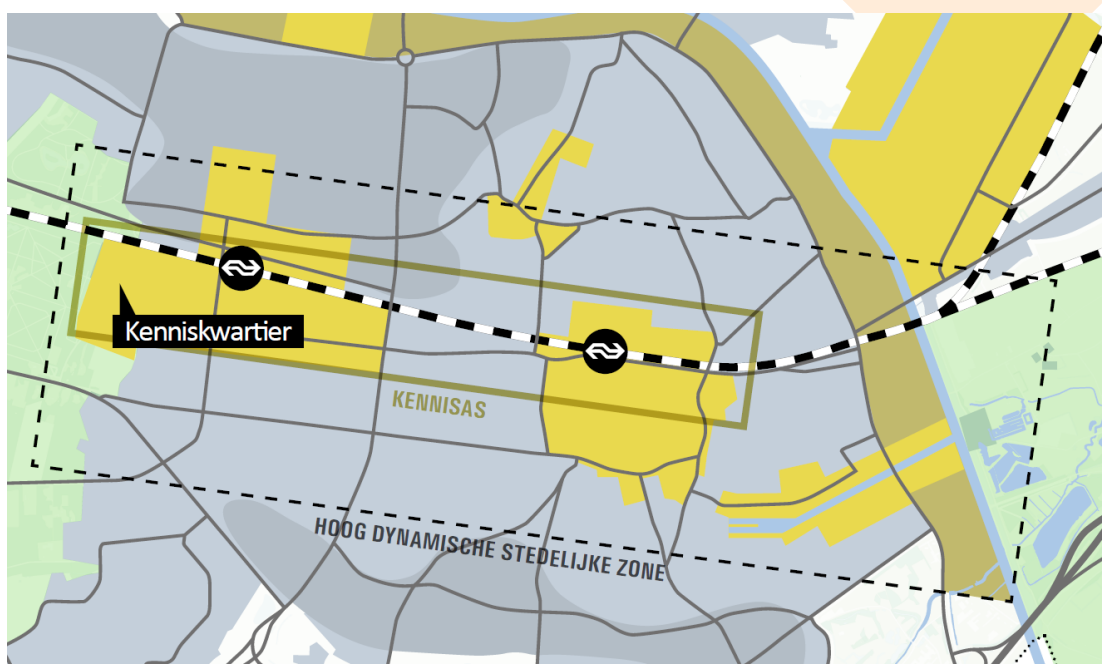


TUSSENRAPPORT

ENERGIESCAN KENNISKWARTIER TILBURG



TUSSENRAPPORT

ENERGIESCAN KENNISKWARTIER TILBURG

Opdrachtgever

Gemeente Tilburg
Stadhuisplein 130
5038 TC Tilburg

Contactpersoon: Gijs Evers

E gijs.evers@tilburg.nl

Opdrachtnemer

Evert Vrins Energieadvies
Betuwestraat 14
5018 AK Tilburg

06-50737613

vrins@evertvrinsenergieadvies.nl

2022 – 767

Tilburg, 6 september 2022



INHOUDSOPGAVE

1	Samenvatting	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Doel en ambitie	4
1.3	Conclusies	5
1.4	Aanbevelingen	11
2	Locatiebeschrijving	13
2.1	De locatie	13
2.2	De energievoorziening	14
2.3	Programma	14
2.4	Omgeving van de locatie	15
3	Ambities voor de studie	16
3.1	Ambities	16
3.2	Studiedoel	17
3.3	Afweging energievoorziening	18
4	Mogelijkheden voor de energievoorziening	19
4.1	Energiezuinigheid bestaande gebouwen Kenniskwartier	19
4.2	Infrastructuur	22
4.3	Geschikte infrastructuur	24
4.4	Duurzame energie	25
4.5	Restwarmte	32
4.6	Afweging toepassing duurzame energiebronnen	32
4.7	Potentieel duurzame energie voor Kenniskwartier	34
5	Concepten voor de energievoorziening	36
5.1	Energiezuinige gebouwen	36
5.2	Transitie netwerken	37
5.3	Duurzame energieproductie	39
5.4	Varianten energievoorziening (individueel)	39
5.5	Varianten energievoorziening (collectief)	40
5.6	Opslag en regeling energievoorziening	42
5.7	Afweging energievoorziening	42
6	Governance van de energievoorziening	46
6.1	Opties voor de governance van een warmtenet	46
7	Consequenties van de maatregelen	50
7.1	Energiebehoefte bij diverse scenario's van de ontwikkeling	50
7.2	Ruimtegebruik gebouwgebonden en in de stedelijke omgeving	51
8	Sturing door de gemeente Tilburg	53

1 Samenvatting

1.1 Aanleiding

Het Kenniskwartier (werknaam) in Tilburg maakt onderdeel uit van de “Kennisas” in Tilburg die loopt van Tilburg University aan de westzijde tot Interpolis aan de oostzijde. Het Kenniskwartier is het westelijke deel van de Kennisas en loopt van de universiteit tot de Ringbaan West. De Kennisas maakt weer onderdeel uit van de hoog dynamische stedelijke zone met daarbinnen bijvoorbeeld ook de ontwikkelingen van het Piushavengebied.

Binnen de Kennisas is voor de Binnenstad, de Spoorzone en het Veemarktgebied al een gebiedsvisie aanwezig en in uitvoering. Voor het Kenniskwartier is dat nog niet het geval.

De gemeente Tilburg ontwikkelt nu een ruimtelijke verkenning voor het Kenniskwartier in Tilburg. In de visie van de gemeente Tilburg wordt het Kenniskwartier verdicht (ca 7.000 woningen erbij) en omgevormd tot een goed bereikbare locatie met hoogstedelijk woonmilieu en een hoogwaardige onderwijslocatie met sport en recreatie. Binnen 3 tot 5 jaar moet de schop de grond in voor de bouw van de eerste 1.500 woningen.

De gemeente Tilburg heeft de ambitie om in 2045 klimaatneutraal te zijn. Nieuwe ontwikkelingen dienen daarom meteen een hoge mate van energiezuinigheid te hebben met een duurzame energievoorziening, bij voorkeur gasloos, energieneutraal en betaalbaar. Dat vergt een complete transitie van de huidige energievoorziening. De gemeente Tilburg wil onderzoek naar de mate van energiezuinigheid en de kansen voor verschillende (adaptieve) vormen van energievoorziening voor het Kenniskwartier in Tilburg, rekening houdend met de gefaseerde ontwikkeling van de deellocaties en in synergie met de belangrijke ontwikkeldoelen van de locatie.

Deze energiescan geeft in eerste instantie een beeld van de mogelijkheden voor verduurzaming van de energievoorziening voor het Kenniskwartier op hoofdlijnen. In deze energiescan worden de mogelijkheden van verschillende vormen van energievoorziening geïnventariseerd en afgezet tegen de ambitie van de stad. In de opvolgende Energieverkenning worden de gekozen realistische vormen van energievoorziening vervolgens verder uitgewerkt.

1.2 Doel en ambitie

De doelstelling van het project is het ontwikkelen van een visie op de energieneutrale energievoorziening van Kenniskwartier Tilburg inclusief de strategische sturingsmogelijkheden van de gemeente daarbij.

Deze energiescan voor het Kenniskwartier in Tilburg is een eerste stap op weg naar een visie op de energievoorziening en brengt allereerst in beeld wat de mogelijkheden zijn voor een energiezuinig Kenniskwartier en de daarbij passende adaptieve vormen van energievoorziening. Eis aan het resultaat is dat synergie wordt gezocht met overige duurzaamheidsaspecten (water, vergroening, mobiliteit, klimaatadaptatie, betaalbaarheid) en overige aspecten zoals onder andere de ruimtelijke consequenties, gefaseerde ontwikkeling, nieuwe economie en recreatie.

De gemeente Tilburg heeft in deze fase van de ontwikkeling van het Kenniskwartier de volgende specifieke vragen over de energievoorziening:

- Wat is de energiebehoefte van het Kenniskwartier met bestaande en nieuwe gebouwen en mobiliteit en hoe is deze energiebehoefte kostenefficiënt te reduceren
- Welke adaptieve vormen van infrastructuur zijn mogelijk en hoe past dat in de openbare ruimte
- Welke vormen van duurzame energieopwekking komen in aanmerking
- Welke energiescenario's zijn mogelijk voor (delen van) het kenniskwartier en wat zijn daarbij de randvoorwaarden (o.a. inpassing openbare ruimten en gebouwen)
- Op welke wijze kan de transitie van de oude fossiele energievoorziening naar een nieuwe duurzame energievoorziening worden gerealiseerd
- Op welke manier kan in de toegenomen vraag naar elektriciteit worden voorzien door verzwaring van elektriciteitsnetten en andere innovatieve oplossingen
- Op welke wijze kan de ontwikkeling van de duurzame energievoorziening bijdragen aan innovatie en daarmee aan het imago van het Kenniskwartier
- Welke sturingsmogelijkheden heeft de gemeente Tilburg bij de uitvoering van de visie om van Kenniskwartier een gasloos en energieneutraal stadsdeel te maken

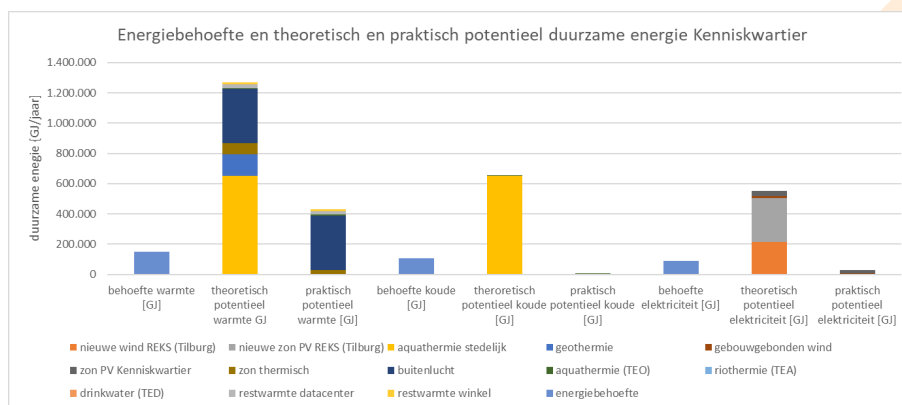
1.3 Conclusies

1. De ontwikkeling van een energieneutraal Kenniskwartier is mogelijk en technisch, organisatorisch en financieel haalbaar. Er zijn diverse mogelijkheden om de energievoorziening energieneutraal in te vullen.
2. De huidige en toekomstige energiebehoefte van het gebied is bestudeerd. De energiebehoefte na de stedelijke transitie van het Kenniskwartier^a neemt met ongeveer 25% toe ten opzichte van de huidige energiebehoefte. De toename is gering deels door sloop en vervangende nieuwbouw en deels door renovatie van gebouwen. De energiebehoefte is bij nieuwbouw op een betaalbare manier met bouwkundige maatregelen verder te beperken met maximaal 10% ten opzichte van standaard nieuwbouw. Verdergaande energiezuinigheid van de gebouwen is niet af te dwingen door de gemeente Tilburg. Wel kan de gemeente in overleg gaan met de ontwikkelaars om betaalbaar zuinige maatregelen bij gebouwen te treffen conform het nieuwbouwbeleid van de gemeente Tilburg.
3. Binnen het gebied is er zowel behoefte aan koude als aan warmte. De energiebehoefte van het gebied is ruim voldoende voor rendabele exploitatie van warmte- en koude netten. Uitwisseling van koude en warmte is mogelijk door een infrastructuur tussen

^a Het energiegebruik is nog exclusief het energiegebruik voor mobiliteit (laadpalen).

clusters gebouwen gekoppeld aan seizoensopslag. Op die manier is er substantieel minder duurzame energie nodig om het gehele gebied energieneutraal te verwarmen en koelen.

4. Bij nieuwbouw wordt geen gas toegepast^b. Gas in de bestaande gebouwen die worden gerenoveerd dient voor 2050 vervangen te worden door alternatieve vormen van energievoorziening. De gemeente Tilburg heeft de regie over het realiseren van gasloze wijken. De voorbereiding en uitwerking daarvan dient in samenspraak met stakeholders in de wijk te worden gerealiseerd. Nieuwbouw is een belangrijke startmotor voor het aardgasloos maken van de bestaande bouw in het gebied. Een integrale benadering van nieuwbouw en het aardgasvrij maken van de bestaande bouw leidt tot een voor alle partijen betere oplossing.
5. Het maximale potentieel aan duurzame energie is bestudeerd. Het theoretische en praktische potentieel aan duurzame energie is in onderstaande figuur afgezet tegen de totale energiebehoefte van het Kenniskwartier.



- a. Er zijn mogelijkheden voor duurzame warmte- en koude-opwek uit zon, aquathermie, buitenlucht, geothermie, riothermie, drinkwater en restwarmte uit datacenter, winkels en koeling uit overige utilitaire gebouwen. Er is daarmee voldoende duurzame energie beschikbaar om het volledige gebied van warmte en koude te voorzien. De uitwisseling van warmte- en koude tussen verschillende gebouwtypes leidt tot een forse daling in de totale behoefte aan duurzame energie. Daarmee is ook de totale koudebehoefte in te vullen. Gebruik van buitenlucht (hoger elektriciteitsgebruik en geluidsproductie) kan verder beperkt worden door de toepassing van andere duurzame bronnen (o.a. aquathermie of geothermie) van buiten de locatie.
- b. Het potentieel voor de opwek van duurzame elektriciteit binnen het gebied is beperkt. De optimalisatie daarvan door toepassing van urban windenergie en zonneweides (bijvoorbeeld op de infrastructuur) kan leiden tot een groter aandeel in de wijk opgewekte elektriciteit.

^b Woningen en gebouwen waarvan de aanvraag Omgevingsvergunning na 1 juli 2018 wordt ingediend worden door het nutsbedrijf niet meer aangesloten op aardgas.

- c. Het potentieel aan duurzame energie in de regio is zeer beperkt. Daarom is het van stedelijk belang duurzame energie in te zetten in die sector en geografische plaats waar die het best tot zijn recht komt. Voor biomassa is dat voor hogere temperaturen in de industrie en elektriciteitsopwekking. Bio-olie, biogas en waterstof zijn zeer geschikt voor automobilititeit. Zet die brandstoffen niet grootschalig in voor gebouwde omgeving. Hooguit voor de invulling van de piekvraag in de energievoorziening. Aardwarmte en geothermie kunnen worden ingezet voor het Kenniskwartier. Het is ook nodig voor andere gebieden in de stad. Een goede afweging waar welke duurzame warmte en koude in de stad kan worden ingezet is daarom van groot belang.
6. Beschikbare duurzame opties voor de warmte- en koudevoorziening zijn grootschalige opties die alleen collectief in het Kenniskwartier kunnen worden ingezet. Er is geconcludeerd dat collectieve systemen voor het Kenniskwartier rendabel kunnen worden geëxploiteerd. De volgende vormen van energievoorziening zijn in principe mogelijk:
- "all electric" energievoorziening
 - MTV warmtelevering met collectieve opwek en levering van water met een temperatuur van 55 °C met een afzonderlijk koudenet.
 - ZLTV bronnet met levering van water met een temperatuur van 12 – 18 °C en individuele of collectieve opwek per afnemen, per gebouw of per cluster.
 - MTV of LTV stadsverwarming met aanvullende koeling is in principe ook mogelijk. Er dient dan een aanvullende duurzame bron op het netwerk te worden ingevoerd. Bij uitbreiding van het Amernet streeft Tilburg naar een verminderde hoeveelheid verstookte biomassa in de Amercentrale^c.
7. Er is een afweging gemaakt tussen de verschillende vormen van energie-infrastructuur die toepasbaar is in het Kenniskwartier. De afweging is gegeven in de figuur.

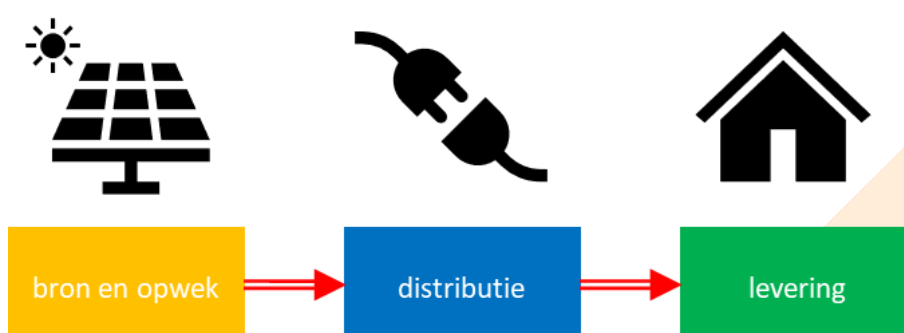
	"all electric"	ZLTV bronnet	LTV warmtelevering	MTV warmtelevering
Bestaande gerenoveerde woning	0	0	+	++
Bestaand gerenoveerd appartementen complex	--	++	+	++
Nieuw woning	++	++	++	--
Nieuw appartementen complex	+	++	+	--
Bestaand gerenoveerd utilitair gebouw	0	++	+	--
Nieuw utilitair gebouw	0	++	0	0

^c Raadsbesluit Uitgangspunt Transitievisie Warmte 2021_1103; 12 januari 2021.

