

De ruimtelijk-energetische puzzel

Koppelkansen tussen ruimtelijke en energetische doelstellingen op wijkniveau in Mechelen



Laurine De Rop

Promotor: Hans Leinfelder

KULeuven

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van

Master in de stedenbouw en de ruimtelijke planning

Faculteit Architectuur

Campus Sint-Lucas Gent

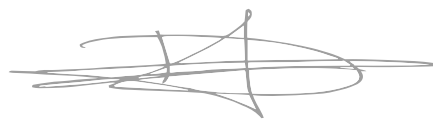
Academiejaar 2023-2024



'De auteur geeft de toelating deze masterproef voor consultatie beschikbaar te stellen en delen van de masterproef te kopiëren voor persoonlijk gebruik. Elk ander gebruik valt onder de beperkingen van het auteursrecht, in het bijzonder met betrekking tot de verplichting de bron uitdrukkelijk te vermelden bij het aanhalen van resultaten uit deze masterproef.'

'The author gives permission to make this master dissertation available for consultation and to copy parts of this master dissertation for personal use. In the case of any other use, the limitations of the copyright have to be respected, in particular with regard to the obligation to state expressly the source when quoting results from this master dissertation.'

29 mei 2024
Laurine De Rop

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned below the printed name.

*"... en zoals de dynamiek tussen ruimte en energie,
vind ik groei in de verbinding van gedeelde
ideeën en gezamenlijke inspanningen."*

Dat merkte ik sterk bij het maken van deze masterproef. Daarom wil ik graag de mensen bedanken die mij hierbij hebben geholpen.

Allereerst bedankt aan mijn promotor en begeleider, Hans Leinfelder, voor de voortdurende geruststelling tijdens onze vele begeleidingsmomenten. Bedankt voor het vertrouwen en de altijd zeer nauwkeurige en diepgaande feedback.

Daarnaast mijn oprechte dank aan Ighor Van De Vyver voor het delen van het aanstekelijke enthousiasme over het thema energie. Bedankt voor alle gedeelde informatie en de waardevolle terugkoppelingsmomenten in Mechelen. Ook Annick Van Hove wil ik hierbij graag bedanken voor haar bijdrage in de terugkoppeling van mijn eerste ontwerpidéeën.

In een vroege fase van deze masterproef sprak ik met Anneloes Van Noordt en Sofie Troch om relevante onderzoeksvragen binnen het werkveld te bespreken. Dit gesprek heeft me enorm geholpen om de juiste bronnen te vinden en mijn onderzoek scherp af te bakenen. Daarvoor ben ik hen zeer dankbaar.

Dankjewel, Stien Dictus, voor het grondig nalezen van deze masterproef en voor je motiverende en kritische opmerkingen. Stiekem was jij mijn inspiratie om dit thema verder uit te diepen. Ik ben daarnaast enorm dankbaar voor mijn uitgebreid vangnet voor de vele motiverende woorden en daden, de goeie pauzes en de beste vooruitzichten in de zomer.

Nu ik voor de tweede keer een masterproef afrond, kijk ik met trots terug op de afgelopen jaren. De master stedenbouw & ruimtelijke planning vormde een ideale toevoeging op mijn diploma als burgerlijk ingenieur architect. Ik heb enorm veel geleerd van vele interessante professoren, die mijn blik op de wereld sterk hebben verruimd. Nu wordt het tijd om zelf het werkveld in te stappen en mijn eigen stempel te drukken.

Danku, danku, danku!

*Laurine De Rop,
29 mei 2024*

Abstract

De ruimtelijk-energetische puzzel

Koppelkansen tussen ruimtelijke en energetische doelstellingen op wijkniveau in Mechelen

Laurine De Rop, 29 mei 2024

De klimaatverandering zal de vormgeving van ons leven in de nabije toekomst sterk bepalen. De komende jaren zal er dus prioriteit moeten worden gegeven aan het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen. De omschakeling naar hernieuwbare energie is hierbij cruciaal. Er gaapt echter momenteel een enorme kloof tussen de ambitieuze visies en doelstellingen en de operationale acties op het terrein.

De ruimtelijke dimensie blijft in deze uitdaging echter vaak onderbelicht, vooral wanneer het gaat over klimaatmitigatie. Het wijkniveau vormt, als hypothese in deze masterproef, een beheersbaar en tastbaar schaalniveau om op een collectieve manier energetische doelstellingen te integreren met ruimtelijke uitdagingen en aldus samenhangende projecten te intiëren.

Deze masterproef onderzoekt daarom welke mogelijke koppelkansen er bestaan tussen ruimtelijke en energetische doelstellingen voor klimaatmitigatie op wijkniveau en de rol van de ruimtelijke planning in het identificeren en integreren van deze koppeling(en). Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een iteratief leertraject dat ontwerpend onderzoek, theorievorming en bestaande praktijken integreert. Hiermee tracht deze masterproef bij te dragen aan de verdere uitbouw van kennis en inzichten rond 'Klimaatwijken', met een specifieke focus op de koppeling tussen ruimtelijke en energetische doelstellingen op vlak van warmteproductie, -opslag en -distributie.

De ruimtelijke planning kan bijdragen in het opnieuw zicht- en kenbaar te maken van energie voor energetische bewustwording, de energetische ruggengraat te gebruiken als drager voor ruimtelijke ontwikkeling, in te zetten op duurzame koeling voor groenere, aangenamere en comfortabelere wijken, het momentum van warmte-infrastructuurprojecten te gebruiken om ruimtelijke meerwaarde te creëren en intersectorale koppelingen te maken met energie in gedeeld ruimtegebruik. Het toepassen van deze strategieën vereist echter een nieuwe manier van denken en werken. Het is duidelijk dat ruimtelijke planning een cruciale rol speelt in de koppeling van ruimte en energie op wijkniveau, maar dat er nood is aan een gemeenschappelijke taal. Een nauwe samenwerking tussen energie-experts en ruimtelijke planners is essentieel in het garanderen van een geïntegreerd planningsproces. Daarnaast lijkt er vandaag een ontbrekende schakel te zijn tussen niet-juridisch bindende energetische plannen en hun doorwerking in omgevingsvergunningen.

Klimaatwijken || ruimte || energie || energietransitie || wijkniveau || ruimtelijke planning

Climate change will strongly shape the way we live in the near future. In the coming years, priority must therefore be given to reducing greenhouse gas emissions. The transition to renewable energy is crucial in this regard. Currently, there is a huge gap between ambitious visions and goals and the operational actions on the ground.

However, the spatial dimension often remains overlooked in this challenge, especially when it comes to climate mitigation. In this master's thesis, the neighborhood level is hypothesized to be a manageable and tangible scale at which to integrate energy objectives with spatial challenges in a collective manner, thereby initiating cohesive projects.

This master's thesis therefore investigates the potential synergies between spatial and energy objectives for climate mitigation at the neighborhood level and the role of spatial planning in identifying and integrating these synergies. An iterative learning process is used, integrating design research, theory formation, and existing practices. This thesis aims to contribute to the further development of knowledge and insights on 'Climate Neighborhoods,' with a specific focus on the linkage between spatial and energy objectives in terms of heat production, storage, and distribution.

Spatial planning can contribute by making energy visible and recognizable again for energy awareness, using the energy backbone as a driver for spatial development, promoting sustainable cooling for greener, more pleasant, and comfortable neighborhoods, leveraging the momentum of heat infrastructure interventions to create spatial added value, and creating intersectoral linkages with energy in shared space usage. However, applying these strategies requires a new way of thinking and working. It is clear that spatial planning plays a crucial role in linking space and energy at the neighborhood level, but there is a need for a common language, and close collaboration between energy experts and spatial planners is essential to ensure an integrated planning process. Additionally, there seems to be a missing link today between non-legally binding energy plans and their implementation in environmental permits.

Climate districts || spatial || energy || energy transition || neighborhood level || spatial
planning

Inhoudsopgave

Dankwoord	3
Abstract	5
Figuren	11
Inleiding	13
<i>Van wereldschaal tot wijkniveau</i>	13
De noodzaak van een energietransitie	13
Missing link	15
Het geïntegreerd wijkniveau als hypothese	18
<i>Ruimte, energie & de ruimtelijke planning</i>	19
Onderzoeksvraag	20
Onderzoeksaanpak en -methodes	21
<i>Onderzoeksaanpak</i>	21
<i>Methodes</i>	22
Theoretische inzichten	22
Praktijkvoorbeelden	22
Ontwerpend onderzoek	22
<i>Leeswijzer</i>	24
 Deel 1: Beleids- en ruimtelijk-energetische analyse	27
<i>Beleidscontext</i>	29
Beleidsplan Ruimte Vlaanderen (BRV)	29
Provincie Antwerpen	30
Beleidsplan Ruimte Mechelen (BRM)	30
Warmteplan Mechelen	31
<i>Ruimtelijke context Mechelen</i>	32
<i>Groot-Begijnhof</i>	36
<i>Elektriciteitstraat</i>	39
 Deel 2: Koppelkansen ruimte & energie	43
<i>Energetische ruggengraat als drager voor ruimtelijke ontwikkeling</i>	45
<i>Duurzame koeling in groenere, leefbare en comfortabele wijken</i>	51
<i>Intersectorale koppelingen met energie in gedeeld ruimtegebruik</i>	59
<i>Creëren van meerwaarde in warmte-infrastructurele ingrepen</i>	65
<i>Informeren, zichtbaarheid en energetische bewustwording</i>	69
 Deel 3: Naar een nieuwe manier van werken	77
<i>Planningsproces</i>	79
<i>Beleidsvoering</i>	80
Conclusie	83
Bibliografie	87

Figuren

Figuur 1	Broeikasgasuitstoot in de EU per sector.
Figuur 2	Aandeel hernieuwbare energie in het bruto finaal energiegebruik, Vlaams gewest 2005-2022.
Figuur 3	The Missing Link.
Figuur 4	Vergelijking tussen ruimtebeslag van traditionele technieken en warmte uit hernieuwbare bronnen voor 1 PJ
Figuur 5	Elektriciteits- en gasverbruik op jaarbasis van de huishoudens (2021).
Figuur 6	Verdeling energieverbruik in Vlaanderen (2019).
Figuur 7	Methodologisch kader.
Figuur 8	Basiskaart ontwerpend onderzoek Mechelse Vesten.
Figuur 9	Leeswijzer.
Figuur 10	Principes voor het verhogen van het ruimtelijk rendement.
Figuur 11	Transitiepaden voor de Mechelse warmtetransitie.
Figuur 12	Overzicht relevante projecten Mechelen.
Figuur 13	Potentiële eindsituatie van een warmtenet voor de Vesten en de binnenstad.
Figuur 14	Impressiebeelden Groot-Begijnhof.
Figuur 15	Analysekaart Groot-Begijnhof.
Figuur 16	Perceelstructuur Groot-Begijnhof.
Figuur 17	Impressiebeeld appartementsgebouwen Elektriciteitstraat.
Figuur 18	Analysekaart Elektriciteitstraat.
Figuur 19	Potentiële duurzame energieproductie en mogelijke afnemers op de noord-zuidas in Kortrijk met aanduiding Bouwblok Walle.
Figuur 20	Luchtfoto Mechelen-Noord.
Figuur 21	Stedelijke figuur warmtenet Mechelen Noord.
Figuur 22	Balans tussen energieproductie- en consument.
Figuur 23	Stedelijk hitte-eiland effect.
Figuur 24	Duurzame koeling in drie stappen.
Figuur 25	Oost-west oriëntatie van nieuw appartementsgebouw Elektriciteitstraat.
Figuur 26	Strategieën voor duurzame koeling in de Elektriciteitstraat.
Figuur 27	Speelzones en waterconstructies in de Clementwijk, Sint-Niklaas.
Figuur 28	Sfeerbeeld beek in het ontwerp van De Vloei, Ieper.
Figuur 29	Niet-kwalitatieve groene ruimte in de wijk Elektriciteitstraat.
Figuur 30	Parking Groeninge in Kortrijk voor en na ontharding.
Figuur 31	Luchtfoto en plan parking Keerdok met aanduiding van mogelijke voetgangers- en fietserstunnel onder de N16.
Figuur 32	Openingsuren van een typische supermarkt doorheen de week.

Figuur 33	Locatie biovergister-buurtcentrum op Elektriciteitstraat.
Figuur 34	Systeemschema's warmtenet in de Stationswijk, Mechelen.
Figuur 35	De Elektriciteitstraat is een zeer verharde en onveilige straat.
Figuur 36	Snede herinrichting Elektriciteitstraat voor en na de aanleg van warmtenet.
Figuur 37	Publiek toegankelijke historische bleekweide in combinatie met lineair BEO-veld.
Figuur 38	Infopunt project Gent-Sint-Pieters.
Figuur 39	Locatie informatiecentrum Klimaatwijk Mechelse Vesten.
Figuur 40	Expositieruimte in de Begijnhofkerk.
Figuur 41	Hidden systems.
Figuur 42	Symbolische markering stadsomwalling Leuven.
Figuur 43	Symbolische markering warmtenet Groot-Begijnhof.
Figuur 44	Voorbeeld zonnepanelen met print.
Figuur 45	Realtime feedbacksysteem locatie Elektriciteitstraat.
Figuur 46	Onafhankelijk, gefaseerd, iteratief en geïntegreerd planningsproces voor ruimte en energie.
Figuur 47	Missende schakel in de doorvertaling van energie in omgevingsvergunningen.

Inleiding

Van wereldschaal tot wijkniveau

De noodzaak van een energietransitie

Het wordt steeds duidelijker dat klimaatverandering een cruciale rol zal spelen in de vormgeving van ons leven in de nabije toekomst. Op 12 december 2015 vond er een historisch keerpunt plaats. Tijdens de 21^{ste} klimaatconferentie in Parijs (COP21) bereikten 195 landen voor de eerste keer een akkoord naar aanleiding van het VN Klimaatverdrag (UNFCCC), wat de koers van het klimaatbeleid voor de komende decennia zal bepalen. In dit akkoord werden enkele zeer ambitieuze doelstellingen juridisch bindend vastgelegd die zich zowel uitspreken over klimaatadaptatie¹, als -mitigatie²:

- a. *“de stijging van de wereldwijde gemiddelde temperatuur ruim onder 2 °C te houden ten opzichte van het pre- industriële niveau en ernaar te blijven streven de stijging te beperken tot 1,5 °C, erkennende dat dit de risico's en de gevolgen van klimaatverandering aanzienlijk zou beperken.*
- b. *Het vermogen te vergroten tot aanpassing aan de nadelige gevolgen van klimaatverandering, en de veerkracht voor klimaatverandering en broeikasgasarme ontwikkeling te bevorderen, op een wijze die de voedselproductie niet in gevaar brengt.*
- c. *Geldstromen in lijn te brengen met een traject naar broeikasgasarme en klimaatveerkrachtige ontwikkeling.” (UNFCCC, 29 november 2018: p3)*

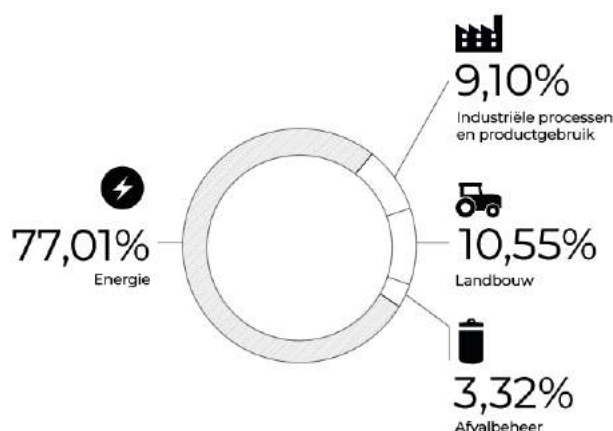
Dit impliceert dat in de komende jaren/decennia prioriteit moet worden gegeven aan het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen. Bovendien is het essentieel om sterk te investeren in duurzame, hernieuwbare energiebronnen, met als doel toegang te garanderen tot duurzame, schone, betrouwbare en betaalbare energie voor iedereen. (United Nations, 2015; Van Noordt, 2016). Internationale verplichtingen zoals (en vooral) deze zetten nationale, regionale en lokale overheden aan tot collectieve actie. Om de gevolgen van de klimaatverandering binnen aanvaardbare grenzen te houden, moeten er immers grote inspanningen worden geleverd en moet er worden nagedacht over een ingrijpende transformatie van onze benadering van energieproductie en -consumptie (Van Den Driessche et al., 2019).

Volgens het Europees Milieuagentschap (2018) is de productie van energie verantwoordelijk voor maar liefst 77,01% van de totale broeikasgasuitstoot in de EU (Figuur 1). Energieproductie vormt daarmee dus één van de voornaamste uitdagingen binnen de klimaatproblematiek. De

¹ Klimaatadaptatie: adaptatiemaatregelen focussen zich voornamelijk op de aanpassing van onze leefomgeving aan de gevolgen van de klimaatverandering (zoals bijvoorbeeld overstromingen, droogte, vermindering van de biodiversiteit, extreme temperaturen etc.) (Van den Driessche et al., 2019)

² Klimaatmitigatie: mitigatiemaatregelen richten zich op het verminderen van de uitstoot van broeikasgasemissies. (Van den Driessche et al., 2019)

onvermijdelijke, radicale overgang van een economie die gebaseerd is op de verbranding van fossiele brandstoffen (aardolie, steenkool, aardgas), met uitstoot van broeikasgassen als gevolg, naar een economie die nagenoeg volledig draait op hernieuwbare energiebronnen (zon, waterkracht, aardwarmte, biomassa, wind) is nu noodzakelijk (Revier et al., 2015).

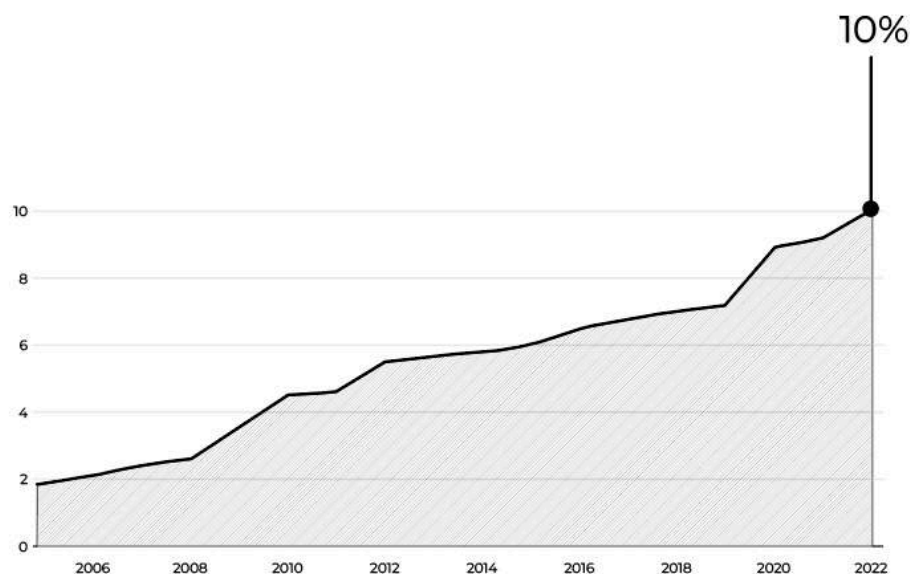


Figuur 1: Broeikasgasuitstoot in de EU per sector (aangepast uit: Europees Milieuagentschap, 2023).

Ondanks de urgente noodzaak van deze energietransitie en de bindende internationale afspraken slaagt Vlaanderen er voorlopig niet in deze waar te maken, of althans niet snel genoeg. Toch werden er reeds belangrijke initiatieven opgezet voor het terugdringen van de broeikasgasemissies voor zowel consumptie als productie zoals het Renovatiepact en het Vlaams Actieplan Energie-efficiëntie. Bovendien heeft de Vlaamse Overheid recent twee beleidskaders geïntroduceerd die specifieke acties per sector formuleren om de klimaatdoelstellingen te behalen. Dit omvat het Vlaams Energie- en Klimaatplan 2021-2030 (VEKP) met concrete (kortetermijn)maatregelen in zowel het Vlaams klimaatadaptatieplan (juni 2023) als het Vlaams mitigatieplan (2013-2020)³ en de Vlaamse Klimaatstrategie 2050 met een langetermijnvisie (Digitaal Vlaanderen, s.d; Wauters et al., 2017).

De Vlaamse overheid benadrukt ook de cruciale rol van lokale besturen bij het tot stand brengen van een robuust en doeltreffend klimaatbeleid, onder meer door middel van initiatieven zoals het Burgemeestersconvenant, het verstrekken van beschikbare gegevens en hulpmiddelen en het bieden van praktijkvoorbeelden en handleidingen. De vraag hierbij is of ze daarbij de nodige capaciteit en investeringsmiddelen die lokale besturen nodig hebben om deze vele intenties die bij hen werden neergelegd te realiseren niet onderschat. Cijfers tonen namelijk aan dat, hoewel er een aanzienlijke toename is waargenomen in het aandeel van hernieuwbare energieproductie in het Vlaamse Gewest in de afgelopen jaren, dit aandeel momenteel nog steeds beperkt blijft tot 10% van het totale bruto finaal energiegebruik (Figuur 2) (Vlaams Energie- en Klimaatagentschap, 19 januari 2024).

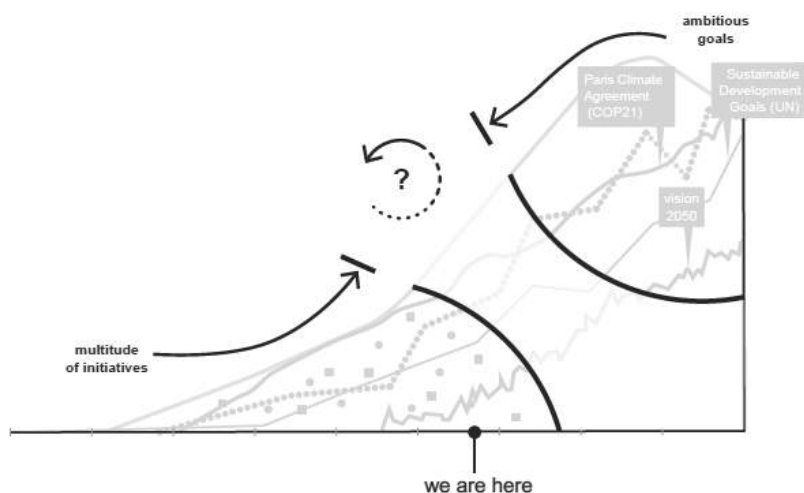
³ Tussen mitigatie- en adaptatiemaatregelen zit een hiërarchisch verschil. Voor mitigatiemaatregelen wordt er gekeken op de korte termijn 2030-2050, de adaptatiemaatregelen worden bekeken op een horizon van 2050-2100. Om die reden werden er dan ook aparte actieplannen uitgewerkt op Vlaams niveau (Van Den Driessche et al., 2019).



Figuur 2: Aandeel hernieuwbare energie in het bruto totaal energieverbruik, Vlaams gewest 2005-2022 (aangepast uit: Vlaams Energie- en Klimaatagentschap, 19 januari 2024).

Missing link

Momenteel gaapt er met andere woorden nog steeds een enorme kloof tussen de vaak ambitieuze visies en doelstellingen die werden geformuleerd op Vlaams en internationaal niveau met betrekking tot de energietransitie enerzijds en de operationele doelstellingen en acties op het terrein anderzijds. *“De urgentie en de doelstellingen zijn duidelijk en de vraag is niet langer óf we moeten aanpassen, maar hoe we dit gaan doen. Niemand weet het echt, en juist dat is de Missing Link. (Alkemade et al., oktober 2017: p2) (Alkemade et al., oktober 2017; Architecture Workroom Brussels et al., 2018; Brugmans & Sijmons, 2024; Declerck et al., 2018) (Figuur 3).*



Figuur 3: The Missing Link (Alkemade et al., oktober 2017)

"We can't solve problems by using the same kind of thinking we used when we created them. "- Albert Einstein

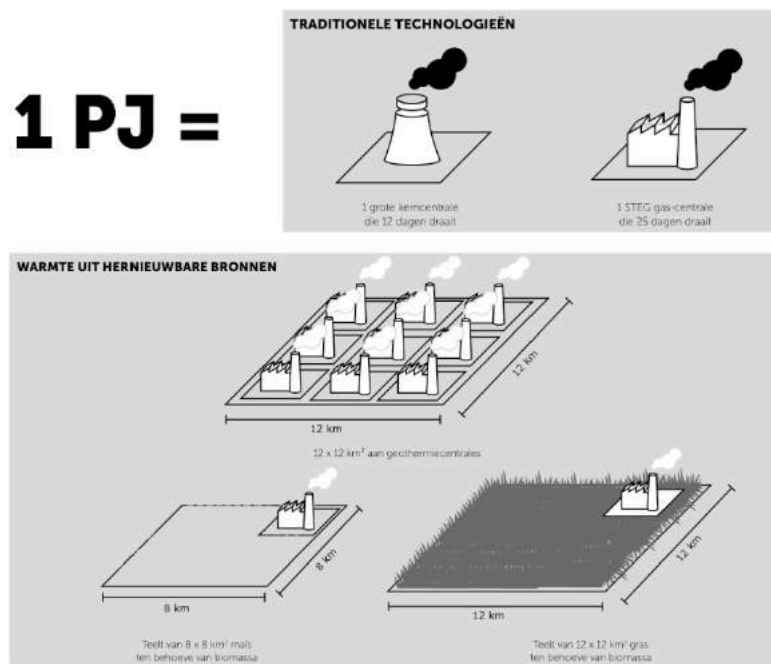
De transitie vraagt om een beduidende systeemverandering en acties op het terrein (Architecture Workroom Brussels et al., 2018). Het is daarom noodzakelijk om voorbij conventionele opvattingen te handelen van wat momenteel als 'realistisch' of normaal wordt beschouwd. De uitdaging waar we nu voor staan, ligt in het creatief gaan verbinden van de 'missing links', zowel in onderzoek als in de praktijk (Vandevyvere & Stremke, 2012). In het kader van het Nationaal Programma Regionale Energiestrategie (NP RES) in Nederland is recentelijk de basis gelegd voor de ontwerpprincipes van De Wereld van B. Dit concept staat in contrast met de gangbare benadering, vertegenwoordigd door De Wereld van A, en richt zich op de ontwikkeling van het energiesysteem van de toekomst. Op dit moment wordt hernieuwbare energie bijvoorbeeld nog steeds op traditionele wijze door het hele land getransporteerd, voornamelijk vanwege de gevestigde gewoonten binnen ons centraal gestuurde systeem. Aangezien fossiele energie inherent andere kenmerken heeft dan hernieuwbare energie, vereist het ontwerpen van het energienetwerk van morgen een geheel nieuwe aanpak. Dit perspectief biedt nieuwe inzichten, oplossingen, keuzes en mogelijkheden (NP RES, s.d).

