

Project: Ritmeesterkwartier Veenendaal

Onderwerp: Ambities en aanpak energie en circulariteit

Datum: 17 oktober 2025

Projectnummer: 3682

1 Inleiding

Deze notitie geeft een toelichting op de ambities en aanpak van met name de duurzame energievoorziening en het circulair ontwikkelen van project Ritmeesterkwartier te Veenendaal. Het dient als herijkingspunt voor de gemeente Veenendaal en ontwikkelaar AM om een gezamenlijk gedragen visie en aanpak te hebben op de duurzame thematieken energie en circulariteit / duurzaam materiaalgebruik. Het geeft daarnaast antwoord op de vragen van gemeente Veenendaal die gesteld zijn in het beoordelingsformulier "Omgevingstafel onderdeel Duurzaamheid en Energie" van 26 juni 2025, en de email van Rik Dekkers op 24 september 2025.

We beginnen met de kenmerken van het project, gevolgd door een korte samenvatting van het ambitiedocument integrale duurzaamheid Ritmeester Veenendaal opgesteld in juni 2024. Hierna gaan we dieper in op circulair ontwikkelen en energie.

2 Kenmerken project

Zie hieronder een telmodel, het programma en doorlooptijd op hoofdlijnen.



Programma:

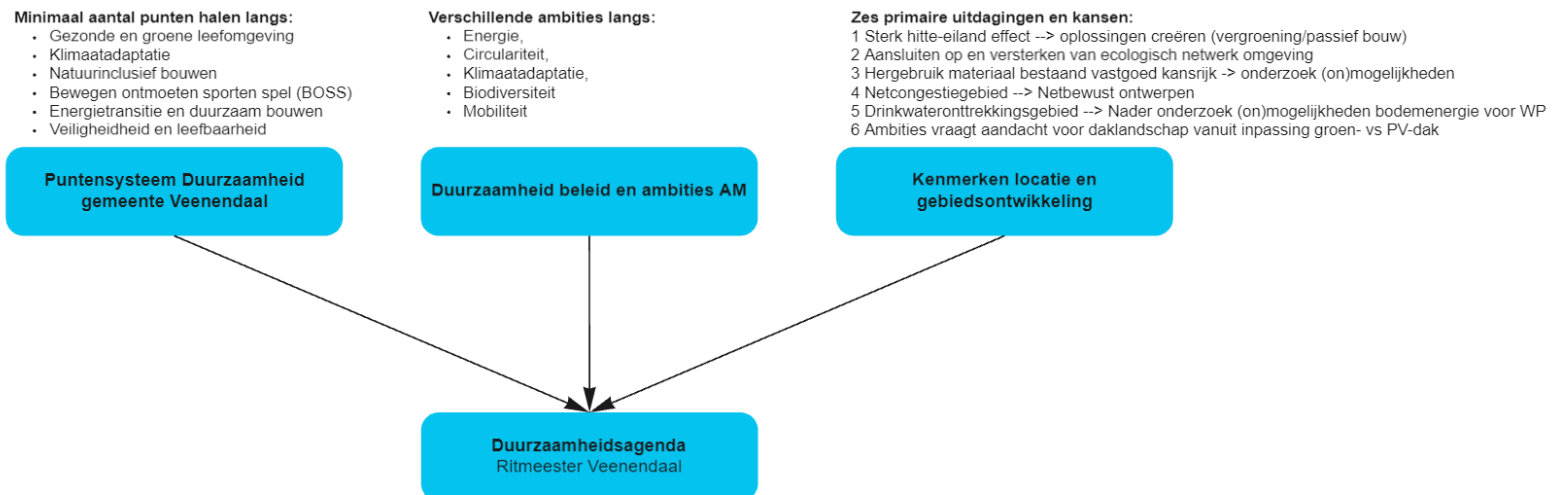
- 42 eengezinswoningen (EGW)
- 8 stadswoningen
- 122 appartementen
 - 34 sociale huurappartementen
 - 88 koopappartementen
- Totaal 172 woningen

Planning:

- Q4 2027: start bouw 3 appartementencomplexen (122 appartementen) + 8 stadswoningen
- Q4 2028: start bouw 42 EGW L&M

3 Samenvatting quickscan en agenda duurzaamheid Ritmeester Veenendaal (juni 2024)

In juni 2024 heeft Merosch voor AM een quickscan uitgevoerd op het gebied van duurzaamheid, met als doel een duurzaamheidsambitie en -agenda te creëren. Hierbij zijn het puntensysteem van gemeente Veenendaal, het duurzaamheidsbeleid en ambities van AM en de kenmerken van de specifieke locatie en gebiedsontwikkeling bij elkaar gebracht tot één integraal duurzaamheidsagenda. Zie hieronder de visualisatie hiervan, plus zes primaire uitdagingen en/of kansen vanuit de locatie en kenmerken van het project.



