

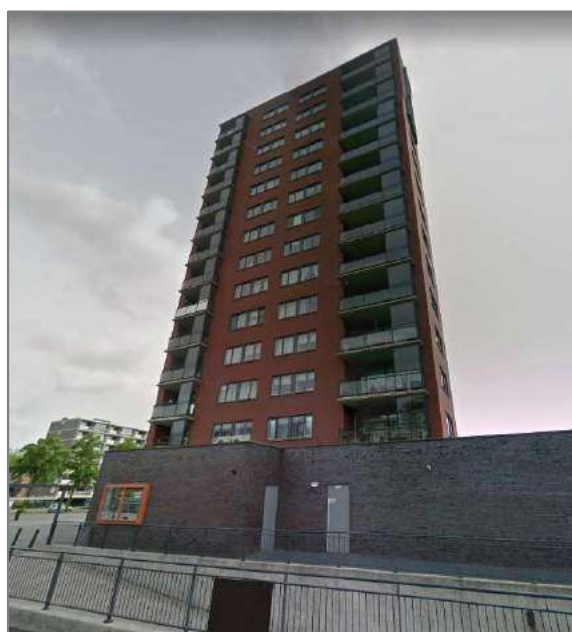
---

# Haalbaarheidsonderzoek referentiecomplexen aansluiten op stadsverwarming in Groennoord

Definitief v2

26 november 2018

---



## Haalbaarheidsonderzoek referentiecomplexen aansluiten op stadsverwarming in Groenord

Datum: 26 november 2018  
Projectnummer: 17030  
Status: definitief v2

Opdrachtgever: Stichting Woonplus Schiedam  
T.a.v. mevrouw E. Busser en  
de heer R. Agourram  
Postbus 25  
3100 AA SCHIEDAM

Uitgevoerd door: DWA B.V.  
Duitslandweg 4  
Postbus 274  
2410 AG BODEGRAVEN  
telefoonnummer 088 - 163 53 00  
e-mailadres [dwa@dwa.nl](mailto:dwa@dwa.nl)

Auteur: ing. C.P. van der Wal

Co-lezer: ing. L.H. den Dekker

## Inhoudsopgave

1	Samenvatting en conclusies .....	3
1.1	Scenario's .....	3
1.2	Galerijflat 1965 - 1974.....	3
1.3	Rijwoning na 2005 .....	5
1.4	Flatwoning na 2005.....	6
2	Inleiding .....	8
3	Uitgangspunten .....	9
4	Definitie van scenario's .....	12
5	Referentiecomplexen .....	14
5.1	Galerijflat 1965 - 1974, zeven bouwlagen .....	14
5.2	Rijwoning na 2005 (bouwjaar 2013) .....	16
5.3	Flatwoning na 2005 (bouwjaar 2005) .....	17
6	Afwegingen en analyse energieconcept .....	18
6.1	Galerijflat 1965 - 1974.....	18
6.1.1	Aansluitprincipe warm tapwater bij stadsverwarming.....	18
6.1.2	Warmteafgiftesysteem.....	20
6.1.3	Warmteverlies in de huidige situatie.....	21
6.1.4	Verbeteren van thermische schil: vergaande aanpak scenario C.....	22
6.1.5	Verbeteren van thermische schil: comfortverbetering scenario B+.....	25
6.1.6	Configuratie nieuwe radiatoren.....	27
6.2	Rijwoning na 2005 (bouwjaar 2013) .....	28
6.2.1	Aansluitprincipe stadsverwarming .....	28
6.2.2	Conceptkeuze all-electric .....	29
6.2.3	Afgiftesysteem en warmteverlies.....	29
6.3	Flatwoning na 2005 (bouwjaar 2005) .....	31
6.3.1	Aansluitprincipe stadsverwarming .....	31
6.3.2	Conceptkeuze all-electric .....	32
6.3.3	Afgiftesysteem en warmteverlies.....	33
7	Vergelijking scenario's.....	35
7.1	Galerijflat 1965 - 1974.....	35
7.2	Rijwoning na 2005 (bouwjaar 2013) .....	40
7.3	Flatwoning na 2005 (bouwjaar 2005) .....	44
<b>Bijlagen</b>		
	Bijlage I Bouwkundig advies projectbureau Rijnland (galerijflat 1965).....	48
	Bijlage II Koudebruggen (galerijflat 1965).....	49
	Bijlage III Uitsplitsing berekeningen energie en kosten .....	50
	Bijlage IV Energiegebruik galerijflat 1965 .....	53

### Wijzigingen ten opzichte van definitieve versie van 8 oktober 2018

- Aanpassing Bijdrage Aansluitkosten. Voor alle woningen gaan wij uit van een Bijdrage Aansluitkosten van [REDACTED] exclusief btw.
- Ventilatiesysteem bij galerijflat 1965 niet vervangen in scenario B. Dit heeft invloed op: investeringen, het elektraverbruik van de centrale voorzieningen, CO<sub>2</sub>-uitstoot en de energie-index.
- Correcties in de tekst voor de zonnepanelen op de flatwoning in paragraaf 7.3. Er is alleen gerekend met zonnepanelen op de woontoren. In de tekst was dit nog niet goed verwerkt.

# 1 Samenvatting en conclusies

Woonplus is voor de woningen in de wijk Groenord bezig met een onderzoek naar de haalbaarheid van stadsverwarming voor haar vastgoed. In dit onderzoek gaan wij hierbij uit van een aansluiting op de bestaande distributieleiding van Eneco (leiding over noord).

Alle genoemde bedragen zijn **exclusief btw**.

## 1.1 Scenario's

In deze rapportage is een scenarioanalyse opgesteld die inzicht geeft in de technische mogelijkheden en de financiële consequenties van het aansluiten op stadsverwarming van uit het perspectief van de vastgoedeigenaar. In het onderzoek is gewerkt met vier scenario's die hieronder kort zijn omschreven.

- A Minimale aanpak.** Dit scenario geeft inzicht in de minimale investeringen die gedaan moeten worden om aan te kunnen sluiten op stadsverwarming.
- B Standaardaanpak.** Dit scenario beperkt zich zoveel als mogelijk tot installatietechnische aanpassingen en houdt daarbij rekening met 'no-regret' naar scenario C en geplande onderhoudsmaatregelen.
- B+ Standaard + comfort.** Gelijk aan scenario B, echter aangevuld met bouwkundige maatregelen die gericht zijn op verbetering van het comfort in de woningen. Niet per definitie 'no-regret' met scenario C.
- C Vergaande aanpak.** Dit scenario is gericht op maximale CO<sub>2</sub>-reductie, een lage warmtevraag en ruimteverwarming op basis van laagtemperatuurverwarming.

Belangrijke uitgangspunten bij deze scenario's zijn het aansluiten op stadsverwarming met een aanvoertemperatuur van 70°C, het uit-faseren van eventuele open verbrandingstoestellen (keukengeisers) en de overstap naar elektrisch koken. Scenario B is 'no-regret' met scenario C kan daardoor worden gezien als een tussenstap naar scenario C. Hierbij kan bijvoorbeeld slim gebruikgemaakt worden van natuurlijke vervangingsmomenten. De scenario's zijn vergeleken met de huidige situatie en een referentie op basis van all-electric.

Voor de kosten van stadsverwarming is aangesloten op de parallel door Fakton uitgevoerde studie met de door hen berekende Bijdrage Aansluitkosten en warmtetarieven. Het toetsen van deze warmtetarieven maakt geen onderdeel uit van voorliggend onderzoek.

In deze rapportage zijn de resultaten gepresenteerd van drie referentiecomplexen, te weten:

- Galerijflat uit bouwperiode 1964 - 1975;
- Rijwoning uit bouwperiode na 2005;
- Flatwoning uit bouwperiode na 2005.

Per referentiecomplex is hieronder een samenvatting gegeven van de resultaten en conclusies.

## 1.2 Galerijflat 1965 - 1974

### Huidige situatie

Als uitgangspunt voor het onderzoek is gekozen voor het complex binnen cluster 3111 van Woonplus aan het Jacques Urlusplein in Schiedam. Dit betreft een galerijflat met 7 woonlagen en 42 woningen. Het complex is beperkt geïsoleerd. Voorzien van een mix van enkel glas en dubbel glas. Wat betreft de installaties is het complex in de huidige situatie voorzien van een blokverwarmingssysteem met gasketels voor ruimteverwarming en keukengeisers voor warm tapwater.

## Investerings en CO<sub>2</sub>-uitstoot

In onderstaande tabel zijn de maatregelen per scenario samengevat en is een samenvatting gegeven van de resultaten ten aanzien van investeringen en de CO<sub>2</sub>-reductie.

Tabel 1.1 Samenvatting resultaten aansluiten op stadsverwarming (galerijflat 1965) (exclusief btw)

Item	Scenario A	Scenario B	Scenario B+	Scenario C
Omschrijving	Minimale aanpak	Standaardaanpak	Comfort maatregelen	Vergaande aanpak
Doelstelling	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lage investeringen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zoveel mogelijk beperken tot installatietechnische aanpassingen</li> <li>'No-regret' met scenario C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aanvullend op scenario B.</li> <li>Bouwkundige maatregelen binnen het huidige casco gericht op comfortverbetering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lage warmtevraag.</li> <li>Laagtemperatuurverwarming</li> <li>Grote CO<sub>2</sub>-reductie</li> </ul>
Koken	Elektrisch koken	Elektrisch koken	Elektrisch koken	Elektrisch koken
Samenvatting maatregelen	Elektrische boiler en collectieve stadsverwarmings-aansluiting voor ruimteverwarming	Warmte-unit en collectieve stadsverwarmings-aansluiting met nieuw distributienet	Beperkte isolatiemaatregelen. Verder gelijk aan B	Vergaande isolatiemaatregelen. Verder gelijk aan B
Investeringskosten	€ 5.200,-	€ 8.700,-	€ 19.600,-	€ 43.100,- (*)
Jaarlijkse rentelasten bij een rente van 3,6%	€ 190,- per jaar	€ 310,- per jaar	€ 700,- per jaar	€ 1.550,- per jaar
CO <sub>2</sub> -reductie (zonder zonnepanelen)	13%	49%	54%	58%

(\*) Exclusief vergaande maatregelen ten behoeve van het isoleren van de koudebruggen.

### Referentiescenario met all-electric

Het referentiescenario met all-electric is wat betreft isolatiemaatregelen gelijk aan scenario C. Qua installatie is gekozen voor een collectieve lucht/water warmtepomp gecombineerd met warmte-units (voorzien van elektrische booster) per woning voor warm tapwater. De CO<sub>2</sub>-reductie van het referentiescenario all-electric is, ondanks de vergaande isolatiemaatregelen beperkt en komt uit op circa 18%. Deze beperkte komt door het relatief hoge elektriciteitsverbruik en de daarmee gepaard gaande CO<sub>2</sub>-uitstoot. De investeringen voor dit referentiescenario komen op circa € 47.700,- per woning, exclusief btw.

### Jaarlijkse lasten

In de onderstaande tabel is per scenario de vergelijking gegeven van de jaarlijkse lasten ten opzichte van de huidige situatie. De genoemde jaarlijkse lasten zijn exclusief de in de voorgaande tabel opgenomen rentelasten.

Tabel 1.2 Jaarlijkse lasten (exclusief btw)

Jaarlijkse lasten (exclusief hiervoor genoemde rentelasten)	Scenario A minimale aanpak	Scenario B standaardaanpak	Scenario B+ standaard + comfortverbetering	Scenario C vergaande aanpak
Totale jaarlijkse kosten ten opzichte van de huidige situatie	<b>Nadeel</b> van € 40,- per jaar	Voordeel van € 270,- per jaar	Voordeel van € 340,- per jaar	Voordeel van € 420,- per jaar
Bewonerslasten ten opzichte van de huidige situatie	<b>Nadeel</b> van € 130,- per jaar	Voordeel van € 160,- per jaar	Voordeel van € 230,- per jaar	Voordeel van € 310,- per jaar
Corporatielasten ten opzichte van de huidige situatie (uitgaven - inkomsten)	Verbetering van € 90,- per jaar	Verbetering van € 110,- per jaar	Verbetering van € 110,- per jaar	Verbetering van € 110,- per jaar

De vergaande maatregelen in scenario C leveren voor de bewoners een voordeel op van circa € 150,- exclusief btw per jaar ten opzichte van de standaardaanpak in scenario B. Hierbij is geen rekening gehouden met eventuele aanpassing van de woninghuur.

## Conclusie

Vooraf afhankelijk van het exploitatieperspectief en de huidige staat van het complex kan de afweging tussen de scenario's worden gemaakt. Scenario A is daarbij een korte-termijn-scenario, sterk gericht op lage investeringen die een hogere exploitatielast tot gevolg heeft. Scenario B kan gezien worden als stapsgewijze aanpak naar scenario C. Scenario B en C leiden beide tot lagere exploitatielasten dan de huidige situatie. Een belangrijk nadeel van scenario B+ is dat deze niet 'no-regret' is met scenario C. Scenario B+ is vooral een logische keuze als er, binnen de levensduur van het nieuw aangebrachte hr<sup>++</sup>-glas en de bestaande kozijnen, geen laagtemperatuurverwarming is vereist voor het betreffende complex.

## Zonnepanelen

Het plaatsen van zonnepanelen op het dak van het complex is in de voorgaande resultaten niet meegenomen. Op het dak van het complex past ongeveer 6 m<sup>2</sup> aan zonnepanelen per woning. De investeringen hiervoor bedragen circa € 1.150,-, exclusief btw per woning en levert een besparing op van circa € 100,- per woning per jaar. Uitgangspunt hierbij is dat de zonnepanelen worden gekoppeld aan de collectieve elektriciteitsaansluiting van het complex. De CO<sub>2</sub>-reductie hiervan is circa 500 kg per jaar. Dat komt overeen met een reductie van circa 20% ten opzichte van de huidige situatie.

## 1.3 Rijwoning na 2005

### Huidige situatie

Voor het referentiecomplex: rijwoning uit de bouwperiode na 2005, is een rijwoning met twee bouwlagen en een plat dak doorgerekend. Het betreffen onder andere de woningen aan het Jacques Urlusplein in Schiedam. Als voorbeeld is een kopwoning genomen (Jacques Urlusplein 98). De woningen zijn gebouwd in 2013 en hebben een woonoppervlak van circa 95 m<sup>2</sup>. In de huidige staat zijn de woningen goed geïsoleerd daardoor zijn scenario B+: 'comfortverbetering' en scenario C: 'vergaande aanpak' voor dit woningtype niet doorgerekend. Installatietechnisch zijn de woningen voorzien van individuele gasketels en hoog temperatuur radiatoren.

### Investeringen en CO<sub>2</sub>-uitstoot

In onderstaande tabel zijn de maatregelen per scenario samengevat en is een samenvatting gegeven van de resultaten ten aanzien van investeringen en de CO<sub>2</sub>-reductie. In de tabel is ook het all-electric referentiescenario opgenomen.

Tabel 1.3 Samenvatting resultaten aansluiten op stadsverwarming (rijwoning 2013) (exclusief btw)

Item	All-electric (referentie)	Scenario A	Scenario B
Omschrijving	Individuele lucht-waterwarmtepomp	Minimale aanpak - stadsverwarming	Standaardaanpak - stadsverwarming
Doelstelling	All-electric	Lage investeringen	Optimaal aansluiten op stadsverwarming
Koken	Elektrisch koken	Elektrisch koken	Elektrisch koken
Samenvatting maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lucht-watercombi-warmtepomp per woning.</li> <li>Aanvoertemperatuur radiatoren 50°C.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrische boiler en individuele stadsverwarmings-aansluiting voor ruimteverwarming</li> <li>Aanvoertemperatuur radiatoren 70°C.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Warmte-unit en individuele stadsverwarmings-aansluiting.</li> <li>Aanvoertemperatuur radiatoren 70°C.</li> </ul>
Investeringskosten	€ 11.200,- (*)	€ 5.300,-	€ 6.000,-
Jaarlijkse rentelasten bij een rente van 3,6%	€ 400,- per jaar	€ 190,- per jaar	€ 220,- per jaar
CO <sub>2</sub> -reductie (zonder het effect van zonnepanelen)	-/- 6%	-/- 27%	41%

\* Bij het concept met een lucht-waterwarmtepomp per woning is nog gebruik te maken van de ISDE-subsidie. In deze investeringskosten is hier nog niet mee gerekend. Dit voordeel is ongeveer € 1.800,- per woning.

## Jaarlijkse lasten

In de onderstaande tabel is per scenario de vergelijking gegeven van de jaarlijkse lasten ten opzichte van de huidige situatie. De genoemde jaarlijkse lasten zijn exclusief de in de voorgaande tabel opgenomen rentelasten.

Tabel 1.4 Jaarlijkse lasten (exclusief btw)

Jaarlijkse lasten (exclusief hiervoor genoemde rentelasten)	All-electric Lucht -waterwarmtepomp per woning	Scenario A minimale aanpak	Scenario B standaardaanpak
Totale jaarlijkse kosten ten opzichte van de huidige situatie	<b>Nadeel</b> van € 290,- per jaar	<b>Nadeel</b> van € 290,- per jaar	<b>Nadeel</b> van € 40,- per jaar
Bewonerslasten ten opzichte van de huidige situatie	Voordeel van € 150,- per jaar	<b>Nadeel</b> van € 440,- per jaar	<b>Nadeel</b> van € 190,- per jaar
Corporatielasten ten opzichte van de huidige situatie (uitgaven - inkomsten)	<b>Verslechtering</b> van € 440,- per jaar	Verbetering van € 150,- per jaar	Verbetering van € 150,- per jaar

Bij de keuze voor stadsverwarming is scenario B een veel logischere keuze dan scenario A. Dit heeft een aantal redenen, te weten: het voordeel in de investeringskosten bij scenario A is erg klein, de CO<sub>2</sub>-uitstoot is hoger dan in de huidige situatie en de jaarlijkse lasten zijn vooral erg nadelig voor de bewoners.

## Conclusie

De afweging tussen all-electric en stadsverwarming valt op alle onderdelen uit in het voordeel van stadsverwarming, behalve ten aanzien van de bewonerslasten. Vanuit de woningcorporatie is er echter financiële ruimte om dit te corrigeren. Een belangrijk aandachtspunt bij deze keuze is de schaarste van stadsverwarming. Voor dit woningtype is all-electric nog redelijk concurrerend met stadsverwarming. Bij veel andere woningtypes (oudere woningen en hoogbouw) kan dit een stuk nadeliger uitvallen. Dit kan ertoe leiden om hier toch te kiezen voor een all-electric concept.

## Zonnepanelen

Het plaatsen van zonnepanelen op het dak van de woningen is in de voorgaande resultaten niet meegenomen. Er is ruimte voor 25,6 m<sup>2</sup> aan zonnepanelen per woning. Dit vergt een investering van circa € 4.900,-, exclusief btw en levert (afhankelijk van het gekozen scenario) een besparing op van circa € 470,- tot € 630,- per woning per jaar. De CO<sub>2</sub>-reductie hiervan is circa 2.170 kg per jaar. Dat is meer dan de totale huidige gebouwgebonden CO<sub>2</sub>-uitstoot per woning.

## 1.4 Flatwoning na 2005

### Huidige situatie

Voor het referentiecomplex: flatwoning uit de bouwperiode na 2005, is een woontoren met 14 bouwlagen en 52 woningen doorgerekend. Het betreft de woontoren aan de Laan van Bol'es in Schiedam. Het complex is gebouwd in 2006 en de appartementen hebben een woonoppervlak van circa 90 m<sup>2</sup>. In de huidige staat zijn de woningen redelijk goed geïsoleerd. Daarom is er ook bij dit complex voor gekozen om scenario B+: 'comfortverbetering' en scenario C: 'vergaande aanpak' voor dit woningtype niet door te rekenen. Installatietechnisch zijn de woningen voorzien van individuele gasketels en hoogtemperatuurradiatoren.

### Investeringsen en CO<sub>2</sub>-uitstoot

In de volgende tabel zijn de maatregelen per scenario samengevat en is een samenvatting gegeven van de resultaten ten aanzien van investeringen en de CO<sub>2</sub>-reductie. In de tabel is ook het all-electric referentiescenario opgenomen.

Tabel 1.5 Samenvatting resultaten aansluiten op stadsverwarming (flatwoning na 2005) (exclusief btw)

Item	All-electric	Scenario A	Scenario B
Omschrijving	Collectieve lucht-waterwarmtepomp	Minimale aanpak	Standaardaanpak
Doelstelling	All-electric	Lage investeringen	Optimaal aansluiten op stadsverwarming
Koken	Elektrisch koken	Elektrisch koken	Elektrisch koken
Samenvatting maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Collectieve lucht/water warmtepomp met warmte-units (met elektrische boostfunctie) voor warm tapwater.</li> <li>Aanvoertemperatuur radiatoren 50°C.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrische boiler en collectieve stadsverwarmingsaansluiting voor ruimteverwarming</li> <li>Aanvoertemperatuur radiatoren 70°C.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Warmte-unit en collectieve stadsverwarmingsaansluiting met nieuw distributienet</li> <li>Aanvoertemperatuur radiatoren 70°C.</li> </ul>
Investeringskosten (*)	€ 13.300,-	€ 6.200,-	€ 6.900,-
Jaarlijkse rentelasten bij een rente van 3,6%	€ 480,- per jaar	€ 220,- per jaar	€ 250,- per jaar
CO <sub>2</sub> -reductie (zonder het effect van zonnepanelen)	-/- 39%	-/- 28%	31%

(\*) Exclusief bouwkundige kosten voor het realiseren van een technische ruimte.

### Jaarlijkse lasten

In de onderstaande tabel is per scenario de vergelijking gegeven van de jaarlijkse lasten ten opzichte van de huidige situatie. De genoemde jaarlijkse lasten zijn exclusief de in de voorgaande tabel opgenomen rentelasten.

Tabel 1.6 Jaarlijkse lasten (exclusief btw)

Jaarlijkse lasten (exclusief hiervoor genoemde rentelasten)	All-electric collectieve lucht-water-warmtepomp	Scenario A minimale aanpak svw en elektrische boiler	Scenario B standaardaanpak svw en warmte-units
Totale jaarlijkse kosten ten opzichte van de huidige situatie	<b>Nadeel</b> van € 340,- per jaar	<b>Nadeel</b> van € 360,- per jaar	<b>Nadeel</b> van € 60,- per jaar
Bewonerslasten ten opzichte van de huidige situatie	<b>Nadeel</b> van € 340,- per jaar	<b>Nadeel</b> van € 440,- per jaar	<b>Nadeel</b> van € 210,- per jaar
Corporatielasten ten opzichte van de huidige situatie (uitgaven - inkomsten)	Gelijke lasten als in de huidige situatie	Verbetering van € 80,- per jaar	Verbetering van € 150,- per jaar

Bij dit complextypen blijken de bewonerslasten en de totale jaarlijkse lasten in elk scenario hoger uit te komen dan de huidige situatie. Dit komt door de relatief goedkope warmteopwekking met een gasketel in de huidige situatie.

### Conclusie

Scenario B met een collectieve stadsverwarmingsaansluiting en warmte-units blijkt wat betreft jaarlijkse lasten de meest gunstige variant voor een aardgasloze energievoorziening. Dit rechtvaardigt de iets hogere investering voor dit concept. Daarnaast levert dit concept ook het grootste voordeel op als het gaat om CO<sub>2</sub>-reductie.

### Zonnepanelen

Het plaatsen van zonnepanelen op het dak van het complex is in de voorgaande resultaten niet meegenomen. Er is ruimte voor 3,8 m<sup>2</sup> aan zonnepanelen per woning, dit is het deel dat past op het dak van de woontoren. Het plaatsen van de zonnepanelen vergt een investering van circa € 750,-, exclusief btw en levert een besparing op van circa € 60,- per woning per jaar. Het uitgangspunt hierbij is dat de zonnepanelen worden gekoppeld aan de collectieve elektriciteitsaansluiting van het complex. De CO<sub>2</sub>-reductie hiervan is circa 320 kg per jaar. Dat komt overeen met een reductie van circa 22% ten opzichte van de huidige situatie.



## 2 Inleiding

Woonplus is een woningcorporatie met ruim 11.000 woningen in Schiedam. Ongeveer de helft van de woningen van Woonplus staan in de wijken Groenord en Nieuwland. Voor deze twee wijken zijn er plannen om aan te sluiten op stadsverwarming. Binnen het projectteam 'Groenord en Nieuwland op Duurzame Warmte' (GNDW), wordt momenteel gewerkt aan een breed haalbaarheidsonderzoek naar de mogelijkheden van stadsverwarming voor deze betreffende wijken. Het onderzoek is verdeeld in verschillende sporen. Binnen dit projectteam werkt Woonplus aan spoor 3a dat zich richt op: de positie van het vastgoed binnen de transitie naar duurzame warmte.

De concrete opdracht die dit met zich meebrengt, is het verschaffen van inzicht in de technische en financiële haalbaarheid van het aansluiten van het vastgoed in deze wijken op stadsverwarming.

### Doel

Het doel van het voorliggend haalbaarheidsonderzoek is inzicht te krijgen in de technische mogelijkheden en de financiële consequenties van de verschillende aansluitconcepten (varianten) op een warmtenet binnen een referentiecomplex. Aanvullend is het van belang de optredende effecten voor de bewoners en de eigenaar in kaart te brengen. In dit onderzoek gaan wij hierbij uit van een aansluiting op de bestaande distributieleiding van Eneco (leiding over noord).

Dit onderzoek beperkt zich tot de effecten voor de eigenaar en bewoners van het vastgoed. Het in kaart brengen van de kosten, voorwaarden en dergelijke ten aanzien van de warmtebronnen en de distributieleidingen naar de gebouwen zijn buiten beschouwing gelaten.

### Onderzoeksopzet

Het voorliggend onderzoek richt zich in eerste instantie op de wijk Groenord. Het type vastgoed in de wijken Groenord en Nieuwland vertoont echter veel overeenkomsten. Om de consequenties van uit de positie van het vastgoed in beeld te brengen, is een aantal referentiecomplexen geselecteerd. Deze zijn zo geselecteerd dat zij een zo compleet mogelijk beeld geven van het vastgoed in de wijk. Vervolgens zijn een drietal scenario's gedefinieerd die vervolgens per referentiecomplex worden doorgerekend en leiden tot een overzicht met resultaten in de vorm van schema's tabellen en grafieken. In de onderstaande figuur zijn de doorlopen stappen weergegeven.



Figuur 2.1 Onderzoeksopzet haalbaarheid aansluiten vastgoed op stadsverwarming

In deze conceptrapportage zijn de resultaten gepresenteerd van drie referentiecomplexen, te weten:

- Galerijflat uit bouwperiode 1964 - 1975;
- Rijwoning uit bouwperiode na 2005;
- Flatwoning uit bouwperiode na 2005.

### Leeswijzer

- De uitgangspunten voor het onderzoek zijn vastgelegd in hoofdstuk 3.
- In hoofdstuk 4 zijn de verschillende door te rekenen scenario's gedefinieerd.
- In hoofdstuk 5 is een overzicht opgenomen van de referentiecomplexen en is de huidige situatie van de doorgerekende referentiecomplexen weergegeven met daarbij een overzicht van de belangrijkste kenmerken.
- In hoofdstuk 6 is op een aantal belangrijke punten een afweging gegeven met daarbij een onderbouwing van de gemaakte keuzes.
- In hoofdstuk 7 zijn de resultaten van het onderzoek gegeven in de vorm van een vergelijking van de verschillende scenario's.

### 3 Uitgangspunten

In de onderstaande tabellen zijn de belangrijkste uitgangspunten weergegeven die gebruikt zijn in de berekeningen.

#### Energetische uitgangspunten

In de hieronder opgenomen tabel zijn de energetische uitgangspunten opgenomen.

