

Routekaart Leesten en Overkamp aardgasvrij

Gemeente Zutphen
t.a.v. Margo van Deursen
's Gravenhof 2
7201DN Zutphen



Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
1.1.	Plan van aanpak.....	4
2.	Inventarisatie en selectie	5
2.1.	Woningtypes, bouwperioden	5
2.2.	Eisen aan de thermische schil	5
2.3.	Selectie adressen voor veldbezoek.....	5
3.	Aardgasvrije woningen: installaties en thermische schil	6
3.1.	Achtergronden en voorwaarden voor verwarmen	6
3.2.	Achtergronden en voorwaarden: ventileren en woningschil.....	11
3.3.	All-electric-ready maken: voorbereiding en afronding	13
4.	Maatregelen in de praktijk	14

In opdracht van

Opdrachtgever : gemeente Zutphen
Contactpersoon : Margo van Deursen en Uko Post
Adres : 's Gravenhof 2
Postcode en Plaats : 7201DN Zutphen
Telefoon : 14 0575
E-mail : m.vandeursen@zutphen.nl

Onderzoek uitgevoerd door

Bedrijfsnaam : Energie in Actie
Contactpersoon : Ben Dull
Adres : Voortmanweg 11
Postcode en Plaats : 7421EK Deventer
Telefoon : 06 5156 0396
E-mail : ben@energieinactie.nl

1. Inleiding

Gemeente Zutphen werkt aan de uitvoering van de warmtetransitie in de wijk Leesten en de buurt Overkamp in Warnsveld. In de gemeentelijke Transitievisie Warmte 2021 is voor Leesten en Overkamp een volledig elektrisch oplossing als meest kansrijk warmtealternatief aangewezen.

Uit eerdere vergelijkbare projecten weten we met welke vragen bewoners kunnen zitten. En wat we per bouwjaar/bouwperiode kunnen aantreffen als verbeterpunten in de isolatie, verwarmingssysteem en ventilatie. De verbeteringen zijn gewenst om de algehele energie-efficiency van de woning te vergroten. Om aan te haken bij een goede bewoners-ervaring vinden we het desondanks essentieel om enkele veldbezoeken te doen. Dit tezamen moet leiden tot een Routekaart die de bewoners kunnen raadplegen in de transitie naar een aardgasvrije woning.

1.1. Plan van aanpak

Met hulp van DLO Duurzaam Leesten en Overkamp zijn contacten gelegd met belangstellende bewoners van Leesten en Overkamp.

De informatie waarmee we de Routekaart onderbouwen omvat het volgende:

- Een inventarisatie van de meest voorkomende woningtypen in Leesten (binnen de ringweg) en Overkamp.
- Per relevante bouwperiode een energieadviesrapportage per woningtype en stelden we een energieadviesrapportage op. Daarin melden we
 - o Terzake doende oorspronkelijke eigenschappen van de woning. Zodoende kan de Routekaart een algemene route bevatten voor woningen die nog in oorspronkelijke staat zijn;
 - o De aangetroffen status van thermische schil en installaties;
 - o Een advies per thema. De thema's zijn: kierdichting, isolatie van de delen van de thermische schil, systemen voor ruimteverwarming en warmtapwaterbereiding, ventilatie.

Er zijn 6 veldbezoekadressen geselecteerd uit de aanmeldingen. Hierbij zijn gegevens verzameld die het volgende mogelijk maken:

- Energie- en installatieadvies;
- Energie- en installatieadviezen zijn geïntegreerd aangezien het voor een bewoner van een woning gaat om verduurzaming van de gehele woning;
- Een advies bestaat uit een duidelijk stappenplan om te komen tot aardgasvrij-klaar én vervolgens de benodigde aardgasvrije oplossing, inclusief benodigd vermogen.
- Het advies is generiek te lezen voor soortgelijke woningen, dit betekent dat inzicht geboden wordt in reeds uitgevoerde isolatiemaatregelen. Zodoende kunnen bewoners die deze maatregel nog niet hebben uitgevoerd, begrijpen wat ze nog moeten doen.
- Het advies geeft inzicht in keuzes die een bewoner heeft. Dit kan bestaan uit minimale maatregelen om aardgasvrij-ready te zijn afgezet tegen de beste maatregelen die een huishouden kan nemen.
- Kosten van maatregelen worden indicatief en inzichtelijk gedeeld.
- Van het aardgas af betekent ook dat koken op aardgas niet meer mogelijk is. Wat betekent dit in de keuken, bekabeling en meterkast?
- De rapportage omvat een goed advies over haalbare ventilatie in de woning. Een CO₂-meting tijdens het veldbezoek kan dit onderbouwen.
- Elke stap in het stappenplan van isolatie naar aardgasvrij wordt ook financieel inzichtelijk gemaakt met CAPEX en OPEX.

2. Inventarisatie en selectie

Dit hoofdstuk betreft voorbereiding van de veldbezoeken.

2.1. Woningtypes, bouwperiodes

Begin 2025 omvat Leesten 4011 (incl. het buitengebied) en Overkamp 428 woningen. Voor de Routekaart zijn wat betreft Leesten de woningen binnen de rondweg relevant.

De meest voorkomende en beschouwde woningtypes zijn tussen-, hoek- en 2-onder-1-kap- en vrijstaande woningen.

De meest voorkomende bouwperiode van de woningen loopt van 1989 t/m 2019.

2.2. Eisen aan de thermische schil

Bouwjaren zijn relevant omdat de voorschriften aangaande isolatiewaarden van de thermische schil van de woningen in de loop der jaren zijn aangepast. Dit heeft invloed op de selectie van de veldbezoekadressen.

