

DuMo Advies

Steurenburg

Achterstraat 36 te Zoelen



MOOISTICHT



VOOR RUIMTELIJKE KWALITEIT



Colofon

DuMo Advies (Duurzame Monumenten energiescan/advies)
Steurenburg
Achterstraat 36 te Zoelen

Datum & versie
22 januari 2025, definitief

Opdrachtgever

Dhr. [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Auteur

[REDACTED] (MooiSticht, advies)
[REDACTED], MA (MooiSticht, algemene teksten)

Auteursrechten

Dit rapport, onderdelen daarvan of teksten mogen zonder toestemming van MooiSticht uitsluitend verveelvoudigd of openbaar gemaakt worden ten behoeve van het doel van dit rapport: de verduurzaming van het gebouw.

Regulierenring 10
Postbus 115
3980 CC Bunnik
T 030 656 90 00
info@mooisticht.nl
www.mooisticht.nl

IBAN NL11RABO 0312 0317 85
K.v.K. 66469945
BTW 8565.67.930.B.01

VOOR RUIMTELIJKE KWALITEIT

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	6
1.1	DuMo	6
1.1.1	<i>Kwaliteitsniveau DuMo onderzoek</i>	<i>6</i>
1.2	Over MooiSticht.....	7
2	Opzet en uitgangspunten	8
2.1	Cultuurhistorisch onderzoek.....	8
2.2	Gebruikswensen & ambities eigenaar.....	8
2.3	Bouwkundige & bouwfysische situatie	8
2.4	Strategische analyse.....	9
2.5	Advies in drie scenario's.....	9
3	Ambities en wensen	10
4	Advies Achterstraat 36	11
4.1	Inleiding	11
4.2	Samenvatting maatregelen.....	11
4.2.1	<i>Scenario 1</i>	<i>11</i>
4.2.2	<i>Scenario 2.....</i>	<i>12</i>
4.2.3	<i>Scenario 3.....</i>	<i>14</i>
4.3	Energieprestaties	15
4.4	Terugverdiëntijd en rendement.....	17
4.5	Wettelijk kader.....	19
4.6	Maatregelen	20
4.6.1	<i>Buiten- en binnenwanden.....</i>	<i>20</i>
4.6.2	<i>Vensters en openingen.....</i>	<i>23</i>
4.6.3	<i>Daken</i>	<i>25</i>
4.6.4	<i>Vloeren</i>	<i>27</i>
4.6.5	<i>Cv-Installaties en sanitair warm water</i>	<i>30</i>
4.6.6	<i>Overige installaties</i>	<i>36</i>
4.6.7	<i>Klimaatadaptief</i>	<i>39</i>
5	Cultuurhistorische Waarden	40
5.1	Inleiding	40
5.2	Achterstraat 36.....	40
5.2.1	<i>Stedenbouwkundige ontstaansgeschiedenis.....</i>	<i>40</i>
5.2.2	<i>Bouwgeschiedenis</i>	<i>43</i>
5.2.3	<i>Beschrijving van het pand</i>	<i>46</i>
5.2.4	<i>Cultuurhistorische waardenstelling.....</i>	<i>63</i>
5.2.5	<i>Bouwhistorische waardenstelling.....</i>	<i>63</i>
5.2.6	<i>Conclusie en advies</i>	<i>64</i>



5.2.7	<i>Kleurenrapportage bouwhistorische waardenstelling</i>	64
6	Bouwkundige & bouwfysische situatie	67
6.1	Inleiding	67
6.2	Gebouwspecificaties	72
7	Strategische analyse	73
7.1	DuMo	73
7.1.1	<i>Natuurlijke momenten</i>	73
7.1.2	<i>Sober, doelmatig en reversibel</i>	73
7.1.3	<i>CO₂ beperking en circulair bouwen</i>	73
7.1.4	<i>Duurzaam en maatschappelijk verantwoord</i>	74
7.1.5	<i>Klimaatadaptief</i>	74
7.1.6	<i>Schaalgrootte en koppelkansen</i>	74
7.2	Beperking van de energievraag	75
7.2.1	<i>Quick win: Verandering gedrag</i>	75
7.2.2	<i>Quick win: beperking elektrische verbruikers</i>	75
7.2.3	<i>Isoleren</i>	77
7.2.4	<i>Vensterisolatie</i>	88
7.2.5	<i>Kierdichting</i>	91
7.2.6	<i>Zonwering</i>	92
7.2.7	<i>Bufferzones</i>	93
7.3	Efficiënter gebruik fossiele brandstoffen	95
7.3.1	<i>Rendementsverbetering cv- installatie</i>	95
7.3.2	<i>Vloer- en wandverwarming (ltv)</i>	97
7.3.3	<i>Infraroodpanelen</i>	98
7.4	Gebruik duurzame energie	99
7.4.1	<i>Verwarmen</i>	99
7.4.2	<i>Warmte terugwinnen (wtw)</i>	104
7.4.3	<i>Energie opwekken</i>	106
7.4.4	<i>Energie- opslag</i>	109
7.4.5	<i>Koeling</i>	111
7.5	Klimaatadaptieve maatregelen	114
7.5.1	<i>Gebruik en afvoer hemelwater</i>	114
7.5.2	<i>Grijswatersysteem</i>	115
7.5.3	<i>Hittestress tegengaan</i>	115
7.5.4	<i>Slimme bewatering</i>	116
8	Financierings- & subsidiemogelijkheden	117
8.1	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland	117
8.2	Nationaal Restauratiefonds	117
8.3	Provincie Gelderland	118
8.4	Overige	118



Het dak van het voorhuis is reeds van isolatie voorzien. Extra isolatiemaatregelen hebben hier beperkt effect en zijn niet rendabel. De gevels zijn ongeïsoleerd. Door de gevels te isoleren kan veel warmteverlies worden voorkomen.

De T-boerderij staat in een groene omgeving. Rond het voorhuis zijn leilinden geplant die gedurende de zomer voor schaduw zorgen. In de winter verliezen de leilinden hun blad en kan de zonnewarmte optimaal benut worden. Langs de gevel van het voorhuis staan hortensia geplant. Deze plant onttrekt relatief veel vocht aan de grond rond de woning.



1 | Inleiding

Dit DuMo (Duurzame Monumentenzorg) advies is opgesteld voor de T-boerderij 'Steurenburg' aan de Achterstraat 36 te Zoelen. Het rijksmonumentale complex (complexnr. 523104) bestaat uit meerdere gebouwen. Onderdeel van het complex zijn De T-boerderij met aangebouwd bakhuis en (fruit)schuur (monumentnr. 5231065), de schuurberg (monumentnr. 523106), het theehuisje (monumentnr. 523107) en de losstaande schuur (monumentnr. 523108). Het zwaartepunt van dit advies ligt op het woongedeelte van de T-boerderij. In het woongedeelte zijn al enkele energiebesparende maatregelen genomen. De nieuwe eigenaren willen het woongedeelte renoveren en verder verduurzamen om het woongedeelte toekomstbestendig maken voor eigen gebruik.

1.1 DuMo

Het DuMo advies geeft een handzaam instrument om bij aanpassingen aan het monument of historische gebouw recht te doen aan de monumentale waarden én tegelijkertijd verantwoord te verduurzamen. Duurzaam staat namelijk niet alleen voor energiebesparing, maar ook voor het gebruik van materialen die duurzaam gewonnen of geproduceerd zijn en die duurzaam kunnen worden toegepast en gerecycled. Ofwel circulair bouwen. Hiermee kan een bijdrage geleverd worden aan het behoud van een leefbare wereld voor onszelf en de opvolgend generaties.

Een historisch gebouw is al duurzaam van zichzelf. Hoe langer het bouwwerk behouden blijft, hoe lager de ecologische footprint wordt van de bouwmaterialen en het bouwproces. Door een historisch gebouw op een verantwoorde wijze te verduurzamen en het verbruik van fossiele brandstoffen te beperken, kan de ecologische footprint nog verder verlaagd worden.

Het kan lastig zijn om een balans te vinden tussen het behoud van monumentale waarden en de toepassing van duurzaamheidsmaatregelen. Methodes en technieken zoals toegepast bij nieuwbouw en renovatie kunnen soms loodrecht staan op de uitgangspunten voor monumentenzorg. De restauratie en instandhouding van historische gebouwen is altijd maatwerk. Er zijn veelal geen standaardoplossingen voorhanden. Toch zijn duurzaam bouwen en monumentenzorg prima te combineren. Op basis van onze jarenlange ervaring en actuele inzichten op het gebied van

monumentenzorg kunnen wij tot een totaaladvies komen met de best passende oplossingen.

Dit advies is handzaam in elk onderdeel van het proces en beperkt zich niet alleen tot de ontwerp- of bouwfase. De quick wins zijn veelal zelfstandig door te voeren als eigenaar en gaan deels ook over het gedrag van de gebruikers van het gebouw. Bij verkenningen en casestudies voor projectontwikkeling komt het DuMo advies goed van pas en de eigenaar kan het gebruiken ter oriëntatie. Bijvoorbeeld bij aan- of verkoop van het gebouw, het verkrijgen van financiering en subsidies, voor het gericht opvragen van offertes en voor het verkrijgen van omgevingsvergunningen. Dit advies vormt al een deel van de motivatie en onderbouwing die nodig is bij een omgevingsvergunningstraject. De monumentencommissies die de gemeentes daarbij adviseren kunnen eenvoudiger beoordelen of de juiste afwegingen en keuzes worden gemaakt. Dit versnelt niet alleen het traject, maar kan uiteindelijk ook kosten besparen.

