysteem - passieve koeling	geen passieve koelregeling

PV(T)-systemen**Systeem 1**

type systeem	PV
invoer wattpiekvermogen	forfaitair
product forfaitair	monokristallijn silicium geplaatst vanaf 2018 (175 W/m ²)
wattpiekvermogen per m ²	175 W/m ²
gemiddelde veroudering per jaar	1,50
oppervlakte	1440,00 m ²
oriëntatie	Zuid
hellingshoek	30 °
ventilatie	onbekend
beschaduwing	minimale belemmering

Resultaten

Jaarlijkse hoeveelheid energiegebruik voor de energiefunctie

functie		energie niet-primair	energie primair	hulpenergie niet-primair	hulpenergie primair
verwarming	$E_{H,ci}$				
elektrisch		47876 kWh	69420 kWh	23692 kWh	34353 kWh
warm tapwater	$E_{W,ci}$				
elektrisch		124514 kWh	180546 kWh	0 kWh	0 kWh
ventilatoren	$E_{V,ci}$	16381 kWh	23752 kWh	0 kWh	0 kWh
Totaal			273719 kWh		34353 kWh

Jaarlijkse karakteristieke energiegebruik

primaire energiegebruik inclusief hulpenergie		308072 kWh
opgewekte elektriciteit		308368 kWh
jaarlijkse karakteristieke energiegebruik	E_{Ptot}	-296 kWh

Jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbaar energiegebruik

verwarming	$E_{Pren,H}$	193180 kWh
warm tapwater	$E_{Pren,W}$	0 kWh
koeling	$E_{Pren,C}$	0 kWh
electriciteit	$E_{Pren,el}$	308368 kWh
totaal	$E_{Pren,Tot}$	501548 kWh

Elektriciteitsgebruik op de meter

gebouwwgebonden installaties	212463 kWh
niet gebouwwgebonden installaties	239400 kWh
opgewekte elektriciteit	212668 kWh
totaal	239195 kWh

Oppervlakten

totale gebruiksoppervlakte	$A_{g,tot}$	2295,00 m ²
verliesoppervlakte	A_{ls}	7616,20 m ²
compactheid		3,32

CO₂-emissie

CO ₂ -emissie		-69 kg
--------------------------	--	--------

Energieprestatie

indicator		resultaat
energiebehoefte	$E_{wEH+C_{r4}}/A_{g,tot}$	193,99 kWh/m ²
primaire fossiele energie	E_{wef}	-0,12 kWh/m ²
aandeel hernieuwbare energie	$\frac{E_{wef}}{E_{wEH+C_{r4}}}$	100,0 %
hernieuwbare energie indicator	$E_{wef}/A_{g,tot}$	218,53
netto warmtebehoefte (EPV)	$A_{g,tot,net}$	91,91 kWh/m ²

Alle bovenstaande energiegebruiken zijn genormeerd. De berekende energiegebruiken zijn gebaseerd op een standaard klimaatjaar en een standaard gebruikersgedrag. Het werkelijke energiegebruik kan afwijken van het genormeerde energiegebruik. Aan de berekende energiegebruiken kunnen geen rechten ontleend worden.

11. CALCULATIONS TOWER TYPOLOGY

Demo, Demo project

Jordy Wagemaker, Tu Delft Jordy

Algemene gegevens

omschrijving	de knip
plaats	Amsterdam
type gebouw	appartementengebouw
soort bouw	bestaande bouw - gerenoveerd
bouwjaar	1994
renovatiejaar	2021
eigendom	koop
opname	basisopname
datum berekening	30-12-2021
opmerkingen	

Registratie

Deze berekening is niet geregistreerd in de landelijke database van de Rijksinspectie voor de Milieubeheer (EP-Online) en mag daarom **niet gebruikt worden bij aanvraag van een omgevingsvergunning**.

Berekeningen voor de aanvraag van een omgevingsvergunning moeten geregistreerd te zijn in EP-Online. Dit geldt voor zowel grondgebonden woningen, appartementen als utiliteitsgebouwen.