	<i>MBV (bouw- verordening)</i>	<i>Bouwbesluit</i>					
<i>Publicatie</i>	<i>1981</i>	<i>1986</i>	<i>1989</i>	<i>1992</i>	<i>1995</i>	<i>apr.'12</i>	<i>jan.'15</i>
<i>Wand Rc</i>	1,15	1,85	2,35	2,35	2,5	3,5	4,5
<i>Vloer Rc</i>	1,3	1,3	1,3	2,5	2,5	3,5	3,5
<i>Dak Rc</i>	1,3	2,0	2,5	2,5	2,5	3,5	6,0
<i>Raam/deur U</i>	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	2,2	1,3

Tabel 1. Voorschriften minimale isolatiewaarden.

2.3. Selectie adressen voor veldbezoek

Uit de aanmeldingen van belangstellenden is een dwarsdoorsnede gemaakt die zo goed mogelijk recht doet aan de variabelen: wijk, woningtype, bouwperiode.

<i>Wijk</i>	<i>Woningtype</i>	<i>Bouwjaar</i>
Overkamp	vrijstaand	2003
Leesten	eind van rij	1994
Leesten	eind van rij	1997
Leesten	eind van rij	2019
Leesten	vrijstaand	1999
Leesten	rij	1996

Tabel 2. Geselecteerde woningen voor veldbezoek.

In de selectie is het aantal woningen in de rij ondervertegenwoordigd. Er zijn meer aanmeldingen voor woningen in de rij binnengekomen maar de overeenkomsten tussen deze woningen waren zodanig groot dat meer veldbezoeken geen toegevoegde waarde hadden.

3. Aardgasvrije woningen: installaties en thermische schil

In dit hoofdstuk komen achtergronden en voorwaarden aan de orde die passen bij het aardgasvrij verwarmen van een woning uit de bouwperiode 1989 tot heden.

We behandelen installaties, thermische schil en wat nodig is in de voorbereiding en afronding van de overgang naar all-electric.

3.1. Achtergronden en voorwaarden voor verwarmen

In het algemeen geldt dat het in ieder pand mogelijk is all-electric aan de verwarmingsbehoeftes te voldoen. De voorwaarden beperken zich tot:

1. Installatie van een warmtebron met voldoende vermogen. In theorie kunnen deze technieken hieraan voldoen:
 - a. elektrische warmtepompen;
 - b. infrarood-verwarming (IR-panelen);
 - c. elektrische verwarming in b.v. vloer, wand of losstaand ventilatorkacheltje.
2. In geval van een warmtepomp: zorg voor een afgiftesysteem met voldoende afgifte-capaciteit.

NB. IR- en elektrische verwarming blijven hierna als generieke verwarmingsoplossing buiten beschouwing. Ze hebben een rendement van niet meer dan 100%. Dat is veel ongunstiger dan een rendement van minstens 350% rendement dat van een warmtepompsysteem is te verwachten.

IR- en elektrische verwarming vergroten de problemen op het openbare spanningsnet (netcongestie). Ze zijn alleen aan te raden voor specifieke warmtevragen. Denk daarbij aan een kortdurende warmtevraag in b.v. een kinderkamer, of op een specifieke plek.

Warmtepomptechniek.

1. Koelmiddelen: ze 'vangen' warmte en maken warmtetransport mogelijk.

Tot enkele jaren geleden was de prestatie van warmtepompen beperkt tot ca. 50 °C. Het koelmiddel had namen zoals R32 of R410a. M.i.v. 2032 is dit verboden (≤ 12 kW vermogen, in nieuwe apparaten) vanwege grote klimaateffecten.

Sinds de introductie van de recente generatie warmtepompen zijn hogere cv-temperaturen tot 75 °C probleemloos haalbaar. Dit heeft grotendeels te maken met het toegepaste koelmiddel, aangeduid als R290. Dit is aanmerkelijk klimaatvriendelijker.

Ter vergelijking: het GWP Global Warming Potential van R32 bedraagt 695, van R410a is dat zelfs 2088, en van R290 is dat 3. Dat betekent dat het nieuwe koelmiddel R290 tenminste 230 maal minder schadelijk is dan de oudere koelmiddelen.

2. Warmtebronnen: stil maar duur, of net-niet-stil en betere prijs.

Een warmtepomp doet wat de naam al aangeeft: warmte die 'ingevangen' is verpompen. Als de woning warm moet zijn betekent dat: warmte ophalen van buiten en verpompen naar binnen.

Als er koelvraag is in de zomer kan de warmte ook van binnen naar buiten verpompt worden. Dit heeft meestal een beperkt koelend effect, maximaal 2 à 3 °C.

De warmtebron is in 3 basisuitvoeringen te onderscheiden:

- a. Bodembron. De warmtepomp haalt warmte op uit de bodem. De bodembron is gevuld met water (of koelmiddel) en brengt warmte over naar het cv-water. Het is dan een zgn. water-water-warmtepomp. Een diepe boring in de bodem is nodig, of een oppervlaktebron b.v. in een groot

- grasveld. De bodembron vergt speciaal werk en is daardoor bovengemiddeld kostbaar. De warmtewinning is geluidloos;
- b. Lucht-water warmtepomp. Een zgn. 'split-systeem' onttrekt warmte aan de buitenlucht via de buitenunit. Een binnenunit voert de warmte vervolgens toe aan het cv-systeem.
Een 'monoblock' staat als geheel buiten de woning. Deze onttrekt de warmte aan de buitenlucht én voert dat direct toe aan het cv-water. Het verwarmde cv-water komt vervolgens de woning in.
 - c. Lucht-lucht warmtepomp. Een dergelijk systeem stond bekend als 'airco'.
Recente producten kunnen hun werking omdraaien, vandaar de naam 'inverter'. Deze kunnen 's zomers koelen én 's winters verwarmen.
Een buitenunit onttrekt warmte aan de buitenlucht. Een binnenunit voert de warmte toe aan de lucht in de woning.

3. Plek en soort buitenunit.

Gebruikelijke locaties om buitenunits te plaatsen zijn: hangend aan een gevel of staand in de tuin. De plek bepaalt o.a. de geluidservaring en de onderhoudsbehoefte. Denk b.v. aan bladeren die in de buitenunit kunnen ophopen.