Zie op de volgende pagina de hieruit volgende duurzaamheidsagenda dan wel -ambities.

Doelstelling	Onderdeel	Ambitie
Ritmeester is hittebestendig en waterefficiënt	Klimaatadaptatie	
	Regenwateroverlast	25 mm / m2 verhard oppervlak bergen
	Hittebestendige buitenruimte	30% schaduw in het plangebied en op openbare verblijfsplekken 40% horizontaal én verticaal oppervlak warmtewerend en/of verkoelend
	Leefbare woning	TOjuli ≤ 1,1 excl. koeling
	Drinkwaterbesparing	100 liter drinkwater / persoon / dag
	Droogte	50% jaarlijkse neerslag lokaal infiltreren
Ritmeester versterkt de lokale groene structuren en beleving	Natuurinclusief bouwen	
	Biodivers en hoogwaardig groen	Biotope Area Factor (BAF) ≥ 50%
	Ecologische structuren	Groenstructuur sluit aan op ecologische structuren uit omgeving
	Doelsoorten	Hoogwaardige habitat voor aanwezige en gebouwbewonende doelsoorten
	Inheemse beplanting	50% inheemse beplanting
	Groen als sociale verbinder	Voor elke 50 woningen is een recreatieve groene ruimte aanwezig*
Ritmeester stoot weinig CO2 uit, slaat veel CO2 op en stimuleert urban mining	Circulair ontwikkelen	
	CO2-uitstoot materialen	CO2 uitstoot tussen plafond- en streefwaarde conform statement beleggers september 2025 (link)
	CO2-opslag materialen	CO2 opslag > 30% van CO2-uitstoot
	Milieubelasting materialen	MPG ≤ 0,5
	Lokale biobased materialen	50% isolatiemateriaal is biobased bij voorkeur van Nederlandse bodem
Ritmeester is netcongestieproof en energieneutraal	Energietransitie	
	Energieprestatie	BENG 3 ≥ 75% tot 100%
	Netbewust ontwerp	Netbewust ontwerpprincipes toepassen
Ritmeester zet in op lokale toegankelijkheid en duurzaam vervoer	Duurzame mobiliteit	
	Prioriteit langzaam verkeer	Opstellen en integreren gebiedsspecifieke STOMP-matrix
	Parkeernorm	1,0, deelauto voor 2 ^e behoefte
	Aantal e-laadvoorzieningen	Minimaal 20% (incl. laden op maaiveld)

Op de volgende pagina is een vertaling hiervan weergegeven met kansrijke dan wel voor de hand liggende concepten om deze ambities te behalen.

Doelstelling	Concepten
Ritmeester is hittebestendig en waterefficiënt	Klimaatadaptatie - Groene, schaduwrijke buitenruimte met verblijfsplekken - Hittebestendige woningen door warmtewerende en ventilerende maatregelen - Waterbergingen op natuurdaken en in stedelijke bergingsmaatregelen op maaiveld - Waterbesparend sanitair, regen- en grijswaterhergebruik voor toiletten en bewateren groen
Ritmeester versterkt de lokale groene structuren en beleving	Natuurinclusief bouwen - Stedenbouwkundige opzet sluit aan & verbindt met bestaande groenstructuur - Groene gevels en verblijfsdaken waar mogelijk - Nestvoorzieningen geïntegreerd in gebouwonwerp - Groen tenzij en halfverhard parkeren
Ritmeester is Paris Proof, slaat veel CO2 op en stimuleert urban mining	Circulair ontwikkelen - Grondgebonden woningen zo veel mogelijk in houtbouw - Appartementen o.b.v. circulair beton & zo veel mogelijk biobased materialen - Biobased isolatiemateriaal, bij voorkeur uit de regio - Hoogwaardig hergebruik van bestaande bebouwing i.s.m. circulaire sloper
Ritmeester is netcongestieproof en energieneutraal	Energie - Netbewust en energiezuinig ontwerp gebouwen - Duurzaam warmte-koude concept o.b.v. bodemenergie of lokaal biomassa warmtenet - Inpassing zonnepanelen voor opwekking energie - Smart grid toepassing: lokale, slimme aansturing energievraag en -opwek
Ritmeester zet in op lokale toegankelijkheid en duurzaam vervoer	Duurzame mobiliteit Concept verder uitwerken en afstemmen i.s.m. mobiliteitsadviseur