Om de verbinding te kunnen maken tussen energievraag en -aanbod is slimme infrastructuur nodig. De energievoorziening met ZLTV bronnet met levering van 12 – 18 °C eventueel gecombineerd met een LTV- of MTV warmtenet voor de bestaande bouw voldoet het beste aan de onderstaande criteria:

- a. Energievoorziening met lage temperatuur om de inpassing van zoveel mogelijk vormen van duurzame opwek mogelijk te maken
 - b. Flexibiliteit in de energievoorziening voor toekomstige inpassing van innovatieve vormen van energievoorziening
 - c. Slimme koppelingen tussen elektriciteit, warmte en koude opwekking en -levering zodat de geproduceerde energie zoveel mogelijk binnen het gebied blijft
 - d. Energie-infrastructuur met mogelijkheid voor netwerkmanagement en balanceren van vraag en aanbod
 - e. Mogelijkheid voor inpassing van innovatie op het gebied van de energievoorziening zelf en in de combinatie met klimaatadaptatie en mobiliteit
8. Ook combinaties van deze vormen van energievoorziening zijn mogelijk. Door de toepassing van warmtelevering in cascade kan de warmte ver worden uitgeoeld waardoor meerdere vormen van duurzame energie mogelijk worden. Voor de energievoorziening zijn gelijktijdig meerdere duurzame bronnen nodig. Een open net waarbij meerdere aanbieders warmte aanbieden is dan een mogelijkheid.
9. Er ligt een stadsverwarmingsnet in het Kenniskwartier. Een grootschalige uitrol van stadsverwarming ligt niet voor de hand. De bron van stadsverwarming is biomassa. De gemeenteraad van Tilburg heeft aangegeven geen biomassa te willen inzetten voor nieuwe gebouwen. Stadsverwarming is alleen een optie als specifiek voor het Kenniskwartier nieuwe duurzame bronnen worden ingekoppeld in het stadsverwarmingsnet.
10. Duurzame energie wordt niet gelijktijdig met de energiebehoefte geproduceerd. Om netwerken in het Kenniskwartier en de omgeving daarvan niet onnodig te belasten is innovatie nodig op het gebied van netwerkmanagement en opslag. Door het zoeken naar innovatieve “cross overs” tussen elektriciteits-, koude- en warmteproductie en -opslag is de belasting op het netwerk te reduceren en de geproduceerde duurzame energie binnen het gebied te houden. De schaal van het Kenniskwartier en de diversiteit aan energievragers binnen het gebied is daarvoor erg geschikt. Belangrijke kansen liggen hier in de koppeling van de energievoorziening voor elektrisch vervoer en de gebouwde omgeving.
11. De bodem in het Kenniskwartier en de directe omgeving daarvan wordt in de toekomst intensief gebruikt voor energieopslag in de bodem. Er zijn ca 25 tot 25 bronnen mogelijk in het Kenniskwartier terwijl er ca 50 nodig zijn. Het voeren van regie over de bodem is daarom van groot belang om uiteindelijk de maximale capaciteit van de bodem te kunnen benutten.

12. Om flexibiliteit in de energievoorziening nu en naar de toekomst open te houden dient de energievoorziening voor het gehele gebied nu nog niet te worden vastgelegd. Beter is het de energievoorziening vraaggestuurd op te bouwen per cluster. De clusters te koppelen via een zeer lage temperatuur bronnet. Dit bronnet wordt dan gebruikt voor uitwisseling van energie tussen clusters, de energiebronnen en de opslag. Hoge voorinvesteringen worden zo vermeden. Er is maximale flexibiliteit voor uitwisseling van energie tussen clusters en de inpassing van alle vormen van duurzame energie en mogelijkheden voor innovatie daarin.
13. De governance structuur voor warmtenetten in het Kenniskwartier is nader onderzocht. Een warmtenet bestaat in hoofdzaak uit drie onderdelen. De duurzame energiebron en eventuele opwek met warmtepompen, de distributie en de levering.



Het eigendom en de exploitatie van de drie verschillende onderdelen van een warmtenet kan bij verschillende partijen berusten. Elk onderdeel kan afzonderlijk van een andere (semi)publieke partij, marktpartij of coöperatie zijn. De belangen van de verschillende partijen zijn gegeven in de onderstaande figuur.

	bron	distributie	levering
gemeente	duurzaam	betrouwbaar	betrouwbaar
provincie	duurzaam	betrouwbaar	betaalbaar
semi(publieke) netbeheerder		betrouwbaar	betrouwbaar
waterschap	duurzaam	regie open netwerk	betaalbaar
netbeheerder	rendabel		
	klimaatadaptatie		
marktpartij	rendement	betrouwbaar	rendement
coöperatie	rendabel		
	betrokkenheid		

In onderstaande figuur zijn de potentiële partijen per onderdeel van het warmtenet aangegeven op basis van de analyse uit deze energiescan.

bron	distributie	levering
marktpartij	marktpartij	marktpartij
marktpartij	(semi)publiek	(semi)publiek
marktpartij	(semi)publiek	marktpartij
coöperatie	marktpartij	marktpartij
coöperatie	coöperatie	coöperatie
coöperatie	(semi)publiek	(semi)publiek
coöperatie	(semi)publiek	coöperatie
(semi)publiek	(semi)publiek	(semi)publiek
(semi)publiek	marktpartij	marktpartij

Er zijn 8 logische combinaties voor het eigendom en de exploitatie van warmtenetten.

Daarvan zijn er 5 waarbij de gemeente of een andere (semi)publieke partij een rol speelt.

14. De ontwikkeling van een energieneutraal Kenniskwartier gaat niet autonoom. Sturing van de gemeente Tilburg is noodzakelijk. De gemeente heeft weinig middelen om een energieneutraal Kenniskwartier af te dwingen. Mogelijkheden zijn enerzijds het maken van afspraken met ontwikkelaars over energiezuinigheid van de gebouwen en de maximalisatie van de opwek van duurzame energie en anderzijds project overstijgend over de hoofdinfrastructuur, opwek duurzame energie op de schaal van Kenniskwartier en sturing van het gebruik van de ondergrond. Geschikte mogelijkheden zijn:
 - a. Op het gebied van energiezuinigheid kan de gemeente geen aanvullende eisen stellen bovenop het Bouwbesluit. Wel kan in overleg met de ontwikkelaars vrijwillige aanscherping van de energiezuinigheid worden overeengekomen (Nieuwbouwbeleid Tilburg) en kan bij aanbestedingen energieneutraliteit als randvoorwaarde worden meegegeven.
 - b. Belangrijke middelen van de gemeente vanuit de AMvB Bodembescherming zijn het Interferentieplan en het Bodemenergieplan. Gezien de toekomstige drukte in de ondergrond is het nodig om een Bodemenergieplan op te stellen voor het gebied. Daarmee kan de ontwikkeling van bodemenergie worden geordend en gestuurd. Daarnaast kan de gemeente vergunning aanvragen voor alle potentiële bronnen in het gebied. Aan het gebruik van die bronnen kunnen dan voorwaarden worden gesteld.
 - c. Ander sturingsinstrument is de Concessie voor de energieproductie en -levering. Het nieuwe Klimaatakkoord voorziet er verder in dat gemeenten een grotere regierol krijgen bij de aanleg van warmtenetten. Het netwerk kan in (semi)publieke handen te zijn. Dan ligt de regie over de bronnen en levering ook bij de overheid.
15. Het is belangrijk de afweging over de governance structuur te maken voorafgaand aan verdere invulling van de energievoorziening. Daarbij kan onderscheid gemaakt worden tussen de energievoorziening per cluster (verantwoordelijkheid ontwikkelaars) en de openbare infrastructuur tussen de clusters en de energiebronnen en opslag.

1.4 Aanbevelingen

1. Besluit om:
 - a. Het Kenniskwartier energieneutraal te ontwikkelen
 - b. Nieuwbouw een startmotor te laten zijn voor de transitie van de bestaande bouw naar een aardgasvrije en duurzame energievoorziening
 - c. Als gemeente de regie te nemen over de keuze van de energievoorziening
 - d. Ga als gemeente in overleg met de ontwikkelaars om de nieuwbouw te laten voldoen aan het Nieuwbouwbeleid van de gemeente Tilburg
2. Kies voor een energie-infrastructuur waarbij:
 - a. Alle vormen van duurzame energie kunnen worden gekoppeld in een systeem (open net)
 - b. Uitwisseling van koude en warmte mogelijk is door een infrastructuur tussen clusters gebouwen gekoppeld aan seizoensopslag
 - c. Voor de bestaande bouw een goede optie wordt geboden om over te stappen op een aardgasvrij alternatief
 - d. Kies voor een energievoorziening bestaande uit een combinatie van de volgende vormen van energievoorziening:
 - i. “all electric” energievoorziening
 - ii. ZLTV bronnet met levering van water met een temperatuur van 12 – 18 °C en individuele of collectieve LTV of MTV opwek per afnemer, per gebouw of per cluster
 - iii. met flexibiliteit in de energievoorziening nu en naar de toekomst
 - iv. bouw de energievoorziening vraaggestuurd op bouwen per cluster.
 - v. koppel de clusters voor uitwisseling van energie via een zeer lage temperatuur bronnet.
3. Werk de quick scan naar de beschikbare duurzame energiebronnen verder uit zodat het theoretisch en praktisch potentieel aan duurzame energie beter in beeld komen.
Overweeg daarbij de volgende stappen te zetten:
 - a. Onderzoek het stedelijke potentieel aan warmtebronnen en werk een strategie uit waarbij voor alle wijken in de stad voldoende potentieel aan warmtebronnen beschikbaar komt
 - b. De maximale opwek van elektriciteit binnen het gebied is beperkt. Leg vast dat alle daken (en gevels) in het Kenniskwartier optimaal benut dienen te worden voor zonnestroom. Daken (en gevels) die niet optimaal benut worden door de ontwikkelaar dienen beschikbaar te worden gesteld aan de gemeente Tilburg voor het realiseren van zon- of windprojecten.
 - c. Onderzoek of de toepassing van urban windenergie en zonneweides (bijvoorbeeld op de infrastructuur) kan leiden tot een groter aandeel in de wijk opgewekte elektriciteit.

4. Werk de potentieel mogelijke opties voor de governance van de energievoorziening verder uit en beslis daarna over een van de opties.

bron	distributie	levering
marktpartij	marktpartij	marktpartij
marktpartij	(semi)publiek	(semi)publiek
marktpartij	(semi)publiek	marktpartij
coöperatie	marktpartij	marktpartij
coöperatie	coöperatie	coöperatie
coöperatie	(semi)publiek	(semi)publiek
coöperatie	(semi)publiek	coöperatie
(semi)publiek	(semi)publiek	(semi)publiek
(semi)publiek	marktpartij	marktpartij

5. Onderzoek innovatieve “cross overs” tussen elektriciteits,- koude- en warmteproductie en -opslag, netwerkmanagement en opslag om de belasting op het netwerk te reduceren en de geproduceerde duurzame energie binnen het gebied te houden. Onderzoek daarbij ook de relatie met mobiliteit.
6. Voer regie over de ontwikkeling van een energieneutrale energie-infrastructuur in het Kenniskwartier. Geschikte mogelijkheden zijn:
- Ga in overleg met de ontwikkelaars teneinde vrijwillige aanscherping van de energiezuinigheid overeen te komen (Nieuwbouwbeleid Tilburg) en geef bij aanbestedingen energieneutraliteit als randvoorwaarde mee.
 - Belangrijke middelen van de gemeente vanuit de AMvB Bodembescherming zijn het Interferentieplan en het Bodemenergieplan. Gezien de toekomstige drukte in de ondergrond is het nodig om een Bodemenergieplan op te stellen voor het gebied. Daarmee kan de ontwikkeling van bodemenergie worden geordend en gestuurd. Daarnaast kan de gemeente vergunning aanvragen voor alle potentiële bronnen in het gebied. Aan het gebruik van die bronnen kunnen dan voorwaarden worden gesteld.
 - Overweeg het netwerk van de warmte- en koude-infrastructuur in (semi)publieke handen te leggen. Voer gelijktijdig de over de toe te laten duurzame bronnen (open netwerk).

2 Locatiebeschrijving

2.1 De locatie

Het gebied ligt ten zuiden van het spoor Tilburg – Breda rondom station Tilburg Universiteit en loopt van Tilburg University in het westen tot de Rongbaan West aan de oostzijde van het gebied. De locatie is oorspronkelijk gebouwd vanaf begin jaren '60 van de vorige eeuw. Vooral in de 60-er en 70-er jaren is de wijk ontwikkeld. De meeste woningen en gebouwen zijn toen gerealiseerd. Een aantal van die gebouwen is inmiddels gesloopt en vervangen. Andere zijn of worden gerenoveerd. Recent in de jaren '00 is in het gebied Universiteit Campus nog extra gebouwd. Er zijn in dat gebied ca 560 woningen bij gekomen.



Figuur 3 Beschouwde gebied Kenniskwartier.

In figuur 3 is het gehele gebied uitgelicht.

Gebiedskenmerken

- Het gebied overlapt 9 buurten in Tilburg, waarvan 6 volledig en drie gedeeltelijk;
- De totale omvang van het gebied is 74 hectare
- Bestaande gebouwde omgeving bestaat uit 2.200 woningen en 270.000 m² utiliteit
- Meer dan de helft van de gebouwen heeft als functie onderwijs of daaraan gerelateerde functies.

- Een bouwprogramma van 6.900 woningen en ca 100.000 m² BVO commercieel vastgoed en 170.000 m² BVO maatschappelijk vastgoed.
- Gebouwen zijn in eigendom bij verschillende eigenaren

De bebouwing verschilt sterk per buurt. Soms alleen maatschappelijk vastgoed (Universiteit) en soms alleen wonen (Abdij- en Torenbuurt).

De huidige bestemming van de gebouwen is vooral utilitaire bebouwing voor onderwijs, winkels en kantoren. Voor de nieuwe gebouwen zijn de bestemmingen nog niet bekend.

2.2 De energievoorziening

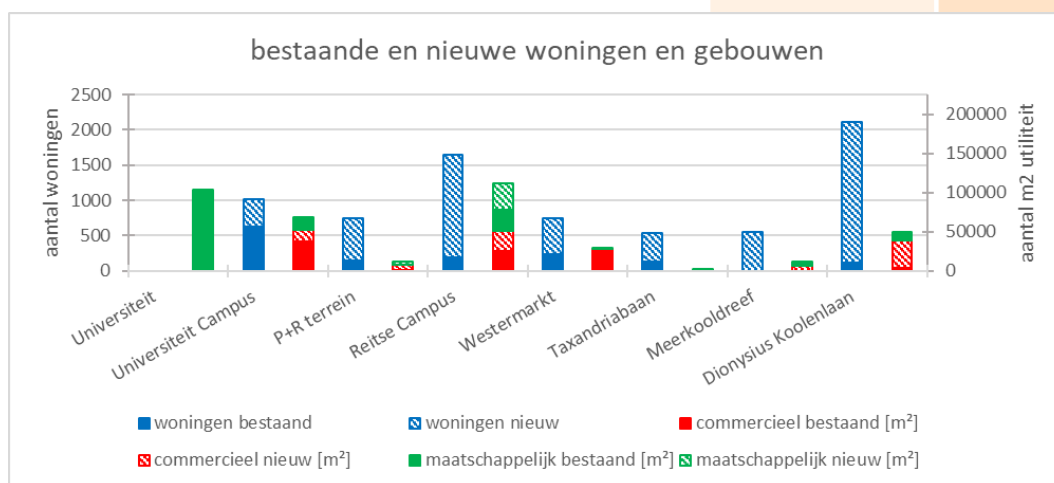
In het plangebied is een infrastructuur voor gas en elektriciteit aanwezig. Daarnaast is er in een gedeelte van het gebied een energievoorziening voor warmte aanwezig die eigendom is van Ennatuurlijk en wordt gevoed met biomassa warmte vanuit de Amercentrale in Geertruidenberg.