Bouwkundige bibliotheek

Definieer dichte constructies (vloeren, gevels, daken, panelen)

dichte constructie	vlak	methodiek	omschrijving	R_c [m ² K/W]
beganegrondvloer	vloer	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	3,70
voorgevel	gevel	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	4,70
rechtergevel	gevel	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	4,70
achtergevel	gevel	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	4,70
linkergevel	gevel	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	4,70
dak	dak	beslisschema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	6,30

Definieer transparante constructies (ramen, deuren, panelen in kozijn)

transparante constructie	type	methodiek	type kozijn	omschrijving	U_W / U_D [W/m ² K]	$g_{gl;n}$	A [m ²]
raam rechts	raam beslisschema	hout / kunststof; grenzend aan buiten	drievoudig HR glas		1,4	0,50	3250,00
raam links	raam beslisschema	hout / kunststof; grenzend aan buiten	drievoudig HR glas		1,4	0,50	3250,00
voorgevel gemeenschappelijk	raam beslisschema	hout / kunststof; grenzend aan buiten	drievoudig HR glas		1,4	0,50	1166,40
achtergevel gemeenschappelijk	raam beslisschema	hout / kunststof; grenzend aan buiten	drievoudig HR glas		1,4	0,50	213,80

Indeling gebouw

energieprestatie berekenen per gebouw
aantal woonfuncties in berekening 360

Definieer rekenzones

type zone	omschrijving	bouwwijze	$n_{bouwlaag}$
rekenzone	constructie	betonnen wand-vloer skeletbouw met mezzanine en niet-massieve betonnen vloeren	2

Definieer woning

omschrijving	type gebouw	rekenzone	A_g [m ²]
Module 1	appartementengebouw	constructie	42,00

Definieer gemeenschappelijke ruimten

gemeenschappelijke ruimte	wordt gebruikt tbv	A_g [m ²]
gangen en trappen	constructie	12987,00

Constructies

Geometrie dichte constructie - Module 1 - constructie

dichte constructie	opmerking	oppervlakte [m ²]
vloer - op/boven mv; boven kruipruimte - 1758,50 m²		
beganegrondvloer - $R_e = 3,70$		1758,50

Geometrie dichte constructie - Module 1 - constructie

dichte constructie	opmerking	oppervlakte [m ²]
rechtergevel - buitenlucht, N - 5267,90 m² - 90°		
rechtergevel - R _c = 4,70		2017,90
linkergevel - buitenlucht, Z - 5367,90 m² - 90°		
linkergevel - R _c = 4,70		2117,90
dak - buitenlucht; HOR - 1758,50 m²		
dak - R _c = 6,30		1758,50

Geometrie transparante constructies (ramen en deuren) - Module 1 - constructie

transparante constructie	opmerking	aantal	oppervlakte [m ²]	beschrijving	zonwering ggl;alt ggl;dif	regeling zomernachtventilatie
rechtergevel - buitenlucht, N - 5267,90 m² - 90°						
raam rechts - U = 1,4 / g _{gl;n} = 0,50		1	3250,0	minimale belemmering		
linkergevel - buitenlucht, Z - 5367,90 m² - 90°						
raam links - U = 1,4 / g _{gl;n} = 0,50		1	3250,0	minimale belemmering		

Kenmerken vloerconstructie

hoogte bovenkant vloer tov maaiveld (h)	8,40 m
omtrek van het vloerveld (P)	239,30 m

Kenmerken kruipruimte en onverwarmde kelder

warmteweerstand van de boven de vloer liggende gevel (R_{bw}) voorgevel - R_c = 4,70 m²K/W

warmteweerstand v.d. onverwarmde kelder-, kruipruimtevloer geïsoleerde vloer m²K/W (R_{bt})

Geometrie dichte constructie - gangen en trappen

dichte constructie	opmerking	oppervlakte [m ²]
voor - buitenlucht, O - 1166,40 m² - 90°		
voorgevel - R _c = 4,70		0,00
rechts - buitenlucht, N - 1332,30 m² - 90°		

Geometrie dichte constructie - gangen en trappen

dichte constructie	opmerking	oppervlakte [m ²]
rechtergevel - $R_c = 4,70$		1332,30
achter - buitenlucht, Z - 1121,00 m² - 90°		
achtergevel - $R_c = 4,70$		907,20
links - buitenlucht, W - 1332,30 m² - 90°		
linkergevel - $R_c = 4,70$		1332,30