De gedachtegang is dat dit geldt als een transparant ambitiedocument voor duurzaamheid. Dit zijn nadrukkelijk ambities en géén beloftes; we willen een gezamenlijke ambitie en aanpak creëren en in alle transparantie de ambities stapsgewijs verder uitwerken naargelang de ontwikkeling en het ontwerp concreter worden en waarbij het mogelijk is dat bepaalde ambities niet (volledig) gehaald worden. We willen binnen de financiële, technische en ruimtelijke kaders de duurzame grenzen opzoeken.

De volgende twee paragrafen verdiepen zich in de onderwerpen Circulair ontwikkelen en Energie.

4 Toelichting circulair ontwikkelen

Circulaire ambities

Ter herhaling hieronder de circulaire ambities en uitgangspunten vanuit de quickscan duurzaamheid Ritmeester uit juni 2024:

- Ritmeester stoot weinig CO2 uit, slaat veel CO2 op door de inzet van biobased materiaal en stimuleert urban mining;
- CO2-uitstoot tussen plafond- en streefwaarde beleggers september 2025 ([link](#));
- CO2-opslag > 30% van uitstoot;
- MPG $\leq 0,5$;
- 50% isolatiemateriaal is biobased, bij voorkeur van Nederlandse bodem.

Vanuit het principe 'choose your battles' en 'relevantie boven volledigheid' richten we ons, op het gebied van circulaire materialisatie, vooral op het verlagen van de materiaalgebonden CO2 en het verhogen van de materiaalgebonden CO2-opslag door de inzet van biobased materialen. Dit vanuit:

- de urgentie rondom klimaatverandering;
- het feit dat het grootste gedeelte van de integrale CO2-uitstoot (energie- en materiaalgebonden) van een gemiddelde nieuwbouwwoning, de materiaalgebonden CO2-uitstoot betreft;
- dit in lijn is met ontwikkelingen in de markt en aankomende EU regelgeving (Whole Life Cycle benadering).

Overigens leidt een lage materiaalgebonden CO2 uitstoot doorgaans als vanzelf tot een lage MPG, omdat deze sterk verbonden zijn.

Tot slot sluiten we ons qua te ambiëren materiaalgebonden CO2-uitstoot voor Ritmeester, aan bij het CO2 statement gemaakt door 13 grote beleggers en woningcorporaties in september 2025 ([link](#)). Dit statement en aanpak hanteert bepaalde plafond- en streefwaarden op het gebied van materiaalgebonden CO2 uitstoot. De exacte waarden worden dit jaar gepubliceerd. Met Ritmeester willen we minimaal onder de plafondwaarde blijven, en zo veel mogelijk richting de streefwaarde gaan.

Kansrijke circulaire strategieën, concepten en maatregelen

Onderzoek toont aan dat van een gemiddeld appartementengebouw gedurende een levensduur van 15 jaar, ruim 90% van de CO2-uitstoot wordt veroorzaakt door zes onderdelen:

1. Vloeren (ca. 20-25%)
2. Operationeel energieverbruik (ca. 20-30%, waarvan circa 50/50 gebouw- versus gebruiksgebonden energie)
3. Draagconstructie (ca. 15-20%)
4. Fundering (ca. 8-12%)
5. Gevel (ca. 8-12%, waarvan circa 50/50 open versus dichte gevel)
6. Binnenwanden (ca. 4-5%)

Voor grondgebonden woningen is de verdeling net iets anders, maar orde grootte hetzelfde en de boodschap hetzelfde: dit zijn de top zes CO2-zwaartepunten om ons op te richten.

Vervolgens, kansrijke strategieën om benoemde ambities te halen zijn:

1. Minder materiaalgebruik door compact en slim ontwerp;
2. Toepassing van biobased materiaal;
3. Toepassing van secundair materiaal;
4. Toepassing van materiaal/producten met een zo duurzaam mogelijk productieproces.