Qua geluidsproductie geldt dat het geluidsniveau overdag niet meer dan 45 dBA mag bedragen, op de erfgrens. 's Nachts is de maximale waarde 40 dBA op de erfgrens. Als de warmtepompen van meerdere woningen in de nabijheid tegelijk werken loopt het geluidsniveau geleidelijk op. Geluid is een thema dat veel mensen bezig houdt. Er zijn inmiddels meerdere -ook gerenommeerde- fabrikanten en types warmtepompen op de markt die zodanig stil zijn dat geen enkele overlast is te verwachten. Voor de zekerheid is het vormen van een eigen oordeel altijd aan te raden.

Om de kans van slagen te vergroten zijn alternatieve locaties ook mogelijk.

B.v. om allerlei redenen kunnen deze apparaten ook binnenshuis worden geplaatst. Denk aan geluidsproductie en onderhoudsgemak. De opstelling binnenshuis is gebonden aan voorwaarden, zoals voldoende binnenruimte beschikbaar en voldoende toe- en afvoer van buitenlucht.



Afbeelding Opstelling van de warmtepomp binnenshuis met luchttoe- en -afvoer door het dak.

Warmte-afgifte.

1. Warmte afgeven bij lage cv-temperaturen.

Zoals eerder al is beschreven kunnen moderne warmtepompen ook hoge cv-temperaturen aan. Warmte in het cv-water wordt afgegeven via b.v. radiatoren, convectoren (b.v. in een put), vloer- of wandverwarming.

In principe is een aanpassing van het afgiftesysteem niet nodig. Echter: die hogere cv-temperatuur gaat wel ten koste van het rendement. Hoe hoger de cv-temperaturen des te lager is het rendement. Ter indicatie geldt de volgende vuistregel: iedere graad hogere cv-temperatuur betekent 2,5% meer elektraverbruik van de warmtepomp.

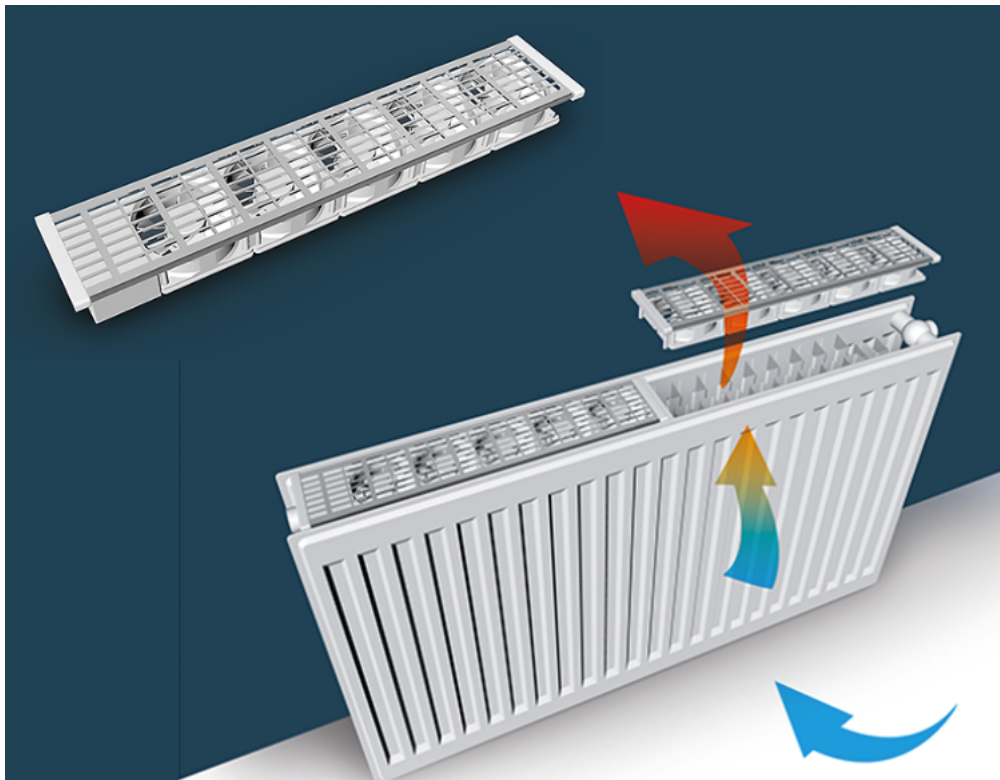
Het is dus zinvol om te streven naar zgn. Zeer Lage TemperatuurVerwarming (kortweg: ZLTV). ZLTV wil zeggen: de maximale cv-temperaturen zijn 35 °C, eventueel met pieken tot 40 °C.

Met ZLTV is een jaarrendement van de warmtepomp mogelijk van *tenminste* 350 %. Dat wordt in de branche uitgedrukt als sCOP = 3,5.

De klasse LTV heeft cv-temperaturen tot maximaal 55 °C.

Radiatorventilatoren versterken de warmteafgifte van de meest voorkomende radiatoren en convectoren, werken automatisch en zijn geruisarm. Ze vergroten bovendien het comfort door een betere warmteverdeling in de ruimte en omdat u de ruimte op een lagere temperatuur kunt verwarmen bespaart u veel energie.

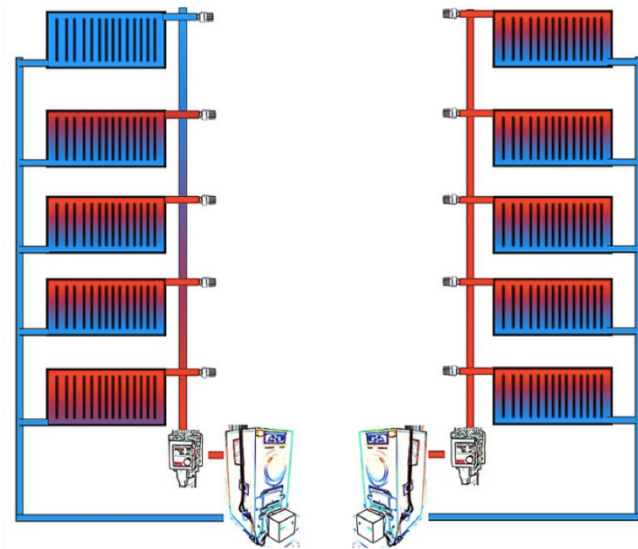
Kies b.v. radiatorventilatoren van ClimateBooster.