In het gebied zijn ook enkele WKO systemen opgenomen in de huidige bestaande bebouwing: bij Intermezzo, Avans en aan het Reitseplein.

2.3 Programma

Het programma voor het Kenniskwartier wordt in 10 tot 20 jaar ontwikkeld en is daarom ook nog niet definitief. De ontwikkelingen kunnen nog verschillende richtingen op gaan.

De invulling gaat uit van nieuwbouw van in totaal 6.900 woningen en 270.000 m² BVO commercieel en maatschappelijk vastgoed. Van de bestaande gebouwen wordt een deel vervangen door nieuwbouw en het andere deel wordt energetisch gerenoveerd. Totale bouwvolume neemt toe van 520.000 m² BVO nu naar 1.230.000 m² BVO in 2030 tot 2040. Een forse verdichting tot 2,5 keer het huidige bouwvolume. De verdeling van de verschillende sectoren over het programma is voor deze studie als volgt gekozen (figuur 4):



Figuur bestaande woningen en gebouwen en nieuwe ontwikkelingen.

	woningen bestaand [-]	woningen nieuw [-]	commercieel bestaand [m²]	commercieel nieuw [m²]	maatschappelijk bestaand [m²]	maatschappelijk nieuw [m²]
Universiteit	0	0	0	0	103506	0
Universiteit Campus	622	400	37526	14400	16823	0
Abdij- en Torenbuurt	731	1000	6366	6000	6648	6000
P+R terrein	151	600	399	7200	206	3600
Reitse Campus	191	1450	24948	26100	26484	34800
Westermarkt	241	500	27880	0	997	0
Taxandriabaan	136	400	0	0	0	2400
Meerkooldreef	0	550	344	6600	4705	0
Dionysius Koolenlaan	113	2000	3426	36000	10705	0
totaal	2185	6900	100889	96300	170074	46800

Figuur aantal bestaande en nieuwe woningen en oppervlak aan bestaande en nieuwe utilitaire gebouwen.

2.4 Omgeving van de locatie

Ten oosten van het Kenniskwartier ligt een dynamisch hoogstedelijk gebied met Binnenstad, Spoorpark, Spoorzone en Piushaven. Aan de westzijde van het Kenniskwartier ligt het Stadsbos013. Een stadsbos ter grootte van Bois de Boulogne in Parijs.

Aan de noord- en zuidzijde liggen woongebieden die in dezelfde periode (midden vorige eeuw) zijn gebouwd en op dit moment ook in transitie zijn.

Belangrijke as is het spoor met Station Universiteit in het centrum van het gebied.



Figuur Omgeving van het Kenniskwartier

3 Ambities voor de studie

Voor deze studie wordt aangesloten bij de stedelijke ambities om in 2045 een klimaatneutrale en klimaatbestendige stad te zijn. Om daar te komen dienen alle nieuwe ontwikkelingen de komende tijd gasloos en energie- of CO₂-neutraal te worden gerealiseerd.

In het gebied worden functies gehuisvest die een combinatie zijn van wonen, kantoor, onderwijs, recreëren en werken. De energievoorziening is daarbij voor een deel complementair. Woningen hebben een grotere warmtebehoefte en gebouwen (vooral winkels) hebben een grotere koudebehoefte. Het is de ambitie om innovatieve oplossingen voor de energievoorziening te vinden die hierop een antwoord geven.

3.1 Ambities

De ambities voor het Kenniskwartier op het gebied van duurzaamheid zijn gegeven in de Gebiedsvisie^d. Ze gaan over klimaatadaptatie en water, energie, ecologie en natuurinclusies en circulair bouwen. In deze studie bekijken we hoe mogelijkheden op het gebied van energie gecombineerd kunnen worden met de andere duurzaamheidsambities zodat ze elkaar kunnen versterken.

AANDACHTSPUNTEN BIJ INITIATIEVEN

KLIMAATADAPTATIE EN WATER

- Het ingezamelde regenwater wordt binnen elk initiatief vastgehouden en geborgen in het gebied waar het valt;
- Sturing op groene daken en infiltratiesystemen met bovengrondse technische oplossingen;
- Inzameling en verwerking van regenwater zoveel mogelijk in zichtbare waterhuishouding met een kwalitatieve bijdrage aan de ecologische en landschappelijke verbetering van de leefomgeving
- De woningen zijn optimaal uitgerust tegen hitte;
- Naast aandacht voor de warmtevraag in het kader van de energietransitie is er ook aandacht voor de koeltevraag. Airco's gebruiken veel energie en zorgen daarnaast voor verdere opwarming;
- Tuinen zijn groenblauw ingericht, met een minimale hoeveelheid verharding, plek voor regenwateropvang en voldoende schaduw. Dit kan ook in de vorm van collectieve tuinen;
- Bij alle bouwinitiatieven is de regenwateropgave 60 l/m² van de afwaterende oppervlakken;
- Deze regenwateropgave is van toepassing bij nieuwe dak- en verharde oppervlakken en de bestaande dak- en verharde oppervlakken die heringericht worden.

ENERGIE

- Om in 2045 een klimaatneutraal Tilburg te bereiken is het van belang dat nieuwbouw géén groei van de CO₂-uitstoot met zich meebrengt. De ambitie is dat het Kenniskwartier de eerste wijk in Tilburg is die dat in 2030 bereikt heeft.
- De nieuwbouw in het Kenniskwartier is minimaal energieneutraal. Onze ambitie is om energieleverende gebouwen te realiseren, waarmee we de energietransitie van de totale wijk kunnen versnellen.
- De bestaande bouw en nieuwbouw in het Kenniskwartier sluiten we aan op een gezamenlijk duurzaam warmtenet.
- Met smartgrid willen we de opgewekte energie in de wijk ook direct in het Kenniskwartier benutten. Zo ontlasten we het elektriciteitsnet.

ECOLOGIE

- De ecologische zone aan het spoor heeft een gemiddelde breedte van 25 meter;
- Langs het spoor voldoende lijnvormig groen;
- Waar mogelijk aanleggen van stapstenen voor dagvlinders en kleine zoogdieren;
- Waar mogelijk aanleggen van kleine habitats voor broedvogels;

NATUURINCLUSIEF EN CIRCULAIR BOUWEN

- Bij nieuwbouw moet worden gewerkt met het puntensysteem Natuurinclusief Bouwen;
- Bij nieuwbouw gaan we inzetten op circulair bouwen.

Figuur Ambities voor het Kenniskwartier.

^d Gebiedsvisie Kenniskwartier, gemeente Tilburg, december 2021

De ambitie voor de energievoorziening voor Kenniskwartier is het realiseren van een aardgasloze, klimaatneutrale, bij voorkeur energieleverende en klimaatbestendige wijk.

Definitie energieneutraal

Een energieneutrale wijk is een wijk waar evenveel energie duurzaam wordt opgewekt als gebruikt. Er wordt geen fossiele energie gebruikt.

Scope van de ambitie

De scope van de ambitie is:

- Gebouwgebonden energiegebruik voor nieuwbouw en bestaande bouw zoals berekend met de rekenmethode conform NEN 7120/NTA 8800
- Gebiedsgebonden energiebehoefte voor verlichting, riolering, parkeren, openbare veiligheid
- Mobiliteit is niet meegenomen in de ambitie. Consequenties van de toename van elektrisch vervoer worden wel in de studie besproken. Mobiliteit kan wel worden ingezet bij het balanceren van de vraag en het aanbod van energie in het gebied.

Middelen

Middelen voor de energievoorziening:

- Besparing voorop. Energiebesparing op het niveau van de woning, utilitaire gebouwen, openbaar energiegebruik
- Voor de resterende energiebehoefte wordt duurzame energie opgewekt en gebruikt die beschikbaar is op het niveau van de woning of de wijk
- Aardgasloze wijk

3.2 Studiedoel

De doelstelling van deze studie is het ontwikkelen van een visie waarin de mogelijkheden worden geschetst voor een gasloos en energiezuinig Kenniskwartier waarin alleen duurzame energiebronnen worden gebruikt. Daarbij wordt in beeld gebracht:

- welke mate van energiezuinigheid kan worden nagestreefd in de bestaande en nieuwe bebouwing
- welke vormen van energie-infrastructuur passen bij de ontwikkeling van Kenniskwartier
- welke vormen van duurzame energie beschikbaar zijn voor het Kenniskwartier en hoe die rendabel zijn te exploiteren
- of het mogelijk is een klimaatneutrale energievoorziening te koppelen aan het klimaatbestendig maken van het Kenniskwartier
- op welke wijze een betaalbare, gezonde, comfortabele energievoorziening kan worden gerealiseerd
- op welke wijze de leveringszekerheid kan worden gegarandeerd

- welke mogelijkheden er zijn om zoveel mogelijk duurzame energie op de locatie op te wekken, op te slaan en te leveren
- de inpassing daarvan in de gebouwen en de openbare ruimte

3.3 Afweging energievoorziening

Bij de afweging van de mogelijke concepten zijn enkele criteria gehanteerd voor de beoordeling daarvan. De criteria die voor de gemeente en voor de ontwikkelende partijen van belang zijn, zijn hieronder benoemd:

1. gemeente Tilburg is in 2045 een klimaatneutrale en klimaatbestendige gemeente
2. klimaat, energie, economie en mobiliteit worden integraal ontwikkeld
3. geen fossiele energie
4. energievoorziening is betrouwbaar en robuust
5. energievoorziening laat integratie van toekomstige technologie open
6. is betaalbaar voor de gebruikers
7. circulariteit is een belangrijk aandachtspunt voor de gemeente Tilburg



4 Mogelijkheden voor de energievoorziening

Er is een onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor energiebesparing en duurzame energie voor het Kenniskwartier in Tilburg. Daarbij is rekening gehouden met de kenmerken van de locatie, de ligging ten opzichte van andere buurten in de omgeving, mogelijkheden voor aansluiting van de energievoorziening op duurzame bronnen in de omgeving en de ambities van de gemeente Tilburg. Energiebehoefte en duurzame energiebronnen worden verbonden door infrastructuur en opslagmogelijkheden. De mogelijkheden voor de infrastructuur bepalen mede de kansen voor toepassing van duurzame energie.

In deze studie worden de kansen voor een duurzame energievoorziening voor het Kenniskwartier bestudeerd.

Het gebied wordt in 10 tot 20 jaar herontwikkeld. De conclusies die worden getrokken zijn voor de ontwikkelingen in de komende jaren. De ontwikkeling van mogelijkheden voor energiebesparing en duurzame energieopwekking gaan komende jaren verder. Het is daarom nog niet mogelijk om voor de periode na 2030 of 2035 al exact vast te leggen op welke wijze de energievoorziening eruit moet gaan zien. De energievoorziening dient daarnaast de nodige flexibiliteit in zich te hebben om op de ontwikkelingen van Kenniskwartier te zijn voorbereid.

4.1 Energiezuinigheid bestaande gebouwen Kenniskwartier

Het gecertificeerde energielabel voor gebouwen in het Kenniskwartier is gegeven in de onderstaande figuur 5.



Figuur 5 Energietabel van woningen Kenniskwartier en omgeving

Uit de figuur wordt duidelijk dat het energielabel van de bestaande woningen in het Kenniskwartier over het algemeen slecht is. De meeste gebouwen hebben een label van D en E. Recent gerenoveerde woningen in de Abdijbuurt en nieuwere gebouwen hebben label A en B. Bij aansluiting van de bestaande bouw op een nieuwe vorm van infrastructuur met lagere afgiftetemperatuur dient de energiebehoefte te dalen naar minimaal energielabel B. Het energiegebruik voor verwarming en warm tapwater daalt daarmee ca 40%.

4.1.1 Wet en regelgeving

Woningen en gebouwen moeten voldoen aan de BENG criteria (Bijna Energie Neutrale Gebouwen). Deze zijn:

Voor woningen:

- BENG 1^e: Energiebehoefte < 55 kWh/m² GBO
- BENG 2: Primaire energiebehoefte < 30 kWh/m² GBO
- BENG 3: Aandeel duurzame energie > 50%

Voor woongebouwen:

- BENG 1: Energiebehoefte < 65 kWh/m² GBO
- BENG 2: Primaire energiebehoefte < 50 kWh/m² GBO
- BENG 3: Aandeel duurzame energie > 40%

Voor kantoren:

- BENG 1: Energiebehoefte < 90 kWh/m² GBO
- BENG 2: Primaire energiebehoefte < 40 kWh/m² GBO
- BENG 3: Aandeel duurzame energie > 30%

Binnen de ontwikkelperiode van de locatie zal de BENG-eis worden aangescherpt. Daarmee kan nu al rekening worden gehouden.

In een energieneutrale wijk zal de energievraag voor het gebouwgebonden energiegebruik volledig door duurzame bronnen moeten worden gedekt (BENG 3 = 100%). Dat is voor het Kenniskwartier het geval. Daarnaast zal ook het huishoudelijke en bedrijfsgebonden energiegebruik moeten worden gedekt met de opwek van duurzame energie.

4.1.2 Nieuwbouwbeleid gemeente Tilburg

De gemeente Tilburg streeft naar een klimaatneutrale en klimaatbestendige gemeente in 2045. Nieuwe ontwikkelingen zullen in die periode niet meer worden aangepakt. Dat betekent dat nieuwe woningen en gebouwen nu al moeten voldoen aan eisen van klimaatneutraliteit en

^e Bij de berekening van BENG 1 wordt rekening gehouden met een standaard ventilatiesysteem van mechanische afzuiging en natuurlijke toevoer. In de praktijk wordt gekozen voor meer efficiënte ventilatiesystemen waardoor de energiebehoefte daalt naar ca 25 kWh/m² GBO.

klimaatbestendig moeten zijn. Dit beleid is opgesteld in samenhang met ander duurzaamheidsbeleid zoals natuurinclusief- en circulair bouwen.

In het nieuwbouwbeleid is aangegeven dat alle nieuwe woningen en gebouwen in de stad energieneutraal dienen te worden gerealiseerd. Dat betekent dat:

- BENG 2 = 0 kWh/m² en 3 gelijk is aan 100%
- Het huishoudelijk energiegebruik voor 26 kWh per m² BVO wordt gecompenseerd door de opwek van zonnestroom
- Het bedrijfsmatige energiegebruik wordt gecompenseerd door de opwek van zonnestroom

Als aan deze eisen wordt voldaan worden 60 van de maximaal 100 punten uit het nieuwbouwbeleid gerealiseerd. Aan de eisen kan worden voldaan door het realiseren van zuinige gebouwen met een individuele installatie waarbij alle duurzame energie op en rond het gebouw wordt opgewekt. Alternatief is de realisatie van een zuinig gebouw dat wordt aangesloten op een warmte- en/of koudenet waarmee alleen duurzame warmte en koude wordt geleverd.

Voor het Kenniskwartier geldt dat de gemeente Tilburg een eis van 80 punten hanteert. Aanvullende maatregelen zijn het realiseren van extra zonnestroom, laadpalen, verminderde energie-inhoud van bouwmaterialen of innovatie op het gebied van energieopslag, aquathermie etc. Op die manier zijn de extra 20 punten te realiseren.

Met de toepassingen van het nieuwbouwbeleid zijn in ieder geval alle nieuwe woningen en gebouwen energieneutraal.

4.1.3 Huidig energiegebruik

Het energiegebruik van de huidige locatie is niet exact bekend. Er is een berekening gemaakt op grond van bebouwd oppervlak, functie van de gebouwen en bouwjaar. Het totale energiegebruik van de huidige gebouwen wordt geschat op 148.600 GJ per jaar. De onderverdeling is gegeven in figuur 6.

energiebehoefte Kenniskwartier	huidig (2022)
	[GJ/jaar]
warmte	130.153
warm tapwater	18.423
koude	107.872
elektriciteit	83.398
elektriciteit wijk	3.988
totaal GJ	343.834

Figuur 6 Huidige berekende gebruik van energie per jaar voor verschillende doeleinden.

De energie wordt geleverd in de vorm van warmte, gas en elektriciteit. Het energiegebruik is voornamelijk verdeeld over verwarming, koeling en gebouwgebonden elektriciteit.

4.2 Infrastructuur

Een belangrijke factor bij verschillende energieopties is de keuze van de infrastructuur. Woningen en gebouwen waarvan de aanvraag Omgevingsvergunning na 1 juli 2018 wordt ingediend worden door het nutsbedrijf niet meer aangesloten op aardgas. Op welk energievoorzieningssysteem kunnen de woningen worden aangesloten: alleen elektriciteit of warmte en elektriciteit of duurzaam gas. Dat kan voor de verschillende delen op de locatie anders zijn.