Strategie 1 heeft ook veel invloed op het energieverbruik. Het volgende hoofdstuk gaat hier verder op in. Op het gebied van strategie 2, biobased materiaal, zien we de volgende (on)mogelijkheden:

- Zoals hierboven benoemd is een groot gedeelte van de CO₂-uitstoot van een woning toe te wijzen aan de vloeren, draagconstructie en fundering. Dit gaat dus over het bouwsysteem.
- AM is onderdeel van de Koninklijke BAM Groep. BAM heeft een innovatieve bouwmethode ontwikkeld, genaamd Flow, die industriële houtbouw combineert met maatwerk en ruimtelijke kwaliteit. Hiermee is het mogelijk om snel duurzame, gezonde, betaalbare én natuurinclusieve woningen te bouwen. Met hout als basis worden de Flow-woningen volledig offsite geproduceerd in een eigen fabriek. Naast een houten constructie gaat het Flow-concept uit van biobased isolatiemateriaal en indien wenselijk een biobased gevelafwerking. We stellen dan ook voor om het Flow-concept toe te passen bij de 42 eengezinswoningen. Met bijbehorende duurzaamheidprestaties zoals een MPG ruim onder 0,5 en een materiaalgebonden CO₂-uitstoot van circa 160-180 kg CO₂/m² en CO₂-opslag van 80 tot 95 kg CO₂/m² is dit iets om trots op te zijn. Daarmee voldoen de Flow-woningen ruim aan de CO₂-streefwaarden van de beleggers en lopen we ver vooruit op Bbl en zelfs toekomstige normen. Bijkomend voordeel van een dergelijk biobased bouwsysteem is dat het modulair en demontabel is, wat toekomstig hergebruik kansrijker maakt. Een nadeel van het Flow-concept is de beperkte flexibiliteit in andere keuzes dan het standaard concept, met name op het gebied van installaties en hittestress. Hier gaan we in volgende paragraaf nader op in.
- Voor de appartementencomplexen is de realiteit dat houtbouw doorgaans nog aanzienlijk kosten verhogend is. Daar komt bij dat we ook nog ambities hebben op andere duurzame thema's zoals energie, klimaatadaptatie en biodiversiteit, waar ook extra middelen voor nodig zijn. Vanuit de afweging tussen kwaliteit, betaalbaarheid en duurzaamheid zetten daarom in op houten eengezinswoningen (Flow) en gaan we voor de appartementencomplexen onderzoeken hoe we de constructie zo duurzaam mogelijk kunnen maken binnen de kaders van een steenachtige constructie. Denk aan een hybride en/of kalkzandsteen constructie en/of toepassing van het meest duurzame beton van het moment (strategie 3 en 4 zoals hiervoor beschreven). Verder zien we kansen voor duurzame alternatieven voor de gevelopbouw zoals HSB gevels met biobased isolatie en beglazing met hoog secundair aandeel en bijvoorbeeld biobased binnenwanden. Dit heeft doorgaans minder grote financiële consequenties dan volledig houtbouw terwijl het tot relatief veel CO₂-reductie leidt. Dit gaan we in komende fasen nader onderzoeken.
- Verder is Building Balance vanuit de [Nationale Aanpak Biobased Bouwen](#) lokale biobased bouwmaterialen keten aan het opzetten. Dit is een kans die we niet voorbij willen laten gaan. Kansrijk is om in samenwerking met Building Balance uit te zoeken in hoeverre we lokale verbouwde isolatiematerialen kunnen toepassen in Ritmeester.
- Tot slot is het een kans om de materialen en/of bepaalde gebouwonderdelen van de bestaande bebouwing in het plan te hergebruiken of anders op een zo hoog mogelijk niveau blijven gebruiken. Daarvoor gaan we samenwerken met een circulaire sloopbedrijf. We zien nu al mogelijkheden om karakteristieke spanten van de oude fabriekshallen een nieuwe bestemming te geven binnen het plan als overkapping van het centrale plein. Bij het onderzoeken van mogelijkheden tot hergebruik van andere gebouwonderdelen zullen we telkens een zorgvuldig en afgewogen besluit nemen.

Vervolgstappen circulair ontwikkelen

1. Via Building Balance mogelijke toepassing van lokale biobased isolatiemateriaal verkennen.
2. Circulair sloopbedrijf betrekken om de bestaande hallen zo circulair mogelijk te slopen. Dat wil zeggen: als eerste stap in samenwerking met het ontwerpteam mogelijkheden verkennen om bestaande materialen en producten in het Ritmeesterkwartier zelf zo hoogwaardig mogelijk her te gebruiken (volgens R-ladder). De tweede stap is om de resterende materialen zo hoogwaardig mogelijk her te gebruiken in de bredere bouwketen.
3. Bouwmethodiek en materialisatie van de Flow-woningen, appartementencomplexen en stadswoningen verder uitwerken en vaststellen. Hierbij willen we onderstaand format invullen, wat de belangrijkste maatregelen zijn op het gebied van CO2, milieubelasting materiaal en financieel/ruimtelijke consequenties.