2. Optimale warmteverdeling door Waterzijdig Inregelen.

Balanceren van het afgiftesysteem heet Waterzijdig Inregelen (WZI).
Van nature is geen enkel afgiftesysteem gebalanceerd.

Geef een professional de zorg voor waterzijdige inregeling (WZI) van het cv-systeem. D.w.z. dat ieder afgifte-element (de radiatoren, de circuits van de vloerverwarming e.d.) de warmte toebedeeld krijgt waarvoor het element ontworpen is. M.a.w. het afgiftesysteem komt met waterzijdig inregelen 'in balans'. De linker figuur is vóór WZI, de rechter erna.



Afbeelding Effect van WZI.

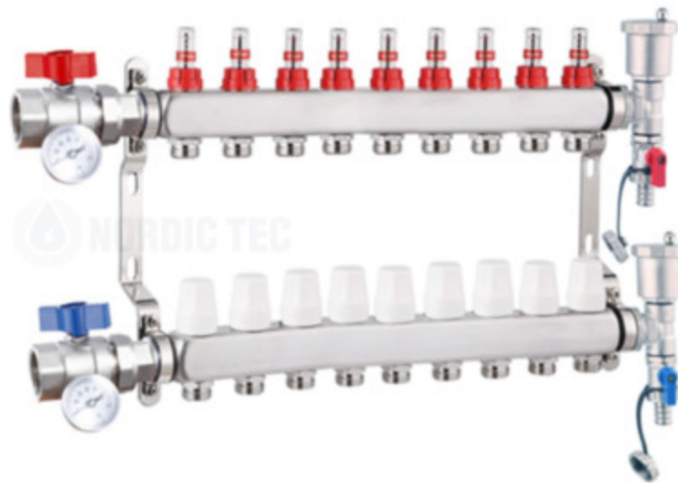
WZI draagt bij aan verlaging van de cv-watertemperaturen. Het is dus goed voor het rendement van de warmtepomp. Praktijkwaarden schommelen meestal tussen 7 en 11% besparing.
Pas WZI toe op alle afgifte-elementen (rechter figuur).

3. Vloerverwarming

Een circulatiepomp in de groepenverdeler van de vloerverwarming is gebruikelijk. Deze zorgt in cv-systemen met LVT of zelfs HTV (Hoge Temperatuur Verwarming) voor veilige en aangename vloertemperaturen.

Een kenmerk van de verdeler met pomp is dat de aangevoerde cv-temperatuur hoger moet zijn. Zodra het in het vloercircuit terecht komt daalt de temperatuur door menging.

Stel: alle comfortvertrekken in de woning laten zich met ZLTV verwarmen. Dan is het zinvol een pomploze vloerverdeler toe te passen. Zonder menging zal de warmtepomp op lagere temperatuur werken. Het is goed voor een ca. 20% beter rendement van de warmtepomp.



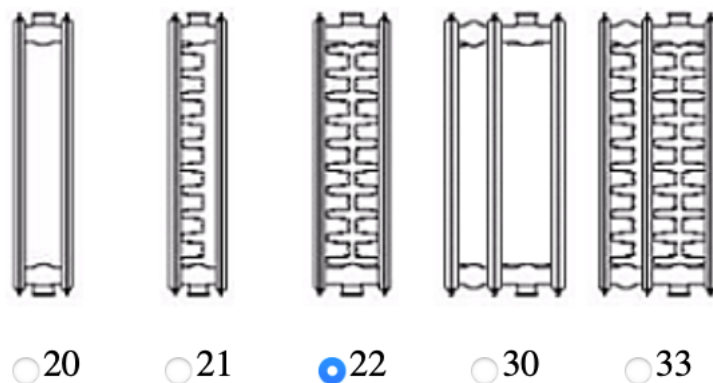
Afbeelding Pomploze vloerverdeler.

4. Typering plaatradiatoren

Enige uitleg over radiatoren is behulpzaam voor het vervolg.

Een radiator geeft beter warmte af als hij bestaat uit meerdere platen. Lamellen op de platen versterken dat effect.

Zgn. vlakke plaatradiatoren bestaan b.v. uit deze types:



Met dezelfde logica herken je in de praktijk net zo gemakkelijk types 10, 11, en de oudere types 40 en 50.

In sommige vertrekken kan het nodig zijn de afgifte van radiatoren te vergroten.

Dan geldt ter indicatie het volgende:

- Vervang type 10 en type 11 door type 33 van dezelfde grootte;
- Vervang type 22 door type 33 voorzien van Climate Booster.
- Alternatief indien voldoende ruimte beschikbaar: vervang type 22 door type 33 met tenminste 35% grotere breedte of 50% meer hoogte.

3.2. Achtergronden en voorwaarden: ventileren en woningschil

Ventilatie en kierdichting

Ventilatie is een eerste vereiste voor een gezond binnenklimaat. Het ventilatiesysteem laat verse lucht naar binnen toe en voert overtollig vocht en CO₂ uit de woning af. En menselijke activiteit brengt beide voort.

Het basisprincipe is dat ventilatiebehoefte ontstaat waar activiteit is. Dat betekent: waar mensen en dieren aanwezig zijn en de was droogt. Oftewel 'ventileer als je er bent'.

