

UPDATE

**ENERGIEVISIE FLUVIUM NOORD – GROOT RIJNWIJK,
ARNHEM**

UPDATE

ENERGIEVISIE FLUVIUM NOORD EN GROOT RIJNWIJK, ARNHEM

Opdrachtgever

Gemeente Arnhem
Dienst Stadsontwikkeling
Postbus 99
6800 AB Arnhem

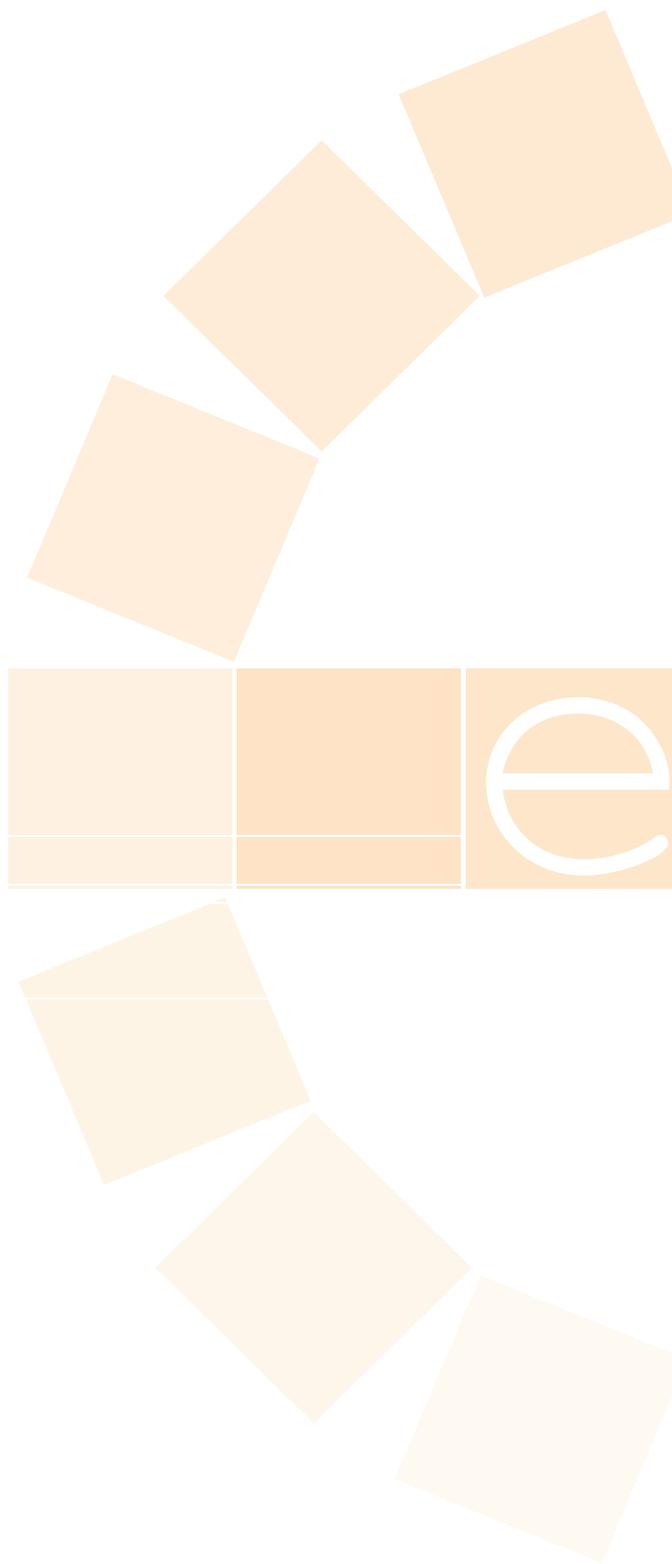
Bezoekadres: Eusebiusbuitensingel 53
Contactpersoon: dhr. A. Tates

Opdrachtnemer

Evert Vrins Energieadvies
St Josephstraat 50
5017 GJ Tilburg

06-50737613
vrins@evertvrinsenergieadvies.nl

2010 – 196
Tilburg, 14 mei 2012



INHOUDSOPGAVE

1	Samenvatting, conclusies en aanbevelingen	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel en ambitie	5
1.3	Afweging energievoorziening	5
1.4	Conclusies	7
1.5	Aanbevelingen	8
2	Locatiebeschrijving	10
2.1	De locatie	10
2.2	De Bouwopgave	11
2.3	De energievoorziening	12
3	Ambities voor de studie	13
3.1	Ambities	13
3.2	Studiedoel	13
4	Opties voor de energievoorziening	14
4.1	Mogelijkheden voor de energievoorziening	14
4.2	Varianten woningmaatregelen	22
4.3	Varianten energievoorziening	22
5	Consequenties van de maatregelen	27
5.1	Energiegebruik en energieprestatie van woningen	27
5.2	CO ₂ -emissie en EPL	28
5.3	Investeringen in woningmaatregelen	29
5.4	Woonlasten	31
5.5	Bouwkundige en stedenbouwkundige consequenties	33
5.6	Comfort voor gebruikers	36
6	Afwegingen	40
	Bijlage 1: Financiële mogelijkheden	42

VOORWOORD

Voor U ligt de energievisie Fluvium Noord en Groot Rijnwijk, Arnhem.

Deze visie is opgesteld in 2010 in overleg met de gemeente Arnhem en Volkshuisvesting Arnhem, de twee belangrijkste stakeholders in het gebied. De afwegingen in deze studie zijn gezamenlijk door de gemeente Arnhem en de Volkshuisvesting Arnhem gemaakt.

In mei 2012 is een update gemaakt van de energievisie. In deze update is de optie Riothermie aan de varianten voor de energievoorziening toegevoegd.

14 mei 2012

Mede namens de gemeente Arnhem en Volkshuisvesting Arnhem

Evert Vrins



1 Samenvatting, conclusies en aanbevelingen

1.1 Aanleiding

De gemeente Arnhem en de Stichting Volkshuisvesting Arnhem werken gezamenlijk aan de herontwikkeling van een voorheen door industrie gedomineerd gebied. Een gebied waar een gasfabriek gevestigd was en met oude bestaande woonbebouwing die wordt gesloopt. Het gebied wordt gesaneerd. Vrijwel het gehele gebied is eigendom van beide partijen.

In het gebied zijn in totaal 800 tot 1.000 nieuwe woningen gepland en ongeveer 2.700 m² BVO aan commerciële ruimte (supermarkt, horeca etc).

In het Arnheems Klimaatprogramma 2008-2011 wordt gesproken over een ambitie voor een EPL van 9,0. Bij het realiseren van nieuwe woningbouwlocaties mag deze ambitie niet onder de EPL 8,0 zakken. Daarnaast dient de energievoorziening in de toekomst eenvoudig zijn te verduurzamen tot volledig klimaatneutraal. Bij collectieve warmtevoorziening dient het casco van de woningen minimaal te voldoen aan het Bouwbesluit.

1.2 Doel en ambitie

De gemeente Arnhem en Stichting Volkshuisvesting Arnhem hebben gezamenlijk de ambitie een energievoorziening voor het plangebied te realiseren met een EPL van 8 of beter, met in elk geval een perspectief op volledige verduurzaming. Doel van deze studie is het opstellen van de energievisie voor de locatie Fluvium Noord – Groot Rijnwijk in Arnhem. De energievisie brengt verschillende energieopties voor Fluvium Noord – Groot Rijnwijk in beeld en beschrijft de consequenties daarvan voor de locatie, de woningen, de projectontwikkeling en de bewoners en gebruikers. Daarnaast wordt gemeenschappelijk draagvlak verkregen voor de uiteindelijke keuze bij de betrokken actoren.

1.3 Afweging energievoorziening

In hoofdstuk 6 zijn afwegingen gemaakt op grond van een criteria. Die score op die criteria is niet op te tellen. Belangrijke argumenten uit die lijst zijn in de onderstaande afwegingen gegeven.

1. Het is mogelijk om een EPL van 8,0 of hoger te bereiken voor het gebied Fluvium Noord – Groot Rijnwijk.
2. Een EPL van 8,0 kan op woningniveau gerealiseerd worden door aanvullende isolatie en installatiemaatregelen in de woning. Er dient een EPC onder de 0,40 te worden gerealiseerd (doelstelling EPC in 2015).
3. Met gebiedsgebonden energieopwekking is het ook mogelijk een EPL van 8,0 of hoger te halen. Vooral de optie biomassa warmtelevering geeft een hoge EPL. Bij

- warmtelevering is een casco EPC van 0,60 of lager nodig om de EPL van 8,0 of hoger te halen. Daarnaast moet de toegepaste technologie geoptimaliseerd worden.
4. De goedkoopste oplossing om een hoge EPL te behalen is warmtelevering met zonne-energie of stadsverwarming. Andere opties zijn duurder. Bij een EPC volgens Bouwbesluit 2011 wordt de EPL dan gelijk aan 7,5.
 5. Met warmte- en koudeopslag eventueel in combinatie met riothermie wordt een EPL van 7,6 of hoger gerealiseerd. WKO gecombineerd met riothermie is goedkoper dan zuiver WKO door minder bronnen en regeneratie voorzieningen. Riothermie levert ook een iet hogere EPL. Extra comfort wordt verkregen door de mogelijkheid van koeling.
 6. Toepassing van riothermie is technisch mogelijk in Fluvium en Rijnboog. De riolering in de Broekstraat wordt vervangen, en in later stadium ook die in de Badhuisstraat. De riolering vanaf de Broekstraat kort na de samenvoeging met de riolering uit de Rietgrachtstraat is het punt waar een warmtewisselaar in de riolering kan worden aangebracht. Die levert een vermogen van ongeveer 400 kW aan energie. Daarmee kan ongeveer 50% van de totale energiebehoefte worden gedekt. Een deel van de energie dient tijdelijk in de bodem te worden opgeslagen. Overige energie komt uit WKO en piekketels. Door lagere investeringen en lagere exploitatielasten levert Riothermie bij gelijk aansluitbijdrage een jaarlijks exploitatievoordeel van € 40.000.
 7. Om aan een EPL van 8,0 te komen bij stadsverwarming dient een deel van de woningen met een betere energieprestatie te worden uitgevoerd. Een combinatie met een project met extra zonne-energie helpt om de EPL van 8,0 te realiseren.
 8. De toekomstige verduurzaming van de stadsverwarming kan alleen worden gewaarborgd als ook lage temperatuur warmtelevering wordt toegepast. Aanvoertemperatuur maximaal 55°C.
 9. Pas altijd een duurzaam casco toe met goede isolatie en ventilatie, oplossen van koudebruggen, lage temperatuurverwarming en efficiënt warm tapwater. Realiseer een casco waarbij met gebouwgebonden maatregelen en een HR-ketel een EPC van 0,60 of lager wordt behaald.
 10. Lage temperatuursystemen zijn toekomstgericht. Toekomstige duurzame energieopties kunnen dan altijd worden toegepast zonder ingrepen in de afgiftesystemen van de woningen. Vloerverwarming, lage temperatuur radiatoren en ventilator convectoren voldoen aan die eisen.
 11. De bewoners van de huurwoningen hebben het meeste voordeel bij woninggebonden maatregelen. Dat zijn voor de corporatie weer de duurste maatregelen
 12. Voor de koopwoningen zijn de warmteopties iets goedkoper dan de individuele gebouwmaatregelen. Dat verandert als de EPC waarde wordt verlaagd tot het

niveau van Groenfinanciering in 2011 (EPC = 0,39). Goedkope leningen maken dan ook gebouwgebonden opties aantrekkelijk.

13. De locatie heeft een omvang en compactheid waardoor warmteopties rendabel kunnen worden geëxploiteerd.
14. Warmteopties kunnen door een externe partij worden geëxploiteerd. Alternatief is de oprichting van een eigen Lokaal Duurzaam Energie Bedrijf (LDEB) door de betrokken partijen of een combinatie daarvan. Te onderscheiden partijen zijn de gemeente, de corporatie of beiden.
15. Warmteopties dienen flexibel te kunnen worden ontwikkeld gekoppeld aan de fasering van de ontwikkeling van de locatie.
16. Beperkte beschikbaarheid en risico van prijsontwikkeling bij schaarste leiden tot een negatief advies over biomassa warmtelevering. Biomassa warmte als piekkelstel bij de opwekking met andere duurzame technieken is wel mogelijk. Bijvoorbeeld zon en biomassa is een goede combinatie.
17. Individuele of collectieve warmtepompen voor de grondgebonden woningen en collectieve warmtepompen voor de gestapelde bouw zijn realistische opties. In de woningen kan dan ook worden gekoeld. Individuele bodembronnen voor alle woningen is niet gewenst vanwege het aantal doorboringen van de waterscheidende lagen. Collectieve bronnen hebben dit nadeel niet en zijn goedkoper.
18. Ook Riothermie is een goede optie voor de energievoorziening. Met deze optie kan ook gekoeld worden.
19. Stadsverwarming van NUON ligt dichtbij. Deze optie is een betrouwbaar alternatief.
20. Bij een keuze voor externe exploitatie kan een tender worden uitgeschreven waarbij de EPL leidend is. Alternatieven kunnen door de energie exploitatie bedrijven worden geboden. Prestaties worden in de tenderdocumenten beschreven.
21. Individuele opties geven extra ruimtebeslag in de woningen. Collectieve opties geven extra ruimtegebruik in de openbare ruimte.
22. De uitwerking van de energievoorziening vastleggen in een overeenkomst / convenant.