1.1.1 Kwaliteitsniveau DuMo onderzoek

Dit advies sluit aan op de hoogste twee niveaus van de URL2001 [uitvoeringsrichtlijnen voor verduurzamingsadvies](#) van de Stichting Erkende Restauratiekwaliteit (ERM). In dit advies wordt deels nog een stap verder gegaan en is volledig inzichtelijk gemaakt welke bouw- en cultuurhistorische waarden er aanwezig zijn in het historische gebouw / monument en hoe daarmee omgegaan kan worden. Dit is gedaan conform de uitvoeringsrichtlijnen voor

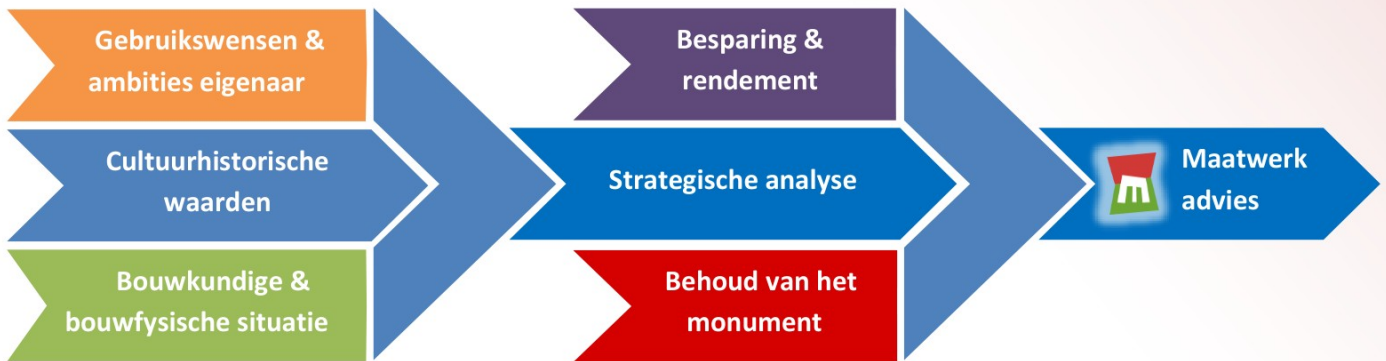
Bouwhistorisch onderzoek (URL2007). Dit DuMo advies voldoet in ieder geval aan niveau 1 van de URL 2001 voor verduurzamingsadvies. Daarnaast is kritisch bekeken welke onderdelen uit niveau 2 en 3 van de URL 2001 aansluiten bij onze eigen ‘Opzet en uitgangspunten’ voor het onderzoek en zinvol zijn om in dit stadium bij het DuMo te betrekken. Enkele onderdelen, die veelal pas na de afwegingen en het maken van keuzes zinvol zijn om (verder) uit te werken in de uiteindelijke definitieve ontwerp-/vergunningsfase, zijn niet standaard meegenomen. Bijvoorbeeld de EPC berekeningen.

1.2 Over MooiSticht

De Stichting MooiSticht is een organisatie zonder winstoogmerk met als doel de instandhouding en bevordering van de kwaliteit van de leefomgeving. De hoofdactiviteit vormt de verzorging van de integrale adviescommissies voor ruimtelijke kwaliteit (o.a. welstand en monumenten) voor een groot aantal gemeenten in de Provincie Utrecht. Het opstellen van dit advies gebeurt volledig onafhankelijk daarvan en biedt dan ook geen garanties bij de beoordeling door de gemeentelijke adviescommissies.

2 | Opzet en uitgangspunten

Een DuMo advies is echt maatwerk. Het bestaat bij MooiSticht uit een cultuurhistorisch onderzoek met waardering van de verschillende onderdelen, een bouwkundige en bouwfysische opname, een inventarisatie van de gebruikerswensen, een (strategische) analyse en een advies met mogelijke duurzaamheidsmaatregelen uitgewerkt in een enkel of diverse scenario's. Dit proces is vergelijkbaar met onderstaande drietrapsraket.



2.1 Cultuurhistorisch onderzoek

Het is van belang om te onderzoeken wat de cultuurhistorische waarden van de gebouwen zijn. Dit geeft wezenlijk inzicht in de mogelijkheden voor aanpassingen en verduurzamingmaatregelen aan de gebouwen, waarbij de cultuurhistorische waarden zo goed mogelijk worden behouden.



2.2 Gebruikswensen & ambities eigenaar

De maatregelen die worden geadviseerd moeten wel aansluiten bij het functioneel gebruik van pand en de behoeftes van de eigenaar en gebruikers van het pand. Daarbij is ook het ambitieniveau erg bepalend voor de keuzes die voorgesteld worden. Is het streven naar BENG (bijna energie neutraal gebouw), dan zijn er andere oplossingen nodig dan dat er gevraagd wordt om maximaal comfort voor de gebruikers met een minimale investering.

2.3 Bouwkundige & bouwfysische situatie

Het monument vormt zelf het uitgangspunt van waaruit gekeken wordt welke mogelijkheden er zijn. Belangrijk zijn daarbij de cultuurhistorische waarden. Maar net zo belangrijk is de huidige bouwkundige en bouwfysische situatie. Zijn er bijvoorbeeld al eerder isolerende maatregelen genomen? Welke installaties zijn er reeds aanwezig? Zijn er bouwkundige gebreken zoals lekkages of vochtproblemen? Uit welke bouwmaterialen bestaat het gebouw, met welke eigenschappen? Leent de draagconstructie zich voor bepaalde maatregelen? Zo zijn er nog veel meer vragen die beantwoord moeten worden en van invloed zijn bij de afwegingen.



2.4 Strategische analyse

Bij de analyse hanteren wij de Trias Energetica, waarbij in aflopende volgorde maatregelen worden voorgesteld die ingaan op het beperken van de energievraag, het (her)gebruiken van duurzame energie en/of het efficiënter gebruik van fossiele brandstoffen. Hierbij staan voor ons het behoud van de cultuurhistorische waarden van het pand en de gebruikswensen voorop. Omdat duurzaamheid uit meer bestaat dan alleen het beperken van het energiegebruik adviseren wij waar mogelijk het gebruik van duurzame en maatschappelijk verantwoorde materialen en oplossingen en houden wij ook rekening met de klimaatadaptatie. Veelal is schaalgrootte ook van belang voor de mogelijkheden en het rendement. Het rest-product van de één kan ook een bron vormen voor de ander. Waar mogelijk zoeken wij naar koppelkansen met de omgeving.



2.5 Advies in drie scenario's

In dit DuMo advies zijn drie verschillende scenario's voor verduurzamingsmaatregelen met verschillende ambitieniveaus opgenomen. Scenario ❶ bestaat uit maatregelen voor optimalisatie van gebruik conform de huidige situatie. De nadruk ligt op isolerende maatregelen aangevuld met installatietechnische maatregelen. Scenario ❷ gaat uit van verdergaande maatregelen gericht op optimalisatie van het beoogde gebruik waarbij de woonruimte wordt vergroot. De maatregelen zijn zowel bouwkundig als installatietechnisch van aard zijn en staan veelal in samenhang met elkaar. Scenario ❸ is het scenario met het hoogste ambitieniveau. Hierin wordt gestreefd

een zo laag mogelijk energiegebruik.

Uitgangspunt is dat de adviezen getrappt kunnen worden uitgevoerd. Een advies wat bij Scenario ❶ hoort is dan ook een uitgangspunt bij Scenario ❷ en ❸. Uitzonderingen hierop vormen mogelijk de adviezen voor installaties en de locatie van de thermische schil bij een gewijzigde indeling. Zo kan een advies als het optimaliseren van de warmteafgifte van de radiatoren op ambitieniveau ❶ vervallen op ambitieniveau ❷ of ❸ waar warmteafgifte mogelijk via vloer of wandverwarming is voorzien. Van de verschillende adviezen wordt in de tekst van hoofdstuk 4 | aangeduid bij welk ambitieniveau het hoort.



3 | Ambities en wensen

De nieuwe eigenaren willen de boerderij na renovatie zelf bewonen. Het gezin bestaat uit twee volwassenen en drie kinderen. Het is de wens de woning ook te gebruiken voor thuiswerken. De eigenaar kijkt naar mogelijkheden om het bakhuisje (deels) als tochtportaal te gebruiken, een deel van de fruitschuur bij de woning te betrekken en om het achterhuis deels functioneel bij de woning te betrekken. In het achterhuis wordt daarbij hoofdzakelijk gekeken naar verkeersruimte en een doorlopende trap om de vele hoogte verschillen in het woongedeelte centraal te kunnen overbruggen. Voor de wijzigingen wordt samengewerkt met een architectenbureau.

De ambities met betrekking tot de verduurzaming zijn hoog. Aangegeven wensen voor de verduurzaming zijn onder andere verwarming middels lage temperatuurverwarming in combinatie met een warmtepomp als warmtebron, isolatie van de gevels, balansventilatie met warmteterugwinning en het plaatsen van zonnepanelen. In relatie tot het plaatsen van zonnepanelen wordt ook gekeken naar het gebruik van een elektrische auto met bidirectionele lader. Deze en andere aangedragen maatregelen worden in de strategische analyse of het advies bij een of meerdere van de scenario's meegenomen.

4 | Advies Achterstraat 36

4.1 Inleiding

Het DuMo maatwerkadvies voor de boerderij komt voort uit de volgende onderdelen:

- Cultuurhistorische onderzoeken
- Gebruikswensen & ambities eigenaar
- Bouwkundige & bouwfysische situatie
- Strategische analyse DuMo model

Dit leidt tot een tot een integrale oplossing voor de verduurzaming en klimaatadaptie van het gebouw. De individuele maatregelen hangen met elkaar samen en beïnvloeden elkaar. Het weglaten van een onderdeel is niet altijd zomaar mogelijk zonder dat dit bouwfysische consequenties tot gevolg heeft of ten koste gaat van het rendement. In het advies wordt aangegeven waar standaard ruimte zit voor keuzes of om af te wijken. Daarnaast worden er ook optionele oplossingen aangedragen die gelijk meegenomen kunnen worden of op een later moment in de toekomst alsnog uitgevoerd kunnen worden.

N.B. veel maatregelen voegen gewicht toe aan de constructies of kunnen op ander wijze van invloed zijn op de draagconstructie. De gevolgen hiervan moeten door een constructeur worden getoetst.

4.2 Samenvatting maatregelen

In deze samenvatting worden de adviezen per scenario uiteengezet.

4.2.1 Scenario 1

Scenario 1 gaat uit van gebruik conform de huidige situatie waarbij het woonoppervlakte niet wordt uitgebreid. De nadruk ligt op isolerende maatregelen aangevuld met enkele installatietechnische maatregelen.

Gevelisolatie en isolatie binnenwanden

Aan de binnenzijde van de gemetselde gevels isoleren middels houtvezelisolatieplaten van 6-10 cm dik tegen de muur in combinatie met leemstuc. Rc-waarde van 1,8-2,8 m²K/W. Hoge warmtecapaciteit.

(Metselwerk)binnenwanden die onderdeel zijn van de thermische schil aan de koude zijde dampopen isoleren middels houtvezelisolatieplaten van 6cm dik afgewerkt met stucwerk of gipsplaten, alternatief voorzetwanden met houten stijl- en regelwerk met isolatiedekens op basis van hennep of vlas voorzien van (brandwerende) wandafwerking. Rd-waarde van isolatiemateriaal ca 1,5 m²K/W.

Bij het aanbrengen van een schroefdak (zie daken) ondergelegen isolerende binnenwanden verlengen tot onderzijde schroefdak voor de sluiting van de thermische schil.

Vensters en openingen

Ramen, deuren en luiken nalopen en opnieuw afhangen en/of gangbaar maken.

Maximaal gebruik van maken van gordijnen en vouwblinden om warmteverlies te voorkomen.

Vensters met enkel glas waar nog geen isolerende maatregelen zijn genomen voorzien van achterzetbeglazing. De gemiddelde U-waarde komt op 2,3 W/m²K. Alternatief vacuümglas of monumentenglas met spouw in bestaande raamhout aanbrengen.

Kierdichting wordt terughoudend aangebracht uit comfortoverweging.

Daken

Het ongeïsoleerde hellende dak boven vm. bijkeuken voorzien van isolatie cf. warm-dak principe met behulp van renovatieplaten 10cm dik. Rc-waarde ca 2,8 m²W/K.