Een veel gebruikte ventilatieroutine in slaapkamers is slapen met een raam open. Maar als het 's nachts koud is blijft dat raam ook nog wel eens dicht. Dan wordt de slaapkamer waarschijnlijk het meest CO₂-vervuilde vertrek in huis. Zet dan tenminste de binnendeur open.

'Ventileer als je er bent' betekent ook dat kierdichting in b.v. de entree goed voor elkaar moet zijn. Dus zorg voor goede kierdichting rondom de voordeur.

De toegepaste ventilatietechniek speelt een rol in een energiezuinige woning.

In de meest voorkomende woningen in Leesten en Overkamp zijn de toegepaste ventilatiesystemen:

- a. Mechanische afzuiging en natuurlijke toevoer, b.v. via roosters boven de ramen. Kortweg heet dit ventilatietype C;
- b. Balansventilatie met mechanische toevoer en mechanische afvoer. Het systeem zorgt zelf voor de balans tussen hoeveelheid toe- en afgevoerde lucht. Dit type heet D. Dit kan m.n. in de meest recente woningen zijn toegepast.

Zowel type C als D kunnen verfijnd zijn door toepassing van vraagsturing. Daarvoor geven sensoren voor CO₂- en vochtgehalte de gewenste informatie.

Automatische vraagsturing neemt de bewoner het instellen van de ventilatie uit handen.

Vraagsturing op basis van CO₂-concentratie betekent dat het systeem automatisch vanaf 800 ppm CO₂ meer zal ventileren. Vraagsturing o.b.v. vochtconcentratie reageert automatisch als de luchtvochtigheid plots toeneemt.

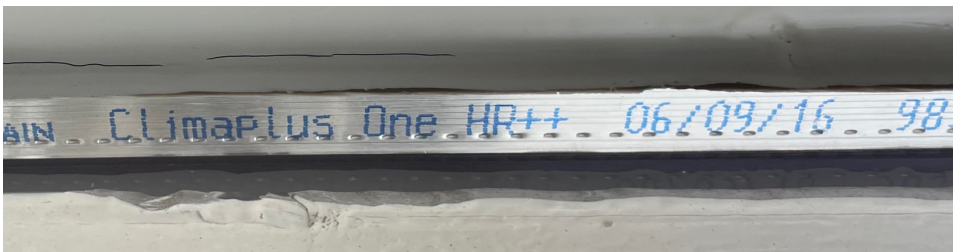
- c. Balansventilatie kan bovendien voorzien zijn van warmteterugwinning (WTW). Dat zorgt ervoor dat verse buitenlucht alvast voorgewarmd naar binnen stroomt. De lucht komt b.v. met 18 °C binnen in plaats van 0 °C. De comfortbeleving neemt daardoor flink toe, zeker in de nabijheid van ventilatieroosters.

Beglazing

Het glaswerk zal in de woningen in Leesten en Overkamp tenminste bestaan uit standaard dubbel glas. Zie § 2.2. De U = isolatiewaarde van glas. Hoe lager des te beter: triple glas (3 lagen) heeft U = 0,8 of beter. Vacuüm glas kan zelfs gaan tot U = 0,4...0,7.

De voorgeschreven beglazing heeft een U ≤ 3,2. D.w.z. glas met een betere isolatie dan basis dubbel glas. Basis dubbel glas heeft geen coating en geen speciale gasvulling.

Vaak is het beter isolerende glas herkenbaar. Dan is een codering op de afstandhouder in de glasspouw aangebracht. Meestal is die goed -maar soms slechter- leesbaar dan op deze foto:



Afbeelding codering in glasspouw.

Als de codering ontbreekt of niet leesbaar is laat een kijktest met een vlammetje voor het glas of met een lampje -meestal- duidelijk genoeg zien of er een coating op het glas zit. Van binnenshuis gezien is de tweede van de 4 heldere reflecties van een lampje afwijkend van kleur. Soms is de derde reflectie afwijkend, en soms is het kleurverschil veel kleiner.

Als er kleurverschil is heeft het glas een coating en betreft het tenminste HR-glas.



Afbeelding reflecties met kleurverschil

Langs grote glasoppervlakken geeft standaard dubbel glas vaak een beleving van tocht. In werkelijkheid is dat koudeval.

Door aanmerkelijk beter geïsoleerd glas te zetten neemt koudeval sterk af. En het verlies via het glas daalt met tenminste 65% bij de keuze voor HR1 met isolerend kader. HR1 is het best isolerende HR++glas (nog weer 15% beter dan gewoon HR++). Het isolerende kader (de zgn. 'warm edge') vermindert de warmtegeleiding langs de glasranden nog eens extra.

NB. Laat in vertrekken waar goed isolerend glas én een ventilatiesysteem D met vraagsturing komt de ventilatieroosters geheel achterwege. Het ventilatiesysteem zal de benodigde verse lucht verzorgen.

Dak, gevel, vloer

Beter isoleren van deze delen is beperkt mogelijk. En het effect is vanaf $R_c \geq 2,5$ ook vrij beperkt.

Let wel: in nieuwbouw is erg goed isoleren altijd aan te raden, ook de vloer!

Een praktijkcheck is mogelijk via het kruipluik. Prik b.v. met een breinaald in de isolatie aan de onderkant van de vloer. Vier centimeter piepschuim betekent $R_c \sim 1,3$ en 8 cm is $R_c \sim 2,5$.

R_c = isolatiewaarde van de Constructie van dak, gevel en vloer. Hoe hoger des te beter. Het gaat over de som van de isolatie van muur, spouw en isolatiemateriaal.

R_d = isolatiewaarde per onderdeel waaruit de constructie is opgebouwd. Voor een betere isolatie is de R_d van het isolatiemateriaal interessant. De "d" slaat hier op Dedicated.

Om een hogere isolatiewaarde te bereiken is een bepaalde dikte materiaal nodig. Soms kost dat extra materiaal teveel ruimte. Door gerichte materiaalkeuze kan dat effect acceptabeler worden. Zo is de dikte van PIR ca. 55% t.o.v. dezelfde isolatiewaarde van wolachtig isolatiemateriaal of piepschuim EPS. Er zijn isolatiematerialen die nog minder dikte vereisen. Ze zijn minder gangbaar en hebben een hogere prijs.

