



ingenium

bringing buildings to life, for life

levuur

Read how
we think
circular and
work modular
on ingenium.be

Eindrapport

Warmtepotentieel- en -zoneringskaarten Mechelen

Dossier:
20091.001

Project:
Warmtestrategie Mechelen

Opdrachtgever:
Stad Mechelen

In samenwerking met:
Levuur cvba

Met steun van:
Provincie Antwerpen

Part of **INGENIUM GROUP**

MECHELEN



Interreg 
2 Seas Mers Zeeën
SHIFFT
European Regional Development Fund

 **Provincie
Antwerpen**

v4	2022-07-04	MFE, TKO, JDE	diverse aanpassingen na opmerkingen
v1	2021-07-16	MFE, TKO	eerste draft
	2022-07-04	Joris Dedecker	kwaliteitscontrole

Ingenium nv • Nieuwe Sint-Annadreef 23 - 8200 Brugge • +32 50 40 45 30 • BTW BE0436.815.150

Alle documenten en informatie in deze offerte worden vertrouwelijk ter uwer beschikking gesteld. De inhoud van dit voorstel blijft het intellectuele eigendom van Ingenium. Het voorstel is enkel gericht aan de geadresseerde organisatie en contactpersonen. De inhoud van dit voorstel mag niet verspreid worden naar derde partijen zonder de voorafgaande schriftelijke goedkeuring van Ingenium.

Inhoud

1	INLEIDING	4
1.1	Een Mechelse stedelijke warmtestrategie	4
1.2	Studieteam	4
2	WARMTEVRAAG EN -AANBOD IN MECHELEN IN KAART BRENGEN	5
2.1	Typologie	5
2.2	Warmtevraag	8
2.2.1	Huidige warmtevraag	14
2.2.2	Geplande ontwikkelingen	15
2.2.3	Renovatiepotentieel	16
2.2.4	Toekomstscenario 2050	19
2.3	Warmteaanbod	21
3	WARMTEZONERING	29
3.1	Bepaling van de mogelijke technieken	29
3.2	Bepaling van de maatschappelijke kost	31
3.2.1	Algemeen	31
3.2.2	Gehanteerde renovatiegraad	31
3.2.3	Aannames individuele oplossingen	31
3.2.4	Aannames collectieve oplossingen	31
3.3	Interpretatie resultaten	32
3.4	Andere beslissingsfactoren	33
3.5	Resultaat	33
4	DE WARMTE- EN CO2-UITSTOOTBALANS VOOR VERWARMING VOOR MECHELEN	38
4.1	Algemene warmtebalans	38
4.1.1	Groeiscenario A	38
4.1.2	Groeiscenario B	41
4.2	Warmtebalans van de bedrijventerreinen	42
5	AANBEVELINGEN VOOR DE STEDELIJKE WARMTESTRATEGIE	44
5.1	Van warmtezonering naar warmtebeleid	44
5.2	Prioritaire acties	44
5.3	Mogelijke invulling van de warmtevraag van een collectief systeem	45
5.3.1	Algemeen	45
5.3.2	Inzoomen op als potentieel collectief ingekleurde zones	45
6	BIJLAGEN	47
7	BIJLAGE: OVERZICHT FOSSIELVRIJ VERWARMEN	48
7.1	Het begint met isoleren	48
7.2	De CV-temperatuur en het belang hiervan	48
7.3	Individueel of collectief verwarmen: warmtenetten	49
7.4	Duurzame warmtetechnieken	51
7.4.1	Overzicht mogelijkheden	51
7.4.2	Warmtepompen	51
7.4.3	Biomassa	53
7.4.4	Industriële restwarmte	54
7.4.5	Warmtekrachtkoppeling (WKK)	54
7.4.6	Zonthermie	55

7.4.7 Diepe geothermie 56

1 INLEIDING

1.1 EEN MECHELSE STEDELIJKE WARMTESTRATEGIE

Vandaag verwarmt 94% van de huishoudens in Mechelen met stookolie of aardgas¹. Fossiele verwarming van huishoudens is goed voor 14% van de Vlaamse uitstoot van broeikasgassen. Om onze klimaatdoelstellingen te halen, moeten tussen nu en 2050 jaarlijks zo'n 100.000 inwoners kiezen voor een groene manier van verwarmen zoals met warmtenetten, warmtepompen, zonneboilers of duurzame biomassa.

De aanpak voor het verduurzamen van warmte is gelukkig niet nieuw: visieteksten, modellen van aanpak en regelgeving zijn beschikbaar, en ook de duurzame energietechnieken zelf zijn goed ontwikkeld. De grootste uitdagingen liggen in de vervaardiging van de warmtevoorziening met ruimtelijke planning, energetische renovatie van bestaande bebouwing, financiering, maatschappelijk draagvlak, inschakeling van collectieve warmtebronnen enz.

Door deze complexiteit en de diversiteit van de lokale situatie is de rol van lokale overheden essentieel als regisseur van een lokale warmtestrategie. Op dit moment ontbreekt het voor veel lokale besturen echter nog aan kennis en middelen om deze rol succesvol te kunnen opnemen. De stad Mechelen heeft heel wat troeven in handen om een succesvol lokaal warmtebeleid uit te bouwen. Mechelen is één van de steden in Vlaanderen met zijn eigen Energiehuis, waar Mechelaars terecht kunnen voor technische en financiële ondersteuning voor hun energiezuinige (ver)bouwplannen. Er zijn verschillende stadsontwikkelingsprojecten met hoge ambities op vlak van energie- en klimaat. De stad heeft zich geëngageerd voor het burgemeestersconvenant, de Green Deal Circulair Bouwen en het pleidooi voor een duurzame residentiële verwarming. Tenslotte zijn er via het Europees Interreg 2 Zeeën project SHIFFT² middelen om capaciteit op te bouwen en een duurzame warmtestrategie uit te werken.

Het project SHIFFT verkent welke rol lokale overheden kunnen spelen in de omschakeling naar een fossiel-vrije warmtevoorziening. In het kader van SHIFFT zal de stad Mechelen inzetten op drie pijlers:

- 1) een campagne rond fossiel-vrije verwarming dat zich richt op burgers met als voornaamste activiteiten een participatietraject en een groepsaanbod/-aankoop duurzame verwarming; en
- 2) de demonstratie van fossiel-vrije verwarmingstechnieken in een concreet bouwproject nl. de laatste fase van het sociale huisvestingsproject van sociale huisvestingsmaatschappij Woonpunt Mechelen in de Mahatma Gandhi-wijk.
- 3) de opmaak van een stedelijke warmtestrategie;

Voorliggend rapport kadert in dit laatste luik. Tijdens het proces van de stedelijke warmtestrategie onderzochten we de mogelijkheden om het Mechelse gebouwenpatrimonium fossielvrij te maken, samen met en in overleg met vele betrokken partners.

1.2 STUDIETEAM

Opdrachtgever	Stadsbestuur Mechelen Ighor Van de Vyver (contact)	ighor.vandevyver@mechelen.be
Uitvoerders	Ingenium Joris Dedecker (contact) Thomas Koch	joris.dedecker@ingenium.be thomas.koch@ingenium.be
	Levuur Annick Vanhove (nu Contutti)	annick@levuur.be annick@contutti.be

¹ Bron: Nulmeting 2019 Burgemeestersconvenant

² De stad Mechelen is een partner in het Europese project SHIFFT (Sustainable Heating: Implementation of Fossil Free Technologies | <https://shiffproject.eu/>). Het project is gestart op 1 februari 2019 en loopt tot en met 31 september 2022

2 WARMTEVRAAG EN -AANBOD IN MECHELEN IN KAART BRENGEN

Een strategisch warmteplan heeft nood aan een gegronde basis op maat van de stad. Dit hoofdstuk legt de basiskaarten nodig voor het warmtezoneringsplan bloot:

- Typologie van de gebouwen en de wijken
- Warmtevraag, huidig en projectie naar de toekomst
- Warmtebronnen, huidig

De basis korrelgrootte van de resultaten is het niveau van statistische sectoren. Statistische sectoren vormen voor diverse statistische gegevens een algemene basis. Dat maakt het mogelijk de uitkomsten van dit onderzoek te koppelen met andere gegevens of onderzoeksresultaten. Bovendien zijn ze gebaseerd op de ruimte-inname en bebouwing en leent daardoor deze korrelgrootte zich vrij goed tot het opstellen van een warmtezoneringsplan.

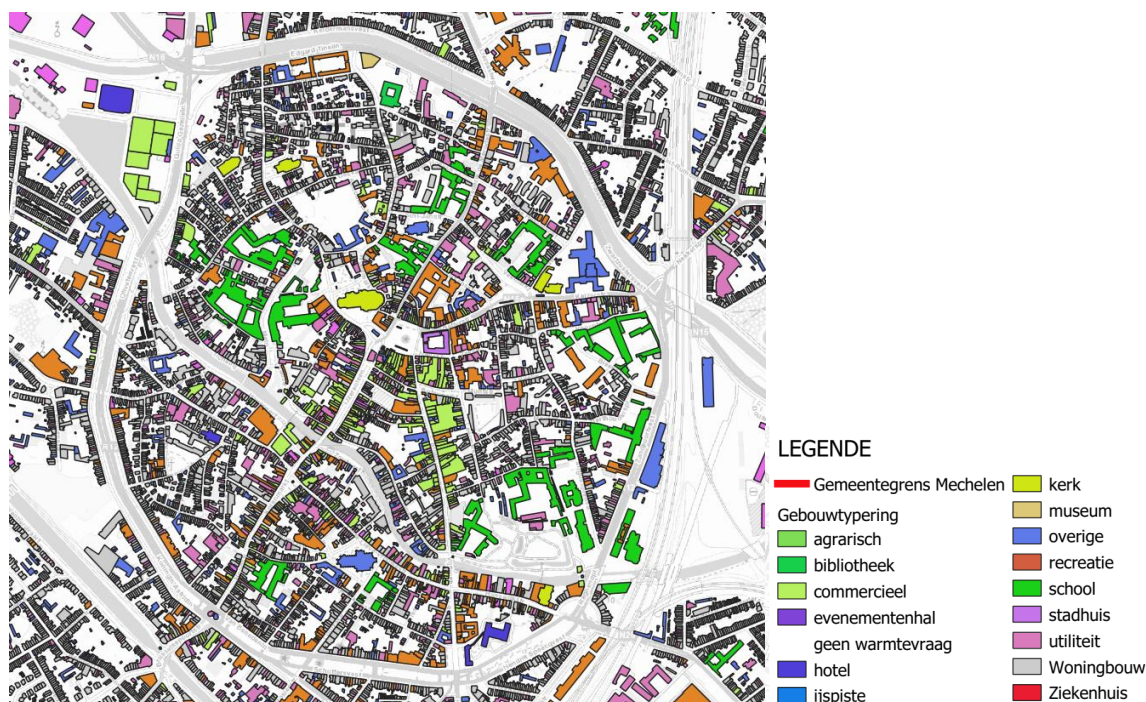
Alle hieronder getoonde gegevens zijn beschikbaar in Excel-formaat en GIS-shapefileformaat. Deze behoren tot de eindresultaten van de studie.

Volgende paragrafen bespreken de typologie-, warmtevraag- en warmteaanbodkaarten.

2.1 TYPOLOGIE

Een ander type bebouwing vereist een andere aanpak en/of type-oplossing, heeft vaak een specifieke soort warmtevraag en/of bouwstijl en vormt een andere doelgroep in stakeholdersmanagement (eigenaars, huurder, bedrijven etc). Daarom is een wijktypologiekaart de eerste bouwsteen van een strategisch plan.

De wijktypologiekaart is gebaseerd op openbare data van de Vlaamse Overheid over landgebruik en het gebouwenpark, aangevuld met specifieke gebouwen op basis van OpenStreetMap en manueel gecorrigeerd voor grote gebouwen, waar nodig. De volgende kaart toont het resultaat voor het stadscentrum.



Figuur 1 Gebouwtypering voorbeeld stadscentrum

Aggregatie van deze gebouwtypes naar wijkniveau (statistische sectorniveau) vereist het indelen van verschillende types. Deze types zijn opgedeeld zoals in volgende tabel:

Tabel 1 Kenmerken wijktypes

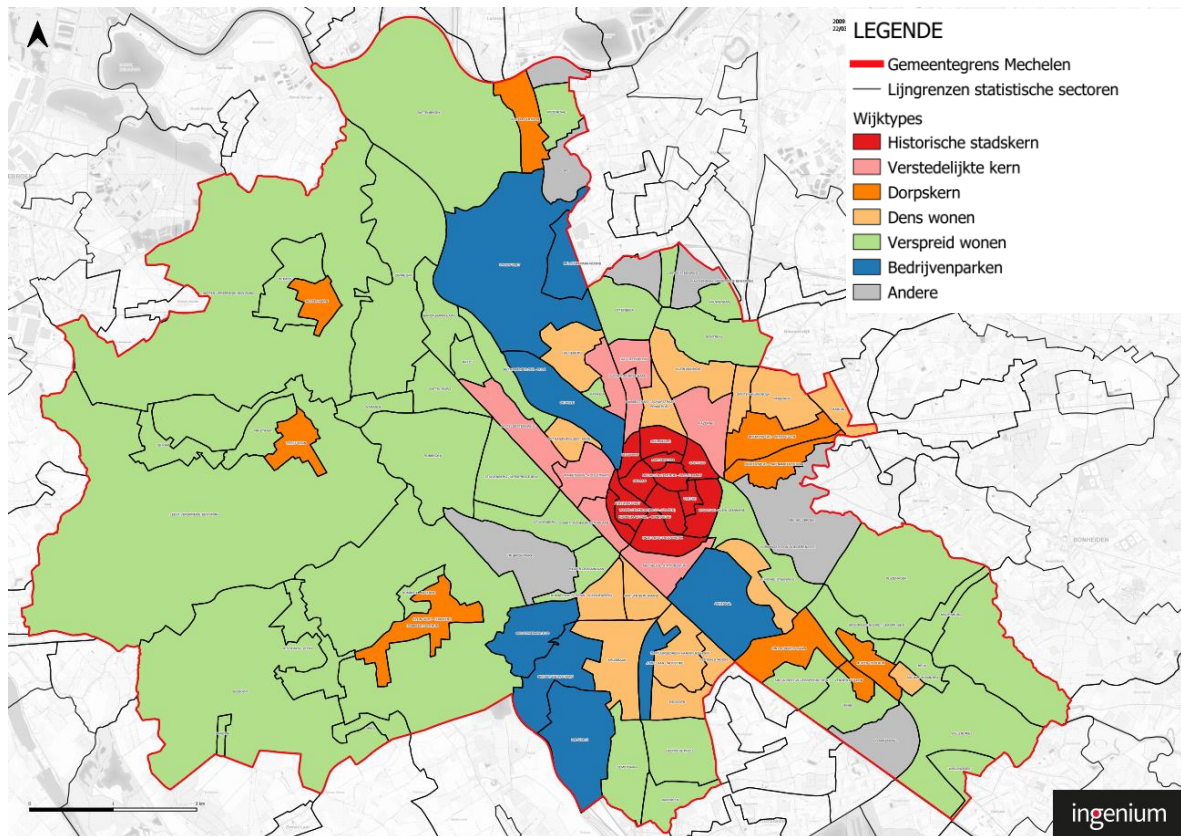
Type	Hoofdfunctie	Bouwdensiteit	Aandeel gesloten bebouwing [-]	Warmtevraagdensiteit [kWh/m ²]
Bedrijvenparken	Industrie/retail/logistiek	hoog	0 – 40%	10 – 40
Historische stadskern	Multifunctioneel	hoog	60 – 90%	80 – 120
Verstedelijkte kern	Multifunctioneel	gemiddeld	60 – 90%	40 – 100
Dorpskern	Multifunctioneel	gemiddeld	30 – 60%	20 – 40
Dens wonen	Wonen	gemiddeld	50 – 70%	20 – 40
Verspreid wonen	Wonen	laag	0 – 25%	0 – 20
Andere	Recreatie/natuurgebied	variabel	Variabel	0

De bouwdensiteit wordt door twee factor bepaald:

- Het type bebouwing (open, halfopen, gesloten)
- De warmtevraagdensiteit (in kWh/m², uit warmtevraagkaarten)

Merk op dat deze type bebouwing een andere typering is dan de type gebouwen uit Figuur 1. Zo zijn appartementsgebouwen niet specifiek meegenomen in de criteria voor de typering van de wijken, maar wegen onrechtstreeks wel door via de hogere warmtedensiteit.

Toepassing van deze indeling op het grondgebied van Mechelen levert de volgende kaart (zie ook Bijlagen voor detail):



Figuur 2 Wijktypen

Een groot deel van het oppervlak van het grondgebied valt onder het type 'verspreid wonen'. Dit zijn de typische buitengebieden met veel open ruimte, lage bouwdensiteit en vaak open bebouwing.

Enkele kernen zoals die van Leest, Heffen en Hombeek (westelijk van het centrum) lichten op onder het type 'dorpskern' omwille van de densere bebouwing en licht multifunctionele functie (ook diensten, winkels, ...). Hetzelfde geldt voor Muizen en Walem. Nekkerspoel valt onder dezelfde categorie door de gelijkaardige bouwstijl en functies.

Waar de bebouwing zich meer verdicht maar louter wonen als functie heeft, geldt het type 'dens wonen'. Dit komt vooral aan de buitenrand van de stad voor.

Het volledige centrum binnen de Vesten valt onder het type 'historische stadskern'. Dit gebied heeft een erg hoge densiteit, herbergt vele verschillende functies en bevat bovendien een belangrijk aandeel monumenten. De stationswijk kan eveneens gezien worden als het verlengde hiervan.

Dense uitlopers van de historische stadskern, met een even hoge densiteit en dezelfde multifunctionaliteit, vallen onder de categorie 'verstedelijkte kern'.

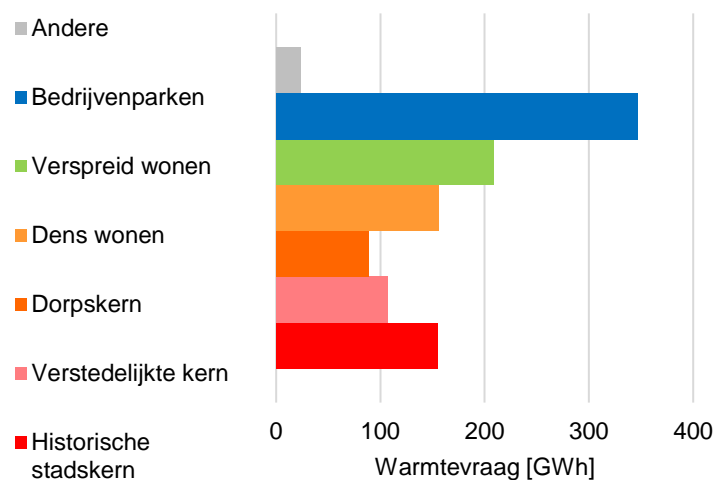
De industriegebieden Mechelen-Noord en Mechelen-Zuid vallen uiteraard onder bedrijvenparken. Ook de uitloper van de Battelsesteenweg valt hieronder. Merk op dat ook de huidige toestand van de Ragheno-site (Zuid-Oost van de stadskern) onder dit type valt, door de loodsgebouwen van Infrabel, maar dat deze in de toekomst een ander type zal krijgen.

Tenslotte bevat de kaart nog vijf gebieden in de categorie 'andere'. Deze zijn:

- Walem – Fort: historisch fort uit de fortengordel van Antwerpen
- Vrijbroekpark: slechts enkele historische gebouwen
- Kauwendaal – verspreide bebouwing: slechts een gebouw (Sint-Maarten ziekenhuis)
- Mechelsbroek: Nekkerspoel en verder natuurgebied
- Plankendael: dierentuin

Deze vijf gebieden vallen omwille van hun erg specifieke eigenschappen niet in de categorieën onder te delen.

De volgende figuur toont de verdeling van de huidige warmtevraag³ over deze diverse wijktypen.

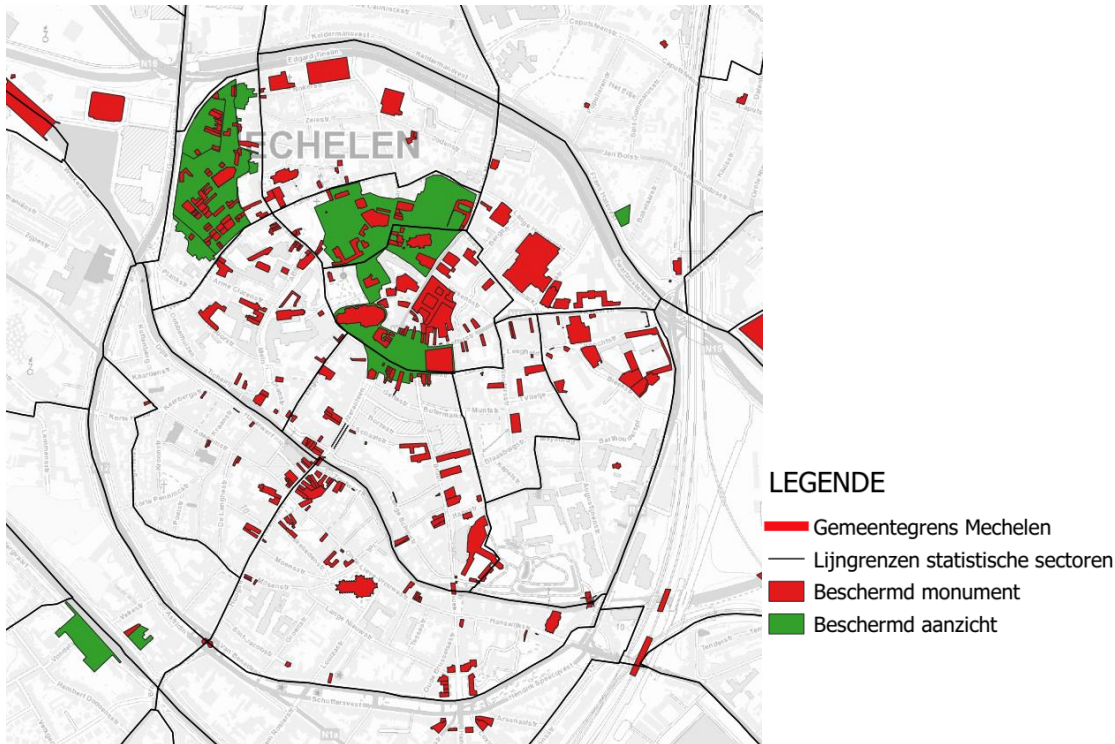


Figuur 3 Verdeling van huidige warmtevraag over de verschillende wijktypen

Bedrijvenparken zorgen voor het grootste aandeel in de warmtevraag. Bedrijventerrein Mechelen-Zuid op zich maakt bijvoorbeeld al 19 % van de totale Mechelse warmtevraag uit. De tweede grootste sector is de verspreide bebouwing. Daarna volgt de historische stadskern.

Tenslotte speelt binnen de historische stadskern ergoed een belangrijke rol in de warmtevraag omwille van de beperkingen rond renovatie. Er bestaat open data die deze gebouwen aanduidt. Deze is getoond op de volgende figuur (zie ook kaart in Bijlagen):

³ Opstelling van huidige warmtevraag, zie verder



Figuur 4 Aanduiding van beschermde monumenten en beschermd stadszicht

Huidige studie maakt een onderscheid tussen beschermd monument en beschermd stadszicht. Bij een beschermd monument is het moeilijk een diepgaande energetische renovatie uit te voeren. In het geval van een beschermd stadszicht is enkel het aanzicht en de gevel beschermd en zijn er meer mogelijkheden.

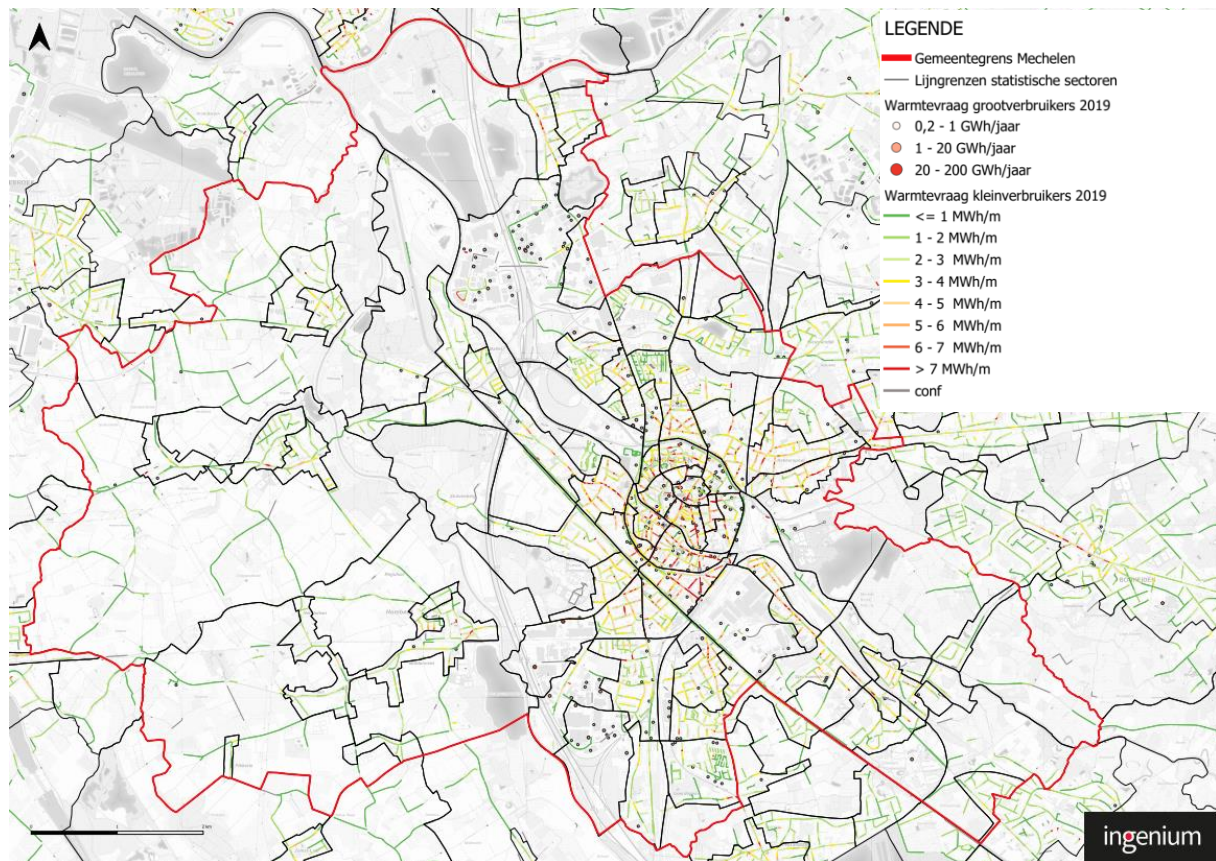
De totale huidige warmtevraag van deze beschermde monumenten bedraagt ca. 35 GWh/j (ca. 3 % van de totale Mechelse warmtevraag).