"In De Wereld van B...

- o *wordt de volledige energievoorziening aangedreven door hernieuwbare energiebronnen.*
- o *is energie voor iedereen toegankelijk.*
- o *vormt het energiesysteem een integraal onderdeel van de leefomgeving.*
- o *wordt er nadruk gelegd op lokaal eigenaarschap en samenwerking.*
- o *wordt de infrastructuur niet centraal beheerd maar gedecentraliseerd.*
- o *wordt gestreefd naar een evenwichtige energiebalans op lokale schaal. (NP RES, s.d)"*

Wat vaak onderbelicht blijft in zowel het publieke als politieke discours, is de ruimtelijke dimensie van de klimaat- en energieuitdaging (Architecture Workroom Brussels et al., 2018; Persyn et al., 2016; Revier et al., 2015; Van Den Driessche et al., 2019; Wauters et al., 2017). De laatste jaren werd er reeds in belangrijke mate voor adaptatiemaatregelen naar de ruimtelijke planning gekeken. Zo staat het Departement Omgeving in voor de coördinatie van het Klimaatadaptatieplan en nam ze klimaatbestendigheid integraal mee in haar strategische visie voor het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen (Ruimte Vlaanderen, 2018) als één van de tien kernkwaliteiten van ruimtelijke ontwikkeling: *"De inrichting van de ruimte vermindert de specifieke klimaatgevoeligheden (hittestress, overstromingsrisico, ...) van de plek (adaptatie). Inrichting draagt bij aan de klimaatbestendigheid van de ruimte door toepassing van de ruimtelijke principes die ingaan op aspecten zoals multifunctionaliteit, verhardingsbeperking en veerkrachtig inrichten. (Ruimte Vlaanderen, 2018: p29)"* Ook in het Lokaal Energie- en klimaatbeleid werden er door de Vlaamse Overheid zes ruimtelijke strategieën aangehaald om steden of gemeenten klimaatbestendig te kunnen gaan inrichten: ontharden, bebossen, ventileren, warmteopname beheersen, ruimte voor water en afschermen (Vlaams Energie- en Klimaatagentschap & Departement Omgeving, s.d).

De nadruk op ruimtelijke ontwerpprincipes voor klimaatmitigatie blijft tot nu toe achter in het Klimaatbeleid, zoals blijkt uit het Vlaams Mitigatieplan (2013-2020). Een noodzakelijke afstemming tussen klimaat- en ruimtelijk beleid vindt weinig plaats, of gebeurt te laat (Ruimte Vlaanderen, 2017). Uit eerder onderzoek blijkt nochtans dat het 100% terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen een aanzienlijke ruimtelijke impact zal hebben, voornamelijk vanwege het grotere ruimtebeslag als gevolg van de lagere energie-intensiteit van hernieuwbare bronnen (Figuur 4) (Pisman et al., 2018; Revier et al., 2018; Sijmons et al., 2014).



Figuur 4: Vergelijking tussen ruimtebeslag van traditionele technieken en warmte uit hernieuwbare bronnen voor 1 PJ (Provincie Antwerpen)

Omgekeerd oefent de configuratie van onze ruimte ook een sterke invloed op ons energieverbruik, de mogelijkheden tot warmte-uitwisseling en de energieproductie. Het blijft echter onzeker wat nu juist de ruimtelijke dimensie zal zijn van de klimaatmitigatie-agenda (van de Klundert, 2011), en welke rol ruimtelijke planning hierin speelt. Deze koppeling van ruimte en energie is zeker niet nieuw. De wederkerige relatie tussen het gebruik van de ruimte en dat van energie, alsook de winning van energie en de ruimtelijke vormgeving zijn vanuit het verleden een herkenbaar fenomeen (Sijmons et al., 2014). Doorheen de afgelopen eeuwen werd de ruimtelijke dimensie, en dus ook de rol van de ruimtelijke planning in de koppeling, steeds meer beperkt (Van Kann, 2015; Van Noordt, 2016). Het feit dat energie/mitigatie zelden wordt meegenomen in ruimtelijke overwegingen en vice versa, wijst op gemiste kansen op dit gebied. Het besef groeit ook steeds meer dat de configuratie en organisatie van onze ruimte een aanzienlijke invloed kunnen hebben op het energieverbruik, bewustwording, de mogelijkheden voor warmte-uitwisseling en decentrale energieproductie (Peeters, 2017; Pisman et al., 2018). Om die reden heeft een herkoppeling een aanzienlijk potentieel om bij te dragen aan het terugdringen van de broeikasgasuitstoot.

Een grote uitdaging in die herkoppeling is het nauwkeurig definiëren van een passende ‘probleemdefinitie’ en bijhorende oplossing. De ruimtelijke vertaling van de zeer ambitieuze klimaat-, energie en ruimtelijke (beleids)doelstellingen kan worden beschreven als een ‘*wicked problem*’ (Incropera, 2015). Zoals omschreven door Rittel en Webber (1973) wordt dit type van problemen gekenmerkt door een gebrek aan duidelijk begin of einde, waarbij een complex netwerk ontstaat van onderling verbonden deelaspecten waarbij elk probleem beschouwd kan worden als een symptoom van een ander probleem. De operationele uitvoering van de (energie)transitie blijkt om die reden uiterst complex en heeft baat aan een bredere verkenning van de mogelijkheden tot (her)koppeling van ruimte en energie om initiatieven breder ingang te doen vinden en op te schalen.

Het geïntegreerd wijkniveau als hypothese

“Als opgave heeft de klimaatwijk de potentie om als sluitstuk, maar ook als toetssteen, van het uitgezette klimaatbeleid te worden beschouwd (Van Den Driessche et al., 2019: p13).”

Een hypothese tot deeloplossing voor dit ‘wicked’ probleem, is het geïntegreerd bekijken en ontwerpen van ruimte en energie op wijkniveau. Op regionale of bovenregionale schaal wordt de concrete ruimtelijke en energetische impact van ingrepen vaak abstract, hinderloos en onzichtbaar. Langs de andere kant zijn individuele (gesubsidieerde) maatregelen vaak heel ad hoc en kleinschalig, waarbij kwaliteitsgarantie weinig kan worden gewaarborgd (Van Den Driessche et al., 2019). In beide gevallen is de rol van de ruimtelijke planning vrijwel onbestaande. Om de energietransitie haalbaar te maken moeten we gebouw-overstijgend en voorbij individuele acties denken en werken (Van Den Driessche et al., 2019). Bovendien vormt de wijk het startpunt, voordat (ruimtelijke) ontwerpers zich kunnen bezighouden met de abstracte concepten van de stedelijke planning of de regionale schaal (Van Den Driessche et al., 2019). De schaal van de wijk vormt een interessante tussenschakel waar beleidsambities vertaald kunnen worden in concrete acties, die ook tastbaar zijn. Het biedt een beheersbaar schaalniveau om de immense uitdaging van het klimaat op te splitsen in haalbare delen, terwijl het ook schaalvergroting en professionalisering mogelijk maakt (Declerck et al., 2019, Vandevyvere et al., 2022).

Zowel adaptatie als mitigatie van de klimaatproblematiek zullen zich op wijkniveau gelijktijdig gaan manifesteren (Van Den Driessche et al., 2019). Om een voldoende grote impact te kunnen hebben, zal er collectief moeten worden nagedacht (Architecture Workroom Brussels et al., 2018) en impliceert dit een strategische inzet op de integratie van energiesystemen met andere functies (Pisman et al., 2018; Van Noordt, 2016). Omwille van ons sterk gecentraliseerde energieproductiemodel is onze gebouwde ruimte echter niet voorzien op hernieuwbare energieproductie op decentraal niveau en daar bovenop is de beschikbare ruimte in Vlaanderen beperkt. Zoals Ruimte Vlaanderen (2017) in het Witboek Beleidsplan Ruimte Vlaanderen stelt moet *“het rendement van de ingenomen ruimte (...) toenemen en de druk op de open ruimte (...) de komende decennia aanmerkelijk dalen.”* Daarbij moet *“bijkomend*

ruimtebeslag (...) vermeden worden” (Ruimte Vlaanderen, 2017). Om dit te kunnen verwezenlijken zal er moeten worden durven nagedacht over een grondige herstructurering van onze gebouwde omgeving en dus ook onze omgang met energie (Van Den Driessche et al., 2019).

In deze herstructurering kan de ruimtelijke planning een significantie rol spelen. De verstrengeling van ruimte en energie op wijkniveau, alsook de focus op integratie en verweving, biedt namelijk de kans om ook ruimtelijke uitdagingen, zoals kwalitatieve verdichting, kernversterking, klimaatadaptatie en -mitigatie en mobiliteitsproblematieken geïntegreerd te benaderen en aldus samenhangende projecten te initiëren. De wijk wordt daardoor niet louter een ‘nieuw’ ruimtelijk schaalniveau, maar een instrument om geïntegreerd, gebiedsgericht en collectief te gaan samenwerken in de ruimte. Deze aanpak heeft het potentieel om aanzienlijke maatschappelijke voordelen te genereren, waardoor grote investeringen optimaal renderen. Door de abstracte doelstellingen te vertalen en op een geïntegreerde manier aan te pakken, kan er meer worden bereikt en kunnen resultaten sneller en gericht worden behaald (Declerck et al., 2018). Bovendien wordt de energietransitie hierdoor gekoppeld aan voordelen op persoonlijk niveau in de verbetering van de directe leefomgeving van bewoners, wat vaak tastbare voordelen met zich meebrengt en zo een breder draagvlak creëert (Declerck et al., 2019).

Zoals Declerck et al. (2019) het verwoorden maken we op die manier *“van de energietransitie een hefboom voor een ruimtelijke kwaliteitssprong, en van ruimtelijk beleid en transformatie een motor voor de energietransitie (Declerck et al., 2019: p13).”* Er zit met andere woorden veel potentieel in de koppeling van ruimtelijke en energetische doelstellingen op wijkniveau om een gedragen, maatschappelijk verhaal te bouwen.

Ruimte, energie & de ruimtelijke planning

Het belang van én de koppelkansen op wijkniveau van de energievraagstukken blijken dus reeds vaak onderschreven. Het werken met een geïntegreerde wijkstrategie of -ontwerp is echter tot op heden zelden de focus van het groeiend aantal lokale energietransitieprojecten in Vlaamse stedenbouw en ruimtelijke planning. Daartoe ontbreekt momenteel de uitwisseling van kennis en ervaringen tussen projecten en betrokken partijen (Declerck et al., 2019). Een cruciale hefboom om de realisatie van de energietransitie te versnellen, ligt immers in het feit dat er, naast het opzetten van nieuwe tests en studies, voortgebouwd moet worden op de lessen uit zowel afgeronde als lopende projecten. In de publicatie ‘Operatie Open Ruimte’ uit 2018 werd dit reeds benadrukt in een pleidooi voor een actieve en geïntegreerde *programmawerking* (Declerck et al., 2018). Niet alleen de open ruimte, maar ook het bestaande bebouwde weefsel heeft nood aan flexibele en op maat gemaakte strategieën om kennis en krachten te bundelen en activeren bij het opzetten van geïntegreerde projecten. Het gebrek aan doelgerichte samenwerking en uitgebreide leeromgeving vormt een essentiële belemmering voor het opschalen, herhalen en vermenigvuldigen van goede parktijken op basis van eerdere, bestaande vooruitstrevende projecten (Declerck et al., 2019).

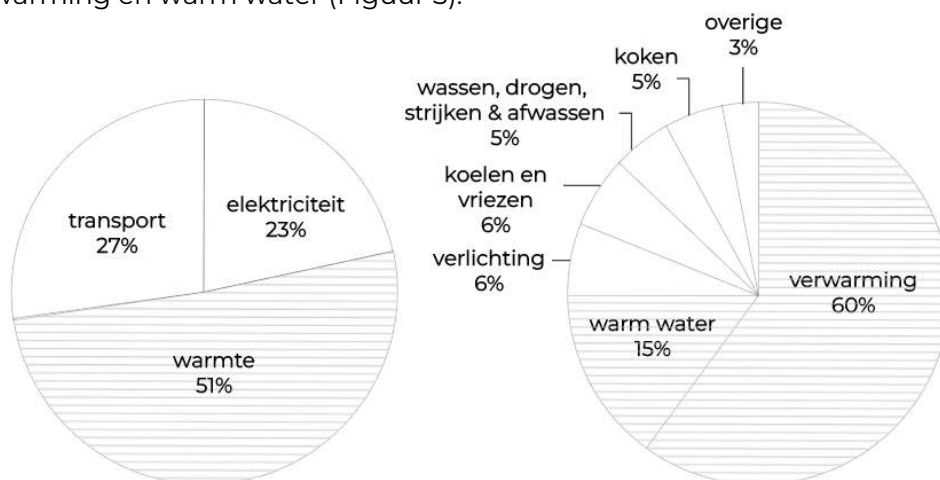
Onderzoeksvraag

Deze masterproef maakt gebruik van een iteratief proces tussen theoretische inzichten, goede praktijkvoorbeelden in zowel nieuwe als bestaande ruimtelijke contexten, en verbeeldingskracht in ontwerpend onderzoek. Aan de hand van dit proces tracht de masterproef te zoeken naar koppelkansen van ruimtelijke en energetische doelstellingen op wijkniveau. Hierbij komt ook de rol van de ruimtelijke planning aan bod. Concreet handelt het onderzoek over volgende onderzoeksvragen:

Welke mogelijke koppelkansen bestaan er tussen ruimtelijke en energetische doelstellingen voor klimaatmitigatie op wijkniveau?

Wat is de rol van de ruimtelijke planning in het identificeren en integreren van deze koppeling(en)?

Het onderzoek bouwt hiermee verder op het breder verkennend onderzoek naar 'Klimaatwijken' uitgevoerd door Labo A, UGent, BLAF Architecten en Bureau Bouwtechniek in opdracht van Departement Omgeving (Van Den Driessche et al., 2019), en het operationeel kader voor "Het activeren van een ruimte- en energiebeleid als hefboom voor de realisatie van de energietransitie" uitgevoerd door Architecture Workroom Brussels in opdracht van Labo Ruimte (Declerck et al., 2019). De masterproef richt zich hiermee op het begrijpen van de complexe interactie tussen energetische en ruimtelijk-kwalitatieve ontwerpelementen op wijkniveau. Hiermee wil deze masterproef bijdragen aan de verdere uitbouw van kennis en inzichten rond 'Klimaatwijken', met een specifieke focus op de koppeling tussen ruimtelijke en energetische doelstellingen, waarbij de nadruk voornamelijk ligt op warmte en koeling. Deze keuze wordt gemaakt op basis van cijfers uit 2019, die aantonen dat warmte meer dan 50% beslaat van het energieverbruik in Vlaanderen (Figuur 6). Daarnaast is warmte ook bij de huishoudens cruciaal: volgens cijfers van Fluvius gaat maar liefst 75% van het energieverbruik naar verwarming en warm water (Figuur 5).



Figuur 6 (rechts): Elektriciteits- en gasverbruik op jaarbasis van de huishoudens (2021), aangepast uit Verhaert & Leen (2024).

Figuur 5 (links): Verdeling energieverbruik in Vlaanderen (2019), aangepast uit Verhaert & Leen (2024).

Onderzoeksaanpak en -methodes

“Wicked problems vragen een andere manier van werken, een manier die eerder onderzoekend is dan doelgericht en probleemoplossend (Declerck et al., 2019: p103).”

Onderzoeksaanpak

Het masterproefonderzoek zelf werd opgebouwd als een leertraject. Dit leertraject was een iteratief proces (Figuur 7) dat drie verschillende vormen van input integreert:

- theoretische inzichten.
- een verkenning van bestaande projecten (in zowel bestaande ruimtelijke context als in nieuwbouwwijken in Vlaanderen en in het buitenland).
- ontwerpend onderzoek in twee casestudies in Mechelen.

Op deze manier kunnen lessen uit eerdere projecten en de theorie enerzijds een invloed hebben op het ontwerpend onderzoek en bepaalt het ontwerpend onderzoek anderzijds welke bestaande projecten interessante en inspirerende voorbeeldprojecten kunnen zijn.

Het leertraject vormt de basis en het achterliggende proces om thema's te identificeren waarbinnen koppelkansen tussen ruimte en energie worden gevonden enerzijds en anderzijds te reflecteren op de rol van de ruimtelijk planner in deze koppeling. De koppelkansen zijn steeds gebaseerd op de ruimtelijke en/of energetische uitdagingen die zich voordoen in de specifiek gekozen cases voor het ontwerpend onderzoek.



Figuur 7: methodologisch kader

Methodes

Theoretische inzichten

De theorie wordt benaderd vanuit het denkkader van de onderzoeker, met een achtergrond in ruimtelijke planning, ingenieurswetenschappen en architectuur. De inzichten worden verzameld uit literatuur en bestaand verkennend onderzoek omtrent het thema op basis van de iteratieve input uit het leertraject. Hierbij worden bronnen kritisch onderzocht met betrekking tot het discours van 'duurzame' wijkontwikkeling, ruimtelijke kwaliteit en verdichting op wijkniveau. Daarnaast worden theoretische inzichten gezocht om bepaalde ontwerpelementen te detailleren. Deze theoretische inzichten worden vervolgens gebruikt in de resultaten van het onderzoek om bepaalde kansen voor koppelingen en ontwerpbeslissingen te ondersteunen, te versterken en te verduidelijken.

Praktijkvoorbeelden

"Bovendien is het cruciaal om de vele kleinschalige initiatieven op te schalen; en de inzichten uit eerdere model- of pilootprojecten breder ingang te doen vinden (Declerck et al., 2019)."

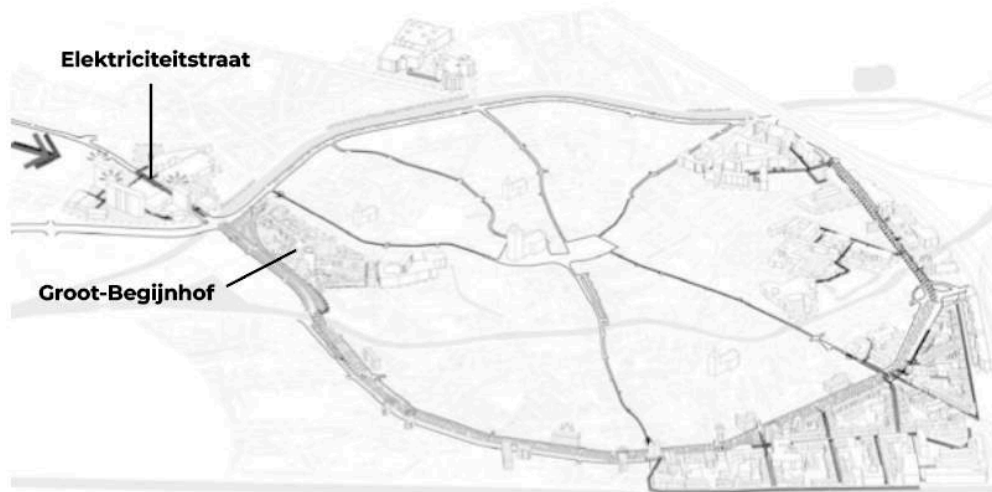
Naast theoretische inzichten maakt dit onderzoek gebruik van goede praktijkvoorbeelden als input voor het leertraject. In Vlaanderen en daarbuiten wordt er volop geëxperimenteerd met het bouwen van energie- en klimaatwijken die hiermee reeds eerste stappen zetten richting een succesvolle koppeling tussen energetische, klimaatbestendige en ruimtelijke-kwalitatieve doelstellingen. Tijdens het leertraject zijn verschillende praktijkvoorbeelden gescreend en onderzocht op basis van de relatie tussen ruimte en energie of omwille van hun aanverwante karakter. De selectie van deze praktijkvoorbeelden is gebaseerd op gesprekken met derden en uit het ontwerpend onderzoek. Wanneer tijdens het ontwerpend onderzoek specifieke vraagstukken of kansen naar voren kwamen, werden passende praktijkvoorbeelden gezocht ter illustratie en verdere verduidelijking.

Ontwerpend onderzoek

Dit onderzoek maakt tot slot gebruik van ontwerpend onderzoek. Het belang van deze methode ligt in het vermogen om een toekomst voor te stellen die niet alleen voorstelbaar en wenselijk is, maar vooral ook haalbaar. Zoals de Jong (1998) benadrukt, biedt op ontwerp gebaseerd onderzoek een toekomstgerichte aanpak waarbij alternatieven worden ontwikkeld die verder gaan dan wat algemeen bekend is of wat als 'realistisch' wordt beschouwd. Door de mogelijkheid om de wereld te zien zoals deze zou kunnen zijn, in plaats van zoals deze is, kunnen ontwerpers bijdragen aan de transformatie van onze leefomgeving (Geldof et al., 2007). De onderzoeksvraag van deze masterproef vraagt meer dan enkel technologische oplossingen, maar heeft nood en baat bij een architecturale, landschappelijke en/of stedenbouwkundige vertaling (Van Den Driessche et al., 2019). In het volgende hoofdstuk wordt het resultaat van het ontwerpend onderzoek ingezet als manier om kansen en aanknopingspunten tussen ruimte en energie te illustreren in een specifieke en tastbare

ruimtelijke context. Op die manier worden bepaalde doelstellingen visueel en tastbaar gemaakt en mogelijke koppelingen tussen energie en ruimte blootgelegd.

De keuze voor de casestudies die zijn gebruikt in het ontwerpend onderzoek is gebaseerd op de studie 'Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten', uitgevoerd in opdracht van LABO RUIMTE in samenwerking met het Vlaams Energie- en Klimaatagentschap (Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten, 2022). Dit rapport bevat de eindresultaten van ontwerpend onderzoek, waaruit een strategische visie voor een stadsbreed warmtenet langs de Mechelse Vesten is voortgekomen. Bovendien is er een operationeel kader ontwikkeld voor collectieve energetische renovatie van appartementgebouwen. Enkele pilotcases zijn geselecteerd vanuit deze studie vanwege hun prioriteit en strategische relevantie op het gebied van gebouwrenovatie en aansluiting op een warmtenet: de Stationswijk, het Groot-Begijnhof en de Elektriciteitsstraat (Figuur 8). In deze masterproef worden het Groot-Begijnhof en de Elektriciteitsstraat onderzocht vanwege hun complementaire en tegengestelde bebouwingstypes, ruimtelijke context en programma. Gedurende het iteratieve proces zijn op twee verschillende momenten (8 maart 2024 en 29 april 2024) gesprekken gevoerd met experts/bevoorrechte getuigen vanuit Stad Mechelen voor elke case: Ighor Van de Vyver, Toon Boeckx en Annick Vanhove. Tijdens deze gesprekken werden de huidige ontwikkelingen en ontwerpideeën voor elke pilotcase besproken en bijgestuurd. Daarnaast werd er tijdens deze gesprekken ook ingegaan op een algemene reflectie en conclusie binnen het onderzoek.



Figuur 8: Basiskaart ontwerpend onderzoek Mechelse Vesten (aangepast uit: Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten, 2022).

Leeswijzer

Voorliggende tekst weerspiegelt de resultaten en discussie van het iteratieve ontwerpproces (Figuur 9).



Figuur 9: Leeswijzer

De hoofdstukken met zwart-witte pagina's dienen als structurerende elementen en bevatten de belangrijkste informatie. De resultaten en discussie van deze masterproef werden onderverdeeld in drie aparte delen, elk gemarkeerd met een eigen hoofdkleur om de duidelijkheid te vergroten. Elk nieuw deel begint met een volledig gekleurde pagina. Deze delen omvatten een verdere verdieping van de specifieke resultaten van het onderzoek:

1. Beleids- en ruimtelijk-energetische analyse.

Het eerste deel omvat een beleids- en ruimtelijk-energetische analyse, die voorafgaat aan het ontwerpend onderzoek in beide casestudies. Deze analyse identificeert de specifieke ruimtelijke behoeften en uitdagingen binnen de bestaande stedelijke omgeving en kadert het onderzoek in de bestaande ruimtelijke beleidscontext. Door de focus te leggen op ruimtelijke vraagstukken wordt een stevige basis gelegd om de verdere dynamiek tussen ruimte en energie beter te begrijpen en mogelijke koppelingen te detecteren.

2. Thema's van koppelkansen ruimte en energie.

In het tweede deel worden verschillende thema's behandeld die telkens een koppelkans belichten waarbij ruimte en energie elkaar versterken. Deze thema's zijn het resultaat van het iteratieve proces besproken in hoofdstuk 2. De thema's worden telkens verduidelijkt aan de hand van uitdagingen of kansen in één of beide casestudies, inspirerende voorbeeld(en) en ondersteunende theorievorming.

Volgende vijf thema's worden achtereenvolgens besproken:

- Energetische ruggengraat als drager voor ruimtelijke ontwikkeling
- Duurzame koeling in groenere, leefbare en comfortabele wijken
- Intersectorale koppelingen met energie in gedeeld ruimtegebruik
- Creëren van ruimtelijke meerwaarde in warmte-infrastructurele ingrepen
- Informeren, zichtbaarheid en energetische bewustwording

3. Reflectie op de rol van de ruimtelijke planning.

Het derde deel reflecteert op de rol van de ruimtelijke planning binnen deze verschillende koppelkansen en bekijkt hoe deze kan bijdragen aan het identificeren, versterken en implementeren van de koppelingen tussen ruimtelijke en energetische doelstellingen op wijkniveau.

