
Project	energievisie Reeve in Kampen	Datum	19 juli 2017
Onderwerp	energieconcepten aardgasloos Reeve in Kampen	Status	definitief
Auteur	drs. J. van der Heide	Co-lezer	ing. H.L. Vreemann

1 Nieuwbouwlocatie Reeve

Vanaf de IJssel wordt een nieuwe waterverbinding gelegd naar het Drontermeer. Deze hoogwatergeul is bedoeld om in extreme omstandigheden hoogwater van de IJssel te kunnen afvoeren via het Drontermeer en het Vossemeer, naar het IJsselmeer: het Reevediep.

Door de aanleg van het Reevediep ontstaat ruimte voor een nieuw woongebied. De nieuwbouwlocatie Reeve voorziet in de bouw van 600 woningen.

Reeve: aardgasloos

De fossiele brandstoffen voor de energieproductie zijn eindig en veroorzaken CO₂-emissie wat een negatieve invloed heeft op het klimaat (versterkt broeikas effect). Dit maakt de transitie naar een fossielvrije energievoorziening noodzakelijk.

Door de gemeenteraad van Kampen is hier invulling aan gegeven door de doelstelling te formuleren om een aardgasloze wijk te ontwikkelen.

Deze doelstelling vormt het uitgangspunt voor deze energievisie. In beeld zal worden gebracht welke alternatieven er mogelijk zijn en op welke wijze verdere verduurzaming van de energievoorziening kan worden gerealiseerd.

Planning en programma

Het plan voorziet in de ontwikkeling van 600 woningen. Deze woningen worden gerealiseerd in de periode 2018 – 2027.

2 Trends en ontwikkelingen

Ten aanzien van duurzame ontwikkeling onderscheiden wij een aantal trends en ontwikkelingen in zowel de stad als op het platteland die van belang zijn voor de ontwikkeling van Reeve.

- 1 **Wet- en regelgeving:** vanaf eind 2020 moeten alle nieuwe gebouwen in Nederland Bijna EnergieNeutrale Gebouwen (BENG) zijn. Daarnaast worden steeds strengere eisen gesteld aan de materiaalimpact van gebouwen. Dit vraagt bij de ontwikkeling van Reeve om heldere keuzes om voorbereid te zijn op energiezuinigheid en materialisering van gebouwen.
- 2 **Smart Cities:** veel gemeenten zijn bezig om een visie te vormen ten aanzien van het Smart City-vraagstuk. Bij Smart Cities komen twee trends samen waar wij domweg niet omheen kunnen: digitalisering en verstedelijking. Nieuwe ict-gerelateerde technologieën en toepassingen kunnen de maatschappij ingrijpend beïnvloeden. Onder invloed van digitalisering en verstedelijking vindt bovendien ook een maatschappelijke ontwikkeling plaats: het ontstaan van een energieke samenleving die, in allerlei verbanden, zelf slimme oplossingen bedenkt en toepast. Slimme technologie en slimme mensen maken de stad duurzamer, bereikbaarder, veiliger en leefbaarder.
- 3 **Smart Building:** toenemende ontwikkeling van Smart Buildings. Gebouwen waarin technieken door middel van ict-toepassingen met elkaar communiceren en het gebruik steeds meer wordt afgestemd op de gebruiker en het op dat moment beschikbare aanbod. Vraaggestuurde

regelingen staan centraal. Deze ontwikkeling kan maximaal uitgenut worden om vraagreductie ten aanzien van energie, water en afval te realiseren. Tegelijkertijd wordt hiermee ingespeeld op ontwikkeling rondom levensloopbestendig wonen.

