

## **Verbouwing Landhuis Stationsweg 427 Scherpenzeel**

Installaties en bouwfysica

Opdrachtgever: Familie Pröpper-van Ginkel

Datum: 12 april 2022

Ir. K.C.J. Nobel

**INHOUD**

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Inleiding en samenvatting.....                               | 3  |
| 2     | uitgangspunten.....  | 5  |
| 2.1   | Bronnen en uitgangspunten algemeen.....                      | 5  |
| 2.2   | Begrippen, afkortingen en symbolen.....                      | 5  |
| 2.3   | Technische programma van wensen.....                         | 6  |
| 3     | Overwegingen.....  | 8  |
| 3.1   | Ruimtebenamingen.....  | 8  |
| 3.2   | Bouwkundig.....  | 9  |
| 3.2.1 | Geluidwering.....  | 9  |
| 3.2.2 | Isolatie rieten daken.....                                   | 11 |
| 3.2.3 | Isolatie dichte gevels.....                                  | 11 |
| 3.2.4 | Isolatie begane gondvloer.....                               | 12 |
| 3.2.5 | Isolatie puien.....  | 13 |
| 3.2.6 | Isolatie kelder.....   | 14 |
| 3.3   | Daglichttoetreding.....                                      | 14 |
| 3.4   | Luchtdichtheid.....  | 14 |
| 3.5   | Zonwering.....   | 14 |
| 3.6   | Ventilatie.....  | 17 |
| 3.6.1 | Luchtverversing.....   | 17 |
| 3.6.2 | Spuiventilatie.....  | 18 |
| 3.7   | Warmteafgifte en warmteopwekking.....                        | 19 |
| 3.7.1 | Warmteafgifte.....   | 20 |
| 3.7.2 | Warmteopwekking.....   | 24 |
| 3.8   | Elektriciteit.....   | 28 |
| 3.9   | Warmtapwater.....  | 29 |
| 3.10  | Koeling (optioneel).....                                     | 30 |
| 4     | Installatie principes.....                                   | 31 |
|       | Bijlage A. Eisen vloerbedekking.....                         | 34 |
|       | Bijlage B. Geluidbelasting en geluidwering.....              | 35 |
|       | Bijlage C. Geschiktheid verticale bodemwarmtewisselaars..... | 38 |

## 1 INLEIDING EN SAMENVATTING

Het Landhuis De Vlashorst aan de Stationsweg 247 te Scherpenzeel zal geschikt gemaakt worden voor bewoning door de familie Pröpper-van Ginkel. De herinrichting zal samengaan met aanpassingen aan de thermische schil en nieuwe installaties. Het architectenbureau *Maak-architectuur* heeft het ontwerp voor de verbouwing verzorgd. *Nobel Klimaatadvies* is gevraagd voor dit ontwerp aan te geven met welke installatietechnische- en bouwfysische voorzieningen zo goed mogelijk aan wensen van de opdrachtgevers en de wettelijke eisen wordt voldaan. De overwegingen, randvoorwaarden en adviezen voor de woning zijn in dit rapport weergegeven. De voormalige stal volgt later.

In het kort adviseren we:

1. Realiseer geluidwerende maatregelen waarbij het geluidsniveau binnen in verblijfsruimten minimaal 5 dB lager wordt dan in de huidige situatie. Dat is op de geluidbelaste gevels mogelijk met vacuümglas Fineo 10 bij vervanging, Fineo 8 bij voorzetglas of drievoudig glas met geschikte glasdiktes. Pas bij voorzetglas een zo groot mogelijk spouw toe. Met deze glaskeuzes wordt ook de gewenste thermische verbetering gerealiseerd.
2. Het dak kan met een dampdichte folie geïsoleerd worden. De werkelijke isolatiewaarde van folies is sterk afhankelijk van de toepassing en vaak lager dan de theoretisch gemeten waarden. Andere isolatiematerialen en dampdichting kunnen een goed alternatief zijn.
3. De thermische isolatie van de nieuwe betonvloeren komt aan de onderzijde van de constructievloer. Tussen dekvloer met vloerverwarming en de constructievloer komt bij voorkeur ca. 2 cm isolatie om de verwarming niet te traag te maken.
4. Isoleren van spouwmuren lijkt op dit moment goed mogelijk. Controle van de spouw is wenselijk. Kies voor polystyreen parels met een laagje grafiet of minerale wol vlokken. Ook toevoegen van isolatie tussen muren zonder spouw en betimmering aan de buitenzijde is goed mogelijk.
5. Handhaaf de bestaande te openen ramen en deuren voor tijdelijk meer ventileren. Voorzie deze van goed functionerende en bereikbaar bediening en zorg dat de opening in meerdere standen vastgezet kan worden.
6. Voorzie alle kieren rond bestaande te openen ramen en deuren in de buitengevel van ten minste een enkele kierdichting, voor zover nog niet aanwezig. Bij nieuwe puien een dubbele kierdichting.
7. Realiseer of maak voorbereidingen voor zonwering voor zonbeschenen glaspuien in de woonkamer, slaapkamer op de begane grond en nieuwe aanbouw. Deels kunnen daar ook (bestaande) luiken of begroeiing voor worden ingezet.
8. Ga voor de luchtverversing uit van gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning. De geluidwering van de gevels blijft hierbij intact. Voor het kanalenstelsel is in dit rapport een voorstel opgenomen, maar dient in het werk nader geoptimaliseerd te worden.

9. Voorzie de nieuwe betonvloeren van vloerverwarming. In de slaapkamer op de begane grond en de woonkamer kan die ook worden ingezet voor (beperkte) koeling. In de gang, het trappenhuis, de overloop en de slaapkamers boven adviseren we convectoren/panelen die geschikt zijn voor lage temperatuur. In de slaapkamer op de begane grond kunnen aanvullend elektrische panelen worden toegepast om tijdelijk een hoger comfort te realiseren als de vloer op een relatief lage basistemperatuur wordt ingesteld om toch koel te kunnen slapen.
10. We adviseren de woning te verwarmen met een warmtepomp. Het isolatieniveau en de gebalanceerde ventilatie maken dit goed mogelijk. De meest duurzame oplossing daarvoor is een warmtepomp met bodemwarmtewisselaars. Een goedkoper alternatief is een warmtepomp op buitenunit in de tuin. De binnenunit komt dan in de technische ruimte naast de bijkeuken.
11. Voor het snel en energiezuinig kunnen leveren van warmtapwater in de badkamers is er dicht bij die badkamers een boiler nodig. Die kan direct naast de douche beneden of in de wasruimte geplaatst worden.
12. Overweeg ook (een voorbereiding op) één of twee laadpalen voor elektrische auto's en zonnepanelen op het dak van de grote schuur.

## 2 UITGANGSPUNTEN

### 2.1 Bronnen en uitgangspunten algemeen

De volgende bronnen en uitgangspunten zijn gehanteerd:

1. Tekeningen Bouwaanvraag VO, Maak-architectuur 6-04-2022;
2. De Vlashorst Scherpenzeel, een nieuw leven in het landhuis, Maak-architectuur 06-12-2021;
3. De Vlashorst Scherpenzeel, conceptschetsen, Maak-architectuur 17-12-2021;
4. Diverse bouwtekeningen 1925;
5. Toelichting op de aanvraag omgevingsvergunning, Maak-architectuur 4-04-2022
6. Het gebouw heeft een woonfunctie. Wettelijk zijn de eisen uit het Bouwbesluit voor “verbouw” van toepassing;
7. Het landhuis heeft een status als gemeentelijk monument. Er is een waardestelling beschikbaar;
8. Er zijn een aardgas- en elektriciteitsaansluiting aanwezig op het perceel;
9. De geluidbelasting door Stationsweg en Voskuilerweg is dusdanig hoog dat de samenhang met de aanpak van thermische verbetering van glaspuien en de ventilatie beoordeeld moeten worden.
10. De werkzaamheden concentreren zich op het landhuis en de voormalige paardenstal, exclusief andere bijgebouwen;
11. De verbouwing zal naar verwachting niet voldoen aan de criteria voor “ingrijpende renovatie” volgens de per 1 februari gelden eisen voor de minimale inzet van duurzame technieken (REDII) bij ingrijpende renovatie.

### 2.2 Begrippen, afkortingen en symbolen

|                 |   |
|-----------------|---|
| CO <sub>2</sub> | Kooldioxide   |
| HR              | Hoog Rendement  |
| LT              | Lage Temperatuur  |
| PV              | Photo Voltaïsch. Zonnecollectoren die elektriciteit opwekken.     |
| RV              | Relatieve Vochtigheid   |
| Pui             | Raamkozijn, inclusief glas  |
| Rc              | Maat voor de weerstand tegen warmtetransport door een constructie |
| TR              | Technische Ruimte   |
| U               | Maat voor het warmtetransport door een constructie                |
| wtw             | Warmteterugwinning  |

### 2.3 Technische programma van wensen

In tabel 1 zijn de wensen van de familie Pröpper-van Ginkel en eventuele relevante wettelijke eisen samengevat om als uitgangspunt te dienen voor het te realiseren comfortniveau en ambities voor het energiegebruik.

Wettelijk zijn de eisen uit het Bouwbesluit voor “verbouw” van toepassing met het “rechtens verkregen niveau” als uitgangspunt en de eisen voor “bestaande bouw” als ondergrens. Als het rechtens verkregen niveau gelijk of hoger is dan de eis voor nieuwbouw, dan is “nieuwbouw” het vereiste niveau. Voor de nieuwe aanbouw gelden nieuwbouweisen.

Tabel 1. Uitgangspunten voor de woning en stal

| Onderwerp          | Uitgangspunten en wensen   |
|--------------------|--|
| Algemeen           | De woning wordt gebruikt door 2 volwassenen en 2 kinderen  |
| Energievoorziening | Opties voor gasloos op korte en/of lange termijn onderzoeken. Opties voor deels eigen opwekking van elektriciteit nader te onderzoeken   |
| Energieprestatie   | Geen wettelijke eis. Keuzes nader te bepalen.  |
| Milieuprestatie    | Geen wettelijke eis. Hergebruik materialen en beperking ingrepen i.v.m. monumentale waarden.   |
| Isolatie           | Minimaal wettelijk vereist, zie tabel 2. Streefwaarden:<br>Spouwmuren: $R_c \geq 1,7 \text{ m}^2\text{K/W}$<br>Gevel overig: $R_c \geq 4,0 \text{ m}^2\text{K/W}$<br>Dak: $R_c \geq 7,0 \text{ m}^2\text{K/W}$<br>Nieuwe vloer boven kruipruimte: $R_c \geq 4,7 \text{ m}^2\text{K/W}$<br>Glas: $U_g \leq 0,7 \text{ W/m}^2\text{k}$ .   |
| Geluidwering       | Binnenniveau a.g.v. verkeerslawaai minimaal 5 dB lager dan in huidige situatie. Huidig niveau buiten is ca. 68 dB en binnen ca. 43 dB. Hierdoor minimaal te reduceren naar 38 dB, maar bij voorkeur streven naar 35 dB.  |
| Verwarming         | Temperatuur per verblijfsruimte en badkamer instelbaar.<br>Wensen voor vloerafwerking:<br>- keuken: harde afwerking<br>- woonkamer: hout n.t.b.<br>- slaapkamer bg: n.t.b.<br>- slaapkamers verdieping: n.t.b.<br>- werkruimte in stal: n.t.b.<br>Gebruik haard moet mogelijk zijn op locatie van de huidige haard.<br>Nieuwe aanbouw: onderdeel van de keuken (verwarmde verblijfsruimte) |