3.3. All-electric-ready maken: voorbereiding en afronding

Een aardgasvrije woning realiseren vergt nog een paar extra stappen.

1. Voorbereiding: voldoende capaciteit van de elektrische aansluiting.

Een warmtepomp verhoogt de piek van het elektraverbruik. Maar het gevraagde piekvermogen neemt ook toe door de overstap naar elektrisch koken. En het is waarschijnlijk dat die toename het grootst is en een 3-fase-aansluiting nodig maakt.

Herzie de elektrische aansluiting en verzwaar indien nodig. Afhankelijk van het actuele en toekomstige elektraverbruik kan een verzwarend nodig zijn.

De woning kan een 1-fase- of een 3-fase-aansluiting hebben. Dat is in de meterkast herkenbaar doordat er onder de groepenkast één hoofdzekering of drie hoofdzekeringen aanwezig zijn. Op iedere hoofdzekering staat de maximale stroomsterkte vermeld.

Zo zijn er 1-fase aansluitingen met b.v. 1x35A stroomsterkte, of 1x80A. Een 3-fase aansluiting kan b.v. 3x25A zijn, of 3x63A.

Gebruikelijke huisaansluitingen zijn max. 1x80A of 3x25A. Hiermee is een elektrisch verbruik tot ca. 18 kW mogelijk.

Er is een rekensommetje nodig om te bepalen hoe sterk de woningaansluiting moet zijn. Neem daarin alle verbruikers mee, met nadruk op:

- a. Het elektrisch vermogen van de warmtepomp;
- b. De inductieve kookvoorziening;
- c. Overige grotere huishoudelijke verbruikers zoals elektrische oven en magnetron, vaatwasser, wasdroger, stofzuiger e.d.;
- d. Laadvoorziening van de -toekomstige- elektrische auto. Kies voor een load-balancing laadpaal, want die past zichzelf aan aan de mogelijkheden van de huisaansluiting;
- e. Andere relatief zware verbruikers, zoals jacuzzi, spelcomputer e.d.

Niet alle verbruikers werken tegelijkertijd op maximaal vermogen. Daarom bestaat er een gelijktijdigheidsfactor die b.v. ca. 80% kan zijn.

Als verzwarend van de elektra-aansluiting nodig blijkt zijn de stappen:

- f. Bij een 1-fase-aansluiting: laat de meterkast voorbereiden op een 3-fase aansluiting. Vraag specifiek advies over de mate van verzwarend aan de elektrotechnisch installateur;
- g. Vraag bij mijn aansluiting.nl een passende 3-fase-aansluiting aan. De doorlooptijd kan meerdere maanden zijn, dus vraag tijdig aan.

2. Afsluitend: de woning is pas echt aardgasvrij als de aardgasaansluiting is vervallen.

Aardgasvrij betekent dat alle aardgasverbruikende apparaten buiten gebruik zijn. En waar nodig zijn ze vervangen door alternatieven.

- a. Koken. Stap over op inductief koken. Ook koks in restaurants stappen hierop over.
- b. Bereiden van warm tapwater, b.v. voor de keuken en badkamer. De warmtepomp kan prima voorzien in deze warmtebehoefte.
- c. De sfeerhaard op aardgas, en andere specifieke verbruikers.

Zodra de woning all-electric is kan de aardgasaansluiting vervallen. Via een melding bij mijn aansluiting.nl is dit aan te vragen. De vaste lasten van ca. €350 per jaar komen dan te vervallen.

4. Maatregelen in de praktijk

Eerder zagen we dat aardgasvrij verwarmen voor de woningen in Leesten en Overkamp met een moderne R290-gevulde warmtepomp relatief eenvoudig kan. Maar de energiezuinigheid kan beter. Dat is het vertrekpunt waarvandaan we nu verder gaan.

Een belangrijke tweede stap is het streven naar de grootst mogelijke energiezuinigheid. Anders gezegd: een overwogen keuze maken binnen eventuele randvoorwaarden. Dit kunnen beperkingen zijn van financiën, beschikbare ruimte, e.d.

Dit is -na enige extra investering- goed voor de portemonnee op langere termijn en helpt netcongestie te minimaliseren.

De volgende maatregelen gaan uit van een radicale aanpak. Het idee daarachter is 'Geen Spijt'. Een keuze nú voor een radicale variant zorgt dat bewoners daarover het meest tevreden blijven, ook na enige tijd.

Maatregelen met eerste prioriteit.

De veelvoorkomende woningen in Leesten en Overkamp hebben enkele zwakkere elementen in de thermische schil. Volgens de Bouwbesluiten per bouwperiode (zie § 2.2) betreft het: de vloerisolatie en de beglazing.

Het beslisdiaagram op de volgende pagina maakt inzichtelijk welke keuzes sterk aan te raden zijn (groen) en welke een lichter advies (oranje) krijgen. Past het groene radicale advies niet dan is het oranje advies een goed alternatief. Na realisatie is de woning goed voorbereid op all-electric verwarming.

Let op: plaats géén ventilatieroosters meer als decentrale vraaggestuurde ventilatie in de woonkamer/keuken wordt toegepast én HR1- of tripleglas wordt geplaatst.

Voor de woningen in Leesten en Overkamp geldt het volgende.