Tabel 3.1 Energetische uitgangspunten

Omschrijving	Eenheid	Waarde	Toelichting
Rendement stadswarmte	% (EOR)	200%	EOR = equivalent opwekkingsrendement.
CO <sub>2</sub> -uitstoot per m <sup>3</sup> gas	kg/m <sup>3</sup>	1,780	
CO <sub>2</sub> -uitstoot per kWh elektra	kg/kWh	0,566	Huidige uitgangspunt in de NEN 7120. Dit is de norm die ten grondslag ligt aan de EI-berekeningen en de epc-berekeningen.
CO <sub>2</sub> -uitstoot per GJ-warmte van uit stadsverwarming	kg/GJ	25,3	Op basis van een gasgestookte installatie met een rendement van 200%.

De overige rendementen en COP's zoals die zijn aangehouden in het onderzoek zijn terug te vinden in bijlage III van deze rapportage.

#### Energetarieven

In de hieronder opgenomen tabel zijn de energetische uitgangspunten opgenomen.

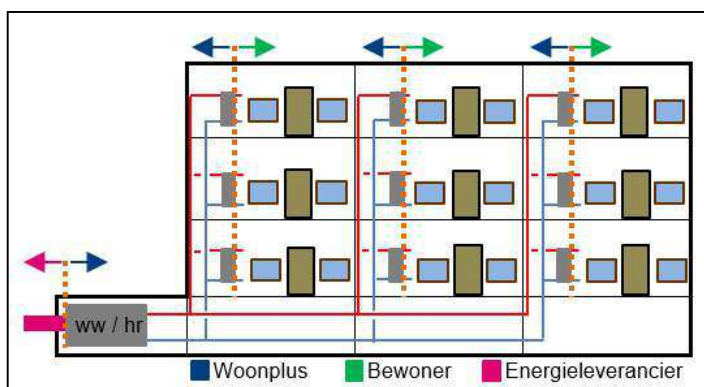
Tabel 3.2 Uitgangspunten energietarieven (exclusief btw)

Omschrijving	Eenheid	Waarde	Toelichting
Gasprijs	€/m <sup>3</sup>	€ 0,548	Eneco 2018
Elektriciteitsprijs	€/kWh	€ 0,165	Eneco 2018
Elektriciteitsprijs collectief bij all-electric	€/kWh	€ 0,095	Eneco 2018 gecorrigeerd naar lagere e-belasting per kWh bij grootverbruik
Vastrecht gas individueel	€/woning	€ 156,55	Stedin + Eneco 2018
Vastrecht elektra individueel	€/woning	€ 244,92	Stedin + Eneco 2018
Heffingskorting elektra-aansluiting	€/woning	€ 308,54	Overheid 2018

De overige tarieven (vaste kosten gas en elektra bij collectieve aansluitingen) zoals die zijn aangehouden in het onderzoek zijn terug te vinden in bijlage III van deze rapportage.

#### Demarcatie

Voor het bepalen van de investeringen en de jaarlijkse lasten is de demarcatie van de warmtelevering van belang. De in dit onderzoek aangehouden demarcatie is weergegeven in de onderstaande figuur.



Figuur 3.1 Demarcatie zoals aangehouden bij de afrekenstructuur





#### **Uitgangspunten bij investeringsraming**

De genoemde investeringen zijn exclusief:

- btw;
- kosten voor asbestsanering;
- maatregelen ten aanzien van brandveiligheid gericht op vluchtroutes en brandscheidingen;
- voorbereidingskosten, leges et cetera;
- de ruimtes op de begane grond van de complexen (commerciële plint);
- de in bijlage I, hoofdstuk 4 onder risicoanalyse benoemde punten: samengevat gaat het hierbij om het verplaatsen of verwijderen van zelf aangebrachte voorzieningen van de bewoners, aanhelen van behang/stucwerk, aanpassen van hekwerk en balkonscheiding en de waterafvoer van de balkons en galerijen.

## 4 Definitie van scenario's

In dit hoofdstuk is de definitie gegeven van de in het onderzoek doorgerekende scenario's. Hierbij is rekening gehouden met de diversiteit van het bezit en het eigendom ten aanzien van de technische staat van het complex, de investeringsbereidheid en het ambitieniveau op de langere termijn.

Tabel 4.1 Definitie van scenario's

Nr.	Naam	Ambitieniveau en doelstelling	Toepassing
Algemeen geldend voor alle scenario's		<ul style="list-style-type: none"> <li>Aansluiten op stadsverwarming van 70°C.</li> <li>Uit-faseren van open verbrandingstoestellen</li> </ul>	
A	Minimale aanpak	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investeringsen zo laag mogelijk</li> </ul>	Of complexen met een beperkt exploitatieperspectief (10 - 20 jaar) Of het complex is zowel bouwkundig als installatietechnisch in goede staat Of geen budget voor standaardaanpak
B	Standaard-aanpak	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zoveel mogelijk beperkt tot installatietechnische aanpassingen</li> <li>Maatregelen zijn 'no-regret' ten aanzien van de vergaande aanpak</li> <li>Rekening houdend met geplande maatregelen in de MJOB</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Goede bouwkundige technische staat</li> <li>Installaties zijn aan vervanging toe.</li> <li>Complexen met een exploitatieperspectief &gt; 20 jaar</li> <li>Spreiding van kosten door gebruik van natuurlijke investeringsmomenten</li> </ul>
B+	Standaard-aanpak + comfortverbetering	<ul style="list-style-type: none"> <li>Installatietechnisch gelijk aan scenario B</li> <li>Isolerende maatregelen gericht op comfortverbetering binnen het bestaande casco</li> <li>Geen harde eisen ten aanzien van warmtevraag reductie of laagtemperatuurverwarming</li> <li>Niet altijd 'no-regret' met scenario C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gelijk aan B</li> <li>Geen laagtemperatuurverwarming vereist</li> <li>Geen levensduur verlengende renovatie noodzakelijk</li> </ul>
C	Vergaande aanpak	<ul style="list-style-type: none"> <li>Isolatiemaatregelen met als doel:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>warmtevraagreductie tot &lt; 50 kWh(th)/m<sup>2</sup> (nom-ready conform EPV)</li> <li>ruimteverwarming op basis van laagtemperatuurverwarming van maximaal 50°C</li> </ul> </li> <li>Gericht op maximale CO<sub>2</sub>-reductie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zowel bouwkundig als installatietechnisch zijn maatregelen noodzakelijk</li> <li>Complexen waarbij een levensduur verlengende renovatie wordt uitgevoerd</li> </ul>

### Scenario A: minimale aanpak

Scenario A geeft antwoord op de vraag hoe met minimale investeringen kan worden aangesloten op een stadsverwarmingsnet met een aanvoertemperatuur van 70°C.

### Scenario B: standaardaanpak

Scenario B geeft antwoord op de vraag welke maatregelen er nodig zijn om:

- op korte termijn aan te sluiten op een stadsverwarmingsnet van 70°C;
- bij installaties die aan vervanging toe zijn;
- met zo min mogelijk bouwkundige maatregelen;
- rekening houdend met 'no-regret' ten aanzien van de vergaande aanpak en een stapsgewijze aanpak naar scenario C.

### Scenario B+: standaardaanpak + comfortverbetering

Scenario B+ is ter aanvulling op scenario B. In dit scenario worden beperkte bouwkundige maatregelen genomen die vooral zijn gericht op comfortverbetering met behoud van het bestaande casco. Hierdoor zijn de maatregelen niet altijd 'no-regret' met scenario C (door bijvoorbeeld het plaatsen van hr<sup>++</sup>-glas met behoud van bestaande kozijnen die niet geschikt zijn voor triple glas).

### Scenario C: vergaande aanpak

Scenario C geeft antwoord op de vraag welke maatregelen nodig zijn om:

- de warmtevrraag van het complex te reduceren naar maximaal 50 kWh thermisch per vierkante meter;
- de aanvoertemperatuur van de warmteafgifte te verlagen naar 50°C en een maximale CO<sub>2</sub>-reductie te realiseren.

### Overstap naar elektrisch koken

Het uitgangspunt bij de uitwerking van de scenario's is dat de woningen in elk van deze scenario's worden omgezet naar elektrisch koken. Voor elektrisch koken is gerekend met een investering van € 950,- per woning, exclusief btw. Dit zijn de kosten voor:

- het realiseren van een kookgroep in de meterkast (€ 400,-)<sup>1</sup>;
- het vervangen van de kookplaat voor een inductiekookplaat (€ 350,-);
- een pannenset dat geschikt is voor inductie (€ 200,-).

De overstap naar elektrisch koken is ook meegenomen in het all-electric referentiescenario.

### Zonnepanelen

Los van de keuze ten aanzien van het best passende scenario is er de mogelijkheid om zonnepanelen toe te passen. Dit is als losse maatregel meegenomen in de analyse en niet verweven in de scenario's. Voor het toepassen van zonnepanelen zijn de uitgangspunten aangehouden die zijn weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 4.2 Uitgangspunten zonnepanelen (exclusief btw)

Item	Waarde
Vermogen per paneel bij 1,6 m <sup>2</sup> per paneel	280 Wp per paneel
Vermogen per m <sup>2</sup>	175 Wp per m <sup>2</sup>
Investeringskosten per m <sup>2</sup> (bij projectmatige aanpak)	€ 190,- per m <sup>2</sup>
Opbrengst in kWh per m <sup>2</sup> /jaar	150 kWh per m <sup>2</sup>
CO <sub>2</sub> -reductie per m <sup>2</sup> /jaar (bij 0,566 kg CO <sub>2</sub> /kWh elektriciteit)	85 kg/m <sup>2</sup>

Wij gaan er hierbij van uit dat gebruikgemaakt kan worden van de salderingsregeling. Indien de opbrengst van de zonnepanelen hoger is dan het collectieve elektriciteitsverbruik van het complex, gaan wij uit van teruglevering aan het net.

Het uitgangspunt bij hoogbouw is teruglevering van de elektriciteit op de collectieve elektriciteitsmeter van het complex. Per referentiecomplex is globaal bepaald hoeveel vierkante meter aan zonnepanelen er op het dak past. Voor de elektriciteitsstarieven is per complex gekeken naar het huidige elektriciteitsstarief op de elektrafactuur van de collectieve elektriciteitsaansluiting van het betreffende complex.

Bij de grondgebonden woningen is het uitgangspunt teruglevering van de elektriciteit op de elektriciteitsmeter van de betreffende woning. Ook hierbij gaan wij uit van de huidige salderingsregeling.

<sup>1</sup> Het uitgangspunt hierbij is dat de bestaande groepenkast geschikt is voor uitbreiding.

## 5 Referentiecomplexen

Door Woonplus zijn zeven referentiecomplexen geselecteerd op basis van veelvoorkomende en/of sterk afwijkende woningtypen binnen de wijk Groenord. Deze complexen vormen de basis voor het onderzoek. Het gaat om de complexen zoals opgenomen in de onderstaande tabel.

Tabel 5.1 Omschrijving referentiecomplexen

Nummer	Woningtype	Aantal bouwlagen	Bouwperiode	Voorbeeldcomplex	Aantal woningen binnen dit woningtype	Omschreven in paragraaf
1	Galerijwoning	7	1965 - 1974	Jacques Urlusplein cluster 3111	938	5.1
2	Portiekwoning	-	1965 - 1974		156	
3	Galerijwoning	4	1965 - 1974	Johan Strausplein	596	
4	Galerijwoning (Z-flats)	12	1965 - 1974		1.870	
5	Rijwoning	-	Na 2005		132	5.2
6	Flatwoning (woontoren)	-	1965 - 1974		320	
7	Flatwoning	-	Na 2005		135	5.3

In de volgende paragrafen is per referentiecomplex een omschrijving gegeven van de huidige situatie. In de laatste kolom is aangegeven welke referentiewoningen zijn doorgerekend en in welke paragraaf van dit hoofdstuk de huidige situatie is omschreven.

### 5.1 Galerijflat 1965 - 1974, zeven bouwlagen

In deze paragraaf is de omschrijving van de huidige situatie van de galerijflat 1965 - 1974 met zeven bouwlagen weergegeven.

#### Kenmerken

In figuur 5.1 is een foto weergegeven van het complex aan de Jacques Urlusplein in Schiedam. De belangrijkste kenmerken zijn in tabel 5.2 weergegeven.

Het complex komt uit 1965, bevat 42 woningen, verdeelt over zeven verdiepingen. Op de begane grond bevinden zich garageboxen en een ruimte van Woonplus.



Figuur 5.1 Complex aan het Jacques Urlusplein

Tabel 5.2 Kenmerken galerijflat 1965 (Jacques Urlusplein)

	Kenmerk	Waarde
Algemeen	Bouwjaar	1965
	Oppervlak	14 woningen van 72 m <sup>2</sup> 14 woningen van 68 m <sup>2</sup> 7 woningen van 91 m <sup>2</sup> 7 woningen van 82 m <sup>2</sup>
	EI-index	Maximaal: 2,80 (label G) Minimaal: 2,11 (label E) Gemiddeld: 2,28 (label E)
	Gemiddeld energieverbruik (*)	Geiser: 335 m <sup>3</sup> Collectief: 770 m <sup>3</sup> Koken op gas: 50 m <sup>3</sup> Elektra (gebouwgebonden) bij geiser: 870 kWh Elektra (gebouwgebonden) bij e-boiler: 2.690 kWh Elektra (huishoudelijk): 2.250 kWh (30 kWh/m <sup>2</sup> )
Bouwkundig	Voor- en achtergevels	Rc 0,35 - 1,19 m <sup>2</sup> K/W
	Gevel balkon/woonkamer	Rc 0,35 m <sup>2</sup> K/W
	Gevel grenzend aan trappenhuis	Rc 0,19 m <sup>2</sup> K/W
	Kopgevel	Rc 1,69 m <sup>2</sup> K/W
	Gevelpanelen	Rc 0,04 - 0,56 m <sup>2</sup> K/W
	Vloer bergingen/woningen	Rc 0,15 m <sup>2</sup> K/W
	Plat dak buitenzijde	Rc 2,00 m <sup>2</sup> K/W
	Glas en kozijnen	U 5,10 - 2,90 W/m <sup>2</sup> K (enkel- en dubbelglas)
Ventilatie & kierdichting	Buitendeur	U 3,40
	Ventilatiesysteem	Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer op basis van tijdsturing
Opwekking & afgifte	Kierdichting (theoretische waarde)	Qv10 = 3,01 dm <sup>3</sup> /s/m <sup>2</sup>
	Warmteopwekking	Collectieve vr-ketels met keukengeisers voor warm tapwater (38 keukengeisers en 4 elektrische boilers)
	Warmteafgifte	Ht-radiatoren, aanvoertemperatuur 90°C

(\*) in bijlage IV is een onderbouwing gegeven van de hier opgenomen uitgangspunten voor het energiegebruik van dit referentiecomplex.

In de wijk Groenord staan 22 van dit soort galerijcomplexen met zeven bouwlagen uit deze bouwperiode.

- Elf zijn in eigendom van Woonplus.
- Vijf zijn voor een deel in eigendom van Woonplus binnen een VvE.
- Zes zijn er geheel in eigendom van particulieren binnen een VvE.

De meeste van deze complexen bevatten 42 woningen, sommigen 44. In totaal gaat het om 938 woningen.



## 5.2 Rijwoning na 2005 (bouwjaar 2013)

In deze paragraaf is de omschrijving van de huidige situatie van de rijwoning uit de bouwperiode na 2005 weergegeven. Het betreffen onder andere de woningen aan het Jacques Urlusplein in Schiedam. Als voorbeeld is een kopwoning doorgerekend (Jacques Urlusplein 98).

### Kenmerken

In de onderstaande figuur is een foto weergegeven van de woning aan de Jacques Urlusplein 98 in Schiedam. De belangrijkste kenmerken zijn in tabel 5.3 weergegeven.



Figuur 5.2 Kopwoning Jacques Urlusplein 98

Tabel 5.3 Kenmerken rijwoning na 2005 (Jacques Urlusplein 98)

	Kenmerk	Waarde
Algemeen	Bouwjaar	2013
	Oppervlak	94,45
	Epc-score	0,60
	Gemiddeld energieverbruik	630 m <sup>3</sup> gas 2.450 kWh elektra
Bouwkundig	Voor- en achtergevels	Rc 5,00 m <sup>2</sup> K/W
	Kopgevel	Rc 5,00 m <sup>2</sup> K/W
	Paneelconstructie	U 1,65 W/m <sup>2</sup> K
	Vloer kruipruimte	Rc 5,00 m <sup>2</sup> K/W
	Plat dak	Rc 5,00 m <sup>2</sup> K/W
	Glas en kozijnen	U 1,28 (1,46 schuifpui) (ZTA 0,50)
	Buitendeur	U 1,65
Ventilatie & kierdichting	Ventilatiesysteem	Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer op basis van tijdsturing (Buva VAS Q Time)
	Kierdichting (theoretische waarde)	Qv10 = 0,36 dm <sup>3</sup> /s/m <sup>2</sup>
Opwekking & afgifte	Warmteopwekking	Individuele hr-combiketel (Intergas HRE 28-24)
	Warmteafgifte	Ht-radiatoren, aanvoertemperatuur 90°C

Voor het gas- en elektraverbruik is uitgegaan van de beschikbare open data van Stedin op postcode-6 niveau. Postcode: 3122 EG en 3122 CK. Dit zijn de postcodes van woonblokken aan het Dirk Schäferplein en de Jan Damenstraat. De beide postcodes geven een vergelijkbaar energieverbruik.

### 5.3 Flatwoning na 2005 (bouwjaar 2005)

In deze paragraaf is de omschrijving van de huidige situatie van de flatwoning uit bouwperiode na 2005 weergegeven. Het betreft de woontoren aan de Laan van Bol'Es in Schiedam. Het complex bestaat uit 52 appartementen verdeeld over dertien bouwlagen. Op de begane grond bevindt zich een commerciële plint met winkels en dergelijke.

#### Kenmerken

In de onderstaande figuur is een foto weergegeven van het appartementencomplex aan de Laan van Bol'Es in Schiedam. De belangrijkste kenmerken zijn in tabel 5.4 weergegeven.



Figuur 5.3 Appartementencomplex aan de Laan van Bol'Es

Tabel 5.4 Kenmerken flatwoning na 2005 (Laan van Bol'Es))

	Kenmerk	Waarde
Algemeen	Bouwjaar	2005
	Oppervlak	90 m <sup>2</sup>
	EI-index	1,08 (label A)
	Gemiddeld energieverbruik	690 m <sup>3</sup> gas 1.890 kWh individueel elektraverbruik (Gemiddelde over afgelopen 3 kalenderjaren. Opgave Stedin)  1.600 kWh collectief elektraverbruik inclusief commerciële plint (factuur CVZ)
Bouwkundig	Gevels	Rc 2,5 m <sup>2</sup> K/W
	Paneelconstructie	Rc 2,5 m <sup>2</sup> K/W
	Vloer	Rc 2,5 m <sup>2</sup> K/W
	Plat dak	Rc 2,5 m <sup>2</sup> K/W
	Glas en kozijnen	U 1,80 (hr <sup>++</sup> )
Ventilatie & kierdichting	Ventilatiesysteem	Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer
	Kierdichting (theoretische waarde)	Qv10 = 1,00 dm <sup>3</sup> /s/m <sup>2</sup>
Opwekking & afgifte	Warmteopwekking	Individuele hr107-combiketel (Remeha Avanta)
	Warmteafgifte	Ht-radiatoren, aanvoertemperatuur 90°C

## 6 Afwegingen en analyse energieconcept

In dit hoofdstuk is een aantal algemene afwegingen gegeven ten aanzien van de benodigde maatregelen per scenario.

### 6.1 Galerijflat 1965 - 1974

#### 6.1.1 Aansluitprincipe warm tapwater bij stadsverwarming

In de huidige situatie wordt de galerijflat verwarmd met een collectief blokverwarmingssysteem voor ruimteverwarming en keukengeisers of elektrische boilers voor warm tapwater. Bij de aansluiting op stadsverwarming zijn er grofweg drie mogelijkheden. Deze zijn weergegeven en op hoofdlijnen vergeleken in de onderstaande tabel.

Het uitgangspunt bij deze vergelijking is dat het distributienet en de radiatoren in elke variant worden vervangen. Hierdoor is een evenwichtige vergelijking te maken op het aansluitprincipe ten aanzien van warm tapwater.

Tabel 6.1 Vergelijking aansluitprincipes warm tapwater bij stadsverwarming

Item	Stadsverwarming met e-boiler	Stadsverwarming met tapwatercirculatiernet	Stadsverwarming met warmte-units
Collectieve ketels	Vervangen door stadsverwarmingsaansluiting	Vervangen door stadsverwarmingsaansluiting	Vervangen door stadsverwarmingsaansluiting
Distributienet	Hergebruik is mogelijk mits technische staat toereikend	Hergebruik is mogelijk mits technische staat toereikend	Vervangen door centraal warmtenet
Radiatoren	(Deels) vervangen door radiatoren geschikt voor aanvoertemperatuur van 70°C	(Deels) vervangen door radiatoren geschikt voor aanvoertemperatuur van 70°C	(Deels) vervangen door radiatoren geschikt voor aanvoertemperatuur van 70°C
Keukengeisers	Vervangen door elektrische boiler per woning	Vervangen door tapwater-circulatiernet	Vervangen door warmte-unit per woning
Investering per woning voor ruimteverwarming en warm tapwater bij vervanging radiatoren en het complete distributienet	Circa € 6.000,-	Circa € 8.000,-	Circa € 7.000,-
Jaarlijkse lasten voor warm tapwater	Circa € 300,-	Circa € 220,-	Circa € 160,-
CO <sub>2</sub> -uitstoot warm tapwater	Circa 1.000 kg per jaar	Circa 275 kg per jaar	Circa 200 kg per jaar

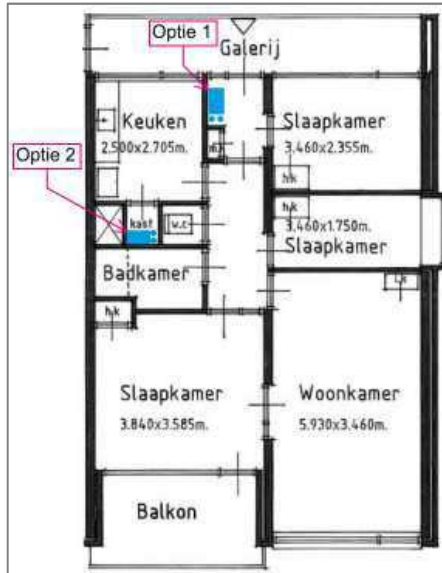
Energetisch scoren de concepten met elektrische boilers en een tapwatercirculatiernet relatief slecht door respectievelijk een hoog elektriciteitsverbruik en een hoog warmteverlies van een extra tapwatercirculatiernet. Verder staan de radiatoren en het distributienet in dit betreffende complex op de planning om vervangen te worden. Zoals blijkt uit de bovenstaande tabel, is bij vervanging van de installaties (distributienet en radiatoren) een concept met stadsverwarming en warmte-units het meest voor de hand liggend. De hogere investering voor dit concept wordt binnen tien jaar terugverdiend en levert een CO<sub>2</sub>-reductie op van circa 800 kg per woning per jaar.

Gezien de eis van lage investeringen in scenario A (minimale aanpak) is er in de galerijflat uit 1965 - 1974 gekozen voor het toepassen van een elektrische boiler voor warm tapwater. Voor de elektrische boiler is het uitgangspunt dat deze komt op de plek van de huidige keukengeiser.

Voor scenario's B, B+ en C is gekozen voor een warmte-unit per woning. In de volgende paragraaf is gekeken naar de technische inpassing van de warmte-unit.

### Technische inpassing warmte-unit

Uit de voorgaande vergelijking is gebleken dat een concept met warmte-units voor warm tapwater en ruimteverwarming het meest voor de hand liggend is. Een belangrijke afweging hierin is de locatie van de warmte-unit in de woningen. In de onderstaande plattegrond zijn hiervoor twee opties weergegeven.



Figuur 6.1 Mogelijke locatie van de warmte-unit

- 1 Warmte-unit in de hal.
- 2 Warmte-unit in de keukenkast.

Bij de plaatsing van de warmte-unit in de hal ondervindt de bewoner minder last van de warmte-unit aangezien het een verkeersruimte betreft, bij veel woningen zal hier wel een garderobekast of kapstok zijn opgenomen waar in overleg met de bewoners een oplossing voor bedacht zal moeten worden. Een andere optie is plaatsing van de warmte-unit in de keukenkast maar dit zorgt er wel voor dat de bewoner minder opbergruimte heeft. Een voordeel van deze optie is wel dat de benodigde leidingen beter weggewerkt kunnen worden.

In de onderstaande figuur is een foto weergegeven van een warmte-unit waarbij deze is opgenomen in de hal van een woning. De afmetingen van een dergelijke omkasting zijn circa 60 x 30 x 60 cm (l x b x h). Dergelijke warmte-units zijn er echter in verschillende afmetingen te verkrijgen. De onderstaande figuur is opgenomen als voorbeeld.



Figuur 6.2 Voorbeeld van opstelling warmte-unit in de hal van een galerijwoning

Voor scenario B, B+ en C is gekozen voor een warmte-unit. Vooralnog is hierbij als uitgangspunt aangehouden dat deze in de hal in de woning wordt geplaatst (optie 1).

### 6.1.2 Warmteafgiftesysteem

#### Aanvoertemperatuur

In de huidige situatie wordt er voor de warmteafgifte in de woningen gebruikgemaakt van paneelradiatoren. Zoals in de voorgaande paragraaf beschreven, is het voor de beoogde stadsverwarmingsaansluiting noodzakelijk om de huidige aanvoertemperatuur van het verwarmingssysteem van 90°C te verlagen naar 70°C.








Het uiteindelijke doel/streven van Woonplus is om de aanvoertemperatuur nog verder te laten dalen naar 50°C zodat de installatie ook geschikt is voor andere duurzame energie-opwekkers zoals warmtepompen. Dit betreft scenario C zoals hiervoor beschreven.

- Bij een aanvoertemperatuur van 70°C in plaats van 90°C daalt het afgiftevermogen van de radiatoren met circa 40%.
- Bij een aanvoertemperatuur van 50°C in plaats van 90°C daalt het afgiftevermogen van de radiatoren met circa 70%.

#### Radiatoren

Paneelradiatoren zijn er in verschillen typen en maten. In tabel 6.2 zijn de meest voorkomende typen weergegeven met indicatieve vermogens. De types variëren van type 10 tot type 33. Het eerste getal geeft het aantal platen weer. Het tweede getal geeft aan hoeveel platen uitgevoerd zijn met lamellen hetgeen het afgiftevermogen vergroot.

Tabel 6.2 Soorten radiatoren

	Typen						
							
Type	10	11	20	21	22	30	33
Maat [mm]	Vermogen [W]						
300 x 300	96	165	167	240	315	254	448
600 x 600	351	595	570	809	1.099	874	1.593
750 x 1.300	917	1.543	1.500	2.073	2.795	2.276	4.054

In het betreffende complex aan het Jacques Urlusplein zijn de meeste radiatoren uitgevoerd als type 10- of type 20-radiatoren. Zoals blijkt uit tabel 6.2, hebben deze een relatief laag afgiftevermogen. Door deze te vervangen door bijvoorbeeld een type 22 of 33 kan het afgiftevermogen worden vergroot.

### Boosterventilatoren

Een andere mogelijkheid is nog het toepassen van boosterventilatoren. In de onderstaande figuur zijn hier afbeeldingen van weergegeven.



Figuur 6.3 Paneelradiator met boosterventilator, bron: ClimateBooster

Boosterventilatoren vergroten het afgiftevermogen van radiatoren door de luchtstroming door de radiatoren te vergroten.

Uitgaande van de huidige situatie zijn boosterventilatoren (op een deel van de radiatoren) een relatief eenvoudige oplossing. Wel is een stroomvoorziening nabij de radiatoren benodigd. Verder produceren de boosterventilatoren (een beperkte hoeveelheid) geluid en zijn ze gevoelig voor vervuiling. De boosterventilatoren zijn geschikt voor radiatoren met twee of drie panelen (type 20/21/22/30/33).

Het onderstaand lijstje toont de toename in vermogen van warmteafgifte bij de inzet van de boosterventilatoren. Dit voorbeeld is van toepassing op een radiator type 22 (80 x 50 x 10) en gebaseerd op een opgave van de leverancier (ClimateBooster).