Platte daken van de voormalige bijkeuken en (slaap)kamer boven de keuken voorzien van isolatie cf. warm-dak principe met drukvaste isolatieplaten gemiddeld 10cm dik op basis van houtvezel op afschot en met verjonging bij aansluiting op gevel. Rc-waarde van ca 2,6 m²W/K. Alternatief platte daken isoleren cf. omgekeerd dak principe.

Dak van de deel bij einde levensduur dekriet voorzien van een schroefdak. Rc-waarde van ca 3,5 m²W/K. Bij aanbrengen schroefdak dak het met pannen gedekte dak boven de trap aan

buitenzijde isoleren cf. warm-dak principe zoals beschreven bij het dak van de vm. bijkeuken. Alternatief het dakvlak boven trap ook voorzien een van een schroefdak.

Dakkapel badkamer voorzien van hoogwaardige isolatie deksen met een dikte van 2cm in zijwangen en dak op basis van aerogel. Rc- waarde van ca 1,4 m²W/K.

Vloeren

De houten vloeren van de bel-etage optioneel aan onderzijde isoleren met 'bodembedekkende' EPS dan wel Biofoam parels of chips. Houten vloerbalken vrijhouden van contact met isolatie. De te behalen isolatiewaarde is afhankelijk van beschikbare hoogte, bij kruin gewelf isolatie mogelijk niet haalbaar.

Onderzijde van de vloeren van het kantoor en gang naar kantoor op bel-etage voorzien van isolatie tussen balken. Isoleren met zachte ecologische isolatieplaten tussen balken (mits voldoende hoogte in kruipruimte). Platen van 14 cm hebben een Rd-waarde van 3,85 m²K/W en een hoge warmtecapaciteit.

Installaties

Warmteopwekking middels conventionele hybride lucht-water warmtepomp in combinatie met bestaande Hr-ketel. De warmtepomp combineren met een buffervat voor verwarmingswater voor rendement warmtepomp en korte termijn energieopslag.

Lage temperatuurverwarming middels wandverwarming op begane grond/bel-etage. Hergebruik paneelradiatoren met lamellen voorzien van radiatorventilatoren aangevuld door LTV convectie-radiatoren op de verdieping.

Optioneel actieve (top)koeling middels LTV-systeem bij weersextremen.

Sanitair warmwater middels gasgestookte Hr-ketel, optioneel voorverwarmd met warmtepomp. Aanvullende warmteopwekking middels zonneboiler met zonnecollectoren.

Ventilatie met natuurlijke toe- en afvoer en aanvullende mechanische ventilatie handhaven.

LED verlichting in alle ruimten, optioneel centraal geregeld.

Plaatselijke aanvullende koeling via ventilatoren en aanvullende lokale comfortverwarming in badkamer via infraroodpanelen.

4.2.2 Scenario 2

Scenario 2 gaat uit van betrekking van delen van de deel bij de woonfunctie waarmee de thermische schil van de te verwarmen ruimten wordt verplaatst. In dit scenario worden verdergaande maatregelen voorgesteld.

Gevelisolatie en binnenwanden

Aan de binnenzijde van de gemetselde gevels isoleren middels houtvezelisolatieplaten van 6-10 cm dik tegen de muur in combinatie met leemstuc. Rc-waarde van 1,8-2,8 m²K/W. Hoge warmtecapaciteit.

(Metselwerk)binnenwanden die onderdeel zijn van de thermische schil aan de koude zijde dampopen isoleren middels houtvezelisolatieplaten van 6cm dik afgewerkt met stucwerk of gipsplaten, alternatief voorzetwanden met houten stijl- en regelwerk met isolatiedekens op basis van hennep of vlas voorzien van (brandwerende) wandafwerking. Rd-waarde van isolatiemateriaal ca 1,5 m²K/W.

De isolerende binnenwanden verlengen tot onderzijde schroefdak voor de sluiting van de thermische schil.

Nieuwe scheidingsconstructie in thermische schil isolerend uitvoeren en aansluiten op schroefdak.

Vensters en openingen

Ramen, deuren en luiken nalopen en opnieuw afhangen en/of gangbaar maken.

Maximaal gebruik van maken van gordijnen en vouwblinden om warmteverlies te voorkomen.



Vensters met enkel glas waar nog geen isolerende maatregelen zijn genomen voorzien van achterzetbeglazing. De gemiddelde U-waarde komt op 2,3 W/m²K. Alternatief vacuümglas of monumentenglas met spouw in bestaande raamhout aanbrengen.

Kierdichting wordt terughoudend aangebracht uit comfortoverweging.

Daken

Het ongeïsoleerde hellende dak boven vm. bijkeuken voorzien van isolatie cf. warm-dak principe met behulp van renovatieplaten 10cm dik. Rc-waarde ca 2,8 m²W/K.

Platte daken van de voormalige bijkeuken,(slaap)kamer boven de keuken en het platte dak van het portaal tussen de fruitschuur en de deel voorzien van isolatie cf. warm-dak principe met drukvaste isolatieplaten gemiddeld 10cm dik op basis van houtvezel op afschot en met verjonging bij aansluiting op gevel. Rc-waarde van ca 2,6 m²W/K. Alternatief platte daken isoleren cf. omgekeerd dak principe.

Dak van de deel voorzien van schroefdak. Rc-waarde van ca 3,5 m²W/K bij rietpakket van 250 mm. Bij aanbrengen schroefdak dak het met pannen gedekte dak boven trap en strook pannen bij aansluiting op zakgoot aan buitenzijde isoleren cf. warm-dak principe als beschreven bij dak vm. bijkeuken. Alternatief het dakvlak boven trap ook voorzien van een schroefdak.

De dakkapel van de badkamer, indien deze behouden wordt, voorzien van hoogwaardige isolatie dekens met een dikte van 2cm in zijwangen en dak op basis van aerogel. Rc-waarde van ca 1,4 m²W/K.

Vloeren

De houten vloeren van de bel-etage optioneel aan onderzijde isoleren met 'bodembedekkende' EPS dan wel Biofoam parels of chips. Houten vloerbalken vrijhouden van contact met bodembedekkende isolatie. De te behalen isolatiewaarde is afhankelijk van beschikbare

hoogte, bij kruin gewelf isolatie mogelijk niet haalbaar.

Nieuwe vloer van bij woning betrokken ruimte gelegen in de deel voorzien van vloerverwarming. Afhankelijk van het gewenste vloerniveau de vloer voorzien van isolatie onder een nieuwe vloerconstructie of middels een zwevende dekvloer van 18 cm EPS isolatie met een Rd-waarde van 5,0.

Installaties

Warmteopwekking middels een 'all-electric-ready' hybride lucht-water warmtepomp in combinatie met bestaande Hr-ketel. De warmtepomp combineren met een buffervat voor verwarmingswater voor rendement warmtepomp en korte termijn energieopslag.

Lage temperatuurverwarming middels wandverwarming op begane grond/bel-etage. Aangevuld met vloer verwarming bij de in de woning te betrekken ruimte gelegen in de deel.

Verblijfsruimte op de verdieping voorzien van LTV wand- of vloerverwarming. Bij de wens voor variërende temperaturen op de verdieping gebruikmaken van LTV convectie-radiatoren vanwege reactieve vermogen.

Optioneel actieve (top)koeling middels LTV-systeem bij weersextremen.

Opwekking sanitair warm water middels ventilatielucht warmtepomp boiler. Boilervat gebruiken als korte termijn warmtebatterij bij overschot productie zonne-energie.

Ventilatie met natuurlijke toevoer middels kieren en tocht behouden, nieuwe ventilatiekanalen voor centrale mechanische afvoer middels ventilatielucht warmtepomp.

LED verlichting in alle ruimten, optioneel centraal geregeld.

Plaatselijke aanvullende koeling via ventilatoren en aanvullende lokale comfortverwarming in badkamer via infraroodpanelen.

Voor opwekking van elektriciteit t.b.v. huishouden op basis van huidige gebruik ca. 19 zonnepanelen met 450wp plaatsen. Bij gebruik zonnepanelen voor laden elektrische auto extra panelen afhankelijk van gebruik. Plaatsing op zuidwestelijke dakvlak (fruit)schuur en zuidoostelijke dakvlak schuur. Alternatief of aanvullend zonnepanelen plaatsen in veldopstelling.

4.2.3 Scenario 3

Scenario 3 gaat uit van een zeer hoge ambities voor verduurzaming gecombineerd met een uitbereiding van de woning in zowel het achterhuis als de fruitschuur. In dit scenario worden verdergaande maatregelen voorgesteld met betrekking tot isolatie en installaties. Met de bij dit scenario behorende maatregelen kan gestreefd worden naar volledig gasloos verwarmen.

Gevelisolatie en binnenwanden

Aan de binnenzijde van de gemetselde gevels isoleren middels houtvezelisolatieplaten van 6-10 cm dik tegen de muur in combinatie met leemstuc. Rc-waarde van 1,8-2,8 m²K/W. Hoge warmtecapaciteit.

(Metselwerk)binnenwanden die onderdeel zijn van de thermische schil aan de koude zijde dampopen isoleren middels houtvezelisolatieplaten van 6cm dik afgewerkt met stucwerk of gipsplaten, alternatief voorzetwanden met houten stijl- en regelwerk met isolatiedekens op basis van hennep of vlas voorzien van (brandwerende) wandafwerking. Rd-waarde van isolatiemateriaal ca 1,5 m²K/W.

De isolerende binnenwanden verlengen tot onderzijde schroefdak voor de sluiting van de thermische schil.

Nieuwe scheidingsconstructie in thermische schil isolerend uitvoeren en aansluiten op schroefdak.

Vensters en openingen

Ramen, deuren en luiken nalopen en opnieuw afhangen en/of gangbaar maken.

Maximaal gebruik van maken van gordijnen en vouwblinden om warmteverlies te voorkomen.

Vensters met enkel glas waar nog geen isolerende maatregelen zijn genomen voorzien van achterzetbeglazing. De gemiddelde U-waarde komt op 2,3 W/m²K. Alternatief vacuümglas of monumentenglas met spouw in bestaande raamhout aanbrengen.

Kierdichting wordt veelvuldig aangebracht om in- en exfiltratie te voorkomen. Vermindering aan in- en exfiltratie moet volledig worden gecompenseerd middels de balansventilatie.

Daken

Het ongeïsoleerde hellende dak boven vm. bijkeuken voorzien van isolatie cf. warm-dak principe met behulp van renovatieplaten 10cm dik. Rc-waarde ca 2,8 m²W/K.

Platte daken van de voormalige bijkeuken,(slaap)kamer boven de keuken en het platte dak van het portaal tussen de fruitschuur en de deel voorzien van isolatie cf. warm-dak principe met drukvaste isolatieplaten gemiddeld 10cm dik op basis van houtvezel op afschot en met verjonging bij aansluiting op gevel. Rc-waarde van ca 2,6 m²W/K. Alternatief platte daken isoleren cf. omgekeerd dak principe.