Deze wijk- en gebouwtyperingskaarten dienen als basis voor de warmtevraagkaarten, zoneringskaarten, keuzes voor oplossingen, enzovoort.

2.2 WARMTEVRAAG

Tijdens het traject van huidig onderzoek, ontwikkelde het VEKA een nieuwe warmtekaart ('Warmtekaart 2019'). Deze kaart bevat onder andere de meest relevante informatie over de huidige warmtevraag, huidige aandeel stookolie in de verwarmingsmix enzovoort⁴. De volgende figuur toont deze kaart voor Mechelen, met de warmtevraag van kleinverbruikers (gegroepeerd per vijf en geprojecteerd op de straten) en van de grootverbruikers (groter dan 200 MWh/j, spreiding in verbruikscategorieën). (zie detail in Bijlagen).

⁴ <https://www.energiesparen.be/warmtekaart>



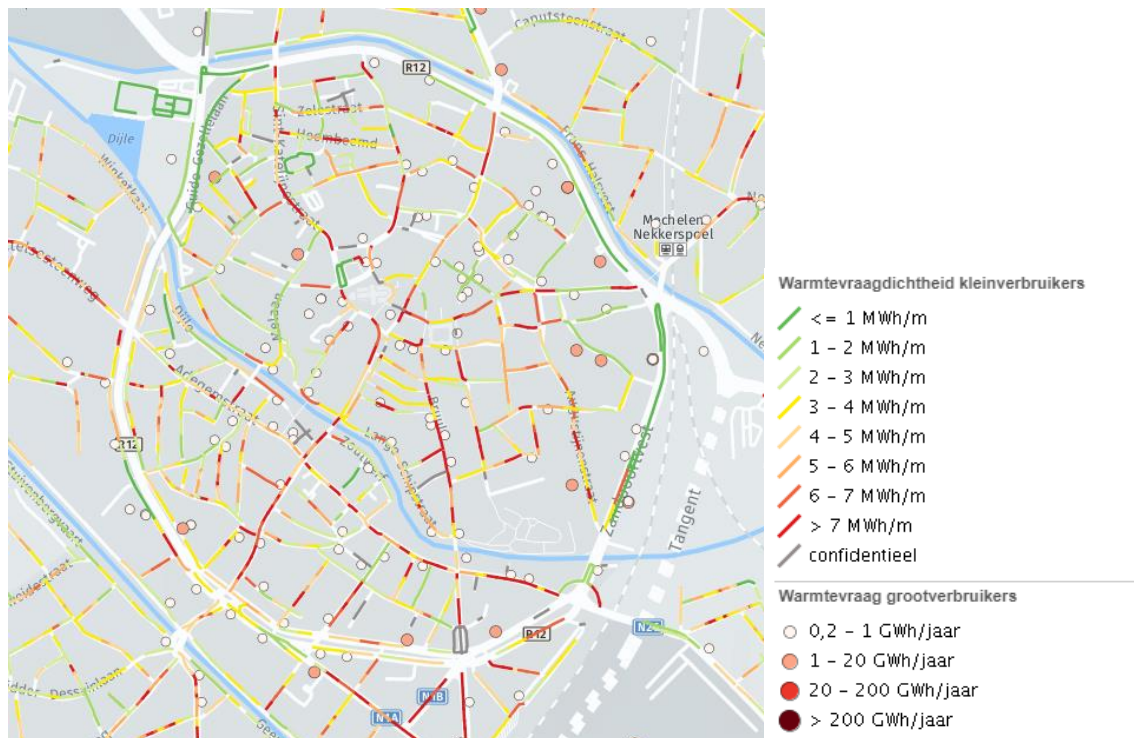
Figuur 5 Warmtevraagkaart VEKA, met grootverbruikers (puntdata) en kleinverbruikers (lijndata), warmtekaart 2019, beschikbaar op Geopunt, MWh/m en GWh/j

Deze kaart geeft een erg nauwkeurig beeld van de huidige toestand van de stad. Ze vormt een waardevol instrument voor de bepaling van de warmtestrategie op meer gedetailleerd niveau. De data achter deze kaarten dient als basis voor de inventarisatie van de huidige toestand, die wordt geprojecteerd naar de toekomst aan de hand van een renovatiescenario.

Drie gebieden vallen op:

- Mechelen centrum
- Industrie Mechelen-Noord
- Industrie Mechelen-Zuid

De volgende figuren geven een detail van deze zones.

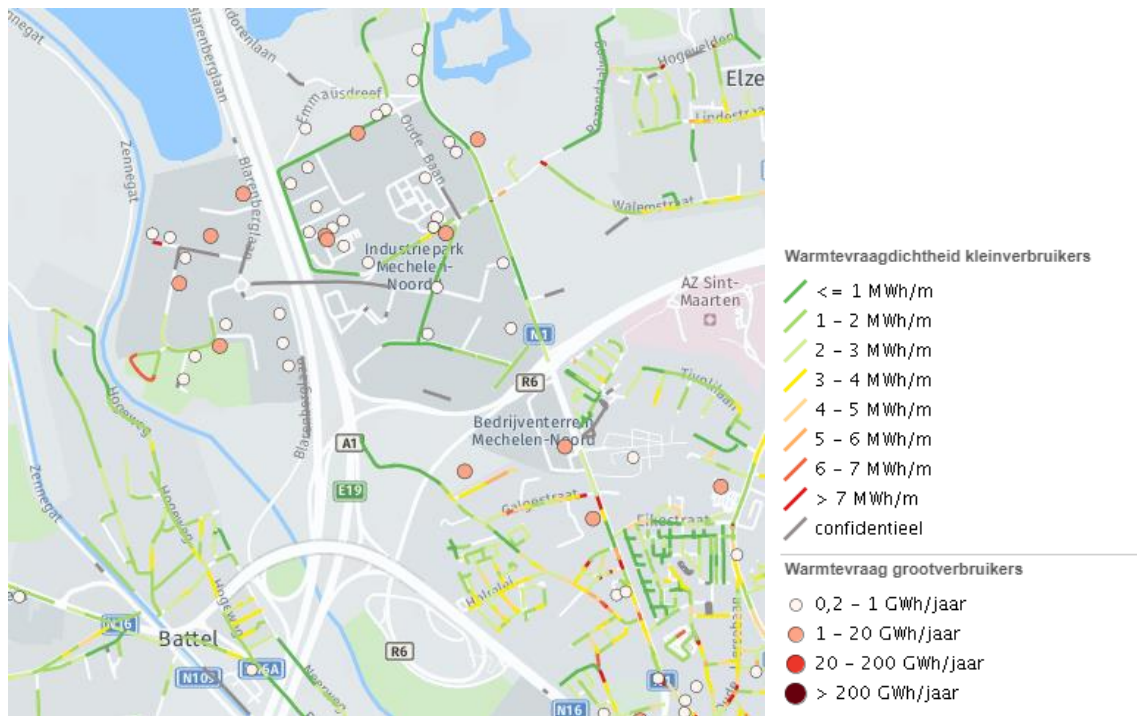


Figuur 6 Warmtevraag van grootverbruikers en kleinverbruikers Mechelen centrum, MWh/m en GWh/j

Mechelen centrum heeft relatief veel grootverbruikers van de kleinste categorie (200 MWh tot 1.000 MWh warmtevraag per jaar) en enkele grootverbruikers van de tweede categorie (1.000 MWh tot 20.000 MWh warmtevraag per jaar). De meeste grootverbruikers situeren zich binnen of op de vesten.

Enkele grote assen binnen het centrum lichten op als straten met erg hoge warmtedensiteit, waaronder de Hoogstraat, Onze-Lieve-Vrouwestraat, Bruul, Sint-Katelijnestraat, Frederik de Merodestraat etc.

Enkele assen buiten de Vesten lichten eveneens op, zoals de Leopoldstraat en omgeving maar ook de Battelsesteenweg, omwille van de lintbebouwing.



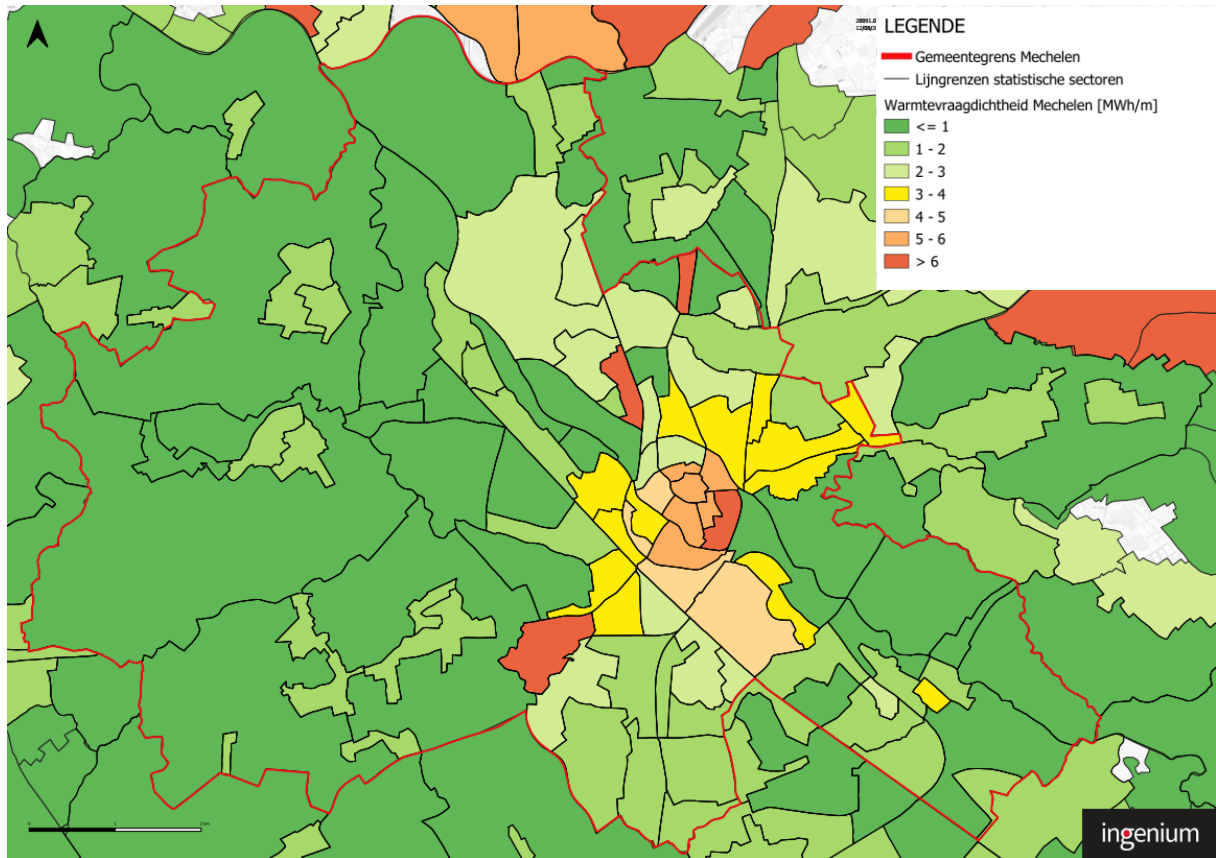
Figuur 7 Warmtevraag van grootverbruikers en kleinverbruikers Mechelen-Noord, MWh/m en GWh/j

Onderstaande figuur geeft een overzicht van de warmtevraag van een aantal gebouwsectoren in Mechelen. Stadsgebouwen verbruiken hiervan ongeveer 25 GWh, dus ca. 2,3 % van de totale vraag van de stad.

De volgende kaart stelt de gemiddelde lineaire warmtedensiteit per statistische sector voor. Deze gemiddelde lineaire warmtedensiteit is sterk vereenvoudigd een kengetal om het potentieel van een warmtenet in te schatten. Een hogere lineaire warmtedensiteit betekent meer warmteafnemers op een kortere afstand, waardoor de kansen op rendabiliteit van een warmtenet hoger liggen.

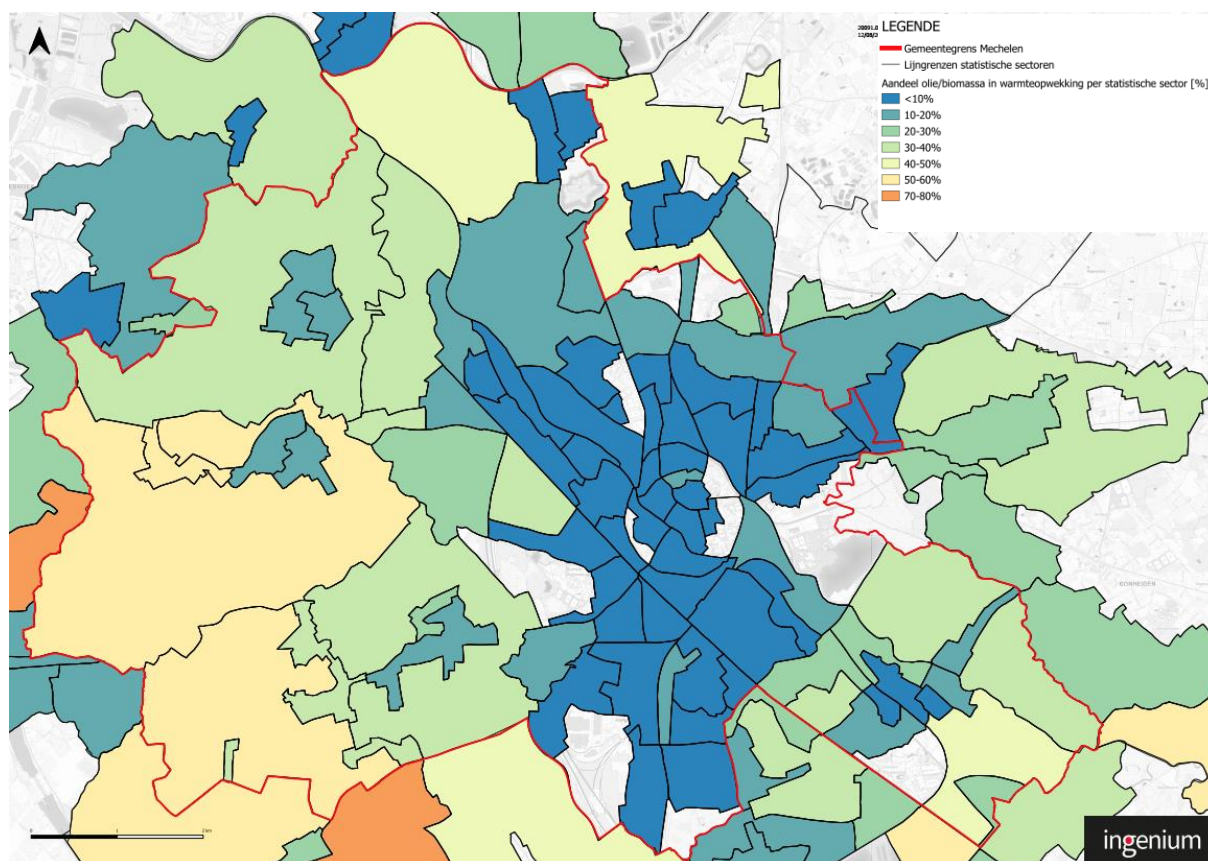
Merk op dat dit kengetal enkel is gebaseerd op de totale warmtevraag en totale (verharde) openbare rijweg. Er is in deze kaart geen verband gelegd met mogelijke warmtebronnen voor een warmtenet.

De landelijke omgeving rond Mechelen heeft een erg lage warmtedensiteit. In en rond de stedelijke kern lichten enkele sectoren op zoals Industrie Mechelen-Zuid, rond de Oud-Antwerpse Baan, rond de Liersesteenweg en het grootste deel van de kern. Merk op dat sommige van deze sectoren ondanks een middelmatig dense bebouwing een hoge warmtedensiteit krijgen door het beperkt aantal straten binnen deze sector. Een voorbeeld hiervan is de Liersesteenweg.



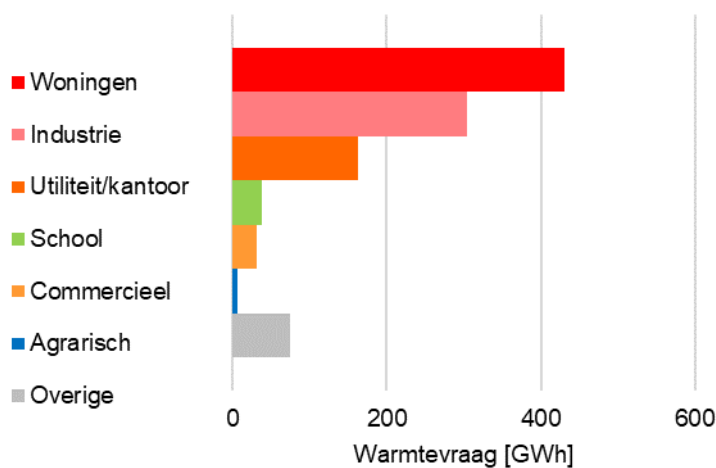
Figuur 8 Warmtevraagkaart VEKA: Gemiddelde lineaire warmtedensiteit per statistische sector, MWh/m

Ten slotte toont de volgende kaart het aandeel stookolie en biomassa in de verwarming, per statistische sector.



Figuur 9 Warmtevraagkaart VEKA: Aandeel stookolie en biomassa in warmteopwekking, per statistische sector, %

Mechelen kent een hoge aansluitingsgraad op het aardgasnetwerk. Sommige buitengebieden hebben een hoger aandeel stookolie of biomassa voor de warmteproductie, voornamelijk in het Westen, zoals de sectoren Leest – Verspreide bebouwing en Boskant.



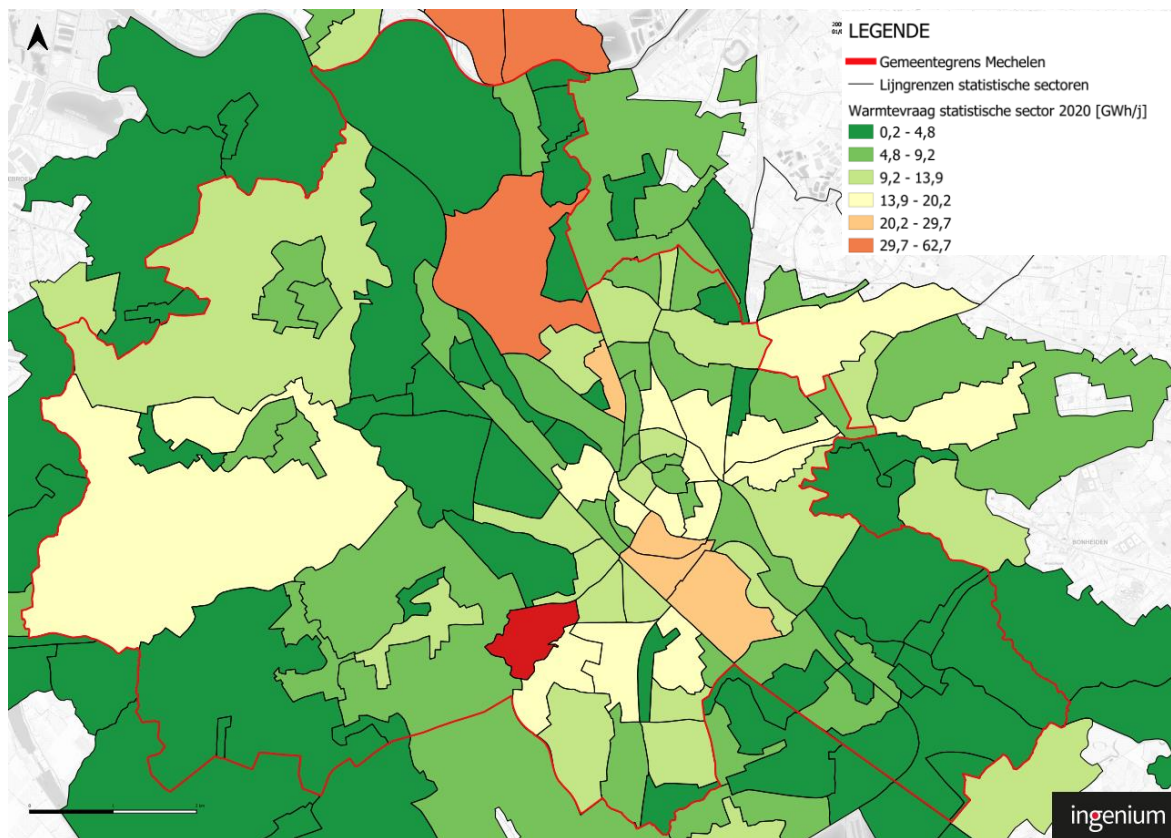
Figuur 10 Verdeling van huidige warmtevraag over een aantal bouwsectoren in Mechelen

De volgende paragrafen bespreken deze aspecten:

- Huidige warmtevraag
- Geplande en gekende ontwikkelingen
- Renovatiepotentieel
- Toekomstscenario

2.2.1 HUIDIGE WARMTEVRAAG

Zoals hierboven besproken, baseren de kaarten voor de huidige warmtevraag zich op de nieuwe Warmtekaart van VEKA. Volgende figuur toont de totale jaarlijkse warmtevraag per statistische sector (zie Bijlagen voor detail).

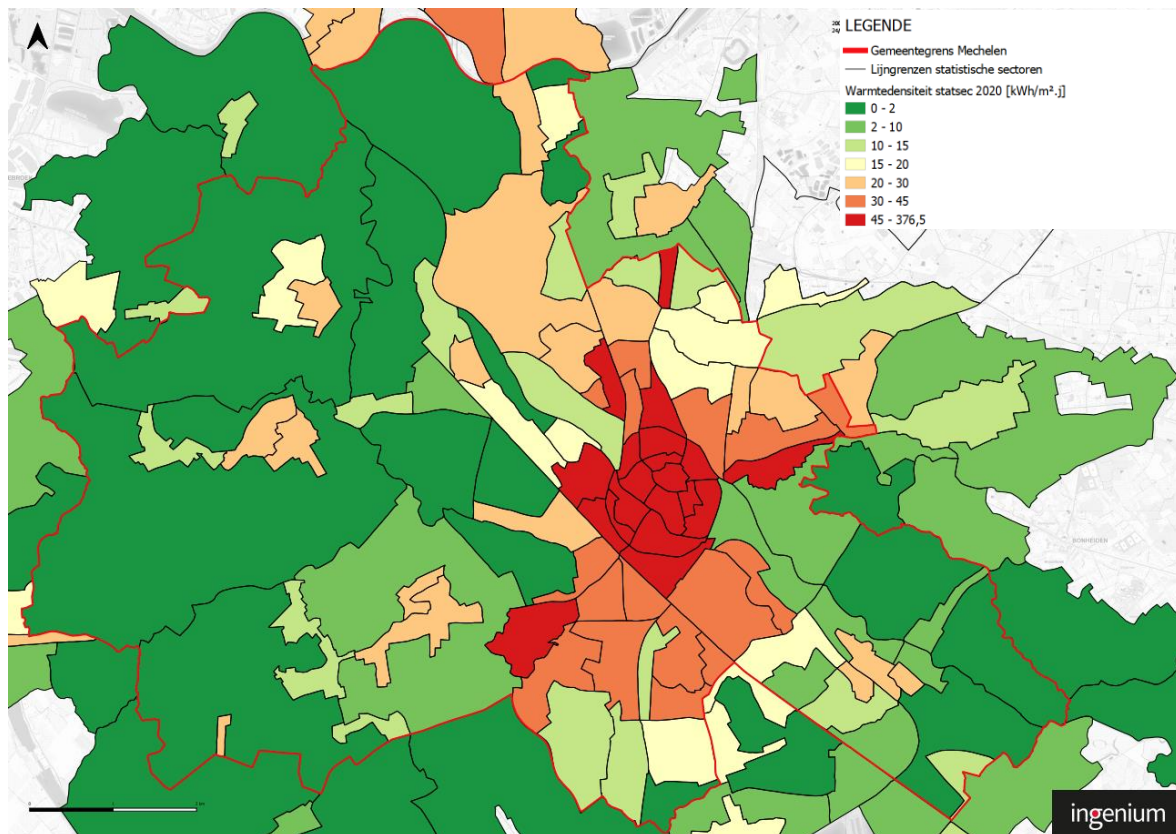


Figuur 11 Warmtevraag 2020 per statistische sector, GWh/j

Merk op dat deze kaart een andere eenheid toont dan de kaart van de gemiddelde lineaire warmtedensiteit per sector van VEKA, getoond in Figuur 8.