- Bij een aanvoertemperatuur van 90°C en een retourtemperatuur van 70°C is er een toename in afgiftevermogen van circa 38%.
- Bij een aanvoertemperatuur van 70°C en een retourtemperatuur van 50°C is er een toename in afgiftevermogen van circa 43%.
- Bij een aanvoertemperatuur van 50°C en een retourtemperatuur van 40°C is er een toename in afgiftevermogen van circa 50%.

De genoemde percentages zijn ten opzichte van het afgiftevermogen zonder boosterventilatoren.

### Conclusie

Afhankelijk van het gekozen scenario is er gekozen voor een aanvoertemperatuur van 70°C (A, B en B+) of 50°C (C). Het afgiftevermogen van de radiatoren neemt hierbij met 40 - 70% af. Om dit te compenseren, zijn aanpassingen aan het afgiftesysteem of isolerende maatregelen noodzakelijk. Om de extra techniek in de woningen te beperken, bevelen wij aan om zo min mogelijk gebruik te maken van boosterventilatoren.

#### 6.1.3 Warmteverlies in de huidige situatie

Om de configuratie van het afgiftesysteem vast te stellen, zijn warmteverliesberekeningen opgesteld. Vervolgens is dit in relatie gebracht met het huidige opgestelde radiatorvermogen. In de onderstaande tabel zijn de resultaten van deze analyse weergegeven.

Tabel 6.3 Warmteverlies versus huidig radiatorvermogen bij 90°C/70°C

Woningtype	Opgesteld radiatorvermogen huidig bij 90°C/70°C	Warmteverlies huidige situatie [kW]	Radiatorvermogen/warmteverlies huidige situatie
Hoek-vloerwoning (D3)	7,5 kW	9,8 kW	77%
Tussen-tussenwoning (E1)	7,7 kW	10,2 kW	76%
Hoek-dakwoning (D3)	7,5 kW	9,0 kW	83%

Uit de voorgaande tabel blijkt dat er, van uit de theoretische berekening van het warmteverlies minder vermogen staat opgesteld dan wat volgt uit de warmteverliesberekeningen. Dit kan verschillende oorzaken hebben.

- Bij de selectie van de radiatoren is mogelijk gewerkt met een kengetal per m<sup>2</sup> of per m<sup>3</sup> waardoor de benodigde vermogens anders uitkomen.
- De strangen kunnen zijn meegerekend als radiatoren. De strangen geven samen maximaal 1,2 kW af en kunnen dus een stuk van het te kort compenseren maar niet alles. Daarbij geldt echter ook dat het vermogen van de strangen veel lager is in de bovenste woningen.
- De isolatiewaarden of infiltratiewaarde die in de warmteverliesberekening zijn aangehouden, op basis van de EI-berekeningen, wijken in de praktijk mogelijk af van de werkelijke waarden.

Een gevolg van het tekort aan opgesteld verwarmingsvermogen is dat de woningen niet tot het gewenste temperatuurniveau te verwarmen zijn bij lage buitentemperaturen. Dit is ook door Woonplus bevestigd in de koude periode in februari/maart 2018.

Vervolgens is onderzocht wat de gevolgen zijn van het verlagen van de temperatuur. In tabel 6.4 zijn de vermogens weergegeven bij een temperatuurtraject van 90/70°C, 70/50°C en 50/40°C. Dit is weergegeven voor de meest kritische situatie.

Tabel 6.4 Gevolgen temperatuurverlaging bij huidige radiatoren

Item	Vermogen	In % ten opzichte van warmteverlies
Warmteverlies huidige situatie	9,8 kW	100%
Warmteafgifte van de radiatoren bij 90°C/70°C	7,5 kW	77%
Warmteafgifte van de radiatoren bij 70°C/50°C	4,4 kW	45%
Warmteafgifte van de radiatoren bij 50°C/40°C	2,4 kW	25%

Uit tabel 6.4 blijkt dat er een tekort ontstaat van ruim 5 kW bij 70/50°C en van ruim 7 kW bij 50/40°C ten opzichte van het warmteverlies in de huidige situatie.

#### 6.1.4 Verbeteren van thermische schil: vergaande aanpak scenario C

De maatregelen voor isoleren, luchtdichtheid en koudebruggen zoals gedefinieerd in dit hoofdstuk zijn gericht op het vergaande scenario, **scenario C**.

##### Isolatiemaatregelen

Uit het voorgaande blijkt dat de huidige radiatoren onvoldoende warmte afgeven bij een lagere aanvoertemperatuur van het cv-water. Eén van de mogelijkheden om dit te compenseren is het verbeteren van de thermische schil. In deze paragraaf zijn de isolerende maatregelen weergegeven om de overstap naar een aanvoertemperatuur van 50°C te kunnen maken en de warmtevraag terug te brengen naar < 50 kWh per m<sup>2</sup> zodat het complex nul-op-de-meter (nom)-ready wordt gemaakt. Dit betreffen de maatregelen voor de vergaande aanpak scenario C.

De maatregelen zijn min of meer overgenomen uit het eerdere onderzoek van november 2017, met als titel 'Energetische verduurzamingskansen vastgoedportefeuille Woonplus' zoals opgesteld door DWA. Op de volgende punten is een afwijkende aanpak en/of een ander uitgangspunt gekozen.

- Isoleren van het dak is meegenomen in de hieronder opgegeven isolatiemaatregelen. In het eerdere onderzoek was dit niet meegenomen.
- De benodigde hoeveelheden zijn gebaseerd op de archieftekeningen. In het eerdere onderzoek is uitgegaan van de hoeveelheden in de EI-berekeningen. Deze twee methoden blijken behoorlijk te verschillen.
- In de huidige aanpak zijn ten opzichte van de eerdere kostenopgave meer bijkomende kosten meegenomen zoals het aanpassen van de kabels en leidingen voor het isoleren van de begane grondvloer.
- In het eerdere onderzoek is uitgegaan van algemene kentallen. In deze studie is uitgegaan van de door een bouwkundig adviseur bepaalde richtprijzen die meer zijn toegespitst op de specifieke situatie.

In tabel 6.5 zijn de isolatiemaatregelen beschreven.

Tabel 6.5 *Isolatiemaatregelen*

Onderdeel	Huidige Waarde	Isolatiemaatregel	Nieuwe Waarde
<b>Voor- en achtergevel</b>			
Buitendeuren	U 3,4	Geïsoleerde buitendeuren in nieuwe kozijnen	U 1,6
Beperkt geïsoleerde buitengevels	Rc 1,1	Isoleren van buitengevel	Rc 5,0
On-geïsoleerde buitengevels	Rc 0,3	Isoleren van buitengevel	Rc 5,0
Niet of nauwelijks geïsoleerde panelen	Rc 0,4	Geïsoleerd paneel in nieuwe kozijnen	Rc 3,5
Raam dubbelglas	U 2,9	Vervangen door triple glas met nieuwe kozijnen	U 1,2
Raam enkelglas	U 5,1	Vervangen door triple glas met nieuwe kozijnen	U 1,2
<b>Balkongevel</b>			
Gevels op het balkon. On-geïsoleerd.	Rc 0,3	Isoleren van buitengevel	Rc 3,5
<b>Kopgevel</b>			
Gevel geïsoleerd dikte 60 mm	Rc 1,7	Spouwmuur vullen en aanbrengen buitengevelisolatie	Rc 5,0
Raam dubbelglas	U 2,9	Vervangen door triple glas	U 1,2
<b>Gevel grenzend aan trappenhuis</b>			
On-geïsoleerde binnenwanden	Rc 0,2	Na-isoleren	Rc 2,5
<b>Dak</b>			
Dak geïsoleerd dikte 80 mm	Rc 2,0	Extra isoleren van het dak	Rc 6,0
<b>Vloer berging/onderste verdieping</b>			
On-geïsoleerde vloer	Rc 0,1	Vloer na-isoleren aan de onderzijde	Rc 3,5

Door Projectburo Rijnland is een analyse opgesteld van deze maatregelen. Hierbij is inzichtelijk gemaakt hoe deze maatregelen bouwkundig uitgevoerd kunnen worden, welke risico's of onduidelijkheden hieraan (nog) kleven en er is een richtprijs opgenomen voor de bouwkosten om deze maatregelen door te voeren. Deze analyse is in bijlage I bij deze rapportage toegevoegd.

Een belangrijk resultaat uit de risicoanalyse is dat het complex naar verwachting vrij veel asbesthoudende materialen bevat en dat er wat betreft de brandveiligheid aandacht nodig is voor de vluchtroutes.

De hoeveelheden voor het bepalen van de investeringskosten van de isolerende maatregelen zijn gebaseerd op de aangeleverde archieftekeningen. Op basis van deze richtprijzen en hoeveelheden komen de investeringen voor de isolerende maatregelen in scenario C uit op circa € 32.200,- (exclusief btw) gemiddeld per woning.

### Luchtdichtheid

Bij een dergelijke grondige renovatie is het van belang dat er voldoende aandacht is voor de kierdichting ofwel de luchtdichtheid van de woningen. Dit vooral van uit het oogpunt van comfort en ongewenst warmteverlies. Uitgaande van de maatregelen in tabel 6.5 wordt nagenoeg het hele complex gerenoveerd. Voor het verbeteren van de luchtdichtheid is gerekend met een Qv10-waarde van circa 1,20 dm<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup> Ag. Gezien de resultaten uit de recent uitgevoerde luchtdichtheidsmeting van de huidige situatie kan deze doelstelling in een concretiseringsfase van het renovatieproject mogelijk verder worden aangescherpt.

Om een goede luchtdichtheid te realiseren, dient hier in het renovatieproces de nodige aandacht aan te worden besteed. Onderdelen dienen goed op elkaar aan te sluiten en naden en kieren dienen te worden afgedicht. In de investeringskosten, bij het uitvoeren van de isolerende maatregelen in scenario C, is hier rekening mee gehouden.



Voor de warmteverliesberekening zoals uitgevoerd in het rekenprogramma VABI is het effect van de luchtdichtheid beperkt. Dit komt doordat deze in relatie wordt gezien met de benodigde ventilatiehoeveelheid. In de warmteverliesberekening wordt standaard uitgegaan van de maximale ventilatiehoeveelheid. De rekenmethodiek neemt de infiltratieverliezen dan maar beperkt mee.

### Koudebruggen

Voor de koudebruggen is een scan gedaan waarbij een drietal koudebruggen zijn getoetst aan het ontstaan van oppervlaktecondensatie. De huidige situatie en de situatie met het vergaande isolatiepakket is getoetst. Door de in de voorgaande paragraaf opgenomen vergaande isolatiemaatregelen neemt het risico op condensatie toe. Er zijn twee methoden uitgewerkt om de risico's te beperken.

- 1 Een aanpak waarbij vooral is gekeken naar het risico op schimmelvorming door condensatie.
- 2 Een aanpak waarbij ook de thermische verliezen door de koudebruggen zoveel mogelijk worden beperkt.

In de onderstaande tabel is de huidige situatie vergeleken met deze twee methoden. De hier gegeven temperatuurfactor is het resultaat van de simulatie van de koudebruggen. Voor nieuwbouw geldt voor een woonfunctie een temperatuurfactor van 0,65. Voor renovatie geldt geen eis. Hierbij wordt gestreefd naar een temperatuurfactor van 0,60 voor een woonfunctie. In bijlage II zijn deze berekeningen en uitgangspunten nader toegelicht.

Tabel 6.6 Samenvatting resultaten doorrekening koudebruggen

Item	Huidige situatie	Gevelisolatie + aftimmerlat	Gevelisolatie + galerij/balkon isolatie
Criteria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geen criteria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beperken risico op schimmelvorming door condensatie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beperken risico op schimmelvorming door condensatie</li> <li>• Beperken thermische verliezen door de koudebruggen</li> </ul>
Maatregelen ten aanzien van balkon en galerijdetails	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isolerende maatregelen zoals hiervoor omschreven</li> <li>• Bij de aansluitingen van de kozijnen aan de binnenzijde plinten aanbrengen</li> <li>• Woningsscheidende wanden aan de buitenzijde afschermen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isolerende maatregelen zoals hiervoor omschreven</li> <li>• Galerij en balkon aan boven en onderzijde isoleren</li> <li>• Consoles aan balkonzijde isoleren</li> <li>• Opstand van de galerij en balkonplaat aan buitenzijde afschermen</li> <li>• Woningsscheidende wanden aan de buitenzijde afschermen</li> </ul>
Temperatuurfactor (balkon/galerij)	0,36/0,34	0,46/0,46	0,63/0,65
Relatieve vochtigheid waarbij condensvorming optreedt (balkon/galerij)	47%/46%	53%/53%	65%/66%
Kosten	-	Beperkt, de kosten zijn opgenomen in de kosten voor het vervangen van de gevelelementen	Circa € 9.000,- per woning Inclusief ophoogsysteem ten behoeve van galerijen en balkons

Afhankelijk van de criteria kan gekozen worden voor de aanpak met gevelisolatie + aftimmerlat, gericht op het beperken van het risico op schimmelvorming door condensatie. Het thermische verlies door de koudebruggen blijft hierdoor echter hoog. Een tussenvariant kan nog zijn het isoleren van de vloeropstand bij de galerij en balkonvloer met minimaal 30 mm isolatie. Hiermee verbetert de temperatuurfactor naar een waarde van circa 0,50. De temperatuurfactor verbetert wel, de thermische verliezen door de koudebrug zijn echter nog nauwelijks verbeterd. Om de thermische verliezen te beperken, is het grondig inpakken van de koudebruggen noodzakelijk. Ruim 50% van de kosten gaan hierbij echter op aan het ophoogsysteem van de galerijen en balkons. Als er budget is voor het aanbrengen van een dergelijk ophoogsysteem van uit het oogpunt van bijvoorbeeld toegankelijkheid, is deze aanpak het overwegen waard.

Het uitgangspunt in deze rapportage bij de variant met vergaande isolatiemaatregelen (scenario C) ten aanzien van de koudebruggen, is dat de aftimmerlatten worden aangebracht en dat de woningscheidende wanden aan de buitenzijde worden afgeschermd. Dit betreft het in de voorgaande tabel benoemde scenario gevelisolatie + aftimmerlat.

### Warmteverlies na renovatie

In deze paragraaf is het effect inzichtelijk gemaakt van de isolerende maatregelen op het warmteverlies van de woningen. Ook dit is weer gedaan voor drie woningtypen. In de onderstaande tabel zijn de resultaten vergeleken met het warmteverlies voor renovatie.

Tabel 6.7 Warmteverlies na renovatie

Woningtype	Warmteverlies huidige situatie [kW]	Warmteverlies na renovatie [kW]
Hoek-vloerwoning (D3)	9,8 kW	5,8 kW
Tussen-tussenwoning (E1)	10,2 kW	7,0 kW
Hoek-dakwoning (D3)	9,0 kW	5,7 kW

Wat opvalt in deze tabel is dat de tussen-tussenwoning afwijkt van de andere twee woningen. Dit heeft een aantal oorzaken. De hier geselecteerde tussen-tussenwoning is groter dan de andere twee woningen en de schilisolatie heeft vooral effect bij woningen grenzend aan de buitengevel van het complex. De tussen-tussenwoningen heeft relatief weinig geveloppervlak grenzend aan buiten. Dus het effect van de renovatie is hier kleiner. Doordat dit een grotere woning betreft met een extra slaapkamer is er ook een extra radiator aanwezig waardoor dit niet de meest kritische woning is.

### 6.1.5 Verbeteren van thermische schil: comfortverbetering scenario B+

In deze paragraaf zijn de maatregelen weergegeven die ter verbetering van het comfort in de woningen aan scenario B kunnen worden toegevoegd. Dit betreffen de maatregelen voor scenario B+.

#### Isolatiemaatregelen

In de onderstaande tabel zijn de isolatiemaatregelen omschreven die binnen scenario B+ zijn meegenomen.

Tabel 6.8 Isolatiemaatregelen in scenario B+

Onderdeel	Huidige waarde	Isolatiemaatregel	Nieuwe waarde
<b>Voor- en achtergevel</b>			
Buitendeuren	U 3,4	Geïsoleerde buitendeuren in bestaand kozijn.	U 2,0
Niet of nauwelijks geïsoleerde panelen	Rc 0,4	Geïsoleerd paneel in bestaand kozijn.	Rc 2,0
Raam dubbelglas	U 2,9	Vervangen door hr <sup>++</sup> -glas in bestaand kozijn.	U 1,8
Raam enkelglas	U 5,1	Vervangen door hr <sup>++</sup> -glas in bestaand kozijn. Draaiende delen worden geheel vervangen.	U 1,8
<b>Kopgevel</b>			
Raam dubbelglas	U 2,9	Vervangen door hr <sup>++</sup> -glas in bestaand kozijn.	U 1,8
<b>Vloer berging/onderste verdieping</b>			
On-geïsoleerde vloer	Rc 0,1	Vloer na-isoleren aan de onderzijde	Rc 3,5

Ook voor dit scenario is door Projectburo Rijnland een analyse opgesteld van de maatregelen. Hierbij is inzichtelijk gemaakt hoe deze maatregelen bouwkundig uitgevoerd kunnen worden, welke risico's of onduidelijkheden hieraan (nog) kleven en er is een richtprijs opgenomen voor de bouwkosten om deze maatregelen door te voeren. Deze analyse is in bijlage I opgenomen.

De maatregelen in de bestaande kozijnen zijn niet 'no-regret' met scenario C. Als er binnen de afschrijftermijn van het nieuwe hr<sup>++</sup>-glas toch een meer vergaande aanpak noodzakelijk blijkt vanwege de overstap naar laagtemperatuurverwarming leidt dit tot een desinvestering.

Het isoleren van het paneel leidt naar verwachting tot een Rc-waarde van 2,0 doordat de huidige kozijnen gehandhaafd blijven. De breedte van het kozijn en de isolatiekwaliteit van de huidige kozijnen zijn hierin de beperkende factoren.

Het isoleren van de vloer van de onderste woonlaag is toegevoegd aan het pakket aan maatregelen. Dit is gedaan omdat een deel van de leidingen (cv-leidingen) die langs dit plafond lopen nu worden vervangen. Een belangrijk aandachtspunt is hier de toegankelijkheid van de bergingen.

De hoeveelheden voor het bepalen van de investeringskosten van de isolerende maatregelen zijn gebaseerd op de aangeleverde archieftekeningen. Op basis van deze richtprijzen en hoeveelheden komen de investeringen voor de isolerende maatregelen in scenario B+ uit op circa € 8.700,- (exclusief btw) gemiddeld per woning. Circa € 1.200,- hiervan is nodig om maatregelen te nemen voor het afschermen van de koudebruggen zoals omschreven in de volgende paragraaf.

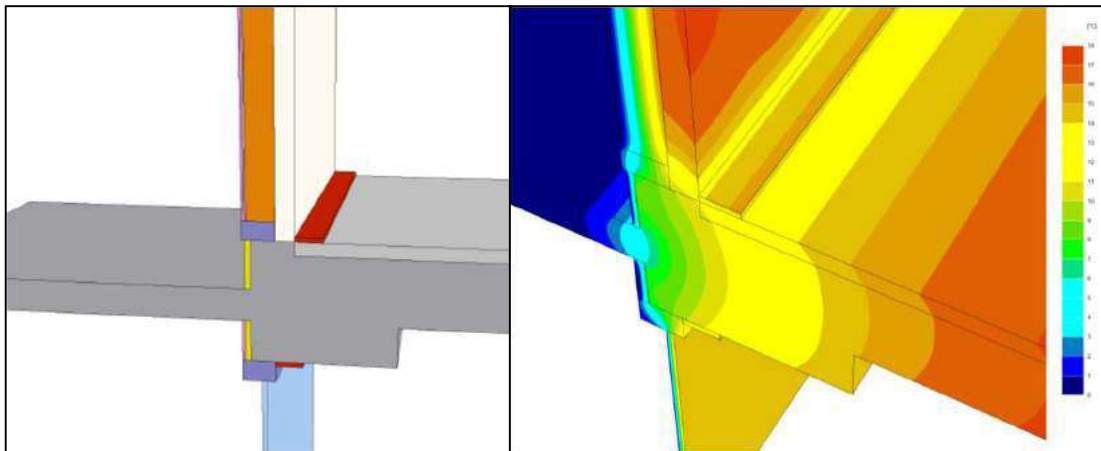
### Koudebruggen bij scenario B+

In deze paragraaf zijn voor scenario B+ de nodige maatregelen opgenomen om het risico op oppervlaktecondensatie te beperken. In scenario B+ blijven de kozijnen gehandhaafd, het glas wordt vervangen door hr++-glas en de panelen worden gevuld met 100 mm isolatie.

Om het risico op oppervlaktecondensatie ter plaatse van de koudebruggen bij balkons en galerij te beperken, zijn de volgende maatregelen opgenomen.

- Aftimmerlatten aan boven- en onderzijde van 20 x 100 mm.
- Afschermen van de vloeropstand van de galerij en balkonplaat. Dit zowel aan de bovenzijde alsook aan de onderzijde.
- Isoleren van woningscheidende wand aan buitenzijde (aangeduid met geveldeel C op pagina 3 van bijlage I).

In de onderstaande figuren zijn de maatregelen weergegeven en het resultaat van de simulatie.



Figuur 6.4 Maatregelen tegen oppervlaktecondensatie scenario B+

Met deze maatregelen komt de f-factor op 0,56. Bij 18°C treedt er oppervlaktecondensatie op bij een relatieve vochtigheid van 57%. Het risico op oppervlakte condensatie is hiermee kleiner dan in de bestaande situatie. De streefwaarde, een f-factor van 0,60, voor renovatieprojecten in de woningbouw wordt echter nog niet gehaald.

De kosten voor het beperken van het risico op oppervlaktecondensatie zijn opgenomen in de investeringskosten voor de isolerende maatregelen.

### Warmteverlies na renovatie scenario B+

In deze paragraaf is het effect inzichtelijk gemaakt van de isolerende maatregelen conform scenario B+ op het warmteverlies van de woningen.

Tabel 6.9 Warmteverlies bij scenario B+

Woningtype	Warmteverlies huidige situatie [kW]	Warmteverlies bij scenario B+ [kW]
Hoek-vloerwoning (D3)	9,8 kW	8,1 kW
Tussen-tussenwoning (E1)	10,2 kW	8,3 kW
Hoek-dakwoning (D3)	9,0 kW	7,6 kW

De gegevens zoals weergegeven in de bovenstaande tabel zijn ingeschat op basis van de voor de huidige situatie en de situatie met de vergaande aanpak uitgevoerde warmteverliesberekeningen. Voor deze fase biedt dit voldoende zekerheid ten aanzien van de configuratie van de nieuwe radiatoren. De definitieve warmteverliesberekeningen dienen te worden opgesteld in een latere fase van het project bij de concrete selectie van de radiatoren.

### 6.1.6 Configuratie nieuwe radiatoren

Deze paragraaf vat de resultaten uit de voorgaande paragrafen samen door voor verschillende configuraties inzicht te geven in de verhouding tussen het afgiftevermogen en het warmteverlies.

Het uitgangspunt hierbij is dat in de nieuwe situaties er in de badkamer een radiator van 750 mm x 900 mm wordt toegevoegd vanwege de warmtevraag van deze ruimte en het comfort voor de bewoners. In de huidige situatie zijn de radiatoren genomen zoals deze nu zijn opgesteld.

De tabel laat voor verschillende configuraties zien in hoeverre er kan worden voldaan aan het benodigde warmteafgiftevermogen van de woning. Het gegeven percentage is gericht op de warmteafgifte op woningniveau. Als voorbeeld is de hoek-vloerwoning genomen omdat het benodigde afgiftevermogen per vierkante meter in deze woning het grootst blijkt te zijn.

Tabel 6.10 Compenseren afgiftevermogen

Hoek-vloerwoning									
Bouwkundige maatregelen	Geen			Conform scenario B+			Conform scenario C		
Temperatuurtraject [°C]	90/70	70/50	50/40	90/70	70/50	50/40	90/70	70/50	50/40
Huidige radiatoren									
Huidig [% ten opzichte van benodigd vermogen]	77%	45%	25%	93%	54%	30%	130%	76%	42%
Radiatorvervanging									
Type 22 [% ten opzichte van benodigd vermogen]	154%	90%	49%	187%	109%	60%	262%	153%	84%
Type 33 [% ten opzichte van benodigd vermogen]	223%	130%	71%	270%	158%	86%	379%	221%	121%
Radiatorvervanging + boosterventilatoren (effect is gebaseerd op opgave van fabrikant (ClimateBooster))									
Type 22 + booster [% ten opzichte van benodigd vermogen]	208%	126%	74%	252%	152%	90%	354%	214%	126%
Type 33 + booster [% ten opzichte van benodigd vermogen]	301%	182%	107%	364%	221%	130%	511%	310%	182%

In de eerste drie kolommen is de situatie zonder isolerende maatregelen weergegeven. Vervolgens is de situatie met de bouwkundige maatregelen conform scenario B+ weergegeven en als laatste is de situatie met de bouwkundige maatregelen conform scenario C gegeven.

### Conclusies naar aanleiding van de tabel

- Situatie zonder bouwkundige maatregelen.
  - Bij de huidige radiatoren met het huidige temperatuurtraject van 90/70°C staat er 77% van het benodigd vermogen opgesteld.
  - Wanneer het temperatuurtraject wordt verlaagd naar 70/50°C staat er met de huidige radiatoren nog maar 45% van het benodigd vermogen opgesteld.
  - Ons advies is om dit te compenseren met het plaatsen van radiatoren met meer afgiftevermogen, waarbij wordt gekozen voor type 22 en voor bijvoorbeeld de woonkamer voor een type 33-radiator (90% - 130%). Dit geldt voor scenario A en B.
  - Het verder verlagen van het temperatuurniveau naar 50°C is zonder renovatie niet realistisch. Alle radiatoren zouden dan vervangen moeten worden voor type 33-radiatoren en voor een groot deel moeten worden voorzien van boosterventilatoren.
- Situatie met bouwkundige maatregelen conform scenario B+.
  - Bij een temperatuurtraject van 90/70°C voldoen de huidige radiatoren net niet aan de benodigde capaciteit uit de warmteverliesberekening na het doorvoeren van scenario B+ (93%).
  - Om het temperatuurtraject te verlagen naar een temperatuurtraject van 70/50°C, is vervanging van de radiatoren naar type 22 voldoende (109%).
  - Verdere verlaging van de aanvoertemperatuur is met de maatregelen uit scenario B+ niet realistisch. Dit zou dan met een mix van type 22- en 33-radiatoren moeten worden aangevuld met boosterventilatoren. Dit is geen wenselijke situatie.
- Situatie met bouwkundige maatregelen conform scenario C.
  - Bij een temperatuurtraject van 90/70°C voldoen de huidige radiatoren na het doorvoeren van scenario C aan de benodigde capaciteit uit de warmteverliesberekening (130%).
  - Om het temperatuurtraject te verlagen naar een temperatuurtraject van 70/50°C, is vervanging van de radiatoren naar type 22 ruim voldoende (153%).
  - Bij verdere verlaging van de aanvoertemperatuur moeten alle radiatoren worden vervangen door type 22- en een deel voor type 33-radiatoren (84% - 121%). Dit geldt voor scenario C.