- 4 **Flexibele woonvormen:** ontwikkeling van multifunctionele en flexibele gebouwen om woningen geschikt te maken voor diverse doelgroepen.
- 5 **Flexibele infrastructuur:** toenemende ontwikkeling van Smart Grids. De decentrale productie van elektriciteit (zon en wind) en de toepassing van vraaggestuurde systemen voor het optimaal uitnutten van (rest)warmte en koude vereisen een slimme afstemming van vraag en aanbod van energie, grondstoffen en vervoer.
- 6 **Klimaatverandering:** door de uitstoot van broeikasgassen warmt de aarde verder op waardoor wij te maken krijgen met klimaatverandering. Om deze klimaatverandering het hoofd te bieden, zijn mitigerende maatregelen (uitstoot van broeikasgassen in 2050 met 40 tot 70% reduceren) en adaptieve maatregelen (water als vast onderdeel van de leefomgeving, watergebruik reduceren) nodig.
- 7 **Duurzaamheid is waardecreatie:** uit steeds meer onderzoeken blijkt dat duurzaamheid rendoert. Investeren in duurzaam bouwen levert voor de lange termijn stabiliteit en waarde op. Er is meer vraag naar duurzaam vastgoed dan naar niet-duurzaam vastgoed.
- 8 **Aardgasloos wonen en bouwen:** onze energievoorziening gaat de komende decennia flink veranderen. We staan aan het begin van een nieuw tijdperk waarin aardgas plaatsmaakt voor hernieuwbare energiebronnen. Nadat Nederland in Parijs eind 2015 samen met 200 internationale deelnemers het Klimaatakkoord heeft ondertekend, is de transitie naar een aardgasloze economie in een versnelling geraakt. Nederland gaat stoppen met het stoken en koken op aardgas, zodat de opwarming van de aarde niet meer dan twee graden wordt. De ambitie is volledig aardgasloos te zijn in 2050. Een forse opgave waarvoor veel innovatie, samenwerking en creativiteit nodig is. De Energieagenda die minister Kamp begin december heeft gepubliceerd, geeft in grote lijnen aan hoe we tot het doel komen om in 2050 vrijwel geen CO₂ meer uit te stoten. Reeve kan hierin een koploper zijn, het voorbeeld van een gasloze nieuwbouwwijk.
- 9 **Van bezit naar gebruik:** de deel-economie is meer en meer in opkomst. Niet alleen in de steden, ook op het platteland zijn de gevolgen merkbaar. Initiatieven als Airbnb, Snappcar en Thuisafgehaald.nl maken het mogelijk om een huis, een auto of kookkunsten online te 'delen' met anderen. Voor Reeve kan hier invulling aan gegeven worden door bijvoorbeeld het delen van oplaadpunten, het delen van ruimte om eigen groente (biologisch) te verbouwen of door de inzet van elektrisch vervoer in de wijk.

3 Energieconcepten

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de mogelijke toepasbare energieconcepten voor realisatie van een gasloze wijk.

3.1 Aanpak

Voor de realisatie van een gasloze wijk zijn de verschillende alternatieven voor een duurzame energievoorziening in beeld gebracht. Hierbij is de volgende aanpak gevolgd.

- Stap 1 Beperking van de energievraag door ontwerp van een zo energiezuinige woning.
- Stap 2 Duurzame energieopwekking.
- Stap 3 Hernieuwbare energieopwekking van het resterende energiegebruik.

Stap 1 Beperking van de energievraag door ontwerp van een zo energiezuinige woning

De eerste stap in de realisatie van een zo duurzame, gasloze wijk is het beperken van het energiegebruik door het ontwerp van een energiezuinige woning. De planning is dat in 2019 de eerste

woningen zullen worden gebouwd. Vanaf 2020 moet voldaan worden aan de Europese regelgeving voor de realisatie van Bijna EnergieNeutrale Gebouwen (zie bijlage I). In dit onderzoek wordt daarom uitgegaan van het ontwerp van een woning dat voldoet aan de BENG-eisen. Voor de woningen die in 2019 gebouwd worden, betekent dit dat voorgelopen wordt op de wetgeving. Dit betekent dat uitgegaan wordt van zeer goed geïsoleerde woningen in combinatie met hernieuwbare energieopwekking. Voor de bouwfysische en installatietechnische eigenschappen wordt verwezen naar bijlage II.

Stap 2 Duurzame energieopwekking

De meest toegepaste vorm voor verwarming van woningen is op dit moment een gasgestookte ketel. Aangezien in deze wijk geen gasnet aangelegd zal worden, zal gezocht moeten worden naar een duurzaam alternatief. Op basis van de op de markt beschikbare en/of in ontwikkeling zijnde technieken, zijn de volgende concepten denkbaar voor realisatie van een gasloze wijk.

- 1 Collectieve wko in combinatie met individuele warmtepompen.
- 2 Collectieve wko en warmtepomp in combinatie met individuele boosterwarmtepomp.
- 3 Duurzame warmtelevering door middel van geothermie.
- 4 Collectieve houtgestookte ketels.
- 5 Gebruik van groen gas/biogas op basis van vergisting.
- 6 Warmtepomp per woning met bodem als bron.
- 7 Warmtepomp per woning met buitenlucht als bron.
- 8 Individuele houtgestookte ketels.

Om de concepten met elkaar te kunnen vergelijken en te beoordelen, is een referentieconcept gedefinieerd, gebaseerd op een conventionele energievoorziening (aardgasnet en gasgestookte ketels).

In paragraaf 3.2 wordt verder op de verschillende alternatieven ingegaan.

Stap 3 Hernieuwbare energieopwekking van het resterende energiegebruik

Na toepassing van een aardgasloos energieconcept resteert een elektriciteitsvraag die, waar mogelijk, duurzaam ingevuld wordt door de toepassing van zonnepanelen op de daken en/of de realisatie van een zonneweide of windturbine.

3.2 Toepasbare energieconcepten

Onderstaand worden de concepten, zoals genoemd bij stap 2 in bovenstaande paragraaf, beschreven. De basis van deze energieconcepten is een energiezuinige woning met een energiebehoefte conform BENG.