De twee bedrijventerreinen Mechelen-Noord en Mechelen-Zuid vallen meteen op. De industriële activiteit vraagt veel thermische energie. Deze hoge waarden zijn het gevolg van een samentelling van warmte voor industriële processen (proceswarmte) en warmte voor gebouwverwarming. Verder valt op dat grote sectoren met verspreide bebouwing relatief grote warmtevraag hebben (bv. Leest – Verspreide bebouwing, grote sector in het Westen). Dit valt vooral te wijten aan de warmtevraag van deze sector, die net boven de grens van 13,9 GWh/j valt, waardoor deze lichter kleurt, terwijl in werkelijkheid het verschil met de bovenliggende sector niet erg groot is.

Voor een warmtekaart is warmtedensiteit een belangrijkere factor dan totale warmtevraag. De volgende figuur toont dit (zie Bijlagen voor detail).



Figuur 12 Warmtedensiteit 2020 per statistische sector, kWh/m².j

Merk op dat deze kaart een andere eenheid toont dan de kaart van de gemiddelde lineaire warmtedensiteit per sector van VEKA, getoond in Figuur 8.

Deze kaart vertoont een sterk verband met de wijktypologieën en de ruimtelijke structuur. 'Verspreid wonen' heeft een erg lage densiteit, 'historische stadskern' en 'verstedelijkte kern' tonen een erg hoge warmtedensiteit. 'Dens wonen' en 'dorpskern' liggen er tussenin.

Meerdere studies leggen het verband tussen warmtedensiteit en potentieel voor warmtenetten, al is een precies kantelpunt onbekend. Hetzelfde geldt voor lineaire warmtedensiteit, die de warmtevraag op de straten projecteert. Beide getallen zijn voornamelijk indicatief, aangezien ze andere factoren buiten beschouwing laten (bijvoorbeeld de grootte van de verschillende warmtenetaansluitingen).

Volgende tabel geeft een overzicht van enkele kengetallen uit de literatuur:

Tabel 2 Overzicht spreiding kengetallen uit literatuur, uit District heating networks in the framework of spatial heating, Vansteenbrugge J., Van Eetvelde G.

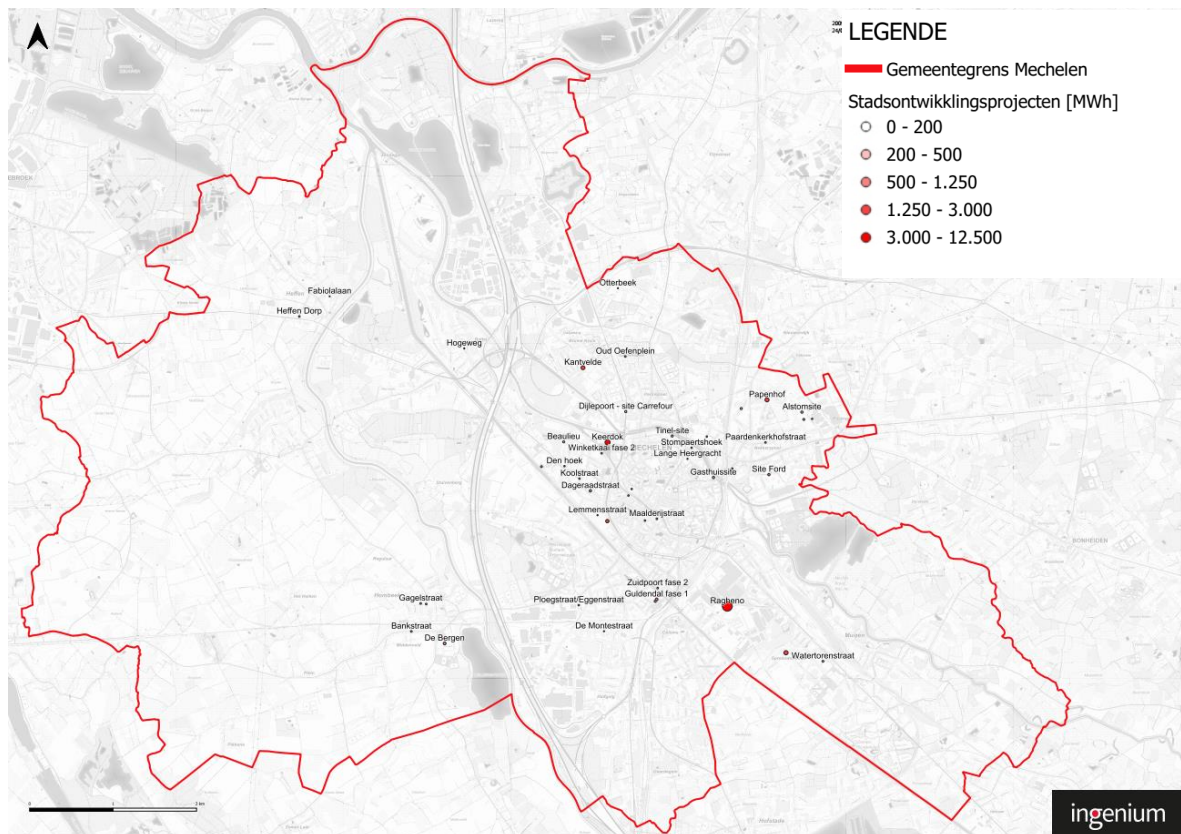
Bron	Waarde [kWh/m ²]	Auteurs
DECC in Verenigd Koninkrijk	30	
International Energy Agency	100	King & Parks, 2012
	400 - 500	Fredriksen & Werner, 2013

Deze warmtedensiteitskaarten vormen dus een eerste basis voor de zoekzones voor de optimale technologische oplossing.

De totale Mechelse warmtevraag bedraagt ongeveer 1.085 GWh/j.

2.2.2 GEPLANDE ONTWIKKELINGEN

Op basis van informatie van Stad Mechelen, is volgende kaart geplande projectontwikkelingen opgesteld (zie Bijlagen voor detail). Merk op dat het enkel om residentiële gegevens gaat, aangezien enkel hiervan data beschikbaar is.



Figuur 13 Geplande projectontwikkelingen residentieel (Stad Mechelen)

Wat valt op:

- Het merendeel van de ontwikkelingen concentreren zich in de rand van de historische binnenstad
- De grootste ontwikkelingen zijn Ragheno (2.500 WE), Keerdok (800 WE), Kantvelde (400 WE), KOMET (320 WE) en Papenhof (270 WE). Enkele van deze ontwikkelingen zijn reeds in ontwikkeling of zelfs in uitvoering.
- Voor Ragheno, KOMET en Keerdok is er een detailstudie voor een energieconcept lopende of afgerond.

Deze geplande ontwikkelingen zijn verder opgenomen in de totale warmtevraagscenario's van de toekomst.

De totale warmtevraag van deze geplande residentiële ontwikkelingen bedraagt ongeveer 32 GWh/j.

2.2.3 RENOVATIEPOTENTIEEL

Om de warmtevraag van de toekomst, de invulling daarvan en het traject ernaartoe in te schatten, is er een zicht op het renovatiepotentieel nodig. Dit renovatiepotentieel geeft aan in welke mate de huidige warmtevraag kan worden verlaagd door renovatie. Het technisch renovatiepotentieel is bepaald door de volgende drie factoren:

- Type gebouw (woning, school, ...): uit gebouwtyperingsstap
- Type bebouwing (open, halfopen, gesloten): uit gebouwtyperingsstap
- Bouwjaar: uit kadaster

Huidige studie berekent het maximale technische renovatiepotentieel op basis van Tabula Episcopus voor residentiële gebouwen en de kengetallen uit het VESTA-MAIS model voor niet-residentiële gebouwen. De kengetallen uit Tabula Episcopus zijn gecorrigeerd voor sanitair warm water verbruik, wat onafhankelijk van de isolatiegraad van het gebouw wordt geacht. Voor appartementen is er een extrapolatie gemaakt van de cijfers uit Tabula Episcopus, waar Tabula Episcopus cijfers op het niveau van wooneenheden hanteert, zijn deze in deze studie gebruikt als cijfers voor het volledige gebouw.

Tabula Episcopus

Europees project met als doel om het energetisch renoveren van residentiële gebouwen transparant en effectief te maken (<https://episcopus.eu/welcome/>).

VITO beschrijft de Belgische woningtypologie (https://episcopus.eu/fileadmin/tabula/public/docs/brochure/BE_TABULA_TypologyBrochure_VITO.pdf).

Dit onderzoek gaat uit van een aantal veelvoorkomende woningtypologieën in Vlaanderen en berekent de resultaten voor twee verschillende renovatieniveaus. Huidig onderzoek baseert zich op de gegevens voor reductie van warmtevraag, door bijkomende isolatiemaatregelen. Het 'Laag-energiescenario' komt overeen met een renovatie met isolatiewaarden volgens de huidige norm. Op deze warmtevraagreductie baseert huidige studie zich verder.

Deze methode laat toe om het renovatiepotentieel van grote gebouwenparken in te schatten. Deze methode houdt echter geen rekening met verandering van het gebouw, zoals een volume-uitbreiding, reconversie, sloop en heropbouw etc.

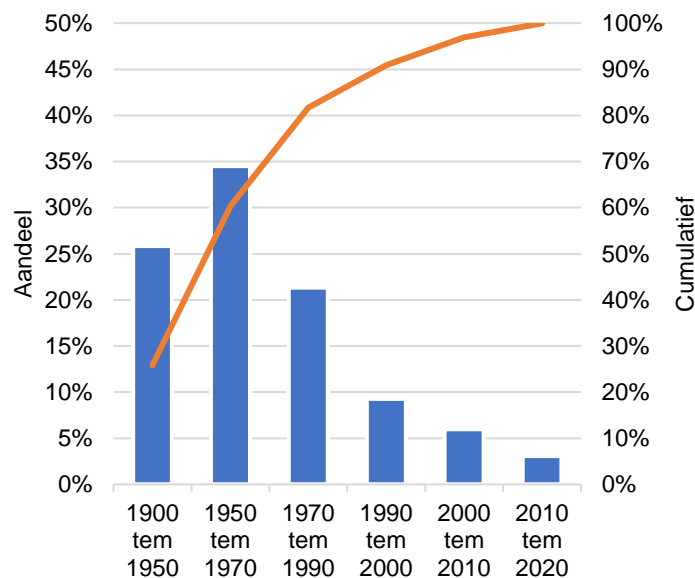
Vesta-MAIS

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) van Nederland publiceert het Vesta-MAIS model, ontworpen door CEDelft.

Vesta-MAIS is een ruimtelijk energiemodel voor de gebouwde omgeving, met als doel de CO₂-uitstoot voor de periode tot 2050 te onderzoeken. Technisch-economische gebiedsmaatregelen zoals warmte- en koudnetten kunnen hierin worden berekend.

Ook binnen dit model zijn warmtevraagreductiefactoren gehanteerd. Meer informatie is te vinden via <https://www.pbl.nl/modellen/vesta>

Onderstaande figuur toont een overzicht van de bouwjaren van de gebouwen in Mechelen, op basis van het kadaster.



Figuur 14 Verdeling van de bouwjaren in Mechelen, uit kadaster

De kengetallen voor de warmtevraagreductie voor zijn samengevat in de volgende tabellen. Ze zijn afhankelijk van het bouwjaar en de type bebouwing. Deze kengetallen duiden de reductie van de warmtevraag aan, de reductiefactor stelt dus de verhouding van de nieuwe warmtevraag over de huidige warmtevraag voor.

Tabel 3 Reductiefactoren warmtevraag voor renovatie van originele toestand naar Laagenergietoestand, residentieel

	Reductiefactoren verwarming en sanitair warm water				
	vrijstaande woning	halfopen bebouwing	rijwoning	ingesloten appartementen	open appartementen
1946	0,20	0,17	0,18	0,24	0,16
1947-1970	0,16	0,18	0,19	0,24	0,16
1971-1990	0,25	0,26	0,26	0,43	0,32
1991-2005	0,34	0,34	0,34	0,36	0,33
2006-2011	0,53	0,52	0,53	0,50	0,49
2012-2014	0,76	0,76	0,75	0,71	0,71

Tabel 4 Reductiefactoren warmtevraag voor renovatie van originele toestand naar Laagenergietoestand, niet-residentieel

	Reductiefactoren warmtevraag					
	kantoor	gezondheidszorg	onderwijs	sport	cel	overige
0-1920	0,22	0,25	0,22	0,31	0,24	0,22
1920-1975	0,28	0,34	0,30	0,41	0,36	0,30
1975-1990	0,55	0,61	0,55	0,68	0,61	0,56
1990-1995	0,60	0,63	0,57	0,68	0,61	0,58
1995-2015	0,74	0,76	0,74	0,81	0,76	0,73
onbekend	0,46	0,48	0,43	0,59	0,48	0,47

Deze reductiefactoren gelden als volgt: voor een vrijstaande woning met een bouwjaar van 1946 of vroeger, zal de warmtevraag na renovatie slechts 20% bedragen van de originele warmtevraag (zie Tabel 3).

Beschermde monumenten vormen een uitzondering op bovenstaande tabellen. Gebouwen die zijn aangeduid als beschermd monument, zoals getoond op Figuur 4, krijgen een lager renovatiepotentieel. Deze gebouwen zijn typisch erg moeilijk te isoleren. Huidige studie veronderstelt de mogelijkheid van voor- of achterzetramen te plaatsen en dakisolatie toe te passen. Deze gebouwen krijgen een reductiefactor van 0,80, de toekomstige warmtevraag is dus nog steeds 80% van de huidige warmtevraag. Deze factor is gebaseerd op een eigen aanname.

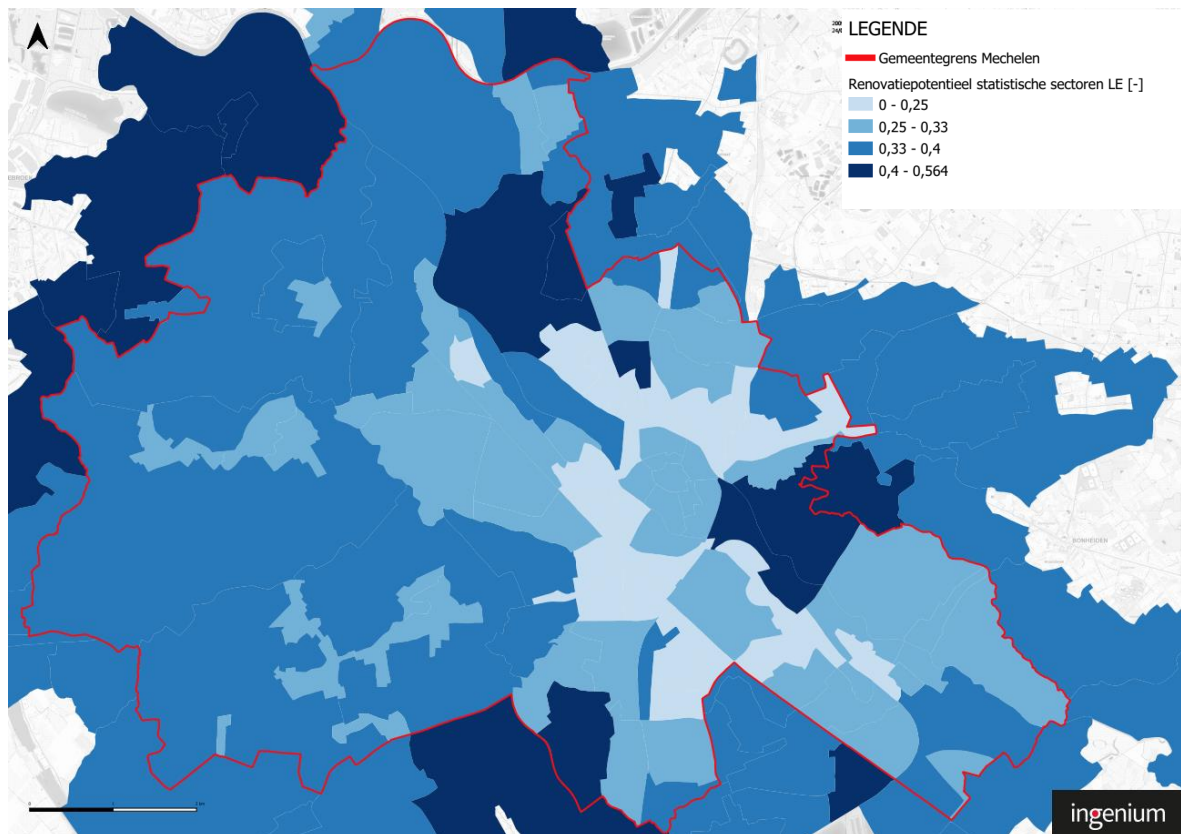
Reductiefactoren en werkelijke reductie

Merk op dat de beredenering hierboven om het louter technisch renovatiepotentieel gaat. Werkelijke renovatiegraad is sterk afhankelijk van wetgeving, eigenaarschap, inkomen en andere sociale factoren. Ook de gewoontes en het gebruik van het gebouw en de verwarmingsinstallatie beïnvloeden de werkelijke cijfers in grote mate.

Het is dus niet mogelijk bovenstaande factoren rechtstreeks te linken met het werkelijke verbruik van een gebouw, maar ze vormen de best beschikbare betrouwbare basis voor het inschatten van de warmtereductie op gebiedsniveau.

De volgende figuur geeft een overzicht van het renovatiepotentieel van Mechelen (zie Bijlagen voor detail). Merk op dat deze kaart een tussentijds resultaat weergeeft, dat verder wordt gebruikt voor het inschatten van de warmtevraag van de toekomst. Merk ook op dat er gelijktijdig met deze studie Climact en Buur een gelijkaardige kaart hebben opgesteld, maar dat die kaart enkel op residentiële gebouwen is gericht.

Voor verdere detaillering van het renovatiepotentieel is een wijkplan voor renovatie en warmtetransitie noodzakelijk. Zo zullen bepaalde typologieën zoals de Vesten een interessante case vormen, omwille van de vrij homogene typologie (veel appartementsgebouwen) en beschikbare ruimte voor de gebouwen.



Figuur 15 Technisch maximaal renovatiepotentieel Mechelen

Een aantal zaken vallen op:

- Meer verspreide bebouwing heeft een hoger renovatiepotentieel
- Meer dense gebieden hebben een lager renovatiepotentieel
- Gebieden met grote, niet-residentiële gebouwen hebben een hoger renovatiepotentieel

Opvolgingsindicatoren voor renovatiegraad en renovatiesnelheid

Renovatie speelt een sleutelrol in de klimaatvisie van de Vlaamse Overheid, zowel als in het huidige warmtezoningsplan. Door de warmtevraag te verlagen, het nodige vermogen te verlagen en de nodige temperaturen te verlagen, kunnen hernieuwbare technologieën de warmte voorzien.

Informatie over de huidige renovatiegraad alsook de renovatiesnelheid is vandaag de dag verspreid. Er bestaat informatie in de vorm van EPB-dossiers, premiedossiers van de netbeheerder en stedenbouwkundige vergunningen, maar deze informatie is op heden niet uniform beschikbaar voor lokale overheden.

Om de werkelijke renovatiegraad en renovatiesnelheid van hun grondgebied te kunnen monitoren, is er nood aan een centraal platform waarop lokale overheden deze informatie kunnen inzien. Op die manier kan de lokale overheid de vooruitgang bijhouden en eventueel bijsturen. Ook is onderzoek naar sterktes en zwaktes van eerder ingevoerde maatregelen mogelijk.

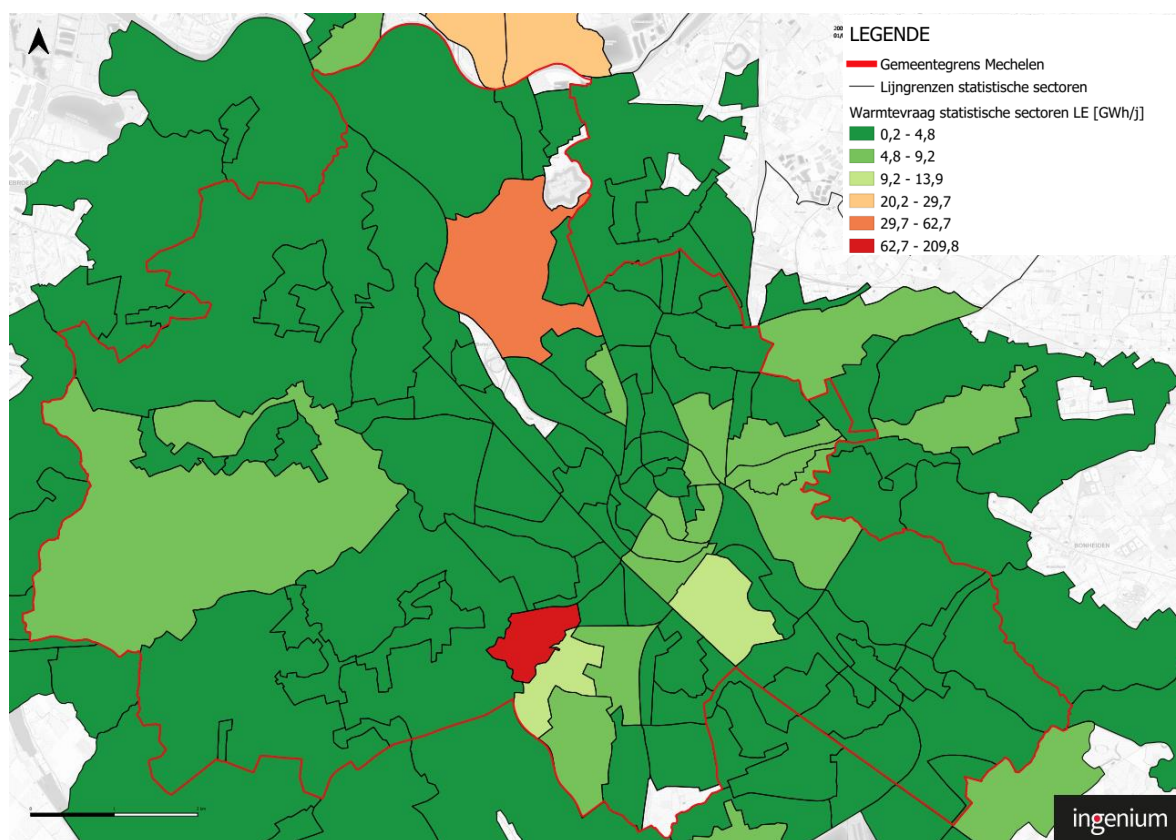
Mogelijks biedt een oplossing zoals de gebouwenpas hier een antwoord.

2.2.4 TOEKOMSTSCENARIO 2050

De combinatie van de geplande ontwikkelingen en een bepaalde renovatiegraad, laat toe om een toekomstscenario voor 2050 in te schatten.

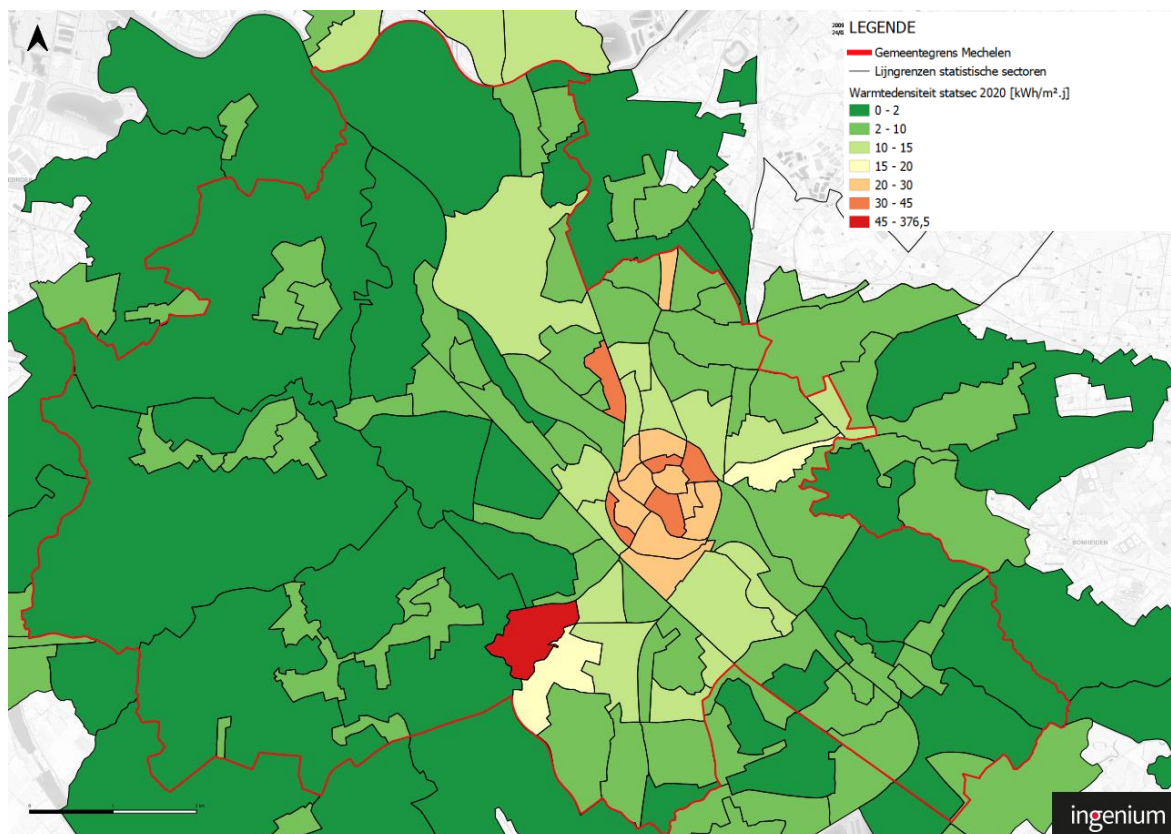
Huidige studie veronderstelt, door de afwezigheid van overvloedige restwarmtebronnen zoals verder geded, een intensief renovatiescenario. Het toekomstscenario dat als basis dient voor het vervolg van dit onderzoek, is bijgevolg een combinatie van de volledige renovatie naar laagenergietoestand en de geplande projectontwikkelingen.