Fundering	Appartementen	Flow woningen	Stadswoningen
Funderingspalen			
Fundering			
Vloeren			
Begane grondvloer			
Dekvloer + Isolatie BG			
Verdiepingsvloer			
Druklaag			
Dekvloer verdiepingsvloer			
Draagconstructie			
Woningscheidende wanden			
Dragende gevels.			
Etc			
Binnenwanden			
etc			

5 Toelichting energie

Dit hoofdstuk volgt de volgende structuur, van grof naar fijn:

- energie ambities;
- de basis: materiaalarm, netbewust en energiezuinige ontwerp;
- keuze energie infrastructuur, warmte-koudebron, individueel versus collectief systeem en hoeveelheid opwekking lokale en opwekking hernieuwbare energie;
- slimme aansturing tegen CO₂-uitstoot en netcongestie;
- vervolgstappen.

Energie ambities en uitgangspunten

Ter herhaling hieronder de energie ambities en uitgangspunten vanuit de quickscan duurzaamheid.

- Ritmeester is netcongestieproof en zo veel mogelijk energieneutraal;
- BENG 3 $\geq$ 75% tot 100% (energieneutraal);
- netbewust en energiezuinig ontwerp gebouwen;
- duurzaam warmte-koude concept;
- inpassing zonnepanelen voor opwekking energie;
- smart grid toepassingen: lokale, slimme aansturing energievraag en -opwekking.

Materiaalarm, netbewust en energiezuinige basis

Voordat we ons in warmte-koude concepten verdiepen leggen we de basis voor netbewust en energiezuinige gebouwen. We zetten in op reductie van de energievraag zodat het de netcongestie en de maandelijkse energielasten van gebruikers verlaagt, terwijl het tegelijk de gezondheid van het binnenklimaat verhoogt. Deze basis is hieronder weergegeven. Dit gaat verder dan het wettelijk minimum en het zijn effectieve maatregelen voor bovenstaande doeleinden. Omdat we ons momenteel in de ontwerpfase van het stedenbouwkundig plan bevinden kunnen nog niet alle details definitief worden vastgesteld.

Ontwerp uitgangspunten	
Compactheid	Minimaliseren gevel- versus vloeroppervlak
Open-dicht verhouding gevel	40% open / 60 % dicht, minimaliseren beglazing noordzijde
Zonwering	Zonwering op zuid, oost en west, waarbij zuid voorkeur overstek
Bouwkundige maatregelen	
Rc-waarde vloer	Niveau Bbl tot beperkt hoger. Zvm met biobased materiaal, n.n.t.b.
Rc-waarde gevel	Idem
Rc-waarde dak	I.v.m. hittestress hoger dan Bbl: Rc 6 tot 8 m.b.v. biobased materiaal met hoge faseverschuiving.
Beglazing	Zonwerend HR++ glas
Luchtdichtheid (qv ₁₀)	Maximaal 0,4
Installatietechnische maatregelen	
Ventilatiesysteem	Gebalanceerd met warmteterugwinning en CO ₂ -sturing en zomernachtventilatie
Warmteterugwinning douchewater	Individueel voor Stadswoningen en Flow. N.n.t.b. voor appartementen, kansrijk is collectieve douche-wtw systeem
Warmte-koude opwekking	N.n.t.b., zie hierop volgende alinea's
Afgifte warmte-koude	
Warm tapwater	
Zonnepanelen	Circulaire panelen, voldoende voor BENG-3 = 75 tot 100%, zie later meer.

Energie infrastructuur

Er zijn doorgaans drie opties:

- all-electric;
- warmtenet indien beschikbaar;
- groengas.

Groen gas zien wij en ook de gemeente Veenendaal om uiteenlopende redenen als onwenselijk. Daarnaast bevindt zich relatief dichtbij het Ritmeesterkwartier een warmtenet van Warmtebedrijf Veenendaal dat gebruik maakt van biomassa als warmtebron. Begin/medio 2024 is er contact geweest met Warmtebedrijf Veenendaal en is gebleken dat aansluiting op hun warmtenet niet mogelijk is binnen de planning en doorlooptijd van project Ritmeesterkwartier. Daarnaast achten wij het om meerdere redenen onwenselijk om nieuwbouwwoningen, indien niet strikt noodzakelijk, aan te sluiten op een hoogtemperatuur warmtenet.