Concept 1 Collectieve wko in combinatie met individuele warmtepompen

Deze variant bestaat uit een duurzame energievoorziening met warmte-koudeopslag (wko), waarbij het (grond)water uit de wko wordt gedistribueerd naar de verschillende woningen. Dit water wordt in de zomer direct gebruikt voor koeling van de woningen. Voor verwarming staat bij de grondgebonden woningen en appartementen een individuele warmtepomp opgesteld, die de warmte onttrekt aan het grondwater.

Belangrijk aandachtspunt bij dit concept is dat de wko bij voorkeur thermisch in balans moet zijn. Omdat woningen meer warmte vragen dan koude, zal er aanvullend koude onttrokken moeten worden uit een andere bron. Wellicht is het aanwezige oppervlaktewater hiervoor geschikt. Ander aandachtspunt is dat dit concept een voorinvestering vraagt in de realisatie van de wko. De wko zal gerealiseerd moeten worden voor meerdere woningen tegelijk (minimaal 50 - 100 woningen) met een lage bouwdichtheid. In Reeve worden er jaarlijks slechts circa 60 woningen gerealiseerd. Financieel zal dit concept waarschijnlijk minder aantrekkelijk zijn, waardoor er nauwelijks exploitanten voor te vinden zullen zijn. In de nadere uitwerking in hoofdstuk 4 wordt hier verder op ingegaan.

Concept 2 Collectieve wko en warmtepomp in combinatie met individuele boosterwarmtepomp

Dit concept bestaat uit een centrale warmte-koudeopslag in combinatie met een centrale warmtepomp. Deze warmtepomp verwarmt het water uit de wko tot circa 40°C, waarna het gedistribueerd wordt naar de woningen en gebouwen. In de woningen wordt dit gebruikt voor directe verwarming van de woning. Daarnaast is per woning een kleine warmtepomp opgesteld voor de bereiding van warmtapwater.

Dit concept is vergelijkbaar met concept 1 (en heeft dezelfde aandachtspunten). Concept 1 verdient echter de voorkeur omdat dit concept minder voorinvestering (geen centrale warmtepomp) heeft dan concept 2.

Concept 3 Duurzame warmtelevering met geothermie

In plaats van 50 – 100 meter te boren voor warmte-koudeopslag is het ook mogelijk om warmte naar boven te halen vanaf enkele kilometers diep (geothermie). Hier heeft het water een temperatuur van 50°C tot 120°C (afhankelijk van de diepte). Deze warmte kan door middel van een warmtenet direct gedistribueerd en benut worden in de woning, zonder opwaardering door middel van een warmtepomp. Aangezien de woningen volgens de BENG-criteria gebouwd gaan worden, is de warmtevraag van de woningen laag. De totale warmtevraag van de woningen in Reeve is daarmee te laag om rendabel een geothermieproject te exploiteren.

Concept 4 Collectieve houtgestookte ketels

Naast de toepassing van bodemwarmte of geothermie kan gebruik worden gemaakt van hout als brandstof. Hout kan door bewerking tot houtsnippers of houtpellets geschikt worden gemaakt voor toepassing in houtgestookte ketels. In verband met de opslagcapaciteit en de houtkwaliteit heeft de toepassing van houtpellets de voorkeur. Nadeel is echter dat het tarief voor houtpellets hoger is dan die van houtsnippers.



Om de woningen van warmte te voorzien, kan een collectieve houtgestookte ketel geplaatst worden en de warmte door middel van een warmtenet naar de woningen worden gedistribueerd.

Realisatie van een dergelijk concept is financieel en energetisch niet interessant in verband met de (dure) lange geïsoleerde leidingen, het distributieverlies en de hoge temperatuurafgifte.

Concept 5 Groen gas/biogas

Levering van groen gas aan de wijk is mogelijk indien dit in de directe omgeving wordt opgewekt door bijvoorbeeld een vergistingsinstallatie. Hierbij wordt het geproduceerde biogas opgewerkt naar groen gas (aardgaskwaliteit) en ingevoerd op het aardgasnet. Praktisch betekent dit dat de woningen in Reeve aangesloten worden op het aardgasnet. Op 'papier' wordt daarmee een aardgasloze wijk gerealiseerd, maar in de praktijk zal gewoon aardgas worden afgenomen.

Alternatief is dat het geproduceerde biogas direct geleverd wordt aan de woonwijk Reeve. Technisch is het namelijk mogelijk om gasgestookte ketels te laten draaien op biogas. Hiervoor is het echter een vereiste dat de vergistingsinstallatie op korte afstand (straal van enkele kilometers) staat van de woonwijk. In de wijk wordt echter geen gasnet aangelegd, waardoor dit concept niet mogelijk is.

Concept 6 Individueel warmtepompsysteem per woning met bodem als bron

In dit concept worden de woningen voorzien van een individueel warmtepompsysteem. Door het aanbrengen van bodemwarmtewisselaars in de bodem wordt er warmte onttrokken uit de bodem en door middel van de warmtepomp afgegeven aan de woning.