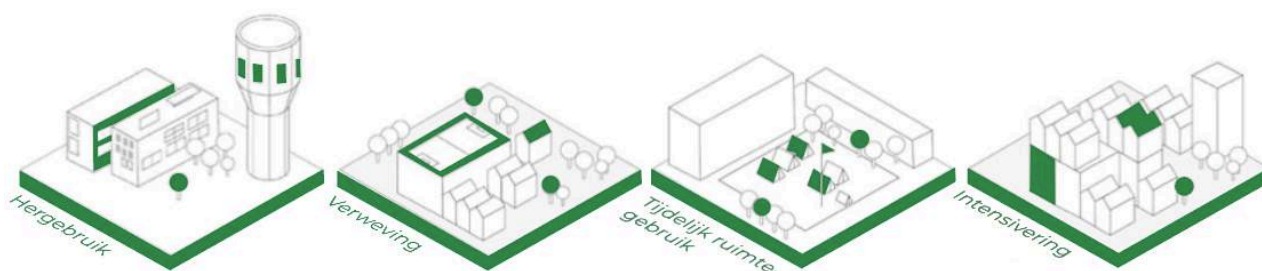
Deel 1: Beleids- en ruimtelijk- energetische analyse

Beleidscontext

Beleidsplan Ruimte Vlaanderen (BRV)

Op 20 juli 2018 heeft de Vlaamse Regering de strategische visie voor het BRV goedgekeurd (Ruimte Vlaanderen, 2018). Vlaanderen in 2050 wordt hierin voorgesteld als een internationaal sterke regio, waar het goed leven is. Het is een plek die klimaatbestendig is ingericht, waar biodiversiteit en voedselproductie zijn verzekerd en waar iedereen zich duurzaam kan verplaatsen.

De voorgestelde principes voor ruimtelijke ontwikkeling lijken ook een basis te vormen voor het duurzaam integreren van ruimtelijke en energetische vraagstukken. Voor het koppelen van ruimte en energie zijn vooral de principes met betrekking tot het bijkomend ruimtebeslag⁴ relevant. Het doel van deze principes is om geleidelijk aan het extra ruimtebeslag te verminderen, zodat uitbreiding de uitzondering wordt en de focus ligt op het verhogen van het ruimtelijk rendement. Hiervoor worden principes zoals hergebruik, verweving, tijdelijk ruimtegebruik en intensivering benadrukt (Figuur 10).



Figuur 10: Principes voor het verhogen van het ruimtelijk rendement (aangepast uit: Ruimte Vlaanderen, 2018).

Verder worden ook principes besproken die specifiek gericht zijn op de klimaatverandering en de transitie naar hernieuwbare energie. Een basisgedachte waar het ruimtelijk beleid (op alle niveaus) steeds op voortbouwt in deze context is de Trias Energetica, een driestappenstrategie om energiezuinig ontwerp te maken:

1. *“Beperk het energieverbruik door verspilling tegen te gaan (bijvoorbeeld door isolatie, energie-efficiënte woningen, compacte bouwvormen of oriëntatie van woningen);*
2. *Maak maximaal gebruik van energie uit duurzame en hernieuwbare bronnen (wind, zon, aardwarmte, water, ...) en maak het ruimtelijk mogelijk deze op de meest aangewezen en efficiënte plaatsen te realiseren;*
3. *Om in de resterende energie- behoefte te voorzien, dient zo efficiënt mogelijk gebruik gemaakt te worden van energiebronnen zoals WKK, warmtepomp of warmtenetten, en dient daarvoor ruimte te worden gecreëerd.” (Ruimte Vlaanderen, 2018: p50)*

⁴ “Het concept ‘ruimtebeslag’ is gedefinieerd in het Witboek Beleidsplan Ruimte als dat deel van de ruimte waarin de biofysische functie niet langer de belangrijkste is.” (Departement Omgeving, s.d.a)

Op wijkniveau richt deze principes zich op het georganiseerd uitwisselen van energie en warmte in de ruimte door het samenbrengen van productie, opslag, transport en gebruik. Voor het lokaliseren van hernieuwbare energie wordt de *'driestapsladder'* toegepast (Ruimte Vlaanderen, 2018: p52). Prioritair wordt gekeken naar locaties dicht bij de eindgebruiker voor energieproductie, gevolgd door ruimten met grote infrastructuur, en pas als laatste optie wordt gekeken naar de open ruimte. Daarnaast moet er in het kader van klimaatadaptatie volgens het BRV verder worden ingezet op groenblauwe dooradering, rekening houdend met overstromingsrisico's. De link tussen klimaatadaptatiemaatregelen en deze voor mitigatie, wordt verder niet besproken.

Provincie Antwerpen

Sinds 2019 werkt de Provincie Antwerpen aan haar Provinciaal Beleidsplan Ruimte (PBRA), dat het Ruimtelijk Structuurplan Provincie Antwerpen vervangt. In oktober 2023 werd dit plan definitief vastgesteld. Het PBRA omvat, net als het BRV, een strategische visie, maar vertaalt deze ook naar een reeks beleidskaders op middellange termijn (Provincie Antwerpen, 2023).

De strategische visie benadrukt het belang van ruimte in de energietransitie, met name op het gebied van klimaatadaptatie en -mitigatie. Eén van de zeven strategieën, waarin ruimtelijke principes worden toegepast, richt zich specifiek op de energietransitie. De provincie streeft ernaar om tegen 2050 energieneutraal te zijn. Het PBRA schetst een beeld van de mogelijke toekomstige ontwikkelingen in lijn met deze doelstelling. Volgens het PBRA kan het ruimtelijk beleid een strategische bijdrage leveren door enerzijds de ruimte energie-efficiënt te organiseren en anderzijds door het integreren van activiteiten om de uitwisseling van hernieuwbare energie te vergemakkelijken (Provincie Antwerpen, 2023).

Vanuit dezelfde energieneutrale doelstelling is een onderzoek gestart naar 'Ruimte en Energie' (Lefever et al., 2021). Na een analyse van verschillende gegevens en cijfers met betrekking tot hernieuwbare energie en energie-efficiëntie kregen de onderzoekers inzicht in de ruimtelijke, energetische en socio-economische aspecten van de energietransitie. Op basis daarvan heeft de Provincie Antwerpen het grondgebied ingedeeld in dertien energielandschappen, waarvan er vier zijn geselecteerd als pilootprojecten. Op basis van het scenario-onderzoek naar deze vier pilootcases zijn de volgende conclusies getrokken:

- *"De doelstelling van een klimaat- of energieneutrale provincie is haalbaar*
- *De energietransitie kan niet zonder ruimtelijk beleid*
- *De energietransitie vraagt bovenlokale gebiedsgerichte regie"* (Lefever et al., 2021: p28)

Beleidsplan Ruimte Mechelen (BRM)

Het Beleidsplan Ruimte Mechelen werd op de gemeenteraad van maart 2024 goedgekeurd. Hierin worden er als eerste de gewenste ruimtelijke ontwikkelingen voor de stad op de lange termijn geschetst (2040). Daarna werden deze strategische visiepunten vertaald en geoperationaliseerd in concrete keuzes en acties in drie verschillende (thematische)

beleidskaders (Mechelen Groeit, Groengeelblauw Mechelen & Mechelen Werkt) (BUUR part of Sweco & Spatie Maakt Ruimte, 2024).

Het thema energie & ruimte wordt slechts zijdelings behandeld. Binnen het eerste deel wordt de uitdaging van de klimaatverandering, net zoals in het BRV, tweedelig aangekaart (adaptatie en mitigatie). Op vlak van adaptatie wordt er in de strategische visie het belang van robuuste waterstructuren, waterberging, ontharding en andere maatregelen tegen hittestress benadrukt (BUUR part of Sweco & Spatie Maakt Ruimte, 2024). Wat betreft de vertaling en operationalisering wordt alleen in het beleidskader 'Groengeelblauw Mechelen' dieper ingegaan op de klimaatverandering. Hierin ligt de focus echter enkel op adaptatiemaatregelen. Op vlak van mitigatie erkent Stad Mechelen dat er nog een lange weg te gaan is om hun eigen klimaatactieplan waar te maken. Daarnaast verwijst ze ook naar het opmaken van een doorgedreven energiebeleid om de energiebehoefte te verminderen, reststromen nuttig te benutten, hernieuwbare energie te genereren voor resterende energiebehoefte en de impact van materialen en grondstoffen te verminderen (BUUR part of Sweco & Spatie Maakt Ruimte, 2024). Deze doelstellingen worden echter (nog) niet ruimtelijk vertaald in de voorgestelde beleidskaders van het Beleidsplan Ruimte Mechelen.

Warmteplan Mechelen

Op diezelfde gemeenteraad van maart 2024 is ook het Warmteplan Mechelen goedgekeurd. Hierin formuleert Stad Mechelen de ambitie om tegen 2050 al hun gebouwen in de stad te verwarmen en koelen zonder gebruik te maken van aardgas en stookolie. Het plan omvat een uitgebreide stedelijke warmtestrategie met verschillende transitiepaden, concrete visies, actieplan én doorbraakprojecten richting de Mechelse warmtetransitie (Van de Vyver, 2024). Hiermee vormt het Warmteplan aldus een stap in de goede richting naar het ruimtelijk vertalen van energetische (mitigatie)doelstellingen. Specifiek zijn de transitiepaden 'Warmteplanning' en 'Collectieve warmte' interessant in het koppelen van ruimte en energie op wijkniveau (Figuur 11).



Figuur 11: Transitiepaden voor de Mechelse warmtetransitie aangepast uit: Van de Vyver, 2024.

In het kader van het transitiepad 'Warmteplanning' worden de ruimtelijke planning en het omgevingsbeleid gezien als hefboom voor de warmtetransitie. Met behulp van warmtepotentieel- en zoneringskaarten moet de basis worden gelegd voor lokale warmteplanning (Van de Vyver, 2024). Op deze manier wil Stad Mechelen ernaar streven om de relatie tussen ruimtegebruik en energievoorziening in kaart te brengen en 'warmte' volledig te integreren in de ruimtelijke planning, zodat alle warmte- en energie-infrastructuur

een passende plaats krijgt in de stad. Er wordt daarbij ook gekeken naar mogelijke koppelkansen met infrastructuur- of stadsontwikkelingsprojecten, die optimaal benut moeten worden. Een doelstelling van dit Warmteplan is om op korte termijn een beleidskader te ontwikkelen dat perfect aansluit bij het Beleidsplan Ruimte Mechelen. Binnen dit kader zal de focus liggen op geïntegreerde wijkwarmteplannen, die een concrete ruimtelijke en energetische invulling zullen geven aan het warmtezoneringsplan op zowel gebouw- als wijkniveau (Van de Vyver, 2024).

Het transitiepad 'Collectieve warmte' richt zich specifiek op de technische en financiële voordelen die behaald kunnen worden door het collectief benutten van hernieuwbare energiebronnen. Het gebruik van hernieuwbare bronnen voor verwarming wordt namelijk technisch en financieel rendabeler zodra er voldoende schaalgrootte wordt bereikt. Er wordt hierbij gewezen op een aantal ruimtelijke kansen die mogelijks de uitrol van warmtenetten kunnen versnellen. Toch blijft de overgang van planning naar uitvoering een uitdaging, waarbij maatwerk een belangrijke vereiste vormt (Van de Vyver, 2024).

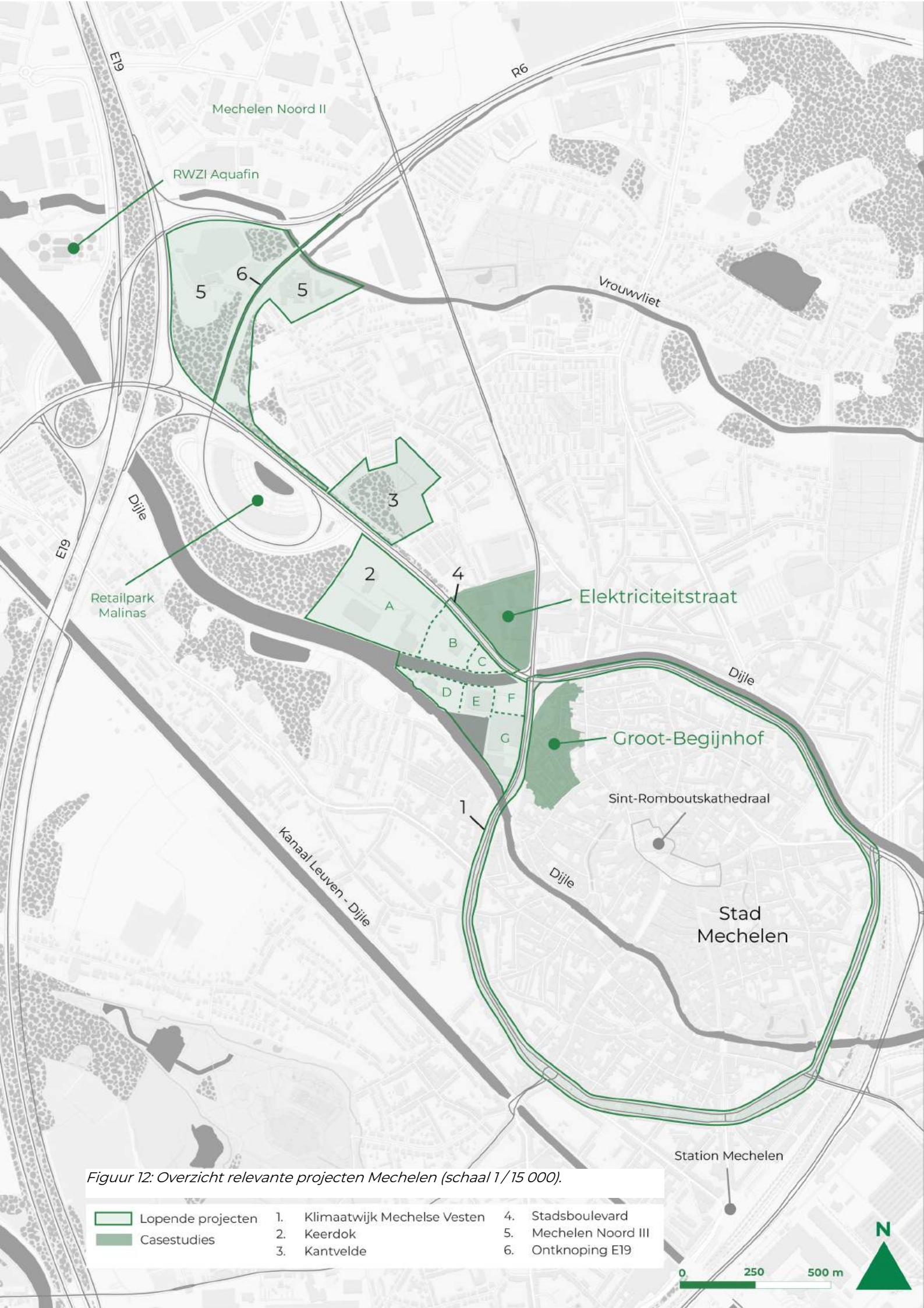
Ruimtelijke context Mechelen

In de nabije omgeving van beide wijken van het ontwerpend onderzoek liggen een aantal relevante (lopende) projecten die mogelijks een interessante connectie of impact kunnen hebben (Figuur 12). In wat volgt worden deze projecten kort besproken.

1. Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten

In 2020 lanceerden het Departement Omgeving, Team Vlaams Bouwmeester en het Vlaams Energie- en Klimaatagentschap een projectoproep om lokale besturen te ondersteunen bij concrete reconversieprojecten op wijkniveau (Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten, 2022). Uit de kandidaturen werd Stad Mechelen gekozen.

Binnen dit project werd reeds in belangrijke mate de haalbaarheid van een mogelijk warmtenet langsheen de Mechelse Vesten onderzocht. De Vesten zullen namelijk in de toekomst een belangrijke rol opnemen in de distributie van beschikbare warmte. Het eindrapport beschrijft een potentiële eindsituatie van een warmtenet voor de Vesten en de binnenstad met een indicatie van de mogelijke warmtebronnen en interessante warmte-eilanden (Figuur 13). Deze potentiële eindsituatie komt voort uit een analyse van verschillende mogelijke groeiscenario's (Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten, 2022). Uit Figuur 13 blijkt dat zowel het Groot-Begijnhof als de Elektriciteitstraat naar voor worden geschoven als interessante 'warmte-eilanden'. Een warmte-eiland is een lokaal warmtenet dat nog voor de implementatie van een stadsbreed warmtenet kan worden gerealiseerd en waarbij de

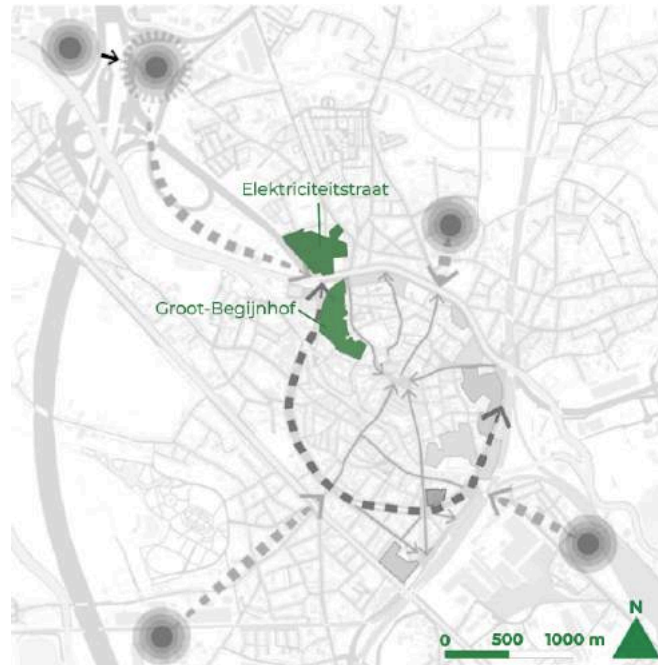


Figuur 12: Overzicht relevante projecten Mechelen (schaal 1 / 15 000).

- | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------|
|  Lopende projecten | 1. Klimaatwijk Mechelse Vesten | 4. Stadsboulevard |
|  Casestudies | 2. Keerdok | 5. Mechelen Noord III |
| | 3. Kantvelde | 6. Ontknoping E19 |



warmtevraag gecentraliseerd kan worden. Het hoofdwarmtenet kan dan in een later stadium al deze warmte-eilanden verbinden (Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten, 2022). De ambitie van het onderzoek is om de conclusies met betrekking tot warmtenetontwikkeling en gebouwrenovatie te vertalen naar een 'wijkwarmteplan'. Dit plan moet ruimtelijke mogelijkheden koppelen aan energiestrategieën, waardoor een geïntegreerde aanpak ontstaat voor de ontwikkeling van warmtenetten en de renovatie van gebouwen binnen de wijk.



Figuur 13: Potentiële eindsituatie van een warmtenet voor de Vesten en de binnenstad, met aanduiding van mogelijke warmtebronnen. (aangepast uit; Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten, 2021)

2. Keerdok

Het project Keerdok is een totaalproject voor een stadswijk met een uiteenlopend programma en bestaat uit verschillende deelgebieden met elk hun functie (Stadsontwikkeling Mechelen, s.d):

- A. Bedrijvensite Fluvius
- B. Woonontwikkeling Wattland
- C. Parking Keerdok
- D. Stadsoase T'ile Malines
- E. Van der Valk Hotel
- F. Rode Kruisplein
- G. Woonontwikkeling Keerdokkaai

Op het moment van schrijven (voorjaar 2024) is dit stadsvernieuwingsproject in volle ontwikkeling. Er wordt plaats gemaakt voor een totaal nieuwe, duurzame, gasvrije wijk met ongeveer 570 woningen, horeca, groengebieden, park- en pleinzones, vernieuwde kades etc. Op vlak van energievoorziening wordt hier een energienet ontwikkeld. Een neutraal warmtenet op basis van riothermie, wordt aangevuld met geothermische BEO-velden (Van de

Vyver, 2024). In 2022 opende reeds de nieuwe parking Keerdok (Figuur 12: C) dat een voorbeeld is in duurzaamheid. Het multifunctionele gebouw is flexibel ontworpen zodat het in de toekomst vlot kan schakelen naar een lagere of hogere parkeerintensiteit. Op dit moment telt het gebouw maar liefst 516 publieke parkeerplaatsen, inclusief een aantal met laadinfrastructuur.

3. Kantvelde

Het project Kantvelde is een privé-woonontwikkelingsproject in samenwerking tussen Durabrik en Bostoen (Projecten en planning Mechelen, s.d.a). De toekomstvisie voor dit project betreft een combinatie van woningen en appartementen (max. 225) met buurt-ondersteunende functies. Dit zal in een compacte structuur worden ingepast in een klimaatvriendelijke omgeving met een park- en boszone. Verder worden er ook inspanningen verwacht van de ontwikkelaar om op een duurzame manier om te gaan met energie (Projecten en planning Mechelen, s.d.a). Binnen het Gewestelijk Ruimtelijk Uitvoeringsplan (GRUP) 'Regionaalstedelijk gebied Mechelen' werden er voor deze wijk reeds een aantal doelen opgenomen en een aantal voorwaarden vastgelegd. In afwachting van een finale inrichting werd het gehele gebied in 2016 tijdelijk ingericht als park (Projecten en planning Mechelen, s.d.a).

4. Stadsboulevard

Het stukje N16 tussen het kruispunt aan de Elektriciteitstraat en de brug over de Dijle (Antwerpsepoort) kapselt zich stilaan meer en meer in het stedelijk weefsel in. Om die reden wordt dan ook gekozen om de gewestweg om te vormen naar een stadsboulevard, met een geheel nieuw wegprofiel. Het nieuwe ontwerp bevat brede fietspaden en veel groen. Over het gehele traject zullen ongeveer 100 nieuwe hoge bomen worden geplant (IPOD Mechelen, 2023).

5. Mechelen-Noord III

Het projectgebied Mechelen-Noord III grenst in het noorden aan de bedrijventerreinen Mechelen-Noord I en II, en in het zuiden aan het retailpark Malinas en de woonwijk Galgenberg. Volgens het gewestplan is deze zone bestemd als gemengd regionaal bedrijventerrein, met milieubelastende industrie. Momenteel voert een ontwerpteam Waele een onderzoek uit naar verschillende scenario's voor het gehele projectgebied, als onderdeel van een bestemmingswijziging via een Ruimtelijk Uitvoeringsplan (RUP)-procedure. Het oostelijke deel van het gebied herbergt momenteel het Slachthuis en de Dierenbescherming, Het westelijke deel omvat enkele zonevrije woningen (Projecten en planning Mechelen, s.d.b).

6. Ontknoping E19

In een studieopdracht van het Agentschap Wegen & Verkeer wordt een nieuwe verkeerskundige oplossing voorgesteld voor de knooppunten in Mechelen-Noord, Mechelen-

Zuid en de Uilmolenweg. Voor Mechelen-Noord houdt dit in dat de zeer ruimteverslindende lus langs het industrieterrein Mechelen-Noord III wordt afgebroken en heringericht als fietssnelweg (Agentschap Wegen en Verkeer, s.d). Met de nieuwe geoptimaliseerde knoop komt er meer ruimte vrij voor extra verbindingen voor voetgangers en fietsers, kan de barrière in het landschap worden weggehaald en ontstaat er een verbetering voor bijvoorbeeld de Vrouwvliet als natte corridor.

Groot-Begijnhof

Het Groot-Begijnhof is een historische wijk gelegen in de noordwestelijke hoek van de binnenstad. Gesticht in de 13e eeuw, bevindt de wijk zich sinds de 16e eeuw binnen de stadsmuren (Lapeere & Servayge, 2023). Ondanks haar historische karakter is het Begijnhof een zeer diverse, maar toch coherente buurt (Figuur 14).



Figuur 14: Impressie Groot-Begijnhof.

Het Groot-Begijnhof wordt in het noorden en westen begrensd door de Guido Gezellelaan en sluit in het oosten en zuiden aan op het stadscentrum. In het zuiden bevinden zich een groot aantal scholen (Figuur 15). De wijk telt verschillende eigenaars en gebruikers, met in totaal 189 gebouwen en 206 adressen (Lapeere & Servayge, 2023). Deze gebouwen zijn (eengezins)woningen, de Begijnhofkerk, de Brouwerij Het Anker (voormalige infirmerie met een aantal extra brouwerijgebouwen), een elektriciteitscabine en semi-openbare gebouwen waarvan twee B&B's en een evenementenlocatie (Moreelshuis). De openbare ruimte wordt gekenmerkt door asymmetrische, smalle kasseistraten, waar relatief weinig beplanting of zitmeubilair aanwezig is. De afgelopen 40 jaar heeft de gehele buurt een algemene opwaardering ondergaan door verschillende restauraties, mede door de toegenomen privatisering. Sinds 1976 zijn verschillende delen van het Groot-Begijnhof juridisch beschermd als stadsgezicht of cultuurhistorisch landschap. Op 2 december 1998 werd het Begijnhof erkend als UNESCO-werelderfgoed.



Figuur 15: Analysekaart Groot-Begijnhof (Schaal 1 / 2500)

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| --- UNESCO Werelderfgoed | 1. Begijnhofkerk |
| ■ Bouwkundig erfgoed | 2. Sint Katelijne kerk |
| ■ Beschermde monumenten | 3. Brouwerij Het Anker |
| □ Scholen | 4. Bleekweide |

Daarnaast werden verschillende gebouwen opgenomen op de lijst voor bouwkundig erfgoed, en zijn er ook beschermde monumenten (Figuur 15) (Lapeere & Servayge, 2023). Een beheerplan is opgesteld voor de wijk en werd na verschillende participatiemomenten in het najaar van 2023 gepubliceerd. Momenteel ligt het plan onder revisie bij het Agentschap Onroerend Erfgoed. Het beheerplan gaat dieper in op de verschillende erfgoedwaarden, en formuleert een visie op het toekomstig beheer (Lapeere & Servayge, 2023).

Kansen en uitdagingen

Vroeger werd het Groot-Begijnhof doorkruist door twee vlieten, de Heergracht en de Vuilgracht, die dienden als een soort landschappelijke begrenzing en vanaf de 19^{de} eeuw werden gedempt (Lapeere & Servayge, 2023). Zoals Figuur 16 toont, zijn deze vlieten nog steeds duidelijk zichtbaar in de perceelstructuur. Verder werd het Begijnhof begrensd door verschillende Begijnhofpoorten (afgebroken eind 18^e eeuw) en de Centjesmuur in het noorden. Tussen de oude Heergracht en de Centjesmuur lag de bleekweide, waar linnen werd gedroogd en gebleekt. Midden 20^{ste} eeuw moest de Centjesmuur deels wijken voor de bouw van een garage op de bleekweide. Deze garage werd later gebruikt als atelier en tekenruimte door kunstenaar Jean-Paul Laenen. Uiteindelijk werd de bleekweide zelf omgevormd tot een private tuin (Lapeere & Servayge, 2023).