Warmte

In principe zijn er vier mogelijkheden om warmte aan de gebouwen te leveren:

- All electric energievoorziening (met warmte opwekking in de woning en gebouwen)
- HTV warmte (70 °C) en elektriciteit (zonder opwekker in de woning en gebouwen)
- LTV warmte (45 °C – 55 °C) en elektriciteit (met aanvullend toestel voor warm tapwater)
- ZLTV warmte (12 °C – 18 °C) en elektriciteit (met warmte opwekking in de woning en gebouwen)

HTV en LTV warmte zijn in principe gelijk, behalve het temperatuurniveau en de wijze van tapwaterbereiding in de woningen. HTV warmte is voor nieuwbouw geen goed alternatief. De inpassing van duurzame energie in de energievoorziening wordt bij HTV warmtelevering te veel beperkt tot hoge temperatuur opwekking zoals aardwarmte en biomassa. Bij nieuwbouw is het daarom beter om te gaan voor LTV warmte in combinatie met lagetemperatuurverwarming. Bij LTV warmte zijn meer vormen van duurzame energieproductie mogelijk. Voor de bestaande bouw is het temperatuurniveau van 70 °C voor de warmteafgifte wel een optie afhankelijk van de mate van naïsolatie.

In principe is de levering van biogas of waterstof ook een optie. Die wordt verder niet in de studie opgenomen omdat biogas en waterstof schaars zijn en beter kunnen worden ingezet voor hoge temperatuur warmte of mobiliteit.

Koude

Gebouwen maar ook woningen hebben koude nodig. Koude kan op de volgende wijze geleverd worden aan gebouwen en woningen:

- All electric koudevoorziening (met opwekker in de woning en gebouwen)
- ZLTV bronnet (12 °C – 18 °C) en directe levering van koude via vloerverwarming of ventilatiesysteem
- Absorptiekoeling (koude die geproduceerd wordt met warmte)
- WKO (warmte en koudeopslag) waarbij collectief en met één bron zowel warmte als koude wordt geleverd aan de gebouwen en woningen.

Voor koudelevering met absorptiekoeling is een hogere temperatuur aanvoer van water uit de stadsverwarming nodig van minimaal 70 °C. Voor warmtelevering streven we naar LTV warmte. Die temperaturen zijn niet hoog genoeg voor absorptiekoeling. Absorptiekoeling is daarom geen logische keuze.

Elektriciteit

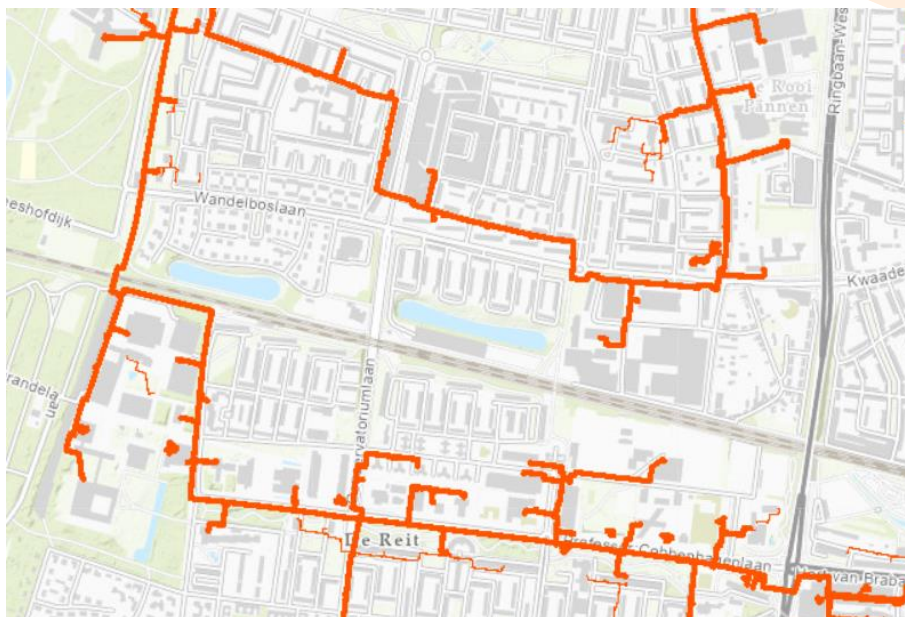
Elektriciteit is een traditionele vorm van energievoorziening. Er is een verplichting om de woningen en gebouwen aan te sluiten op elektriciteit.

In wijken waar de benodigde hoeveelheid elektriciteit in de wijk zelf wordt opgewekt in combinatie met warmtepompen en elektrisch vervoer is een verzwaring van het elektriciteitsnet nodig. Bij voorkeur gaat dit in combinatie met het balanceren van de energiebehoefte en het aanbod. Hoe meer energie direct gebruikt kan worden binnen het gebied dan wel kan worden opgeslagen in het gebied (bijvoorbeeld in batterijen of in warmte), hoe lager de belasting van het elektriciteitsnet.

Stadsverwarming

Er is een warmtenet van Ennatuurlijk in het Kenniskwartier aanwezig. Het warmtenet heeft als bron de Amercentale in Geertruidenberg die gevoed wordt met biomassa. In de figuur is te zien dat er een warmtenet ligt binnen het gebied Kenniskwartier.

Het hoog temperatuurnet (90 °C) loopt van de universiteit via de Cobbenhagenlaan naar de hart van Brabantlaan. Alle gebouwen de buurt Universiteit zijn aangesloten op stadsverwarming. Enkele gebouwen zijn aangesloten in de buurten Universiteit Campus, Reitse Campus, Abdijbuurt, Meerkooldreef, Taxandriabaan en Westermarkt.



Figuur 14 Warmtenet van Ennatuurlijk in het Kenniskwartier.

Het aansluiten van nieuwe gebouwen en woningen op hoge temperaturen is niet wenselijk vanuit het oogpunt van flexibiliteit naar de toekomst. Hoe lager de temperaturen in het warmtenet, desto meer duurzame bronnen zijn nu of in de toekomst te koppelen aan het warmtenet. Een lage temperatuur aftakking op retourwarmte is ook mogelijk. In de toekomst kunnen dan de bronnen van de centrale vervangen worden door meer (lokale) vormen van duurzame warmte.

Bestaande aansluitingen dienen te worden gerespecteerd. Bij nieuwe aansluitingen is LTV stadsverwarming (maximaal 55 °C) met aanvullende koeling in principe ook mogelijk. Er dient dan een aanvullende duurzame bron op het netwerk te worden ingevoerd. Bij uitbreiding van het Amernet streeft Tilburg naar een verminderde hoeveelheid verstoekte biomassa in de Amercentrale^f.

4.3 Geschikte infrastructuur

Bij locaties met een hoge energievraagdichtheid (in deelgebieden) is een collectieve vorm van warmte- en/of koudelevering aantrekkelijk omdat de leidinglengte tussen de gebouwen juist gering is. Het Kenniskwartier heeft nu al een relatief hoge energievraagdichtheid van gemiddeld 1.759 GJ per hectare (totale oppervlak is 74 ha). Bij een energievraagdichtheid van 500 GJ per hectare is warmtelevering al een serieuze optie. Dat betekent dat de energievoorziening met warmte, koude en elektriciteit in de bestaande situatie bij **alle deelgebieden in het Kenniskwartier al mogelijk is (zie figuur 6)**.

Bij verdichting en naïsolatie van de bestaande woningen en gebouwen neemt het energiegebruik voor warmte in totaal nog toe tot 2.191 GJ/ha. Daardoor is warmtelevering een serieuze optie. Voor de energievoorziening zijn de mogelijkheden:

1. All electric met energieopwekking in de woning
2. ZLTV bronwarmtelevering met energieopwekking in de woningen en gebouwen of clusters daarvan
3. LTV warmtelevering met energieopwekking buiten de woningen en gebouwen

Ook een combinatie van vormen van infrastructuur is mogelijk en haalbaar. Er kan bijvoorbeeld per cluster voor een andere vorm van energievoorziening worden gekozen. Daarbij kan ook gedacht worden aan aansluiting van het Kenniskwartier op stadsverwarming van Ennatuurlijk in delen waar nu al stadsverwarming ligt en een nieuw warmtenet met duurzame energie in andere delen van het Kenniskwartier.

Onderlinge uitwisseling van warmte- en koude is mogelijk bij de toepassing van ZLTV bronnet. In de huidige situatie is er evenveel energie nodig voor verwarming en voor koeling. Bijvoorbeeld overtollige warmte van bijeenkomstgebouwen of winkels kan geleverd worden aan woningen. Het koude-overschot van de woningen wordt dan weer geleverd aan de bijeenkomstgebouwen of winkels.

^f Raadsbesluit Uitgangspunt Transitievisie Warmte 2021_1103; 12 januari 2021.

Warmte en koude worden vaak niet gelijktijdig gevraagd. Het is daarom nodig om bij warmte- en koude uitwisseling te werken met een seizoensopslag. Seizoensopslag is kostbaar en daarom is het nodig om zoveel mogelijk duurzame energie rechtstreeks te benutten of uit te wisselen.

4.3.1 Synergie met de omgeving

De wijken rondom het Kenniskwartier dienen op termijn ook aardgasloos te worden. Het zoeken van synergie tussen de energievoorziening van het Kenniskwartier en de mogelijkheden om met name De Reit en Het Zand naar aardgasloze wijk te transformeren biedt kansen.

4.4 Duurzame energie

De invulling van de energiebehoefte dient duurzaam te zijn in een energieneutrale wijk. Dit kan op verschillende manieren. Hieronder worden alle opties besproken en hun geschiktheid vastgesteld.

4.4.1 Zon

Gebouwgebonden duurzame energieopties zijn maatregelen zoals de productie van warm water door een zonneboiler (ZB), elektriciteitsproductie door fotonvoltaïsche zonnecellen (PV) of passieve zonne-energie.

Het is van belang om bij toepassing van passieve of actieve zonne-energie rekening te houden met schaduw van gebouwen of bomen. PV panelen kunnen ook worden ingezet als een vorm van zonwering.

Zonnestroom

Zonnestroom (PV panelen) op de woningen en gebouwen is een goed middel voor de invulling van de elektriciteitsbehoefte van woningen.

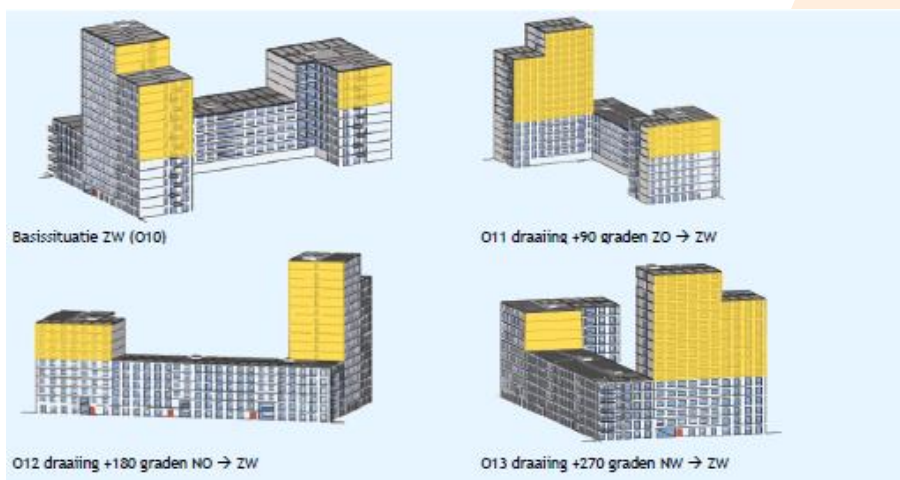
Volgens de Zonnescan Brabant⁹ is binnen het gehele gebied op de bestaande daken in totaal 45.000 m² zonnestroom toe te passen (figuur xx). Dat levert ongeveer 10.000.000 kWh aan elektriciteit op. Dat is relatief weinig gezien de grote hoeveelheid bebouwing. Het is slechts één-vijfde deel van de totale bestaande elektriciteitsbehoefte. Voornaamste oorzaak is dat het dakvlak beperkt is door de hoge gebouwen en de opbouwen en opstanden op de daken. Daarnaast wordt het beschikbare potentieel niet optimaal benut doordat op grotere daken van grondgebonden woningen waar soms 20 panelen op kunnen er slechts 8 worden gelegd.

⁹ www.zonnescanbrabant.nl

	aantal panelen	opbrengst [kWh]
Universiteit	6.414	1.269.209
Universiteit Campus	4.733	951.002
Abdij- en Torenbuurt	8.392	1.560.230
P+R terrein	1.880	404.200
Reitse Campus	4.013	814.878
Westermarkt	4.558	932.257
Taxandriabaan	1.182	252.106
Meerkooldreef	3.284	171.121
Dionysius Koolenlaan	11.169	3.984.195
totaal potentieel	45.625	10.339.198

Figuur Aantal zonnepanelen en potentiële opbrengst per jaar.

Op de gevels van de gebouwen is ook zonnestroom op te wekken. In figuur 7 is te zien op welke plekken van de gebouwen dat kan. Zonnestroom op de gevels is beperkt tot de hogere gedeelten van de gebouwen vanwege de schaduwwerking van andere gebouwen. Uitgangspunt in deze studie is dat op 40% van de gele gevelvlakken die zijn getoond PV kan worden aangebracht. De overige delen zijn glas. Dat is niet allemaal even effectief omdat niet alle vlakken dan goed op de zon zijn georiënteerd



Figuur 7 Zonnestroom op gevels van gebouwen^h

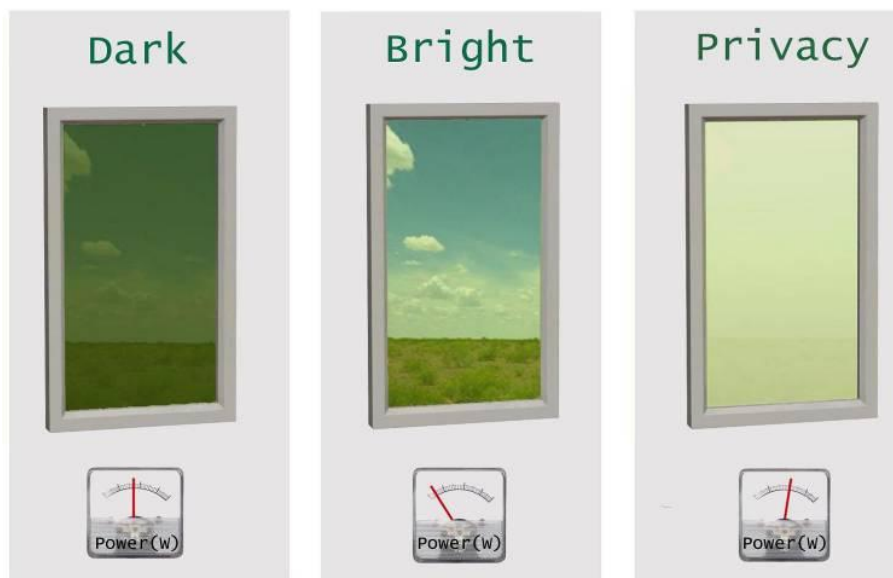
Alternatief is een collectief zonnestroomveld (op gebouw of terrein). Dat zonnestroomveld kan dan bijvoorbeeld via Postcoderoosregeling worden gekoppeld aan de woningen en gebouwen. Een alternatief voor bedrijven is een zonnestroomveld waarvan de Garanties van Oorsprong binnen de locatie worden verkocht. Zonnestroom staat los van het klimaatsysteem en kan altijd, woninggebonden of projectmatig, aanvullend opgenomen worden. Het openbare gebied wordt sterk gereduceerd. Er blijft niet veel ruimte over voor zonneweides. Alternatief is een overkapping

^h Bron: Kostenoptimalisatiestudie NTA 8800 Woningbouw en Utiliteit, DGMR, december 2018.

van het station of het rangeerterrein daarnaast. Dat levert een enorm oppervlak aan extra zonnestroom.

Innovatie in zonnestroom

In totaal is maximaal 3 hectare zonnestroom op de gebouwen toe te passen als het Kenniskwartier uiteindelijk is vol gebouwd. Innovatie is dus nodig om dit aandeel te verhogen. Een ontwikkeling die 10 jaar geleden als innovatie naar buiten is gebracht is het “Smart Energy Glass”. In het glas zitten transparante zonnecellen verwerkt. Het glas is tevens zonwerend. Een hogere zonwerende werking levert meer zonnestroom op. Innovatie op het gebied van PV panelen in de gevel is de afgelopen jaren ook voortgezet. Met name die categorie PV panelen zijn een echte “showcase”.