1.4 Conclusies

1. Een EPL van 8,0 voor Fluvium Noord – Groot Rijnwijk is te realiseren met zowel individuele woningmaatregelen als collectieve systemen.
2. Een duurzaam casco van de woningen is toekomstgericht en leidt tot blijvend lage woonlasten voor de bewoners.

3. Collectieve opties zijn voor huurwoningen goedkoper dan individuele opties. Bij koopwoningen hebben individuele opties door gebruik van Groenfinanciering ongeveer dezelfde woonlasten bij een EPC van 0,40 of lager.
4. Zonne-energie en stadsverwarming zijn goedkope opties om een EPL van 8,0 te realiseren. Er moeten wel extra energiemaatregelen op woningniveau of in de infrastructuur worden getroffen.
5. Met warmtepompen wordt ook koeling geleverd in de woningen. Dat geeft extra wooncomfort.
6. Riothermie in combinatie met WKO is goedkoper dan zuiver WKO. Het levert ook een betere energieprestatie. De flexibiliteit met planning en bouwvolume is beter. Er zijn minder bodembronnen nodig en de regeneratie met dry-coolers is bij riothermie niet nodig. Dat betekent lagere investeringen en exploitatiekosten en geen geluidsoverlast.
7. De locatie is groot en compact genoeg voor rendabele exploitatie van warmtelevering.
8. Warmteopties kunnen worden geëxploiteerd door een lokaal duurzaam energiebedrijf of een externe leverancier.
9. De keuze tussen collectief en individueel kan worden gemaakt voor koop- en huurwoningen afzonderlijk.
10. Warmteopties zijn eenvoudig verder te verduurzamen tot een EPL van 9 of hoger. De techniek hoeft maar op een plek te worden aangepast.

1.5 Aanbevelingen

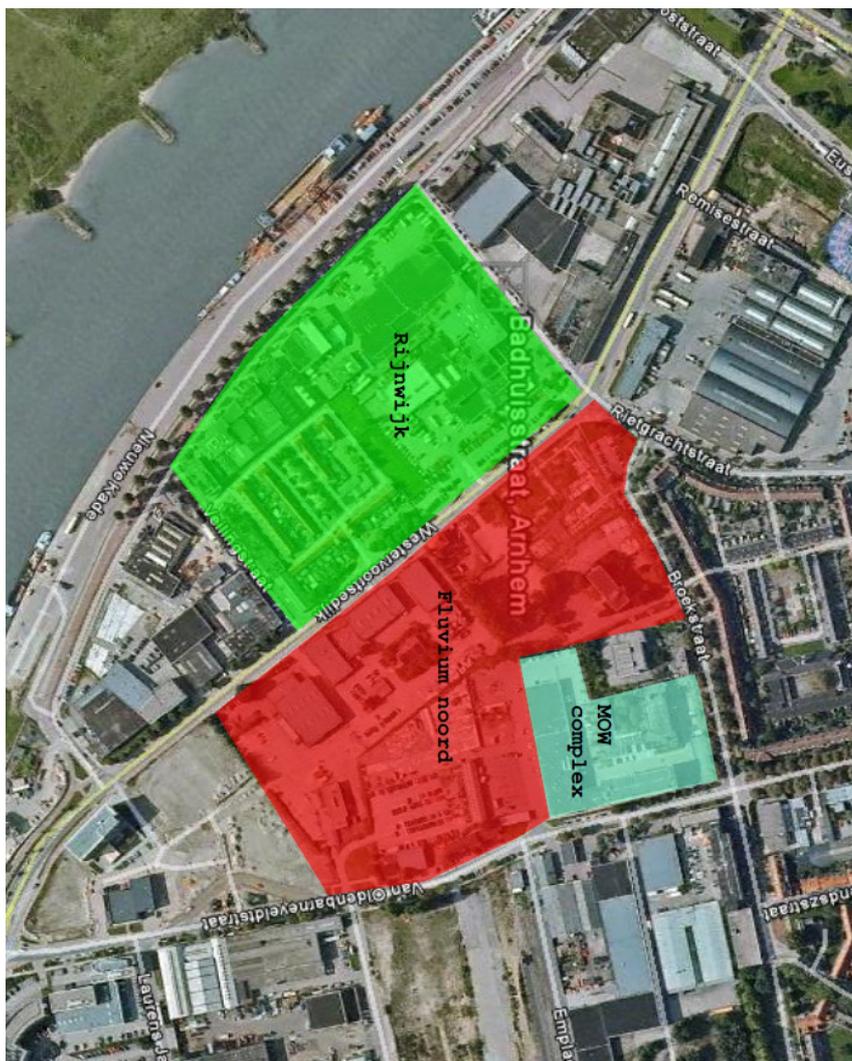
1. Realiseer een casco waarbij met gebouwgebonden maatregelen en een HR-ketel een EPC van 0,60 of lager wordt behaald. Kenmerken van een duurzaam casco zijn:
 - a. Isolatie van vloer, gevel en dak met respectievelijk 5,0, 3,5 en 5,0 m².K/W
 - b. U-waarde van ramen en deuren maximaal 1,6 W/m².K
 - c. Goede isolatie van koudebruggen volgens SBR details
 - d. Verbeterde kierdichting ($q_v(10) = 0,625 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$)
 - e. Korte warm tapwaterleidingen naar keukens en badkamers
 - f. Beperken van de oververhitting (vermijden koeling)
 - g. Bevorderen goede daglichttoetreding
 - h. Toepassing van passieve zonne-energie
 - i. Loze leiding naar het dak voor aanleg elektriciteitsaansluiting naar toekomstige PV.
2. Pas lagetemperatuurverwarming toe in alle woningen (vloerverwarming, lage temperatuur radiatoren of ventilator convectoren met maximale aanvoertemperatuur van 55°C voldoen daaraan).

3. Onderzoek de mogelijkheid voor de levering van warmte uit het stadsverwarmingsnet van NUON. Ga daarvoor in contact met NUON. Stel daarbij een aantal prestatie-eisen:
 - a. Warmteprijs voor de bewoners (totaal van vastrecht plus energieprij) niet meer dan bij gaslevering. Stel hier vooraf regels voor op.
 - b. De energieprestatie van de stadsverwarming dient minimaal te leiden tot een EPL van 7,7 bij een casco EPC van 0,60 van de woningen. Dan dient de opwekking van de energie een gelijkwaardig rendement van 190% te bereiken. NUON dient dat aan te tonen met een gelijkwaardigheidsverklaring.
 - c. Het totale project dient minimaal een EPL van 8,0 te bereiken. Minimaal 50% van de woningen hebben dan een casco EPC van 0,40 (eis Bouwbesluit vanaf 2015). Er wordt aanvullend een project uitgevoerd met zonne-energie in de warmtelevering.
 - d. Lage temperatuur warmtelevering met maximale aanvoertemperatuur van 55°C.
 - e. Gegarandeerde warmtelevering met een beschikbaarheid van minimaal 99,8%.
4. Indien warmtelevering met NUON niet wordt gerealiseerd kies dan clusterwijs voor een vorm van energievoorziening met zonnecollectoren, warmtepompen, al dan niet in combinatie met riothermie of een lage EPC.
5. Studeer bij aanbeveling 4 op de haalbaarheid van een lokaal duurzaam energie bedrijf voor de exploitatie van duurzame warmtelevering.
6. Neem de voorgenomen EPC mee in de bouwaanvraag.
7. Leg bij de keuze voor warmtelevering door een externe exploitant de prestatie-eisen voor milieu, woonlasten en bedrijfszekerheid goed vast.

2 Locatiebeschrijving

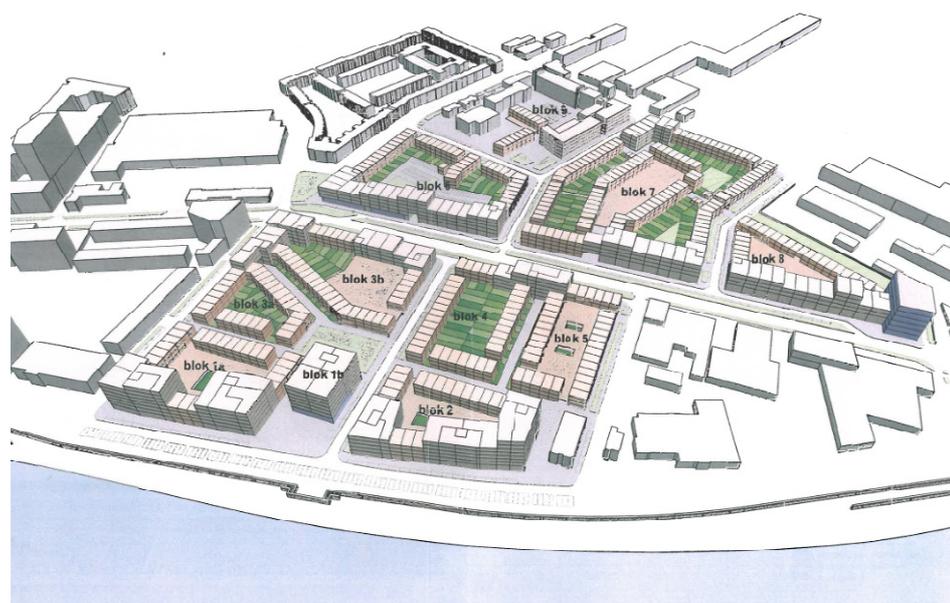
2.1 De locatie

De gemeente Arnhem en de woningbouwcorporatie Volkshuisvesting Arnhem (VHV) ontwikkelen ca. 800 tot 1000 woningen en een beperkte hoeveelheid commercieel vastgoed in Arnhem Centrum Oost, op de locaties Fluvium Noord en Groot Rijnwijk, nabij het Cobercoterrein. Het bestaande MOW complex wordt gerenoveerd. De ligging van de locatie is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1 Ligging van de locatie.

In figuur 2 zijn de deelgebieden van Centrum Oost opgenomen, waarbij de bestemming voor Groot Rijnwijk en Fluvium Noord zijn weergegeven.



Figuur 2 Ligging van de deelgebieden

De beoogde uitstraling van de wijken is die van het Spijkerkwartier; een soort stedelijke tuinsituatie. Langs de Rijn zullen de duurdere woningen worden gerealiseerd en meer landinwaarts de sociale woningbouw.

2.2 De Bouwopgave

De totale nieuwbouwopgave is gegeven in tabel 1

	Groot Rijnwijk	Fluvium Noord	MOW complex
appartementen	207	25	
Eengezinswoningen	174	318	58
Commerciële ruimten [m2 BVO]	500	1.275	5.615

Figuur 3 Bouwopgave

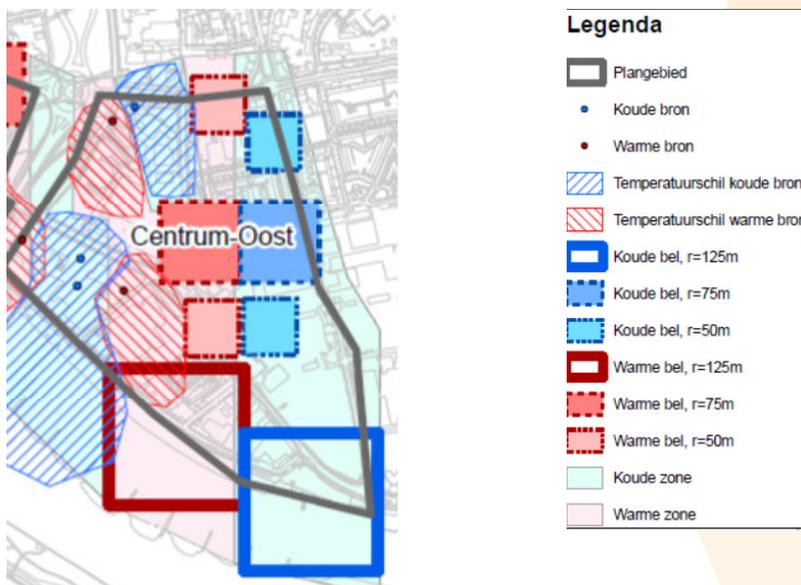
De start bouw is gepland vanaf medio 2011 tot 2018, de planning omvat een bouwtempo van ca. 100 tot 150 woningen per jaar. De ontwikkeling zal plaatsvinden vanaf de buitenranden van de locatie naar binnen toe.

2.3 De energievoorziening

In het plangebied is een infrastructuur voor gas en elektriciteit aanwezig.

Er is al een onderzoek naar de bodemgeschiktheid uitgevoerd en in een Masterplan voor de ondergrond in Arnhem^a is een bronnenplan opgenomen, waarbij ook voorzien is in de realisatie van bronnen in Centrum Oost.

Voor Coberco is recent een vergunning voor een WKO systeem in het derde watervoerend pakket verleend. Het bronnenplan voorziet tevens in de realisatie van bronnen voor het tweede watervoerend pakket.



Figuur 4 Masterplan WKO (Arcadis 2010)

^a Arcadis 2010

Binnen het terrein is het oude Gasbedrijf gesitueerd. Deze aanwezigheid biedt de mogelijkheid hier op aan te sluiten met het thema groen gas, bv een voorziening voor biogas of het gebruik van energie vanuit de gasexpansie.

Er zijn geen restwarmtebronnen in de omgeving van de locatie. Langs de locatie loopt het stadsverwarmingsnet van NUON dat wordt gevoed vanuit de centrale in Kleefse Waard. Op dat net kan worden aangesloten.