Dak van de deel voorzien van schroefdak. Rc-waarde van ca 3,5 m²W/K bij rietpakket van 250 mm. Bij aanbrengen schroefdak dak het met pannen gedekte dak boven trap en strook pannen bij aansluiting op zakgoot aan buitenzijde isoleren cf. warm-dak principe als beschreven bij dak vm. bijkeuken. Alternatief het dakvlak boven trap ook voorzien van een schroefdak.

De dakkapel van de badkamer, indien deze behouden wordt, voorzien van hoogwaardige isolatie dekens met een dikte van 2cm in zijwangen en dak op basis van aerogel. Rc-waarde van ca 1,4 m²W/K.

Het dak van de fruitschuur ter plaatse van verwarmde ruimte indien over gehele hoogte verwarmd voorzien van isolatie aan de

onderzijde. Alternatief geïsoleerde vloer i.p.v. dak cf. 'box-in-box' principe.

Dakkapel badkamer, indien behouden, voorzien van hoogwaardige isolatie deksen met een dikte van 2cm in zijwangen en dak op basis van aerogel. Rc- waarde van ca 1,4 m²W/K.

Vloeren

De houten vloeren van de bel-etage optioneel aan onderzijde isoleren met 'bodembedekkende' EPS dan wel Biofoam parels of chips. Houten vloerbalken vrijhouden van contact met bodembedekkende isolatie. De te behalen isolatiewaarde is afhankelijk van beschikbare hoogte, bij kruin gewelf isolatie mogelijk niet haalbaar.

Nieuwe vloer van bij woning betrokken ruimte gelegen in de deel voorzien van vloerverwarming. Afhankelijk van het gewenste vloerniveau de vloer voorzien van isolatie onder een nieuwe vloerconstructie of middels een zwevende dekvloer van 18 cm EPS isolatie met een Rd-waarde van 5,0.

Nieuwe vloer van bij woning betrokken ruimte in fruitschuur voorzien van zwevende dekvloer indien deze verwarmd wordt middels vloerverwarming. Indien de ruimte onverwarmd is of wordt verwarmd middels wandverwarming is vloerisolatie optioneel.

Installaties

Warmteopwekking middels volledig elektrische (brine)water-water warmtepomp met een (geïntegreerde) boiler. Bodemcollector als bron voor warmtepomp. Warmtepomp combineren met (geïntegreerd) buffervat en boilervat voor rendement warmtepomp en korte termijn energieopslag.

Lage temperatuurverwarming middels wandverwarming op begane grond/bel-etage. Aangevuld met vloer verwarming bij de in de woning te betrekken ruimte gelegen in de deel.

Verdieping voorzien van LTV wand- of vloerverwarming. Bij wens wisselende temperaturen op verdieping gebruikmaken van

LTV convectie-radiatoren vanwege reactieve vermogen

Passieve (top)koeling middels LTV-systeem ter regeneratie van bodemcollector.

Ventilatie middels balansventilatie met WTW. Nieuwe ventilatiekanalen voor toe- en afvoer ventilatielucht.

LED verlichting in alle ruimten, optioneel centraal geregeld.

Plaatselijke aanvullende koeling via ventilatoren en aanvullende lokale comfortverwarming in badkamer via infraroodpanelen.

Voor opwekking van elektriciteit t.b.v. huishouden op basis van huidige gebruik ca. 14 zonnepanelen met 450wp plaatsen. Bij gebruik zonnepanelen voor laden elektrische auto extra panelen afhankelijk van gebruik. Plaatsing op zuidwestelijke dakvlak (fruit)schuur en zuidoostelijke dakvlak schuur. Alternatief of aanvullend zonnepanelen plaatsen in veldopstelling.

4.3 Energieprestaties

De huidige energieprestaties

Het energieverbruik over 2023 met bewoning door twee volwassenen en zuinig stookgedrag waarbij alleen de beneden verdieping werd verwarmd is als volgt:

Energiesoort	Eenheid p/j	Kosten p/j*
Totaal elektra	3.412 kWh	€ 1.024
Totaal gas	2.236 m ³	€ 2.905,5
Totale kosten		€ 3.929

* uitgaande van een elektriciteitsprijs van 0,30€/kWh en een gasprijs van 1,30€/m³

Bij gelijk stookgedrag en zonder besparende maatregelen zou het verwachte gasgebruik op ca 2,540 m³ per jaar uitkomen vanwege extra gebruik van sanitair warm water voor een groter huishouden. Het elektragebruik is zeer afhankelijk van gedrag en apparatuur van de bewoners en kan omdat de woning door nieuwe gebruikers bewoond wordt in praktijk

anders uitvallen. Uitgangspunt is het volgende geraamde gebruik.

Energiesoort	Eenheid p/j	Kosten p/j*
Totaal elektra	3.412 kWh	€ 1.024
Totaal gas	2.540 m ³	€ 2.905,5
Totale kosten		€ 3.929

* uitgaande van een elektriciteitsprijs van 0,30€/kWh en een gasprijs van 1,30€/m³

De energieprestatie naderhand

Het energiegebruik is mede afhankelijk van uitbreiding van het woongedeelte binnen de deel en in de fruitschuur. We gaan in deze ramingen uit van de thermische schil en het woonoppervlakte cf. het huidige gebruik ①, met oog op besparing kijken we wel naar de verschillende uitgangspunten met betrekking tot de installaties.

Bij toepassing van alle voorgestelde maatregelen gaat het energieverbruik flink omlaag. De isolerende maatregelen leveren een besparing op het transmissie verlies van ca 65%. Met als aanname dat het huidige gasverbruik ten behoeve van het verwarmen van ventilatielucht ca 750m³ is en er ten behoeve van sanitair warm water 200m³ wordt gebruikt levert dit een besparing van ca 850 m³ per jaar.

Een conventionele Hybride warmtepomp ① lucht-water warmtepomp in combinatie met de bestaande Hr-ketel kan ongeveer 60% op het resterende gasverbruik voor verwarming en warmwatervoorziening schelen (ca 1000 m³). Daarbij komt er wel ongeveer 2000 kWh elektriciteit bij vanwege het verbruik van de warmtepomp uitgaande van een SCOP van 5.

De optionele zonneboiler kan de helft van het resterende gasverbruik schelen. Deze is echter niet meegenomen in onderstaand overzicht. De raming van het verwachte energiegebruik is als volgt;

Energiesoort	Eenheid p/j	Kosten p/j*
Totaal elektra	5.412 kWh	€ 1.624
Totaal gas	676 m ³	€ 878
Totale kosten		€ 2.502

* uitgaande van een elektriciteitsprijs van 0,30€/kWh en een gasprijs van 1,30€/m³

De kosten voor gas zijn flink beperkt. De kosten voor elektra gaan omhoog vanwege de warmtepomp.

Bij gebruik van een 'all-electric ready' of volledig elektrische lucht-water warmtepomp in combinatie met een ventilatielucht warmtepompboiler ② kan het gasverbruik tot nul worden teruggebracht. Uitgaande van een SCOP van 5 voor de lucht-water warmtepomp en een SCOP van 3 voor de ventilatielucht warmtepompboiler komt hiervoor wel 4050 kWh aan elektriciteit bij. De raming van het verwachte energiegebruik is dan als volgt;

Energiesoort	Eenheid p/j	Kosten p/j*
Totaal elektra	7.462 kWh	€ 2.238
Totaal gas	0 m ³	€ 0
Totale kosten		€ 2.238

* uitgaande van een elektriciteitsprijs van 0,30€/kWh en een gasprijs van 1,30€/m³

Het energieverlies op ventilatielucht kan tot 80% verminderd worden middels balans ventilatie met warmteterugwinning uitgaande van goede kierdichting en een vergelijkbare hoeveelheid ventilatie. Met een volledig elektrische (brine)water-water warmtepomp ③ met een SCOP voor verwarming van 6 en een geïntegreerde warmtepompboiler met een SCOP van 4 kan het gasgebruik tot nul worden teruggebracht. Hierbij moet wel rekening worden gehouden met een extra elektriciteitsgebruik van ca 2250 kWh. De raming van het verwachte energiegebruik is dan als volgt;

Energiesoort	Eenheid p/j	Kosten p/j*
Totaal elektra	5.662 kWh	€ 1699
Totaal gas	0 m ³	€ 0
Totale kosten		€ 1699

* uitgaande van een elektriciteitsprijs van 0,30€/kWh en een gasprijs van 1,30€/m³

De kosten voor energie kunnen door het plaatsen van zonnepanelen verder verlaagd worden. De daarmee te behalen besparing is na het afschaffen van de salderingsregeling in

grote mate afhankelijk van de afstemming van het energiegebruik op de productie. In dit advies zijn maatregelen geadviseerd om gebruik van eigen opgewekte energie te optimaliseren.

4.4 Terugverdientijd en rendement

De terugverdientijd van de voorgestelde maatregelen varieert per onderdeel. Het is wel zo dat de terugverdientijd van het totaal aan maatregelen over de verschillende scenario's op de langere termijn ligt. Dat komt mede door het aanbrengen van isolatie richting onverwarmde binnenruimten. Deze zijn relatief warm in vergelijking met de buitenlucht waardoor de besparing relatief klein is. Isoleren van de interne scheidingsconstructies is echter wel nodig voor een energiezuinig gebouw. Investerings in installaties liggen ook op de langere termijn. Dat komt omdat er naast dat er geïnvesteerd moet worden in warmteopwekkende installaties (warmtepomp) ook geïnvesteerd moet worden in installaties voor lage temperatuur verwarming (wandverwarming, convectoren, vloerverwarming). Bij een (brine)water-water warmtepomp moet bovendien ook een bodemcollector worden aangelegd. Bij balans ventilatie met WTW moeten ook luchtkanalen voor toe- en afvoer worden aangebracht en moet kierdichting veelvuldig worden toegepast.

Bij het verkrijgen van subsidies kan deze terugverdientijd aanzienlijk korter worden. Het heeft nut om deze investeringen nu al te doen en niet pas op een later moment zoals ook een optie is. Dat komt omdat het van invloed is op de efficiëntie van andere maatregelen en de terugverdientijd sneller ingaat. Ook is het maar de vraag of er op termijn nog subsidies voor de diverse maatregelen beschikbaar zijn.

Over het algemeen gaan wij bij een korte terugverdientijd uit van 1-7 jaar, bij een middellange terugverdientijd van 8-15 jaar en bij een lange terugverdientijd van 15-22 jaar. Bij een terugverdientijd van langer dan 22 jaar is het de vraag of dat nog als rendabel beschouwd kan worden. Ook is het de vraag of

de maatregelen met zo'n lange terugverdientijd niet al eerder economisch of technisch aan vervangen toe zijn. Dat geldt met name voor installaties. Een voorbeeld zijn zonnepanelen en windmolens die een decennium terug geplaatst zijn. Ondanks dat deze technisch nog niet aan het einde van hun levensduur zijn, is het financieel inmiddels rendabel om ze te vervangen door verbeterde efficiëntie en subsidies. Dat draagt natuurlijk niet bij aan een duurzaam gebruik. Maatregelen zoals de voorgestelde manier van isoleren zijn nadat de terugverdientijd behaald is, technisch nog lang niet afgeschreven. Na het aflopen van de terugverdientijd gaat dat dus flink renderen.