Aandachtspunt bij dit concept is de interferentie tussen de bodemwarmtewisselaars en eventuele afkoeling van de bodem doordat er relatief veel bodemlussen op één plek zitten.

Concept 7 **Individueel warmtepompsysteem per woning met lucht als bron**

Net als in concept 5, worden in dit concept de woningen voorzien van een individueel warmtepompsysteem. In plaats van de onttrekking van warmte uit de bodem wordt de warmte onttrokken uit de buitenlucht.

Aandachtspunt bij dit concept is de geluidsproductie door de buitenunit van de warmtepomp. De technologische ontwikkeling gaat echter dermate hard dat het geluid beperkt is. Voor de inpassing van de buitenunit zijn er inmiddels diverse oplossingen op de markt waarbij de unit geïntegreerd wordt in het dak of de schoorsteen.

Concept 8 **Individuele houtgestookte ketels**

In plaats van het centraal in de wijk opstellen van houtgestookte ketels is het ook mogelijk om per woning een ketel te plaatsen die gevoed wordt door houtpellets. Hiervoor zijn diverse typen ketels of kachels op de markt. In verband met de luchtkwaliteit (uitstoot verbrandingsgassen) is het niet wenselijk dat alle woningen voorzien worden van een houtgestookte ketel.

Op basis van bovenstaande analyse wordt geadviseerd om de volgende concepten verder uit te werken.

- 1 Collectieve wko in combinatie met individuele warmtepompen (concept 1).
- 2 Warmtepomp per woning met bodem als bron (concept 7).
- 3 Warmtepomp per woning met buitenlucht als bron (concept 8).

In het volgende hoofdstuk worden deze drie concepten uitgewerkt voor een eengezinswoning (tussenwoning).

4 **Uitwerking energieconcepten**

4.1 **Energiegebruik woningen**

In onderstaande tabel is per energieconcept een inschatting gegeven van het te verwachten energiegebruik. Hierbij is al rekening gehouden met de plaatsing van zonnepanelen om te voldoen aan de eis van 50% hernieuwbare energie (BENG).

Tabel 4.1 *Vergelijking van energiegebruik per concept*

Energiegebruik per woning (gemiddeld)	Eenheid	0. Referentie	1. Individuele warmtepomp met wko	2. Individuele warmtepomp en bodemlussen	3. Individuele lucht/water warmtepomp
Gebouwegebonden elektriciteitsgebruik	kWh/jaar	-1.700	1.600	1.500	1.500
Elektragebruik huishoudelijke apparaten	kWh/jaar	2.700	2.700	2.700	2.700
Netto elektragebruik	kWh/jaar	1.000	4.300	4.200	4.200
Aardgas	m³/jaar	500	-	-	-

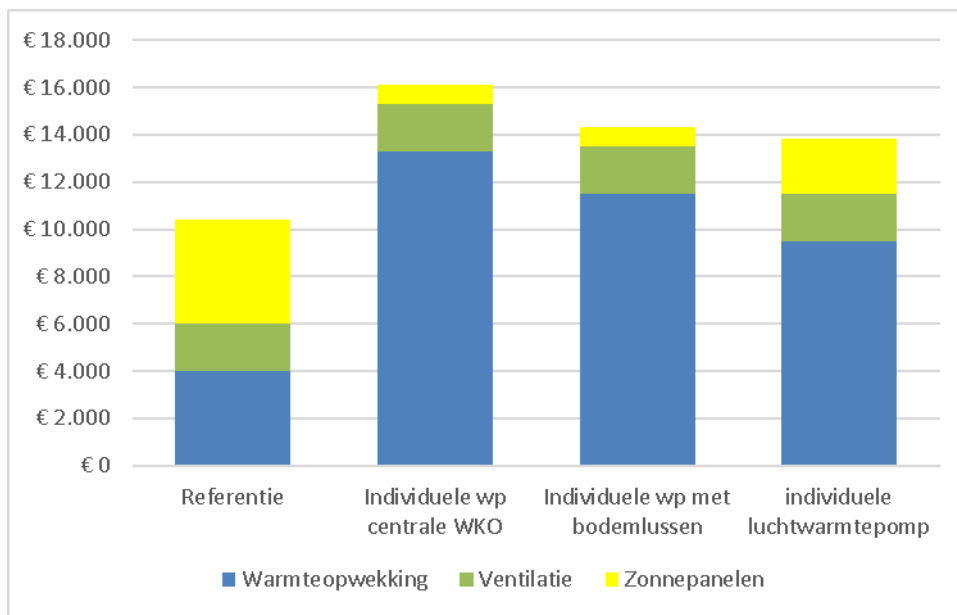
Tabel 4.1 laat zien dat het elektriciteitsgebruik voor de concepten met warmtepomp veel hoger is dan voor de referentie. Daarentegen wordt er bij deze energieconcepten geen aardgas gebruikt.