## 6.2 Rijwoning na 2005 (bouwjaar 2013)

### 6.2.1 Aansluitprincipe stadsverwarming

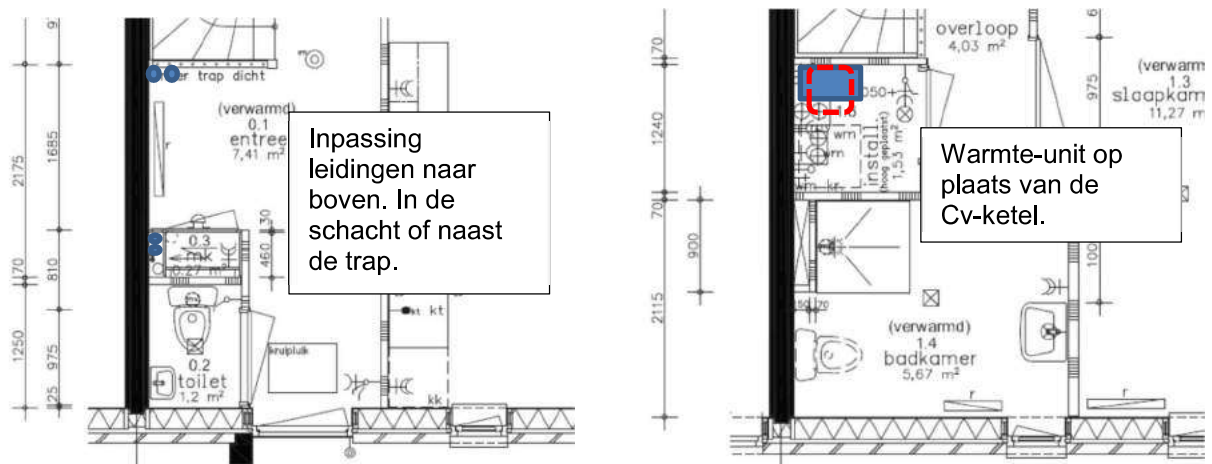
In de huidige situatie wordt de rijwoning verwarmd met een individuele combiketel die voorziet in ruimteverwarming en warm tapwater. Bij de aansluiting op stadsverwarming is een warmte-unit per woning het meest voor de hand liggend.

Voor het scenario met de minimale aanpak is gekozen voor een elektrische boiler. Het voordeel op de investeringen is beperkt (circa € 700,- per woning). Dit komt doordat er voor ruimteverwarming ook bij de minimale aanpak een afleverpunt per woning moet worden gerealiseerd.

Voor dit woningtype is bij de standaardaanpak (scenario B) gekozen voor een warmte-unit per woning als aansluitprincipe voor stadsverwarming.

#### Technische inpassing warmte-unit

Voor wat betreft de locatie van de warmte-unit is de huidige positie van de gasketel het meest voor de hand liggend. Dit omdat daar al ruimte vrijkomt bij het verwijderen van de gasketel. Nadeel is wel dat de aansluitleidingen vanuit de straat door de woning naar de verdieping moeten. Een aandachtspunt hierbij is dat de warmte-unit zich niet, conform voorschrift van de warmteleverancier bij nieuwbouwsituaties, op de begane grond nabij de voordeur bevindt.



Figuur 6.5 Ruimtelijke inpassing warmte-unit en leidingen (rood = elektrische boiler)

Voor scenario A en B is deze technische inpassing aangehouden voor de stadsverwarmingsaansluiting. Hierbij moet bij scenario A aanvullend een elektrische boiler in de berging worden geplaatst. Deze is in de bovenstaande figuur rood gestippeld weergegeven en kan boven of onder de warmte-unit worden geplaatst.

## 6.2.2 Conceptkeuze all-electric

Voor het concept met all-electric is gekozen voor een individuele warmtepomp per woning. Hierbij zijn er grofweg twee mogelijkheden: een lucht-waterwarmtepomp of een water-waterwarmtepomp. De eerste onttrekt warmte uit de buitenlucht en de tweede onttrekt warmte uit de bodem met een bodemlus.

De warmtepomp met een bodemlus is vooral geschikt voor woningen waar ook behoefte is aan koeling. Deze koudelevering is nodig voor het in balans houden van de bodem (evenveel warmte in de bodem stoppen als dat eruit wordt gehaald). Voor het leveren van koude is een afgiftesysteem noodzakelijk dat hiervoor geschikt is. Dit zou dan gaan om vloerverwarming/-koeling. Een voordeel van een warmtepomp met bodemlus is dat deze energetisch iets beter functioneert dan een warmtepomp met een buitenunit. Een nadeel is de hogere investering van circa € 3.500,- per woning.

Voor deze woningen is gekozen voor een systeem met een lucht-waterwarmtepomp met buitenunit. Deze buitenunit kan op het dak van de woning worden geplaatst. In de woning komt de warmtepomp met een boilervat voor warm tapwater. De investering voor de warmtepomp komt op circa € 8.500,- per woning. Dit is inclusief het realiseren van een dakdoorvoer.

## 6.2.3 Afgiftesysteem en warmteverlies

### Warmteverlies

Voor deze woning is een globale warmteverliesberekening op woningniveau opgesteld. Hierbij zijn de uitgangspunten aangehouden zoals genoemd in tabel 3.1. Het warmteverlies van de woning komt op circa 4,3 kW.

De woningen zijn recent opgeleverd (medio 2013). De woningen zijn goed geïsoleerd. Het nemen van isolerende maatregelen is daarom niet logisch en biedt voor deze woningen dan ook geen mogelijkheid om het warmteverlies verder te beperken.

### Radiatoren

De woning is in de huidige situatie voorzien van radiatoren. In onderstaande tabel zijn de gegevens van deze radiatoren opgenomen.

Tabel 6.11 Radiatoren in de huidige situatie

Ruimte	Type radiator	Hoogte	Lengte	Vermogen in W bij 90/70°C
Woonkamer	22	700	960	2.407
Keuken	20	900	640	1.169
Hal	11	500	960	978
Slaapkamer 1	11	600	960	1.136
Slaapkamer 2	21	600	560	973
Slaapkamer 3	11	600	720	852
Badkamer	10	900	800	899
<b>Totaal</b>				<b>8.414</b>

Het totaal opgestelde afgiftevermogen van de radiatoren komt bij een temperatuurtraject van 90°C aanvoer en 70°C retour op 8,4 kW per woning.

### Temperatuurverlaging

Bij keuze voor stadsverwarming of all-electric zal het temperatuurtraject worden verlaagd. Voor stadsverwarming is dit 70/50°C en voor all-electric is dit 50/40°C. Vooral bij all-electric geldt dat een lager temperatuurtraject direct voordeel oplevert in het rendement van de warmteopwekking.

- Bij een aanvoertemperatuur van 70°C in plaats van 90°C daalt het afgiftevermogen van de radiatoren met circa 40%.
- Bij een aanvoertemperatuur van 50°C in plaats van 90°C daalt het afgiftevermogen van de radiatoren met circa 70%.

### Configuratie van het afgiftesysteem

In onderstaande tabel is inzicht gegeven in de verhouding tussen het afgiftevermogen en het warmteverlies bij verschillende situaties. Bij een percentage lager dan 100% is het warmteverlies hoger dan het vermogen van het afgiftesysteem. Bij lage buitentemperaturen kan dit leiden tot comfortklachten omdat de bewoners de woningen niet warm kunnen krijgen.

Tabel 6.12 Configuratie van de radiatoren

Bouwkundige maatregelen	Geen		
	90/70°C	70/50°C	50/40°C
<b>Huidige radiatoren</b>			
Huidig [% ten opzichte van benodigd vermogen]	196%	116%	63%
<b>Radiatorvervanging</b>			
Type 22 [% ten opzichte van benodigd vermogen]	317%	187%	102%
Type 33 [% ten opzichte van benodigd vermogen]	448%	264%	144%

### Conclusies naar aanleiding van de tabel

- Bij de huidige radiatoren staat er circa 200% van het benodigd vermogen opgesteld. De radiatoren zijn dus overgedimensioneerd.
- Bij een aanvoertemperatuur van 70°C is het totaal opgestelde radiatorvermogen nog toereikend om in de warmtevraag van de woning te voorzien. Aandachtspunt is wel de warmteafgifte op ruimteniveau. In de investeringen is daarom rekening gehouden met het vervangen van de radiator in de woonkamer en de keuken. Dit vormt het uitgangspunt voor scenario A en B.
- Bij een aanvoertemperatuur van 50°C is het totaal opgesteld vermogen niet toereikend om in de warmtevraag van de woningen te voorzien. Er staat circa 63% van het benodigd vermogen opgesteld. Een groot deel van de radiatoren moet dan worden vervangen voor radiatoren met meer afgiftevermogen (type 22 of type 33). In de investeringen is rekening gehouden met het vervangen van alle radiatoren. Dit vormt het uitgangspunt voor de variant met een lucht-waterwarmtepomp per woning.

### Vloerverwarming op de begane grond

Bij een concept met all-electric kan bij dit type woningen ook vloerverwarming nog worden overwogen. De aanvoertemperatuur kan dan verder naar beneden, wat het rendement van de warmteopwekker ten goede komt. De kosten voor het aanleggen van vloerverwarming op alleen de begane grond met de leidingen in de bestaande betonvloer komen op circa € 1.100,- per woning, exclusief btw. Hierbij dient men rekening te houden met veel stof en de nodige aanpassing aan de vloerafwerking. Wellicht is dit dan ook een maatregel die bij mutatie gedaan kan worden. In de investeringskosten is niet gerekend met vloerverwarming.

### Stadsverwarming op lage temperatuur

Vooralsnog is het uitgangspunt bij de keuze voor stadsverwarming een aanvoertemperatuur van 70°C. Overwogen kan nog worden om ook bij stadsverwarming de aanvoertemperatuur te verlagen naar 50°C. Hierbij moeten de radiatoren worden vervangen door laagtemperatuurradiatoren zoals bij het all-electric concept. Verder moeten er voorzieningen worden getroffen om te voldoen aan de legionellawetgeving ten aanzien van warm tapwater. Dit kan bijvoorbeeld door de woningen te voorzien van warmte-units met een elektrische boostfunctie. Wat betreft investeringen, jaarlijkse lasten en CO<sub>2</sub>-uitstoot levert de keuze voor laagtemperatuurverwarming in combinatie met stadsverwarming geen voordelen op ten opzichte van een 70°C-systeem.

Verder is het voordeel voor de stadsverwarmingsleverancier naar verwachting vrij beperkt. Omdat deze keuze voor beide partijen naar verwachting niet of nauwelijks voordelen biedt, is dit scenario niet verder doorgerekend.

## 6.3 Flatwoning na 2005 (bouwjaar 2005)

### 6.3.1 Aansluitprincipe stadsverwarming

In de huidige situatie wordt elk appartement verwarmd met een individuele combi-ketel die voorziet in ruimteverwarming en warm tapwater. Bij de aansluiting op stadsverwarming is een warmte-unit per woning het meest voor de hand liggend.

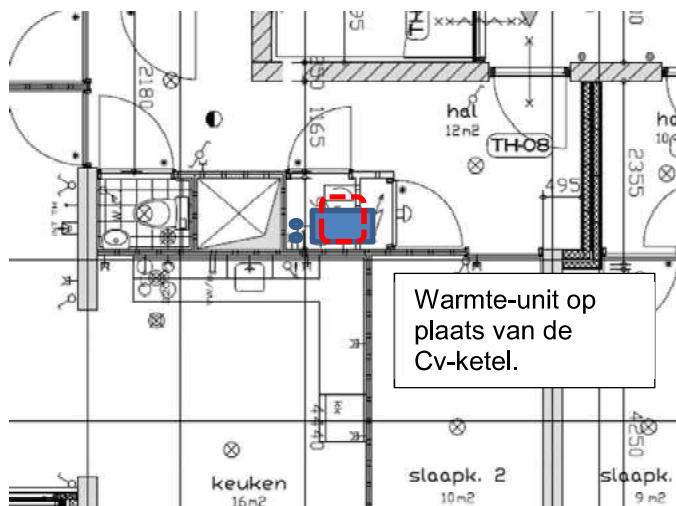
Voor het scenario met de minimale aanpak is gekozen voor een elektrische boiler. Het voordeel op de investeringen is beperkt (circa € 700,- per woning). Dit komt doordat er voor ruimteverwarming ook bij de minimale aanpak een afleverpunt per woning gerealiseerd moet worden.

Voor dit woningtype is bij de standaardaanpak (scenario B) gekozen voor een warmte-unit per woning als aansluitprincipe voor stadsverwarming.

### Technische inpassing warmte-unit

Voor wat betreft de locatie van de warmte-unit is de huidige positie van de gasketel het meest voor de hand liggend. Dit omdat daar al ruimte vrijkomt bij het verwijderen van de gasketel. Op de plaats van de centrale rookgasafvoer of in de hoek van de bergruimte kan een distributienet komen met een aansluiting per warmte-unit.



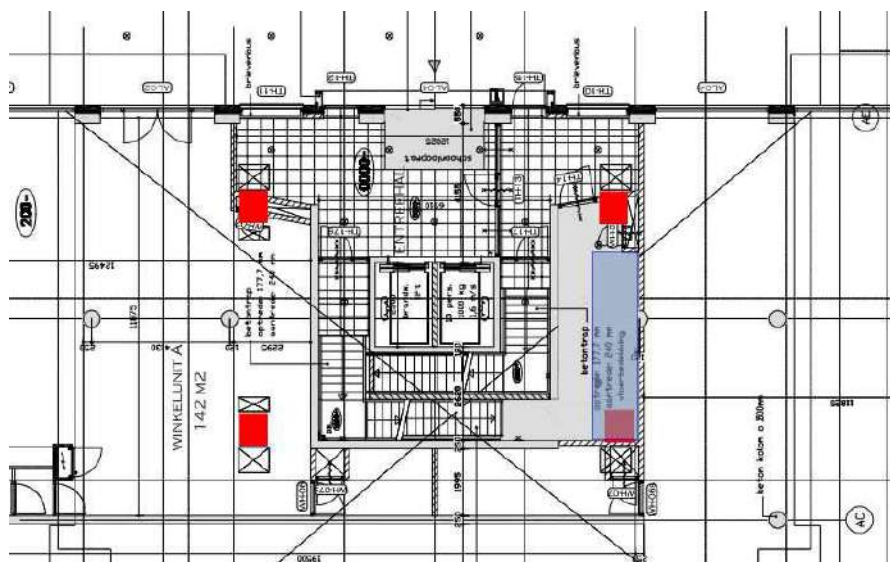


Figuur 6.6 Ruimtelijke inpassing warmte-unit en leidingen (rood = elektrische boiler)

Voor scenario A en B is deze technische inpassing aangehouden voor de stadsverwarmings-aansluiting. Waarbij bij scenario A aanvullend een elektrische boiler in de berging geplaatst moet worden deze is in bovenstaand figuur rood gestippeld weergegeven en kan boven of onder de warmte-unit worden geplaatst.

### Centrale installaties

Voor de centrale installaties (collectieve stadsverwarmingsaansluiting) zal een locatie onderin het complex gezocht moeten worden. Dit kan gaan om een ruimte in de parkeerkelder of een ruimte rondom de winkelunits of de entree op de begane grond. Op onderstaande tekening van de begane grond van het complex is met rode arcering aangegeven waar de betreffende bergingen zich bevinden. Bij keuze voor een stadsverwarmingsaansluiting komen hier de leidingen op de begane grond uit. Mogelijk kan er op de lichtblauw gearceerde locatie ruimte gemaakt worden voor een verdeler verzamelaar en distributiepompen.



Figuur 6.7 Plattegrond begane grond woontoren, bergingen en schachten van de woningen zijn rood gearceerd.

### 6.3.2 Conceptkeuze all-electric

Voor het all-electric scenario is een energieconcept aangehouden met een collectieve lucht-waterwarmtepomp die warmte levert van 50°C. Deze warmte kan rechtstreeks worden ingezet voor ruimteverwarming en met speciale warmte-units per woning ook worden gebruikt voor warm tapwater. Deze warmte-units zijn voorzien van een boosterfunctie om het warm tapwater na te verwarmen in verband met de legionellawetgeving.

Voor dit concept is een grootverbruikers elektriciteitsaansluiting nodig. Dit brengt een hoge investering met zich mee. Het afgiftesysteem voor ruimteverwarming moet worden aangepast naar laag-temperatuur-verwarming (50°C). De benodigde aanpassingen aan de radiatoren zijn in de volgende paragraaf omschreven.

De investering voor dit all-electric concept komt op circa € 10.600,- exclusief btw per woning. Dit is exclusief de aanpassingen aan het afgiftesysteem en de overstap naar elektrisch koken.

### Ruimtebeslag centrale installaties

Bij keuze voor een concept met all-electric zal er meer ruimte nodig zijn voor het opstellen van de installaties dan bij een stadsverwarmingsaansluiting. Het gaat hier om warmtepompen, buffervaten en een piekvoorziening. Voor de lucht/water warmtepomp is een locatie op het dak of in de parkeergarage noodzakelijk. Het totaal benodigd oppervlak voor de installaties komt al snel uit op een ruimte van circa 3 meter bij 6 meter. De toegankelijkheid van de ruimte is hierbij een aandachtspunt. Veelal is een dubbele deur een vereiste om de installaties te kunnen plaatsen.

## 6.3.3 Afgiftesysteem en warmteverlies

### Warmteverlies

Voor het warmteverlies van deze woningen zijn de berekeningen aangehouden zoals deze zijn aangeleverd door Woonplus en zijn opgesteld bij de bouw van het appartementencomplex. Het warmteverlies van het appartementencomplex komt uit op 8,0 kW tot 9,1 kW per woning en gemiddeld op circa 8,6 kW per woning.

De woningen zijn recent opgeleverd (medio 2005). De woningen zijn redelijk goed geïsoleerd. Het nemen van isolerende maatregelen is daarom op korte termijn niet logisch en biedt voor deze woningen dan ook geen mogelijkheid om het warmteverlies verder te beperken.

### Radiatoren

Voor het inzicht in het afgiftesysteem is voor een van de woningen een doorrekening opgesteld om het effect van laag-temperatuur-verwarming inzichtelijk te maken. Hierbij is gekozen voor de woning waarbij de radiatoren het meest kritisch gedimensioneerd zijn. Dit betreft woningtype T1 op de 1<sup>e</sup> verdieping. De woning is in de huidige situatie voorzien van zes radiatoren. In onderstaande tabel zijn de gegevens van deze radiatoren opgenomen.

Tabel 6.13 Radiatoren in de huidige situatie (woningtype T1 op 1<sup>e</sup> verdieping)

Ruimte	Vertrek-temperatuur	Warmte-verlies	Type radiator	Hoogte	Lengte	Vermogen in W bij 90/70°C
Hal	15,0	221	10	400	480	287
Woonkamer	20,0	3.651	21	500	2400	3.743
Keuken	20,0	1.830	21	500	1200	1.871
Slaapkamer 1	20,0	1.600	11	500	1600	1.616
Slaapkamer 2	20,0	1.156	11	500	1200	1.213
Badkamer	22,0	634	11	900	480	743
<b>Totaal</b>		<b>9.092</b>				<b>9.473</b>

Het totaal opgesteld afgiftevermogen van de radiatoren komt bij een temperatuurtraject van 90°C-aanvoer en 70°C-retour op 9,5 kW per woning. Het warmteverlies komt bij deze woning op 9,1 kW per woning.

### Temperatuurverlaging

Bij keuze voor stadsverwarming of all-electric zal het temperatuurtraject worden verlaagd. Voor stadsverwarming is dit 70/50°C en voor all-electric is dit 50/40°C. Vooral bij all-electric geldt dat een lager temperatuurtraject direct voordeel oplevert in het rendement van de warmteopwekking.

- Bij een aanvoertemperatuur van 70°C in plaats van 90°C daalt het afgiftevermogen van de radiatoren met circa 40%.

- Bij een aanvoertemperatuur van 50°C in plaats van 90°C daalt het afgiftevermogen van de radiatoren met circa 70%.

### Configuratie van het afgiftesysteem

In onderstaande tabel is inzicht gegeven in de verhouding tussen het afgiftevermogen en het warmteverlies bij verschillende situaties.

Tabel 6.14 Configuratie van de radiatoren

Bouwkundige maatregelen	Geen		
	90/70°C	70/50°C	50/40°C
<b>Huidige radiatoren</b>			
Huidig [% ten opzichte van benodigd vermogen]	104%	60%	32%
<b>Radiatorvervanging</b>			
Type 22 [% ten opzichte van benodigd vermogen]	158%	93%	50%
Type 33 [% ten opzichte van benodigd vermogen]	225%	133%	71%

### Conclusies naar aanleiding van de tabel

- Bij de huidige radiatoren staat er circa 100% van het benodigd vermogen opgesteld. De radiatoren zijn dus niet over-gedimensioneerd.
- Wanneer het temperatuurtraject wordt verlaagd naar 70/50°C staat er met de huidige radiatoren nog maar 60% van het benodigd vermogen opgesteld.
- Ons advies is om dit te compenseren met het plaatsen van radiatoren met meer afgiftevermogen, waarbij wordt gekozen voor type 22 en voor bijvoorbeeld de woonkamer en keuken voor type 33 radiatoren (93% - 133%). Dit vormt het uitgangspunt voor scenario A en B.
- Bij een aanvoertemperatuur van 50°C is het totaal opgesteld vermogen niet toereikend om in de warmtevraag van de woningen te voorzien. Er staat circa 32% van het benodigd vermogen opgesteld. Het vervangen van de radiatoren voor radiatoren met meer afgiftevermogen (type 22 of type 33) is niet toereikend. In de investeringen is rekening gehouden met het vervangen van alle radiatoren en het bijplaatsen van twee extra radiatoren, één in de woonkamer en één in de keuken. Dit vormt het uitgangspunt voor de all-electric variant.
- Overwogen kan nog worden om de radiatoren te voorzien van boosterventilatoren. Hierbij gelden echter dezelfde nadelen als eerdergenoemd bij het galerijflat uit 1964-1975 in paragraaf 6.1.2 van deze rapportage. Voor dit woningtype is deze optie daarom niet verder uitgewerkt.

### Stadsverwarming op lage temperatuur

Vooralsnog is het uitgangspunt bij de keuze voor stadsverwarming een aanvoertemperatuur van 70°C. Overwogen kan nog worden om ook bij stadsverwarming de aanvoertemperatuur te verlagen naar 50°C. Hierbij moeten de radiatoren worden aangepast zoals bij het all-electric concept. Verder moeten er voorzieningen worden getroffen om te voldoen aan de legionellawetgeving ten aanzien van warm tapwater. Dit kan bijvoorbeeld door de woningen te voorzien van warmte-units met een elektrische boostfunctie. Wat betreft investeringen, jaarlijkse lasten en CO<sub>2</sub>-uitstoot levert de keuze voor laagtemperatuurverwarming in combinatie met stadsverwarming geen voordelen op ten opzichte van een 70°C-systeem.

Verder is het voordeel voor de stadsverwarmingsleverancier naar verwachting vrij beperkt. Omdat deze keuze voor beide partijen naar verwachting niet of nauwelijks voordelen biedt, is dit scenario niet verder doorgerekend.

## 7 Vergelijking scenario's

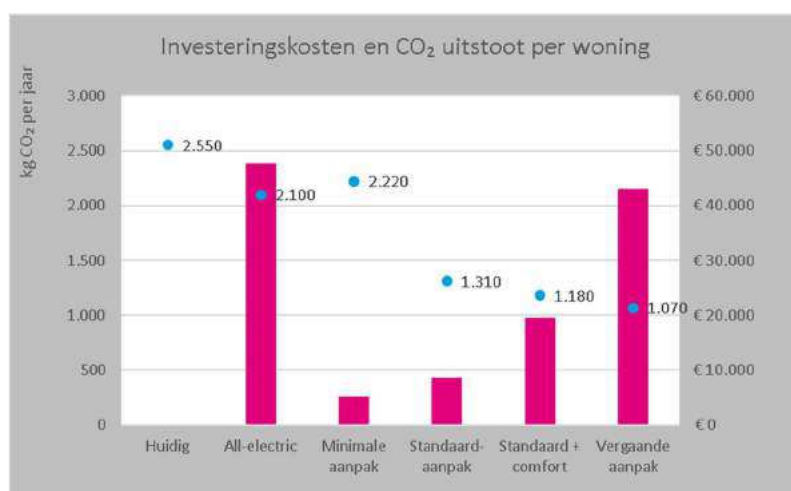
In dit hoofdstuk zijn de scenario's vergeleken met de huidige situatie en een all-electric scenario, dit is gedaan voor een gemiddelde woning in het complex.

### 7.1 Galerijflat 1965 - 1974

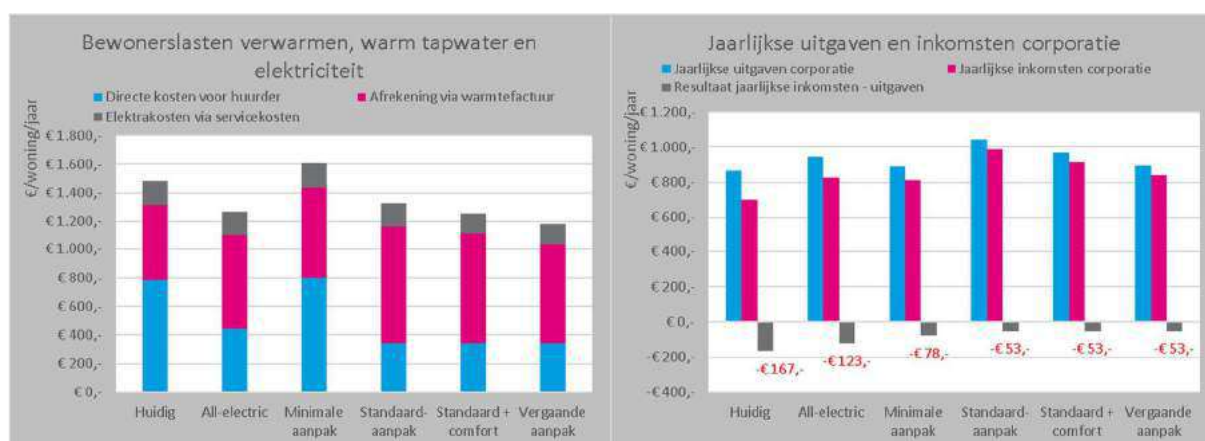
In deze paragraaf zijn de resultaten gegeven van de doorrekening van de galerijflat uit de bouwperiode 1965 tot 1974 met 7 bouwlagen.

#### Visualisatie van de resultaten

De resultaten zijn gevisualiseerd in de onderstaande figuren. De hier gegeven resultaten zijn exclusief de eventuele zonnepanelen op het complex en het vergaand isoleren van de koudebruggen. De CO<sub>2</sub>-uitstoot per woning, zoals hieronder weergegeven, is exclusief het huishoudelijk elektriciteitsverbruik van circa 2.250 kWh per jaar.



Figuur 7.1 Investeringskosten en CO<sub>2</sub>-uitstoot per woning (exclusief btw)



Figuur 7.2 Bewonerslasten en jaarlijkse uitgaven en inkomsten voor de corporatie (exclusief btw)

Op de volgende pagina is een samenvatting gegeven van de maatregelenpakketten en de bijbehorende investeringen, CO<sub>2</sub>-uitstoot en jaarlijkse lasten. In bijlage III is hier een verdere uitsplitsing van gegeven.