Figuur 8a Smart Energy Glass. Zonwerend en energie producerend glas.



Figuur 8b Innovatie in PV aan de gevel. Gevelpanel reflecteren zonlicht op de PV panelen.

Zonneboilers

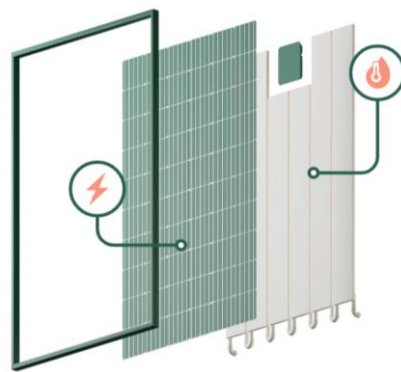
Zonneboilers zijn ook mogelijk op de gebouwen. Als er in de woningen collectieve of individuele warmtepompen zijn opgenomen zijn zonneboilers niet nodig. Ze beconcurreren de warmtepomp. Een collectief zonneboilerveld (op daken of in het openbaar gebied) voor voeding van een bronnet of LTV warmtenet (45 °C) is mogelijk.

PVT panelen

Het is mogelijk thermische en fotovoltaïsche zonne-energie te combineren in een paneel. Door koeling van PV panelen door zon thermische panelen achter de PV panelen is thermische zonne-energie te winnen en het rendement van PV panelen te verhogen (koele PV panelen leveren aanmerkelijk meer stroom).



Figuur PVT panelen op een project in Chaam.



PVT panelen in detail

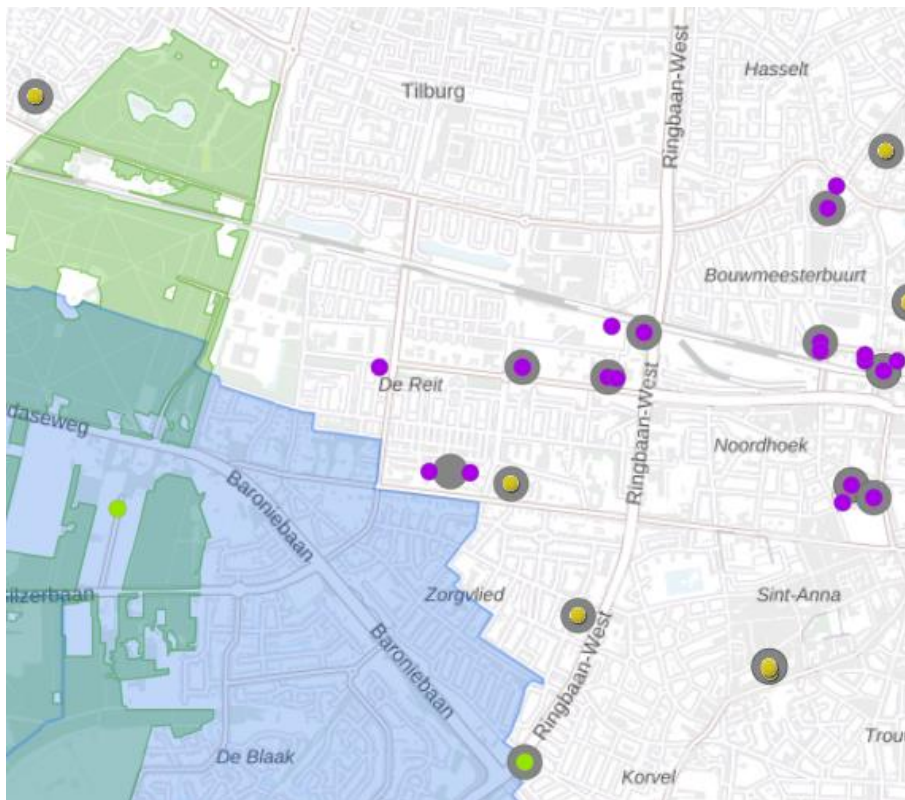
4.4.2 Omgevingswarmte en warmtepompen

De energieprestatie van gebouwen kan verbeterd worden door de toepassing van individuele of collectieve warmtepompen (WP). Deze optie is voor alle gebouwen in het plan interessant. De toepassing van warmtepompen is gemeengoed geworden.

Warmtepompen hebben een bron nodig. De bron kan buitenlucht zijn, de bodem, grondwater(WKO) maar ook oppervlaktewater (TEO), drinkwaterleidingen (TED) en rioleringen (TEA).

In het geval van het Kenniskwartier is de meest voor de hand liggende bron een grondwaterbron, een (collectieve) gesloten bodembron of oppervlaktewater vanuit het Wilhelminakanaal. Warmte uit oppervlaktewater is vrij nieuw in Nederland. Er zijn een paar kleinere projecten. Op dit moment zijn er ook een beperkt aantal projecten in voorbereiding.

Lucht als bron heeft als bezwaar dat alle woningen en gebouwen buitenunits krijgen. Dat geeft geluid in de wijk.



Figuur 9. Mogelijkheden van open en gesloten bodembronnen voor het Kenniskwartier en omgeving (bron: www.wkotool.nl). Het donkerblauwe gebied linksonder is een boringsvrije zone vanwege drinkwaterwinning. Het groene gebied is een gebied met natuurwaarden. In de overige gebieden is bodemenergie mogelijk. Het is echter wel beperkt tot een maximale diepte van 50 tot 55 meter. De gele vlekken zijn bestaande gesloten bodembronnen; de paarse vlekken zijn WKO systemen).

In figuur 9 is zichtbaar dat er al een aantal open bodembronnen in het Kenniskwartier en daar omheen zijn gesitueerd. Het gaat vooral om de gebieden Universiteit Campus en Reitse Campus. WKO is dus mogelijk.

Gesloten en open bodembronnen zijn mogelijk in het Kenniskwartier. Er zijn geen belemmeringen. Maximale diepte van bronnen is 50 tot 55 meter. Als alle woningen en gebouwen in één cluster worden aangesloten op warmtepompen is een collectieve bron interessant. Bij toepassing van open bodembronnen worden de bodemlagen maar een keer doorboord in plaats van honderden keren bij gesloten bodembronnen.

Het is al druk in de ondergrond. Het draagvlak voor energieopslag van de bodem is beperkt. Daarom dient er efficiënt met de ondergrond te worden omgesprongen. Omdat er meerdere WKO bronnen in het gebied zijn en er waarschijnlijk in de nabije toekomst nog meer bij komen is het verstandig regie over de ondergrond in handen van de gemeente te krijgen. Zo wordt voorkomen dat gesloten verticale bodembronnen en open bodembronnen elkaar onderling beïnvloeden. Daarvoor is aanwijzing van het Kenniskwartier als een Interferentiegebied nodig. Het is goed dit op korte termijn te laten vaststellen door de gemeenteraad. Alternatief is het opstellen van een Masterplan Bodemenergie voor het gebied waar de ordeningsregels voor het gebruik van bodemenergie in worden vastgelegd.

Er is een grote kans dat er meerdere open bodembronnen in het gebied bijkomen. Op grond van een schatting van het toekomstige energiegebruik in het Kenniskwartier zijn er 50 tot 60 bronnenparen nodig om alle bestaande en nieuwe gebouwen van energie te voorzien. Dat wordt onmogelijk als er geen regie over de plaatsing van bodembronnen wordt gevoerd. Om zoveel mogelijk gebruik te kunnen maken van energie uit de bodem is het noodzakelijk een Bodemenergieplan te laten opstellen. In een Bodemenergieplan wordt voor het gehele gebied aangegeven op welke plaats koude en warme bronnen geplaatst kunnen worden, en wat de onderlinge afstand is. Het Bodemenergieplan kan worden vastgesteld door de Provincie.

Regeneratie

Een open of gesloten bodembron moet worden geregenereerd. Er moet weer warmte aan toegevoegd worden in de zomer. Dat kan bijvoorbeeld door gebruik te maken van oppervlaktewater, Riothermie, drinkwaterleidingen, restwarmte, dakcollectoren (PVT) of “Road Energy”. Het eenvoudigste is gebruik te maken van oppervlaktewater. Oppervlaktewater is in het Kenniskwartier niet ruim aanwezig.

Bij de dakcollectoren wordt bijvoorbeeld met PVT panelen in de zomer warmte gewonnen vanaf het dak. “Road Energy” is warmtewinning vanuit een slangenregister in het asfalt van wegen. De wegen worden in de zomer koeler, waarmee synergie wordt bereikt tussen regeneratie en het wegenonderhoud en het heeft een gunstig effect op de omgeving (“heat island”). Bij Riothermie wordt gebruik gemaakt van warmte uit het riool. Met het oppervlaktewater van de Dommel zo dichtbij is Riothermie geen zinvolle aanvullende optie.

4.4.3 Riothermie

Riothermie (TEA) staat voor energie uit de riolering. Energie uit de riolering wordt via een tussenopslag met WKO gebruikt. Riothermie wordt gebruikt in combinatie met WKO.

4.4.4 Oppervlaktewater

Er is slechts beperkt oppervlaktewater in het gebied aanwezig. De potentie voor de toepassing van aquathermie in het gebied is gering. Er zijn twee vijvers aanwezig, waarvan er een in de plannen verdwijnt. De aanleg van een of meerdere vijvers kan leiden tot een groter potentieel voor aquathermie en klimaatadaptatie door verkoeling van oppervlaktewater.

Alternatief is het gebruik van water uit het Wilhelminakanaal in Tilburg. De stroomsnelheid is ongeveer 10 m³/s. Daaruit is bij afkoeling met 1 °C in totaal 650.000 GJ per jaar te winnen in de zomermaanden (180 dagen). De energie dient dan wel met behulp van een waterleiding over een afstand van 2 kilometer te worden getransporteerd.

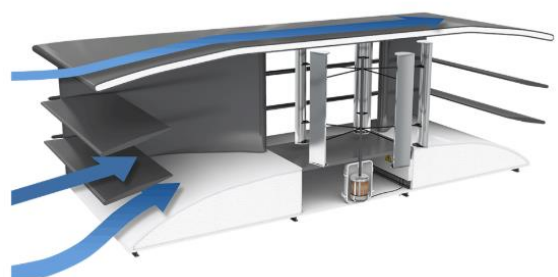
4.4.5 Drinkwater

Brabantwater heeft **een hoofdleiding in het gebied**. De temperatuur van het drinkwater wordt de laatste jaren steeds hoger. Daarom is het koelen van drinkwater een optie voor omgevingsenergie. Door warmte te leveren of onttrekken aan de waterleiding kan de drinkwaterleiding op de juiste temperatuur worden gebracht.

4.4.6 Wind

De locatie is niet geschikt voor de toepassing van grootschalige windenergie voor het opwekken van duurzame elektriciteit. Binnen het plangebied passen geen grote windmolens. Er zijn kleinschalige windmolens op de markt die geschikt zijn voor plaatsing op woningen of gebouwen. De betrouwbaarheid van die molens is nog niet aangetoond. Te riskant om die op grote schaal toe te passen.

Een nieuwe ontwikkeling is de windmolen van Ibis Powernest. Als de resultaten positief zijn kan die energiecentrale mogelijk ook in Kenniskwartier worden toegepast.



Figuur 11 Powernest op een gebouw. Op het dak van de windmolen zijn zonnepanelen aangebracht. Daardoor wordt ook maximaal zonne-energie opgewekt.

Deze maatregel staat los van het klimaatsysteem en kan altijd afzonderlijk gekozen worden.

4.4.7 Biomassa

Individuele biomassa oplossingen (hout of pellets) worden niet aanbevolen. Haarden leveren vaak een laag rendement en er is geen beïnvloeding mogelijk van de uitstoot van fijnstof die aanzienlijk is. Biomassa is daarnaast schaars, en het is verstandiger biomassa alleen in te zetten voor hoge temperatuur warmte in efficiënte installaties met stofafvang.

De gemeenteraad van Tilburg heeft een motie aangenomen waarin wordt aangegeven dat voor nieuwe gebouwen geen extra biomassa mag worden gebruikt. Daarmee wordt biomassa voor de gebouwde omgeving uitgesloten in Tilburg.

4.4.8 Geothermie

Het is niet exact bekend of geothermie in Tilburg mogelijk is. Op basis van de applicatie ThermoGIS van TNO is de toepassing van geothermie in potentie economisch en technisch mogelijk. Het potentieel van een geothermiebron wordt geschat op een vermogen van 10 MW_{th}. Met het aantal vollosturen van 4.000 levert dat een jaarlijkse opbrengst van 288.000 GJ opleveren. Voldoende voor ca 5.000 woningen.

4.5 Restwarmte

Er is lage temperatuur restwarmte beschikbaar in de locatie. Dat gaat over restwarmte van een datacenter en van supermarkten. De warmte daarvan is te benutten voor warmtelevering. Verder levert de levering van koude ook warmte op die via opslag later weer te benutten is voor warmtelevering.

4.6 Afweging toepassing duurzame energiebronnen

In dit hoofdstuk zijn alle vormen van duurzame energie die mogelijk zijn op Kenniskwartier besproken.

Beschikbare duurzame thermische en elektrische vormen van duurzame energie-opwek in Kenniskwartier zijn:

- Zonnestroom met PV panelen (beperkt door gevel en dakoppervlak)
- Zonnewarmte met PVT panelen
- Urban wind turbine (Pownest)
- Omgevingsenergie
 - o Lucht
 - o Oppervlaktewater
 - o Bodem
- Biomassa (thermische en elektrische energie uit houtsnippers uit tuinen en plantsoenen in Tilburg)

- Gebiedseigen lage temperatuur restwarmte en -koude

De beschikbare duurzame bronnen worden hierna gewogen tegen de criteria van de gemeente Tilburg: duurzaam; betrouwbaar; betaalbaar.

Oneindige bronnen van energie zoals zon en wind kunnen zonder schade aan het ecosysteem worden toegepast.

Aandachtspunt bij zon is de toepassing van materialen voor zonnepanelen. Er is innovatie nodig op het gebied van materiaaltoepassingen voor zonnepanelen.

Urban windenergie staat in de kinderschoenen. In steden zijn de windsnelheden laag. Dat heeft gevolgen voor de rentabiliteit van windmolens. Daarnaast hebben bijna alle urban windmolens last van turbulentie op en rond de gebouwde omgeving waardoor ze een korte levensduur hebben. Vaak staan ze al binnen een jaar stil. Een belangrijke innovatie op het gebied van windenergie in de gebouwde omgeving maakt het mogelijk een antwoord te bieden op de nadelen van andere urban wind turbines.

Omgevingswarmte is duurzaam als de omgevingswarmte oneindig is of in een korte cyclus op natuurlijke wijze wordt aangevuld.

Energie onttrekken uit lucht is mogelijk met ventilatorunits of met gekoelde energy panels. Bij individuele toepassing van ventilatorunits is het nadeel dat er een hoge geluidproductie ontstaat. Bovendien is het ruimtebeslag aan de gevel (beeldkwaliteit) of dak (ruimtegebrek) en aandachtspunt.

Oppervlaktewater heeft een grote potentie voor de energieopwekking. Uit het water van het Wilhelminakanaal kan voldoende energie gehaald worden om in de energiebehoefte voor warmte- en koude te voorzien. Koeling van het Wilhelminakanaal is gunstig voor de versterking van het ecosysteem en geeft extra verkoeling in de stedelijke omgeving. Hetzelfde effect van klimaatadaptatie treedt op bij koeling van stilstaand oppervlaktewater in de gebouwde omgeving voor de warmtevoorziening. Er is weinig oppervlaktewater in de wijk aanwezig. Mogelijk kan er oppervlaktewater aan worden toegevoegd voor energieopwekking en klimaatadaptatie.

Energie uit de bodem via warmte- en koudeopslag is alleen duurzaam toe te passen als er balans is in het onttrekken en laden van energie in de bodem. WKO is dus in principe een opslagsysteem dat gebruikt wordt om de faseverschuiving in tijd tussen energielevering en energiebehoefte te overbruggen. De potentie van de bodem voor WKO is ten opzichte van de energiebehoefte beperkt. Er kunnen in het gebied 20 tot 25 bronnen worden gerealiseerd. Om alle gebouwen volledig vanuit WKO van energie te voorzien zijn er ca 70 tot 75 bronnen nodig. Daarom is het nodig om zoveel mogelijk duurzame energie direct toe te passen en alleen op te slaan als het nodig is. Daarmee wordt de benodigde capaciteit voor WKO beperkt. Ook kunnen er bronnen net buiten het gebied worden gerealiseerd.