Los van enige subsidies ligt de terugverdientijd van maatregelen zoals isolerend glas, LED-verlichting, gordijnen, e.d. op de korte termijn tot middellange termijn.

De isolatiemaatregelen en de conventionele hybride heeft een terugverdientijd op de middellange termijn tot lange termijn.

De installaties voor verwarming en sanitair warm water middels warmtepompen hebben een terugverdientijd die de lange termijn ingaat. Het kan zijn dat de warmtepomp niet lang daarna zijn technische levensduur heeft bereikt. De installaties voor LTV-verwarming (wandverwarming, vloerverwarming, LTV-convectieradiatoren) en optioneel de bodemcollector, die een aanzienlijk deel van de investering uitmaken, gaan waarschijnlijk veel langer mee.

De terugverdientijd van zonnepanelen ligt op de eindgrens van de korte termijn met de huidige salderingsregeling en op de middellange termijn bij afschaffing van de salderingsregeling. Door de verwarming te elektrificeren is er ook meer gelegenheid om in zonnepanelen met een relatief lage terugverdientijd te investeren.

Bij dit advies zijn de voorgestelde maatregelen allemaal rendabel in de zin dat de investering zich op termijn weer terugverdient. Daarbij is er vanuit gegaan dat de kapitaalslasten op de



investering aantrekkelijk zijn door het verkrijgen van laagrentedragende hypothecaire leningen. Het is ook van belang om in het oog te houden dat gedane investeringen op de langer termijn niet direct geheel afgeschreven hoeven te worden. Op moment dat er echt duurzame verduurzamingsmaatregelen toegepast worden, dan werken de investeringen door op de waarde bij een eventuele verkoop.



4.5 Wettelijk kader

De Boerderij ligt net buiten het beschermde dorpsgezicht Zoelen. Wel moet er rekening worden met de beschermde status van de boerderij als rijksmonument en als onderdeel van een rijksmonumentaal complex. Het plaatsen van zonnepanelen en diverse andere (interne) wijzigingen zijn daardoor omgevingsvergunningplichtig. Daarvoor geldt het (overgangsrecht) van de Omgevingswet. Hierbij worden de algemene uitgangspunten voor de monumentenzorg gehanteerd en moet er rekening worden gehouden met lokale aspecten en beleid.

De welstandsnota van de gemeente Buren uit 2021 heeft algemene uitgangspunten en criteria bij monumenten en beschermd dorps- en stadsgezichten opgenomen met betrekking tot het plaatsen van zonnepanelen/collectoren. Hiermee is rekening gehouden met de voorgestelde locaties van de zonnepanelen en het alternatief van de veldopstelling.



4.6 Maatregelen

4.6.1 Buiten- en binnenwanden

De metselwerk gevels zijn ongeïsoleerd.

Vanwege de dikte van het metselwerk heeft het enige isolerende werking van zichzelf.

Niettemin is dat onvoldoende voor een stabiele balans van het gebouw als andere onderdelen van het gebouw verduurzaamd worden. Het zal daarbij een negatieve invloed hebben op het rendement van de andere maatregelen. Een gewijzigd aanzicht van het monument als gevolg van het isoleren aan de buitenzijde is, ondanks de bestaande stucwerk afwerking, niet wenselijk. Om een voldoende isolerend pakket met conventionele isolatiematerialen aan de buitenzijde te plaatsen zal het monument vanwege de dikte van de isolatie onevenredig verstoord worden.

Isoleren aan de binnenzijde komt met meer bouwfysische risico's maar is hier de passendere oplossing. De betere keuze is om een capillair actieve isolatie aan te brengen gehecht aan het metselwerk. ①②③ Deze oplossing verlaagt het risico op vochtproblemen in de muur en bij o.a. de balklagen van de vloeren. Capillair actieve isolatie draagt bij aan de afvoer van het vocht dat in het gebouw wordt geproduceerd. Dit is met name van belang wanneer er voor balansventilatie wordt gekozen Scenario ③ (zie 4.6.6 Overige installaties). Belangrijk is dat er gekozen wordt voor een isolatiemateriaal wat daarnaast een hogere warmtecapaciteit heeft. Dit werkt samen met de massa van de muren om het gebouw zomers langer koel te houden (faseverschuiving). Dit verhoogt het comfort in de zomer en verlaagt de investeringskosten en structurele lasten voor koeling van het gebouw. De isolatie moet ook niet te dik worden omdat dit effect heeft op de esthetische kwaliteit van het gebouw en lastiger te detailleren is bij de aansluitingen op bijvoorbeeld de vensters. Daarnaast verdient een isolatie met een Rd-waarde van meer dan 2,5 m²K/W de meerkosten niet of nauwelijks terug.

Bij de dagkanten kan voor dunner isolatie gekozen worden. Bij de vensters op de

verdieping van het voorhuis dient rekening te worden gehouden met een spouw voor de schuiframen. De vensters hebben geen bovenlicht en de vensters schuiven in een nis in de gevel. Deze moet bij het plaatsen van de voorzetwanden vrij blijven zodat de vensters functioneel blijven.

Het isoleren van de kelderwanden is niet evident. De kelder grenst grotendeels aan de relatief warme grond waarmee er minder warmte verloren gaat. De kelders zijn bovendien met veel vocht belast wat moeilijker kan drogen wanneer de kelders geïsoleerd worden. Omdat de kelder niet verwarmd wordt ligt het voor de hand de scheidingsconstructie naar de kelder te isoleren.

Binnenwanden

Behalve dat er warmte verloren gaat via de buitenschil gaat er ook warmte verloren via de ongeïsoleerde binnenwanden richting het onverwarmde deel en het bakhuisje. Met name het verliesoppervlakte naar de deel is aanzienlijk. Door het kleinere temperatuurverschil dan naar buiten is de besparing hier kleiner en is de terugverdientijd langer. Door het kleinere temperatuurverschil, en het ontbreken van vochtbelasting in de vorm van hemelwater, zijn er minder bouwfysische risico's dan bij het isoleren van de buitengevels.

De scheidingswanden tussen het woongedeelte en onverwarmde bouwdelen zijn voor zover bekend met uitzondering van de 'stokkenwand' boven de trap van halfsteens en steens metselwerk. Bij een ongewijzigde indeling heeft het de voorkeur de scheidingsconstructies aan de koude zijde (de zijde van de onverwarmde ruimte) te isoleren. Bij isoleren aan de koude zijde heeft dampopen isoleren de voorkeur. Dan kan er nog vochttransport door de constructie plaatsvinden. Bij isolatie aan de koude zijde in combinatie met het lagere temperatuurverschil zijn de risico's op inwendige concentratie aanzienlijk verminderd.

Het isoleren van de binnenwanden hangt uiteraard samen met de eventueel gewijzigde



indeling. ①②③ Bij een ongewijzigde indeling ① heeft het alleen zin de scheidingsconstructies te isoleren als deze wanden op de te voorziene middellange termijn onderdeel van de thermische schil tussen de verwarmde woning en het onverwarmde deel zijn. Bij het betrekken van nieuwe ruimte bij de woning dient de nieuwe scheiding tussen de woning en de deel van isolatie te worden voorzien. ②③ Door deze scheiding in een lijn te leggen kan het verliesoppervlakte bovendien verkleind worden.

b. Alternatieven

Een alternatief voor isoleren met capillair actieve voorzetwanden is isoleren met behulp van dampdichte voorzetwanden, dit kan door gebruik van dampdichte isolatieplaten of door een dampscherm aan te brengen. De kans is groter dat dit tot vochtproblemen leidt. Als er wel voor dampdicht isoleren wordt gekozen bijvoorbeeld met een voorzetwand, dan is het van belang om rekening te houden met de risico's en deze zoveel mogelijk te ondervangen. Zowel bij het ontwerp en de uitvoering als bij de nazorg. Door de voorzetwanden van een (geïsoleerde) installatiespouw te voorzien wordt het aantal perforaties in het dampscherm aanzienlijk verminderd. Als nazorg kan er bijvoorbeeld gedacht worden aan een reguliere inspectie van de Monumentenwacht met FLIR- hittescans van de gevels om vochtproblemen zo snel mogelijk te signaleren en op te lossen. Er moet in ieder geval ook meer (mechanisch) geventileerd worden.

Er kan ook gekozen worden om de binnenwanden niet te isoleren. Het verlies naar onverwarmde bouwdelen is lager dan verlies via de buitenschil wat de terugverdientijd van isolatie van binnenwanden niet ten goede komt. Zeker isoleren van scheidingsconstructies die op de middellange termijn niet meer tot de thermische schil zullen behoren (door bijvoorbeeld een gewijzigde indeling) zullen onvoldoende renderen.

c. Materiaal en & bouwtechnisch aspecten

Bij elke vorm van isolatie is het van belang dat de hoeveelheid vocht dat van buiten in de constructie komt te beperken. Hierbij moeten scheuren in de gevel gedicht worden en punten waar regenwater kan inwateren worden gerepareerd. Om droging van de gevel mogelijk te houden is het van belang dat er geen dampdichte afwerkingen op de gevel zelf zitten aan zowel de binnenzijde als de buitenzijde. Eventueel dampdichte afwerkingen zullen dus moeten worden verwijderend.

Capillair actieve isolatie is veelal verkrijgbaar als platen. Deze worden met de bijbehorende lijm strak tegen de vlakke muur aan gelijmd nadat deze bij voorkeur zoveel mogelijk ontdaan is van de stuc- en verflaag. Muren zijn te egaliseren met de bijbehorende lijm of een kalkmortel. Het materiaal is met de lijm, een ander bijbehorend materiaal of leemstuc af te werken. De isolatie mag en moet strak tegen elkaar en de balklaag en vloer aan geplaatst worden en kieren worden afgedicht. Eventuele verlaagde plafonds moeten dus verwijderd worden of gedemonteerd langs de rand. Wandverwarming is mogelijk in combinatie met leemstuc. De muur mag alleen met dampopen verven worden afgewerkt. Een standaard latex muurverf is bijvoorbeeld dus niet geschikt.