Project: Haalbaarheidsonderzoek referentiecomplexen aansluiten op stadsverwarming in Groenord							
Projectnummer: 17030 Opdrachtgever: Woonplus Datum: 14 november 2018		<b>Galerijflat 1965, 7 bouwlagen, 42 woningen, Jacques Urlusplein Schiedam</b>					
Scenario's	Eenheid	Huidige situatie	All-electric	A	B	B+	C
Omschrijving	-	Huidig	All-electric	Minimale aanpak	Standaard-aanpak	Standaardaanpak en comfortverbetering	Vergaande aanpak
Doelstelling	-	-	All-electric + vergaand isoleren	Lage investeringen.	Alleen installatietechnische aanpassingen.	Installatietechnische aanpassingen en beperkt isoleren	Vergaand isoleren met warmtevraag < 50 kWh th/m2.
<b>Maatregelenpakketten</b>							
<b>Isolatie</b>							
Voor- en achtergevels	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	0,35 - 1,19	5,00	0,35 - 1,19	0,35 - 1,19	0,35 - 1,20	5,00
Gevel balkon/woonkamer	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	0,35	3,50	0,35	0,35	0,35	3,50
Gevel grenzend aan trappenhuis	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	0,19	2,50	0,19	0,19	0,19	2,50
Kopgevel	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	1,69	5,00	1,69	1,69	1,69	5,00
Gevelpanelen	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	0,04 - 0,56	3,50	0,04 - 0,56	0,04 - 0,56	2,00	3,50
Vloer bergingen/woningen	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	0,15	3,50	0,15	0,15	3,50	3,50
Plat dak buitenzijde	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	2,00	6,00	2,00	2,00	2,00	6,00
Glas en kozijnen	W/m <sup>2</sup> K (U)	5,10 - 2,90	1,20	5,10 - 2,90	5,10 - 2,90	1,80	1,20
Buitendeur	W/m <sup>2</sup> K (U)	3,40	1,60	3,40	3,40	2,00	1,60
<b>Ventilatie en kierdichting</b>							
Kierdichting (theoretische waarde)	dm <sup>3</sup> /s/m <sup>2</sup>	3,01	1,20	3,01	3,01	3,01	1,20
Ventilatiesysteem	-	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met tijdssturing	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met CO <sub>2</sub> sturing	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met tijdssturing	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met tijdssturing	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met CO <sub>2</sub> sturing	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met CO <sub>2</sub> sturing
<b>Warmteopwekking en afgifte</b>							
Warmteopwekking	-	Collectieve blokverwarming met gasketels.	Collectieve lucht/water warmtepomp	Stadsverwarming aansluiting (collectief)	Stadsverwarming aansluiting (collectief)	Stadsverwarming aansluiting (collectief)	Stadsverwarming aansluiting (collectief)
Distributienet	-	Strangen aan de gevels	Nieuw distributienet	Bestaand handhaven	Nieuw distributienet	Nieuw distributienet	Nieuw distributienet
Warmteafgifte	-	Huidige radiatoren, aanvoertemperatuur 90°C	Nieuw vergrootte radiatoren, aanvoertemperatuur 50°C	Nieuw vergrootte radiatoren, aanvoertemperatuur 70°C	Nieuw vergrootte radiatoren, aanvoertemperatuur 70°C	Nieuw vergrootte radiatoren, aanvoertemperatuur 70°C	Nieuw vergrootte radiatoren, aanvoertemperatuur 50°C
Warmtapwater	-	Keukengeiser per woning	Warmte-unit met tapwater booster per woning	Elektrische boiler per woning.	Warmte-unit per woning	Warmte-unit per woning	Warmte-unit per woning
Koken	-	Koken op gas	Elektrisch koken	Elektrisch koken	Elektrisch koken	Elektrisch koken	Elektrische koken
<b>Investeringskosten (exclusief btw)</b>							
Verwarmen, ventileren en elektrisch koken	€	€ 0	€ 15.500	€ 5.200	€ 8.700	€ 10.900	€ 10.900
Isolatiemaatregelen	€	€ 0	€ 32.200	€ 0	€ 0	€ 8.700	€ 32.200
Overige bouw kundige maatregelen	€	PM	PM	PM	PM	PM	PM
<b>Totaal investeringen</b>	€	€ 0	€ 47.700	€ 5.200	€ 8.700	€ 19.600	€ 43.100
Meerinvestering bij isoleren koudebruggen	€	€ 0	€ 8.800	€ 0	€ 0	€ 0	€ 8.800
<b>Energiegebruik en CO<sub>2</sub> uitstoot</b>							
Warmteverbruik vanuit stadsverwarming	GJ/woning	0,0	0,0	23,0	30,9	27,6	23,4
Gasverbruik	m <sup>3</sup> /woning	1.155	0	0	0	0	0
Elektraverbruik gebouw gebonden	kWh/woning	870	3.718	2.888	940	853	853
Elektraverbruik huishoudelijk (steipost)	kWh/woning	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250
<b>CO<sub>2</sub> uitstoot (excl. huishoudelijk verbruik)</b>	kg/jaar	2.550	2.100	2.220	1.310	1.180	1.070
CO <sub>2</sub> reductie	%	0%	18%	13%	49%	54%	58%
<b>Totale jaarlijkse kosten voor verwarmen, warm tapwater en ventileren (exclusief btw)</b>							
Onderhoud en instandhoudingskosten	€/woning	€ 277	€ 495	€ 238	€ 128	€ 128	€ 128
Energiekosten	€/woning	€ 1.314	€ 853	€ 1.391	€ 1.211	€ 1.139	€ 1.063
Overige kosten	€/woning	€ 59	€ 41	€ 59	€ 41	€ 41	€ 41
<b>Integrale jaarlijkse lasten (exclusief btw)</b>	€/woning	€ 1.650	€ 1.390	€ 1.688	€ 1.381	€ 1.308	€ 1.233
<b>Jaarlijkse bewonerslasten voor verwarmen, warm tapwater en elektriciteit (exclusief btw)</b>							
Directe kosten voor huurder	€/woning	€ 784	€ 443	€ 799	€ 340	€ 340	€ 340
Afrekening via warmtefactuur	€/woning	€ 526	€ 651	€ 639	€ 825	€ 767	€ 691
Elektrakosten via servicekosten	€/woning	€ 172	€ 173	€ 172	€ 163	€ 148	€ 148
<b>Bewonerslasten</b>	€/woning	€ 1.483	€ 1.267	€ 1.610	€ 1.327	€ 1.255	€ 1.179
<b>Jaarlijkse uitgaven en inkomsten voor Woonplus (exclusief btw)</b>							
Onderhoud en instandhouding	€/woning	€ 167	€ 495	€ 78	€ 128	€ 128	€ 128
Energiekosten	€/woning	€ 639	€ 409	€ 752	€ 872	€ 799	€ 724
Overige kosten	€/woning	€ 59	€ 41	€ 59	€ 41	€ 41	€ 41
<b>Jaarlijkse uitgaven corporatie</b>	€/woning	€ 866	€ 946	€ 889	€ 1.041	€ 968	€ 893
Inkomsten warmtefactuur en servicekosten (elektra)	€/woning	€ 699	€ 823	€ 811	€ 987	€ 915	€ 839
<b>Resultaat jaarlijkse inkomsten - uitgaven</b>	€/woning	<b>-€ 167</b>	<b>-€ 123</b>	<b>-€ 78</b>	<b>-€ 53</b>	<b>-€ 53</b>	<b>-€ 53</b>
Dit resultaat dient gedekt te worden vanuit de algemene huurinkomsten.							
Rentelasten bij 3,6% rente over de investering	€/woning	€ 0	€ 1.720	€ 190	€ 310	€ 700	€ 1.550
De rentelasten zijn ter informatie weergegeven en verder niet meegenomen in de bovenstaande berekeningen.							

### All-electric

Voor het all-electric scenario is een energieconcept aangehouden met een collectieve lucht-waterwarmtepomp die warmte levert van 50°C. Deze warmte kan rechtstreeks worden ingezet voor ruimteverwarming en met speciale warmte-units per woning ook worden gebruikt voor warm tapwater. Deze warmte-units zijn voorzien van een boosterfunctie om het warm tapwater na te verwarmen in verband met de legionellawetgeving. Voor dit concept is een kleine grootverbruikers elektriciteitsaansluiting nodig. Dit brengt een hoge investering met zich mee. Verder zijn vergaande isolatiemaatregelen nodig omdat er voor de inzet van warmtepompen laagtemperatuurverwarming is vereist. De belangrijkste conclusies bij deze referentie zijn de volgende.

- De totale investering voor dit concept komt op circa € 47.700,- per woning, exclusief btw.
- De CO<sub>2</sub>-uitstoot bij het all-electric concept is slechts 18% lager dan de huidige situatie door het hoge elektriciteitsverbruik en de relatief hoge uitstoot per kWh elektriciteit.
- De totale jaarlijkse lasten (los van wie wat betaalt) komen circa € 260,- lager uit dan in de huidige situatie. Dit is exclusief de rentekosten van de investering. Deze rentekosten bedragen circa € 1.720,- per jaar bij een rente van 3,6%.

### Uitgangspunten/opmerkingen bij de samenvattende tabel

- Voor de onderhoud en instandhoudingskosten zijn de kosten uit de vastgoedwijzer exploitatiekosten van 2018 aangehouden. Voor de situatie met stadsverwarming zijn geen kosten opgenomen in deze vastgoedwijzer. Voor deze kosten (onderhoud en instandhouding cv-net en warmte-unit) is door DWA een inschatting gemaakt.
- Ook voor de onderhoud- en instandhoudingskosten bij het concept all-electric is door DWA een inschatting gemaakt.
- De afsluitkosten voor de individuele gasaansluitingen bedragen voor bovengrondse aansluitingen bij Stedin € 125,51 per woning, exclusief btw. Deze post is bijgevoegd in de berekeningen.
- Overige kosten voor het stopzetten van de gaslevering zijn niet meegenomen. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om een eventuele opzegvergoeding van de leveringscontracten en het afsluiten van de collectieve gasaansluiting.
- De jaarlijkse uitgaven en inkomsten van de corporatie zijn inclusief de onderhoudskosten van de ventilatievoorziening en de verwarmingsinstallatie. Een deel van deze kosten valt echter onder de algemene huurkosten en niet onder de warmteafrekening of de servicekosten. In de beoordeling van het resultaat tussen uitgaven en inkomsten dient dat te worden meegewogen.
- De warmteafrekening bij scenario A is conform de afrekenstructuur van de huidige situatie.
- De kosten voor het opstellen van de warmteafrekening door Woonplus in de scenario's met individuele GJ-meters is door DWA ingeschat op ████████ per woning per jaar, exclusief btw.
- Alle genoemde bedragen in de samenvattende tabel zijn exclusief btw.

Voor het specifiek onderzochte complex geldt dat de mechanische ventilatie is afgeschreven en moet worden vervangen. Met het einddoel maximale CO<sub>2</sub>-reductie vervangen we deze door CO<sub>2</sub>-gestuurde ventilatie. Deze ingreep is een gevolg vanuit noodzakelijk onderhoud en niet vanuit aansluiting op het warmtenet. Om die reden is dit niet opgenomen in de investeringskosten in scenario B. Bij het all-electric scenario en scenario B+ en C is deze maatregel wel meegenomen.

### Conclusies ten aanzien van galerijflat 1965

#### 1 Scenario A minimale aanpak

- a De minimale investering om aan te sluiten op stadsverwarming is circa € 5.200,- per woning.
- b De CO<sub>2</sub>-reductie die gerealiseerd wordt door aan te sluiten op stadsverwarming komt uit op 13%. Dit is relatief beperkt doordat de CO<sub>2</sub>-reductie voor een deel 'tenietgedaan' wordt door de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het elektraverbruik van de elektrische boiler.
- c De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) komen in dit scenario circa € 40,- per jaar hoger uit dan de huidige situatie.
- d Voor de bewoner nemen de kosten met circa € 130,- toe ten opzichte van de huidige situatie.
- e Voor de corporatie verbetert het verschil tussen uitgaven en inkomsten met circa € 90,- ten opzichte van de huidige situatie.

## 2 Scenario B standaardaanpak

- a Met alleen installatietechnische maatregelen is het mogelijk om aan te sluiten op het stadsverwarmingssysteem met een aanvoertemperatuur van 70°C. De investering voor dit scenario bedraagt circa € 8.700,- per woning.
- b De CO<sub>2</sub>-reductie is circa 49% ten opzichte van de huidige situatie.
- c De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) nemen in dit scenario met circa € 270,- per jaar af ten opzichte van de huidige situatie.
- d Voor de bewoner nemen de kosten met circa € 160,- af ten opzichte van de huidige situatie.
- e Voor de corporatie verbetert het verschil tussen uitgaven en inkomsten met circa € 110,- ten opzichte van de huidige situatie.

## 3 Scenario B+ standaardaanpak met comfortverbetering

- a De investeringen voor dit scenario komen op € 19.600,-, exclusief btw per gemiddelde woning. Dit is inclusief de, bij scenario B+ genoemde maatregelen, om het risico op oppervlaktecondensatie te beperken.
- b De CO<sub>2</sub>-reductie is circa 54% ten opzichte van de huidige situatie.
- c De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) nemen in dit scenario met circa € 340,- per jaar af ten opzichte van de huidige situatie.
- d Voor de bewoner nemen de kosten met circa € 230,- af ten opzichte van de huidige situatie.
- e Voor de corporatie verbetert het verschil tussen uitgaven en inkomsten met circa € 110,- ten opzichte van de huidige situatie.
- f De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) zijn bij keuze voor scenario B+ circa € 80,- per woning per jaar lager dan in de situatie met een all-electric concept.

## 4 Scenario C vergaande aanpak

- a De investeringen in het scenario met de vergaande aanpak zijn erg hoog. Dit komt doordat vergaande maatregelen nodig zijn om de warmtevraag te reduceren naar 50 kWh (th)/m<sup>2</sup> en voldoende afgiftevermogen te kunnen leveren bij een aanvoertemperatuur van 50°C.
- b De CO<sub>2</sub>-reductie van de vergaande aanpak ten opzichte van scenario B en B+ is beperkt. De vergaande aanpak reduceert de warmtevraag voor ruimteverwarming. Deze warmtelevering is echter relatief duurzaam met een beperkte CO<sub>2</sub>-uitstoot.
- c De CO<sub>2</sub>-reductie is circa 58% ten opzichte van de huidige situatie.
- d De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) nemen in dit scenario met circa € 420,- per jaar af ten opzichte van de huidige situatie.
- e Voor de bewoner nemen de kosten met circa € 310,- af ten opzichte van de huidige situatie.
- f Voor de corporatie verbetert het verschil tussen uitgaven en inkomsten met circa € 110,- ten opzichte van de huidige situatie.
- g De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) zijn bij keuze voor scenario C circa € 160,- per woning per jaar lager dan in de situatie met een all-electric concept.

## Zonnepanelen

In de tabel op de volgende pagina is de maximale CO<sub>2</sub>-reductie die met zonnepanelen behaald kan worden weergegeven. Verder zijn de hierbij behorende investeringen en jaarlijkse lasten bepaald. Deze kosten en opbrengsten zijn niet meegenomen in de samenvattende overzichten zoals hiervoor weergegeven.

Tabel 7.1 Zonnepanelen (bedragen zijn exclusief btw)

Item	Waarde	Toelichting
Beschikbaar dakoppervlak	500 m <sup>2</sup>	
Zonnepanelen	250 m <sup>2</sup>	In de praktijk blijkt maximaal 50% tot 65% van het dakoppervlak in te zetten als zon-pv oppervlak, uitgangspunt hier is 50%
Zonnepanelen per woning	5,9 m <sup>2</sup> per woning	
Jaarlijkse opbrengst	885 kWh per woning	
Elektriciteitsverbruik op de CVZ	830 kWh per woning	
Jaarlijkse opbrengst zonnepanelen	€ 105,- per woning	830 kWh met € 0,123 per kWh 55 kWh met € 0,049 per kWh
Investering zonnepanelen	€ 1.150,- per woning	Exclusief het aanpassen van de collectieve elektriciteitsaansluiting
Eenvoudige terugverdientijd	11 jaar	
CO <sub>2</sub> -reductie	500 kg per jaar	

In de onderstaande tabel is per scenario het effect van het toevoegen van zonnepanelen weergegeven.

Tabel 7.2 Effect zonnepanelen per scenario

Zonnepanelen	Eenheid	Referentie	A	B	B+	C
Omschrijving	-	All-electric + zonnepanelen	Minimale aanpak + zonnepanelen	Standaard-aanpak + zonnepanelen	Standaard + comfort + zonnepanelen	Vergaande aanpak + zonnepanelen
Maximaal oppervlakte aan zonnepanelen per woning	m <sup>2</sup> /woning	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
Investering zonnepanelen	€/woning	€ 1.150,-	€ 1.150,-	€ 1.150,-	€ 1.150,-	€ 1.150,-
Jaarlijkse opbrengst zonnepanelen	€/woning	€ 105,-	€ 105,-	€ 105,-	€ 105,-	€ 105,-
Totale CO <sub>2</sub> -reductie inclusief zonnepanelen	kg/woning	950	830	1.740	1.870	1.980
Totale CO <sub>2</sub> -reductie inclusief zonnepanelen	%	37%	33%	68%	73%	78%

In de huidige situatie is met de plaatsing van zonnepanelen een CO<sub>2</sub>-reductie te realiseren van circa 500 kg, die overeenkomt met 20%. Bij combinaties met het referentiescenario (all-electric) of de scenario's met stadsverwarming is een reductie van 33% tot 78% te realiseren. De investering voor de zonnepanelen komt op circa € 1.150,- per woning, exclusief btw.

Een aandachtspunt is de aansluitcapaciteit van de collectieve elektriciteitsaansluiting. Het complex aan het Jacques Urlusplein heeft een elektriciteitsaansluiting van 3 x 35 A (factuur Eneco). Het maximale vermogen voor deze aansluiting is daarmee circa 24,1 kW. Op basis van deze aansluitcapaciteit kan er maximaal 3,25 m<sup>2</sup> zonnepaneel per woning worden geplaatst. Deze aansluiting zal verzaamd moeten worden of een deel van de zonnepanelen zal achter de meter van de woningaansluiting moeten worden aangesloten. Deze verdere afweging behoort niet tot de scope van dit onderzoek.

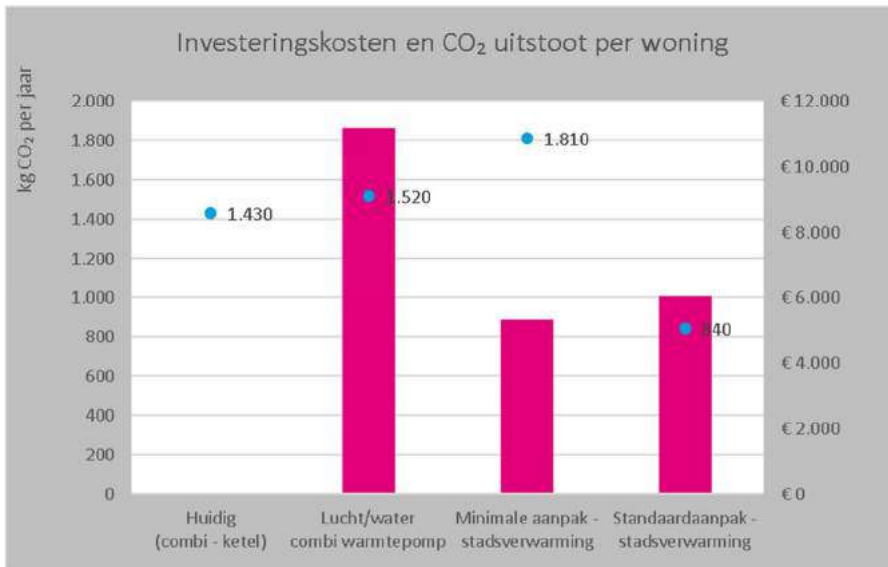


## 7.2 Rijwoning na 2005 (bouwjaar 2013)

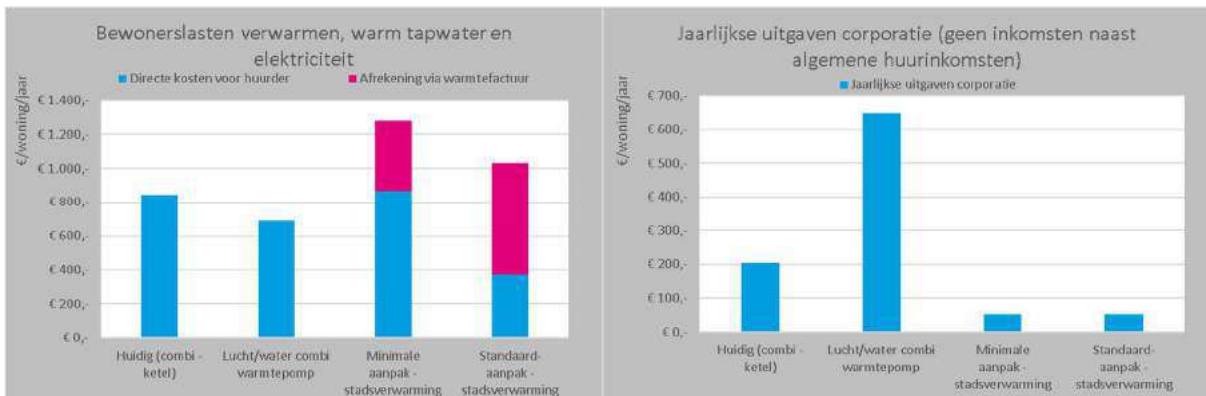
In deze paragraaf zijn de resultaten gegeven van de doorrekening van de rijwoning uit de bouwperiode na 2005 met twee verdiepingen en een plat dak.

### Visualisatie van de resultaten

De resultaten van de doorrekening zijn gevisualiseerd in de onderstaande figuren. De hier gegeven resultaten zijn exclusief de eventuele zonnepanelen op de woning. De CO<sub>2</sub>-uitstoot per woning, zoals hieronder weergegeven, is exclusief het huishoudelijk elektriciteitsverbruik van circa 1.900 kWh per jaar.



Figuur 7.3 Investeringskosten en CO<sub>2</sub>-uitstoot per woning (exclusief btw)



Figuur 7.4 Bewonerslasten en jaarlijkse uitgaven voor de corporatie (exclusief btw)

Op de volgende pagina is een samenvatting gegeven van de maatregelpakketten en de bijbehorende investeringen, CO<sub>2</sub>-uitstoot en jaarlijkse lasten. In bijlage III is hier een verdere uitsplitsing van gegeven.

Project: Haalbaarheidsonderzoek referentiecomplexen aansluiten op stadsverwarming in Groenord						Dwa
Projectnummer: 17030		Rijwoning 2013, Notenbalk, Schiedam				
Opdrachtgever: Woonplus						
Datum: 13 november 2018						
Scenario's	Eenheid	Huidige situatie	All-electric	A	B	
Omschrijving	-	Huidig (combi - ketel)	Lucht/water combi warmtepomp	Minimale aanpak - stadsverwarming	Standaardaanpak - stadsverwarming	
Doelstelling	-	-	All-electric	Lage investeringen	Aleen installatie-technische aanpassingen	
<b>Maatregelenpakketten</b>						
<b>Isolatie</b>						
Voor- en achtergevels	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Kopgevel	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Vloer kruipruimte	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Plat dak	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Paneelconstructie	W/m <sup>2</sup> K (U)	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
Glas en kozijnen	W/m <sup>2</sup> K (U)	1,28 - 1,46	1,28 - 1,46	1,28 - 1,46	1,28 - 1,46	1,28 - 1,46
Buitendeur	W/m <sup>2</sup> K (U)	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
<b>Ventilatie en kierdichting</b>						
Kierdichting (theoretische waarde)	dm <sup>3</sup> /s/m <sup>2</sup>	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Ventilatiesysteem	-	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met tijdssturing	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met tijdssturing	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met tijdssturing	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met tijdssturing	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met tijdssturing
<b>Warmteopwekking en afgifte</b>						
Warmteopwekking	-	Individuele HR combi-ketel (Intergas HRE 28-24)	Individuele lucht/water warmtepomp	Stadsverwarmings-aansluiting per woning	Stadsverwarmings-aansluiting per woning	
Warmteafgifte	-	HT radiatoren, aanvoertemperatuur 90°C	Nieuwe vergrootte radiatoren, aanvoertemperatuur 50°C	Beperkt aantal radiatoren vervangen, aanvoertemperatuur 70°C	Beperkt aantal radiatoren vervangen, aanvoertemperatuur 70°C	
Warmtapwater	-	Individuele HR combi-ketel (Intergas HRE 28-24)	Voorraadvat per woning tbv warmtepomp	Elektrische boiler	Warmte-unit per woning	
Koken	-	Koken op gas	Elektrisch koken	Elektrisch koken	Elektrisch koken	
<b>Investeringskosten (exclusief btw)</b>						
Verwarmen, ventileren en elektrisch koken	€	€ 0	€ 11.200	€ 5.300	€ 6.000	
Isolatiemaatregelen	€	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	
Overige bouw kundige maatregelen	€	PM	PM	PM	PM	
<b>Totaal investeringen</b>	<b>€</b>	<b>€ 0</b>	<b>€ 11.200</b>	<b>€ 5.300</b>	<b>€ 6.000</b>	
<b>Energiegebruik en CO<sub>2</sub> uitstoot</b>						
Warmteverbruik vanuit stadsverwarming	GJ/woning	0,0	0,0	10,0	16,5	
Gasverbruik	m <sup>3</sup> /woning	630	0	0	0	
Elektraverbruik gebouw gebonden	kWh/woning	550	2.679	2.756	750	
Elektraverbruik huishoudelijk (stelpost)	kWh/woning	1.900	1.900	1.900	1.900	
<b>CO<sub>2</sub> uitstoot (excl. huishoudelijk verbruik)</b>	<b>kg/jaar</b>	<b>1.430</b>	<b>1.520</b>	<b>1.810</b>	<b>840</b>	
CO <sub>2</sub> reductie	%	0%	-6%	-27%	41%	
<b>Totale jaarlijkse kosten voor verwarmen, warm tapwater en ventileren (exclusief btw)</b>						
Onderhoud en instandhoudingskosten	€/woning	€ 203	€ 648	€ 213	€ 53	
Energiekosten	€/woning	€ 841	€ 690	€ 1.120	€ 1.030	
Overige kosten	€/woning	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	
<b>Integrale jaarlijkse lasten (exclusief btw)</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 1.045</b>	<b>€ 1.338</b>	<b>€ 1.333</b>	<b>€ 1.083</b>	
<b>Jaarlijkse bewonerslasten voor verwarmen, warm tapwater en elektriciteit (exclusief btw)</b>						
Directe kosten voor huurder	€/woning	€ 841	€ 690	€ 863	€ 373	
Afrekening via warmtefactuur	€/woning	€ 0	€ 0	€ 417	€ 657	
<b>Bewonerslasten</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 841</b>	<b>€ 690</b>	<b>€ 1.280</b>	<b>€ 1.030</b>	
Voordeel zon PV als 100% voor bewoner	€/woning	€ 473	€ 632	€ 632	€ 496	
<b>Bewonerslasten inclusief voordeel zon PV</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 368</b>	<b>€ 58</b>	<b>€ 648</b>	<b>€ 534</b>	
<b>Jaarlijkse uitgaven en inkomsten voor Woonplus (exclusief btw)</b>						
Onderhoud en instandhouding	€/woning	€ 203	€ 648	€ 53	€ 53	
Energiekosten	€/woning	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	
Overige kosten	€/woning	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	
<b>Jaarlijkse uitgaven corporatie</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 203</b>	<b>€ 648</b>	<b>€ 53</b>	<b>€ 53</b>	
Inkomsten warmtefactuur en servicekosten (elektra)	€/woning	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	
<b>Resultaat jaarlijkse inkomsten - uitgaven</b>	<b>€/woning</b>	<b>-€ 203</b>	<b>-€ 648</b>	<b>-€ 53</b>	<b>-€ 53</b>	
Dit resultaat dient gedekt te worden vanuit de algemene huurinkomsten.						
Rentelasten bij 3,6% rente over de investering	€/woning	€ 0	€ 400	€ 190	€ 220	
De rentelasten zijn ter informatie weergegeven en verder niet meegenomen in de bovenstaande berekeningen.						

### All-electric

De belangrijkste conclusies bij deze referentiewoning zijn de volgende.

- De totale investering voor dit concept komt op circa € 11.200,- per woning, exclusief btw en exclusief het voordeel van de ISDE-subsidie (circa € 1.800,-).
- De CO<sub>2</sub>-uitstoot bij het all-electric concept is 6% hoger dan de huidige situatie door het hoge elektriciteitsverbruik en de relatief hoge uitstoot per kWh elektriciteit.
- De totale jaarlijkse lasten (los van wie wat betaalt) komen circa € 290,- hoger uit dan in de huidige situatie. Dit is exclusief de rentekosten van de investering. Deze rentekosten bedragen circa € 400,- per jaar bij een rente van 3,6%.