Figuur 16: Perceelstructuur Groot-Begijnhof

In de loop der tijd is het Groot-Begijnhof steeds meer geïntegreerd geraakt in het stadsweefsel, waardoor het zijn kenmerkende besloten karakter heeft verloren. Eén van de doelstellingen binnen het beheersplan is om de erfgoedwaarden te versterken door terug te keren naar een meer afgebakend geheel, waarbij de oorspronkelijke structuur weer zichtbaar wordt (Lapeere & Servayge, 2023). Op die manier kan het historische karakter ook bijdragen aan het creëren van een klimaatbestendige omgeving door de toevoeging van meer publiek groen en/of water, door middel van het publiek openstellen van de bleekweide of het herintegreren van de oude vliet(en).

Naast kansen biedt het historisch verleden van het Groot-Begijnhof ook enkele uitdagingen. Omwille van de juridische bescherming en de bestaande erfgoedwaarden is het niet mogelijk de gebouwen volledig te renoveren en fossielvrij te verwarmen. Om de wijk alsnog duurzaam te kunnen transformeren wordt er geopteerd voor de plaatsing van een warmtenet (Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten, 2022; Van de Vyver, 2024). Ook hiervoor moet de noodzakelijke ruimte worden gevonden om dit warmtenet te integreren in de smalle, historische straten. Volgens het onderzoek Klimaatwijk, Mechelse Vesten (2022) zou Brouwerij Het Anker een sleutelrol kunnen spelen als mogelijke warmtebron (restwarmte uit stoominstallatie en warm afvalwater) of als grote warmtevrager. Hoe dan ook kan het

warmtenet een hefboom worden voor de geplande heraanleg van het openbaar domein, alsook voor de collectieve renovatie van een belangrijk aantal gebouwen en de technische warmte- en afvalwaterinstallaties van Het Anker.

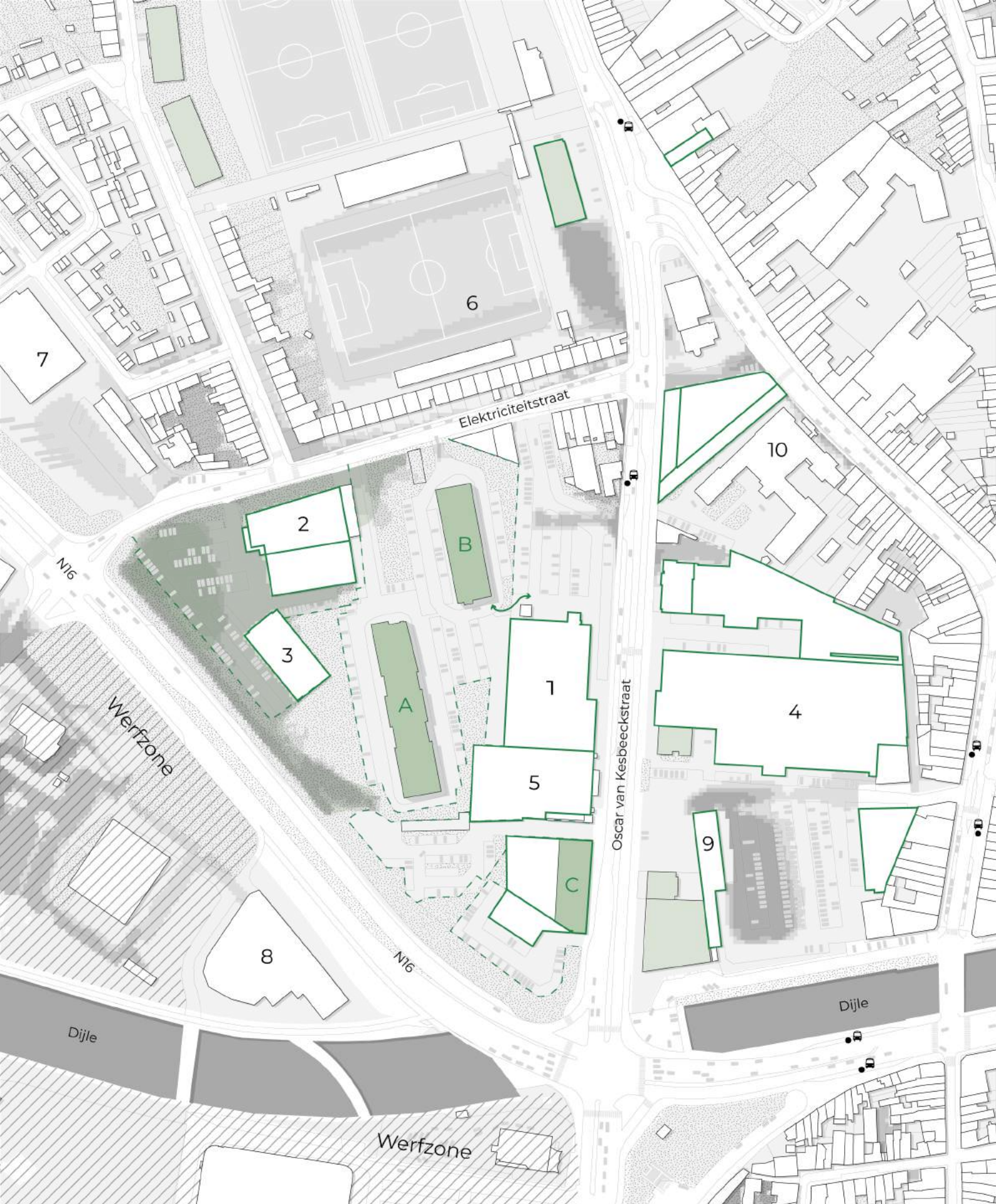
Elektriciteitstraat

De wijk Elektriciteitstraat heeft een totaal ander karakter dan het Groot-Begijnhof. Gelegen in de noordwestelijke hoek van Mechelen, fungeert deze gebouwcluster als een soort 'poort' richting de binnenstad. Deze wijk bestaat uit een aantal zeer grote gebouwen waaronder verschillende appartementsgebouwen (Figuur 17), variërend in hoogte van 8 tot 17 bouwlagen, met centrale stookplaatsen en ondergrondse parkeergarages.



Figuur 17: Impressie appartementsgebouwen Elektriciteitstraat.

Deze gebouwen zijn gebouwd rond de jaren 1970. Naast deze appartementen komt er voornamelijk detailhandel voor zoals supermarkten, een schoenenwinkel, meubelwinkel etc. (Figuur 18). Aan de noordkant van de Elektriciteitstraat bevinden er zich ook nog enkele eengezinswoningen en een tandartspraktijk. Het openbare domein kenmerkt zich door een enorm aandeel aan verharde parkeerplaatsen hoewel een aanzienlijk deel van het gebied zich in een pluviaal overstromingsgebied bevindt (Figuur 18). Daarnaast is er weinig kwalitatief en publiek toegankelijk groen en is de wijk weinig leesbaar en toegankelijk vanwege enkele fysieke barrières, zoals deze ontoegankelijke beplantingen. De wijk Elektriciteitstraat grenst in het westen aan de N16, die in de toekomst zou worden heraangelegd als stadsboulevard (zie pagina 35).



Figuur 18: Analysekaart Elektricitetstraat (Schaal 1/2500)

- Fysieke grenzen
- Appartementsgebouwen
- Detailhandel
- Beplanting
- Overstromingsgevoelig

- | | |
|-------------------|--------------------------------|
| 1. Delhaize | 6. Voetbalclub Racing Mechelen |
| 2. Aldi & e5 mode | 7. Stelplaats De Lijn |
| 3. Van Haren | 8. Parking Keerdok |
| 4. Euroshop | 9. McDonalds (tijdelijk) |
| 5. Dreamland | 10. CAW Boom Mechelen Lier |



Kansen en uitdagingen

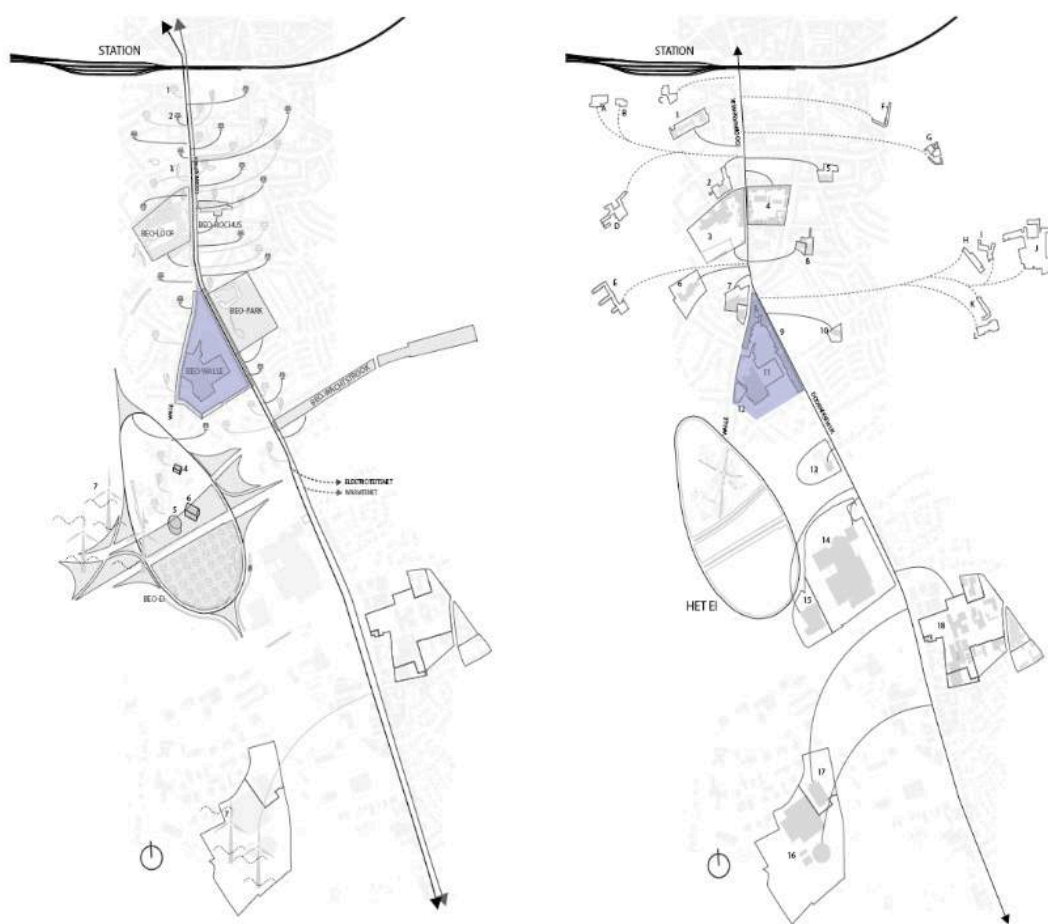
Uit onderzoek van Ingenium in het kader van het Warmteplan blijkt dat binnen dit gebied, wanneer het renovatiepotentieel volledig wordt benut, nog steeds een voldoende hoge warmtedichtheid aanwezig is om een warmtenet te rechtvaardigen (Van de Vyver, 2024). Bovendien biedt het gebied voldoende ruimte om dit te kunnen realiseren. Hoewel er geen duidelijke bestaande warmtebron in de korte nabijheid is, zou het mogelijk zijn om tijdelijke installaties te overwegen in afwachting van de mogelijke aanleg van een warmteleiding vanuit Mechelen-Noord, die langs de wijk zou kunnen passeren (Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten, 2022).

De integratie van een warmtenet zou een aanleiding kunnen zijn om ook andere ruimtelijke uitdagingen aan te pakken en zo een algehele duurzame transformatie in te zetten. Daarnaast zal er in de toekomst ook aandacht moeten worden besteed aan het creëren van een klimaat robuuste aanleg van het openbaar domein met ruimte voor laadinfrastructuur, fietsenstallingen en aparte inzamelpunten voor gft-afval vanuit de appartementsgebouwen.

Deel 2: Koppelkansen ruimte & energie

1 Energetische ruggengraat als drager voor ruimtelijke ontwikkeling

Zowel de Elektriciteitsstraat als het Groot-Begijnhof maken als wijken deel uit van een groter geheel en kunnen daarom niet los worden beschouwd of ontworpen. Gelijkaardig benadrukt het onderzoek naar de Klimaatwijk Kortrijk (2024) de noord-zuidas van Kortrijk als de L-schaal, die groter is dan de schaal van een wijk (de M-schaal), zoals Bouwblok Walle. Deze L-schaal wordt ook gezien als een niveau dat net iets kleiner is dan de abstracte, regionale XL-schaal. Hierop liggen mogelijkheden om op grootschalige wijze energie te produceren, te distribueren en uit te wisselen. De noord-zuidas wordt onder andere ingezet als energie-as waarbij gekeken wordt naar potentiële duurzame energiebronnen enerzijds en potentiële afnemers anderzijds. Deze worden dan verbonden met behulp van een warmte- en elektriciteitsnet (Klimaatwijk Kortrijk, Bouwblok Walle 2024) (Figuur 19).



Figuur 19: Potentiële duurzame energieproductie en mogelijke afnemers op de noord-zuidas in Kortrijk met aanduiding van Bouwblok Walle (aangepast uit: Klimaatwijk Kortrijk, Bouwblok Walle, 2024).

De noord-zuidas vormt een belangrijke stedelijke figuur in Kortrijk, omdat hier verschillende uitdagingen op het gebied van verdichting, mobiliteit, openbare ruimte, energie, etc. samenkomen. Deze as fungeert als een hefboom voor verdere ruimtelijke ontwikkeling. Het



Elektriciteitstraat

RWZI Aquafin

Figuur 20: Luchtfoto Mechelen-Noord.

ontwerp van deze figuur vereist dan ook een integrale ruimtelijke aanpak (Klimaatwijk Kortrijk, Bouwblok Walle, 2024).

Ook in Mechelen werd op een vergelijkbare manier binnen het onderzoek naar de Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten (2022) gezocht naar een stedelijke figuur die warmtebron(nen) in het noorden verbindt met de Mechelse Vesten. Het doel was om te komen tot een stadsbreed warmtenet (zie ook p30-32). Hierna wordt beschreven hoe deze figuur op de 'L-schaal' ruimtelijk kan worden uitgewerkt voor warmte (Figuur 21). Dit begint met het in kaart brengen van mogelijke warmtebronnen, warmte-afnemers en warmteopslagmogelijkheden en hun bijhorende locaties, waarna gezocht wordt naar een zinvol warmtenettraject om deze elementen met elkaar te verbinden.

Warmtebronnen



In deze context wordt de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) van Aquafin specifiek naar voren geschoven als een zeer interessante speler voor het leveren van lagetemperatuur restwarmte aan het stadswarmtenet (Figuur 20; Figuur 21, nummer 1) (Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten, 2022). Deze restwarmte, met temperaturen tussen de 5 en 25 °C, wordt gewonnen uit gezuiverd afvalwater. Het uitkoppelen van warmte vanuit industriële processen op een warmtenet wordt trouwens steeds vaker toegepast. Binnen het project voor de Nieuwe Dokken in Gent bijvoorbeeld, wordt de restwarmte van zeepfabriek Christeyns via een warmtenet gekoppeld aan een 400-tal woningen. Ook in Minerve, een nieuwbouwwijk in Edegem die onlangs nog werd verkozen tot meest klimaatbestendige en duurzame buurt van het land, levert Agfa-Gevaertfabriek in Mortsel restwarmte. Deze warmte wordt dan door middel van een warmtenet 'Warmte Verzilverd' verdeeld over de Minerve-site.

Naast de restwarmte van de RWZI vormt ook de beschikbare warmte uit de Dijle en de Vrouwvliet op de site van Aquafin een potentiële warmtebron voor het stadswarmtenet (Figuur 21, nummer 2). Deze warmte wordt gewonnen uit oppervlaktewater via een proces dat bekend staat als aquathermie. Vanwege de lage temperatuur van deze warmtebronnen zal het noodzakelijk zijn om een centrale warmtepomp te installeren die de restwarmte tot een bruikbaar temperatuurniveau van ongeveer 70 °C verhoogt.

Verder is er behoefte aan ruimte voor de centrale technische installaties voor het warmtenet, zoals waterbehandelings-, pomp- en expansieinstallaties. Hiervoor kan mogelijks de site van Mechelen-Noord III worden gebruikt (Figuur 21, nummer 3). Op dezelfde locatie kan ook ruimte worden gecreëerd voor nieuwe bedrijvigheid die restwarmte genereren zoals bijvoorbeeld een datacentrum, of er kan worden gekeken naar de mogelijkheid om grootschalige energiecentrales te bouwen die warmtekrachtkoppeling (WKK) faciliteren of zelfs een kleinschalig zonthermiekpark (gebruiken van zonnewarmte). Op kleinere schaal kan ook gebruik worden gemaakt van een BEO-veld.



Figuur 21: Stedelijke figuur warmtenet Mechelen Noord.

■ Productie	1. RWZI Aquafin	6. Retailpark Malinas	■ Potentiële verdichtingslocatie
★ Opslag	2. Dijle / Vrouwvliet	7. Kantvelde	A Appartementen
● Afnemer	3. Mechelen-Noord III	8. Voetbalclub Racing	B Bouwen in 2 ^{de} lijn
— Infrastructuur	4. Site Slachthuis - Dierenbescherming	9. Keerdok	
	5. PTA Campus		

Zo is er bijvoorbeeld ruimte onder de voetbalvelden van Racing Mechelen (Figuur 21, nummer 8). De warmte die hierbij uit de ondergrond wordt gehaald via boorgaten, kan worden gebruikt door afnemers in de directe omgeving.

Warmteafnemers



Wanneer er een groot aanbod is aan warmteproductie, kan er natuurlijk ook gekeken worden naar mogelijke afnemers voor deze warmte. In Deel 1 is al besproken dat zowel de Elektriciteitstraat als het Groot-Begijnhof in het kader van het onderzoek naar de Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten (2022), worden voorgesteld als mogelijke warmte-eilanden. Deze warmte-eilanden kennen een geconcentreerde warmtevraag. Ze kunnen worden aangesloten op de hoofdinfrastructuur, waardoor deze structuur direct rendabel wordt. Ook het project Keerdok (Figuur 21, nummer 9), waar momenteel reeds wordt gewerkt met een lokale warmtestrategie, kan worden beschouwd als een warmte-eiland dat in de toekomst kan aantakken op de hoofdinfrastructuur. De PTA Campus (Figuur 21, nummer 5), dat zich eveneens binnen het studiegebied bevindt, kan eveneens een belangrijke warmteafnemer worden.

Binnen het studiegebied zijn er ook enkele locaties waar ruimtelijke verdichting mogelijk is. Deze verdichting resulteert in een lokale toename en bundeling van de warmtevraag, waardoor de aansluiting op het warmtenet rendabeler wordt dan bij individuele aansluitpunten en warmtepompen, die vaak behoorlijk duur zijn. Allereerst is er ruimte voor volledig nieuwe woonontwikkelingen met een hogere woningdichtheid, zoals de sites Slachthuis-Dierenbescherming (Figuur 21, nummer 4) en Kantvelde (Figuur 21, nummer 7). Binnen deze projecten kan een toekomstige aansluiting op het warmtenet worden gefaciliteerd. Daarnaast kunnen enkele locaties worden aangewezen voor de bouw van appartementsgebouwen (Figuur 21, A). Deze bevinden zich in de buurt van de Elektriciteitstraat, waar zich momenteel al een concentratie van hoogbouw bevindt. Op een aantal verspreide locaties binnen het focusgebied bevinden er zich ten slotte kansen voor het bouwen in tweede orde⁵ (Figuur 21, B).

Warmteopslag



Een kenmerk van hernieuwbare energie is dat de productie vaak niet synchroon loopt met de vraag. Als hier onvoldoende rekening mee wordt gehouden, bestaat het risico van aanzienlijke energieverliezen. Met de juiste warmteopslagtechnieken kan dit probleem gedeeltelijk worden vermeden en kan het warmtesysteem worden geoptimaliseerd (NPLW, s.d). Op wijkniveau worden hiervoor WKO (Warmte-Koude-Opslag)-technieken gebruikt, waarbij water wordt opgeslagen in bovengrondse of ondergrondse tanks of in de bodem. Het is belangrijk dat deze opslagtanks zich zo dicht mogelijk bij de afnemers bevinden, zodat de

⁵ "Bouwen in tweede orde is het inplanten van gebouwen waarbij diepere bouwpercelen worden bebouwd door twee achter elkaar liggende constructies. Eén constructie is rechtstreeks toegankelijk vanaf de straat en de tweede is toegankelijk via een private weg." (Atelier Romain & IDEEA consult, 2022)

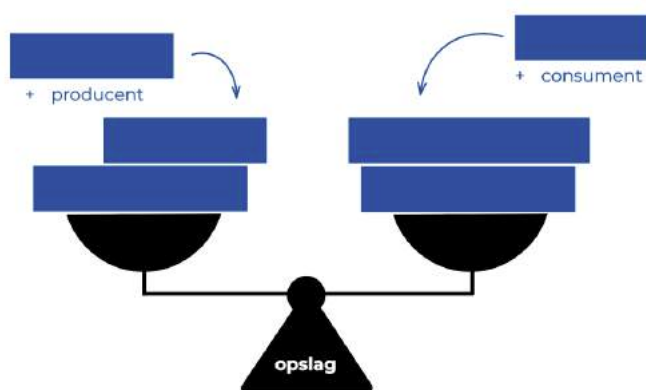
warmteleidingen optimaal kunnen worden benut (NPLW, s.d) en de vraag in de zomer kan worden gebalanceerd met de vraag in de winter. Gezien de omvang van deze technologie, zou de parking van het retailpark Malinas (Figuur 21, nummer 6) een geschikte locatie kunnen zijn.

Warmte-infrastructuur —

Nadat potentiële warmtebronnen, -afnemers en opslaglocaties in kaart zijn gebracht, kan finaal worden gezocht naar een geschikt traject voor het warmtenet. Een route die begint bij de RWZI van Aquafin, onder de E19 door loopt, langs de Oude Antwerpsebaan en de Oscar Van Kesbeeckstraat richting de Mechelse Vesten, verbindt zowel warmtebronnen en opslagmogelijkheden en bevat voldoende afnemers met een gecentraliseerde warmtevraag (Figuur 21).

Conclusie

De ambitieuze doelen op vlak van productie, afname en opslag op deze schaal zijn essentieel en noodzakelijk om uiteindelijk ook op wijkniveau tot fossielvrije oplossingen te komen. Het gaat op de L-schaal dan ook om het creëren van een groter project waarbij verschillende energetische elementen ruimtelijk worden vertaald en elk hun eigen specifieke ruimtelijke implicaties hebben. Figuur 22 illustreert deze elementen als een soort weegschaal. In een ideaal scenario is de warmteproductie in balans met de warmteafname. Het toevoegen van locaties voor opslag zorgt ervoor dat deze balans niet verstoord raakt door het inherente fluctuerende karakter van hernieuwbare energieproductie. Wanneer er extra locaties worden gevonden die kunnen dienen als warmtebron, kunnen er ook meer locaties worden toegevoegd voor mogelijke afnemers van deze warmte. Omgekeerd zorgt ook een toenemende vraag voor warmte, voor een toenemende noodzaak aan warmtebronnen. De weegschaal zelf is de energetische infrastructuur die de koppeling maakt tussen bronnen, afnemers en opslag. Het verbinden van al deze elementen in een sterke energetische *ruggengraat* is een hefboom voor toekomstige ontwikkeling, waar de ruimtelijke planning een rol in kan spelen in het zoeken naar mogelijke ruimtelijke strategieën ten voordele van het energetische concept.



Figuur 22: Balans tussen energieproductie en -consument.

2 Duurzame koeling in groenere, leefbare en comfortabele wijken

In september 2023 keurden het Europees Parlement en de Raad van de Europese Unie een Europese richtlijn goed betreffende energie-efficiëntie. Deze richtlijn omvat het volgende artikel:

“De lidstaten zorgen ervoor dat regionale en lokale autoriteiten lokale verwarmings- en koelingsplannen opstellen, ten minste in gemeenten met een totale bevolking van meer dan 45 000 inwoners.” (Richtlijn (EU) 2023/1791 van het Europees Parlement en de Raad van 13 september 2023: artikel 6)

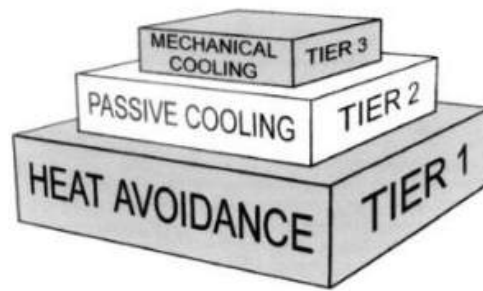
Het is niet verrassend dat de Europese Unie naast warmteplannen ook de ontwikkeling van koelingsplannen bevordert. Door de klimaatverandering is er immers een toename van het aantal warme zomers. Vooral in stedelijke gebieden kan de temperatuur lokaal 5-10 °C hoger liggen dan in omliggende landelijke gebieden (World Meteorological Organization, 2020). Dit fenomeen staat bekend als het *'hitte-eiland effect'* (Figuur 23). Vanwege de specifieke kenmerken van stedelijke omgevingen, zoals verhoogde luchtvervuiling, een groter gebruik van waterdichte en donkere materialen, lagere windsnelheden en hogere bevolkingsdichtheid, wordt de reeds aanwezige warmte meer geabsorbeerd en opgeslagen. Bovendien generen bijvoorbeeld verbrandingsprocessen extra warmte (Kleerekoper et al., 2012).



Figuur 23: Stedelijk hitte eiland effect. (World Meteorological Organization, 2020)

De (extreme) hitte en hittegolven gedurende de zomermaanden leiden tot problemen rond thermisch comfort, gezondheid én tot een verhoogd gebruik van koelsystemen (van Hooff et al., 2016). Onderzoek toont aan dat tijdens periodes van hittestress koelsystemen worden aangeschaft, die vervolgens ook worden gebruikt wanneer de temperatuur slechts een aantal graden stijgt (van Hooff et al., 2016). Dit leidt tot een verhoogd en onnodig gebruik. Daarbij is er een belangrijk onderscheid te maken tussen actieve en passieve koelsystemen (Vlaams Energie- en Klimaatagentschap, s.d). De actieve of mechanische koelsystemen, zoals traditionele airconditioning, onttrekken warmte aan de te koelen ruimte, wat resulteert in een hoog energieverbruik. Een verhoging in het gebruik van actieve koelsystemen zorgt met

andere woorden voor een stijging in het gebruik van fossiele brandstoffen en de uitstoot van CO₂ en moet dus worden vermeden. Passieve koelsystemen daarentegen maken gebruik van natuurlijk beschikbare koelte en hebben bijgevolg een beperkt energieverbruik. Om die reden is passieve koeling te verkiezen boven actieve koeling voor het reduceren van CO₂ uitstoot in het kader van klimaatmitigatie. Om volledig over te schakelen op duurzame koeling, moet er echter nog een belangrijke eerste stap worden gezet voordat passieve, en uiteindelijk actieve koeling binnen gebouwen nodig is, namelijk het gewoonweg vermijden van hitte. (Lechner, 2014) (Figuur 24).



