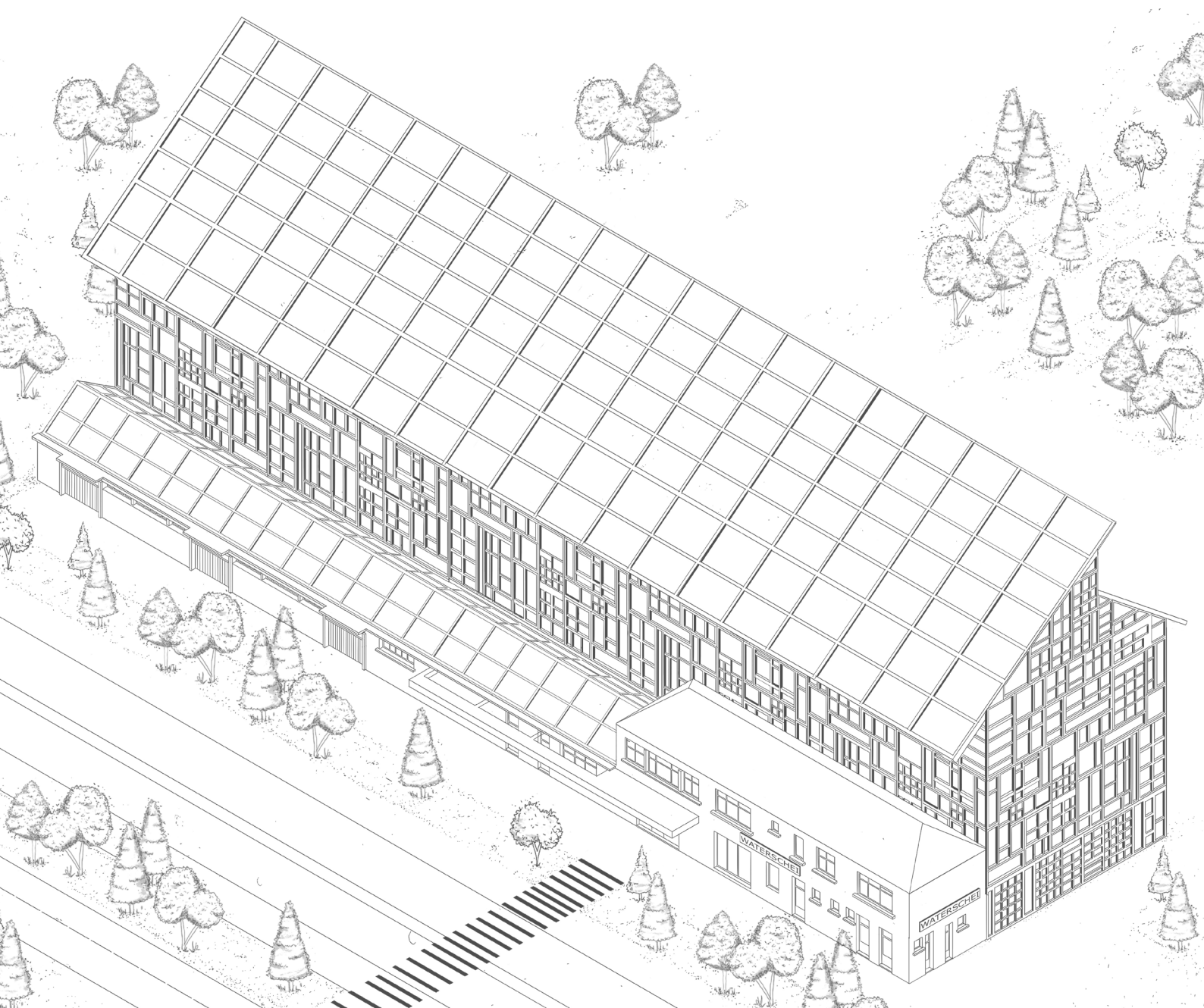




EEN GOED LEVEN BINNEN PLANETAIRE GRENZEN IN GENK -

Focus op Warm Waterschei

Seminarie Circulair Bouwen

Daems Jade

Masterproef 2024-2025

Daems Jade

Een goed leven binnen de planetaire grenzen in Genk
focus op het station van Waterschei als energiestation

Master architectuur 2024-2025
Universiteit Hasselt Faculteit Architectuur & Kunst

Promoter: Prof. dr. ir. arch. Griet Verbeeck
Co-promotoren: Prof. dr. ir. Elke Knapen & Prof. Dr Rafael Novais Passarelli
Projectbegeleider: Johannes Berry

Voorwoord

Deze masterproef is tot stand gekomen binnen het kader van het gemeenschappelijke masterplan *Een goed leven binnen planetaire grenzen*, dat de stad Genk herdenkt in het licht van urgente ecologische, sociale en economische uitdagingen. Vanuit een persoonlijke fascinatie voor duurzame energiesystemen en hun maatschappelijke verankering, ben ik op zoek gegaan naar manieren waarop architectuur kan bijdragen aan de regeneratie van zowel de gebouwde omgeving als het sociaal weefsel.

De centrale onderzoeksvraag, *Hoe kan het concept van coöperatieve en collectieve wijkwarmte bijdragen aan een gemeenschap die leeft binnen de planetaire grenzen*, vormde het uitgangspunt voor een ontwerpgerichte verkenning in Waterschei, Genk. Deze thesis verenigt theoretische reflectie, analyse van referentieprojecten en een ruimtelijk ontwerp waarin techniek, energie, ecologie en cultuur elkaar versterken.

Dit werk markeert het sluitstuk van een waardevolle leerperiode aan de Faculteit Architectuur en Kunst en vormt tegelijkertijd een beginpunt voor verder engagement binnen het veld van duurzame en sociaal rechtvaardige architectuur.

Dankwoord

Graag wens ik een aantal mensen te bedanken die onmisbaar waren in het tot stand komen van deze masterproef.

Allereerst wil ik mijn promotor danken voor de kritische blik, inspirerende gesprekken en motiverende begeleiding gedurende het hele traject. Uw inzichten hebben me geholpen mijn onderzoek te verdiepen en mijn ontwerp te verfijnen.

Verder gaat mijn dank uit naar mijn medestudenten binnen het gemeenschappelijke masterplan *Een goed leven binnen planetaire grenzen*. Onze uitwisselingen en gedeelde zoektocht naar een regeneratieve toekomst vormden een waardevolle context waarin dit project kon groeien.

Een bijzondere dank gaat uit naar Dirk De Meyer van Energiecoöperatie Oost-Brabant. Dankzij zijn expertise op vlak van coöperatieve warmtenetten kon ik een beter inzicht verwerven in de technische, sociale en organisatorische complexiteit die komt kijken bij de ontwikkeling van collectieve energiesystemen. Zijn kennis en bereidheid om inzichten te delen, hebben dit onderzoek sterk verrijkt en geïnspireerd.

Een oprechte dank ook aan mijn familie, vrienden en vriend voor hun onvoorwaardelijke steun, geduld en aanmoediging. Niet alleen tijdens deze thesis, maar gedurende mijn hele studieloopbaan. Jullie aanwezigheid betekende veel in momenten van twijfel en vermoeidheid.

Tot slot wil ik de bewoners van Waterschei bedanken, wiens buurt en geschiedenis als inspiratie dienden voor dit ontwerp. Ik hoop dat dit werk bijdraagt aan een dialoog over de toekomst van collectieve energie, gedragen door en voor de gemeenschap.

Hoe kan het concept van coöperatieve en collectieve wijkwarmte specifiek worden toegepast in Waterschei, vertrekkende vanuit een milieu- en mensbewuste visie? Vanuit deze centrale vraagstelling vertrekt dit onderzoek.

De gedachtegang van Daniel Christian Wahl, waarbij het stellen van de juiste vragen vóór het handelen centraal staat, vormt de rode draad doorheen dit onderzoek. Volgens deze filosofie wijzen vragen, meer nog dan antwoorden, de weg naar collectieve wijsheid. Daarom worden vraagstellingen van verschillende auteurs gebruikt om elk hoofdstuk in te leiden en fungeren ze als leidraad bij het zoeken naar antwoorden. Het bewuste gebruik van deze vragen heeft geleid tot diepere reflectie over ontwerpbeslissingen en tot een grondiger onderbouwd onderzoek.

Deze masterthesis is opgedeeld in drie grote delen. Het eerste deel begint met een korte situering om de lezer wegwijs te maken. Hierin worden de probleemstelling, onderzoeksvraag, gehanteerde methodologie, de geschiedenis van de locatie, het station van Waterschei en de relevantie binnen het masterplan toegelicht.

Het tweede deel is de ruggengraat van dit onderzoek en wordt gevormd door de literatuurstudie. Deze bestaat uit een theoretisch en een praktisch denkkader. Het theoretisch denkkader bundelt diverse boeken en wetenschappelijke artikels die het onderzoek onderbouwen. De literatuur wordt besproken in een logische volgorde van een brede visie naar een steeds specifiekere focus.

Vertrekkende vanuit het boek *The Good Ancestor: How to Think Long-Term in a Short-Term World* van Roman Krznaric, wordt een eerste denkkader geschetst rond langetermijndenken en intergenerationele verantwoordelijkheid. Vervolgens wordt de filosofie van Bruno Latour besproken aan de hand van *Waar kunnen we landen*. Latour toont aan dat er vandaag een gemeenschappelijke visie ontbreekt en dat menselijke en niet-menselijke actoren onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn. Hierna wordt dieper ingezoomd op regeneratief denken via *Designing Regenerative Cultures* van Daniel Christian Wahl. Dit boek nodigt uit om verder te denken dan duurzaamheid en moedigt aan om de juiste vragen te stellen in plaats van vluchtige antwoorden te zoeken. Het theoretisch denkkader sluit af met het boek *Postcapitalist Countrysides – From Commoning to Community Wealth Building* dat bestaat uit een verzameling van essays. Hierbinnen wordt de essay *Unpacking the energy commons* geschreven door Thomas Bauwens and Robert Wade (pagina 327 tot 351) bestudeerd. Deze essay beschrijft specifiek hoe energie als gemeengoed kan beschouwd worden.

Het praktisch denkkader vertrekt vanuit het concept van coöperatieve en collectieve wijkwarmte. Deze worden toegelicht waarna er kenmerken voor coöperatieve en collectieve wijkwarmte worden gedefinieerd. Vervolgens worden verschillende relevante referentieprojecten onderzocht. Deze zijn onderverdeeld in twee categorieën: enerzijds warmtenetten, waarbij warmte netwerken als model worden bekeken, en anderzijds energiestations, waarbij specifiek naar gebouwen wordt gekeken die functioneren als opslag- en distributiesysteem. Beide categorieën worden geanalyseerd op basis van de eerder gedefinieerde kenmerken van coöperatieve wijkwarmte.

Het derde deel omvat de ontwerpstudie, deze vertrekt eveneens vanuit het concept van coöperatieve en collectieve wijkwarmte. Op stedelijke schaal wordt eerst de situatie in Genk onderzocht, waarna de focus verschuift naar de wijk Waterschei. In waterschei wordt een coöperatief en collectief warmtenet ontworpen dat werkt op basis van mijnwater. Het uitgangspunt is de herbestemming van het voormalige station tot een energiestation met bijhorende botanische tuin. Beide functies worden inhoudelijk onderzocht en er wordt toegelicht hoe ze relevant kunnen zijn voor de gemeenschap.

Vanuit de hoofdfunctie van een energiestation wordt de technische werking uiteengezet, gevolgd door enkele basisberekeningen die nodig zijn om de dimensionering te bepalen, zoals de grootte van het warmteopslagtanks. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met een overzicht van de noodzakelijke installaties.

Voor de bijhorende botanische tuin wordt de typologie van botanische tuinarchitectuur onderzocht. Daarnaast bevat dit onderdeel een analyse van plantensoorten die bijdragen aan het binnenklimaat en de beleving van de ruimte versterken.

Het architecturale ontwerp vertrekt vanuit het idee dat technische elementen integraal deel uitmaken van de beleefde ruimte. Aangezien het programma van een energiestation uitbreiding vraagt wordt het bestaande stationsgebouw als uitgangspunt genomen voor het verdere ontwerp.

De herbestemming en uitbreiding van het gebouw worden benaderd vanuit een duurzaam perspectief. Het ontwerp baseert zich op drie samenhangende strategieën: ‘Trias Energetica’, ‘Trias Materia’ en ‘Trias Aquatica’. Elk van deze strategieën wordt toegelicht wat betreft de betekenis en de doelstelling, waarna wordt verduidelijkt hoe ze concreet zijn toegepast in het ontwerp.

De conclusie bundelt de resultaten van het onderzoek en formuleert een mogelijke oplossing voor de oorspronkelijke onderzoeksvraag.

Abstract ENG

How can the concept of cooperative and collective district heating be specifically applied in Waterschei, starting from an environmental and people-conscious vision? This research departs from this central question.

The philosophy of Daniel Christian Wahl, which focuses on asking the right questions before acting, is the thread running through this research. According to this philosophy, questions, more than answers, point the way to collective wisdom. Therefore, questions from various authors are used to introduce each chapter and act as guides in the search for answers. The deliberate use of these questions has led to deeper reflection on design decisions and to a more thorough research.

This master's thesis is divided into three major parts. The first part begins with a brief situational introduction to get the reader started. It explains the problem definition, research question, methodology used, history of the site, Waterschei station and relevance within the master plan.

The second part is the backbone of this research and is formed by the literature review. It consists of a theoretical and a practical thinking framework. The theoretical thinking framework compiles various books and scholarly articles that inform the research. The literature is discussed in a logical sequence from a broad view to an increasingly specific focus.

Starting from the book *The Good Ancestor: How to Think Long-Term in a Short-Term World* by Roman Krznaric, an initial framework for thinking around long-term thinking and intergenerational responsibility is outlined. Next, Bruno Latour's philosophy is discussed through *Where Can We Land*. Latour shows that a common vision is lacking today and that human and non-human actors are inextricably linked. This is followed by a deeper look at regenerative thinking through *Designing Regenerative Cultures* by Daniel Christian Wahl. This book invites thinking beyond sustainability and encourages asking the right questions rather than seeking fleeting answers. The theoretical thinking concludes with the book *Postcapitalist Countrysides - From Commoning to Community Wealth Building* which consists of a collection of essays. Within this, the essay *Unpacking the energy commons* written by Thomas Bauwens and Robert Wade (pages 327 to 351) is examined. This essay specifically describes how energy can be considered a commons.

The practical framework starts from the concept of cooperative and collective district heat. These are explained after which characteristics for cooperative and collective district heat are defined. Then several relevant reference projects are examined. These are divided into two categories: heat networks, where heat networks are looked at as a model, and energy stations, where buildings that function as storage and distribution systems are specifically looked at. Both categories are analyzed based on the previously defined characteristics of cooperative district heat.

The third part comprises the design study, which also starts from the concept of cooperative and collective district heating. On an urban scale, the situation in Genk is first examined, after which the focus shifts to the Waterschei district. In Waterschei, a cooperative and collective heat network is being designed that operates on the basis of mine water. The starting point is the repurposing of the former station into an energy station with accompanying botanical garden. Both functions are examined in terms of content and it is explained how they can be relevant to the community.

From the main function of a power station, the technical operation is outlined, followed by some basic calculations needed to determine sizing, such as the size of the heat storage tanks. This chapter concludes with an overview of the necessary installations.

For the accompanying botanical garden, the typology of botanical garden architecture is examined. In addition, this section includes an analysis of plant species that contribute to the indoor environment and enhance the experience of the space.

The architectural design starts from the idea that technical elements are an integral part of the experienced space. Since the program of a power station requires expansion, the existing station building is taken as a starting point for the further design.

The adaptive reuse and expansion of the building are approached from a sustainable perspective. The design is based on three interrelated strategies: 'Trias Energetica', 'Trias Materia' and 'Trias Aquatica'. Each of these strategies is explained in terms of its meaning and objective, then it is clarified how they were concretely applied in the design.

The conclusion compiles the results of the research and formulates a possible solution to the original research question.

Inhoud

Voorwoord	5	Deel 3 - Ontwerpstudie	72
Dankwoord	7	I. Concept	73
Abstract NL	8	I.1. Genk	74
Abstract ENG	10	I.2. Waterschei	78
Inleiding	14	2. Programma	84
Deel I - Situering	16	2.1. Hoofdfunctie - Warmtehub	85
1. Probleemstelling	16	2.1.1. Technische werking	86
2. Onderzoeksvraag	18	2.1.1.1. Energiebron - Het mijnwater	86
3. Methodologie	20	2.1.1.2. Energieopslagsysteem en Installaties - De Warmtehub	88
4. Het station van Waterschei	22	2.1.1.3. Verdeelsysteem - Het Warmtenet	91
4.1. Relevantie binnen het masterplan Een goed leven binnen planetaire grenzen	22	2.1.1.4. Eindgebruikers en doelgroepen - Bewoners en instanties Waterschei	92
4.2. Achtergrondinformatie	28	2.1.1.5. Economisch model en eigenaarschap - Coöperatie	92
Deel 2 - Literatuurstudie	32	2.1.1.6. Regelgeving en beleidskader - Optimaliseren van het beleidskader	93
I. Theoretisch denkkader	33	2.1.2. Berekeningen	94
I.1. Roman Krznaric – The good ancestor: How to Think Long Term in a Short-Term World	34	2.2. Bijkomende functie - Botanische tuin	102
I.2. Bruno Latour – Waar kunnen we landen	37	3. Architecturale vormgeving	108
I.3. Daniel Christian Wahl – Designing Regenerative Cultures	40	3.1. Landschappelijk concept - Het Regeneratief Landschap	112
I.4. Postcapitalist Countrysides - From commoning to community wealth building	44	3.2. Mobiliteitsconcept - Het Veilige Netwerk	118
2. Praktisch denkkader	48	3.3. Architecturaal concept - Leren uit het Verleden	124
2.1. Concept - Coöperatief en collectief warmtenet	49	3.4. Structureel concept - De Polonceau spant	130
2.2. Referentieprojecten	52	3.5. Duurzaamheids concept - Richting een Regeneratief Energiesysteem	134
2.2.1. Warmtenetten	54	3.5.1. Trias Energetica	136
2.2.1.1. Warmetnet Marstal District Heating-project in Aeroe, Denemarken	54	3.5.2. Trias Materia	146
2.2.1.2. Warmtenet Constantin Meunierstraat in Leuven, België	56	3.5.3. Trias Aquatica	156
2.2.1.3. Warmtenet Nieuw-Zuid in Antwerpen, België	58	3.5.4. Synthese	162
2.2.2. Energiestation	60	4. Conclusie Ontwerpstudie	164
2.2.2.1. Energiestation in Elephant & Castle, Londen, Verenigd Koninkrijk	60	Reflectie	174
2.2.2.2. Brielselaan in Rotterdam, Nederland	62	Bibliografie	176
2.2.2.3. Energiestation Dendermonde in Oost-Brabant, België	66	Figurenlijst	180
3. Conclusie Literatuurstudie	69		

Inleiding

Het onderzoek van deze masterthesis is voortgekomen uit de gemeenschappelijke masterthesis *Een Goed Leven Binnen Planetaire Grenzen*. Binnen het gemeenschappelijke deel wordt, door middel van verschillende perspectieven, een unieke kijk geboden op duurzaamheid. De vijf behandelde perspectieven zijn: de grenzen van onze planeet, onderzoek naar levensstijlen die passen binnen een opwarming van 1,5°C en meer, het verbeelden van alternatieve toekomstmodellen, lessen uit het verleden en inzichten uit regeneratieve culturen. Deze thema's dienen als leidraad en inspiratiebron voor het masterplan en de afzonderlijke projecten.

Op basis van dat onderzoek, en gecombineerd met onderzoek naar de stad Genk, is het masterplan Een goed leven binnen planetaire grenzen opgesteld. Dit plan schetst een toekomstbeeld voor Genk in transitie richting het jaar 2080. Centraal in deze visie staat het Kolenspoor als 'groene draad' en kloppend hart van de stad. Dit voormalige spoortraject krijgt een nieuw leven als uitgestrekt park waar landschap, geschiedenis, mobiliteit, lokale economie en gemeenschappen samenkomen. Zo vormt het masterplan een verbindende structuur die Genk hertekend en richting geeft aan een duurzaam, inclusief en regeneratief toekomstbeeld.

Samen met zes andere medestudenten spitst ieder zich toe op een thema dat ondersteunend werkt binnen het masterplan. Deze masterthesis focust zich op energie, met name op hoe het concept van coöperatieve en collectieve wijkwarmte specifiek kan worden toegepast in Waterschei, vertrekkende vanuit een milieu- en mensbewuste visie. Binnen een huidige wereld dat veel uitdagingen kent zoals de klimaatcrisis en de geopolitieke onzekerheden is het van belang om te onderzoeken hoe op een coöperatieve, collectieve en lokale manier naar energie kan bekeken worden.

Om het onderzoek te staven wordt een literatuurstudie uitgevoerd, die onderverdeeld is in een theoretisch denkkader en een praktisch denkkader. Het theoretisch denkkader bundelt diverse boeken en wetenschappelijke artikels die het onderzoek onderbouwen. Het praktisch denkkader verduidelijkt het concept van coöperatieve en collectieve wijkwarmte. De gedachtegang die hieruit voortkomt wordt onderzocht en gevalideerd door verschillende relevante referentieprojecten. Dit theoretisch en praktisch denkkader vormt de theoretische onderbouwing van deze masterthesis.

Tenslotte wordt de literatuurstudie aangevuld met een ontwerpstudie. Deze ontwerpstudie gaat de gedachtegang uit de literatuurstudie toepassen op het ontwerpproject van een energiestation. Het station zal het opslag- en het distributiepunt worden, waar warmte wordt opgeslagen en gedistribueerd naar eindgebruikers. Het is een essentieel onderdeel van het coöperatief en collectief warmtenet en gaat zo een goede aanvulling zijn op de literatuurstudie.

Deel I. - Situering

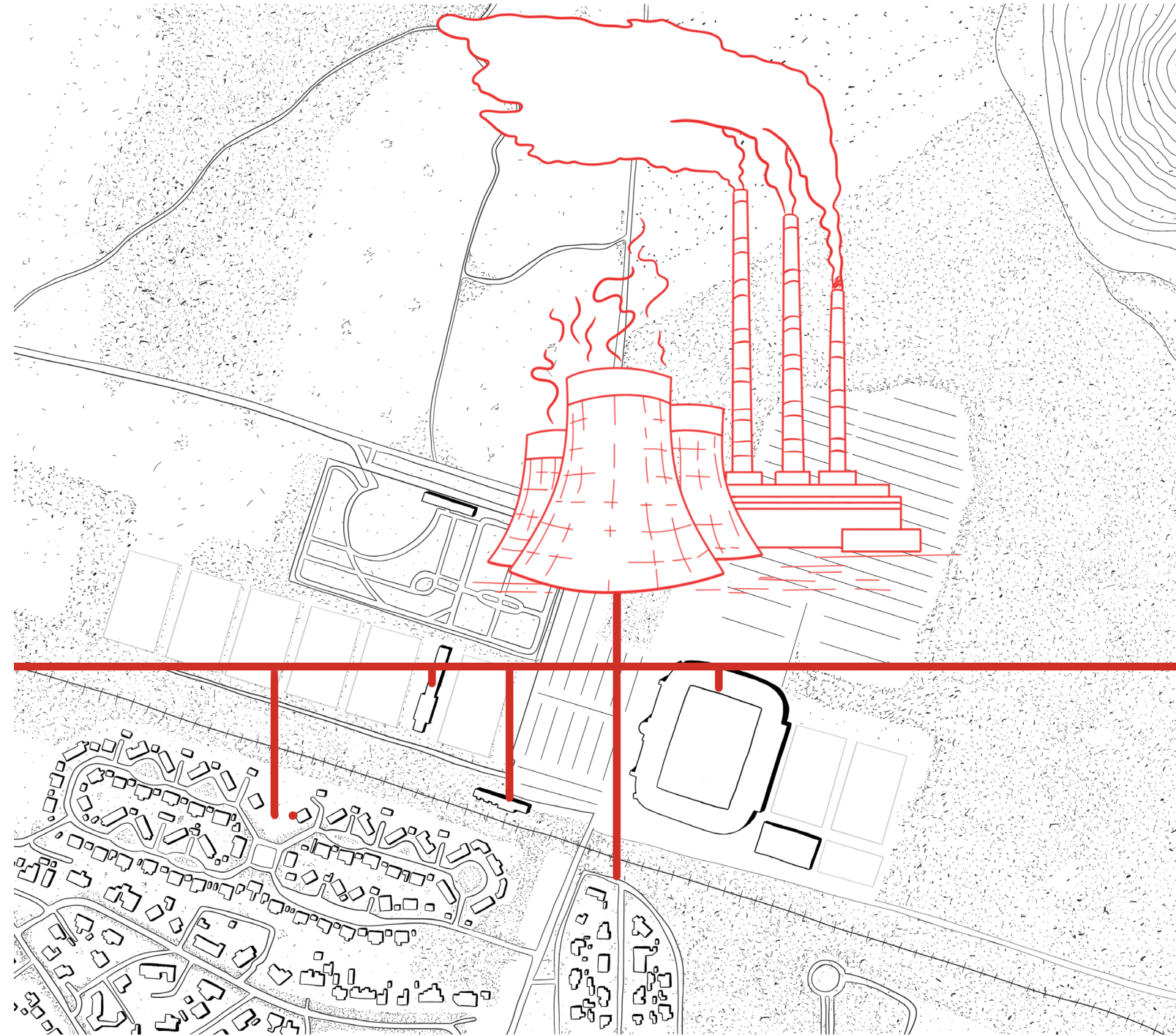
History offers many examples of yesterday's solutions becoming today's problems, so perhaps answers are the transient means to help us ask better questions. Should we not pay more attention to asking the right questions, rather than become obsessed with quick solutions?
- Daniel Christian Wahl

I. Probleemstelling

Tot 70 procent van de Vlaamse huishoudens wordt nog verwarmd met fossiele brandstoffen zoals aardgas. Deze traditionele verwarmingsmethode draagt in belangrijke mate bij aan de hoge CO₂-uitstoot van de gebouwde omgeving (fig. 1) (Vlaamse Overheid, 2019). Het wereldwijde gebruik van steenkool is verdubbeld sinds het midden van de jaren tachtig en het gebruik van aardgas is wereldwijd gestegen waarbij de energie uit gas sneller toeneemt dan hernieuwbare energie. Het olieverbruik neemt wereldwijd toe. Moderne hernieuwbare energiebronnen (exclusief waterkracht) zijn momenteel goed voor slechts 7,6 procent van het totale eindverbruik van energie, terwijl fossiele brandstoffen 78,9 procent voor hun rekening nemen (REN21, 2023).

Naast de negatieve impact op het klimaat, maakt het gebruik van aardgas de regio afhankelijk van externe energiebronnen. Een groot deel van de Europese energie is namelijk afkomstig uit Rusland. De Russische invasie van Oekraïne begin 2022 leidde tot een energiecrisis in de Europese Unie. Met als gevolg dat de gasprijzen sterk stegen en er grote onzekerheid ontstond op de energiemarkt (EU Monitor, n.d.).

De huidige situatie toont aan dat fossiele energiebronnen niet alleen ecologisch problematisch zijn maar ook geopolitiek en economisch risicovol. Er is nood aan een structurele transitie naar hernieuwbare, lokaal verankerde en stabiele thermische energievormen.



2. Onderzoeksvraag

Het eerste deel start met het citaat van Daniel Christian Wahl. In het licht van die reflectie is het van cruciaal belang dat de energietransitie niet louter technisch wordt benaderd als een snelle oplossing, maar dat ze vertrekt vanuit de juiste, fundamentele vragen. Vanuit die gedachtegang en de vastgestelde problematiek, tracht deze masterthesis een antwoord te bieden op volgende hoofdonderzoeksvraag: “Hoe kan het concept van coöperatieve en collectieve wijkwarmte bijdragen aan een gemeenschap die leeft binnen de planetaire grenzen in Waterschei, Genk?”

Volgens Wahl zijn filosofie wijzen vragen, nog meer dan antwoorden, de weg naar collectieve wijsheid. Vandaar komen uit deze hoofdonderzoeksvraag verschillende deelonderzoeksvragen voort. Vanuit de gedachtegang van Wahl, waarbij het belangrijk is de juiste vragen te stellen, in plaats van vluchtige antwoorden te zoeken, worden in deze masterthesis vraagstellingen gebruikt van verschillende auteurs om elk hoofdstuk in te leiden en dienen deze als leidraad om antwoorden te vinden. Vanaf het derde deel, de Ontwerpstudie, blijft de thesis trouw aan Wahls filosofie en wordt ze ingevuld met eigen vraagstellingen. Het bewust gebruik van deze vragen heeft ervoor gezorgd dat er dieper wordt nagedacht over ontwerpbeslissingen en uitgebreider onderzoek is gedaan.

De deelonderzoeksvragen voor de literatuurstudie luiden als volgt:

De geschiedenis biedt veel voorbeelden van oplossingen van gisteren die de problemen van vandaag werden, dus misschien zijn antwoorden de vergankelijke middelen om ons te helpen betere vragen te stellen. Moeten we niet meer aandacht besteden aan het stellen van de juiste vragen in plaats van geobsedeerd te raken door snelle oplossingen?

Onze cultuur is sterk gericht op snelle oplossingen en vermijdt diep nadenken. We willen praktisch zijn en verspillen liever geen tijd aan filosofie. Maar is wijsheid niet essentieel om ons pad te bepalen in een onzekere toekomst? Hebben we geen diepere inzichten nodig om de complexe crises van onze tijd te begrijpen en aan te pakken?

Zijn we goede voorouders?

Waar willen we landen?

Waarom zijn regeneratieve culturen geworteld in samenwerking?

Hoe zullen we onze economische systemen herontwerpen om het inzicht te weerspiegelen dat collaboratieve participatie in levensonderhoudende relaties het fundamentele evolutieprincipe van het leven is?

Hoe creëren we ontwerp-, technologie-, plannings- en beleidsbeslissingen die de gezondheid van mens, gemeenschap en milieu positief ondersteunen?

De deelonderzoeksvragen voor de ontwerpstudie luiden als volgt:

Hoe kunnen energetische systemen herontworpen worden zodat deze coöperatief, collectief en lokaal zijn binnen het masterplan *Een Goed Leven Binnen Planetaire Grenzen, Genk*?

Welke ontwerp-, technologie-, plannings- en beleidsbeslissingen ondersteunen het ontwerp van een energiestation?

Kan het energiestation zo ontworpen worden dat het deel gaat uitmaken van de gemeenschap?

Kunnen de technische installaties van een energiestation deel uitmaken van de beleefde ruimte?

Kan het energiestation bijdragen aan het creëren van een regeneratief landschap?

Op welke manier kan infrastructuur bijdragen aan een vlotte, veilige én aangename verplaatsing van voetgangers, fietsers en shuttlegebruikers in een dynamische omgeving zoals Waterschei?

Welke lessen uit het verleden kunnen vandaag inspireren om tot een architecturaal concept te komen dat techniek, ecologie en cultuur verenigt?

Hoe kan de bestaande context inspiratie bieden voor het herontwerpen van een structuur?

Op welke manier kan het ontwerp van een gebouw binnen de planetaire grenzen functioneren door in te zetten op Trias Energetica, Trias Materia en Aquatica?

3. Methodologie

Deze masterscriptie start met het verduidelijken van de keuze van de locatie, het station van Waterschei, voor het masterontwerp en hoe deze past binnen het gemeenschappelijke masterplan *Een goed leven binnen planetaire grenzen*. Daarna wordt onderzoek gedaan naar de geschiedenis van de locatie.

De literatuurstudie die daarop volgt, omvat enerzijds een theoretisch denkkader dat een aantal theoretische basisprincipes bespreekt die als onderbouwing dienen voor de keuze voor coöperatieve en collectieve energievoorziening. Het praktische denkkader verduidelijkt het specifieke concept van coöperatieve en collectieve wijkwarmte, de vorm van coöperatieve energievoorziening waarop in deze masterproef wordt gefocust. Samen vormen deze twee denkkaders de theoretische onderbouwing van deze masterthesis.

Het laatste hoofdstuk bevat de specifieke toepassing van de literatuurstudie op het ontwerpproject 'Het Station van Waterschei'. Het ontwerp integreert de historische context van het station met verder onderzochte duurzaamheidsprincipes.

4. Het station van Waterschei

4.1. Relevantie binnen masterplan *Een goed leven binnen planetaire grenzen*

Het masterplan een goed leven binnen planetaire grenzen schetst een toekomstbeeld voor Genk in transitie richting het jaar 2080. Centraal in deze visie staat het Kolenspoor als ‘groene draad’ en kloppend hart van de stad. Dit voormalige spoortraject krijgt een nieuw leven als uitgestrekt park waar landschap, geschiedenis, mobiliteit, lokale economie en gemeenschappen samenkomen. Zo vormt het masterplan een verbindende structuur die Genk hertekent en richting geeft aan een duurzaam, inclusief en regeneratief toekomstbeeld.

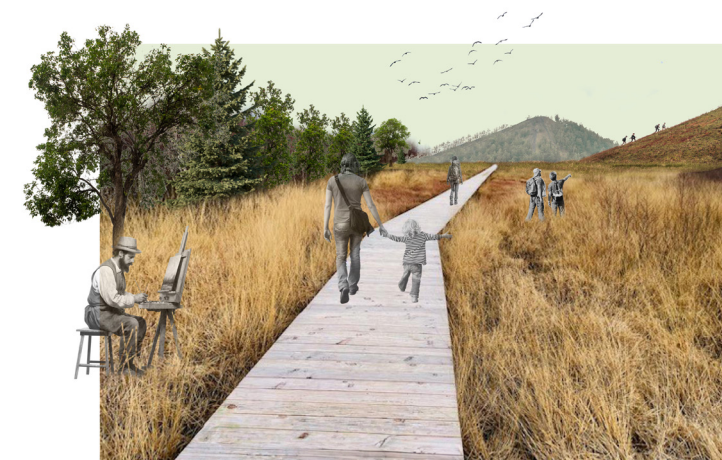
Zoals te zien op figuur 4, op de volgende pagina, heeft het station van Waterschei, in het rood aangeduid, een zeer strategische ligging binnen het masterplan. Het ligt namelijk direct naast het Kolenspoor (aangegeven in donkerder grijs) en naast het Stadion van KRC Genk. Dit betekent dat het station naar mobiliteit zeer interessant gelegen is.

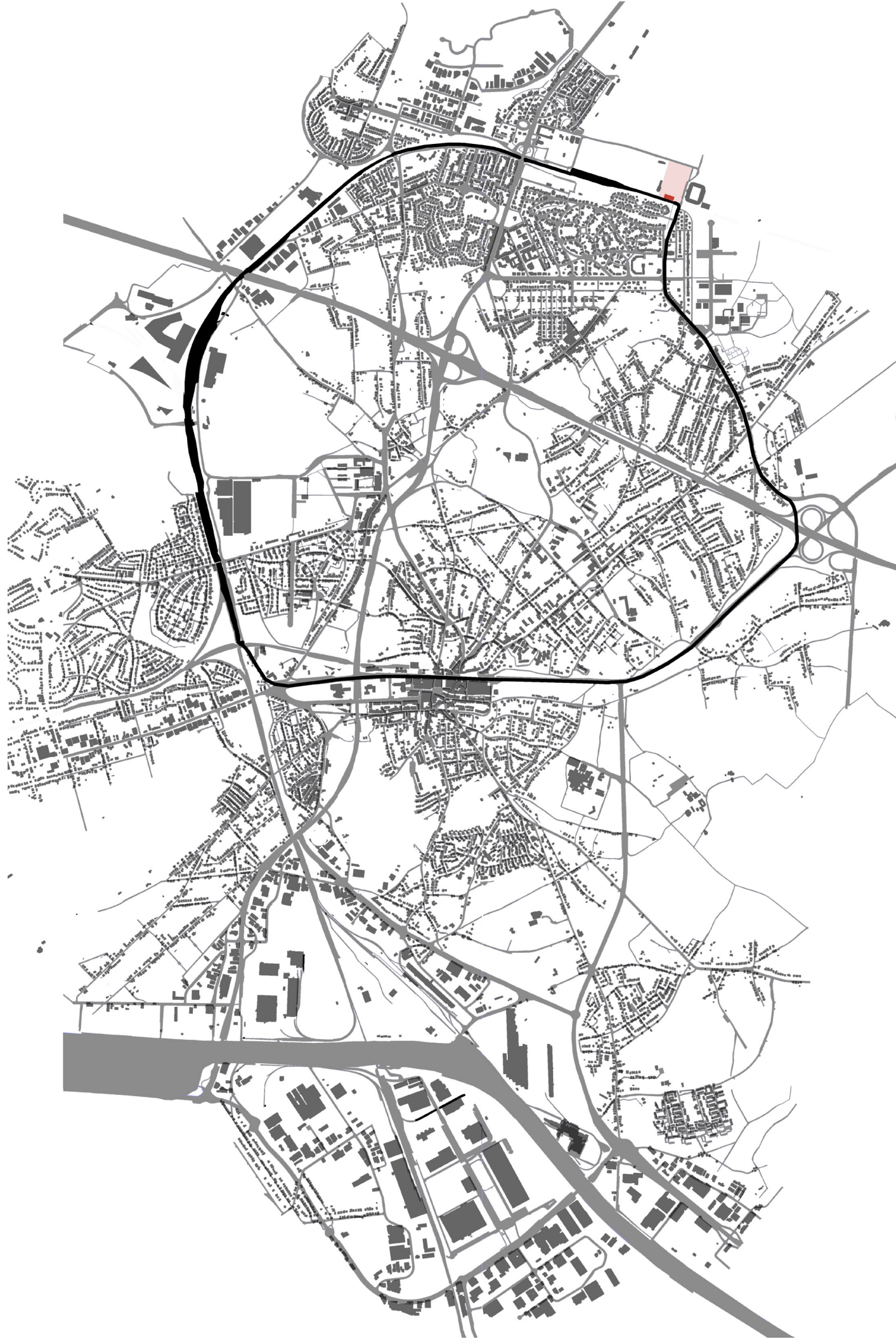
Vervolgens biedt het gebouw zelf ook veel potentieel. Zoals te zien in de collages, wordt het oude station als erfgoed beschouwd en ligt het er momenteel verlaten bij. Het is de moeite waard om te onderzoeken hoe dit gebouw een nieuwe bestemming kan krijgen die aansluit bij zijn omgeving.

Daarnaast biedt het gebouw ook een interessante kijk op infrastructuur. Naast het gebouw ligt een omvangrijke parking. De huidige parkeerinfrastructuur is ontworpen om grote aantallen bezoekers te ontvangen tijdens voetbalwedstrijden, maar in het masterplan gaat de auto toekomstgericht geen prominente rol meer spelen waardoor deze parking-infrastructuur een andere invulling kan krijgen.

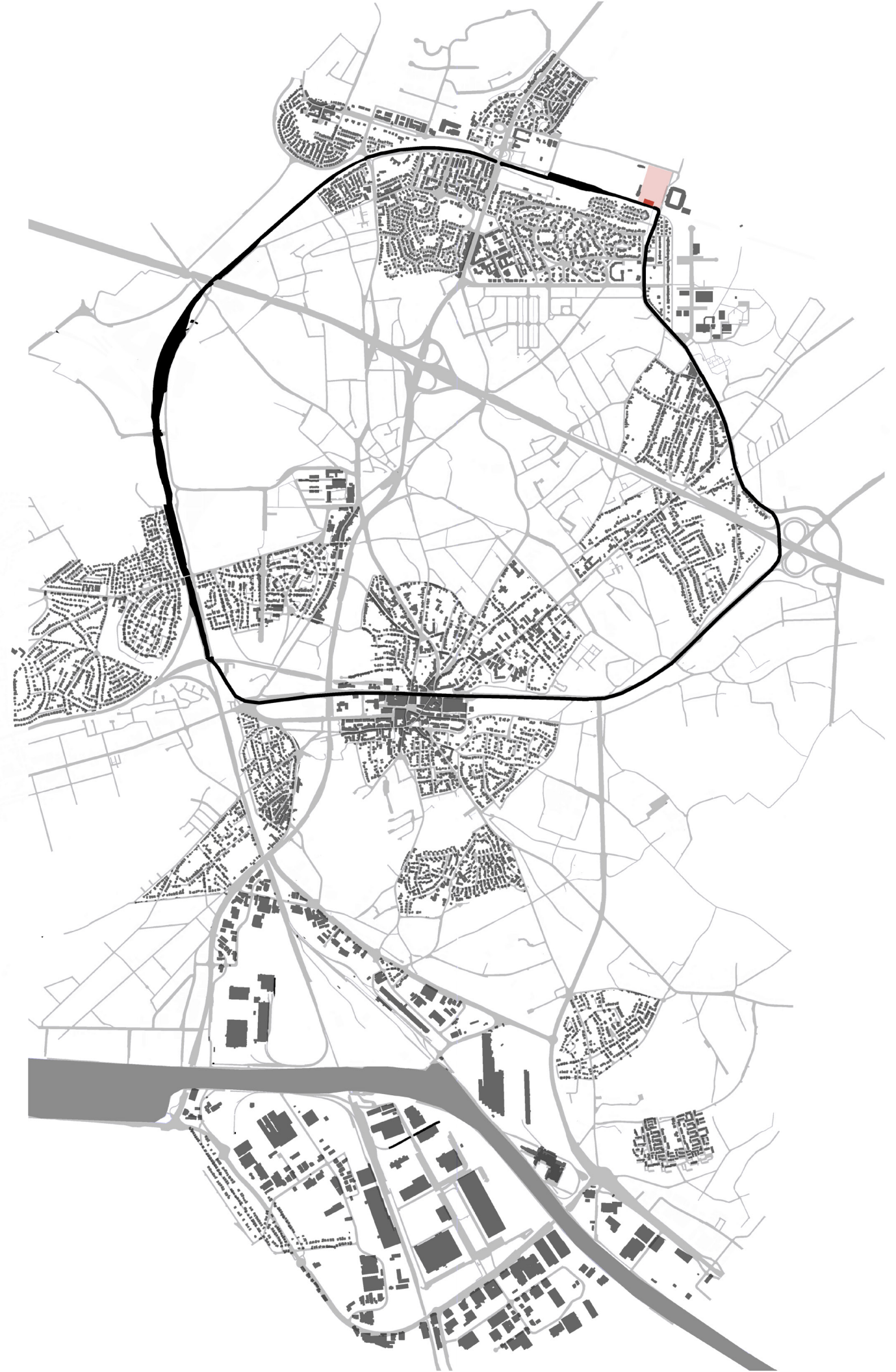
Het gebouw, inclusief de parkeerterreinen, grenzen daarbij aan een natuurgebied. Dit biedt kansen om te onderzoeken hoe de overgang van infrastructuur naar natuurgebied op een doordachte manier kan worden vormgegeven, bijvoorbeeld als een soort poort naar het landschap.

Als laatste verleent de locatie ook mogelijkheden met betrekking tot het energielandschap. Het gebouw kan gekoppeld worden aan de verduurzamingsopgave van Genk en sociale initiatieven.





Figuur 3 Inplanting op schaal van Genk, 2025, met in het rood het station van Waterschei weergegeven (Eigen figuur, 2025).



Figuur 4 Inplanting op schaal van Genk, 2080, met in het rood het station van Waterschei weergegeven (Eigen figuur, 2025).



Figuur 5 Situatietekening projectlocatie, 2025 (Eigen figuur, 2025).

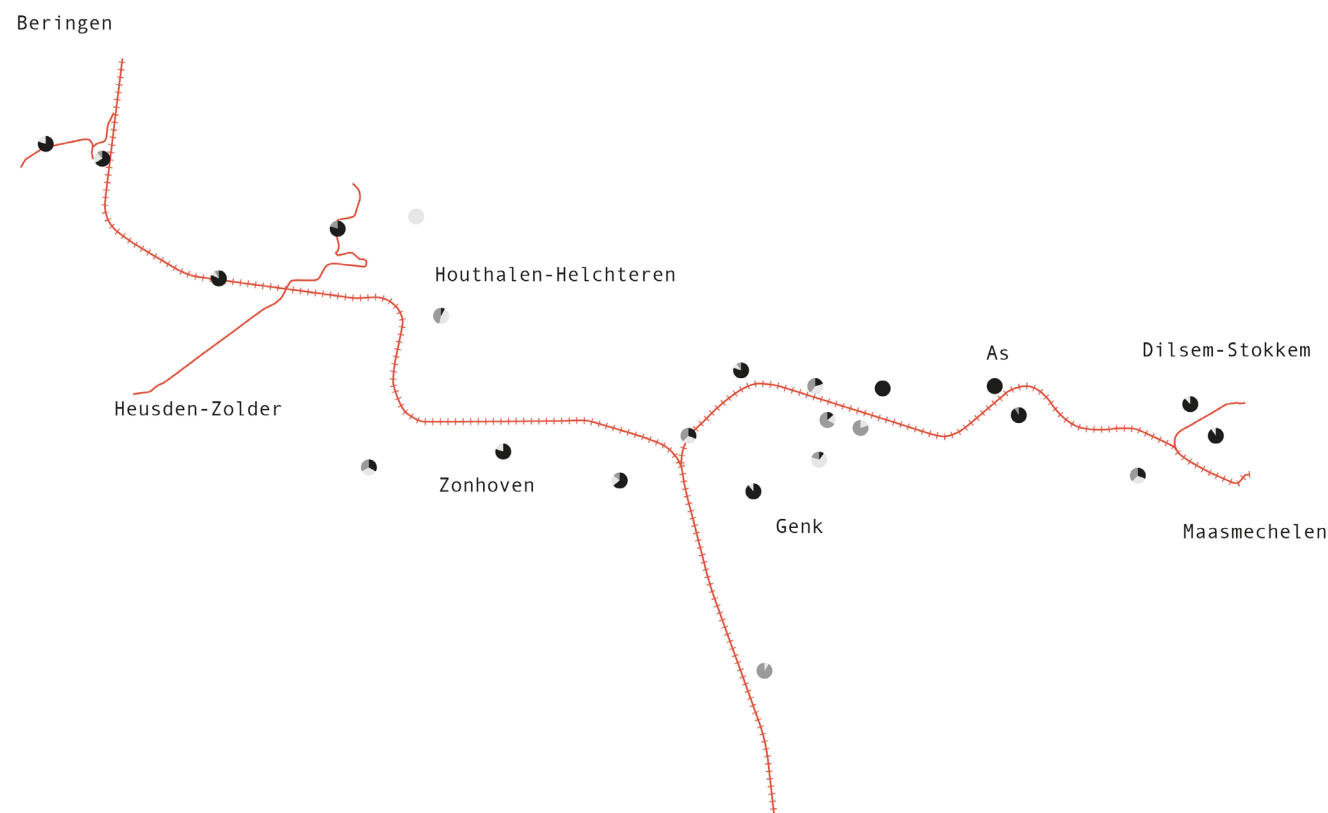
4.2. Achtergrondinformatie

Historiek

Het stationsgebouw van Waterschei werd in 1953 gebouwd ter vervanging van de vroegere “Nijverheidsstatie”, die sinds 1927 door het kadaster was geregistreerd. Dit oorspronkelijke station bevond zich aan de noordzijde van de spoorlijn Hasselt-As, in het gebied “Opglabbeker Zavel”, dat in 1874 werd verkaveld (Fexer, 2018).

De aanleg van deze spoorlijn (fig.6) was een direct gevolg van de ontdekking van steenkool in Limburg in het begin van de 20ste eeuw. Na de Eerste Wereldoorlog werd het spoorwegnet uitgebreid om tegemoet te komen aan de groeiende vraag naar transport. De spoorlijn Winterslag – Zwartberg – Waterschei – As, met een lengte van 12 kilometer, werd in 1925 aangelegd en twee jaar later officieel geregistreerd. Dit spoortraject maakte deel uit van de drie hoofdverkeersassen die in het oorspronkelijke “Plan d’ensemble” waren voorzien om de Limburgse mijnstreek te ontsluiten (Fexer, 2018).

Het stationsgebouw werd in het jaar 1983 gesloten voor reizigersvervoer. Van 1999 tot 2014 werden wel toeristische treinen gereden tussen Waterschei, As en Eisden, waaronder extra supporterstreinen bij wedstrijden van KRC Genk. Wegens de slechte staat van het spoor moest deze dienst stoppen. Sinds 2015 is de vereniging de concessie over het baanvak kwijt. In 2018 kocht de provincie Limburg 30,5 kilometer van dit ‘oude Kolenspoor’ met het plan om het om te bouwen tot een fietspad (Fexer, 2018).



Figuur 6 Spoortraject Kolenspoor (Omgeving Vlaanderen, 2020).

Architectuur

Het eerste station van Waterschei bestond uit een langwerpig, houten gebouw met één bouwlaag en een zadeldak. Aan de westzijde bevond zich een kleiner bijgebouw, het zogenaamde “seinhuis”. In 1953 werd het stationsgebouw volledig herbouwd naar een ontwerp van architect Constant Trouvé. Het nieuwe station bestond uit een tweelaags hoofdgebouw voor de reizigersdienst en een aanpalende éénlaagse sectie voor goederenvervoer. Op de eerste verdieping van het hoofdgebouw bevond zich een volwaardig appartement met drie slaapkamers. Dit appartement was bestemd voor de toenmalige stationschef, die er met zijn gezin woonde. Door deze woonfunctie werd een permanente aanwezigheid op de site verzekerd, wat toeliet om het station continu te controleren en toezicht te houden op het spoorverkeer en de infrastructuur. De Belgische staat was eigenaar, terwijl de Nationale Maatschappij der Belgische Spoorwegen (NMBS) het vruchtgebruik had (Fexer, 2018). Vandaag de dag ligt het station er echter verlaten en verwaarloosd bij. In het verleden werden verschillende ramen ingeslagen. Deze zijn inmiddels vervangen en worden afgedekt met houten platen om verdere schade of inbraak te voorkomen. Het gebouw wordt momenteel enkel nog gebruikt door voetbalclub KRC Genk voor de stockage van goederen en materiaal, en verliest zo steeds meer zijn oorspronkelijke betekenis en publieke rol.

Zoals veel stationsgebouwen uit de periode na de Tweede Wereldoorlog heeft het stationsgebouw van Waterschei een eerder traditionele vormgeving en materiaalkeuze. De gevels zijn opgetrokken uit baksteenmetselwerk, met hardsteen of beton voor de plinten, dorpels en raamomlijstingen. Het gebouw heeft een pannen schilddak met rechthoekige gevelopeningen. Toch zijn er ook modernistische invloeden te herkennen zoals de overkragende dakranden, betonnen luifels, metalen buitenschrijnwerk en de afwisseling van verschillende venstergroottes. Daarnaast zorgen de horizontale voegen en de gevelstenen met de stationsnaam voor een subtiel ritmering in de gevel (Fexer, 2018).

Het stationsgebouw bevindt zich ten noorden van de tuinwijk van Waterschei, aan een spoorlijn die anno 2018 niet meer in gebruik is en overwoekerd is met gras en struiken.

Het hoofdgebouw telt vijf traveeën en twee bouwlagen onder een ver overkragend pannendak. Aan de westzijde bevinden zich éénlaagse aanbouwen, deels met een pannendak en deels met een plat dak (toegevoegd in 1963). De gevels zijn opgebouwd uit bruinrode baksteen in halfsteens verband op een gecementeerde sokkel. De afwerking van de voegen – met lichtgrijze mortel voor de lintvoegen en rode mortel voor de stootvoegen – creëert een horizontaal lijnenspel (Fexer, 2018).

De rechthoekige gevelopeningen hebben verschillende formaten en zijn omlijst met gecementeerde randen en een rollaag als latei. De dorpels en tussenpijlers zijn uitgevoerd in hardsteen en beton. Het buitenschrijnwerk is grotendeels authentiek bewaard gebleven.

De voormalige hal, gelegen in de westelijke travee van het hoofdgebouw, wordt aan de noord- en zuidgevel gekenmerkt door een brede, driedelige deur onder een ver uitstekende betonnen luifel. Aan de zuidzijde loopt deze luifel door boven een deel van de lagere aanbouw. De noordelijke deur heeft een trapeziumvormige sluitsteen met het omcirkelde “B”-symbool van de NMBS (Fexer, 2018).

Centraal in de zuidgevel, die naar het spoor gericht is, bevindt zich een gevelsteen met de naam “WATERSCHEI”, een element dat ook terugkomt op de oostelijke kopgevel. De westelijke aanbouwen deden vermoedelijk dienst als magazijn. Ze hebben vooral hooggeplaatste horizontale vensters en aan de zuidzijde drie brede poortopeningen, waarboven de dakrand verder uitsteekt als luifel (Fexer, 2018).



Figuur 7 Het eerste station uit hout (Fotoarchief Heidebloemke Genk, z.d.).



Figuur 10 Het station van Waterschei huidige toestand (Eigen archief, 2025).



Figuur 8 Het station van Waterschei (Fotoarchief Heidebloemke Genk, z.d.).



Figuur 11 Het station van Waterschei huidige toestand (Eigen archief, 2025).



Figuur 9 Het station van Waterschei door vandalisme (Fotoarchief Genk, z.d.).



Figuur 12 Het station van Waterschei huidige toestand (Eigen archief, 2025).

Deel 2 - Literatuurstudie

Our culture is strongly focused on quick solutions and avoiding deep reflection. We want to be practical and prefer not to waste time on philosophy. But isn't wisdom essential to determining our path in an uncertain future? Don't we need deeper insights to understand and address the complex crises of our time?
- Daniel Christian Wahl

In dit tweede deel wordt de literatuurstudie besproken. Deze is onderverdeeld in een theoretisch en een praktisch denkkader. Het theoretisch denkkader bundelt diverse boeken en wetenschappelijke artikels die het onderzoek onderbouwen. De literatuur wordt besproken in een logische volgorde: van brede visies naar een steeds specifiekere focus. Het praktisch denkkader verduidelijkt het concept van coöperatieve en collectieve wijkwarmte. De gedachtegang die hieruit voortkomt wordt onderzocht en gevalideerd door verschillende relevante casestudies. Beide vormen samen de theoretische onderbouwing van deze masterthesis.