Calciumsilicaat

Het bouw materiaal met de beste capillaire werking is calciumsilicaat. Calciumsilicaat is een ecologisch, gemakkelijk te verwerken en brandbestendig bouw materiaal (klasse A). Het is verkrijgbaar in platen met een dikte van 3, 5 en 7 cm oplopend tot 16cm. Het heeft een redelijke isolatiewaarde. Met een dikte van 5cm wordt een Rc van 1,1 behaald en met 7cm dikte een Rc van 1,4. In Nederland is calciumsilicaat vrij nieuw en is het nog niet algemeen toegepast. Calsitherm en Promatect (meer gericht op brandwering) lijken de weinige merken op de Nederlandse markt. In Duitsland is calciumsilicaat al veel langer op de markt, veelal als 'klimaplatte' verkrijgbaar van merken als Epatherm, CaSi, Redstone, Epasit. Isotec,

THERMOisol, etc. Mogelijk moet dit materiaal dus overkomen vanuit Duitsland.

Houtvezelisolatie (met leemstuc)

Een andere optie vormt houtvezelisolatie. Eveneens ecologisch en gemakkelijk te verwerken. De capillaire eigenschappen zijn minder goed dan bij calciumsilicaat. De isolatiewaarde ligt daarentegen hoger en de warmtecapaciteit is dubbel zo groot. Het materiaal heeft daarnaast goede akoestische eigenschappen wat prettig kan zijn in een kantooromgeving. Het grote nadeel is echter dat het in een vrij hoge brandklasse zit (E). Hierdoor moet het afgewerkt worden met bijvoorbeeld gipsplaat of brandvertragend (leem-)stucwerk. Belangrijk is dat het plaatmateriaal strak tegen de gevel verlijmd kan worden en de ondergrond geen dampremmer bevat. Daarbij moet de lijm of hechtpleister dezelfde capillaire eigenschappen hebben als het metselwerk. O.a. Gutex en Pavatex leveren houtvezelisolatie- oplossingen. Met bijvoorbeeld Gutex Thermoroom 6 cm dik (zie foto) heeft een Rd-waarde van ca 1,5 m²K/W. Uitgaande van een verbetering van de Rc-waarde van 0,3 m²K/W naar 1,8 m²K/W zorgt dat voor een vermindering van het transmissieverlies via dat deel van de gevel van meer dan 80%. Platen met een dikte van 10cm hebben een Rd-waarde van 2,5 m²K/W. Een verbetering van een Rc-waarde van 0,3 m²K/W naar 2,8 m²K/W zorgt voor een vermindering van het transmissieverlies van iets minder dan 90%, een relatief klein verschil. Bij een Rd-waarde van 2,5 zijn er wel meer mogelijkheden voor subsidie. De materiaalkosten liggen lager dan bij calciumsilicaat. Wel moet rekening worden gehouden met extra kosten voor de noodzakelijke afwerking van leemstuc.



Binnenwandisolatie

Voor het dampopen isoleren van de binnenwanden aan de koude zijde is het van belang dat de isolatiematerialen van zichzelf dampopen zijn en water kunnen bufferen zonder hun isolerende werking te verliezen. Ook de afwerkingen aan de koude zijde moeten dampopen zijn. Isolatiematerialen geschikt voor dampopen isoleren zijn vaak ecologische materialen vanwege het vochtbufferende vermogen. De isolatiematerialen zijn beschikbaar in platen, in de vorm van dekens of kunnen worden ingespoten in de vorm van vlokken.

Voor het isoleren van de binnenwanden kan eveneens houtvezel gebruikt worden gemaakt. Naast dat houtvezel capillair actieve eigenschappen heeft is houtvezel ook dampopen. Er kan ook een voorzetwand van houten stijl- en regelwerk worden geplaatst met daarachter en tussen isolatiedekens op basis van vlas of hennep afgewerkt met een (brandwerend) plaatmateriaal als gipsplaat.

d. Conclusie

Het advies is om bij de gemetselde gevels houtvezelisolatieplaten 6-10cm dik toe te passen aan de binnenzijde. Met 2-3cm dikte op dagkanten e.d.. 123 Ondanks de lagere capillaire werking dan calciumsilicaat heeft het in combinatie met de afwerking van leemstuc voordelen ten opzichte van calciumsilicaat. Houtvezelplaat heeft een hogere isolerende werking. Houtvezelplaten en leemstuc werken beiden geluidsabsorberend. De hogere warmtecapaciteit geeft nog betere mogelijkheid om de temperatuur in het gebouw stabiel en

laag in de zomer te houden. Daarnaast biedt de toepassing van leemstuc de mogelijkheid om wandverwarming toe te passen. Calciumsilicaat is ook met leemstuc te combineren, maar dan zullen de kosten waarschijnlijk veel hoger liggen.

Als alternatief kan er gekozen worden voor dampdicht isoleren met een voorzetwand, maar daarbij moeten wel de bijkomende risico's zo goed mogelijk worden ondervangen. Deze risico's zijn onder meer in dit advies beschreven onder de Strategische analyse bij Isoleren van binnenuit bij Dunne gemetselde buitenmuren.

Voor de scheidingsconstructie richting onverwarmde binnenruimte is het advies om de wanden dampopen te isoleren en de isolerende voorzetwand aan de koude zijde te plaatsen. 123 Als isolatiemateriaal worden ecologische isolatie platen of dekens aangeraden vanwege de vochtbufferende capaciteit.

Kelders

Isoleren van de onverwarmde met vocht belaste kelders wordt afgeraden. 123 In plaats daarvan kan de vloer tussen de kelder en de woning van isolatie worden voorzien.

4.6.2 Vensters en openingen

De huidige mate van vensterisolatie in de woning verschilt per verdieping. De vensters in de woning ter hoogte van de bel-etage/begane grond zijn van achterzetbeglazing voorzien. Op de verdieping zijn de ramen voorzien van enkelglas. Behoud van de vensters en deuren van de woning is, met uitzondering van de twee schuifvensters in de keuken die recent vernieuwd zijn, het uitgangspunt.

Het is van belang om de warmte-isolerende prestatie van alle vensters en openingen op een minimaal niveau te krijgen zodat deze in balans is met de overige verduurzamingsmaatregelen. Daarbij is het niet nodig om de lat zo hoog te leggen dat isolerende maatregelen uit het verleden weer vervangen hoeven te worden. Het rendement zou daarbij ook minimaal zijn.

In onderstaande tabel is de warmtedoorgangscoefficient van de huidige vensters en mogelijke opties weergegeven. De warmtedoorgangscoefficient is om te rekenen naar de Rg- waarde met $1/U_g = R_g$. Dan komt de gemiddelde Rc-waarde van enkel glas uit op 0,18. Het is wenselijk om een Rg van minimaal 0,45 te halen wat gelijk staat met een Ug waarde van 2,2.

Soort ingreep	Ug-waarde	Dikte mm	Tvt jaar
Enkel glas	5,3 - 6,0	2-5	
Monumentenglas met spouw	1,0 - 1,9	8-14	11-13*
Dubbel glas	2,0 - 2,9	23-24	
Vacuümglas	0,4-0,7	7-13	8-14
Enkel glas met isolerende raamfolie	3,4 - 3,8		19
Dubbel glas met isolerende raamfolie	1,8 – 2,4		60
Enkel glas met achterzetbeglazing	2,0 – 2,3		10-15
Enkel glas met zware gordijnen	3,3		
Enkel glas met luiken	2,0		
Achterzetbeglazing met luiken	1,4		

* Uitgaande van vervanging bij enkel glas en waarbij de ramen en kozijnen worden uitgefreesd in de sponning of compleet vervangen moeten worden.

a. Materiaal en & bouwtechnisch aspecten

De vensters met achterzetbeglazing voldoen al aan de minimale Ug-waarde. Die hoeven dus niet vervangen te worden. Het zou qua terugverdientijd ook absoluut niet rendabel zijn om deze vensters aan te passen. Geen van de oorspronkelijke kozijnen in de vensters met enkel glas kunnen vervangen worden vanwege de monumentale waarden. Dan blijven de opties voor monumentenglas met spouw, vacuümglas, isolerende raamfolie en achterzetbeglazing over.

Het plaatsen van monumentenglas of vacuümglas heeft met oog op gebruik mogelijk de voorkeur 23. Met oog op de monumentwaarde is dit echter minder wenselijk en is het de vraag in hoeverre dit haalbaar is. Hierover kan het beste in een vroeg stadium in overleg worden getreden met de



gemeente. Ook moet het plaatsen van monumentenglas of vacuümglas technisch haalbaar zijn. Hiervoor moet de sponning voldoende diepte hebben of kunnen worden uitgefreesd. Het gebruik van opdiklatten e.d. is niet wenselijk. Het beste kan hierover om advies gevraagd worden bij de fabrikanten van monumentenglas.

Minder ingrijpend is om ook op de verdieping achterzetbeglazing aan te brengen. ①②③ Dan kan de achterzetbeglazing bovendien in lijn met de isolerende voorzetwanden worden aangebracht waarmee isolatie van de negge van de vensters niet nodig is.

Voor de achterzetbeglazing wordt isolerend en/of gecoat glas als achterzetbeglazing afgeraden. Het is niet goed voor de kozijnen als de temperatuur tussen achterzetbeglazing en raam bijna net zo laag is als de buitentemperatuur in de winter. Ook kan de temperatuur daartussen in de zomer veel te hoog oplopen met glasbreuk als gevolg.

Kierdichting

Bij vensters en deuren die bewegend blijven is het zinvol om het hang- en sluitwerk na te lopen. Het aanbrengen van kierdichting hangt in grote mate samen van de wijze en mate van ventileren. Door het aanbrengen van achterzetbeglazing vindt er bovendien al kierdichting plaats. Kierdichting moet worden gecompenseerd middels (mechanische)ventilatie. Enige mate van tocht via de vensters en deuren is wenselijk voor de ventilatie. Kierdichting bij vensters en deuren vindt zonder een gewijzigd ventilatieconcept dus bij voorkeur alleen plaats vanuit comfortoverwegingen. ①② Alleen bij overstap op balansventilatie ③ is het aan te raden om overal kierdichting toe te passen. Hierbij moet dan niet alleen gekeken worden naar kierdichting bij gevelopeningen maar ook bij kierdichting bij de overgang van de gevels op het dak en bij inwendige scheidingsconstructies. De balansventilatie moet dan alle ruimte van ventilatie voorzien en

een dusdanige capaciteit hebben om vochtproblemen te voorkomen.