Vervolg uitgangspunten voor de woning

| Onderwerp         | Uitgangspunten en wensen   |
|-------------------|--|
| Koeling           | Oververhitting in de zomer zoveel mogelijk voorkomen met bouwkundige maatregelen en beschaduwing en/of zonwering en te openen ramen op advies NKA. Actieve koeling mogelijk met waar mogelijk en zinvol inzet van vloerverwarming als vloerkoeling.  |
| Warmtapwater      | Snel warmtapwater in keuken. Heetwater/Quooker in keuken?<br>Douches in beide badkamers moeten gelijktijdig gebruikt kunnen worden.<br>Enige wachttijd op warmwater bij douches is acceptabel.<br>Thermostaatmengkranen bij douches en wastafels.<br>Regendouche in badkamer bg (maximaal 20 l/min) en normale douche op verdieping (maximaal 10 l/min) .<br>Mogelijkheid warmteterugwinning uit douche (douche-wtw) n.t.b..   |
| Ventilatie        | Ventilatiesysteem n.t.b. op advies van NKA. Ruime mogelijkheid van inzet van te openen ramen en -deuren.<br>Tochtvrije inblaas.<br>Mogelijkheden automatische vraagsturing op CO <sub>2</sub> en/of relatieve vochtigheid (RV) in badkamers n.t.b. op advies NKA.<br>Geen geluidhinder door ventilatie.<br>Wettelijk vereiste eisen: rechtens verkregen niveau met eisen bestaande bouw als minimum. Streefcapaciteiten: nieuwbouweisen tenzij niet mogelijk of niet nodig.<br>Afzuigkap of afzuiging in kookplaat (BORA) afvoer naar buiten of recirculatie |
| Koken             | Elektrisch inductie.   |
| Installatiegeluid | Maximaal 30 dB(A) in verblijfsruimten en 35 dB(A) in overige ruimten.<br>Dit is exclusief geluid van een afzuigkap of recirculatie-unit boven/in de kookplaat.   |
| Overig            | Inzet zonnepanelen (thermisch of elektrisch) op bijgebouwen of andere locaties n.t.b. op advies NKA.<br>Rekening houden met een oplaadpunt voor een elektrische auto.  |

Tabel 2. Wettelijke eisen voor minimum isolatieniveau

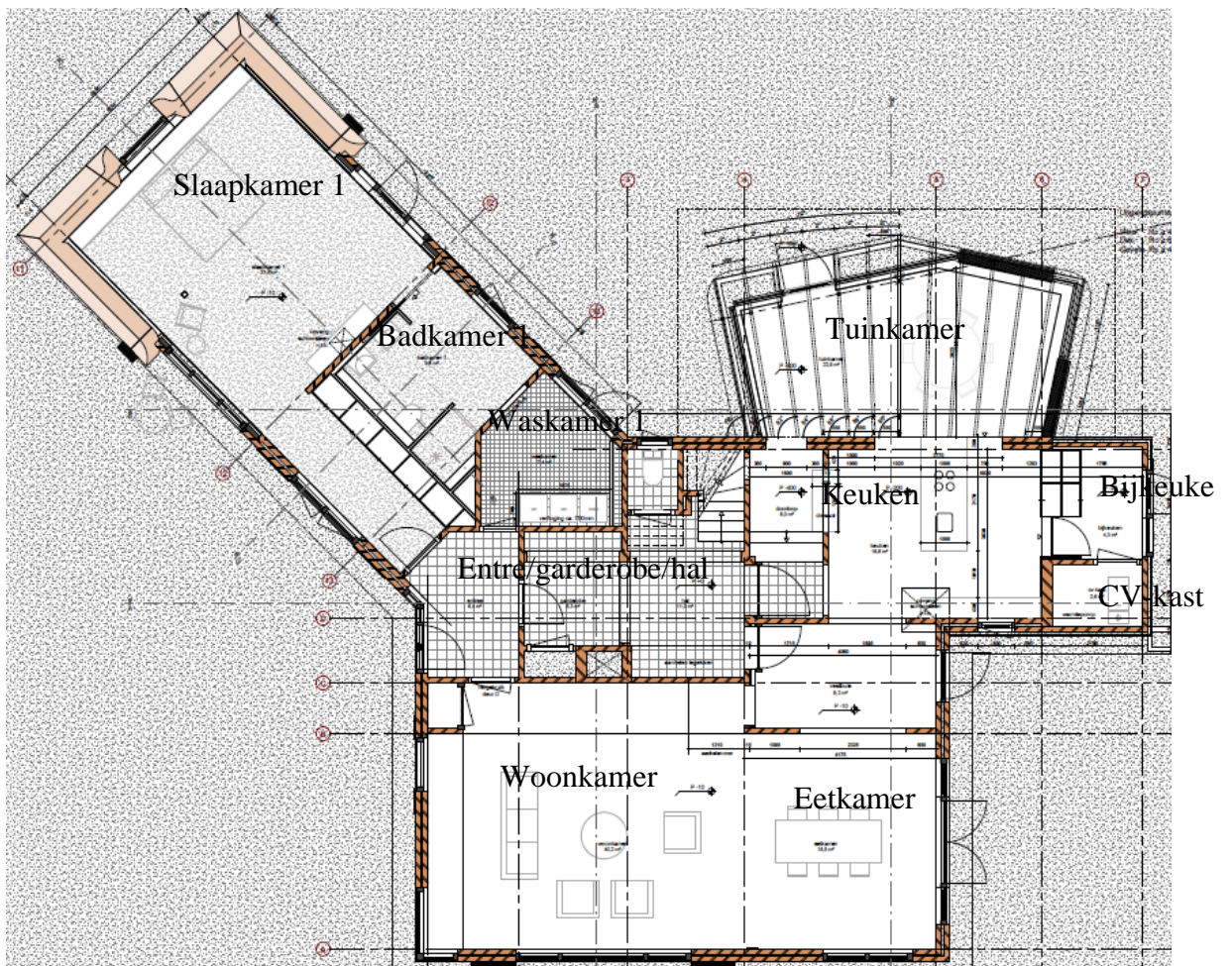
| Onderwerp                     | Bestaande constructies  |   | Ingrijpende aanpassingen en nieuw constructies "nieuwbouw" |
|-------------------------------|-------------------------|---|--|
|                               | Alleen onderhoud        | Renovatie/update "verbouw"                                |  |
| Gevels                        | Bestaande eigenschappen | $R_c \geq 1,4 \text{ m}^2\text{K/W}$                      | $R_c \geq 4,7 \text{ m}^2\text{K/W}$                       |
| Vloeren                       |                         | $R_c \geq 2,6 \text{ m}^2\text{K/W}$                      | $R_c \geq 3,7 \text{ m}^2\text{K/W}$                       |
| Daken, patio, terrassen       |                         | $R_c \geq 2,1 \text{ m}^2\text{K/W}$                      | $R_c \geq 6,3 \text{ m}^2\text{K/W}$                       |
| Puien met ramen en glasdeuren |                         | Met nieuw kozijn:<br>$U_w \leq 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w \leq 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$                      |
| Dichte deuren                 |                         | $U_d \leq 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$                      | $U_d \leq 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$                       |

Het rechtens verkregen niveau ligt hier voor de isolatie van dichte gevels onder het verbouwniveau voor "bestaande bouw". Hiervoor zijn de waarden uit tabel 2 voor "bestaande constructies" als minimum niveau maatgevend. Gestreefd wordt echter naar hogere waarden.

### 3 OVERWEGINGEN

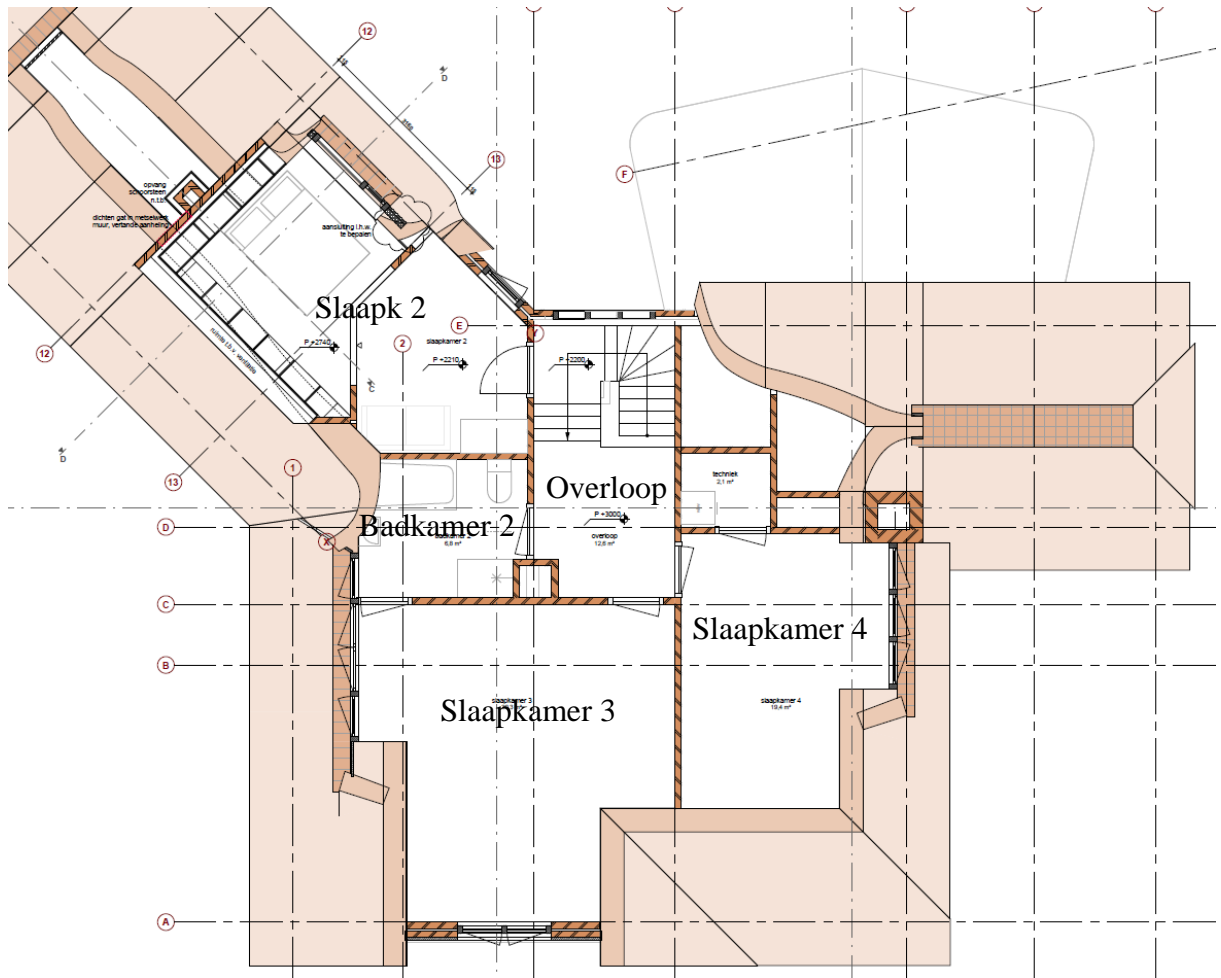
#### 3.1 Ruimtebenamingen

Om de ruimten eenduidig te kunnen benoemen zijn de benamingen aangehouden uit figuur 1 en 2.



*Figuur 1. Ruimtebenamingen begane grond*





Figuur 2. Ruimtebenamingen verdieping

## 3.2 Bouwkundig

### 3.2.1 Geluidwering

Omdat er een relatie bestaat tussen de geluidwering en overige bouwkundige- en installatietechnische eigenschappen behandelen we eerst de hiervoor gewenste eigenschappen.

#### *Geluidbelasting en gewenste geluidwering*

Uit de beschikbare geluidgegevens voor deze locatie, zie bijlage B, blijkt dat de geluidbelasting ca. 68 dB bedraagt. In de huidige situatie bedraagt het (equivalente) geluidniveau binnen in bijvoorbeeld de woonkamer ca. 43 dB(A). Dit is vrij hoog en binnen goed hoorbaar, dat was tijdens het overleg op 14 januari jl. ook goed hoorbaar.