4.2 Financiële haalbaarheid

In deze paragraaf zijn de resultaten opgenomen van de berekening van de financiële haalbaarheid van de hierboven beschreven concepten. In deze vergelijking is de BENG-woning als referentie gehanteerd. Ten opzichte van een EPC 0,4-woning bedragen de (bouwkundige) meerinvesteringen hiervan € 5.000,- voor een tussenwoning.

Investeringen

In onderstaande figuur zijn de investeringen weergegeven voor de verschillende concepten. Het zijn gemiddelde investeringen per woning. Hierbij is onderscheid gemaakt in de investeringen voor warmteopwekking, ventilatie en zonnepanelen. Een specificatie van de investeringen is opgenomen in bijlage III.



Figuur 4.1 Investeringen per energieconcept en per woning (exclusief btw)

In figuur 4.1 is weergegeven dat de investeringen het hoogst zijn voor het energieconcept met een centrale wko. De investeringen voor de bodemwarmtepomp en luchtwarmtepomp zijn bijna gelijk. Deze investering is circa € 4.000,- hoger dan voor een BENG-woning met een traditionele aardgasketel. In deze investeringen is geen rekening gehouden met eventuele subsidies. Zo is er op dit moment de Investeringsubsidie Duurzame Energie waarbij er subsidie kan worden aangevraagd voor warmtepompen. De hoogte van deze subsidie bedraagt € 1.000,- tot € 2.500,- waarmee dus (een deel van) de meerinvestering kan worden gedekt.

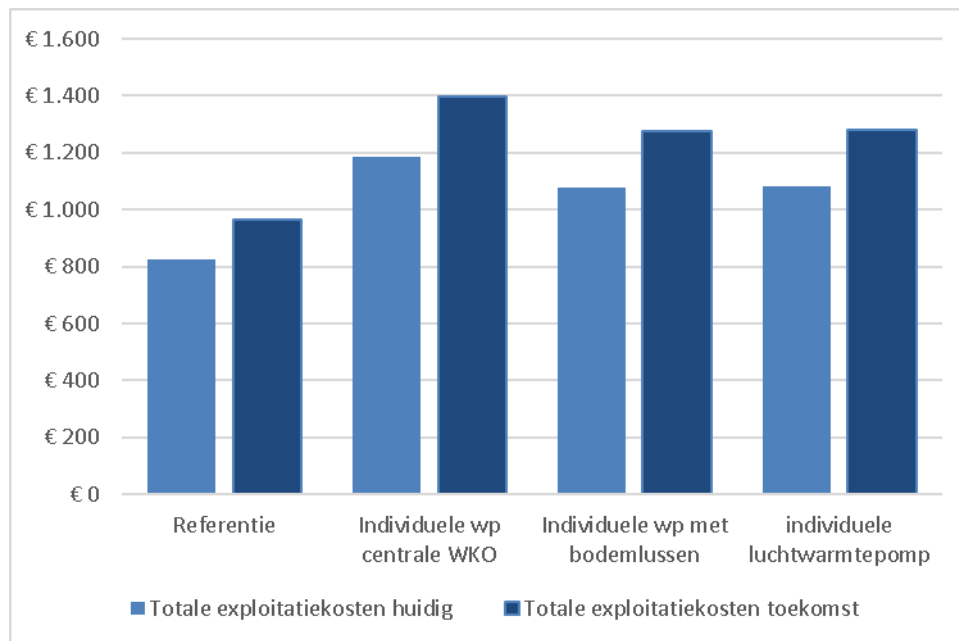
Exploitatiekosten

Onderstaand zijn de jaarlijkse energie- en onderhoudskosten per concept weergegeven. Hierbij zijn de energiekosten weergegeven voor de huidige situatie en de situatie over 10 jaar. Voor de gehanteerde energietarieven en tariefstijgingen wordt verwezen naar bijlage II.

Tabel 4.2 Exploitatielasten per woning per jaar

Item	0. Referentie	1. Individuele warmtepomp met wko	2. Individuele warmtepomp en bodemlussen	3. Individuele lucht/water warmtepomp
Energiekosten huidig	€ 500,-	€ 800,-	€ 750,-	€ 750,-
Energiekosten over 10 jaar	€ 600,-	€ 950,-	€ 900,-	€ 900,-
Onderhoudskosten huidig	€ 360,-	€ 420,-	€ 320,-	€ 330,-
Onderhoudskosten over 10 jaar	€ 400,-	€ 460,-	€ 360,-	€ 370,-
Totale exploitatielasten huidig	€ 900,-	€ 1.200,-	€ 1.100,-	€ 1.100,-
Totale exploitatielasten over 10 jaar	€ 1.000,-	€ 1.400,-	€ 1.300,-	€ 1.300,-

Tabel 4.2 toont dat de exploitatiekosten het laagst zijn voor de individuele concepten (concepten 2 en 3). Bij de opbrengst van de elektriciteit van de zonnepanelen is gerekend met de huidige salderingsregeling. Deze regeling blijft in ieder geval tot 2023 van kracht. In figuur 4.2 zijn de exploitatielasten ook in een grafiek weergegeven.