De volgende kaarten tonen de totale warmtevraag en warmtedensiteit per sector, analoog aan Figuur 11 en Figuur 12 (zie Bijlagen voor detail).



Figuur 16 Warmtevraag toekomstscenario per statistische sector, GWh/j

Merk op dat ook hier Leest – Verspreide bebouwing (grote sector in het Westen) oplicht, omwille van de net iets hogere warmtevraag dan de omliggende sectoren. In praktijk liggen de warmtevraag van de omliggende sectoren dicht bij die van Leest - Verspreide bebouwing.



Figuur 17 Warmtedensiteit toekom per statistische sector, kWh/m².j

De schaal voor deze kaarten is dezelfde als die voor de huidige warmtevraag. Een aantal zaken vallen op:

- Slechts industriegebieden Mechelen-Noord en Mechelen-Zuid blijven een hoge warmtevraag hebben,
- De warmtedensiteit verlaagt sterk en concentreert zich voornamelijk in en rond de stadskern

Deze daling van warmtevraagdensiteit heeft een invloed op de zoekzones voor een warmtenet. Deze kaart toont dat na renovatie een warmtenet enkel in het stadscentrum een mogelijke oplossing zou kunnen zijn. Hoofdstuk 3 gaat hier verder op in.

De totale warmtevraag van dit toekomstscenario 2050 bedraagt ongeveer 536 GWh/j. Het gaat om ongeveer de helft van de huidige warmtevraag.

Merk op dat om dit toekomstscenario te bereiken een bepaalde renovatiesnelheid nodig is. Deze is verder besproken onder hoofdstuk 4).

2.3 WARMTEAANBOD

Nu de huidige en toekomstige warmtevraag bekend is, is het mogelijk om duurzame invulling daarvan te onderzoeken. Het doel is om de warmtevraag te koppelen aan de beschikbare warmtebronnen. Dit hoofdstuk maakt de inventarisatie van alle huidige beschikbare warmtebronnen. In een verder hoofdstuk (zie hoofdstuk 4), wordt de balans tussen vraag en aanbod opgemaakt.

De beschikbare warmtebronnen zijn samengevat door de volgende lijst:

- Restwarmte
- Zonthermie
- Riothermie
- Oppervlaktewater
- Geothermie, boorgatenergieopslag (BEO)
- Geothermie, koude- en warmteopslag (KWO)
- Buitenlucht

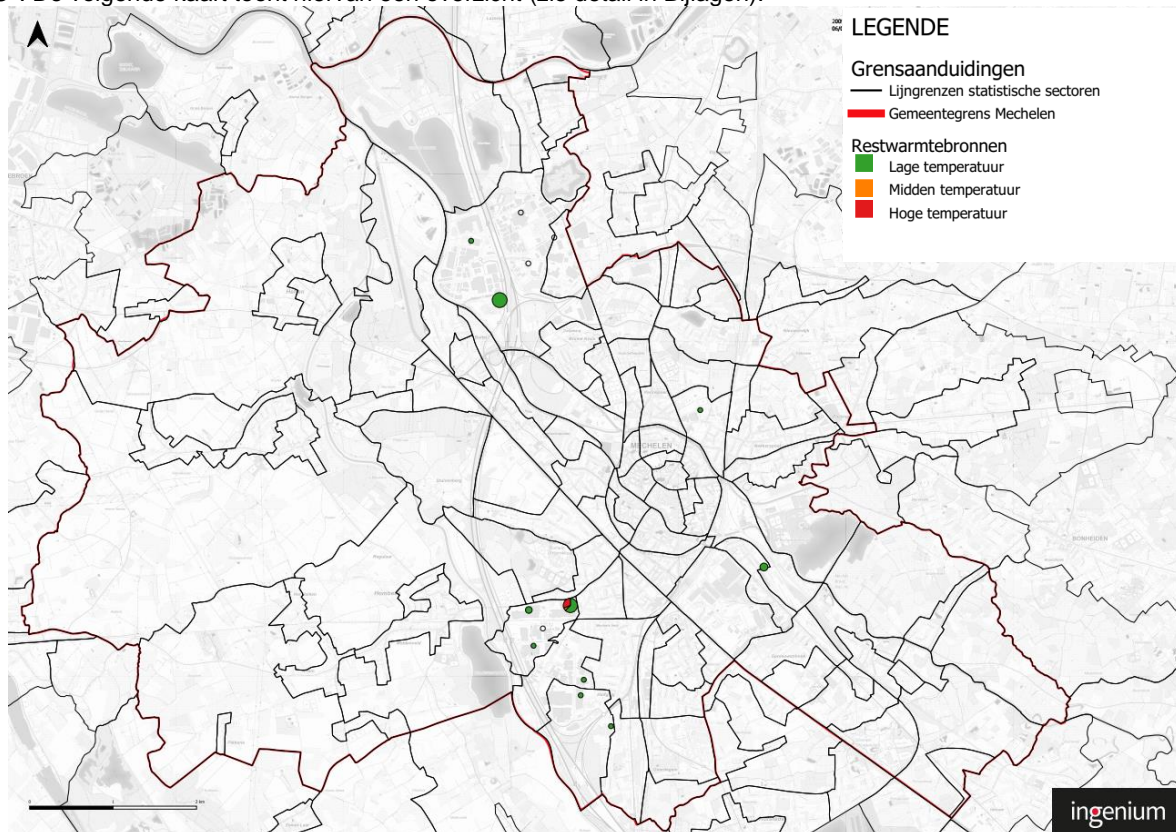
- Biomassa

Merk op dat een groot deel van deze warmtebronnen niet voldoende hoog is in temperatuur om rechtstreeks te worden gebruikt voor gebouwverwarming. Deze warmtebronnen vereisen de toepassing van een warmtepomp.

Belangrijk voor dit warmteaanbod is eveneens het verschil tussen vermogen (typisch in W, kW, MW, GW,...) en hoeveelheid warmte (typisch in kWh, MWh, GWh,... voor bijvoorbeeld een jaar). Het is niet omdat er een bepaalde warmtehoeveelheid beschikbaar is in een volledig jaar, dat deze warmte ook helemaal nuttig kan gebruikt worden. In de zomer is er typisch een kleinere vraag naar warmte, zodat de warmte die op dat moment beschikbaar is, niet rechtstreeks gebruikt kan worden. Grootschalige buffering van warmte kan de benutting van de beschikbare warmte vergroten.

Restwarmte

Tijdens voorliggende studie liep er een parallel onderzoek naar de beschikbare restwarmtebronnen, uitgevoerd door VITO⁵. De volgende kaart toont hiervan een overzicht (zie detail in Bijlagen).



Figuur 18 Overzicht restwarmtebronnen

Alle gegevens zijn afkomstig uit het onderzoek van VITO, buiten de restwarmtegegevens van het datacenter van Telenet (Noord-Oostelijk van het centrum). De meeste restwarmte is op lage temperatuur. Slechts een erg beperkte hoeveelheid restwarmte op middelhoge en hoge temperatuur is beschikbaar ter hoogte van Wimble (Kellogs, Pringles). Deze hoge temperatuur restwarmte is bovendien afkomstig uit een installatie die wellicht vernieuwd zal worden en geen restwarmte meer zal produceren.

Mechelen heeft dus, in tegenstelling tot andere steden zoals Antwerpen, geen overvloedige hoge temperatuur restwarmte beschikbaar. Dit heeft een sterke invloed op de transitievisie, zoals later behandeld.

De twee grootste restwarmtebronnen zijn de rioolwaterzuiveringsinstallatie in Mechelen-Noord en de restwarmte van Wimble.

De totale restwarmteproductie, zoals geïnventariseerd, bedraagt ongeveer 84 GWh/j⁶.

⁵ Inventarisatie restwarmtebronnen Mechelen-Noord en Mechelen-Zuid, Moermans G., Baeten R., oktober 2020, iov Stad Mechelen

⁶ Merk op dat dit minder dan 10% is van de huidige warmtevraag

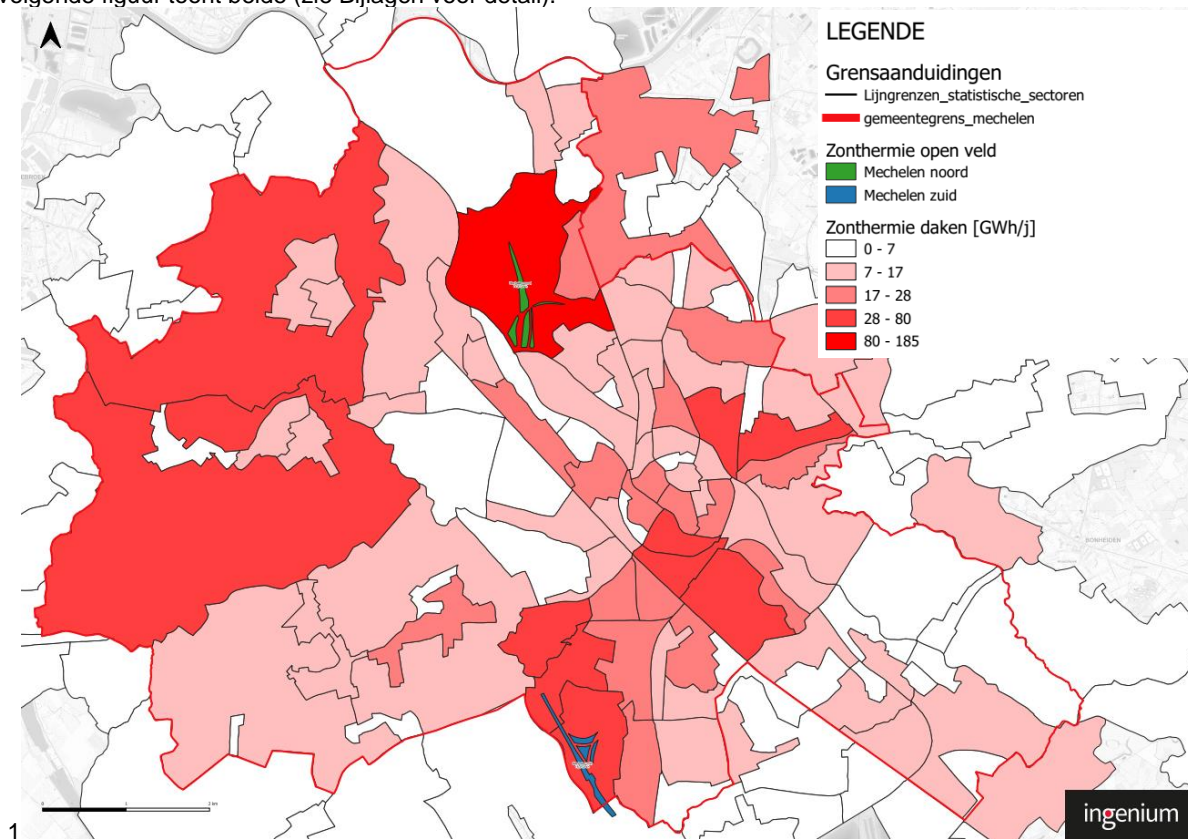
Zonthermie

Om het potentieel van zonthermie in kaart te brengen, zijn er twee verschillende opties weergegeven:

- Een waarbij de totale zonthermische productie op alle daken van de gebouwen van Mechelen wordt geraamd (ca. 1.700 GWh/j)⁷
- Een waarbij op beschikbare open ruimte zonthermische velden worden geplaatst (ca. 30 GWh/j)

Deze studie beoogt voornamelijk het maximaal theoretisch potentieel van zonthermische opwekking in kaart te brengen, en niet de exacte technologie, configuratie of technisch concept.

De volgende figuur toont beide (zie Bijlagen voor detail).



Figuur 19 Potentiële zonthermische opwekking, per statistische sector bij plaatsing op de daken van de gebouwen en op de open ruimte van de verkeersknopen Mechelen-Noord en Mechelen-Zuid

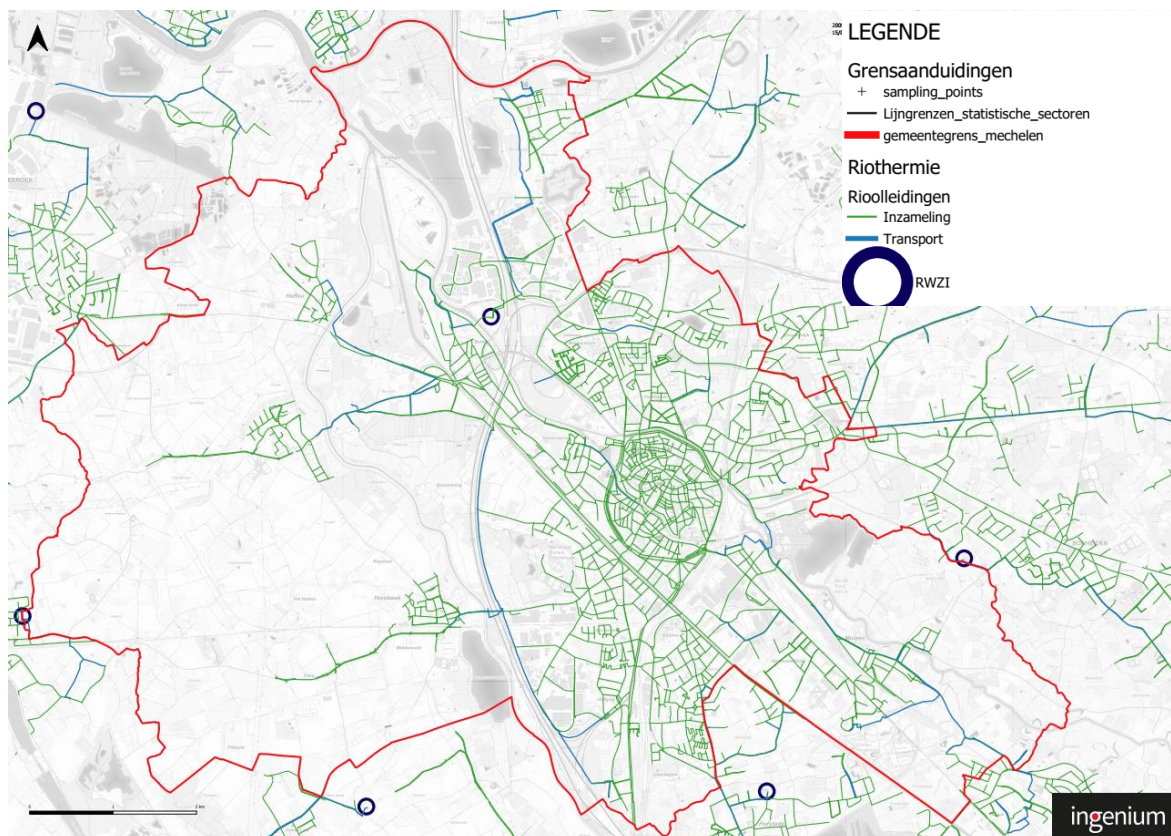
Merk op dat er een enorm theoretisch potentieel is aan zonthermische warmte door captatie van zonne-energie op de daken van alle gebouwen van Mechelen. Er zijn echter diverse aandachtspunten, zoals technische complexiteit door vele verschillende installaties, nood van seizoensbuffer om winterseizoen te overbruggen (erg groot volume), nood aan thermisch net tussen zonneboilers en seizoensbuffer (productienet) en nood aan thermisch net tussen seizoensbuffer en afnemers thv gebouwen (afnamenet).

Riothermie

Uit het afvalwater, geproduceerd door de gebouwen, valt warmte te recupereren. Dit kan in het afvoernet, maar ook ter hoogte van de rioolwaterzuiveringsinstallatie is dit mogelijk. Deze laatste heeft als voordelen dat het water gezuiverd is, wat minder onderhoud met zich meebrengt en dat er grote debieten beschikbaar zijn, dus veel warmte kan opgewekt worden. Een beperkt nadeel is dat de temperatuur enkele graden lager ligt dan in het rioleringsnet.

De volgende kaart toont de inzamelleidingen en transportleidingen van het rioleringsnet en de rioolwaterzuiveringsinstallaties (zie Bijlagen voor detail).

⁷ Ingeschat op basis van vlakke-plaat collectoren. Dit zijn de goedkoopste collectoren en worden het vaakst toegepast in grootschalige projecten zoals ook zonnevelden. Dit is het potentieel voor rechtstreekse opwekking van warmte op voldoende hoge temperatuur, dus zonder warmtepomptoeepassingen



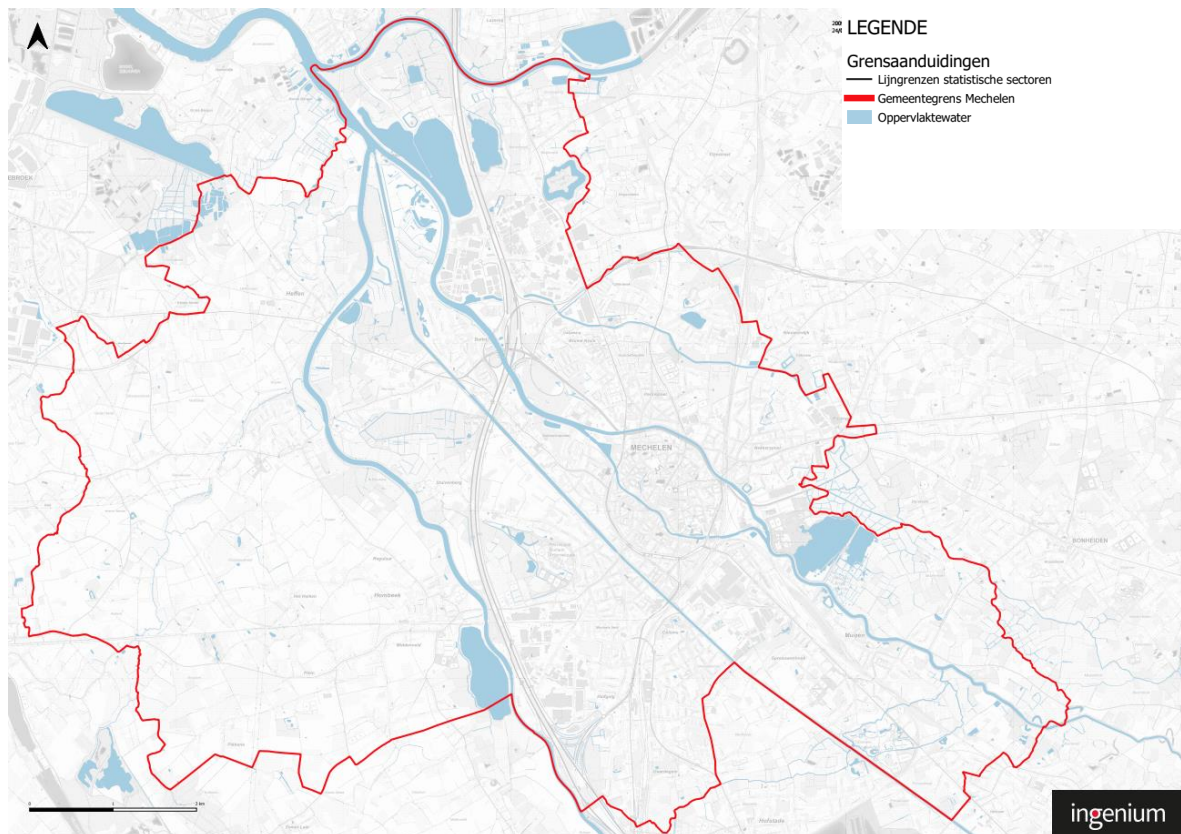
Figuur 20 Overzichtskaat riothermie Mechelen

Er liggen verschillende rioolwaterzuiveringsinstallaties in en rond Mechelen. De grootste bevindt zich ter hoogte van Mechelen-Noord. Deze is ook onderdeel van de studie van Vito en zou volgens deze bron een capteerbare warmtestroom van 30 GWh/j vertegenwoordigen.

Oppervlaktewater

Ook het oppervlaktewater uit rivieren en meren kan dienen als lage temperatuur warmtebron, op gelijkaardige wijze als riothermie, met een warmtepomp. De volgende figuur toont het oppervlaktewater rond Mechelen (zie Bijlagen voor detail).

Het potentieel van oppervlaktewater in de warmtevoorziening van een deel van Mechelen is groot, vooral voor de nieuwbouwtwontwikkelingen Ragheno en Keerdok. De hoeveelheid warmte die hieruit kan worden gehaald is groter dan die van riothermie, maar het is moeilijker uit te koppelen. Bovendien is er een sterk verschillend potentieel voor stromend water (zoals de Dijle) of stilstaand of traag stromend water (zoals het Kanaal Leuven-Dijle).

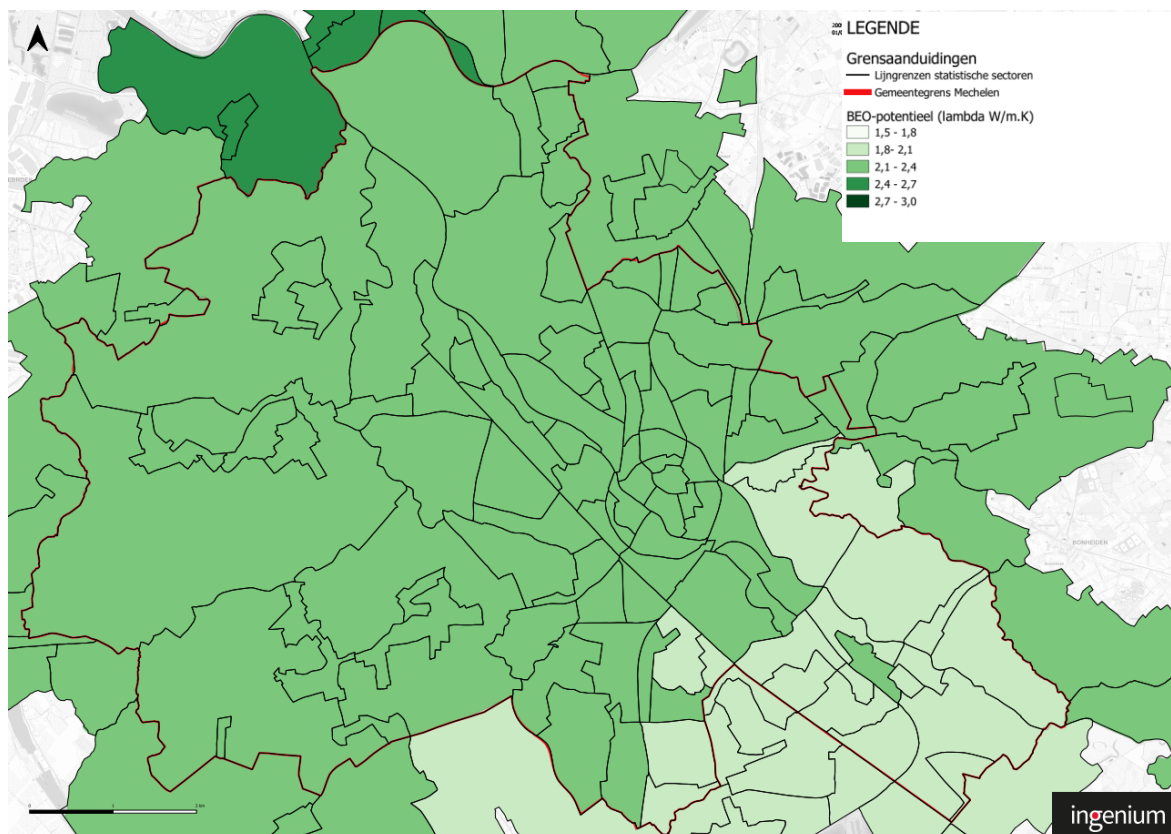


Figuur 21 Oppervlaktewater rond Mechelen

Merk op dat in het gebied rond de rioolwaterzuiveringsinstallatie van Mechelen-Noord ook de Dijle loopt, die een bijkomende warmtebron kan vormen. Andere stromen, kanalen en stilstaande waters vormen mogelijks een beperkte warmtebron, maar dienen steeds verder te worden onderzocht.