We raden aan een verbetering van minimaal 5 dB na te streven, dat is een binnenniveau van maximaal 38 dB(A). Ter oriëntatie: nieuwbouweis is ca. 33 dB(A).

*Benodigd glas bij vervanging bestaand glas door vacuïumglas*

Uit de eigenschappen van Fineo 8, zie bijlage B, blijkt dat dit glas een 2 dB betere geluidisolatie dan standaard HR<sup>++</sup>-glas of enkel glas (Er zit nauwelijks verschil in de geluidisolatie tussen HR<sup>++</sup>-glas en enkel glas). Fineo 10 of 12 zijn met 5 à 6 dB wel duidelijk beter dan HR<sup>++</sup>-glas/enkel glas. Daarmee kan dus naar verwachting wel de minimaal gewenste verbetering van 5 dB gerealiseerd worden.

Er is ook Fineo Acoustic (dikte vanaf 11,4 mm). Dat heeft een geluidisolatie van ca. 8-9 dB beter dan HR<sup>++</sup>-glas of enkelglas. Daarmee wordt een binnenniveau van 34-35 dB gehaald en is dus duidelijk beter dan de streefwaarde van 38 dB.

*Benodigd glas bij toepassing vacuïumglas als voorzetglas*

Bij toepassing van voorzetglas telt de geluidwering van het bestaande glas ook mee. Het maakt dan niet veel uit of dit voorzetglas aan de binnenzijde of aan de buitenzijde zit van het bestaande glas. In deze situatie kan volstaan worden met Fineo 8 om de minimaal gewenste verbetering van 5 dB te realiseren. Om verder te gaan naar een binnenniveau van 35 dB kan Fineo 10 nodig zijn, maar nog belangrijker is het toepassen van een diepe spouw tussen beide glasvlakken, omdat die de totale geluidisolatie meer verbetert dan beter glas. Ga uit van een spouw van minimaal 4 cm, meer is beter.

*Benodigd glas bij toepassing van drievoudig glas*

Er moeten specifieke eisen aan het drievoudig glas gesteld worden voor een 5 dB verbetering. Vraag een Ra,tr (wegverkeer) van minimaal 33 dB. Standaard drievoudig glas is doorgaans 4-12-4-12-4 en heeft een Ra,tr van ca. 31 dB. Enkel glas heeft een Ra,tr van ca. 28 dB. Er moet dus een specifiek drievoudig glas voorgeschreven worden met een dikker en/of gelaagde ruit erin voor een Ra,tr van minimaal 33 dB, Dat kan met bijvoorbeeld 8-12-4-12-6 of nog beter 10-12-4-12-6 met een ca. 3 dB meer geluidisolatie voor slechts 2 mm dikker glas. De uiteindelijke keuze is ook afhankelijk van merk en type.

Opmerkingen algemeen:

- Afhankelijk van de gekozen oplossingen kan het nodig zijn de geluidwering nader te berekenen.
- Het zwakste punt is vaak bepalen voor de ervaren geluidwering.
- De geluidbelasting aan de achterzijde is lager, waardoor het soort glas minder kritisch is.
- Het is wenselijk bouwkundige details met VO of DO-status door ons ook op de geluidwering te laten beoordelen.

### 3.2.2 *Isolatie rieten daken*

#### Huidige situatie

Op zowel de woning als de voormalige stal zit een rieten dak, zonder aanvullende isolatie. Dit riet zal vervangen worden.

#### Nieuwe situatie

Onder het nieuwe riet zal thermische isolatie worden toegevoegd. Inspanningen om de isolatiewaarde van dit dak aanzienlijk te verbeteren zijn zeer zinvol, omdat het dak een relatief groot aandeel vormt in de oppervlakte van de thermische schil. De streefwaarde bedraagt  $R_c \geq 7,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

De isolatie kan gerealiseerd worden met een multifolie of bijvoorbeeld 150 mm hardschuim of 180 mm minerale wol. In alle gevallen dient een damprem aan de binnenzijde gerealiseerd te worden.

#### Opmerking:

- Er worden door fabrikanten voor folies theoretische isolatiewaarden opgegeven die in de praktijk echter aanzienlijk lager kunnen zijn. Folies functioneren vooral op het beperken van stralingsuitwisseling. Daar waar de folie echter wordt samengedrukt om te kunnen bevestigen of tegenaan wordt gedrukt speelt vooral de geleiding een rol. De gemiddelde praktische isolatiewaarden kan daardoor aanzienlijk lager zijn dan de opgegeven waarde van de fabrikant. Andere isolatiematerialen zijn hiervoor minder gevoelig. Check bij folies altijd of er een door BCRG opgestelde kwaliteitsverklaring bestaat en onder welke voorwaarden de R-waarden gelden.
- Laat de details voor uitvoering door ons controleren.

### 3.2.3 *Isolatie dichte gevels*

#### *Isolatie spouwmuren*

Uit de oorspronkelijke bouwtekeningen is af te leiden dat er een spouw aanwezig is van ca. 5 cm. Door deze te laten vullen met isolatievlokken of korrels kan een Rc-waarde van ca.  $1,5 \text{ m}^2\text{K/W}$  gerealiseerd worden. Dat is aanzienlijk beter dan een ongeïsoleerde gevel en voldoet aan de minimum eisen bij verbouw, maar de bestaande spouwmuren worden niet in de zin van het bouwbesluit “verbouwd”.

Er kan gekozen worden voor polystyreen parels met een laagje grafiet nemen, zoals Neopixels. Die isoleren theoretisch net iets beter dan minerale wol vlokken zoals bijvoorbeeld Supafil. Qua milieubelasting verdient Supafil de voorkeur.

Door het toevoegen van isolatie aan de binnenzijde kan de isolatiewaarde verder verhoogd worden, maar dit is niet overal wenselijk en/of mogelijk. In de volgende situatie adviseren we dit niet te doen.

- De spouw loopt in principe door tot onder de houten balkkoppen in de vloer, maar de spouw kan onderin vol liggen met puin e.d, waardoor de balkkoppen niet (geheel) binnen de isolatie liggen. Dit zal nader onderzocht moeten worden. Een veilige oplossing is 20 cm rond houten balkkoppen in vloeren/plafond niet aan de binnenzijde thermisch te isoleren. Alternatief is toevoegen isolatie aan de buitenzijde in de grond. E.e.a. nader te beoordelen/bepalen aan de hand van details. Omdat besloten is de meeste hutten vloeren te vervangen voor nieuwe betonvloeren zal dit punt daar geen probleem meer zijn.
- In ruimten waar daarna weinig massa overblijft om zomers tijdelijk warmte te kunnen opslaan om fluctuaties van de binnentemperatuur binnen grenzen te houden.

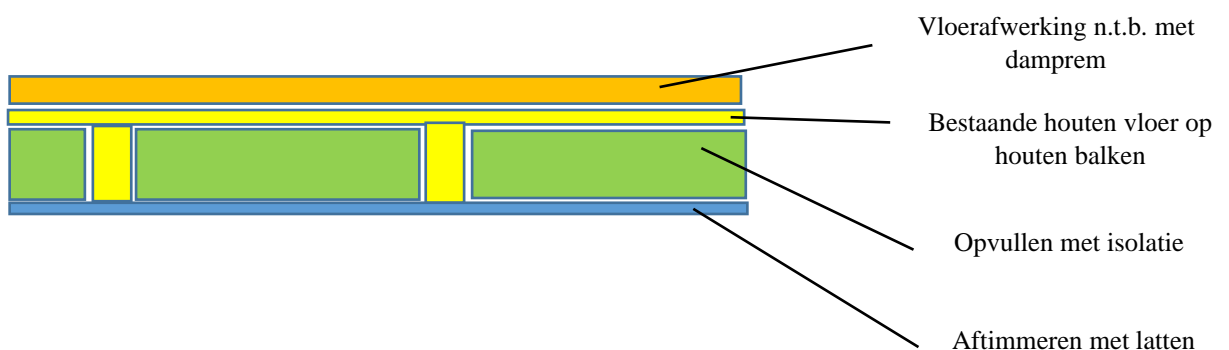
#### *Isolatie gevels met houten bekleding*

Deze gevel kunnen met iedere gewenste isolatiedikte tussen het hout en de gemetselde muren geïsoleerd worden. Pas daarbij wel een spouw toe tussen de isolatie en de houten bekleding. E.e.a. nader te beoordelen/bepalen aan de hand van details.

#### 3.2.4 *Isolatie begane grondvloer*

##### *Houten vloeren boven kruipruimte*

In figuur 3 is een voorstel gedaan voor de opbouw van de isolatie in het geval er nog een houten vloer wordt toegepast. De kruipruimte blijft geventileerd met buitenlucht. Als er ook vloerverwarming wordt toegepast, zie ook hoofdstuk 4, dan adviseren we de onderkant van de balken aanvullend te voorzien van ca. 40 mm isolatie als de balken minder dan 150 mm hoog zijn.



*Figuur 3. Opbouw vloer begane grond*

##### *Nieuwe betonvloeren*

Daar waar nieuwe betonvloeren worden toegepast kunnen deze aan de onderzijde geïsoleerd worden met een Rc-waarde van 4,7 m<sup>2</sup>K/W. Op de constructievloer kan een dekvloer met vloerverwarming worden toegepast. Om te grote traagheid te voorkomen dient tussen de dekvloer en constructievloer ca. 2 cm isolatie te worden opgenomen.

### *Betonvloeren op zand*

In de woning is dit van toepassing voor de hal/gang. Aangezien dit deel grotendeels inpandig ligt is het achterwege laten van de vloerisolatie niet heel bezwaarlijk. Omdat aangrenzende kruipruimten wel met buitenlucht geventileerd worden is het wenselijk de opgaande wanden in de kruipruimten die hieraan genzen wel te isoleren voorzover dit praktisch uitvoerbaar is. Verder kan ook hier isolatie aan de buitenzijde in de grond worden toegepast tot ca. 0,5 m diep.

### 3.2.5 *Isolatie puien*

Er wordt een Ug gewenst van 0,7 W/m<sup>2</sup>K. Dat is ruim hoger dan wettelijk vereist bij vervanging. De U-waarde kan gerealiseerd worden met vacuümglas of drieboudig glas. Bij toepassing van glas em een lage U-waarde dat aan buiten grenst kan condens ontstaan aan de buitenzijde. Dit is normaal en een gevolg van afkoeling door nachtelijke uitstraling naar de hemelkoepel in combinatie met de hoge isolatiewaarde van het glas. Het buitenste glasoppervlak koelt hierdoor zoveel af dat condens ontstaat. Omdat er in vacuümglas glazen afstandhouders zitten treedt er een zichtbaar effect op als weergegeven in figuur 4.



*Figuur 4. Zichtbaar effect bij condens aan de buitenzijde op vacuümglas (Bron: Kees van der Linden, AaCee Bouwen & Milieu)*

Dit condenseffect kan voor De Vlashorst meevallen, omdat het glas deels door het overstekende rieten dak afgeschermd wordt voor de hemelkoepel.

Opmerkingen:

- Op een aantal locaties is het enkelglas al vervangen door dubbel glas. Daar waar dit in goede conditie verkeerd en het glas niet maatgevend is voor de gewenste geluidwering kan overwogen worden dit glas te handhaven.

### 3.2.6 *Isolatie kelder*

In een ongeïsoleerde kelder bestaat het risico op een hoge relatieve vochtigheid of zelfs condens in de zomer. Een ongeïsoleerde kelder is daarom niet geschikt voor opslag van papier of andere vochtgevoelige spullen.

Het wel of niet en in welke mate isoleren hangt af van de functie van de kelder. In het laatste ontwerp heeft het ondergrondse deel van de kelder geen functie meer voor opslag.