Gordijnen, binnenluiken en zonwering

Het gebruik van gordijnen en de bestaande vouwblinden om de isolerende werking van kozijnen te vergroten is effectief. ①②③ Daarnaast zijn ze geschikt om de zonnewarmte buiten te houden in de zomer, zeker als ze een witte of reflectieve achterzijde hebben. Voor de warmte- isolatie is het wel zinvol dat ze bijvoorbeeld in de nacht en overdag als er niemand thuis is dicht gedaan worden. Een oplossing voor gordijnen is om bijvoorbeeld elektrische rolgordijnen te plaatsen met een centraal gestuurde controller. Daar zijn wat (kostbaardere) professionele producten en systemen voor op de markt waarvoor gekozen kan worden. Met wat inventiviteit en de nodige kennis is dat ook goedkoper te realiseren met bijvoorbeeld elektrische Ikea rolgordijnen (Fyrtur/Kadrilj) en een eenvoudig te programmeren domotica controller. Op plekken waar gordijnen niet afdoende zijn is zonwering aan de buitenzijde niet wenselijk omdat het ten koste gaat van de monumentale waarden van het gebouw. Uitzondering hierop zijn de vensters ter plaatse van de keuken en kamer boven de keuken waar bouwhistorische aanknopingspunten zijn om persiënnes te plaatsen. Een alternatief is het gebruik van een hoogwaardige zonnewarmte-werende folie aan de buitenkant zoals de 3M prestige exterior series. Dat mag ook gecombineerd worden met een isolerende folie aan de binnenzijde. Vanwege risico op glasbreuk bij het verwijderen van de folies is het niet wenselijk om deze bij glas met hoge monumentwaarde toe te passen. Vanwege de begroeiing rondom de woning en de hoge warmtecapaciteit is het ook maar de vraag in hoeverre dit nodig is.

b. Conclusie

We adviseren de huidige achterzetbeglazing te handhaven. De (schuif)vensters op de verdieping te voorzien van achterzetbeglazing ①②③ of, indien haalbaar en gewenst vanuit gebruik, te voorzien van dun monumentenglas met spouw of vacuümglas. ②③

Achterzetbeglazing zorgt reeds voor kierdichting, het verlies aan in- en exfiltratie moet worden gecompenseerd middels extra (mechanische) ventilatie. Kierdichting wordt hoofdzakelijk toegepast bij vensters en deuren als dat nodig is voor het comfort. Bij keuze voor balans ventilatie wordt kierdichting veelvuldig toegepast. De balansventilatie moet dan een dusdanige bereik en capaciteit hebben dat dit ventilatie middels in- en exfiltratie compenseert. ③

4.6.3 Daken

Het heeft de voorkeur om daken van het woongedeelte dat niet met riet gedekt is vanaf de buitenzijde te isoleren conform het warm-dak principe. ①②③ Dat voorkomt bouwфysische problemen en zorgt ervoor dat de constructie aan de binnenzijde leefbaar kan blijven. Dat laatste behoudt de sfeer en het karakter van het gebouw.

Hellende daken

Het dak van het voorhuis is reeds van isolatie voorzien. Aanvullende isolatie heeft hier slechts beperkt effect en zal geen redelijk rendement opleveren.

bij het aangekapte dak boven de voormalige bijkeuken, kan door de afwijkende helling, gemakkelijker isolatie aan de buitenzijde worden aangebracht zonder dat dit gevolgen heeft op de andere dakvlakken, wel moet de windveer mogelijk verhoogd worden. ①②③

Voor het toilet in het bakhuisje en de douche onder het met pannen gedekte dak van de deel is het advies om deze aan de binnenzijde te isoleren. ①②③ De rest van de dakvlakken waar deze ruimte onder vallen worden niet geïsoleerd waardoor isolatie aan de buitenzijde geen optie is. In deze ruimte is bovendien geen constructie in het zicht waardoor de isolatie en dampschermen zonder onderbreking kunnen worden aangebracht wat de bouwфysische risico's van isolatie aan de binnenzijde verminderd.

Het isoleren van het schuine dak boven de trap en de badkamer hangt samen met eventuele

maatregelen die bij de rest van de deel worden genomen. Het riet is traditioneel gebonden waardoor het dak wind en tocht open is. Dit heeft een zeer negatieve invloed op de isolerende werking van het dak. Het traditioneel gebonden rieten dak zorgt ook voor stof en is zeer brandbaar omdat de lucht vanonder kan worden aangezogen. Het rieten dak is echter niet in een dusdanige staat van vertering dat het op de korte termijn vervangen dient te worden en is slechts bij het schuine dak van de badkamer onderdeel van de huidige thermische schil van de verwarmde woonruimte. Het advies is om bij gebruik cf. de huidige indeling ① het dak van de deel op een natuurlijk moment, wanneer het dekriet aan vervanging toe is, van een schroefdak te voorzien. Dit gaat ten koste van de beleving van de rietenkap vanuit de deel maar komt met grote voordelen met betrekking tot wind en stofdichting en met oog op brandveiligheid. Het dak is dan niet langer wind en tocht open waardoor het riet een isolerende werking krijgt. Met 25 cm dik riet kan dan al een Rc-waarde van 3,5 worden gehaald wat de toegevoegde waarde extra isolatie beperkt. Bij het aanbrengen van het schroefdak wordt de isolerende werking van het dak ter plaatse van de badkamer verbeterd. We adviseren ten tijde van deze werkzaamheden ook het met pannen gedekte dak boven de trap langs de keuken van isolatie te voorzien cf. het warm-dak principe. De mogelijkheden hiervoor zijn mede afhankelijk van de dikte van het rietpakket vanwege de aansluitingsdetails. Een alternatief is dit deel van het dak eveneens met riet te dekken tot aan de aansluiting op het platte dak. Dit zorgt ervoor dat de beëindiging van de rietdekking op dit dakvlak in een lijn komt te liggen over de gehele breedte van het dakvlak.

Afhankelijk van gewijzigde indeling waarbij de deel gedeeltelijk functioneel bij de woning wordt betrokken ②③ zal het rieten dak van de deel een groter onderdeel van de thermische schil van de woning vormen. Hoewel het dekriet nog niet aan vernieuwing toe is in dit geval het advies om het traditioneel gebonden riet te vervangen voor een schroefdak. Isolatie



aan de onderzijde van het dak is niet wenselijk, deze moet dan tussen of onder de sporen geplaatst worden waardoor deze (deels) uit het zicht wordt genomen met de nodige bouwfysische risico's terwijl een schroefdak in de te voorziene toekomst aan het einde van de levensduur van het traditioneel gebonden dekriet ook bij ongewijzigd gebruik wenselijk is met oog op gebruik van de deel en de brandveiligheid. Het schroefdak kan optioneel van extra isolatie onder het riet worden voorzien, dit heeft vanwege de isolatiewaarde van het riet zelf maar beperkt effect. Bij het aanbrengen van het schroefdak is het advies om ook de met pannen gedekte delen van het dak bij de zakgoot tussen deel en fruitschuur en boven de trap langs de keuken, die onderdeel uitmaken van de thermische schil van de woning te isoleren, cf. het warm-dak principe te isoleren zoals bij het dak boven de vm. bijkeuken is beschreven.

Bij het deels betrekken van de (fruitschuur) bij de woning is isolatie van het dak van het verwarmde deel afhankelijk van de gekozen vorm en het beoogde gebruik. ③ Wordt het deel van de fruitschuur over de gehele hoogte bij de woning betrokken en verwarmd dan is isolatie van het dak aan te raden. Hoewel isoleren aan de buitenzijde bouwfysisch de voorkeur heeft zorgt dit door een verspringing in de hoogte van de afwerking tussen het geïsoleerde deel en ongeïsoleerde deel van het dak. Isoleren aan de binnenzijde is dan een optie. Beter passend is waarschijnlijk een lager gelegen geïsoleerde vloer tussen verwarmde ruimte en de rest van de schuur en de rest conform een 'box-in-box' principe.

Platte daken

Bij het isoleren van de platte daken behorende bij het woongedeelte boven de (slaapkamer) boven de keuken en het platte dak van de vm. bijkeuken nu keuken conform het warm-dak principe ①②③ te isoleren. Bij isolatie aan de bovenzijde is met name de aansluiting op de gevel / dakgoot van belang vanwege het aanzicht van het monument. Door afschot aan te brengen in de isolatie dat afloopt richting de

gevel zal het isolatiepakket bij de aansluiting op de gevel al dunner zijn. Omdat de gevels aan de binnenzijde worden geïsoleerd kan de isolatie bovendien verjongd worden vanaf de aansluiting op de gevelisolatie zodat een verholen goot wordt gecreëerd zonder dat dit voor een koudebrug zorgt. Als het portaal tussen de fruitschuur en de deel binnen de thermische schil komt te liggen ②③ is het advies om het platte dak hiervan eveneens cf. het warm-dak principe te isoleren.

Een alternatief is het aanpassen van de boeiborden aan het hogere isolatiepakket. Dit verstoort wel het aanzicht van het monument en leidt mogelijk tot bezwaar vanuit de commissie van ruimtelijke kwaliteit.

Alternatieven

Een alternatief vormt de isolatie van het platte dak cf. het omgekeerde dak principe. Dan blijft de bestaande dakbedekking behouden als waterkerende en dampremmende laag en wordt de isolatie op het dak gelegd en voorzien van een ballastlaag. Deze wijze van isoleren is goedkoper maar komt ook met de nodige risico's. De bestaande dakbedekking moet in goede staat verkeren en bij een eventuele lekkage zit de waterkerende laag onder de isolatie en de ballastlaag wat onderhoud/replicatie bemoeilijkt.

Het alternatief voor isoleren van buitenaf bij de platte daken is isoleren van binnenuit. Daarbij is de dampdichte waterkerende bitumen op het dakbeschot een risico. Als er in een dergelijk geval toch gekozen wordt voor isolatie van binnenuit, dan moet bekeken worden hoe de daarbij gepaarde risico's zoals beschreven bij de Strategische Analyse (onder Schuine daken) zoveel mogelijk ondervangen kunnen worden.

De keuze om (delen van) de daken behorend bij het woongedeelte niet te isoleren is niet evident. Een groot deel van het warmteverlies vindt plaats door het dak. Tegelijkertijd is isoleren van onverwarmde delen van het gebouw, als het bakhuisje en de fruitschuur geenszins rendabel en zal dit nauwelijks effect hebben op het warmteverlies zolang de

ruimten als onverwarmde ruimten gebruikt worden.

b. Materiaal en & bouwtechnisch aspecten

Voor de met pannen gedekte daken zijn renovatieplaten beschikbaar. Renovatie dakplaten zijn niet zelfdragend. Dat betekent dat ze op een constructief dakbeschot moeten worden aangebracht. De dakplaten zijn wel eenvoudig in de verwerking omdat ze kant-en-klaar uitgerust zijn met de benodigde folies en tengels. De platen met een R-waarde van 2,5 hebben een dikte van rond de 9 cm excl. de tengels. De dikte van de tengels hoeft niet meegerekend te worden bij de verhoging van het dak omdat ze nu ook al aanwezig zijn. De dakpannen moeten tijdelijk van het dak gehaald en uitgesorteerd worden. Dakpannen met een levensduur groter dan 20 jaar moeten hergebruikt worden.