Het onttrekken van energie uit de bodem met gesloten bodembronnen heeft als belangrijke nadelen dat de water scheidende lagen tussen de watervoerende lagen een paarduizend keer

worden doorboord. De kans op ongewenste uitwisseling van water tussen watervoerende lagen wordt daarmee vergroot. Het aantal toe te passen gesloten bodembronnen is daarnaast te klein om de gehele locatie van energie te voorzien.

Biomassa is een hernieuwbare vorm van energie. De beschikbare biomassa in Tilburg is echter beperkt. De gemeenteraad van Tilburg heeft een motie aangenomen waarin werd opgeroepen geen extra biomassa toe te passen voor de energievoorziening van de gebouwde omgeving. Biomassa valt daarmee af voor de energie-opwek voor het Kenniskwartier.

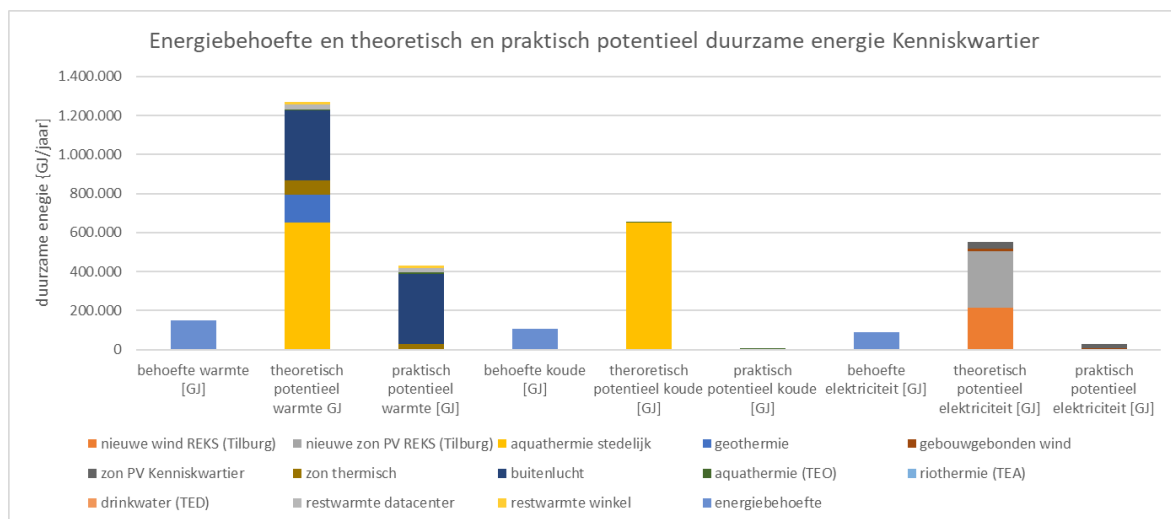
Het uitwisselen van warmte- en koude die binnen het gebied als restenergie vrijkomt is het meest duurzaam. Koppelen van restwarmte en -koude is daarom een goede optie voor het Kenniskwartier.

Van de potentiële energiebronnen vallen op grond van de selectiecriteria van de gemeente Tilburg op dit moment biomassa en gesloten bodembronnen af.

4.7 Potentieel duurzame energie voor Kenniskwartier

Het potentieel van duurzame energie voor het Kenniskwartier is bestudeerd en gegeven in onderstaande tabel en grafiek.

	behoefte warmte [GJ]	theoretisch potentieel warmte GJ	praktisch potentieel warmte [GJ]	behoefte koude [GJ]	theroretisch potentieel koude [GJ]	praktisch potentieel koude [GJ]	behoefte elektriciteit [GJ]	theoretisch potentieel elektriciteit [GJ]	praktisch potentieel elektriciteit [GJ]
stedelijke opwek (REKS)									
nieuwe wind REKS (Tilburg)								216.000	
nieuwe zon PV REKS (Tilburg)								288.720	
aquathermie stedelijk		650.000			650.000				
geothermie		144.000							
lokale opwek (Kenniskwartier)									
gebouwwgebonden wind								12.600	5.040
zon PV Kenniskwartier								36.000	21.600
zon thermisch		72.000	28.800						
buitenlucht		360.000	360.000						
aquathermie (TEO)		5.000	5.000		5.000	5.000			
riothermie (TEA)									
drinkwater (TED)									
restwarmte datacenter		25.200	25.201						
restwarmte winkel		11.250	11.250						
energiebehoefte	148.576			107.872			87.387		
totaal	148.576	1.267.450	430.251	107.872	655.000	5.000	87.387	553.320	26.640



Figuur Duurzame energie in het Kenniskwartier.

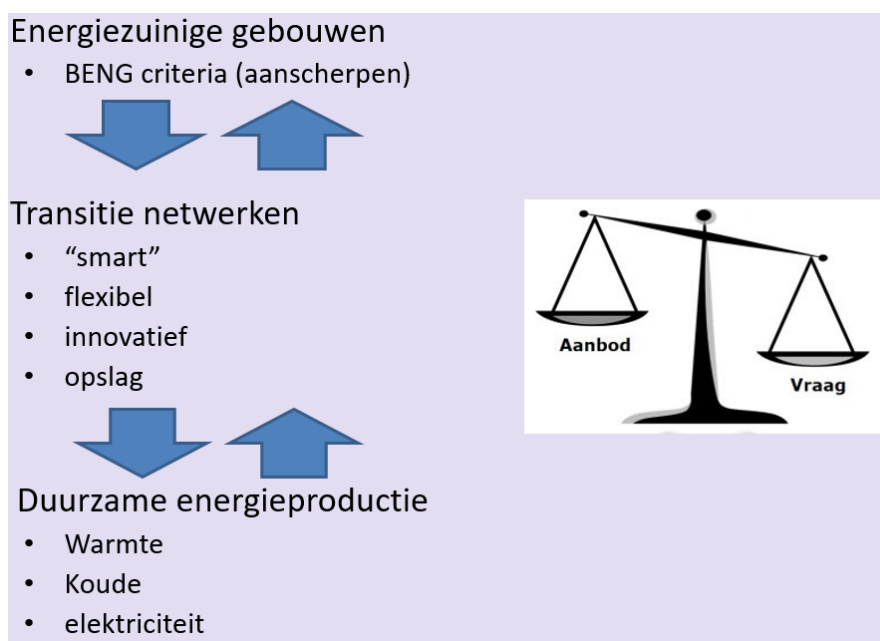
Er is voldoende duurzame energie in Tilburg beschikbaar voor de levering van alle benodigde warmte, koude en elektriciteit. De benodigde energie kan voor koude en elektriciteit niet geheel uit het praktische potentieel in het Kenniskwartier worden opgewekt.

5 Concepten voor de energievoorziening

Een concept voor de energievoorziening bestaat uit drie componenten:

- De energiebehoefte (warme, koude, elektriciteit)
- De duurzame energieopwekking
- De infrastructuur

De hoge ambitie van een energieneutrale energievoorziening gecombineerd met de enorme bouwopgave vraagt om innovatie op alle onderdelen van de energievoorziening. Dat geldt voor beperken van de energiebehoefte, balanceren van de warmte- en koudebehoefte, innovatie in duurzame energie-opwek en flexibele en “smart” vormen van infrastructuur met mogelijkheden voor balanceren van de energiebehoefte en -opwek door regeltechniek en opslag.



Figuur 15 Interactie tussen energiebehoefte en duurzame energieopwekking.

5.1 Energiezuinige gebouwen

De afgelopen jaren zijn gebouwen al fors zuiniger geworden. Daar is voor de nieuwbouw niet veel meer in aan te scherpen. Dat betekent voor de energiebehoefte een besparing van ongeveer 10%, waardoor er minder duurzame elektriciteit hoeft te worden opgewekt. Dat is gunstig vanwege het beperkte oppervlak aan gevel en dak waar zonnestroom kan worden gerealiseerd.

energiebehoefte		
Kenniskwartier	huidig (2022)	nieuw (2040)
	[GJ/jaar]	[GJ/jaar]
warmte	130.153	162.107
warm tapwater	18.423	54.701
koude	107.872	159.795
elektriciteit	83.398	166.825
elektriciteit wijk	3.988	8.887
elektriciteit energievoorziening		40.527
totaal GJ	343.834	552.315

Figuur Energiebehoefte Kenniskwartier voor warmte, koude en elektriciteit.

De huidige energiebehoefte is gelijk aan 344.000 GJ aan warmte, koude en elektriciteit. Opvallend is dat de warmtebehoefte ongeveer gelijk is aan de koudebehoefte in het gebied. Dat is in de huidige situatie alleen een theoretisch gegeven. De benodigde koude wordt niet geleverd. In de nieuwe situatie wordt er wel koude geleverd aan de woningen en gebouwen. Dan is dit een meer praktisch cijfer.

Na renovatie en verdichting kan de warmtebehoefte bijna volledig kan worden ingevuld met de restwarmte uit andere gebouwen. Dat kan niet zomaar want de temperatuur is niet gelijk en er is geen gelijktijdigheid van vraag en aanbod. Er is regeltechniek, aanvullende opwek en opslag nodig. Het is wel zeker dat een deel van de energie die vrijkomt bij koeling van gebouwen via tussenopslag gebruikt kan worden voor verwarming en warm water van woningen en gebouwen. Daarvoor is een collectief systeem (bronnet) met energieopslag nodig. Het andere deel van de warmte dient dan duurzaam uit andere bronnen te worden gewonnen.

In de drie scenario's zijn de nieuwe gebouwen zuiniger en wordt er energie bespaard in de bestaande gebouwen en bij sloop / vervangende nieuwbouw. Daarom is er ondanks de toename van het gebouw oppervlak bijna geen toename van de energiebehoefte voor warmte en koude. Voor elektriciteit is er wel een belangrijke verhoging van de energiebehoefte.

De energiebehoefte van het Kenniskwartier is na de transitie gelijk aan 552.300 GJ per jaar. Een groot deel daarvan is warmte, koude en gebruikersgebonden elektriciteitsgebruik.

5.2 Transitie netwerken

Nu ligt er in Kenniskwartier een gas-, warmte- en elektriciteitsnet. Er zijn enkele WKO systemen aanwezig.

De energie nodig voor warmte, koude en elektriciteit in de woningen en gebouwen dient in de toekomst duurzaam en zoveel als mogelijk in de locatie zelf te worden opgewekt. Dat geldt zowel voor de bestaande als voor de nieuwe woningen en gebouwen. Aardgas maakt daar geen onderdeel meer van uit. Het aardgasnet zal per deelgebied in het Kenniskwartier op een geëigend moment worden verwijderd door een alternatief.

De keuze van de infrastructuur is in principe nog vrij. Twee of meer vormen van infrastructuur kunnen in principe gelijktijdig voorkomen in het Kenniskwartier. Belangrijk is het verschil tussen

de mogelijke vormen van infrastructuur in de mogelijkheid om het Kenniskwartier energieneutraal te maken. Verder is het van belang om te zien hoe verschillende vormen van infrastructuur ruimtelijk kunnen worden ingepast.

Energiebehoefte en beschikbare duurzame bronnen worden met elkaar verbonden door nieuwe infrastructuur. Mogelijkheden voor de infrastructuur zijn afhankelijk van de opgave gebouwde omgeving. Kostbare infrastructuur is gebaat bij een hoge energievraagdichtheid. De hoge kapitaalslast bij collectieve vormen van infrastructuur wordt eerder rendabel bij een hoge energiebehoefte per hectare. In het geval van het Kenniskwartier is de energievraagdichtheid erg hoog. Alle vormen van infrastructuur zijn daarom economisch rendabel te exploiteren. In de analyse is hoge temperatuur warmtelevering afgevallen vanwege de beperkte flexibiliteit om in de toekomst andere vormen van duurzame energie met lage aanvoertemperaturen in te passen.

Mogelijke vormen van infrastructuur voor warmte zijn:

- “all electric” energievoorziening met IR verwarming of met warmtepompen in de woningen
- ZLTV bronnetten (12 – 18 °C) zowel voor verwarming met warmtepompen in gebouwen of woningen en koeling.
- LTV warmtelevering (40 °C – 55 °C) met collectieve opwek en individuele oplossingen voor warm tapwater
- MTV warmte voor bestaande bouw

Mogelijke vormen van infrastructuur voor koude zijn:

- “all electric” (met opwekker in de woning en gebouwen)
- ZLTV bronnetten (12 °C – 18 °C) en elektriciteit voor comfortkoeling (met opwek in de woning en gebouwen)

De genoemde vormen van infrastructuur kunnen naast elkaar bestaan. In de buurt van de warmtenetten van Ennatuurlijk kunnen de warmtenetten worden doorgetrokken terwijl gelijktijdig ook ZLTV bronnet kan worden geëxploiteerd voor het middendeel van de locatie.

De opwekking van duurzame energie is niet gelijktijdig met de energievraag. Daarom is opslag van elektriciteit en sturing van vraag en aanbod nodig.

Opslag van elektriciteit in batterijen is mogelijk. Dat levert met de huidige stand van de techniek een opslag die de dagelijkse opwek aan elektriciteit kan koppelen aan de dagelijkse behoefte. In de winter echter is er te weinig opwek van duurzame energie en in de zomer te veel. De huidige batterijen zijn niet geschikt voor seizoensopslag en batterijen zijn vervuilend omdat er gebruik wordt gemaakt van niet duurzame materialen. Er zijn recente ontwikkelingen in batterijen voor opslag van elektriciteit zoals de aquabatterij. Die maakt alleen gebruik van water en keukenzout. Innovatie in duurzame batterijen is hard nodig en kan een meerwaarde voor de locatie betekenen.

Seizoensopslag is mogelijk bij een energievoorziening met opslag van thermische energie. Zonnestroom die in de zomer is opgewekt wordt gebruikt om duurzame warmte op te slaan en in de winter weer te gebruiken. De koppeling van thermische en elektrische energie is mogelijk bij grotere locaties zoals het Kenniskwartier. Dat kan op hogere temperaturen van 40 tot 50 °C in grootschalige opslag, maar ook op bodemtemperatuur van ca 15 tot 18 °C in WKO. Opslag van warmte kost ruimte en loopt tegen de grenzen van de capaciteit van de locatie (zowel voor hogere temperatuur warmteopslag als voor WKO). Het is dus ook van belang om zoveel als mogelijk energie die duurzaam is opgewekt direct te leveren aan woningen en utilitaire gebouwen.

Bij de keuze en het ontwerp van de energievoorziening dient rekening gehouden te worden met de innovaties in de toekomst. Nieuwe vormen van duurzame technologie dienen op de infrastructuur ingepast te kunnen worden. De infrastructuur dient daarom de volgende vier elementen te bevatten:

- Smart (regeltechniek)
- Flexibel (veranderende functies en duurzame innovatie)
- Innovatief (internationale uitstraling voor het Kenniskwartier)
- Opslag (van op de locatie opgewekte duurzame thermische en elektrische energie)

5.3 Duurzame energieproductie

In hoofdstuk 4 zijn alle vormen van duurzame energie die mogelijk zijn in het Kenniskwartier besproken. Relevante duurzame thermische en elektrische vormen van duurzame energie-opwek in het Kenniskwartier zijn:

- Zonnestroom met PV panelen (beperkt door gevel en dakoppervlak)
- Urban wind turbine
- Omgevingsenergie
 - o Oppervlaktewater (TEO)
 - o Warmte en koude uit hoofdleiding drinkwater (TED)
 - o Warmte en koude uit hoofdrisol (TEA)
 - o Buitenlucht
 - o Warmte en koudeopslag (WKO)
- Geothermie
- Restwarmte en -koude (datacenter, winkels, koppeling koeling gebouwen)
- Stedelijke opwek van elektriciteit met wind en zon

5.4 Varianten energievoorziening (individueel)

Er zijn in principe drie mogelijkheden voor de energievoorziening op woning- en gebouwniveau:

1. Individuele warmtepompen met lucht of bodembron als bron

De woningen en gebouwen worden verwarmd met elektrische toestellen of met een individuele warmtepomp. Aanvullend wordt zonnestroom gebruikt om te komen tot energieneutraliteit.

De bronnen voor de individuele vormen van energievoorziening zijn elektriciteit (1) of omgevingsbronnen lucht en bodem (2 en 3).