### 3.3 **Daglichttoetreding**

Van toepassing is het rechtensverkregen niveau met een minimum van een equivalentie daglichtoppervlakte  $A_{eq} \geq 0,5 \text{ m}^2$  per verblijfsruimten. Eventueel kan vrijstelling worden verleend door een beroep te doen op de monumentale status. In verblijfsruimten waar geen wijzigingen optreden in de vloeroppervlakte en de daglichttoetreding hoeft geen toetsing plaats te vinden. In de volgende situaties is toetsing wel vereist:

- slaapkamer begane grond (hier verwachten we geen probleem);
- keuken en nieuwe aanbouw (geen probleem als de open verbinding tussen de aanbouw en de oude keuken minimaal 1,8 m bedraagt);
- aanpassingen op verdieping slaapkamer 2 in verband met nieuwe dakkapel.

### 3.4 **Luchtdichtheid**

Een goede kierdichting is niet alleen van belang voor de geluidwering, maar ook om ongewenste luchtinfiltratie/tocht te voorkomen. Het is daarom nodig alle kieren rond te openen ramen en deuren te voorzien van ten minste een enkele kierdichting, voor zover nog niet aanwezig. Bij nieuwe puien een dubbele kierdichting.

### 3.5 **Zonwering**

Het rieten dak vormt een overstek van ca. 50 cm. Bij hoge zonnestanden, zoals op het zuiden, geeft dit enige schaduw. Bij een aantal ramen zijn ook luiken aanwezig die goed als zonwering ingezet kunnen worden. Nadeel is wel dat het dan donker wordt binnen, omdat het dichte luiken zijn. In plaats van helemaal sluiten zouden ze op een kier gezet kunnen worden. Meestal komt dan nog voldoende daglicht binnen om het niet als donker te ervaren. Op historische tekeningen is geen buitenzonwering aanwezig, maar op oude foto's van na de aanpassingen aan de kozijnen van de woonkamer, is wel zonwering aanwezig in de vorm van een uitvalscherms voor de grootste ramen in de woonkamer, zie figuur 5. Later of gelijktijdig zijn ook uitvalschermen toegevoegd aan de andere ramen van de woonkamer, zie figuren 6 en 7. Dit geeft wel aan dat opwarming zomers een probleem was. We adviseren

zonwering op deze locaties opnieuw toe te passen, maar dan in elektrisch bediende versies. Overweeg de luiken voor het raam in de gang naar de slaapkamer op de begane grond ook in te zetten als zonwering als daar aanleiding voor is.

Het grote raam in de slaapkamer op de begane grond in de voormalige staldeur, zie figuur 8 kan aanleiding zijn voor overmatige opwarming van die slaapkamer als hier geen zonwering wordt toegepast. Hier ligt nog wel een ontwerpuitdaging. Wellicht kan iets gemaakt worden in de vorm van de oorspronkelijke staldeuren. Die kunnen ook nog een rol spelen in het verbeteren van de geluidwering. Ook hogere begroeiing kan al voldoende zijn.

Directe zoninval in de nieuwe glazen aanbouw is in de zomer, voor- en najaar niet wenselijk omdat dit vrij snel tot overmatige opwarming zal leiden. Het dak is niet transparant. Houd rekening met tenminste voorbereidingen voor buitenzonwering op het zuidwesten en noordwesten.



*Figuur 5. Woonkamer zonwering op zuid-oost*



*Figuur 6.. Woonkamer zonwering en overstek op zuid-west*



*Figuur 7. Woonkamer zonwering op zuid-oost*



*Figuur 8. Ramen ter plaatse van voormalige schuurdeur met overstek, maar zonder zonwering. In de nieuwe situatie wordt dit nog meer glas.*

#### *Geluidisolatie verdiepingsvloeren slaapkamers*

De geluidisolatie kan verhoogd worden door een verende vloer toe te passen.



## 3.6 Ventilatie

Er worden twee vormen van ventilatie onderscheiden, te weten:

- luchtverversing;
- spuiventilatie.

Luchtverversing is vrijwel continu nodig om geuren/stof, vocht en CO<sub>2</sub> af te voeren. Spuiventilatie is bedoeld om tijdelijk meer te ventileren om warmte af te voeren of bij tijdelijke hoge geur- vocht- of stofconcentraties. Beide vormen van ventilatie worden onderstaand besproken.

### 3.6.1 Luchtverversing

#### *Historische en huidige situatie*

Voor luchtverversing zijn een toevoer en een afvoer nodig.

De toevoer bestond vroeger uit kieren en naden in en rond de puien. Verder konden er naar behoefte in kamers ramen en/of deuren opengezet worden. De afvoer vond ook plaats via te openen ramen en rookgaskanalen in keuken en woonkamer. Ook in de voormalige schuur/garage zat een rookgaskaanaal. De rookgaskanalen en schoorstenen op het dak zijn nog aanwezig.

Het historische ventilatieprincipe is in de huidige situatie nog functioneel, maar de geluidbelasting op de voorgevel is toegenomen waardoor de ramen minder vaak geopend zullen worden. Ook kieren en naden leiden tot geluidlekken.

#### *Toekomstige situatie*

In de nieuwe situatie zal de ventilatie afgestemd moeten worden op functies van de ruimten en geen geluidlekken in de gevels moeten veroorzaken. Verder dient het ten minste te voldoen aan de wettelijke eisen uit het Bouwbesluit. In dit geval zijn volgende minimale eisen van toepassing:

- een toevoercapaciteit van 0,7 l/s per m<sup>2</sup>, met een minimum van 7 l/s, in verblijfsruimten;
- afvoeren in toilet (7 l/s), badkamer (14 l/s) en keuken (21 l/s) rechtstreeks naar buiten.

In een grote woning leiden deze capaciteiten tot voldoende ventilatie. In slaapkamers hanteren we daarnaast een minimale ventilatie van 7 l/s per persoon. In de keuken zal de capaciteit afgestemd moeten worden op het wel of niet toepassen van een afzuigkap met afvoer naar buiten.

Ventileren via kieren en naden is niet meer mogelijk omdat de luchtdichtheid hoger wordt. Verder zijn de te openen ramen te groot om praktisch in te kunnen zetten voor de dagelijkse luchtverversing. Ook heeft dit een groot nadelig effect op de geluidwering. Het toevoegen van roosters is niet mogelijk zonder ingrijpende aanpassingen en het introduceren van geluidlekken. We adviseren daarom uit te gaan van gebalanceerde ventilatie (mechanische toe- en afvoer). Bij dit systeem wordt ook warmteterugwinning toegepast om energie besparen en de hoeveelheid kan

vraaggestuurd zijn, bijvoorbeeld op CO<sub>2</sub> in woonkamer en hoofdslaapkamer en relatieve vochtigheid in de badkamer. In hoofdstuk 4 is weergegeven hoe zo'n systeem in deze woning ingepast kan worden.

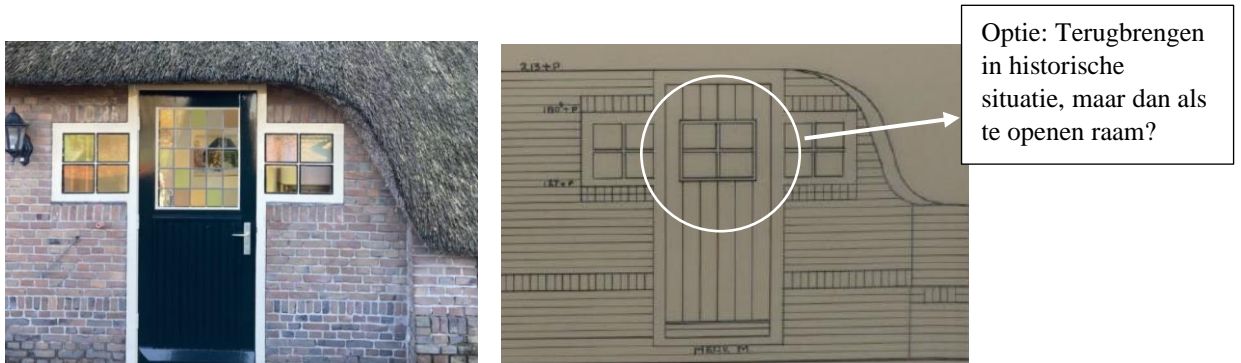
Opmerkingen:

- Er bestaat een wens om de (open) haard in de woonkamer te blijven gebruiken. Door de renovatie wordt de luchtdichtheid van de woning echter aanzienlijk beter dan in de historische situatie. Een traditionele open haard is dan niet meer mogelijk, omdat er dan onvoldoende verbrandingslucht kan worden aangevoerd. Eigenlijk zou er dan een raam open gezet moeten worden. Alternatief echter is een eigen toevoer via een kanaal door de kruipruimten met een koekoek naar buiten. Een nog beter alternatief is het toepassen van een (semi) gesloten haard, met rookgasafvoer op de bestaande schoorsteen en een eigen aanvoer van verse lucht uit de kruipruimte of van het dak (pijp in pijp systeem). We verwachten dat het bestaande rookgaskanaal groot genoeg is voor de laatste oplossing, maar dit zal nader onderzocht moeten worden door de leverancier van de voorzethaard.
- De aanzuig van verse buitenlucht voor de ventilatie kan niet plaatsvinden op dakniveau. Het risico op aanzuigen van rookgassen uit de schoorsteen van een haard is te groot en wettelijk ook niet toegestaan. We gaan daarom uit van aanzuig via de gevel.
- De benodigde capaciteiten voor ventilatie worden in een rapportage voor de bouwaanvraag berekend.

### 3.6.2 *Spuiventilatie*

Alle verblijfsruimten zijn op dit moment al voorzien van te openen ramen. We adviseren die voorzieningen zo veel mogelijk te handhaven. Op die manier wordt ook voldaan aan de het realiseren van het rechtens verkregen niveau met een minimum van ca. 0,5 m<sup>2</sup> te openen delen per verblijfsruimte. In de woonkamer zijn relatief weinig te openen ramen aanwezig. We adviseren de aanwezige te openen delen (ramen en deuren) aan de noordoost zijde te handhaven.

In de slaapkamer op de begane grond adviseren we vooral de te openen ramen aan de geluidluwe kant goed gangbaar en bedienbaar te houden. Dat is op dit moment het valraam op het westen, maar nog beter zou zijn als er ook een te openen deel aan de noordzijde inzetbaar is. Dat is nu een raam in de badkamer dat goed kan functioneren in combinatie met de open verbinding tussen de badkamer en het slaapgedeelte. Ook denkbaar is een te openen deel toevoegen in de buitendeur van de slaapkamer aan de noordkant en daarmee deels terug te brengen in de historische situatie, zie figuur 9.



*Figuur 9. Huidige en historische situatie*

**Opmerking:**

De kwaliteit van de spuivoorziening hangt sterk af van de praktische inzetbaarheid. Grote te openen delen zijn minder praktisch dan kleine te openen delen, zoals bovenramen. De kwaliteit neemt ook toe als een te openen raam in meerdere standen vastgezet kan worden en als de bediening eenvoudig is en licht bediend kan worden. Op deze locatie speelt ook de hoogte van het verkeersgeluid een rol.

### **3.7 Warmteafgifte en warmteopwekking**

#### Historisch en bestaande situatie

We verwachten dat er oorspronkelijk kolenkachels aanwezig zijn geweest, maar op de bouwtekeningen is geen in pandige kolenkelder of kolenhok te vinden. Diverse rookgasafvoerkanalen zijn wel aanwezig. Wellicht bevond de kolenopslag zich in een bijgebouw. Ook was er geen ruimte gereserveerd voor een centrale ketel. De cv-installatie met een gasketel in de berging van de keuken en radiatoren aan de gevels is later aangebracht. De radiatoren en cv-leidingen functioneren, maar zijn verouderd en leidingen door de kruipruimte zijn niet of matig geïsoleerd. De ketel is een HR-ketel van ca. 5 jaar oud en kan nog minimaal 10 jaar goed functioneren.