I. Theoretisch denkkader

A human being is part of the whole - called by us 'universe', a part limited in time and space. He experiences himself, his thoughts and feelings as something separate from the rest - a kind of optical delusion of his consciousness. This kind of delusion is a kind of prison for us, restricting us to our personal desires and to affection for a few persons nearest to us. Our task must be to free ourselves from this prison by widening our circle of compassion to embrace all living creatures and the whole of nature (...)
- Albert Einstein (1950)

Zoals eerder vermeld bestudeert het theoretische denkkader diverse literatuur, van brede visies naar een steeds specifiekere focus. Vertrekkende vanuit het boek *The Good Ancestor: How to Think Long-Term in a Short-Term World* van Roman Krznaric, wordt een eerste denkkader geschetst rond langetermijndenken en intergenerationele verantwoordelijkheid. Vervolgens wordt de filosofie van Bruno Latour besproken aan de hand van *Waar kunnen we landen*. Latour toont aan dat er vandaag een visie ontbreekt en dat menselijke en niet-menselijke actoren onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn. Daarna wordt dieper ingezoomd op regeneratief denken via *Designing Regenerative Cultures* van Daniel Christian Wahl. Dit boek nodigt uit om verder te denken dan duurzaamheid en moedigt aan om de juiste vragen te stellen in plaats van vluchtige antwoorden te zoeken. Het theoretisch denkkader sluit af met het boek *Postcapitalist Countrysides – From Commoning to Community Wealth Building*. Dit boek bundelt een verzameling essays. Uit deze bundel wordt de essay *Unpacking the energy commons*, geschreven door Thomas Bauwens and Robert Wade (pagina 327 tot 351), geanalyseerd. Deze essay beschrijft specifiek hoe energie als gemeengoed kan beschouwd worden.

I.I. Roman Krznaric – The good ancestor: How to Think Long Term in a Short-Term World

Are we being good ancestors?
- Jonas Salk

Dit boek start met het citaat van Jonas Salk: “Are we being good ancestors?”. Jonas Salk is een medisch onderzoeker die in 1955, samen met zijn team, het eerste poliovaccin creëerde. Ondanks zijn enorm succes in de medische wereld, was Salk een bescheiden persoon. Zijn ambitie was niet om rijk en beroemd te worden, maar om de mensheid te helpen. Zijn filosofie over het leven vat hij samen in voorgaande citaat. Hij geloofde er sterk in dat het onze opdracht is om de vele rijkdommen die we erfdens ook door te geven. Om dit te kunnen doen, was hij ervan overtuigd dat we een radicale verschuiving nodig hadden in ons moreel denken. We moeten een perspectief creëren dat zich richt op het lange termijn denken en focust op de gevolgen van onze daden buiten ons eigen leven (Krznaric, 2021).

Roman Krznaric steekt het citaat van Salk in een actievare rol en zegt: “How can we be a good ancestor?”. Krznaric is ervan overtuigd dat dit de belangrijkste vraag van de eeuw is. Door de vraag te hervormen stelt hij dat het hoop geeft voor de evolutie van de mensheid. De uitdaging om hierop een antwoord te zoeken diende voor Krznaric als basisinspiratie om dit boek te schrijven. Het doel van het boek is om ons te doen nadenken over hoe toekomstige generaties ons zullen beoordelen en of we een nalatenschap zullen achterlaten dat hen ten goede komt of juist doet schaden. Hij stelt dat de oud Bijbelse ambitie om een barmhartige Samaritaan te zijn niet langer voldoende is. De eenentwintigste-eeuwse aspiratie is om een Goede Voorouder te zijn (Krznaric, 2021).

Onze kansen om een Goede Voorouder te zijn worden volgens Krznaric bepaald door de menselijke geest, die momenteel op wereldschaal in een strijd zit tussen het kortetermijndenken en het langetermijndenken. Vandaag de dag is echter duidelijk welke neigt aan het winnende eind te trekken: we leven in een tijd van pathologisch kortetermijndenken. Politici kunnen nauwelijks voorbij de volgende verkiezingen denken. Terwijl bedrijven slaven zijn van het volgende kwartaalrapport en de constante eis om de aandeelhouderswaarde op te krikken. Antropoloog Mary Catherine Bateson ziet de grote ironie erachter en stelt het volgende: “Hoewel we langer leven, denken we korter”. Daarmee stelt ze dat de tirannie van vandaag schuilt in het kort-termijn denken (Krznaric, 2021).

Volgens Krznaric komt uit deze zelfde destructieve manier van denken een verontrustende waarheid naar voren: we hebben de toekomst gekoloniseerd. We behandelen de toekomst als een verre, onbewoonde kolonie, een niemandsland waar we naar eigen geloven ecologische schade, technologische risico's en nucleair afval kunnen dumpen. Een plek die we schaamteloos kunnen exploiteren zonder verantwoordelijkheid. Onze huidige maatschappelijke houding laat zich het best omschrijven als Tempus Nullius: de toekomst wordt gezien als ‘niemands tijd’, een leeg en onontgonnen gebied zonder bewoners. Het tragische is dat de toekomstige, ongeboren generaties geen verweer hebben tegen deze koloniale plundering van hun leefwereld. Ze bezitten geen politieke rechten, hebben geen stem in democratische processen of op de markt. Zo wordt de grote, zwijgende meerderheid van de toekomst machteloos gemaakt en uit ons collectief bewustzijn gewist (Krznaric, 2021).

We bevinden ons vandaag op een mogelijk kantelpunt: wereldwijd beginnen verschillende krachten samen te komen in een beweging die ons wil bevrijden van onze verslaving aan het hier en nu, en die een nieuw tijdperk van langetermijndenken wil inluiden. Hoewel dit langetermijndenken aan terrein wint, is het er tot nu toe niet in geslaagd diep door te dringen tot de mentale structuren van de moderne geest, een geest die nog steeds gevangen zit in het kortetermijndenken. Het probleem is niet dat we de waarde van langetermijndenken niet erkennen, integendeel zien velen het als een mogelijke oplossing voor onze planetaire crises. Maar wat het precies betekent, blijft vaag. Omdat het ontbreekt aan een duidelijke invulling, blijft het idee hangen in een leeg, abstract concept. Krznaric erkent dit probleem en stelt dat de eerste stap moet zijn om deze leegte te vullen met betekenis. Daarom reikt hij in dit boek zes visionaire en praktische strategieën aan om langetermijndenken tastbaar te maken en actief te cultiveren (Krznaric, 2021).

Het doel van de zes praktische benaderingen is het ontwikkelen van cognitieve empathie, een empathie die zich niet enkel richt op onze medemensen in het hier en nu, maar zich ook uitstrekt over de tijd, naar toekomstige generaties. Krznaric onderzoekt hoe we deze vorm van empathie kunnen cultiveren en verdeelt de zes praktische benaderingen over drie thematische clusters.

De *verbeelding* van de toekomst vindt haar fundament in Diepe-tijd Nederigheid en het formuleren van een *Overstijgend Doel* voor de mensheid.

Zorgzaamheid dragen voor toekomstige generaties vereist een *Nalatenschapsmentaliteit* en een gevoel voor *Intergenerationele Rechtvaardigheid*.

Plannen maken voor een tijdperk voorbij ons eigen leven vraagt om het ontwikkelen van *Kathedraaldenken* en het toepassen van *Holistisch Voorspellen*.

Geen van deze benaderingen is op zichzelf voldoende om langetermijndenken te verankeren. Pas wanneer ze gezamenlijk worden toegepast, door individuen, gemeenschappen en organisaties, ontstaat er een synergetisch proces waarin langetermijndenken tot leven komt (Krznaric, 2021).

In zijn boek stelt Roman Krznaric dat we ons dringend bewuster moeten worden van het feit dat sommige fundamentele structuren van onze samenleving, van natiestaten en representatieve democratie tot consumentgerichte cultuur en kapitalisme, niet langer geschikt zijn voor de tijd waarin we leven. Deze systemen zijn ontwikkeld tijdens het Holoceen, een periode van ongeveer 10.000 jaar met een stabiel klimaat waarin de mensheid kon floreren. Het was een tijd waarin de ecologische impact van de mensheid nog kon worden opgevangen door de planeet. Vandaag bevinden we ons echter in het Antropoceen, een nieuw tijdperk waarin de mensheid zelf is uitgegroeid tot een kracht die een instabiel aardsysteem heeft gecreëerd. Dit systeem wordt gekenmerkt door toenemende ecologische crises en dreigende instorting. Daarom is het essentieel dat we een wereld ontwerpen die zowel voor huidige als toekomstige generaties leefbaar is. Dat vraagt om een fundamentele herziening van de kernwaarden van onze samenleving: hoe onze economieën functioneren, hoe politieke systemen zijn georganiseerd, hoe we onze steden vormgeven, en meer. Krznaric benadrukt daarom dat het cruciaal is om een tijdshorizon van minstens honderd jaar voor ogen te houden wanneer we spreken over langetermijndenken (Krznaric, 2021).

Relevantie voor onderzoek

Het boek *The Good Ancestor* van Roman Krznaric vormt een fundamentele inspiratiebron voor dit onderzoek naar coöperatieve wijkwarmte in Waterschei, Genk, omdat het een pleidooi houdt voor langetermijndenken in een wereld die gedomineerd wordt door kortetermijnbelangen. Krznaric stelt dat we als samenleving gevangen zitten in een ‘tirannie van het nu’, hetgeen ons belemmert om beslissingen te nemen die duurzaam zijn voor toekomstige generaties. Dit inzicht sluit nauw aan bij het masterplan *Een goed leven binnen planetaire grenzen*, waarin een toekomstbeeld wordt geschetst voor Genk richting 2080. In dit plan worden kernwaarden zoals wonen, werken en samenleven herbekeken en herontworpen vanuit een langetermijnvisie.

Krznaric benoemt expliciet, op pagina zeven van zijn boek, dat ontwerpers en stedenbouwkundigen een belangrijke verantwoordelijkheid dragen als pleitbezorgers voor toekomstige generaties. Als ontwerpers zijn we niet enkel ruimtelijke vormgevers, maar ook ‘beschermers van de toekomst’. Binnen dat kader krijgt het onderzoek van deze thesis en het ontwerpen van een coöperatief warmtenet een bredere betekenis: het gaat niet alleen om technologische of economische haalbaarheid, maar ook om ecologische verantwoordelijkheid en sociale rechtvaardigheid op lange termijn.

Een voorbeeld van schadelijk kortetermijndenken is dat men de gasproductie blijft ondersteunen in plaats van te investeren in een transitie naar hernieuwbare energie. De keuze voor coöperatieve en collectieve wijkwarmte kan zo gezien worden als een directe reactie op dit schadelijk kortetermijndenken. In plaats daarvan wordt hier gezocht naar een collectieve, lokale en hernieuwbare energieoplossing die gedragen wordt door de gemeenschap en gericht is op het welzijn van zowel huidige als toekomstige bewoners van Waterschei.

Daarnaast resoneert Krznarics visie sterk met het denkkader van de donut-economie, waarbij ecologische grenzen en sociale fundamenten samen een veilige en rechtvaardige ruimte voor de mensheid afbakenen. Coöperatieve en collectieve wijkwarmte is een concrete uitwerking van die balans: het respecteert de planetaire grenzen door in te zetten op hernieuwbare energie en bevordert tegelijkertijd sociale inclusie en lokale betrokkenheid.

Kortom, *The Good Ancestor* onderstreept het belang van toekomstgericht denken in ruimtelijke en energetische beslissingen. Het versterkt de ethische en filosofische onderbouw van dit onderzoek en positioneert het binnen een bredere beweging van regeneratief ontwerpen.

I.2. Bruno Latour – *Waar kunnen we landen*

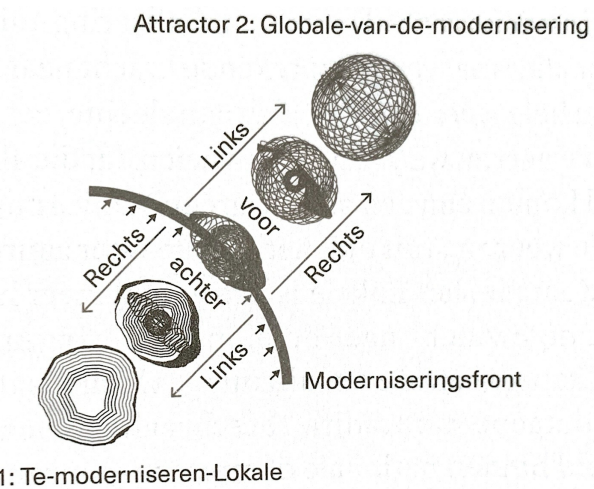
Strijd leveren om deze of gene utopie van het globale of lokale te bereiken, heeft lang niet zo’n verhelderend effect als strijd leveren om te landen op Aarde.

- Bruno Latour

Bruno Latour weet zijn lezers mee te nemen in zijn filosofische gedachtegang door middel van vraagstelling. Hij stelt vragen die niet alleen zijn eigen denklijn structureren, maar die ook de lezer uitdagen om actief mee te denken. Dit maakt zijn boeken niet alleen toegankelijk, maar ook uitdagend: hij nodigt de lezer uit om bestaande denkkaders te bevragen en nieuwe perspectieven te verkennen.

Een centraal thema in zijn werk is het ontbreken van een gemeenschappelijke visie. In een wereld die wordt geconfronteerd door existentiële uitdagingen zoals klimaatverandering, geopolitieke spanningen en sociale ongelijkheid, lijkt een gedeeld wereldbeeld te ontbreken. Dit gebrek aan een collectieve oriëntatie belemmert ons vermogen om samen te handelen (Latour, 2018).

Latour beschrijft dat historisch gezien hebben we lang volgens een lineaire opvatting van vooruitgang geleefd (fig. 12): het verleden, dat staat voor het lokale, stond aan de ene kant en de toekomst, symbool voor de globe, aan de andere. Onze blik was gericht op een toekomst waarin vooruitgang gelijkstond aan globalisering. Dit beeld is echter aan het verschuiven. De drie eerder genoemde crises (klimaatverandering, geopolitieke spanningen en sociale ongelijkheid), gecombineerd met ingrijpende historische gebeurtenissen, brengen onzekerheid met zich mee (Latour, 2018).



Figuur 13 Canoniek schema van de richtpunten van de Modernen (Latour, 2018).

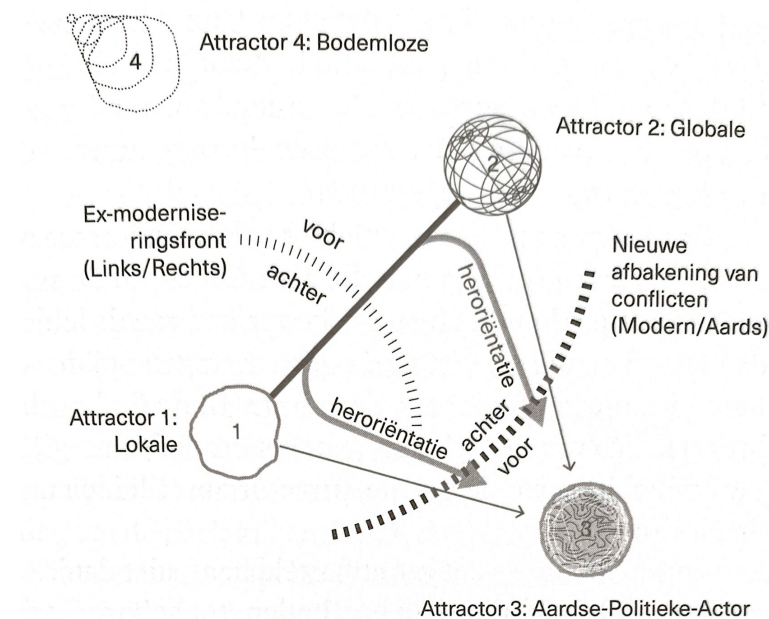
Deze verschuiving werd versterkt door historische gebeurtenissen zoals de Brexit, de verkiezingen van Trump, de hervattingen toename van migratiestromen en het klimaatakkoord in Parijs uit 2015. Vooral dat laatste had grote gevolgen. Dit was het moment dat verschillende wereldleiders samenkwamen en een klimaatakkoord ondertekenden. Op dat moment werd het pijnlijk duidelijk dat de moderniseringsplannen en toekomstvisies die zij tot dan toe voor ogen hadden, niet langer houdbaar waren binnen de planetaire grenzen. Er zouden meerdere planeten vereist zijn om aan onze verwachtingen te voldoen. Dit besef bracht een collectief gevoel van onzekerheid en angst teweeg, alsof de grond onder onze voeten begon weg te zakken (Latour, 2018).

Latour stelt dat de kern van het probleem niet het klimaat zelf is, maar de manier waarop we onze positie in de wereld begrijpen. De klimaatcrisis is geen op zichzelf staand ecologisch probleem, maar een fundamentele ontwrichting van politieke en sociale structuren. Dat sommige elites zich terugtrekken uit mondiale akkoorden en nationale grenzen opnieuw optrekken, duidt op een groeiende weerstand tegen het idee van een gedeelde wereld. Dit gebrek aan een gemeenschappelijke visie bemoeilijkt collectieve actie (Latour, 2018).

We staan nu voor een cruciale keuze: blijven we dromen van ontsnapping, of zoeken we een territorium waar wij en toekomstige generaties kunnen leven? Ontkennen we het probleem of zoeken we actief naar een manier om te landen? Tot nu toe is het antwoord te vaak geweest: 'Sluit de grenzen'. Maar terwijl men zich probeert af te schermen van externe fysieke dreigingen, is het Nieuwe Klimaatregime al geruime tijd bezig alle muren omver te blazen. Tegen deze krachten kunnen geen fysieke barrières opgeworpen worden (Latour, 2018).

In zijn lezing *Why Gaia is Not the Globe* stelt Latour dat het ontbreken van een collectief besef leidt tot angst en een verlangen naar het verleden, naar het lokale en vertrouwde. Wanneer de toekomst onzeker wordt, klampen mensen zich vast aan bekende structuren en identiteiten. Dit verklaart mede het succes van de Brexit en de verkiezing van Trump: zonder een duidelijke globale horizon zoeken mensen houvast in het verleden. Latour illustreert dit treffend met de metafoor van het vliegtuig: Stel je voor dat je samen in een vliegtuig zit op weg naar de globalisering. De piloot laat weten dat hij rechtsomkeer moet maken omdat landen op dat vliegveld niet meer mogelijk is. Even later volgt de mededeling dat ook de noodlandingsbaan, het Lokale, onbereikbaar is. Begrijpelijkerwijs kijken de passagiers angstig uit het raam, zoekend naar een plek om veilig te landen (Faculty of Arts Aarhus Universiteit, n.d.).

Latour maakt duidelijk dat we de aarde niet langer kunnen beschouwen als een passieve, externe omgeving die wij beheersen. Het traditionele idee van de 'Globe', een uniforme, onbeperkte ruimte waarin de mens centraal staat, is achterhaald. In plaats daarvan introduceert hij het concept van 'Gaia', een dynamische, levende entiteit waarin menselijke en niet-menselijke actoren onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn. Dit impliceert dat politieke, sociale en ecologische vraagstukken niet los van elkaar gezien kunnen worden. De introductie van Gaia biedt een nieuw referentiekader, een kompas waarmee de mensheid opnieuw richting kan vinden (fig. 13) (Faculty of Arts Aarhus Universiteit, n.d.).



Figuur 14 Canoniek schema van het nieuwe gemeenschappelijke kompas (Latour, 2018).

Relevantie voor onderzoek

Deze analyse sluit aan bij het onderzoek naar een collectief warmtemodel. Waar Latour een gedeeld politiek landschap wil hertekenen, wil deze masterthesis via een collectief model voor warmte een nieuwe vorm van samenwerking en gemeenschappelijkheid creëren. Warmte is niet alleen een technische of energetische kwestie, maar een fundamenteel sociaal vraagstuk. Door warmtevoorziening te organiseren op basis van gedeelde principes, collectiviteit, wederkerigheid en regeneratie, ontstaat een concreet voorbeeld van hoe een gedeelde oriëntatie vorm kan krijgen.

Latour benadrukt dat we een nieuwe kaart nodig hebben om ons te oriënteren in het veranderende politieke landschap. Dit geldt niet alleen op wereldschaal, maar ook op lokaal niveau (Latour, 2018). Hoe kunnen we systemen ontwerpen die recht doen aan de onderlinge afhankelijkheid tussen mens en omgeving? Hoe kunnen we infrastructuren bouwen die niet alleen functioneel zijn, maar ook bijdragen aan een regeneratieve samenleving?

Latour eindigt zijn betoog met het citaat waarmee dit hoofdstuk is begonnen. Het is een pleidooi voor een Europa waarin hij zou willen landen, een Europa dat zich heroriënteert op de aarde en haar grenzen niet langer ziet als een verdediging tegen de buitenwereld, maar als een manier om opnieuw verbinding te maken. In die zin is een collectief warmtemodel niet alleen een technische oplossing, maar ook een politieke keuze: een manier om opnieuw betekenis te geven aan gemeenschappelijkheid in een tijd waarin die dreigt te verdwijnen (Latour, 2018).

I.3. Daniel Christian Wahl – *Designing Regenerative Cultures*

Why are regenerative cultures rooted in cooperation?
- Daniel Christian Wahl

Het boek *Designing Regenerative Cultures* van Daniel Christian Wahl biedt een diepgaande analyse van de structurele problemen binnen onze samenlevingen, organisaties, ideologieën en wereldbeelden. Wahl bespreekt thema's als financiële systemen, landbouw, design, ecologie, economie, duurzaamheid en maatschappelijke structuren en onderzoekt hoe we de crises van vandaag anders kunnen benaderen en oplossen (Wahl, 2022).

Hij neemt de lezer mee van denk- en geloofspatronen naar praktische toepassingen in het onderwijs-, ontwerp- en gemeenschapsleven. Wahl laat zien hoe we kunnen afstappen van de fata morgana van zekerheid en controle in een complexe, onvoorspelbare wereld. Hij stelt de vraag hoe we samen diverse, regeneratieve culturen kunnen creëren die aansluiten bij de unieke bioculturele omstandigheden van elke plaats (Wahl, 2022).

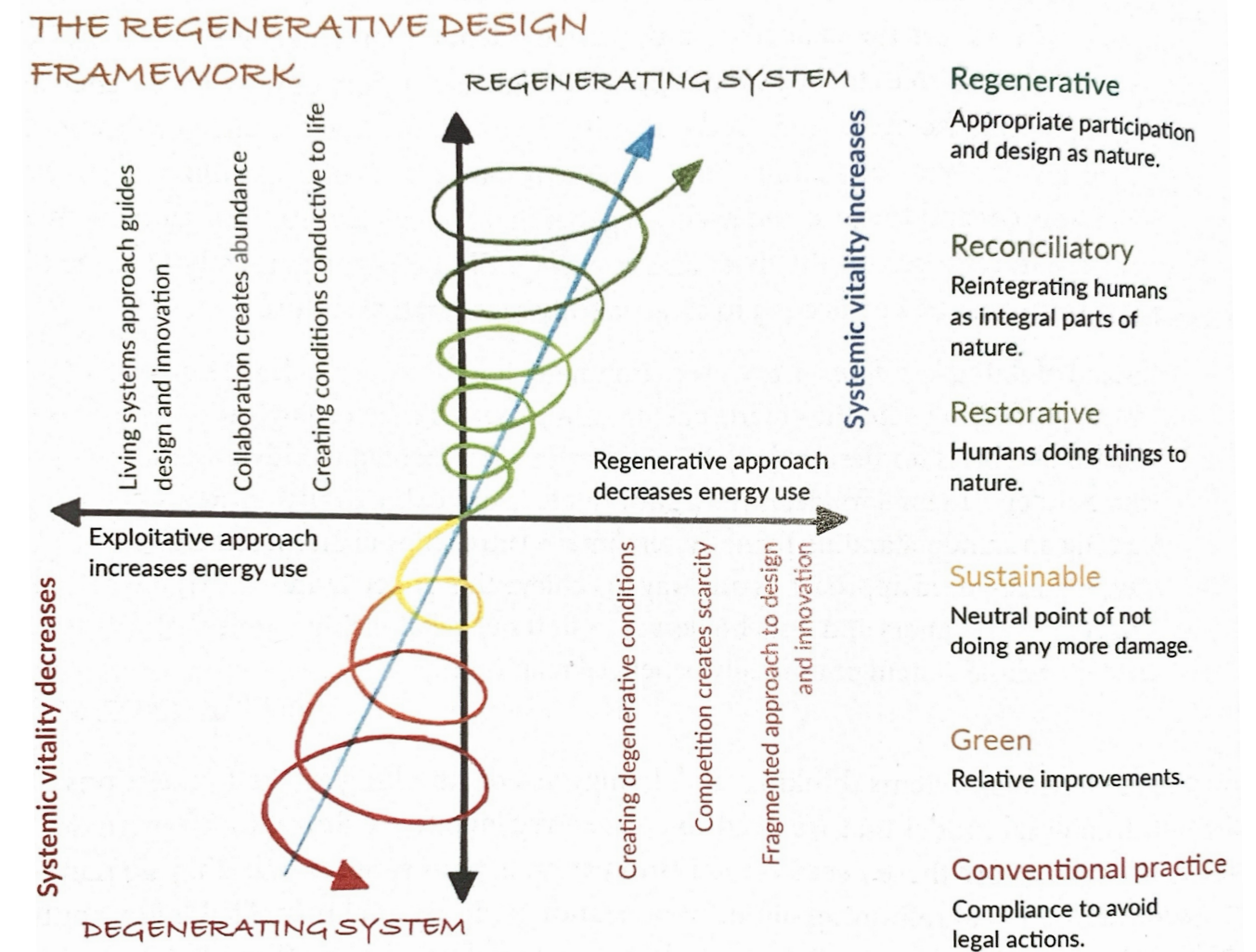
In het eerste hoofdstuk betoogt Wahl dat duurzaamheid niet volstaat. Duurzaamheid blijft te vaag en zegt weinig over wat we precies willen behouden. In plaats daarvan pleit Wahl voor een transitie naar regeneratieve systemen die de gezondheid, veerkracht en het aanpassingsvermogen van onze planeet én haar bewoners actief ondersteunen. Regeneratieve culturen, zo stelt hij, zijn adaptief, dynamisch en gericht op het versterken van het leven in al zijn vormen. Ze zijn niet alleen ecologisch, maar ook sociaal van aard. Deze nadruk op het sociale aspect wordt krachtig samengevat in de vraag: "Why are regenerative cultures rooted in cooperation?" Volgens Wahl ligt het antwoord in de systemische aard van regeneratie zelf. Geen enkel levend systeem floreert in isolatie. De voorwaarden voor leven zijn diversiteit, wederkerigheid en onderlinge afhankelijkheid. In dat licht is samenwerking geen idealistisch doel, maar een noodzakelijke voorwaarde voor veerkracht en continuïteit (Wahl, 2022).

Systemisch ontwerpen is volgens Wahl een noodzaak. Het kan ons niet volledig behoeden voor negatieve neveneffecten, maar biedt ons wel een pad van vallen en opstaan richting een regeneratieve cultuur. We moeten ontwerpen met oog voor mens, ecosystemen en planetaire gezondheid. Dit vraagt om een transitie van de huidige, niet-duurzame 'business as usual' naar herstellende en regeneratieve innovatie. Veel huidige systemen zijn degeneratief: ze putten natuurlijke hulpbronnen uit, ondermijnen sociale structuren en versterken ongelijkheid. Wahl wijst erop dat deze manier van denken niet houdbaar is. Echte vooruitgang vraagt om meer dan oppervlakkige duurzaamheidsmaatregelen (Wahl, 2022).

Regeneratieve systemen zijn gebaseerd op de logica van netwerken: ze herstellen schade, versterken relaties en creëren ruimte voor evolutie. Ecosystemen tonen ons hoe samenwerking tussen soorten leidt tot stabiliteit en adaptiviteit. Diezelfde principes kunnen volgens Wahl ook richting geven aan menselijke systemen, zoals gemeenschappen, economieën en energie-infrastructuren. Regeneratief ontwerpen betekent dus ook sociaal ontwerpen: het versterken van de sociale weefsels die nodig zijn voor een duurzame toekomst (Wahl, 2022).

Figuur 15 illustreert de verschuiving van een degeneratief systeem naar regeneratieve culturen, verdeeld over drie niveaus. Het eerste niveau, Herstel (Conventional practice & Green), richt zich op het repareren van aangerichte schade, zoals bodemgezondheid verbeteren of biodiversiteit herstellen. Het tweede niveau, Verzoening (Sustainable & Restorative), draait om de hernieuwde verbinding tussen mens en natuur, met actieve betrokkenheid van gemeenschappen. Het derde niveau, Regeneratie (Reconciliatory & Regenerative), gaat nog verder: het creëren van systemen die zichzelf versterken, leren en verbeteren door verandering. Regeneratie is zowel ecologisch als sociaal: naast het herstellen van onze relatie met de aarde, moeten we ook onze onderlinge relaties herstellen. Een veerkrachtig ecosysteem of gemeenschap koppelt individuele gezondheid aan de gezondheid van de samenleving, ecosystemen en de planeet (Wahl, 2022).

Regeneratieve culturen vragen om een herwaardering van lokale tradities, niet-westerse perspectieven en het leren van levende systemen. Vaak schuilt in eeuwenoude kennis waardevolle inzichten over het leven in balans met de natuur. Door deze te combineren met moderne wetenschap en technologie kunnen we een veerkrachtige toekomst ontwerpen (Wahl, 2022).



Figuur 15 The regenerative design framework adapted from Reed (Wahl, 2022).

EenontwerpendehoudingisvolgensWahlcruciaal.Ontwerpenbiedteenpraktischemanieromoplossingente creërenenenonsleerprocesvoortezetten.NetalsBrunoLatourisWahlervanovertuigddatcultureleverandering voortkomt uit collectieve perspectiefverschuiving, wat leidt tot nieuwe waarden, intenties en gedragingen. Technologie en ontwerp kunnen deze transformatie ondersteunen en zichtbaar maken in de systemen en structuren die we opzetten. Zo kunnen we evolueren van lineaire naar circulaire systemen (Wahl, 2022).

De rol van architectuur is volgens Wahl biomimetisch: geïnspireerd door de natuur. De natuur biedt waardevolle lessen en esthetische inspiratie, terwijl architectuur de menselijke behoefte aan verbondenheid met de natuurlijke wereld kan herstellen. De missie van architectuur, en van de mensheid, is nu om de fragiele, verloreneganeverbindingmetdenatuurteherstelleneneenduurzametoekomsttewaarborgen(Wahl,2022).

Relevantie voor onderzoek

Het boek *Designing Regenerative Cultures* van Daniel Christian Wahl biedt waardevolle inzichten die direct relevant zijn voor het onderzoek naar hoe coöperatieve en collectieve wijkwarmte kan bijdragen aan een gemeenschap die binnen de planetaire grenzen leeft in Waterschei, Genk. Wahl benadrukt de noodzaak om onze systemen, economieën en gemeenschappen opnieuw vorm te geven op een manier die regeneratief is in plaats van destructief. Dit sluit nauw aan bij de vraag hoe een collectief warmtebeheer kan bijdragen aan een duurzame en veerkrachtige toekomst.

Een van de kernideeën in Wahls werk is systeemdenken: de erkenning dat de mensheid deel uitmaakt van een groter geheel en dat alles met elkaar verbonden is. Dit is essentieel bij het ontwerpen binnen planetaire grenzen, omdat beslissingen over duurzaamheid niet in isolatie kunnen worden genomen. Net zoals Rockström (2021) stelt dat de planetaire grenzen onderling verbonden zijn en in samenhang moeten worden bekeken, stelt Wahl dat gemeenschappen die regeneratief willen opereren, rekening moeten houden met deze interacties. Dit betekent dat een coöperatief en collectief model voor wijkwarmte niet alleen energie moet leveren, maar ook sociale cohesie, ecologische gezondheid en economische rechtvaardigheid moet bevorderen.

Deze systemische benadering is fundamenteel voor het onderzoek naar coöperatieve en collectieve wijkwarmte in Waterschei. In plaats van energie te zien als een geïsoleerd, technisch vraagstuk, nodigt Wahl uit om het te benaderen als een gedeelde verantwoordelijkheid en een collectief goed. Zo ontstaat een alternatief voor het dominante model waarin marktmechanismen en private belangen centraal staan. Regeneratieve culturen vragen om collectieve actie, gebaseerd op lokale kennis, gedeeld eigenaarschap en langdurige zorg voor zowel mens als omgeving.

Wahl sluit met zijn gedachtegang ook aan bij de visie van Roman Krznaric uit het boek *The Good Ancestor: How to Think Long-Term in a Short-Term World*. Daarin pleit Krznaric hij voor ontwerpkeuzes die niet alleen voor de huidige, maar ook voor toekomstige generaties gunstig zijn. Wahl richt zich specifiek op de rol van commons, of gemeengoed, als een alternatief voor privaat eigendom. In dit model worden hulpbronnen niet als eigendom beschouwd, maar als collectieve rijkdom die beheerd en onderhouden moet worden ten gunste van de gemeenschap en toekomstige generaties

Wahls gedachtegoed biedt een krachtig kader voor de ontwikkeling van een coöperatief wijkwarmtemodel. Hij verwijst naar de principes van Elinor Ostrom, Nobelprijswinnaar en econoom, die succesvol collectief beheer van de commons beschreef:

1. Definieer de gemeenschap die de commons deelt en beheert.
2. Pas de gebruiksregels aan op basis van de behoeften van zowel de commons als de gebruikers.
3. Geef de gemeenschap zeggenschap over het opstellen van deze regels.
4. Waarborg verantwoord beheer door continue monitoring.
5. Beperk misbruik geleidelijk door heldere afspraken en handhaving.

Deze principes bevorderen samenwerking en ontmoedigen concurrentie, wat cruciaal is voor het succes van een coöperatief warmtebeheer. Een wijkwarmtesysteem dat gebaseerd is op deze principes kan niet alleen energie leveren op een duurzame manier, maar ook bijdragen aan sociale veerkracht, economische gelijkheid en ecologische regeneratie (Wahl, 2022).

Door Wahl's inzichten te integreren in het onderzoek naar coöperatieve en collectieve wijkwarmte in Waterschei, kan een model worden ontwikkeld dat niet alleen energie-efficiënt is, maar ook bijdraagt aan een bredere transitie naar een regeneratieve en sociaal rechtvaardige samenleving. Dit biedt een concreet alternatief voor conventionele energiesystemen die vaak gebaseerd zijn op extractieve en lineaire modellen en opent de deur naar een toekomst waarin gemeenschappen actief bijdragen aan een leefbare planeet voor komende generaties. In de laatste literaire referentie wordt hier meer specifiek op ingegaan, met name over energie als gemeengoed.

I.4. Postcapitalist Countrysides - *From commoning to community wealth building*

How will we redesign our economic systems to reflect the insight that collaborative participation in life-sustaining relationships is life's fundamental principle of evolution?
- Daniel Christian Wahl

Het boek *Postcapitalist Countrysides – From Commoning to Community Wealth Building* is een verzameling essays die de spanningen onderzoeken die voortkomen uit gevestigde economische productiemodellen en hun invloed op leven, rijkdom en werk in landelijke gebieden. Binnen deze masterthesis wordt met name het essay *Unpacking the Energy Commons* van Thomas Bauwens en Robert Wade (pagina 327-351) bestudeerd. Deze essay sluit aan bij de gedachtegang van Wahl over commons en richt zich specifiek op energie als gemeengoed.

Het essay begint, net als deze masterthesis, met de hedendaagse problematiek: de menselijke samenleving is sterk afhankelijk van fossiele brandstoffen, wat een fundamentele bedreiging vormt voor het voortbestaan van de mensheid. Hoewel er pogingen worden ondernomen om over te stappen op koolstofarme energiesystemen, blijft de dominante aanpak marktgericht. Energie wordt behandeld als een handelswaar binnen een kapitalistisch systeem dat gedreven wordt door winstmaximalisatie en voortdurende economische groei (Bauwens & Wade, 2025).

Toch groeit het besef dat deze economische logica fundamenteel tekortschiet in het waarborgen van ecologische duurzaamheid en sociale rechtvaardigheid. Deze spanning wordt scherp verwoord door Daniel Christian Wahl, die stelt: “How will we redesign our economic systems to reflect the insight that collaborative participation in life-sustaining relationships is life's fundamental principle of evolution?” (Wahl, 2022). Zijn vraag daagt uit om voorbij te gaan aan een zuiver technologische benadering en nodigt uit tot een systemische herziening van de manier waarop energie en bredere economische processen georganiseerd worden.

Bauwens en Wade sluiten hierop aan door te betogen dat de transitie naar koolstofarme energie niet alleen een technologisch proces is, maar ook een sociaal-politieke transformatie vereist. In plaats van energie enkel te zien als een technische kwestie, kan de energietransitie bijdragen aan collectieve voordelen en sociale rechtvaardigheid. Een meer democratische en inclusieve energieproductie en -distributie kan empowerment creëren binnen lokale gemeenschappen (Bauwens & Wade, 2025). Energiesystemen spelen een cruciale rol in het dagelijks leven, maar blijven grotendeels onderhevig aan de kapitalistische logica. De opkomst van technisch en economisch levensvatbare hernieuwbare energiesystemen opent echter nieuwe discussies over de energy commons. Dit concept verwijst naar de sociale praktijken en bestuursmodellen waarmee gemeenschappen energieproductie, -distributie en -consumptie co-creëren en beheren. Het doel is om de toegang tot energie, efficiëntie en duurzaamheid te verbeteren (Bauwens & Wade, 2025)..

De mate waarin energie als handelswaar of als gemeengoed wordt beschouwd, begint bij de natuurlijke energiebronnen zelf. Aangezien deze door de natuur worden voortgebracht, zijn ze in principe collectieve goederen. Historisch gezien speelden energiecommons een belangrijke rol in het voorzien in menselijke energiebehoeften. Vóór de industriële revolutie was de mensheid voornamelijk afhankelijk van spierkracht (mens en dier) en mechanische energie uit wind- en watermolens (Pirani, 2018). Brandhout en houtskool waren essentiële energiebronnen en werden vaak verzameld uit gemeenschappelijke bossen en heggen (Thompson, 1991). De industrialisatie en de privatisering van gemeenschappelijk bezit, bekend als de Enclosure Movement, maakten hier echter een einde aan. Door landrechten konden landeigenaren vergoedingen eisen voor de toegang tot deze hulpbronnen, waardoor ze werden gecommercialiseerd (Bauwens & Wade, 2025).

Om verdere exploitatie op deze ontwikkelingen tegen te gaan zijn energiegemeenschappen een interessant gegeven. Het concept hiervan is essentieel binnen de discussie over hernieuwbare energie als gemeengoed. Energiegemeenschappen bestaan uit burgerinitiatieven die samenwerken aan diverse aspecten van de energietransitie, zoals de collectieve ontwikkeling en het eigenaarschap van hernieuwbare energieprojecten. Recentelijk hebben energiegemeenschappen in Europa een sterke opmars gemaakt. De groei van deze gemeenschappen wordt gestimuleerd door de dalende kosten van hernieuwbare technologieën en overheidsbeleid dat duurzame energie ondersteunt. Naast het financieren van de energietransitie kunnen deze initiatieven ook bijdragen aan meer lokale steun voor hernieuwbare energieprojecten (Bauwens & Wade, 2025).

Energiegemeenschappen spelen een belangrijke rol bij het democratiseren van de energievoorziening. Door hun op-burgers-gerichte structuur en non-commerciële oriëntatie dragen ze bij aan een rechtvaardige en duurzame energietransitie. In tegenstelling tot grote energiebedrijven versterken ze de lokale controle over hulpbronnen en benutten ze lokale kennis en netwerken. Dit bevordert niet alleen economische veerkracht, maar draagt ook bij aan de ontwikkeling van technologieën die gezamenlijk worden ontworpen, geproduceerd en beheerd door de gemeenschappen waarin ze zijn ingebed (Bauwens & Wade, 2025).

Door energiegemeenschappen als speerpunt te nemen, kan de transitie naar duurzame energie niet alleen een ecologische, maar ook een sociaal rechtvaardige verandering teweegbrengen. Dit vereist echter een kritische herziening van de manier waarop energie wordt geproduceerd, verdeeld en beheerd, met oog voor gemeenschapswaarden en collectieve besluitvorming.

Relevantie voor onderzoek

De analyse van *Unpacking the Energy Commons* binnen de context van deze masterthesis is direct relevant voor het onderzoek naar hoe coöperatieve en collectieve wijkwarmte kan bijdragen aan een gemeenschap die leeft binnen de planetaire grenzen in Waterschei, Genk. Dit onderzoek richt zich op de integratie van duurzame energieoplossingen in een collectief model, waarbij de principes van energie als gemeengoed een belangrijke rol spelen.

In Waterschei ligt een unieke kans om warmte uit mijnwater te benutten als bron voor een collectief wijkwarmtenet. Het concept van energy commons zoals besproken door Bauwens en Wade, biedt een theoretisch kader om te begrijpen hoe dergelijke systemen sociaal en economisch kunnen worden georganiseerd. In plaats van energie als een handelswaar te beschouwen, stelt dit model voor om energie-infrastructuren te ontwikkelen die in handen zijn van de gemeenschap en waarin de besluitvorming wordt gedemocratiseerd. Dit past binnen het bredere streven naar een rechtvaardige en inclusieve energietransitie, waarbij niet alleen de ecologische impact wordt verminderd, maar ook sociale cohesie en economische veerkracht worden versterkt.

Het concept van energiegemeenschappen, zoals beschreven in de literatuur, sluit naadloos aan bij de uitdaging om een duurzaam wijkwarmtenet te ontwikkelen in Waterschei. Door warmtecollectieven te vormen, kunnen bewoners gezamenlijk investeren in infrastructuur en besluitvorming, wat leidt tot eerlijke toegang en een hogere mate van lokale controle over energiebronnen. Daarnaast kan de implementatie van dergelijke initiatieven bijdragen aan de bredere maatschappelijke transitie naar een circulaire en regeneratieve economie.

In de context van Waterschei is het van belang te onderzoeken hoe een collectief warmtebeheer praktisch kan worden ingericht. Dit omvat niet alleen technologische en economische overwegingen, maar ook het politieke beleidskader die de langetermijnbetrokkenheid van de gemeenschap waarborgen. Daarbij kunnen lessen worden getrokken uit bestaande voorbeelden van energiegemeenschappen in Europa, zoals in Denemarken en Duitsland, waar burgers succesvol hebben bijgedragen aan de energietransitie door middel van coöperatieve modellen.

Door de inzichten uit *Unpacking the Energy Commons* toe te passen op de specifieke casus in Waterschei, kan dit onderzoek bijdragen aan een concrete strategie voor de ontwikkeling van een collectief wijkwarmtenet dat niet alleen ecologisch verantwoord is, maar ook sociale en economische rechtvaardigheid bevordert.

De inzichten uit het theoretische denkkader: langetermijndenken, gemeenschappelijk denken, regeneratief ontwerpen en energie als gemeengoed, bieden rijke handvaten voor het ontwerpen van een coöperatief en collectief warmtemodel vertrekkende vanuit een milieu- en mensbewuste visie. Deze visie wordt verrijkt met het praktische denkkader.

2. Praktisch denkkader

How do we create design, technology, planning and policy decisions that positively support human, community and environmental health?
- Daniel Christian Wahl

In het volgende hoofdstuk dient bovenstaand citaat als rode leidraad. Met die gedachtegang in het achterhoofd, wordt er naar de praktische kant van het onderzoek gekeken. Het praktische denkkader vult de filosofische gedachtegang aan door te kijken naar inzichten uit de praktijk. Zo wordt eerst besproken wat het concept van een coöperatief en een collectief warmtemodel inhoudt en hoe deze inhoudelijk verschillend zijn van elkaar. Daarna wordt verduidelijkt dat warmtemodellen bestaan uit drie soorten cycli: primair, secundair en tertiair. Vervolgens worden kenmerken opgesteld die coöperatieve en collectieve wijkwarmte definiëren. Naderhand worden aan de hand van de gedefinieerde kenmerken, verschillende relevante casestudies onderzocht. Deze zijn onderverdeeld in twee categorieën: enerzijds warmtenetten, waarbij warmtenetwerken als model worden bekeken, en anderzijds energiestations, waarbij specifiek naar gebouwen wordt gekeken die functioneren als opslag- en distributiesysteem.

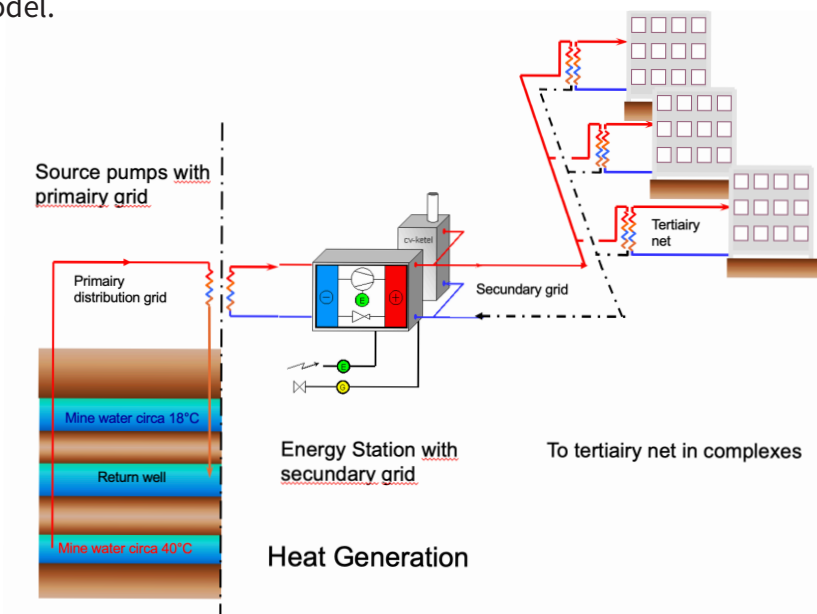
2.1. Concept – Coöperatief en collectief warmtenet

Een coöperatief en collectief warmtenet vertrekt vanuit de principes van een energiegemeenschap en combineert de principes van collectieve warmtevoorziening met een coöperatieve beheerstructuur, waarbij bewoners gezamenlijk eigenaar zijn van het warmtesysteem. Dit model biedt een duurzame en democratische oplossing voor lokale warmtevoorziening (Vlaanderen.be, n.d.).

Collectieve warmtevoorziening houdt in dat meerdere gebouwen of woningen worden aangesloten op een centraal warmtenet. Dit netwerk transporteert warmte via leidingen van een centrale bron naar de aangesloten gebruikers voor ruimteverwarming en warm water (Vlaamse Nutsregulator, n.d.). Warmtenetten kunnen gebruikmaken van diverse duurzame warmtebronnen, zoals restwarmte van industriële processen, geothermie, biomassa of zonne-energie. Door collectief te verwarmen, wordt efficiënt gebruikgemaakt van energie en kunnen individuele verwarmingssystemen worden vervangen, wat leidt tot een vermindering van CO₂-uitstoot en lagere energiekosten (ECoOB, 2021).

In een coöperatief model nemen bewoners en lokale belanghebbenden gezamenlijk het initiatief en eigenaarschap over het warmtenet. Dit betekent dat zij niet alleen profiteren van de geleverde warmte, maar ook inspraak hebben in het beheer en de besluitvorming rondom het warmtesysteem (Vlaanderen.be, n.d.). Door middel van een energiecoöperatie worden bewoners mede-eigenaar van de infrastructuur, wat zorgt voor transparantie, lokale betrokkenheid en een eerlijke verdeling van kosten en baten (ECoOB, 2021). Bovendien kunnen coöperatieve warmtenetten bijdragen aan lokale werkgelegenheid en economische ontwikkeling.

Zoals te zien in onderstaande figuur, bestaat de werking van een warmtenet uit drie opeenvolgende fasen: de primaire, de secundaire en de tertiaire cyclus. De primaire cyclus omvat de energiebron, zoals aquathermie, geothermie, restwarmte of andere hernieuwbare bronnen, die aan de basis ligt van het warmtesysteem. De secundaire cyclus omvat het energieopslag- en verdeelsysteem, ook wel het energiestation genoemd. In deze fase gebeurt een warmte uitwisseling, wordt de warmte opgeslagen, getransporteerd en verdeeld over de verschillende afnemers. Zodra het verwarmde water het gebouw van de eindgebruikers binnenkomt, begint de tertiaire cyclus. In deze laatste fase wordt de warmte effectief ingezet voor toepassingen zoals ruimteverwarming, warm water of andere gebouw-gebonden energievormen (Peter Op 't Veld, 2025). Deze verschillende fasen kunnen meegenomen worden bij het opstellen van kenmerken voor een coöperatief en collectief warmtemodel.



Figuur 16 Schema Warmteontrekking uit mijnwater (Peter Op 't Veld, 2025).

De indeling in cycli is relevant om snel en overzichtelijk inzicht te krijgen in de opbouw van een warmtemodel. Toch reikt een coöperatief en collectief warmtemodel verder dan enkel deze technische cycli. Ook andere aspecten, zoals het economisch model en eigenaarschap, het regelgevend en beleidsmatig kader en de programmatorische vereisten, moeten worden meegenomen in de analyse (ECoOB, 2021). Daarom worden de kenmerken van een coöperatief en collectief warmtenet als volgt geformuleerd:

- Energiebron (primaire cyclus)
- Energieopslagsysteem en installaties (secundaire cyclus)
- Verdeelsysteem (secundaire cyclus)
- Eindgebruikers en doelgroepen (tertiaire cyclus)
- Economisch model en eigenaarschap
- Regelgeving en beleidskader
- Programma

Elk kenmerk wordt kort toegelicht en vormt later de basis voor de analyse van de referentieprojecten.

Energiebron

De primaire cyclus van een warmtenet begint bij de keuze van de energiebron, die essentieel is voor de duurzaamheid en efficiëntie van het systeem. Veel voorkomende bronnen zijn hernieuwbare energiebronnen zoals aquathermie, biomassa, geothermie en zonne-energie, evenals restwarmte van industriële processen (ECoOB, 2021). Het optimaal benutten van deze bronnen kan de CO₂-uitstoot aanzienlijk verminderen en bijdragen aan de energietransitie (Ecopower, n.d.).

Energieopslagsysteem en installaties

In de secundaire cyclus speelt het energieopslagsysteem een cruciale rol door de opgewekte warmte tijdelijk op te slaan en te distribueren naar de verdeelinstallaties. Dit systeem zorgt voor een stabiele en betrouwbare warmtevoorziening, zelfs tijdens piekuren of wanneer de energieproductie fluctueert. Efficiënte opslagtechnologieën verhogen de flexibiliteit en efficiëntie van het warmtenet (Ecopower, n.d.).

Verdeelsysteem

Het verdeelsysteem bestaat uit een netwerk van geïsoleerde leidingen die de warmte van het energiestation naar de eindgebruikers transporteren. Een goed ontworpen verdeelsysteem minimaliseert warmteverlies en maximaliseert de energie-efficiëntie. Het ontwerp en de aanleg van dit netwerk zijn bepalend voor de effectiviteit en duurzaamheid van het warmtenet (Ecopower, n.d.).

Eindgebruikers en doelgroepen

In de tertiaire cyclus wordt de warmte geleverd aan diverse eindgebruikers, waaronder huishoudens, bedrijven en openbare instellingen. Het identificeren en betrekken van geschikte doelgroepen is essentieel voor het succes van het warmtenet.

Daarnaast is het belangrijk dat de eindgebruikers en doelgroepen ook uitgerust zijn met afgifte-systemen die compatibel zijn aan het warmtenet. Deze systemen zijn klimaatplafonds, betonkernsystemen, vloerverwarming en wandverwarming.

Economisch model en eigenaarschap

Het economisch model en het eigenaarschap bepalen de financiële structuur en de operationele controle van het warmtenet. Coöperatieve warmtenetten worden vaak beheerd door energiecoöperaties of lokale overheden. Dit model bevordert lokale betrokkenheid en kan leiden tot een eerlijkere verdeling van kosten en baten (ECoOB, 2021).

Regelgeving en beleidskader

Een duidelijk en ondersteunend regelgevend en beleidsmatig kader is noodzakelijk voor de ontwikkeling en exploitatie van warmtenetten. In Vlaanderen definieert het Energiedecreet de wettelijke vereisten waaraan warmte- en koudnetten moeten voldoen, wat zorgt voor transparantie en bescherming van de betrokken partijen (Warmtenetwerk Vlaanderen, n.d.).

Programma

Het kenmerkprogramma wordt enkel besproken bij de referentieprojecten als energiestation. Dit vanwege de relevantie voor de ontwerpstudie van een energiestation (besproken in hoofdstuk 3). Het programma van een energiestation kan gecombineerd worden met een ander sociaal-gerelateerd functie waardoor het gebouw niet enkel een maatschappelijke meerwaarde krijgt, maar ook deel uitmaakt van de lokale gemeenschap.

2.2. Referentieprojecten

Zowel internationaal als nationaal worden er steeds meer projecten met coöperatieve en collectieve warmtevoorziening ontwikkeld. In dit deel worden een aantal van deze projecten geanalyseerd. Binnen de referentieprojecten wordt een onderscheid gemaakt tussen warmtenetten en energiestations. De warmtenetten zijn ter inspiratie voor de energiegemeenschappen waarvan het geheel deel uitmaakt. Deze zijn bijzonder relevant voor de onderzoeksvraag van deze masterthesis. De opslag- en distributiesystemen verwijzen terug naar specifieke gebouwen die gebruikt worden om energie op te slaan. Deze referentieprojecten over energiestation zijn relevant voor het laatste deel van de thesis dat een specifiek ontwerpproject van een energiestation, gesitueerd in het oude station van Waterschei, behandelt.