### Uitgangspunten/opmerkingen bij de samenvattende tabel

- Voor de onderhouds- en instandhoudingskosten zijn de kosten uit de vastgoedwijzer exploitatiekosten van 2018 aangehouden.
- De afsluitkosten voor de individuele gasaansluitingen bedragen voor ondergrondse aansluitingen bij Stedin circa € 530,- per woning, exclusief btw. Deze post is bijgevoegd in de berekeningen.
- Overige kosten voor het stopzetten van de gaslevering zijn niet meegenomen. Het gaat hierbij om een eventuele opzegvergoeding van de leveringscontracten.
- De jaarlijkse uitgaven en inkomsten van de corporatie zijn inclusief de onderhoudskosten van de ventilatievoorziening en de verwarmingsinstallatie. Een deel van deze kosten valt echter onder de algemene huurkosten en niet onder de warmteafrekening of de servicekosten. In de beoordeling van het resultaat tussen uitgaven en inkomsten dient dat te worden meegewogen.
- Verondersteld is dat de warmteafrekening bij scenario A en B niet via de corporatie wordt gedaan maar rechtstreeks door de warmteleverancier. Voor de investeringen is als **demarcatie** het punt van binnenkomst van de leidingen vanuit de straat aangehouden.
- Voor scenario A is gerekend met een lager vastrecht warmte omdat er vanuit de stadsverwarmingsaansluiting geen warm tapwater wordt geleverd. Het vastrecht warmte is vastgesteld op ██████ per woning per jaar, exclusief btw (ten opzichte van circa ██████ per woning per jaar, exclusief btw).
- Alle genoemde bedragen in de samenvattende tabel zijn exclusief btw.

### Conclusies ten aanzien van rijwoning na 2005

#### 1 Scenario A: minimale aanpak

- a De minimale investering om aan te sluiten op stadsverwarming is circa € 5.300,- per woning.
- b Door de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het elektraverbruik van de elektrische boiler is de CO<sub>2</sub>-uitstoot bij dit scenario hoger dan in de huidige situatie (27% hoger).
- c De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) komen in dit scenario circa € 290,- per jaar hoger uit dan in de huidige situatie.
- d Voor de bewoner nemen de kosten met circa € 440,- toe ten opzichte van de huidige situatie.
- e Voor de corporatie verbetert het verschil tussen uitgaven en inkomsten met circa € 150,- ten opzichte van de huidige situatie.
- f De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) zijn in dit scenario min of meer gelijk aan de situatie met een individuele lucht-waterwarmtepomp.

#### 2 Scenario B: standaard aanpak

- a Met alleen installatietechnische maatregelen is het mogelijk aan te sluiten op het stadsverwarmingssysteem met een aanvoertemperatuur van 70°C. De investering voor dit scenario bedraagt circa € 6.000,- per woning.
- b De CO<sub>2</sub>-reductie is circa 41% ten opzichte van de huidige situatie.
- c De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) komen in dit scenario circa € 40,- per jaar hoger uit dan in de huidige situatie.
- d Voor de bewoner nemen de kosten met circa € 190,- toe ten opzichte van de huidige situatie.
- e Voor de corporatie verbetert het verschil tussen uitgaven en inkomsten met circa € 150,- ten opzichte van de huidige situatie. Dit komt doordat de kosten voor het onderhoud en de instandhouding van de verwarmingsinstallatie nu rechtstreeks bij de bewoner terechtkomen via het vastrecht warmte. In de huidige situatie worden deze kosten door de corporatie betaald als onderhoud en instandhouding van de individuele gasketel.
- f De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) komen in dit scenario circa € 260,- per jaar lager uit dan in de situatie van een individuele lucht-waterwarmtepomp.

Gezien de goede bouwkundige staat van de woningen zijn scenario B+: 'Comfortverbetering' en scenario C: 'Vergaande aanpak' voor dit woningtype niet doorgerekend.

### Zonnepanelen

In de onderstaande tabel is de maximale CO<sub>2</sub>-reductie die met zonnepanelen kan worden behaald, weergegeven. Verder zijn de hierbij behorende investeringen en jaarlijkse lasten bepaald. Deze kosten en opbrengsten zijn niet meegenomen in de samenvattende overzichten zoals hiervoor weergegeven. Dit is gedaan omdat de keuze voor zonnepanelen los staat van de keuze tussen de eerdergenoemde scenario's.

Tabel 7.3 Zonnepanelen (bedragen zijn exclusief btw)

Item	Waarde	Toelichting
Zonnepanelen per woning	25,6 m <sup>2</sup> per woning	Op het dak is ruimte voor ongeveer 16 panelen van 1,6 m <sup>2</sup>
Jaarlijkse opbrengst	3.840 kWh per woning	
Jaarlijkse opbrengst zonnepanelen	Afhankelijk van het elektraverbruik en daarmee afhankelijk van het gekozen scenario	Bepaald in onderstaande tabel
Investering zonnepanelen	€ 4.900,- per woning	
CO <sub>2</sub> -reductie	2.170 kg per jaar	

In de onderstaande tabel is per scenario het effect van het toevoegen van zonnepanelen weergegeven.

Tabel 7.4 Effect zonnepanelen per scenario

Zonnepanelen	Eenheid	Huidige situatie	Referentie	A	B
Omschrijving	-	Combi-ketel + zonnepanelen	All-electric + zonnepanelen	Minimale aanpak + zonnepanelen	Standaardaanpak + zonnepanelen
Maximaal oppervlakte aan zonnepanelen per woning	m <sup>2</sup> /woning	25,6 m <sup>2</sup>	25,6 m <sup>2</sup>	25,6 m <sup>2</sup>	25,6 m <sup>2</sup>
Investering zonnepanelen	€/woning	€ 4.900,-	€ 4.900,-	€ 4.900,-	€ 4.900,-
Jaarlijkse opbrengst zonnepanelen (*)	€/woning	€ 470,-	€ 630,-	€ 630,-	€ 500,-
Eenvoudige terugverdientijd	Jaren	10,4	7,8	7,8	9,9
Totale CO <sub>2</sub> -reductie inclusief zonnepanelen	kg/woning	2.170	2.080	1.790	2.760
Totale CO <sub>2</sub> -reductie inclusief zonnepanelen	%	152%	145%	125%	193%

\* De jaarlijkse opbrengst is afhankelijk van het elektriciteitsverbruik. Het elektriciteitsverbruik varieert per scenario. Als de opbrengst van de zonnepanelen hoger is dan het elektriciteitsverbruik van de woning is er gerekend met een teruglevergoeding van € 0,05 per kWh.

In de huidige situatie is met de plaatsing van zonnepanelen een CO<sub>2</sub>-reductie te realiseren van circa 2.170 kg, die overeenkomt met 152% van de huidige CO<sub>2</sub>-uitstoot van het gebouwgebonden energiegebruik. Bij combinaties met het referentiescenario (all-electric) of de scenario's met stadsverwarming is een reductie van 125% tot 193% te realiseren. De investering voor de zonnepanelen komt op circa € 4.900,- per woning, exclusief btw.

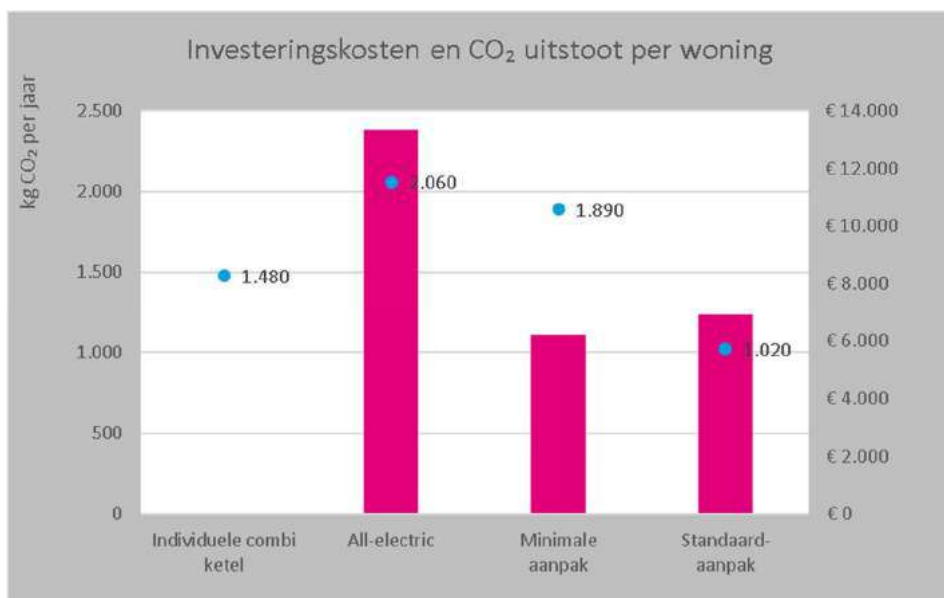
Bij de in de bovenstaande tabel berekende terugverdientijd is als uitgangspunt aangehouden dat de inkomsten van de opgewekte elektriciteit geheel ten goede komen aan degene die in de zonnepanelen investeert. Bij huurwoningen is dat echter niet altijd het geval omdat de corporatie investeert en de bewoner de opbrengsten int door een lagere energierekening. De corporatie kan er dan voor kiezen om via een vast bedrag per maand de investering terug te verdienen. Vaak heeft de bewoner dan echter ook een voordeel waardoor de terugverdientijd voor de corporatie langer wordt.

### 7.3 Flatwoning na 2005 (bouwjaar 2005)

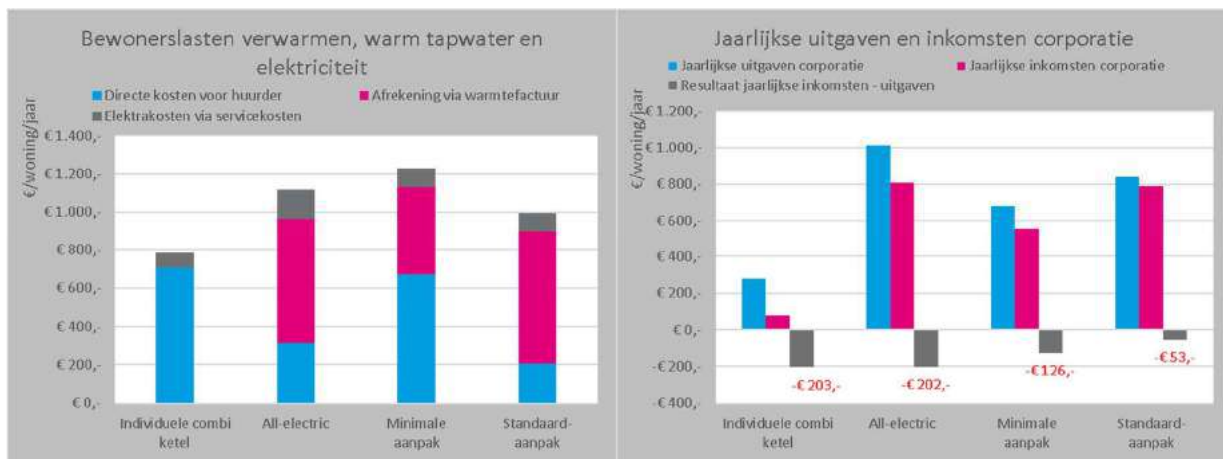
In deze paragraaf zijn de resultaten gegeven van de doorrekening van de flatwoning uit de bouwperiode na 2005.

#### Visualisatie van de resultaten

De resultaten zijn gevisualiseerd in de onderstaande figuren. De hier gegeven resultaten zijn exclusief de eventuele zonnepanelen op de woning. De CO<sub>2</sub>-uitstoot per woning, zoals hieronder weergegeven, is exclusief het huishoudelijk elektriciteitsverbruik van circa 1.440 kWh per jaar.



Figuur 7.5 Investeringskosten en CO<sub>2</sub>-uitstoot per woning (exclusief btw)



Figuur 7.6 Bewonerslasten en jaarlijkse uitgaven voor de corporatie (exclusief btw)

Op de volgende pagina is een samenvatting gegeven van de maatregelpakketten en de bijbehorende investeringen, CO<sub>2</sub>-uitstoot en jaarlijkse lasten. In bijlage III is hier een verdere uitsplitsing van gegeven.

Project: Haalbaarheidsonderzoek referentiecomplexen aansluiten op stadsverwarming in Groenord					
Projectnummer: 17030					
Opdrachtgever: Woonplus		Flatwoning 2005, 13 woonlagen, 52 woningen, Contrabas, Schiedam			
Datum: 13 november 2018					
Scenario's	Eenheid	Huidige situatie	All-electric	A	B
Onschrijving	-	Individuele combi ketel	All-electric + LT radiatoren	Minimale aanpak	Standaard-aanpak
Doelstelling	-	-	All-electric	Lage investeringen	Alleen installatie-technische aanpassingen
<b>Maatregelpakketten</b>					
<b>Isolatie</b>					
Gevels	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	2,5	2,50	2,50	2,50
Gevel grenzend aan trappenhuis	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	2,5	2,50	2,50	2,50
Gevelpanelen	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	2,5	2,50	2,50	2,50
Vloer bergingen/woningen	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	2,5	2,50	2,50	2,50
Plat dak buitenzijde	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	2,5	2,50	2,50	2,50
Glas en kozijnen	Wm <sup>2</sup> K (U)	2	2,00	2,00	2,00
Buitendeur	Wm <sup>2</sup> K (U)	2	2,00	2,00	2,00
<b>Ventilatie en kierdichting</b>					
Kierdichting (theoretische waarde)	dm <sup>3</sup> /s/m <sup>2</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00
Ventilatiesysteem	-	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer
<b>Warmteopwekking en afgifte</b>					
Warmteopwekking	-	Individuele combi ketel	Collectieve lucht/water warmtepomp	Stads-verw armings-aansluiting (collectief)	Stads-verw armings-aansluiting (collectief)
Distributienet	-		Nieuw distributienet	Nieuw distributienet	Nieuw distributienet
Warmteafgifte	-	Huidige radiatoren, aanvoertemperatuur 90°C	Nieuwe vergrootte radiatoren, aanvoertemperatuur 50°C + extra radiator in woonkamer/keuken	Nieuwe vergrootte radiatoren, aanvoertemperatuur 70°C	Nieuwe vergrootte radiatoren, aanvoertemperatuur 70°C
Warm tapwater	-	Individuele combi ketel	Warmte-unit met tapwater booster per woning	Elektrische boiler per woning.	Warmte-unit per woning
Koken	-	Koken op gas	Elektrisch koken	Elektrisch koken	Elektrisch koken
<b>Investeringskosten (exclusief btw)</b>					
Verwarmen, ventileren en elektrisch koken	€	€ 0	€ 13.300	€ 6.200	€ 6.900
Isolatiemaatregelen	€	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Overige bouw kundige maatregelen	€	PM	PM	PM	PM
<b>Totaal investeringen</b>	<b>€</b>	<b>€ 0</b>	<b>€ 13.300</b>	<b>€ 6.200</b>	<b>€ 6.900</b>
<b>Energiegebruik en CO<sub>2</sub> uitstoot</b>					
Warmteverbruik vanuit stadsverwarming	GJ/woning	0,0	0,0	16,5	23,5
Gasverbruik	m <sup>3</sup> /woning	689	0	0	0
Elektraverbruik gebouw gebonden	kWh/woning	450	3.635	2.602	750
Elektraverbruik huishoudelijk (stelpost)	kWh/woning	1.440	1.440	1.440	1.440
<b>CO<sub>2</sub> uitstoot (excl. huishoudelijk verbruik)</b>	<b>kg/jaar</b>	<b>1.480</b>	<b>2.060</b>	<b>1.890</b>	<b>1.020</b>
CO <sub>2</sub> reductie	%	0%	-39%	-28%	31%
<b>Totale jaarlijkse kosten voor verwarmen, warm tapwater en ventileren (exclusief btw)</b>					
Onderhoud en instandhoudingskosten	€/woning	€ 203	€ 585	€ 255	€ 128
Energiekosten	€/woning	€ 785	€ 698	€ 1.058	€ 879
Overige kosten	€/woning	€ 0	€ 41	€ 41	€ 41
<b>Integrale jaarlijkse lasten (exclusief btw)</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 989</b>	<b>€ 1.324</b>	<b>€ 1.354</b>	<b>€ 1.048</b>
<b>Jaarlijkse bewonerslasten voor verwarmen, warm tapwater en elektriciteit (exclusief btw)</b>					
Directe kosten voor huurder	€/woning	€ 707	€ 312	€ 671	€ 206
Afrekening via warmtefactuur	€/woning	€ 0	€ 652	€ 462	€ 693
Elektrakosten via servicekosten	€/woning	€ 78	€ 158	€ 95	€ 95
<b>Bewonerslasten</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 785</b>	<b>€ 1.122</b>	<b>€ 1.228</b>	<b>€ 994</b>
<b>Jaarlijkse uitgaven en inkomsten voor Woonplus (exclusief btw)</b>					
Onderhoud en instandhouding	€/woning	€ 203	€ 585	€ 95	€ 128
Energiekosten	€/woning	€ 78	€ 386	€ 547	€ 672
Overige kosten	€/woning	€ 0	€ 41	€ 41	€ 41
<b>Jaarlijkse uitgaven corporatie</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 282</b>	<b>€ 1.012</b>	<b>€ 683</b>	<b>€ 841</b>
Inkomsten warmtefactuur en servicekosten (elektra)	€/woning	€ 78	€ 810	€ 557	€ 788
<b>Resultaat jaarlijkse inkomsten - uitgaven</b>	<b>€/woning</b>	<b>-€ 203</b>	<b>-€ 202</b>	<b>-€ 126</b>	<b>-€ 53</b>
Dit resultaat dient gedeeltelijk te worden opgevoerd vanuit de algemene huurinkomsten.					
Rentelasten bij 3,6% rente over de investering	€/woning	€ 0	€ 480	€ 220	€ 250
De rentelasten zijn ter informatie weergegeven en verder niet meegenomen in de bovenstaande berekeningen.					

### All-electric

De belangrijkste conclusies bij deze referentie zijn de volgende.

- De totale investering voor dit concept komt op circa € 13.300,- per woning, exclusief btw.
- De CO<sub>2</sub>-uitstoot bij het all-electric concept is 39% hoger dan de huidige situatie door het hoge elektriciteitsverbruik en de relatief hoge uitstoot per kWh elektriciteit.
- De totale jaarlijkse lasten (los van wie wat betaalt) komen circa € 340,- hoger uit dan in de huidige situatie. Dit is exclusief de rentekosten van de investering. Deze rentekosten bedragen circa € 480,- per jaar bij een rente van 3,6%.

### Uitgangspunten/opmerkingen bij de samenvattende tabel

- Voor de onderhoud en instandhoudingskosten zijn de kosten uit de vastgoedwijzer exploitatiekosten van 2018 aangehouden.
- De afsluitkosten voor de individuele gasaansluitingen bedragen voor bovengrondse aansluitingen bij Stedin € 125,51 per woning, exclusief btw. Deze post is bijgevoegd in de berekeningen.
- Overige kosten voor het stopzetten van de gaslevering zijn niet meegenomen. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om een eventuele opzegvergoeding van de leveringscontracten en het afsluiten van de collectieve gasaansluiting.
- De jaarlijkse uitgaven en inkomsten van de corporatie zijn inclusief de onderhoudskosten van de ventilatievoorziening en de verwarmingsinstallatie. Een deel van deze kosten valt echter onder de algemene huurkosten en niet onder de warmteafrekening of de servicekosten. In de beoordeling van het resultaat tussen uitgaven en inkomsten dient dat te worden meegewogen.
- Voor scenario A is gerekend met een lager vastrecht warmte omdat er vanuit de stadsverwarmingaansluiting geen warm tapwater wordt geleverd. Het vastrecht warmte is vastgesteld op ██████ per woning per jaar, exclusief btw (ten opzichte van ██████ per woning per jaar, exclusief btw).
- De genoemde investeringen zijn exclusief de bouwkundige kosten voor het realiseren van een technische ruimte op de begane grond of in de kelder van het complex.
- De kosten voor het opstellen van de warmteafrekening door Woonplus in de scenario's met individuele GJ meters is door DWA ingeschat op ██████ per woning per jaar, exclusief btw.
- Alle genoemde bedragen in de samenvattende tabel zijn exclusief btw.

### Conclusies ten aanzien van flatwoning na 2005

#### 1 Scenario A: minimale aanpak

- a De minimale investering om aan te sluiten op stadsverwarming is circa € 6.200,- per woning.
- b Door de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het elektraverbruik van de elektrische boiler is de CO<sub>2</sub>-uitstoot bij dit scenario hoger dan in de huidige situatie (28% hoger).
- c De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) komen in dit scenario circa € 360,- per jaar hoger uit dan de huidige situatie.
- d Voor de bewoner nemen de kosten met circa € 440,- toe ten opzichte van de huidige situatie.
- e Voor de corporatie verbetert het verschil tussen uitgaven en inkomsten met circa € 80,- ten opzichte van de huidige situatie.
- f De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) zijn in dit scenario circa € 30,- duurder dan in de situatie met het all-electric scenario.

#### 2 Scenario B: standaardaanpak

- a Met alleen installatietechnische maatregelen is het mogelijk om aan te sluiten op het stadsverwarmingssysteem met een aanvoertemperatuur van 70°C. De investering voor dit scenario bedraagt circa € 6.900,- per woning.
- b De CO<sub>2</sub>-reductie is circa 31% ten opzichte van de huidige situatie.
- c De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) komen in dit scenario circa € 60,- per jaar hoger uit dan de huidige situatie.
- d Voor de bewoner nemen de kosten met circa € 210,- toe ten opzichte van de huidige situatie.
- e Voor de corporatie verbetert het verschil tussen uitgaven en inkomsten met circa € 150,- ten opzichte van de huidige situatie.
- f De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) komen in dit scenario circa € 280,- per jaar lager uit dan in de situatie met het all-electric scenario.

Gezien de bouwkundige staat van de woningen zijn scenario B+: 'comfortverbetering' en scenario C: 'vergaande aanpak' voor dit woningtype niet doorgerekend.

## Zonnepanelen

In de onderstaande tabel is de maximale CO<sub>2</sub>-reductie die met zonnepanelen behaald kan worden weergegeven. Verder zijn de hierbij behorende investeringen en jaarlijkse lasten bepaald. Deze kosten en opbrengsten zijn niet meegenomen in de samenvattende overzichten zoals hiervoor weergegeven.

Bij het bepalen van het aantal zonnepanelen per woning op het dak van het complex is alleen gerekend met het dak van de woontoren. Dit is circa 400 m<sup>2</sup>.

Tabel 7.5 Zonnepanelen (bedragen zijn exclusief btw)

Item	Waarde	Toelichting
Zonnepanelen per woning	3,8 m <sup>2</sup> per woning	Exclusief het dak van de commerciële plint
Jaarlijkse opbrengst	570 kWh per woning	
Elektraverbruik collectieve aansluiting	1.600 kWh per woning	Inclusief het elektraverbruik van de commerciële plint
Jaarlijkse opbrengst zonnepanelen	€ 60,- per woning	Elektratarief van € 0,103 conform factuur Eneco 2017
Investering zonnepanelen	€ 750,- per woning	Exclusief het aanpassen van de collectieve elektriciteitsaansluiting.
Eenvoudige terugverdientijd	12,8 jaar	Deze terugverdientijd is alleen van toepassing als de opbrengsten volledig ten goede komen aan de investeerder
CO <sub>2</sub> -reductie	320 kg per jaar	

In de onderstaande tabel is per scenario het effect van het toevoegen van zonnepanelen weergegeven.

Tabel 7.6 Effect zonnepanelen per scenario

Zonnepanelen	Eenheid	Huidige situatie	Referentie	A	B
Omschrijving	-	Combi-ketel + zonnepanelen	All-electric + zonnepanelen	Minimale aanpak + zonnepanelen	Standaard-aanpak + zonnepanelen
Maximaal oppervlakte aan zonnepanelen per woning	m <sup>2</sup> /woning	3,8 m <sup>2</sup>	3,8 m <sup>2</sup>	3,8 m <sup>2</sup>	3,8 m <sup>2</sup>
Investering zonnepanelen	€/woning	€ 750,-	€ 750,-	€ 750,-	€ 750,-
Jaarlijkse opbrengst zonnepanelen	€/woning	€ 60,-	€ 60,-	€ 60,-	€ 60,-
Totale CO <sub>2</sub> -reductie inclusief zonnepanelen	kg/woning	320	-260	-90	780
Totale CO <sub>2</sub> -reductie inclusief zonnepanelen	%	22%	-18%	-6%	53%

In de huidige situatie is met de plaatsing van zonnepanelen een CO<sub>2</sub>-reductie te realiseren van circa 320 kg per woning, die overeenkomt met 22% van de huidige CO<sub>2</sub>-uitstoot van het gebouwgebonden energiegebruik. Bij combinaties met het referentiescenario (all-electric) of de scenario's met stadsverwarming is een reductie van -18% tot 53% te realiseren. De investering voor de zonnepanelen komt op circa € 750,- per woning, exclusief btw.

Een aandachtspunt is de aansluitcapaciteit van de collectieve elektriciteitsaansluiting. Het complex heeft een elektriciteitsaansluiting van 3 x 25 A (factuur Eneco). Het maximale vermogen voor deze aansluiting is daarmee circa 17,2 kW. Op basis van deze aansluitcapaciteit kan er maximaal 1,9 m<sup>2</sup> zonnepaneel per woning worden geplaatst. Deze aansluiting zal verzwakt moeten worden of een deel van de zonnepanelen zal achter de meter van de woningaansluitingen moeten worden aangesloten. Deze verdere afweging behoort niet tot de scope van dit onderzoek.



**Bijlage I    Bouwkundig advies projectbureau Rijnland (galerijflat  
1965)**

Onderwerp	Beknopte bouwkundige rapportage in relatie tot verduurzaming complex	
Project	Cluster 3111 Woonplus / Mozartlaan 1 t/m 83	
Opdrachtgever	DWA	
Rapporteur	D. van Meijeren	18.020
Datum	9 mei 2018 (versie 5)	

## 1. Inleiding en uitgangspunten

Voor het woongebouw met de adressen Mozartlaan 1 t/m 83 te Schiedam, gebouwd in 1968, worden de mogelijkheden voor energetische verbeteringen onderzocht.

In dit rapport ligt de focus op de bouwkundige aspecten die hiermee gepaard gaan. Uitgangspunt hierbij vormen de ontvangen archieftekeningen van het complex, visuele inspectie (non-destructief) ter plaatse en een lijst met renovatiemaatregelen (tabel 5.2 genoemd). Deze lijst wordt gehanteerd bij de 'vergaande aanpak', oftewel scenario C, waarbij het doel is om het complex 'nul-op-de-meter te maken, danwel dit zo ver mogelijk te benaderen. Om de definitieve planomvang goed te kunnen bepalen, komen ook maatregelen aan bod die bij scenario B, de 'standaardaanpak', behoren.

De maatregelen worden besproken waarbij aangegeven wordt hoe deze bouwkundig uitgevoerd kunnen worden, welke risico's of onduidelijkheden hieraan (nog) kleven, alsmede een richtprijs voor de bouwkosten.

De noodzakelijke installatietechnische maatregelen zijn in deze rapportage niet meegenomen.



voorgevel



achtergevel

## 2. Bouwkundige onderhoudsstaat

Op basis van de – beperkte – visuele beoordeling is de bouwkundige onderhoudsstaat van het gebouw 'redelijk/goed' te noemen. Er zijn geen structurele mankementen waargenomen. De kwaliteit van de oorspronkelijke houten kozijnen, die nu fungeren als stelkozijnen, is onbekend.