#### Nieuwe situatie

Voor een hoog comfort en hoog rendement nu en in de toekomst is warmteafgifte op lage temperatuur wenselijk. Voor inpassing van een warmtepomp die functioneert op een hoog rendement is dit zelfs noodzakelijk, zie ook tabel 3. Hiervoor is een grote warmtewisselende oppervlakte nodig, waarbij een groot deel van de warmteoverdracht plaatsvindt via (warmte)straling. Ook is het nodig dat de warmtevraag beperkt is om de benodigde oppervlakte van de verwarmingselementen te beperken. De eerste stap is dus: isoleren waar het kan en nodig is. Daarvoor worden in het VO-plan voor de verbouwing voldoende stappen gezet.

Tabel 3. Geschiktheid combinaties va warmteafgifte en warmteopwekking

| Warmteafgifte |  | Geschiktheid warmteopwekking |                             |            |
|---------------|--|------------------------------|-----------------------------|------------|
|               |  | HR-ketel                     | Gasketel+ kleine warmtepomp | Warmtepomp |
| ZLT           | Vloer- en wandverwarming in goed geïsoleerd gebouw                                   | ++                           | ++                          | ++         |
| LT            | Vloer- en wandverwarming in matig geïsoleerd gebouw of LT-convectoren met ventilator | ++                           | ++                          | +          |
| MT            | Convectoren  | +                            | +                           | o          |
| HT            | Radiatoren   | +                            | o                           | --         |

ZLT = Zeer Lage Temperatuur

LT = Lage Temperatuur

MT = MiddenTemperatuur

HT = Hoge Temperatuur

++ = zeer geschikt

+ = goed geschikt

o = technisch mogelijk, maar energetisch/economisch niet aantrekkelijk

-- = niet mogelijk of energetisch/economisch zeer ongewenst

### 3.7.1 Warmteafgifte

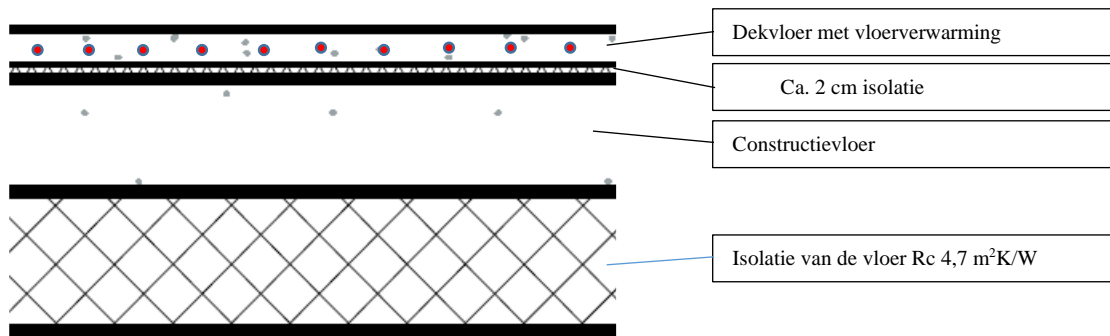
Onderstaand wordt per ruimte besproken welke warmteafgiftesystemen geschikt zijn bij het gerealiseerde isolatieniveau.

#### *Woonkamer*

De woonkamer is geschikt voor vloerverwarming. Uitgaande van een nieuwe constructieve betonvloer met isolatie aan de onderzijde kan de vloerverwarming worden opgenomen in de nieuwe dekvloer. Om te grote traagheid te voorkomen wordt er tussen de dekvloer en de constructievloer ca. 2 cm isolatie toegepast.

Bij een vloerafwerking met een warmteweerstand  $\leq 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ , zie ook bijlage A, kan de vloerverwarming in dit geval goed als hoofdverwarming worden ingezet.

Convectoren zijn dan niet nodig. Dit maakt toepassing van een houten vloerafwerking niet onmogelijk, maar er bestaat wel een beperking aan de keuze daarvan. Nader overleg en afstemming met de leverancier hiervan is wenselijk. Bij een vloerafwerking met een warmteweerstand duidelijk hoger dan  $0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ , maar lager dan  $0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$  kan de vloer nog wel goed als basisverwarming worden gebruikt. Aanvullend zijn dan convectoren nodig onder de twee ramen aan de zuidoostzijde, zie figuur 11. Deze vervangen dan de bestaande radiatoren met omkasting.



*Figuur 10. Vloerverwarming in dekvloer met ca. 2 cm isolatie tussen dekvloer en constructievloer.*



*Figuur 11. Radiatoren achter omkasting vervangen voor LT-convector als vloerverwarming alleen als basisverwarming inzetbaar is bij te hoge warmteweerstand vloerafwerking.*

#### *Bestaande keuken*

Uitgaande van een nieuwe betonnen vloer geldt hiervoor hetzelfde principe als in de woonkamer, maar het verschil is dat:

- De vloerafwerking hier wellicht steenachtig is of andere waterdichte afwerking met lagere warmteweerstand dan in de woonkamer;
- Voor toepassing van convectoren is hier geen ruimte.

Als de vloerafwerking een te hoge warmteweerstand heeft om de vloer als hoofdverwarming in te kunnen zetten kan wellicht ook nog een wand actief verwarmd worden of voorzien worden van een verticaal verwarmingselement, zie figuur 12, die hetzelfde effect heeft als wandverwarming



*Figuur 12. Voorbeeld verwarmingspaneel als “wandverwarming”.*

#### *Nieuwe aanbouw aan keuken*

De aanbouw staat in open verbinding met de bestaande keuken en vormt zo deel van één grote verwarmde verblijfsruimte. Omdat er veel glas wordt toegepast is het warmteverlies hier relatief groot. We adviseren hier drievoudig glas toe te passen. De ruimte kan voorzien worden van vloerverwarming op een goed geïsoleerde vloer ( $R_c \geq 4,7 \text{ m}^2\text{K/W}$ , maar minimaal).

Overmatige zoninval in zomer, voor- en najaar moet voorkomen worden, omdat de vloerverwarming daar niet snel genoeg op kan reageren. Het risico op oververhitting is 's middags en begin van de avond vrij groot. Er komt geen glazen dak.

Ook hier adviseren we de vloeropbouw toe te passen als aangegeven in figuur 10.

#### *Toilet*

Als de tegels vervangen worden kan er vloerverwarming worden opgenomen in de vloer. Eventueel kan dit elektrische vloerverwarming zijn. Enige isolatie onder deze verwarming is echter wel nodig. Ook is het mogelijk een convector toe te passen op de plek waar nu een radiator hangt, met de toe- en afvoerleiding door de vloer, zodat de vloer voor de toiletspot niet koud blijft. Alternatief is om wandverwarming op te nemen. We adviseren in ieder geval een oplossing te kiezen waarbij de vloer niet (te) koud blijft.

#### *Hal, gang, trap en overloop*

Als de bestaande tegelvloer gehandhaafd blijft kan een oplossing als gegeven in figuur 12 overwogen worden. Dit is dan wel op meerdere locaties nodig en in combinatie met een convector naast de voordeur (zelfde locatie als bestaande radiator). Denkbaar is ook dat een wandverwarming in een voorzetwand wordt opgenomen, zie verder hoofdstuk 4.

#### *Slaapkamer en badkamer begane grond*

In dit gedeelte komt een nieuwe betonnen vloer. Ook hier adviseren we de vloeropbouw toe te passen uit figuur 10. Naar behoefte kan nog extra bijverwarming

worden toegevoegd met elektrische panelen aan of opgenomen in het plafond of aan de wand als tijdelijk een hoger comfort wenselijk is. Deze panelen reageren snel. In de badkamer adviseren we ook vloerverwarming als hoofdverwarming. Hiervoor is het echter wel wenselijk de badkamer afsluitbaar te maken van de slaapkamer met bijvoorbeeld een schuifdeur om te voorkomen dat de slaapkamer te warm wordt. Dit is ook wenselijk om het douchevocht niet in de slaapkamer te laten komen waardoor een te hoge vochtigheid of zelf condensproblemen kunnen ontstaan in de slaapkamer. De vloerverwarming in slaapkamer en badkamer dienen apart regelbaar/instelbaar te zijn. In de badkamer kan aanvullend een handdoekradiator worden toegepast, maar om te voorkomen dat de vloer hierdoor te koud wordt kan deze het beste alleen vrijgegeven worden als de badkamer gebruikt wordt. Dat is goed te realiseren met een elektrische handdoekradiator met een eigen regeling en die vrijgegeven wordt als het licht in de badkamer aan staat. Hetzelfde geldt voor een elektrisch verwarmde spiegel om condens te voorkomen.

#### *Slaapkamers verdieping*

Vloerverwarming is hier niet geschikt omdat overdag een hogere temperatuur gewenst is dan 's nachts. Het is daarom wenselijk dat de verwarming snel kan reageren op een gewijzigde instelling.

We adviseren in deze slaapkamers convectoren toe te passen die geschikt zijn voor lage temperatuur. Die kunnen op de locatie van de huidige radiatoren. Merk, type en afmetingen nader te bepalen door de installateur.

#### *Badkamer op verdieping*

Afhankelijk van de werkzaamheden aan de vloer zou er elektrische vloerverwarming in opgenomen kunnen worden.

Ook in deze badkamer kan aanvullend een elektrische handdoekradiator met een eigen regeling die wordt vrijgegeven als het licht in de badkamer aan staat. Hetzelfde geldt voor een elektrisch verwarmde spiegel.

#### *Wasruimte*

Deze ruimte vormt een goede centrale plek voor de installaties. Daardoor zal deze ruimte wellicht niet helemaal inzetbaar zijn als wasruimte, zie hoofdstuk 4. Aangezien de bestaande vloer behouden blijft en de hoogte beperkt is blijft er geen ruimte over om hier vloerverwarming aan te leggen op de bestaande vloer. We stellen voor een paneel op lage temperatuur op te nemen, zie ook figuur 12.

### 3.7.2 Warmteopwekking

De voorgestelde wijze van warmteafgifte in 3.7.1 is geschikt om te functioneren op lage-temperatuur (tot ca. 45 °C) en daarmee ook geschikt voor toepassing van een warmtepomp.

#### *Benodigde verwarmingsvermogen*

Het benodigde verwarmingsvermogen hangt sterk af van het gerealiseerde isolatieniveau en zal uiteindelijk berekend moeten worden onder verantwoordelijkheid van de installateur. Op basis van voorlopige gegevens en voorgestelde na-isolatie schatten wij in dat er circa 15 kW aan vermogen nodig is onder ontwerpcondities (-10 °C buiten).

#### Warmtebron voor een warmtepomp

Een warmtepomp heeft een warmtebron nodig. Op deze locatie zijn alleen buitenlucht en de bodem beschikbaar. Beide opties bespreken we onderstaand.