3 Ambities voor de studie

Tijdens de eerste werkbijeenkomst voor deze energievisie hebben de stakeholders bij de ontwikkeling van de Fluvium Noord en Groot Rijnwijk aangegeven welke ambities zij hanteren op het gebied van klimaatbeleid. De gemeente heeft aangegeven een EPL = 8 na te streven, waarbij tevens een eenvoudige aanpassing of ombouw mogelijk is waarbij in later stadium een EPL = 10 gerealiseerd kan worden. De woningbouwcorporatie VHV Arnhem volgt de wettelijke eisen.

3.1 Ambities

Realiseren van een energievoorziening voor het gebied Fluvium Noord – Groot Rijnwijk die voldoet aan de volgende voorwaarden:

- per deelgebied afzonderlijk te kiezen
- is betaalbaar voor de gebruikers
- economisch haalbaar bij de exploitatie
- kent een hoge mate van bedrijfszekerheid
- lage CO₂-uitstoot tijdens het gebruik
- laat integratie van toekomstige technologie open
- leidt tot concepten met extra comfort

3.2 Studiedoel

Als studiedoel is geformuleerd het bereiken van de gemeentelijke ambitie voor het behalen van een EPL van 8 á 9. Op de langere termijn moet dit leiden tot een volledig CO₂-neutrale energievoorziening.

Er zijn varianten ontwikkeld die voldoen aan de doelstellingen EPL is 8 á 9.

4 Opties voor de energievoorziening

4.1 Mogelijkheden voor de energievoorziening

Er is een onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor energiebesparing, duurzame energie en efficiënte vormen van energievoorziening voor de Fluvium Noord – Groot Rijnwijk in Arnhem. Dat is gedaan met behulp van het Gemeentelijk afwegingskader Energievoorziening op Locaties (EVL) dat ontwikkeld is door Agentschap NL. Daarbij is rekening gehouden met de kenmerken van de locatie, de ligging ten opzichte van andere locaties, mogelijkheden voor aansluiting van de energievoorziening duurzame bronnen in de omgeving en de ambities van de stakeholders.

In dit onderzoek is een onderscheid gemaakt tussen gebouwgebonden mogelijkheden en infrastructurele maatregelen.

4.1.1 Infrastructuur

Een belangrijke factor bij verschillende energieopties is de keuze van de infrastructuur. Op welk energievoorzieningsysteem worden de woningen aangesloten: gas, elektriciteit of warmte en koude? Dat kan voor de verschillende delen op de locatie anders zijn.

In principe zijn er drie mogelijkheden om energie aan de gebouwen te leveren. Deze zijn weergegeven in tabel 4.

	Hele locatie	Deellocaties met lage energievraagdichtheid	Deellocaties met hoge energievraagdichtheid
Gas en elektriciteit	X	X	X
All Electric		X	
Warmte, koude en elektriciteit			X

Tabel 4. Toepassingen energievoorziening aan woningen.

Uit tabel 4 is af te lezen dat de dichtheid van de locatie belangrijk is bij de keuze voor de energievoorziening. Het afwegingskader EVL houdt daar rekening mee. Gas en elektriciteit zijn de traditionele vormen van energievoorziening, en zullen altijd mogelijk zijn. In gebieden met zeer lage dichtheid wordt de gasvoorziening duurder omdat het aantal aansluitingen per kilometer leiding kleiner wordt. Op die locaties is een All Electric energievoorziening te overwegen. Dat is goedkoop in de aanleg. De consequentie is dat warmtepompen moeten worden gebruikt voor de energievoorziening n de woning en gebouwen. Bij locaties in hoge dichtheid is warmtelevering aantrekkelijk omdat de leidinglengte tussen de gebouwen juist gering is.

Het gebied Fluvium Noord – Groot Rijnwijk heeft een hoge energievraagdichtheid. Dat betekent dat de energievoorziening met gas en elektriciteit en warmte en elektriciteit beide een optie zijn. In het gebied Fluvium Noord – Groot Rijnwijk loopt stadsverwarming van NUON. Aansluiting hierop is mogelijk voor zover de capaciteit van het leidingnet voldoende groot is.

De toekomstgerichtheid van de gasvoorziening is minder groot als die voor elektriciteit en warmte. De gasvoorziening is te vergroenen door toepassing van biogas of synthetisch- of synthesesgas. Die mogelijkheden zijn nog niet uitontwikkeld en de beschikbaarheid is beperkt. De elektriciteitsvoorziening is te vergroenen door de opwekking van duurzame stroom door wind, waterkracht, zon etc. Dat is eenvoudig en gebeurt buiten de locatie. De warmtevoorziening is ook te vergroenen. De installaties die daarvoor nodig zijn, zijn vaak kostbaar. De mogelijkheden zijn dan ook afhankelijk van het type opwekking.

Onderstaand worden die mogelijkheden nader uitgewerkt. Algemeen is te stellen dat bij de energievoorziening met gas en elektriciteit en All Electric de mogelijkheden in de woningen en gebouwen moeten worden gezocht. Bij een energievoorziening met warmte en elektriciteit kan ook in de infrastructuur een belangrijke slag worden geslagen.

In figuur 5 is te zien hoe hoog de jaarlijkse warmtebehoefte dient te zijn om voldoende draagvlak te verkrijgen voor bepaalde vormen van energievoorziening.

Duurzame energieopwekking	Energiebehoefte
Warmtepomp	5 GJ
Kleinschalig collectieve WKO	400 - 600 GJ
Grootschalige WKO	Vanaf 2.000 – 3.000 GJ
Biomassa of -gas warmte	Vanaf 1.000 – 8.000 GJ
Biomassa of -gas warmte/kracht	Vanaf 25.000 GJ
Aardwarmte	Vanaf 50.000 GJ

Figuur 5. Opwekking van energie in collectieve warmtenetten.

Op de locatie is de totale energiebehoefte ongeveer 23.000 GJ. Een collectieve energievoorziening met alle bovengenoemde vormen van duurzame energie behalve biomassa W/KK en aardwarmte is mogelijk. De mogelijkheden voor duurzame energieopwekking op de schaal van de infrastructuur zijn in principe aanwezig. De energievraagdichtheid op de locatie is in het geheel geschikt voor een collectieve warmtevoorziening. Daarmee is een collectief warmtenet tegen beperkte meerinvesteringen voor de gehele locatie haalbaar. Daarbij zijn twee opties mogelijk: aansluiting op de huidige stadsverwarmingsnet of het aanleggen van een eigen net voor

Fluvium Noord – Groot Rijnwijk. Het warmtenet is in twee richtingen te gebruiken. Gebouwen kunnen energie afnemen, maar ook leveren aan het stadsverwarmingsnet.

Voor de energievoorziening zijn de mogelijkheden:

1. Gas en elektriciteit
2. Warmtelevering met collectieve energieproductie.

4.1.2 Wet en regelgeving

De huidige EPC-eisen voor de verschillende functies zijn per 1 januari 2009 als volgt:

- Wonen 0,80
- Kantoor 1,10
- Sport 1,80
- Ziekenhuis 2,60
- Onderwijs 1,30

De komende jaren vindt een aanscherping plaats van de EPC-eisen. De volgende afspraken zijn voor woningen gemaakt tussen ministerie VROM en Neprom en Aedes:

- 2011: EPC = 0,6
- 2015: EPC = 0,4
- 2020: EPC = 0,0

Voor de utiliteitsbouw wordt een soortgelijke relatieve aanscherping doorgevoerd.

Binnen de ontwikkelperiode van de locatie zal de EPC-eis worden aangescherpt. Daarmee kan nu al rekening worden gehouden. Op het einde van de periode zal de energievraag voor het gebouwgebonden energiegebruik volledig door duurzame bronnen moeten worden gedekt.

4.1.3 Duurzaam casco in woningen en gebouwen

Het aspect duurzaamheid is een belangrijke randvoorwaarde voor de verdere ontwikkeling van de locatie. De gebouwen worden gebouwd voor 50 tot 100 jaar, of langer. Belangrijke onderdelen uit het casco worden in die tijd niet meer verbeterd. De eerste stap op de weg naar een verlaging van het energiegebruik is dan ook een duurzaam casco van de woningen. Een casco is duurzaam bij:

- goede isolatiewaarde, waardoor de warmtebehoefte van woningen en gebouwen sterk beperkt wordt
- vergaande aandacht voor detaillering (beperking transmissie- en infiltratieverliezen en koudebruggen)
- korte leidingen van opwekking in de woning naar warm tapwaterpunten
- lagetemperatuurverwarming en hoogtemperatuurkoeling
- beperken van de oververhitting (vermijden koeling)
- bevorderen goede daglichttoetreding

- efficiënte verlichting
- toepassing van passieve zonne-energie, vooral voor de woningen
- loze leiding naar het dak voor aanleg elektriciteitsaansluiting naar toekomstige PV.

Dit duurzame casco is uitgangspunt voor de woningen en gebouwen in alle te beschouwen varianten.

Ook de keuze voor de wijze van warmteafgifte wordt voor langere tijd vastgelegd. Hierbij geldt dat hoe lager de temperatuur van het medium is, hoe meer mogelijkheden er zijn om deze op te wekken. Daarom is de keuze voor lage temperatuurverwarming (maximaal 55°C aanvoertemperatuur, en bij voorkeur vloerverwarming of betonkernactivering) ook een toekomstgerichte maatregel.

Koeling wordt in de toekomst steeds belangrijker. In steeds meer woningen en gebouwen wordt een koelmachine geplaatst. Daardoor neemt het stroomverbruik in Nederland jaarlijks toe. Koeling in de woningen en gebouwen kan worden vermeden door in het ontwerp rekening te houden met het vermijden van direct zonlicht in de zomer (zonwering), mogelijkheden van passieve nachtkoeling en goede spui ventilatie mogelijkheden. Daarnaast dient aandacht besteedt te worden aan de opgestelde apparatuur en verlichting. Vermijden van zonlicht in de zomer kan goed samengaan met de toepassing van passieve zonne-energie in de winter. In de berekeningswijze van energieprestatienormering is koeling opgenomen.

4.1.4 Ventilatie

Een verbetering van de energieprestatie van de woningen en gebouwen kan worden behaald door een efficiënter ventilatiesysteem toe te passen. Met de huidige stand van de techniek is het meest efficiënte systeem gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning of CO₂-gestuurde ventilatie. Qua verlaging van de EPC is deze laatste vergelijkbaar met een hoogrendement warmte terugwinning systeem (HR-WTW). Voor gebouwen met permanent gebruik is CO₂-gestuurde ventilatie minder geschikt.

Bij CO₂-gestuurde ventilatie vindt regeling van het systeem plaats op basis van CO₂-sensoren. De sensoren worden gekoppeld aan het ventilatiesysteem en sturen deze aan. Hierdoor vindt de ventilatie van de woningen volledig plaats op basis van de kwaliteit van de binnenlucht (CO₂-concentratie). Voordeel van dit systeem is dat het naast energiebesparing doordat het systeem minder vaak aanstaat, ook een verbeterd binnenmilieu oplevert.

4.1.5 Duurzame energie

Voor het verder verhogen van de EPL kan de benodigde elektriciteit duurzaam worden opgewekt. Dit kan bijvoorbeeld door zonnestroom (PV-cellen) en wind.

4.1.6 Zon

Gebouwwebonden duurzame energieopties zijn maatregelen zoals de productie van warm water door een zonneboiler (ZB), elektriciteitsproductie door fotovoltaïsche zonnecellen (PV) of passieve zonne-energie. Vooral bij de gestapelde woningen met platte daken is dit een optie.

Zonnestroom (PV panelen) op de woningen en gebouwen zorgt voor een verlaging van de EPC. Deze maatregel staat los van het klimaatsysteem en kan altijd, woninggebonden of projectmatig, aanvullend opgenomen worden. Het is van belang om bij toepassing van passieve of actieve zonne-energie rekening te houden met de bomen. PV panelen kunnen ook worden ingezet als een vorm van zonwering.

Passieve zonne-energie houdt in dat in het ontwerp van een gebouw optimaal gebruik wordt gemaakt van warmte van de zon. Dit kan door de gunstige oriëntatie op de zon door voldoende glasoppervlak aan de zuidzijde (in combinatie met zonwering tegen oververhitting). In de wijken Fluvium Noord en Groot Rijnwijk zijn er nog mogelijkheden om de goede zongerichte verkaveling te laten uitmonden in een goed zongericht ontwerp. De meeste woningen liggen op het zuidwesten of zuidoosten. Dat geeft optimale mogelijkheden voor de architecten. Het is van belang dit aan de architecten mee te geven als ontwerpuitgangspunt in het PvE.

4.1.7 Omgevingswarmte en warmtepompen

De energieprestatie van gebouwen kan verlaagd 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.