Geothermie

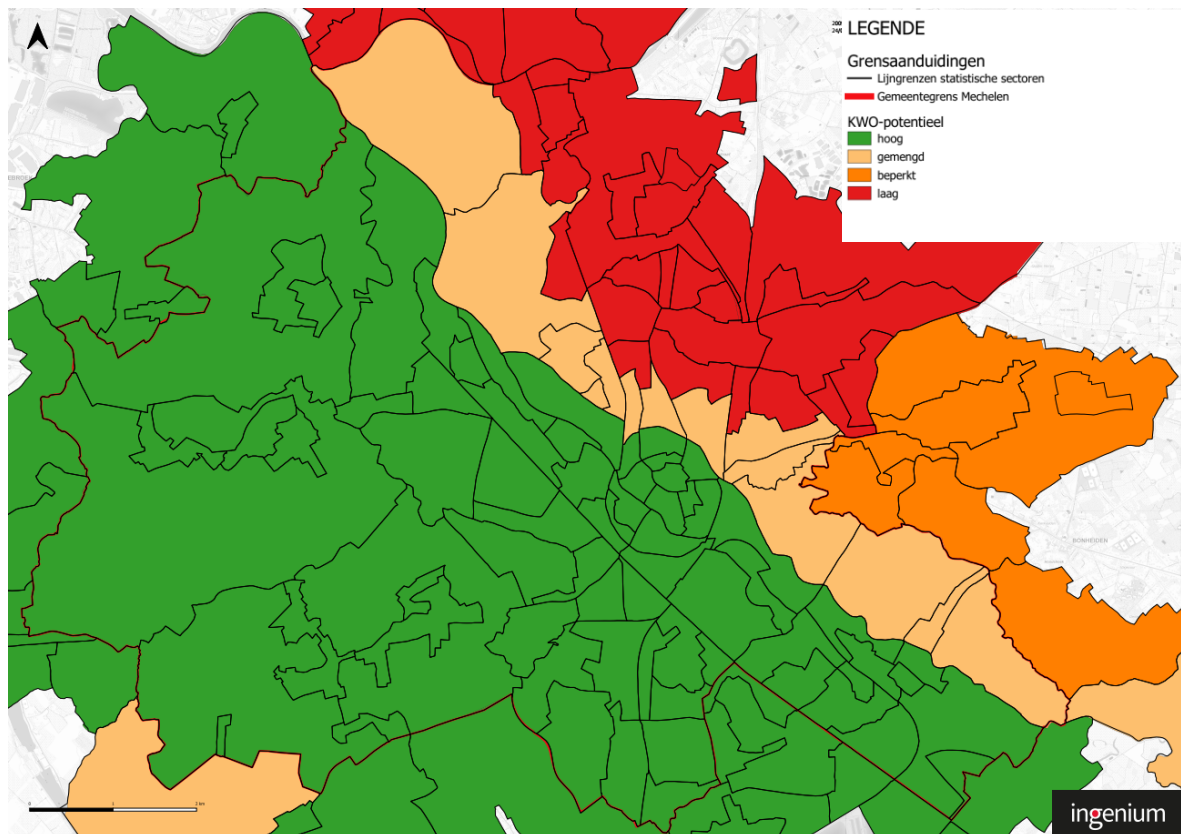
De bodem kan op verschillende manieren dienst doen als warmtebron voor een warmtepomp. Twee courante manieren zijn op basis van een BEO- of KWO-veld, zie bijlage (7). De volgende kaarten tonen het potentieel van deze twee warmtebronnen in Mechelen (zie details in Bijlagen).



Figuur 22 Potentieel voor BEO-velden rond Mechelen

Een BEO-veld is nagenoeg op elke plaats in België mogelijk. Afhankelijk van de thermische geleidbaarheid van de bodem, zijn er meer of minder boringen nodig. Mechelen bevindt zich in een gebied met matige thermische geleidbaarheid, ten opzichte van de rest van België.

Een aandachtspunt bij geothermie is dat het thermisch bodemevenwicht bewaard moet blijven. Dit wil zeggen dat de bodem op jaarbasis ongeveer even veel wordt opgewarmd als wordt afgekoeld. Hierdoor is geothermie vooral aangewezen daar waar er ook een behoorlijke koudevraag is, al zijn er andere manieren om het thermisch evenwicht te herstellen.



Figuur 23 Potentieel voor KWO-velden rond Mechelen, volgens LATENT

In tegenstelling tot een BEO-veld, zijn de eisen voor een KWO-veld strikter. Bovenstaande figuur toont dat het zuid-wes- telijk deel van Mechelen mogelijks geschikt is, terwijl het noord-oostelijk deel niet geschikt is. Detailstudies per specifieke case zijn aangewezen.

Buitenlucht

Tenslotte is de buitenlucht ook een mogelijke warmtebron voor een warmtepomp. Uiteraard is deze overal beschikbaar.

Biomassa

Het potentieel voor biomassa uit houtkanten is door Vito en OVAM ingeschat op ca. 640 MWh per jaar. Ter referentie: de huidige warmtevraag van Mechelen is ruim 1.085.000 MWh. Biomassa uit houtkanten zou dus 0,06% van deze warmte- vraag kunnen invullen.

Biomassa kan in een erg klein aandeel van het gebouwenpark dus een oplossing bieden, maar is een te kleine energie- stroom om in een breder warmteplan op te nemen.

Toekomstige warmtebronnen

Vandaag de dag is er een grote energievectordie dient als warmtebron voor het leeuwendeel van de gebouwverwarming, zijnde aardgas. In de toekomst zal dit wellicht verbreden in een spectrum van verschillende duurzame bronnen.

Welke toekomstige warmtebronnen er zullen zijn, is moeilijk te voorspellen. Een mogelijkheid is het aantrekken van indu- strieën met restwarmte (datacenters, procesindustrie...), maar dit moet kaderen in een bredere energievisie van de stad of regio.

Groen gas is een vaak voorgesteld alternatief voor aardgas. Onafhankelijk van de oorsprong van het groen gas, zij het waterstof, biogas of een synthetische brandstof, zijn verschillende studies het erover eens dat deze energievectord te schaars en kostbaar zal zijn voor toepassing in gebouwverwarming⁸.

⁸Studie van Deloitte iov FOD Economie <https://economie.fgov.be/nl/publicaties/de-rol-van-gasvormige>

Door de schaarse beschikbaarheid van restwarmte en de lage temperatuur van de beschikbare bronnen, zal de focus, naast renovatie, op inzetten van warmtepompen liggen. Dit zorgt voor een verschuiving van (een deel) van de warmtevraag naar een bijkomende elektriciteitsvraag. Hier bevindt zich het tweede aanknopingspunt met een hoger gelegen beslissingsniveau: hoe zal de elektriciteitsproductie in de toekomst eruit zien en zal deze bijkomende verschuiving kunnen worden opgevangen, op grotendeels duurzame wijze.

3 WARMTEZONERING

Welke oplossing is geschikt voor welke zone in de stad

Huidig hoofdstuk legt de geschikte oplossing per zone van de stad vast. Hiervoor zijn de volgende stappen nodig:

1. Bepaling van de mogelijke technieken: welke duurzame technieken zijn toepasbaar en beschikbaar voor groot-schalige verspreiding?
2. Bepaling van de maatschappelijke kost: zo laag mogelijke kosten vanuit het standpunt van de afnemer.
3. Bepaling van secundaire factoren: indien de maatschappelijke kosten gelijkaardig zijn, kunnen andere factoren doorslaggevend zijn.

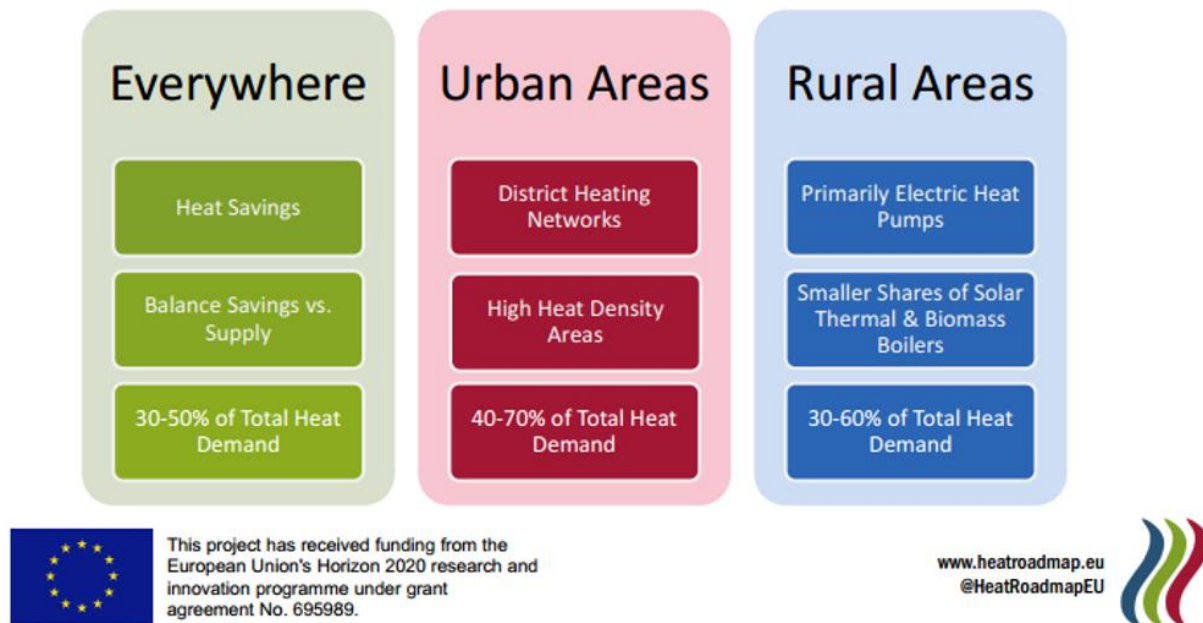
De volgende paragrafen bespreken deze punten.

3.1 BEPALING VAN DE MOGELIJKE TECHNIEKEN

Voor de warmtestrategie zijn er verschillende technologieën mogelijk. Een extensieve bespreking van de vandaag de dag commercieel beschikbare technologieën is te vinden in de nota in bijlage (7).

Het voornaamste onderscheid in type-oplossing is gekenmerkt door de mate van collectiviteit. Het is mogelijk een oplossing te voorzien op individueel gebouw- of woningniveau, maar even goed op straat-, wijk- of stadsniveau.

Huidige studie baseert zich op de studie van Heat Roadmap Europe (2016). Volgende figuur schetst de basis voor de mogelijke oplossingen: (uit Heat Roadmap Europe (2016)):



Bron: David Connolly; Heat Roadmap Europe Coordinator
Aalborg, 27-28 September 2016

Dit levert twee mogelijke oplossingen:

- **Collectief:** stedelijk warmtenet op middelhoge temperatuur (bv. 70 °C). Eerder te verwachten in dense stedelijke omgeving.
- **Individueel:** voornamelijk elektrische individuele warmtepompen (lucht/water, bodem/water,...), maar andere individuele technieken zijn eveneens mogelijk.

Deze studie maakt niet het onderscheid tussen individuele oplossingen en kleinschalig-collectieve oplossingen zoals micro-warmtenetten, op bijvoorbeeld zeer lage of neutrale temperatuur. Voorbeelden zijn enkele burens die samen investeren in een collectief BEO-veld (geothermische boringen) om meerdere individuele warmtepompen op aan te sluiten of een bouwblok-warmtenet op basis van centrale warmtepompen. Deze oplossingen zijn vooral geschikt voor zones met een

hogere warmtevraag, maar die niet direct in de omgeving liggen van een warmtebron of een tak van een stedelijk warmtenet. Gezien de randvoorwaarden identiek zijn aan individuele oplossingen (bv. vergaande isolatie van de bouwschil noodzakelijk, warmtepompen als basisverwarming), wordt het onderscheid niet gemaakt in deze studie.

Temperatuurregime warmtenet Mechelen

Het concept van een warmtenet is sterk afhankelijk van voornamelijk:

- de warmtebron(nen),
- de temperatuur van het warmtenet en
- de totale lengte van het warmtenet.

In Mechelen zijn weinig tot geen grote, duurzame, hoge temperatuurwarmtebronnen aanwezig die een warmtenet zouden kunnen voeden. Lage temperatuursbronnen zoals oppervlaktewater en rioolwaterzuiveringsinstallaties zijn wel aanwezig.

Hierdoor gaat deze studie uit van een warmtenet op basis van warmtepompen op lage temperatuursbronnen. Water-water warmtepompen kunnen op basis van deze bronnen temperaturen tot 70 °C produceren. Deze temperatuur is voldoende hoog om sanitair warm water rechtstreeks te produceren zonder bijkomende (dure) warmtepomp en voor een groot deel van de gebouwverwarming, inclusief moeilijk te isoleren monumenten.

Merk op dat het haalbare temperatuurregime voor deze grootschalige water-water warmtepompen hoger ligt dan het haalbare temperatuurregime voor residentiële lucht-water warmtepompen, zoals hieronder besproken.

Temperatuurregime individuele warmtepomp

Voor een individuele lucht-water warmtepomp, gaat huidige studie uit van een temperatuurregime tot 45 °C, omwille van volgende redenen:

- We zien dat dit de hoogst mogelijke temperatuur is die de meeste lucht/water warmtepompen bij -8 °C buitentemperatuur nog (net) kunnen produceren
- Bij 45 °C blijven de verwarmingsbatterijen in luchtgroepen nog net beheersbaar in grootte (al zijn ze al zeer groot in vergelijking met wat we bij klassieke CV-temperaturen zien)
- 45 °C beperkt al zeer sterk de mogelijkheden voor de warmte-afgifte. Klassieke radiatoren zijn al niet meer mogelijk, vloerverwarming uiteraard wel maar is niet overal gewenst. Nog lager gaan in temperatuur beperkt de mogelijkheden nog meer.

Gehanteerde isolatiegraad

De twee verschillende technische oplossingen (collectief warmtenet op ca. 70 °C vs individuele warmtepompen) werken op een andere temperatuur (zie eerder) en vereisen bijgevolg een andere renovatiegraad.

Door het lage temperatuurregime van een warmtepomp is een goede isolatie van buitenschrijnwerk, ramen en muren en een lage temperatuur-afgiftesysteem zoals vloerverwarming een noodzaak.

Het warmtenet op middelhoge temperatuur (70 °C) vereist een minder strenge renovatie. In bijna elk geval volstaat het voldoende isoleren van buitenschrijnwerk en het dak. Afgiftesystemen moeten meestal niet worden aangepast. (opmerking: dit neemt niet weg dat isoleren waar mogelijk ook voor aangesloten gebouwen steeds relevant is)

Dit leidt tot de volgende uitgangspunten:

- Individuele oplossing: volledige energetische renovatie noodzakelijk
- Collectieve oplossing: beperkte renovatie noodzakelijk

Monumenten zijn omwille van hun beschermde status vaak moeilijk te renoveren. In veel gevallen is een renovatie beperkt tot aanpassen van het schrijnwerk (bv. achterzetramen) en dakisolatie. Voor deze gebouwen rekent deze studie met een maximaal renovatiepotentieel van 20 %, zie hoofdstuk 2.2.3. Ook het vervangen van afgiftesystemen door lage-temperatuursystemen is vaak niet mogelijk (bijvoorbeeld beschermde vloer). Voor deze gebouwen geldt bijgevolg een aparte renovatiegraad en steeds verwarming met minimum 70 °C. Deze hogere temperatuur heeft impact op het rendement van een warmtepomp.

3.2 BEPALING VAN DE MAATSCHAPPELIJKE KOST

3.2.1 ALGEMEEN

De maatschappelijke kost is een eerste beslissingsfactor voor de keuze tussen een individuele of collectieve oplossing. Huidige studie bepaalt de 'total cost of ownership' (TCO, de totale levenscycluskost) op eindklantniveau voor beide oplossingen.

De TCO bestaat uit de combinatie van investeringskosten, energiekosten en onderhoudskosten over een periode van 50 jaar. Het opstellen van een TCO vergt enkele veronderstellingen:

- Renovatiegraad
- Type warmtenet
- Structuur warmtenet
- Warmtebron warmtenet
- Financiering warmtenet

De berekening gebeurt aan de hand van kosten volgens de huidige technische standaarden. Merk op dat toekomstige veranderingen van voornamelijk investeringskosten en energiekosten de uitkomst van de berekening kunnen beïnvloeden.

3.2.2 GEHANTEERDE RENOVATIEGRAAD

Voor een beperkte energetische renovatie gebruikt deze studie een renovatiekost van 150 €/m² netto vloeroppervlak, voor een volledige energetische renovatie 350 €/m² netto vloeroppervlak. Deze cijfers zijn gebaseerd op Tabula/Episcope, maar zijn verhoogd op basis van kengetallen uit voorgaande Ingenium-studies en -projecten⁹.

3.2.3 AANNAMES INDIVIDUELE OPLOSSINGEN

De berekening is gebaseerd op de kosten en prestaties van een lucht-water warmtepomp.

Voor de SCOP wordt gerekend met 350% voor standaard gebouwen. Voor erfgoed wordt een SCOP van 300% gehanteerd, omwille van de veronderstelling dat deze een hogere temperatuur zullen moeten leveren.

3.2.4 AANNAMES COLLECTIEVE OPLOSSINGEN

Type warmtenet

De berekening gebeurt op basis van een klassiek warmtenet op medium temperatuur (70 °C). Andere type warmtenetten (bijvoorbeeld een zeer lage temperatuurnet/bronnnet met decentrale warmtepompen in elk gebouw) zullen een ander resultaat geven.

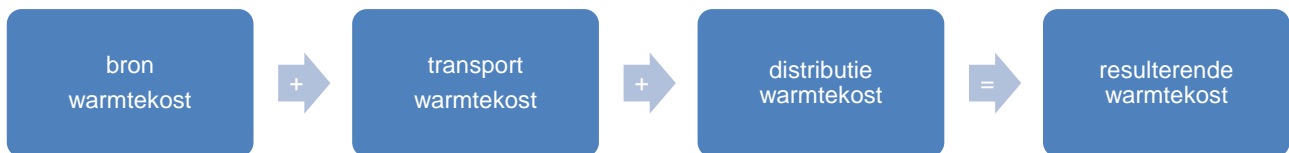
Merk op dat huidige studie andere types warmtenetten zoals zeer lage temperatuurnetten niet uitsluit. De hier voorgedede berekeningsmethodiek dient als basis voor de afweging tussen individuele of collectieve warmtevoorziening, niet voor definitieve keuze van een technologie. Toch gaat voor het grootste deel van de bestaande bebouwing een klassiek warmtenet op medium temperatuur de economisch beste oplossing vormen.

Andere types warmtenetten zoals zeer lage temperatuurnetten kunnen wel sterke voordelen bieden in nieuwbouwwontwikkelingen zoals Keerdok en Ragheno, zeker indien er heterogene functies zijn gehuisvest (kantoren, wonen, scholen...).

Gehanteerde kostenstructuur van een warmtenet

De kosten van een warmtenet zijn de optelsom van de kosten voor de warmtebron, transport en distributie van de warmte. Voor elk van deze onderdelen bestaat de kost steeds uit een combinatie van investeringskosten, onderhoudskosten, financieringskosten, uitbatingskosten en energiekosten.

⁹ Studie naar lage temperatuur warmteconcepten in bestaande bebouwing, Ingenium en Bureau Bouwtechniek, 2020, iov Stad Antwerpen



Voor elke statistische sector in deze studie wordt rekening gehouden met de lengte van een nodig warmtenet, vanaf een nabije warmtebron.

Warmtebron van het warmtenet

In Mechelen is het grootste potentieel aan warmtebronnen een lage temperatuurbron. De voornaamste bronnen zijn (zie ook hoofdstuk over warmteaanbod):

- Rioolwaterzuiveringsinstallaties
- Oppervlaktewater
- Laagwaardige industriële restwarmte

Er is een warmtepomp nodig om op basis van deze bronnen een warmtenet op medium temperatuur in te zetten. Door de afschrijvingskosten van de investering, de energiekosten en de nodige randapparatuur, nemen we aan dat de warmteprijs voor deze brontypologie toeneemt tot 50 EUR/MWh.

Ter illustratie is dezelfde oefening opgesteld met een warmtebron van 10 EUR/MWh, wat ongeveer overeenkomt met een industriële restwarmtebron op hoge temperatuur, een afvalverbrandingscentrale of gelijkaardige bronnen. De impact van de warmtebronprijs op de TCO is aanzienlijk.

Financiering van het warmtenet

De TCO is zo opgesteld dat de afnemer een prijs betaalt die bestaat uit drie componenten: een deel warmtebron, een deel transportnet en een deel distributienet. De prijs voor elk afzonderlijk deel is bepaald door een financieringsmodel. In dit model is verondersteld dat de afschrijving gebeurt door een openbaar nutsbedrijf (2% rendement)¹⁰. Volgende afschrijvingstermijnen gelden:

- Warmtenet: 20 jaar
- Afleverstations: 15 jaar
- Distributiestations: 15 jaar

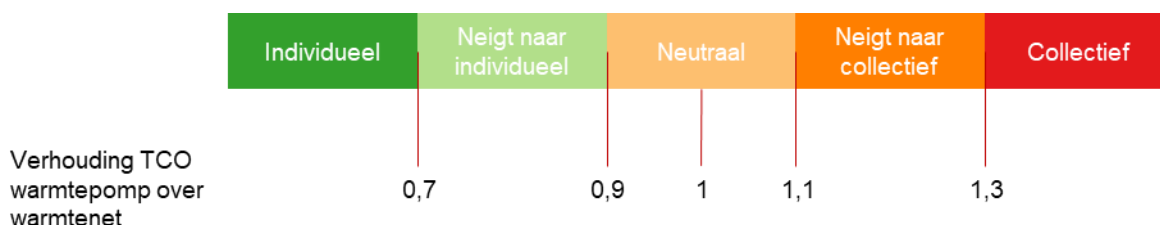
Voor elk van deze delen geldt dus een rendabel model, met beperkte marges.

Onderhoudskosten

Onderhoudskosten zijn ingeschat aan de hand van NBN EN 15459. Indien een bepaalde component niet in deze norm vernoemd staat, geldt een zo goed mogelijk benadering aan de hand van deze norm.

3.3 INTERPRETATIE RESULTATEN

Het resultaat is een verhouding van de TCO van de individuele elektrische warmtepomp over de TCO van een warmtenet-aansluiting voor een bepaalde deelzone. Volgende figuur toont de categorie in functie van de verhouding.



Deze verhouding bepaalt in eerste instantie de keuze voor een bepaalde oplossing. Voor neutrale regio's kunnen secundaire factoren de doorslag geven voor een bepaalde keuze van technologie. De volgende paragraaf bespreekt deze secundaire factoren.

¹⁰ Merk op dat deze factor voor een commercieel bedrijf aanzienlijk hoger kan liggen. Dit heeft een belangrijk effect op het resultaat.

De gekozen oplossing voor een bepaalde zone heeft invloed op de noodzakelijke investeringen die enerzijds dienen te gebeuren op het openbaar domein (warmtenet) en per woning/gebouw (niveau van isolatie van de woning + nodige installaties). Voor beide oplossingen is het aandeel dat particulieren zelf moeten financieren afhankelijk van de gemaakte beleids- en uitbatingskeuzes. Bijvoorbeeld voor een collectieve oplossing spelen type investeerder en uitbater, subsidiëring, uitbatingsmodel, warmteprijszetting, gehanteerde aansluitingskosten,... een belangrijke rol om te kunnen spreken over welke van beide oplossingen de minste financiële inspanning van de eindgebruikers vereist.

De financiële gevolgen voor eindgebruikers maakt geen deel uit van deze studie.

3.4 ANDERE BESLISSINGSFACTOREN

Een belangrijke beslissingsfactor voor de keuze van een gebiedsoplossing is het financieel resultaat, zoals hiervoor berekend.

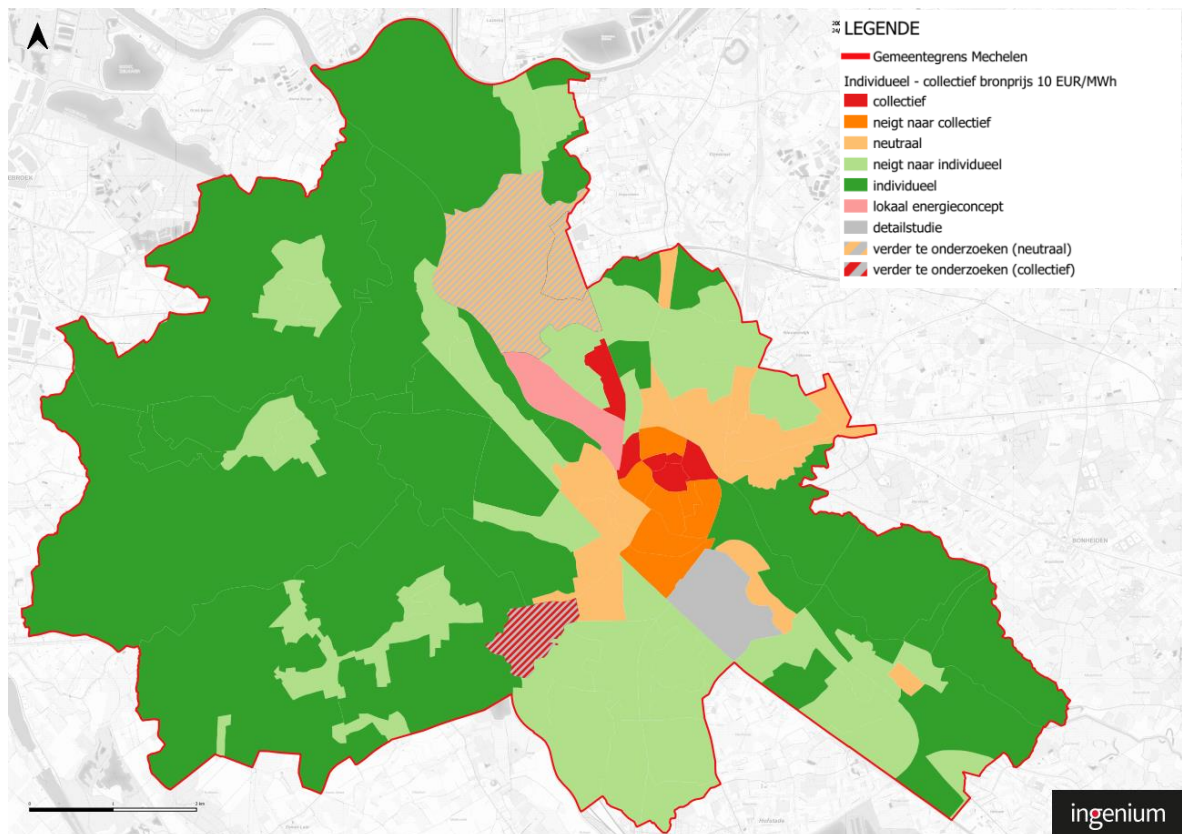
Naast dit economisch resultaat, kunnen voor neutrale gebieden ook andere invloeden wegen op de keuze tussen collectief of individueel. Huidige studie is beperkt tot de technisch-economische analyse en ambieert niet de volledige afstemming met deze andere invloeden. Volgende niet-limitatieve lijst geeft een zicht op deze factoren.