#### *Buitenlucht als warmtebron voor warmtepomp*

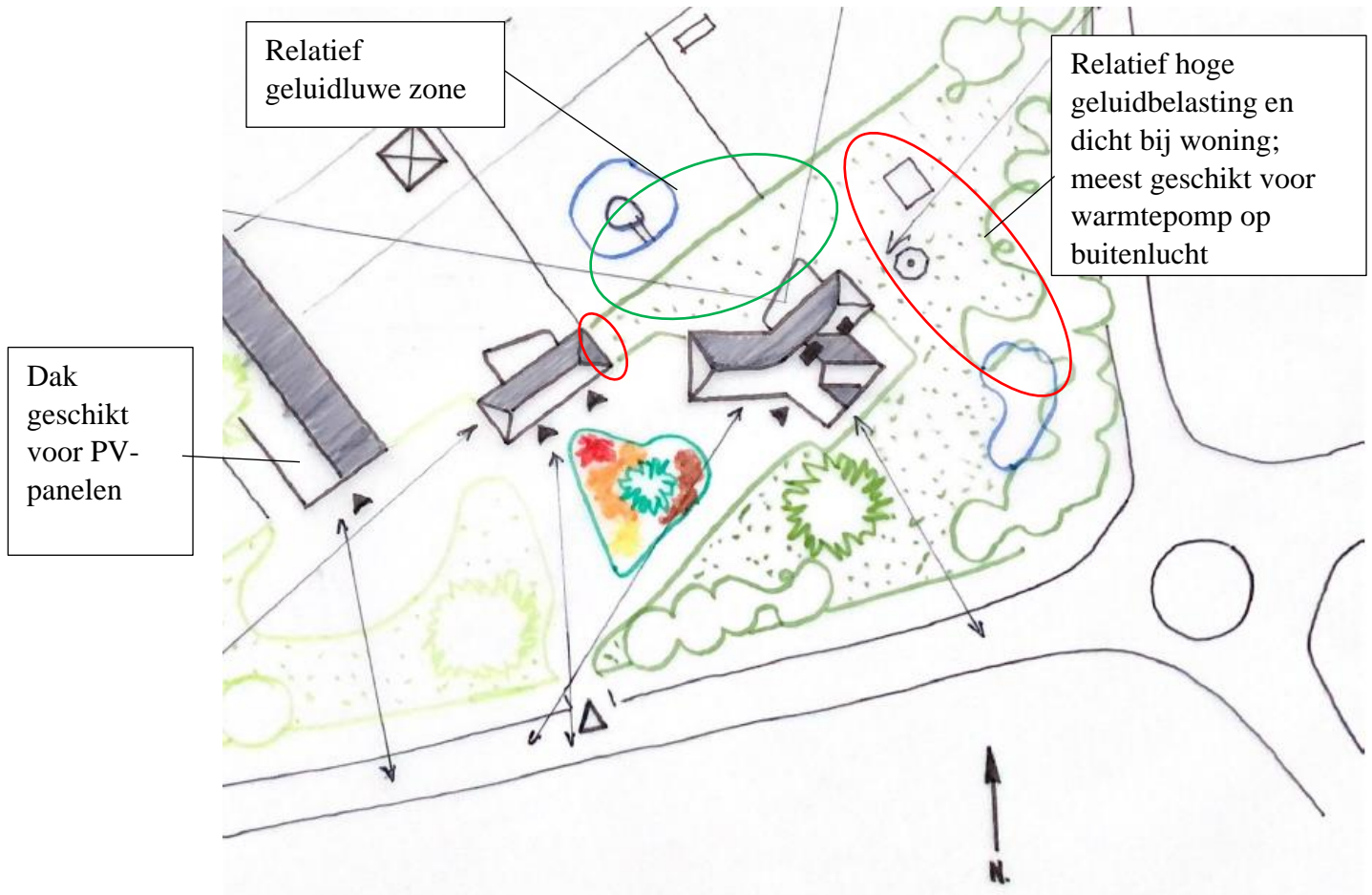
Hiervoor is een warmtewisselaar met een ventilator nodig, zie figuur 13. Deze unit heeft de volgende eigenschappen en aandachtspunten:

- De buitenunit is vrij groot (B x H x D = 1200 x 1500 x 500 mm) en kan in dit geval alleen ergens in de tuin geplaatst worden, bij voorkeur uit het zicht en niet in de geluidluwe zone, zie figuur 14. De afstand tot de technische ruimte dient hierbij zo klein mogelijk te blijven.
- De buitenunit produceert geluid en trillingen. Hiervoor gelden ook wettelijke eisen op de perceelgrens. Op deze locatie kan hier ruim aan worden voldaan. Er zal vooral voorkomen moeten worden dat hinder ontstaat op eigen terrein.
- De unit kan op winterse dagen minder goed voldoende warmte uit de buitenlucht halen omdat het daarvoor dan te koud is. Het rendement wordt dan erg laag en ook het vermogen neemt af. Er is dan vaak aanvullend elektrische bijverwarming nodig (in het apparaat en niet in de woning). Dat geldt ook voor warmtapwater. In plaats van elektrische verwarming kan ook een gasgestookte ketel goed de pieken opvangen en voor warmtapwater zorgen. In dat geval wordt wel gesproken van een hybride opstelling.
- Er kan in de zomer ook mee gekoeld worden als de installatie hiervoor geschikt is gemaakt. Het energiegebruik is daarvoor echter vrij hoog, vergelijkbaar met airconditioning.





*Figuur 13. Voorbeeld buitenunit warmtepomp ca. 15 kW.*



*Figuur 14. Geschikte locaties voor een buitenunit van een warmtepomp voor de woning met buitenlucht als warmtebron.*

#### *Bodem als warmtebron voor warmtepomp*

Het gebruik van de bodem als warmte- en koudebron, zie figuur 15, is de duurder dan op buitenlucht, maar is de meest energiezuinige optie voor zowel verwarming als koeling, er wordt buiten geen geluid geproduceerd, de beschikbaarheid van de bron is groter en het rendement en de levensduur van de warmtepomp hoger.

Uit beschikbare bodemonderzoeken blijkt dat de bodem op deze locatie “goed geschikt” is voor verticale bodemwarmtewisselaars. Er gelden op deze locatie echter wel voorwaarden door provinciaal beleid, zie bijlage C. Die voorwaarden zullen nader opgevraagd moeten worden als deze optie de voorkeur heeft. Dat kan als de installateur om nadere informatie vraagt bij een aanvraag.



*Figuur 15. Warmtepomp op bodemwarmtewisselaars*

Afhankelijk van de mogelijke boordiepte zullen er naar verwachting 2 a 3 verticale bodemwarmtewisselaars nodig zijn. Grofweg dienen deze minimaal 5 m uit elkaar te liggen. De locatie dient goed bereikbaar te zijn voor een (vrachtwagen met) boorinstallatie. Er zijn rond het huis veel locaties mogelijk. De afstand tot de woning is voor het rendement niet van groot belang. Na aanleg zijn bovengronds alleen nog putdeksels zichtbaar, maar ook die kunnen bedekt worden met bijvoorbeeld groen.

Een bodemwarmtewisselaar kan alleen goed functioneren als aan de omgeving warmte onttrokken kan worden. Thermisch regenereren van de bodem is wenselijk door toevoer van warmte in de zomer. Koeling in de zomer maakt dit mogelijk en zorgt dus in dit geval voor een betere opbrengst in de winter.

Voor de warmtepomp en bijkomende randapparatuur dient een ruimte gereserveerd te worden. Houd rekening met een vloeroppervlakte van ca. 6 m<sup>2</sup> voor alleen deze techniek, zie verder hoofdstuk 4.

#### *Warmtepomp en HR-ketel*

Omdat een gasgestookte ketel geschikter is om op koude dagen warmte te leveren en snel warmtapwater wordt vaak gekozen voor een combinatie van een warmtepomp en een HR-ketel. Doordat de ketel de warmtelevering aanvult op koude dagen kan de warmtepomp kleiner zijn. Dat is vooral bij de warmtepomp op buitenlucht efficiënt. Verder kan deze warmte leveren voor warmtapwater. Dit is alleen een optie zolang er nog gas geleverd wordt. We verwachten dat dat nog minstens 15-20 jaar het geval is. Na die periode zou dan wel een grotere warmtepomp nodig zijn.

#### *Alleen een HR-ketel*

Als er geen koeling nodig is kan de komende 15-20 jaar waarschijnlijk volstaan worden met een HR-ketel. Dat kan voorlopig de huidige ketel zijn. Die ketel wordt

dan afgesteld op het leveren van warmte op lage temperatuur voor verwarming en hoge temperatuur voor warmtapwater.

*Resumé warmte- en koude-opwekking*

In tabel 3 zijn de eigenschappen van de gasloze opties met warmtepomp samengevat. Een warmtepomp op verticale bodemwarmtewisselaars heeft op deze locatie vooral een energetische meerwaarde voor betrouwbaar verwarmen en koelen. Voor de langere termijn is dit de meest geschikte techniek.

Een warmtepomp op buitenlucht is een goed alternatief met lagere aanschaffkosten, maar hogere gebruikskosten. De in figuur 14 opgenomen locatie aan de oostzijde tussen woning en verkeersweg is het meest geschikt voor de buitenunit.

Tabel 3. Vergelijking eigenschappen buitenlucht of bodem als warmtebron voor warmtepomp.

| Criterium   | Warmtebron voor warmtepomp              |  |
|---|---|--|
|   | Buitenlucht                             | Bodem  |
| Ruimtegebruik buiten                                      | Veel ivm vrij uitblaas                  | nihil  |
| Ruimtegebruik binnen                                      | Beperkt                                 | Beperkt  |
| Geluid naar buiten  | Geschikte locatie nodig                 | Nihil  |
| Geluid naar binnen  | Aandachtspunt, maar hier goed oplosbaar | bij voorkeur niet grenzend aan verblijfsruimte |
| Energiegebruik verwarming                                 | Laag                                    | Zeer laag                                      |
| Energiegebruik (eventuele) koeling                        | Hoog                                    | Zeer laag                                      |
| Elektrische bijverwarming nodig of voorlopig met gasketel | Ja                                      | Nee  |
| Investering warmtepomp + warmtebron, zonder subsidies     | € 25.000,-- , incl. btw                 | € 45.000,-- , incl.btw                         |
| Levensduur warmtepomp                                     | 10-15 jaar                              | 15-20 jaar                                     |
| Levensduur bodemwarmtewisselaar                           | n.v.t.                                  | 30-40 jaar                                     |

### 3.8 Elektriciteit

*Meterkast*

De meterkast zal uitgebreid moeten worden ten behoeve van een warmtepomp, elektrische apparatuur in de keuken, verwarming voormalige stal e.d.

*Eigen elektriciteitsopwekking*

Een warmtepomp is alleen duurzaam als de elektriciteit die hij gebruikt duurzaam wordt opgewekt, zoals bijvoorbeeld met eigen zonnepanelen (PV-panelen), of door inkoop van groene elektriciteit. Duidelijk is dat er op de rieten daken geen PV-panelen zullen komen vanwege de monumentenstatus.

Op bijgebouwen zonder monumentenstatus zijn echter wel mogelijkheden. Zo is het op het zuidwesten gerichte dak van de loods zeer geschikt, voor zover niet in de schaduw van de grote boom die er staat, zie figuur 16.



*Figuur 16. Geschikte locatie voor PV-panelen.*

#### *Laadpaal elektrische auto*

We adviseren op het terrein ten minste een voorbereiding te maken voor één of twee stuks laadpalen. Dit kan wel consequenties hebben voor het totale aansluitvermogen. Ook de meterkast moet daarop voorbereid worden. De elektra-installeateur kan dit verder inzichtelijk maken.

### **3.9 Warmtapwater**

In de keuken wordt een warm/heetwaterbereider geplaatst. Er is hier dan altijd direct warm/heet water beschikbaar.

De gelijktijdige warmtevraag voor warmtapwater in beide badkamers is groot. Er kan alleen voldoende warmtapwater gelijktijdig geleverd worden door een grote boiler. De afstand tussen de boiler en de tappunten is bij voorkeur zo kort mogelijk om hinderlijke wachttijden en onnodige warmteverliezen te beperken. De berging is daarvoor een goede centrale plek.

Uitgaande van een regendouche in de badkamer op de begane een gewone douche op de verdieping zal de boiler een capaciteit van ca. 220 liter moeten hebben. De afmetingen van een dergelijke ronde boiler zijn: D x H = ca. 650 x 1700 mm. De installateur berekend de definitieve capaciteit van de boiler.

Omdat de laadtijd van deze boiler vrij groot is kan deze beter elektrisch worden gevoed of in combinatie met de warmtepomp, waarbij de warmtepomp voorrang heeft voor een warmtevraag uit de verwarming. Inzet van de warmtepomp voor warmtapwater heeft alleen zin als de warmtepomp bij de boiler in de wasruimte wordt geplaatst. Tijdelijk ook nog goed een gasgestookte ketel worden ingezet.