Geometrie transparante constructies (ramen en deuren) - gangen en trappen

transparante constructie	opmerking	aantal	oppervlakte [m ²]	beschrijving	zonwering ggl;alt ggl;dif	regeling	zomernachtventilatie
voor - buitenlucht, O - 1166,40 m² - 90°							
voorgevel gemeenschappelijk - $U = 1,4 / g_{gl,n} = 0,50$		1	1166,40	minimale zonwering			
achter - buitenlucht, Z - 1121,00 m² - 90°							
achtergevel gemeenschappelijk - $U = 1,4 / g_{gl,n} = 0,50$		1	2080	minimale zonwering			

Luchtdoorlaten

Infiltratie

buitenwerkse gebouwhoogte	65,00 m
invoer infiltratie	geen meetwaarde voor infiltratie

Definieer infiltratie

gebouw	$q_{v,10;lea,ref}$ [dm ³ /s per m ² gebruiksoppervlak]
gebouw	0,42

Verticale leidingen in directe verbinding met buitenlucht

invoer verticale leidingen in directe verbinding met buitenlucht geen verticale leidingen door thermische schil

Verwarming 1

Aantal identieke systemen

360

Aangesloten rekenzones

constructie

Opwekking**Opwekker 1**

type opwekker	warmtepomp - elektrisch
invoer opwekker	productspecifiek
functie(s) van opwekker	verwarming en warm tapwater
gemeenschappelijke of niet-gemeenschappelijke installatie	niet-gemeenschappelijke installatie
bron warmtepomp	buitenlucht (afgifte water)
gewenst vermogen (optioneel)	kW
toestel / warmteleveringssysteem	Mitsubishi Electric (Alklima) Ecodan Cylinderunit 5 kW PUAH-SW50VKA met E(H/R)ST20D (200 liter boiler) - monovalent
warmtebehoefte verwarmingssysteem	2642 kWh
door opwekker geleverde warmte (per toestel)	2642 kWh
COP	5,30
energiefractie	1,000
hulpenergie per toestel	182 W

Distributie

type distributiesysteem	leidingpijpsysteem
ontwerp aanvoertemperatuur	35 °C
waterzijdige inregeling	inregeling onbekend

Binnen verwarmde zone

isolatie leidingen	geïsoleerd 1995 of later
isolatie kleppen en beugels	kleppen en beugels - geïsoleerd

Buiten verwarmde zone

invoer leidingen	leidinglengte onbekend
totale leidinglengte	3,47 m
isolatie leidingen	geïsoleerd 1995 of later
isolatie kleppen en beugels	kleppen en beugels - geïsoleerd

aanvullende distributiepomp	aanvullende distributiepomp niet aanwezig
-----------------------------	---

distributiepompen

omschrijving

pomp 1

Afgifte**Afgiftesysteem 1**

type afgiftesysteem	luchtverwarming
vertrekhoogte	$h \leq 4$ m
ruimtetemperatuur regeling	gecertificeerd volgens NEN-EN 215 of NEN-EN 15500
type ruimtetemperatuur regeling	regeling gecertificeerd volgens NEN-EN 215 / NEN-EN 15500
temperatuurcorrectie type regeling ($\Delta\theta_{ctr}$)	1,5 K
temperatuurcorrectie automatische regeling ($\Delta\theta_{roomaut}$)	0,0 K

Ventilatoren voor afgifte

invoer ventilator

geen ventilatoren aanwezig

Tapwater 1**Aantal identieke systemen**

360

Aangesloten op warm tapwatersysteem

Module 1

Opwekking**Opwekker 1**

type opwekker	warmtepomp - elektrisch
invoer opwekker	forfaitair
indirect verwarmde warm watervoorraadvat(en)	warmtepomp met geïntegreerd voorraadvat
functie(s) van opwekker	verwarming en warm tapwater
gemeenschappelijke of niet-gemeenschappelijke installatie	niet-gemeenschappelijke installatie
fabricagejaar toestel	fabricagejaar toestel voor 2015
bron warmtepomp	combinatie buitenlucht en ventilatieretourlucht
toestel / warmteleveringssysteem	warmtepomp - voldoet niet aan tabel 9.28
warmtebehoefte tapwatersysteem	1459 kWh
COP	1,40
energiefractie	1,000
hulpenergie per toestel	0 kWh
hernieuwbare energie	0 kWh

Distributie

circulatieleiding geen circulatieleiding aanwezig

distributiepompen

omschrijving

pomp 1

Afgifte

gemiddelde leidinglengte naar badruimte	leidinglengte naar badruimte 8 - 10 m
gemiddelde leidinglengte naar aanrecht	leidinglengte naar aanrecht 8 - 10 m
inwendige diameter leiding naar aanrecht	diameter leiding naar aanrecht onbekend