- Technische:
 - Leeftijd gasnet
 - Afstand tot warmtebron/warmtenetzone
 - Nieuwbouwwijken
 - Nodige ruimte
 - Zichtbaarheid warmtepompen
 - Geluidsproductie warmtepompen
 - ...
- Niet-technische:
 - Gemiddeld inkomen (kan iedereen een diepgaande renovatie betalen?)
 - Gemiddelde leeftijd
 - Gezinstype
 - Eigenaarschap
 - Sociale woningbouw
 - ...

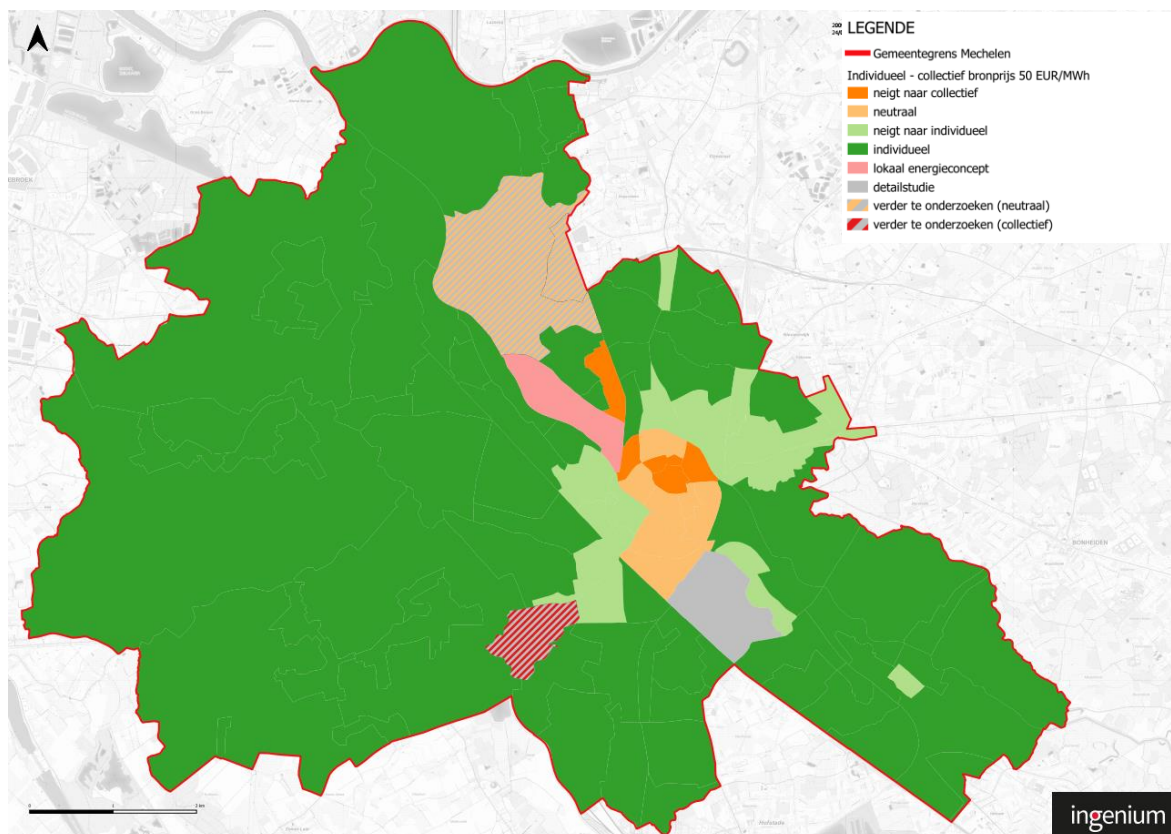
Het is de koppeling met deze factoren waarvoor de uitwerking op niveau van statistische sectoren loont. Voor deze factoren zijn statistische gegevens beschikbaar (Provincie in cijfers, Census2011,...).

3.5 RESULTAAT

De volgende figuren tonen de resultaten op kaart, voor twee verschillende warmtebronprijzen (zie Bijlagen voor detail).



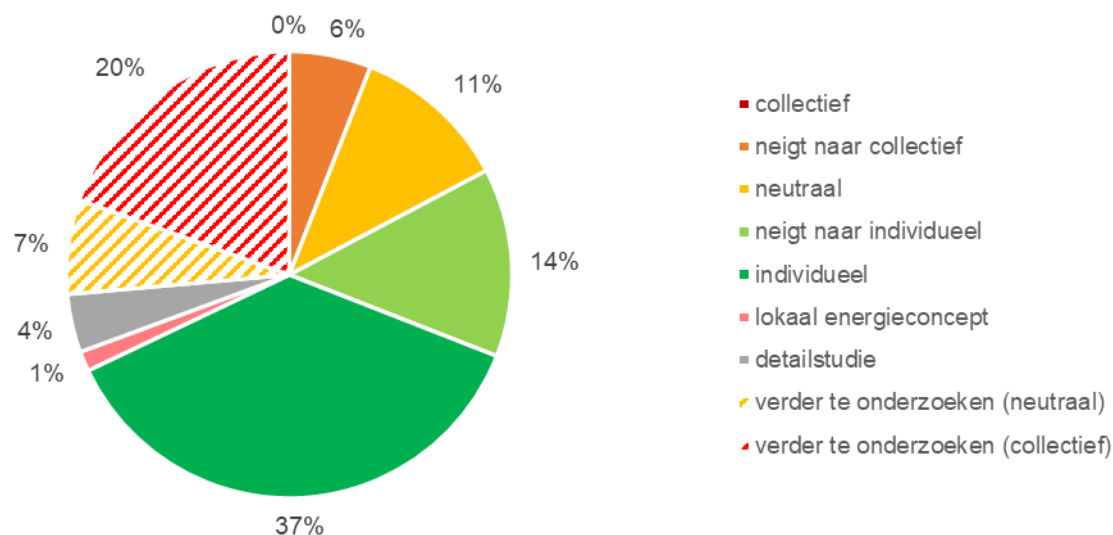
Figuur 24 Resultaten van warmtezoning, met een warmtenet met bronprijs 10 EUR/MWh



Figuur 25 Resultaten van warmtezonering, met een warmtenet met bronprijs 50 EUR/MWh

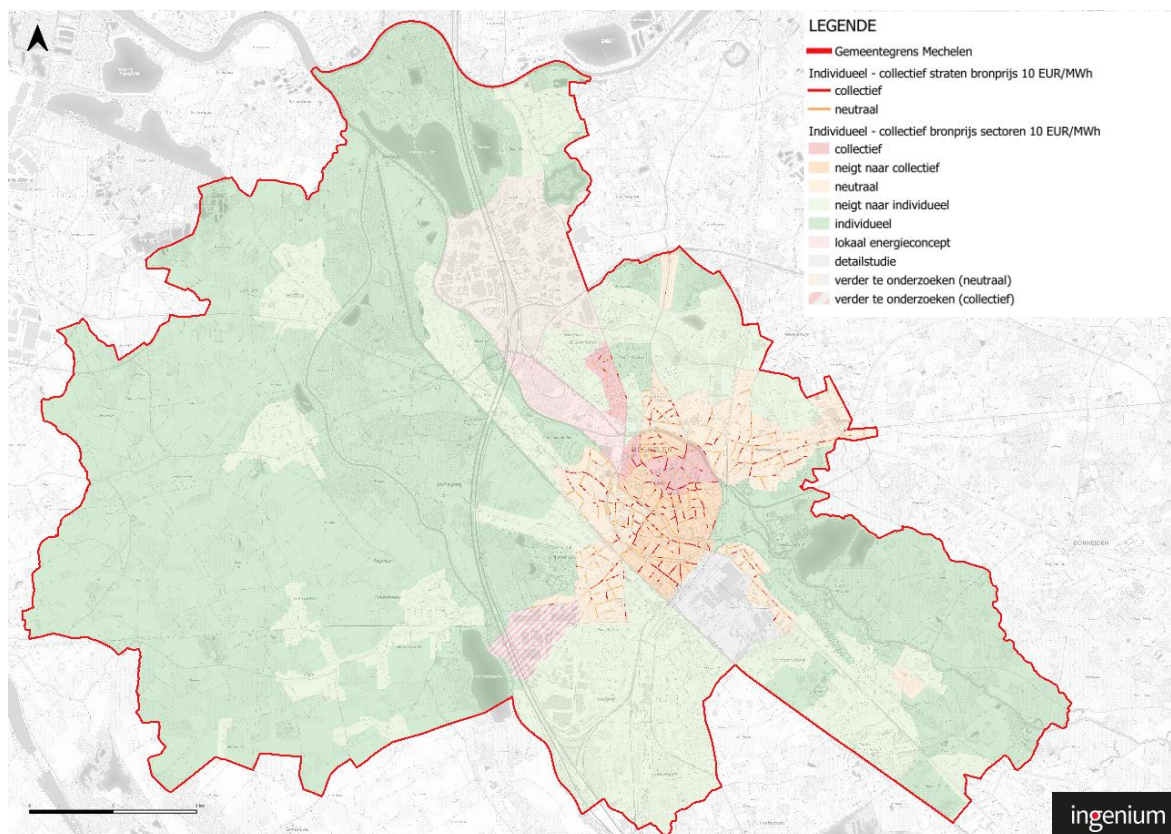
Merk op dat door een hogere warmtebronprijs, de effectieve regio voor een warmtenet sterk wordt teruggedrongen.

Met een warmtebronprijs van 50 EUR/MWh komen we volgende verdeling van de warmtevraag uit in 2050.

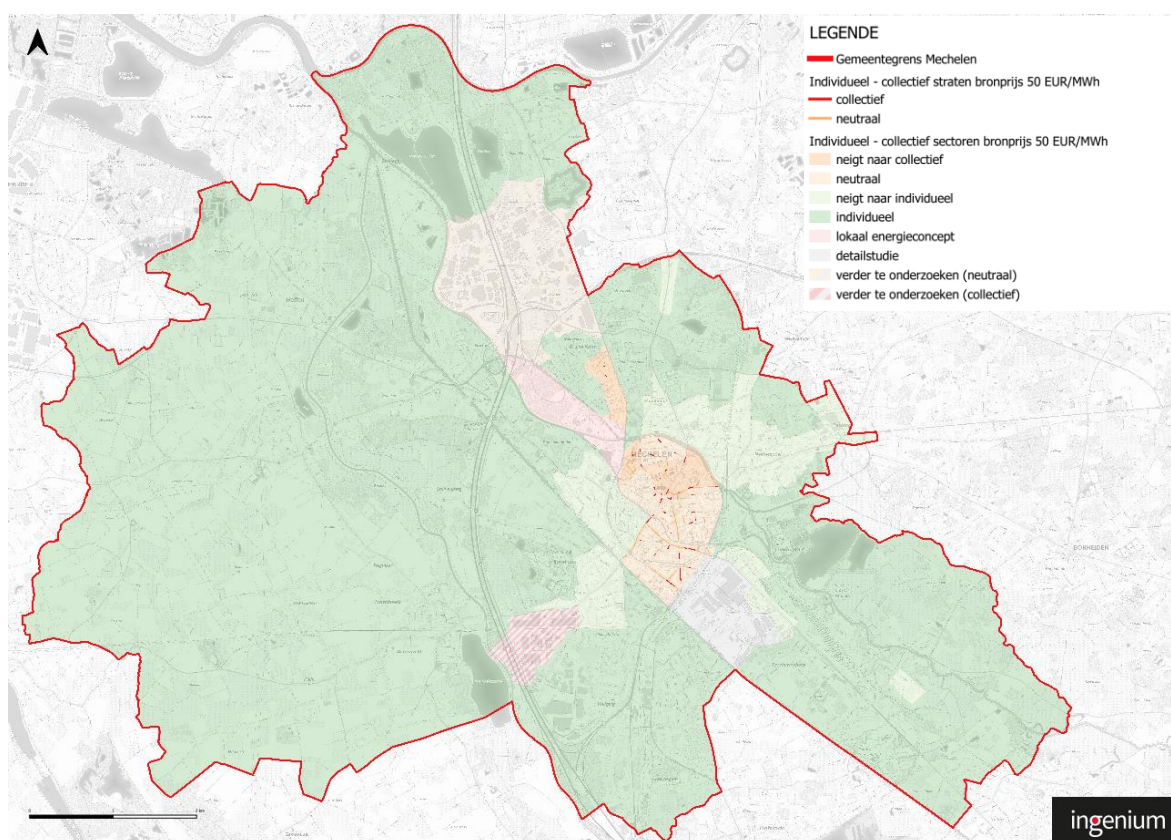


Figuur 26 Resultaten van de warmtezoneringsoefening voor 2050 (MWh), met een warmtenet met bronprijs 50 EUR/MWh

De volgende figuren tonen dezelfde resultaten, met het detail van de straten waar een collectieve oplossing de voorkeur heeft of een neutraal resultaat geeft, voor de twee bronprijzen (zie Bijlagen voor details).



Figuur 27 Resultaten van warmtezoning, straatniveau, met een warmtenet met bronprijs 10 EUR/MWh



Figuur 28 Resultaten van warmtezoning, straatniveau, met een warmtenet met bronprijs 50 EUR/MWh

Ook hier geldt dat de collectieve zones sterk worden teruggedrongen en dat er in statistische sectoren die minder interessant waren, toch enkele assen naar voor komen. Slechts in enkele sterke hoofdassen in het stadscentrum (Bruul, Hoogstraat-IJzerenleen, Onze-Lieve-Vrouwestraat-Hanswijkstraat, Bafferstraat-Veemarkt-Keizerstraat, St-Katelijnestraat,...) en de stationswijk (Consciencestraat en Leopoldstraat) zijn collectieve oplossingen gelijkwaardig aan een individuele oplossing of lokaal interessanter.

Opvallend zijn de Vesten die in deze oefening niet speciek opvallen, ondanks de hoge lokale warmtevraag. De reden is dat de Vesten net in twee worden gedeeld in de statistische sectoren, zodat het deel intra muros en extra muros nooit in eenzelfde sector zijn. Toch blijven de Vesten een interessante regio voor de aanleg van een warmtenet door het type gebouwen (voornamelijk appartementsgebouwen) en de beschikbare ruimte, die de aanleg van een warmtenet mogelijk maakt.

We verwijzen naar de parallel lopende opdracht van de Klimaatwijk voor het specifieke ruimtelijke onderzoek hierrond.

4 DE WARMTE- EN CO₂-UITSTOOTBALANS VOOR VERWARMING VOOR MECHELEN

4.1 ALGEMENE WARMTEBALANS

Voorgaande hoofdstukken stellen de volgende zaken voor:

- de huidige warmtevraag,
- een toekomstscenario voor de warmtevraag,
- de beschikbare warmtebronnen en
- de kostenoptimale invulling van de warmtevraag.

De combinatie van deze elementen laat toe om de balans tussen de warmtevraag en de warmtebronnen te maken en het traject naar 2050 op te stellen.

Hieronder volgen twee verschillende groeiscenario's om tegen 2050 Mechelen volledig fossielvrij te verwarmen. Beide scenario's gaan uit van dezelfde verhouding tussen individueel en collectief in de eindsituatie, het resultaat van de warmtezoneringsoefening. We gaan uit van een **collectieve** invulling van de warmtevraag voor de categorieën 'collectief', 'neigt naar collectief', 'lokaal energieconcept', 'detailstudie', 'verder te onderzoeken (neutraal)' en 'verder te onderzoeken (collectief)', telkens met de aanname van een warmtebronprijs van 50 EUR/MWh. De overige categorieën worden ingevuld als **individueel**¹¹.

Het pad naar dit einddoel is echter verschillend bij beide scenario's:

- Scenario A: BAU (business as usual) voor renovatie tot 2030, daarna systemische aanpassingen en snellere uitrol, om de doelstelling van 2050 te behalen.
- Scenario B: Versnelde uitrol vanaf 2021, om met een constante renovatiesnelheid de doelstelling van 2050 te behalen.

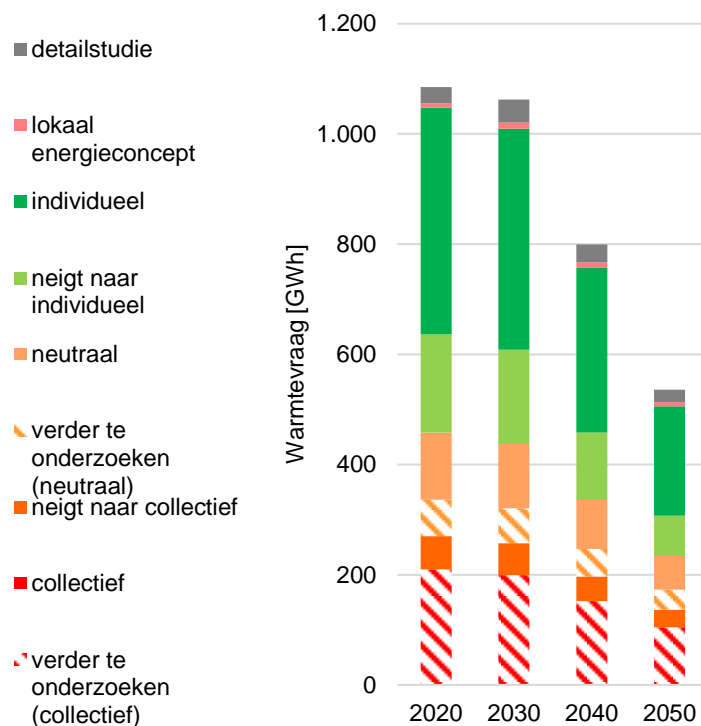
Voor de berekening van de bijhorende gefaseerde CO₂-uitstoot gaan we uit van volgende waarden:

- Emissiefactor aardgas 2020-2050: 202 kg/MWh gas COW (Burgemeestersconvenant)
- Emissiefactor elektriciteit 2020: 221 kg/MWh elektriciteit (Burgemeestersconvenant)
- Emissiefactor elektriciteit 2050: 0 kg/MWh elektriciteit (aanname dat het elektriciteitsnet 100 % zal verduurzamen)
- Emissiefactor elektriciteit 2020-2050: lineaire interpolatie tussen de waarden van 2020 en 2050.
- Aanname dat ook een potentieel stadswarmtenet 100 % hernieuwbaar is in 2050.
- Gemiddelde rendement gasketels: 95 % (CBW)
- Gemiddelde rendement warmtepompen: 300 %

4.1.1 GROEISCENARIO A

De volgende figuur geeft een overzicht van de warmtevraag per oplossing voor de huidige toestand en een projectie naar 2030, 2040 en 2050 (bronprijs warmtenet 50 EUR/MWh).

¹¹ De concrete invulling 'collectief' vs 'individueel' die zal kunnen gerealiseerd worden, hangt van heel wat zaken af: praktische aspecten bij de uitrol van een potentieel collectief systeem, de uitbater van een collectief systeem, de rol die de stad opneemt in een collectief verhaal, warmtebeleid, het overtuigen van bewoners om mee in een collectief project te stappen, financiering en warmteprijszetting,... De huidige oefening beperkt zich tot het energetisch potentieel, gebaseerd op de maatschappelijke technische kost.



Figuur 29 Warmtevraag voor Mechelen, huidig en projecties naar de toekomst, groeiscenario A (bronneprijs warmtenet 50 EUR/MWh)

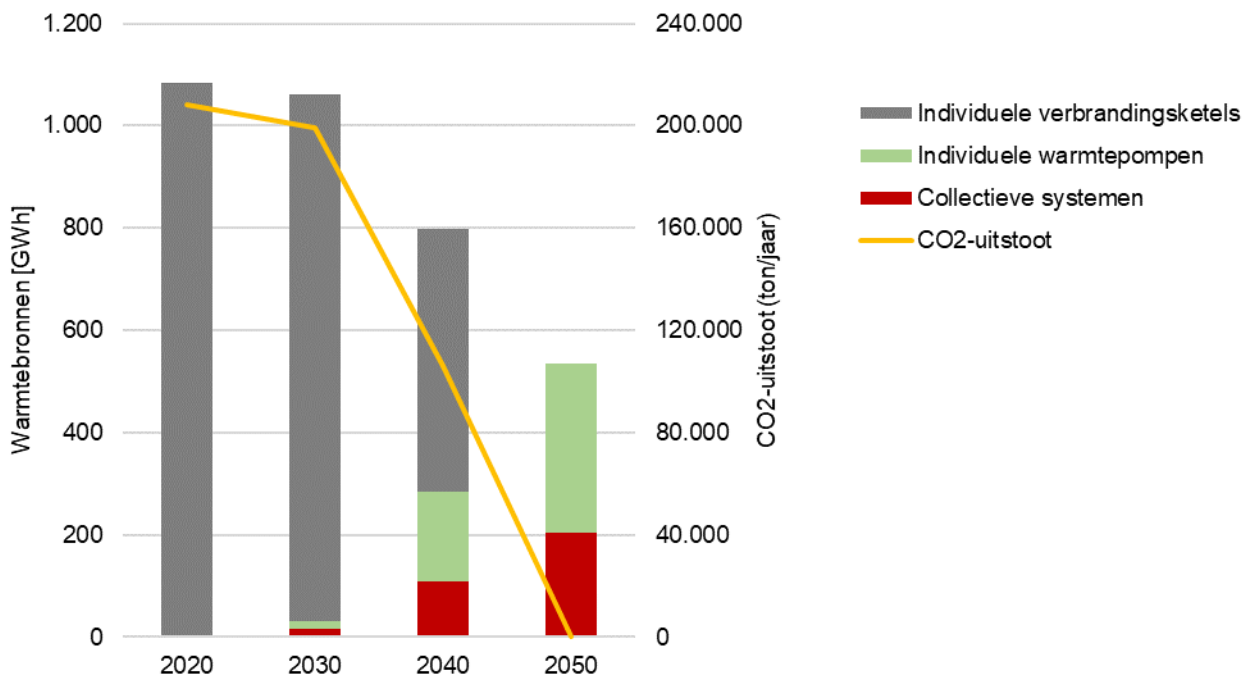
De twee verder te onderzoeken gebieden zijn de industriegebieden van Mechelen-Noord (neutraal) en Mechelen-Zuid (collectief). Neutraal en collectief verwijzen naar de automatische uitkomst van de berekeningen.

Volgende aannames gelden voor de projecties:

- 2030: geen systemische veranderingen, 'business as usual', = renovatiesnelheid van 1%, inclusief alle gekende projectontwikkelingen
- 2040: lineaire projectie tussen 2030 en 2050
- 2050: wel systemische veranderingen, doorgedreven renovatiescenario

Door de beperkte huidige renovatiesnelheid daalt de warmtevraag amper tegen 2030. Bovendien zorgen de nieuwe projectontwikkelingen voor een bijkomende warmtevraag. Het 'business as usual' scenario tot 2030 zorgt hierdoor voor weinig verandering ten opzichte van vandaag.

De volgende figuur toont de invulling van deze warmtevraag aan de hand van verschillende technieken voor de huidige warmtevraag (situatie zoals ze nu is) en de projecties naar 2030, 2040 en 2050.



Figuur 30 Invulling van de warmtevraag voor Mechelen, huidig en projecties naar de toekomst, groeiscenario A

De huidige warmtevoorziening gebeurt nagenoeg volledig op basis van individuele, fossiele verbrandingsketels.

De projectie naar 2030 volgens een 'business as usual' scenario vertoont slechts een beperkte afname van de warmteproductie door de beperkte renovatiesnelheid¹². Nieuwe ontwikkelingen zorgen voor een eerste stijging van individuele warmtepompen (kleinere woonprojecten) en collectieve systemen (Keerdok, eventueel Ragheno).

De projectie naar 2050 vraagt een grootschalige omslag van verwarmingstechnieken en renovatie. Bovenstaande figuur toont de situatie waarin enkel de zones onder de noemers 'neigt naar collectief' en 'collectief' als zoekzones voor een warmtenet gelden. Alle andere zones (dus ook 'neutraal'), vallen onder individuele warmtepompen.

Het aandeel van collectieve systemen in de totale warmtevoorziening is ca. 40%, dat van individuele systemen ca. 60%. Indien ook neutrale gebieden worden voorzien door een warmtenet, wordt dit 50% / 50%.

Om dit resultaat tegen 2050 te bereiken, is in de periode tussen 2030 en 2050 een renovatiesnelheid van 4,5% nodig. Deze renovatiesnelheid is ruim vier maal hoger dan de huidige¹³. Het is duidelijk dat een dergelijke omwenteling een grote uitdaging vormt, door de grootschalige omslag die hiervoor nodig is. Dit houdt immers een enorme stijging in voor de volgende elementen:

- Het aantal uitvoerende partijen
- Bouwmaterialen
- Architecten, ontwerpers, EPB-experten
- Technische installaties
- Administratieve verwerking
- Enzovoort

¹² Deze studie veronderstelt dat bij huidige ingrijpende energetische renovaties nog steeds een aardgasketel wordt geplaatst, gezien de lage investerings- en gebruikskosten.