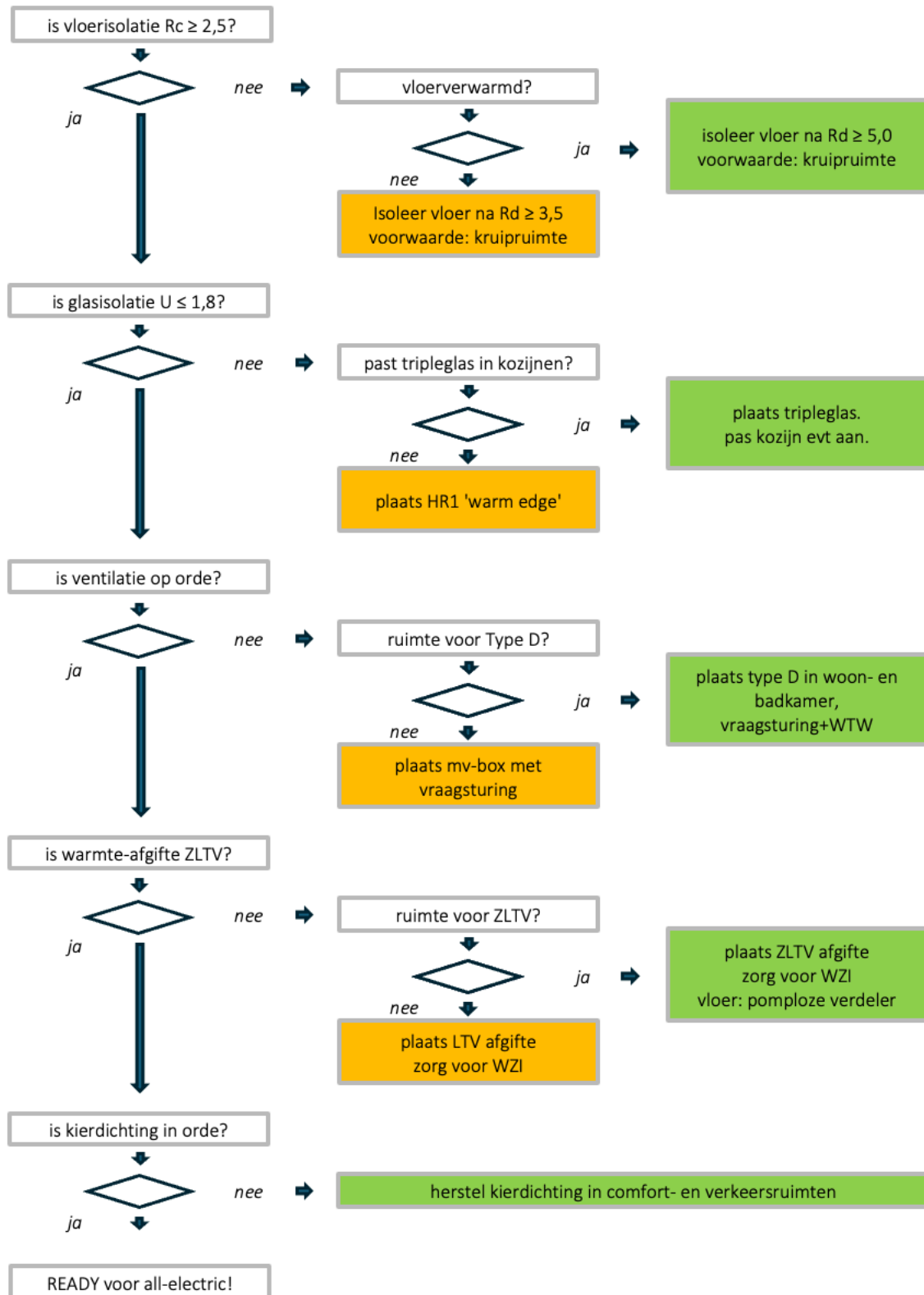
- a. Veel glas blijkt al een betere isolatiewaarde te hebben dan $U = 3,2$. Er is namelijk al veel HR-glas of beter toegepast. De meerwaarde van glasvervanging is dan niet groot.
In het radicale scenario is het te overwegen om glas te vervangen in de comfortruimten. Dit zijn de vertrekken die dagelijks of tenminste enkele keren per week op temperatuur 18°C komen.
- b. De woningen kennen bepaalde verhoudingen. Zo is het glasoppervlak meestal 17...25% van het geveloppervlak.
Zo is per woning vrij eenvoudig te berekenen wat ongeveer de kosten zijn voor beter isolatieglas.

Projectspecifiek betreffende woningen die basis dubbelglas hebben in de oorspronkelijke raampartijen:

- Rondom project Thiemeplein: plaats op de begane grond tenminste HR1-glas met warm edge, ca. $14,5\text{ m}^2$ voor een woning in rij en ca. 17 m^2 voor een hoekwoning.
- Rondom project Joke Smitlaan: plaats op de begane grond tenminste HR1-glas met warm edge, ca. 8 m^2 voor een woning in rij en ca. 11 m^2 voor een hoekwoning.

Beslisboom thermische schil en installatiewerk.

Tip: gebruik Tabel 1 uit §2.2 om de minimale eisen van de woning te weten.



Keuze warmtepomp

CV-systeem

Installeer een all-electric warmtepomp (kortweg: e-wp) met voldoende capaciteit. Anders dan bij gas-cv-toestellen is overdimensionering bijzonder nadelig voor het rendement en de levensduur.

Uitgangspunt is dat de warmtepomp al het gasverbruik voor ruimteverwarming en bereiding van warm tapwater voor b.v. douchen gaat elimineren. Het indicatieve cv-vermogen geldt na eventuele implementatie van energiebesparende maatregelen. De reductie is berekend o.b.v. het gasverbruik tijdens een klimatologisch 'normaal-jaar'. Vervolgens is daarop de schatting van het elektraverbruik van de warmtepomp gebaseerd.

In onderstaande tabel 3 is indicatief het benodigd vermogen weergegeven. Dit is in relatie gebracht tot het jaarlijkse gasverbruik.

Warm tapwatersysteem

Als de woning all-electric is, is er ook een warm tapwatervoorziening te realiseren. Het combi-cv-toestel vervulde deze functie voorheen.