Figuur 24: Duurzame koeling in drie stappen. (Lechner, 2014)

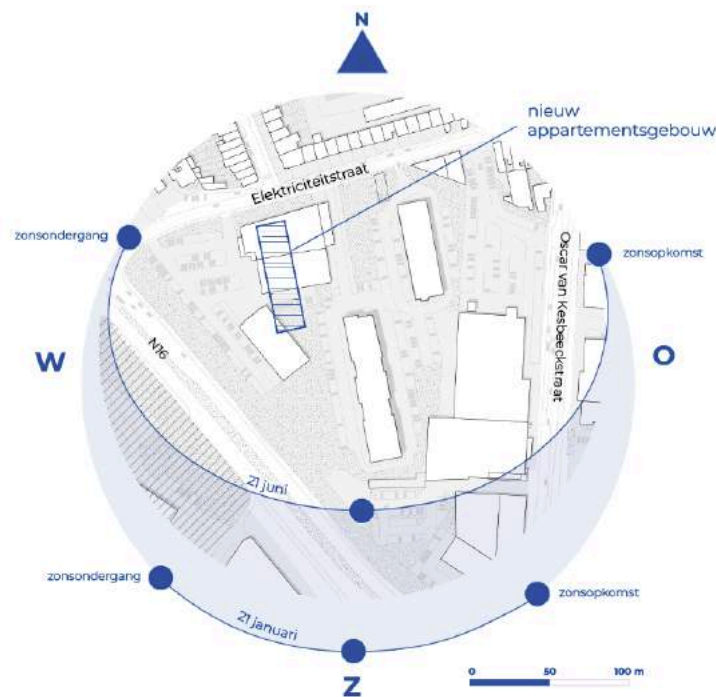
Door strategisch om te gaan met de inrichting van onze ruimte speelt ruimtelijke planning een rol op wijkniveau in het verminderen van de koelvraag met actieve, mechanische koeling. De inrichting van de wijk speelt dan in op het vermijden van (extreme) hitte en tegelijkertijd bijdragen aan een aangename, veilige en comfortabele wijk.

Hitte vermijden

Een eerste strategie om de warmte binnen gebouwen te vermijden, is door het slim oriënteren van het gebouw. Bij de bouw van nieuwe (woon)ontwikkelingen wordt dit aspect best meegenomen in het ontwerp. In de West-Europese klimaatzone wordt doorgaans een oost-west oriëntatie als meest geschikte beschouwd. In de wijk Elektriciteitstraat volgen reeds twee gebouwen deze oriëntatie. Het toevoegen van een derde appartementsgebouw met eenzelfde oriëntatie naast de bestaande gebouwen biedt mogelijkheden voor kwalitatieve verdichting (Figuur 25). Door haar 'poortfunctie' en karakter, biedt de wijk Elektriciteitstraat een geschikte locatie om sterker in te zetten op hoogbouw. Bovendien was er oorspronkelijk een derde blok gepland die echter nooit werd gerealiseerd.

Naast de oriëntatie van het gebouw kan er worden gekeken naar de ondergrond rondom gebouwen. In tegenstelling tot landelijke gebieden worden stedelijke gebieden gekenmerkt door een ondergrond die op vele plaatsen niet waterdoorlatend is. Dit komt door de aanwezigheid van een overvloed aan parkeerplaatsen, wegen, pleinen, etc. Omdat deze materialen warmte opslaan, wordt er meer energie omgezet in voelbare warmte en minder in latente warmte (Kleerekoper et al., 2012). Deze voelbare warmte zorgt lokaal voor een stijging van de temperatuur. Om de omgeving duurzaam te koelen, moet sterker worden ingezet op

een ondergrond die verdamping toelaat. Een eerste mogelijkheid is het vergroenen van verharde oppervlakken met vegetatie (Deilami et al., 2018). Vegetatie in stedelijke gebieden kan verschillende vormen aannemen, zoals stedelijk bos en parken, straatbomen, privaat groen in tuinen, groendaken of -gevels.

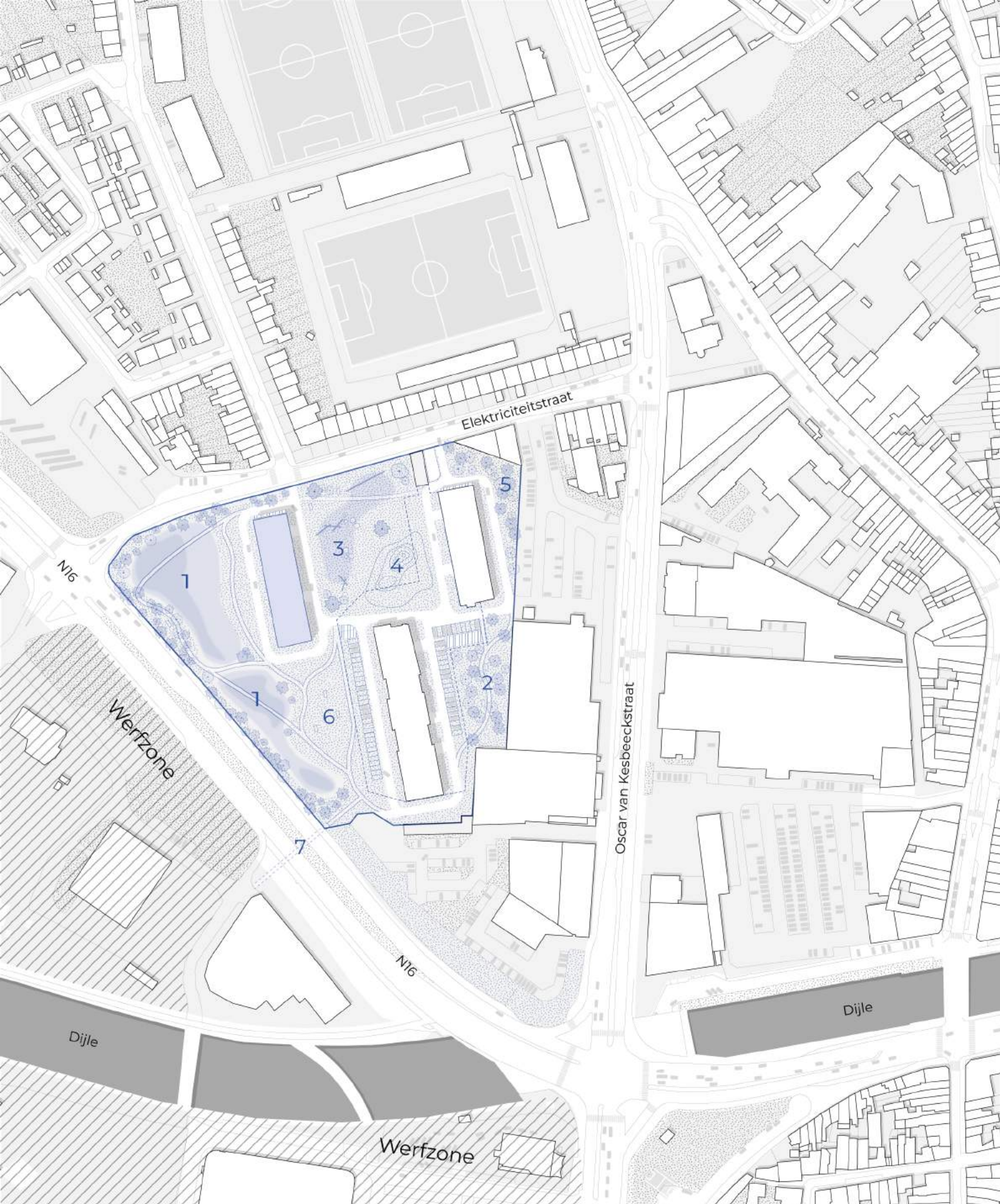


Figuur 25: Oost-west oriëntatie van nieuw appartementsgebouw Elektriciteitstraat.

Daarnaast biedt de schaduw van bomen een natuurlijke bron van verkoeling, wat leidt tot een vermindering van de behoefte aan koelenergie (Kleerekoper et al., 2012). Een derde strategie is het gebruik van waterpartijen om de lokale temperatuur te verlagen. Het koelende effect van waterpartijen varieert afhankelijk van het type, maar kan gemiddeld de temperatuur met zo'n 1-2 °C verlagen en is tot 35 meter afstand voelbaar (Deilami et al., 2018). Bovendien bieden waterpartijen mensen de mogelijkheid om hun lichaamstemperatuur te verlagen, wat ook bijdraagt aan een verminderde koelvraag (Deilami et al., 2018). Wanneer verharding echter noodzakelijk is voor bijvoorbeeld toegangswegen, parkeerplaatsen of brandwegen, zijn waterdoorlatende materialen die evaporatie toelaten aangeraden.

Rondom de appartementsgebouwen aan de Elektriciteitstraat is er veel verharde parkeergelegenheid en slechts een beperkte hoeveelheid toegankelijke, hoogwaardige publieke groene ruimte beschikbaar (Figuur 29). Door de eerdergenoemde strategieën toe te passen, kan niet alleen de koelvraag binnen de gebouwen verminderen, maar wordt ook gezorgd voor een leefbare en comfortabele omgeving voor rust en spel (Figuur 26).

Het ontwerp van de natuurlijke zones binnen de Clementwijk in Sint-Niklaas biedt inspiratie voor het kwalitatief vergroenen van de omgeving rond de appartementsgebouwen aan de Elektriciteitstraat. Het park van de Clementwijk vormt het kloppende hart en omvat rustige zones, open ruimte voor sport en buurtactiviteiten, en speelnatuur met reliëfrijke water- en speelconstructies (Figuur 27) (Onderdak, s.d.).



Figuur 26: Strategieën voor duurzame koeling in de Elektriciteitsstraat.

- | | | |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| --- Ondergrondse parkeergarage | — Projectgebied | 5. Ontoegankelijk bos |
| ■ Nieuw appartementsgebouw | 1. Buffervijver | 6. Picknickzone |
| ■ Beplanting | 2. Toegankelijk bos | 7. Voetgangers- en fietserstunnel |
| ■ Parkeerplaats | 3. Wadi (speelzone) | |
| ■ Fietsenstalling | 4. Reliëf (speelzone) | |



Figuur 27: Speelzones en waterconstructies in de Clementwijk, Sint-Niklaas (Onderdak, s.d.)

Ook in het ontwerp voor woonwijk De Vloei in Ieper vormt het creëren van een blauwgroen netwerk als verkoelend element een belangrijk onderdeel van het plan. Samen met de deeltuinen bestaat de wijk uit bijna 30% groene of blauwe ruimte. Elk van deze groene ruimtes kreeg een verschillend thema en identiteit waardoor elke ruimte ingezet kan worden voor andere functies en gebruiken. Aldus wordt de leefbaarheid sterk vergroot. Door middel van vier taluds met insnijdingen ontstaat er een watersysteem bestaande uit verschillende beken met een gekamde structuur, waarin grote hoeveelheden water moeiteloos kunnen worden gebufferd (Figuur 28) (Stad Ieper, 2017).

Een groot deel van de wijk Elektriciteitstraat ligt in pluviaal overstromingsgevoelig gebied. Het integreren van grote buffervolumes, zoals een buffervijver, kan de wijk Elektriciteitstraat hiertegen beschermen. Daarnaast zorgt de vertraagde afvoer van hemelwater voor een verlaagde druk op waterzuiveringsinstallaties doordat er minder regenwater het riool in stroomt. Naast water en groen kunnen er bij de Elektriciteitstraat ook paden worden toegevoegd om de toegankelijkheid van het gebied te verbeteren en aangenamer te maken. Het aandeel verharding wordt teruggebracht tot het strikt noodzakelijke en waar mogelijk vervangen door waterdoorlatende materialen. Om praktische en toegankelijkheidsredenen blijven de zestig parkeerplaatsen in privébezit op het terrein, terwijl voor de overige parkeerplaatsen verbinding wordt gemaakt met omliggende parkeergelegenheden (zie thema 3) (Figuur 26).



Figuur 28: Sferbeeld beek in het ontwerp van De Vloei, Ieper (Stad Ieper, 2017).



Figuur 29: De wijk Elektriciteitstraat bevat weinig publiek toegankelijk, kwalitatieve groene ruimte.

Passieve koeling

Als de strategieën om hitte te vermijden niet volstaan om een comfortabele temperatuur binnen de gebouwen te bereiken, kan worden overgeschakeld op het gebruik van passieve koelstrategieën. Een voorbeeld van zo'n passieve koelstrategie op wijkniveau is de aanleg van een BEO (Boorgat-Energie-Opslag)-veld, waarbij energie wordt opgeslagen in een boorgat. Tijdens de zomermaanden wordt koude onttrokken aan de ondergrond om gebouwen te koelen, terwijl de ondergrond opwarmt. In de wintermaanden kan deze opgeslagen warmte worden gebruikt om de gebouwen te verwarmen. Hierbij moet rekening worden gehouden met een evenwicht tussen de koelvraag en de warmtevraag (Vlaams Energie- en Klimaatagentschap, s.d). In thema 4 wordt verder besproken hoe de aanleg van geothermische boringen tegelijkertijd kan zorgen voor het creëren van een ruimtelijke meerwaarde.

3 Intersectorale koppelingen met energie in gedeeld ruimtegebruik

Het onderzoek 'Energielandschappen', in opdracht van de Vlaamse Landmaatschappij, VITO, het Vlaams Energieagentschap, het Team Vlaams Bouwmeester en Ruimte Vlaanderen, benadrukt het belang van de energietransitie waarbij sectoroverschrijdende vraagstukken integraal worden aanpakt (Revier et al., 2015). Naast het integreren van hernieuwbare energie in de ruimte, zijn er ook uitdagingen en vraagstukken uit andere sectoren die een ruimtelijke vertaling vereisen. Dit geldt op elk schaalniveau, denk hierbij bijvoorbeeld aan open biodiverse ruimte, mobiliteit, economie, etc. De beschikbare ruimte om al deze vraagstukken een plaats te geven is beperkt (Ruimte Vlaanderen, 2018). Omdat hernieuwbare energieproductie en - distributie niet de enige aanspraak maakt op ruimte, moeten oplossingen worden bedacht die ruimtecollectiviteit bevorderen en andere uitdagingen, naast de ruimtelijke, samenbrengen met energetische doelstellingen in gedeeld of meervoudig ruimtegebruik. De strategische visie van het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen beschrijft het als volgt:

“De inrichting van de ruimte is geschikt voor meerdere gebruikers tegelijk hetzij op verschillende momenten. (...) Inrichting draagt bij aan gedeeld en meervoudig gebruik door toepassing van de ruimtelijke principes die ingaan op aspecten zoals verweving, medegebruik en gebruik door meerdere doelgroepen.” (Ruimte Vlaanderen, 2018: p28)

Hierna worden twee projecten voor de Elektriciteitstraat uitgewerkt waarbij respectievelijk mobiliteit en afvalbeheer gekoppeld worden aan energetische en ruimtelijke doelstellingen op wijkniveau.

Buurtparking

Vlaanderen heeft een hoog autobezit, met gemiddeld 1,28 auto's per huishouden, waarbij 90% van de huishoudens minstens één auto heeft. Dit hoge aantal auto's vereist een groot aantal parkeerplaatsen. Het Ruimterapport Vlaanderen (2021) benadrukt dat dit overaanbod aan parkeerplaatsen steeds vaker ter discussie wordt gesteld vanuit het oogpunt van leefbaarheid en ontharding van de bebouwde ruimte. De omvorming van deze parkeerplaatsen biedt vele kansen voor nieuwe invullingen, zoals plaats voor fietsenstallingen, moestuinen, (mini)parken, bankjes, sportvelden etc. (Pisman et al., 2018). Parking Groeningelaan in Kortrijk bijvoorbeeld werd in 2019 onthard om plaats te maken voor een aantrekkelijke verblijfsplek met aandacht voor vergroening, waterbeheersing en een positieve mobiliteitsverandering. Door de aanleg van dit buurtpark werd ook het binnenstedelijke wandel- en fietsnetwerk versterkt (Figuur 30) (Departement Omgeving, s.d.b).

In Antwerpen werd reeds geëxperimenteerd met het concept van buurtparkings waarbij bestaande (private) parkeerinfrastructuur wordt opengesteld voor omwonenden of bedrijven bereid zijn hun personeels- of klantenparkeerplaatsen 's avonds, op sluitingsdagen of in het



*Figuur 30: Parking Groeninge in Kortrijk voor (links) en na (rechts) de ontharding.
(Departement Omgeving, s.d.b)*

weekend open te stellen voor abonneementhouders voor auto's, maar ook voor fietsers (Stad Antwerpen, s.d). Ook in Brussel wordt door middel van het 'parksharing' principe het gedeeld gebruik van private parkings gestimuleerd door bijvoorbeeld de milieubelasting te laten vallen bij het overschrijden van het maximaal toegestane aantal parkeerplaatsen voor parksharing (Brussels Hoofdstedelijk Parkeeragentschap, 2024). Het gedeeld gebruik van parkeergelegenheid zorgt ervoor dat deze efficiënter en optimaler worden gebruikt en er aldus ruimte vrijkomt om parkeerplaatsen te ontharden en een andere invulling te geven.

Naast kansen voor ontharding biedt het delen van parkeerinfrastructuur ook de mogelijkheid om beschikbare laadinfrastructuur voor elektrische auto's collectief te organiseren. Een vergroening van de mobiliteit is cruciaal om de energiedoelstellingen wat betreft klimaatmitigatie te halen. Deze overgang naar groenere mobiliteit vereist een verdere uitbreiding van de elektrische laadinfrastructuur, met zowel publieke, semi-publieke als private laadpunten. Hierbij moet echter zowel rekening worden gehouden met de beschikbare ruimte als met het gebruiksgemak voor de gebruiker qua nabijheid en toegankelijkheid (Peeters, 2020).

De wijk Elektriciteitstraat heeft een aanzienlijke hoeveelheid boven- en ondergrondse parkeerplaatsen, die een groot deel van het totale ruimtebeslag innemen. Veel van deze parkeerplaatsen lijken echter niet optimaal te worden benut. Een voorbeeld hiervan is parking Keerdok, in de nabijheid van de appartementen aan de Elektriciteitstraat bevindt. Parking Keerdok vormt, samen met haar omgeving, een slimme mobiliteitshub die is ontworpen voor multifunctionaliteit. Dit betekent dat de parking flexibel is en volledig aanpasbaar als een zogenoemd 'intelligent casco' (Architectura, 2022). Daarnaast draait de parking volledig op hernieuwbare energie. Er wordt plaats gegeven aan een 500-tal auto's en 24 oplaadpunten en kan in de toekomst makkelijk schakelen naar meer of minder (elektrisch) parkeren. Het hele gebouw is namelijk één grote, kolomvrije overspanning waardoor werk- en/of woonunits zonder grote verbouwingen kunnen worden in- en uitgeschoven. Momenteel is deze parking echter moeilijk bereikbaar vanuit de Elektriciteitstraat vanwege de N16, die een barrière vormt tussen de wijk en de parking. Een nieuwe voetgangers- en fietserstunnel kan de verbinding aanzienlijk versterken en zo het gedeeld gebruik van deze parkeer- en laadinfrastructuur stimuleren (Figuur 31). Binnen het ontwerp voor de aanleg van de stadsboulevard kan reeds rekening worden gehouden met de toevoeging van deze tunnel.



Figuur 31: Luchtfoto en plan parking Keerdok met aanduiding van mogelijke voetgangers- en fietstunnel onder de N16. (Foto aangepast van Koen Mutton)

Naast parking Keerdok biedt ook de parkeerplaats van de Delhaize mogelijkheden voor gedeeld ruimtegebruik. De openingsuren voor een typische supermarkt doorheen de week toont aan dat er een groot potentieel is om het gebruik van de parking van deze supermarkt te optimaliseren door deze 's avonds, 's ochtends en op sluitingsdagen open te stellen voor omwonenden (Figuur 32). Zowel voor parking Keerdok als Delhaize maakt gedeeld ruimtegebruik niet alleen een efficiënter gebruik van bestaande parkeer- en laadinfrastructuur mogelijk, maar collectiviseert het ook vraagstukken met betrekking tot ruimtelijk rendement en mobiliteit, waarbij ook extra laadinfrastructuur wordt geïntegreerd.



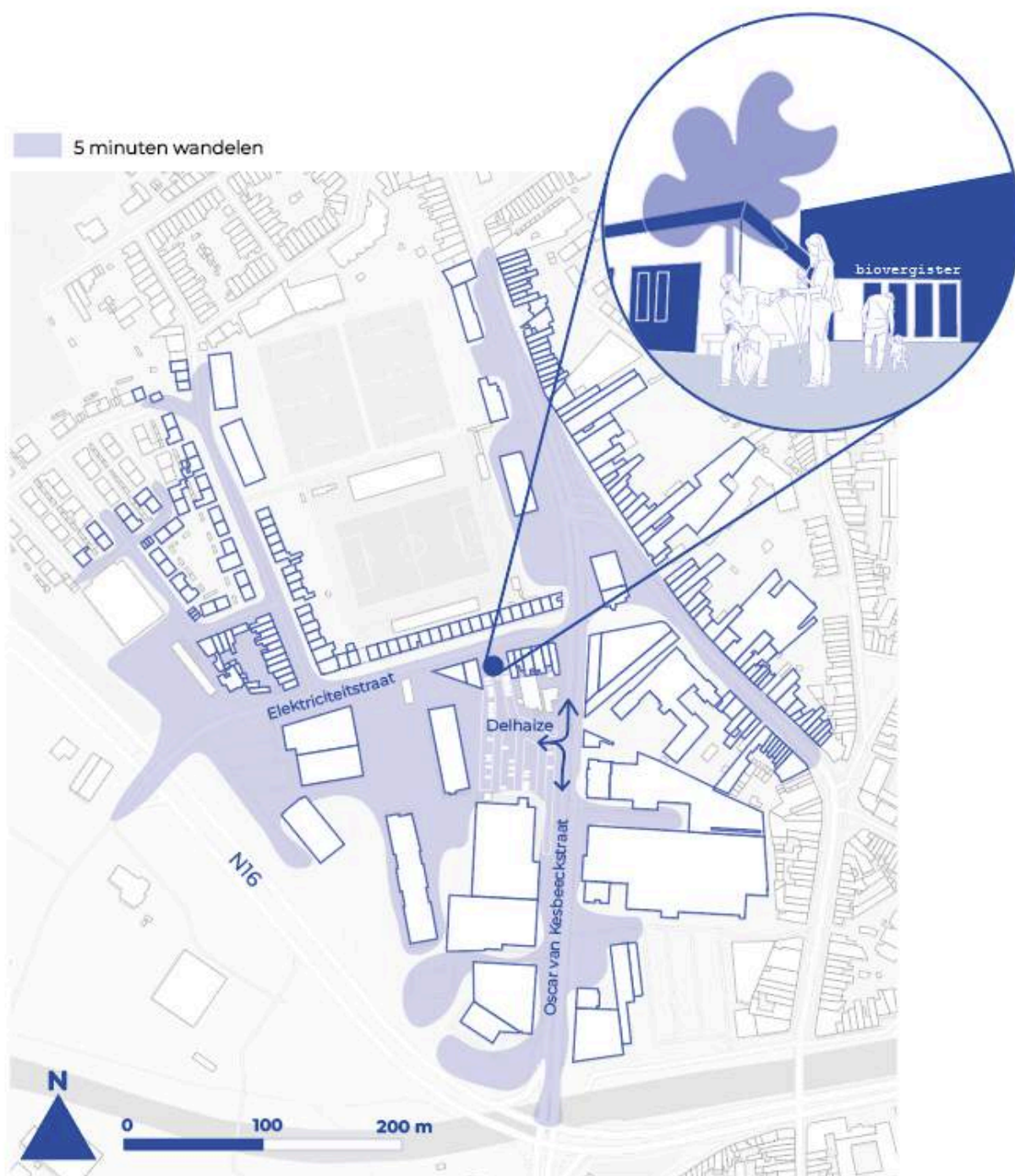
Figuur 32: Openingsuren van een typische supermarkt doorheen de week.

Biovergister

Vanaf 1 januari 2024 is het verplicht om groente-, fruit- en tuinafval apart in te zamelen. Voor mensen die weinig private buitenruimte hebben of bijvoorbeeld in een appartement wonen is dat niet evident. Daarom moet er gezocht worden naar collectieve oplossingen op wijkniveau voor het verzamelen van gft-afval.

In de nieuwe woonwijk 'De Nieuwe Dokken' in Gent is het ZAWENT-systeem (Zero AfvalWater met Energie en Nutriënten Terugwinning) ontwikkeld. Binnen dit systeem wordt zwart afvalwater samen met keukenafval (gft) naar een biovergistingsinstallatie gebracht. Deze biovergister produceert biogas dat wordt omgezet in warmte en elektriciteit. Op die manier sluit het systeem tegelijkertijd energie-, en afvalkringlopen. Ook in Mechelen werd recent een pilootproject door Waste2Energy opgestart waarbij op zoek wordt gegaan naar een oplossing voor de ophaling en verwerking van organisch afval bij horecazaken op grondgebied van Mechelen. Dit project werd helaas niet verder geoperationaliseerd, maar geeft wel een startpunt om eventueel met andere partners een lokale biovergistingsinstallatie te ontwikkelen.

In de Elektriciteitstraat moet een geschikte locatie worden gevonden voor de verzameling en ophaling van gft-afval voor de vele appartementsbewoners. Door dit collectief aan te pakken, kunnen aanzienlijke ruimtewinsten worden behaald. Bovendien kunnen potentiële partners, zoals Delhaize, die ook grote hoeveelheden gft-afval produceren, betrokken worden bij de ontwikkeling van lokale installaties, zoals een biovergister. Hierdoor wordt deze installatie winstgevender. De locatie van deze biovergister wordt gekozen op basis van een maximale loopafstand van 5 minuten, om zo een zo groot mogelijk publiek te bedienen (Figuur 32). Het heeft ook als gevolg dat de parkeerplaats van Delhaize enkel toegankelijk wordt via de Oscar van Kesbeeckstraat. Dit heeft als bijkomend voordeel dat niet-lokaal verkeer wordt geweerd uit de Elektriciteitstraat. Het collectieve, gedeeld gebruik van deze biovergister biedt niet alleen voordelen op het gebied van gft-inzameling en duurzame energieopwekking, maar kan ook een sociale functie vervullen. Het gedeeld gebruik bevordert ontmoetingen, waardoor het interessant is om de installatie te koppelen aan andere lokale en buurtgerichte voorzieningen, zoals een buurthuis, een wassalon, een bakkerij, etc. die gebruik maken van de opgewekte energie. Op die manier kan de biovergister een echt buurtcentrum worden dat bijdraagt aan de sociale cohesie van de wijk (Figuur 33).