2.2.1. Warmtenetten

2.2.1.1. Warmetnet Marstal District Heating-project in Aeroe, Denemarken

Een treffend voorbeeld van een coöperatief en collectief warmtenet in Denemarken is het Marstal District Heating-project op het eiland Aeroe. Dit project illustreert hoe een gemeenschap duurzame energiebronnen en innovatieve technologieën inzet binnen een coöperatieve structuur. Hieronder volgt een analyse op basis van de opgegeven kenmerken.

Energiebron

Marstal District Heating maakt voornamelijk gebruik van zonne-energie als primaire warmtebron. Het systeem omvat een zonnecollectorenveld van 33.000 m², dat ongeveer 55% van de jaarlijkse warmtebehoefte dekt. Daarnaast wordt biomassa ingezet om de resterende vraag te vervullen, wat bijdraagt aan de vermindering van CO₂-uitstoot en de bevordering van duurzame energie (Bankwatch Network, 2022).

Energieopslagsysteem en installaties

Een essentieel onderdeel van het systeem is de seizoensgebonden warmteopslag (Pit Thermal Energy Storage, PTES) met een capaciteit van 75.000 m³. Deze opslag maakt het mogelijk om overtollige warmte van de zomermaanden op te slaan en in de winter te gebruiken, wat zorgt voor een stabiele en betrouwbare warmtevoorziening gedurende het hele jaar (Bankwatch Network, 2022).

Verdeelsysteem

Het verdeelsysteem bestaat uit een netwerk van geïsoleerde leidingen die de warmte van de centrale naar de eindgebruikers transporteren. Door de hoge isolatiestandaarden wordt warmteverlies geminimaliseerd, wat de gehele efficiëntie van het warmtenet verhoogt (Bankwatch Network, 2022).

Eindgebruikers en doelgroepen

Het warmtenet bedient ongeveer 1.500 huishoudens en bedrijven in Marstal. De betrokkenheid van de lokale gemeenschap speelt een cruciale rol in het succes van het project, aangezien de eindgebruikers tevens de eigenaren zijn via de coöperatieve structuur (Bankwatch Network, 2022).

Economisch model en eigenaarschap

Marstal District Heating is georganiseerd als een consumentencoöperatie. De dagelijkse beslissingen worden genomen door een bestuur dat wordt gekozen tijdens de jaarlijkse algemene vergadering. Deze structuur bevordert lokale betrokkenheid en zorgt voor een eerlijke verdeling van kosten en baten onder de leden (Bankwatch Network, 2022).

Regelgeving en beleidskader

Denemarken kent een ondersteunend regelgevend kader voor warmtenetten, met een sterke nadruk op lokale planning en eigendom. Het Deense warmtevoorzieningssysteem wordt gekenmerkt door democratisch eigendom, hetzij direct via coöperaties, hetzij indirect via gemeentelijke bedrijven, wat bijdraagt aan transparantie en publieke acceptatie (Danish Energy Agency, n.d.).



Figuur 17 Marstal zonnecentrale met warmteopslag (Bankwatch Network, 2022).

Relevantie

Het Deense warmtenetproject is bijzonder relevant voor het onderzoek naar een coöperatief en collectief warmtenet in Waterschei omdat het op succesvolle wijze aantoont hoe duurzame energie, lokale betrokkenheid en systeemdenken kunnen samensmelten tot een regeneratief model. In Denemarken zijn meer dan 60% van de warmtenetten coöperatief georganiseerd, met burgers en lokale overheden als mede-eigenaars. Dit versterkt het gevoel van eigenaarschap en sociale cohesie (Mathiesen et al., 2011). Iets wat ook in Waterschei van groot belang is in het kader van herbestemming van het mijngebied.

Vooropgesteld op menselijk vlak biedt het Deense model een inspirerend voorbeeld van hoe bewoners actief kunnen participeren in zowel het beheer- als het besluitvormingsproces van de energievoorziening. De ervaring leert dat deze betrokkenheid leidt tot hogere acceptatie, langdurige inzet van gebruikers en sterkere binding met de wijk. In Waterschei, waar sociale heropleving van het mijnverleden nog volop gaande is, is dit sociaal model van groot belang om niet enkel technische, maar ook maatschappelijke transitie te realiseren.

Daarnaast toont Denemarken dat wetgeving, economische modellen en infrastructuur allemaal op elkaar afgestemd kunnen worden binnen een coherent systeem. Dit maakt het warmtenet niet enkel technisch haalbaar, maar ook sociaal en economisch gedragen. De vertaalslag naar Waterschei vereist uiteraard aanpassing aan de Vlaamse context (regelgeving, bodemgesteldheid, energiemarkt), maar het systemisch denken en de coöperatieve logica blijven bijzonder relevant.

2.2.1.2. Warmtenet Constantin Meunierstraat in Leuven, België

Het tweede referentieproject voor warmtenetten is het warmtenetproject in de Constantin Meunierstraat te Leuven, geïnitieerd door de EcoOB. Deze wordt geanalyseerd aan de hand van de gedefinieerde kenmerken:

Energiebron

Het beoogde warmtenet maakt gebruik van lokale, hernieuwbare energiebronnen, met name geothermische energie. Het gebruik van geothermie vermindert de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen en draagt bij aan de reductie van CO₂-uitstoot (ECoOB, n.d.).

Energieopslagsysteem en installaties

In samenwerking met SWECO werd een financiële haalbaarheidsstudie uitgevoerd, waaruit bleek dat het project technisch haalbaar is, maar financieel moeilijk te realiseren in zijn oorspronkelijke vorm. Daarom stelde ECoOB een hybride energiesysteem voor als alternatief. In plaats van een volledig collectief en groen warmtenet, wordt er gekozen voor een collectief systeem dat nog niet volledig groen is, maar werkt in een hybride opzet. Hierbij wordt warmte aan de woningen geleverd op een temperatuur van 45°C vanuit een hernieuwbare bron, zoals geothermie of luchtwarmte, eventueel aangevuld met PVT-panelen. Deze lage temperatuur is voldoende voor 80 à 90% van de woningen, waardoor enkel op de koudste dagen de bestaande individuele gasketels nog bijspringen. De gasinstallaties blijven dus behouden als back-up. Zo wordt er stap voor stap toegewerkt naar een duurzamer en collectiever energiesysteem dat inspeelt op de huidige technische en financiële randvoorwaarden (De Meyer, 2025).

Verdeelsysteem

Het verdeelsysteem bestaat uit een netwerk van leidingen die de opgewekte warmte van de geothermische bronnen naar de eindgebruikers transporteren. De aanleg van dit netwerk wordt geïntegreerd met de geplande heraanleg en vergroening van de straat, wat de efficiëntie en duurzaamheid van het project verhoogt (Leuven 2030, 2023).

Eindgebruikers en doelgroepen

Het warmtenet richt zich op diverse eindgebruikers, waaronder bijna 300 huishoudens in de Constantin Meunierstraat en omliggende buurt. De betrokkenheid van bewoners is essentieel voor het succes van het project. Er wordt ingezet op participatie en communicatie om de behoeften en verwachtingen van de gemeenschap te integreren in de projectontwikkeling (Leuven 2030, 2023).

Economisch model en eigenaarschap

Het economische model en het eigenaarschap van het warmtenet in de Constantin Meunierstraat in Leuven, uitgevoerd door ECoOB, wijkt af van klassieke energievoorzieningsmodellen. Hoewel ECoOB op termijn de rol van energieleverancier opneemt, vergelijkbaar met een klassieke gasleverancier, ligt de essentie van hun werking in het collectieve, coöperatieve karakter. Ze onderscheiden zich in hun structuur: ECoOB centraliseert de sturing van het energiesysteem, met als doel een collectieve energietransitie op gang te brengen. Deze transitie wordt grotendeels gefinancierd via burgerparticipatie: burgers investeren in hernieuwbare energieprojecten en ontvangen hiervoor een financieel rendement en vooral een maatschappelijke meerwaarde. Niet iedereen zal hierin investeren, maar het idee is dat wie dat wel doet, bijdraagt aan een versnelling van de energietransitie. De coöperatie combineert dus het klant-zijn met het investeerder-zijn. ECoOB legt daarbij de nadruk op het gevoel van comfort, zorgeloosheid (geen onderhoud of vervanging) en maatschappelijke betrokkenheid. Wanneer bewoners zich afvragen waarom ze niet gewoon individueel voor een warmtepomp kiezen, verwijst ECoOB naar de bredere milieu-impact: een collectief warmtenet met één grote warmtepomp heeft op lange termijn een lagere ecologische voetafdruk dan tientallen individuele installaties (De Meyer, 2025).



Figuur 18 Constantin Meunierstraat in Leuven, België (Leuven 2030, 2023).

Regelgeving en beleidskader

Het project wordt ondersteund door Europese initiatieven zoals JUSTNature en Pilot Cities, die financiële en beleidsmatige ondersteuning bieden. Deze programma's richten zich op het implementeren van natuur gebaseerde oplossingen en het versnellen van de energietransitie in stedelijke gebieden. De samenwerking met de stad Leuven zorgt voor afstemming met lokale regelgeving en beleidsdoelstellingen (ECoOB, n.d.).

Relevantie

Het warmtenetproject in de Constantin Meunierstraat vormt een waardevol referentieproject voor Waterschei omdat het laat zien hoe een coöperatief en collectief warmtenet met succes kan worden gerealiseerd in een stedelijke context. De nadruk op hernieuwbare energiebronnen, zoals geothermie, en de koppeling met stedelijke herinrichting en vergroening sluiten nauw aan bij een milieubewuste én mensgerichte visie. Belangrijk is ook het besef dat de energietransitie niet noodzakelijk gepaard gaat met een onmiddellijke omschakeling naar een 100% groen netwerk. Het project biedt een realistische kijk op hoe we vandaag verwarmen en toont hoe de overgang stap voor stap kan verlopen. Bovendien benadrukt het project het belang van burgerparticipatie, wat cruciaal is voor het creëren van draagvlak en het bevorderen van sociale cohesie. Deze aspecten zijn essentieel voor de ontwikkeling van een duurzaam warmtenet in Waterschei.

2.2.1.3. Warmtenet Nieuw-Zuid in Antwerpen, België

Het derde referentieproject is het nieuw aangelegde warmtenet in de wijk Nieuw-Zuid in Antwerpen, België. Dit project wordt net zoals de andere projecten geanalyseerd op de vooropgestelde kenmerken.

Energiebron

Het warmtenet van Nieuw-Zuid maakt gebruik van diverse duurzame energiebronnen. Aanvankelijk werd warmte geleverd door een centrale die op aardgas werkte, maar deze plannen zijn veranderd en men is overgeschakeld naar duurzamere bronnen zoals restwarmte van industriële processen en warmtewinning uit de Schelde (Scheldethermie) (Stad Antwerpen, 2023).

Energieopslagsysteem en installaties

Hoewel specifieke details over energieopslag beperkt zijn, wordt er gekeken naar innovatieve oplossingen zoals Scheldethermie, waarbij men via warmtepompen warmte uit de rivier onttrekt, en naar 'varende warmte', waarbij schepen industriële restwarmte in de haven tanken en die afleveren aan het warmtenet Nieuw Zuid, als een soort varende thermosflessen (Stad Antwerpen, 2023).

Verdeelsysteem

Het verdeelsysteem bestaat uit een netwerk van ondergrondse geïsoleerde leidingen die de warmte van de centrale naar de aangesloten gebouwen transporteren. Het netwerk is ontworpen met temperaturen van 90°C aanvoer en 60°C retour, wat efficiënt transport van warmte mogelijk maakt (ie-net, 2022).

Eindgebruikers en doelgroepen

Het warmtenet bedient een mix van residentiële en commerciële eindgebruikers. In totaal worden er meer dan 2.000 woningen en diverse bedrijven aangesloten op het netwerk (ie-net, 2022).

Economisch model en eigenaarschap

Het warmtenet wordt geëxploiteerd door een samenwerking tussen verschillende partners, waaronder Fluvius en de stad Antwerpen. Het tarief voor warmte is gekoppeld aan de aardgasprijs volgens het 'Niet-Meer-Dan-Anders'-principe, wat betekent dat de kosten voor warmte niet hoger zijn dan die voor aardgas voor dezelfde hoeveelheid energie (Fluvius, 2024).

Regelgeving en beleidskader

De stad Antwerpen heeft een stedelijk reglement voor warmtenetten vastgesteld, dat kadert binnen de bredere 'Roadmap 2030' strategie om tegen 2030 een stadswarmtenet te realiseren. Dit reglement biedt een kader voor de aanleg en exploitatie van warmtenetten en stelt principes vast voor prijszetting en kwaliteitsnormen (Arcadis, 2022).



Figuur 19 Aanleg warmtenet Nieuw-Zuid in Antwerpen, België (Fluvius, 2024).

Relevantie

Het warmtenet van Nieuw-Zuid dient als een relevant referentieproject voor Waterschei, aangezien het aantoont hoe een stedelijk warmtenet kan worden ontwikkeld met een focus op duurzaamheid en efficiëntie. De integratie van diverse duurzame warmtebronnen en de samenwerking tussen publieke en private partners benadrukken het belang van een geïntegreerde aanpak. Bovendien toont het project aan hoe regelgeving en beleidskaders kunnen bijdragen aan de succesvolle implementatie van warmtenetten, wat waardevolle inzichten biedt voor de toepassing van coöperatieve en collectieve wijkwarmte in Waterschei.

2.2.2. Energiestation

2.2.2.1. Energiestation in Elephant & Castle, Londen, Verenigd Koninkrijk

Het energiestation, ook wel Energyhub genoemd, is ontworpen door Morris+Company. Het is een multifunctioneel gebouw in Elephant & Castle, Londen. Het vier verdiepingen tellend gebouw bevat een warmtekrachtcentrale, een café, een kinderdagverblijf en klein park. Het project dient als een relevant referentiepunt voor het ontwerp van een energiestation in Waterschei, Genk, dat functioneert volgens het concept van coöperatieve en collectieve wijkwarmte. Hieronder volgt een analyse op basis van de genoemde kenmerken.

Energiebron

De primaire energiebron voor het Energy Hub is een gecombineerde warmte- en krachtcentrale (CHP) die gebruikmaakt van aardgas en biomethaan. Deze installatie levert lage koolstofverwarming en warm water aan bijna 3.000 woningen in het Elephant Park-gebied. Het gebruik van biomethaan als brandstof vermindert de CO₂-uitstoot en draagt bij aan de energietransitie (Morris+Company, 2018).

Energieopslagsysteem en installaties

De Energyhub beschikt over een energieopslagsysteem dat zorgt voor een stabiele en betrouwbare warmtevoorziening, zelfs tijdens piekuren of wanneer de energieproductie fluctueert. Zoals te zien in figuur 21, wordt merendeel van het gelijkvloers besteed aan het huisvesten van de installaties. Het opslagsysteem strekt zicht uit over twee verdiepingen en krijgt zijn vorm door middel van twee opvallend rode watertanks (Morris+Company, 2018).

Verdeelsysteem

Het verdeelsysteem van het Energy Hub bestaat uit een netwerk van geïsoleerde leidingen die de warmte van het energiestation naar de eindgebruikers transporteren. Het netwerk strekt zich uit over ongeveer 3 000 woningen in Elephant & Castle in Londen, en er is nog de mogelijkheid om uit te breiden naar 1 000 meer woningen (Morris+Company, 2018).

Eindgebruikers en doelgroepen

Er is weinig informatie gegeven over de eindgebruikers. Vermoedelijk is er geen diversiteit aan eindgebruikers, waarmee bedoeld wordt dat enkel huishoudens de eindgebruikers zijn en geen bedrijven of openbare instellingen.

Economisch model en eigenaarschap

Het economisch model en het eigenaarschap van dit project sluiten minder aan bij de gedachtegang van deze masterthesis. De bouwheer van het project is namelijk Lendlease. Lendlease kan vergeleken worden

met een vastgoedontwikkelaar (Morris+Company, 2018). Het is geen bedrijf dat tot stand is gekomen door burgerlijke coöperatie. Hierdoor bevordert dit model niet de lokale betrokkenheid en kan leiden tot een oneerlijke verdeling van kosten en baten.

Regelgeving en beleidskader

Er is weinig informatie gegeven over de regelgeving en beleidskader. Aangezien het project opgeleverd werd in 2018, kan er vermoed worden dat de regelgeving en het beleidskader voldoende ruimte boden om het project te laten ontwikkelen.

Programma

Dit project is zeer interessant door zijn uiteenlopende functies. De openbare ruimte rondom het gebouw is ontworpen als speelruimte en biedt een groene corridor voor bewoners en passanten. Dit kleine park is gelegen aan het café en gemeenschapruimte, om activiteiten op de begane grond te stimuleren. De warmtekrachtcentrale, café en gemeenschapruimtes strekken zich uit over de eerste twee verdiepingen. Daarnaast zijn de architecturale kwaliteiten van het gebouw ook zeer interessant. Er is zorgvuldig omgegaan met de sculpturale kwaliteiten van de massa van de gevel, om zo activiteiten van de gevarieerde programma's van het gebouw te verbergen en te onthullen. Zo bieden vensters in het energiecentrum informatie over hoe energie in de stad wordt opgewekt. Op de bovenste verdiepingen is het kinderdagverblijf gevestigd. Deze bovenste verdiepingen bevatten grote ramen en terrassen die visuele verbindingen mogelijk maken met de plaatselijke school en de daken van de terrassen.

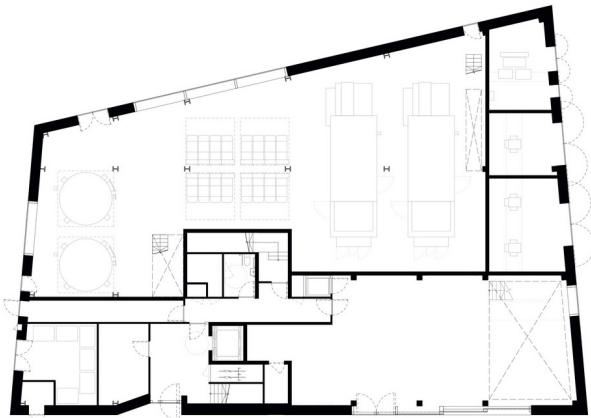
Relevantie

Het Energyhub-project illustreert hoe een multifunctioneel energiestation kan bijdragen aan zowel de energievoorziening als de sociale infrastructuur van een wijk. Door energieopwekking te combineren met gemeenschapsvoorzieningen zoals een café en een kinderdagverblijf, bevordert het project sociale cohesie en lokale betrokkenheid. Voor Waterschei, Genk, waar de nadruk ligt op een coöperatieve en collectieve benadering van wijkwarmte, biedt dit project waardevolle inzichten in hoe technische en sociale aspecten geïntegreerd kunnen worden binnen een milieubewuste en mensgerichte visie.

Daarnaast is het een inspirerend project doordat er heel doordachte architecturale beslissingen zijn genomen. Er wordt enorm ingezet op zien en gezien worden door middel van bewuste grote openingen in het gebouw die bepaalde activiteiten blootleggen. Dat principe is een inspirerend gegeven dat zeker meegenomen kan worden in het ontwerp van een energiestation in het voormalige gebouw van het station van Waterschei.



Figuur 20 Gevelbeeld (Morris+Company, 2018).



Figuur 21 Gelijkvloersgrondplan (Morris+Company, 2018).



Figuur 22 Energieopslagsysteem, Rode watertank (Morris+Company, 2018).



Figuur 23 Energieopslagsysteem, Rode watertank dat zich over twee verdiepingen uitstrekt (Morris+Company, 2018).

2.2.2.2. Brielselaan in Rotterdam, Nederland

De Warmtehub aan de Brielselaan in Rotterdam, ontworpen door WE Architecten in opdracht van Warmtebedrijf Rotterdam, vormt een belangrijk knooppunt binnen het stedelijke warmtenet. Dit gebouw combineert op innovatieve wijze technische functies, zoals warmteopslag en distributie, met een publieke verblijfsruimte aan het water. Als eerste realisatie binnen een gebied in transformatie, speelt de warmtehub een voortrekkersrol in de verankering van duurzame energie-infrastructuur in de stedelijke context. Haar architecturale kwaliteit en multifunctioneel karakter maken dit project tot een waardevolle referentie voor toekomstgerichte energiehubs in andere stadsdelen of regio's.

Energiebron

De Warmtehub maakt deel uit van het warmtenet van Warmtebedrijf Rotterdam. De afval- en energiecentrale van AVR in Rozenburg fungeert als bron van de havenwarmte, die via het warmtetransportnetwerk naar Rotterdam wordt gebracht. De aanvoertemperatuur van deze havenwarmte ligt tussen de 98 en 120 °C. Na afgifte via het netwerk daalt de retourtemperatuur naar een niveau tussen de 50 en 70 °C (Warmtebedrijf Rotterdam, n.d.). Dit zijn bijzonder hoge temperaturen, zeker in vergelijking met klassieke warmteafgiftesystemen, die een aanvoertemperatuur van ongeveer 70 °C vereisen. Ter vergelijking: een systeem als vloerverwarming heeft slechts een aanvoertemperatuur van circa 30 °C nodig (Daikin, n.d.).

Vanuit deze benadering is het project een goed voorbeeld van circulair hergebruik van energie. Door restwarmte in te zetten wordt het verbruik van fossiele brandstoffen verminderd en de CO₂-uitstoot gereduceerd (Warmtebedrijf Rotterdam, n.d.).

Energieopslagsysteem en installaties

De Warmtehub aan de Brielselaan functioneert als een warmteoverdrachtstation en bevat daarnaast een grote buffertank van circa 5.000 m³ voor warmteopslag. Deze buffertank is ontworpen om pieken en dalen in de warmtevraag op te vangen, wat cruciaal is voor een stabiele en efficiënte werking van het netwerk. Dankzij deze opslag kan warmte tijdelijk worden opgeslagen wanneer het aanbod groter is dan de vraag (WE ARCHITECTEN, 2014).

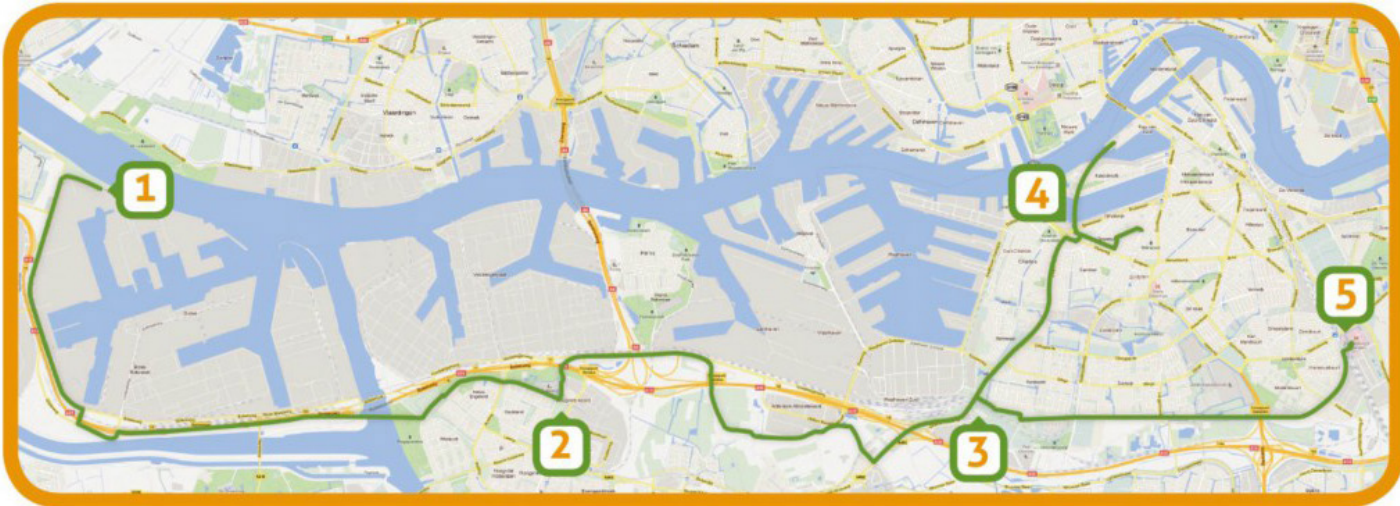
Verdeelsysteem

Het warmtetransportnetwerk is sinds oktober 2013 operationeel. De warmtebron is de AVR-centrale in Rozenburg, van waaruit het tracé grotendeels langs de A15 door het Botlekgebied loopt, zoals te zien is in afbeelding 24 [1]. De leidingen gaan onder de Oude Maas door naar het boosterstation in Hoogvliet [2], waar de eerste afname plaatsvindt en de druk wordt geregeld via pompen. Daarna loopt het netwerk via het Waal-Eemhavengebied naar de Groene Kruisweg, waar een tweede boosterstation zich bevindt om de drukhuishouding te optimaliseren [3] (Warmtebedrijf Rotterdam, n.d.).

Een splitsing verdeelt het tracé vervolgens in twee richtingen: één richting gaat naar het warmtestation van het Maasstad Ziekenhuis [5], met onderweg enkele afnamepunten. Het andere tracé loopt via de Groene Kruisweg naar de warmtehub aan de Brielselaan [4]. Daar bevindt zich de eerdergenoemde warmtebuffer, die toelaat om vraag en aanbod nog beter op elkaar af te stemmen. Ook hier zorgen boosterpompen voor de drukregeling (Warmtebedrijf Rotterdam, n.d.).

Vanaf de warmtehub splitst het netwerk opnieuw. Eén tak loopt onder Katendrecht door naar de Wilhelminapier, waar een koppeling is met het warmtenet van Eneco voor distributie aan de noordoever. De andere tak loopt naar Mijnsheerenplein, waar Nuon de warmte afneemt. Beide energieleveranciers zorgen vervolgens voor de verdere distributie naar eindgebruikers in Rotterdam (Warmtebedrijf Rotterdam, n.d.).

Het transportnetwerk bestaat uit een aanvoer- en een retourleiding, die samen een gesloten systeem vormen. Beide leidingen zijn elk 26 km lang, met een binnendiameter van 400 of 500 mm. Ze bestaan uit stalen buizen, voorzien van PUR-isolatie en een beschermende PE-mantel (Warmtebedrijf Rotterdam, n.d.).



Figuur 24 Netwerk van warmteleveranciers richting eindgebruikers (Warmtebedrijf Rotterdam, n.d.).

Eindgebruikers en doelgroepen

Zoals hierboven beschreven, splitst het netwerk zich vanuit de warmtehub op in twee takken: één richting Wilhelminapier (gekoppeld aan het netwerk van Eneco) en één richting Mijnsherenplein (aangesloten op Nuon). Via deze energieleveranciers bereikt de warmte een brede waaier aan eindgebruikers verspreid over de stad Rotterdam (Warmtebedrijf Rotterdam, n.d.).

De thermische capaciteit van het totale netwerk, waarvan de warmtehub een centraal onderdeel vormt, bedraagt 105 MWth en het jaarlijkse warmteleveringsvolume is 1.500.000 GJ. Dit is goed voor de verwarming van ongeveer 50.000 huishoudens (Warmtebedrijf Rotterdam, n.d.).

Economisch model en eigenaarschap

De Warmtehub is eigendom van Warmtebedrijf Rotterdam, een publiek-privatesamenwerking (Warmtebedrijf Rotterdam, n.d.). Hoewel het hier niet om een coöperatief model gaat, is het wel een voorbeeld van publieke regie over duurzame energie-infrastructuur. Dit toont aan dat strategische investeringen in warmtenetten ook buiten een coöperatief kader waardevolle maatschappelijke meerwaarde kunnen opleveren.

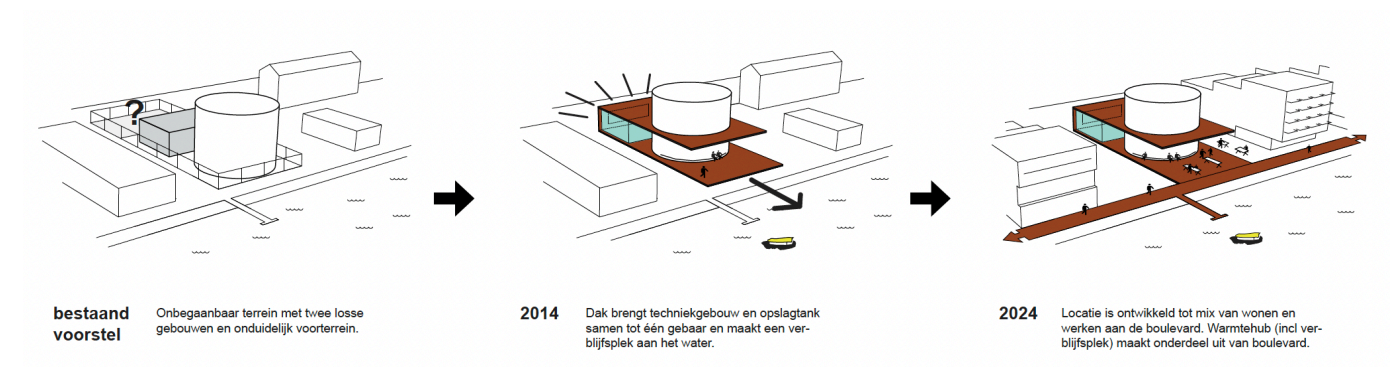
Regelgeving en beleidskader

Het project past binnen het Nederlandse klimaatbeleid dat inzet op verduurzaming van de gebouwde omgeving via collectieve warmtenetten. Warmtebedrijf Rotterdam opereert binnen de kaders van de Warmtewet, die gebruikers bescherming biedt en investeringen in duurzame infrastructuur stimuleert (Warmtebedrijf Rotterdam, n.d.).

Relevantie

Het Energyhub-project illustreert hoe een multifunctioneel energiestation kan bijdragen aan zowel de energievoorziening als de sociale infrastructuur van een wijk. Door energieopwekking te combineren met gemeenschapsvoorzieningen zoals een café en een kinderdagverblijf, bevordert het project sociale cohesie en lokale betrokkenheid. Voor Waterschei, Genk, waar de nadruk ligt op een coöperatieve en collectieve benadering van wijkwarmte, biedt dit project waardevolle inzichten in hoe technische en sociale aspecten geïntegreerd kunnen worden binnen een milieubewuste en mensgerichte visie.

Daarnaast is het een inspirerend project doordat er heel doordachte architecturale beslissingen zijn genomen. Er wordt enorm ingezet op zien en gezien worden door middel van bewuste grote openingen in het gebouw die bepaalde activiteiten blootleggen. Dat principe is een inspirerend gegeven dat zeker meegenomen kan worden in het ontwerp van een energiestation in het voormalige gebouw van het station van Waterschei.



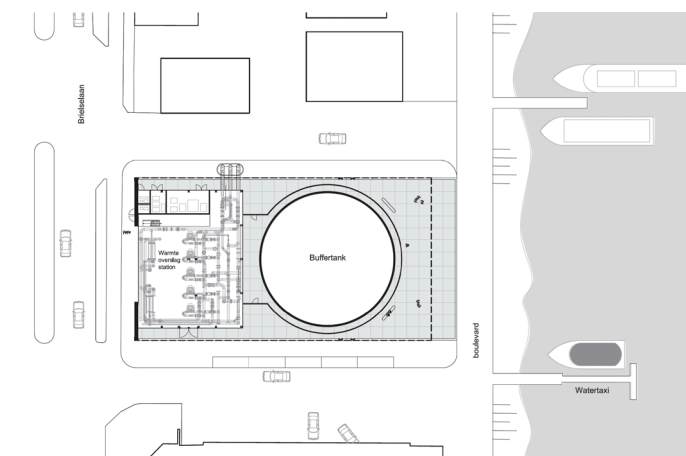
Figuur 25 Concepttekening ontwerp (WE ARCHITECTEN, 2014).



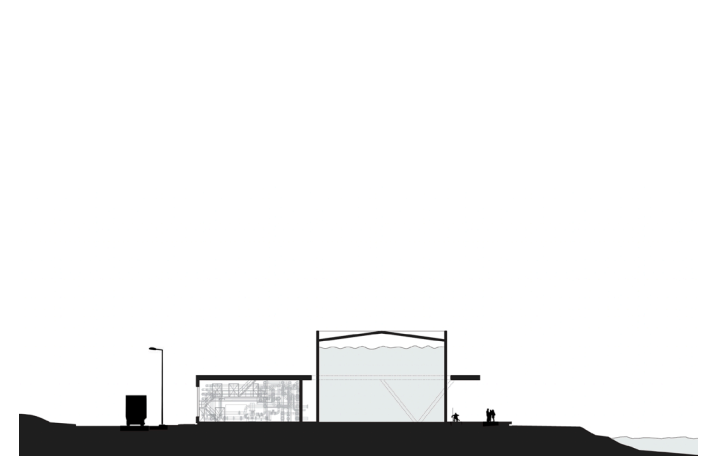
Figuur 26 Gevelaanzicht langs de Brielselaan (WE ARCHITECTEN, 2014).



Figuur 27 Gevelaanzicht langs de Haven (WE ARCHITECTEN, 2014).



Figuur 28 Grondplan energiestation (WE ARCHITECTEN, 2014).



Figuur 29 Doorsnede energiestation (WE ARCHITECTEN, 2014).

2.2.2.3. Energiestation Dendermonde in Oost-Brabant, België

Het derde en laatste energiestation dat besproken wordt is het energiestation in Dendermonde. Dit project is nog niet gerealiseerd, maar er zijn verschillende studies beschikbaar die waardevolle inzichten bieden in de technische vereisten van een warmtehub. Om deze reden wordt dit referentieproject grondig onderzocht. Het provinciaal Ruimtelijk Uitvoeringsplan (RUP) ‘Warmtehub Dendermonde’ is onderdeel van het samenwerkingsverband Warm Dendermonde, waarin de provincie Oost-Vlaanderen, de stad Dendermonde en het bedrijf VPK betrokken zijn.

Energiebron

Het warmtenet in Dendermonde haalt zijn warmte in de eerste plaats uit een nieuw te bouwen bio-energiecentrale (BEC) en restwarmte van VPK. Deze biomassacentrale vervangt de huidige steenkoolcentrale op de VPK-site en levert tegelijkertijd warmte voor het warmtenet. De BEC werkt op een mengsel van biomassa en rekt uit de papierproductie van VPK. Deze combinatie is gekozen omdat het de energievoorziening verduurzamt door steenkool te vervangen, terwijl het tegelijkertijd de productie van eigen afvalstoffen valoriseert. De bio-energiecentrale heeft een vermogen van 90 MWth, waarvan 60 MWth de steenkoolcentrale vervangt, en 30 MWth wordt ingezet voor de verduurzaming van de VPK-processen (Antea Group, 2024).

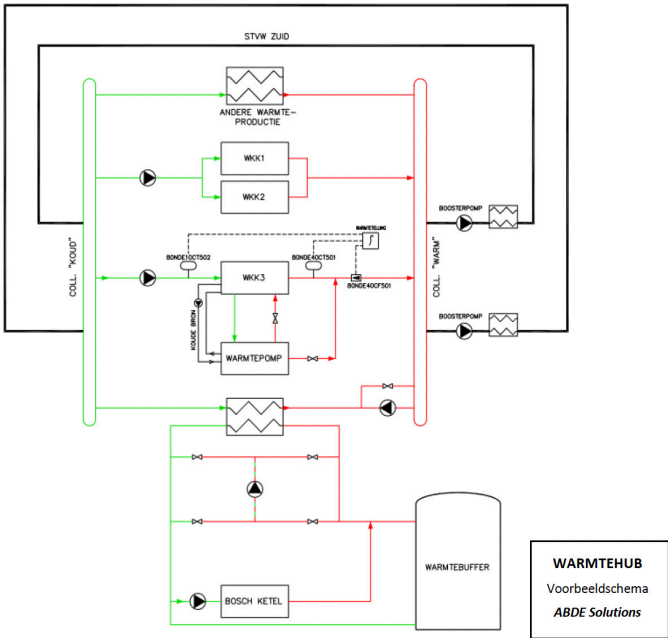
Energieopslagsysteem en installaties

Voor het verdelen van de warmte van VPK (primaire warmtenet) naar de omwonenden het secundaire en tertiaire warmtenet, is er een centraal gebouw nodig, de zogenaamde energie- of warmtehub. In de warmtehub worden verschillende functies geïntegreerd:

- Inbrengen van de verschillende warmtebronnen, zoals restwarmte van VPK
- Verdeling van de warmte naar een hoofdcollector die het warmtenet voedt
- Back-up-ketels op een alternatieve brandstof voor ‘noodvoeding’ en tijdens onderhoudsperiodes (met beperkt aantal draaiuren, bijvoorbeeld maximaal 500 uren per jaar)
- Utilitaire installaties zoals perslucht, water, middenspanning en sturing
- Opslag van wisselstukken en andere producten.

In veel gevallen bevindt de verdeling van de warmtebronnen zich op de verdieping, terwijl de netverbindingen met de back-up-ketels op de begane grond worden geplaatst (Provincie Oost-Vlaanderen & ABDE Solutions, 2023).

Een voorbeeld van de benodigde installaties is te zien in volgende figuur, waarin een warmtebuffer is opgenomen. Deze buffer vangt de variaties in het warmteverbruik op. Een eenvoudige warmtebuffer bestaat uit een opslagtank met stilstaand water, met goede isolatie zodat de opgeslagen warmte lange tijd op temperatuur blijft (verlies van 0,5°C per dag) (Provincie Oost-Vlaanderen & ABDE Solutions, 2023).



Figuur 30 Hydraulisch schema van een warmtehub (Provincie Oost-Vlaanderen & ABDE Solutions, 2023).

Verdeelsysteem

Het verdeelsysteem tussen de energiecentrale en de warmteafnemers mag maximaal 2 km zijn om leidingverliezen te beperken en tegelijkertijd een betaalbaar warmtenet te waarborgen (Provincie Oost-Vlaanderen & ABDE Solutions, 2023).

Warmte wordt doorheen de leidingen verdeelt in de vorm van stoom. Door de hoge temperatuur en lage densiteit van stoom is een geïsoleerde leiding nodig die bestand is tegen uitzetting. Het verdeelsysteem gaat gebruik maken van een combinatie van bovengrondse en ondergrondse leidingen, zoals weergegeven in de figuur. Bovengrondse leidingen zijn volledig zichtbaar, inclusief uitzettingsbochten, wat een visuele impact op de omgeving heeft. Ondergrondse leidingen vereisen een uitgegraven sleuf, wat de aanleg in open veld relatief eenvoudig maakt, maar in stedelijke gebieden complexer (Provincie Oost-Vlaanderen & ABDE Solutions, 2023).



Figuur 31 Bovengrondse stoomleiding in de haven – Beveren (Provincie Oost-Vlaanderen & ABDE Solutions, 2023).



Figuur 32 Ondergrondse stoomleiding in de haven – Oostrozebeke (Provincie Oost-Vlaanderen & ABDE Solutions, 2023).

Eindgebruikers en doelgroepen

De opgewekte warmte is bestemd voor zowel huishoudens als bedrijven en openbare instellingen in Dendermonde. Het systeem zal bijdragen aan de verduurzaming van de stadsverwarming en economische voordelen opleveren door het gebruik van restwarmte uit industriële processen. Het programma voorziet ook in de aansluiting van VPK en andere grote industriële afnemers. ook in de aansluiting van VPK en andere grote industriële afnemers.

Economisch model en eigenaarschap

Het project “Warmtehub Dendermonde” kan gezien worden als een coöperatief model, waarbij lokale overheden en bedrijven zoals VPK een actieve rol spelen in de financiering en uitbating van de bio-energiecentrale en het warmtenet (Antea Group, 2024). Dit bevordert betrokkenheid van lokale bedrijven en biedt economische voordelen door de gezamenlijke beheersstructuren en een eerlijker verdeling van het kosten-baten-plaatje.

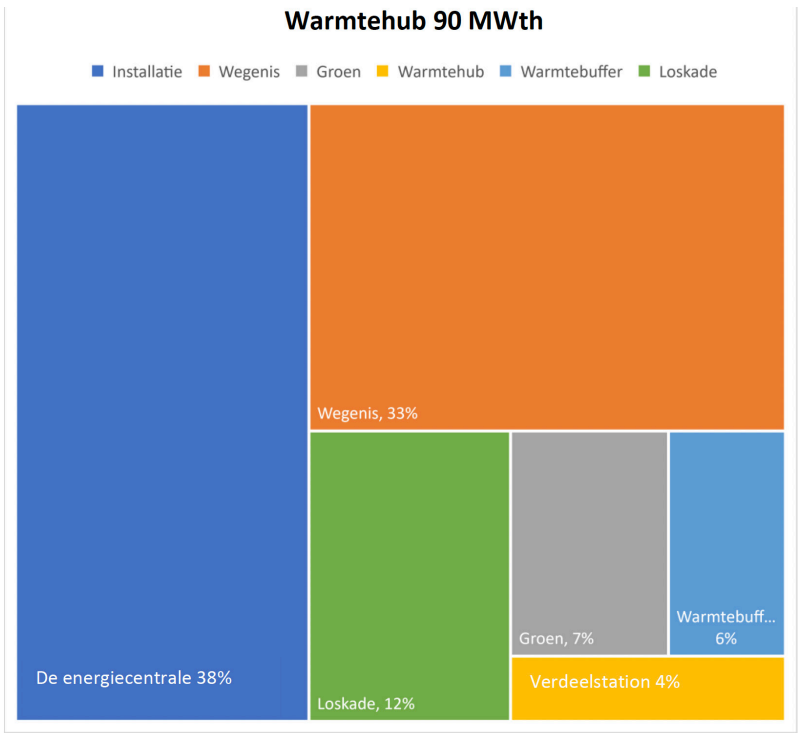
Regelgeving en beleidskader

Het project valt onder de Vlaamse regelgeving voor energievoorziening en verduurzaming, zoals gedefinieerd in het Energiedecreet. Het warmteplan van Dendermonde past binnen de doelstellingen van de Europese Green Deal, en het uitfaseren van steenkool wordt verplicht tegen 2030. Dit biedt een solide juridische basis voor de implementatie van de bio-energiecentrale en de ontwikkeling van het warmtenet (Antea Group, 2024).

Relevantie

De Warmtehub Dendermonde biedt waardevolle inzichten voor het ontwerp van een energiestation in Waterschei, Genk. Het project toont het gebruik van lokale restwarmte uit industriële processen en de toepassing van bio-energiecentrales in combinatie met warmteopslag en distributiesystemen. Het biedt een duidelijk overzicht van de installaties die essentieel zijn voor het ontwerp van een energiestation als warmtehub. Daarnaast biedt dit referentieproject een goed beeld van het ruimtebeslag, zoals geïllustreerd in de volgende figuur, waarin de totale ruimtevraag is verdeeld over zes belangrijke onderdelen. Dit schema geeft inzicht in de verhouding tussen de verschillende onderdelen, hoewel het geen uitspraken doet over de vorm of locatie van de componenten (Antea Group, 2024).

Het ontwerp van een energiestation kan door de inzichten uit dit schema een concreter standpunt innemen, aangezien het een duidelijk overzicht biedt van de benodigde ruimte. Zo nemen het verdeelstation en de warmtebuffer samen slechts 10% van het totale ruimtebeslag in.



Figuur 33 Ruimtebeslag warmtehub Dendermonde (ABDE Solutions, 2023).

3. Conclusie Literatuurstudie

De literatuurstudie, opgebouwd vanuit een theoretisch en praktisch denkkader, bood een waardevolle basis om een eigen standpunt te ontwikkelen binnen het ontwerp van een coöperatief en collectief warmtenetwerk. Door te vertrekken vanuit brede filosofische en maatschappelijke visies, zoals langetermijndenken en intergenerationele verantwoordelijkheid (Krznaric), het zoeken naar een gedeelde grond in een tijd van ecologische crisis (Latour), en het streven naar regeneratieve systemen die verder reiken dan duurzaamheid (Wahl), werd een fundament gelegd voor het begrijpen van de bredere context waarin energieprojecten zich vandaag situeren. De inzichten uit deze werken nodigen uit tot kritisch denken, het stellen van fundamentele vragen, en het durven om energie opnieuw als gemeengoed te benaderen (Bauwens & Wade).

Het praktijkgerichte denkkader bouwt hierop voort door deze abstracte denklijnen te vertalen naar concrete modellen en voorbeelden. De analyse van coöperatieve en collectieve wijkwarmte, gekoppeld aan een reeks relevante referentieprojecten, heeft geholpen om theoretische inzichten te verankeren in de realiteit van ontwerp- en beslissingsprocessen. Door kenmerken van coöperatieve warmteprojecten te definiëren en te toetsen aan bestaande praktijken, werd duidelijk hoe een sociaal, technisch en organisatorisch draagvlak kan worden opgebouwd.

Samen vormen beide denkkaders een geïntegreerd geheel dat niet enkel inspireert, maar ook richting geeft aan het ontwerp van een toekomstgericht warmtenet. Deze literatuurstudie ondersteunt het nemen van ontwerpbeslissingen die niet alleen technisch en economisch onderbouwd zijn, maar ook maatschappelijk relevant en toekomstbestendig.

Deel 3 - Ontwerpstudie

If we surrendered to earth's intelligence we could rise rooted, like trees.
- Rainer Marie Rilke, *The Book of Hours*

Het voorgaande onderzoek wordt in het derde en laatste hoofdstuk gebundeld tot een praktijkgericht ontwerpproject. Het hoofdstuk van de ontwerpstudie is integraal verbonden aan het afstudeerproject van deze masterthesis. Allereerst wordt het toegepaste concept van coöperatieve en collectieve wijkwarmte besproken op schaal van Genk, om naderhand meer specifiek toe te lichten voor Waterschei. Vervolgens wordt het gekozen programma uitgebreid toegelicht. Voor het energiestation worden de kenmerken, opgesteld in het vorige hoofdstuk, gebruikt als leidraad om te ontwerpen. Voor de botanische tuin is er specifiek nagedacht over de integratie van een diversiteit aan planten. Vanuit dit programma wordt de overgang gemaakt naar de architecturale vormgeving, waar opnieuw een onderscheid wordt gemaakt tussen het landschappelijk concept, het infrastructuurconcept, het architecturaal concept, het structureel concept en het duurzaamheidsconcept. Het duurzaamheidsconcept sluit de masterthesis af met een conclusie.

I. Concept

Hoe zullen energetische systemen herontworpen kunnen worden zodat deze een coöperatief, collectief en lokaal nut dienen zijn binnen het masterplan Een Goed Leven Binnen Planetaire Grenzen, Genk?

De inzichten uit de voorafgaande hoofdstukken vormen de basis voor het concept van deze ontwerpstudie. Deze masterthesis maakt deel uit van het bredere masterplan *Een goed leven binnen de planetaire grenzen*, dat inzet op een duurzame toekomst voor de stad Genk. In eerste instantie wordt er daarom gekeken naar de stedelijke schaal, waarbij per wijk globaal onderzocht wordt op welke wijze duurzame verwarming mogelijk is. Vervolgens verschuift de focus naar Waterschei, de specifieke locatie van dit afstudeerproject, waar dieper wordt ingegaan op de mogelijkheden voor regeneratieve warmtevoorziening en sociale verankering.

I.I. Genk

Binnen het masterplan worden wijken herbekeken en een nieuw leven ingeblazen. Er wordt gepleit om de bewonerspopulatie per wijk te verhogen, zonder visueel te verdichten. Hierdoor komt er buiten de afgebakende woonzones ruimte vrij voor het versterken en verbinden van natuurgebieden.

Deze masterthesis focust zich op het aspect energie en meer specifiek op duurzame warmtevoorziening. Per gedefinieerde wijk wordt daarom op globale wijze onderzocht hoe deze op een toekomstgerichte en duurzame manier verwarmd kan worden.

Zoals weergegeven in volgende figuur (Fig. 34) zijn er verspreid over Genk verschillende strategieën mogelijk om op een duurzame manier warmte op te wekken.

Centrum:

Voor de centrale stedelijke kern van Genk wordt geopteerd voor diepe geothermie. Deze technologie laat toe om op een compacte en betrouwbare manier warmte te winnen uit de ondergrond, wat ideaal is voor dichtbebouwde zones met een hoge warmtevraag. Bovendien bevindt het centrum zich in de nabijheid van bestaande netinfrastructuur, wat de aanleg van een collectief warmtenet technisch en economisch haalbaar maakt.

Winterslag:

In Winterslag wordt gekozen voor aquathermie op basis van warm mijnwater. De aanwezigheid van voormalige mijnschachten onder deze wijk maakt het mogelijk om water met een verhoogde temperatuur op te pompen en in te zetten voorverwarming. Deze aanpak bouwt voort op de historische mijninfrastructuur en geeft er een toekomstgerichte invulling aan, met een minimale visuele impact op de wijk.

Zwartberg:

Zwartberg combineert twee bronnen van duurzame warmte: enerzijds aquathermie via het mijnwatercircuit en anderzijds restwarmte afkomstig van een geplande circulaire fabriek op de voormalige mijnsite. Deze hybride aanpak is mogelijk door de aanwezigheid van industriële ontwikkeling in combinatie met ondergrondse warmtebronnen, wat Zwartberg positioneert als een strategische plek voor industriële symbiose en energetische uitwisseling.

Waterschei:

Ook in Waterschei wordt ingezet op aquathermie via het mijnwatersysteem maar daarnaast wordt hier ook warmte onttrokken uit de nabijgelegen terril, dat verder uitgelegd wordt in het volgende hoofdstuk. Deze dubbele strategie benut zowel de ondergrondse infrastructuur als het landschap zelf en sluit nauw aan bij de ambities van het afstudeerproject, dat hier wordt gesitueerd.

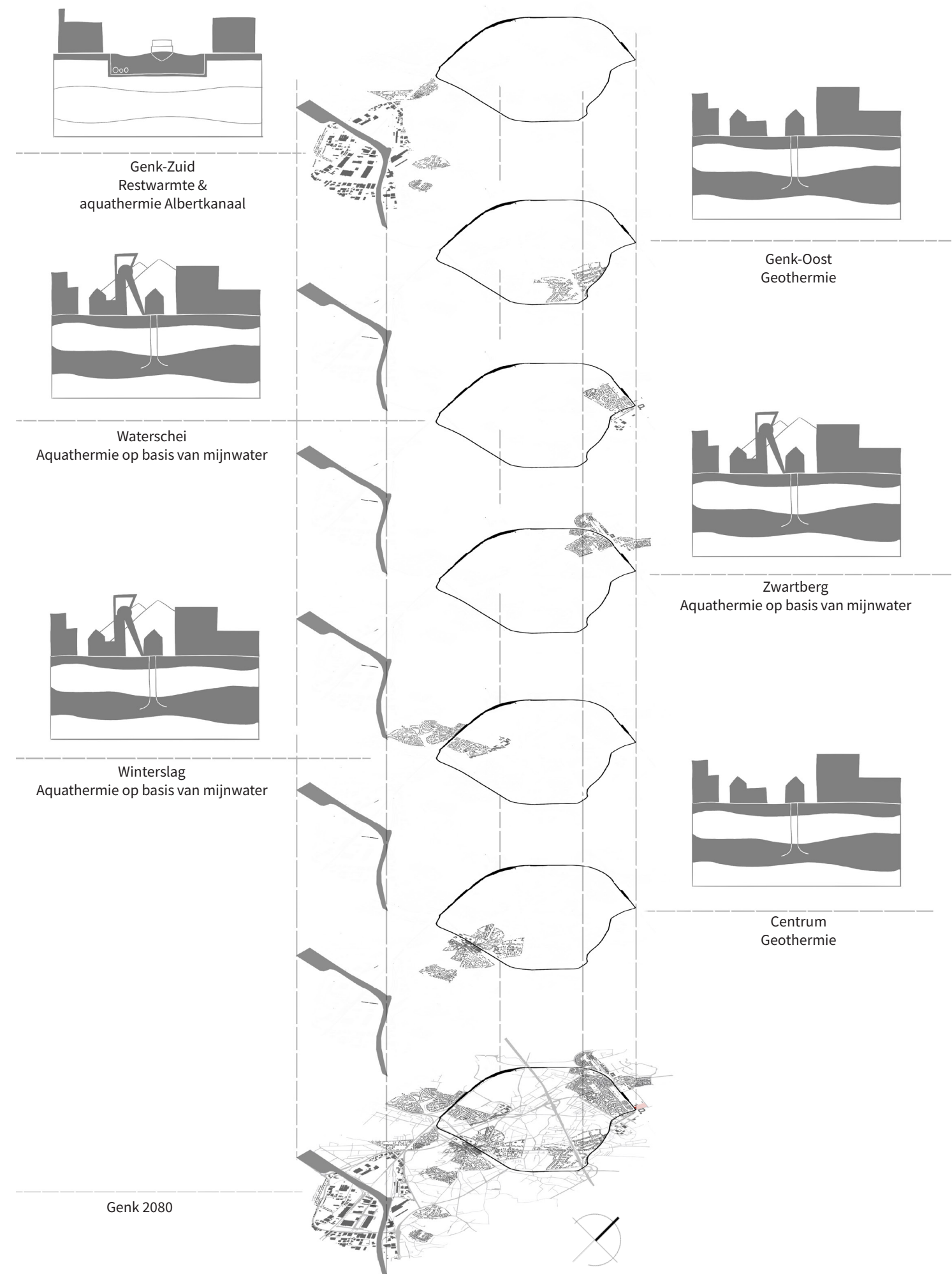
Genk-Oost (Bret):

Genk-Oost, met name de wijk Bret, wordt verwarmd via diepe geothermie. Deze woningen in deze wijk liggen relatief verspreid en hebben de minder aansluiting op de bestaande warmte-infrastructuur, waardoor een autonome, diepe geothermische bron een geschikte oplossing vormt. Dit laat toe om lokaal een duurzame warmtevoorziening te installeren met beperkte externe afhankelijkheid.

Genk-Zuid:

In Genk-Zuid wordt restwarmte van de aanwezige maakindustrie ingezet als primaire bron van warmte. Deze restwarmte, die anders verloren zou gaan, wordt opgevangen en herverdeeld via een lokaal warmtenet. Daarnaast biedt het Albertkanaal extra potentieel voor thermische energieonttrekking via aquathermie. Deze combinatie maakt optimaal gebruik van aanwezige industriële en watergebonden infrastructuur.