Mogelijke besparingsopties nader te bepalen:

- hotfill-aansluitingen voor wasmachine en vaatwasser;
- warmteterugwinning uit douchewater (douche-wtw) met een verticale warmtewisselaar op de douche van de verdieping en een douchegootwarmtewisselaar op de begane grond;
- waterbesparende douchekoppen, maximaal 8 l/min.

Opmerkingen:

- Voor douchegoot-wtw dient rekening te worden gehouden met een inbouwdiepte van ca. 12 cm en lengte van 90 cm. Bij gebruik van een regendouche zijn twee stuks nodig.
- Een verticale douche-wtw dient in een schacht te worden opgenomen. Hiervoor dient een ruimte van rond ca. 15 cm en een hoogte van ca 2,5 m gereserveerd te worden.
- Om temperatuurfluctuaties bij gebruik van douche-wtw te voorkomen kan dit alleen in combinatie met een thermostaatkraan op de douche.
- Als gekozen wordt voor douche-wtw en/of waterbesparende douchekoppen, dan kan de boiler kleiner worden gekozen.











### 3.10 Koeling (optioneel)

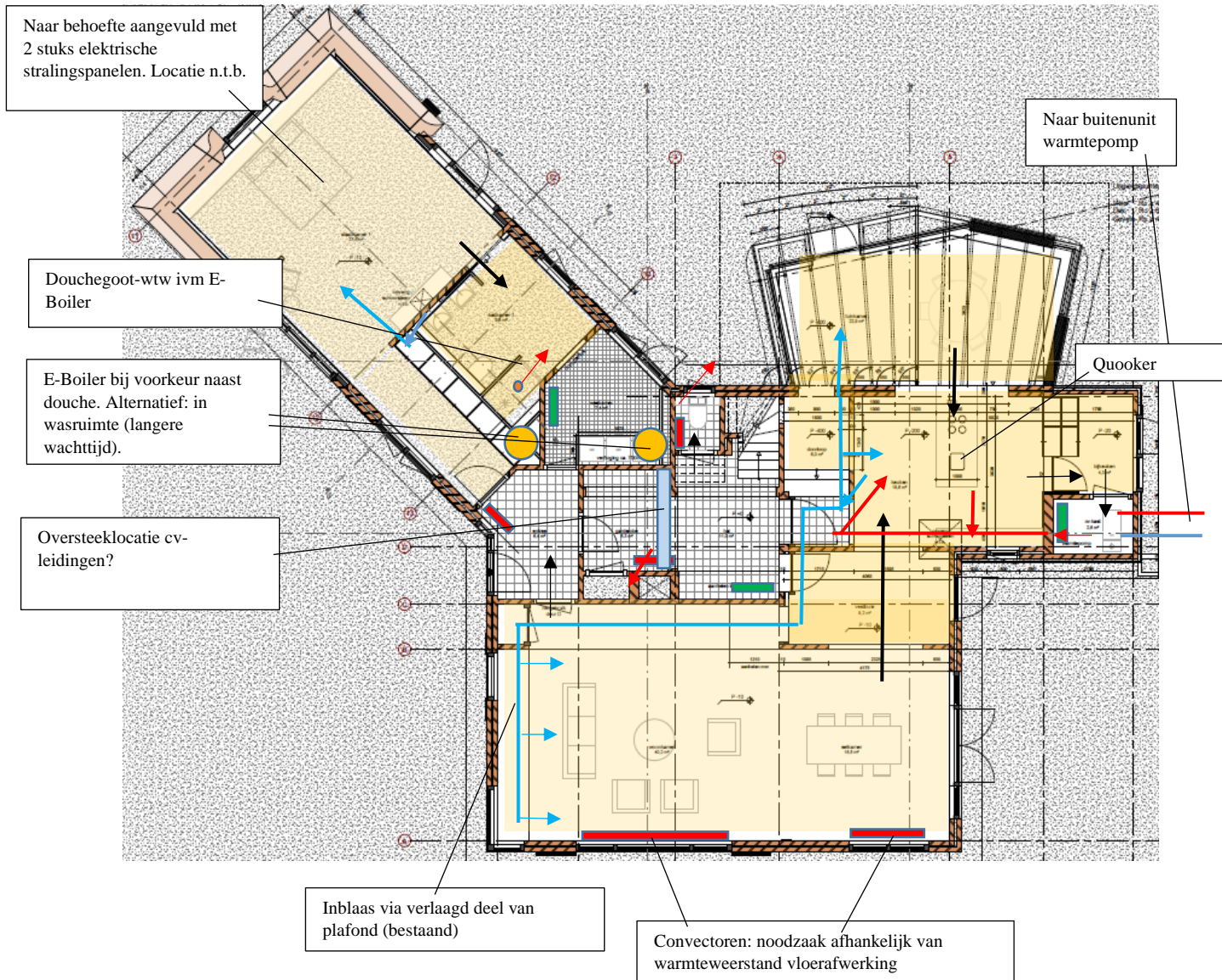
Op dit moment bestaat er geen behoefte aan koeling, maar dat kan in de toekomst wel het geval zijn. Met de vloerverwarming kan ook actief gekoeld worden. De hoeveelheid koeling is dan beperkt, maar het effect op het zomercomfort is wel duidelijk merkbaar. In ruimten waar in korte tijd veel vocht geproduceerd wordt kan op koude oppervlakten condens ontstaan. Vloerkoeling in een keuken, badkamer of slaapkamer in open verbinding met een badkamer is zodoende niet wenselijk. In het huidige ontwerp komt vooral de woonkamer in aanmerking voor koeling. In de slaapkamer op de begane grond kan het ook als de badkamer niet in open verbinding staat met de slaapkamer (in verband met risico op condens). Voor de gekoelde vloeren adviseren we een dauwpuntsbewaking op te nemen. Ook de fabrikant van de vloerafwerking kan eisen stellen aan de minimale en maximale vloertemperatuur. Koeling op andere slaapkamers op de verdieping is alleen mogelijk als de convectoren daarvoor geschikt zijn (met een ventilator en condensafvoer).

#### 4 INSTALLATIE PRINCIPES

In onderstaande plattegronden zijn de voorgestelde installatieprincipes weergegeven. Zoals besproken met opdrachtgever gaan daarbij uit van:

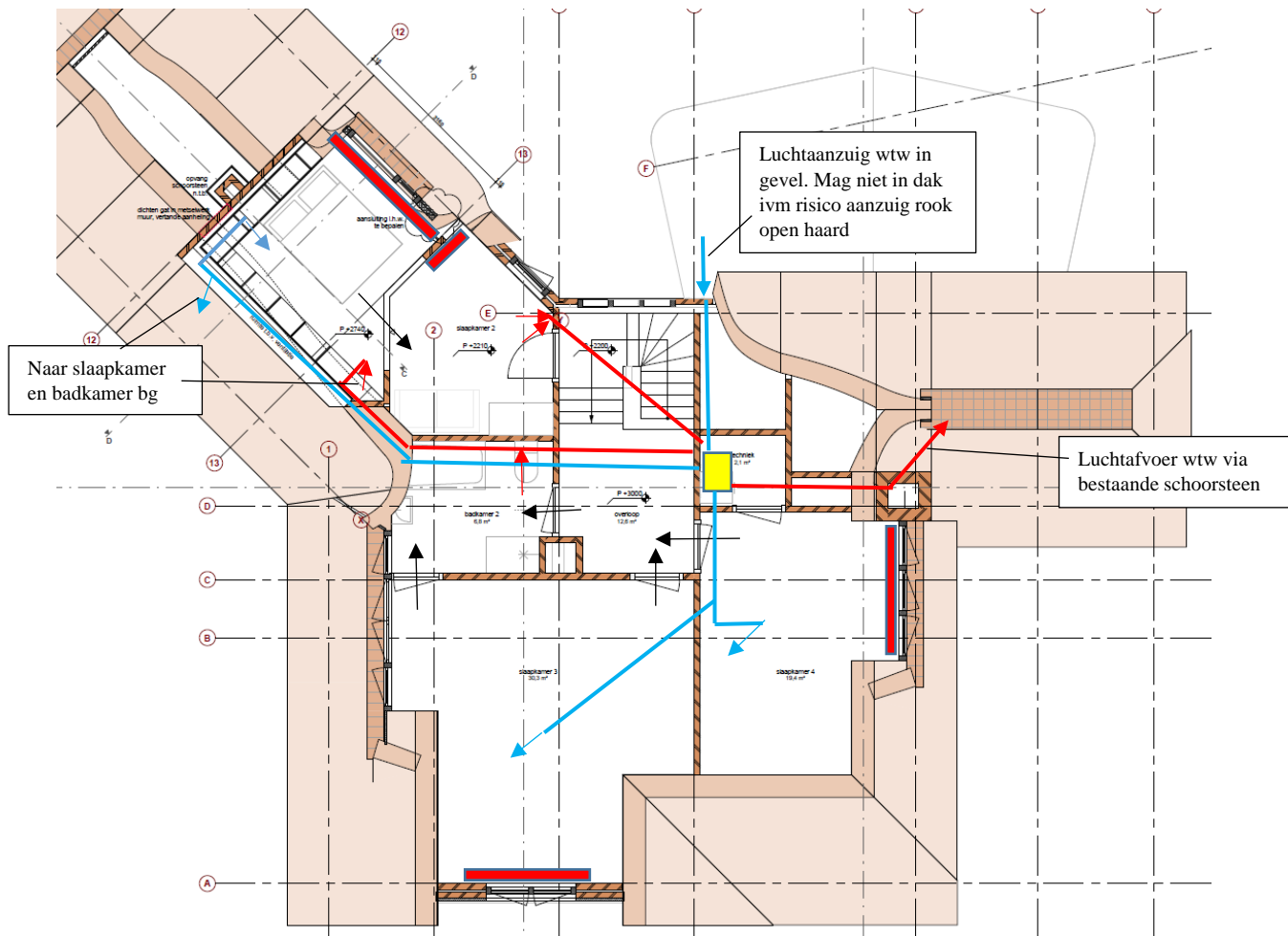
- Vloerverwarming/koeling, alleen verwarming met convectoren/panelen in de gangzone op de begane grond en op de verdieping alleen verwarming met convectoren op de slaapkamers en paneel/handdoekverwarming op de badkamer.
- Warmteopwekking met een warmtepomp op buitenlucht, met de buitenunit aan de oostzijde. Binnenunit warmtepomp in technische ruimte naast bijkeuken.
- Elektrische boiler in of bij de wasruimte. Douchegoot-wtw om energiegebruik en grootte boiler te beperken. De principes zijn weergegeven in de figuren 17 en 18.

-  Boiler warmtapwater
-  Ventilatie wtw-unit
-  Warmtepomp
-  Vloerverwarming/-koeling
-  Vloerverwarming als hoofdverwarming
-  Convector of verwarmingspaneel
-  Verdeler vloerverwarming
-  Toevoer
-  Afvoer
-  Overstroom



*Figuur 17. Installatieprincipe begane grond met wasruimte als technische ruimte.*





Figuur 18. Installatieprincipe verdieping

Opmerkingen bij figuren 17 en 18:

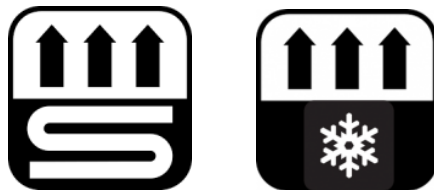
- CV-leidingen tussen warmtepomp en verdelers en tussen verdeler en verwarmde ruimte, langer dan 2 m dienen geïsoleerd te worden. Ook als deze in de dekvloer liggen. Dit om overmatige verwarming van gangen e.d. te voorkomen.
- Dauwpuntsbeveiliging op gekoeld water naar gekoelde vloeren.
- Luchtkanalen verdieping zoveel mogelijk over de vlissing. Exacte locaties van leidingen en luchtkanalen nader in het werk te bepalen.
- We adviseren de wtw-unit zodanig af te stellen dat ca. 10% meer wordt afgezogen dan wordt toegevoerd. Hierdoor ontstaat een tendens van onderdruk in de woning waardoor minder vochtige lucht kan toetreden in de constructies.
- Afmetingen centrale WTW-unit: B x H x D = 0,8 x 1,2 x 0,5 m.