Figuur 33: Locatie biovergister-buurtcentrum op Elektriciteitstraat.

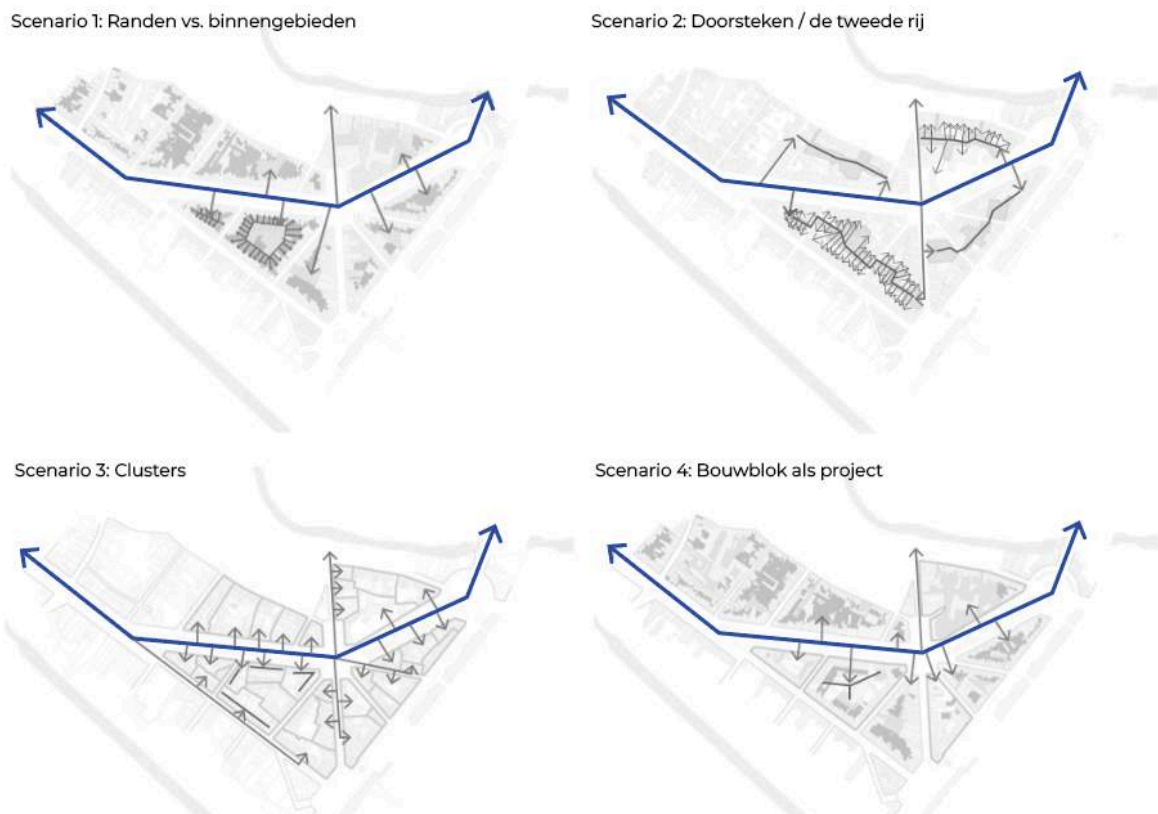
4 Creëren van meerwaarde in warmte-infrastructurele ingrepen

De aanleg van warmte-infrastructuur biedt ook kansen om via de ruimtelijke planning tegelijkertijd te streven naar een ruimtelijke meerwaarde. Op die manier worden uitdagingen niet alleen efficiënter aangepakt, maar draagt de ruimtelijke meerwaarde ook bij aan een breder draagvlak voor de infrastructuurprojecten.

Warmtenetten

Bij de aanleg van een warmtenet moet in eerste instantie worden bepaald welk traject de warmteleiding in de ondergrond zal volgen. In veel gevallen is het tracé van het warmtenet een pragmatische oefening, waarbij de belangrijkste warmtevragers efficiënt met elkaar worden verbonden. Hierbij wordt meestal ook rekening gehouden met mogelijke conflicten met andere aanwezige infrastructuur of wortels van vegetatie, etc. (T. Koch, persoonlijke communicatie, 8 maart 2024)

Het ontwerpend onderzoek dat werd uitgevoerd in de Stationswijk in Mechelen, als onderdeel van het project Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten, toont dat er mogelijk ook andere ruimtelijke logica's zijn om het warmtenet in een wijk te integreren. Binnen het onderzoek werden vier verschillende scenario's ontwikkeld waarbij telkens, aan de hand van een systeemschema, verschillende ruimtelijke concepten werden gekoppeld aan de uitrol van het warmtenet (Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten, 2022) (Figuur 34).



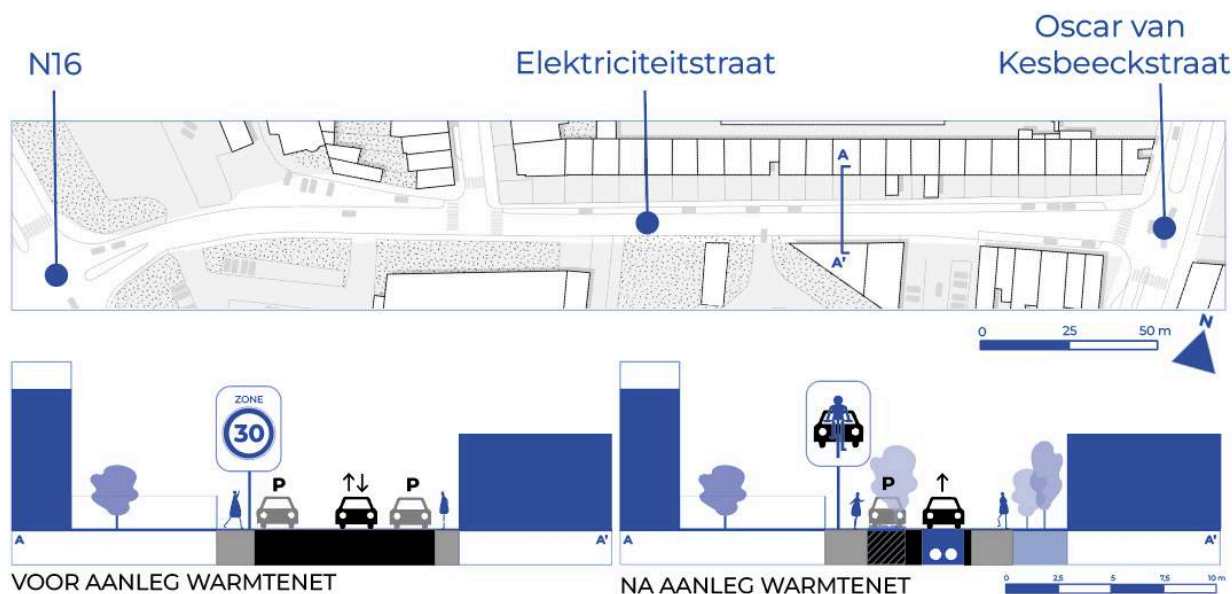
Figuur 34: Systeemschema's warmtenet in de Stationswijk, Mechelen. (Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten, 2022)



Figuur 35: De Elektriciteitstraat is een zeer verharde en onveilige straat.

Deze aanpak biedt kansen voor de realisatie van ruimtelijke meerwaarde, zoals het ontwikkelen van waardevolle groene gebieden, het creëren van nieuwe trage verbindingen, het identificeren van clusters voor renovatieprojecten, of zelfs een radicale herziening van de bouwblokken als geheel.

Het graven van grote sleuven voor de warmteleidingen in bestaande straten is een essentieel onderdeel van de aanleg van het warmtenet. Momenteel fungeert de Elektriciteitstraat als sluiproute tussen de N16 en de Oscar van Kesbeeckstraat/Antwerpsesteenweg, waardoor de straat erg druk is en de geldende snelheidslimiet van 30 km/h vaak niet wordt gerespecteerd (Bosmans, 2023). Bovendien ontbreekt een fietspad in de straat en is parkeren aan beide zijden toegestaan (Figuur 35). De aanleg van een warmtenet in de Elektriciteitstraat biedt niet alleen de mogelijkheid om woningen en appartementen aan beide zijden van de straat fossielvrij te verwarmen, maar kan aanleiding geven voor een herinrichting van de straat zelf. Zo kan de Elektriciteitstraat worden omgevormd tot een fietsstraat met brede trottoirs, waarbij parkeren geconcentreerd wordt aan één zijde en afgewisseld wordt met groenvakken. Door de straat eenrichtingsverkeer te maken, ontstaat er een brede strook waar ruimte is voor groen of water (Figuur 36). Op deze manier wordt het verkeer in de straat afgeremd, waardoor de straat veiliger en aangenamer wordt om te gebruiken.

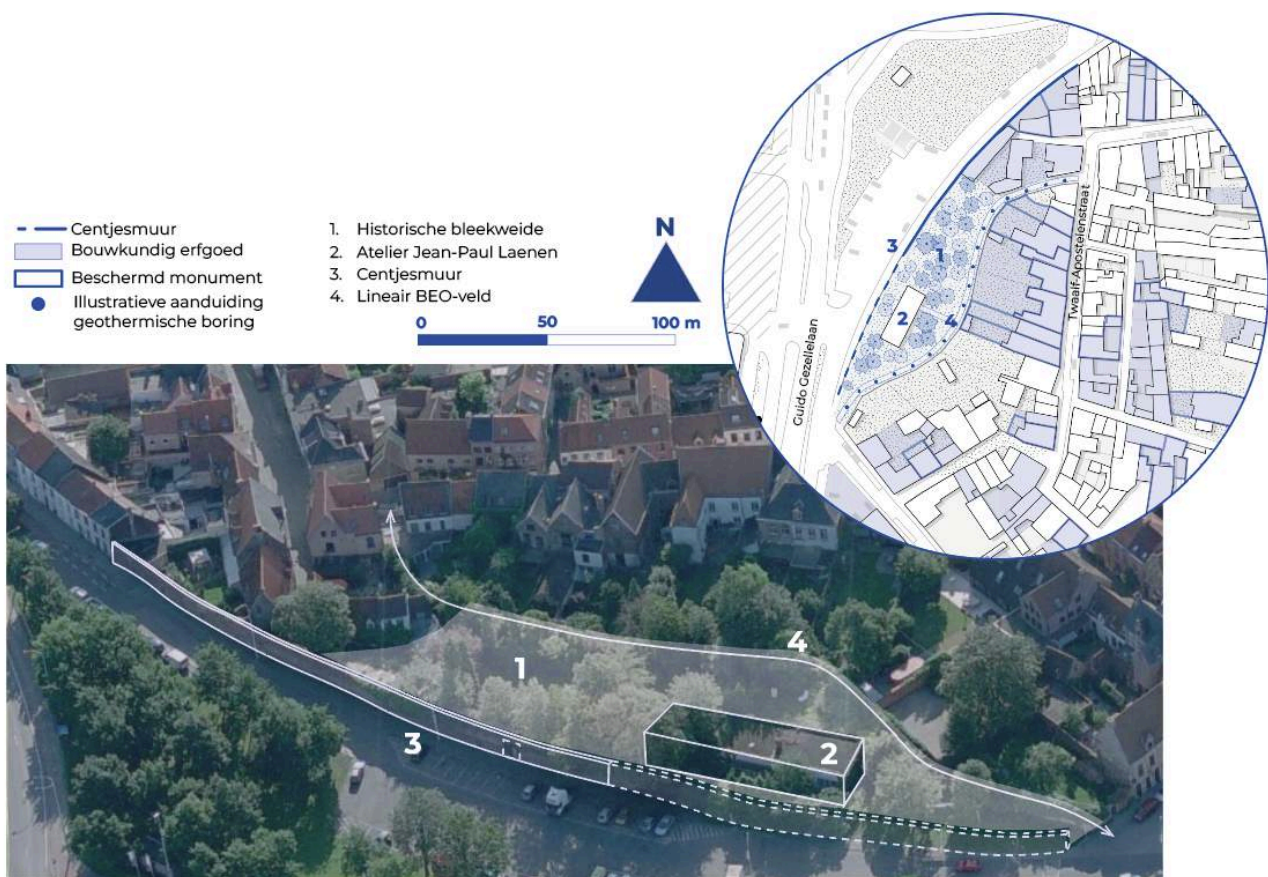


Figuur 36: Snede herinrichting Elektriciteitstraat voor en na aanleg warmtenet.

Geothermische boringen

Omgekeerd kan een ruimtelijk concept meteen een aanleiding vormen voor de aanleg van energetische infrastructuur. Naast de aanleg van warmtenetinfrastuctuur zijn er namelijk andere infrastructurele ingrepen waarbij door het tijdelijk openleggen van het openbaar domein tijdens de werken, een heroverweging van het gebruik van de bovengrond kan plaatsvinden. Deze herziening hoeft niet noodzakelijk een herinterpretatie van het bestaande gebruik te zijn, maar kan eveneens een volledig nieuw gebruik van de ruimte betekenen die

een meerwaarde voor de wijk biedt. In het Groot-Begijnhof zijn er bijvoorbeeld kansen om de in het noorden gelegen historische bleekweide opnieuw publiek toegankelijk te maken. Het aanwezige atelier van kunstenaar Jean-Paul Laenen, kan hierdoor een publieke functie krijgen. Binnen dit project kan de historische Centjesmuur een waardige en prominente plek krijgen. De reeds afgebroken delen kunnen op een symbolische manier, bijvoorbeeld door het aanleggen van een haag, terug visueel worden gemaakt. Het traject van de oude Heergracht, dat nog steeds goed zichtbaar is in de huidige percelering, kan dienen als nieuwe trage verbinding langs de Bleekweide. Tegelijkertijd kan bij de aanleg van deze nieuwe trage verbinding een lineair veld worden gecreëerd van geothermische boringen. De aanwezigheid van die lineair BEO-veld vermijdt de noodzaak van individuele warmtepompen waardoor het aanbrengen van buitenunits wordt vermeden. Dit is relevant aangezien deze ingrepen binnen de beeldkwaliteit van de erfgoedwijk niet worden toegelaten. Met een boring om de 5 à 10 meter van 150m diep biedt dit lineair BEO-veld plaats voor zo'n 18 boringen waarmee de omliggende woningen van duurzame warmte kunnen worden voorzien (Figuur 37).



Figuur 37: Publiek toegankelijke historische bleekweide in combinatie met lineair BEO-veld. (Foto aangepast uit Lapeere & Servayge, 2023)

5 Informeren, zichtbaarheid en energetische bewustwording

Het meest recente VN-klimaatrapport suggereert dat wereldwijde CO₂-uitstoot met 40 tot 70% kan worden verminderd door *gedragsverandering* (IPCC, 2023). Een cruciale vraag is of en hoe de ruimtelijke planning kan bijdragen aan deze gedragsverandering. De ruimtelijke planning gelooft namelijk vaak in de maakbaarheid van de samenleving, waarbij de opmaak van bepaalde regels en verordende plannen leiden tot gedragsverandering (Saey, 1995). Het huidige gecentraliseerde energiemodel is echter diepgeworteld in de geschiedenis, waardoor het steeds moeilijker wordt om van dit model af te wijken op het gebied van beleid, wetgeving, normen en waarden. Dit fenomeen staat bekend als 'padafhankelijkheid', zoals beschreven door Bengtsson en Ruonavaara (2010). Wanneer een ontwikkeling eenmaal een bepaalde richting opgaat, worden alternatieve paden afgesloten, waardoor het moeilijk wordt om op een later moment van koers te veranderen (Bengtsson en Ruonavaara, 2010).

De energietransitie is door haar omvang uitdagend, maar niet onhaalbaar. Hernieuwbare energieproductie lijkt alvast alom te worden ondersteund in Vlaanderen. Volgens een marktonderzoek van het Vlaams Energie- en Klimaatagentschap uit 2021 is 66% van de Vlamingen van mening dat hernieuwbare energie de prioriteit moet zijn voor de lange termijn energievoorziening, ondanks eventuele extra kosten (Vlaams Energie- en Klimaatagentschap, 2021). Bij de praktische implementatie blijkt het integreren van hernieuwbare energie in het bestaande bebouwde weefsel echter een enorme uitdaging te zijn. Mensen zijn echter gehecht aan hun leefomgeving en willen deze graag behouden zoals die is (Stremke & Dobbeltstein, 2013). Ook op wijkniveau wordt het steeds belangrijker om een breed draagvlak te vinden voor de ruimtelijke implementatie van energiedoelstellingen. Dit is te verklaren door het groeiende politieke vermogen van burgers, de toenemende proteststem en het NIMBY (Not in My Backyard) -syndroom (Van Den Driessche et al., 2019). In een poging tot het vergroten van het draagvlak op wijkniveau en mogelijks gedragsverandering te stimuleren, kan de ruimtelijke planning ook bijdragen in het opzetten van strategieën rond bewustwording voor de energietransitie.

Informeren

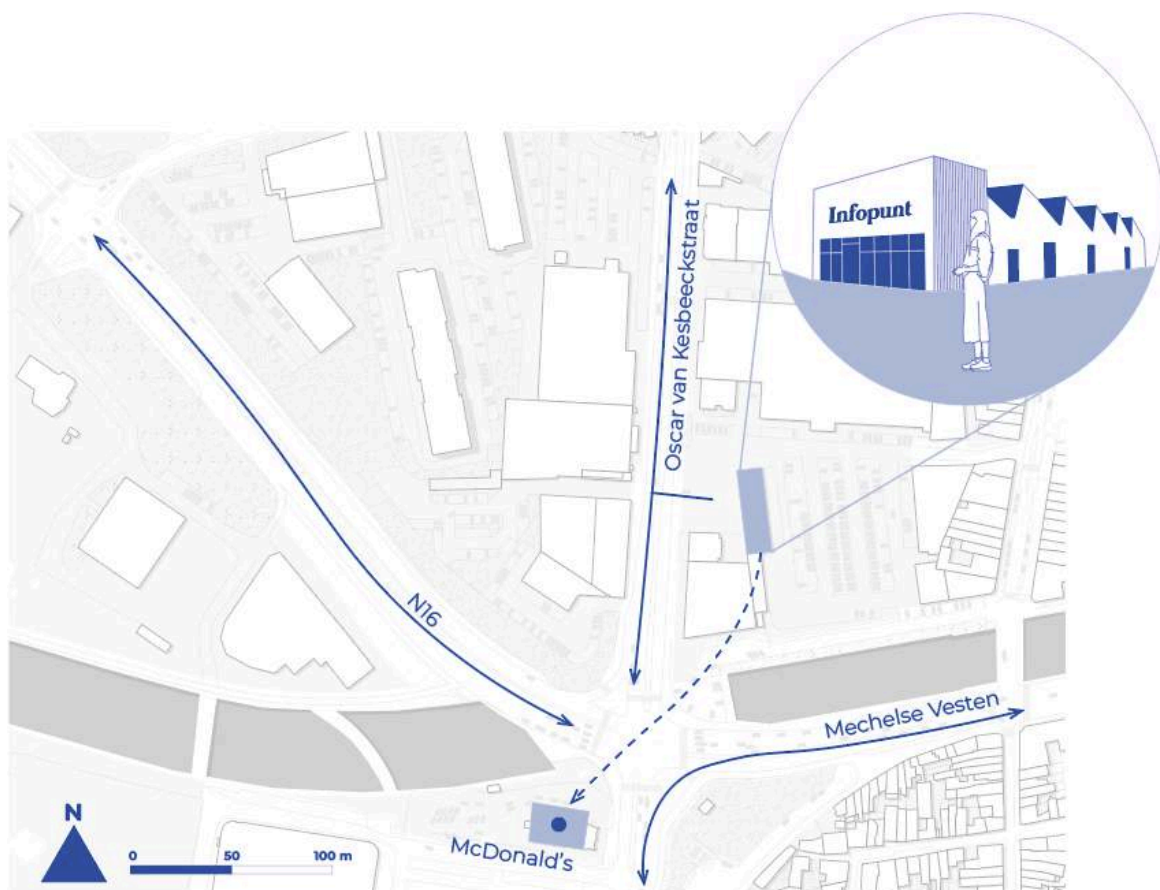
Uit een marktonderzoek van Profacts blijkt immers dat veel Vlamingen weinig kennis hebben over de energietransitie (Digitaal Vlaanderen, s.d). Er is duidelijk behoefte aan meer informatie. Een eerste en voor de hand liggende stap om het bewustzijn te vergroten, is het creëren van fysieke ruimte waar feitelijke informatie toegankelijk is voor iedereen. Een voorbeeld hiervan is het project Gent-Sint-Pieters, waar de partners een tijdelijke constructie op palen hebben gebouwd als informatiecentrum over de ontwikkelingen van de renovatie van het station (Project Gent-Sint-Pieters, s.d.) (Figuur 38).

In de omgeving van de Elektriciteitstraat bestaat er een mogelijkheid om een informatiecentrum op te zetten, specifiek gericht op het project van de Klimaatwijk Mechelse Vesten. Dit informatiecentrum zou kunnen worden gevestigd in het gebouw aan de Oscar van



Figuur 38: Infopunt project Gent-Sint-Pieters. (Project Gent-Sint-Pieters, s.d.)

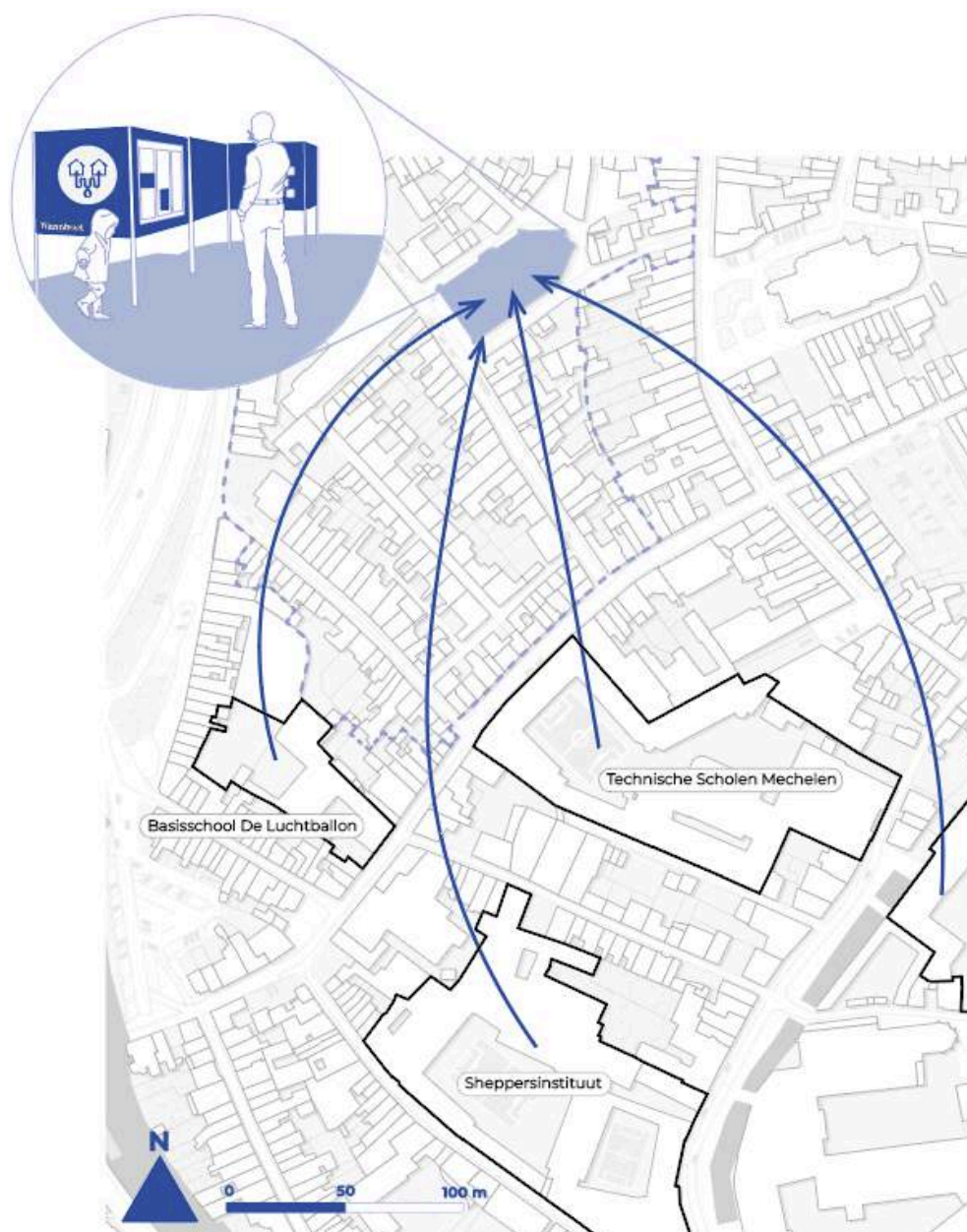
Kesbeeckstraat, dat momenteel door McDonald's wordt gebruikt. Wanneer McDonald's in de toekomst verhuist naar een nieuw gebouw binnen het project Keerdok, komt dit gebouw leeg te staan. Het zou dan, in het kader van tijdelijk hergebruik in afwachting van een definitieve invulling, het informatiecentrum kunnen huisvesten. De locatie bij de wijk Elektriciteitstraat is ideaal omwille van haar poortfunctie voor duurzame energie tussen Mechelen-Noord, de Mechelse Vesten en het stadscentrum (Figuur 39). Daarnaast is deze plek met de komst van de nieuwe randparking Keerdok en bushaltes Nokerstraat en M. Sabbestraat, goed ontsloten.



Figuur 39: Locatie informatiecentrum Klimaatwijk Mechelse Vesten.