5.5 Varianten energievoorziening (collectief)

Er zijn drie relevante mogelijkheden van infrastructuur op het niveau van de locatie. Dat zijn varianten met collectieve infrastructuur voor warmte. Alle varianten zijn mogelijk in het Kenniskwartier. Verschillen zitten in de investeringen, energiegebruikskosten, de energieprestatie en het comfort.

Varianten voor de collectieve infrastructuur voor warmte en koude zijn:

2. LTV warmte (70 °C) vanuit de stadsverwarming (Ennatuurlijk met biomassa); booster warmtepomp of instant heater in de woning voor warm tapwater; koelmachine voor koeling
3. LTV warmte (45 °C) met collectieve WKO (bijvoorbeeld in combinatie met de WKO van de TU/e); collectieve warmte- en koudelevering aan woningen en gebouwen; booster warmtepomp in de woning voor warm tapwater
4. ZLTV warmte met bronwaterset met energie uit oppervlaktewater met warmtepomp in de woning of gebouw voor de levering van warmte, koude en warm tapwater

Bij de uitwerking van de genoemde concepten wordt duidelijk of voldoende zonnestroom op de woningen en gebouwen kan worden gerealiseerd om te komen tot volledige energieneutraliteit.

Woningen en gebouwen kunnen worden aangesloten op alle vormen van energievoorziening. Er zijn wel voorkeuren per type gebouw. In de figuur xx zijn de voorkeuren aangegeven.

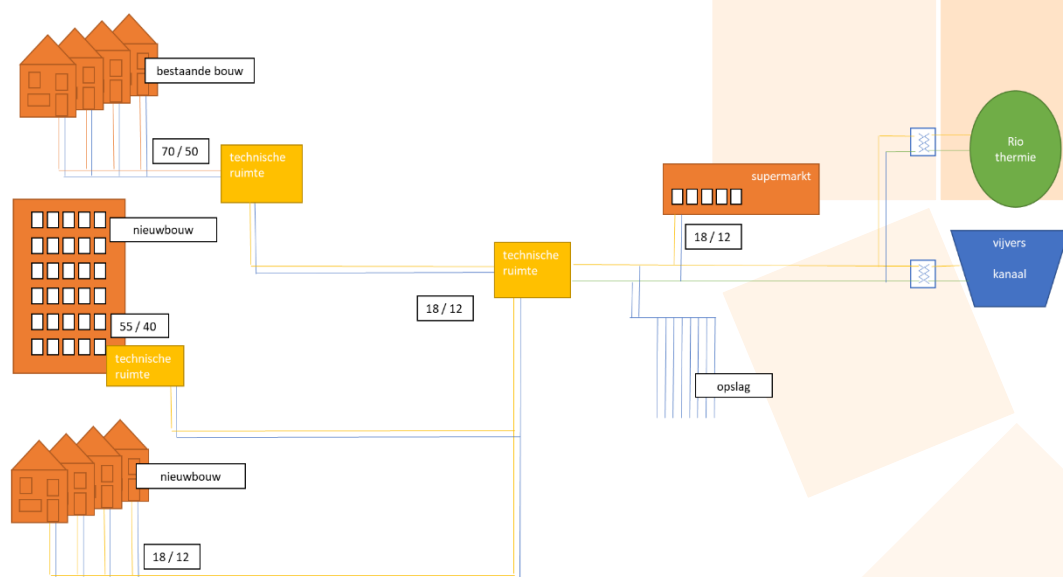
	all electric"	ZLTV bronnet	LTV warmtelevering	MTV warmtelevering
Bestaande gerenoveerde woning	0	0	+	++
Bestaand gerenoveerd appartementen complex	--	++	+	++
Nieuw woning	++	++	++	--
Nieuw appartementen complex	+	++	+	--
Bestaand gerenoveerd utilitair gebouw	0	++	+	--
Nieuw utilitair gebouw	0	++	0	0

Figuur Voorkeur energievoorziening afhankelijk van gebouwtype

Er zijn drie vormen van energievoorziening die voor het Kenniskwartier naar voren komen:

- Bestaande gebouwen in stadsverwarmingsgebied (Universiteit) blijven op stadsverwarming. Het temperatuurniveau van warmtelevering wordt verlaagd naar maximaal 70 °C. Een bronnet voor koudelevering is interessant in combinatie met de rest van het Kenniskwartier
- Bestaande gerenoveerde woningen bij voorkeur een LTV of MTV warmtenet met een opwekinstallatie in de buurt met als bron het bronnet van het Kenniskwartier
- Bestaande gerenoveerde appartementencomplexen bij voorkeur een LTV of MTV warmtenet met een opwekinstallatie in de buurt met als bron het bronnet van het Kenniskwartier of aansluiting op een ZLTV bronnet met opwek in het gebouw
- Nieuwe woningen en appartementen aansluiting op een ZLTV bronnet met opwek in de woningen en gebouwen
- Bestaande gerenoveerde en nieuwe utilitaire gebouwen ZLTV bronnet met opwek in de gebouwen.

De energievoorziening kan worden ingericht volgens het principe zoals in onderstaande figuur aangegeven. Voor de bestaande bouw is gebiedsgebonden midden- of lage temperatuur warmtelevering een optie. Voor de gestapelde nieuwbouw is warmtelevering met een zeer lage temperatuurnet met warmtepompen in de appartementen of lage temperatuur warmtelevering met opwek in het complex een optie. De nieuwe utiliteitsbouw en grondgebonden nieuwe- en bestaande woningen kunnen ook rechtstreeks op een zeer lage temperatuurnet worden aangesloten. Alle duurzame bronnen worden gekoppeld door een zeer lage temperatuurnet met seizoensopslag. Ook gebouwkoeling kan op het net worden geleverd en rechtstreeks geleverd aan andere gebouwen met warmtebehoefte of opgeslagen in de seizoensopslag. Dat net voedt warmtepompen in de gebouwen of in de woningen. Voor bestaande woningen kan een buurtwarmtenet worden gerealiseerd met een centrale opwek van middentemperatuur warmte.



5.6 Opslag en regeling energievoorziening

Het moment van opwek van energie is vaak niet gelijk aan het moment van de vraag naar energie. Er zit een belangrijke verschuiving tussen vraag en aanbod van energie. Om die faseverschuiving op te vangen is netwerkmanagement door sturing en opslag van energie nodig. De afgelopen jaren zijn experimenten met buurtbatterijen uitgevoerd op de schaal van enkele woningen. Daarmee zijn pieken in de energievoorziening af te vangen. Opslag van energie gedurende een seizoen is daarmee niet mogelijk. Sturing en opslag op het niveau van een buurt of wijk biedt beter perspectief op de koppeling van vraag en aanbod gedurende een geheel seizoen zonder daarbij het elektriciteitsnet in de omringende buurten te belasten. Innovatieve oplossingen voor sturing en opslag van energie zijn mogelijk door toepassing van een combinatie van elektrische en thermische opslag.

5.7 Afweging energievoorziening

Bij de selectie van een vorm van energievoorziening zijn de uitgangspunten van de gemeente Tilburg van groot belang:

- Duurzaam
- Betrouwbaar
- Betaalbaar
- Flexibel

Aardgasvrij

Alle geschetste vormen van individuele en collectieve energievoorziening zijn aardgasvrij. Bestaande voorziening voor aardgas dient per cluster te worden vervangen door een duurzame energievoorziening.

Energieneutraal met beschikbare duurzame energie

De beschikbare duurzame energie is geschikt om zowel individueel als collectief in energie te voorzien. De hoeveelheid elektriciteit die opgewekt kan worden in het Kenniskwartier is beperkt ten opzichte van de behoefte vanwege de hoge bebouwingsdichtheid. Het is dus van belang om zoveel mogelijk verschuiving van elektriciteitsbehoefte naar warmtebehoefte te realiseren.

Daarvoor dient in het Kenniskwartier zoveel mogelijk ingezet te worden op efficiënte vormen van toepassing van omgevingswarmte en -koude. Een collectieve vorm van energievoorziening sluit daar goed bij aan.

Biomassa die nu wordt gebruikt in de Amercentrale is met de huidige richtlijnen (NTA 8080) als duurzaam te beschouwen. Biomassa is schaars. De inzet van biomassa neemt toe als alle woningen en gebouwen worden aangesloten op het Amerwarmtenet. Dat is in strijd met de motie die de gemeenteraad hierover heeft aangenomen. Duurzame energie dient zo hoogwaardig mogelijk te worden ingezet. Daarom is de beschikbare biomassa beter in te zetten als bron voor piekvermogen of voor hoge temperaturen bijvoorbeeld in de industrie.

Meest geschikte vormen van duurzame energie zijn open bodembronnen, oppervlaktewater, drinkwaterleiding en uiteraard uitwisseling van warmte en koude tussen gebouwen. Die bronnen inclusief uitwisseling van warmte en koude tussen gebouwen en clusters zijn mogelijk met collectieve systemen voor de energievoorziening.

Inclusieve samenleving

Om het Kenniskwartier voor iedereen bereikbaar te krijgen en te houden zijn lage kosten voor energie belangrijk. Dat geldt zowel voor de investering als voor de vaste en variabele jaarlijkse energiekosten. Van belang is ook de stijging van vaste en variabele energiekosten. Bij weging van de te kiezen vormen van energievoorziening is dit een belangrijk issue.

Type warmtenet

In principe zijn er vier mogelijkheden voor de warmte- en koudevoorziening in de wijk.

Robuust

In principe zijn alle beschreven vormen van energievoorziening robuust. Voorwaarde is wel dat bij collectieve systemen alleen gewerkt wordt met lage temperatuur warmtelevering en hoge temperatuur koudelevering. Dat is noodzakelijk om de gehele energievoorziening met duurzame bronnen in te vullen.

Innovatie

Innovatie op het gebied van duurzame opwekking en duurzame infrastructuur is nodig in het Kenniskwartier. Belangrijke innovatie is nodig op het gebied van opslag en balancering van de energievoorziening. Zowel voor elektriciteit als voor warmte en koude.

Flexibiliteit naar toekomst

De genoemde individuele concepten hebben geen relatie met de omgeving van het Kenniskwartier. Deze concepten zijn flexibel in te zetten en volgen het bouwprogramma op locatie. Het ruimtegebruik voor opwek van duurzame elektriciteit is daarbij wel groter dan bij collectieve vormen van energievoorziening.

Collectieve vormen van energievoorziening met lage temperaturen hebben het voordeel dat in later stadium eenvoudig kan worden gekozen voor een andere vorm van duurzame energie. Op een of slechts enkele plaatsen wordt de energievoorziening overgeschakeld op een andere duurzame energiebron.

Binnen het Kenniskwartier is nog niet aan te geven in welke volgorde de verschillende clusters van gebouwen zullen worden aangepakt. Als de eerst clusters ver uit elkaar liggen is een hoge mate van flexibiliteit nodig om hierop te anticiperen. Dat kan door de clusters in beginsel eerst afzonderlijk aan te sluiten op een energievoorziening en die later te koppelen.

Uitwisseling van energie

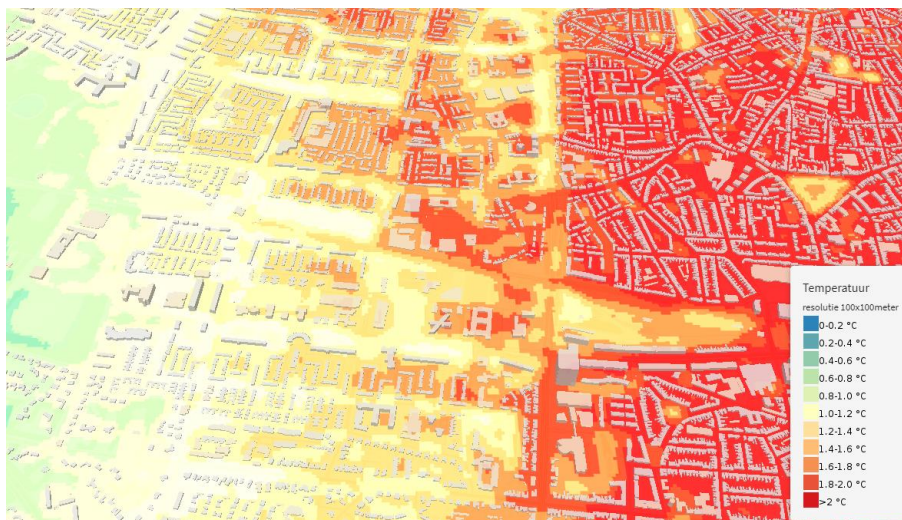
Uitwisseling van warmte en koude binnen het Kenniskwartier is een prominente mogelijkheid om alle gebouwen van energie te voorzien. De warmte- en koudebehoefte van de gebouwen in het Kenniskwartier is vrijwel in balans. Een collectief net is nodig om die energie tussen gebouwen en clusters te transporteren en eventueel op te slaan.

Effect op omgeving

Nadeel bij toepassing van buitenlucht is de geluidproductie van buitenunits. Bij toepassing van verticale gesloten bodembronnen is de hoeveelheid bodembronnen zo groot dat niet alle gebouwen er gebruik van kunnen maken. Bovendien worden de scheidingslagen tussen de watervoerende lagen dan duizenden keren doorprikt waardoor de kans op ongewenste uitwisseling van water tussen verschillende watervoerende lagen groot wordt.

Klimaatadaptatie

Met stijgende temperaturen door wereldwijde opwarming van de aarde wordt koeling van woningen en gebouwen steeds belangrijker. Koeling in alle woningen en gebouwen is een voorwaarde voor gezonde en comfortabele woningen en gebouwen.



Figuur “Heat island” effect bij het Kenniskwartier.

Door toename van het aantal gebouwen in het Kenniskwartier neemt het “heat island” effect ook toe. In een wijk met hoge bebouwingsdichtheid speelt het “heat island” effect. Door warme gebouwen en wegen wordt het in de wijk warmer dan in de omgeving daarvan. Dit effect komt bovenop het effect van wereldwijde opwarming. Het “heat island” effect is te dempen door toepassing van groen op gebouwen en in de gebouwde omgeving en door water in de leefomgeving. Groen op gebouwen is goed te combineren met opwek van elektriciteit met zonnepanelen. Koeling door groen verhoogt bovendien de productie van elektriciteit met

zonnepanelen. Water in de wijk kan worden gebruikt in de energievoorziening. Er kan energie aan worden onttrokken. Dat geldt zowel voor de vijvers als voor bijvoorbeeld watertafels in de wijk. Zowel individueel (groen en elektriciteitsopwekking) als collectief (energie uit oppervlaktewater) zijn er mogelijkheden voor synergie tussen de energievoorziening en klimaatadaptatie.



6 Governance van de energievoorziening

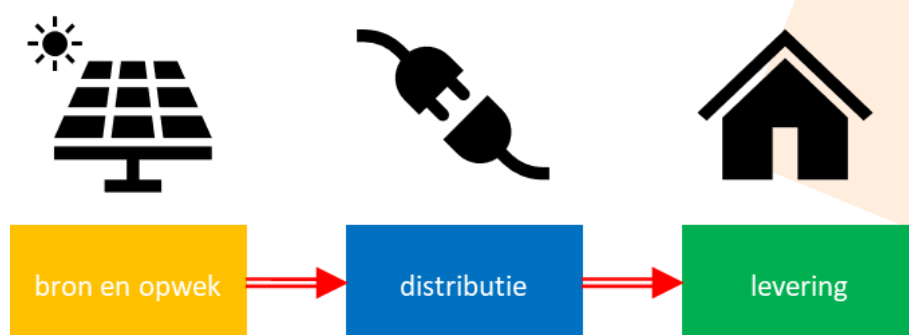
Voor de uitwerking van de governance van het warmtenet zijn in principe de volgende stappen te zetten:

1. Onderzoek naar de opties (kaders, voorstudie, marktscan);
2. Keuze voor één van de opties, gevolgd door een besluit van B&W van Tilburg en/of MT/bestuurder woningcorporatie, Tilburg University en andere stakeholders, en afhankelijk van de gekozen optie, een besluit van de Raad van Tilburg en/of Raad van Bestuur van woningcorporaties, Tilburg University en andere stakeholders;
3. De gekozen optie wordt uitgewerkt en gecontracteerd;
4. De gekozen optie wordt gerealiseerd en geëxploiteerd.

Het eerste onderzoek naar de opties voor de governance van warmtenetten wordt in deze rapportage verder uitgewerkt.

6.1 Opties voor de governance van een warmtenet

Een warmtenet bestaat in hoofdzaak uit drie onderdelen. De duurzame energiebron en eventuele opwek met warmtepompen, de distributie en de levering.