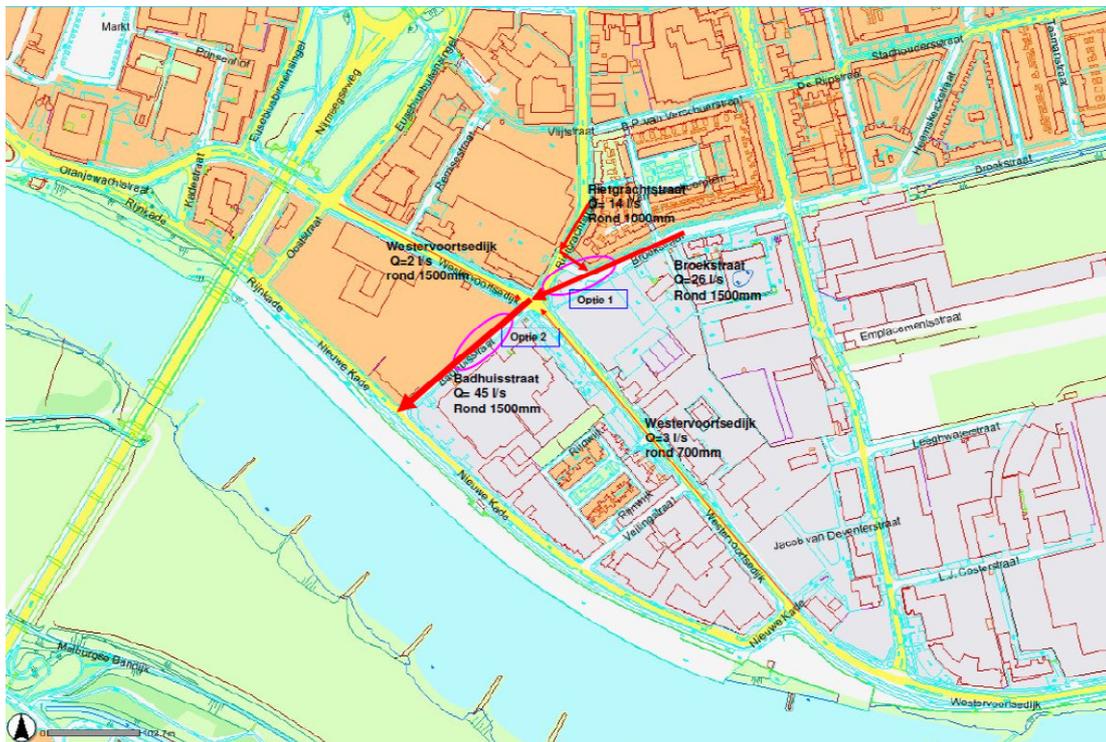
Warmtepompen hebben een bron nodig. In het geval van Fluvium Noord – Groot Rijnwijk is de meest voor de hand liggende bron een grondwaterbron passend binnen het Masterplan WKO. Die bron moet worden geregenereerd. Er moet weer warmte aan toegevoegd worden in de zomer. Dat kan in dit geval goed door gebruik te maken van oppervlaktewater, Riothermie, restwarmte dakcollectoren of “Road Energy”. Bij de laatste twee opties is vanuit een slangenregister in het dak respectievelijk het asfalt van de wegen warmte te winnen en het wegdek in de zomer te koelen. Daarmee wordt synergie bereikt tussen regeneratie en het wegenonderhoud. Bij Riothermie wordt gebruik gemaakt van warmte uit het riool. Een deel van het bestaande hoofdriool dient te worden vervangen. De hoeveelheid water die daar door stroomt is voldoende om (een deel van) de energiebehoefte van de locatie te voldoen.

Warmtepompen kunnen per gebouw, maar ook collectief voor een gebied worden aangelegd en geëxploiteerd.

4.1.8 Riothermie

Riothermie staat voor energie uit de riolering. In Arnhem is dat op verschillende plaatsen mogelijk. Op de locatie Fluvium en Rijnwijk loopt een hoofdriool door de Broekstraat en de Badhuisstraat. Dat hoofdriool in de Broekstraat moet op korte termijn worden vervangen (zie figuur). Dat betekent dat er een mogelijkheid is om Riothermie toe te passen.

Riothermie is verwerkt in twee varianten met warmtelevering. Dat zijn individuele en collectieve WKO. Riothermie wordt in dat geval gebruikt als bron voor de warmtepompen. De open bodembronnen kunnen in aantal worden gereduceerd. Die worden gebruikt om de pieken en dalen in het energiegebruik op te vangen.



Locaties van het hoofdriool in Fluvium en Rijnwijk.

De flow door het riool is gelijk aan 26 l/s in de Broekstraat en 45 l/s in de Badhuisstraat. Uit berekening blijkt dat een flow van 45 l/s (Badhuisstraat) leidt tot een vermogen van bijna 400 kW. Dat is voldoende voor toepassing van Riothermie voor Fluvium en Rijnwijk. Optimaal is een vermogen van ongeveer 700 kW. Met opslagcapaciteit in open bodembronnen is het mogelijk om de piek in de energievoorziening te leveren met gecombineerde Riothermie en open bodembronnen. In dat geval is meer dan 700 kW te realiseren. Riothermie is dus mogelijk met aanvullend de toepassing van open bodembronnen als opslagcapaciteit.

De flow in het riool in het eerste deel van de Broekstraat is vrij laag en alleen in staat om een basis te leveren in de voorziening voor warmte. In het tweede deel na de invoer van het riool uit de Rietgrachtstraat wordt de flow groter. Op die plek (optie 1) is een

warmtewisselaar aan te leggen. Er kan dan een substantiële bijdrage worden geleverd in de energielevering. Naast Riothermie is in ieder geval WKO nodig om de pieken in de energievoorziening op te vangen. Daarnaast zijn opties mogelijk met zonnecollectoren op de bouwblokken voor warm tapwater en het parallel schakelen van gasketel. Optie is na te gaan in hoeverre de temperatuurval in de riolering kan worden vergroot. Nu is uitgegaan van 2 °C. Als dat 3 á 4 °C mag worden is het vermogen voldoende voor een basisvoorziening. Seizoenopslag (in bodembronnen) blijft nodig. Er is dan geen regeneratievoorziening meer nodig.

Voorkeur gaat in dit geval uit naar een warmtewisselaar in het riool van de Badhuisstraat, of een combinatie van wisselaars in de Broekstraat en de Badhuisstraat. Dit geeft meer flexibiliteit naar de toekomst omdat het bouwtempo en het bouwvolume nog niet zeker is.

4.1.9 Wind

De locatie is niet geschikt voor de toepassing van grootschalige windenergie voor het opwekken van duurzame elektriciteit. Binnen het windplan van Arnhem passen geen grote windmolens in het plangebied. Er zijn kleinschalige windmolens op de markt die geschikt zijn voor plaatsing op woningen of gebouwen. Deze maatregelen staan los van het klimaatsysteem en kunnen altijd afzonderlijk per woning of gebouw gekozen worden.

4.1.10 Biomassa

Individuele biomassa oplossingen worden niet aanbevolen. Haarden leveren vaak een laag rendement en er is geen beïnvloeding mogelijk van de fijnstof uitstoot die aanzienlijk is. Biomassa is daarnaast schaars, en het is verstandiger biomassa alleen in te zetten in efficiënte installaties met stof afvang.

Collectieve toepassingen van biomassa zijn mogelijk in Fluvium Noord – Groot Rijnwijk. Er zijn drie opties voor toepassing van bio-energie: biomassa, biogas en bio-olie.

Biomassa en biogas zijn toepasbaar in grotere warmte/kracht centrales. De gelijktijdige opwekking van elektriciteit en warmte is de meest efficiënte toepassing van de schaarse biomassa. Voor biomassa W/KK is de locatie te klein. Biomassa warmtelevering is wel een optie.

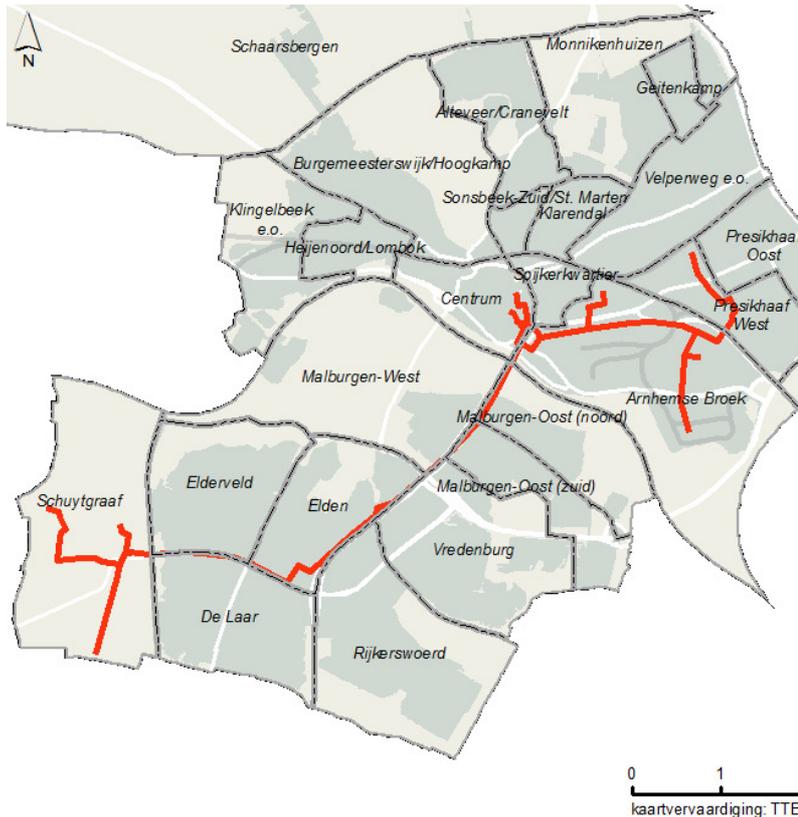
Toepassing van bio-olie wordt niet aanbevolen. Bio-olie is schaars en beter in te zetten als autobrandstof.

Biomassa is beperkt aanwezig in Arnhem. Bij de toepassing van een biomassa installatie moet de biomassa uit de buurgemeenten worden verworven.

Er is geen biogas aan de zuidoost kant van Arnhem beschikbaar. Biogas moet dan komen van vergisting in de agrarische randen rondom Arnhem. De afstanden zijn daarvoor te groot.

4.1.11 Restwarmte

Net langs het gebied ligt het stadsverwarmingsnet van NUON. Dat net is aangesloten op restwarmte van de centrale in Kleefse Waard. Het is mogelijk meer aansluitingen te maken op dat warmtenet. Het net kan in een optimale versie ook in twee richtingen worden gebruikt: warmtelevering en warmteafname door de eindgebruikers. Warmte uit het warmtenet is aanzienlijk efficiënter dan de opwekking van energie met gas in de gebouwen. Er is een gelijkwaardigheidsverklaring waaruit blijkt dat het rendement van restwarmtelevering gelijk is aan 130 tot 140% bij hoge temperatuur warmtelevering.



Stadsverwarming Arnhem (hoofdleiding in rood)

4.1.12 Gasexpansiestation

In Centrum Oost staat het gasreducerstation Westervoortsedijk. Dat station wordt verplaatst. In een gesprek met Gasunie/GTT zijn de mogelijkheden verkend voor een combinatie van duurzame energievoorziening in Fluvium Noord – Groot Rijnwijk met het gasreducerstation.

Combinatie van energievoorziening kan alleen plaatsvinden door de levering van warmte aan het gasreducerstation. In Nederland komt dit voor als er gebruik wordt gemaakt van expanders die bij het reduceren van de druk elektriciteit opwekken. Er is dan extra warmte nodig. Dat is in het station “Westervoortsedijk” niet voorzien. De netbeheerder mag dat wettelijk gezien niet meer. De inkoop tarieven voor gas liggen bij grootverbruik zeer laag. Daar is alleen met pure restwarmte tegen te concurreren. Dat is in Centrum Oost niet aanwezig. Ook de planning maakt afwijking van de gekozen ontwerpen niet meer mogelijk.

Materialen zijn al besteld en het station moet medio 2011 in bedrijf zijn. Er is dan ook geen combinatie met het gasexpansiestation te maken.

4.2 Varianten woningmaatregelen

Er worden twee varianten beschreven met woningmaatregelen. Die worden vergeleken met een woning volgens Bouwbesluit 2010.

- EPC van 0,8; dit is de eis conform Bouwbesluit tot medio 2011
- EPC van 0,6, dit is de eis conform Bouwbesluit na medio 2011 tot 2015
- EPC van 0,4, dit is de eis conform Bouwbesluit na 2015

4.3 Varianten energievoorziening

In figuur 6 zijn varianten beschreven voor de energievoorziening. Alle varianten zijn mogelijk in Fluvium Noord en Groot Rijnwijk. Verschillen zitten in de investeringen, energiegebruikslasten, de energiestaat en het comfort.

De varianten worden vergeleken met de volgende referenties:

- EPC van 0,8; dit is de eis conform Bouwbesluit tot medio 2011
- EPC van 0,6, dit is de eis conform Bouwbesluit na medio 2011 tot 2015
- EPC van 0,4, dit is de eis conform Bouwbesluit na 2015

Reductie op de EPC-waarde	Variante
Gasketel met zonneboiler	Var 1
Individuele WKO met collectieve bron	Var 2a
Individuele WKO met collectieve bron en riothermie	Var 2b
Collectieve WKO met pieksetels	Var 3a
Collectieve WKO met riothermie en pieksetel	Var 3b
Stadsverwarming gevoed vanuit de Kleefse Waard	Var 4
Collectieve houtpelletbrander met zonneboiler	Var 5

Figuur 6. Overzicht gekozen varianten voor de energievoorziening.

Externe warmtelevering wordt forfaitair beloond in de EPC berekening met een bijdrage van ongeveer 10% lagere EPC. De gebouwen die worden aangesloten op de bio-energie

installatie en de restwarmte hebben dezelfde bouwkundige maatregelen als die in de referentie. Alleen de energievoorziening verandert.

4.3.1 Referentie EPC 0,8

Dit is de variant die aansluit bij ongewijzigd beleid en bouwprogramma volgens de Bouwbesluit. De woningen en gebouwen worden aangesloten op een traditionele gas- en elektriciteitslevering met HR ketel. De warmte voor ruimteverwarming en tapwater wordt geleverd door een individuele HR 107 ketel, met kwaliteitsverklaring voor tapwater. Extra comfort wordt bereikt doordat de woningen zijn voorzien van lage temperatuurverwarming. De ventilatie wordt gerealiseerd door mechanische afzuiging met winddruk geregelde roosters.