Op basis van bovenstaande blijft een all-electric infrastructuur over. Binnen deze infrastructuur hebben we een keuze te maken tussen:

- type warmte-koudebron voor warmtepompen;
- mate van individualiteit versus collectiviteit warmtepompen en haar bron(nen).

Warmte-koude bron

Meest gangbare bronnen voor warmtepompen zijn WKO, gesloten bodemplussen, lucht en PVT. Op en rond de locatie is in het kader van de drinkwaterwinning een boringsvrije zone van kracht. Voor deze zone geldt een verbod op boringen van een diepte van 30 meter of meer onder maaiveld. Dit sluit helaas een WKO en bodemplussen uit, omdat we onvoldoende vermogen met 30 meter diepte kunnen halen. Dit is jammer omdat een WKO of bodemplussen in principe de voorkeur geniet vanuit ruimtelijke inpassing bovengronds en energetische efficiëntie voor zowel warmte als koude opwekking. Hiermee blijven lucht en PVT over.

- Groot voordeel van luchtwarmtepompen is dat ze aanzienlijk voordeliger in aanschaf zijn. Per woning gemiddeld 7.000 tot 8.000 euro goedkoper ten opzichte van PVT.
- Hier staat tegenover dat (op hoofdlijnen) luchtwarmtepompen een gemiddelde COP van 4 hebben, en PVT 4,5 (individueel systeem). Dit betekent dat PVT iets, hetzij beperkt, energetisch efficiënter is dan lucht.
- Verder kent lucht het nadeel van de geluidsproductie van de buitenunit; Door in het ontwerp rekening te houden met het geluid van de buitenunit van een luchtwarmtepomp zijn er verschillende oplossingen mogelijk die zowel technisch als stedenbouwkundig goed te integreren zijn. Bovendien worden de buitenunits steeds stiller dankzij technologische ontwikkelingen. Dit biedt meer ontwerpvrijheid en maakt integratie in woonomgevingen eenvoudiger. .
- Qua netbelasting is er sprake van een zeer beperkt voordeel voor een PVT- tegenover een LWP-systeem. De aandacht qua netbelasting moet vooral gaan naar laadpalen (gemiddeld 4 kW piekvermogen voor een woning en soms zelfs meer, tegenover ongeveer 1,1 kW piekvermogen voor LWP en PVT-warmtepompen) en indien veel toegepast ook zonnepanelen. Hierover later meer.
- Qua ruimtelijke inpassing geldt voor beide opties dat voldoende ruimte nodig is voor de buitenunit(s) of de PVT panelen. Beide opties zijn in te passen op de daken, alleen voor de PVT wordt de inpassing op het paarsgekleurde appartementencomplex (zie afbeelding Hoofdstuk 2) op het eerste gezicht kritisch.

Na een integrale afweging van beide opties stellen we voor om luchtwarmtepompen toe te passen. De keuze wordt met name ingegeven door de relatief hoge meerkosten van PVT-panelen, die slechts beperkte meerwaarde bieden op het gebied van duurzaamheid, netbelasting en de energierekening van gebruikers. De middelen die hiermee worden bespaard, kunnen effectiever worden ingezet voor circulaire en biobased materialisatie van de appartementen en/of voor verregaande vergroening van de buitenruimte. Dit draagt bij aan biodiversiteit, ruimtelijke kwaliteit en het tegengaan van hittestress.

Maatregelen tegen hittestress zijn des te belangrijker, aangezien de woningen in Ritmeester niet worden voorzien van actieve koeling. Het is van belang om te voorkomen dat bewoners in de toekomst hittestress ervaren of alsnog individuele airco's gaan installeren. Door in het ontwerp rekening te houden met bouwkundige maatregelen die bijdragen aan verkoeling kan hittestress worden voorkomen.

Individueel versus collectieve warmtepompsystemen

Uitgangspunt voor de ontwikkeling van de 42 eengezinswoningen is het Flow-concept van BAM, zoals toegelicht in hoofdstuk 4, Circulair Ontwikkelen. Naast dezelfde energiezuinige basisprincipes als eerder beschreven, waaronder hoge isolatiewaarden met biobased materialen, goede kierdichting en andere duurzame maatregelen wordt met betrekking tot installaties uitgegaan van:

- gebalanceerde ventilatie met wtw en CO₂-sturing en zomernacht ventilatie;
- individuele douchewater warmteterugwinning;
- individuele elektrische radiatoren en boiler voor ruimteverwarming en warm tapwater.