Figuur Opbouw van een warmtenet

Het eigendom en de exploitatie van de drie verschillende onderdelen van een warmtenet kan bij verschillende partijen berusten. Elk onderdeel kan afzonderlijk van een andere (semi)publieke partij, marktpartij of coöperatie zijn.

Met een (semi)publieke partij wordt bedoeld eigendom bij gemeente, provincie, waterschappen of zusterbedrijven van de netbeheerders. Coöperaties zijn de lokale energiecoöperaties die geheel zelfstandig warmtenetten kunnen initiëren, uitwerken en exploiteren of juist een onderdeel daarvan voor rekening nemen. Daardoor betrekken ze de bewoners in de stad bij warmtelevering.

Gemeenten en coöperaties zijn relatief nieuwe partijen bij warmtelevering in Nederland.

Eindhoven heeft bijvoorbeeld een eigen energiebedrijf. Onderhoud en levering wordt verzorgd door Ennatuurlijk. In Culemborg is een warmtenet in bedrijf van energiecoöperatie Themo Bello

dat warmte levert aan woningen en bedrijven in Culemburg. De tarieven van deze energiecoöperatie zijn de laagste van Nederland.

Naast genoemde belangen spelen draagvlak en vertrouwen een grote rol bij het tot stand komen van een warmtenet. Om dat te krijgen dienen alle belangen van de verschillende stakeholders goed te worden bediend. Dat bepaald ook de rol die de partijen van nature hebben bij warmtelevering.

	bron	distributie	levering
gemeente	duurzaam	betrouwbaar	betrouwbaar
			betalbaar
provincie	duurzaam	betrouwbaar	betrouwbaar
			betalbaar
semi(publieke) netbeheerder		betrouwbaar	betrouwbaar
		regie open netwerk	betalbaar
waterschap	duurzaam		
	rendabel		
	klimaatadaptatie		
netbeheerder	rendabel	betrouwbaar	
		regie open netwerk	
marktpartij coöperatie	rendement	betrouwbaar	rendement
	rendabel		
	betrokkenheid		

Figuur Belangen van deelnemende partijen in warmtenetten

Gemeente en (semi)publieke partijen

Belangen van de gemeente of (semi)publieke partijen zijn:

- Betrouwbaarheid
- Duurzaamheid
- Betaalbaarheid

Met name de belangen betaalbaarheid en duurzaamheid worden niet automatisch behartigd door marktpartijen. Deze belangen pleiten dan ook voor publieke regie over de warmtevoorziening.

De gemeente heeft een belangrijke rol bij het realiseren van warmtenetten. Vanuit de Transitievisie Warmte zijn de locaties in de stad aangegeven waar warmte de voorkeur heeft. Dat is vooral geredeneerd vanuit de mogelijkheid om een warmtenet rendabel te kunnen exploiteren. Duurzame bronnen zijn daarbij schaars (Energievisie Tilburg 2016) en dienen zorgvuldig te worden ingezet om zoveel mogelijk eindgebruikers te kunnen aansluiten. Een stadsstrategie voor de inzet van duurzame warmtebronnen is daarbij nodig. De gemeenteraad van Tilburg heeft daarbij aangegeven geen nieuwe biomassa te willen gebruiken voor de warmtevoorziening in de stad. Er is gemeentelijke regie nodig om uiteindelijk te komen tot een betrouwbare, duurzame en betaalbare energievoorziening. Dat blijkt bijvoorbeeld ook uit de mogelijkheid om nog open bodembronnen in het Kenniskwartier te kunnen plaatsen. Het aantal benodigde bronnen is veel groter dan het maximaal aantal beschikbare bronnen. De plaats waar de bronnen worden gerealiseerd is dus van groot belang. De gemeente heeft enkele instrumenten om die regie te kunnen voeren. Dat zijn onder andere het Warmteplan en het Bodemenergieplan. De gemeente kan ook zelf investeren in de netwerken. Daarmee ontstaat er ook een hoge mate van regie over

de warmtelevering. Met het eigendom van de distributienetten krijgt de gemeente een hoge mate van regie. De opwek en levering is geen vanzelfsprekende activiteit van de gemeente. Een gemeente kan het eigendom van de distributiesysteem ook bij een nadere (semi)publieke partij. Enpuls (zusterbedrijf van Enexis) kan en wil die rol vervullen. Door het maken van afspraken vooraf kan de gemeente de regierol behouden.

Coöperatie

Belangen van de energiecoöperatie zijn:

- Betrouwbaarheid
- Duurzaamheid
- Betrokkenheid burgers
- Rendement op investering voor participerende burgers
- Betaalbaarheid voor eindgebruikers

Het belang van een energiecoöperatie (lees: de burgers) is een duurzame en betaalbare energievoorziening. Coöperaties zijn gewend om zon- en windprojecten te realiseren. Daarbij hebben zij geen belang in de netwerken en de levering aan eindgebruikers. Een soortgelijke inbreng kunnen coöperaties ook hebben binnen de Tilburgse warmtevoorziening door in de bronnen en opwek te investeren en die vervolgens ook te exploiteren. Door een investering van een coöperatie in de opwek van energie kan de energieprijs lager zijn. Een coöperatie investeert in een deel van de totale assets met een rendement van bijvoorbeeld 6%. Daarnaast wordt geld geleend tegen een redelijk rendement. De gemeente kan daar eventueel ook partij bij zijn in de vorm van een lening.

Coöperaties hebben in Nederland nog nauwelijks ervaring met netbeheer. Het ligt daarom op dit moment nog voor de hand om bij grote netwerken daarvoor een (semi)publieke partij of een marktpartij te zoeken. De levering van energie die is opgewekt kan eventueel wel door een coöperatie worden uitgevoerd. Dat ligt het meest voor de hand als de coöperatie ook de eigenaar is van de opwekinstallatie.

Marktpartij

Belangen van de marktpartij is:

- Betrouwbaarheid
- Klanttevredenheid
- Rendement op investering

Een marktpartij wil bij deelname aan een warmtenet van nature ook de levering betrekken. Nu wordt vaak de energie van onafhankelijke derde partijen ingekocht. Denk daarbij aan restwarmte van industrie of elektriciteitscentrales. De inkoop en verkoop van duurzame energie is het gedeelte waarop rendement gemaakt kan worden. Eigendom van het distributienet en de duurzame opwek is geen noodzaak. Een marktpartij zal minder interesse hebben in het eigendom van een warmtenet als de opwek en/of levering daar niet bij betrokken is.

Potentiële partijen en joint ventures

In onderstaande figuur zijn de potentiële partijen per onderdeel van het warmtenet aangegeven op basis van de analyse uit de voorgaande paragrafen.

bron	distributie	levering
marktpartij	marktpartij	marktpartij
marktpartij	(semi)publiek	(semi)publiek
marktpartij	(semi)publiek	marktpartij
coöperatie	marktpartij	marktpartij
coöperatie	coöperatie	coöperatie
coöperatie	(semi)publiek	(semi)publiek
coöperatie	(semi)publiek	coöperatie
(semi)publiek	(semi)publiek	(semi)publiek
(semi)publiek	marktpartij	marktpartij

Figuur Potentiële partijen per onderdeel van het warmtenet.

Er zijn 8 logische combinaties voor het eigendom en de exploitatie van warmtenetten. Daarvan zijn er 5 waarbij de gemeente of een andere (semi)publieke partij een rol speelt.

In het vervolgtraject dient deze keuze verder te worden uitgewerkt.

7 Consequenties van de maatregelen

In het voorgaande hoofdstuk zijn concepten voor de energievoorziening en energiebesparing in het Kenniskwartier beschreven. In dit hoofdstuk worden die concepten verder uitgewerkt. De consequenties van de verschillende varianten zijn in deze paragraaf beschreven.

7.1 Energiebehoefte bij diverse scenario's van de ontwikkeling

Alle woningen in het plangebied zijn energieneutraal of worden dat als de energievoorziening duurzaam is. Daar is bij de selectie van de maatregelen al rekening mee gehouden. Woningen en gebouwen zijn aangesloten op combinaties van infrastructuur voor warmte, koude en elektriciteit. In alle gevallen dient (nu of op termijn) alle energie duurzaam aan de woningen te worden geleverd. Dat betekent dat voor alle woningen is vastgesteld hoeveel zonnestroom nodig is om de woningen energieneutraal te laten zijn. Verder is vastgesteld hoeveel elektriciteit op wijkniveau moet worden opgewekt voor de wijkgebonden energie. Er wordt per variant beoordeeld waar de elektriciteit en warmte duurzaam kan worden opgewekt en wat het ruimtebeslag daarvoor is.

De energiebehoefte (warmte, koude, elektriciteit) is vastgesteld voor de diverse scenario's en gegeven in figuur 17 voor de variant zuinige gebouwen en in figuur 18 voor de variant super zuinige gebouwen.

energiebehoefte		
Kenniskwartier	huidig (2022)	nieuw (2040)
	[GJ/jaar]	[GJ/jaar]
warmte	130.153	162.107
warm tapwater	18.423	54.701
koude	107.872	159.795
elektriciteit	83.398	166.825
elektriciteit wijk	3.988	8.887
elektriciteit energievoorziening		40.527
totaal GJ	343.834	552.315

Figuur 17. Energiebehoefte van woningen, gebouwen en de wijk (verlichting en bemaling) bij verschillende scenario's van de ontwikkeling van het Kenniskwartier. Uitgangspunt voor de nieuwe situatie is zuinige gebouwen.

Uit de tabel kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De energiebehoefte voor koeling en verwarming is redelijk op hetzelfde niveau. Dat betekent dat er minder duurzame energie nodig als er optimaal wordt gekoeld en de koude als restwarmte wordt ingezet voor warmtelevering
- De energiebehoefte is dusdanig hoog dat warmtelevering een rendabele optie is
- De energiebehoefte is dusdanig hoog dat een of meer vormen van energievoorziening gelijktijdig rendabel kunnen worden geëxploiteerd.

De energiebehoefte zegt nog niets over de hoeveelheid duurzame energie die moet worden geleverd en de wijze waarop de energie wordt geleverd. Bij stadsverwarming wordt duurzame energie elders in Tilburg of de regio gewonnen en geleverd aan het Kenniskwartier. Bij WKO of individuele opties wordt de duurzame energie van de locatie betrokken. Er is dan ook extra elektriciteit nodig voor de warmtepompen.

7.2 Ruimtegebruik gebouwgebonden en in de stedelijke omgeving

7.2.1 Zonnestroom

7.2.2 Gebiedsgebonden energievoorziening

Collectieve warmte en koude

Voor een collectieve variant met stadsverwarming en met WKO wordt ervan uitgegaan dat de opwekking van de warmte plaatsvindt buiten het gebied. Dat kan door geothermie, aquathermie, maar bijvoorbeeld ook door een zonnewarmteveld. Er is geen ruimtegebruik voor het opwekken van de energie. Bij opwek en opslag binnen de locatie bijvoorbeeld met buitenlucht als omgevingsenergie is er wel ruimtebeslag voor de opwek en opslag van energie.

Voor de collectieve varianten zijn er technische ruimtes nodig. Een hoofdstation van ca 50 tot 200 m² afhankelijk van de gekozen techniek in een gebouw en ontvangststations in gekoppelde gebouwen met een omvang van ca 20 m².

Bronnen

Voor de concepten met bodembronnen zijn doubletten nodig in het gebied. Dat zijn bronnen waaruit bodemwarmte wordt onttrokken. Voor het gehele gebied zijn waarschijnlijk 70 tot 75 collectieve doubletten nodig. Er passen slechts 20 tot 25 doubletten binnen het Kenniskwartier. Het is nodig het aantal doubletten te beperken door rechtstreekse levering van duurzame energie en uitwisseling van restwarmte én door de plaatsing van doubletten net buiten het gebied. De bronnen hebben op straatniveau een bronput van 1,5 bij 1,5 meter. Er lopen 2 leidingen van $\phi 20$ cm van de bronputten naar de centrale opwekinstallatie.

Distributieleidingen

Er is een afzonderlijk tracé nodig voor distributieleidingen. Tussen het warmtestation en de woningen lopen distributieleidingen. Die leidingen hebben een omvang van $\phi 100$ tot $\phi 300$ mm afhankelijk van de plaats in de wijk. De leidingen kunnen naast elkaar worden gelegd met een tussenruimte van ongeveer 100 tot 150 mm.

Regeneratie

Er is een unit nodig voor regeneratie van de bron. Daar kunnen diverse bronnen voor worden gebruikt. De koppeling van de duurzame regeneratiebronnen met WKO loopt via leidingen in het openbaar gebied of op particulier terrein door parkeergarages of gebouwen. De leidingen zijn afhankelijk van de omvang van de bron ϕ 100 tot ϕ 300 mm.



8 Sturing door de gemeente Tilburg

Gemeenten kunnen geen eisen stellen aan ontwikkelaars als er publiekrechtelijke eisen bestaan. In het Bouwbesluit zijn publiekrechtelijke eisen opgenomen voor de energiezuinigheid van gebouwen. De gemeente kan daarop geen aanvullende eisen stellen. Wel kan de gemeente in overleg met de ontwikkelaars stimuleren dat betaalbare maatregelen aan gebouwen worden getroffen die helpen de energiebehoefte te reduceren (Nieuwbouwbeleid gemeente Tilburg).

Op het gebied van duurzame energie voor gebouwen zijn in het Bouwbesluit eisen opgenomen. Er kunnen geen aanvullende privaatrechtelijke eisen worden gesteld. Toch is het nodig om maximaal gebruik te maken van de opwek van elektriciteit uit de zon op daken en gevels van gebouwen. Maak afspraken dat alle daken en gevels optimaal gevuld worden met zonnestroom. Dakvlak- of gevelvlak dat niet wordt benut dient ter beschikking te worden gesteld aan de gemeente Tilburg (of Energiebedrijf Kenniskwartier) om aanvullend duurzame elektriciteit op te wekken door externe partijen.

Regie van de gemeente over het gebruik van de ondergrond is noodzakelijk binnen het Kenniskwartier. Het aantal benodigde bodembronnen is groter dan het aantal dat geplaatst kan worden in het Kenniskwartier. Het opstellen van een Interferentieplan en een Bodemenergieplan geeft de gemeente mogelijkheden om het maximale potentieel aan duurzame warmte en koude in de bodem op te kunnen slaan. Het aanvragen van vergunning voor alle potentiële bronnen door de gemeente Tilburg voorziet in de mogelijkheid om te sturen in de energievoorziening door eisen te stellen aan het gebruik van de vergunningen.

In de nieuwe plannen voor de Wet Collectieve Warmtevoorziening van minister Jetten krijgt de (semi)publieke sector een belangrijkere rol bij het realiseren van warmtenetten. Er wordt gespeeld met de gedachte om het eigendom van warmtenetten in (semi)publieke handen te leggen. Deze discussie loopt nog. Wel is duidelijk dat gemeenten meer regie moeten kunnen voeren over warmtenetten. Eigendom is daarvoor niet strikt noodzakelijk. Er zijn ook andere middelen. Die heeft de gemeente nu slechts beperkt (Warmteplan, kabels- en leidingenverordening, Bodemenergieplan).

Door het verlenen van een concessie voor de infrastructuur voor warmte en de afspraken daaruit vervolgens een Warmteplan vast te leggen kan worden afgedwongen dat de getransporteerde en geleverde energie volledig duurzaam moet zijn.

Het is van belang in overleg te treden met de ontwikkelaars van de clusters. Daarbij is onderwerp van overleg:

- Energiezuinigheid van de gebouwen
- Hoeveelheid op te wekken duurzame energie op en aan de gebouwen
- Vorm van infrastructuur per cluster
- Vorm van infrastructuur voor Kenniskwartier

De infrastructuur per gebouw hoeft niet in handen te zijn van een partij. De verbindende energie-infrastructuur (back bone) komt in publieke handen. Dat kan door investeringen van gemeente Tilburg, Provincie Noord Brabant, het Waterschap (aquathermie, riothermie) of Enpuls. Doordat de verbindende infrastructuur in publieke handen is ontstaan er meer mogelijkheden voor sturing op de duurzaamheid van de energievoorziening.

Om innovatie op het gebied van de energievoorziening mogelijk te maken dienen de ontwikkelaars open te staan voor deelname aan projecten met innovatieve oplossingen voor energiebesparing en duurzame energie. Gemeente Tilburg dient de ontwikkelaars daartoe te stimuleren.

Innovatie op het gebied van netwerkmanagement, energieopslag en balancering binnen de infrastructuur kan door de gemeente worden opgepakt in samenwerking met Enexis en een eventuele exploitant van de warmte-opwek en levering.