In dezelfde gedachtegang zou er ook in het Groot-Begijnhof kunnen worden ingezet op informatieve doeleinden. Het inplanen van een warmtenet in een erfgoedcontext vergt een unieke oplossing die toelaat om beschermd bouwkundig erfgoed en monumenten toch fossielvrij te verwarmen, zonder hierbij afbreuk te doen aan de beeldkwaliteit van de wijk. Er

lijkt bijvoorbeeld het plaatsen van buitenunits van warmtepompen of zonnecollectoren te moeten worden vermeden. Deze aanpak om in plaats daarvan gebruik te maken van een warmtenet in erfgoedcontext is bijzonder exemplarisch en verdient daarom aandacht door de techniek tentoon te stellen. Mogelijks zou de Begijnhofkerk hiervoor een ideale locatie zijn. Uit een recente publicatie van het Team Vlaams Bouwmeester (2024) blijkt dat het gebruik van kerken voor erediensten de laatste decennia afneemt (Ardui et al., 2024). Wanneer deze functie gedeeltelijk of zelfs volledig wegvalt, is er behoefte aan een zinvolle herbestemming van de kerken. Momenteel is er nog geen concrete herbestemmingsvraag voor de Begijnhofkerk. Een mogelijke herbestemming als expositieruimte zou een aanzienlijke meerwaarde bieden voor het Groot-Begijnhof. Binnen deze expositieruimte kan aandacht worden besteed aan zowel het historische verleden van de wijk als aan de technieken die worden toegepast om het Groot-Begijnhof fossielvrij te verwarmen. In de nabije omgeving bevinden zich ook verschillende scholen die het museum zouden kunnen bezoeken. Op die

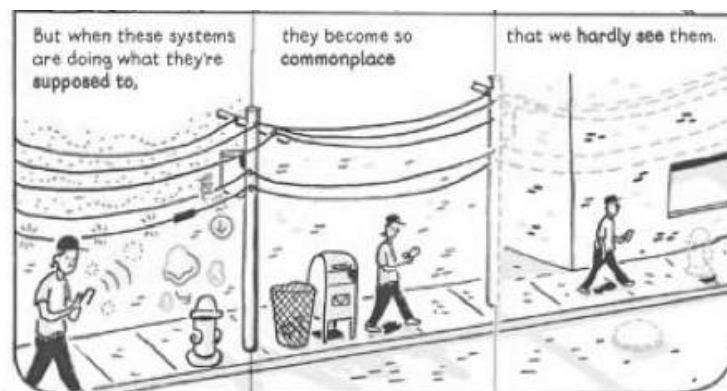


Figuur 40: Expositieruimte in de Begijnhofkerk.

manier draagt het lokale onderwijs bij aan het vergroten van het bewustzijn en de educatie over zowel het historische als het energetische aspect van het Groot-Begijnhof (Figuur 40).

Zichtbaarheid

Naast het leveren van feitelijke informatie is het essentieel om onze huidige denkpatronen in vraag te stellen en nieuwe benaderingen van omgang met energie te onderzoeken. De Vlaming is steeds meer losgekoppeld geraakt van energieproductie en -distributie. Vóór de industriële revolutie vertrouwde de samenleving sterk op lokale energiebronnen zoals wind, water, hout, veen en zon, die dicht bij huis werden geoogst en gebruikt. Sinds de industriële revolutie heeft energieproductie zich steeds meer beperkt tot zeer gecentraliseerde energiecentrales en locaties voor de overslag en opslag van brandstoffen (Van Noordt, 2016), die zich op kilometers afstand van bewoning bevinden. Sinds vorig jaar is België zelfs een netto-importeur van energie geworden, voornamelijk door de hogere beschikbaarheid binnen het Franse nucleaire park (Elia, 2024). Door het uitgebreide distributienetwerk van hoogspanningsleidingen en pijpleidingen is het transport van energie zodanig vereenvoudigd dat het energiesysteem volledig los is komen te staan van het bestaande ruimtelijke systeem. Energie is als het ware, zoals Nott (2023) het beschrijft in zijn graphic novel, een *'hidden system'* geworden dat volledig onzichtbaar is, tot op het punt waarop het uit het stopcontact of de verwarming komt (Figuur 41) (de Waal & Stremke, 2011).



Figuur 41: Hidden systems (Nott, 2023)

Recent is er echter een verschuiving aan de gang, waarbij op basis van hernieuwbare energiebronnen opnieuw getracht wordt de koppeling te maken tussen energie en ruimte (Van Noordt, 2016). Nieuwe benaderingen, zoals het effectief opnieuw zichtbaar maken van energie in onze dagelijkse leefomgeving, verdienen daarbij aandacht. Dit draagt niet alleen bij aan een algemene bewustwording over energie, maar kan ook dienen als een vorm van citymarketing, waarbij het goede voorbeeld extra wordt benadrukt.

De publieke ruimte biedt hiervoor overigens een geschikt platform, aangezien het een sociale, gedeelde ruimte is waar mensen samenkomen om te discussiëren over sociale problemen en deze te identificeren (Habermas, 1991). Deze interpretatie van publieke ruimte is interessant in termen van communicatie en het vormen van sociale normen en waarden. Het zichtbaar maken van energie binnen de publieke ruimte kan worden beschouwd als een vorm van

kunst. Hoewel het op zich geen directe oplossing biedt, schept het wel een persoonlijke verbinding die individuele bewustwording en percepties stimuleert (Lee, 2021). Ruimtelijke planning kan via deze weg een boodschap overbrengen die mensen helpt waarden en gedrag te transformeren richting een duurzame toekomst. De stedelijke publieke ruimte kan daarbij worden onderverdeeld in drie verschillende 'ruimten', gebaseerd op het gebruik ervan. Dit omvat de alledaagse ruimte zoals straten, de sociale of ontmoetingsruimte zoals parken of pleinen, en de visuele of symbolische ruimte zoals gevels of '*landmarks*' (Lee, 2021). Binnen elk van deze ruimten kan energie een rol spelen in het ontwerp ervan.

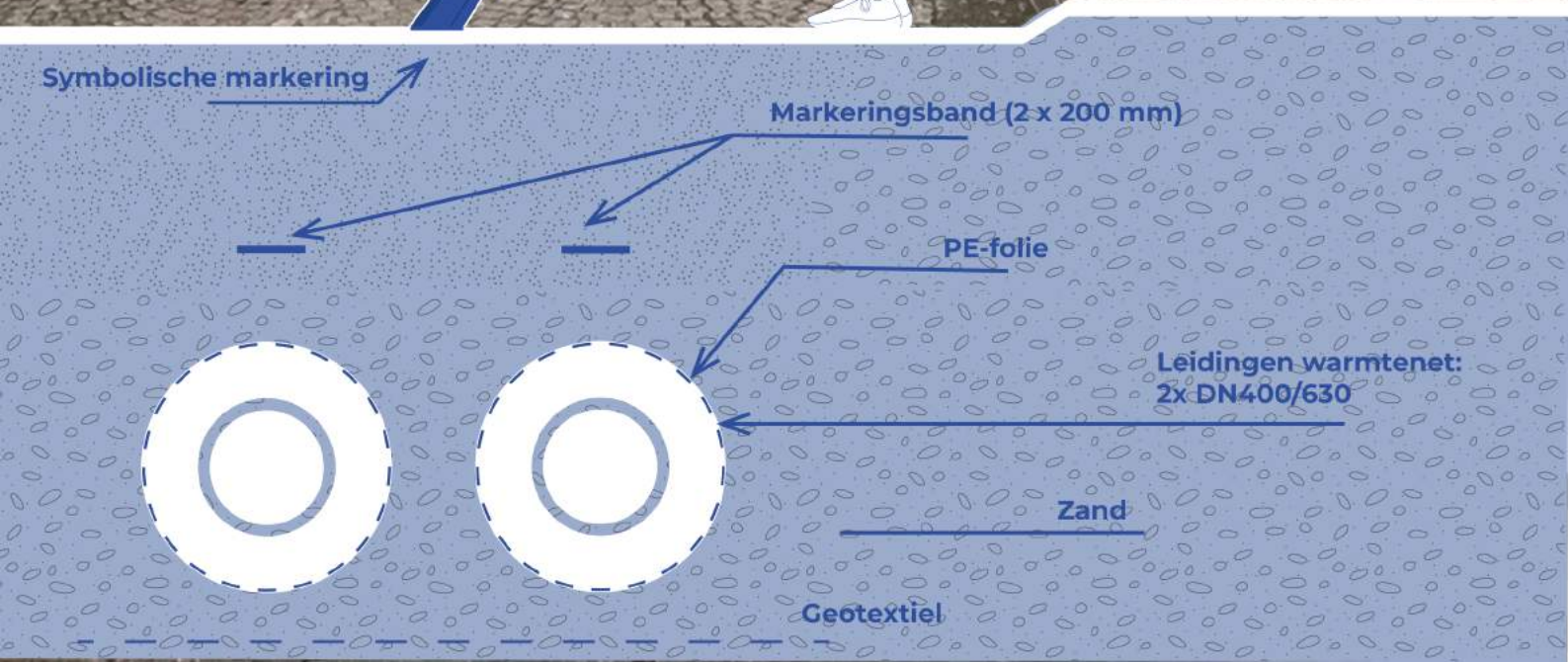
Vanwege de strenge beperkingen in het beheerplan van het Groot-Begijnhof, zijn er echter weinig mogelijkheden om energie zichtbaar te integreren in de alledaagse ruimte. In combinatie met de heraanleg van de straten voor de aanleg van het warmtenet, kan een subtiele, symbolische markering worden aangebracht. Deze markering maakt de locatie van het warmtenet in de ondergrond visueel, en zou eventueel zelfs de temperatuur ervan kunnen aanduiden (Figuur 43). Het concept van een educatieve campagne, gebaseerd op een symbolische markering en ondersteund door informatie in de vorm van een zitelement, werd al toegepast in Leuven. Daar vergroot het ontwerp van de publieke ruimte het bewustzijn van de oude stadsomwalling. Op deze manier krijgen bewoners en bezoekers een beter idee van de omvang, de continuïteit en het strategische belang van de oude muren, zonder deze letterlijk te herstellen (Figuur 42).

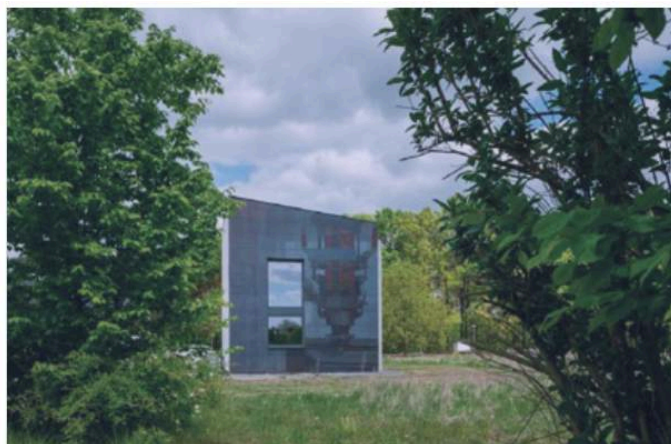


Figuur 42: Symbolische markering stadsomwalling Leuven (Flux Landscape Architecture, 2016)

Binnen de publieke ruimte als sociale of ontmoetingsruimte kan de focus meer liggen op kunstprojecten. Een voorbeeld hiervan is het project 'Transisthor' in de wijken Nieuw-Texas en Waterschei in Genk. Dit project wordt momenteel uitgevoerd door LUCA School of Arts in opdracht van de Stad Genk, in het kader van een Europees oPEN Lab-project. Bij 'Transisthor' worden kunstwerken gedrukt op zonnepanelen. Deze kunstwerken worden in samenwerking met de buurtbewoners gemaakt en reflecteren hoe energie in het verleden werd ervaren en hoe dit in de toekomst zal worden beleefd door de buurt. De zonnepanelen leveren niet alleen

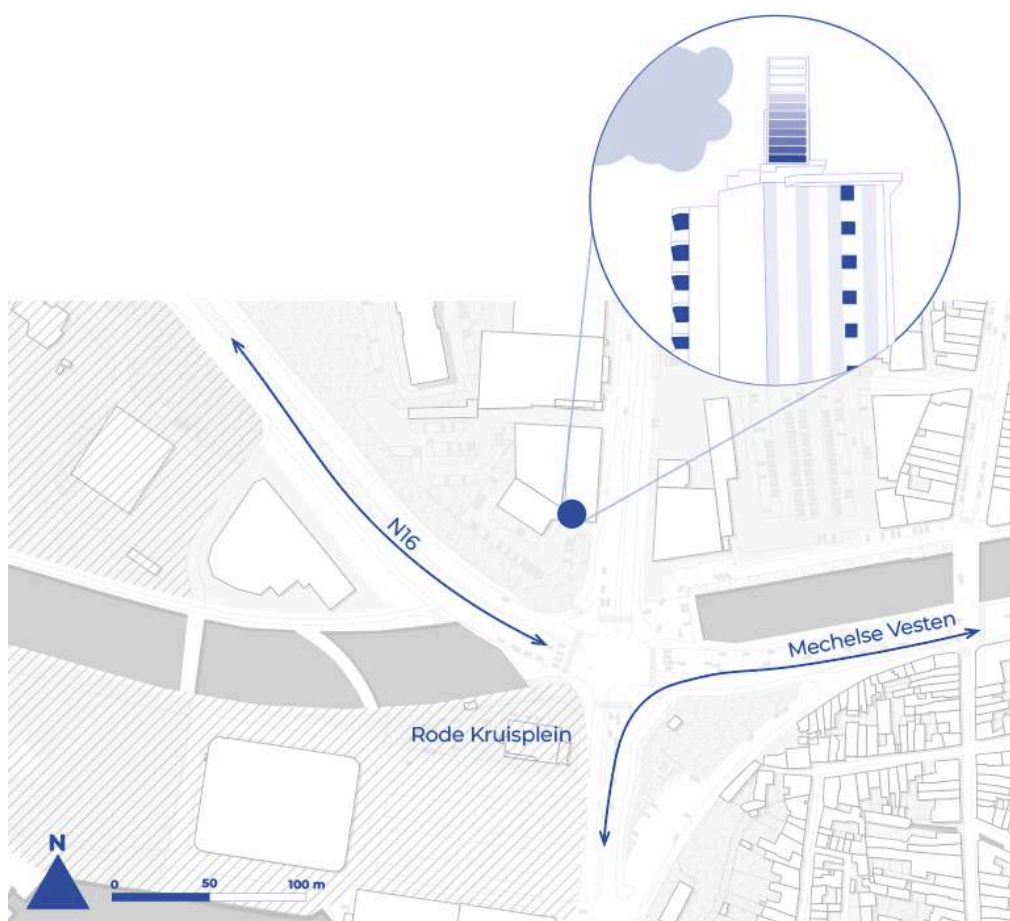
Figuur 43: Symbolische markering warmtenet Groot-Begijnhof. (Snedes aangepast uit Sweco, 2022)





Figuur 44: Voorbeeld zonnepanelen met print (Pixasolar, Egbert de Boer, s.d.)

energie voor de buurt, maar hebben ook als doel om het brede publiek bewust te maken, te activeren en te informeren over groene, duurzame energie (Figuur 44). Als laatste kan ook in de visuele, symbolische publieke ruimte worden nagedacht over het zichtbaar maken van energie in de vorm van een 'landmark'. Hierbij kan een *realtime* feedbacksysteem worden gebruikt dat wetenschappelijke gegevens direct omzet in visuele vorm. De wijk Elektriciteitstraat heeft, vanwege de aanwezige hoogbouw en de locatie, het potentieel om een innovatieve 'energiepoort' te worden voor Mechelen waar ook het warmtenet afkomstig



Figuur 45: Realtime feedbacksysteem locatie Elektriciteitstraat.

uit Mechelen Noord aantakt op de Mechelse Vesten. Door een display toe te voegen dat het gebruik van het warmtenet in *realtime* visualiseert op een zeer zichtbare locatie, wordt aan deze ambitie bijgedragen (Figuur 45).

Nudging

Het informeren over en zichtbaar maken van zijn de eerste stappen richting bewustwording die uiteindelijk kunnen leiden tot een vermindering van het energieverbruik. Hoewel dat vaak effectief is, werkt deze strategie niet altijd. Mensen hebben vaak een extra duwtje in de goede richting nodig om daadwerkelijk hun gedrag te veranderen. Dit is wat 'nudging' beoogt. Een nudge is niet hetzelfde als een incentive of regulering. Het gaat erom specifiek gewenst gedrag te bevorderen op het moment en de plaats waar het gedrag zich voordoet, zonder de keuzevrijheid te beperken (Vlaams instituut Gezond Leven vzw, s.d). In het kader van ruimtelijke planning in relatie tot energieproductie en -consumptie kan het interessant zijn om binnen dit concept mogelijke toepassingen in de ruimte verder te onderzoeken.

Deel 3: Naar een nieuwe manier van werken

"We can't solve problems by using the same kind of thinking we used when we created them. " - Albert Einstein

In de inleiding van deze masterproef wordt met deze quote benadrukt dat het noodzakelijk is om anders te denken dan de gangbare opvattingen om de *missing link* tussen visies en doelstellingen enerzijds en concrete acties op het terrein anderzijds te overbruggen. Klimaatmitigatie krijgt momenteel weinig aandacht binnen de discipline van ruimtelijke planning. Ook binnen de opleiding Stedenbouw & Ruimtelijke Planning aan de KU Leuven ligt de nadruk voornamelijk op een (her)inrichting van de ruimte in functie van klimaatadaptatie. Toch toont deel 2 van dit onderzoek naar mogelijke koppelkansen aan dat ruimtelijke planning een significante rol speelt bij de implementatie van klimaatmitigatiemaatregelen in de ruimte. Daarom is het belangrijk om in de toekomst bestaande rollen van de ruimtelijke planning en planners te heroverwegen en meer aandacht te besteden aan educatie rond de ruimtelijke impact van klimaatmitigatie.

Doorheen het onderzoek werd al snel duidelijk dat collectieve energie-implementatie op alle schaalniveaus een impact heeft. Dit varieert van kleinschalige, sensibiliserende ingrepen, zoals de symbolische markering van het warmtenet in het Groot-Begijnhof, tot grootschalige strategische projecten, zoals het zoeken naar locaties voor verdichting via een uitgebreide energetische infrastructuur in Mechelen Noord. Het is daarom essentieel voor de ruimtelijke planner om tijdens het planningsproces voortdurend tussen verschillende schaalniveaus te schakelen.

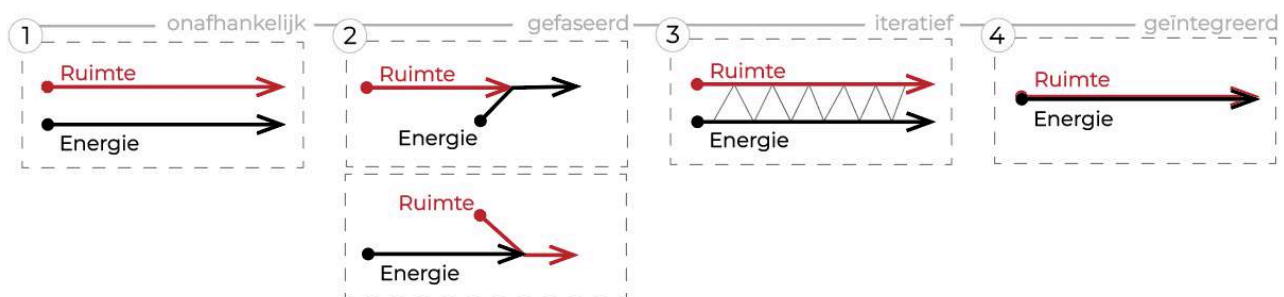
Het implementeren van energiemaatregelen in de ruimte vormt echter een delicate opgave. In realiteit is het dan ook zo dat een energie-specialist een heel ander jargon hanteert dan dat van de ruimtelijk planner. Om samenwerking te bevorderen moet er gestreefd worden naar een gemeenschappelijke taal. Het zoeken naar de mogelijke koppelingen in deel 2 vormt een eerste stap in deze richting.

Planningsproces

Er zijn verschillende manieren om een ruimtelijk en/of energetisch plan te ontwikkelen, afhankelijk van hoe geïntegreerd beide aspecten worden in het planningsproces (Figuur 45). Op de laagste trede worden ruimtelijke en energetische verhaallijnen volledig onafhankelijk behandeld. Dit is vaak de huidige situatie: energie en ruimte worden afzonderlijk ontwikkeld, waardoor belangrijke koppelkansen worden gemist. Deze manier van procesvoering moet in de toekomst zo veel mogelijk worden vermeden (Figuur 46, nummer 1). Een stap verder is het later inbrengen van een van de twee verhaallijnen, wat resulteert in een gefaseerde procesvoering (Figuur 46, nummer 2). Hierbij is het cruciaal om onderscheid te maken tussen een aanpak die begint vanuit energie en een die begint vanuit ruimte. Wanneer energie (te) laat wordt meegenomen in een ruimtelijk planningsproces, wordt het lastiger om deze op een kwalitatieve manier in het plan te integreren. De ruimte is na de planningsfase namelijk al

verdeeld onder verschillende gebruikers, waardoor er te weinig ruimte overblijft voor energie. Hierdoor kan ook de haalbaarheid van energetische oplossingen niet correct worden getoetst. Wanneer er al een energetisch plan beschikbaar is, blijkt het eenvoudiger om deze energetische maatregelen te koppelen aan ruimtelijke uitdagingen. In dit masterproefonderzoek werd vanwege de aanwezigheid van het Warmteplan in Mechelen pas in een later stadium een ruimtelijk verhaal aan dit warmteverhaal toegevoegd. Vervolgens werd ervoor gekozen om het energetisch verhaal niet als een vaststaand gegeven te beschouwen. Er werd een iteratief proces gevoerd, waarbij beide verhalen hun eigen logica's behouden, maar er een zekere terugkoppeling plaatsvindt. Het voordeel van deze procesvoering is dat beide verhalen elkaar in de loop van de tijd kunnen corrigeren (Figuur 46, nummer 3). Om die reden bevindt het gevoerde masterproefonderzoek zich min of meer tussen een gefaseerd en een iteratief planningsproces. Er kan echter nog een verdere stap worden gezet. In een ideaal scenario worden ruimte en energie betrokken in een volledig geïntegreerd proces (Figuur 46, nummer 4). Dit vereist een nauwe samenwerking tussen energie-experts en ruimtelijke planners. Zo ontstaat een gezamenlijk verhaal waarin zowel ruimte als energie evenwaardige partners zijn.

Een belangrijke nuance in de analyse van deze planningsprocessen is dat, hoewel ruimte en energie de focus van dit onderzoek zijn, er binnen dit masterproefproces abstractie werd gemaakt van andere functies en activiteiten met een ruimtelijke claim. Andere factoren zoals water, groen, gezondheid, etc. moeten daarom ook binnen het geïntegreerde proces in overweging worden genomen. Het is dan de rol van de ruimtelijke planner, als synthesemaker, om op wijkniveau de juiste afweging te maken tussen al deze aanspraken op de ruimte.



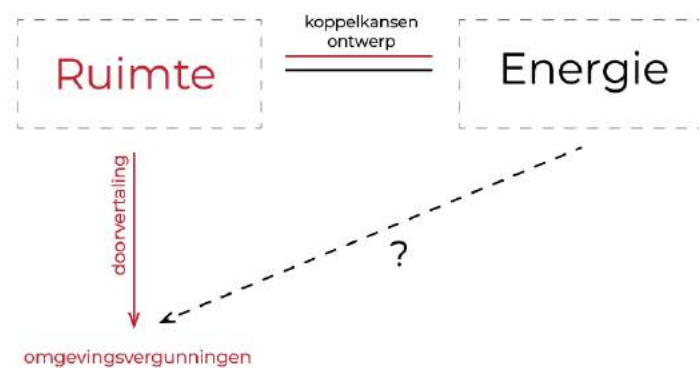
Figuur 46: Onafhankelijk, gefaseerd, iteratief en geïntegreerd planningsproces voor ruimte en energie.

Beleidsvoering

Binnen het dagelijks ruimtelijk beleid is er momenteel een gebrek aan een doorvertaling van energetische visies of planning in de beoordeling van omgevingsvergunningen. Dit onderzoek probeert de link te leggen tussen ruimte en energie binnen ontwerp, maar er lijkt een ontbrekende schakel te zijn bij het vertalen van deze energetische visies en ontwerpen binnen het beleid (Figuur 47). De vraag rijst welk statuut het energieverhaal moet krijgen om bij de

bespreking van een omgevingsvergunning te worden meegenomen als onderhandelingskader.

Ter inspiratie heeft de gemeenteraad van Stad Gent recent de Bouwblokvisie vastgesteld. Deze visie is een beleidskader rond het ontpitten van bouwblokken en wordt gebruikt bij aanvragen voor omgevingsvergunningen. Onder het motto 'beleidsmatig gewenste ontwikkeling' wordt zo de goede ruimtelijke ordening beoordeeld (Stad Gent, s.d). Verder onderzoek zou kunnen verkennen hoe energie, vergelijkbaar met de Bouwblokvisie of op een andere manier, juridisch een plaats kan krijgen in de beoordeling van omgevingsvergunningen.



Figuur 47: Missende schakel in de doorvertaling van energie in omgevingsvergunningen.

Conclusie

Deze masterproef onderzocht welke koppelkansen cruciaal zijn tussen ruimtelijke en energetische doelstellingen voor klimaatmitigatie op wijkniveau en wat de rol is van de ruimtelijke planning in het identificeren en integreren van deze koppeling(en). Klimaatverandering zal de komende jaren en decennia onze manier van leven ingrijpend beïnvloeden. Daarom is het van belang dat er sterk wordt ingespeeld op de omschakeling van fossiele brandstoffen naar hernieuwbare energie. De ruimtelijke impact van deze omschakeling wordt echter vaak over het hoofd gezien, voornamelijk wanneer het gaat over klimaatmitigatie. Ook de rol van de ruimtelijke planning wordt hierbij sterk onderschat.

Doorheen schaalniveaus

Het wijkniveau werd voorgesteld als een haalbare en concrete schaal om na te denken over de ruimtelijke vertaling van de energietransitie. Dit schaalniveau maakt het mogelijk om collectieve en samenhangende projecten te initiëren die energetische en ruimtelijke doelstellingen in een gezamenlijk verhaal koppelen. Het onderzoek toont aan dat het wijkniveau inderdaad een ideale tussenschakel vormt tussen ad hoc individuele ingrepen en abstracte (boven)regionale strategieën, en dat het mogelijkheden biedt voor het bedenken van collectieve en innovatieve oplossingen. De ruimtelijke planner speelt hierbij een significante rol. Het is belangrijk op te merken dat de impact en integratie van deze ontwerpvoorstellen niet beperkt blijft tot dit ene schaalniveau. De ruimtelijke planner moet voortdurend tussen verschillende schaalniveaus blijven schakelen.