Deze stedelijke warmtekaart vormt de basis voor verdere verkenning, met, in deze thesis, een verscherpte focus op Waterschei als casestudy voor het afstudeerproject.



Figuur 34 Conceptbeeld Genk, 2080, verwarmingsstrategie per wijk (Eigen figuur, 2025).

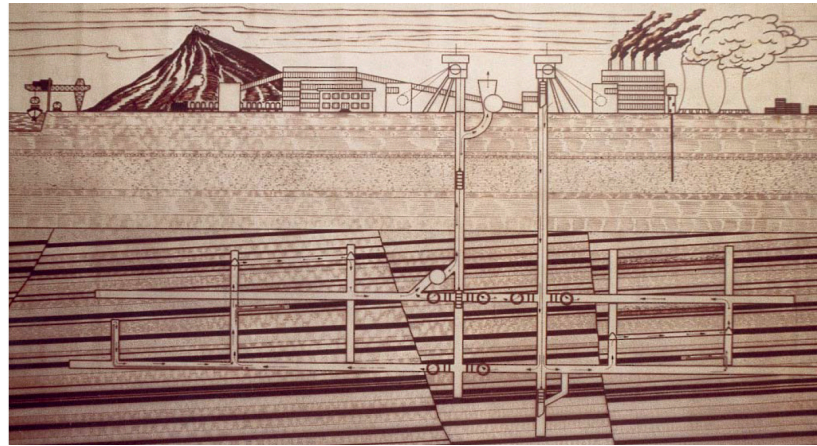


Figuur 35 Situatietekenng projectlocatie (Eigen figuur, 2025).

I.2. Waterschei

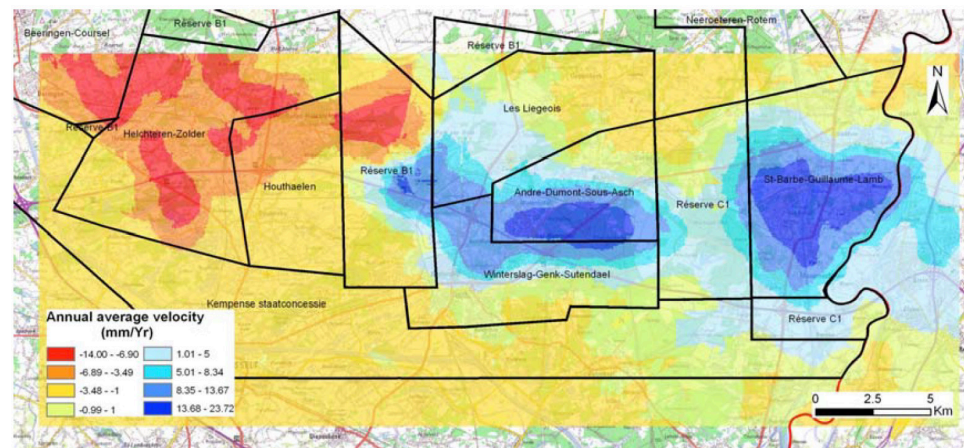
In Waterschei wordt het concept van een coöperatief en collectief warmtenet gerealiseerd door het inzetten van aquathermie, waarbij gebruik wordt gemaakt van het mijnwatersysteem als primaire energiebron.

De wijk Waterschei is ontstaan door de steenkoolindustrie. Het maakte deel uit van de Kempische mijnzetel en werd gekarakteriseerd door twee schachten: een luchtintrekkende en een luchtuittrekkende schacht. Deze schachten waren uitgerust met krachtige ventilatoren en waterpompen. Vanuit de hoofdschachten vertrokken steengangen die zich uitbreidden naar tijdelijke galerijen in de koollaag die met elkaar verbonden waren door pijlers, waar de steenkool werd ontgonnen in langgerekte panelen (Fig. 36). Aangezien meerdere koollagen onder elkaar voorkwamen, werd er op verschillende verdiepingen gewerkt, in Waterschei tot een diepte van 1040 meter (Dusar et al., 2013).



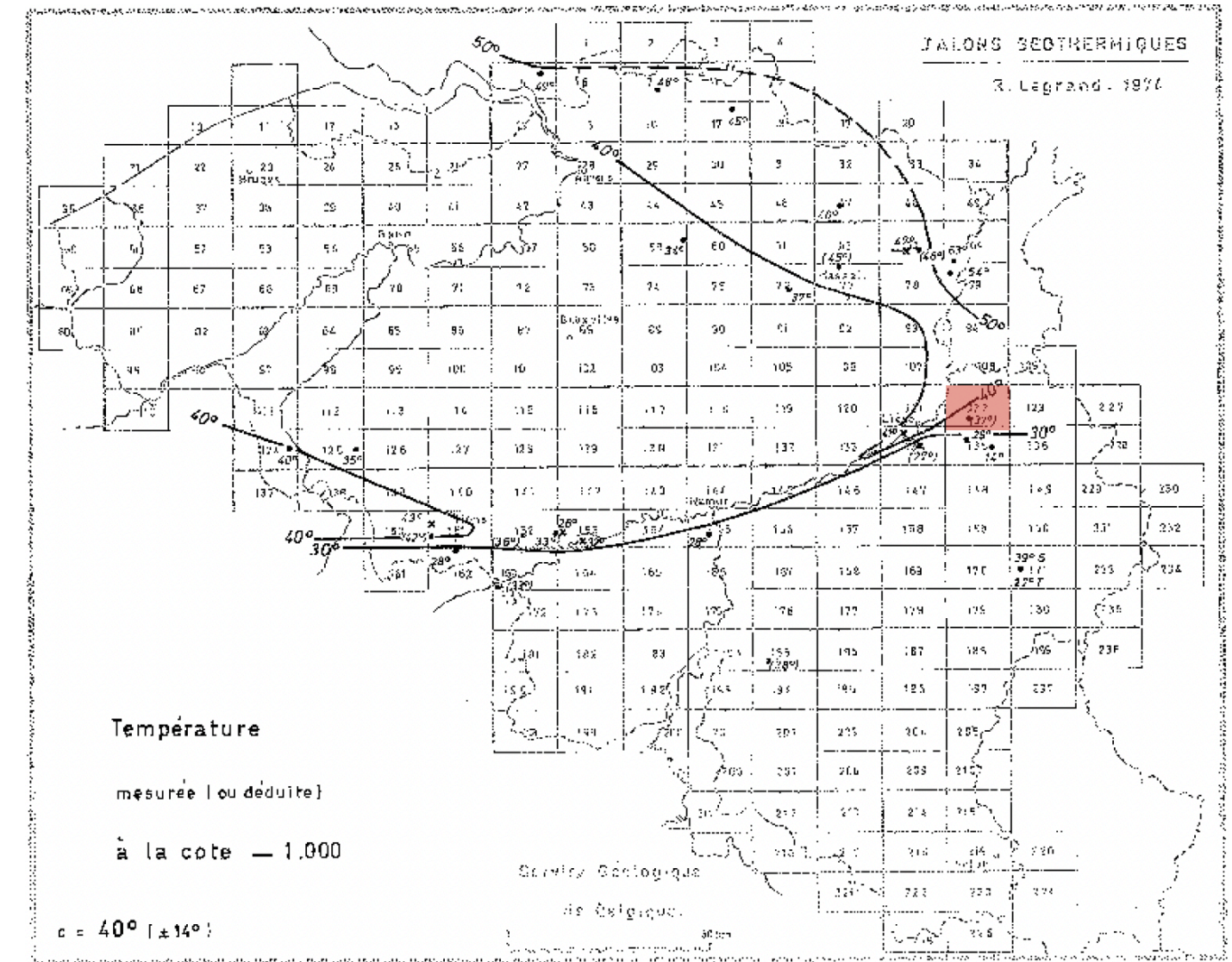
Figuur 36 Schema steenkoolmijn, type Waterschei (Dusar et al., 2013).

Na de sluiting van de mijn en de stopzetting van de pompen in 1987 zijn de mijngangen onder water gelopen. Ze vulden zich met natuurlijk diepwater, het zogenaamde mijnwater waar deze masterthesis naar verwijst. Dit fenomeen werd bewezen door het feit dat het grondwater de open ruimte vulde en opwaartse druk uitoefende, wat leidde tot een vergroting van het volume dat eerder in een droge toestand was samengeklapt. Dit resulteerde in een beperkte stijging van het bodemniveau, in plaats van de vroegere bodemdaling. Deze 'hydrostatic rebound' gebeurde relatief snel na het onderwaterlopen, met een snelheid van ongeveer 2 cm per jaar (Fig. 37). Het mijnwater dat hierdoor beschikbaar werd kan zowel worden gebruikt voor de winning van thermaal-mineraal grondwater als voor de reinjectie ervan (Dusar et al., 2013).



Figuur 37 Interpolatie van de recente bodembewegingen (dalend is rood, stijgend is blauw en Waterschei bevindt zich centraal in de figuur) (Devleeschouwer et al., 2008).

Het water in de mijnen houdt ook warmte vast. De hoeveelheid warmte die het water bevat is afhankelijk van de geothermische gradiënt, oftewel de warmtetoename per dieptemeter. De gemiddelde geothermische gradiënt bedraagt 3°C per 100 meter dieptetoename, wat betekent dat men dieptes van meer dan 500 meter moet bereiken om temperaturen van boven de 25°C te verkrijgen. Naarmate men dieper gaat, stijgt de temperatuur verder. De mijngangen van Waterschei reiken tot 1040 meter, waar een temperatuur van 40 graden Celsius werd gemeten (Fig. 38) (Piessens & Dusar, 2004).



Figuur 38 Gemiddelde temperatuur gemeten op -1000m diepte in boorputten: in Waterschei werd een temperatuur gemeten van 40 graden Celsius (Dusar et al., 2013).

Naast de aquathermie wordt er ook gekeken naar het potentieel om warmte te onttrekken uit de nabijgelegen terril. De terril bestaat uit afvalmateriaal van de mijn, waaronder restanten van steenkool. Dit materiaal kan spontaan beginnen te oxideren wanneer het in contact komt met zuurstof, wat een exotherm proces is, oftewel een proces dat warmte genereert. Bovendien heeft de terril een isolerend effect doordat het afvalmateriaal, zoals gesteente en fijnstof, een lage thermische geleidbaarheid heeft. Dit zorgt ervoor dat de gegenereerde warmte slecht wordt afgevoerd waardoor de temperatuur binnenin de terril kan blijven stijgen en langdurig behouden blijft (Dreesen & Matthijs, n.d.). Door warmtewisselaars rond de terril te plaatsen, kan de gegenereerde warmte effectief worden onttrokken en aanvullend gebruikt worden in de warmtehub.

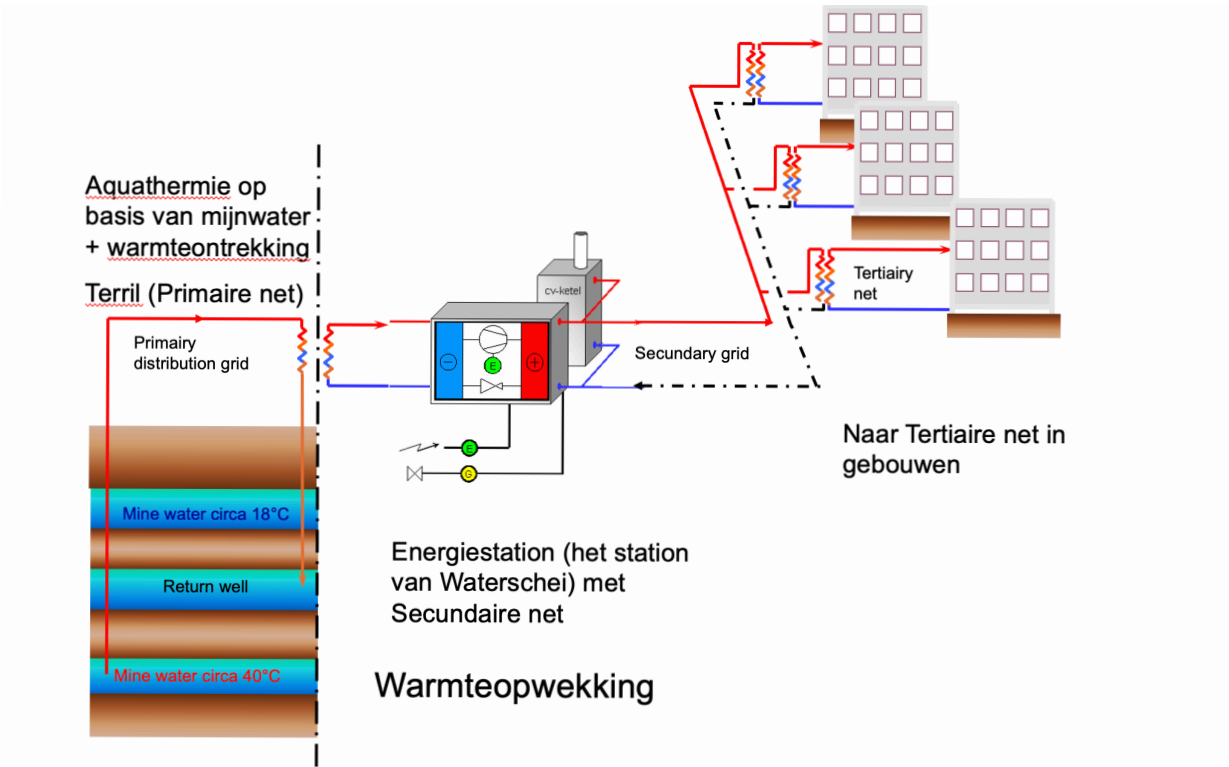
De combinatie van aquathermie en de warmteonttrekking uit de terril vormt een dubbele strategie die zowel de ondergrondse infrastructuur als het omringende landschap benut. Deze benadering sluit nauw aan bij de ambities van het afstudeerproject dat zich richt op het creëren van een duurzamer energiesysteem. Door deze synergie kan het warmtenet in Waterschei op een efficiënte en ecologisch verantwoorde manier worden ingezet, met een zorgvuldige integratie van lokale energiebronnen en het landschap.

De opzet van een coöperatief en collectief warmtemodel wordt ondersteund door de literatuurstudie, waarin een duidelijk onderscheid wordt gemaakt tussen de drie fasen van het warmtenet. Zoals te zien in figuur 39 en figuur 40, bestaat het warmtemodel uit een primaire, secundaire en tertiaire cyclus.

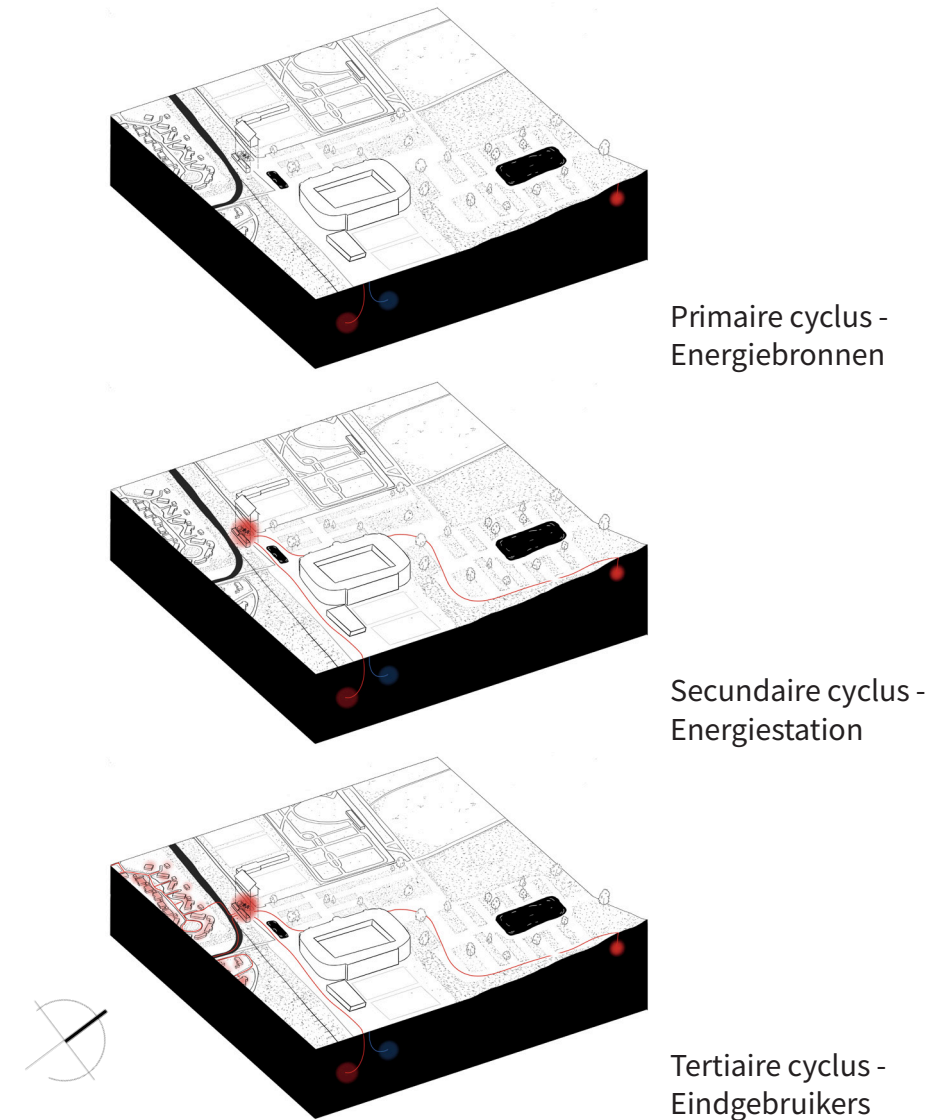
De primaire cyclus omvat de twee energiebronnen. Het mijnwater vormt de hernieuwbare energiebron die de kern van het systeem aandrijft, terwijl de warmte die uit de terril wordt onttrokken een aanvullende bron van energie is. Deze beide bronnen leveren de benodigde energie voor de opwekking en distributie van warmte in de rest van het systeem.

De secundaire cyclus betreft de warmte-uitwisseling in het herbestemde station van Waterschei dat zal fungeren als energiestation. Dit station zal het verdeelsysteem huisvesten en de geproduceerde warmte via leidingen naar de gebruikers verspreiden. Hier komt de technische infrastructuur samen, waarbij de warmte van de primaire bronnen wordt getransporteerd en omgezet voor gebruik in gebouwen.

De tertiaire cyclus betreft de fase waarin de warmte de woningen bereikt. Zodra de warmte is aangekomen in de woningen, wordt deze via het verdeelsysteem verder gedistribueerd naar de verschillende eindgebruikers, waarmee het warmtenet zijn uiteindelijke doel bereikt: het verduurzamen van het energiegebruik binnen de wijk.



Figuur 39 Herwerking schema Warmteonttrekking uit mijnwater van Peter Op 't Veld.



Figuur 40 Principevoorstelling Primaire, Secundaire en Tertiaire cyclus (Eigen figuur, 2025).

Het warmtenet in Waterschei is bovendien coöperatief van aard. Dit betekent dat de bewoners van de wijk de mogelijkheid krijgen om actief deel te nemen aan het eigenaarschap van het warmtenet. Door bewoners te betrekken bij de ontwikkeling van hun eigen stadsverwarming wordt de acceptatie vergroot en worden risico's verminderd. Dit leidt niet alleen tot een grotere participatie, maar creëert ook een positieve ecologische mindset die de maatschappelijke betrokkenheid bevordert. De medezeggenschap in de uitbating van het warmtenet zorgt voor een transparant en zakelijk model waarin lokale overheden een essentiële rol spelen. Door hun ervaring en expertise te delen, kunnen ze bijdragen aan het versnellen van het verduurzamingsproces. Investerings vanuit de overheid zorgen ervoor dat zelfs de moeilijker bereikbare en minder rendabele gebieden deel kunnen uitmaken van het systeem (De Meyer, 2025).

Daarnaast past een collectieve aanpak van warmtenetten goed binnen deze coöperatieve werkwijze. Wanneer individuele warmtepompen per woning op grote schaal worden toegepast, brengen ze een aanzienlijke milieukost met zich mee, zowel op vlak van productie als verbruik. Een collectief systeem, daarentegen, biedt een duurzamer alternatief met een kleinere ecologische voetafdruk. Door warmte centraal op te wekken met één grote collectieve warmtepomp en deze efficiënt te verdelen via een warmtenet, wordt de milieu-impact sterk gereduceerd. Deze visie sluit aan bij het langetermijndenken uit The Good Ancestor van Roman Krznaric, waarin gepleit wordt voor oplossingen die niet alleen voor de huidige generatie werken, maar ook rekening houden met toekomstige generaties. Het collectieve model staat zo niet enkel garant voor efficiënt energiegebruik, maar ook voor structurele duurzaamheid op lange termijn.

Bovendien biedt elk lokaal warmtenet de kans om het energiegebruik verder te verduurzamen met technologieën zoals zonnepanelen, buurtbatterijen en e-mobility. Het potentieel van deze duurzame oplossingen wordt onderzocht en geïmplementeerd. Het doel is om samen met de wijk energie op te wekken door middel van zonnepanelen. Deze opgewekte energie zal de werking van de installatie van het energiestation aandrijven, die verantwoordelijk is voor het pompen, opslaan en distribueren van warm water naar de eindgebruikers. Door de bewoners actief deel te laten nemen aan de opwekking van energie kunnen eerlijke en lagere energieprijzen worden gerealiseerd wat leidt tot energiegerechtigheid voor iedereen binnen de wijk.

Kortom door coöperatie en collectiviteit te integreren in het ontwerp en de uitvoering van het warmtenet wordt niet alleen thermische duurzaamheid bevorderd, maar ook sociale duurzaamheid. Het betrekken van de gemeenschap bij de energievoorziening zorgt ervoor dat zowel ecologische als sociale waarden worden geoptimaliseerd wat bijdraagt aan een duurzame en eerlijke toekomst voor de wijk.

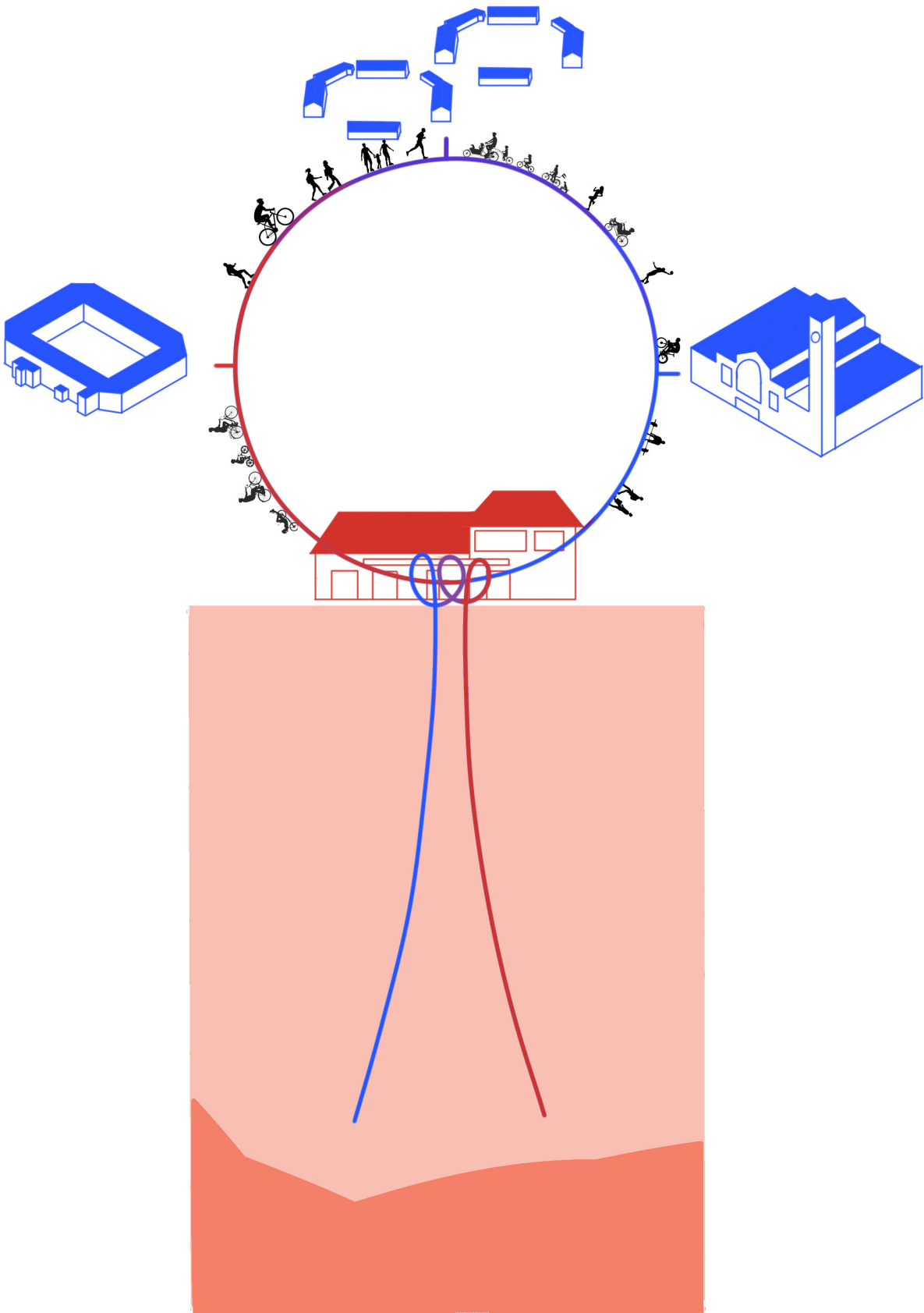
2. Programma

Het programma voor dit project komt voort uit de bevindingen van de literatuurstudie. Het hoofdonderdeel van het programma is het energiestation, dat zich specifiek richt op het leveren van warmte en daarom ook wel een warmtehub wordt genoemd. De technische werking van de warmtehub wordt verder onderbouwd door kenmerken die zijn opgesteld binnen het praktijkgerichte denkkader. Het hoofdstuk van hoofdprogramma wordt afgesloten met globaal gemaakte warmteberekeningen die een indicatie geven over de te dimensioneren watertanken.

Op basis van het systeendenken van Daniel Christian Wahl is er gekeken naar een aanvullende functie die complementair is aan de hoofdtaak van de warmtehub. Deze aanvullende functie wordt ingevuld door een botanische tuin. In het hoofdstuk over de botanische tuin wordt uitgelegd hoe deze functie voortkomt uit de hoofdfunctie van de warmtehub. Daarnaast wordt een plantenstudie gepresenteerd die essentieel is voor het ontwerp en de zonering van de botanische tuin en die ook van belang is voor het bevorderen van gemeenschapsvorming. Het uiteindelijke doel is om een ruimte te creëren die door en voor de gemeenschap is, waarin mensen kunnen samenkomen en zich verbonden voelen.

2.1. Hoofdfunctie - Warmtehub

Welke ontwerp-, technologie-, plannings- en beleidsbeslissingen ondersteunen het ontwerp van een energiestation?



Figuur 41 Illustratie LABO RUIMTE het station van Waterschei als warmtehub.

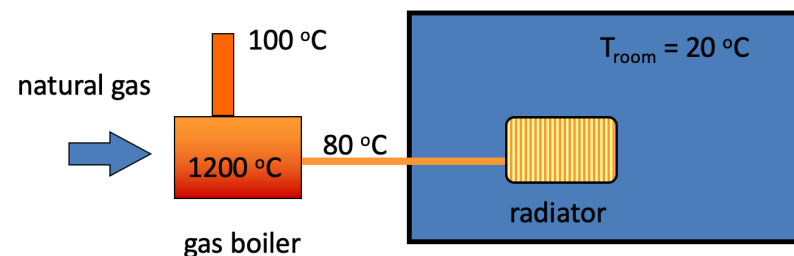
2.1.1. Technische werking

In het hoofdstuk 'Concept' is toegelicht hoe het coöperatieve en collectieve warmtenet in Waterschei functioneert. Dit hoofdstuk richt zich op de technische werking van het systeem en gaat dieper in op de implementatie ervan. De technische werking van de warmtehub wordt bepaald aan de hand van de kenmerken die zijn opgesteld in het praktijkgerichte denkkader. Hierbij worden de volgende aspecten behandeld: de energiebron, het energieopslagsysteem en de installaties, het verdeelsysteem, de eindgebruikers en doelgroepen, het economisch model en eigenaarschap, en het regelgevende en beleidsmatige kader.

2.1.1.1. Energiebron - Het mijnwater

Zoals eerder vermeld, wordt in Waterschei aquathermie ingezet als primaire energiebron, gebruikmakend van het mijnwatersysteem. Dit systeem maakt het mogelijk om de restwarmte uit het water van de voormalige mijnen te benutten voor de verwarming van de wijk.

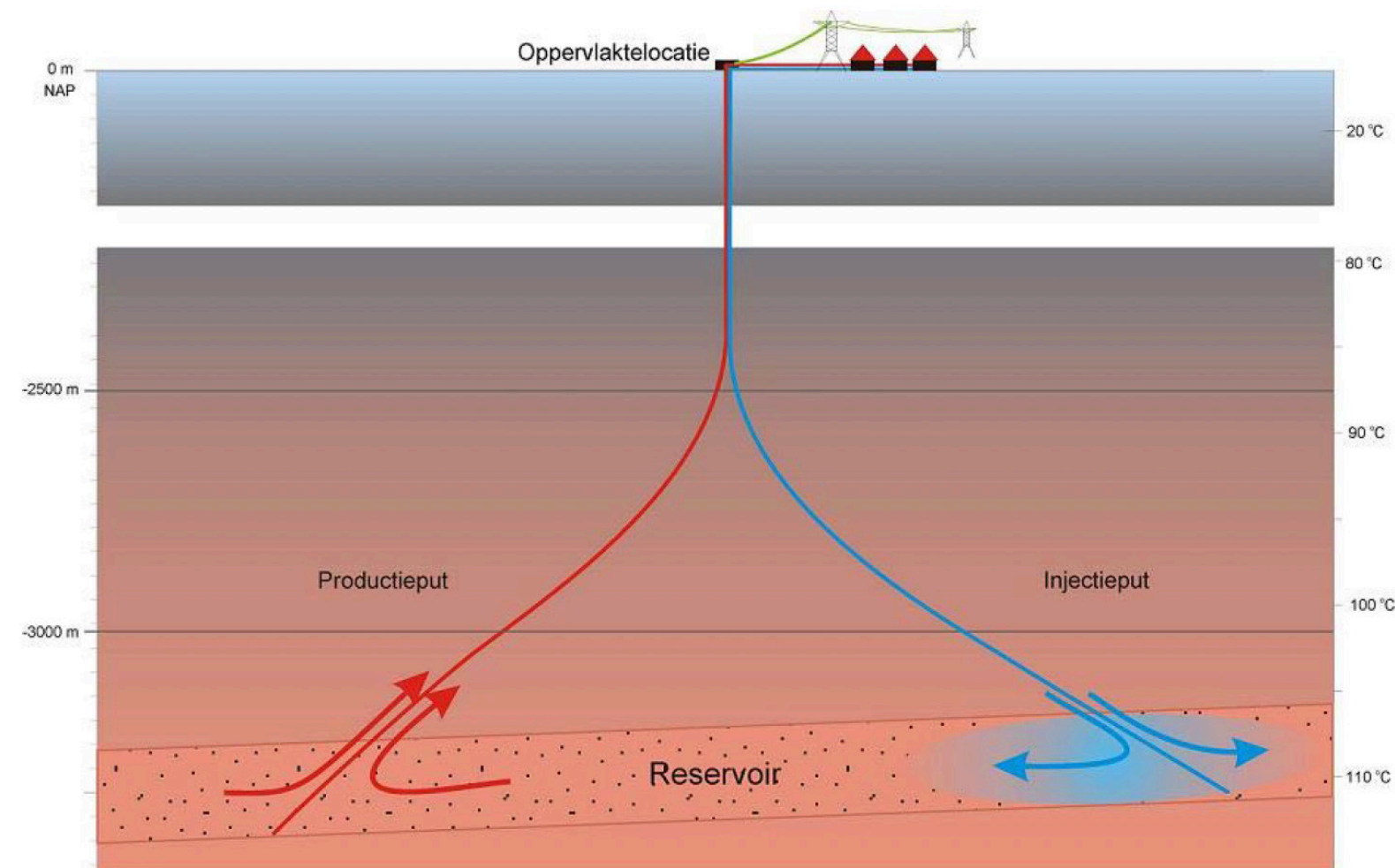
De werking van dit warmtemodel is mogelijk door middel van het low-exergieconcept (LowEx). Het LowEx-concept optimaliseert energiesystemen op basis van exergie, in plaats van alleen op energie. Exergie meet de kwaliteit van energie, niet alleen de hoeveelheid. Zoals figuur 42 illustreert worden in traditionele energiesystemen vaak hoogwaardige energie (zoals aardgas of elektriciteit) gebruikt voor toepassingen die eigenlijk lage-kwaliteit-energie vereisen, zoals ruimteverwarming, wat energetisch inefficiënt is (Universiteit Hasselt, 2023a). Het LowEx-principe stelt voor om lage-temperatuur-warmte (zoals aquathermie) te gebruiken voor lage-temperatuursbehoeften en hoogwaardige energie alleen wanneer dit strikt noodzakelijk is (Shukuya & Hammache, 2002).



Figuur 42 Illustratie gebruik van hoogwaardige energie voor toepassingen met lage-kwaliteit energie (Universiteit Hasselt, 2023a).

Het low-exergieconcept draagt zo bij aan de vermindering van de vraag naar fossiele brandstoffen in gebouwen. Door gebouwen te voorzien van de juiste energiekwaliteit, zonder verlies van thermisch comfort, zal de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen verminderen en zullen ook de CO₂-uitstoot en milieueffecten verminderen. Dit zal leiden tot het stabiliseren van energieprijzen en verlagen van kosten op lokaal niveau en versterkt daarmee de lokale economie door gebruik te maken van lokale beschikbare laagwaardige bronnen (Universiteit Hasselt, 2023a).

Vervolgens zijn de boorlocaties voor de productie- en injectieputten van het mijnwater van cruciaal belang. De afstand tussen deze putten moet zodanig groot zijn dat, tijdens de levensduur, onderlinge conflicten worden vermeden (fig. 43). Dit wordt doorgaans berekend op basis van een wiskundig model van de watervoerende laag (aquifer). In dit geval kunnen de locaties van de boorputten worden afgestemd op de bestaande mijninfrastructuur zodat het water een lange weg moet afleggen vooraleer het tot aan de andere boorput terechtkomt. De locatie van de boorputten moet zorgvuldig worden bepaald in samenwerking met mijnplannen (Dusar et al., 2013).



Figuur 43 Voorbeeld van warmte- (productieput) en koude (injectieput) bron (Dusar et al., 2013).

Het is belangrijk dat de boringen niet in de hoofdschacht plaatsvinden aangezien deze verbonden is met verschillende hogere lagen, wat het risico op koude toestroom uit deze lagen met zich meebrengt. Het is wel mogelijk om boringen te doen in de galerijen, maar dit vereist een nauwkeurige studie (Peter Op 't Veld, 2025). Daarom doet deze masterthesis geen uitspraak over de exacte locatie van de boorputten. Deze dienen bepaald te worden door een expert ingenieur en geoloog in combinatie met het raadplegen van oude mijnkaarten. Indien in deze masterthesis boorputten worden getoond zijn deze louter ter illustratie en verwijzen ze niet naar de exacte locatie van de boorputten.

De geproduceerde warmte uit de primaire cyclus wordt via leidingen getransporteerd naar het energieopslagsysteem en de bijbehorende installaties, die samen het energiestation vormen. Het energiestation vormt de overgang tussen de primaire cyclus (energiebron) en de secundaire cyclus (warmteoverdracht naar gebruikers). Hiervoor zijn verschillende technieken en installaties nodig zoals geïsoleerde leidingen, warmtepompen met warmtewisselaars en hybride HR-ketels (hoog rendement). De opgeslagen warmte wordt vervolgens in een energieopslagsysteem bewaard, waarbij gekozen is voor watertanks als opslagmedium. Hieronder worden de elementen kort toegelicht.

Installaties

Geïsoleerde leidingen

In het gehele energiestation worden geïsoleerde leidingen gebruikt. Deze leidingen zijn essentieel voor het transporteren van de warmte met minimale verliezen, zodat de efficiëntie van het systeem gewaarborgd blijft. De isolatie voorkomt dat de warmte onderweg verloren gaat, wat cruciaal is om de energie zo effectief mogelijk te benutten (Universiteit Hasselt, 2023a). In figuur 44 en figuur 45 worden foto's getoont van geïsoleerde leidingen, gebruikt in een energiestation. Deze geven een indicatie van hoe deze leidingen en technieken er visueel uitzien.



Figuur 44-45 Geïsoleerde leidingen in een energiestation (Universiteit Hasselt, 2023a).

Warmtepomp met warmtewisselaar

Wanneer het mijnwater het energiestation bereikt vindt er een warmteoverdracht plaats. Dit proces is essentieel om de warmte van het mijnwater in de primaire cyclus over te dragen naar de secundaire cyclus, die de warmte vervolgens naar de eindgebruikers transporteert. Het is van cruciaal belang dat deze warmtewisseling goed wordt uitgevoerd, aangezien het mijnwater gescheiden moet blijven van het water dat richting de woningen en andere afnemers stroomt. Dit komt doordat het water uit de voormalige mijngangen mogelijk gecontamineerd is, wat risico's met zich meebrengt voor de gezondheid van de bewoners (Dusar et al., 2013).

Steenkoolontginning was namelijk een energie-intensief proces. De benodigde energie voor de aandrijving en elektriciteitsvoorziening werd voornamelijk geleverd door diesellocomotieven. In totaal wordt geschat dat er voor de gehele Kempense Steenkolenmijnen ongeveer een half miljoen liter diesel is gemorst, die in de bodem van de steengangen is doorgesijpeld. Daarnaast zijn er tweehonderd transformatorkasten gevuld met PCB's (polychloorbifenylen) achtergelaten in de ondergrond, wat een potentiële bron van vervuiling vormt (Dusar et al., 2013).

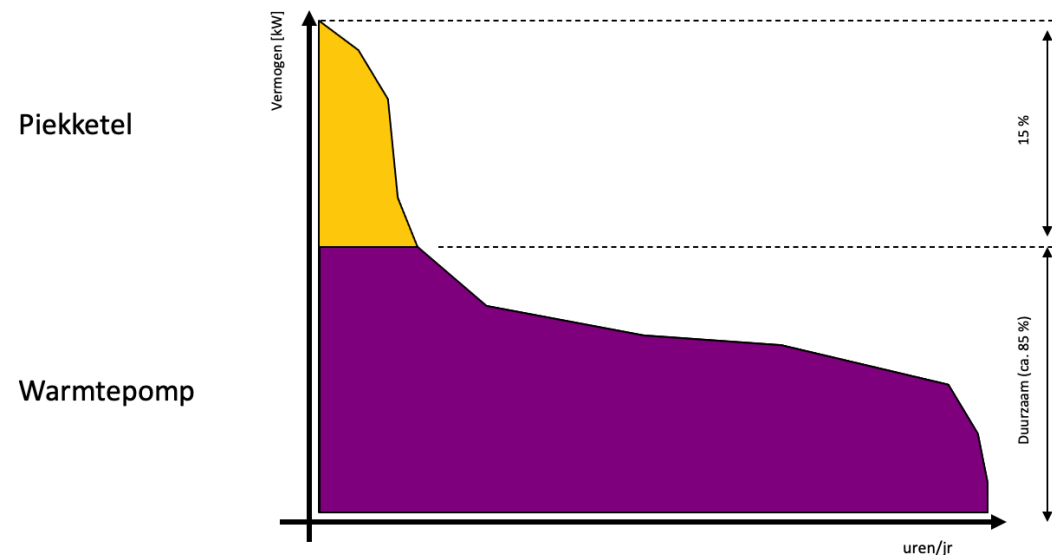
Om een beter beeld te geven van hoe de installaties in de praktijk functioneren, zijn onderaan foto's toegevoegd van pompen, warmtewisselaars en warmtepompen die in dergelijke systemen worden gebruikt (Universiteit Hasselt, 2023a).



Figuur 46-47 Warmtewisselaar (links) en Warmtepompen (rechts) (Universiteit Hasselt, 2023a).

Hybride-systeem: HR-ketel of elektrische bijstand

Om het warmtemodel te optimaliseren wordt een hybride systeem overwogen. Warmtepompen hoeven niet voor het volledige vermogen van het systeem te worden berekend, omdat een hoog vermogen alleen tijdens piekperiodes nodig is. Zoals figuur 48 illustreert, is het systeem is ontworpen om 85% van het jaar duurzaam te verwarmen, met de piekmomenten die worden opgevangen door een hoogrendementsketel of elektrische bijstand (Universiteit Hasselt, 2023a). Het energiestation maakt gebruik van omliggende zonnepanelen om n de elektrische bijstand te ondersteunen. Als de zonnewinsten onvoldoende zijn, wordt de hoogrendementsketel ingezet als hybride systeem. Dit zorgt voor een zo duurzaam mogelijke omgang met fossiele brandstoffen.



Figuur 48 Optimalisering inzet van duurzame energiebronnen (Universiteit Hasselt, 2023a).

Energieopslagsysteem

Watertanks

In het ontwerp van het energiestation in Waterschei wordt gebruikgemaakt van watertanks als energieopslagsysteem. Deze watertanks fungeren als buffervaten die warmte opslaan om piekvraagmomenten te kunnen overbruggen. Door het gebruik van watertanks kan het systeem effectief omgaan met fluctuaties in de warmtebehoefte, wat zorgt voor een stabiele en betrouwbare energievoorziening voor de bewoners van Waterschei. De dimensionering van deze watertanks worden berekend en besproken in het hoofdstuk Berekeningen.

In het gehele project wordt gebruikgemaakt van geïsoleerde leidingen om de warmte efficiënt te transporteren naar de verschillende cycli van het systeem.

Zoals eerder vermeld, omvat de primaire cyclus de twee energiebronnen die de benodigde energie leveren voor de opwekking van warmte. Deze warmte wordt vervolgens via geïsoleerde leidingen naar het energiestation getransporteerd, waar de warmte verder verwerkt wordt.

De secundaire cyclus betreft de warmteoverdracht binnen het herbestemde station van Waterschei, dat zal fungeren als energiestation. Dit station bevat het verdeelsysteem, dat de geproduceerde warmte via leidingen naar de gebruikers verspreidt. Hier komt de technische infrastructuur samen, waarbij de warmte uit de primaire bronnen wordt omgezet en getransporteerd naar de gebouwen.

De tertiaire cyclus beschrijft de fase waarin de warmte de woningen bereikt. Zodra de warmte in de woningen is aangekomen wordt deze verder gedistribueerd via het verdeelsysteem naar de eindgebruikers. Op dit punt heeft het warmtenet zijn uiteindelijke doel bereikt: het verduurzamen van het energiegebruik binnen de wijk.

Zoals onderstaande figuur weergeeft, zal in Waterschei het warmtenet zich uitstrekken in het gebied gekaderd door de Onderwijslaan, het Thorpark, het Kolenspoor en de Hoevenzavellaan.



Figuur 49 Visualisatie warmtenet Waterschei (Eigen Figuur, 2025).

Voor de eindgebruikers is een soepele overgang naar een duurzame energievoorziening van essentieel belang. De meeste woningen zijn momenteel uitgerust met gasinstallaties die verantwoordelijk zijn voor de verwarming. In plaats van deze installaties direct te vervangen is het mogelijk om een hybride model te implementeren. Als de duurzame bron warmte van 40 graden Celsius kan leveren kan deze eenvoudig worden aangevuld met gasketels. Ongeveer 80 tot 90 procent van de woningen kan al functioneren bij deze temperatuur, waarbij de gasketel enkel op de koudste dagen nodig is. Op deze manier kunnen bewoners die recentelijk een gasketel hebben aangeschaft, ook deelnemen aan het duurzame warmtemodel (De Meyer, 2025).

Daarnaast is het van groot belang dat de eindgebruikers hun woningen goed voorbereiden om optimaal gebruik te maken van het warmtenet. Het low-exergieconcept biedt positieve neveneffecten, maar deze voordelen kunnen alleen gerealiseerd worden als de gebouwen goed zijn uitgerust. De voordelen van een goed geïmplementeerd low-exergiesysteem zijn onder andere uitstekend thermisch comfort, veiligheid (geen hoge oppervlaktetemperaturen), het vermijden van verbranding van stof, betere luchtkwaliteit (IAQ), hogere efficiëntie van condensatieketels en een hogere COP (coëfficiënt van prestatie) voor warmtepompen (Universiteit Hasselt, 2023a).

Door deze maatregelen te nemen kunnen de eindgebruikers optimaal profiteren van het duurzame warmtenet en bijdragen aan een significante vermindering van het energieverbruik en de CO₂-uitstoot.

2.1.1.5. Economisch model en eigenaarschap - Coöperatie

Het economische model en het eigenaarschap van het warmtemodel in Waterschei spelen een cruciale rol in de uitvoering en duurzaamheid van het systeem. Bij het onderzoeken van de economische haalbaarheid van mijnwater als energiebron is het essentieel om een duidelijk gedefinieerde grens te hebben waar de werking van de energiebron, het energiestation en de gebouwdiensten starten en eindigen (Peter Op 't Veld, 2025).

Als eerste is het belangrijk dat de overheid verantwoordelijk is voor de primaire cyclus, wat betekent dat zij de energiebronnen, zoals het mijnwater, beheert. Dit kan eventueel in samenwerking met een productiebedrijf. De overheid kan hierbij instaan voor de primaire investeringen die nodig zijn voor de ontwikkeling van de energiebronnen en het distributienetwerk tot aan het energiestation.

Vanaf het moment dat de warmte wordt overgedragen naar het secundaire netwerk, wordt het interessant om een bedrijf in te schakelen voor het onderhoud en beheer van het warmtenet. Het bedrijf zou verantwoordelijk zijn voor de operationele aspecten zoals de distributie van warmte, het onderhoud van leidingen en de optimalisatie van het systeem. Het bedrijf kan hier instaan voor de secundaire financiering, zoals het verdere distributienetwerk en het energiestation.

Ten slotte, het moment wanneer de warmte wordt overgedragen aan de gebouwdiensten, staan de eindgebruikers in voor de tertiaire investeringen. De tertiaire investeringen betreffen de aanpassing van gebouwen om ze geschikt te maken voor lage-temperatuur verwarming, wat vereist is voor het efficiënt functioneren van het warmtenet. Dit vereist de nodige investeringen in lage-ex gebouwssystemen, zoals vloerverwarming of speciale radiatoren die geschikt zijn voor het lage temperatuur warmtesysteem.

Dit model zou de efficiëntie verbeteren en gelijktijdig de belasting gelijkmatig verdelen.

Momenteel is de regelgeving en het beleidskader voor het optimaliseren van warmtenetten in onze regio nog onvoldoende ontwikkeld. Er ontbreekt een gemeenschappelijke visie, wat het moeilijk maakt om de transitie naar duurzamere energievoorzieningen effectief vorm te geven. In praktijk werken bedrijven vaak individueel en vanuit eigenbelang, wat het delen van cruciale informatie belemmert. Dit gebrek aan samenwerking vertraagt de vooruitgang in de sector, terwijl het juist door het delen van kennis en ervaring zou moeten leiden tot gezamenlijke vooruitgang (De Meyer, 2025).

Een voorbeeld van een remmende factor in de transitie naar duurzamere energievoorziening situeert zich bij grote bedrijven. Deze bedrijven stellen vaak voorwaarden op in contracten waarbij zij een monopolie creëren om hun controle te behouden. Dit gebeurt bijvoorbeeld door het aanvragen van overdrachtsgebieddekkende contracten aan gemeenten, wat de concurrentie voor andere initiatieven belemmert en zorgt voor stagnatie in de sector. Deze bedrijven blokkeren daardoor de ontwikkeling van nieuwe projecten in plaats van ze te ondersteunen en verder te helpen. Dit gebrek aan samenwerking remt de transitie naar een duurzamer energiegebruik en belemmert de samenwerking die nodig is om succesvolle warmtenetten te ontwikkelen (De Meyer, 2025).

Daarnaast zijn er ook bedrijven die studies uitvoeren en alleen de eindresultaten delen, zonder de achterliggende methoden en processen openbaar te maken. Dit gebrek aan transparantie en kennisdeling zorgt ervoor dat andere partijen niet kunnen leren van eerdere inspanningen en de ontwikkeling van nieuwe oplossingen stagneert. Dit werkt de ontwikkeling van innovatieve oplossingen tegen, terwijl juist open communicatie en samenwerking essentieel zijn voor het realiseren van schaalvoordelen en efficiënte systemen (De Meyer, 2025).

Zoals Dirk De Meyer, projectcoördinator van warmtenetten bij EcoOB, treffend opmerkt: “Kennis delen zorgt niet voor minder werk, maar voor meer werk.” Door kennis uit te wisselen en beter samen te werken, kan iedereen vooruit worden geholpen. Het creëren van een open en samenwerkende omgeving is daarom van cruciaal belang voor de succesvolle implementatie van warmtenetten en het bevorderen van de energietransitie.

Het is essentieel dat de overheid en andere betrokkenen een kader ontwikkelen waarin samenwerking centraal staat, waarbij kennis wordt gedeeld en de rol van bedrijven wordt herzien om gezamenlijke, duurzame oplossingen mogelijk te maken. Alleen door de krachten te bundelen en een gezamenlijke visie te ontwikkelen, kan de transitie naar duurzame energieoplossingen zoals warmtenetten effectief worden versneld.

2.1.2. Berekeningen

Tot slot worden indicatieve berekeningen uitgevoerd om de dimensionering van de warmtehub in Waterschei te onderbouwen. Er worden twee types berekeningen gemaakt:

Langetermijnopslag: om een inschatting te maken over de dimensionering indien een jaarlijkse energievraag overbrugd wordt.

Kortetermijnopslag: om een inschatting te maken over de dimensionering indien de energievraag van enkele dagen wordt overbrugd.

Binnen elk van deze berekening wordt een onderscheid gemaakt tussen:

Afnameberekeningen: om een inschatting te maken van de jaarlijkse energievraag van de eindgebruikers.

Dimensioneringsberekeningen: om op basis van deze energievraag een indicatie te krijgen van de vereiste capaciteit van componenten zoals buffervaten, leidingen, en pompen.

Opmerking: Deze berekeningen zijn vereenvoudigd. Er wordt geen rekening gehouden met warmteverliezen tijdens het transport of rendementen van de installaties.

Projectkader

Het projectgebied Waterschei omvat de volgende parameters:

Aantal woningen dat aangesloten wordt op het warmtenet: 376 woningen

Warmtebron: mijnwater en bijkomende verwarming via de terril

Opslagsysteem: thermische opslag in watertanks

Gemiddelde jaarlijkse warmtevraag per woning: 15 000 kWh

In het masterplan *Een goed leven binnen de planetaire grenzen* wordt de gemiddelde woonoppervlakte per inwoner gehalveerd. $\frac{15\,000\text{ kWh}}{2} = 7\,500\text{ kWh per woning per jaar}$ raag per woning ook halveert:

I. Langetermijnopslag (Seizoenoverbrugging)

I.1. Afnameberekening

Stap 1: Totale jaarlijkse energievraag van de wijk

$E_{totaal} = 7\,500\text{ kWh} \times 376\text{ woningen} = 2\,820\,000\text{ kWh/jaar}$

Stap 2: Omrekening naar joule

Energie in kWh omrekenen naar joule gebeurt via:

$1\text{ kWh} = 3,6 \times 10^6\text{ J}$

$E_{totaal} = 2\,820\,000\text{ kWh} \times 3,6 \times 10^6\text{ J} = 1,0152 \times 10^{13}\text{ J}$

Stap 3: Benodigde opslagcapaciteit in een waterbassin

De formule voor thermische opslag in water is:

Opgeslagen warmte Q [J] = verandering van de temperatuur Delta T [K] van de massa m [kg] met soortelijke warmte c [J/(kg.K)].

$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ Met $m = \rho \cdot V$

$\Rightarrow Q = \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta T$

Waarbij:

Q = opgeslagen energie [J]

m = massa water [kg]

c = soortelijke warmtecapaciteit van water = 4 180 J/kg.K

ΔT = temperatuurverschil tussen inkomende en uitgaande temperatuur = 70°C – 40°C = 30°C

ρ = dichtheid van water ≈ 1 000 kg/m³

V = volume water [m³], dus m = ρ · V

Substitutie in de formule geeft:

$1,0152 \times 10^{13}\text{ J} = 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times V \times 4\,180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \times 30^\circ\text{C}$

$\Rightarrow V = \frac{1,0152 \times 10^{13}\text{ J}}{1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 4\,180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \times 30^\circ\text{C}} = 80\,957\text{ m}^3$

I.2. Dimensioneringsberekening

Als we uitgaan van een cilindervormige watertank met een hoogte van 5 meter, dan geldt:

$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$

$80\,957\text{ m}^3 = \pi \cdot r^2 \cdot 5\text{ m} \Rightarrow r^2 = \sqrt{\frac{80\,957\text{ m}^3}{\pi \cdot 5\text{ m}}} \approx 71,8\text{ m}$

Resultaat: Voor een langetermijnopslag wordt een tank met een diameter van ongeveer 144 meter en een hoogte van 5 meter gevraagd. Dit is een aanzienlijk groot volume en vraagt dus om verder onderzoek naar opsplitsing in meerdere kleinere tanks of andere opslagstrategieën.

2. kortetermijnopslag (dag/nacht)

Voor de kortetermijnopslag wordt onderzocht hoeveel thermische energie er dagelijks moet worden opgeslagen om het warmteverbruik tijdens koude dagen op te vangen. Deze opslag is bedoeld om fluctuaties op dag-nachtritme op te vangen, bijvoorbeeld bij beperkte aanvoer of verbruikspieken.