Onderwerp	Beknopte bouwkundige rapportage in relatie tot verduurzaming complex
Project	Cluster 3111 Woonplus / Mozartlaan 1 t/m 83

### 3. Maatregelen scenario C

Onderstaande maatregelen worden besproken, alsmede koudebruggen. Deze tabel is ontleend aan de opgave van DWA t.b.v. ingreep 'scenario C'.

tabel 5.2 Renovatiemaatregelen

Onderdeel	Huidige Waarde	Renovatie maatregel	Nieuwe Waarde	
<b>Voor- en achtergevel</b>				
a	Buitendeuren	U 3,4	Geïsoleerde buitendeuren in nieuwe kozijnen.	U 1,6
d	Beperkt geïsoleerde buitengevels	Rc 1,1	Isoleren van buitengevel	Rc 5,0
d	Ongeïsoleerde buitengevels	Rc 0,3	Isoleren van buitengevel	Rc 5,0
b/c	Niet of nauwelijks geïsoleerde panelen	Rc 0,4	Geïsoleerd paneel in nieuwe kozijnen.	Rc 3,5
b/c	Raam dubbel glas	U 2,9	Vervangen voor triple glas met nieuwe kozijnen.	U 1,2
b/c	Raam enkel glas	U 5,1	Vervangen voor triple glas met nieuwe kozijnen.	U 1,2
<b>Balkon gevel</b>				
d	Gevels op het balkon. Ongeïsoleerd.	Rc 0,3	Isoleren van buitengevel	Rc 3,5
<b>Kopgevel</b>				
e	Gevel geïsoleerd dikte 60 mm	Rc 1,7	Spouwmuur vullen en aanbrengen buitengevelisolatie	Rc 5,0
f	Raam dubbel glas	U 2,9	Vervangen voor triple glas met nieuwe kozijnen.	U 1,2
<b>Gevel grenzend aan trappenhuis</b>				
g	Ongeïsoleerde binnenwanden	Rc 0,2	Na-isoleren	Rc 3,5
<b>Dak</b>				
h	Dak geïsoleerd dikte 80 mm	Rc 2,0	Extra isoleren van het dak (bij vervanging dakbedekking).	Rc 6,0
<b>Vloer berging/onderste verdieping</b>				
j	Ongeïsoleerde vloer	Rc 0,1	Vloer na-isoleren aan de onderzijde	Rc 3,5

#### a) Buitendeuren

In de vergaande aanpak is het doel om de U-waarde van buitendeuren te verlagen naar maximaal 1,6. Het betreft nu veelal holle, ongeïsoleerde deuren, deze moeten vervangen worden door geïsoleerde buitendeuren. De U-waarde ziet op het totale element, dus deur en deurkozijn. Er zullen ingrijpende wijzigingen aan het kozijn rond deze deuren nodig zijn. Ook in combinatie overige aanpassingen beschreven bij b, lijkt algehele vervanging noodzakelijk.

#### b) Raamkozijnen voorgevel en balkons

Deze terugliggende kozijnen zijn de originele (bouw-oorspronkelijke) houten kozijnen. Vast glas in de woonvertrekken betreft isolatieglas, het overige glas betreft enkelglas. Om het doel van 'overall tripleglas' te behalen, zullen de draairamen vervangen moeten worden, want in de bestaande ramen kan geen tripleglas geplaatst worden. De houten ventilatiekleppen kunnen dichtgezet worden met een geïsoleerd paneel voorzien van een ventilatierooster. De borstweringen van deze kozijnen bestaan uit twee beplatingen met een hele smalle luchtspouw ertussen. Op de oorspronkelijke – asbesthoudende - beplating is 30mm isolatie gelijmd. Vervolgens is de buitenzijde afgewerkt met een 6mm Trespaplait op houten regelwerk. Deze borstweringen kunnen vervangen worden door nieuwe, beter geïsoleerde paneelvullingen. Alle bovengenoemde maatregelen zijn zeer arbeidsintensief en de kwaliteit blijft matig, aangezien er dan voortgeborduurd wordt op kozijnen van 50 jaar oud. Sanering van de oorspronkelijke asbesthoudende borstweringspanelen zal noodzakelijk blijken. Beter is het om compleet nieuwe kozijnen aan te brengen.



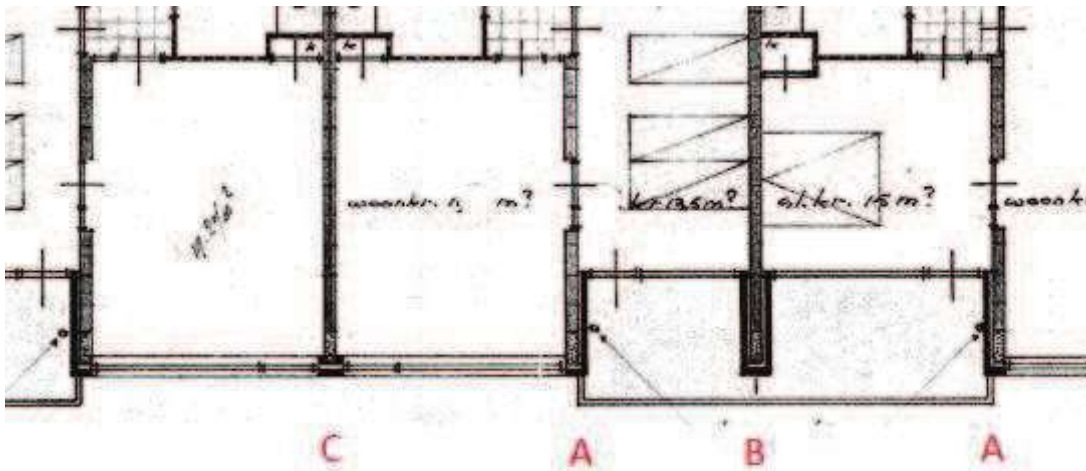
Onderwerp	Beknopte bouwkundige rapportage in relatie tot verduurzaming complex
Project	Cluster 3111 Woonplus / Mozartlaan 1 t/m 83

c) Overige kozijnen achtergevel

De niet-terugliggende originele houten kozijnen in de achtergevel zijn gehandhaafd, maar er zijn rond 1995 kunststof kozijnen in aangebracht. De borstweringen zijn aangepast op gelijke wijze als hierboven vermeld. Het is niet mogelijk hierin triple-beglazing aan te brengen. Ook is de kwaliteit van de oude houten kozijnen niet bekend. Doordat afwerkprofielen direct op de houten kozijnen zijn aangebracht, kan het hout verstikt zijn geraakt. Als gevolg daarvan is er een reëel risico dat het oude kozijn ernstig door houtrot is aangetast. Aangeraden wordt om de kozijnen in het geheel, dus inclusief borstwering, te vervangen. Asbesthoudende spouwlaten kunnen aanwezig zijn.

d) Gevelmetselwerk achtergevel

Aan de achtergevel, ter plaatse van de balkons, bevindt zich enig metselwerk. De woningscheidende bouwmuur is ter plaatse van de balkons uitgevoerd als een spouwmuur (B op onderstaande tekening). De bouwmuur is een koudebrug. Berekend moet worden of deze koudebrug voldoende beperkt wordt door slechts de spouw na te isoleren, of dat het noodzakelijk is om een hogere isolatiewaarde te realiseren. Bij de stukjes buitengevel van de woonkamer (A op onderstaande tekening) moet zeker een hogere isolatiewaarde gerealiseerd worden. Buitengevelisolatie aanbrengen op het bestaande metselwerk is geen optie, aangezien hiervoor onvoldoende ruimte is. Wanneer dit buitenspouwblad afgepeld wordt, is er ca. 6cm (spouw) + 10cm (metselwerk) = 16cm beschikbaar voor een gevelisolatiesysteem met bijvoorbeeld steenstrips als afwerking. Dit levert een Rc-waarde van ca. 4,0 op.



Tussen de niet-terugliggende kozijnen onderling bevindt zich een dam van metselwerk (C op de tekening). Dit metselwerk kan verwijderd worden en isolatie met steenstrips aangebracht. Wanneer de betreffende kozijnen vervangen worden, kan de isolatie van deze muurdammen hier wellicht mee gecombineerd worden, door een geïsoleerd paneel aan de zijkant van het kozijn toe te voegen.

e) Gevelmetselwerk kopgevels

Volgens de tekeningen zijn de kopgevels rond 1995 voorzien van 60mm foamglas-isolatie met 3mm afwerklaag. Foamglas is een merknaam voor een hardschuimisolatie van cellulair glas. Aangezien dit materiaal dampdicht is, wordt dit niet toegepast als buitengevelisolatie. Waarschijnlijk is EPS-isolatie toegepast. De RC-waarde van de gevel zal nu circa 1,7 zijn, terwijl 5,0 het doel is. Extra buitengevelisolatie aanbrengen op de bestaande isolatie wordt niet aangeraden. De huidige isolatie verwijderen en een nieuw buitengevelisolatiesysteem aanbrengen is een optie. Bij toepassing van standaard EPS 040 zal de dikte van het systeem bijna 20cm zijn. Er wordt veelal aangeraden om vooraf ook de spouw te voorzien van na-isolatiekorrels.

Onderwerp	Beknopte bouwkundige rapportage in relatie tot verduurzaming complex
Project	Cluster 3111 Woonplus / Mozartlaan 1 t/m 83

Er zal nader onderzoek moeten worden of het bestaande buitenspouwblad van de kopgevels deze belasting aankan. De kwaliteit van het metselwerk moet inzichtelijk gemaakt worden, alsmede de kwaliteit en kwantiteit van de spouwankers. Wanneer er kleine problemen zijn met de gevel en/of spouwankers, kan dit plaatselijk hersteld worden. Wanneer de problemen structureel van aard zijn, kan het buitenspouwblad beter geheel verwijderd worden. Het buitengevelisolatiesysteem wordt dan direct op de (betonnen) bouwmuur aangebracht. Bijkomend voordeel is dat de totale geveldikte dan beperkt blijft.

f) Kozijnen kopgevels

Voor de kozijnen in de kopgevels geldt in feite hetzelfde als voor de kozijnen in de achtergevel. In de bestaande houten kozijnen zijn kunststof kozijnen gemonteerd. Het randhout is mogelijk verstikt en het kunststof uit 1995 is ongeschikt voor triple-glas. Deze kozijnen dienen geheel vervangen te worden. Asbesthoudende spouwlaten kunnen aanwezig zijn.



g) Wanden trappenhuis

De wanden van het trappenhuis zijn nu niet geïsoleerd. De trapbreedte is 1,13m. en het bordes is 1,06m. breed. Er is 10cm ruimte om isolatie tegen de binnenwanden aan te brengen. De maximaal te behalen Rc-waarde bedraagt 2,5. Het materiaal tevens afstemmen op akoestische eigenschappen.

h) Dak

Wanneer de isolatiewaarde van het dak verhoogd wordt tot  $R_c=6,0$  moet rekening gehouden worden met het aanpassen van de dakranden. Deze zullen verhoogd moeten worden. Ook zal bij het opgaand metselwerk van het trappenhuis en de kanalen de waterkerende laag (loodslabbes) hoger aangebracht moeten worden. Per woningstrang is een gemetseld (ventilatie)kanaal aanwezig, in totaal zes stuks. Tevens bevindt zich op het dak een schoorsteen van de collectieve cv-installatie.

i) Balkon- / galerijvloer

De balkons en galerijen hebben geen thermische onderbreking met het casco van de flat. Zij vormen dus lijnvormige koudebruggen. Uit de berekeningen volgt dat zij geheel ingepakt moeten worden om problemen met oppervlaktecondensatie te voorkomen. Aan de bovenzijde kan dit met minimaal 100mm isolatie. Hierop komt een waterdichte, antislip coatinglaag. De bestaande galerijophoging kan vervangen worden door dit systeem. Het huidig watervoerend oppervlak zal dan dus omhoog gaan. Langs de gevel komt hiertoe een goot met rvs-rooster. De balustrades zijn al hoog genoeg.



De onderkant van de balkons en galerijen moet geïsoleerd worden met 30mm isolatie. Er dient een plaat gekozen te worden met stootvaste afwerking. Aan de voorgevel hebben de verdiepingsvloeren een betonbalk boven de kozijnen. Deze balk moet ook goed ingepakt worden, hier is nu al een hwc-plaat aangebracht. Deze hwc-plaat heeft onvoldoende dikte om de koudebrug in de nieuwe situatie voldoende te elimineren. Een combinatieplaat van hwc met eps-isolatie is een goed alternatief.



Onderwerp	Beknopte bouwkundige rapportage in relatie tot verduurzaming complex
Project	Cluster 3111 Woonplus / Mozartlaan 1 t/m 83

j) 1<sup>e</sup> verdiepingvloer

De onderzijde van de vloer boven de bergingen is ongeïsoleerd. Deze vloer bestaat uit een ongeïsoleerde balk-/broodjesvloer, type "Muwi-vloer". Wanneer hier isolatie aangebracht wordt, dient rekening gehouden te worden met de vele leidingen die aanwezig zijn in de bergingsgangen. De bergingen zelf waren tijdens de inspectie niet toegankelijk, maar het aantal leidingen zal hier minder zijn. Enkele verwarmingsleidingen worden verwijderd wanneer stadsverwarming wordt ingevoerd, maar er zijn nog vele andere leidingen aanwezig. Voor een verlaagd plafond onder de leidingen is onvoldoende ruimte, en de leidingen zijn dan niet meer bereikbaar. Bij voorkeur komt de isolatie dus boven de leidingen, waarbij diverse leidingen verlegd worden.

Een deel van de riolering bestaat nog uit gietijzer. Dit zal in de nabije of verdere toekomst vervangen moeten worden. Partieel zijn al pvc-leidingen aanwezig. De doorvoeringen door deze vloer - zowel bij pvc als gietijzer - zijn niet brandwerend uitgevoerd. Hierdoor bestaat het vermoeden dat dit op andere plaatsen in het gebouw evenmin het geval is.



#### **4. Maatregelen scenario B**

Omdat scenario C letterlijk erg vergaand is en de bouwkundige onderhoudsstaat van het gebouw op dit moment 'redelijk/goed' te noemen is, komen ook enkele maatregelen aan bod die onder scenario B vallen. De bedoeling is om verbetermaatregelen en gepland onderhoud meer samen te laten vallen. Zo wordt een kwaliteitsslag op een natuurlijke investeringsmoment gemaakt, wat economisch efficiënt is. Belangrijk uitgangspunt is dat de maatregelen 'no regret' zijn ten aanzien van scenario C. Oftewel dat de maatregelen van nu niet teniet gedaan worden door (eventuele) maatregelen in de toekomst.

a) Buitendeuren

Het betreft nu veelal holle, ongeïsoleerde deuren, deze moeten vervangen worden door geïsoleerde buitendeuren met driepuntssluiting. In tegenstelling tot scenario C blijven de kozijnen nu gehandhaafd. De U-waarde ziet op het totale element, dus de nieuwe deur en het bestaande deurkozijn, en is afhankelijk van veel detailkeuzes. Vooralsnog wordt  $U=2,0$  aangehouden.

b) Raamkozijnen voorgevel en balkons

Deze terugliggende kozijnen zijn de originele (bouwoorspronkelijke) houten kozijnen. Vast glas in de woonvertrekken betreft isolatieglas, het overige glas betreft enkelglas. In dit scenario is het de bedoeling om de kozijnen te handhaven en overall HR++ glas aan te brengen. De draairamen moeten hiertoe vervangen worden, want hierin past geen dikker en zwaarder glas. De houten ventilatiekleppen kunnen dichtgezet worden met een geïsoleerd paneel voorzien van een ventilatioerooster. Als spuivoorziening blijven dan nog de draairamen en balkondeuren over. De borstweringen van deze kozijnen bestaan uit twee beplatingen met een hele smalle luchtsponw ertussen. Op de oorspronkelijke – asbesthoudende - beplating is 30mm isolatie gelijmd. Vervolgens is de buitenzijde afgewerkt met een 6mm Trespaplait op houten regelwerk. Deze borstweringen kunnen vervangen worden door nieuwe, beter geïsoleerde paneelvullingen. Dit alles betekent een opwaardering van het bestaande kozijn. Nieuwbouwkwaliteit wordt er uiteraard niet mee bereikt. Omdat het een samengesteld kozijn betreft, moet de exacte U-waarde berekend worden. Vooralsnog wordt aangehouden dat voor het beglaasde deel geldt:  $U=1,8$  ( $U_{\text{glas}}=1,2$ ). Voor de borstwering kan  $R_c=3,5$  aangehouden worden.

Onderwerp	Beknopte bouwkundige rapportage in relatie tot verduurzaming complex
Project	Cluster 3111 Woonplus / Mozartlaan 1 t/m 83

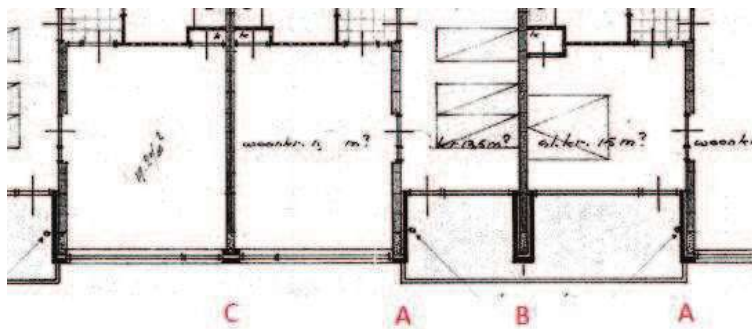
c) Overige kozijnen achtergevel

De niet-terugliggende originele houten kozijnen in de achtergevel zijn gehandhaafd, maar er zijn rond 1995 kunststof kozijnen in aangebracht. De borstweringen zijn aangepast op gelijke wijze als hierboven vermeld. Het huidige glas (23 jaar oud) nadert het einde levensduur (20 – 30 jaar). Het is niet mogelijk in deze kozijnen triple-beglazing aan te brengen, HR++ glas is waarschijnlijk wel mogelijk. Dit is afhankelijk van de beschikbare sponningdiepte en of er nieuwe glaslatten leverbaar zijn. In het middendeel van deze kozijnen is een ventilatierooster aanwezig. Op het moment dat het glas vervangen wordt, moet dit rooster ook vervangen worden.

NB: De kwaliteit van de oude houten kozijnen is niet bekend. Doordat afwerkprofielen direct op de houten kozijnen zijn aangebracht, kan het hout verstikt zijn geraakt. Als gevolg daarvan is er een reëel risico dat het oude kozijn ernstig door houtrot is aangetast. In dit geval moeten de kozijnen geheel vervangen worden, inclusief stelkozijnen.

d) Gevelmetselwerk achtergevel

Het isoleren van metselwerk C is in scenario C opgenomen in combinatie met het evrvangen van de kozijnen. Wanneer die kozijnen gehandhaafd blijven, kan het in verband met oppervlaktecondensatie noodzakelijk zijn om metselwerk C wel te isoleren. Dit metselwerk wordt dan verwijderd worden en isolatie met steenstrips wordt aangebracht



f) Kozijnen kopgevels

Voor de kunststof kozijnen in de kopgevels geldt hetzelfde als voor de kunststof kozijnen in de achtergevel.

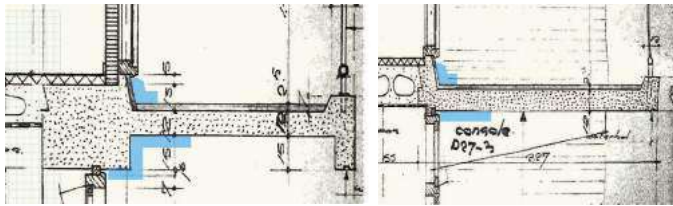
g) Wanden trappenhuis

In scenario C is opgenomen om de wanden van het trappenhuis te isoleren. Het beter isoleren van gevels en kozijnen kan het bouwfysisch gezien noodzakelijk maken om deze wanden ook te isoleren in verband met oppervlaktecondensatie. Wanneer deze wanden de minst geïsoleerde oppervlakte worden, kan het zijn dat condensatie die voorheen bijvoorbeeld optrad op het enkelglas, nu op gaat treden op die wanden. Door middel van een bouwfysische berekening kan dit gecontroleerd worden.

i) Balkon- / galerijvloer

In het geval dat de balkon- en galerijvloeren niet geheel geïsoleerd worden, is het noodzakelijk om de koudebruggen wel te isoleren. Een bouwfysische berekening zal aangeven hoeveel isolatie minimaal noodzakelijk is. Er is nu uitgegaan van: aan de onderzijde een strook van 30cm breed en aan de bovenzijde circa 15cm.

Onderwerp	Beknopte bouwkundige rapportage in relatie tot verduurzaming complex
Project	Cluster 3111 Woonplus / Mozartlaan 1 t/m 83



## 5. Overzichtstabellen maatregelen

Voor beide tabellen geldt het onderstaande.

Hoeveelheden:

- Gebaseerd op de archieftekeningen
- Exclusief de woning op de begane grond

Richtprijzen:

- Projectprijzen
- Inclusief aannemersopslagen
- Exclusief bijkomende kosten zoals voorbereiding / leges / e.d.
- Exclusief BTW
- Exclusief de in de kolom *Risico-analyse* genoemde zaken

## scenario C

Maatregel	Werkzaamheden	Risico-analyse	Hoeveelheid	Richtprijs /eenheid
<b>a)</b>				
Geïsoleerde voordeuren in nieuwe kozijnen → nieuwe deurkozijnen galerijgevel	Bestaande houten kozijnen verwijderen, nieuwe kozijnen aanbrengen, indeling als bestaand, tripleglas, Rc=3,5, de- en montage radiatoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asbesthoudende borstweringspanelen</li> <li>• Asbesthoudende spouwstrippen</li> <li>• Schade t.p.v. de aansluitingen (behang/stucwerk)</li> <li>• Verwijderen zav van bewoners</li> </ul>	145m <sup>2</sup>	██████████
Geïsoleerde balkondeuren in nieuwe kozijnen → nieuwe kozijnen balkons	Bestaande houten kozijnen verwijderen, nieuwe kunststof kozijnen aanbrengen, indeling als bestaand, tripleglas, Rc=3,5, de- en montage radiatoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asbesthoudende borstweringspanelen</li> <li>• Asbesthoudende spouwstrippen</li> <li>• Schade t.p.v. de aansluitingen (behang/stucwerk)</li> <li>• Verwijderen zav van bewoners</li> </ul>	400m <sup>2</sup>	██████████
<b>b)</b>				
Raamkozijnen vervangen galerijgevel	Bestaande houten kozijnen verwijderen, nieuwe kozijnen aanbrengen, indeling als bestaand, tripleglas, Rc=3,5, de- en montage radiatoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asbesthoudende borstweringspanelen</li> <li>• Asbesthoudende spouwstrippen</li> <li>• Schade t.p.v. de aansluitingen (behang/stucwerk)</li> <li>• Verwijderen zav van bewoners</li> </ul>	700m <sup>2</sup>	██████████
Raamkozijnen vervangen balkons	r.o. zie a)	r.o. zie a)	r.o. zie a)	r.o.
<b>c)</b>				
Overige raamkozijnen achtergevel vervangen → vervangen kunststof incl. randhout	Bestaande kunststof kozijnen verwijderen, bestaande stelkozijnen verwijderen, nieuwe kozijnen aanbrengen, indeling als bestaand, tripleglas, Rc=3,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asbesthoudende borstweringspanelen</li> <li>• Asbesthoudende spouwstrippen</li> <li>• Schade t.p.v. de aansluitingen (behang/stucwerk)</li> <li>• Verwijderen zav van bewoners</li> </ul>	470m <sup>2</sup>	██████████



**Projectburo Rijnland b.v.**

Onderwerp	Beknopte bouwkundige rapportage in relatie tot verduurzaming complex
Project	Cluster 3111 Woonplus / Mozartlaan 1 t/m 83

d)				
Gevelmetselwerk A vervangen	Buitenspouwblad verwijderen, gevelisolatiesysteem aanbrengen op binnenspouwblad, afwerking met steenstrips o.i.d.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hekwerk aanpassen</li> </ul>	230m <sup>2</sup>	██████████
Gevelmetselwerk B naïsoleren	Ps-isolatiekorrels inspuiten in spouw	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controle spouw + koudebrug</li> </ul>	215m <sup>2</sup>	██████████
Gevelmetselwerk B vervangen	Buitenspouwblad verwijderen, gevelisolatiesysteem aanbrengen op binnenspouwblad, afwerking met steenstrips o.i.d.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balkonscheiding aanpassen</li> </ul>	215m <sup>2</sup>	██████████
Gevelmetselwerk C vervangen	Buitenspouwblad vervangen, gelijktijdig met aanbrengen nieuwe kozijnen: geïsoleerd kozijnpaneel aanbrengen	Noodzakelijke ingreep bij kozijnvervanging	r.o. zie c)	r.o.
f)				
Kozijnen kopgevels vervangen	Bestaande kunststof kozijnen verwijderen, bestaande stelkozijnen verwijderen, nieuwe kunststof kozijnen aanbrengen, indeling als bestaand, tripleglas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asbesthoudende spouwstrippen</li> <li>Schade t.p.v. de aansluitingen (behang/stucwerk)</li> </ul>	30m <sup>2</sup>	██████████
e)				
Buitengevelisolatie kopgevels vervangen	Bestaande buitengevelisolatie verwijderen, spouw voorzien van ps-korrels, nieuw buitengevelisolatiesysteem aanbrengen. Opbouw nieuwe systeem als bestaand, maar met Rc=5,0. Randafwerkingen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kwaliteit bestaande buitengevel</li> <li>Draagvermogen + aantal bestaande spouwankers</li> <li>Draagvermogen schotels bestaande isolatiesysteem</li> <li>Bouwfysische kwaliteit bestaande isolatiesysteem</li> </ul>	445m <sup>2</sup>	██████████
Buitenspouwblad kopgevels afpellen en buitengevelisolatie aanbrengen	Bestaande buitengevelisolatie verwijderen, buitenspouwblad verwijderen, spouwankers verwijderen, nieuw buitengevelisolatiesysteem aanbrengen, Rc=5,0. Randafwerkingen.		445m <sup>2</sup>	██████████
g)				
Wanden trappenhuis isoleren	Geïsoleerde voorzetwand aanbrengen tegen binnenwanden trappenhuis, 100mm, Rc=2,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stootvastheid</li> <li>Akoestische eigenschappen</li> </ul>	230m <sup>2</sup>	██████████
h) <i>Op het moment dat het huidige dakbedekkingspakket vervangen wordt.</i>				
Dak extra isoleren	Isolatie met Rc=6,0 toepassen, 150mm PIR		620m <sup>2</sup>	██████████
Loodslabbes verhogen	Enkele lagen metselwerk verwijderen, waterkerende slabbes tegen binnenspouwblad monteren met knelprofiel, metselwerk terugbrengen, open stootvoegen	<ul style="list-style-type: none"> <li>i.c.m. aanpak ventilatiesysteem</li> </ul>	30m <sup>1</sup>	██████████
Dakranden aanpassen / verhogen	Bestaande volkernbeplating verwijderen, geïsoleerd houten regelwerk aanbrengen op dakrand, nieuwe (hogere) volkernbeplating aanbrengen aan buitenzijde		130m <sup>1</sup>	██████████

Onderwerp	Beknopte bouwkundige rapportage in relatie tot verduurzaming complex
Project	Cluster 3111 Woonplus / Mozartlaan 1 t/m 83

i)				
Galerij ophoogsysteem vervangen	Bestaande ophoogsysteem verwijderen, aanbrengen nieuw ophoogsysteem (pir-isolatie + waterdichte antislip coating), rvs-gootroosters, hemelwaterdoorvoeren vervangen, hemelwaterafvoeren vervangen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Watervoerend oppervlak verplaatsen</li> </ul>	450m <sup>2</sup>	[REDACTED]
Balkon ophoogsysteem aanbrengen	Aanbrengen ophoogsysteem (pir-isolatie + waterdichte antislip coating), hemelwaterafvoeren vervangen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doorvoeren/afvoeren aanpassen / vervangen</li> </ul>	325m <sup>2</sup>	[REDACTED]
Onderzijde balkons en galerijen isoleren	30mm isolatie aanbrengen, bijvoorbeeld Heraklith (EPS+hwc) of Ispo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brandvertragende eigenschappen</li> <li>• Akoestische eigenschappen</li> </ul>	885m <sup>2</sup>	[REDACTED]
Betonbalk galerijgevel isoleren	Bestaande hwc-plaat verwijderen, 30mm isolatie aanbrengen, bijvoorbeeld Heraklith (EPS+hwc) of Ispo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brandvertragende eigenschappen</li> <li>• Akoestische eigenschappen</li> </ul>	100m <sup>2</sup>	[REDACTED]
j)				
Onderzijde vloer isoleren - gang	Isolatieplaten aanbrengen tegen onderzijde vloer, bijvoorbeeld 145mm Heraklith (EPS+hwc), in prijs deels al rekening gehouden met verplaatsen leidingen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vervangen / verplaatsen leidingen</li> <li>• Brandwerendheid doorvoeren</li> <li>• Installatietechnische én dienstleidingen</li> </ul>	130m <sup>2</sup>	[REDACTED]
Onderzijde vloer isoleren - bergingen	Isolatieplaten aanbrengen tegen onderzijde vloer, bijvoorbeeld 145mm Heraklith (EPS+hwc), in prijs deels al rekening gehouden met beperkte toegankelijkheid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toegankelijkheid</li> </ul>	265m <sup>2</sup>	[REDACTED]