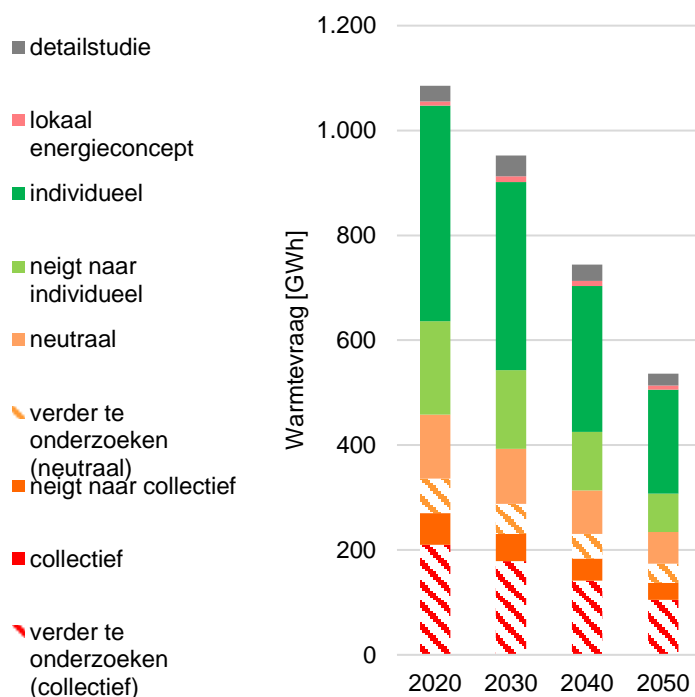
¹³ Uit Langetermijnstrategie voor de renovatie van Vlaamse gebouwen, mei 2020, https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/be_flanders_ltrs_2020.pdf: "de huidige renovatiesnelheid is 2,5%, maar slechts een aandeel daarvan betreft een diepgaande renovatie tot de langetermijndoelstellingen van 2050. Vergunningsplichtige renovatiegraad bedraagt 0,6% van het woningpark." Huidige studie gebruikt verder een renovatiegraad van 1%.

Ter referentie, een renovatiesnelheid van 4,5% komt overeen met ongeveer 1.500 gebouwen per jaar. Op basis van de stedenbouwkundige vergunningsaanvragen en de premiedossiers van Fluvius, wordt de huidige snelheid op ca. 300 gebouwen per jaar geschat.

Scenario A is geen gewenst scenario. Door het uitstellen van de nodige inspanningen, dient er in de periode na 2030 een erg groot inhaalmanoeuvre te worden gemaakt; dat in werkelijkheid vermoedelijk erg moeilijk te halen is. De huidige situatie volstaat niet voor het halen van de klimaatdoelstellingen en een vervroegde aanpak is gewenst.

4.1.2 GROEISCENARIO B

De volgende figuur geeft een overzicht van de warmtevraag per oplossing voor de huidige toestand en een projectie naar 2030, 2040 en 2050 (bronneprijs warmtenet 50 EUR/MWh).



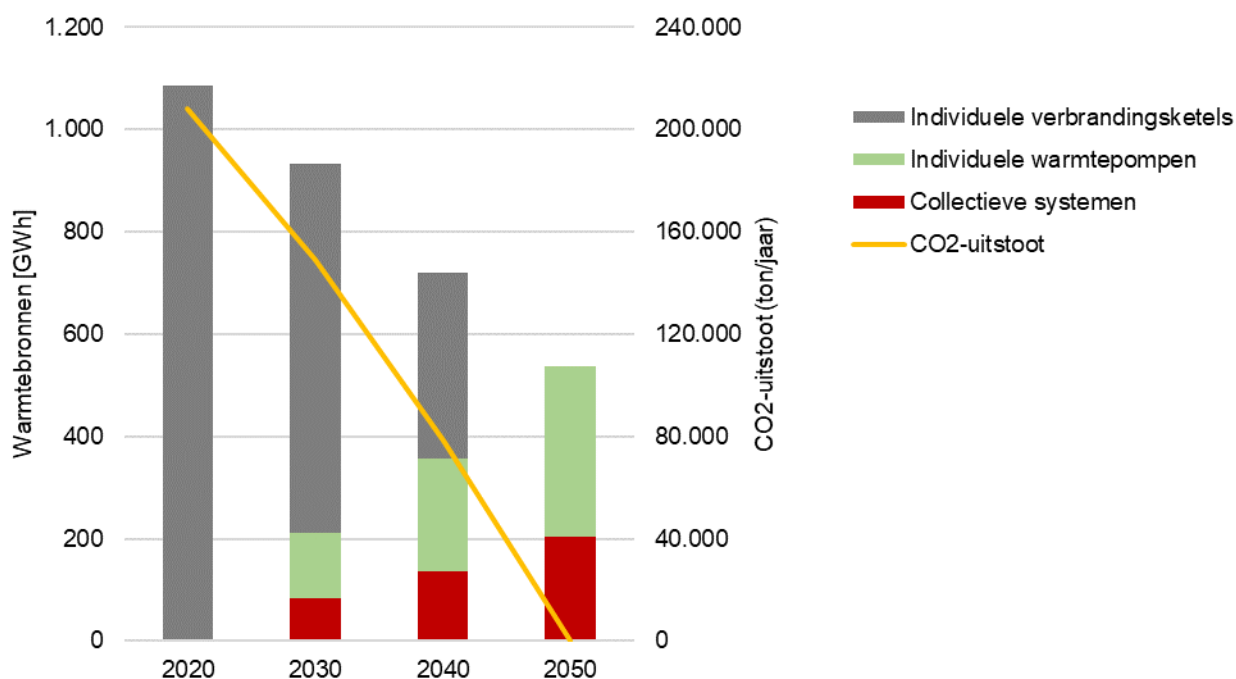
Figuur 31 Warmtevraag voor Mechelen, huidig en projecties naar de toekomst, groeiscenario B (bronneprijs warmtenet 50 EUR/MWh)

De twee verder te onderzoeken gebieden zijn de industriegebieden van Mechelen-Noord (neutraal) en Mechelen-Zuid (collectief). Neutraal en collectief verwijzen naar de automatische uitkomst van de berekeningen.

Om dit toekomstscenario te bereiken is een uitgebreid renovatieplan nodig. Om elk gebouw te renoveren tegen 2050 (periode van 29 jaar), moeten er ongeveer 1.000 gebouwen per jaar worden gerenoveerd. Op de circa 30.000 gebouwen, komt dat overeen met een renovatiesnelheid van meer dan 3%. Dit is drie maal sneller dan de huidige Vlaamse renovatiesnelheid.

Het is duidelijk dat de huidige renovatiesnelheid (zie ook niet volstaat om tijdig de doelstelling van 2050 te behalen. Een verdere uitwerking van de huidige langetermijnvisie en omzetting naar de praktijk is noodzakelijk.

De volgende figuur toont de invulling van deze warmtevraag aan de hand van verschillende technieken voor de huidige warmtevraag (situatie zoals ze nu is) en de projecties naar 2030, 2040 en 2050.



Figuur 32 Invulling van de warmtevraag voor Mechelen, huidige en projecties naar de toekomst, groeiscenario B

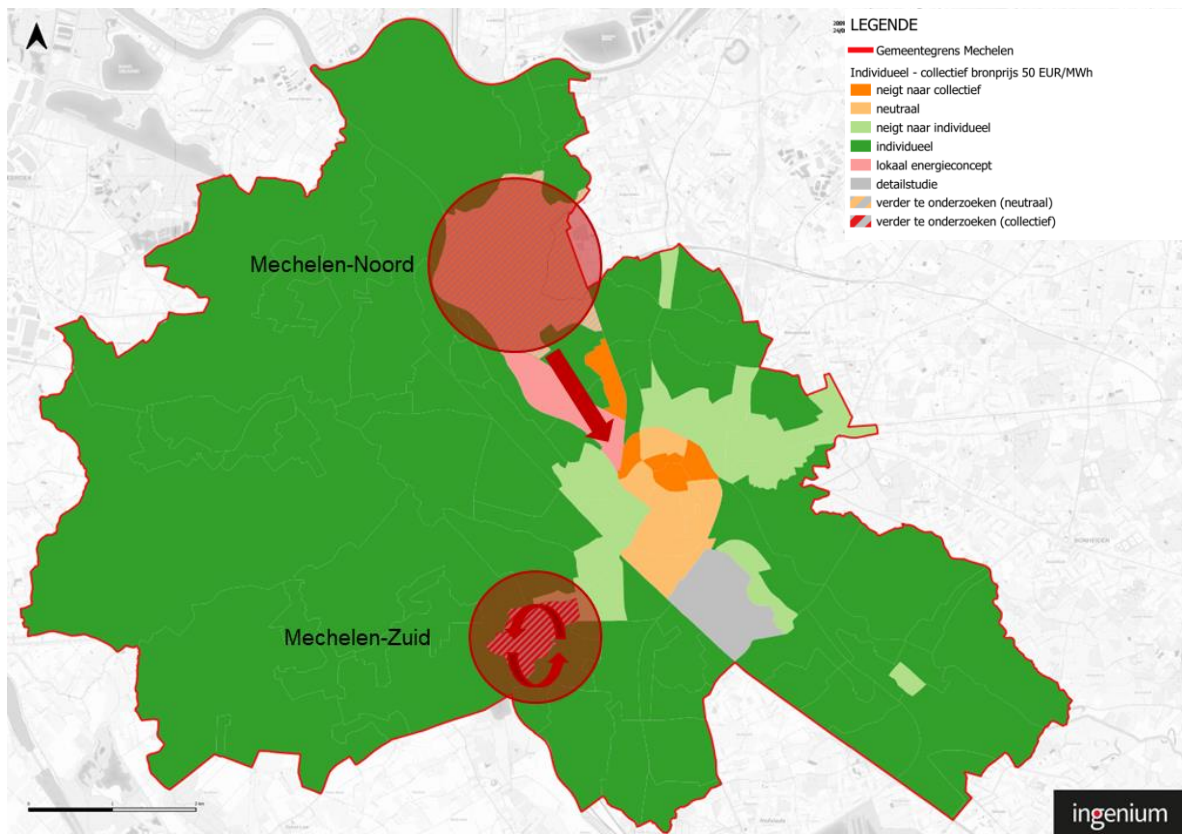
De huidige warmtevoorziening gebeurt nagenoeg volledig op basis van individuele, fossiele verbrandingsketels.

De evolutie naar 2050 volgens dit scenario vertoont een graduele afname van de warmteproductie en een graduele stijging van het aandeel duurzame warmte. De eindsituatie (2050) is dezelfde als die van scenario A. Het aandeel van collectieve systemen in de totale warmtevoorziening is ca. 40%, dat van individuele systemen ca. 60%.

Merk op dat ook in deze situatie nog steeds een hogere renovatiesnelheid (3%) nodig is dan de huidige (1%). Ook voor dit scenario blijft gelden dat deze versnelling een sterke uitbreiding van de bouwsector zou inhouden, al is het verschil minder groot dan in scenario A. Een zo snel mogelijke versnelling is bijgevolg aangewezen.

4.2 WARMTEBALANS VAN DE BEDRIJVENTERREINEN

Er zijn twee gebieden waar meerdere warmtebronnen aanwezig zijn, zijnde de industriegebieden Mechelen-Noord en Mechelen-Zuid. Beide gebieden behoren zelf tot een verder te onderzoeken zone voor collectieve systemen of liggen dicht bij andere naar collectief neigende zones. De volgende figuur toont een overzicht.



Figuur 33 Overzicht strategie collectieve systemen

Voor deze collectieve systemen is een meer gedetailleerde warmtebalans nuttig om de juiste warmtebronnen te duiden.

Door de hoge warmtevraag (105 GWh na renovatie) en beperkte restwarmte (42 GWh), stelt huidig onderzoek voor om **Mechelen-Zuid** als een geïsoleerde case te beschouwen, waar binnen het industriegebied zelf warmte wordt uitgewisseld, maar geen warmte wordt vervoerd naar de omliggende regio. Bijkomend onderzoek is nodig omdat warmteuitwisseling sterk gelinkt is aan de beschikbare en gevraagde temperatuurniveaus aan warmte en het moment waarop deze warmte beschikbaar is en gevraagd.

Mechelen-Noord vormt een andere situatie door de eerder beperkte warmtevraag (37 GWh na renovatie) en beschikbare restwarmte (45 GWh) naast andere bronnen, zoals oppervlaktewater uit de Dijle (ca. 45 GWh)¹⁴. In dit gebied is dus vermoedelijk warmte op overschot (ca. 52 GWh) en kan een verbinding richting bijvoorbeeld het stadscentrum worden gemaakt.

¹⁴ Huidige studie veronderstelt deze minstens even groot als de restwarmte uit de rioolwaterzuiveringsinstallatie te zijn

5 AANBEVELINGEN VOOR DE STEDELIJKE WARMTESTRATEGIE

5.1 VAN WARMTEZONERING NAAR WARMTEBELEID

Voorgaande hoofdstukken behandelden de opstelling van een warmtezoneringsplan. De uitkomst hiervan is een kaart van het grondgebied, opgedeeld in sectoren met aanduiding van de preferente techniek voor verwarming in die sector.

Ervaring uit het verleden (Nederland) leert dat het opstellen van een warmtezoneringsplan onvoldoende is om ook in werkelijkheid tot actie te komen. Daarom legt dit hoofdstuk de link tussen het warmtezoneringsplan, wat de kern van huidig onderzoek is, en een eerste zicht op warmtebeleid.

Volgende paragrafen stellen een aanzet van een warmtebeleid voor, gebaseerd op de bevindingen van het warmtezoneringsplan, maar voorliggende nota ambieert niet een volledig warmtebeleid op te stellen.

5.2 PRIORITAIRE ACTIES

Geografische verdieping

Het warmtezoneringsplan biedt een high-level perspectief op mogelijke oplossingsrichtingen en geeft aan welke zones zich lenen voor een collectieve oplossing. Het is noodzakelijk om deze zones meer gedetailleerd te onderzoeken om het werkelijke potentieel te kunnen inschatten.

De zones die zouden kunnen beschouwd worden als zoekzones en dus strategische zones voor de warmtestrategie (op basis van het warmtezoneringsplan) zijn:

- Bedrijventerrein Mechelen-Noord
- Bedrijventerrein Mechelen-Zuid (19% van de huidige warmtevraag, maar grotendeels afkomstig van industriële processen op hogere temperatuur, in de handen van drie multinationals)
- Historische stadskern incl. stationsomgeving en Oscar Van Keesbeeck-sstraat/Elektriciteitsstraat
- Keerdok
- Ragheno

Typologische verdieping

Een strategie gericht op bepaalde gebouwtypologieën kan ook effectief zijn voor de uitrol van een warmtenet en eventueel een uniforme renovatie-aanpak zoals een wijkrenovatieproject. Een aantal kenmerkende typologieën zijn:

- Publiek gebouwpatrimonium
- Appartementgebouwen
- Niet-residentiële gebouwen in bijzonder 'warmteleveranciers' zoals datacentra, supermarkten,...
- Residentiële woningen (bestaand)
- Residentiële woningen (nieuwbouw projectontwikkelingen)

Het afwegingskader kan een houvast bieden om bepaalde typologieën richting een bepaalde verwarmingsoplossing te sturen.

Verbreden

Het warmtezoneringsplan moet kaderen, binnen het integrale beleid van de stad, zo zijn de volgende koppelingen belangrijk:

- Link met een energiestrategie
- Link met het renovatiebeleid
- Link met het ruimtelijk beleid

Uitfasering van gas- en stookolie

Het is van belang om de aangroei van gas- en stookolie te vertragen en zelfs tot stilstand laten te komen/terugdringen. Een verbod voor gasaansluitingen voor nieuwe ontwikkelingen / grote projecten is een eerste logische stap. Sinds 1 januari 2021 is dit een verplichting opgelegd vanuit de Vlaamse overheid.

De huidige verplichting voor Fluvius om het aardgasnet heraan te leggen waar het nu reeds ter beschikking is, vormt een eerste obstakel in het uitfaseren van het aardgasnet. Daar waar het aardgasnet aan het einde van zijn levensduur is, zou de heraanleg best nu al aan banden worden gelegd om een verdere lock-in te vermijden. Uiteraard is de impact op de afnemers van aardgas in deze zones groot, een tijdige informatiecampagne en eventuele ondersteuning is noodzakelijk.

Ook een uitfasering van stookolie is cruciaal en mogelijk door een verbod op vernieuwing. De Vlaamse Overheid heeft reeds sinds 2021 een verbod voor stookolieketels in nieuwbouw uitgeroepen. Een verdere uitfasering zou een graduele omvorming van de warmtevoorziening betekenen, hoofdzakelijk in de buitengebieden.

Verminderen van de warmtevraag en nodige temperatuur als noodzaak

De warmtebalans en warmtezonering onderstreept het belang van een ambitieuze renovatiestrategie als voornaamste pijler van de warmtestrategie. De renovatiestrategie is noodzakelijk voor enerzijds de verlaging van de warmtevraag en anderzijds de toepassing van lage temperatuur afgiftesystemen mogelijk te maken.

In het kader van het verduurzamen van de warmteproductie, is een lage temperatuur afgiftesysteem cruciaal. Hierover moet worden gewaakt bij renovaties.

Er moet blijvend gezocht worden naar manieren om de huidige renovatiesnelheid te verhogen.

Shift naar elektriciteit

De shift naar elektriciteit maakt een duurzamere verwarming mogelijk. Deze shift heeft een impact op het elektriciteitsnet, al zal die minder belangrijk zijn dan de invloed van zonnepanelen en elektrische mobiliteit (bron: Fluvius).

5.3 MOGELIJKE INVULLING VAN DE WARMTEVRAAG VAN EEN COLLECTIEF SYSTEEM

5.3.1 ALGEMEEN

Het voorliggende rapport schetst welke technieken zouden kunnen worden toegepast en welke aandachtspunten er zijn. Huidige studie heeft niet als doel om het definitieve energieconcept voor deze clusters vast te leggen.

Restwarmte, riothermie en aquathermie kunnen de basis van de warmtevraag van een collectief systeem dekken. Deze warmtebronnen beschikken grotendeels over een constant maar beperkt vermogen. Verhoging van het aandeel nuttig gebruikte warmte kan door buffering.

Deze basiswarmte kan worden aangevuld door grootschalige warmtekrachtkoppeling. Ook deze techniek werkt het beste als basiswarmtelevering. Een warmtekrachtkoppeling van ca. 10 MW kan op jaarbasis zo een 40 tot 70 GWh aan warmte leveren. Bovendien werkt deze onafhankelijk van de buitentemperatuur, en dus ook in de winter aan een goed rendement. Tijdens deze winterperiode zal ook de elektriciteitsvraag verhogen door het toenemende aantal individuele warmtepompen. In eerste instantie kan deze installatie op aardgas werken, voor de omslag naar volledig duurzame verwarming in 2050 is er ofwel een vergroening van de brandstof nodig of een andere techniek.

Toepassing van grootschalige warmtekrachtkoppelingen gebeurt best rekening houdend met het federaal plan voor elektriciteitsproductie.

Tenslotte zullen bovenstaande technieken moeten worden aangevuld door installaties om de piekvraag van warmte op te vangen. Hiervoor kunnen piekgasketels worden ingezet, omwille van hun lage investeringskost in vergelijking met andere verwarmingstechnieken (er is een groot vermogen nodig, maar om slechts gedurende zeer korte periodes op een jaar te gebruiken). Ook deze kunnen op termijn ofwel gevoed worden met hernieuwbare brandstoffen ofwel vervangen worden door een andere techniek. Huidige studie neemt een aandeel van ca. 20% aan voor de piekwarmtelevering.

5.3.2 INZOOMEN OP ALS POTENTIEEL COLLECTIEF INGEKLEURDE ZONES

Volgende paragraaf geeft een overzicht van hoe de warmtevoorziening voor de beide grote collectieve zones er kan uitzien.

Aangezien de bedrijventerreinen mogelijk een belangrijk deel uitmaken van deze zones, verwijzen we naar het EHUB-BT project¹⁵, waaruit industriegebieden als mogelijke energiehub van de toekomst zijn onderzocht. Dit concept schuift

¹⁵ <https://archieff-algemeen.omgeving.vlaanderen.be/xmlui/handle/acd/449282>

bedrijventerreinen naar voor als mogelijke 'kruispunten' tussen verschillende energiestromen (elektriciteit, warmte, koude, (groene) brandstoffen,...). Mogelijks vormen Mechelen-Noord en -Zuid interessante industriegebieden als knooppunten in een overkoepelende energievisie.

MECHELEN-NOORD EN STADSCENTRUM

De warmtevraag voor het industriegebied Mechelen-Noord, alsook de omliggende sectoren die neigen naar collectiviteit (delen van het stadscentrum), bedraagt ongeveer 105 GWh/j.

Tabel 5 Mogelijk productiepark voor een collectief systeem in Mechelen-Noord

Warmtebron	Warmteproductie GWh/j	Aandeel -
Warmtepomp op restwarmte lage temperatuur noord	0	0%
Warmtepomp op RWZI Mechelen noord	45	43%
Warmtepomp op oppervlaktewater	20	19%
Verbrandingsketels warmtenet noord	20	19%
Warmtekrachtkoppeling warmtenet noord	20	19%
Som	105	

We verwijzen eveneens naar het aparte hoofdstuk over het Ruimtelijk-energetisch ontwikkelingsplan voor Mechelen-Noord.

MECHELEN-ZUID

Ook de warmtevraag van industriegebied Mechelen-Zuid bedraagt ongeveer 105 GWh/j.

Tabel 6 Mogelijk productiepark voor een collectief systeem in Mechelen-Zuid

Warmtebron	Warmteproductie GWh/j	Aandeel -
Warmtepomp op restwarmte lage temperatuur zuid	42	40%
Verbrandingsketels warmtenet zuid	21	20%
Warmtekrachtkoppeling warmtenet zuid	42	40%
Som	105	

6 BIJLAGEN

Volgende documenten werden overgemaakt:

- Kaartmateriaal in PDF
- Shapefiles GIS-bestanden kaartmateriaal
- Rekenbladen

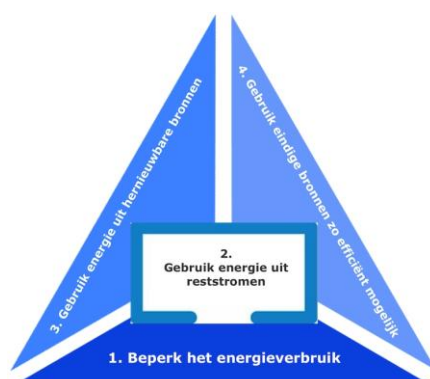
7 BIJLAGE: OVERZICHT FOSSIELVRIJ VERWARMEN

Hoe gaan we er voor zorgen dat de bewoners van Mechelen zich in een fossielvrije toekomst nog kunnen verwarmen? Hiervoor zijn diverse technologieën mogelijk die wij in dit deel verder zullen behandelen.

De basis van de verduurzaming van de warmtevoorziening valt samen te vatten door de Nieuwe Stappenstrategie:

- Beperken van de energievraag,
- Hergebruik van reststromen,
- maximaal toepassen van hernieuwbare energie en
- de resterende nodige energievraag zo efficiënt mogelijk invullen met fossiele brandstoffen

In een fossielvrije context vervalt deze derde stap.



Figuur 34 Nieuwe Stappenstrategie / Trias Energetica 2.0

7.1 HET BEGINT MET ISOLEREN

Een belangrijke stap om de warmteproductie van een woning, appartementsgebouw, kantoor, ziekenhuis etc. te vergroenen, is het gebouw te isoleren. Op deze manier daalt de nodige warmte al sterk en wordt het meestal gemakkelijker om de productie van deze warmte duurzaam te maken.

De Vlaamse langetermijnstrategie omvat dan ook onder andere dat alle woongebouwen tegen 2050 een EPC-label A moeten halen (een gemiddelde verlaging van het EPC-kengetal van 75 %) ¹⁶. Daarnaast zijn er de eisen van de energieprestatieregelgeving (EPB) voor alle nieuwbouw- en renovatieprojecten die de toepassing van minimale isolatiewaarden oplegt voor de diverse bouwschildelen.

Isoleren vormt steeds de eerste stap naar een verduurzaming van de warmtevoorziening, aangezien het een dubbel effect biedt:

- de warmtevraag voor ruimteverwarming daalt, waardoor minder energie nodig is en
- de nodige CV-temperatuur voor ruimteverwarming daalt, wat het opwekkingsrendement van elke technologie ten goede komt.

Het belang van het CV-temperatuurregime volgt hierna.

7.2 DE CV-TEMPERATUUR EN HET BELANG HIERVAN

De CV-temperatuur van de verwarmingsinstallatie van een gebouw is afhankelijk van een aantal invloeden. De twee voornaamste factoren zijn:

- De isolatiegraad van het gebouw

¹⁶ *Langetermijnstrategie voor de renovatie van Vlaamse gebouwen, in navolging van artikel 2 bis inzake langetermijnrenovatiestrategieën van de EPBD-richtlijn (2010/31/EU)*, Vlaamse Overheid, 2020

- Het warmteafgiftesysteem (radiatoren, vloerverwarming, convectoren...)

Door de beperkte isolatiegraad, de goedkope afgiftesystemen (vaak radiatoren) en de gewenste opwarmingssnelheid, liggen de huidige CV-temperatuurregimes vaak hoog (typisch van 90 °C tot 60 °C). Met de klassieke fossiele technologieën zijn deze eenvoudig te bereiken.