2.1. Afnameberekening voor één dag

Stap 1: Dagelijks energieverbruik wijk

Aangenomen wordt dat het volledige jaarlijkse energieverbruik voor ruimteverwarming geconcentreerd is binnen het stookseizoen. Tereenvoudiging wordt dit beschouwd als een periode van zes maanden, oftewel 183 dagen. Dit is een bewust conservatieve benadering: bij berekening van het energieverbruik voor ruimteverwarming over minder dagen, daalt het dagelijks verbruik en dus ook de benodigde opslagcapaciteit. Zulke aanpassing naar een kortere, reëlere termijn resulteert in een ontwerp dat beter isoleert tijdens koudegolven.

$$E_{dag} = \frac{2\,820\,000\text{ kWh}}{183\text{ dagen}} = 15\,409,84\text{ kWh/dag}$$

Stap 2: Omrekening naar joule

$$1\text{ kWh} = 3,6 \times 10^6\text{ J}$$

$$E_{dag} = 15\,409,84\text{ kWh} \times 3,6 \times 10^6\text{ J} = 5,5475 \times 10^{10}\text{ J}$$

Stap 3: Benodigd opslagvolume in een watertank voor één dag

De formule voor thermische opslag in water is:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad \text{Met} \quad m = \rho \cdot V$$

Waarbij:

$$\Rightarrow Q = \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta T$$

Q = opgeslagen energie [J]

m = massa water [kg]

c = soortelijke warmtecapaciteit van water = 4 180 J/kg·K

ΔT = temperatuurverschil tussen inkomende en uitgaande temperatuur = 70°C – 40°C = 30°C

ρ = dichtheid van water ≈ 1 000 kg/m³

V = volume water [m³], dus m = ρ · V

Substitutie in de formule geeft:

$$5,5475 \times 10^{10}\text{ J} = 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times V \times 4\,180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \times 30^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow V = \frac{5,5475 \times 10^{10}\text{ J}}{1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 4\,180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \times 30^\circ\text{C}} = 442,38437\text{ m}^3$$

2.2. Dimensioneringsberekening voor één dag

Als we uitgaan van een cilindervormige watertank met een hoogte van 13,5 meter, dan geldt:

$$442,38437\text{ m}^3 = \pi \cdot r^2 \cdot 13,5\text{ m} \Rightarrow r^2 = \frac{442,38437\text{ m}^3}{\pi \cdot 13,5\text{ m}} \approx 10,47\text{ m}^2 \Rightarrow r \approx 3,23\text{ m}$$

Resultaat: Indien één dag energie wordt gebufferd, is een cilindervormige tank van 6,5 meter diameter en 13,5 meter hoogte vereist.

2. kortetermijnopslag (dag/nacht)

2.1. Afnameberekening voor twee dagen

Stap 1: Dagelijks energieverbruik wijk

$$E_{dag} = \frac{2\,820\,000\text{ kWh}}{183\text{ dagen}} = 15\,409,84\text{ kWh/dag}$$

Stap 2: Omrekening naar joule

$$1\text{ kWh} = 3,6 \times 10^6\text{ J}$$
$$E_{dag} = 15\,409,84\text{ kWh} \times 3,6 \times 10^6\text{ J} = 5,5475 \times 10^{10}\text{ J}$$

Stap 3: Totale energiebehoefte voor 2 dagen

$$E_{2\text{ dagen}} = 2 \times 5,5475 \times 10^{10}\text{ J} = 1,1095 \times 10^{11}\text{ J}$$

Stap 4: Benodigd opslagvolume in een watertank voor twee dagen

De formule voor thermische opslag in water is:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad \text{Met} \quad m = \rho \cdot V$$

$$\Rightarrow Q = \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta T$$

Q = opgeslagen energie [J]

m = massa water [kg]

c = soortelijke warmtecapaciteit van water = 4 180 J/kg·K

ΔT = temperatuurverschil tussen inkomende en uitgaande temperatuur = 70°C – 40°C = 30°C

ρ = dichtheid van water ≈ 1 000 kg/m³

V = volume water [m³], dus m = ρ · V

Substitutie in de formule geeft:

$$1,1095 \times 10^{11}\text{ J} = 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times V \times 4\,180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \times 30^\circ\text{C}$$
$$\Rightarrow V = \frac{1,1095 \times 10^{11}\text{ J}}{1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 4\,180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \times 30^\circ\text{C}} = 884,78\text{ m}^3$$

2.2. Dimensioneringsberekening voor twee dagen

Indien het volume wordt gespreid over drie watertanks, dan geldt:

$$V = \frac{884,78\text{ m}^3}{3} = 294,93\text{ m}^3$$

Als we uitgaan van een cilindervormige watertank met een hoogte van 13,5 meter, dan geldt:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$
$$294,93\text{ m}^3 = \pi \cdot r^2 \cdot 13,5\text{ m} \Rightarrow r^2 = \frac{294,93\text{ m}^3}{\pi \cdot 13,5\text{ m}} \approx 6,94\text{ m}^2$$
$$r \approx 2,64\text{ m}$$

Resultaat: Voor een kortetermijnopslag waarin twee dagen energie wordt gebufferd, is een cilindervormige watertank met 5,30 meter diameter en 13,5 meter hoogte vereist.

Op basis van de bovenstaande berekeningen blijkt dat voor een energieopslagcapaciteit van twee dagen drie cilindervormige watertanks met elk een hoogte van 13,5 meter en een diameter van circa 5,28 meter nodig hebben. Deze maatvoering biedt een haalbare oplossing voor de korte termijnopslag van thermische energie binnen het warmtenet van Waterschei. In de verdere berekeningen en het verdere ontwerp van de warmtehub wordt uitgegaan van deze afmetingen als richtlijn voor de bronberekeningen, de integratie van de buffervaten in het ruimtelijk en technisch concept.

2.3. Bronberekeningen

Er wordt onderzocht welk volumedebiet water nodig is om een warmteopbrengst van $1,1095 \times 10^{11}$ joule te realiseren binnen een periode van 24 uur. Deze berekening houdt rekening met piekverbruik tijdens koude dagen.

Stap 1: Warmtedebiet

De algemene formule voor warmtestroom is:

$$q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\Rightarrow \dot{q} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\Rightarrow \dot{m} = \frac{\dot{q}}{c \cdot \Delta T}$$

waarbij:

c = soortelijke warmtecapaciteit van water = 4 180 J/kg·K

ΔT = temperatuurverschil tussen inkomende en uitgaande temperatuur = 70°C – 40°C = 30°C

$\dot{m}$ = massadebiet

$\dot{q}$ = warmtedebiet

Substitutie in de formule geeft:

$$\Rightarrow \dot{m} = \frac{\frac{1,1095 \times 10^{11} \text{ J}}{24 \times 60 \times 60 \text{ s}}}{4\,180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{J}} \times 30^\circ\text{C}}$$

$$\Rightarrow \dot{m} = 10,24 \text{ kg/s}$$

$$\text{met } \rho_{\text{water}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ \text{en } \rho = \frac{\dot{m}}{\dot{V}}$$

$$\Rightarrow \dot{V} = \frac{\dot{m}}{\rho} = \frac{10,24 \text{ kg/s}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,01024 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Rightarrow \dot{V} = 0,01024 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 3\,600 \frac{\text{s}}{\text{h}} = 36,864 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Resultaat: Om dagelijks $1,1095 \times 10^{11}$ J aan warmte te leveren, moet een debiet van 36,86 m³/u aan water opgepompt worden bij een temperatuurverschil van 30°C.

Stap 2: Energiegebruik pomp

Er wordt een pomp voorzien met een elektrisch vermogen van 11 kW. Indien deze pomp de helft van het jaar actief is (d.w.z. gedurende drie dagen per week of het volledige stookseizoen), komt dit overeen met:

$$t = \frac{365}{2} \times 24 = 4380 \text{ uur/jaar}$$

$$E_{\text{verbruik}} = P \cdot t = 11 \text{ kW} \cdot 4380 \text{ uur} = 48.180 \text{ kWh/jaar}$$

Stap 3: Benodigd aantal zonnepanelen

Een gemiddeld zonnepaneel produceert in België tussen 365 en 730 kWh/jaar. Er wordt als richtwaarde het volgende genomen:

$$E_{\text{paneel}} = 550 \text{ kWh/jaar}$$

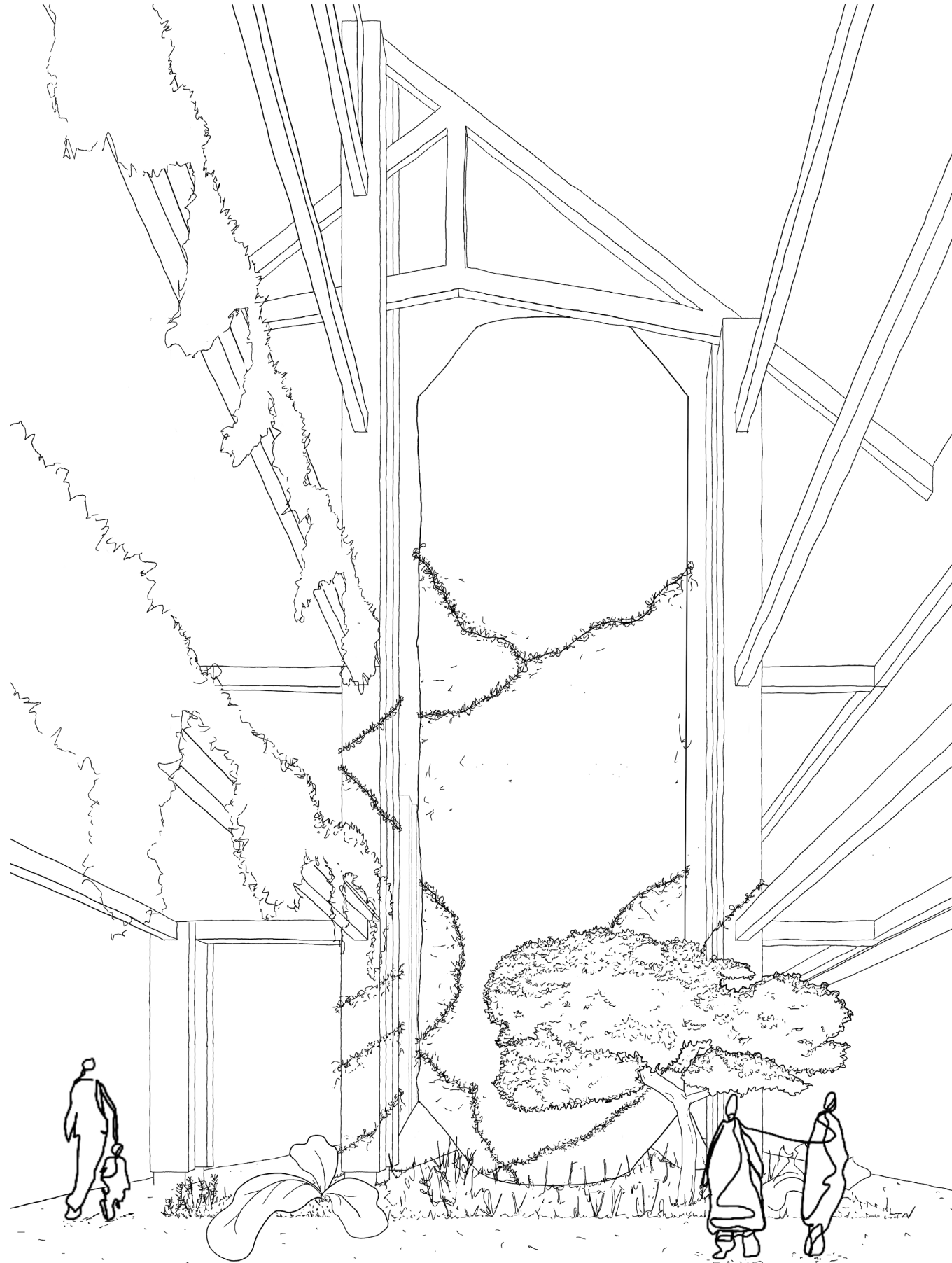
Aantal benodigde zonnepanelen:

$$N = \frac{E_{\text{verbruik}}}{E_{\text{paneel}}} = \frac{48.180}{550} \approx 87,6$$

Resultaat: Om het jaarlijkse energieverbruik van de pomp volledig te compenseren via zonne-energie zijn ongeveer 88 zonnepanelen nodig.

2.2. Bijkomende functie - Botanische tuin

Kan het ontwerp van een energiestation ingeworteld geraken in een gemeenschap?



Figuur 50 Conceptschets energiestation met botanische tuin (Eigen figuur, 2025).

Bij het ontwerp van een warmtehub komen diverse installaties en opslagsystemen kijken die niet alleen warmte opslaan en transporteren, maar ook warmte afgeven. Dit proces kan vergeleken worden met de werking van een warmtepomp in de berging van een woning, waar de ruimte altijd iets warmer is dan de rest van het huis (Griet Verbeeck, 2025). Op een grotere schaal wordt dit principe toegepast op de site van het station van Waterschei. De aanwezige installaties creëren daar een ideaal, warm binnenklimaat, dat bijzonder geschikt is voor bijvoorbeeld tropische beplanting. Dit biedt een unieke kans om de site te transformeren en zo ontstaat de bijkomende functie van het station als botanische tuin. Het gebruik van vrijkomende energie uit de warmtenetinstallaties maakt het mogelijk om deze ruimte op een duurzame manier in te richten, in plaats van externe energiebronnen te gebruiken, zoals vaak het geval is bij andere botanische tuinen of serres. Dit maakt de integratie van de tuin niet alleen ecologisch, maar ook economisch efficiënt.

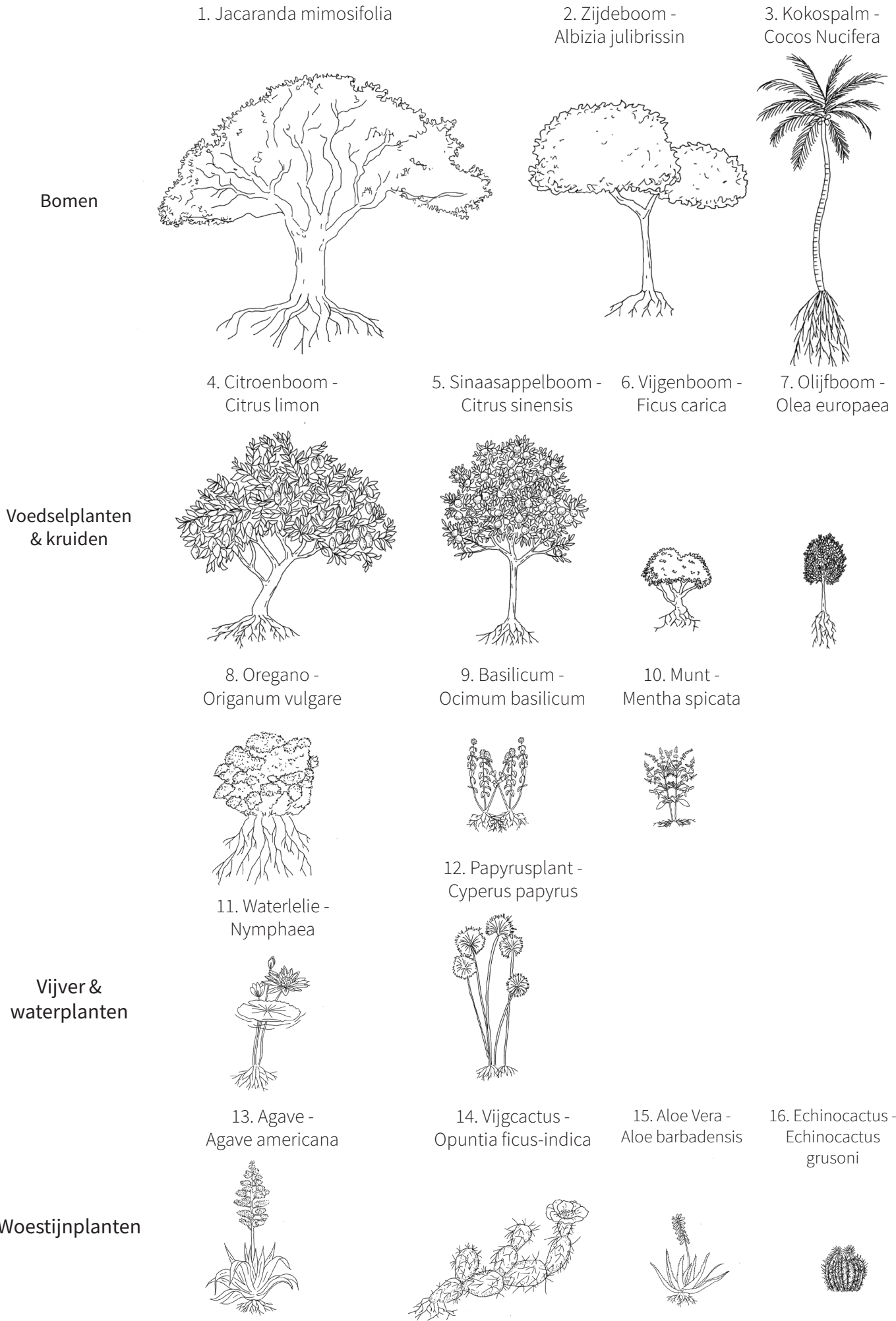
Het doel van een botanische tuin is het creëren van een omgeving die geschikt is voor een breed scala aan planten waaronder tropische of subtropische soorten die anders niet in het lokale klimaat zouden kunnen groeien. Het ideale binnenklimaat voor een botanische tuin varieert, maar meestal wordt een constante temperatuur tussen 17 en 27 graden Celsius aangehouden met een hoge luchtvochtigheid en voldoende zonlicht. Dit vormt de basis voor het welzijn van de planten en zorgt ervoor dat ze kunnen bloeien, groeien en zich voortplanten, wat ook een positieve toevoeging is voor de biodiversiteit van de regio. Botanische tuinen spelen niet alleen een rol in het bewaren van plantensoorten maar dragen ook bij aan wetenschappelijk onderzoek en educatie (Chimankare et al., 2023).

Historisch gezien werden botanische tuinen vaak gebruikt om geneeskrachtige kruiden en planten te kweken die werden bestudeerd voor hun helende eigenschappen (Chen & Sun, 2018). Deze functie kan vandaag de dag worden vertaald naar een ruimte voor de gemeenschap waar mensen samenkomen om meer te leren over planten, natuur en duurzaamheid. De tuin kan fungeren als een educatieve bron voor bewoners waar ze niet alleen kennis opdoen over de natuur, maar ook actief betrokken raken bij het groene beheer van hun omgeving. Dit kan helpen bij het bevorderen van gemeenschapsvorming waarbij mensen samen tuinieren, planten onderhouden en het belang van biodiversiteit ervaren. Het principe van de botanische tuin als een genezende ruimte kan nu worden vertaald naar een multifunctionele ruimte die niet alleen zorgt voor ecologisch herstel, maar ook voor sociaal welzijn en educatie.

Vanuit het concept van de botanische tuin als een gemeenschapsplek wordt binnen deze sociale functie gekeken naar beplanting die de gemeenschap kan ondersteunen. Zoals figuur 51 aangeeft, is er een plantenstudie uitgevoerd waarin een gevarieerde selectie van planten is bepaald met onder andere kruiden en vruchthoudende beplanting. Deze beplanting is niet alleen gekozen voor haar ecologische waarde, maar ook met het oog op de behoeften van de lokale bewoners. De gemeenschap krijgt de mogelijkheid om deze beplanting voor eigen gebruik te telen, wat niet alleen bijdraagt aan de lokale voedselvoorziening, maar ook aan het bevorderen van betrokkenheid en samenwerking.

In het oogstseizoen kan er zo een sociale activiteit ontstaan waarbij de bewoners samenkomen om het fruit te oogsten. Dit biedt een kans voor sociale interactie, versterkt de gemeenschap en creëert een gevoel van gedeelde verantwoordelijkheid voor de zorg en het onderhoud van de tuin. Door deze praktische en sociale benadering wordt de botanische tuin niet alleen een plek voor educatie en natuurbeleving, maar ook voor gemeenschapsvorming waarbij de bewoners actief participeren in het proces van oogsten en het delen van de vruchten van hun arbeid.

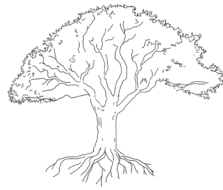
Tot slot wordt de woning van de stationschef, die zich op de eerste verdieping bevindt, behouden. Deze verdieping wordt niet alleen gerestaureerd om de historische waarde van de site te behouden, maar zal ook een functionele rol spelen. De woning wordt bewoond door een toezichter/onderhoudsman die verantwoordelijk is voor de zorg en het beheer van de tuin en de bijbehorende installaties. Deze integratie van het historische gebouw in het nieuwe ontwerp zorgt voor een brug tussen het verleden en de toekomst van de site, waardoor de botanische tuin zowel een ecologische als een sociale functie kan vervullen.



Figuur 51 Plantenstudie (Eigen figuur, 2025).

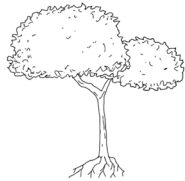
Properties of selected species

Trees



1. **Jacaranda mimosifolia**
Properties: Purple flowers, airy crown
Light requirement: Half-sun - Shadow
Humidity: Moderate

Root depth (cm): 150cm
Height (m): 7-15m



2. **Silk Tree - Albizia julibrissin**
Properties: Pink flowers, fast growing
Light requirement: Half-sun - Shadow
Humidity: Moderate

Root depth (cm): 200cm
Height (m): 6-12m



3. **Coconut palm - Cocos Nucifera**
Properties: Grows coconuts
Light requirement: Full sun
Humidity: Moderate - Moist

Root depth (cm): 150-600cm
Height (m): 15-30m

Food Plants & Herbs



4. **Citrus tree - Citrus Limon**
Properties: Edible lemons, fresh sour
Light requirement: Full sun
Humidity: Moderate - Moist

Root depth (cm): 180cm
Height (m): 3-6m



5. **Orange Tree - Citrus sinensis**
Properties: Edible oranges, citrus fragrance
Light requirement: Full sun
Humidity: Moderate - Moist

Root depth (cm): 200cm
Height (m): 9-10m



6. **Fig tree - Ficus carica**
Properties: Sweet figs, drought tolerant
Light requirement: Full sun
Humidity: Dry - Moderate

Root depth (cm): 150cm
Height (m): 3m



7. **Olive tree - Olea europaea**
Properties: Oil production, small edible fruits
Light requirement: Full sun
Humidity: Dry

Root depth (cm): 250cm
Height (m): 6-9m



8. **Oregano - Origanum vulgare**
Properties: Strong flavor, used in Mediterranean dishes
Light requirement: Half sun

Humidity: Dry - Moderate
Root depth (cm): 40cm
Height (m): 0,3-0,9m



9. **Basilicum - Ocimum basilicum**
Properties: Aromatic, used in salads and pasta
Light requirement: Half sun

Humidity: Moderate - Moist
Root depth (cm): 30cm
Height (m): 0,3-0,9m



10. **Mint - Mentha spicata**
Properties: Refreshing fragrance, used in tea
Light requirement: Half sun
Humidity: Moderate - Moist

Root depth (cm): 20cm
Height (m): 0,3-1m

Pond & Aquatic Plants



11. **Water Lily - Nymphaea**
Properties: Floating leaves and flowers
Light requirement: Half sun
Humidity: Very humid

Root depth (cm): 30cm
Height (m): 0,05-0,3m



12. **Papyrusplant - Cyperus papyrus**
Properties: Tall grasses, moisture-loving
Light requirement: Full sun
Humidity: Very humid

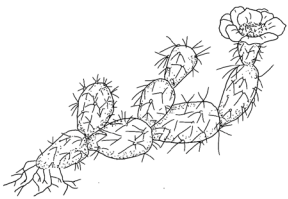
Root depth (cm): 40cm
Height (m): 1-2m

Desert Plants



13. **Agave - Agave americana**
Properties: Large, spiny leaves
Light requirement: Full sun
Humidity: Dry

Root depth (cm): 100cm
Height (m): 0,9-1,8m



14. **Fig cactus - Opuntia ficus-indica**
Properties: Spiny, edible fruits
Light requirement: Full sun
Humidity: Dry

Root depth (cm): 120cm
Height (m): 3-4,6m



15. **Aloe Vera - Aloe barbadensis**
Properties: Medicinal uses, succulents
Light requirement: Full sun
Humidity: Dry

Root depth (cm): 50cm
Height (m): 0,3-0,6m



16. **Echinocactus - Echinocactus grusoni**
Properties: Round, spherical cactus
Light requirement: Full sun
Humidity: Dry

Root depth (cm): 40cm
Height (m): 0,6m

3. Architecturale vormgeving

Kunnen de technische installaties van een energiestation deel uitmaken van de beleefde ruimte?

De architecturale vormgeving vloeit rechtstreeks voort uit het vastgelegde programma. De centrale vraag tijdens het volledige ontwerpproces luidde: *Hoe kunnen de technische installaties van een energiestation deel uitmaken van de beleefde ruimte?* Vanuit deze vraagstelling werd al snel duidelijk dat het doel is om het technische programma van een energiestation te verweven met het sociale- en biodiversiteitsprogramma van een botanische tuin tot één samenhangend geheel. Dit wordt gerealiseerd door middel van een doordachte architecturale benadering.

Om deze verweving mogelijk te maken wordt het station van Waterschei bestudeerd vanuit verschillende invalshoeken en bijbehorende concepten: het landschappelijke, mobiliteits-, architecturale, structurele en duurzaamheidsconcept. Binnen elk van deze invalshoeken wordt een standpunt ingenomen dat wordt toegelicht, toegepast en onderbouwd. Daarbij ligt de nadruk telkens op de manier waarop het station als schakel fungeert tussen de twee programma's.



Figuur 52 Situatietekening projectlocatie (Eigen figuur, 2025).

3.1. Landschappelijk concept - Het Regeneratief Landschap

Kan het energiestation bijdragen aan het creëren van een regeneratief landschap?

Concept

De wijk Waterschei is ontstaan dankzij de rijkdom in de ondergrond: steenkool. Deze masterthesis ziet opnieuw potentieel in diezelfde ondergrond, ditmaal via aquathermie op basis van mijnwater. Vanuit deze gedachte ontstaat de overtuiging dat de ondergrond, die in het verleden gemanipuleerd en uitgeput werd, nu ingezet kan worden als duurzame krachtbron voor het heden en de toekomst. Het landschappelijke concept vertrekt dan ook vanuit het principe van een regeneratief landschap.

Waar de ondergrond vroeger louter werd benaderd vanuit extractie, nemen zonder terug te geven, legt het regeneratieve landschap de nadruk op herstel, duurzaamheid en veerkracht. Het streeft naar een systeem waarin mens en natuur opnieuw in balans zijn, waarin biodiversiteit wordt bevorderd en ecosystemen zich kunnen herstellen en versterken.

Ontwerptoeepassing

Om dit te vertalen naar het projectgebied, wordt gebruikgemaakt van het regeneratieve ontwerpraamwerk van Daniel Christian Wahl. Zoals eerder beschreven in het hoofdstuk *Daniel Christian Wahl – Designing Regenerative Cultures*, verloopt de transitie van een degeneratief systeem naar een regeneratieve systeem in drie niveaus:

1. Herstel (Conventiional practice & Green)

Dit eerste niveau richt zich op het herstellen van de schade die in het verleden is aangericht. Denk aan het verbeteren van bodemgezondheid, het versterken van de biodiversiteit en het terugbrengen van ecosystemen.

Toepassing in Waterschei:

Het ontwerp maakt deel uit van het masterplan *Een goed leven binnen de planetaire grenzen* waarin de auto niet langer centraal staat. De overgedimensioneerde autoparking van KRC Genk, gelegen tussen het stadion en het station, wordt gedeeltelijk opgebroken om plaats te maken voor groene zones. Deze zones vangen regenwater op, houden het tijdelijk vast en laten het infiltreren in de bodem, waardoor de lokale waterbalans herstelt. Tegelijkertijd fungeren deze groenzones als ecologische corridors die het aangrenzende natuurgebied verbinden met het stedelijk weefsel. De resterende verharde delen van de parking worden behouden als verwijzing naar het verleden van Genk als autostad maar krijgen een nieuwe invulling als publieke ruimte. Hier kunnen lokale markten, culturele evenementen of tijdelijke installaties plaatsvinden, wat het sociaal gebruik van de ruimte bevordert.

2. Verzoening (Sustainable & Restorative)

Dit niveau draait om het herstellen van de relatie tussen mens en natuur. Het beoogt een actieve betrokkenheid van de gemeenschap bij de leefomgeving, met aandacht voor educatie, zintuiglijke ervaring en gezamenlijke zorg.

Toepassing in Waterschei:

In het ontwerp wordt een botanische tuin geïntegreerd die fungeert als educatieve en sociale ruimte. De tuin is samengesteld uit, van origine, uitheemse plantensoorten, eetbare planten en medicinale kruiden, en wordt mede beheerd door buurtbewoners. Hierdoor ontstaat niet enkel een biodivers landschapselement, maar ook een plaats waar mensen leren over ecologie, zelfvoorziening en regeneratief denken. Daarnaast wordt de voormalige spoorlijn omgevormd tot een lineair park met wandel- en fietspaden die bewoners uitnodigen om op een trage manier het landschap te beleven. Door ontmoetingsplekken, zitgelegenheden en speelaanleidingen te integreren, versterkt het ontwerp de sociale cohesie in de wijk.

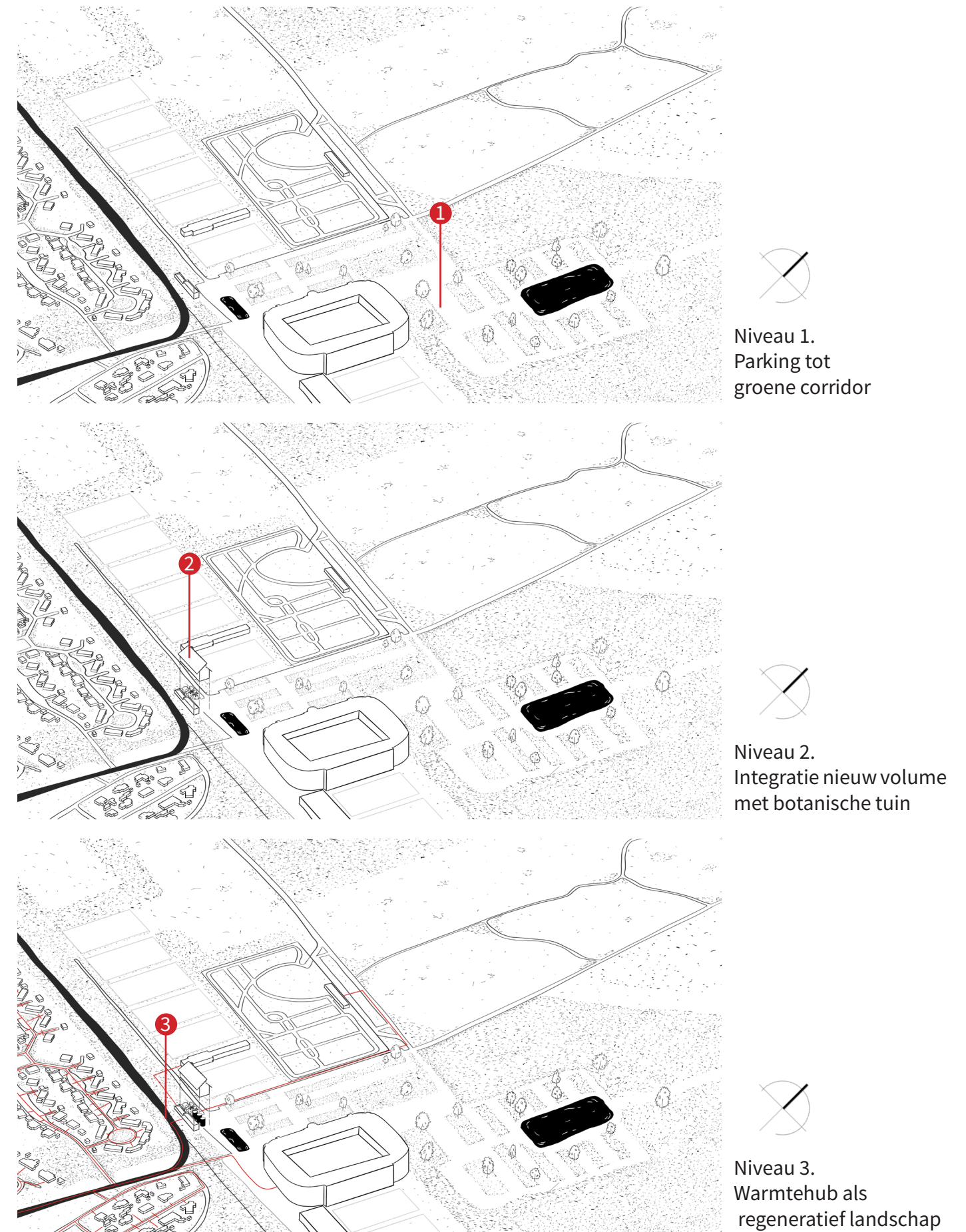
3. Regeneratie (Reconciliatory & Regenerative)

In dit laatste niveau worden systemen gecreëerd die zichzelf in stand houden, leren en verbeteren. Het gaat niet alleen om ecologische regeneratie, maar ook om het versterken van sociale structuren en lokale gemeenschappen.

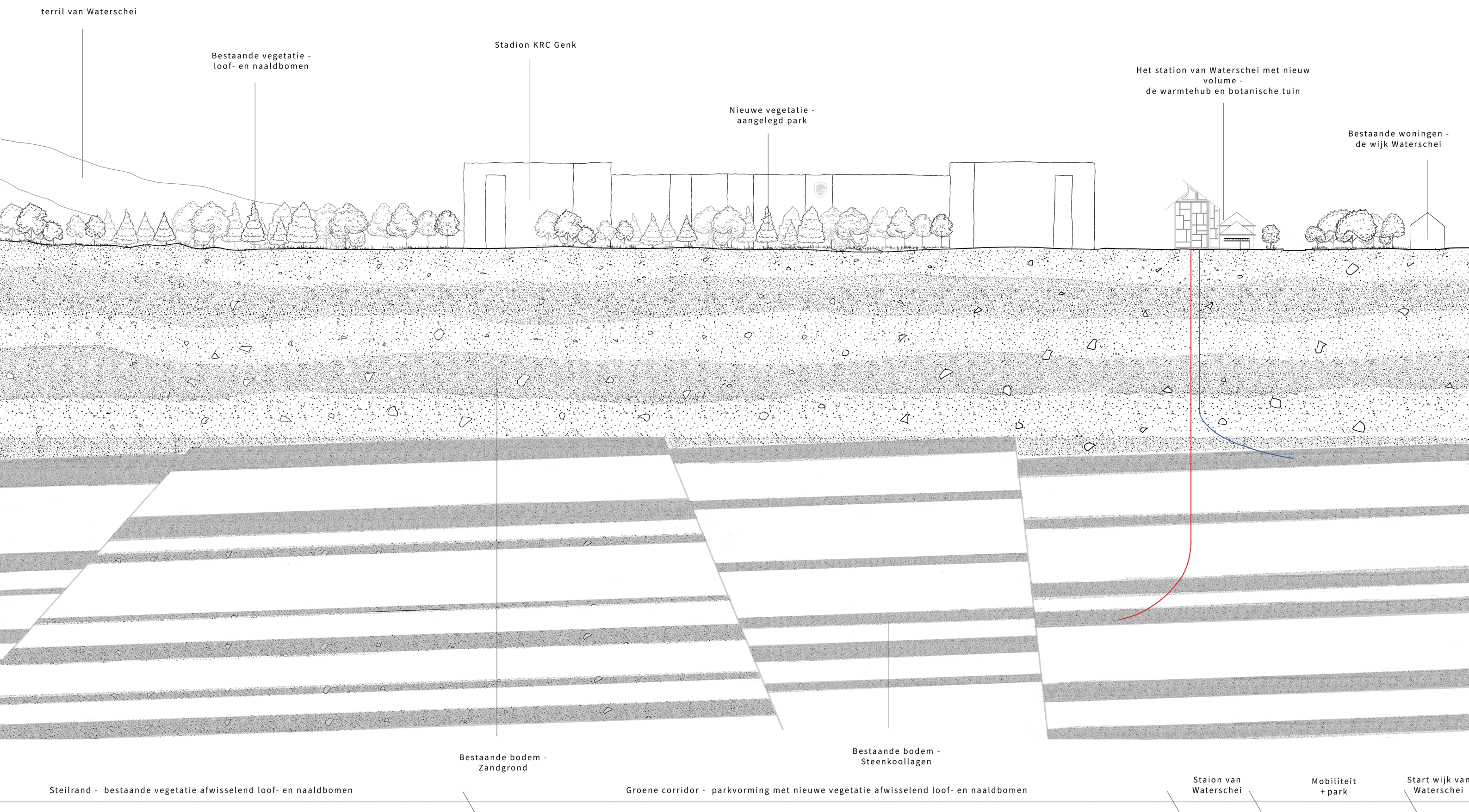
Toepassing in Waterschei:

Het station van Waterschei wordt de kern van een innovatief warmtenet, gebaseerd op aquathermie uit de mijnwaterlagen. Deze energiebron is hernieuwbaar, lokaal en toekomstbestendig. Het warmtenet voorziet niet alleen nabijgelegen gebouwen van duurzame energie, maar wordt ook zichtbaar en beleefbaar gemaakt in het publieke domein door de installaties, leidingen en watertanken zichtbaar te laten en deel uit te laten maken van het landschapsonwerp. De warmtehub fungeert als collectieve infrastructuur die bewoners niet alleen van energie voorziet maar ook samenbrengt rond gemeenschappelijke waarden. Zo worden ecologische systemen, menselijke gezondheid en sociale verbondenheid met elkaar verweven tot één veerkrachtig en regeneratief geheel.

Op deze manier weerspiegelt de regeneratieve benadering van de ondergrond zich ook in de bovengrond. Het landschap rondom het station wordt zo een levend systeem dat niet alleen herstelt, maar ook leert, evolueert en gemeenschap opbouwt, een regeneratief landschap in de volle betekenis van het woord.



Figuur 53-54-55 Landschapsconcept implementatie (Eigen figuur, 2025).



Figuur 56 Landschapsnede - Bekeken richting het stadion van KRC Genk (Eigen figuur, 2025).

3.2. Mobiliteitsconcept - Het Veilige Netwerk

Op welke manier kan infrastructuur bijdragen aan een vlotte, veilige én aangename verplaatsing van voetgangers, fietsers en shuttlegebruikers in een dynamische omgeving zoals Waterschei?

Concept

Zoals eerder vermeld in het masterplan *Een goed leven binnen de planetaire grenzen* wordt het voormalige Kolenspoor getransformeerd tot een duurzaam mobiliteitsnetwerk. Het station van Waterschei, dat zich direct langs dit Kolenspoor bevindt, krijgt hierin een cruciale rol als knooppunt voor mobiliteit. Vooral op wedstrijddagen, wanneer duizenden supporters zich naar het stadion van KRC Genk begeven, zal dit punt uitgroeien tot een drukbezochte toegangspoort. Op dat moment komen wandelaars, fietsers en shuttlebussen samen in één dynamische ruimte.

Om de doorstroming vlot en veilig te laten verlopen is het essentieel dat het mobiliteitsnetwerk zodanig ontworpen wordt dat het de veiligheid van elke weggebruiker waarborgt, ongeacht vervoerswijze, leeftijd of mobiliteitsniveau. Daarnaast moet het netwerk uitnodigend zijn, overzichtelijk, en verweven met de groene omgeving zodat het niet enkel functioneel is, maar ook een aangename verblijfskwaliteit biedt. Een veilige infrastructuur is meer dan verkeersvrijheid. Het is ook sociaal veilig, leesbaar, goed verlicht en afgestemd op de menselijke schaal. Het ontwerp draagt bij aan het gevoel van oriëntatie, comfort en rust in een ruimte die potentieel zeer intensief gebruikt zal worden.

Ontwerptoeepassing

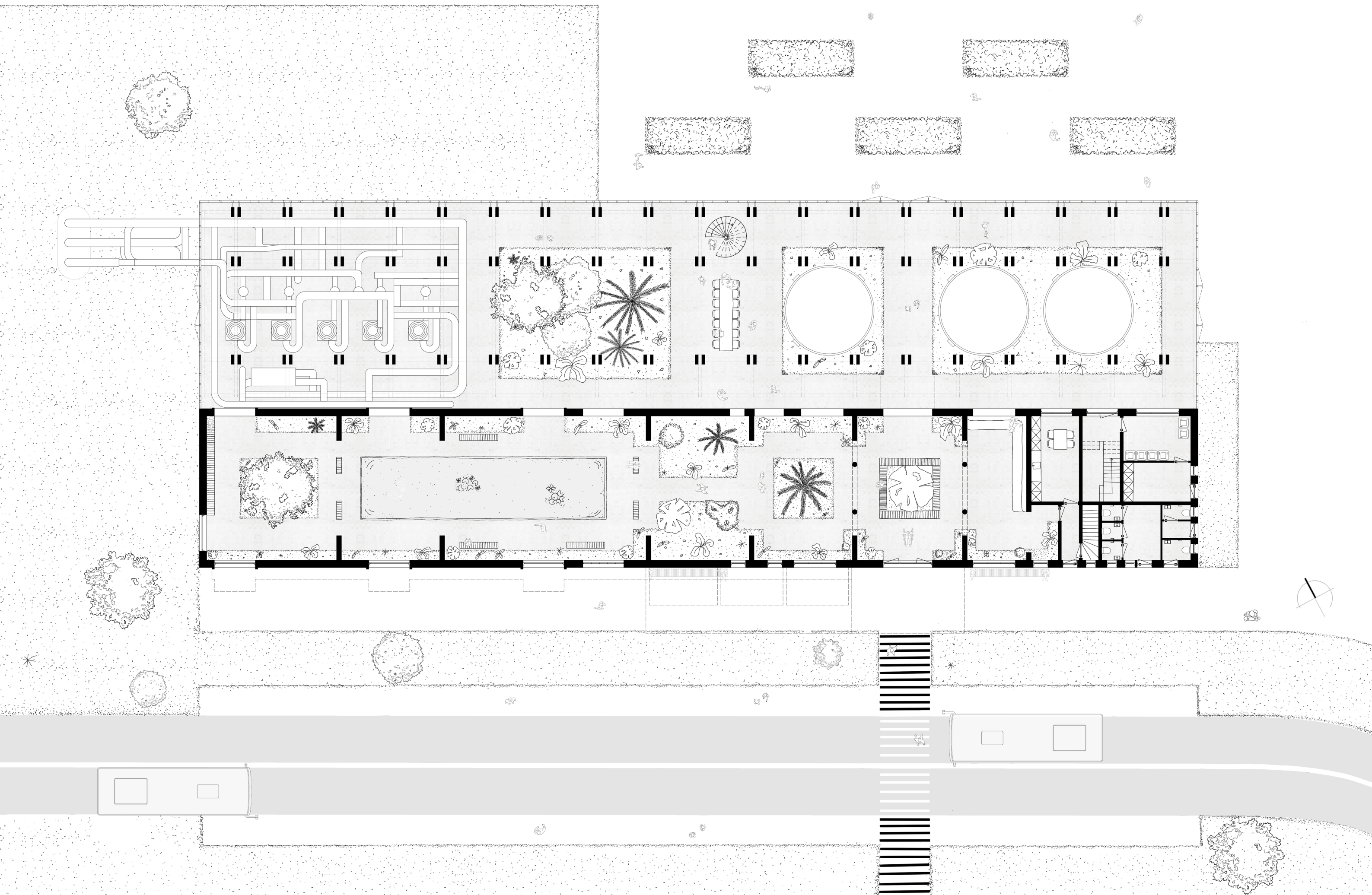
Het ontwerp verweeft het mobiliteitsnetwerk met het omliggende landschap, waardoor er een harmonie ontstaat tussen beweging en verblijf. De totale beschikbare breedte van de ruimte tussen het station en de aangrenzende woonwijk bedraagt 29,5 meter.

Aan de voorzijde van het station blijft het bestaande perron van vier meter behouden. Deze zone wordt visueel en functioneel gescheiden van het shuttleperron door een groene buffer bestaande uit bomen en beplanting. Deze groene strook verhoogt niet alleen de veiligheid door het scheiden van de verschillende mobiliteitsstromen, maar draagt ook bij aan de biodiversiteit en verkoeling van de ruimte.

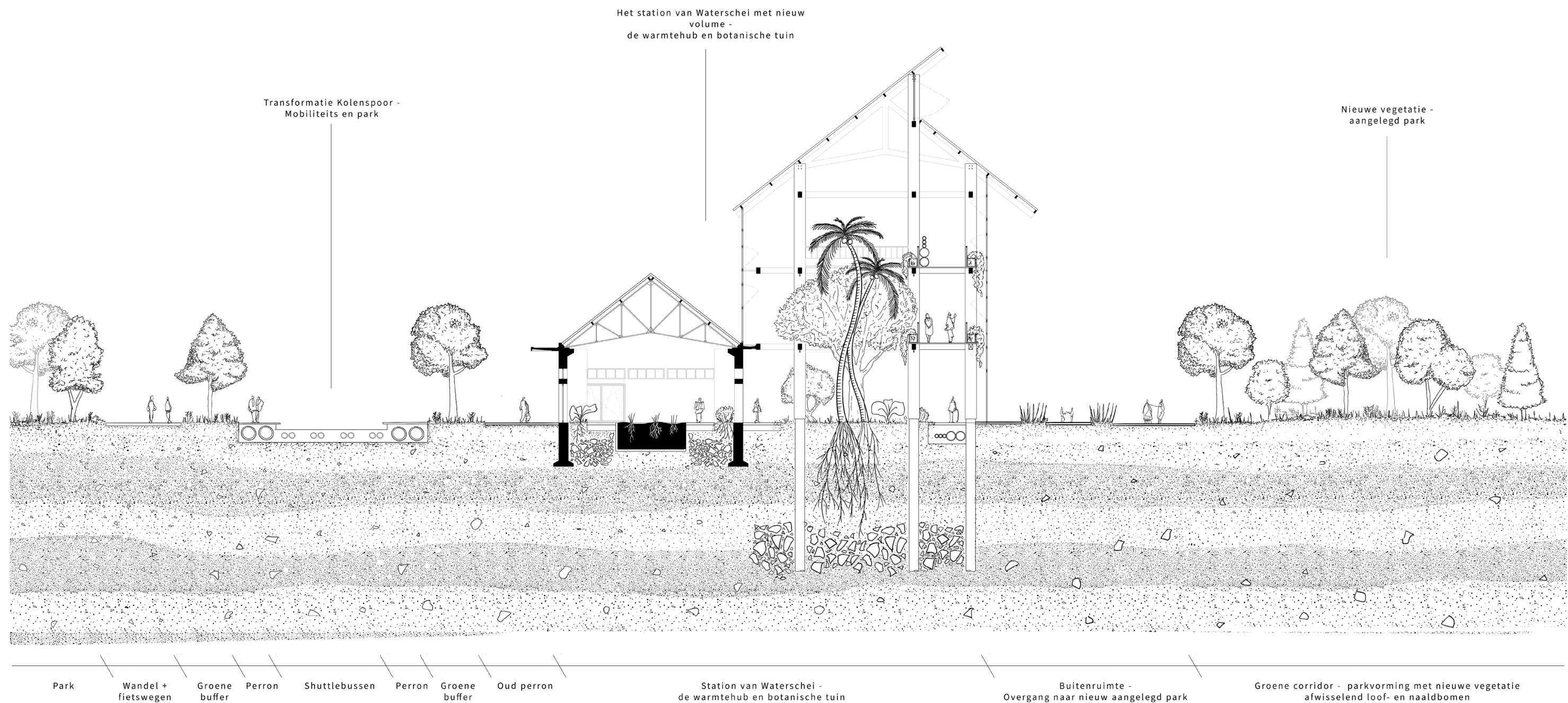
Aansluitend op de groenzone bevindt zich het shuttleperron, met een breedte van twee meter. Hierna volgt de dubbele shuttlebusbaan, elk drie meter breed, samen goed voor zes meter. Deze wordt opnieuw gevolgd door een perron van twee meter breed, bedoeld als veilige tussenruimte voor overstappers of wachtenden.

Vervolgens gaat de infrastructuur naadloos over in een voet- en fietspad dat zich bevindt in het landschappelijk ingerichte gedeelte van het Kolenspoor. In dit parkgedeelte worden ontmoetingsplekken, zitgelegenheden en speel- en sporttoestellen geïntegreerd die uitnodigen tot gebruik en ontmoeting. Deze elementen maken het netwerk niet alleen functioneel, maar ook sociaal betekenisvol: ze stimuleren interactie tussen buurtbewoners en bezoekers en dragen zo bij aan de sociale cohesie van de wijk.

Bovendien worden natuurlijke elementen zoals beplanting en materiaalkeuzes ingezet om de verschillende verkeersstromen op een intuïtieve manier te begeleiden. Het ontwerp speelt in op leesbaarheid, met vloeiende overgangen en visuele aanknopingspunten die oriëntatie vergemakkelijken.



Figuur 57 Grondplan +0 met implementatie mobiliteitsconcept (Eigen figuur, 2025).



Figuur 58 Snede met implementatie mobiliteitsconcept - bekeken weg van het stadion van KRC Genk (Eigen figuur, 2025).

3.3. Architecturaal concept - Leren uit het Verleden

Welke lessen uit het verleden kunnen vandaag inspireren om tot een architecturaal concept te komen dat techniek, ecologie en cultuur verenigt?

Concept

Voor het architecturale concept wordt bewust gekozen om te leren uit het verleden. Drie benaderingen vormen hierbij de basis: twee historische referentiebeelden en een analyse van de typologie van serre-architectuur.

Het eerste beeld, The Great Hall at Conway Castle van Cuitt (1854), toont hoe een dragende muur werd uitgehold, waardoor een functionele leegte ontstond die gebruikt kon worden als binnenruimte (Cuitt, 1854). Deze ingreep heeft structurele implicaties: de oorspronkelijke muur verliest zijn monolithisch karakter en wordt opgesplitst in twee buitenmuren, die via portieken opnieuw als één dragend geheel functioneren. Deze strategie wordt overgenomen in het ontwerp voor Waterschei, waar de bestaande structuur wordt aangepast zonder haar integriteit te verliezen.



Figuur 59 The Great Hall at Conway Castle (Cuitt, 1854).

Een tweede inspirerend voorbeeld is de Guinigi Tower in Lucca, Italië. Deze toren is tegelijkertijd opvallend en bescheiden binnen zijn stedelijke context. Hoewel hij hoog boven de stad uittorent en zelfs bomen op het dak draagt, gaat het gebouw visueel op in de omgeving door zijn materiaalgebruik en proporties. Deze benadering, het combineren van monumentaliteit met verfijnde integratie, vormt een leidraad voor het nieuwe volume dat aan het bestaande stationsgebouw wordt toegevoegd (Viator, n.d.).



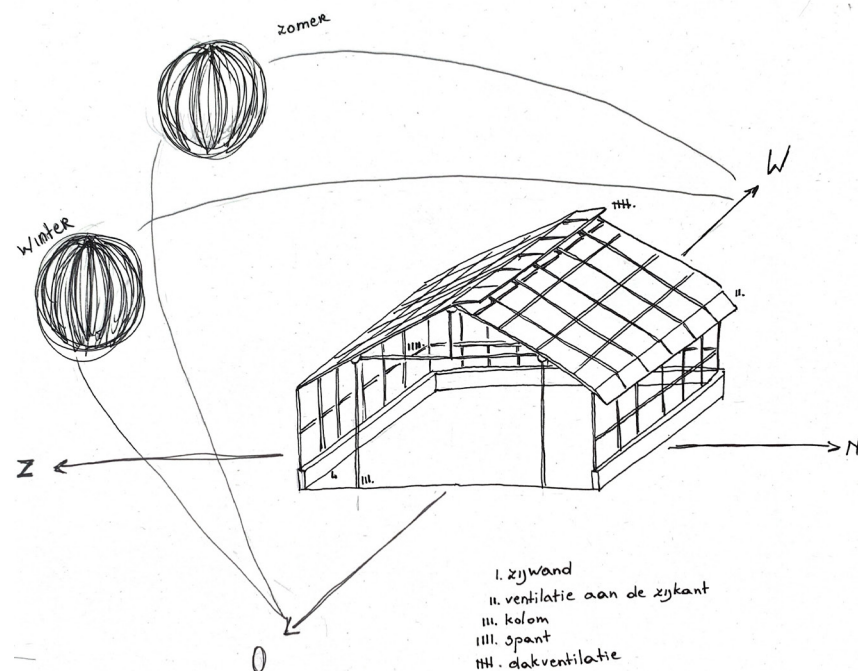
Figuur 60 Guinigi Tower (Viator, n.d.).

Tot slot wordt als derde benadering de serre-typologie onderzocht. Binnen het ontwerp moet een bijkomend volume gerealiseerd worden waarin zowel technische installaties van de warmtehub als een botanische tuin worden ondergebracht. Het doel is dat deze toevoeging de verzoening vormt tussen de programma's en tegelijk een architecturaal antwoord vormt op de uitdaging om te bouwen binnen de planetaire grenzen. De serre blijkt hiervoor een geschikte typologie, omdat ze ontworpen is om maximale passieve zonneverwarming te genereren en tegelijk een gecontroleerd microklimaat biedt, ideaal voor zowel technische systemen als plantengroei.