De maatregelen die in de nieuwbouw worden getroffen zijn in tabel 7 weergegeven. Het is mogelijk hiervoor andere besparingsmogelijkheden te kiezen. Meerdere opties zijn mogelijk, hier is een keuze gemaakt voor de onderstaande maatregelen.



Gebouwfunctie			
EPC-waarde	0,80	0,60	0,40
Energievoorziening	Individueel	Individueel	Individueel
Isolatie vloer/dak	4,0 / 3,5	4,0 / 5,0	4,0 / 5,0
Isolatie gevel	3,5	4,0	4,0
Isolatie raam	1,6	1,6	0,8
Deur	2,0	2,0	2,0
Koudebruggen	SBR details	SBR details	SBR details
Verwarming	HR-107	HR-107	HR-107
Afgifte	Rad HT	Rad LTV	Rad LTV
Tapwater	normaal	HRww	HRww
ventilatie	Winddruk- geregeld	CO ₂ gestuurde ventilatie	Balans ventilatie met HR - WTW
Douche WTW		Bij appartement	Ja
Zonneboiler			Ja

Figuur 7. Energetisch maatregelen in de gebouwen om te voldoen aan Bouwbesluit.

4.3.2 Variant 1 Gasketel met zonneboiler

De woningen en gebouwen worden aangesloten op een warmte en elektriciteit. Er wordt een collectieve zonneboiler met ca. 3 m² zonnepaneel per woning toegepast. In de zonneboiler wordt het water voor ruimteverwarming en warm tapwater voorverwarmd. Dit water wordt opgeslagen in een opslagvat en door een HR ketel naverwarmd voor gebruik tot de gewenste temperatuur. Via collectieve warmtelevering wordt warmte en warm tapwater aan de woningen geleverd.

4.3.3 Variant 2a: Individuele WKO met collectieve bron

In deze variant wordt de HR 107 ketel vervangen door een individuele warmtepomp. Deze wordt aangesloten op een collectieve bron. Vanuit deze bron wordt laagtemperatuur (bron) water geleverd aan de woning of appartementen gebouw.

Bij een open grondwaterbron wordt gebruik gemaakt van waterhoudende zandlagen (aquifers) in de bodem. De bodem heeft op 50 tot 150 m diepte een constante temperatuur

van ca. 12°C zodat er een warme en een koude bron gecreëerd kan worden. In de zomer wordt water uit de koude bron opgepompt en gebruikt voor koeling, het opgewarmde water wordt na gebruik in de warme bron gepompt. In de winter kan de warme bron gebruikt worden voor het voeden van een warmtepomp, waarmee deze opgehoogd wordt tot een bruikbaar temperatuurniveau voor ruimteverwarming en warm tapwater.

Een WKO systeem maakt dus gebruik van seizoensopslag van warmte en koude. Belangrijk is dat deze bronnen over een jaar gezien in evenwicht zijn (bij een open bron is dit ook een wettelijke eis).

4.3.4 Variant 2b: Individuele WKO met collectieve bron en Riothermie

In principe is deze variant gelijk aan variant 2a. De bron voor de warmtepomp is Riothermie in combinatie met WKO. Warmte en koude uit het riool wordt rechtstreeks geleverd aan de warmtepompen in de woningen en gebouwen. Omdat pieken in het energiegebruik niet gelijk lopen met de gelijkmatige toevoer van warmte uit het riool wordt een bodembron gebruikt om de energie tijdelijk op te slaan. Dit geldt zowel voor warmte als voor koude. Er worden daarom minder bronnen toegepast dan in variant 2a.

4.3.5 Variant 3a: Collectieve WKO met piekketels

De woningen worden clustergewijs aangesloten op een collectief net voor warmtelevering. Een collectieve bron levert bronwater aan een collectieve installatie met warmtepompen en een HR-gasketel. In deze collectieve installatie wordt de warmte voor ruimteverwarming en tapwater opgewekt door een collectieve warmtepomp. Voor piekvraag en als back-up voorziening is een HR ketel bijgeplaatst. De warmtepomp dekt minimaal 80% van de warmtevraag en de ketel dekt maximaal 20% van de warmtevraag. Er is geen gaslevering aan de woningen. Afhankelijk van het ontwerp wordt een 3 dan wel 5-pijps distributienet aangelegd. Bij een 3-pijps distributienet wordt warmte van ca. 70°C aan de woningen geleverd. In de woning is een warmtewisselaar aanwezig waarmee de warmte voor direct wordt overgedragen op het koude tapwater voor tapwater toepassing. Voor ruimteverwarming kan de warmte direct gebruikt worden, eventueel na menging tot een lagere temperatuur voor laagtemperatuurverwarming. Koude wordt geleverd via de derde pijp. De retour voor de koude is even warm als de afgekoelde warmte en kunnen dus via één retourleiding terug naar de technische ruimte. Een 5-pijpsysteem bestaat uit afzonderlijke leidingen (aanvoer en retour) voor ruimteverwarming en tapwater, de eerste kan dan een lagere temperatuur hebben en ook weersafhankelijk geregeld worden. Uitgangspunt is dat hiernaast ook een collectief koudenet gerealiseerd wordt, waarin het bronwater direct aan de woning geleverd kan worden voor koeling.

4.3.6 Variant 3b: collectieve WKO met piekketels en Riothermie

In principe is deze variant gelijk aan variant 3a. De bron voor de warmtepomp is Riothermie in combinatie met WKO. Warmte uit het riool wordt rechtstreeks geleverd aan de

warmtepompen in de gebouwen. Omdat pieken in het energiegebruik niet gelijk lopen met de gelijkmatige toevoer van warmte uit het riool wordt een bodembron gebruikt om de energie tijdelijk op te slaan. Dit geldt zowel voor warmte als voor koude. Het aantal bronnen is kleiner dan bij variant 3a.

4.3.7 Variant 4: stadsverwarming gevoed vanuit de Kleefse Waard

Alle woningen worden eveneens aangesloten op een collectief net voor warmtelevering. Dit net wordt gevoed vanuit de elektriciteitscentrale de Kleefse waard, ten zuidoosten van de locatie. Bij de opwekking van elektriciteit blijft warmte over als restproduct. Deze warmte kan worden ingevoegd in een geïsoleerd distributienet en benut als verwarming. De woningen worden aangesloten op hoge temperatuur ($\geq 70^{\circ}\text{C}$) geleverd. In de woning is een afleverset aanwezig voor zowel tapwater als ruimteverwarming.

Door restwarmte van een elektriciteitscentrale af te tappen neemt het rendement van de elektriciteitsproductie wel iets af.

4.3.8 Variant 5: Collectieve houtpelletbrander met zonneboiler

De woningen worden per cluster aangesloten op een collectief warmtenet. De warmte voor verwarming en warm tapwater wordt opgewekt met een grote collectieve zonneboiler, van 5 m^2 per woning. Deze wordt per cluster gebufferd in een voorraadvat in een technische ruimte. Voor naverwarming is hier een collectieve houtgestookte pelletbrander opgesteld. Pellets zijn gestandaardiseerde cilindervormige brandstofdeeltjes van droog houtpoeder en spaanders, zonder toevoeging van lijmstoffen.

5 Consequenties van de maatregelen

In het voorgaande hoofdstuk zijn varianten voor de energievoorziening en energiebesparing in Fluvium Noord – Groot Rijnwijk beschreven. In dit hoofdstuk worden die varianten verder uitgewerkt. De consequenties van de verschillende varianten zijn in deze paragraaf beschreven. De varianten voor de energievoorziening worden daarbij gerelateerd aan een referentie met een energieverbruik en CO₂-emissie volgens bouwwijze met de huidige eisen.

5.1 Energiegebruik en energieprestatie van woningen

Het energiegebruik voor woningen is bepaald met behulp van EPC berekeningen voor standaard woningen en appartementen. De EPC berekeningen geven alleen het gebouwgebonden energiegebruik.

Het gebouwgebonden energiegebruik voor de woninggebonden pakketten is gegeven in figuur 8 en voor de installatie varianten figuur 9.

Referentie	EPC = 0,80	EPC = 0,60	EPC = 0,40
Appartementen			
EPC	0,76	0,57	0,40
Rijwoningen			
EPC	0,80	0,58	0,39

Figuur 8. Jaarlijks energiegebruik bij woninggebonden maatregelen.

Variant	Var 1: zon	Var 2: WKO ind	Var 3: WKO coll	Var 4: SV	Var 5: Zon-bio
Appartementen					
EPC	0,47	0,46	0,57	0,54	0,29
Rijwoningen					
EPC	0,51	0,50	0,52	0,49	0,29

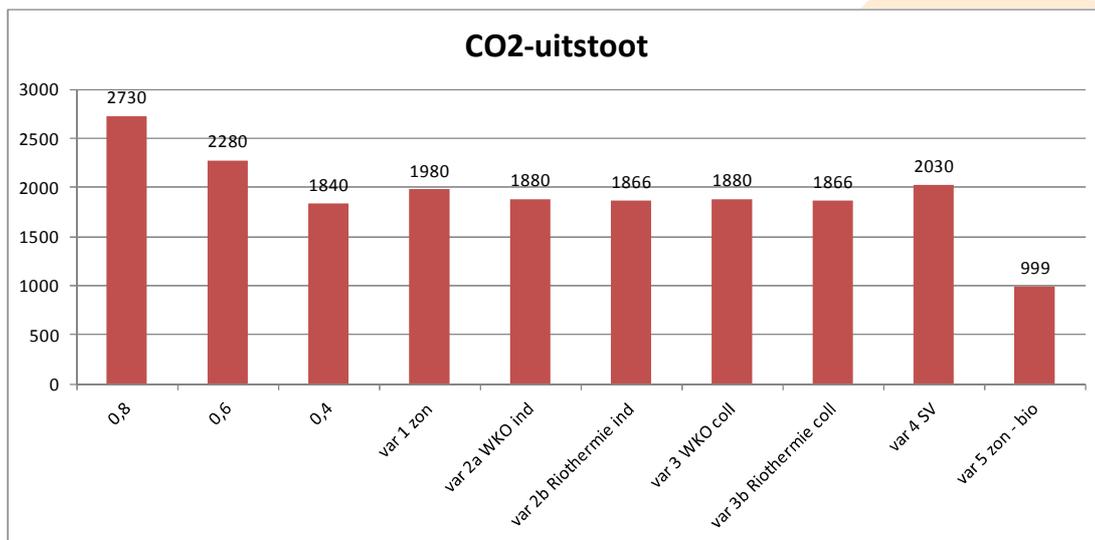
Figuur 9. Jaarlijks energiegebruik bij installatievarianten.

De EPC bij varianten 2a en 2b en bij varianten 3a en 3b zijn gelijk aan elkaar.

Het energiegebruik van de woningen neemt bij de individuele varianten af bij afname van de EPC-waarde. Het energiegebruik bij de varianten met collectieve warmtesystemen neemt niet verder af. De energiebehoefte van de woningen is gelijk aan de energiebehoefte van de woningen met gelijke gebouwschil. Verschil is dat er geen opwekking in de woning plaatsvindt. Daardoor is het energiegebruik bij de individuele varianten iets hoger vanwege de opwekkingsrendementen van de ketel.

5.2 CO₂-emissie en EPL

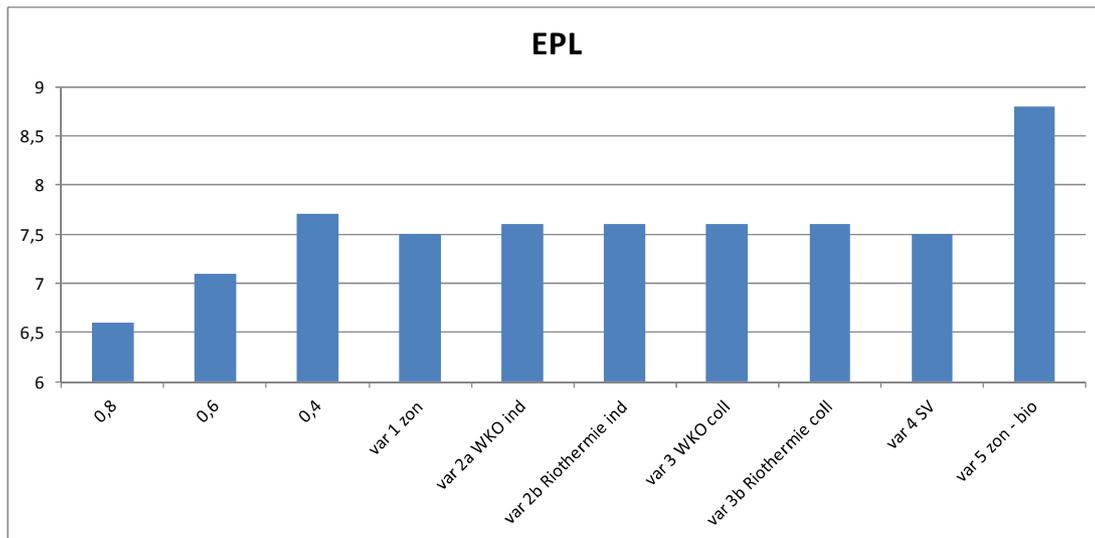
De CO₂-uitstoot als gevolg van het energiegebruik in Fluvium Noord – Groot Rijnwijk is berekend met de methode EPL. EPL staat voor Energieprestatie op locatie, en is een maat voor de CO₂-uitstoot. Naar mate de CO₂-uitstoot daalt stijgt de EPL. Bij bouwen volgens Bouwbesluit 2010 is de EPL gelijk aan 6,6, bij energieneutraal bouwen is de EPL gelijk aan 10.