Een belangrijk aandachtspunt bij het Flow-concept is het gebruik van elektrische radiatoren en een boiler voor ruimteverwarming en warm tapwater. Energetisch gezien is deze oplossing ongeveer vier keer minder efficiënt dan een luchtwarmtepomp. Vanwege het industrieel karakter van het Flow-concept is aanpassing hiervan echter niet mogelijk.

Desondanks staan we integraal achter de keuze voor het Flow-concept. Het maakt de realisatie van betaalbare houten en biobased woningen mogelijk, met aanzienlijke voordelen op het gebied van circulaire materialisatie, CO₂-reductie en -opslag.

Wel vraagt het risico op oververhitting in deze woningen om nadere uitwerking. Dit komt doordat er geen actieve koeling is voorzien en de HSB-constructie minder thermisch accumulerend vermogen heeft dan een traditioneel steenachtig casco. Door standaard screens in het ontwerp van de woningen op te nemen kan de binnentemperatuur aanzienlijk verlaagd worden.

Eén van de vervolgstappen is om hittestress expliciet te adresseren, zowel op gebouwniveau als op gebiedsniveau. Dit geldt niet alleen voor de Flow-woningen, maar ook voor de overige woningen, aangezien we overal luchtwarmtepompen toepassen en dus nergens actieve koeling beschikbaar is.

Terug naar de afweging tussen individuele en collectieve warmtepompsystemen. Op basis van de huidige uitgangspunten blijven er 122 appartementen verdeeld over drie gebouwen en 8 stadswoningen over. Eén van deze appartementengebouwen zal in eigendom komen van een woningcorporatie.

Gebaseerd op ervaringen uit eerdere projecten en het streven naar een optimale balans tussen ruimtelijke en financiële impact, materiaalgebruik en energetische efficiëntie, ligt het voor de hand om het volgende advies te geven:

- stadswoningen voorzien van individuele lucht warmtepompen;
- de drie appartementen elk kun eigen collectieve luchtwarmtepomp systeem met afleversets in de appartementen;
- vloerverwarming als afgiftesysteem.

Door al het voorgaande weten we nu op hoofdlijnen de belangrijke bouwkundige en installatietechnische maatregelen die te maken hebben met de energieprestatie van de woningen. Eén van de ambities is Energieneutraliteit: een BENG-3 score van 75 tot 100%. Het sluitstuk om deze prestatie inzichtelijk te krijgen is het opwekken van lokale, hernieuwbare energie met behulp van zonnepanelen.

Opwekking lokale, hernieuwbare energie

Kijkend naar de (on)mogelijkheden van de ruimtelijke inpassing van zonnepanelen, kunnen we op basis van 'expert judgement' en de inzet van kengetallen het volgende stellen.

- Voor het behalen van de BENG 3 = 100% norm zijn per appartement 4 tot 6 zonnepanelen nodig. Dit o.b.v. benoemde bouwkundige en installatietechnische maatregelen.
- Voor de stadswoningen ligt dit aantal op ongeveer 8 tot 10 panelen.
- Een vuistregel is dat wanneer ongeveer 70% van het dakoppervlak nodig is voor zonnepanelen, het dak vrijwel volledig benut is en er geen ruimte meer overblijft voor groen. Bij een benodigde dekking van 80% wordt het inpassen van zonnepanelen ruimtelijk zeer uitdagend, tenzij we kiezen voor bijzondere oplossingen zoals overstekken.
- Op basis van bovenstaande hoeveelheden en gemeten dakoppervlakten van het ontwerp, komen we tot de volgende percentages van het dak, dat benodigd is voor PV oppervlakte:
 - Gele appartementengebouw op bovenstaande afbeelding): 30 – 42 %
 - Paarse appartementengebouw: 45 – 68 %
 - Blauwe appartementengebouw: 55 – 83 %
 - Stadswoningen: 30 - 40 %



Dit betekent dat een BENG 3 = 100% voor het gele appartementengebouw en de stadswoningen, zelfs in combinatie met ruimte voor groene daken, goed mogelijk is. Voor het paarse appartementengebouw is een BENG 3 = 100 % ruimtelijk ook inpasbaar, maar wordt de combinatie met een groen dak kritischer. Het blauwe appartementengebouw is het meest kritisch in relatie tot de BENG 3 = 100% ambitie. Voor dit appartementengebouw is een aanvullende ruimtelijke studie nodig om de integratie van zonnepanelen en groendaken zorgvuldig af te stemmen op zowel de ambitie voor 100% BENG 3 = 100% als het gewenste aandeel groenoppervlak.