Synergetisch traject

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden, werd een iteratief traject gevolgd waarin theoretische inzichten, bestaande projecten en ontwerpend onderzoek werden geïntegreerd in een overkoepelend leerproces. Deze methode maakte het mogelijk om de koppelkansen gedurende het masterproefproces steeds verder te verfijnen en uiteindelijk de belangrijkste thema's te identificeren. De nadruk lag tijdens het masterproefproces voornamelijk op het ontwerpend onderzoek. Voor toekomstige onderzoeken is het aan te raden om theoretische inzichten en bestaande projecten evenwichtig te integreren, zodat de wisselwerking tussen de inzichten uit deze drie bronnen kan worden versterkt.

Omdat er al een Warmteplan beschikbaar was in Mechelen, werd de ruimtelijke component pas in een later stadium van deze masterproef geïntegreerd in het bestaande energetische verhaal. Het traject startte dus initieel gefaseerd. Er werd echter tweemaal gesproken met betrokken ambtenaren van Stad Mechelen om de gedetecteerde kansen en ontwerpvoorstellen binnen een eerder iteratief proces terug te koppelen. Een extra stap had kunnen worden gezet om tot een echt geïntegreerd proces te komen waarbij ruimte en energie in een gemeenschappelijk verhaal, naast andere activiteiten en functies met een

ruimteclaim, worden ontworpen. Dit zou kunnen worden bereikt door op regelmatige basis en in een continu proces samen te werken met diverse belanghebbenden.

Context-specifieke uitdagingen

Alvorens met het iteratieve traject te beginnen, werd eerst een grondige beleids-, ruimtelijke en energetische analyse uitgevoerd om de specifieke context van een wijk goed te begrijpen. Uit de beleidsanalyse kwam naar voren dat de integratie van ruimte en energie op wijkniveau voor klimaatmitigatie zich nog in een vroeg stadium bevindt. Het Warmteplan in Mechelen laat echter al aanzienlijke vooruitgang zien. Toch blijft de juridische vertaling van energieplannen zoals deze een aandachtspunt. Bij de beoordeling van omgevingsvergunningen ontbreekt er een schakel om ook het energetische verhaal als onderhandelingskader te gebruiken. Verder onderzoek zou zich kunnen richten op het verder verkennen van deze beleidsmatige aspecten.

De ruimtelijk-energetische analyse legde een aantal uitdagingen bloot die van cruciaal belang bleken bij het zoeken naar mogelijke verbindingen tussen ruimte en energie. Het is belangrijk op te merken dat deze uitdagingen sterk afhankelijk zijn van de context, en dat deze context in belangrijke mate bepaalt of en hoe de koppelingen kunnen worden toegepast. De strikte beperkingen die zijn opgelegd in het beheerplan van het Groot-Begijnhof bieden bijvoorbeeld veel minder ruimte voor grootschalige ingrepen dan de zeer flexibele omgeving van de Elektriciteitsstraat. Daarom is het van essentieel belang om deze context grondig te bestuderen voordat actie wordt ondernomen.

Vanwege de stedenbouwkundige achtergrond van de onderzoeker is er relatief weinig onderzoek verricht naar de energetische uitdagingen van beide wijken. In plaats daarvan is voornamelijk gebruik gemaakt van het beschikbare Warmteplan (2024) en het onderzoek voor de Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten (2022). Wanneer dergelijke bronnen mogelijk niet beschikbaar zijn, is samenwerking met relevante partijen noodzakelijk om een grondige energetische analyse uit te voeren. Naast de ruimtelijke analyse is deze energetische analyse van essentieel belang om de haalbaarheid en het potentieel van energieoplossingen te waarborgen.

Cruciale koppelkansen

Na de analyse werden gevonden ruimtelijke en energetische uitdagingen vertaald naar doelstellingen en bewust gezocht naar kansen om deze te koppelen. Hierdoor ontstaat een verhaal waarin beide elkaar versterken. Het toepassen van deze kansen op de twee wijken in Mechelen zorgt ervoor dat abstracte doelstellingen niet alleen theoretisch interessant blijven, maar ook lokaal en tastbaar worden, wat hun praktische haalbaarheid en potentiële impact vergroot. Het is belangrijk op te merken dat, hoewel deze thema's cruciaal zijn, dit niet de enige mogelijke koppelkansen zijn. Niets belet dat in aanvullend onderzoek nieuwe thema's worden gevonden die dieper ingaan op kwesties zoals participatie, betaalbaarheid, financiële

haalbaarheid, inclusiviteit, governance, etc. die in deze masterproef niet aan bod zijn gekomen.

1 Het eerste thema legde de nadruk op het gebruik van de energetische ruggengraat als basis voor ruimtelijke ontwikkeling. Door mogelijke warmtebronnen, warmte-afnemers en warmteopslaglocaties in kaart te brengen, kon er vanuit ruimtelijke planning een zinvol warmtenettraject worden ontworpen dat deze elementen verbindt. De aanleg van zo'n traject als energetische ruggengraat kan dienen als hefboom voor toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen en een cruciale rol spelen bij het formuleren van ruimtelijke verdichtingsstrategieën ter ondersteuning van het energetische warmteconcept.

2 Het tweede thema richtte zich op strategieën voor duurzame koeling, met als doel groenere, leefbare en comfortabele wijken te creëren. Koeling vormt naast warmte en elektriciteit een belangrijk aandachtspunt binnen de energietransitie. Door de ruimte slim in te richten, zoals het strategisch oriënteren van gebouwen en het integreren van vegetatie, waterpartijen en waterdoorlatende verharding, kan de lokale temperatuur aanzienlijk worden verlaagd. Deze hitte vermijdende inrichting vermindert de behoefte aan actieve, mechanische koeling, terwijl ze tegelijkertijd ook de algemene leefbaarheid binnen de wijk vergroot.

3 Het derde thema moedigt aan om naast energie ook andere sectoren te integreren in gedeeld ruimtegebruik. Omdat energie niet de enige ruimteclaim vormt, kan gedeeld ruimtegebruik worden ingezet om diverse vraagstukken binnen de beschikbare ruimte aan te pakken. Dit thema bespreekt enerzijds het concept van buurtparkings voor optimaler en efficiënter gebruik van parkeerplaatsen, waardoor ruimte vrijkomt voor andere, ruimtelijk kwalitatieve inrichting en er daarbij ook mogelijkheden ontstaan om bestaande laadinfrastructuur te delen. Anderzijds werd gezocht naar een geschikte locatie voor een biovergistingsinstallatie die niet alleen energie- en afvalkringlopen sluit, maar ook de sociale cohesie in de wijk bevordert door meervoudig gebruik als buurtcentrum.

4 Het vierde thema benadrukt de mogelijkheden om efficiëntie te bevorderen door warmte-infrastructuurle projecten te combineren met ruimtelijke meerwaarde. Warmtenetten zijn cruciale technologie voor klimaatwijken, omdat ze de CO₂-uitstoot aanzienlijk kunnen verminderen. De aanleg van zo'n warmtenet kan dienen als hefboom voor de herinrichting van sterk verharde en onveilige straten. Daarnaast kan ook andere warmte-infrastructuur een meerwaarde leveren voor de wijk zoals bijvoorbeeld de aanleg van een lineair BEO-veld dat tegelijkertijd een nieuwe trage verbinding binnen de wijk kan vormen.

5

Het vijfde en laatste thema zoekt manieren om bewustwording en zichtbaarheid van energie(gerelateerde) maatregelen in de openbare ruimte te vergroten. Als eerste stap wordt besproken hoe de bevolking kan worden geïnformeerd via een informatiecentrum en daarbij tegelijkertijd vraagstukken rond tijdelijk hergebruik of herbestemming kunnen worden aangepakt. Als tweede stap worden voorbeelden uitgewerkt om energie fysiek zichtbaar te maken in de symbolische, visuele of alledaagse publieke ruimte als een vorm van kunst of citymarketing.

Puzzelen aan duurzame klimaatwijken

Het leggen van de ruimtelijk-energetische puzzel op wijkniveau draait uiteindelijk om het vinden van een balans tussen diverse belangen en visies en het zoeken van een gemeenschappelijke taal. Deze masterproef biedt enkele koppelkansen aan als cruciale puzzelstukken en werpt licht op een vernieuwende aanpak om deze te leggen. Hiermee zet deze masterproef een stap richting het overbruggen van de *missing link* naar de praktijk. Door een iteratief of liefst zelfs geïntegreerd proces, dat begint met een doorgedreven lezing van de wijk, wordt het mogelijk de juiste koppelingen op de juiste plaats te realiseren. Bovendien biedt een integrale visie niet alleen mogelijkheden om hernieuwbare energie kwalitatief te vertalen en te integreren, maar ook om andere puzzelstukken zoals mobiliteit, waterbeheer, groenvoorziening en sociale cohesie in het geheel te passen. Innovatie en samenwerking zijn hierbij de sleutels om tot duurzame, leefbare en *voora*/uitvoerbare klimaatwijken te komen.

“Het lijkt wel of planners en ontwerpers een soort professionele doe-het-zelvers zijn in een land waar iedereen zelf mee bricoleert. Maar de puzzel moet wel passen zonder dat deze ooit volledig is, de ‘ruimte’ is immers nooit af. Dat is de realiteit waarmee ruimtelijke planners en stedenbouwkundigen moeten leren werken, er zijn immers veel belangen en visies, deze zijn nooit een eenheid.” (Houthaeve, 2024)

Bibliografie

Agentschap Wegen en Verkeer. (s.d). *De ontknoping van Mechelen*. Wegen en Verkeer. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://wegenenverkeer.be/werken/de-ontknoping-van-mechelen>

Alkemade, F., Van Broeck, L., Declerck, J., & Brugmans, G. (oktober 2017). *IABR- 2018+2020 Curator statement*. InOtherWords.

Architectura. (2022). *Parking Keerdok: nieuw landmark in Mechelen (POLO Architects)*. <https://www.architectura.be/nl/nieuws/parking-keerdok-nieuw-landmark-in-mechelen-polo-architects/>

Architecture Workroom Brussels, Boeijenga, J. & Vereniging Deltametropool (2018). *De Lage Landen 2020-2100: een toekomstverkenning*. Departement Omgeving.

Ardui, C., Sterken, S., Vermeulen, S., Vervloesem, E. & Wieërs, E. (2024). *Herscheppen. Ontwerpend onderzoek voor het Projectbureau Herbestemming Kerken 2016-2021*. Team Vlaams Bouwmeester.

Atelier Romain & IDEA Consult. (2022). *Verdichting in Vlaanderen, kostprijs en hindernissen*. Departement Omgeving - Beleidsdomein Omgeving & Vlaamse Bouwagenda.

Bengtsson, B., & Ruonavaara, H. (2010). Introduction to the Special Issue: Path Dependence in Housing. *Housing, Theory and Society*, 27(3), 193–203. <https://doi.org/10.1080/14036090903326411>

Bosmans, W. (2023). *Leo (80) is het beu dat zijn straat als sluipweg wordt gebruikt (door racende voertuigen): "Onlangs flitste de politie hier twee uur lang: 98 bekeuringen"*. Nieuwsblad.

Brugmans, G., & Sijmons, D. (2024). *Down to Earth: Designing for the Endgame*. Nai010 Publishers.

Brussels Hoofdstedelijk Parkeeragentschap. (2024). *Parksharing: Win-win voor ondernemingen en particulieren*. <https://parking.brussels/nl/buurtparking>

BUUR part of Sweco & Spatie maakt Ruimte. (2024). *Beleidsplan Ruimte Mechelen*. <https://www.assetsmechelen.be/beleidsplan-ruimte-2024.pdf>

de Waal, R. M., & Stremke, S. (2011). *Schone energie, mooi landschap?* Agora, 2011(4), 44-47. <https://edepot.wur.nl/213514>

Declerck, J., Segers, T., Vandemoortel, B., Mangelschots, H., Nachtergaele, C., Leinfelder, H., & Claeys, M. (2018). *Operatie open ruimte*. <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/37630>

Declerck, J., Peeters, M., & Alderweireldt, J. (2019). *Ruimte voor de energietransitie Operationeel kader voor het activeren van een ruimte en energie beleid als hefboom voor de realisatie van de energietransitie*. https://www.vlaamsbouwmeester.be/sites/default/files/uploads/RuimteVoorDeEnergietransitie_3E_AWB_singlepages.pdf.

- de Jong, T. M. (1998). Ontwerpen begint waar het waarschijnlijk ophoudt. Acjm Eekhout (Ed.), (pp. 6-16-15). Delft: Faculteit Bouwkunde, TU Delft
- Deilami, K., Kamruzzaman, M., & Liu, Y. (2018). Urban heat island effect: A systematic review of spatio-temporal factors, data, methods, and mitigation measures. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 67, 30-42. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.12.009>
- Departement Omgeving. (s.d.a). *Metadata: Ruimtebeslag*. Statistiek Vlaanderen. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/ruimtegebruik/ruimtebeslag/metadata-ruimtebeslag>
- Departement Omgeving. (s.d.b). *Ontharden Parking Groeningelaan – Kortrijk*. Vlaanderen Breekt Uit, Ruimte maken voor groen en water. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://omgeving.vlaanderen.be/nl/ontharden-parking-groeningelaan-kortrijk>
- Digitaal Vlaanderen. (s.d.). *Energietransitie: Breng mee de stroom in beweging en maak samen met ons de energietransitie waar*. Vlaanderen. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://www.vlaanderen.be/bouwen-wonen-en-energie/energietransitie>
- Elia. (2024). *Elektriciteitsmix voor België in 2023: hernieuwbare energie breekt alle records*. Productivity. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://www.productivity.be/nl/page.php?p=xiGzmNqrNn#>
- Economie Mechelen. (s.d). *Mechelen-Noord I en II*. Stadsvernieuwing. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://www.mechelen.be/stadsvernieuwing/mechelen-noord-i-en-ii>
- Europees Milieuagentschap. (2023). *Uitstoot van broeikasgassen per land en per sector in 2019 (infografiek)*. Europees Parlement. <https://www.europarl.europa.eu/topics/nl/article/20180301STO98928/uitstoot-van-broeikasgassen-per-land-en-per-sector-infografiek>
- Flux landscape architecture (2016). *Stadsomwalling Leuven* [Foto]. <https://fluxlandscape.nl/nl/stadsomwalling-leuven>
- Geldof, C., Janssens, N., Dehulle, E., Dudal, R. & Vandermarliere, K. (2007). Van ontwerpmatig denken naar onderzoek. Antwerpen: VAI
- Habermas, J. (1991). *The Structural Transformation of the Public Sphere: An Inquiry Into a Category of Bourgeois Society*. The MIT Press.
- Houthaeye, R. (2024). *Ruimte voor een toekomst: Hoe ruimtelijke planners de weg uitbreken naar een betere leefomgeving*. Gompel & Svacina.
- Incropera, F. P. (2015). *Climate Change: A Wicked Problem: Complexity and Uncertainty at the Intersection of Science, Economics, Politics, and Human Behavior*. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC. (2023): Sections. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee, and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
- IPOD Mechelen. (2023). *N16*. Stad Mechelen. <https://www.mechelen.be/stadsvernieuwing/n16>
- Kleerekoper, L., van Esch, M., & Salcedo, T. B. (2012). How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect. *Resources, Conservation and Recycling*, 64, 30-38. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.06.004>

- Klimaatwijk Kotrijk, Bouwblok Walle (2024). Studie in opdracht van LABO RUIMTE (Departement Omgeving & Team Vlaams Bouwmeester) ism het Vlaams Energie- en Klimaat-agentschap.
- Klimaatwijk Mechelen, Mechelse Vesten (2022). Studie in opdracht van LABO RUIMTE (Departement Omgeving & Team Vlaams Bouwmeester) ism het Vlaams Energie- en Klimaat-agentschap.
- Lapeere, L., & Servayge, S. (2023). *Beheersplan Groot Begijnhof Mechelen, Beschermd stadsgezicht & UNESCO Werelderfgoed*. Stad Mechelen Afdeling projecten & monumenten.
- Lechner, N. (2014). *Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects*. Hoboken, New Jearsey: John Wiley & Sons, Inc.
- Lee, K. (2021). Urban Public Space as a Didactic Platform: Raising Awareness of Climate Change through Experiencing Arts. *Sustainability* 2021, 13, 2915. <https://doi.org/10.3390/su13052915>
- Lefever, M., Gerk, J., He, B. & Baetens, R. (2021). *Ruimte en Energie: een onderzoek naar provinciale energielandschappen*. https://www.provincieantwerpen.be/content/dam/provant/drem/dienst-ruimtelijke-planning/energielandschappen/Onderzoek_Ruimte_Energie_Eindrapport_juni2021.pdf
- Nott, D. (2023). *Hidden Systems: Water, Electricity, the Internet, and the Secrets Behind the Systems We Use Every Day (A Graphic Novel)*. Random House Graphic.
- NP RES. (s.d). *Principes van B*. Regionale Energiestrategie. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://www.regionale-energiestrategie.nl/energiesysteem/dewereldvanb/2044348.aspx>
- NPLW. (s.d). *Warmteopslag*. Lokale Warmtetransitie. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://www.nplw.nl/technieken/warmtebronnen/warmteopslag/default.aspx>
- Onderdak. (s.d). De Clementwijk in Sint-Niklaas: leven in een groene stad. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://onderdak.be/de-clementwijk-in-sint-niklaas-leven-in-een-groene-stad/>
- Peeters, L. (2017). *Transitieprioriteit Zorgen voor een energietransitie. Startnota*. Vlaamse Regering 2014-2019. <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/25675>
- Peeters, L. (2020). Mededeling aan de Vlaamse Regering, Betreft: conceptnota: "Aanpak uitrol laadinfrastructuur 2021-2025". VR 2020 2011 MED.0362/1BIS
- Persyn, F., Anrys, J., Bergers, J., Schmidt, C., Kornaropoulou, S., Heller, A., Weindauer, S., Liu, X. & Vandecandelaere, L. (2016). *Rapport 'Atelier Diepe Geothermie'*. Brussel: Team Vlaams Bouwmeester. <https://repository.uantwerpen.be/docman/irua/405c0f/139698.pdf>
- Pisman, A., Vanacker, S., Bieseman, H., Vanongeval, L., Van Steertegem, M., Poelmans, L., Van Dyck, K. (Eds.). (2021). *Ruimterapport 2021*. Brussel: Departement Omgeving.
- Projecten en planning Mechelen. (s.d.a). *Kantvelde*. Stad Mechelen. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://www.mechelen.be/stadsvernieuwing/kantvelde>
- Projecten en planning Mechelen. (s.d.b). *Mechelen-Noord III*. Stad Mechelen. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://www.mechelen.be/stadsvernieuwing/mechelen-noord-iii>

- Project Gent-Sint-Pieters. (s.d). *Infopunt Project Gent-Sint-Pieters*. Contact. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://www.projectgentsintpieters.be/contact>
- Provincie Antwerpen. (2023). *Provinciaal Beleidsplan Ruimte Antwerpen, Strategische visie*. https://www.provincieantwerpen.be/content/dam/provant/drem/dienst-ruimtelijke-planning/PBRA/PBRA_Strategische%20Visie_EK.pdf.coredownload.pdf
- Revier, E., Hocks, B., Dijk, H., Van Apeldoorn, S., Prins, E., Hollestelle, M., Van Hees, B., Bhatti, S., Lefever, M., Janssens, J., Van Eetvelde, V., Verplaetse, S. & Verhofstede, B. (2015). *Energielandschap Vlaanderen*. Labo Ruimte, Ruimte Vlaanderen, Vlaams Bouwmeester, Brussel.
- Richtlijn (EU) 2023/1791 van het Europees Parlement en de Raad van 13 september 2023 betreffende energie-efficiëntie en tot wijziging van Verordening (EU) 2023/955 (herschikking). Publicatieblad van de Europese Unie (L231), 20 september 2023, 1-111.
- Rittel, H.W.J., Webber, M.M. Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sci* 4, 155–169 (1973). <https://doi.org/10.1007/BF01405730>
- Ruimte Vlaanderen. (2017). *Witboek Beleidsplan Ruimte Vlaanderen*. <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/23474>
- Ruimte Vlaanderen. (2018). *Beleidsplan Ruimte Vlaanderen. Strategische visie. Geïllustreerde versie*. <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/28360>
- Sijmons, D., Hugtenburg, J., van Hoorn, A. & Feddes, F. (2014). *Landschap en energie: ontwerpen voor transitie*. Rotterdam: NAI010 Uitgevers.
- Saey, P. (1995). Omtrent de maakbaarheid van de samenleving door ruimtelijke planning: deel 1: er is maakbaarheid en er is maakbaarheid. *Planologisch nieuws*, 15, 159–167.
- Stad Antwerpen. (s.d). *Buutrparkings*. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://www.antwerpen.be/info/5492d000aaa8a70f4b8b458a/buutrparkings>
- Stad Gent. (s.d). *Bouwblokvisie voor vergroenen en verweven*. Toekomstvisie voor stadsvernieuwing. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://stad.gent/nl/wonen-bouwen/stadsvernieuwing/toekomstvisie-voor-stadsvernieuwing/bouwblokvisie-voor-vergroenen-en-verweven>
- Stad Ieper. (2016). De Vloei: Gedurfd bouwen voor de toekomst. https://www.dropbox.com/s/aoayoyp83x9bais/brochure_DeVloei2016.pdf?e=2&dl=0
- Stadsontwikkeling Mechelen. (s.d). *Keerdok*. Stad Mechelen. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://www.mechelen.be/stadsvernieuwing/keerdok>
- Stremke, S., & Dobbelsteen, A. (2013). *Sustainable Energy Landscapes: Designing, Planning and Development*.
- Sweco. (2022). *Aanleg warmtenet terbekehofdreef: lessons learned*. <https://www.districtheatingantwerpen.be/assets/pdf/presentations/2022/17.hugo%20cool%20sweco.pdf>
- United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. A/RES/70/1. General Assembly. <https://undocs.org/en/A/RES/70/1>
- UNFCCC. (29 november 2018). *COP 21: The Paris Agreement*. Paris Climate Change Conference. <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/10.pdf>

- Van de Klundert, A.F. (2011). *Klimaat als ruimtelijke opgave : essay in het kader van het matrixproject*. Amersfoort: Klimaat voor Ruimte
- Van de Vyver, I. (2024). *Warmteplan Mechelen: Hoe we onze gebouwen gaan verwarmen en koelen zonder aardgas en stookolie tegen 2050*.
<https://klimaatneutraal.mechelen.be/warmteplan-mechelen>
- Vandevyvere, H., & Stremke, S. (2012). Urban Planning for a Renewable Energy Future: Methodological Challenges and Opportunities from a Design Perspective. *Sustainability*, 4(6), 1309-1328.
- Vandevyvere, H., Ahlers, D., Wyckmans, A. (2022). *The Sense and Non-Sense of PEDs—Feeding Back Practical Experiences of Positive Energy District Demonstrators into the European PED Framework Definition Development Process*. *Energies* 2022, 15, 4491.
<https://doi.org/10.3390/en15124491>
- Van Den Driessche, M., Nijs, L., Rédelé, S., Oelbrandt, B., & Van Steenkiste, J. (2019). *Verkenndend onderzoek Klimaat/Wijken: strategische verkenningsfase energie-en klimaatwijken*.
https://www.vlaamsbouwmeester.be/sites/default/files/uploads/20190128_KW%20BOOK_0.pdf
- van Hooff, T., Blocken, B., Timmermans, H. J. P., & Hensen, J. L. M. (2016). Analysis of the predicted effect of passive climate adaptation measures on energy demand for cooling and heating in a residential building. *Energy*, 94, 811-820.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.11.036>
- Van Kann, F. (2015). *Energie en ruimtelijke planning, een spannende combinatie: over integrale ruimtelijke conceptvorming op een regionale schaal met exergie als basis*. [Rijksuniversiteit Groningen].
- Van Noordt, A. (2016). *Wereldwijde uitdagingen die vragen om lokale acties: Lokale duurzame energie initiatieven: Een verkenning van het onderzoekskader voor het potentieel van burgerinitiatieven bij de energietransitie*. Verruimen: Bijdragen aan de PlanDag 2016.
- Verhaert, I., Leen, H. (2024). *Presentatie: Warmtenet warmte verzilverd, Minerve*. Werelddag van de Stedenbouw.
- Vlaams Energie- & Klimaatagentschap. (2021). *Draagvlak Windenergie*.
https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1657806128/Draagvlak-windenergie-bevraging2021_nnbfru.pdf
- Vlaams Energie- en Klimaatagentschap. (19 januari 2024). *Hernieuwbare energie*. Statistiek Vlaanderen. <https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/energie/hernieuwbare-energie>
- Vlaams Energie- en Klimaatagentschap. (s.d). *Koelsystemen*. EPB-pedia. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://www.vlaanderen.be/epb-pedia/technieken/verwarming-koeling-en-sanitair-warm-water/opwekking/koelsystemen>
- Vlaams Energie- en Klimaatagentschap & Departement Omgeving. (s.d). *Ruimtelijke strategieën om uw gemeente klimaatbestendig in te richten*. Lokaal Energie- en klimaatbeleid. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://www.vlaanderen.be/lokaal-energie-en-klimaatbeleid/klimaatadaptatie/ruimtelijke-strategieen-om-uw-gemeente-klimaatbestendig-in-te-richten>

Vlaams instituut Gezond Leven vzw. (s.d.). *Nudges of subtiele duwtjes richting gezonde keuzes*. Gezond Leven. Geraadpleegd op 29 mei 2024, van <https://www.gezondleven.be/wat-is-gezondheid/leefstijl-%C3%A9n-omgeving-als-focus/nudging>

Wauters, E., Dhondt., A, Fremault B., Corens P. (Tractebel) i.s.m. Aerts, J. (Futureproofed) en Vermeulen P. (Climact). (2017). *De rol van ruimtelijke ordening in de klimaat- en energietransitie: verkenning*, uitgevoerd in opdracht van het Vlaams Planbureau voor Omgeving.

World Meteorological Organization. (2020). *Urban Heat Island*. WMO. <https://community.wmo.int/en/activity-areas/urban/urban-heat-island>

Datasets

Map Tiles by CartoDB under CC BY 3.0

Digitaal Vlaanderen. (21 mei 2024). GRBgis. Downloadtoepassing. <https://download.vlaanderen.be/product/1-grbgis>