Figuur 10. CO₂-emissie [ton/jaar] op de locatie voor warmte en gebouwgebonden elektriciteit.

De CO₂-uitstoot daalt fors met het verlagen van de EPC-waarde. De CO₂-uitstoot van de warmtevarianten ligt op het niveau van de CO₂-uitstoot bij een EPC van 0,40. De CO₂-uitstoot van de variant met zon en biomassa (variant 5) is 60% lager dan de referentie. Een wezenlijke daling.

De CO₂-uitstoot bij toepassing van Rothermie is 14 ton per jaar lager dan bij WKO. Dat komt door lager elektriciteitsgebruik voor bronpompen en minder regeneratie van de bronnen door direct gebruik van warmte en koude uit het riool.



Figuur 11 EPL voor de locatie

De EPL stijgt bij de daling van de CO₂-uitstoot. Studiedoel is een EPL van 8. Die wordt alleen gehaald bij variant 5. De varianten met warmte halen allemaal een EPL van 7,5 of hoger. Wel een goed eind in de richting van de EPL van 8,0. Door het toepassen van forfaitaire waarden voor de opwekking van warmte in EPL is de EPL lager dan de werkelijke EPL. Door efficiënte opwekking is het mogelijk de EPL van 8,0 te halen voor de WKO en stadsverwarmingsvarianten.

Hoewel de CO₂-uitstoot bij Riothermie lager is dan bij WKO is het verschil zo klein dat dit in de berekening van de EPL niet terug te zien is.

Ambitie gemeente Arnhem

Het is de ambitie van de gemeente Arnhem om op termijn volledig CO₂-neutraal te zijn. Verdere verduurzaming van de energievoorziening dient dan plaats te vinden op de locatie. Dat kan door de elektriciteit die nodig is voor de locatie zelf duurzaam op te wekken. In de referentie en de varianten wordt voor de elektriciteit grijze stroom gehanteerd. Verdere verduurzaming kan door opwekking van groene stroom op de locatie. Daarmee is een extra reductie te bereiken van de CO₂-uitstoot. Ook de warmtevoorziening is in de toekomst verder te verduurzamen. Dan kan een EPL = van 10,0 worden bereikt.

5.3 Investerings in woningmaatregelen

De investeringen om energie te besparen zijn onderverdeeld in gebouwmaatregelen, de kosten voor ventilatie en warmteopwekking en de aansluiting op de energie infrastructuur voor gas, elektriciteit en warmte. Er is bij de berekeningen geen rekening gehouden met subsidies.

De investeringen zijn bepaald voor een nieuwbouw rijwoning. De investeringen voor appartementen wijken nauwelijks af.

Investeringsrijwoning	EPC = 0,80	EPC = 0,60	EPC = 0,40
Aansluitbijdrage			
gas	780	780	780
elektriciteit	600	600	600
warmte			
Warmteopwekking	2.400	2.400	2.400
Warmteafgifte	2.500	4.000	4.000
Ventilatie	2.200	2.800	3.500
douche WTW			700
Zonneboiler			2.800
Isolatie			3.188
Totaal	8.480	10.580	17.968
extra investering	0	2.100	9.488

Figuur 12: Investerings per woning excl. BTW. De meerkosten zijn gerelateerd aan variant met EPC = 0,80..

Investeringsrijwoning	variant 1 zon	variant 2a WKO ind	variant 2b ind WKO + Riothermie	variant 3 WKO coll	variant 3b coll WKO + Riothermie	variant 4 SV	variant 5 zon - bio
Aansluitbijdrage							
gas							
elektriciteit	600	650	650	600	600	600	600
warmte	4.700	6.500	6.217	6.500	6.217	3.500	6.000
warmteafgifte	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
ventilatie	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
douche WTW							
zonneboiler							
isolatie							
totaal	12.100	13.950	13.667	13.900	13.617	10.900	13.400
extra investering	1.520	3.370	3.087	3.320	3.037	320	2.820

Figuur 13: Investerings per woning excl. BTW. De meerkosten zijn gerelateerd aan variant met EPC = 0,60.

De investeringen in de rijwoning nemen toe bij de daling van de EPC-waarde van de woning. Bij collectieve varianten 1 tot en met 5 is de meerinvestering in de energieopwekking bovenop de investeringen van de referentie met EPC = 0,60.

De extra investering voor warmtevoorziening ten opzichte van EPC = 0,60 bedragen tussen € 300 en € 3.000. De stadsverwarming en de zonneboiler zijn relatief goedkoop. De variant met zon en biomassa (variant 5) scoort erg hoog in CO₂-reductie voor een kleine € 3.000 extra investeringen. Met die variant is subsidie via de regeling UKP (Unieke kansen projecten) en Groenfinanciering mogelijk. De WKO variant met Riothermie is goedkoper dan de variant met open bodembronnen met regeneratie via drycoolers. Ook het elektriciteitsverbruik ligt € 1.600 per jaar lager.

5.4 Woonlasten

Voor de woningen zijn de gebruikslasten gerelateerd aan energie bestaande uit de energielasten, dit zijn de variabele energiekosten voor gas en elektriciteit, vast recht gas of warmte, onderhoudskosten en de kosten voor de financiering van de extra investering. De energiekosten voor warmte, elektriciteit en gas zijn afgeleid van de gebouwgebonden energievraag voor verwarming, tapwater, hulpenergie voor verwarmen en ventilatie. Procesenergie is hierbij niet meegenomen. Dit verandert niet door de voorgestelde maatregelen. De kosten zijn verdeeld naar energiedrager op de meter. In figuur 14 zijn de jaarlijkse kosten voor de kapitaalslasten van de investeringen en de gebruikslasten gegeven voor huurwoningen en in figuur 15 voor koopwoningen.

jaarlijkse energielast	EPC = 0,80	EPC = 0,60	EPC = 0,40	var 1 zon	var 2 WKO ind	var 3 WKO coll	var 4 SV	var 5 zon - bio
gas [m3]	905	687	270	0	0	0	0	0
elektriciteit [kWh]	412	125	541	230	2.280	230	94	230
warmte [GJ]	0	0	0	20	0	20	20	20
variabele energielast	656	453	299	460	559	460	427	460
Vastrecht	179	179	179	180	0	180	180	180
Totaal [€/jaar]	836	632	478	640	559	640	607	640
daling [€/jaar]	-204	0	154	-8	73	-8	25	-8

Figuur 14: Woonlasten per woning excl. BTW voor huurwoningen.

De woonlasten voor huurwoningen zijn opgebouwd uit de variabele energielasten voor de energie en de vastrechtbijdrage voor de aansluiting op het netwerk. Onderhoud en vervangingsinvesteringen zitten in de huur.

De woningbouwvereniging kan in de toekomst bij huurwoningen extra huur in rekening brengen voor energiezuinige woningen. Vanwege de maximaal redelijke huur wordt daar nu nog niet op gespeculeerd.

Bij alle varianten dalen de energielasten ten opzichte van EPC = 0,80. De warmtevarianten zijn voor huurders ongeveer even duur als de referentie Bouwbesluit 2011 met EPC = 0,60. De woning met gebouwgebonden maatregelen en EPC = 0,40 heeft lage energielasten.

jaarlijkse energielast	EPC = 0,80	EPC = 0,60	EPC = 0,40	var 1 zon	var 2 WKO ind	var 3 WKO coll	var 4 SV	var 5 zon - bio
gas [m3]	905	687	270	0	0	0	0	0
elektriciteit [kWh]	412	125	541	230	2.280	230	94	230
warmte [GJ]	0	0	0	20	0	20	20	20
variabele energielast	656	453	299	460	559	460	427	460
Vastrecht	179	179	179	350	550	350	350	350
Onderhoud	90	90	90					
Vervangings- investering	225	260	470	140	140	140	140	140
Hypotheek	0	64	278	108	162	160	73	146
Totaal [€/jaar]	1.151	1.045	1.316	1.058	1.410	1.110	990	1.095
daling [€/jaar]	-105	0	-270	-12	-365	-65	56	-50

Figuur 15: Woonlasten per woning excl. BTW voor koopwoningen.

Hypotheeklast is bepaald met 5% rente en 42% belastingaftrek.

De woonlasten voor de bewoners van koopwoningen worden ook beïnvloed door jaarlijks onderhoud, vervangingsinvesteringen voor installaties (elke 20 jaar) en hypotheeklasten. De totale woonlasten zijn afhankelijk van de gekozen invulling van maatregelen € 340 per jaar duurder tot € 150 per jaar goedkoper. De woonlasten variëren dus veel ten opzichte van de referentie een EPC van 0,60. De warmtevarianten zijn licht duurder, behalve de

WKO individueel. Die is fors duurder. De variant met EPC = 0,40 is ook duurder dan de referentie met EPC = 0,60. Dat komt vooral door de vervangingsinvesteringen op termijn.

5.5 Bouwkundige en stedenbouwkundige consequenties

5.5.1 Referentie

In de woningen en gebouwen zal ruimte gecreëerd moeten worden voor opstelling van de CV ketel. Bij voorkeur wordt deze ruimte in woningen zo dicht mogelijk bij de tappunten gerealiseerd. Deze ruimte is ca. 0,6 breed bij 0,4 meter diep. In de openbare weg zal een gastracé gerealiseerd moeten worden. Op de woningen en gebouwen worden rookgasafvoeren geplaatst. Bij bebouwing met een differentiatie van bouwhoogte dient gewaakt te worden voor hinder aan ventilatievoorzieningen van andere gebruikers. De woningen en utiliteit worden aangesloten op een gasleiding.

5.5.2 Variant 1.

Bij rijwoningen is het uitgangspunt een individuele zonneboiler. De woningen hebben een gasaansluiting. Bij de appartementen met collectieve zonneboilers is de warmte en warm tapwatervoorziening volledig collectief.

Bij de variant met zonneboiler zal een opstelruimte voor de collectoren op het dak gereserveerd moeten worden. Bij hellende daken is de oriëntatie van het schuine vlak van belang. De collectoren moet op een zuidoost tot zuidwestelijke oriëntatie geplaatst worden. Op platte daken is de oriëntatie geen probleem. Hier kunnen de collectoren, opgenomen in een speciale draagconstructie, altijd optimaal gesitueerd worden. Bij plaatsing van collectoren is het belangrijk dat deze niet beschaduwd worden door andere gebouwen, bomen ed. Extra aandacht verdient de plaatsing op daken die lager gelegen zijn. Het uitzicht van de bewoners van de hogere bebouwing wordt immers beïnvloed. Bij de gestapelde bouw zal de zonneboiler collectief uitgevoerd worden en zal rekening gehouden moeten worden met de plaatsing van een groot opslagvat en (geïsoleerde) waterleidingen tussen collector en opslag en de naverwarmer. Afhankelijk van het systeem zal ook een terugloopvat in de gebouwen moeten worden gerealiseerd.

5.5.3 Variant 2.

In de woningen en gebouwen zal een geschikte en trillingvrije opstelplaats voor de warmtepomp (ordegrootte: 1 m² opstelruimte over de volle hoogte van de woonlaag) gerealiseerd moeten worden, bij voorkeur op de begane grond dicht bij de warmwater tappunten. Er wordt in woningen bespaard op ruimte voor een gecombineerde rookgasafvoer- verbrandingsluchttoevoer. Er zal een koppeling tussen de warmtepomp en de bron plaats moeten vinden. Dit kan in een bergruimte. Bij een individuele gesloten bron kan deze op het eigen terrein gerealiseerd worden, in de tuin of onder de woning.

Bij de collectieve bron zullen bronputten in het openbaar gebied, bijvoorbeeld onder parkeerplaatsen of in plantsoen, gerealiseerd moeten worden. Vanaf deze grondwaterbron zal een leidingtracé in het openbare gebied gerealiseerd moeten worden (ca. 20 cm breed) naar een ruimte voor opstelling van de warmtewisselaar. Hier vindt overdracht van warmte van het bronwater naar het distributiewater plaats. Orde grootte van de ruimte is 10 tot 20 m². Van deze ruimte vindt distributie van het koude water plaats naar de woningen. Hiertoe zal een leidingtracé in het openbare gebied gerealiseerd moeten worden (ca. 20 cm breed). Boven dit tracé gelden inrichtingsbeperkingen voor wat betreft bestrating en beplanting. De technische ruimte is ongeveer 50 tot 75 m² groot. In de technische ruimte is een gasvoorziening aanwezig.

Regeneratie van de bodembronnen is verplicht. Dat kan door drycoolers te plaatsen in de wijk op gebouwen of door een voorziening aan te brengen in de Rijn. De plaats van drycoolers dient zodanig te worden gekozen dat er geen geluidshinder optreedt bij de woningen. Afscherming van de drycoolers is nodig. Bij toepassing van Riothermie zijn geen drycoolers nodig. Riothermie is de hoofdbron voor de duurzame energievoorziening. Omdat de pieken in de warmte en koudebehoefte niet gelijktijdig vallen met de warmte en koudelevering uit het riool worden open bodembronnen gebruikt voor de opslag. Bij Riothermie worden warmtewisselaars aangebracht in het hoofdriool. Deze warmtewisselaars zijn in principe niet bereikbaar. De aansluiting van de duurzame energievoorziening op het hoofdriool vergt een onderstation met pompen. Dit onderstation kan in de grond worden aangebracht. Het pompstation wordt aangesloten op de centrale technische ruimte. Bij toepassing van Riothermie is tijdelijke opslag van warmte benodigd. Er is uitgegaan van open bodembronnen met een vermogen van 50% van de benodigde bronnen bij zuiver WKO.