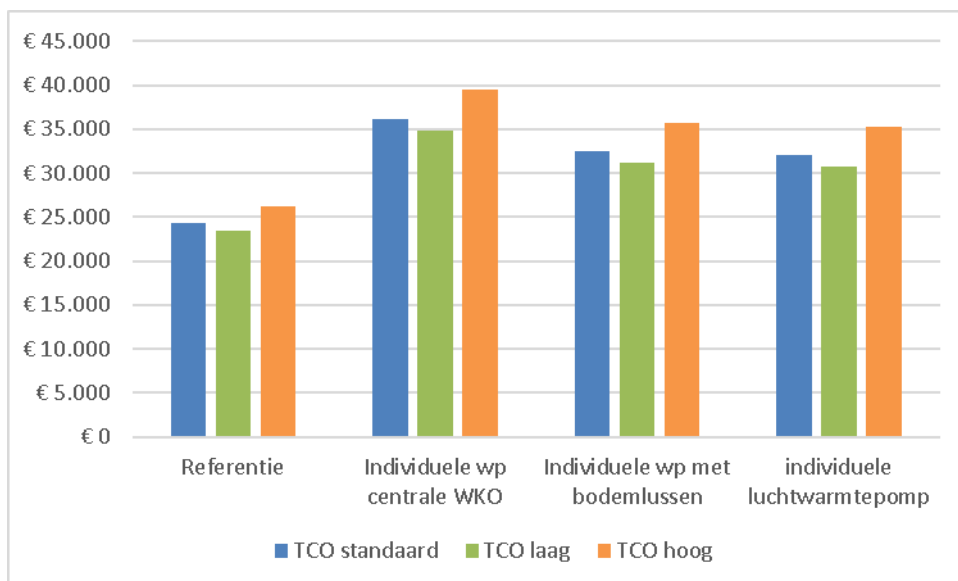


Figuur 4.2 Exploitatielasten energieconcepten

Total costs of ownership

Om een integrale afweging te kunnen maken van de financiële consequenties, is de total costs of ownership (TCO) per concept berekend. De TCO is de contante waarde van de totale investeringen en onderhouds- en energiekosten over een periode van 30 jaar. Deze is weergegeven in figuur 4.3 waarbij gerekend is met drie verschillende scenario's voor de energieprijsstijging:

- standaard: 2% energieprijsstijging per jaar;
- laag: 0,5% energieprijsstijging per jaar;
- hoog: 5% energieprijsstijging per jaar.



Figuur 4.3 TCO energieconcepten bij verschillende scenario's

Figuur 4.3 laat zien dat concept 3 resulteert in de laagste TCO en concept 1 in de hoogste TCO. Het verschil tussen concept 2 en 3 is echter minimaal (TCO van € 32.000,- respectievelijk € 32.500,-).

4.3 Energieneutraal

Met de hierboven beschreven energieconcepten wordt voor een groot deel het energiegebruik gereduceerd of duurzaam opgewekt. Er is echter een resterend energiegebruik, zoals weergegeven in tabel 4.1. Om volledig energieneutraal te zijn, zal dit energiegebruik ook op duurzame wijze ingevuld moeten worden door bijvoorbeeld de plaatsing van zonnepanelen. Dit kan door plaatsing van extra panelen op de woningen (indien mogelijk) of door realisatie van een zonneweide. In tabel 4.3 is het aantal extra benodigde zonnepanelen weergegeven per energieconcept.

Tabel 4.3 Aantal zonnepanelen voor onafhankelijkheid van fossiele brandstoffen (energieneutraal)

Item	0. Referentie	1. Individuele warmtepomp met wko	2. Individuele warmtepomp en bodemlussen	3. Individuele lucht/water warmtepomp
Zonnepanelen energieconcept	12	2	2	6
Aantal extra zonnepanelen per woning voor energieneutraal	24	18	18	18
Totale meerkosten energieneutraal	€ 8.500,-	€ 6.400,-	€ 6.300,-	€ 6.300,-

Tabel 4.3 laat zien dat voor de realisatie van een energieneutrale woning er bij de warmtepompconcepten 20 tot 24 zonnepanelen per woning nodig zijn. Door beide zijden van het dak volledig te benutten, is het mogelijk om deze panelen allemaal op de woning te plaatsen. In de praktijk zal dit waarschijnlijk niet in alle gevallen lukken, zodat opwekking op een externe locatie plaats moet vinden.