Voor het bereiden van warm tapwater (warm water voor o.a. douche en wastafel) is het belangrijk voldoende voorraad te installeren. Maar een (veel) te grote boiler heeft onnodig energieverlies. Bereken voor de eigen situatie hoeveel warm tapwater er op voorraad moet zijn. Maak de som hoeveel minuten er gedouchet wordt en vermenigvuldig met het aantal liters/minuut dat de douche levert. Het resultaat is het aantal liters benodigde boilervoorraad.

Let op: neem in de berekening uitzonderingen mee zoals het douchegebruik door gasten.

Installeer een voorraadboiler van het berekende aantal liters, en stel in op bewaartemperatuur 42...max. 45 grC en actieve legionella-hygiëneregeling.

Houd voor de binnenruimte een vloeroppervlak van 1,5 à 2 m² vrij voor de binnenunit en de warm tapwaterboiler. Als het vloeroppervlak vrij toegankelijk gemaakt kan worden tijdens installatie en onderhoud is dat vaak voldoende.

Verbruik gas m ³	Vermogen kW		
	cv	warm tap	totaal
tot			
500	3	1	4
700	4	1	5
900	5	1	6
1050	6	1	7
1250	7	1	8
CV-vermogen 10...15% lager indien HR1- of triple glas.			

Tabel 3. Indicatief vermogen van de warmtepomp berekend uit het gasverbruik.

Uitleg bij de tabel:

- o het vermogen van de warmtepomp is weergegeven bij -7/35. Dit betekent bij -7 °C buitentemperatuur en 35 °C cv-watertemperatuur. Dit vermogen is ca. 30% lager dan het vermogen bij 7/35 wat vaak in specificaties vermeld is.
- o Betere isolatie van de woningen leidt uiteraard tot lager energieverbruik. De tabel gaat uit van een referentie gasverbruik als vertrekpunt.

Het energieverbruik verandert. Niet schrikken!

Belangrijk is te weten dat het elektraverbruik met een warmtepomp zal toenemen.

Een voorbeeld: als er op een winterse dag 10 m³ aardgas werd verbruikt kan de warmtepomp dan al gauw 25...30 kWh verbruiken. Dus een getalsmatige toename is logisch en niet per se om van te schrikken.

Prijsindicaties van de diverse (ook voorwaardelijke) maatregelen

Indicatieve prijzen (vierde kwartaal 2025) van mogelijke maatregelen om de woning inclusief nutsvoorzieningen all-electric-ready te maken staan in tabel 4. Prijzen incl. BTW, en werkend opgeleverd. Voor de warmtepomp (e-wp) geldt: installatie is inclusief een buffervat dat zorgt voor gelijkmatiger werking van de e-wp. Dat komt het rendement en de levensduur ten goede.

Als voorbeeld is een woning met ca. 50 m² vloeroppervlak op de begane grond gekozen. Deze is voorzien van standaard dubbel glas.

Maatregel	Kenmerk	Baten, jaarlijks		Investering	Onderhoud
		m ³	kWh	€	€/maand
<i>Thermische schil</i>					
Vloerisolatie Rc=1,3, 50 m ²	extra Rd ≥ 5,0	160		2000	-
Glas 'basis', 11 m ²	HR1 warm edge	120		2750	-
Glas 'geen spijt', 11 m ²	Triple	140		3300	-
Kierdichting	10 mtr	50		350	-
<i>Installaties</i>					
Ventilatie: mv-box met vraagsturing	CO ₂ of vocht			750	-
Ventilatie: decentrale balans, vraagsturing, WTW	CO ₂ en vocht			4000	2
Afgifte: ZLTV radiatoren	4 stuks			2400	-
Afgifte: radiatorkranen + WZI	8 stuks			1000	-
Afgifte: pomploze vloerverdeler				750	
e-wp: basis 4 kW, label A+++	voorbeeld 500 m ³ /jaar	500	-1450	8500	15
e-wp: per kW extra				500	-
boiler warm tapwater	80 liter, gestookt door e-wp			1600	-
boiler warm tapwater	120 liter, gestookt door e-wp			2000	-
boiler warm tapwater	200 liter, gestookt door e-wp			3800	-
<i>Algemeen</i>					
Meterkast 3-fase	voorbereiding op 3-fase			2500	-
Aanleg 3-fase kookgroep en kabel				750	-
Netbeheerder	definitieve omzetting naar 3-fase aansluiting			350	-

Tabel 4. Kosten van maatregelen en onderhoud.

Subsidiemogelijkheden.

Er zijn landelijke subsidies beschikbaar voor verduurzaming. RVO.nl geeft hierover uitsluitel. Daarnaast heeft gemeente Zutphen ook een regeling voor isolatie.

NB. Onder voorbehoud. Check altijd de actuele stand van zaken rondom subsidies. Deze regelingen kunnen veranderen.

Landelijk geldende relevante subsidies zijn in Tabel 5 opgenomen.

<i>Maatregel</i>	<i>Oppervlak [m2]</i>	<i>€/m2</i>
<i>Vloer</i>	20...130	5,5
<i>Glas HR1</i>	8...45	20
<i>Glas triple</i>	8...45	220
<i>Ventilatie</i>		€
<i>met vraagsturing met 2 sensoren en WTW</i>		400
<i>Warmtepomp</i>	<i>Vermogen [kW]</i>	€
<i>label A++</i>	4	1925
	per extra kW	225
<i>label ≥ A+++</i>	extra	200

Tabel 5. Subsidiebele maatregelen via RVO, voor 2026.

Opmerking: subsidiebedragen voor isolatie verdubbelen indien 2 isolatiemaatregelen of indien tenminste 1 isolatiemaatregel is gecombineerd met een e-wp.

Gemeentelijke regeling Zutphen:

Maximaal € 5.000.

Belangrijkste voorwaarden:

- Je huis is gebouwd voor 1994;
- Je inkomen is niet hoger dan 150% van het sociaal minimum;
- Je meldt je aan voordat je de maatregelen uitvoert.