5.5.4 Variant 3.

Bij de collectieve warmtepomp moeten technische ruimtes gerealiseerd worden voor opstelling van de warmtepompen (eventueel aangevuld met HR ketels en warmtebuffers). De grootte zal afhangen van de dimensionering van het systeem en het aantal woningen dat wordt aangesloten op een systeem. De technische ruimtes zullen worden voorzien van rookgasafvoeren die bovendaks uitmonden (i.v.m. goede werking van de toestellen en verdunning ter voorkoming van hinder aan derden). Afhankelijk van de vermogens zullen deze ruimtes moeten voldoen aan speciale stookruimte eisen.

Er zullen bronputten in het openbare gebied gerealiseerd moeten worden. Vanaf de grondwaterbron zal een leidingtracé in het openbare gebied gerealiseerd moeten worden (ca. 20 cm breed) naar een ruimte voor opstelling van de warmtewisselaar en vandaar naar de technische ruimtes per cluster. Van de technische ruimte naar de woningen zal een warmtedistributienet gerealiseerd moeten worden. Afhankelijk van het ontwerp en de dimensionering is dit een 3 of 5 pijps-systeem, waarbij rekening gehouden moet worden met een tracébreedte van ca. 80 cm tot 120 cm. Tevens wordt een on geïsoleerde

leidingtracé voor koude gerealiseerd. In de openbare ruimte zal rekening gehouden moeten worden met de aanleg van dit tracé, dat ook onder de woning in de kruipruimte kan worden aangelegd. Bij gestapelde bouw dient rekening gehouden te worden met voldoende grote en bereikbare stijgschachten voor de aanleg van de leidingen.

In de woning zal, net als bij stadsverwarming, een afleverset voor warmte geplaatst worden in de meterkast. Er wordt bespaard op een opstellingsruimte voor de HR ketel en rookgasafvoer.

De consequenties van regeneratie en Rothermie zijn hetzelfde als bij variant 2.



Figuur 6. Warmte- warm tapwater en koudeleidingen in een project met grondgebonden woningen in De Beljaart, Dongen.

5.5.5 Variant 4 Stadsverwarming

In de openbare weg dient rekening gehouden te worden met het tracé voor de warmteleidingen. Voor de grondgebonden woningen wordt de warmte direct per woning (onder maaiveldniveau) ingevoerd. Leidingen worden bij voorkeur door de kruipruimte gelegd. In plaats van een mantelbuis voor gas zal hier een mantelbuis voor warmte aangebracht moeten worden. In de woning dient ruimte gereserveerd te worden voor de warmteontvangst, bemetering, de warmtewisselaar voor tapwater en een regeling en

verdeling voor de ruimteverwarming. De omvang en plaats van de ruimte zal afgestemd moeten worden met het warmteleveringsbedrijf en kan in principe in de meterkast gerealiseerd worden.

In de openbare ruimte zal ruimte gereserveerd moeten worden voor aanleg van het warmtedistributienet. De diameter van deze leidingen, inclusief isolatie, is groter dan die van het gasnet. Bovendien is er een aanvoer en retourleiding.

Afhankelijk van de dimensionering van het net zal rekening gehouden moeten worden met een leidingtracé van ca. 80 tot 120 cm breed. Boven dit tracé gelden inrichtingsbeperkingen. Bij het tijdig meenemen van de inrichtingsaspecten is dit nooit een probleem gebleken. In diverse projecten is dit tracé, in plaats van in de openbare grond voor de woningen, direct onder de woningen in de kruipruimte aangebracht.

5.5.6 Variant 5

Er zal ruimte op de daken gereserveerd moeten worden voor de zonneboiler. Zie aandachtspunten bij variant 1. Voor de warmteontvangst van de zonneboiler zal een groot opslagvat in een technische ruimte geplaatst moeten worden. Tevens zal in deze ruimte een houtpelletbrander met rookgasafvoer opgesteld moeten worden. De grootste van de technische ruimte is sterk afhankelijk van de dimensionering.

Voor aanvoer van de houtpellets moet een toegangspoort of luik gerealiseerd worden waarbij via welke vrachtwagens kunnen leveren.

Afhankelijk van de dimensionering zal de technische ruimte moeten voldoen aan de eisen van een stookruimte. Omdat houtpellets ook een stof, en daarmee explosiegevaar, kunnen vormen zal overlegd moeten worden met de vergunningverlener, waarbij aandachtspunten liggen op het gebied van rookgasreiniging, geluid, stof en transportbewegingen voor de aanvoer van de houtpellets.

5.6 Comfort voor gebruikers

5.6.1 Koken

Bij de individuele warmtepomp en de collectieve varianten zal een keuze gemaakt moeten worden of er een gasnet gelegd wordt voor kookdoeleinden. Doordat dit extra kosten met zich meebrengt (aansluitkosten, vastrecht) wordt hier vaak vanaf gezien. Dit betekent dat de (huishoudelijk) gebruikers elektrisch zullen moeten koken. De wijze van koken dient vooraf met de toekomstige bewoners (huurders, koper) te worden gecommuniceerd. Er zijn verschillende wijzen van koken, waarbij inductie koken wat betreft reactiesnelheid het meest lijkt op koken op gas. Inductie koken is veiliger, comfortabeler en beter voor het binnenmilieu. De apparatuur is duurder. De apparatuur is duurder, maar de prijs zal in de praktijk niet veel afwijken van die van meer luxe gasstellen.

5.6.2 Vloerverwarming

Uitgangspunt is de toepassing van vloerverwarming. In ieder geval is toepassing van laag temperatuurverwarming een vereiste bij warmtepompen (2 en 3), omdat deze voorwaarde zijn voor het realiseren van het hoge rendement en het gebruik van grondwater- bodemwarmte voor vrije koeling. Vloerverwarming geeft meer comfort en levert bovendien een aanzienlijke vrijheid van indeling van de ruimtes, door het ontbreken van radiatoren. Bovendien draagt het bij aan een gezonder binnenklimaat. Voor de eigenaar van de woning betekent dit dat de verhuurbaarheid op termijn vergroot.

Bij de realisatie dient rekening gehouden te worden met een paar centimeter meer vloerdikte (3 tot 5 cm, afhankelijk van leverancier en systeem). Het is mogelijk de vloerverwarming op te nemen in de afwerkvloer, soms kan deze ook in de vloer 'ingefreesd' worden. De mogelijkheden en onmogelijkheden van vloerverwarming dienen vooraf met de bewoners gecommuniceerd te worden. Zo is toepassing van nachtverlaging niet gewenst vanwege de langzame opwarmingssnelheid. Hoewel de meeste vloerafwerkingen met vloerverwarming zijn toegestaan, gelden hierbij wel beperkingen. Als deze minder is dan $0,13 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)}/\text{W}$ is de vloerbedekking zonder meer geschikt.

5.6.3 Gebruiksgemak

Bij de collectieve varianten is geen opwektoestel nodig in de woningen en gebouwen. Omdat de warmte-installatie (huisinstallatie) veel kleiner is, bespaart die ruimte. Net als bij een gasgestookte cv-installatie is de temperatuur volledig regelbaar. Warmtelevering is bovendien voor de consument onderhoudsvrij, omdat dit de verantwoordelijkheid is van de energieleverancier. Bij toepassing van een individuele warmtepomp is een veel groter ruimtebeslag in de woning vereist. Bij utiliteitsgebouwen is het ruimtebeslag ongeveer gelijk als bij een gasgestookte installatie.

5.6.4 Koeling

Koeling in gebouwen is al gewoon geworden. In woningen is het luxe. Woningen worden daardoor comfortabeler in de zomer. Dat levert extra woonkwaliteit en betere verkoopbaarheid van de woningen.

Bij de referentie, de varianten met zonneboiler (en pelletbrander) is geen rekening gehouden met koeling. Hoewel dat hier wel mogelijk is, bv met geïntegreerde koelunits, nemen de kosten van deze variant aanzienlijk toe. Omdat deze koeling nog geen gangbare bouwpraktijk is, is deze niet meegenomen. Risico is wel dat de woningen uiteindelijk in een latere fase alsnog uitgevoerd worden met koelsystemen en daarmee belast worden met hogere kosten voor de plaatsing van energievragende airco's in de toekomst. Een slim ontwerp van de woning met zonwering, mogelijkheden voor spuiventilatie en eventueel beperking van het raamoppervlak kan het risico oververhitting beperken of zelfs voorkomen.

5.6.5 Eigendom en beheer

Bij de HR107 varianten en de individuele warmtepomp is de verwarmingsinstallatie in de woning en gebouwen van de gebouweigenaar. De gebruiker kiest zelf een energieleverancier en betaalt vast recht voor onderhoud van het net. De gebruiker heeft een eigen gasmeter voor verrekening van het verbruik. Als de woning of het gebouw met de individuele warmtepomp bronwarmte krijgt aangeboden via een collectief systeem betaalt deze, afhankelijk van de te kiezen organisatorische constructie, voor een vast recht voor deze levering.

Bij de collectieve installaties (collectieve warmtepomp, houtpelletbrander) is de installatie, inclusief de warmtewisselaar in de woning en gebouwen, eigendom van de exploitant. Deze zorgt hiermee voor onderhoud en vervanging, zowel bij de koop- als de huur. Hiervoor wordt door de gebruiker een vastrechttaf tarief betaald. De bewoner heeft een energiemeter voor verrekening van de afgenomen warmte.

5.6.6 Flexibiliteit, toekomstgerichtheid en bedrijfszekerheid

De gasreserves zijn beperkt. Op termijn kan het aardgas opraken en daarom zal een andere voorziening gecreëerd moeten worden. Vrijwel zeker zal de gasprijs in de toekomst verder stijgen. De eventuele 'opvolgers' voor de HR ketel, de brandstofcel en de micro-wkk, worden momenteel in veldtesten uitgetest.

Aansluiting op een all electric variant is toekomst bestendig: het elektriciteitsnet is uitstekend te verduurzamen met energie van verschillende duurzame herkomst.

Warmtelevering is bedrijfszeker en de gebruiker kan 24 uur per dag net zoveel warmte afnemen als hij nodig heeft. De installaties en leidingen voldoen aan de hoogste veiligheidseisen. Warmtelevering is veilig, omdat er geen gas in huis is. Gevolg is wel dat de gebruikers van warmte moeten koken met behulp van elektriciteit (inductie - en keramische kookplaten en magnetrons).

Een warmtenet kun je voortdurend uitbreiden en aan diverse warmtebronnen koppelen. Daardoor kan in de toekomst een meer duurzame of meer energiezuinige warmtebron worden toegepast. Het is mogelijk om een project gefaseerd te laten groeien door in etappes verscheidene warmtebronnen aan een warmtedistributiesysteem te koppelen.

Een voordeel is dat in principe op diverse manieren warmte in het warmtenet kan worden gevoed. De productiemiddelen zijn uitwisselbaar, en bij vervanging kan voor een duurzamere opwekking worden gekozen. Daarmee krijgt de locatie in een keer een lagere CO₂-uitstoot. Bij individuele systemen is daar veel minder grip op.

De continuïteit van de warmtelevering op langere termijn zal bij aanbesteding van de aanleg en exploitatie van de energie-infrastructuur vastgelegd moeten worden. De exploitant zal garanties voor de levering moeten bieden. De aanbestedende partij zal garanties met betrekking tot de minimale warmteafname moeten geven. Dit laatste betekent dat de consequenties voor het wegvallen van energievraag, hetzij doordat de

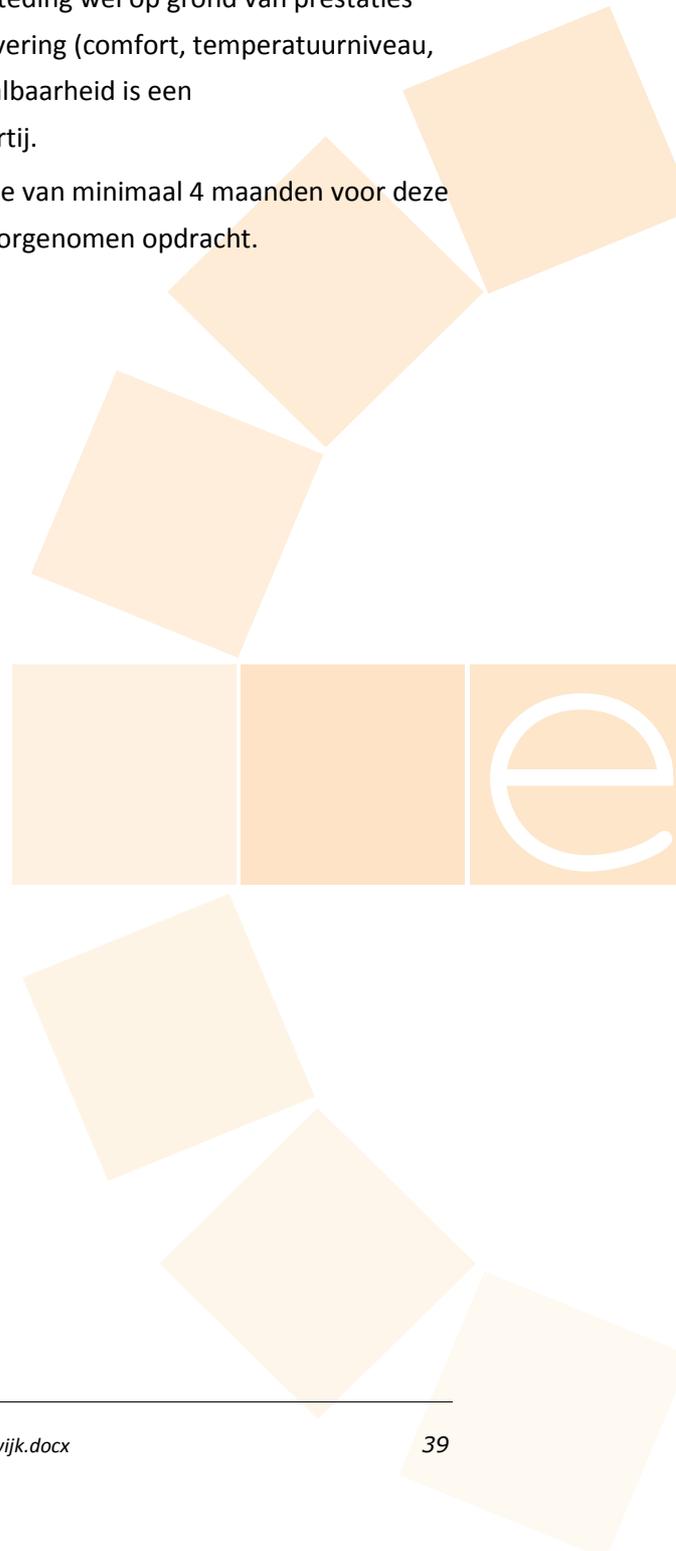
geplande bouwplannen niet doorgaan, hetzij dat (delen van) de wijk niet aangesloten worden, vooraf vastgelegd moeten worden.