## scenario B

Maatregel	Werkzaamheden	Risico-analyse	Hoeveelheid	Richtprijs /eenheid
a)				
Geïsoleerde voordeuren in bestaande kozijnen	Bestaande houten kozijnen aanpassen en schilderen, nieuwe deuren aanbrengen		42 st	[REDACTED]
Geïsoleerde balkondeuren in bestaande kozijnen	Bestaande houten kozijnen aanpassen en schilderen, nieuwe deuren aanbrengen		56 st	[REDACTED]
b)				
Glas vervangen galerijgevel (hout)	Bestaande glas verwijderen, HR++ glas aanbrengen, nieuwe glaslaten, schilderen, ventilatierooster	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sponningdiepte</li> <li>• Houtrot kozijn</li> </ul>	330m <sup>2</sup>	[REDACTED]
Paneel vervangen galerijgevel (hout)	Bestaande paneel verwijderen, nieuw sandwich paneel aanbrengen, schilderen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asbesthoudende borstweringspanelen</li> <li>• Schade t.p.v. de aansluitingen (behang/stucwerk)</li> <li>• Houtrot kozijn</li> </ul>	260m <sup>2</sup>	[REDACTED]

**Projectburo Rijnland b.v.**

Onderwerp	Beknopte bouwkundige rapportage in relatie tot verduurzaming complex
Project	Cluster 3111 Woonplus / Mozartlaan 1 t/m 83

Glas vervangen balkons (hout)	Bestaande glas verwijderen, HR++ glas aanbrengen, nieuwe glaslatten, schilderen, ventilatierooster	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sponningdiepte</li> <li>• Houtrot kozijn</li> </ul>	190m <sup>2</sup>	
Paneel vervangen balkons (hout)	Bestaande paneel verwijderen, nieuw sandwich paneel aanbrengen, schilderen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asbesthoudende borstweringspanelen</li> <li>• Schade t.p.v. de aansluitingen (behang/stucwerk)</li> <li>• Houtrot kozijn</li> </ul>	65m <sup>2</sup>	
c)				
Glas vervangen achtergevel, niet-terugliggend (kunststof)	Bestaande glas verwijderen, HR++ glas aanbrengen, nieuwe glaslatten, ventilatierooster	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sponningdiepte + glaslatten leverbaar</li> </ul>	330m <sup>2</sup>	
Paneel vervangen achtergevel, niet-terugliggend (kunststof)	Bestaande paneel verwijderen, nieuw sandwich paneel aanbrengen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asbesthoudende borstweringspanelen</li> <li>• Schade t.p.v. de aansluitingen (behang/stucwerk)</li> </ul>	150m <sup>2</sup>	
d)				
Gevelmetselwerk C vervangen	Buitenspouwblad vervangen, gevelisolatiesysteem aanbrengen op bouwmuur, afwerking met steenstrips o.i.d.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asbesthoudende spouwstrippen</li> </ul>	24m <sup>2</sup>	
f)				
Glas vervangen kopgevels (kunststof)	Bestaande glas verwijderen, HR++ glas aanbrengen, nieuwe glaslatten, ventilatierooster	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sponningdiepte + glaslatten leverbaar</li> </ul>	30 m <sup>2</sup>	
g)				
Wanden trappenhuis isoleren	r.o. bij scenario C	Controleren of overige isolerende maatregelen deze maatregel noodzakelijk maakt i.v.m. oppervlaktecondensatie		
i)				
Bovenzijde balkons en galerijen deels isoleren	Opstand isoleren d.m.v. strookje pir + waterdichte coating		150m <sup>2</sup>	
Ondezijde balkons en galerijen deels isoleren	300mm brede strook isolatie aanbrengen, bijvoorbeeld hwc	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brandvertragende eigenschappen</li> <li>• Akoestische eigenschappen</li> </ul>	170m <sup>2</sup>	
Betonbalk galerijgevel isoleren	r.o. bij scenario C			

---

## **Bijlage II Koudebruggen (galerijflat 1965)**

**Project:** renovatie galerijflats Woonplus cluster 3111

**Datum:** 15 mei 2018

**Onderwerp:** koudebruggen cluster 3111 Woonplus

**Status:** concept

**Auteur:** ing. S. Daoudi

**Co-lezer:** ing. C.P. van der Wal

## 1 Inleiding

Voor het renovatieplan voor de galerijflats Woonplus cluster 3111 te Schiedam zijn enkele kritische koudebruggen getoetst aan het ontstaan van oppervlaktecondensatie. In deze notitie zijn de belangrijkste uitgangspunten, resultaten en conclusies opgenomen.

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten opgenomen en in hoofdstuk 3 zijn de resultaten van de doorgerkende bouwkundige details opgenomen. Aanvullend is in hoofdstuk 4 een advies gegeven ten aanzien van de dichte geveldelen bij de balkons.

## 2 Uitgangspunten koudebrugberekeningen

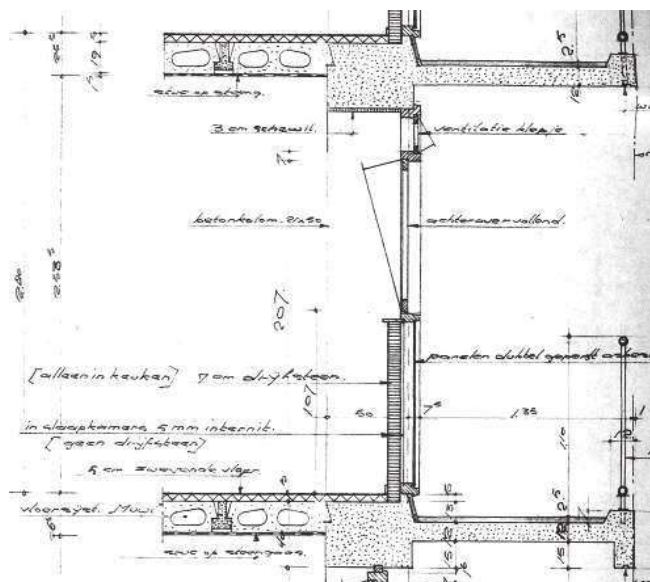
Conform NEN 2778 'Vochtwering in gebouwen' en met behulp van het Trisco-programma is het temperatuurverloop in de gesimuleerde principedetails bepaald.

De gesimuleerde principedetails zijn in paragraaf 2.1 omschreven.

### 2.1 Getoetste detail

#### Galerijdetail

De galerijvloer, zoals weergegeven in figuur 2.1, is niet thermisch onderbroken uitgevoerd.

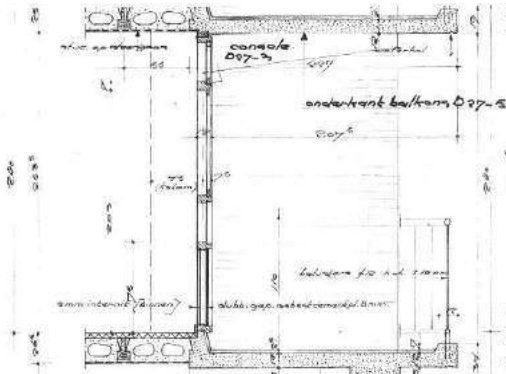


Figuur 2.1 Principedetail galerijvloer



### Balkondetail

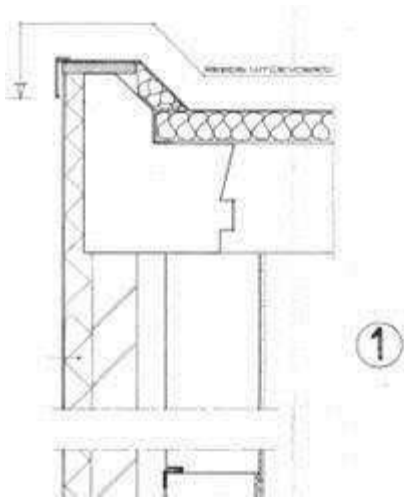
De balkonvloer, zoals weergegeven in figuur 2.2, is niet thermisch onderbroken uitgevoerd. Ook de dragende consoles en kolommen zijn niet afgeschermd.



Figuur 2.2 Principedetail balkonvloer

### Dakdetail

Voor het dakdetail ter plaatse van de kopgevel wordt de invloed van het na-isoleren op het temperatuurverloop in het detail bepaald. De kopgevel en het dak zijn reeds nageïsoleerd aan de buitenkant conform onderstaand principedetail.



Figuur 2.3 Principedetail dakopstand ter plaatse van de kopgevel

## 2.2 Thermische eigenschappen en randvoorwaarden

De in de koudebrugberekeningen gehanteerde warmtegeleidingscoëfficiënten en randvoorwaarden zijn in Tabel 2.1 en Tabel 2.2 opgenomen.

Tabel 2.1 Thermische eigenschappen van de constructie

Materiaal	Thermische eigenschappen
Beplating	$\lambda = 0,4 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
Metselwerk	$\lambda = 1,0 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
Isolatie	$\lambda = 0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
Hout	$\lambda = 0,18 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
Staal	$\lambda = 50 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
Dekvloer	$\lambda = 1 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
Gewapend beton	$\lambda = 2,5 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

Tabel 2.2 Randvoorwaarden conform NEN 2778

Omschrijving	Randvoorwaarden
Buitentemperatuur	0°C
Binnentemperatuur	18°C
Overgangsweerstand binnen dicht deel	0,25 m <sup>2</sup> ·K /W
Overgangsweerstand buiten	0,04 m <sup>2</sup> ·K/ W
Overgangsweerstand binnen open deel	0,13 m <sup>2</sup> ·K /W

## 2.3 Temperatuurfactor

Om de oppervlaktecondensatie en schimmelproblemen te voorkomen, stelt het Bouwbesluit eisen aan de minimale oppervlaktetemperatuur door middel van een zogenoemde temperatuurfactor. Deze is als volgt gedefinieerd.

$$f = T_{io} - T_e / T_i - T_e$$

Waarin:

- f: de temperatuurfactor;
- T<sub>io</sub>: de oppervlaktetemperatuur van de binnenzijde van de constructie;
- T<sub>i</sub>: de binnentemperatuur;
- T<sub>e</sub>: de buitentemperatuur.

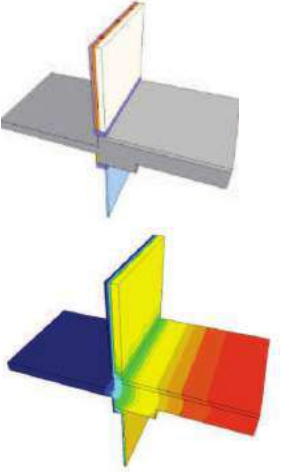
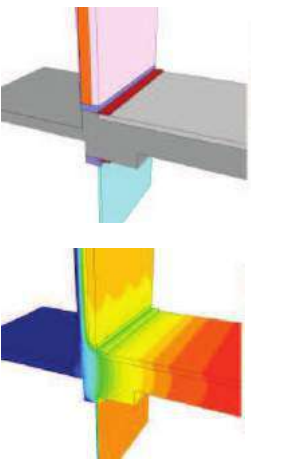
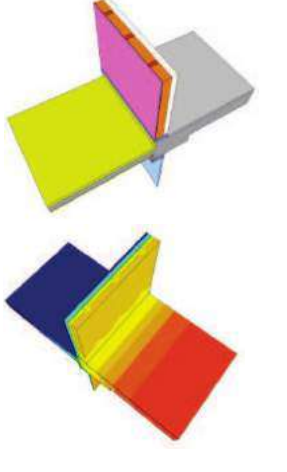
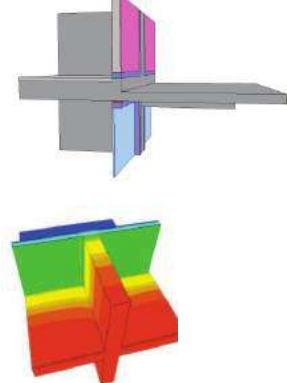
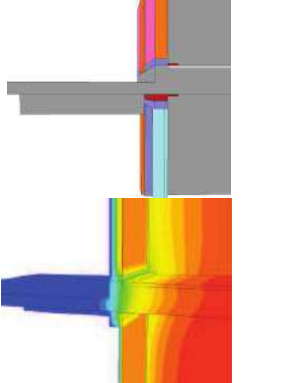
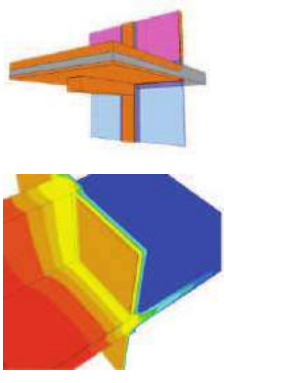
Voor nieuwbouw geldt voor een woonfunctie een temperatuurfactor van 0,65. Deze eis geldt niet voor ramen, deuren en kozijnen.

Voor renovatie wordt gestreefd naar een temperatuurfactor van 0,60 voor een woonfunctie. Hierbij geldt hoe lager de temperatuurfactor hoe groter de kans op condensatie.

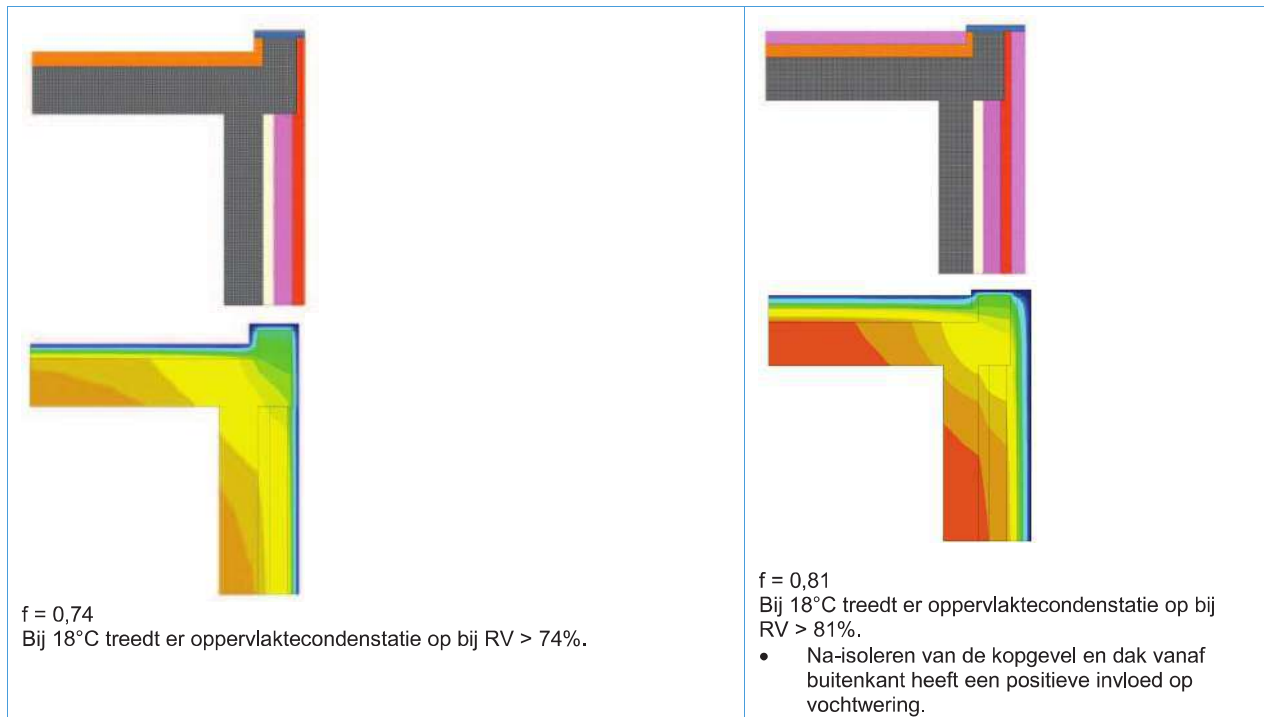
### 3 Resultaten koudebrugberekeningen

In de onderstaande tabel is per getoetst detail het resultaat gegeven van de berekeningen. Hierbij is zowel de bestaande situatie als de situatie na isolatie weergegeven.

Tabel 3.1 F-factor kritische principedetails galerijflat 1965

Bestaande situatie	Gevelisolatie + vloer aftimmerlat	Gevelisolatie + galerij/balkon isolatie
 <p><math>f = 0,34</math> Bij 18°C treedt er oppervlaktecondensatie op bij <math>RV &gt; 46\%</math>.</p>	 <p><math>f = 0,46</math> Bij 18°C treedt er oppervlaktecondensatie op bij <math>RV &gt; 53\%</math>. Maatregelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>paneel uitvoeren met minimaal 120 mm isolatie;</li> <li>de vloer/gevel aansluiting voorzien van een aftimmerlat aan de binnenzijde van 18 x 100 mm.</li> </ul>	 <p><math>f = 0,65</math> Bij 18°C treedt er oppervlaktecondensatie op bij <math>RV &gt; 66\%</math>. Maatregelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>paneel uitvoeren met minimaal 120 mm isolatie;</li> <li>de galerijvloer voorzien van bijvoorbeeld 100 mm Styrycon plaat;</li> <li>aan de onderkant galerijvloer 30 mm isolatie.</li> </ul>
 <p><math>f = 0,36</math> Bij 18°C treedt er oppervlaktecondensatie op bij <math>RV &gt; 47\%</math>.</p> <p>PS: in deze simulatie is zowel het detail rondom de console en de kolom alsook de vloer/gevel gesimuleerd.</p>	 <p><math>f = 0,46</math> Bij 18°C treedt er oppervlaktecondensatie op bij <math>RV &gt; 53\%</math>. Maatregelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>paneel uitvoeren met minimaal 120 mm isolatie;</li> <li>kolom afschermen met 30 mm isolatie;</li> <li>de vloer en plafond/gevel aansluitingen voorzien van een binnen aftimmerlat 18 x 100 mm.</li> </ul>	 <p><math>f = 0,63</math> Bij 18°C treedt er oppervlaktecondensatie op bij <math>RV &gt; 65\%</math>. Maatregelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>paneel uitvoeren met minimaal 120 mm isolatie;</li> <li>de balkonvloer voorzien van bijvoorbeeld &gt; 60 mm Styrycon plaat;</li> <li>aan de onderkant van de balkonplaat 30 mm isolatie aanbrengen;</li> <li>de consoles en kolom afschermen met 30 mm isolatie.</li> </ul>





Uit de resultaten van de koudebrugberekeningen blijkt dat:

- het risico op condensatie in de bestaande situatie vooral bij het galerij- en balkondetail relatief groot is. Het balkondetail en de daar aanwezige kolom en console zijn hierbij de meest kritische koudebruggen;
- door het toepassen van een aftimmerlat aan de binnenzijde het risico op oppervlaktecondensatie, op de kritische punten, bij het balkondetail en het galerijdetail met 28%-35% afneemt ten opzichte van de huidige situatie. De f-factor voldoet echter nog niet aan het gedefinieerde criteria;
- aanvullend op deze maatregel (om een f-factor  $\geq 0,50$  te bereiken) de vloeropstand ter plaatse van de galerij- en balkonvloer kan worden afgeschermd met minimaal 30 mm isolatie. De thermische isolatie van het detail is met deze maatregelen echter nog niet meegenomen;
- om het galerij- en balkonvloerdetail ook thermisch te isoleren deze volledig dient te worden afgeschermd. Dan is een f-factor  $\geq 0,60$  haalbaar. Op deze manier is te voldoen aan het toetsingscriteria voor bestaande bouw zoals gedefinieerd in paragraaf 2.3 van deze notitie;
- behalve een betere f-factor, een volledige afscherming van het galerij- en balkondetail het warmteverlies via lineaire koudebruggen minimaliseert;
- bij het kopgevel-/dakdetail de huidige situatie al voldoet aan het toetsingscriteria. Verder isoleren van het kopgevel-/dakdetail leidt tot een verbetering van de situatie.

## 4 Advies balkons

Omdat de galerijen en balkons thermisch niet zijn ontkoppeld, blijven deze aansluitingen kritisch ook bij het na-isoleren van de gevels. Een deel van de warmte blijft lekken via de galerijen- en balkonaansluitingen. Uit de uitgevoerde simulaties blijkt dat de kans op oppervlaktecondensatie rondom deze vloeraansluitingen relatief groot is. Voor een optimaal, thermisch- en comfortresultaat wordt er geadviseerd om de galerij- en balkonvloeren te voorzien van een toplaag, hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan > 60 mm Styricon. De onderkant van de vloeren dient ook te worden afgeschermd met minimaal 30 mm isolatie. Dit geldt ook voor de kolommen en consoles.

Voor het metselwerk ter plaatse van de balkons wordt geadviseerd om de buitengevel te verwijderen en deze te vervangen door buitengevelisolatie wat bijvoorbeeld kan worden afgewerkt met steenstrips.



Figuur 4.1 Situatie balkons cluster 3111

## **Bijlage III Uitsplitsing berekeningen energie en kosten**

### **III.i Galerijflat 1964 - 1975**

---

### **III.ii Rijwoning na 2005**

**III.iii Flatwoning na 2005**

## Bijlage IV Energiegebruik galerijflat 1965

### Energiegebruik

In de volgende tabel is een onderbouwing gegeven van het energiegebruik van de woningen in het referentiecomplex: galerijflat 1965 aan het Jacques Urlusplein in Schiedam. Het gaat hierbij om een onderbouwing van:

- het collectieve gasverbruik;
- het individuele gasverbruik van de geiser;
- het individuele elektraverbruik van de e-boiler;
- het elektraverbruik van koken op elektriciteit.

### Collectieve gasverbruik

In de onderstaande tabel is de onderbouwing gegeven van het in dit onderzoek aangehouden gasverbruik voor de collectieve gasketels voor ruimteverwarming.

Tabel 7.7 Gasverbruik collectieve gasketels voor ruimteverwarming

Item	Eenheid	Waarde	Toelichting
Gemiddeld gasverbruik op warmteafrekening 2016/2017	m <sup>3</sup> per woning	690	Als extra controle is deze omrekening ook voor het gasverbruik van 2015/2016 uitgevoerd, dit leidt tot hetzelfde referentieverbruik
Gecorrigeerd verbruik op basis van graaddagen naar een referentieklimaatjaar	m <sup>3</sup> per woning	770	Referentieklimaat van de NEN 5060A2

Het collectieve gasverbruik voor ruimteverwarming komt uit op 770 m<sup>3</sup> gas per woning per jaar.

### Individueel gasverbruik bij woningen met een keukengeiser

In de onderstaande tabel is de onderbouwing gegeven van het in dit onderzoek aangehouden individuele gasverbruik voor de woningen met een keukengeiser voor warm tapwater.

Tabel 7.8 Individueel gasverbruik bij woningen met een keukengeiser

Item	Eenheid	Waarde	Toelichting
Gemiddeld gemeten gasverbruik op woningniveau op basis van open data van Stedin voor de 11 galerijcomplexen van Woonplus	m <sup>3</sup> per woning	271	Gemiddeld verbruik in 2016
Aandeel keukengeisers	%	70%	Circa 70% van de woningen is voorzien van een keukengeiser, dit is gebaseerd op door Woonplus aangeleverde gegevens met aantallen geisers en boilers per complex
Gasverbruik woningen met keukengeiser	m <sup>3</sup> per woning	385	
Gasverbruik voor koken	m <sup>3</sup> per woning	50	Inschatting DWA
Gasverbruik voor keukengeiser	m <sup>3</sup> per woning	335	
Warmtevraag voor warm tapwater	GJ per woning	5,9	Op basis van een rendement van 50% voor de keukengeiser

Zoals in de bovenstaande tabel staat, heeft 70% van de woningen in de betreffende galerijcomplexen een keukengeiser. Deze woningen verbruiken gas. De andere 30% van de woningen heeft een elektrische boiler en verbruikt geen gas. Dit betekent dat de woningen met keukengeiser gemiddeld 385 m<sup>3</sup> gas verbruiken. Verondersteld is dat deze woningen ook op gas koken en daar circa 50 m<sup>3</sup> gas per jaar voor verbruiken. Het gasverbruik van de keukengeiser komt dan op 335 m<sup>3</sup> gas dat bij een rendement van circa 50% leidt tot een warmtevraag voor warm tapwater van 5,9 GJ per woning per jaar.

### Individueel en collectief elektraverbruik

In de onderstaande tabel is de onderbouwing gegeven van het in dit onderzoek aangehouden individueel en collectief elektraverbruik voor de woningen.

Tabel 7.9 Individueel en collectief elektraverbruik

Item	Eenheid	Waarde	Toelichting
Elektriciteitsverbruik elektrische boiler	kWh per woning	1.820	Op basis van een rendement van 90% voor de elektrische boiler en een gelijke warmtevraag voor warm tapwater.
Elektriciteitsverbruik elektrisch koken	kWh per woning	200	Inschatting DWA.
Elektraverbruik huishoudelijk	kWh per woning	2.250	Op basis van 30 kWh per m <sup>2</sup> (inschatting DWA) en een vloeroppervlak van 75 m <sup>2</sup> . Gezien het relatief hoge gemeten totale elektraverbruik is hier gekozen voor een iets hoger verbruik dan de in de energieprestatieberekening aangehouden stapel van 28 kWh per m <sup>2</sup> voor het huishoudelijk elektraverbruik.
Elektraverbruik collectieve voorzieningen	kWh per woning	870	10% meer dan de gemeten waarde in verband met hoger verbruik pompen van de collectieve cv-installatie in referentiejaar.
Totaal elektraverbruik voor een gemiddelde woning	kWh per woning	3.725	Uitgangspunt is hierbij dat 30% van de woningen voorzien is van een elektrische boiler en elektrisch kookt. De gemeten waarde voor 2016 komt uit op circa 3.850 kWh per woning.

In de scenario's B, B+ en C met stadsverwarming en een nieuw ventilatiesysteem is gerekend met een reductie van 25% op het elektraverbruik van de gebouwgebonden installaties. Dit geldt ook voor het all-electric scenario.

### Huidige warmteafrekening

Door Woonplus zijn gegevens aangeleverd van de huidige warmteafrekening. Op basis hiervan is inzicht verkregen in de opbouw van de warmteafrekening en de gemiddelde kosten. Dit leidt tot het overzicht zoals weergegeven in de onderstaande tabel. Dit is op basis van de warmteafrekening van 2016/2017. De structuur van deze warmteafrekening is gebruikt voor het in kaart brengen van de huidige situatie in het onderzoek.

Tabel 7.10 Warmteafrekening gemiddelde woning galerijcomplexen (exclusief btw)

Item	Kosten per woning per jaar	Kosten per woning per jaar zoals aangehouden in onderzoek → correctie referentieklimaat
Variabele energiekosten (65%)	€ 263,31	€ 295,95
Vaste energiekosten (35%)	€ 141,78	€ 159,36
Elektrakosten cv	€ 11,83	€ 11,83
Administratiekosten	€ 6,59	€ 7,41
Diensten ISTA Nederland	€ 51,93	€ 51,93
<b>Totaal</b>	<b>€ 475,44</b>	<b>€ 526,48</b>

Voor de nieuwe situatie met warmtelevering vanuit stadsverwarming gaan wij uit van afrekening conform de structuur zoals gegeven in de Warmtewet. Hierbij worden de op woningniveau geleverde GJ-warmte afgerekend met een GJ-tarief en wordt vastrecht warmte in rekening gebracht. Dit met uitzondering van scenario A waarbij de huidige afrekenstructuur gehandhaafd blijft omdat in dit scenario het huidige distributienet met strangen aan de gevels gehandhaafd blijft en het plaatsen van een centrale warmtemeter per woning hierdoor niet mogelijk is.