Sommige hernieuwbare verwarmingstechnieken kunnen zonder problemen deze temperatuurregimes produceren, zoals een hoge temperatuurwarmtenet of een biomassa-installatie. Isolatie is vaak nog steeds aangewezen door de beperkte beschikbaarheid van deze energievormen en de bijhorende kostprijs (investering en energiekost).

Andere hernieuwbare technieken zijn vaak gebaseerd op warmtepompen. Deze vereisen een laag CV-temperatuurregime, zoals 45 °C of lager. Voor deze technieken is dus zowel een voldoende isolatiegraad als lage temperatuur afgiftesysteem (zoals vloerverwarming of lage temperatuur radiatoren) noodzakelijk.

Het isoleren van gebouwen vormt de eerste stap om warmtepomptechnologie in te zetten, waardoor laagwaardige, hernieuwbare warmtebronnen uit de omgeving kunnen dienen voor warmteproductie.

7.3 INDIVIDUEEL OF COLLECTIEF VERWARMEN: WARMTENETTEN

Warmteproductie kan gebeuren op een individuele manier, op het eigen perceel, of op een collectieve manier. Op dit moment in ons land is een individuele verwarmingsinstallatie de meest gebruikte manier van verwarmen.

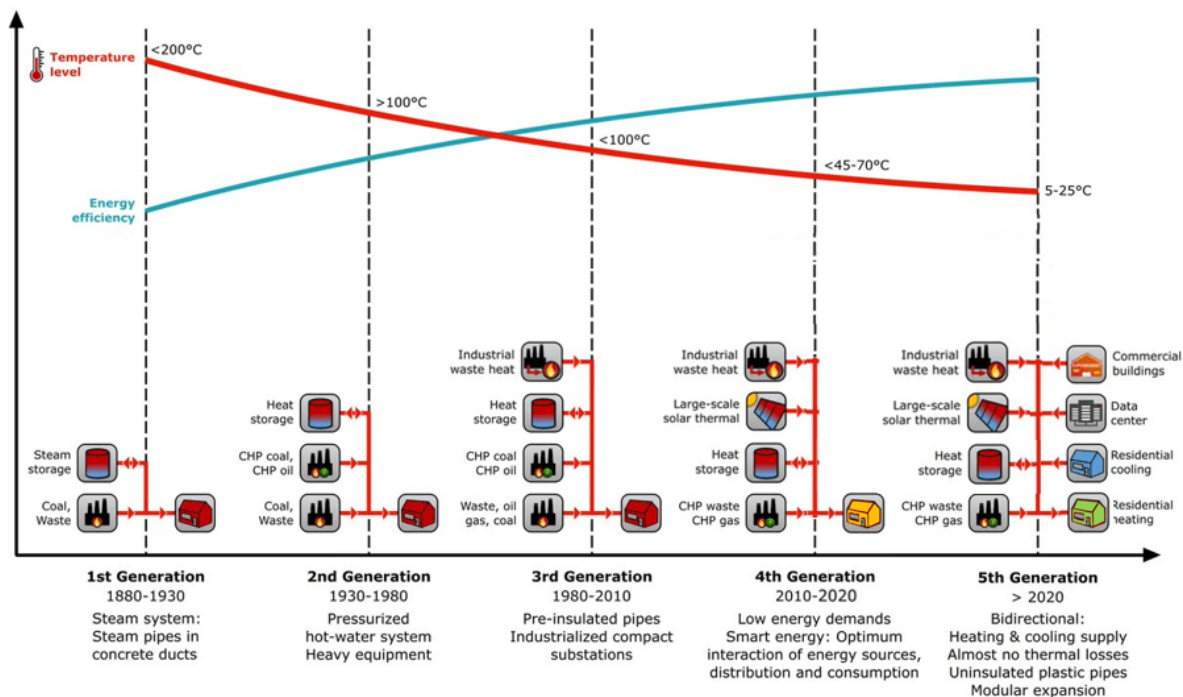
Een warmtenet is een manier van collectief verwarmen. Het laat toe om warmte van een warmtebron naar één of meerdere warmte-afnemers te transporteren. Deze warmte-afnemer kan bijvoorbeeld een gebouw zijn dat deze warmte gebruikt voor de ruimteverwarming of de productie van sanitair warm water. In zijn meest duurzame vorm bestaat de warmtebron uit een duurzame warmtebron, zoals restwarmte uit industriële processen.

Het net bestaat typisch uit een thermisch geïsoleerd ondergronds leidingennetwerk waarbij water de warmte transporteert. De leidingen zijn steeds in paren te vinden: een heen- en een retourleiding.



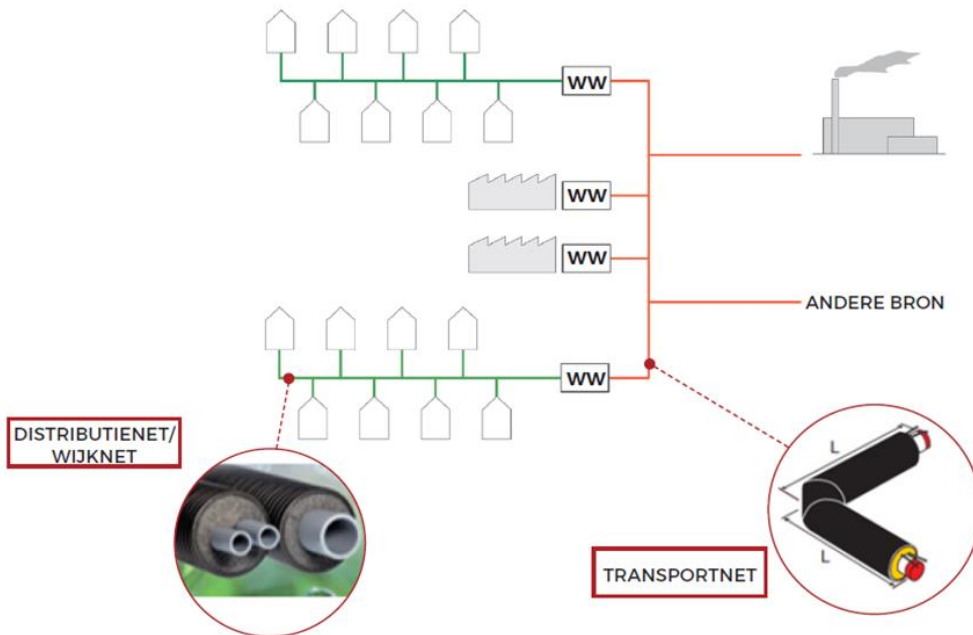
Figuur 35: Warmtenet

De warmtenettechnologie heeft al een belangrijke evolutie doorgemaakt. De temperatuur van het warmtenet speelt daarbij een belangrijke rol:



Figuur 36 overzicht evolutie van warmtenetten¹⁷

Een stadswarmtenet bestaat typisch uit een **transportnet** en diverse onderliggende **distributie- of wijknetten**. Dit is equivalent aan het elektrische net met een middenspanningsnet en diverse laagspanningsnetten. Het warmtenetequivalent van de transformatoren tussen midden- en laagspanningsnetten zijn de warmtewisselaars tussen transportnet en de distributienetten. Op het transportnet kunnen rechtstreeks grote warmteklanten worden aangesloten (vanaf ca. 1 MW).



Figuur 37 Warmtenettopologie: equivalent aan het elektrische net

Een warmtenet kan zowel op hoge als lage temperatuur uitgerust worden.

¹⁷ <https://www.ecovat.eu/nieuws/5e-generatie-warmtenetten/> (geraadpleegd d.d. 02-2021)

Tabel 7 Vergelijking individuele en collectieve verwarming (uiteraard sterk contextafhankelijk)

Individuele verwarming	Collectieve verwarming
Enkel kleinschalige duurzame warmtebronnen kunnen benut worden	Klein- en grootschalige duurzame warmtebronnen kunnen rendabel benut worden (die bij individuele installaties niet benut zouden kunnen worden)
Eenvoudige installatie	Meer complexe installaties
Beperkte verdeel- en distributieverliezen	Verdeel- en distributieverliezen
Individuele eigenaars staan in voor onderhoud, beheer, vervanging van de verwarmingstoestellen,...	Ontzorging van de warmte-afnemers: de warmtenetbeheerder en warmteproducent staan in voor onderhoud en beheer.
Vooraf individuele kosten	Hoge collectieve kost, maar laat toe eenvoudiger om de warmtevraag voor minder kapitaalkrachtige warmte-afnemers te verduurzamen
Meest vertrouwde technologie	Hoge projectcomplexiteit
Maakt vooral gebruik van bestaande nutsinfrastructuur	Vereist volledig nieuwe nutsinfrastructuur
Niet steeds een oplossing voor moeilijk te isoleren gebouwen (bv. historische monumenten)	Biedt wel een mogelijke oplossing voor moeilijk te isoleren gebouwen

7.4 DUURZAME WARMTE-TECHNIEKEN

7.4.1 OVERZICHT MOGELIJKHEDEN

Er zijn vele fossielvrije of duurzame mogelijkheden. Hieronder is een selectie van de mogelijkheden te vinden:

Tabel 8 Overzicht duurzame warmte-technieken (sterk contextafhankelijk)

	Hernieuwbaar?	Beschikbaar temperatuur-niveau	Geschikt voor individueel, woning	Geschikt voor individueel, groot gebouw	Geschikt voor collectief
Warmtepomp (buitenlucht)	Ja	Laag	X	X	X
Warmtepomp (BEO)	Ja	Laag	X	X	X
Warmtepomp (KWO)	Ja	Laag		X	X
Warmtepomp (oppervlaktewater)	Ja	Laag		X	X
Warmtepomp (riothermie)	Ja	Laag		X	X
Biomassaketel	Ja, niet altijd duurzaam	Hoog		X	X
Industriële restwarmte, al dan niet in combinatie met een warmtepomp	Afhankelijk van de brandstof, vaak wel gezien als duurzaam	Sterk afhankelijk		X	X
Warmtekrachtkoppeling	Afhankelijk van de brandstof, vaak wel gezien als duurzaam	Hoog		X	X
Zonne-energie	Ja	Seizoensafhankelijk	X	X	X
Groen gas/groene waterstof	Ja	Hoog	X	X	X

7.4.2 WARMTEPOMPEN

ALGEMENE WERKING

De werking van een warmtepomp is te vergelijken met die van een koelkast. Warmte uit de omgeving wordt opgenomen/onttrokken door de warmtepomp en laat de koelvloeistof op lage druk in de warmtepomp verdampen naar een gas in een verdampers. Door de druk van dit gas te verhogen met een compressor, wordt de warmte-inhoud van dit gas hoger dan wat initieel aan warmte uit de omgeving werd onttrokken. Door vervolgens dit gas over een condensor te laten gaan, geeft dit gas haar warmte af aan de condensor en verdampt weer tot een vloeistof. De condensor wordt doorgaans aangesloten op bijvoorbeeld een CV-circuit voor verwarming. Vervolgens expandeert het gas weer tot een lage druk en kan het gehele proces weer opnieuw plaatsvinden.

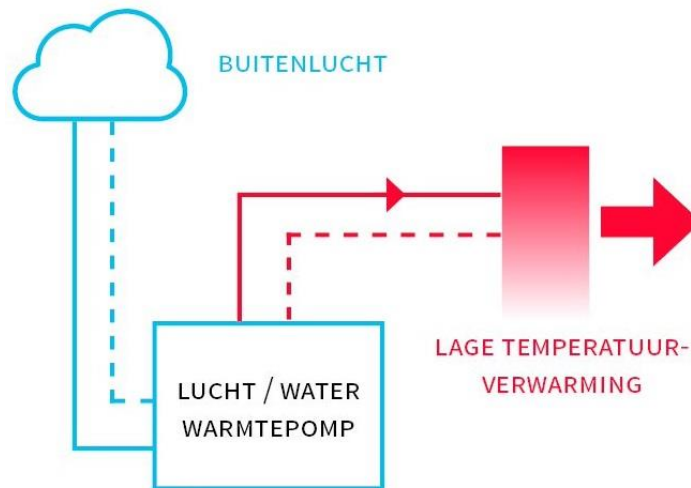
Op deze manier brengt de warmtepomp warmte van een lage temperatuur over naar een hoge temperatuur.

De warmteafgifte bij een warmtepomp gebeurt bij voorkeur door een lagetemperatuurafgiftesysteem zoals bijvoorbeeld vloerverwarming. Hoe lager de CV-temperatuur, hoe beter het rendement van een warmtepomp en hoe minder elektriciteit ze verbruikt.

Een warmtepomp onttrekt dus warmte aan de omgeving. Deze omgevingswarmte kan bestaan uit diverse lagetemperatuurbronnen. De volgende paragrafen bespreken de meest voorkomende warmtebronnen

BUITENLUCHT

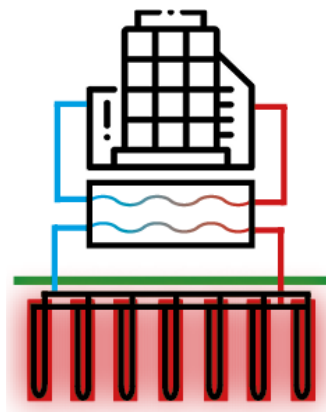
De buitenlucht kan dienen als warmtebron voor een warmtepomp. Bij lage buitentemperaturen hebben lucht/water warmtepompen een vrij laag rendement.



Figuur 38 schematische weergave lucht-water warmtepomp

BOORGATENERGIEOPSLAG (BEO)

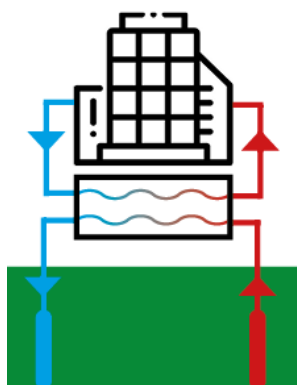
Boorgatenenergieopslag is een vorm van ondiepe geothermie. Een BEO-veld bestaat uit een gesloten watercircuit in (meestal) verticale buizen in de grond. In dit gesloten circuit wordt warmte uitgewisseld met de bodem. In de winter wordt er warmte uit de bodem onttrokken met een warmtepomp. Tijdens de zomer dient de bodem opnieuw opgewarmd te worden, bijvoorbeeld door gebruik te maken van (zo goed als gratis) passieve koeling via een warmtewisselaar. De zomerwarmte wordt dus opgeslagen in de bodem om in de winter zeer efficiënt met de warmtepomp opnieuw te benutten. Daarom wordt deze techniek eveneens ook seizoensenergieopslag genoemd.



Figuur 39 schematische weergave BEO

KOUDE-WARMTEOPSLAG (KWO)

Koude-warmteopslag is eveneens een vorm van ondiepe geothermie en van seizoensenergieopslag. In plaats van te werken met verticale buizen, maakt KWO gebruik van het grondwater uit grondwaterlagen dat wordt opgepompt. De mogelijkheid om KWO toe te passen is sterk afhankelijk van de aanwezigheid van aanwezige ondergrondse watervoerende pakketten.



Figuur 40 schematische weergave KWO

Een KWO-veld vergt een vergaande opvolging voor zowel het thermisch evenwicht als bewaking van de grondwaterkwaliteit. Verschillende lagen grondwater kunnen immers een chemische reactie veroorzaken wat tot verstoppingen kan leiden. Hierdoor is deze technologie best toe te passen voor grote gebouwen en sites waar de opvolging gegarandeerd wordt.

LAGETEMPERATUURRESTWARMTE

Een warmtepomp kan ook aan verdamperzijde gevoed worden met een apart watercircuit. Hiervoor kunnen verschillende bronnen aangewend worden, zoals restwarmte van de industrie, afvalwater (riothermie)¹⁸ of oppervlaktewater.

Toepassing:

Bij dit systeem is er aan de primaire zijde een watercircuit nodig. Aangezien dit op individueel niveau vaak niet beschikbaar is voor een woning of appartement, is deze technologie vooral op grotere schaal het best toepasbaar.

GASWARMTEPOMP

Ten slotte bestaat er ook de gaswarmtepomp. Deze warmtepomp werkt hoofdzakelijk op basis van. Er bestaan twee verschillende soorten gaswarmtepompen:

- Gasabsorptiewarmtepomp: aardgas wordt verbrand voor een absorptieproces (aanvoertemperaturen tot 65 a 70 °C)
- Gasmotorwarmtepomp: aardgas wordt gebruikt om een verbrandingsmotor aan te drijven, die de compressor aandrijft (aanvoertemperaturen zoals lucht-waterwarmtepomp)

Het rendement van een gaswarmtepomp ligt lager dan dat van andere types warmtepompen en gaat tot ongeveer 169%.

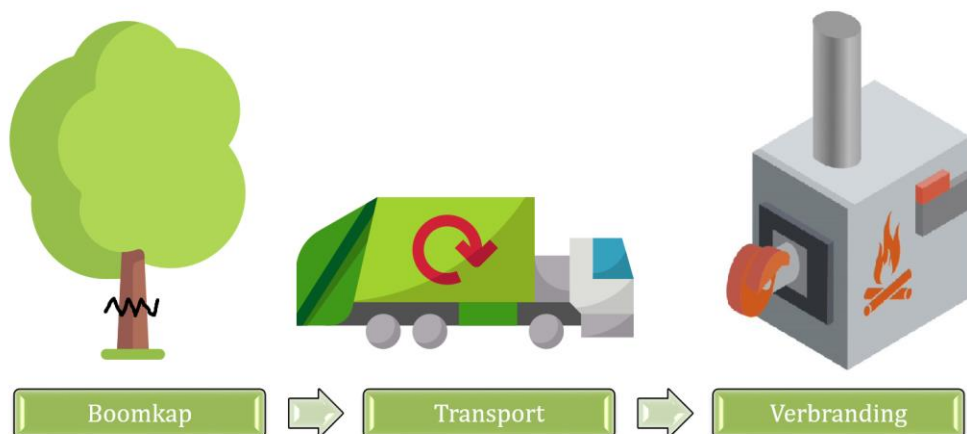
7.4.3 BIOMASSA

ALGEMEEN WERKINGSPRINCIPE

Een biomassaketel produceert warmte door de verbranding van biomassa. Biomassa is een brandstof die zijn oorsprong vindt in plantaardige grondstoffen (hout- en boskap) en dierlijk (rest)materiaal zoals onder andere suikerriet, mais, koolzaadolie, palmolie en dierlijke vetten. De meeste biomassaketels verbranden pellets of houtsnippers.

Een biomassaketel kan dezelfde temperatuurregimes produceren als een condensatieketel.

¹⁸ Zie ook https://pixii.be/sites/default/files/4_jorisdedecker_ingenium_riothermie.pdf



Figuur 41 Principeschema biomassa

ANDERE VORMEN VAN DE VERWERKING VAN BIOMASSA

Naast de 'klassieke' verbranding van hout zijn er nog twee mogelijkheden voor de toepassing van biomassa, namelijk biomassavergisting en houtvergassing. Voordeel van deze twee mogelijkheden is dat er met het opgewekte gas een WKK gevoed kan worden waardoor er zowel warmte als elektriciteit geproduceerd kan worden. Nadeel bij beide processen is dat er op voorhand (veel) extra warmte nodig is om de biomassa om te zetten naar een gas.

7.4.4 INDUSTRIËLE RESTWARMTE

Industriële restwarmte is nog het beste te omschrijven als warmte die op overschot is in de industrie¹⁹. In industriële processen kan vaak enkel warmte met hogere temperaturen (meer dan 100° Celsius) gebruikt worden. De 'minderwaardigere' warmte met lagere temperaturen die niet voor de industrie zelf kan worden toegepast, bevat vaak nog genoeg warmte die als een directe bron kan dienen voor de verwarming van een woon- of stadsdijk.

Een mogelijk overschot aan industriële restwarmte is altijd locatie specifiek; een grote haven, industrieterrein of afvalverbrandingsinstallatie zijn bijvoorbeeld gekende bronnen van industriële restwarmte. Vaak zijn deze bronnen verder afgelegen van de woonrijke gebieden in de stad.

In deze situatie is een warmtenet nodig om de verbinding te maken tussen de warmtebron en de afnemers.

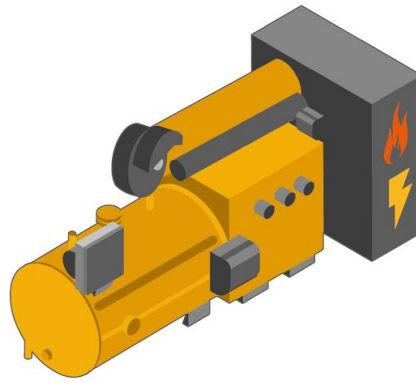
7.4.5 WARMTEKRACHTKOPPELING (WKK)

Een warmtekrachtkoppeling (WKK) is een installatie die tegelijkertijd warmte en elektriciteit produceert. Bij kleinere installaties wordt de elektriciteit opgewekt door middel van een verbrandingsmotor die een elektrische generator aandrijft en waarbij de restwarmte gerecupereerd wordt. Er bestaan WKK's uitgerust voor de verbranding van aardgas, stookolie, biogas of koolzaadolie.

Grootschalige WKK-installaties werken eerder als een thermische centrale met een stoomturbine voor de elektriciteitsproductie (soms in combinatie met een gasturbine) waarbij de restwarmte gerecupereerd wordt en nuttig gebruikt kan worden.

Het voordeel van een gecombineerde warmte- en elektriciteitsproductie ligt in het hogere gecombineerde rendement ten opzichte van gescheiden klassieke (fossiele) warmte- en elektriciteitsproductie.

¹⁹ Zie ook <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359431117347919>



Figuur 42 Schematische weergave van een WKK

7.4.6 ZONTHERMIE

ZONNEBOILER

Een zonneboiler zet zonnestraling om in warmte en slaat die warmte op in een voorraadvat. De warmte van de zon wordt vooral gebruikt voor het sanitair warm water. Voor grotere systemen is het ook mogelijk om ook een deel van de warmtevraag voor ruimteverwarming hiermee te voorzien. De warmteproductie is uiteraard sterk variërend.

Zonthermische centrales gebruiken de zonnewarmte om een warmtevoerend medium te verhitten. Dit medium is veelal water. Zonthermische centrales kunnen zowel collectief als individueel opgebouwd worden. Bij collectieve installatie wordt de geproduceerde warmte verdeeld via een gecentraliseerd warmtenet. Ook individuele en kleinschalige installaties zijn mogelijk. Zo wordt zonthermie frequent gebruikt in de residentiële sector voor de (voor)verwarming van sanitair warm water.



Figuur 43 Toepassing van een zonneboilerinstallatie
(bron: eigen archief Ingenium)

Door zonthermie opgewekte warmte heeft echter een belangrijk nadeel: de installatie wekt het meeste warmte op in de zomer, wanneer er het minste nood is aan warmte en vice versa. Enkele ambitieuze projecten lossen dit probleem op door op grote schaal de warmte te bufferen, zodat warmte die in de zomer is opgewekt, kan worden opgeslagen in deze buffer en zo weer in de winter kan worden gebruikt. Hiervoor zijn echter enorme volumes en is bijgevolg veel ruimte voor nodig. Ook warmtepompen vinden in een dergelijk concept hun toepassing, zoals bijvoorbeeld in het zonthermisch net van Graz²⁰.

²⁰ Meer info: Patrick Reiter, Hannes Poier, Christian Holter, BIG Solar Graz: Solar District Heating in Graz – 500,000 m² for 20% Solar Fraction, Energy Procedia, Volume 91, 2016

PARABOLISCHE ZONNESPIEGEL

Naast een zonneboiler voor de opwekking van warm water, kan de zon ook nog op een andere manier worden toegepast. Door middel van parabolische spiegels wordt het zonlicht geconcentreerd op een receptor. In deze receptor vangt olie de warmte op die vervolgens in een warmtewisselaar wordt afgegeven aan bijvoorbeeld water. Dit water kan zo doende nog verder verdampen tot stoom.

Dit systeem heeft doorgaans een rendement van ongeveer 60% en wekt temperaturen op tot 400°C. belangrijk is dat de warmte gebufferd kan worden voor momenten dat de vraag groot is.

Dit proces wordt ook wel CSP (concentrated solar power) genoemd en is al een aantal keer toegepast in proefprojecten in Vlaanderen voor industriële toepassingen.

7.4.7 DIEPE GEOTHERMIE

Diepe geothermie omvat het benutten van de aanwezige energie in de diepe en warme aardkost. Bij diepe geothermie wordt warm water (of stoom) uit een diepe boring (meer dan 2 km) onttrokken. Temperaturen van 70°C tot meer dan 200°C zijn mogelijk, in functie van de bodemsamenstelling en de boordiepte. De opgepompte warmte kan rechtstreeks gebruikt worden om een warmtenet te voeden. Daarnaast kan via een klassieke stoomcyclus ook elektriciteit geproduceerd worden.

De technologie is nieuw voor Vlaanderen, maar ondermeer het VITO zet hier al sterk op in²¹. De toepasbaarheid is evenwel sterk regionaal gebonden. Vooral ten noorden van de lijn Antwerpen – Lier – Hasselt lijkt diepe geothermie het meest rendabel²².

Naar investering is de prijs per boring zeer hoog, voordeel is wel dat er meestal maar 1 of 2 boringen in totaal nodig zijn. Corrosie en de invloed van aardlagen op de boorleidingen hebben daarnaast ook de nodige impact op het systeem.

De omgeving van Mechelen is niet geschikt voor diepe geothermie²³.

²¹ <https://vito.be/nl/diepe-geothermie>

²² https://www.energiesparen.be/sites/default/files/atoms/files/Potentieel_diepe_geothermie_2030.pdf

²³ https://www.energiesparen.be/sites/default/files/atoms/files/Potentieel_diepe_geothermie_2030.pdf