Ventilatie 1

Aantal identieke systemen

360

Aangesloten rekenzones

constructie

Type ventilatiesysteem

ventilatiesysteem	mechanische toe- en afvoer - centraal
invoer ventilatiesysteem	productspecifiek
luchtbehandelingskast	luchtbehandelingskast niet aanwezig
systeemvariant	Zehnder ComfoAir E300 - BCRG verklaring aangevuld 2021-08-20
variant	D.2
f_{ctrl}	1,00

Warmteterugwinning

rendement warmteterugwinning	0,902
bypassaandeel	1,00
koudeterugwinning via WTW	koudeterugwinning via WTW
toevoerkanaal van buiten naar WTW - lengte en/of isolatie	toevoerkanaal geïsoleerd - type isolatie onbekend - lengte onbekend

Ventilatoren

aantal ventilatie-units	1
P_{nom}	27,5 W
f_{regfan}	0,364

Ventilatie debieten

werkelijk geïnstalleerde / te installeren ventilatiecapaciteit

werkelijk geïnstalleerde / te installeren ventilatiecapaciteit
onbekend**Distributie en regelingen**

luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen

LUKA D

ventilatiesysteem - passieve koeling

geen passieve koelregeling

PV(T)-systemen**Systeem 1**

type systeem

PV

invoer wattpiekvermogen

forfaitair

product forfaitair

monokristallijn silicium geplaatst vanaf 2018 (175 W/m²)wattpiekvermogen per m²175 Wp/m²

gemiddelde veroudering per jaar

0,50 %

oppervlakte

4565,00 m²

oriëntatie

zuid

hellingshoek

onbekend

ventilatie

onbekend

beschaduwing

minimale belemmering

Resultaten

Jaarlijkse hoeveelheid energiegebruik voor de energiefunctie

functie		energie niet-primair	energie primair	hulpenergie niet-primair	hulpenergie primair
verwarming	$E_{H,ci}$				
elektrisch		188905 kWh	273912 kWh	65634 kWh	95169 kWh
warm tapwater	$E_{W,ci}$				
elektrisch		375190 kWh	544025 kWh	0 kWh	0 kWh
ventilatoren	$E_{V,ci}$	44340 kWh	64292 kWh	0 kWh	0 kWh
Totaal			882229 kWh		95169 kWh

Jaarlijkse karakteristieke energiegebruik

primaire energiegebruik inclusief hulpenergie		977398 kWh
opgewekte elektriciteit		977569 kWh
jaarlijkse karakteristieke energiegebruik	E_{Ptot}	-171 kWh

Jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie

verwarming	$E_{Pren,H}$	762230 kWh
warm tapwater	$E_{Pren,W}$	0 kWh
koeling	$E_{Pren,C}$	0 kWh
electriciteit	$E_{Pren,el}$	977569 kWh
totaal	$E_{Pren,Tot}$	1739799 kWh

Elektriciteitsgebruik op de meter

gebouwwgebonden installaties	674068 kWh
niet gebouwwgebonden installaties	648000 kWh
opgewekte elektriciteit	674186 kWh
totaal	647882 kWh

Oppervlakten

totale gebruiksoppervlakte	$A_{g,tot}$	13029,00 m ²
verliesoppervlakte	A_{ls}	18577,25 m ²
compactheid		1,43

CO₂-emissie

CO ₂ -emissie		-40 kg
--------------------------	--	--------

Energieprestatie

indicator		resultaat
energiebehoefte	$E_{wEH+C_{r-4}}/A_{g,tot}$	89,26 kWh/m ²
primaire fossiele energie	E_{wef}	-0,01 kWh/m ²
aandeel hernieuwbare energie	$\frac{E_{wef}}{E_{wEH+C_{r-4}}}$	100,0 %
hernieuwbare energie indicator	$E_{wef}/A_{g,tot}$	133,53
netto warmtebehoefte (EPV)	$E_{wEH+C_{r-4,net}}$	64,17 kWh/m ²

Alle bovenstaande energiegebruiken zijn genormeerd. De berekende energiegebruiken zijn gebaseerd op een standaard klimaatjaar en een standaard gebruikersgedrag. Het werkelijke energiegebruik kan afwijken van het genormeerde energiegebruik. Aan de berekende energiegebruiken kunnen geen rechten ontleend worden.