Indien ervan uit wordt gegaan dat er twaalf zonnepanelen op de daken geplaatst kunnen worden, betekent dit dat er acht tot twaalf zonnepanelen elders geplaatst moeten worden (uitgaande van rijtjeswoningen). Voor de totale wijk (600 woningen) gaat het dan om 4.800 tot 7.200 zonnepanelen. Dit betekent een ruimtebeslag van circa 1,9 tot 2,9 ha (benuttingsgraad van 40%).

5 Advies

Energieconcept

De analyse in deze notitie toont aan dat voor Reeve de toepassing van een individuele warmtepomp energetisch en financieel het meest interessant is om een aardgasloze wijk te realiseren. Geadviseerd wordt om in de verdere ontwikkeling van de wijk uit te gaan van de realisatie van deze energieconcepten.

Energieneutraal

Voor de realisatie van een wijk die volledig onafhankelijk is van fossiele brandstoffen zijn extra zonnepanelen nodig om het resterende elektriciteitsgebruik op te wekken. Een deel van deze panelen kunnen op de daken zelf geplaatst worden. Voor het resterende deel is een zonneweide met een omvang van 1,9 tot 2,9 ha nodig. De realisatie en exploitatie van de zonneweide kan geïnitieerd worden door de gemeente, waarbij vervolgens de realisatie en exploitatie door de (toekomstige) bewoners wordt gedaan. Op dit moment kan hiervoor nog gebruik worden gemaakt van Regeling Verlaagd Tarief ('Postcoderoosregeling'). Dit is een fiscale regeling die het mogelijk maakt dat particuliere huishoudens gezamenlijk zonne-energie opwekken op het terrein of dak van een derde. Hierbij ontvangen zij 9 ct/kWh korting op de energiebelasting gedurende vijftien jaar. Onbekend is hoelang deze regeling nog van kracht blijft.

Vervolgtraject

Het onderhoud en beheer van een individueel energieconcept (concept 2 en 3) kan in principe gedaan worden door de woningeigenaar zelf. Deze situatie is vergelijkbaar met de toepassing van een conventionele gasketel. Belangrijke aandachtspunten hierbij zijn wel de plaatsing van bodemwarmtewisselaars (concept 2) en de integratie van de buitenunit van de luchtwarmtepomp (concept 3).

Voor de bodemwarmtewisselaars is het belangrijk dat er voldoende afstand is tussen de warmtewisselaars om interferentie te voorkomen. Gezien de opzet van de wijk levert dit naar verwachting geen problemen op. Op voorhand kan hierop gestuurd worden door de positionering van de bodemwarmtewisselaars al te bepalen en mee te geven aan de bewoners. Een andere optie is om de bodemwarmtewisselaars op de locaties al beschikbaar te stellen. Hiermee wordt de toepassing van het concept ook financieel ondersteunt.

Ten aanzien van de realisatie van een zonneweide om volledig onafhankelijk van fossiele brandstoffen te zijn, is verdere uitwerking nodig om te bepalen hoe groot de zonneweide echt dient te zijn (op basis van de verschillende woningtypen in de wijk), dient een locatie gezocht te worden en een businesscase opgesteld te worden.

Bijlage I Bijna EnergieNeutrale Gebouwen

Vanaf eind 2020 moeten alle nieuwe gebouwen in Nederland Bijna EnergieNeutrale Gebouwen (BENG) zijn. Minister Blok (Wonen en Rijksdienst) presenteerde op 2 juli 2016 met een brief de eisen aan de energieprestatie van nieuwe gebouwen die vanaf 2020 gelden. Voor overheidsgebouwen geldt deze eis al vanaf eind 2018: de overheid vervult hierin een voorbeeldrol.

In Nederland wordt de energieprestatie voor Bijna EnergieNeutrale Gebouwen vastgelegd aan de hand van drie eisen:

- 1 de maximale energiebehoefte in kWh per m² gebruiksoppervlak per jaar;
- 2 het maximale primaire energiegebruik, eveneens in kWh per m² gebruiksoppervlak per jaar;
- 3 het minimale aandeel hernieuwbare energie in procenten.

Op basis van het DGMR onderzoek 'Resultaten verkennende studie voor eisen aan Bijna EnergieNeutrale Gebouwen' is een beeld ontstaan van het niveau van haalbare eisen die eind 2018 voor overheidsgebouwen gelden en eind 2020 voor andere gebouwen. De voorgenomen niveaus zijn voor de verschillende gebouwfuncties weergegeven in onderstaande tabel. De voorgenomen eisen worden nu in de praktijk regelmatig gerealiseerd, maar zitten nog in de top van de markt.

Tabel I.1 Voorgenomen eisen realisatie BENG

Gebouwfunctie	Energiebehoefte kWh/m ² .jr	Primair fossiel energiegebruik kWh/m ² .jr	Aandeel hernieuwbare energie %
Woningen en woongebouwen	25	25	50
Utiliteitsgebouwen	50	25	50
Onderwijsgebouwen	50	60	50
Gezondheidszorggebouwen	65	120	50

1 Energiebehoefte

Voor het bepalen van de energiebehoefte, wordt de energiebehoefte voor verwarming en koeling opgeteld. Voor utiliteitsgebouwen telt ook de energiebehoefte voor verlichting mee. De energiebehoefte kan worden ingevuld met hernieuwbare of fossiele energie.