Volgens het onderzoek van Chimankare et al. (2023) zijn er verschillende belangrijke ontwerpcriteria voor een geoptimaliseerde serreomgeving:

- Oriëntatie: De oost-west oriëntatie is ideaal voor serres boven de breedtegraad van 40°N, zoals in Genk, omdat ze in de winter meer zonlicht binnenlaten, wat bijdraagt aan een hogere binnentemperatuur. De noordwest- en zuidoostgevel ontvangen in de winter weinig zonlicht. Vanaf april neemt de zoninstraling toe door de langere dagen. In oktober-november nemen deze stralen weer af. Dit bepaalt mee waar en hoe transparante gevels worden ingezet.
- Dakvorm: Een A-vormig of zogenaamd “even-span” dak is het meest geschikt. Deze hellingshoek bevordert enerzijds de opvang van zonnestraling en anderzijds de afvoer van regenwater en eventueel sneeuw. Dakvormen zoals de gotische boog of de Quonsetstructuur, die elders eveneens worden toegepast, zijn efficiënter in luchtstroming en windweerstand, maar minder geschikt voor architecturale integratie in dit specifieke ontwerp.
- Materialisatie: Glas blijft het meest transparante materiaal voor maximale lichtinval, terwijl polycarbonaat beter presteert qua thermische isolatie.
- Ventilatie en vochtregeling: Natuurlijke ventilatie via dakopeningen en zijramen zorgt voor een stabiel binnenklimaat. Anti-drup folie en bodemverwarming kunnen helpen om condensvorming te voorkomen.

Samen zorgen deze kenmerken ervoor dat de serre functioneert als een regeneratief systeem dat het hele jaar door energie kan opwekken, planten kan ondersteunen en bezoekers een aangename, zintuiglijke ervaring biedt. Deze elementen worden meegenomen in de vormgeving van het nieuwe volume aan het station.



Figuur 61 Analysetekening serre (Eigen figuur, 2025).

Ontwerptoeepassing

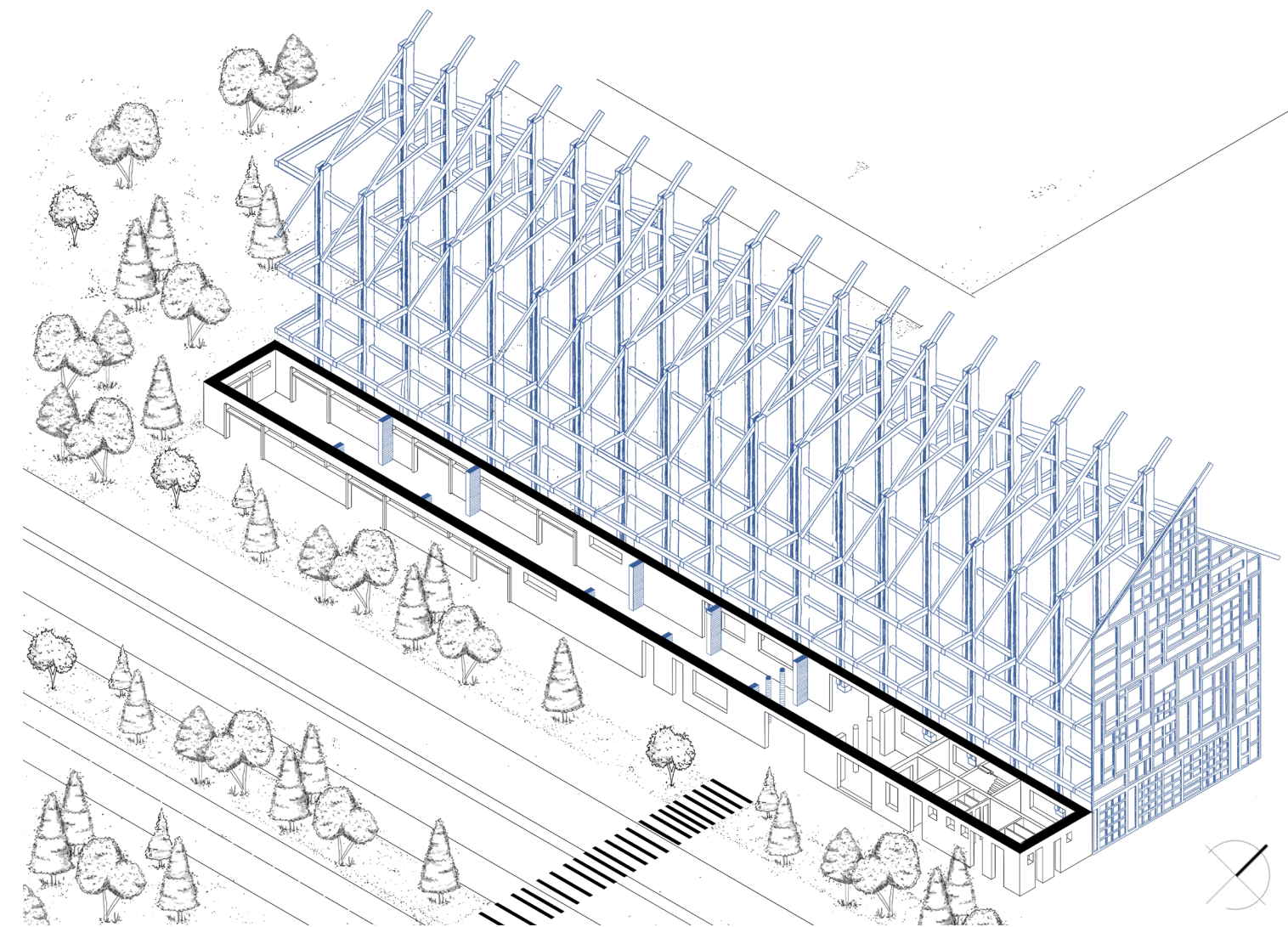
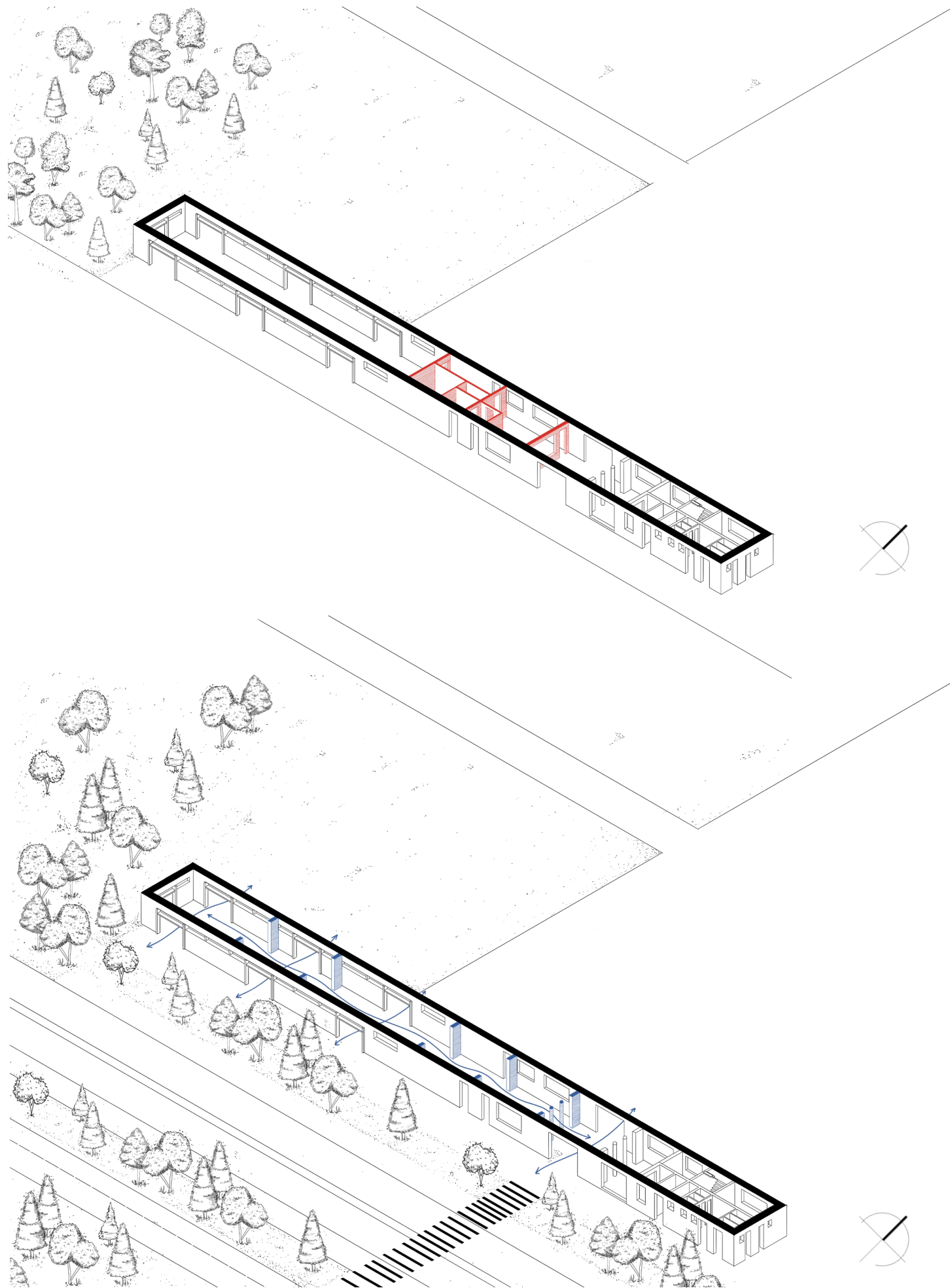
De analyse wordt toegepast op het station van Waterschei, waarbij de fysieke locatie het vertrekpunt vormt. Figuur 62 toont de huidige toestand van het station. Vanuit het principe van Conway Castle worden de binnenmuren (aangeduid in rood) verwijderd om de bestaande ruimte open te maken, aangezien deze muren geen dragende functie vervullen. Oorspronkelijk dienden ze om publieke (wachtzaal, hal) en private (goederenruimte, bureau) functies van elkaar te scheiden. In de nieuwe configuratie ontstaat een open ruimte die flexibel ingevuld kan worden.

De ramen aan de zijde waar het nieuwe volume komt, worden eveneens verwijderd, maar de openingen blijven behouden. Hierdoor ontstaat een visuele en ruimtelijke connectie tussen het bestaande gebouw en het nieuwe serrevolume, waardoor beide als één geheel kunnen functioneren. Figuur 63 toont ook de toekomstige toestand. De bestaande structuur wordt weergegeven in zwart en de nieuwe toevoeging in blauw.

Figuur 64 toont hoe de architecturale strategie ‘kopiëren met variatie’, vanuit de Guinigi Tower, wordt toegepast: het serrevolume sluit aan op de noordkant van het gebouw en is bewust hoger opgevat dan het bestaande volume. Dit zorgt voor een expressief, maar functioneel verschil, dat tegelijkertijd voldoende licht en warmte opvangt.

De lange zijgevel is oost-west georiënteerd, wat volgens het onderzoek van Chimankare et al. (2023) de optimale situering is voor een serre. Hierdoor wordt optimaal geprofiteerd van zoninstraling in de winter, terwijl oververhitting in de zomer beperkt blijft. De transparantie van het dak en de gevels, gecombineerd met natuurlijke en actieve ventilatie- en wateropvangsystemen, zorgen voor een aangenaam microklimaat en vormen de ideale omgeving voor zowel technische installaties als tropische plantensoorten. Hier wordt in het hoofdstuk *Duurzaamheidsconcept* meer in detail op ingegaan.

De architecturale vormgeving functioneert zo niet enkel als een esthetisch en ruimtelijk verbindend element, maar ook als een klimaattechnisch regulerend systeem. Het verenigt techniek, ecologie en architectuur binnen één regeneratief geheel.



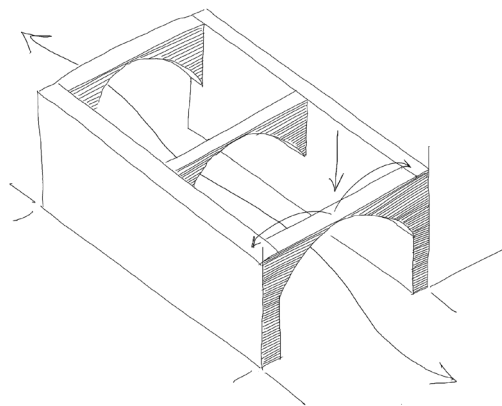
Figuur 62-63-64 Implementatie architecturaal concept - van sloop tot heropbouw (Eigen figuur, 2025).

3.4. Structureel concept - De Polonceau spant

Hoe kan de bestaande context inspiratie bieden voor het herontwerpen van een structuur?

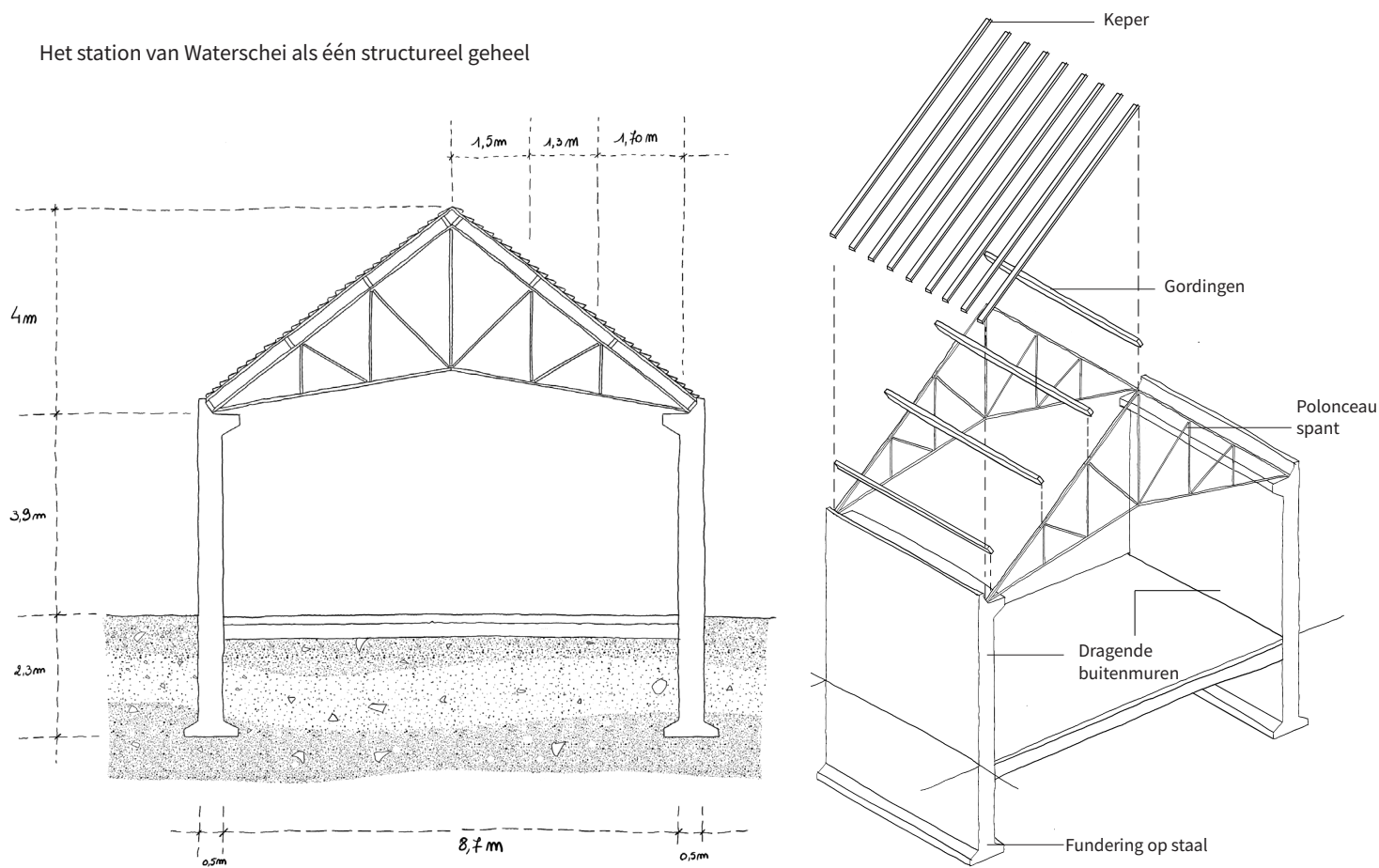
Concept
Om het architecturaal concept structureel vorm te geven wordt vertrokken vanuit enerzijds het structureel principe dat gebonden is aan de architecturale benadering van The Great Hall at Conway Castle, waarbij twee buitenmuren door middel van portieken opnieuw als één dragend geheel functioneren. Deze benadering wordt toegepast voor het bestaande volumen van het station van Waterschei.

Analyse structuur
The Great Hall at Conway Castle



Figuur 65 Analysetekening Structureel principe The Great Hall at Conway Castle (Eigen figuur, 2025).

Het station van Waterschei als één structureel geheel



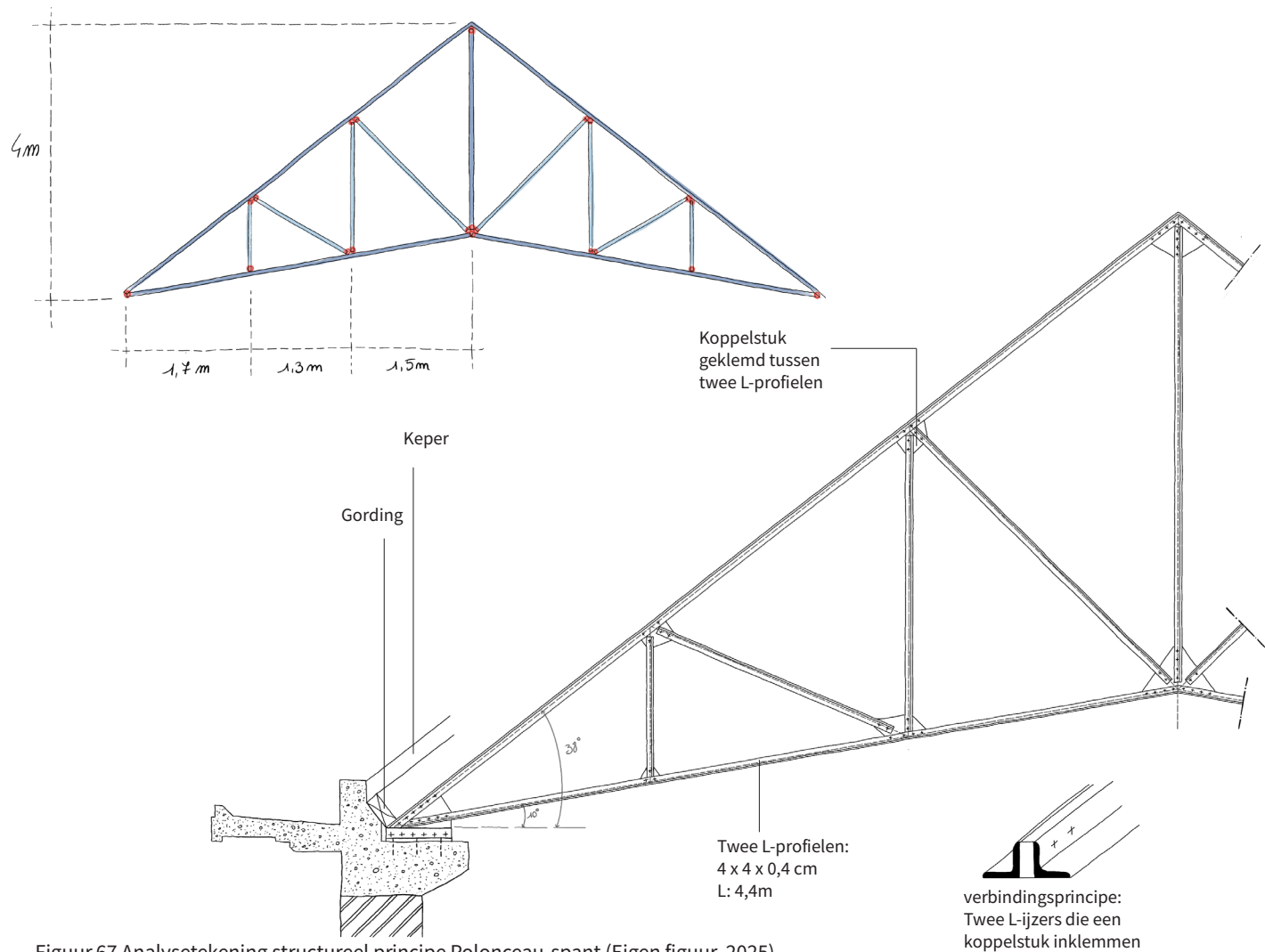
Figuur 66 Structureel principe The Great Hall at Conway Castle toegepast op het station van Waterschei (Eigen figuur, 2025).

Anderzijds wordt daarbij de Polonceau-spant, uit de historische dakstructuur van het station van Waterschei, in het nieuwe volume geherinterpreteerd. Deze negentiende-eeuwse uitvinding, oorspronkelijk toegepast in hout-ijzerconstructies, werd later geoptimaliseerd tot een efficiënt ijzeren spanttype dat bijzonder geschikt was voor middelgrote tot grote overspanningen. De kracht van dit type spant ligt in de eenvoudige geometrie, hoge structurele efficiëntie en het economisch materiaalgebruik (Holzer, 2010).

Ondanks zijn visueel complexe vorm, is de Polonceau-spant technisch doordacht en zeer zuinig: met een relatief beperkte hoeveelheid materiaal kan een aanzienlijke overspanning gerealiseerd worden. Dit wordt mogelijk gemaakt doordat het systeem bestaat uit twee naar elkaar hellende vakwerken, elk met relatief korte, slank uitgevoerde staven, die onderling verbonden worden door een trekstaaf of trekstang. Deze trekstang is ontworpen om uitsluitend trekkrachten op te nemen, wat toelaat de overige elementen (onder druk) sterker te dimensioneren en zo het buigend moment in de trekstaaf te minimaliseren. Hierdoor ontstaat een stijve en statisch gunstige structuur (Holzer, 2010).

In het station van Waterschei is deze logica ook toegepast. Elke spant bestaat uit twee vakwerken die met een lange trekstaaf zijn verbonden. De staven zijn kort, wat het risico op knik beperkt. De vakwerken worden verder intern verbonden met knoopplaten, of koppelstukken. Het geheel rust op de twee buitenmuren van het gebouw, die op hun beurt de belasting afdragen naar de fundering.

Analyse structuur
De Polonceau-spant



Figuur 67 Analysetekening structureel principe Polonceau-spant (Eigen figuur, 2025).

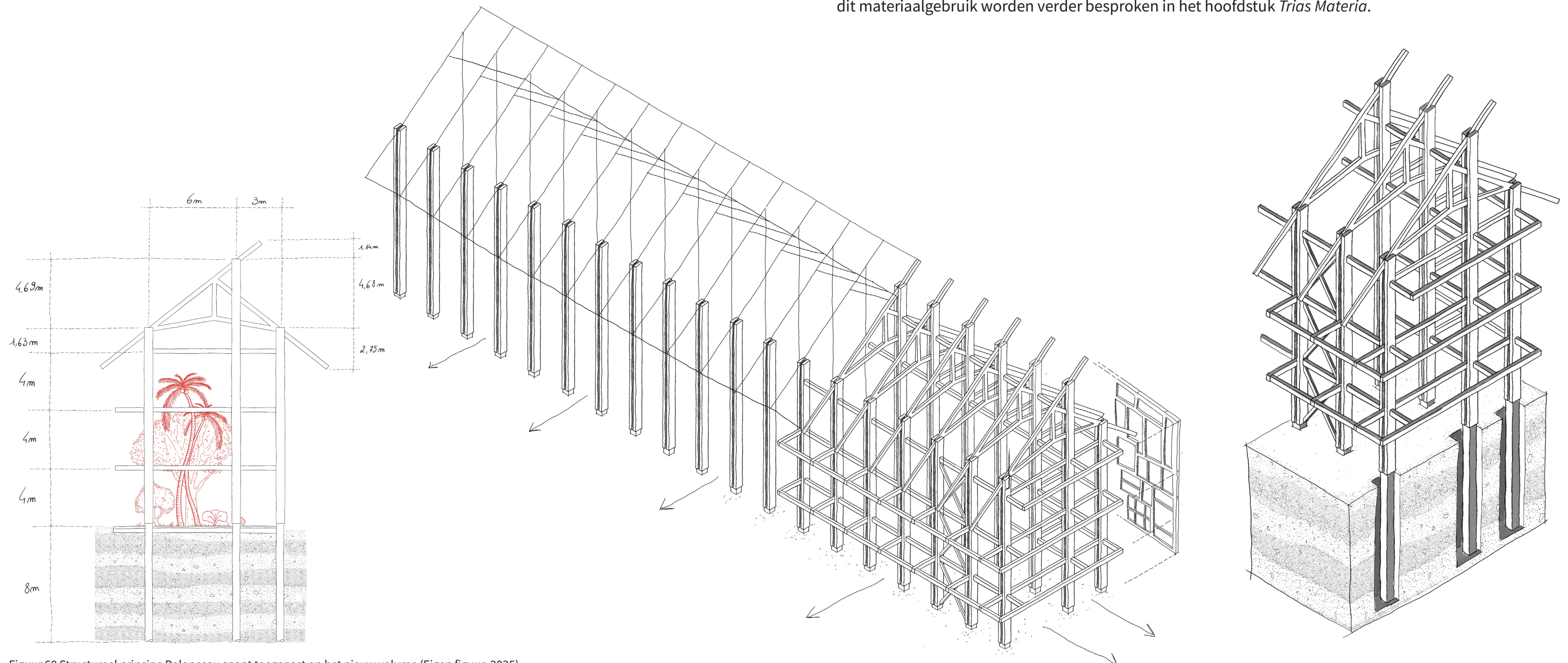
Ontwerptoeepassing

Het structureel concept van de Polonceau-spant wordt vertaald naar het nieuwe volume dat aan het station wordt toegevoegd. Hoewel het nieuwe volume visueel en functioneel is verbonden met het bestaande gebouw, staat het er structureel los van. Binnen deze nieuwe structuur wordt een driedeling gehanteerd: een primaire, secundaire en tertiaire structuur.

De primaire structuur bestaat uit BLC-kolommen (gelijmd gelamelleerd hout), die de rol hebben om belastingen over te dragen naar de fundering, zoals de bestaande gemetste gevels van het stationsgebouw ook doen. Deze kolommen zijn opgesteld volgens een ritme van hoofd- en zijbeuken, waarbij de zijbeuken een hart-op-hartafstand van drie meter hebben en de hoofdbeuken een afstand van zes meter. Vanuit het principe van de Polonceau-spant worden de kolommen ontubbeld. Dit laat toe om verdiepingsvloerbalken en dakspanten tussen de dubbele kolommen in te klemmen, wat resulteert in een stijve constructie. Deze draagstructuur wordt repetitief ingezet en vormen zo traveeën die onderling worden verbonden met houten balken. Tenslotte wordt de stabiliteit van het geheel gegarandeerd door windverbanden.

De secundaire structuur wordt gevormd door het dakspant. Hoewel het visueel afwijkt van de klassieke Polonceau-spant, is de onderliggende structuur geïnspireerd op dezelfde principes. Het dakspant bestaat eveneens uit twee vakwerken die via een trekstaaf met elkaar verbonden zijn. De spanten starten op de buitenste kolommen en de bovenste spantbenen kragen naar buiten uit, wat zorgt voor een expressieve en dynamische dakvorm. Doordat de middelste kolom zich asymmetrisch ten opzichte van de zijspanten bevindt, ontstaat een visueel spanningsveld. De bovenste balk van één spantbeen loopt door en wordt hoger ingeklemd door de middelste kolom. Hierdoor ontstaat een trekgat, dat strategisch ingezet wordt voor passieve koeling en ventilatie. De werking en voordelen hiervan worden verder toegelicht in het hoofdstuk *Trias Energetica*.

De tertiaire structuur omvat de vliesgevel die wordt opgehangen aan de primaire structuur. Deze gevel bestaat uit gerecupereerde ramen afkomstig van woningen die in het kader van het masterplan Een goed leven binnen de planetaire grenzen worden afgebroken. Door deze ramen een tweede leven te geven, sluit het ontwerp aan bij de principes van hergebruik en materiaalefficiëntie. De detaillering en toepassing van dit materiaalgebruik worden verder besproken in het hoofdstuk *Trias Materia*.



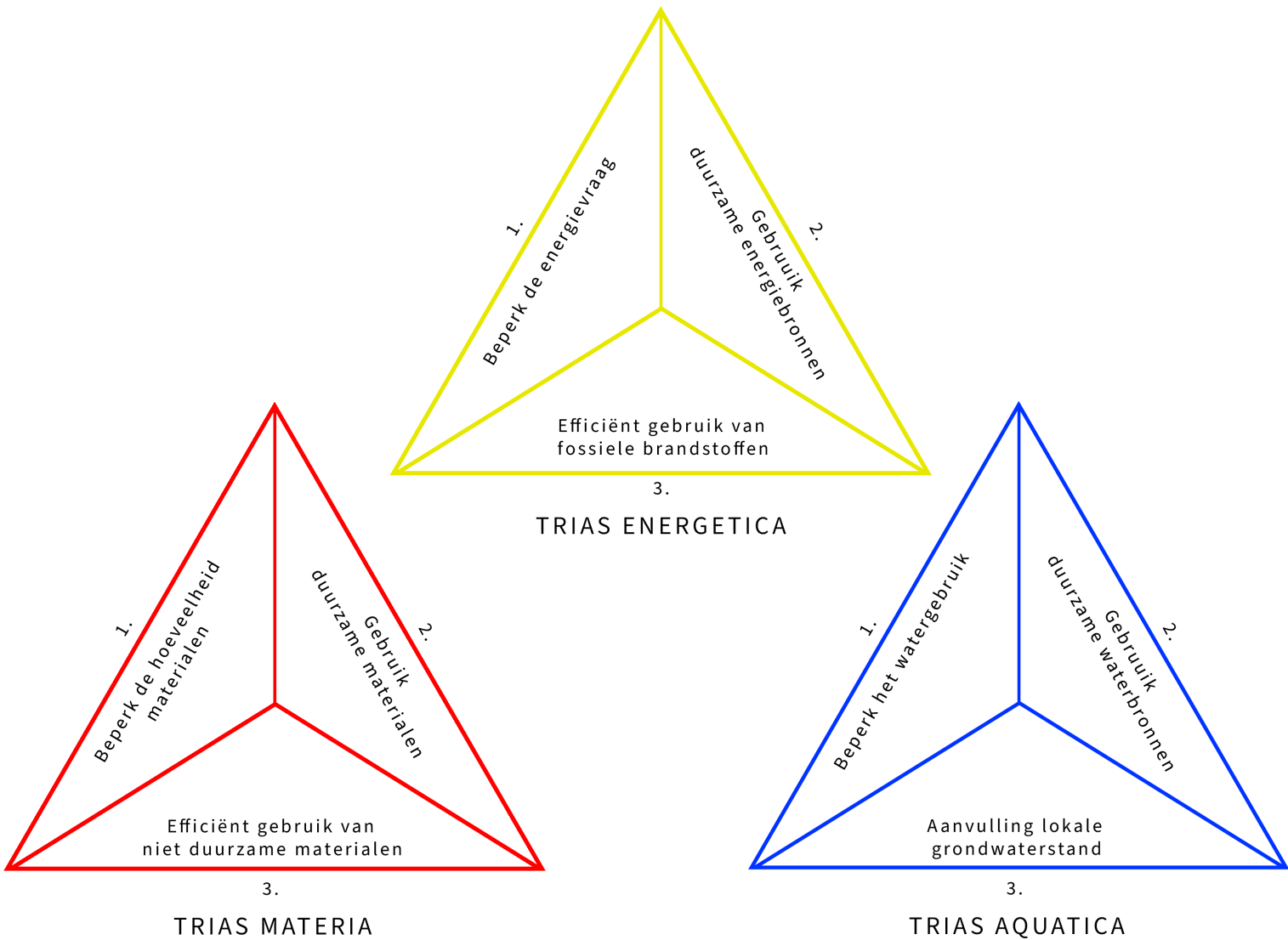
Figuur 68 Structureel principe Polonceau spant toegepast op het nieuw volume (Eigen figuur, 2025).

3.5. Duurzaamheidsconcept - Richting een Regeneratief Energiesysteem

Op welke manier kan het ontwerp van een gebouw binnen de planetaire grenzen functioneren door in te zetten op Trias Energetica, Trias Materia en Trias Aquatica?

De bouwsector in de Europese Unie is verantwoordelijk voor 40% van de CO2-emissies, 30% van het totale afval en 50% van de extractie van nieuwe grondstoffen. Om in België nieuwe en vooral juiste stappen te ondernemen richting een bouwsector die goed is voor de mens, de planeet en de lokale economie, is het van belang om te starten met het ontwerp (BC Materials et al., 2024). Om dit te doen lukken is de architect verantwoordelijk voor het creëren van een ondersteunend ontwerp. Een ondersteunend ontwerp dat als doel heeft om duurzame, gezonde en lage-impact-gebouwen te creëren.

Om een ontwerp te maken die voldoet aan voorgaande doelstelling, wordt er voor het projectontwerp van deze masterthesis ontworpen aan de hand van drie strategieën die samen de pijlers zijn van het duurzaamheidsconcept en zo een coherent geheel vormen. Deze drie strategieën zijn: Trias Energetica, Trias Materia en Trias Aquatica. Deze strategieën zijn universele concepten en kunnen daarom voor elk ontwerproject in kaart gebracht worden. Deze strategieën worden kort toegelicht om naderhand te bekijken hoe deze zijn toegepast in het ontwerp.



Figuur 69 Trias Energetica, Trias Materia en Trias Aquatica (Eigen figuur, 2025).

3.5.1. Trias Energetica

Concept

Door onze energievraag te verminderen en tegelijk energie die we nodig hebben duurzaam op te wekken, uit hernieuwbare energiebronnen, wordt de vraag naar fossiele energie steeds kleiner. De overige fossiele energie trachten we vervolgens zo efficiënt mogelijk toe te passen. Het uiteindelijke doel daarbij is dat de gebouwen duurzaam en energieneutraal worden. De methodologie voor een duurzame energiewetgeving staat bekend onder de naam “Trias Energetica”. Deze wordt breed toegepast en biedt een solide kader voor afwegingen met betrekking tot duurzame energievoorziening (Jacobs et al., 2022).

De Trias Energetica levert een praktische strategie om te komen tot een systematische verduurzaming van energie-installaties, aan de hand van drie stappen:

Stap 1: Beperk de energievraag

De energievraag beperken kan door te kijken naar energiesufficiëntie. Bij energiesufficiëntie kijkt men naar hoeveel energie voldoende is zonder te overconsumen, naar wat comfortabel is met zo weinig mogelijk energieverbruik (Universiteit Hasselt, 2023b). Hierbij is het belangrijk om bewuste keuzes te maken bij het ontwerpen van het gebouw. Door bijvoorbeeld bewust te ontwerpen met de windrichtingen, waarbij bijvoorbeeld zuidgerichte ramen zorgen voor extra warmte en licht in de wintermaanden. Dit heeft een gunstig effect op de centrale energieproductie, aangezien deze minder warmte moet leveren. Daarnaast kan er bij een lagere energievraag ook met lagere temperaturen verwarmd worden, wat meer mogelijkheden biedt bij stap 2: het gebruik van duurzame energiebronnen (Jacobs et al., 2022).

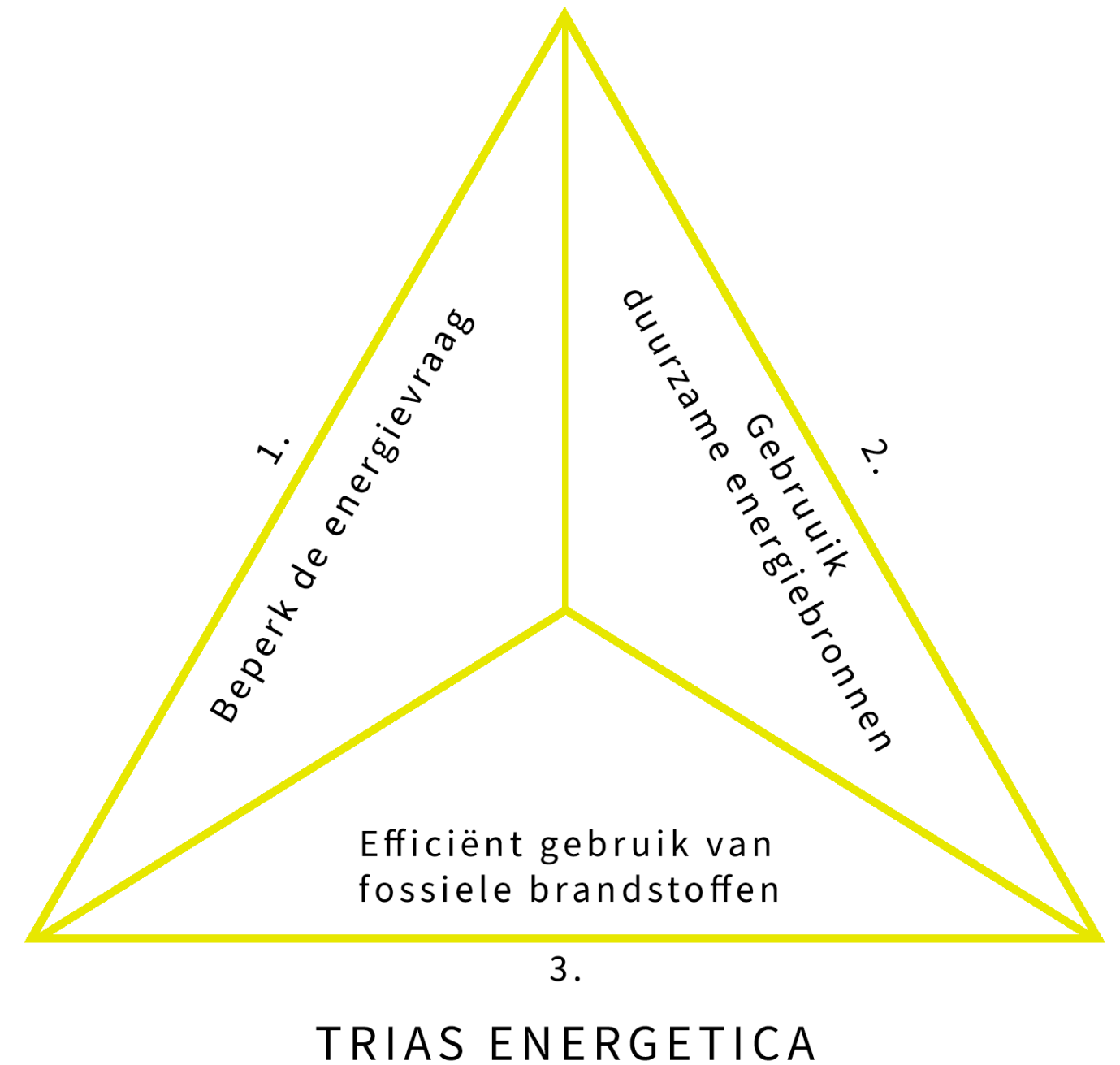
Echter, kunnen deze gebouwkeuzes de koelvraag tijdens de zomer enorm doen stijgen. Deze koelvraag ontstaat voornamelijk door te grote interne warmtewinsten die door de isolatie binnen in een woning worden gehouden, en/of door de warmte-instroom via grote raamoppervlakten. Aangezien het ook in België steeds warmer wordt tijdens de zomermaanden, kan verwacht worden dat koeling een basisbehoefte zal worden de komende jaren. Een oplossing om de zonnestralen tijdens de zomer buiten te houden is gebruik maken van bijvoorbeeld een buitenzonnewering. Met behulp van nachtventilatie kan de overtollige warmte 's nachts naar buiten worden afgevoerd (Jacobs et al., 2022).

Stap 2: gebruik duurzame energiebronnen

In de tweede stap wordt bekeken of er hernieuwbare energiebronnen zoals zonne- en windenergie, biomassa, restwarmte uit industrie, warmtepompen, etc. kunnen gebruikt worden om te voldoen aan de verminderde energievraag. Merk op dat een duurzame energiebron doorgaans duurder is dan een klassieke condenserende gasketel. Dit kan mensen afschrikken om de stap te wagen naar duurzame energie. Maar in dit verhaal biedt collectieve verwarming, zoals een warmtenet, een groot potentieel. Door de energievraag van een hele wijk te voorzien met één centrale duurzame energiebron, zoals een warmtepomp en bespaar je kosten per woning door de schaalvoordelen van een grotere unit. Daarboven zal de warmtepomp een beter jaarlijks rendement (Seasonal Performance Factor, SPF) hebben door een constantere werking, omdat de warmtevraag nu meer constant is dan bij individuele warmtepompen (Jacobs et al., 2022).

Stap 3: efficiënt gebruik van fossiele brandstoffen

Ten slotte legt de derde stap de nadruk op het efficiënt gebruik van fossiele energie indien deze nog noodzakelijk is. Efficiënte energietransformatieprocessen zoals WKK (= Warmte-krachtkoppeling, het gebruik van warmte die vrijkomt bij elektriciteitsopwekking), gasabsorptiewarmtepompen, maar ook warmtenetten bieden een opportuniteit. In de centrale stookplaats van het warmtenet kan een duurzame energiebron met een bijstookketel geplaatst worden. Hierdoor ontstaat een hybride-systeem waarbij de duurzame bron de basislast voorziet en de bijstookketel helpt te voldoen aan de warmtevraag bij piekmomenten (Jacobs et al., 2022).



Figuur 70 Trias Energetica (Eigen figuur, 2025).

Ontwerptoeepassing

Het minimaliseren van de energievraag wordt bekomen door optimaal gebruik te maken van passieve energiesystemen. Vandaar dat per energiesysteem wordt besproken welke passieve en actieve systemen worden toegepast. Daarnaast wordt elk toegepast energiesysteem beknopt uitgelegd.

Energieopwekking

Passieve systemen

Voor het daadwerkelijk opwekken van energie worden in dit ontwerpproject voornamelijk actieve systemen gebruikt.

Actieve systemen

Aquathermie op basis van mijnwater

Het gehele ontwerp maakt deel uit van een hernieuwbaar energiesysteem, namelijk ruimtelijke verwarming door middel van aquathermie op basis van mijnwater. Aquathermie is de verzamelterm voor thermische energie die uit waterbronnen kan gewonnen worden voor het duurzaam verwarmen of koelen van gebouwen (De Watergroep, n.d.). Deze warmte wordt onttrokken door middel van een warmtewisselaar en andere installaties die eerder vermeld zijn geweest. Bij piekmomenten wordt deze warmte gedistribueerd naar eindgebruikers.

Zonnepanelen

Voor het aansturen van de installaties van de warmtehub wordt elektriciteit opgewekt door middel van zonnepanelen. Door de coöperatieve en collectieve aard van het warmtemodel installeren bewoners uit de wijk Waterschei zonnepanelen op hun woning.

Daarnaast hebben de bewoners zelf de keuze om bijkomend zonnecollectoren te implementeren voor eigen gebruik. Voor het station van Waterschei zijn zonnecollectoren overwogen om in te staan voor warmtebijstand voor de watertanks. Deze bijstand zou enkel nodig kunnen zijn in wintermaanden, terwijl de zonnecollectoren dan het minste opbrengen. Daarom is de keuze gemaakt om geen zonnecollectoren te gebruiken.

Hybride systeem

Zoals eerder vermeld, wordt een hybride systeem toegepast in het warmtemodel, om een permanente warmte te waarborgen. Indien de temperaturen in een strenge winter te laag zijn voor het verwarmen van woningen kan het hybride systeem ingezet worden om bijkomend te verwarmen. Zoals eerder vermeld, wordt hiervoor een HR-ketel gebruikt. Deze wordt enkel toegepast in zeer uitzonderlijke situaties.

De toegepaste hernieuwbare energiesystemen, aquathermie en zonnepanelen, vervangen zo grotendeels de fossiele brandstoffen. Daardoor vermindert de uitstoot van broeikasgassen. Een ander voordeel van deze transitie is dat er minder afhankelijkheid is van wispelturige en geopolitieke olie- en gasmarkten. Door in te zetten op duurzame energiebronnen, gecombineerd met een hybride systeem waarbij de wel nog gebruikte fossiele brandstoffen zo slim mogelijk worden ingezet, wordt het totale energieverbruik gereduceert. Met deze strategie kan de periode overbrugd worden tot het moment waarop energievoorziening volledig duurzaam is.

Thermisch comfort

Passieve systemen

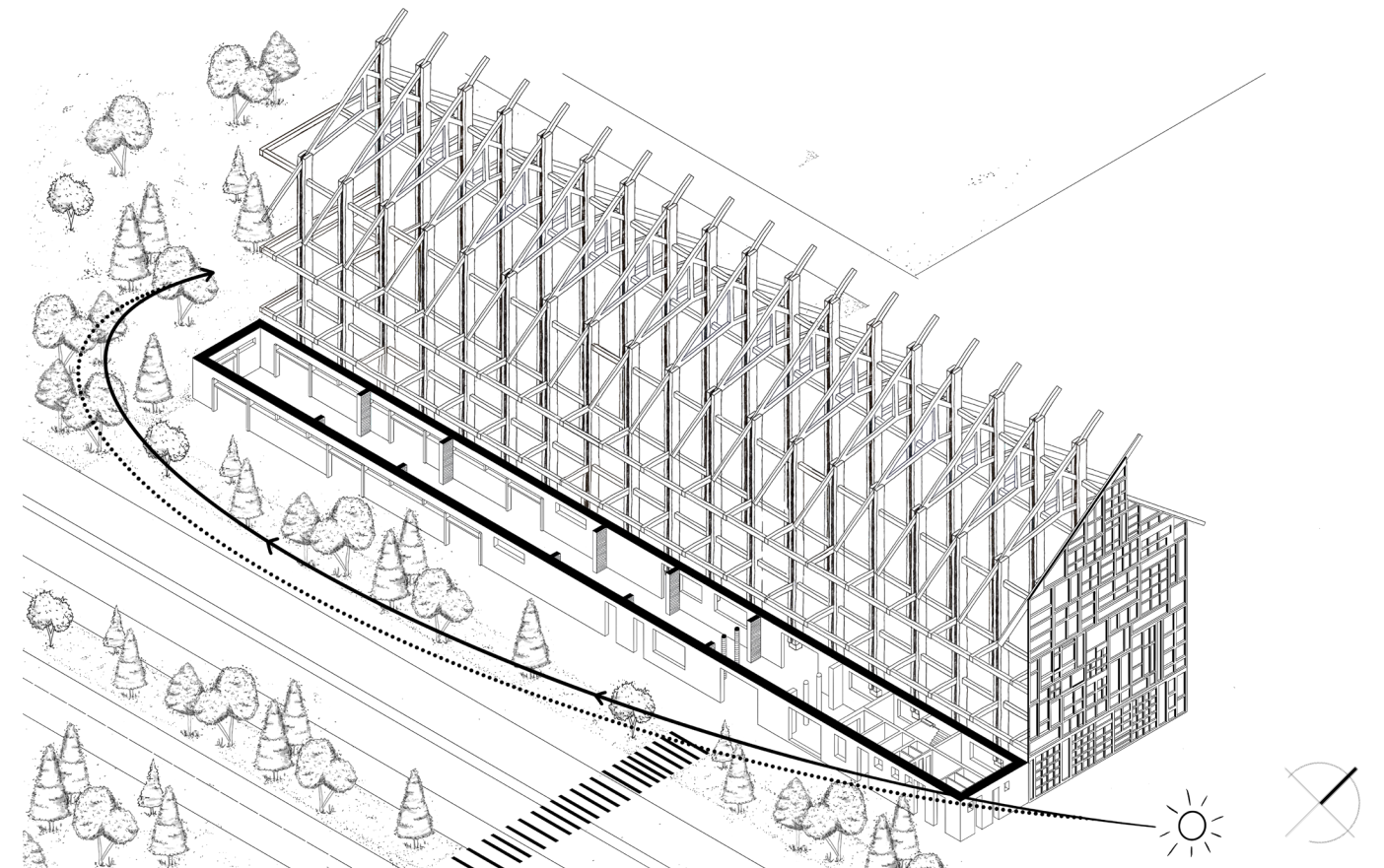
Restwarmte

De installaties voor de werking van het warmtemodel samen met de watertanks geven op zichzelf ook warmte af. Deze warmte kan in zijn geheel beschouwd worden als passieve warmte. In plaats van deze warmte als verloren te beschouwen, worden deze ingezet voor ruimteverwarming. Door de installaties doordacht te plaatsen in een ruimte en deze ruimte verbonden is door middel van openingen met het bestaande gebouw, vullen deze ruimtes zich met passieve warmte.

Zonnewinsten

Daarnaast wordt er in het ontwerp maximaal ingezet voor passieve zonnewinsten. Zoals eerder vermeld, is het gebouw georiënteerd richting Oost-West. Wat betekent dat de grootste geveloppervlak gericht is naar het Zuiden en zo het maximaal ingezet kan worden voor zonnewinsten. Zoals onderstaande afbeelding ook weergeeft zal de West- en Oostgevel weinig zon ontvangen in de wintermaanden, maar dit verandert vanaf april wanneer de zon eerder opkomt en later ondergaat. Rond oktober-november krijgen deze gevels weer weinig tot geen (ochtend)zon.

De strategie gehanteerd voor het genereren van warmtewinsten, is om zo groot mogelijke passieve warmtewinsten te generen zodat er zo min mogelijk aan installaties toegevoegd moeten worden.



Figuur 71 verduidelijking loopbaan van de zon (Eigen figuur, 2025).

Actieve systemen

Voor ruimteverwarming van het gebouw moeten er geen bijkomende actieve systemen toegepast worden aangezien de passieve warmte grootschalig is.

Koeling

Passieve systemen

Waterpartijen en nachtventilatie

De controle over temperatuur en ventilatie is eveneens essentieel. De passieve zonnewinsten die optimaal worden ingezet zorgen ook voor oververhitting in de zomermaanden. Vandaar dat in het ontwerp zo veel mogelijk natuurlijke koeling ingezet wordt om de oververhitting tegen te gaan.

Zoals eerder vermeld is de lange zijde van de gevel gericht naar het zuiden. Volgens het KMI komt de meeste wind in België van het zuidwesten (KMI, n.d.). Vandaar dat de openingen van het reeds bestaande volume optimaal worden ingezet om een luchttocht te creëren. In de botanische tuin wordt een waterpartij met waterplanten voorzien. Deze waterpartij is strategisch geplaatst lang de zuidgerichte openingen om zo de warme lucht die van het zuidwesten komt gedeeltelijk af te koelen. Zoals te zien op figuur 72 neemt het water warmte op uit de lucht om te kunnen verdampen, wanneer lucht langs of over een wateroppervlak stroomt. Verdamping is een endotherm proces, wat betekent dat het energie (warmte) aan de lucht onttrekt waardoor de lucht afkoelt (Santamouris, 2013). Wanneer wind over de waterpartij waait, wordt het verdampingsproces versneld en wordt de gekoelde lucht verplaatst naar aangrenzende zones (Emmanuel & Fernando, 2007). In deze zone wordt een nieuw trekpat gemaakt door het ontwerp van de spantstructuur. De warme lucht stijgt en kan via het dakraam doorstromen naar buiten. Dit dakraam kan ook in de nacht aangestuurd worden zodat het onderdeel wordt van nachtventilatie. Deze strategie maakt gebruik van koele buitenlucht om de binnenlucht en de temperatuur van de constructie van het gebouw te verlagen (Universiteit Hasselt, 2024).

Actieve systemen

Evaporatieve koeling

Het passieve systeem wordt aangevuld door een actief systeem dat op een gelijkaardige manier te werk gaat. Het actieve systeem is evaporatieve koeling. Door middel van verneveling wordt het binnenklimaat gereguleerd. Verdampingskoeling is een techniek die gebaseerd is op het effect van verdamping als koellichaam. De koeling van lucht wordt verkregen doordat een hoeveelheid voelbare warmte wordt geabsorbeerd door het water en wordt gebruikt als latente bron voor verdamping (Universiteit Hasselt, 2024). Daarbij aanvullend werkt evaporatieve koeling voedend voor de beplanting.

Ventilatie

De toepassing van evaporatieve koeling in een botanische tuin creëert een vochtig binnenklimaat dat gunstig is voor planten, maar minder aangenaam kan zijn voor menselijke bezoekers. Een te hoge relatieve luchtvochtigheid (> 60%) vermindert het thermisch comfort, zeker wanneer ook luchtsnelheid en temperatuur onvoldoende gereguleerd zijn. Om hierop in te spelen, werd een hybride strategie ontwikkeld die passieve en actieve ingrepen combineert en inspeelt op ruimtelijke differentiatie.

Passieve systemen

Schoorsteeneffect en kruisluchtstromen

Vanuit passieve hoek wordt ingezet op natuurlijke ventilatie via het schoorsteeneffect en kruisluchtstromen, ondersteund door strategisch geplaatste openingen in de gevel en het dak. Zo is de vliesgevel van het gebouw opgebouwd uit gerecupereerde ramen van woningen die worden afgebroken binnen het masterplan. Voor een passieve manier van ventileren zijn deze ramen interessant, aangezien deze elk individueel opengezet kunnen worden. Mensen kunnen naar eigen behoefte de ramen openzetten. Moeilijk bereikbare ramen worden herwerkt naar geautomatiseerde ramen die opengezet worden wanneer de luchtkwaliteit daalt.

Deze manier van ventileren maakt dat warme en vochtige lucht kan ontsnappen via hoger gelegen openingen, terwijl koelere en drogere lucht binnenstroomt via lagere gelegen openingen. Bovendien wordt gebruikgemaakt van materialen met hygroscopische eigenschappen, zoals hout, die tijdelijk vocht opnemen en bijdragen aan de buffering van luchtvochtigheid op lokaal niveau (Laminated Timber Solutions, 2019). Daarnaast worden de plantenzones ruimtelijk gedifferentieerd: zones met intensieve beplanting en verdamping worden afgewisseld met droge luchtzones zoals circulatiepaden of rustplaatsen. Deze zones fungeren als zogenaamde ademkamers, waar de lucht droger en koeler aanvoelt voor bezoekers.