WKO en Riothermie zijn gefaseerd op te bouwen. Daarmee kan het bouwtempo worden gevolgd. Ook eventuele verkleining van het bouwvolume is dan geen probleem.

5.6.7 Bestuurlijke consequenties

Bij een keuze voor warmtelevering (in welke vorm dan ook) dient de gemeente vast te leggen dat er geen gas aangelegd wordt naar de woningen. Trajecten voor warmtelevering worden aanbesteed via een openbare of niet-openbare procedure (met voorselectie). Daarin kan worden gekozen of een bepaalde voorziening wordt gevraagd waarbij een techniek wordt voorgeschreven. Ook wordt de aanbesteding wel op grond van prestaties gedaan. Er worden dan prestaties gevraagd voor de levering (comfort, temperatuurniveau, GIW etc), kosten en milieuprestaties. De financiële haalbaarheid is een verantwoordelijkheid en risico van de aanbiedende partij.

Er dient rekening gehouden te worden met een periode van minimaal 4 maanden voor deze procedure vanaf het moment van publicatie van de voorgenomen opdracht.



6 Afwegingen

In het voorgaande hoofdstuk zijn de consequenties van de varianten voor de energievoorziening in Fluvium Noord – Groot Rijnwijk besproken. In dit hoofdstuk worden die varianten onderling vergeleken op een aantal criteria.

In de tabel hieronder zijn de gehanteerde criteria genoemd, en per variant voor de energievoorziening is aangegeven hoe de variant scoort ten opzichte van de referentie met een EPC = 0,60 (standaard Bouwbesluit na 1 januari 2011). De lijst is opgesteld tijdens het overleg met de gemeente en de woningcorporatie.

Criteria voor beoordeling	0,80	0,60	0,40	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 5
	Won	Won	Won	Zon	WKO ind	WKO coll	SV	Bio
Financieel								
Economische haalbaarheid	0	0	-	0	-	0	0	0
Betaalbaarheid gebruiker	-	0	+	0	0	0	0	0
Milieu								
EPC	--	0	++	+	++	+	+	++
EPL	--	-	0	0	0	0	0	++
Toekomstige verduurzaming	--	-	-	0	+	+	+	+
CO ₂ -uitstoot	--	-	0	0	0	0	0	++
Comfort								
Extra comfort	--	0	0	+	++	++	+	+
Techniek								
Bedrijfszekerheid	0	0	0	0	0	0	0	0
Ruimtegebruik								
Ruimtegebruik openbare ruimte	0	0	0	+	+	0	-	-
Ruimtegebruik gebouwen	-	--	--	+	-	+	+	+

Overige								
Beheersbaarheid	-	-	-	0	0	0	0	-
Aanvoer energie	+	+	+	+	++	0	0	--



Bijlage 1: Financiële mogelijkheden

Het subsidieklimaat is de afgelopen jaren zeer wisselend geweest. Op dit moment zijn er géén subsidies voor woningmaatregelen en beperkt voor duurzame energie. Voor PV panelen is de mogelijkheid van een subsidie in het kader van de SDE regeling mogelijk. Die regeling voorziet in een extra bedrag voor elke geleverde kWh groene stroom aan het net. Dat bedrag wordt voor 12 jaar gegarandeerd, en is daarmee gelijk aan de terugverdientijd voor de bewoners. De (tender)regeling gaat op 1 april 2009 weer open.

Voor de biomassa en biogas warmtekracht opwekking geldt die regeling ook. De producent moet de SDE aanvragen.

Voor de huurders is de hoogte van de huur van belang. Vanaf 1 juli 2010 wordt in het nieuwe woningwaarderingstelsel een koppeling gemaakt tussen de huur en de mate van energiezuinigheid van de huurwoning: het energielabel. Hoe zuiniger de woning, hoe hoger de huur. Voor de woningeigenaar geldt dat de meerinvestering in de woning opgenomen kan worden in de hypotheek, waardoor de bewoner via de belasting een deel terug ontvangt. Er is een aantal mogelijkheden om te bereiken dat de investeringen in de maatregelen ook daadwerkelijk worden gerealiseerd, afhankelijk van de situatie of de woning bedoeld is als koopwoning of als huurwoning:

- via Klimaathypotheek (koop)
- woningwaarderingstelsel (huur) en EPBD
- outsourcing van de energievoorziening (huur en koop)
- koopgarantregeling

Een beschrijving van de mogelijkheden is onderstaand gegeven.

Klimaathypotheek

Door de investeringen te financieren in de hypotheek zijn de jaarlasten vast te stellen. De jaarlasten dienen dan vergeleken te worden met de daling in energielasten.

De investeringen komen bovenop de normale woningprijs. Daardoor vallen de woningen soms in een andere categorie volgens het volkshuisvestingsplan. Daar kan op twee manieren mee worden omgegaan. Enerzijds kan het plafond voor de stichtingskosten worden opgerekt met de investeringen die nodig zijn om een bepaalde energieprestatie te bereiken. Dat mag dan uiteraard alleen als aangetoond wordt dat de energieprestatie daadwerkelijk wordt gehaald. Anderzijds kunnen de investeringen worden aangeboden als meerwerkoptie bij de bouw. Dat geldt niet voor de duurste categorie. Bij de vrije kavels kunnen toekomstige eigenaar bewoners worden voorgelicht.

De hogere woningprijs kan worden gefinancierd door een Klimaathypotheek zoals enkele grote banken die op dit moment aanbieden. Er wordt extra hypotheek verstrekt omdat de energielasten lager zijn.

De makelaar dient als partij betrokken te worden. De makelaar dient goed op de hoogte te zijn van de mogelijkheden met de energiebesparingsopties en de woonlastenconsequenties. Tevens dienen (lokale) banken benaderd te worden voor de mogelijkheden van financiering in de hypotheek. De mogelijkheden in deze dienen vooraf te worden getoetst in een lokaal overleg tussen gemeente, projectontwikkelaars, makelaars en banken. Naast het directe fiscale voordeel kan overwogen worden een groene hypotheek of klimaat hypotheek af te sluiten, waarbij het rentepercentage 1% lager is dan de gangbare marktrente.

Woningwaarderingstelsel

Bij huurwoningen vragen investering en exploitatie van een duurzame installatie nadere aandacht: de huurder heeft een reductie op de woonlasten door lagere energiekosten, terwijl de woningeigenaar de investering verricht zonder deze volledig in de huur te kunnen verdisconteren. Het stelsel van woningwaardering wordt vanaf 1 juli 2010 ingrijpend gewijzigd. Dit is recent bevestigd in het Besluit Energieprestatie Gebouwen (BEG, 24 november 2006). Genomen energiemaatregelen, leveren een beter energielabel, en daarmee 'punten' waardoor de huur verhoogd mag worden. Ook bij verdergaande liberalisering op de woningmarkt is de verhuurder vrij de meerkosten in een energie-investering te verdisconteren met verwachte lagere energiekosten voor de bewoner. Dit impliceert dat in de toekomst voor energiezuinige woningen een hogere huur gevraagd kan worden. Hiermee kan ruimte geschapen worden voor extra investeringen. Bij uiteindelijk gelijkblijvende woonlasten kunnen hogere investeringen gedaan worden in energiebesparende maatregelen.

Outsourcing

Sommige vormen van energievoorziening, vooral die waarbij een groot deel van de installatie buiten de woning gelegen is, zijn geschikt om door derden te laten exploiteren. Hierbij verzorgt een externe partij de volledige warmtelevering. Bij de keuze eigen beheer of outsourcing gaat het erom te bepalen waar de verantwoordelijkheid rondom de taken ontwerp en realisatie (Design en Build) en financiering en exploitatie (Finance en Maintain) gelegd worden. Bij de laatste gaat het niet alleen om het technische beheer, maar ook om het juridische kader en de afrekening naar de bewoners. Een voordeel is dat externe exploitanten daarbij gebruik kunnen maken van fiscale maatregelen (EIA) en groen financiering. Daardoor kan een project bij outsourcing goedkoper worden beheerd en geëxploiteerd.

Belangrijke voorwaarde bij outsourcing is aandacht voor de prestaties op het gebied van energiebesparing en CO₂-reductie, de garanties voor een betrouwbare, bedrijfszekere energievoorziening en garanties over de investeringen en energiekosten. Deze punten dienen te worden opgenomen in de overeenkomst met de externe leverancier. Dat kan door middel van prestatieafspraken. De vrijheid van keuze van energieleverancier is dan

beperkt tot elektriciteit. De Warmtewet beschermt de afnemer van warmte. In de wet zijn daarom garanties voor levering en bepalingen rondom redelijke tarieven opgenomen.

Individuele warmtepompen kunnen ook door een externe partij gefinancierd worden en aan de bewoner worden geleased. Ook hierbij geldt dat de partij die de warmtepomp financiert de verschillende fiscale instrumenten in kan zetten. Bij outsourcing van de individuele warmtepomp wordt een deel van de investeringskosten in de initiële investering opgenomen, en een deel wordt per maand in rekening gebracht als vastrecht of als huur. Deze kosten worden, meer of minder, gecompenseerd door lagere energiegebruikskosten. In de huidige aanbestedingspraktijk blijkt dit huurbedrag, bij een initiële investering die iets hoger is dan de referentie (vanwege de koeling), ongeveer gelijk te zijn aan het gerealiseerde energiekostenvoordeel.

Consequenties van outsourcing van een collectieve voorziening

Dankzij de liberalisering van de energiemarkt kunnen gebruikers voor hun gas- en elektriciteitsgebruik kiezen uit meerdere aanbieders. Zij kunnen een leverancier uitzoeken met het beste aanbod qua prijs, service, betrouwbaarheid etc. Er kunnen immers meerdere leveranciers via hetzelfde netwerk hun inkoop en verkoop laten plaatsvinden. Gebruikers met een aansluiting op een collectieve voorziening krijgen die mogelijkheid niet. Zij zijn gebonden aan de distributeur die eigenaar is van het warmtenet en kunnen dus niet kiezen voor een concurrerende aanbieder, de gasklanten wel. De warmteklanten zijn gebonden aan de tariefstelling van de eigenaar van het warmtenet. Sinds begin 2009 beschermt de Warmtewet de gebruikers voor te hoge tarieven voor warmtelevering. Dit geldt eveneens ten aanzien van de leveringszekerheid van de opwekking. Energiezuinigheid moet contractueel worden vastgelegd.

Hoewel outsourcing de mogelijkheid biedt alle 'zorg' voor de installatie extern te leggen, betekent dit niet dat de opdrachtgever zijn verantwoordelijkheid ten aanzien van de prestaties van de installatie naast zich neer legt. In het belang van een goede verhuurbaarheid en verkoopbaarheid op termijn dient bij aanvang van de outsourcing contractueel een aantal afspraken gemaakt te worden. Er dienen zorgvuldig eisen en voorwaarden (prestaties) aan de installatie te worden gesteld. Deze moeten vooraf in een programma van Eisen worden vastgelegd. In ieder geval moeten vooraf afspraken gemaakt te worden over:

- Functioneel: prestaties van de energievoorziening (leveringstemperaturen, leveringsdebieten et cetera)
- Comfort: eisen zoals ruimtetemperaturen, binnenklimaat, opwarmingssnelheid etc
- Milieutechnisch: eisen over de CO₂ reductie, besparing ten opzichte van een referentie e.d.
- Financieel: verrekening van aansluitkosten, een eventueel vastrecht en de warmte-eenheidsprijs. De wijze van indexering van tarieven dient vastgesteld te worden.

Eveneens dient nauwkeurig aangegeven te worden wat de consequenties van de warmtevoorziening zijn voor de bouwkundige realisatie van het complex, voor de omgeving en de gebruikers.

Koopgarantregeling

Investeringen in duurzame maatregelen kunnen worden gefinancierd door een woningcorporatie. Daardoor kunnen de stichtingskosten van de woning relatief laag blijven. Dit is een voorfinanciering. Bij verkoop van de woningen is de woning meer waard. Op dat moment wordt de voorfinanciering afgelost voor de verkopende partij uit de meeropbrengst. Enkele woningcorporaties gebruiken deze methode van voorfinanciering op dit moment al.