2 Primair energiegebruik

Het primair energiegebruik is een optelsom van het primair energiegebruik voor verwarming, koeling, warmtapwaterbereiding en ventilatoren. Voor utiliteitsgebouwen telt ook het primair energiegebruik voor verlichting en voor bevochtiging (indien aanwezig) mee. Voor woningen en utiliteitsgebouwen geldt dat bij aanwezigheid van pv-panelen of andere hernieuwbare energiebronnen, de opgewekte energie van het primair energiegebruik wordt afgetrokken.

Verskil tussen energiebehoefte en het primair energiegebruik

Bij primair energiegebruik worden de systeemverliezen (zoals leidingverliezen bij verwarming), hulpenergie (zoals pompen) en het rendement van de opwekkers (zoals de cv-ketel) meegenomen. Bij energiebehoefte is dat niet het geval.

3 Aandeel hernieuwbare energie

Het aandeel hernieuwbare energie wordt bepaald door de hoeveelheid hernieuwbare energie te delen door het totaal van hernieuwbare energie en primair energiegebruik.

Eisen zijn nog niet definitief

In 2018 wordt getoetst of de eisen op een kostenoptimaal niveau liggen. De verwachting is dat de eisen voor het grootste deel van de gebouwen financieel haalbaar zijn in 2021. Gestapelde bouw hoger dan vijf verdiepingen, studio's en winkels krijgen hierbij speciale aandacht.

Bijlage II Energieconcepten en uitgangspunten

In onderstaande tabel zijn de bouwfysische en installatietechnische kenmerken van de energieconcepten weergegeven.

Tabel II.1 Kenmerken energieconcepten

	0. Referentie (BENG-woning)	1. Individuele warmtepomp met wko	2. Individuele warmtepomp en bodemlussen	3. Individuele lucht/water warmtepomp
Beglazing	Hr ⁺⁺⁺ -glas (U=1,0 W/m ² K)	Hr ⁺⁺⁺ -glas (U=1,0 W/m ² K)	Hr ⁺⁺⁺ -glas (U=1,0 W/m ² K)	Hr ⁺⁺⁺ -glas (U=1,0 W/m ² K)
Rc vloer	6,5	6,5	6,5	6,5
Rc gevel	6,5	6,5	6,5	6,5
Rc dak	6,5	6,5	6,5	6,5
Qv10	0,3	0,3	0,3	0,3
Zonwering	Nee	Nee	Nee	Nee
Warmteopwekking	Hr-ketel	Warmtepomp met wko	Warmtepomp met bodemlus	Luchtwarmtepomp
Ventilatiesysteem	Balansventilatie met wtw en CO ₂ -sturing	Balansventilatie met wtw en CO ₂ -sturing	Balansventilatie met wtw en CO ₂ -sturing	Balansventilatie met wtw en CO ₂ -sturing
Afgiftesysteem	Vloerverwarming	Vloerverwarming	Vloerverwarming	Vloerverwarming
Wtw douchewater	Ja	Ja	Ja	Ja
Zonnepanelen	12 zonnepanelen	2 zonnepanelen	2 zonnepanelen	6 zonnepanelen

Tabel II.2 Financiële uitgangspunten

	Uitgangspunt
Tarief aardgas huidig	€ 0,61
Tarief elektriciteit huidig	€ 0,18
Energieprijsstijging	2%
Inflatie	0,5%
Tarief aardgas over 10 jaar	€ 0,74
Tarief elektriciteit over 10 jaar	€ 0,22

Bijlage III Investerings energieconcepten

Tabel III.1 Investerings energieconcepten (exclusief btw)

	0. Referentie (BENG-woning)	1. Individuele warmtepomp met wko	2. Individuele warmtepomp en bodemplussen	3. Individuele lucht/water warmtepomp
Ketel	€ 2.500,-	-	-	-
Afgiftesysteem	€ 1.000,-	€ 1.000,-	€ 1.000,-	€ 1.000,-
Warmtepomp	-	€ 6.500,-	€ 6.500,-	€ 8.000,-
Wko en toebehoren	-	€ 5.300,-	-	-
Bodemwarmtewisselaars	-	-	€ 3.500,-	-
Ventilatiesysteem	€ 2.000,-	€ 2.000,-	€ 2.000,-	€ 2.000,-
Douche-wtw	€ 500,-	€ 500,-	€ 500,-	€ 500,-
Zonnepanelen	€ 4.400,-	€ 800,-	€ 800,-	€ 2.300,-
Totaal	€ 10.400,-	€ 16.100,-	€ 14.300,-	€ 13.800,-