Actieve systemen

Ventilatiesysteem C+

Aanvullend worden actieve technieken ingezet voor regelbare mechanische ventilatie met luchtvochtigheidscontrole. Hiervoor is ventilatiesysteem C+ geschikt. Ventilatiesysteem C+ is een vraaggestuurd ventilatiesysteem waarbij verse lucht op natuurlijke wijze wordt toegevoerd en vervuilde lucht intelligent mechanisch wordt afgevoerd. Door in te spelen op de werkelijke luchtkwaliteit, combineert C+ een goed binnenklimaat met een lage energievraag. Zo is dit ventilatiesysteem zonder de complexiteit of kost van een volledig mechanisch systeem zoals systeem D (Renson, n.d.). Dit systeem kan specifiek in de gebruikerszones de luchtkwaliteit verbeteren zonder de botanische werking van de tuin aan te tasten.

Door de natste zones (zoals mistvernevelaars of druppelirrigatie) te onderscheiden van de verblijfplekken, ontstaat een evenwicht tussen ecologische werking en menselijk comfort. Deze strategie sluit aan bij principes van bioklimatisch ontwerpen, waarbij architectuur zich aanpast aan lokale klimaatcondities en actief samenwerkt met natuurlijke processen om energie- en klimaat efficiëntie te maximaliseren (Iberdrola, n.d.).

Licht

Passieve systemen

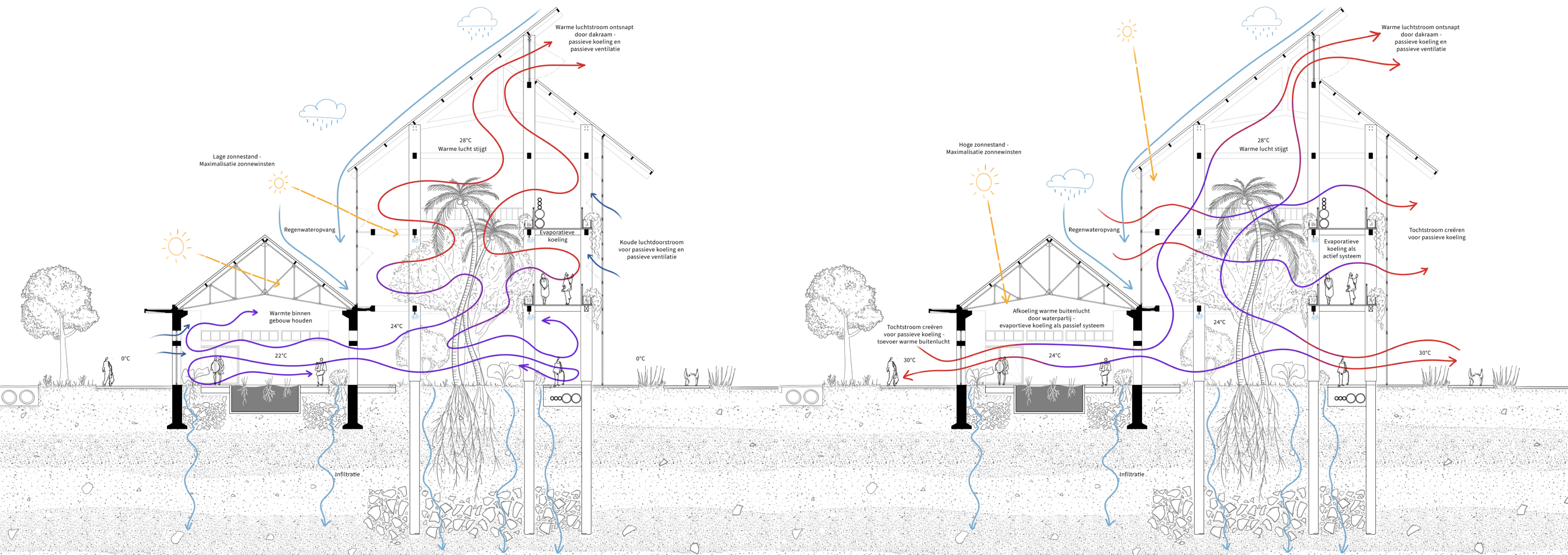
Daglicht

Vanzelfsprekend is daglicht het passieve systeem dat wordt toegepast. De raampartijen laten overdag een grote hoeveelheid daglicht binnen waardoor artificieel licht overbodig is.

Actieve systemen

Artificieel licht

Naarmate de avond nadert en daglicht mindert, wordt overgeschakeld naar artificieel licht. Er wordt gewerkt met LED-verlichting die het gebouw doen oplichten in de avond. Het gaat hier enerzijds over functioneel licht en anderzijds over sfeerverlichting die aanwezig is om veiligheidsredenen. Op deze manier wordt het gebouw geen donkere plek en geen trekpleister voor vandalisme.



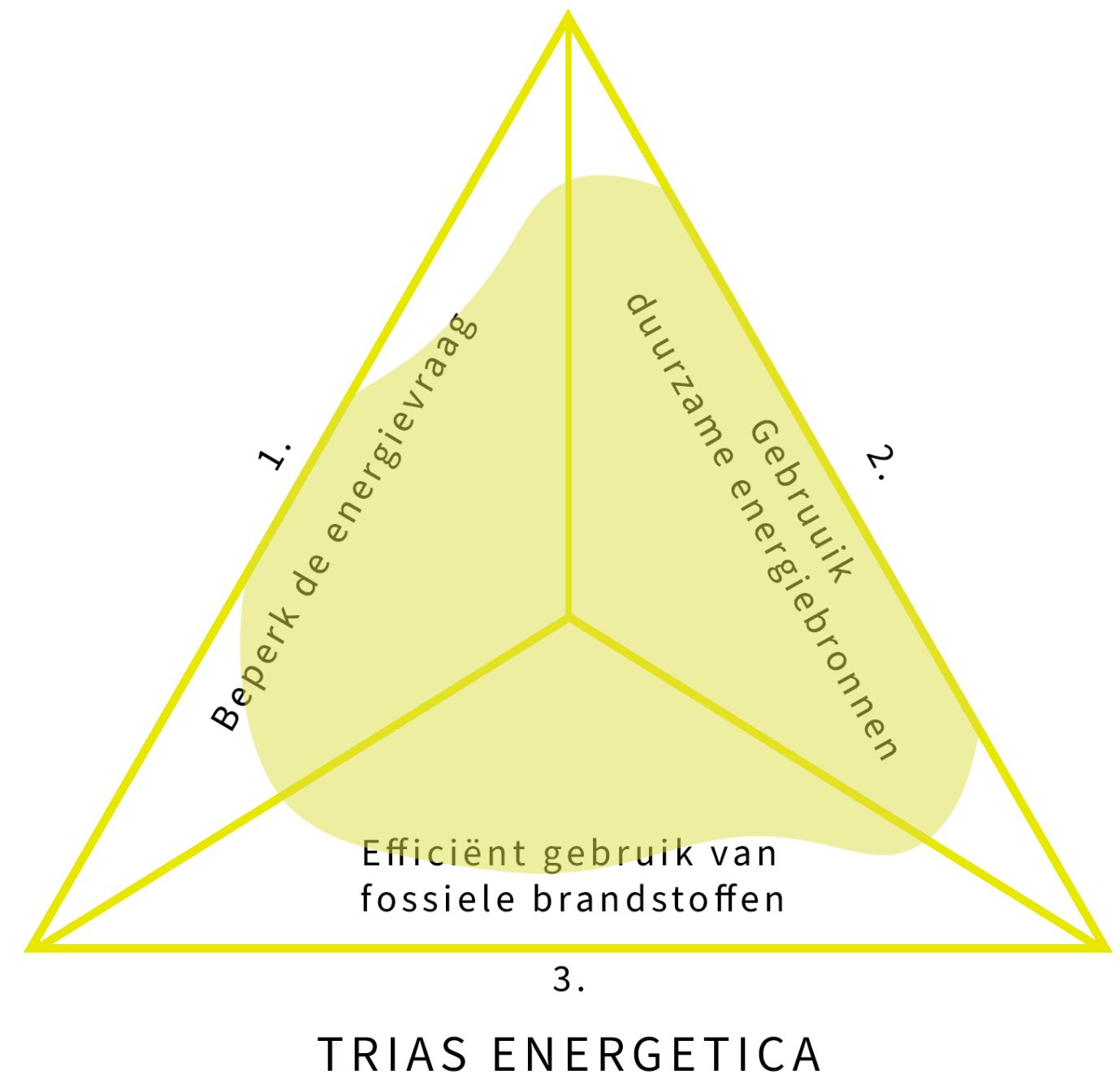
Wintermaanden

Zomermaanden

Figuur 72 Technische snede - Temperatuurstromingen, maximalisatie zonnewinsten & regenwateropvang (Eigen figuur, 2025).

Conclusie

Door het ontwerp te analyseren en alles in rekening te brengen is de Trias Energetica ingevuld, zoals figuur 73 aantoont. Hoe meer elke driehoek is ingevuld, hoe beter het ontwerp inspeelt op dat punt. Voor Trias Energetica wordt de energievraag beperkt door veel in te zetten op passieve systemen. Ook wordt er optimaal gekeken naar het gebruik van duurzame energiebronnen. Vandaar dat deze twee zeker de bovenranden raken. Daarnaast wordt er wel nog steeds gebruik gemaakt van fossiele brandstoffen, door het hybride systeem, al worden dezen zo minimaal mogelijk ingezet. Daarom wordt de driehoek over het efficiënt gebruik van fossiele brandstoffen slechts tot in de helft ingekleurd. Algemeen beschouwd speelt dit project goed in op Trias energetica.



3.5.2. Trias Materia

Concept

De materialisatie van gebouwen is fundamenteel verbonden met de klimaatcrisis, aangezien de productie, verwerking en toepassing van bouwmaterialen verantwoordelijk is voor een aanzienlijk deel van de wereldwijde CO₂-uitstoot. Zo veroorzaakt cementproductie, een basisonderdeel van beton, ongeveer 8 procent van de wereldwijde emissies (Lehne & Preston, 18 C.E.). Staalproductie is goed voor zeven procent (International Energy Agency, 2020). Veel hedendaagse gebouwen worden nog steeds volgens een lineair model ontworpen, waarbij materialen na gebruik worden weggegooid in plaats van hergebruikt, wat niet duurzaam is op lange termijn (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Vandaar dat duurzaam ontwerpen niet los kan staan van materialisatie. Vanuit het concept van Trias Energetica, waar energie efficiëntie centraal staat, gaat Trias Materia dieper in op de bewustwording van het materiaalgebruik. Trias Materia levert een praktische strategie aan de hand van drie stappen:

Stap 1: beperk de hoeveelheid materialen

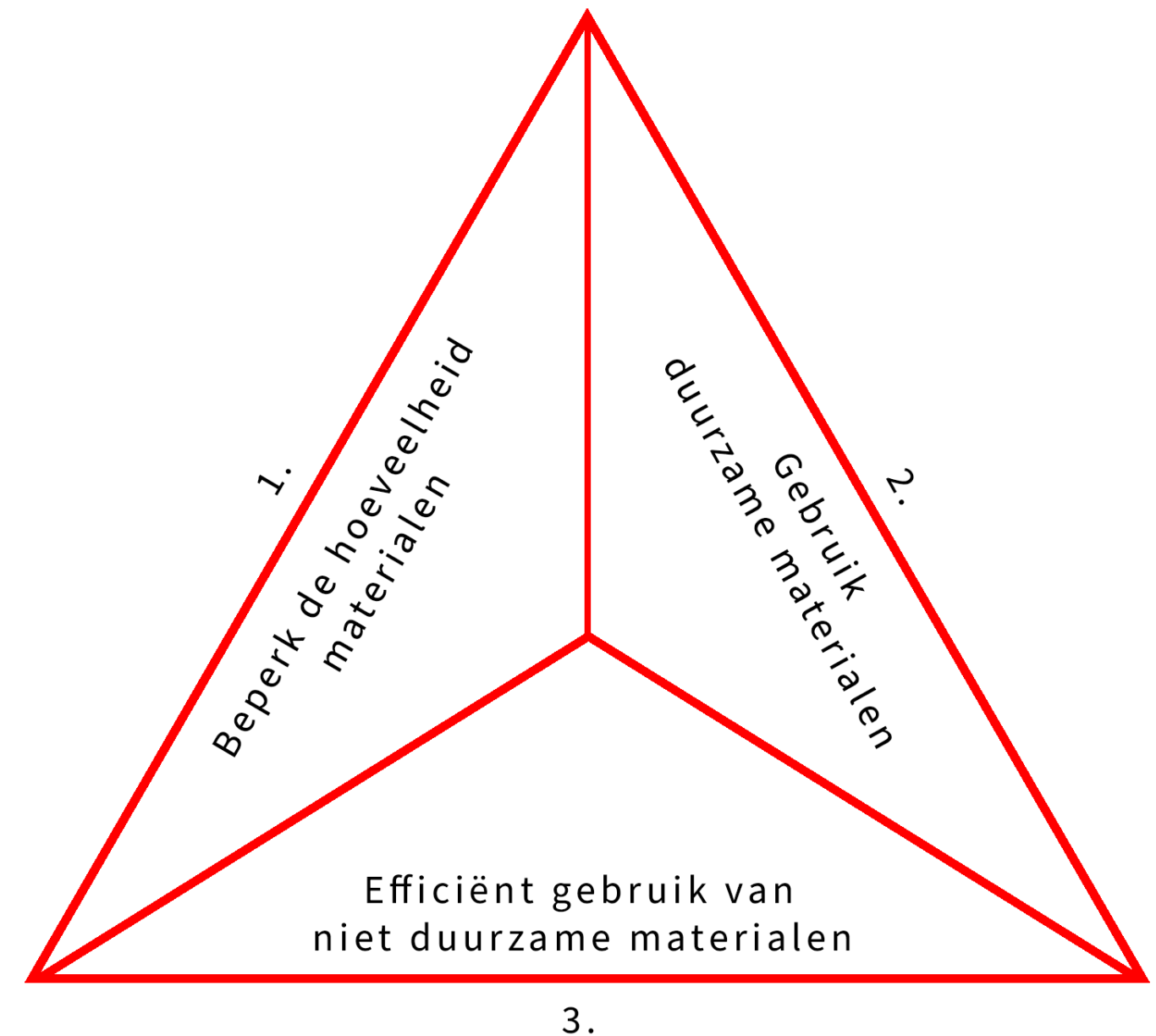
De eerste stap binnen de Trias Materia is het beperken van het materiaalgebruik. Dit principe stelt dat het duurzaamste materiaal datgene is dat je niet gebruikt. Door compact en efficiënt te ontwerpen, kunnen architecten het gebruik van grondstoffen drastisch reduceren. Denk hierbij aan het vermijden van overdimensionering, het toepassen van slanke constructies en het ontwerpen van multifunctionele ruimtes of modules die herconfigureerbaar zijn. Ook demonteerbaarheid speelt hier een rol: hoe eenvoudiger een gebouw uit elkaar te halen is, hoe beter het aangepast of hergebruikt kan worden zonder nieuw materiaalverbruik. Deze ontwerpfilosofie sluit aan bij de principes van de circulaire economie, waarin het verminderen van primaire grondstoffen een prioriteit is (Ellen MacArthur Foundation, 2016).

Stap 2: gebruik duurzame materialen

Wanneer materiaalgebruik onvermijdelijk is, gaat de voorkeur uit naar hernieuwbare of hergebruikte materialen. Hernieuwbare materialen, zoals hout, vlas of bamboe, slaan vaak CO₂ op tijdens hun groei en kunnen na hun levensduur biologisch afbreekbaar zijn. Hergebruikte materialen (zoals bakstenen, houten balken, ramen of gevelpanelen) verlengen de levensduur van grondstoffen en verminderen de nood aan nieuwe productie. In de circulaire economie betekent dit dat materialen zo lang mogelijk in omloop blijven binnen gesloten kringlopen, zonder hun waarde te verliezen. Voor een goede selectie kunnen architecten gebruik maken van instrumenten zoals LCA (levenscyclusanalyse) of de MilieuPrestatie Gebouwen (MPG). Door materialen zorgvuldig te documenteren en te detailleren op losmaakbaarheid, wordt de waarde van deze bronnen behouden voor toekomstige cycli (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Stap 3: Efficiënt gebruik van niet duurzame materialen

Indien hernieuwbare of hergebruikte materialen niet voldoen aan de technische of functionele eisen, kunnen niet-hernieuwbare materialen worden toegepast. Het is hierbij essentieel dat deze materialen monomateriaal worden toegepast en demontabel worden ingebouwd, zodat ze aan het einde van hun gebruiksduur eenvoudig gescheiden en opnieuw gebruikt kunnen worden. Dit niveau vereist een ontwerpbenadering waarin materialisatie niet alleen esthetisch of structureel wordt benaderd, maar ook in functie van materiële circulariteit. De Ellen MacArthur Foundation benadrukt dat het ontwerp van gebouwen cruciaal is om materialen op hoogwaardige wijze in kringlopen te houden en zo de impact op het milieu te minimaliseren (Ellen MacArthur Foundation, 2015).



Figuur 74 Trias Materia (Eigen figuur, 2025).

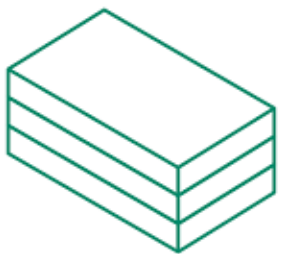
Ontwerptoepassing
Herbestemming

De toepassing van Trias Materia start bij de herbestemming van het stationsgebouw van Waterschei. In plaats van het bestaande gebouw af te breken en te vervangen, wordt het behouden en getransformeerd tot een functioneel onderdeel van de nieuwe warmtehub. Deze ingreep sluit aan bij de eerste stap van Trias Materia: het beperken van materiaalgebruik. Door de bestaande structuur te respecteren en te integreren, wordt niet alleen historisch erfgoed bewaard, maar ook de milieu-impact van sloop vermeden. Het hergebruik van de dragende structuur en de ruimtelijke organisatie vermindert de nood aan nieuwe materialen aanzienlijk en verlengt de levensduur van het gebouw.

Circulaire constructie

De primaire en secundaire structuur van het nieuwe architecturaal volume worden opgetrokken in gelijmd gelamelleerd hout (BLC), een duurzaam alternatief voor conventionele bouwmaterialen zoals beton of staal. BLC bestaat uit houten lamellen die boven elkaar verlijmd worden zodat hun vezel evenwijdig loopt. De lamellen worden bekomen door verschillende planken aan elkaar te lassen. De verbinding tussen de lamellen wordt tot stand gebracht door lijmen waarvan de mechanische eigenschappen minstens gelijk zijn aan die van de houten lamellen, zodat het geheel zich gedraagt als één massief stuk en zorgt zo voor hoge sterkte, stabiliteit en vormvastheid. Het resultaat is een houten spant of kolom die in een gebogen of rechte vorm uitermate geschikt is voor het overbruggen van grote afstanden of dragen van grote lasten.

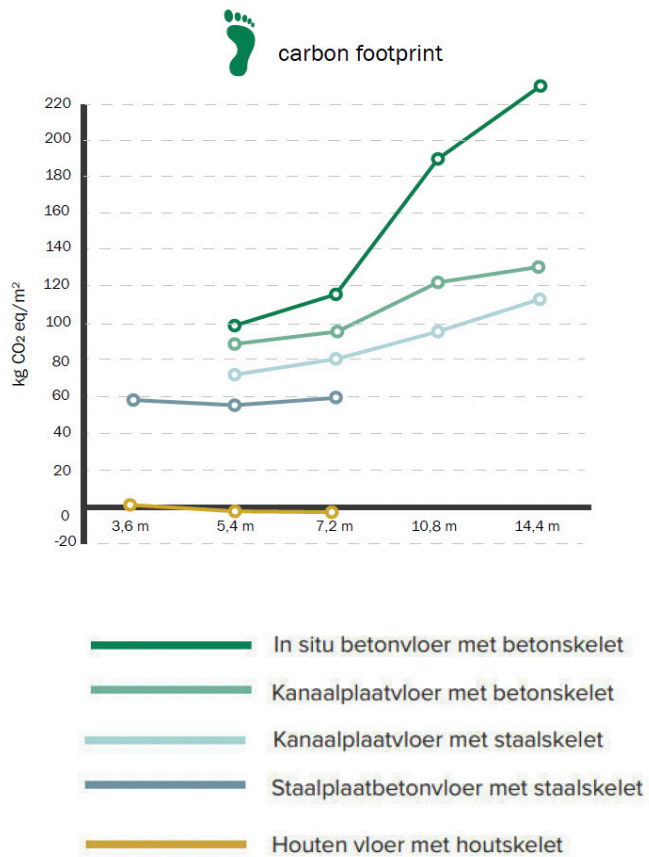
In vergelijking met beton, dat een zeer hoge CO₂-voetafdruk heeft door cementproductie, heeft BLC een negatieve CO₂-balans tijdens zijn levensfase: het slaat koolstof op in plaats van uit te stoten. Bovendien is CLB een hernieuwbaar materiaal, afkomstig uit duurzaam beheerde bossen . Ook het lichte gewicht en de prefab-verwerkbaarheid maken CLB tot een efficiënt bouw materiaal met een lage milieu-impact in transport en montage (Laminated Timber Solutions, 2019).



Figuur 75 Tekening BLC - evenwijdige lagen (Laminated Timber Solutions, 2019).



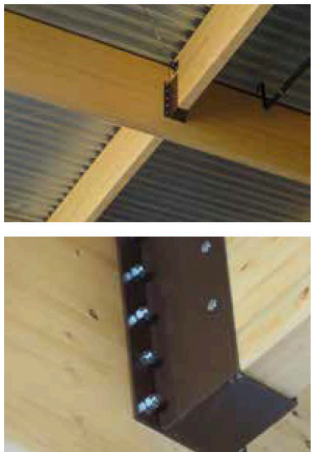
Figuur 76 Referentieproject Westpoort in Amsterdam - Toepassing BLC (Laminated Timber Solutions, 2019).



Figuur 77 Vergelijking gewicht van betonnen en houten vloeren (INBO, 2021).

Er kunnen voor BLC drie soorten verbinding onderscheiden worden: onderscheiden 3 types verbinding:

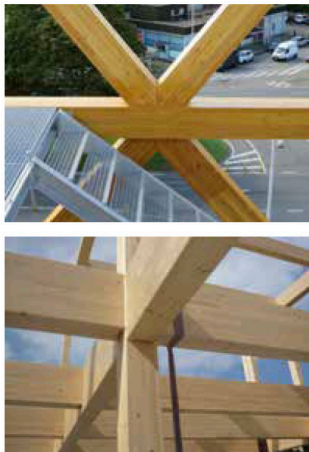
zichtbare
verbindingen



semi-zichtbare
verbindingen

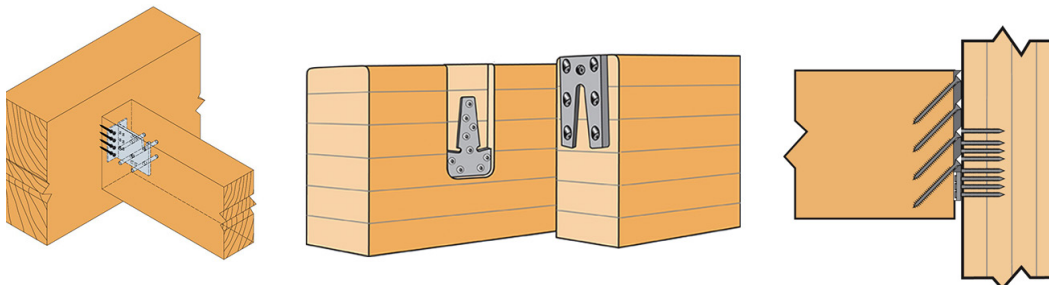


niet zichtbare
verbindingen



Figuur 78 Drie soorten verbindingen (Laminated Timber Solutions, 2025).

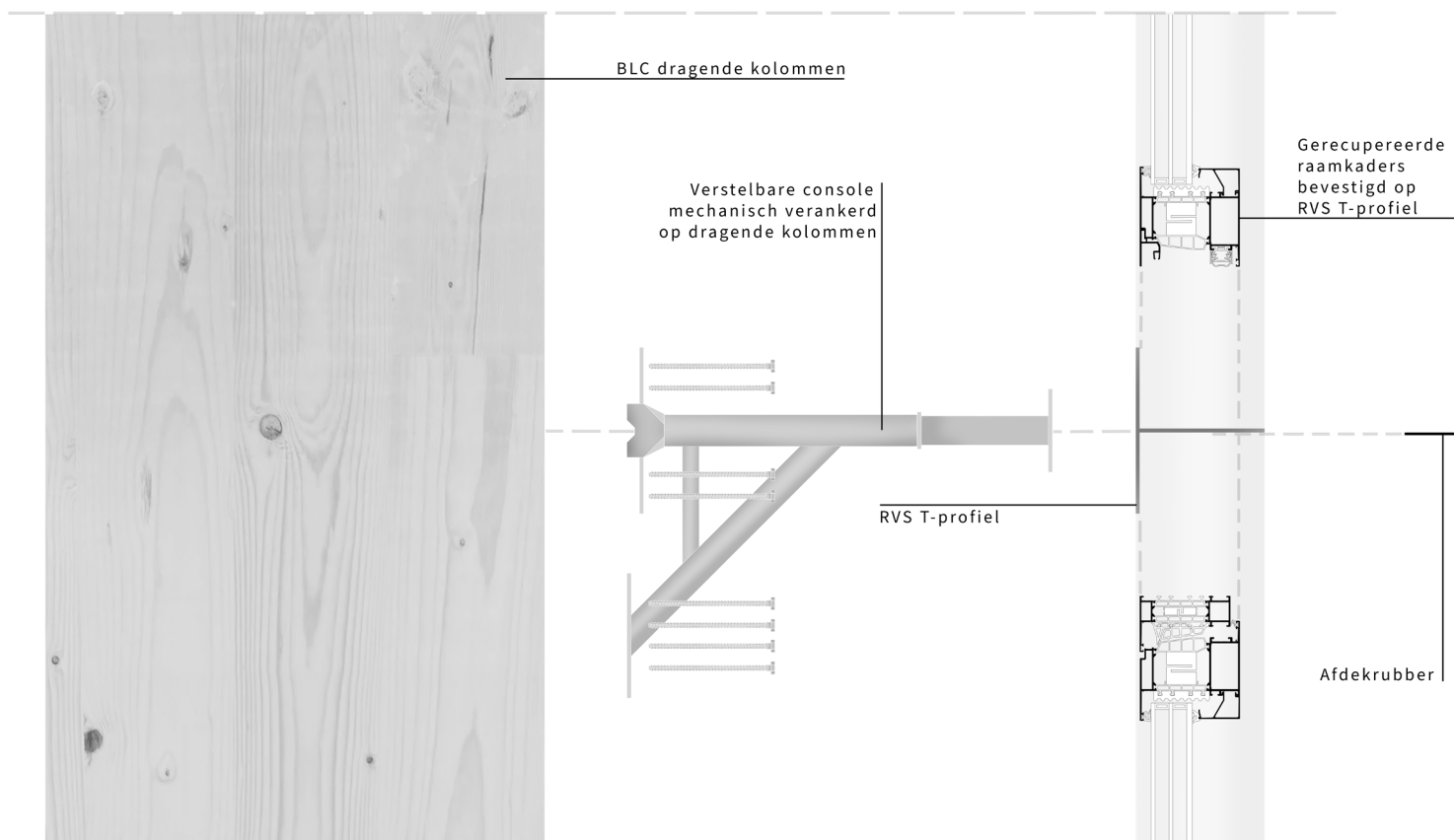
De keuze voor een type verbinding wordt bepaald omwille van technische of esthetische eisen. In dit ontwerpproject wordt voor niet-zichtbare verbindingen gekozen. Er zijn diverse niet-zichtbare verbindingen mogelijk. In dit ontwerpproject wordt er gekozen om de zwaluwstaartverbindingen, de middelste verbinding in onderstaande figuur. Deze verbinding is ontworpen om demontabel te zijn en bevordert zo het aspect circulair bouwen (Laminated Timber Solutions, 2019).



Figuur 79 Drie soorten verbindingen (Laminated Timber Solutions, 2025).

Urban Mining

Binnen het bredere masterplan worden een aantal woningen ontmanteld. Deze worden niet beschouwd als afval, maar als een materialenbank. Dit principe van urban mining wordt toegepast op de vliesgevel van het nieuwe serrevolume, waarin gerecupereerde ramen van gesloopte woningen worden geïntegreerd. De ramen worden zorgvuldig uitgebouwd, hersteld en in een atelier opnieuw samengesteld tot grotere gevelelementen uit staalprofielen (zie fig. 82). De gevel fungeert niet enkel als wind- en regenscherm, maar wordt opgevat als een kunstwerk dat verwijst naar de lokale geschiedenis en de verhalen van de verdwenen huizen. Zoals geïllustreerd in figuur 80, wordt de volledige gevelstructuur als een lichte vliesgevel ‘opgehangen’ aan de dragende BLC-structuur van de kolommen. Dit gebeurt via herstelbare consoles die enerzijds aan de BLC-kolommen worden bevestigd en anderzijds verbinding maken met het stalen rasterwerk. Deze methode laat toe om de gevel op een demonteerbare manier te bevestigen, wat gunstig is voor onderhoud, aanpasbaarheid en toekomstig hergebruik van de elementen. Zo ontstaat een gevel die zowel expressief als circulair is, waarin materiële en culturele waarden hand in hand gaan. Tegelijk stelt de vliesgevel, door zijn transparantie, de elementen binnenin ten toon en laat het daglicht doordringen in het gebouw, wat bijdraagt aan comfort en energie-efficiëntie.



Figuur 80 exploded view aansluiting raamkaders met primaire structuur (Eigen figuur, 2025).

Duurzaamheid in de niet duurzame materialen

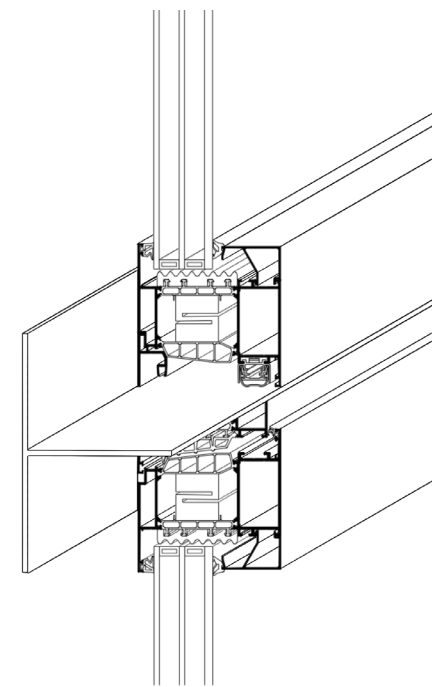
Hoewel het streven naar circulair bouwen de voorkeur geeft aan hernieuwbare of hergebruikte materialen, zijn technische installaties in veel gevallen nog steeds vervaardigd uit niet-duurzame materialen, met een hoge energie-intensiteit tijdens de productie. In dit project wordt echter aangetoond dat deze installaties, waaronder leidingen, warmtewisselaars, pompen en ventilatiesystemen, in dienst staan van een hernieuwbaar energiesysteem gebaseerd op aquathermie en zonne-energie. Onderzoek toont aan dat de milieu-impact van dergelijke installaties binnen hun levenscyclus ruimschoots wordt gecompenseerd door de energie die ze opwekken of besparen (European Comission, 2020). Door slimme plaatsing en integratie dragen ze bovendien bij aan passieve verwarming en ventilatie, waardoor hun energieverbruik nog verder daalt. Zo wordt duurzaamheid ook gevonden in het zorgvuldig inzetten van materialen met een hogere milieu-impact, zolang ze op lange termijn méér opleveren dan ze kosten.

Afwerkingstechniek: Kalktoepassing op diverse materialen

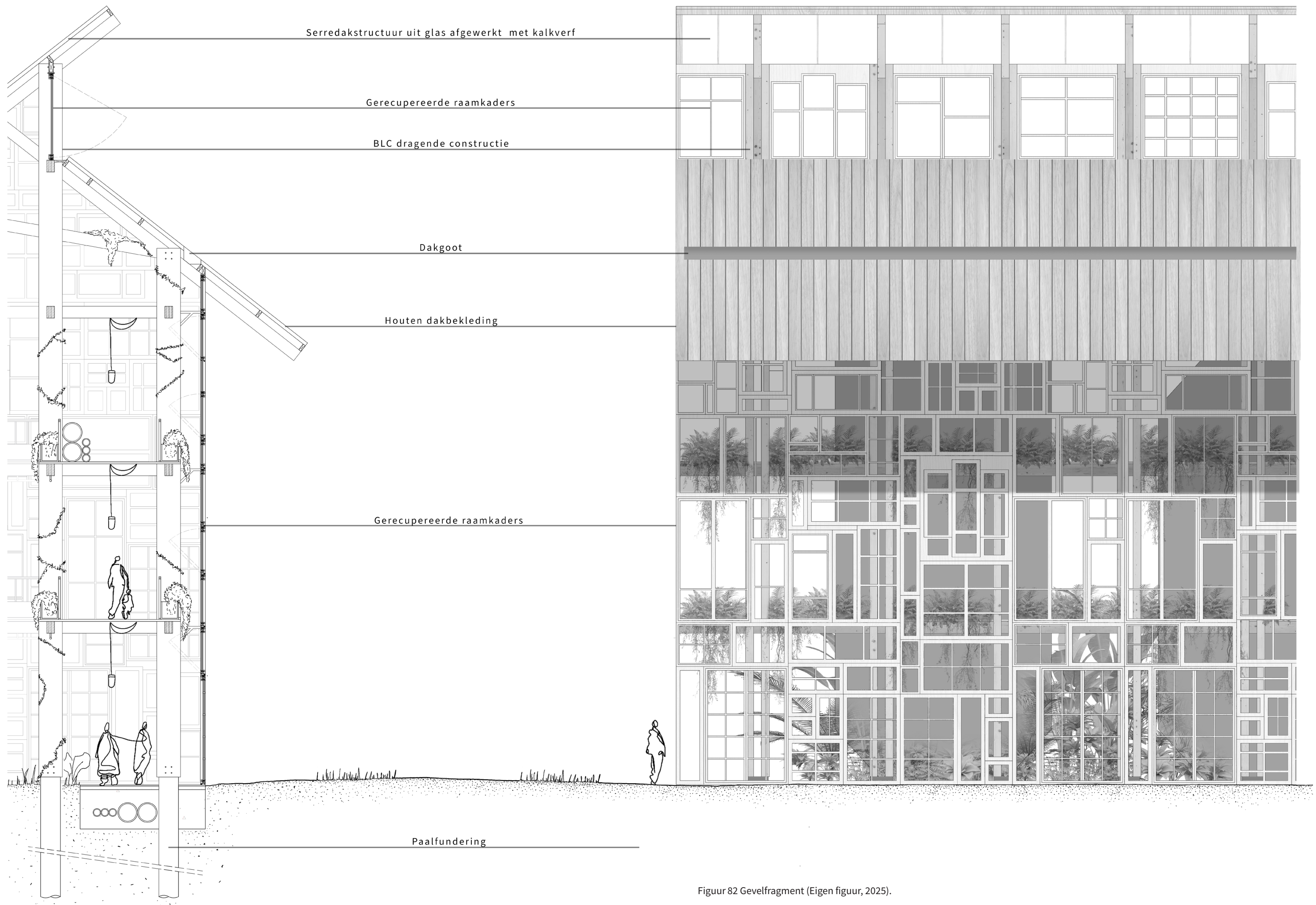
In dit project wordt kalk ingezet als een veelzijdige afwerkingstechniek voor verschillende materialen.

Voor het nieuwe architecturale volume worden de glazen daken behandeld met kalk, ook wel kalkmelk genoemd, om overmatige zoninstraling te weren en de temperatuur in de serre te verlagen. Dit is essentieel voor de gezondheid van de planten. Het aanbrengen van een wit kalkscherm op de ramen reflecteert een deel van het zonlicht, waardoor de serre koeler blijft (Velt, n.d.).

Voor de gevels worden gerecupereerde raamkaders gebruikt, die variëren in materiaal en kleur. Om een uniforme en esthetische uitstraling te verkrijgen, worden deze behandeld met kalkverf. Kalkverf biedt meerdere voordelen: het is ademend, waardoor vocht in de onderliggende materialen kan verdampen en zo vochtproblemen worden verminderd. Bovendien is kalkverf milieuvriendelijk omdat het op basis van natuurlijke ingrediënten wordt gemaakt en geen synthetische stoffen bevat. De matte, rustieke uitstraling van kalkverf draagt bij aan een authentieke en harmonieuze gevelafwerking (BC Materials, 2023).



Figuur 81 3D visualisatie raamkaders (Eigen figuur, 2025).



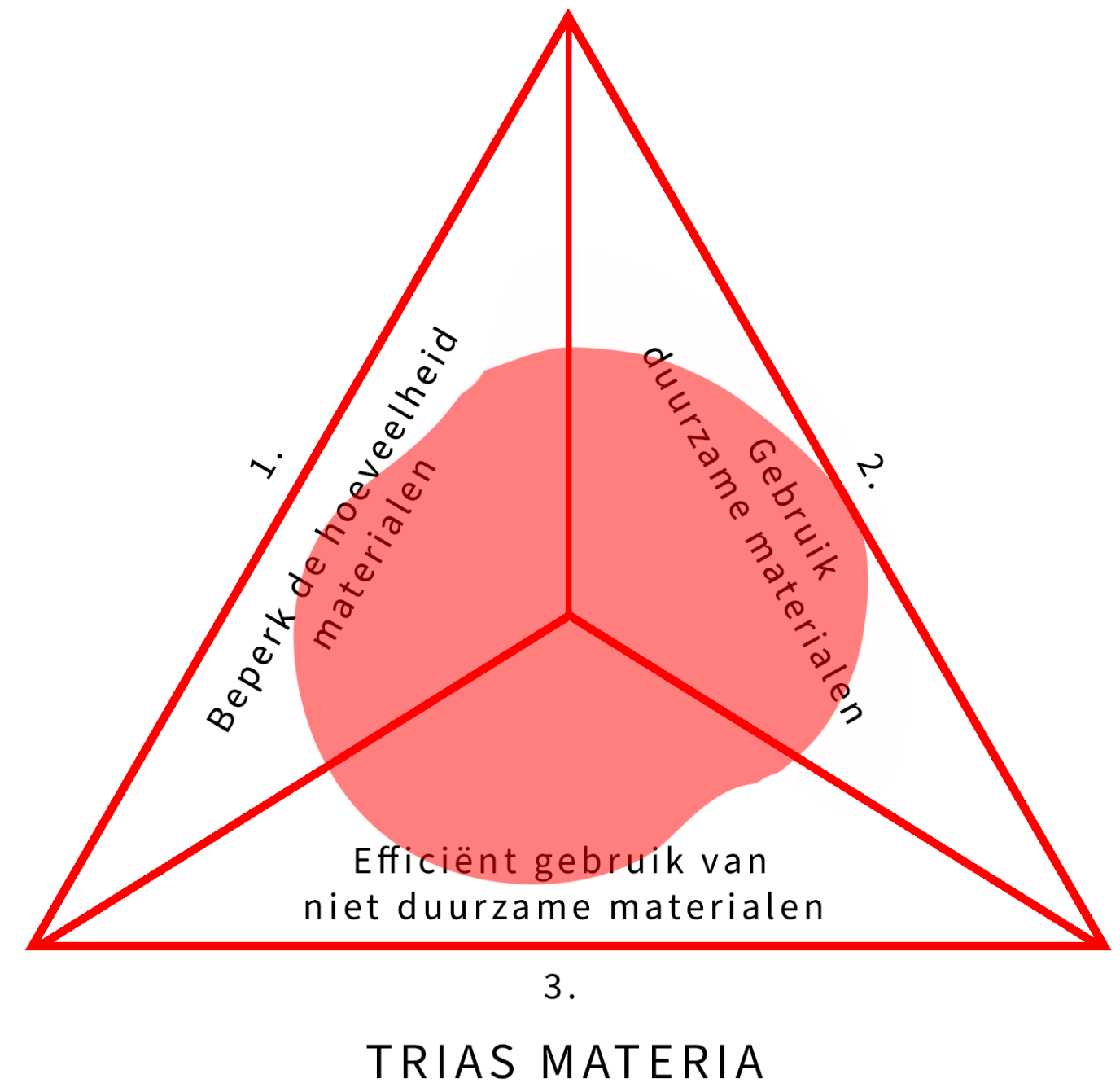
Figuur 82 Gevelfragment (Eigen figuur, 2025).

2024-2025

Faculteit Architectuur & Kunst

Conclusie

Door het ontwerp van het project te toetsen aan de principes van Trias Materia wordt duidelijk dat materialisatie hier op een bewuste en toekomstgerichte manier wordt benaderd (Fig 83). In de eerste plaats wordt het materiaalgebruik beperkt door het herbestemmen van het bestaande stationsgebouw. Dit vermijdt de impact van afbraak en vervangt het idee van tabula rasa door een strategie van behoud en transformatie. Vervolgens wordt in het nieuwe serrevolume maximaal ingezet op het gebruik van duurzame materialen zoals BLC, een houtproduct met sterke structurele kwaliteiten én lage ecologische impact. De gevel wordt gerealiseerd via urban mining, waarbij gerecupereerde ramen uit de wijk een tweede leven krijgen in de vorm van een expressieve en performante vliesgevel. Zelfs de materialen die niet als duurzaam worden beschouwd, zoals technische installaties, worden ingezet op een manier die hun ecologische waarde in de tijd maximaliseert. Op die manier toont het project dat ook binnen materialisatie gedacht kan worden in termen van circulaire en regeneratieve waarde, in plaats van lineaire consumptie. Trias Materia fungeert in dit ontwerp als leidraad om bewuste keuzes te maken die bijdragen aan een architectuur die niet enkel ruimtelijk, maar ook ecologisch en maatschappelijk duurzaam is.



3.5.3. Trias Aquatica

Concept

In de strijd tegen droogte en waterschaarste krijgt het begrip ‘duurzaamwatergebruik’ steeds meer aandacht. Vandaar dat de strategie Trias Aquatica zeker niet kan ontbreken bij duurzaam ontwerpen. Trias Aquatica biedt door middel van een driestapsstrategie een kader voor duurzaam omgaan met water in de gebouwde omgeving. In dit concept wordt er gekeken naar efficiënt gebruik van water, het gebruiken van duurzame waterbronnen en de aanvulling van lokale grondwaterstand. Het concept is ontwikkeld in analogie met de Trias Energetica en biedt ontwerpers een leidraad om waterverbruik en-vervuiling te minimaliseren (Buildwise, 2025).

Stap 1: beperk het watergebruik

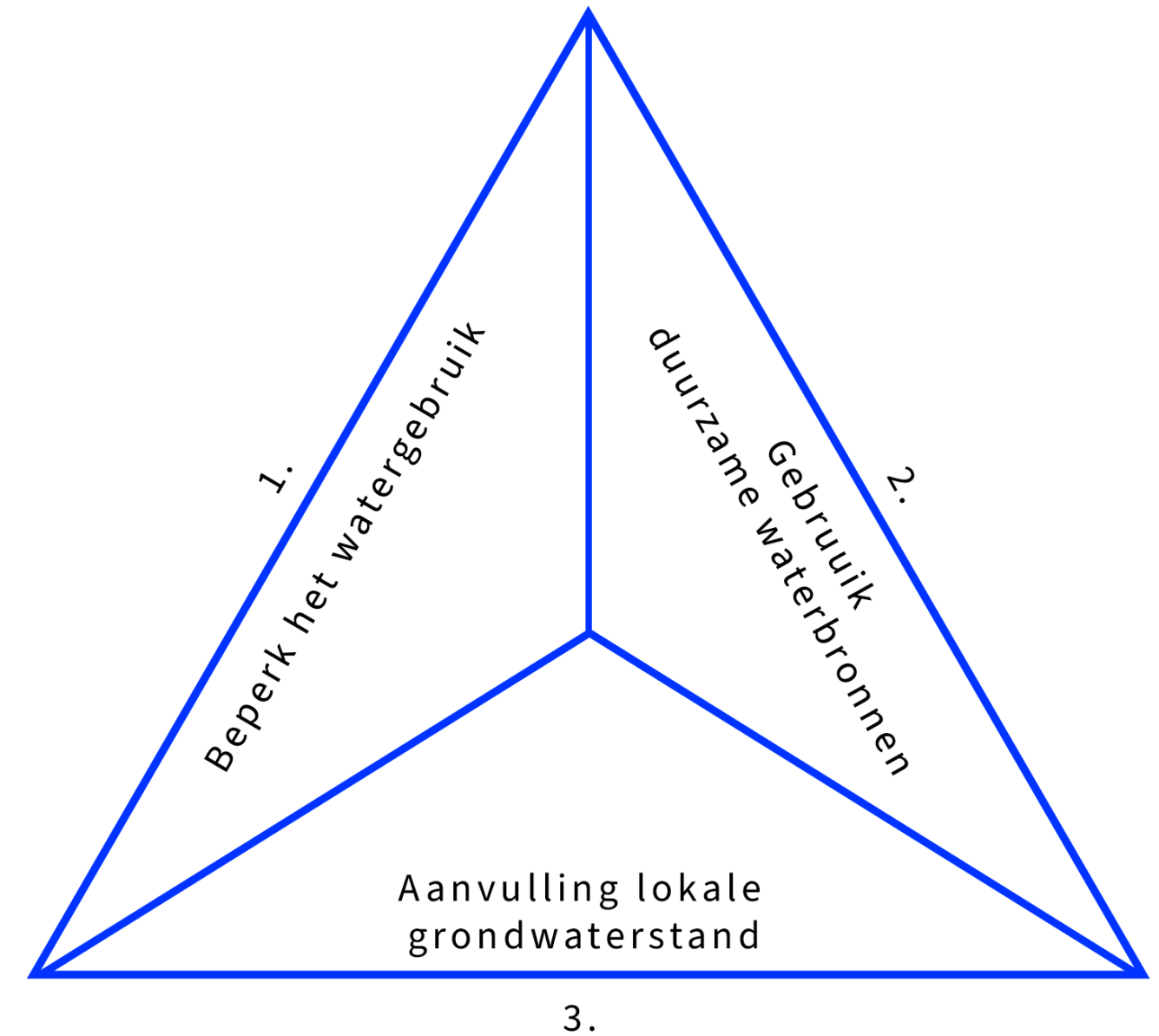
De eerste stap is het verminderen van de totale vraag naar water. Aan de hand van waterbesparende technieken (zoals waterbesparende kranen, toiletten en douchekoppen), gedragsverandering (bewust watergebruik) en ontwerpstrategieën (zoals collectieve wasserettes) kan deze vraag verlaagd worden. Door eerst te focussen op reductie wordt de druk op natuurlijke watervoorraden en de nood aan zuivering verkleind (Embuild Vlaanderen, n.d.).

Stap 2: gebruik duurzame waterbronnen

De tweede stap is het inzetten van alternatieve, duurzame waterbronnen zoals regenwater, grijswater (licht vervuild huishoudelijk afvalwater, bijvoorbeeld van douche of wasmachine), en eventueel oppervlaktewater of gezuiverd afvalwater. Deze bronnen kunnen ingezet worden voor toepassingen waar geen drinkwaterkwaliteit nodig is, zoals toiletspoeling, tuinirrigatie, schoonmaak of zelfs wasmachines. Dit reduceert de vraag naar drinkwater en maakt het systeem robuuster en veerkrachtiger (Embuild Vlaanderen, n.d.).

Stap 3: aanvulling van lokale grondwaterstand

Om de Trias Aquatica te vervolledigen is het wenselijk om de lokale grondwaterstand aan te vullen door middel van infiltratie, buffering en vergroening. Lokale infiltratie, in combinatie met water, bufferen en vertraagd afvoeren is van cruciaal belang om de grondwaterstanden aan te vullen (Embuild Vlaanderen, n.d.).



Figuur 84 Trias Aquatica (Eigen figuur, 2025).

Ontwerptoepassing

Collectief waterbeheer

Het ontwerp maakt gebruik van het potentieel van de site in Waterschei om waterbeheer niet alleen op gebouwniveau, maar ook op wijkniveau aan te pakken. Gezien de nabijheid van verschillende publieke en private instellingen zoals het stadion van KRC Genk, het funerarium en omliggende woonwijken, biedt de locatie kansen voor collectieve wateropvang. Door regenwaterstromen van verschillende daken en verharde oppervlakken te bundelen kan een gedeeld buffersysteem opgezet worden dat niet enkel het projectgebied ten goede komt, maar ook het bredere stedelijke weefsel ondersteunt. Deze vorm van collectief waterbeheer vergroot de efficiëntie en robuustheid van het watersysteem en verlaagt tegelijk de druk op het openbaar rioolnet.

Regenwateropvang en klimaatrobuuste buffering

In het ontwerp wordt regenwater hergebruikt voor twee essentiële functies: als bron voor evaporatieve koeling en als irrigatie voor de beplanting. Deze toepassing sluit naadloos aan bij de watercyclus van het project: regenwater wordt tijdelijk gebufferd, ingezet voor irrigatie en passieve koeling, en keert daarna via gecontroleerde infiltratie terug naar de natuurlijke omgeving. Om deze dubbele functie op een duurzame manier te ondersteunen, werd de dimensionering van een regenwaterput onderzocht met als doel een zo groot mogelijke autonomie te bereiken, met name tijdens langere periodes van droogte.

Om de jaarlijkse opvangcapaciteit te berekenen wordt gebruik gemaakt van volgende formule:

$$V_{opvang} = C \cdot A \cdot h$$

Met:

C = afvloeingscoëfficiënt

A = oppervlakte

h = gemiddelde jaarlijkse neerslag

Voor het project werden de schuine daken samen bekeken als oppervlakte goed voor 2 423m². De afvloeingscoëfficiënt bevat 0,925, wat representatief is voor steil hellende daken (WordPress, n.d.). De gemiddelde jaarlijkse neerslag in Genk bedraagt 810,6 mm (Koninklijk Meteorologisch Instituut, 2020a).

Door deze waarden in de formule in te vullen, wordt het volgende bekomen:

$$V_{opvang} = C \cdot A \cdot h = 0,925 \cdot 2\,423\text{m}^2 \cdot 0,8106\text{m} \approx 1\,816,8\text{m}^3 = 1\,816\,800\text{liter}$$

In het project kan jaarlijks ongeveer 1 816 800 liter aan regenwater worden opgevangen.

Vervolgens wordt er berekend welke dimensionering de regenwaterput nodig heeft indien twee essentiële functies vervult: als bron voor evaporatieve koeling en als irrigatie voor de beplanting. Volgens Milieu Centraal bedraagt het gemiddelde waterverbruik voor beplanting ongeveer 20 liter per vierkante meter per week (Milieu Centraal, n.d.). Voor de botanische tuin met een gemiddelde beplantingsoppervlakte van 450 m² resulteert dit in een wekelijks waterverbruik van 9 000 liter.

$$450\text{m}^2 \cdot 20\text{liter} = 9\,000\text{ liter/week}$$

Om een droge periode van bijvoorbeeld acht weken te kunnen overbruggen zonder externe aanvulling, is bijgevolg een opslagcapaciteit van minstens 72 000 liter (72 m³) vereist.

$$9\,000\text{ liter/week} \cdot 8\text{ weken} = 72\,000\text{ liter}$$

Aangezien het project jaarlijks ongeveer 1 816 800 liter aan regenwater kan worden opgevangen is dit ruimschoots voldoende om het jaarverbruik van de beplanting (ongeveer 468 000 liter per jaar) te dekken.

$$9\,000\text{ liter/week} \cdot 52\text{ weken} = 468\,000\text{ liter}$$

Door het integreren van een regenwaterput en wadi's in het landschappelijk ontwerp, draagt het systeem bij aan klimaatrobuustheid: het voorkomt watertekorten tijdens droogte, verlaagt piekbelasting van het rioleringsnet bij hevige regenval en versterkt de lokale waterkringloop.

Stormwaterbeheer en piekafvoerberekening

Om het watersysteem op de projectlocatie in Waterschei (Genk) te ondersteunen en het risico op overbelasting van het bestaande rioleringsnet te beperken werd ook een piekafvoerberekening uitgevoerd op basis van de rationele methode. Deze methode is een gangbare benadering voor het dimensioneren van regenwaterinfrastructuur bij kleinschalige stedelijke ontwikkelingen. Ze maakt gebruik van de formule:

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

waarbij Q de piekafvoer is in liter per seconde, C de afvloeingscoëfficiënt (dimensieloos), i de neerslagintensiteit in mm/uur en A de oppervlakte in hectare.

Voor het project werden de schuine daken genomen als oppervlakte. Samen bedragen ze 2 423m² (of 0,2423ha). De afvloeingscoëfficiënt bevat 0,925, wat representatief is voor steil hellende daken (WordPress, n.d.).

De neerslagintensiteit i werd bepaald aan de hand van de officiële IDF-curves van het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI) voor Genk (NIS-code 71016) (Koninklijk Meteorologisch Instituut, 2020b). Voor een regenbui van 10 minuten met een terugkeerperiode van 10 jaar, bedraagt de bijhorende neerslaghoeveelheid 13,4 mm, wat overeenkomt met een intensiteit van 80,4 mm/u (13,4 mm / 10 min × 60 min/u).