**Bijlage A. Eisen vloerbedekking**

Onderstaand zijn de eisen geformuleerd met betrekking tot de eigenschappen van toegepaste vloerbedekking op vloerverwarming.

*Warmteweerstand*

De warmteweerstand een vloerafwerking, inclusief ondervloer en eventuele folie, dient niet hoger is dan  $0,17 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$  als de vloer als bijverwarming wordt gebruikt en een streefwaarde van ca.  $0,08 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ , maar ten hoogste  $0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$  als de vloer als hoofdverwarming wordt gebruikt.



Het linker pictogram betekent dat de warmteweerstand van het product lager is dan  $0,17 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$  en dus in ieder geval geschikt is voor vloerverwarming als bijverwarming. Voor de geschiktheid voor hoofdverwarming is dit dus geen garantie. De werkelijke waarden dienen dan opgevraagd te worden bij de fabrikant/leverancier en deze dient goedkeuring te geven aan de toepassing van zijn product.

Het rechter pictogram betekent dat de warmteweerstand van het product lager is dan  $0,12 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$  en daarmee ook geschikt is voor vloerkoeling.

Ook voor vloerkoeling adviseren we echter te streven naar maximaal  $0,08 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$  voor de vloerafwerking, inclusief ondervloer/folie.

*Elektrische geleiding*

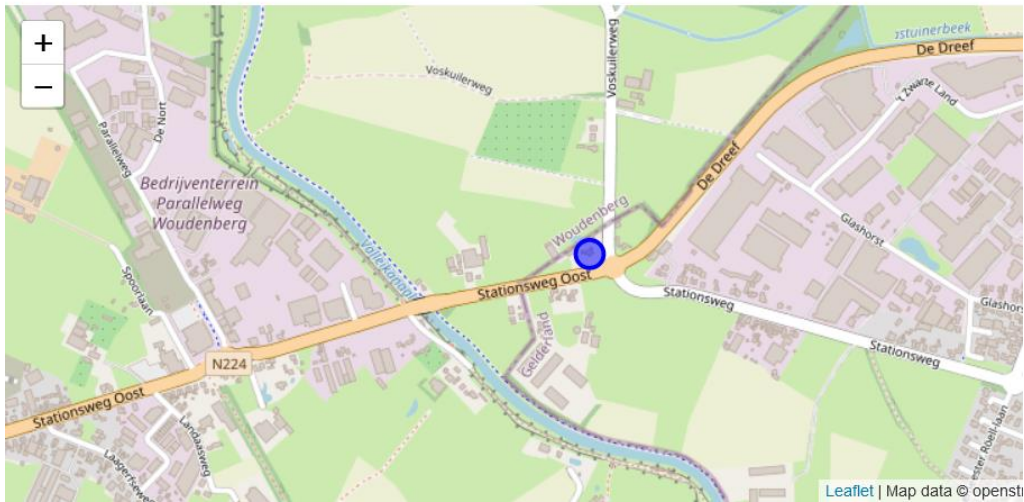
In een gebouw waarin geen bevochtiging wordt toegepast kan de binnenlucht in de winter relatief droog zijn. Ter voorkoming van opbouw van statische elektriciteit dienen daarom de vloeren elektriciteit goed te geleiden. Daartoe dient de elektrische weerstand van de vloerbedekking, volgens Ontwerp NEN 6168, kleiner te zijn dan: horizontaal :  $1 \times 10^{10} \Omega$  of vertikaal:  $1 \times 10^{10} \Omega$  ; beiden bepaald volgens NEN 6167. Verder dient de persoonsoplading door de vloerbedekking onder de in de ISO/TR 6356 gegeven condities ( $23 \text{ }^\circ\text{C}$  en  $25 \text{ \% RV}$ ) beperkt te zijn tot maximaal  $2 \text{ kV}$ .




**Bijlage B. Geluidbelasting en geluidwering**

Indicatie geluidkwaliteit

| Lden in dBA | indicatie geluidkwaliteit |
|-------------|---------------------------|
| 66-70       | slecht                    |



## LICHT- EN ENERGIEPRESTATIES<sup>(2)</sup>

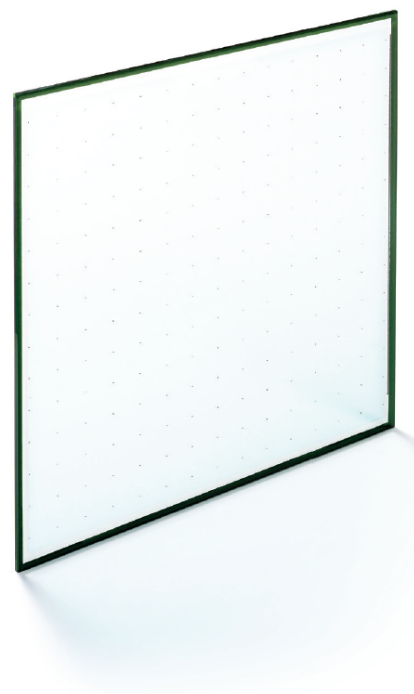
|  | Totale dikte [mm] | EN 410 |            |            |       | EN 673                     |
|---|-------------------|--------|------------|------------|-------|----------------------------|
|   |                   | LT [%] | LR ext [%] | LR int [%] | g [-] | Ug [W/(m <sup>2</sup> .K)] |
| FINEO 6   | 6,7               | 80     | 14         | 14         | 0,62  | 0,7                        |
| FINEO 8   | 7,7               | 79     | 14         | 14         | 0,61  |                            |
| FINEO 10  | 9,7               | 79     | 14         | 14         | 0,60  |                            |
| FINEO 12  | 11,7              | 78     | 14         | 14         | 0,60  |                            |

## GELUIDSDEMPING<sup>(3)</sup>


|  | EN ISO 10140    |             |
|---|-----------------|-------------|
|   | Rw [C;Ctr] [dB] | Rw+Ctr [dB] |
| FINEO 8   | 35 (-2;-5)      | 30          |
| FINEO 10  | 36 (-2;-3)      | 33          |
| FINEO 12  | 36 (-1;-2)      | 34          |

## TECHNISCHE MOGELIJKHEDEN


|                                |  |                               |
|--------------------------------|--|-------------------------------|
| <b>Afmetingen</b>              | Maximaal <sup>(4)</sup>                | 1,5m x 2,5m<br>of 1,6m x 2,4m |
|                                | Minimaal                               | 0,2m x 0,2m                   |
| <b>Vormen</b>                  | Beschikbaar in een groot aantal vormen |                               |
| <b>Gelaagd Veiligheidsglas</b> | Beschikbaar                            |                               |
|                                | Optie: monumentaal glas                |                               |

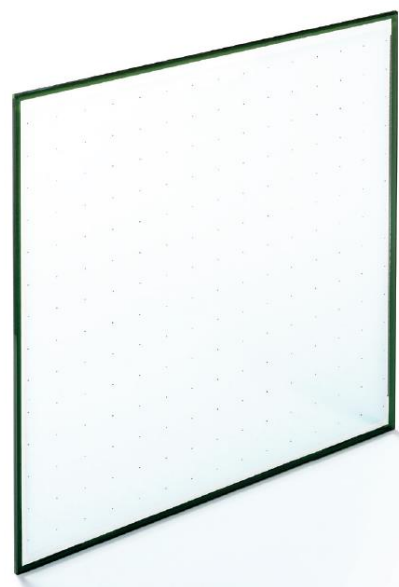


**LICHT- EN ENERGIEPRESTATIES<sup>(2)</sup>**

|  | Totale dikte [mm] | EN 410 |            |            |       | EN 673                     |
|---|-------------------|--------|------------|------------|-------|----------------------------|
|   |                   | LT [%] | LR ext [%] | LR int [%] | g [-] | Ug [W/(m <sup>2</sup> .K)] |
| FINEO Acoustic 39 dB v406   | 11,4              | 78     | 13         | 14         | 0,58  | 0,7                        |
| FINEO Acoustic 39 dB v407   | 12,4              | 78     | 13         | 14         | 0,57  |                            |
| FINEO Acoustic 39 dB v411   | 14,4              | 77     | 13         | 14         | 0,56  |                            |

**GELUIDSDEMPING<sup>(3)</sup>**

|  | EN ISO 10140    |             |
|---|-----------------|-------------|
|   | Rw [C;Ctr] [dB] | Rw+Ctr [dB] |
| FINEO Acoustic 39 dB v406   | 39 (-1;-3)      | 36          |
| FINEO Acoustic 39 dB v407   | 39 (-1;-3)      | 36          |
| FINEO Acoustic 39 dB v411   | 39 (-1;-2)      | 37          |


**TECHNISCHE MOGELIJKHEDEN**

|                   |  |                               |
|-------------------|--|-------------------------------|
| <b>Afmetingen</b> | Maximaal <sup>(5)</sup>                | 1,5m x 2,5m<br>of 1,6m x 2,4m |
|                   | Minimaal                               | 0,2m x 0,2m                   |
| <b>Vormen</b>     | Beschikbaar in een groot aantal vormen |                               |

**Bijlage C. Geschiktheid verticale bodemwarmtewisselaars**

 Rijksdienst voor Ondernemend  
 Nederland

**1. Resultaat mogelijkheden bodemenergie**

 Aanmaakdatum/ -tijd: 18-02-2022 13:56:09  
 Locatie X,Y (RD): 160112 , 454915

**Bodemenergie is onder voorwaarden toegestaan**


Schaal: 1 : 5000

Eventueel aanwezige grondwateronttrekkingen, gesloten en open systemen worden standaard aangegeven op de kaart. Een perceel met meerdere bronlocaties wordt door middel van één punt geregistreerd. De locatie van open en gesloten systemen of grondwateronttrekkingen hoeft dus niet de werkelijke locatie van de lussen/put(ten) te zijn. Mocht de door u opgevraagde locatie binnen een straal van 100 meter van een andere bron liggen, vraag dan aanvullende informatie aan. Voor een open systeem is dat bij de provincie, voor een gesloten systeem is dat bij de gemeente. Het waterschap of provincie is bevoegd gezag voor grondwateronttrekkingen. Dus daar kan dan ook de informatie worden opgevraagd.

**Mag het: Onder Voorwaarden**

Er zijn geen verbodsgebieden bekend op deze locatie. Controleer of de locatie binnen 250 meter van een verbodsgebied ligt. Neem in dat geval hierover contact op met de provincie voor open systemen (zie tabblad Contact) en voor gesloten systemen met de gemeente.

Er zijn restrictiegebieden gevonden, waardoor het toepassen van een bodemenergiesysteem onder voorwaarden is toegestaan. Neem contact op met uw provincie (voor open systemen) en met uw gemeente (voor gesloten systemen) voor nadere toelichting op de restrictie met betrekking tot de boorlocatie.

De locatie valt binnen de volgende restrictiegebieden:

- Specifiek provinciaal beleid

**Specifiek provinciaal beleid:** Dit zijn gebieden die door specifiek provinciaal beleid een verbod of een restrictie hebben voor de toepassing van bodemenergie. Het kan zijn dat de beleidsregel alleen van toepassing is voor open of gesloten bodemenergiesystemen. Neem hierover contact op met de provincie voor open systemen (zie tabblad Contact) en voor gesloten systemen met de gemeente. De bronhouder van deze data is de provincie. De WKO-bodemenergietool update deze gebieden zodra er door de provincies mutaties worden aangeboden.

Opmerking:

Op het erf rond de woning geldt geen dieptebeperking, maar in de weilanden achter de woning wel. Wellicht heeft dit te maken met de provinciegrens.