Op dit moment is het bij FLOW-woningen onhaalbaar om een BENG 2 = 0% score te halen (en dus BENG 3 = 100%), laat staan een negatieve BENG 2 score. Dit komt omdat de FLOW-woningen een all-electric installatiesysteem hebben en dus relatief veel energie verbruiken. De ruimte op het (platte) dakvlak is te beperkt om daar de benodigde panelen op te positioneren. Bij een ander -min of meer vergelijkbaar- FLOW-project met platte daken halen we een BENG 2 net iets onder de 30 en BENG 3 rond de 60. We hebben daar platte daken met ca. 15 zonnepanelen per dak.

Concluderend kunnen we stellen dat BENG 3 = 75% op gebiedsniveau haalbaar is en dat nadere ruimtelijke studie moet uitwijzen in hoeverre BENG 3 = 100% voor het blauwe en paarse appartementengebouw ruimtelijk inpasbaar én wenselijk is in relatie tot ruimte voor een groen dak.

Slimme aansturing tegen CO₂, netcongestie en een hoge energierekening in de toekomst

Samengevat komt dit neer op het volgende energie- en installatieconcept.

Bouwkundige maatregelen			
	Appartementen	Flow woningen	Stadswoningen
Rc-waarde vloer	Bouwbesluitniveau of hoger. Zvm met biobased materiaal, ntb.		
Rc-waarde gevel	Idem		
Rc-waarde dak	Ivm hittestress hoger dan Bbl: Rc 6 tot 8 mbv biobased materiaal met hoge faseverschuiving		
Open-dicht verhouding gevel	40% open / 60 % dicht		
Beglazing	Zonwerend HR++ glas		
Zonwering	Zonwering op zuid, oost en west, waarbij zuid voorkeur overstek		
Luchtdichtheid (qv ₁₀)	Maximaal 0,4		
Installatietechnische maatregelen			
Ventilatiesysteem	Gebalanceerd met warmteterugwinning en CO ₂ -sturing en zomernachtventilatie		
Warmteterugwinning douchewater	Nader uitwerken, voorkeur is collectief systeem	Ja, individueel systeem	Ja, individueel systeem
Warmte-koude opwekking	Collectieve LWP per appartementengebouw	Radiatoren + boiler	LWP individueel
Afgifte warmte-koude	Vloerverwarming	Radiatoren	Vloerverwarming
Warm tapwater	LWP	Elektrische boiler	LWP
Zonnepanelen	Voldoende voor BENG-3 = 75-100%	Voldoende voor BENG-3 = 40-60%	Voldoende voor BENG-3 = 100%

In de basis betreft het zeer energiezuinige en netbewuste woningen, met uitzondering van het warmte-koudeconcept van de Flow-woningen. Daarnaast zou een bodemenergiesysteem (zoals WKO of bodemlussen) energetisch nog iets efficiënter zijn dan de gekozen luchtwarmtepompen.

Om de impact op netcongestie, CO₂-uitstoot én de energielasten voor bewoners verder te beperken, gaan we tot slot zoveel als mogelijk uit van de volgende maatregelen:

- slim aanstuurbare warmtepompen;
- slim aanstuurbare laadpalen;
- aanstuurbare/afschalbare omvormers van zonnepanelen (curtailment);
- oost-west oriëntatie van de zonnepanelen;
- één en ander gekoppeld via een Home Energy Management Systeem.

Vervolgstappen Energie

- De integratie van zonnepanelen en groendaken verder uitwerken, in relatie tot de BENG 3-doelstelling en de ambitie voor het groendakoppervlak. Dit is relevant op stedenbouwkundig niveau;
- Hittestress aanpakken volgens de Ladder van Koeling, met aandacht voor zowel het stedenbouwkundig ontwerp als het gebouwontwerp;
- De laatste essentiële bouwkundige en installatietechnische maatregelen definitief vaststellen als voorbereiding op de start van het gebouwontwerp.

Bodegraven, Menno Schokker en Chris van der Elst