Door deze waarden in de formule in te vullen, wordt het volgende bekomen:

$$Q = 0,925 \cdot 80,4\text{mm/hr} \cdot 0,2423\text{ha} \approx 18,02\text{l/s}$$

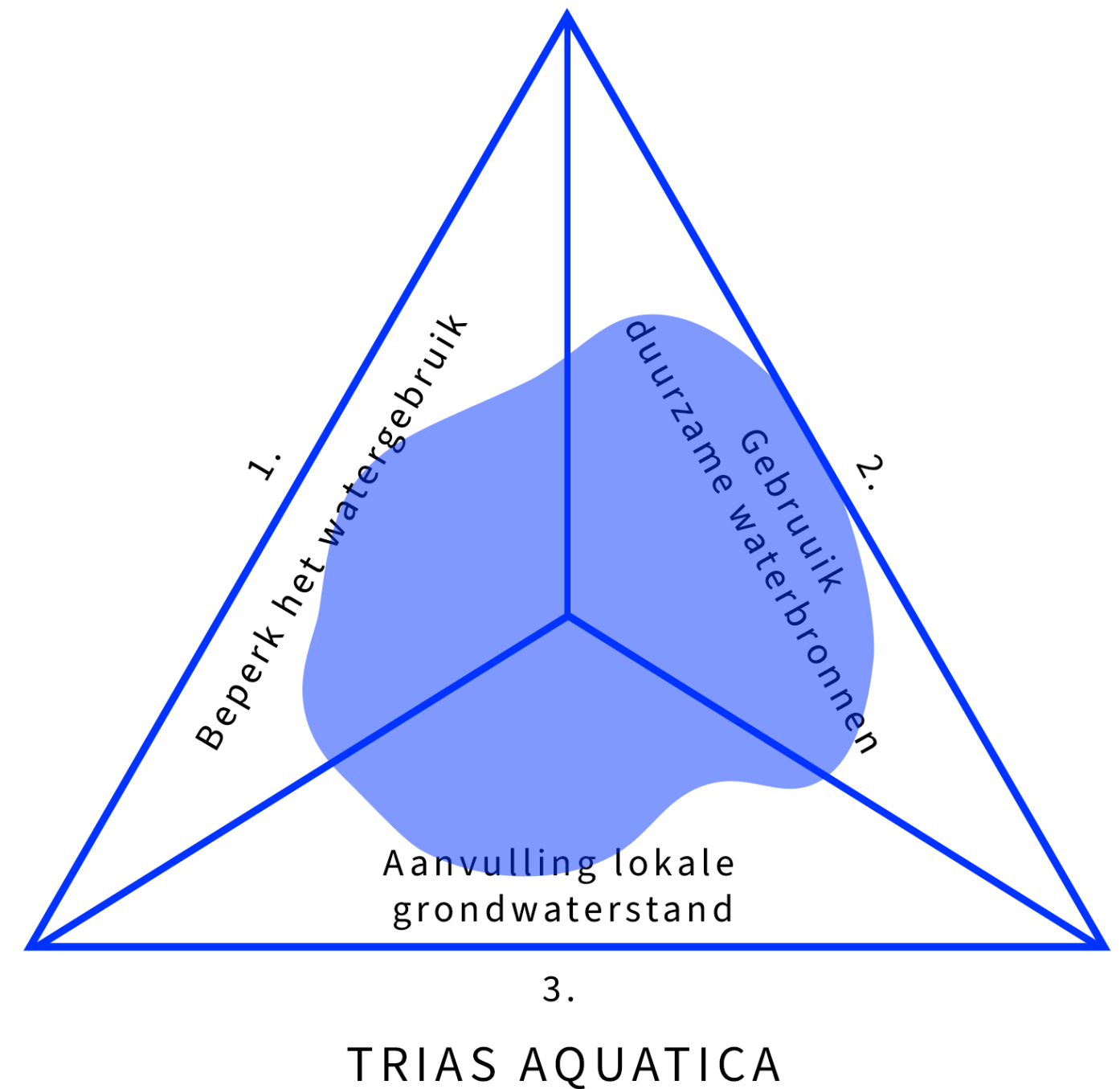
Deze berekening toont aan dat de site een piekdebiet van circa 18 liter per seconde moet kunnen bufferen tijdens een hevige neerslaggebeurtenis.

Regenwater infiltratie

Naast buffering en gebruik, speelt ook infiltratie een belangrijke rol in het ontwerp. Zowel in de buitenomgeving als binnen het serrevolume wordt gezorgd voor voldoende infiltratiemogelijkheden, die bijdragen aan de aanvulling van de lokale grondwaterstand. In het gebouw zelf gebeurt dit via een slimme opbouw van de bodem in de serre, waarbij voedzame aarde rust op een laag van grove keien. Deze keienlaag fungeert als infiltratiebed, waarin overtollig water kan doorsijpelen en langzaam in de ondergrond kan trekken. Ook buiten het gebouw worden verhardingen voorzien van doorlatende materialen, zodat het regenwater zo veel mogelijk ter plaatse in de bodem kan infiltreren in plaats van afgevoerd te worden.

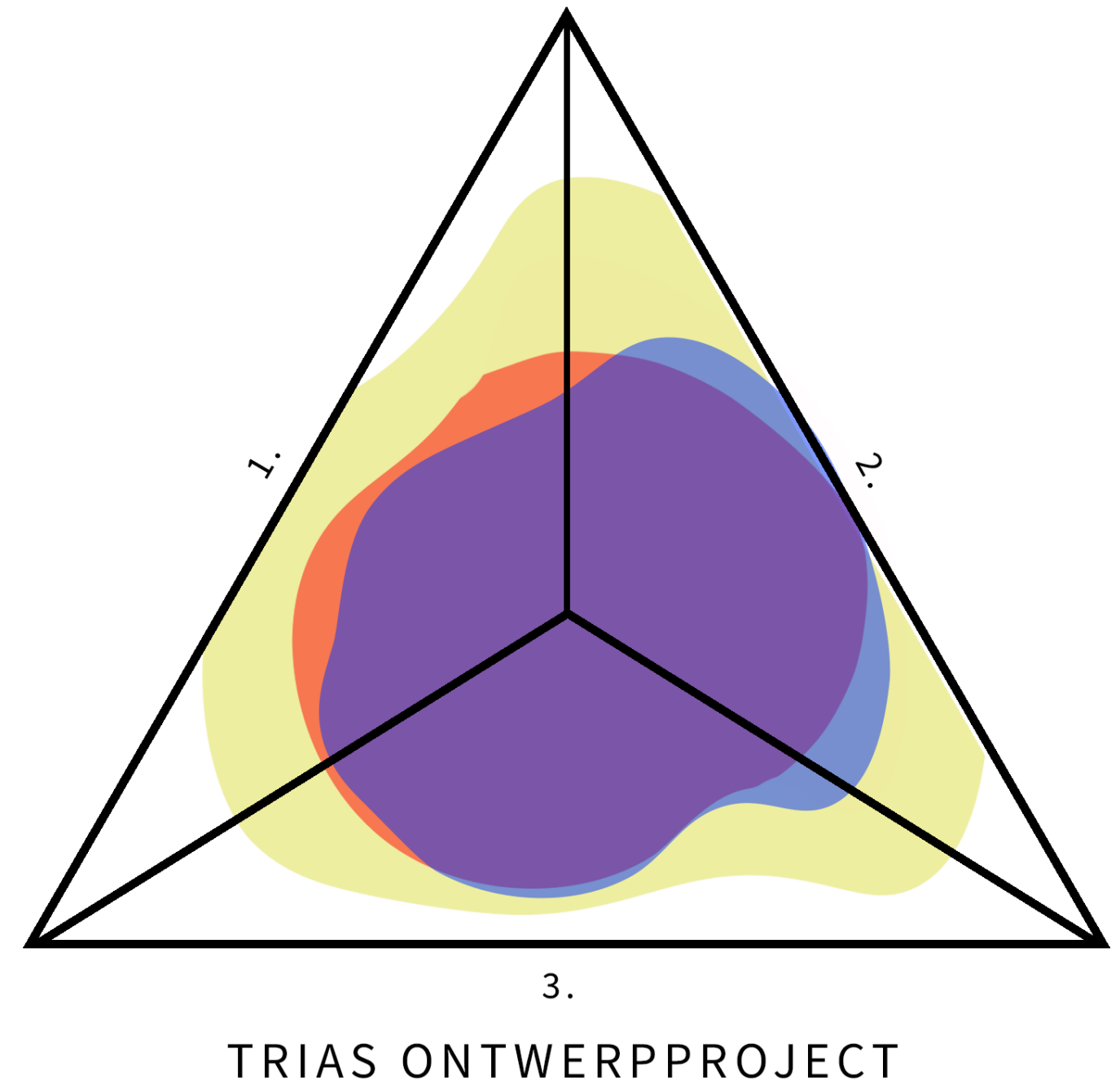
Conclusie

De toepassing van de Trias Aquatica binnen dit project dat duurzaam watergebruik structureel ingebed is in zowel de architecturale als stedenbouwkundige aanpak. De inzet op collectief waterbeheer maximaliseert het gebruik van duurzame waterbronnen en stimuleert samenwerking met omliggende actoren. Regenwater wordt opgevangen en ingezet voor nuttige toepassingen zoals irrigatie en verdampingskoeling. Bovendien zorgt het ontwerp voor een doordachte infiltratie, zowel binnen als buiten het gebouw, waardoor de lokale grondwaterstand wordt aangevuld en de natuurlijke watercyclus versterkt wordt. Trias Aquatica vormt op die manier een essentieel kader binnen het bredere duurzaamheidsverhaal van het project, waarin water niet als verbruiksproduct, maar als circulair en collectief goed wordt benaderd (Fig. 85).



Figuur 85 Trias Aquatica toegepast op ontwerpproject (Eigen figuur, 2025).

Om een helder overzicht te verkrijgen van de mate waarin het ontwerp inspeelt op het energetisch concept, zijn de drie Triassen (Trias Energetica, Trias Materia en Trias Aquatica) visueel op elkaar geprojecteerd. In figuur 86 wordt deze overlay weergegeven, waarbij de overlapping van de verschillende strategieën resulteert in een paarse zone. Deze zone symboliseert de samenhang en integratie van de drie duurzaamheidsprincipes binnen het ontwerp. Hoe vollediger de overlap, hoe sterker het ontwerp scoort op het vlak van energie-efficiëntie, circulair materiaalgebruik en duurzaam waterbeheer. De paarse zone fungeert daarmee als een visuele indicator voor de mate waarin het ontwerp erin slaagt om de doelstellingen van duurzaam en regeneratief bouwen te realiseren. Het laat zien dat het project niet inzet op één duurzaamheidsaspect maar op een geïntegreerde benadering waarin alle onderdelen elkaar versterken.



Figuur 86 Synergie Trias Energetica, Trias Materia en Trias Aquatica in ontwerpproject (Eigen figuur, 2025).

4. Conclusie Ontwerpstudie

Het ontwerpproject komt tot leven in de architectuurplannen, waar alle eerder besproken strategieën en concepten samenkomen in een tastbare ruimtelijke ervaring. Het gebouw bestaat uit twee verdiepingen en ontvouwt zich als een opeenvolging van zintuiglijke indrukken en ontmoetingsmomenten, waarbij techniek en natuur hand in hand gaan.

De bezoeker arriveert aan de voorzijde van het gebouw, te voet, met de fiets of per shuttlebus, en wordt verwelkomd door de gerestaureerde historische gevel van het voormalige station van Waterschei. De bestaande openingen in de gevel bieden een eerste intrigerende blik naar binnen. Hier vangt men al een glimp op van de onverwachte samensmelting van tropische beplanting en technische installaties: een boeiende dialoog tussen oud en nieuw, tussen natuur en infrastructuur.

Via de inkomhal stapt men het gebouw binnen. Meteen is de aangename, warme temperatuur voelbaar. De inkomruimte opent zich naar de volledig vrijgemaakte benedenverdieping van het bestaande station, dat nu dienst doet als botanische tuin. Hier wordt de bezoeker ondergedompeld in een sensorische wandeling langs geurige specerijen, kleurige bladeren en ritselende beplanting. De tocht leidt naar een centrale waterpartij, waar bezoekers kunnen neerzitten, tot rust komen of simpelweg genieten van de sfeer. De inrichting voorziet voldoende zitruimte om te vertoeven, alleen of in gezelschap, en vormt zo een natuurlijke ontmoetingsplek. Externe organisaties uit de gemeenschap kunnen deze ruimte gebruiken om er rustgevende activiteiten te organiseren (bijvoorbeeld meditatie sessies of yoga).

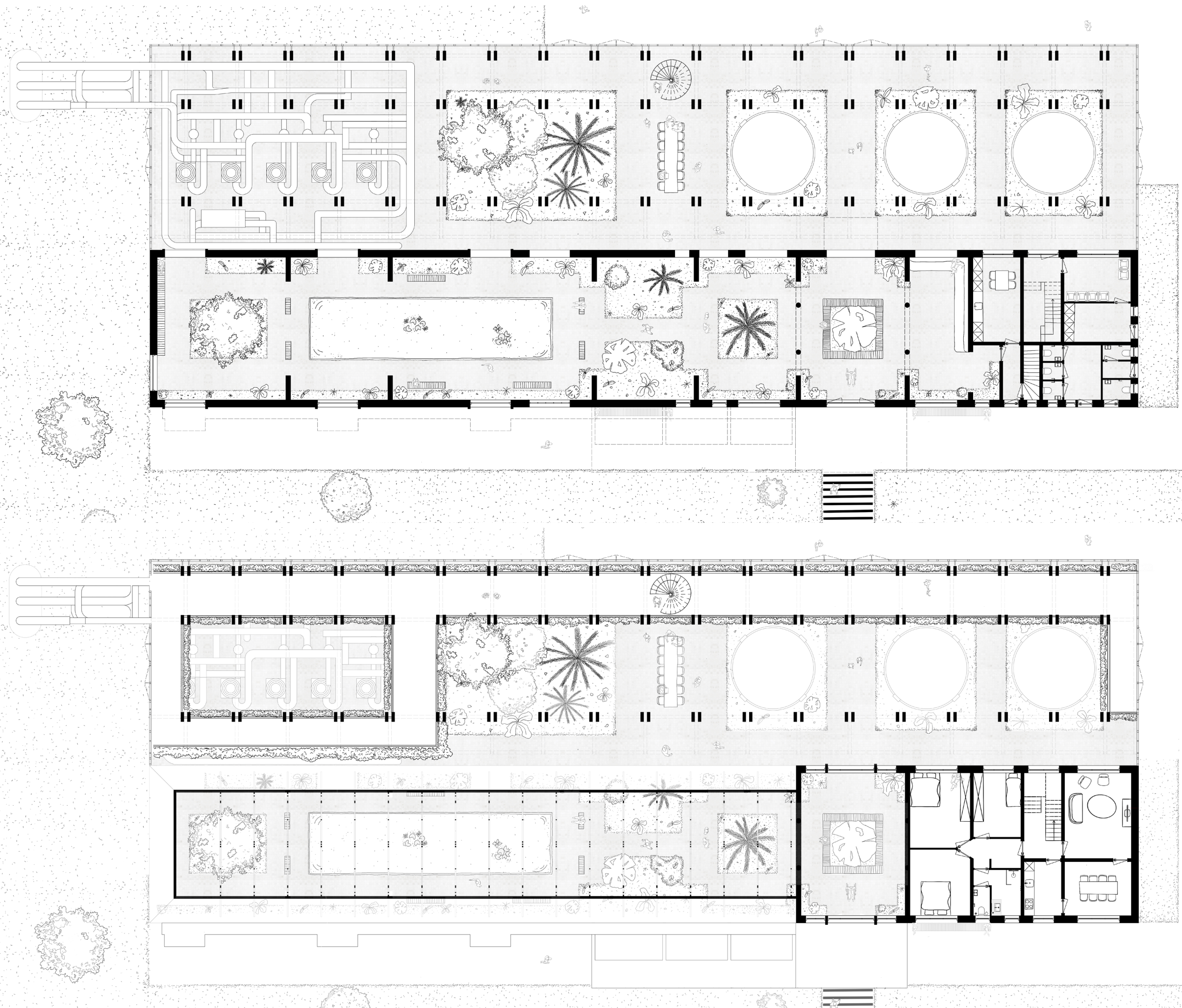
Vanuit dit rustpunt kan men doorstromen naar het nieuwe serrevolume. Bij het betreden van deze ruimte ontvouwt zich een nieuwe wereld. Hier zijn de technische installaties en de vegetatie niet van elkaar te onderscheiden maar groeien ze als het ware samen. Bomen, leidingen, tanks en structuren zijn met elkaar verweven tot een levend systeem waarin functie en vorm elkaar versterken. In het midden van deze ruimte staat een lange gemeenschappelijke tafel, waar mensen samenkomen: jongeren die studeren, ouderen die kaarten, bezoekers die uitrusten... Door de grote glaspartijen kijkt men uit op de terril van Waterschei en het stadion van KRC Genk, waardoor de verbinding met de omgeving voortdurend voelbaar is.

Een wandeling tussen de watertanks, planten en constructies leidt uiteindelijk naar een uitgang. De voormalige parkeerplaats is hier omgevormd tot een uitgestrekt park, dat als overgangsruiimte fungeert tussen het gebouw en het natuurreservaat. Het is een publieke, groene plek waar infrastructuur plaatsmaakt voor biodiversiteit en ontmoeting.

Centraal in het gebouw vertrekt een trap naar de eerste verdieping. Tijdens het naar-boven-gaan verandert het perspectief: de bezoekers worden omringd door hangplanten en klimmende soorten die zich langs de structuur bewegen. De balustrade is geïntegreerd met plantenbakken, waardoor het groen niet stopt aan de grond, maar zich als een levende huid over de ruimte uitstrekt. Op deze verdieping worden nieuwe uitzichten en inzichten gecreëerd, letterlijk en figuurlijk.

De tweede verdieping is ook publiek toegankelijk en biedt een uniek inkijkmoment in de technische kern van het gebouw. Hier lopen de leidingen en circulatiesystemen die de warmte-installaties verbinden met de opslag- en distributiecomponenten. In plaats van deze infrastructuur te verbergen, wordt ze zichtbaar geïntegreerd in de ruimte, zodat bezoekers kunnen ervaren hoe het energiesysteem functioneert. Net als op de eerste verdieping zijn ook hier plantenbakken verwerkt in de balustrades, waardoor het groen zich blijft voortzetten langsheen de structuur.

Zo vormt het gebouw een architecturale vertaling van een regeneratief energiesysteem: open en uitnodigend aan de buitenzijde, slim georganiseerd en geïntegreerd aan de binnenzijde. Elke ruimte draagt bij aan het grotere verhaal van samenleven binnen de planetaire grenzen, waar ecologie, technologie en gemeenschap samenkomen in een coherente en betekenisvolle ruimtelijke ervaring.



Figuur 87-88 Grondplan +0 & grondplan +1 (Eigen figuur, 2025).

60cm 255cm 60cm 255cm 60cm 255cm 60cm 255cm 60cm 255cm 60cm 255cm 60cm

Botanische tuin

Warmteopslag in watertank

Gemeenschapsplak centraal in het gebouw

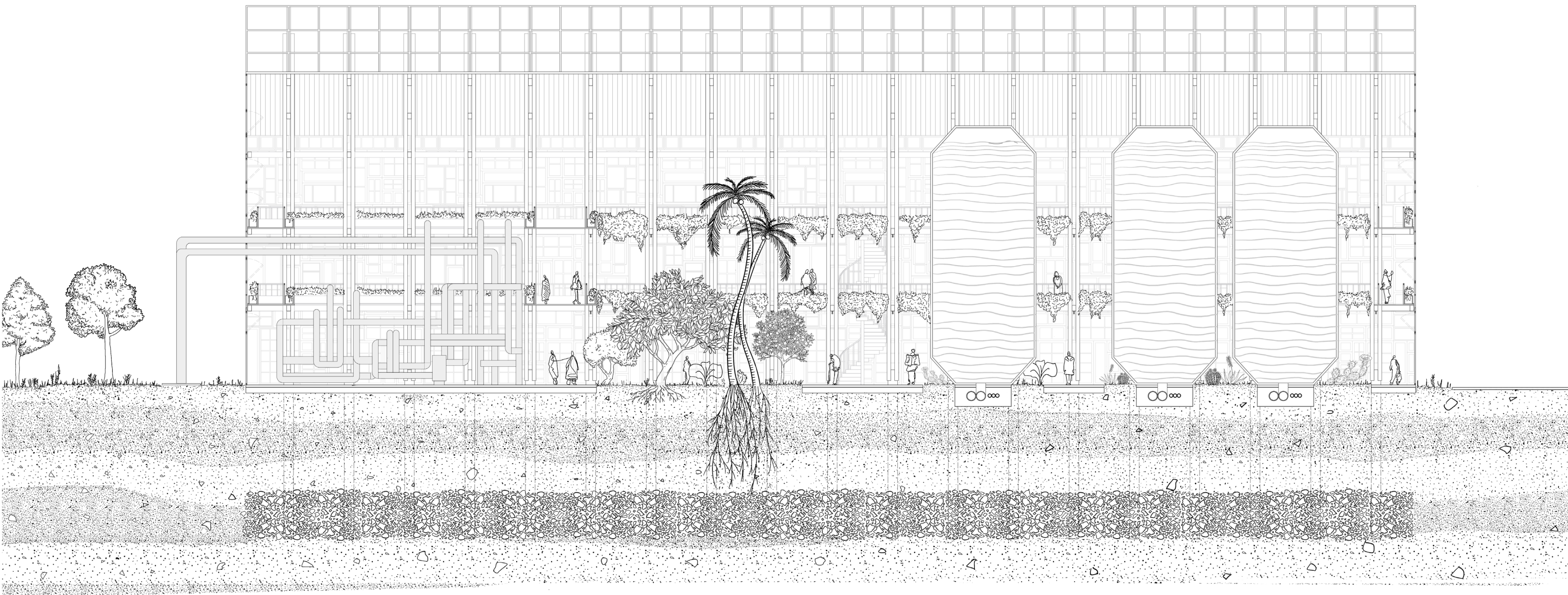
Waterpartij

Hoofdingang

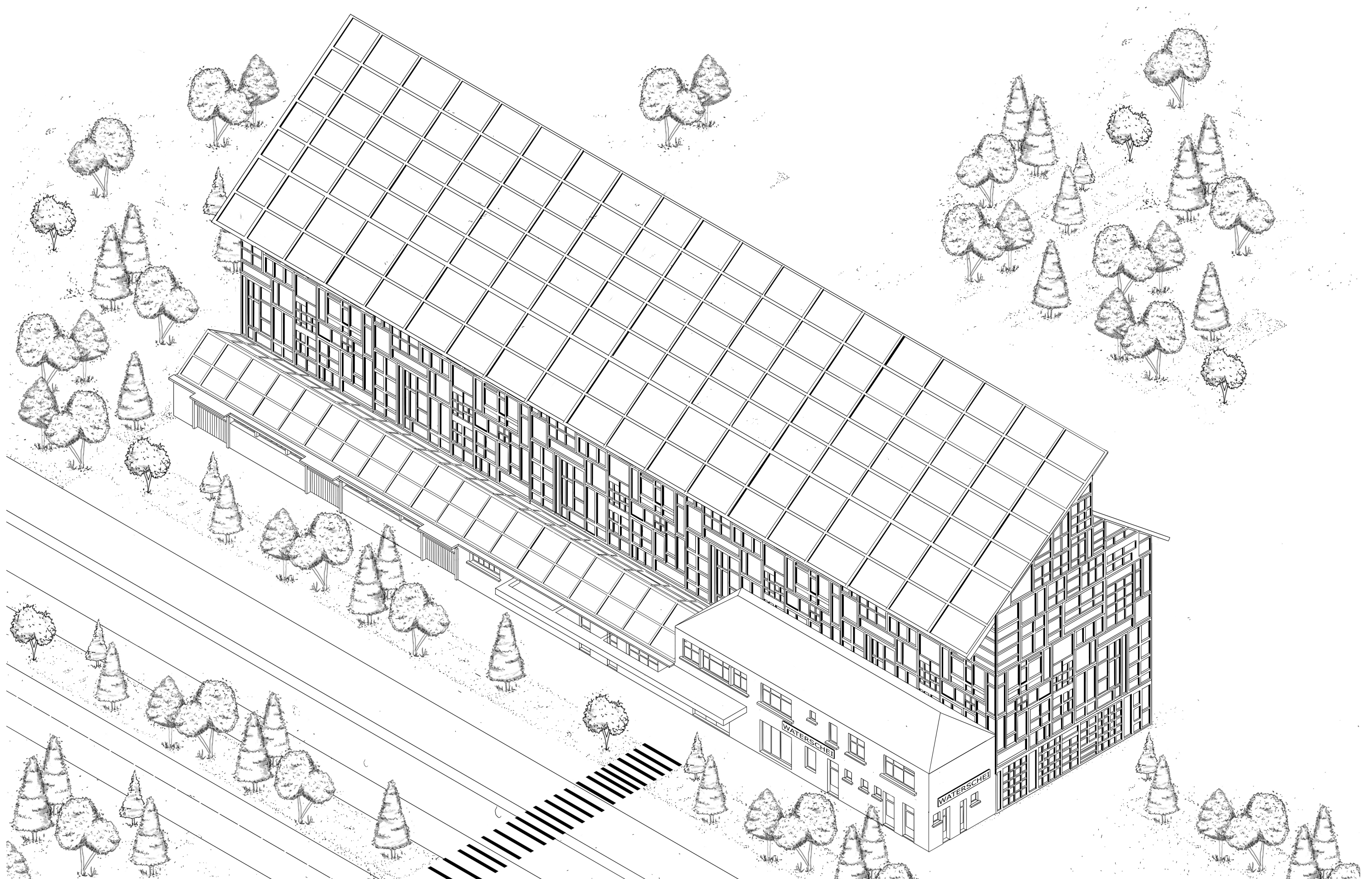
30cm
60cm
240cm
60cm
540cm
60cm
270cm
195cm
580cm
195cm
400cm
12,6m
9,7m

30cm 600cm 30cm 600cm 30cm 600cm 30cm

Figuur 89 Fragment grondplan +0 (Eigen figuur, 2025).



Figuur 90 Dwarsdoorsnede (Eigen figuur, 2025).



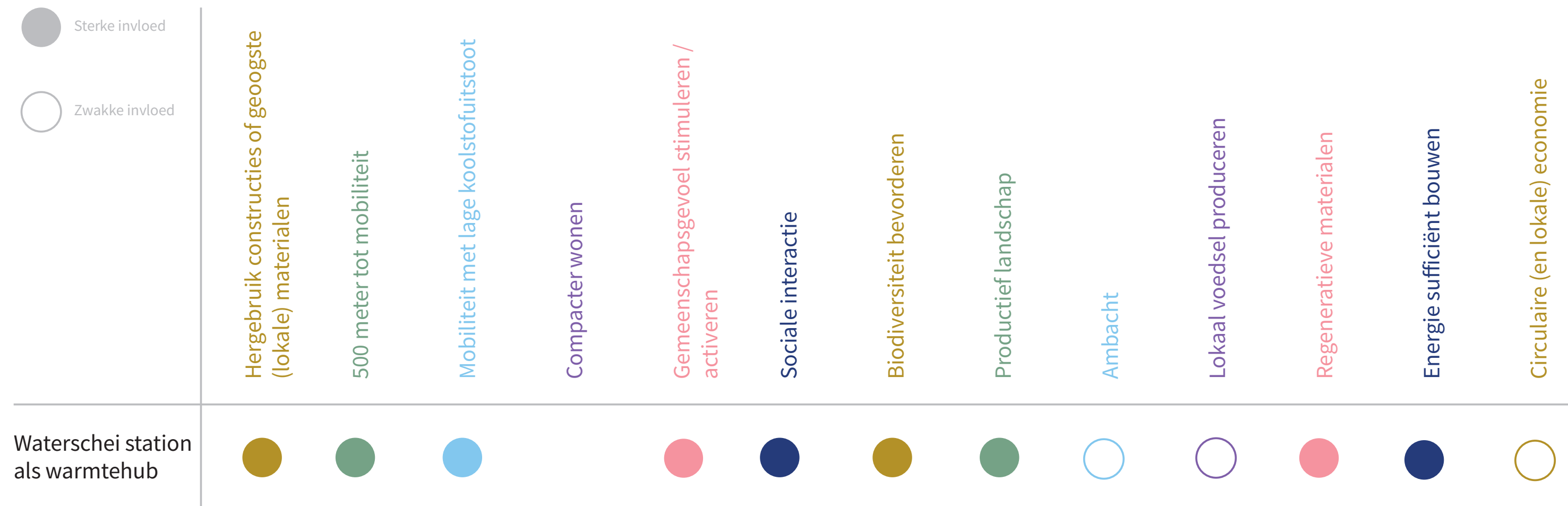
Figuur 91 isometrische inplanting architecturaal ontwerp Warm Waterschei (Eigen figuur, 2025).

Reflectie

Deze masterproef onderzoekt de vraag hoe coöperatieve en collectieve warmtevoorziening op lokaal niveau architecturaal kan worden vormgegeven binnen de wijk Waterschei, als onderdeel van een bredere regeneratieve visie op de stad Genk. Door een combinatie van literatuuronderzoek, casestudies en een ontwerpgerichte benadering werd aangetoond dat een energiestation méér kan zijn dan een technische infrastructuur: het kan een ontmoetingsplek worden die ecologische, sociale en culturele waarden verenigt.

Het ontwerpvoorstel voor de herbestemming van het station van Waterschei tot een warmtehub en botanische tuin illustreert hoe techniek en beleving hand in hand kunnen gaan. Door het toepassen van de principes van Trias Energetica, Trias Materia en Trias Aquatica werd een geïntegreerde duurzaamheidsstrategie ontwikkeld die inzet op energie-efficiëntie, circulair materiaalgebruik en regeneratief waterbeheer. Het architecturaal concept is gebaseerd op het idee dat infrastructuur zichtbaar en beleefbaar mag zijn, als drager van betekenis en collectieve waarde.

Het onderzoek toont aan dat coöperatieve modellen van warmtevoorziening niet enkel ecologisch zinvol zijn maar ook bijdragen aan sociale cohesie en democratische betrokkenheid bij energie. De combinatie van eigenaarschap, zichtbaarheid en ruimtelijke kwaliteit maakt het mogelijk om energie opnieuw als gemeengoed te benaderen, ingebed in de leefomgeving van mensen. Deze thesis sluit daarmee aan bij de bredere vraag hoe architectuur kan bijdragen aan *Een goed leven binnen de planetaire grenzen*, een opdracht die vandaag meer dan ooit relevant is.



Figuur 92 Inge vulde matrix van uit masterplan Een goed leven binnen planetaire grenzen (Eigen figuur, 2025).

Bibliografie

Antea Group. (2024). *PRUP Warmtehub Dendermonde Provincie Oost-Vlaanderen Startnota*. www.anteagroup.be

Arcadis. (2022). *Roadmap 2030 | Stadsbreed warmtenet Antwerpen*.

Bankwatch Network. (2022). *Case study on district heating based on solar with seasonal pit storage in Marstal, Denmark*.

Bauwens, T., & Wade, R. (2025). Unpacking the Energy Commons. In *Postcapitalist Countrysides – From commoning to community wealth building* (pp. 327–351).

BC Materials. (2023). *Gids 0-Algemene gids Léém: Duurzaam bouwen met Léém*.

BC Materials, Earth Plant & Fiber vzw, & Natura Mater. (2024). *Memorandum-Circulair-Bouwen*.

Buildwise. (2025). *Duurzaam watergebruik*. Geraadpleegd op 8 april 2025, van <https://www.buildwise.be/nl/themas/duurzaam-bouwen/duurzaam-watergebruik/>

Chen, G., & Sun, W. (2018). The role of botanical gardens in scientific research, conservation, and citizen science. In *Plant Diversity* (Vol. 40, Issue 4, pp. 181–188). KeAi Publishing Communications Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2018.07.006>

Chimankare, R. V., Das, S., Kaur, K., & Magare, D. (2023). A review study on the design and control of optimised greenhouse environments. *Journal of Tropical Ecology*, 39(12). <https://doi.org/10.1017/S0266467423000160>

Cuitt, G. I. (1854). *The Great Hall at Conway Castle*.

Daikin. (n.d.). *7 misverstanden over vloerverwarming*. Geraadpleegd op 16 april 2025, van https://www.daikin.be/nl_be/particulier/inspiratie/articles/misverstanden-over-vloerverwarming.html#

Danish Energy Agency. (n.d.). *Danish Urban Energy Development Experiences*.

De Meyer, D. (2025). *Overleg Dirk De Meyer van EcoOB*.

De Watergroep. (n.d.). *Aquathermie*. Geraadpleegd op 8 april 2025, van <https://www.dewatergroep.be/nl-be/over-de-watergroep/innovatie/aquathermie>

Dreesen, R., & Matthijs, J. (n.d.). *Mijnterrils, bakens in het Limburgse landschap en stille getuigen van oeroude tropische moerassen*.

Dusar, M., Declercq, P.-Y., & Piessens, K. (2013). *Thermaal water voor Kuuroord Terhills Maasmechelen geologisch-mijnbouwhistorisch vooronderzoek*.

ECoOB. (n.d.). *C. Meunierstraat Leuven*. Geraadpleegd op 9 april 2025, van <https://www.ecoob.be/constantinmeunierstraatleuven>

ECoOB. (2021). *Warmtevisie ECoOB*.

Ecopower. (n.d.). *Warmtenetten*. Geraadpleegd op 9 april 2025, van <https://www.ecopower.be/groene-warmte/warmtenetten?>

Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition*.

Embuild Vlaanderen. (n.d.). *Waterbewust bouwen*. Geraadpleegd op 7 april 2025, van <https://www.embuildvlaanderen.be/projecten/waterbewust-bouwen/>

Emmanuel, R., & Fernando, H. J. S. (2007). Urban heat islands in humid and arid climates: Role of urban form and thermal properties in Colombo, Sri Lanka and Phoenix, USA. *Climate Research*, 34(3), 241–251. <https://doi.org/10.3354/cr00694>

EU Monitor. (n.d.). *Europese aanpak energiecrisis*. Geraadpleegd op 21 maart 2025, van <https://www.eumonitor.nl/9353000/1/j9vvik7m1c3gyxp/vlusi0rb0vyx>

European Comission. (2020). *REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL*. Geraadpleegd op 8 april 2025, van <https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/targets-directive-and-rules/national-energy-efficiency->

Faculty of Arts Aarhus Universiteit. (n.d.). *Bruno Latour: Why Gaia is not the Globe - YouTube*. Geraadpleegd op 23 februari 2025, van <https://www.youtube.com/watch?v=7AGg-oHzPsM>

Fexer, C. (2018). *Station van Waterschei | Inventaris Onroerend Erfgoed*. Geraadpleegd op 23 februari 2025, van <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/306499#>

Fluvius. (2024). *Warmte tarieven Nieuw-Zuid*. Geraadpleegd op 9 april 2025, van <http://www.abex.be/nl/indexen-tijdschriften/index-abex/>

Griet Verbeeck. (2025, February 27). *Begeleiding Masterthesis*.

Holzer, S. M. (2010). The Polonceau Roof and its Analysis. *The International Journal for the History of Engineering & Technology*, 80(1), 22–54. <https://doi.org/10.1179/175812109x12547331530066>

ie-net. (2022). *Warmtenet Antwerpen nieuw zuid* . Geraadpleegd op 9 april 2025, van <https://www.ie-net.be/civicism/event/info?reset=1&id=3075>

Iberdrola. (n.d.). *What is Bioclimatic Architecture - Advantages and Strategies*. Geraadpleegd op 26 mei 2025, van <https://www.iberdrola.com/innovation/bioclimatic-architecture-passivhaus#>

International Energy Agency. (2020). *Iron and Steel Technology Roadmap Towards more sustainable steelmaking*. Geraadpleegd op 10 april 2025, van www.iea.org/t&c/

Jacobs, S., De Wolf, D., Hellinckx, P., & Verhaert, I. (2022). Trias Energetica en de energietransitie. *Heat+ (Techlink)*, 19 :3, 66–68.

KMI. (n.d.). *Karakteristieken van enkele klimatologische parameters*. Geraadpleegd op 8 april 2025, van <https://www.meteo.be/nl/unpublish/algemeen-klimaat-belgie/parameters#>

Koninklijk Meteorologisch Instituut. (2020a). *Klimaatstatistieken van de Belgische gemeenten - Genk (nis 71016)*.

Koninklijk Meteorologisch Instituut. (2020b). *Statistiek van de extreme neerslag voor de Belgische gemeenten - Genk (nis 71016)*.

Krznaric, R. (2021). *The Good Ancestor - How to Think Long Term in a Short-Term World*. W H Allen.

Laminated Timber Solutions. (2019). *Ontwerpen met BLC*.

Latour, B. (2018). *Waar kunnen we landen? Politieke oriëntatie in het Nieuwe Klimaatregime*.

Lehne, J., & Preston, F. (18 C.E.). *Chatham House Report Making Concrete Change Innovation in Low-carbon Cement and Concrete*. www.chathamhouse.org

Leuven 2030. (2023). *Groene warmte en vergroening voor de C. Meunierstraat - Doorbraakprojecten*. Geraadpleegd op 9 april 2025, van <https://www.leuven2030.be/doorbraakproject/groene-warmte-en-vergroening-voor-c-meunierstraat?>

Mathiesen, B. V., Lund, H., & Karlsson, K. (2011). 100% Renewable energy systems, climate mitigation and economic growth. *Applied Energy*, 88(2), 488–501. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.03.001>

Morris+Company. (2018). *Sculptural heat and energy plant, dressed in a perforated metal skin, with integrated community uses*. Geraadpleegd op 11 april 2025, van <https://www.morrisand.company/work/energy-centre?>

Peter Op 't Veld. (2025). *Introduction of the minewater-energy-concept Heerlen the Netherlands*.

Piessens, K., & Duser, M. (2004). *Feasibility of CO2 sequestration in abandoned coal mines in Belgium*.

Pirani, S. (2018). *Burning Up: A Global History of Fossil Fuel Consumption*. Pluto Press.

Provincie Oost-Vlaanderen, & ABDE Solutions. (2023). *Warmtehub Vooronderzoek Technische ruimtelijke evaluatie*.

REN21. (2023). *Renewables 2023 Global Status Report*.

Renson. (n.d.). *Ventilatiesysteem C+*. Geraadpleegd op 8 april 2025, van <https://renson.net/nl-be/producten/ventilatie/mechanische-ventilatie/systeem-c>

Santamouris, M. (2013). Using cool pavements as a mitigation strategy to fight urban heat island—A review of the actual developments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 224–240. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.047>

Shukuya, M., & Hammache, A. (2002). *Introduction to the Concept of Exergy – for a Better Understanding of Low-Temperature-Heating and High-Temperature-Cooling Systems*.

Stad Antwerpen. (2023). *Antwerps zuidelijk warmtenet: nieuwe bronnen voor duurzame warmtelevering*. Geraadpleegd op 11 april 2025, van <https://pers.antwerpen.be/antwerps-zuidelijk-warmtenet-nieuwe-bronnen-voor-duurzame-warmtelevering?>

Thompson, E. P. (1991). *Customs in Common*. The Merlin Press.

Universiteit Hasselt. (2023a). *Les 5_Inleiding thermodynamica en exergie*.

Universiteit Hasselt. (2023b). *Zero Pentathlon: Energie*.

Universiteit Hasselt. (2024). *Bouwfysica & Installaties: Les 2: ontwerp strategie voor totale duurzame gebouwconcepten – ontwerpstrategie voor vraagreductie (whole building and renewable energy concepts)*.

Velt. (n.d.). *Serre of kas beschermen tegen de zon*. Geraadpleegd op 12 mei 2025, van <https://velt.nu/tip/serre-kas-beschermen-tegen-de-zon#>.

Viator. (n.d.). *Guinigi Tower (Torre Guinigi), Lucca*. Geraadpleegd op 14 april 2025, van <https://www.viator.com/en-IE/Lucca-attractions/Guinigi-Tower/d22436-a21725>

Vlaamse Nutsregulator. (n.d.). *Wat is collectieve verwarming?*. Geraadpleegd op 9 april 2025, van <https://www.vlaamsenutsregulator.be/nl/wat-collectieve-verwarming?>

Vlaamse Overheid. (2019). *Verwarmingswijze woning*. Geraadpleegd op 6 april 2025, van <https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/energie/verwarmingswijze-woning>

Vlaanderen.be. (n.d.). *Energiecoöperaties*. Geraadpleegd op 9 april 2025, van <https://www.vlaanderen.be/bouwen-wonen-en-energie/groene-energie/energiecooperaties?>

Wahl, D. C. (2022). *Designing Regenerative Culures*.

Warmtebedrijf Rotterdam. (n.d.). *Havenwarmte heeft een duurzaam doel*. Geraadpleegd op 10 april 2025, van <http://www.warmtebedrijfrotterdam.nl/>

Warmtenetwerk Vlaanderen. (n.d.). *Beleid warmtenetten*. Geraadpleegd op 9 april 2025, van https://warmtenet.ode.be/nl/beleid?utm_source=chatgpt.com

WE ARCHITECTEN. (2014). *Warmtehub Rotterdam*.

WordPress. (n.d.). *Rational Method Runoff Coefficient - CivilWeb Drainage Design Spreadsheets*. Geraadpleegd op 25 mei 2025, van <https://civilweb-spreadsheets.com/drainage-design-spreadsheets/runoff-and-rainfall-intensity-calculator-spreadsheet/rational-method-runoff-coefficient/>

Figurenlijst

Cover	Daems, J. (2025). <i>Isometrische inplanting architectureel ontwerp Warrm Waterschei</i> (Tekening).
Figuur 1	Daems, J. (2025). <i>Problemenkaart</i> (Tekening).
Figuur 2	Daems, J. (2025). <i>Collages potentieel van het gebouw</i> (Collage).
Figuur 3	Daems, J. (2025). <i>Inplanting op schaal van Genk, 2025, met in het rood het staion van Waterschei weergegeven</i> (Plan).
Figuur 4	Daems, J. (2025). <i>Inplanting op schaal van Genk, 2080, met in het rood het staion van Waterschei weergegeven</i> (Plan).
Figuur 5	Daems, J. (2025). <i>Situatietekening projectlocatie, 2025</i> (Plan).
Figuur 6	Omgeving Vlaanderen. (2020). <i>Kolenspoor, ruggengraat van een multiproductief netwerk</i> (Kaart). Geraadpleegd op 16 maart 2025, van https://omgeving.vlaanderen.be/nl/kolenspoor-ruggengraat-van-een-multiproductief-netwerk
Figuur 7	Fotoarchief Heidebloemke Genk. (z.d.). <i>Het eerste station uit hout</i> (Foto).
Figuur 8	Fotoarchief Heidebloemke Genk. (z.d.). <i>Het station van Waterschei</i> (Foto).
Figuur 9	Fotoarchief Genk. (z.d.). <i>Het station van Waterschei door vandalisme</i> (Foto).
Figuur 10	Daems, J. (2025). <i>Het station van Waterschei huidige toestand</i> (Foto).
Figuur 11	Daems, J. (2025). <i>Het station van Waterschei huidige toestand</i> (Foto).
Figuur 12	Daems, J. (2025). <i>Het station van Waterschei huidige toestand</i> (Foto).
Figuur 13	Latour, B. (2018). <i>Canoniek schema van de richtpunten van de Modernen</i> (Canoniek schema).
Figuur 14	Latour, B. (2018). <i>Canoniek schema van het nieuwe gemeenschappelijke kompas</i> (Canoniek schema).
Figuur 15	Wahl, D. C. (2022). <i>The regenerative design framework adapted frm Reed</i> (schema).
Figuur 16	Peter Op ’t Veld. (2025). <i>Warmteontrekking uit mijnwater</i> (schema).
Figuur 17	Bankwatch Network. (2022). <i>Marstal zonnecentrale met warmteopslag</i> (Foto).
Figuur 18	Leuven 2030. (2023). <i>Constatin Meunierstraat in Leuven, België</i> (Foto). Geraadpleegd op 9 april 2025, van https://www.leuven2030.be/doorbraakproject/groene-warmte-en-vergroening-voor-c-meunierstraat?
Figuur 19	Fluvius. (2024). <i>Warmtenet Nieuw-Zuid in Antwerpen, België</i> (Foto). Geraadpleegd op 9 april 2025, van http://www.abex.be/nl/indexen-tijdschriften/index-abex/

Figuur 20	Morris+Company. (2018). <i>Gevelbeeld</i> (Foto). Geraadpleegd op 11 april 2025, van https://www.morrisand.company/work/energy-centre?
Figuur 21	Morris+Company. (2018). <i>Gelijkvloersgrondplan</i> (Plan). Geraadpleegd op 11 april 2025, van https://www.morrisand.company/work/energy-centre?
Figuur 22	Morris+Company. (2018). <i>Energieopslagsysteem, Rode watertank</i> (Foto). Geraadpleegd op 11 april 2025, van https://www.morrisand.company/work/energy-centre?
Figuur 23	Morris+Company. (2018). <i>Energieopslagsysteem, Rode watertank dat zich over twee verdiepingen uitstrekt</i> (Foto). Geraadpleegd op 11 april 2025, van https://www.morrisand.company/work/energy-centre?
Figuur 24	Warmtebedrijf Rotterdam. (n.d.). <i>Netwerk van warmteleveranciers richting eindgebruikers</i> (Plan). Geraadpleegd op 10 april 2025, van http://www.warmtebedrijfrotterdam.nl/
Figuur 25	WE ARCHITECTEN. (2014). <i>Concepttekening ontwerp</i> (Tekening).
Figuur 26	WE ARCHITECTEN. (2014). <i>Gevelaanzicht langs Brielselaan</i> (Foto).
Figuur 27	WE ARCHITECTEN. (2014). <i>Gevelaanzicht langs de Haven</i> (Foto).
Figuur 28	WE ARCHITECTEN. (2014). <i>Grondplan energiestation</i> (Plan).
Figuur 29	WE ARCHITECTEN. (2014). <i>Doorsnede energiestation</i> (Plan).
Figuur 30	Provincie Oost-Vlaanderen, & ABDE Solutions. (2023). <i>Hydraulisch schema van een warmtehub</i> (Schema).
Figuur 31	Provincie Oost-Vlaanderen, & ABDE Solutions. (2023). <i>Bovengrondse stoomleiding in de haven - Beveren</i> (Foto).
Figuur 32	Provincie Oost-Vlaanderen, & ABDE Solutions. (2023). <i>Ondergrondse stoomleiding in de haven - Ostrozebeke</i> (Foto).
Figuur 33	ABDE Solutions. (2023). <i>Ruimtebeslag warmtehub Dendermonde</i> (Schema).
Figuur 34	Daems, J. (2025). <i>Conceptbeeld Genk, 2080, verwarmingsstrategie per wijk</i> (Plan).
Figuur 35	Daems, J. (2025). <i>Situatietekening projectlocatie</i> (Plan).
Figuur 36	Dusar, M., Declercq, P., & Piessens, K. (2013). <i>Schema steenkoolmijn, type Waterschei</i> (Tekening).
Figuur 37	Devleeschouwer, X., Brixko, J., Declercq, P.-Y., Flamion, B., Timmermans, A., & Vanneste, J. (2008). <i>Interpolatie van de recente bodembewegingen (dalen s rood, stijgend is blauw en Waterschei bevindt zicht centraal in de figuur)</i> (Plan).

Figuur 38	Dusar, M., Declercq, P.-Y., & Piessens, K. (2013). <i>Gemiddelde temperatuur gemeten op -1000m diepte in boorputten: in Waterschei werd een temperatuur gemeten van 40 graden Celsius</i> (Tekening).
Figuur 39	Daems, J. (2025). Herwerking schema Warmteontrekking uit mijnwater van Peter Op 't Veld (schema).
Figuur 40	Daems, J. (2025). <i>Principevoorstelling Primaire, secondaire en Tertiaire cyclus</i> (Tekening).
Figuur 41	Daems, J. (2025). <i>Herwerking illustratie LABO RUIMTE naar het station van Waterschei als warmtehub</i> (Illustratie).
Figuur 42	Universiteit Hasselt. (2023a). <i>Illustratie gebruik van hoogwaardige energie voor toepassingen met lage-kwaliteit energie</i> (Schema).
Figuur 43	Dusar, M., Declercq, P.-Y., & Piessens, K. (2013). <i>Voorbeeld van warmte- (productieput) en koude (injectieput) bron</i> (Tekening).
Figuur 44	Universiteit Hasselt. (2023a). <i>Geïsoleerde leidingen in een energiestation</i> (Foto).
Figuur 45	Universiteit Hasselt. (2023a). <i>Geïsoleerde leidingen in een energiestation</i> (Foto).
Figuur 46	Universiteit Hasselt. (2023a). <i>Warmtewisselaar</i> (Foto).
Figuur 47	Universiteit Hasselt. (2023a). <i>Warmtepompen</i> (Foto).
Figuur 48	Universiteit Hasselt. (2023a). <i>Optimalisering inzet van duurzame energiebronnen</i> (Grafiek).
Figuur 49	Daems, J. (2025). <i>Visualisatie warmtenet Waterschei</i> (Plan).
Figuur 50	Daems, J. (2025). <i>Conceptschets energiestation met botanische tuin</i> (Schets).
Figuur 51	Daems, J. (2025). <i>Plantenstudie</i> (Tekening).
Figuur 52	Daems, J. (2025). <i>Situatietekening projectlocatie</i> (Tekening).
Figuur 53	Daems, J. (2025). <i>Landschapsconcept implementatie niveau 1</i> (Tekening).
Figuur 54	Daems, J. (2025). <i>Landschapsconcept implementatie niveau 2</i> (Tekening).
Figuur 55	Daems, J. (2025). <i>Landschapsconcept implementatie niveau 3</i> (Tekening).
Figuur 56	Daems, J. (2025). <i>Landschapsconcept - Bekeken richting het stadion van KRC Genk</i> (Plan).
Figuur 57	Daems, J. (2025). <i>Grondplan +0 met implementatie mobiliteitsconcept</i> (Plan).
Figuur 58	Daems, J. (2025). <i>Snede met implementatie mobiliteitsconcept - bekeken weg van het stadion van KRC Genk</i> (Plan).

Figuur 59	Cuitt, G. I. (1854). <i>The Great Hall at Conway Castle</i> (Tekening).
Figuur 60	Viator. (n.d.). <i>Guinigi Tower</i> (Foto). Geraadpleegd op 14 april 2025, van https://www.viator.com/en-IE/Lucca-attractions/Guinigi-Tower/d22436-a21725
Figuur 61	Daems, J. (2025). <i>Analysetekening serre</i> (Schets).
Figuur 62	Daems, J. (2025). <i>Implementatie architecturaal concept - van sloop tot heropbouw</i> (Plan).
Figuur 63	Daems, J. (2025). <i>Implementatie architecturaal concept - van sloop tot heropbouw</i> (Plan).
Figuur 64	Daems, J. (2025). <i>Implementatie architecturaal concept - van sloop tot heropbouw</i> (Plan).
Figuur 65	Daems, J. (2025). <i>Analysetekening Structureel principe The Great Hall at Conway Castle</i> (schets).
Figuur 66	Daems, J. (2025). <i>Structureel principe The Great Hall at Conway Castle toegepast op het station van Waterschei</i> (schets).
Figuur 67	Daems, J. (2025). <i>Analysetekening Structureel principe Polonceau-spant</i> (schets).
Figuur 68	Daems, J. (2025). <i>Structureel principe Polonceau spant toegepast op het nieuw volume</i> (schets).
Figuur 69	Daems, J. (2025). <i>Trias Energetica, Trias Materia en Trias Aquatica</i> (Tekening).
Figuur 70	Daems, J. (2025). <i>Trias Energetica</i> (Tekening).
Figuur 71	Daems, J. (2025). <i>Verduidelijking loopbaan van de zon</i> (Tekening).
Figuur 72	Daems, J. (2025). <i>Technische snede - Temperatuurstromingen, maximalisatie zonnewinsten & regenwateropvang</i> (Plan).
Figuur 73	Daems, J. (2025). <i>Trias Energetica toegepast op ontwerpproject</i> (Tekening).
Figuur 74	Daems, J. (2025). <i>Trias Materia</i> (Tekening).
Figuur 75	Laminated Timber Solution. (2019). <i>Tekening BLC - evenwijdige lagen</i> (Tekening).
Figuur 76	Laminated Timber Solution. (2019). <i>Referentieproject Westpoort in Amsterdam - Toepassing BLC</i> (Foto).
Figuur 77	INBO. (2021). <i>Vergelijking gewicht betonnen en houten vloeren</i> (Grafiek)
Figuur 78	Laminated Timber Solution. (2019). <i>Drie soorten verbindingen</i> (Foto).
Figuur 79	Laminated Timber Solution. (2019). <i>Drie soorten verbindingen</i> (Foto).

Figuur 80	Daems, J. (2025). <i>Exploded view aansluiting raamkaders met primaire structuur</i> (Plan).
Figuur 81	Daems, J. (2025). <i>3D visualisatie raamkaders</i> (Schets).
Figuur 82	Daems, J. (2025). <i>Gevelfragment</i> (Plan).
Figuur 83	Daems, J. (2025). <i>Trias Materia toegepast op ontwerpproject</i> (Tekening).
Figuur 84	Daems, J. (2025). <i>Trias Aquatica</i> (Tekening).
Figuur 85	Daems, J. (2025). <i>Trias Aquatica toegepast op ontwerpproject</i> (Tekening).
Figuur 86	Daems, J. (2025). Synergie <i>Trias Energetica</i> , <i>Trias Materia</i> en <i>Trias Aquatica</i> in ontwerpproject (Tekening).
Figuur 87	Daems, J. (2025). <i>Grondplan +0</i> (Plan).
Figuur 88	Daems, J. (2025). <i>Grondplan +1</i> (Plan).
Figuur 89	Daems, J. (2025). <i>Fragment Grondplan +0</i> (Plan).
Figuur 90	Daems, J. (2025). <i>Dwarsdoorsnede</i> (Plan).
Figuur 91	Daems, J. (2025). <i>Isometrische inplanting architecturaal ontwerp Warm Waterschei</i> (Plan).
Figuur 92	Daems, J. (2025). <i>Ingevulde matrix vanuit masterplan Een ged leven binnen planetaire grenzen</i> (Tabel).