Bij isolatie voor de platte daken conform het warm-dak principe wordt een waterkerende dakafwerking op een laag drukvaste isolatie aangebracht. Hiervoor adviseren we het bestaande bitumen te verwijderen en onder de isolatie een dampscherm aan te brengen. Voor de platte daken is het gebruik van dakplaten van een ecologisch isolatiemateriaal wenselijk. Meestal gaat dit gepaard met een hoge warmtecapaciteit, hetgeen bij niet ecologische isolatiematerialen als EPS en PIR ontbreekt. De isolatieplaten moeten drukvast en beloopbaar zijn. Er zijn ecologische drukvaste platen voor platte daken op basis van houtvezel. Houtvezelplaten zijn alleen mogelijk bij het warm-dak principe waarbij het plaatmateriaal is afgedekt met een dakbedekking, hiervoor is EPDM een geschikt materiaal. Bij een omgekeerd dak bevinden de platen zich boven de waterkerende laag waarvoor houtvezel vanwege de open poriën ongeschikt is. Met drukvaste houtvezelplaten van 10 cm dik kan een Rd-waarde behaald worden van 2,5 m²K/W waarmee de dakconstructie als geheel op ca 2,6 m²K/W uitkomt.

Bij een schroefdak worden de rietlatten verwijderd. Op de sporen wordt een

plaatmateriaal als multiplex, spaanplaat, OSB of underlayment van tenminste 18mm (in verband met schroeflengte) aangebracht. Op de plaat wordt het riet vastgemaakt met een schroef waar een (bind)draad aan is bevestigd. Het rietpakket is van zichzelf waterdicht en heeft als het lucht- en tocht dicht is aangebracht ook een isolerende werking. Met riet kan als deze juist wordt aangebracht in combinatie met een schroefdak bij een dikte van 250mm een Rc-waarde van 3,5 worden behaald. Voor de overgang van het riet gedekte dak op het pannendak moeten aansluitingen worden uitgewerkt.

Dakkapellen

Bij behoudt van de dakkapel in de badkamer kan de zijwang en het dak geïsoleerd worden met een hoogwaardige dunne isolatie met een hoge isolerende werking gebaseerd op Aerogel. Met een dikte van 2 cm is al een Rc- waarde 1,48 te realiseren. Het materiaal is geen ecologisch product maar wel volledig circulair.

c. Conclusie

Het advies is om op alle daken waaraan (verwarmde) woonruimten grenzen van isolatie te voorzien. Dit gebeurt bij voorkeur aan de buitenzijde. In het met riet gedekte deel is dit echter afhankelijk van het aanbrengen van een schroefdak en de indeling van de bij de woning betrokken ruimte. Voor het met pannen gedekte deel worden renovatieplaten met een Rd-waarde van 2,5 m²K/W aangeraden. Voor het platte daken drukvaste isolatieplaten met een Rd-waarde van 2,5 m²K/W op afschot met een EPDM dakbedekking en een verholten goot bij de dakrand. Bij een schroefdak heeft het riet van zichzelf al een isolerende werking. Extra isolatie is hier mogelijk maar niet noodzakelijk. De dakkapellen kunnen aan de binnenzijde geïsoleerd worden met een zeer dunne isolatie gebaseerd op Aerogel.

4.6.4 Vloeren

De vloeren van de begane grond van het voorhuis bestaan uit houten vloeren boven de kelder en een natuurstenen vloer op



vermoedelijk zand. De keldervloer bestaat uit estriken eveneens vermoedelijk op zand. De keuken heeft een tegelvloer waarvan de aannahme is dat deze op een betonnen vloer op zand is aangebracht. De deel heeft deels een in het werk gestorte betonnen vloer en is deels voorzien van betonnen (stoep)tegels. Het vloerniveau van het kantoor en de gang naar het kantoor is gelijk aan die van het voorhuis, hieronder loopt de vloer van de deel door waardoor er onder de vloer een kruipruimte is.

De Rd-waarde van het zand ligt ergens tussen de 0,5 en de 4, afhankelijk van de dikte en natheid. De vloeren op zand hebben dus reeds enige isolerende werking, zeker in vergelijking met een houten vloer met een geventileerde kruipruimte. Daarnaast hebben zowel de verschillende steenachtige vloeren als het onderliggende zand een hoge warmtecapaciteit. Isolatie heeft hier dus slechts beperkt rendement en is alleen in combinatie met vloerverwarming of als de vloer om onderhoud vervangen dient te worden aan te raden.

In de gang bij de entree liggen diverse van de natuursteen tegels los en zijn de voegen open. Gezien de vloer opnieuw gevoegd moet worden is dit een natuurlijk moment om isolatie onder de vloer aan te brengen. ①②③

Voor de houten vloeren in het voorhuis is behoud het uitgangspunt gezien de monumentwaarde. Om warmteverlies naar de ondergelegen kelder te verminderen kan isolatie van de vloer aan de onderzijde worden overwogen. De vrije ruimte onder de vloer is onvoldoende om dekens of platen aan te brengen aan de onderzijde zonder de gehele vloer te demonteren, wel kan, afhankelijk van de beschikbare ruimte, isolatiemateriaal onder de vloer worden ingeblazen vergelijkbaar met bodemisolatie in een kruipruimte. ①②③ Hierbij is het wel van belang dat de balken los blijven van de aan te brengen 'bodemisolatie'. Ter plaatse van de kruin van de ondergelegen

gewelven betekent dit dat er geen of weinig isolatie kan worden aangebracht.

Voor de gang naar het kantoor en het kantoor geldt, net als voor de scheidingswanden tussen het woongedeelte en de deel dat isolatie alleen rendeert als op de te voorziene middellange termijn de vloer onderdeel is van de thermische schil tussen de verwarmde woning en het onverwarmde deel uitmaken. ① Isolatie aan de onderzijde van de vloer heeft de voorkeur als er voldoende vrije hoogte is in de kruipruimte, minimaal 35 cm, om deze aan te brengen. De isolatie kan in de vorm van platen of dekens tussen de houten balken worden aangebracht. De kruipruimte valt zo buiten de thermische schil van het gebouw waardoor het verlies oppervlakte wordt verkleind.

Voor de keuken geldt dat de toepassing van een geïsoleerde zwevende dekvloer niet of nauwelijks rendabel is in deze situatie, de keukeninrichting zou hiervoor moeten worden verwijderd. Omdat de vloer wel koud kan aanvoelen en ook qua comfort prettig moet zijn, is het in de keuken te overwegen om een dunne isolerende ondervloer bij een volgend groot onderhoud aan te brengen. Hiervoor zal wel de vloerafwerking moeten worden vervangen. ②③

Bij een gewijzigde indeling van de deel waarbij deze gedeeltelijk functioneel bij de woning wordt betrokken is, afhankelijk van het beoogde vloerniveau, isolatie van de vloer onder de (nieuwe) vloerconstructie of isolatie middels een zwevende dekvloer over de bestaande vloer aan te raden. Dit geldt zeker wanneer de vloer van vloerverwarming wordt voorzien. ②③

Verdiepingsvloeren

Bij de verdiepingsvloeren en de zoldervloer zijn afwisselend wel of geen plafonds toegepast tussen de balken. Omdat de verlaagde plafonds toch gedeeltelijk hersteld/aangeheeld moeten worden door de gevelisolatie is het wellicht te overwegen om de huidige plafonds te verwijderen.



De (zolder)vloer boven de badkamer en de inpandige berging op de verdieping zijn onderdeel van de thermische schil bij een ongewijzigd gebruik. ❶ In dit scenario is het advies om het traditioneel gedekte rieten dak aan het einde van de levensduur te vervangen voor een schroefdak dat van zichzelf een isolerende werking heeft. Het advies is daarom om de vloer niet te isoleren maar bij het aanbrengen van het schroefdak de isolerende scheidingswanden tot aan het dak te verlengen. Mocht het aanbrengen van een schroefdak niet haalbaar zijn dan is het advies om de vloeren aan de bovenzijde van isolatie te voorzien mits dit in de te voorziene toekomst onderdeel van de thermische schil blijft.

Isolatie van de vloeren binnen de woning hebben gezien het kleine temperatuurverschil slechts zeer beperkt effect.

Op de verdieping en zolder kan een isolerende ondervloer worden overwogen, eventueel in combinatie met vloerverwarming ❷❸ (Zie ook 4.6.5 Cv-Installaties en sanitair warm water) Hierdoor zal de vloerafwerking hoger komen te liggen en moeten mogelijk deuren worden aangepast. Dit voorkomt (contact)geluiden en teveel achtergrondlawaai. Vloerverwarming kan bijvoorbeeld in combinatie met een zwevende dekvloer op Fermacell vloerelementen. Bij de (slaap)kamer boven de keuken is de vraag in hoeverre dit wenselijk is. Dit gaat ten koste van de beleving van de houten vloer uit vermoedelijk 1879. Ook heeft de ruimte een beperkte vrije hoogte die nog verder beperkt wordt met een isolerende ondervloer.

Het isoleren van de zoldervloer heeft weinig effect omdat het dak reeds van isolatie is voorzien en de zolder zo binnen de thermische schil ligt. Wel is het isoleren van de vloer mogelijk interessant omwille van geluidsisolatie. ❶❷❸ Zeker wanneer er op de zolder meer installaties komen.

b. Materiaal en & bouwtechnisch aspecten

Drukvaste begane grondvloer isolatie

Als isolatie onder een begane grondvloer van in het werk gestort beton bij de woning betrekken van de deel kan gebruik worden gemaakt van een druvaste isolatie in de vorm van XPS, EPS of PIR. Deze isolatiematerialen hebben een gesloten cellenstructuur waardoor ze drukbestendig zijn en goed bestand zijn tegen vocht. In combinatie met vloerverwarming zijn EPS 100 platen met een Rd-waarde van 5,0 aan te raden. Deze platen hebben een dikte van 180 mm.

Vloerisolatie kruipruimte

De houten vloer van de gang naar het kantoor en kantoor boven de kruipruimte kan, indien er voldoende vrije hoogte is, aan de onderzijde geïsoleerd worden met harde isolatieplaten of isolatiedekens. Hiervoor dient eerst een geraamte van houten regels te worden aangebracht op de balken. Het gebruik van een ecologisch isolatiemateriaal is wenselijk. Meestal gaat dit gepaard met een hoge warmtecapaciteit, hetgeen bij niet ecologische isolatiematerialen als EPS, PIR en PUR ontbreekt. Een houtvezelplaat van 14 cm heeft een Rd-waarde van 3,85.

Bodemisolatie kruipruimte

Bodemisolatie onder de houtenvloer van de bel-etage over de gewelven kan, bij voldoende hoogte(vermoedelijk niet bij de kruin van de gewelven) onder andere met EPS/Biofoam chips en parels of eventueel met schelpen. Als er onvoldoende hoogte is onder de gang naar het kantoor en het kantoor kan hier ook van bodemisolatie gebruik worden gemaakt.

Schelpen zorgen met name voor een lagere luchtvochtigheid maar hebben een beperkte isolerende werking. Schelpen zijn een natuurproduct. Nadeel is dat ze, met name door de winning van de bodem van zee en hogere transportkosten vanwege het gewicht, een relatief hoge milieubelasting hebben. EPS of Biofoam chips of parels hebben een hogere isolerende werking maar zijn niet



vochtbufferend. EPS is een aardolie product. Biofoam is gemaakt met natuurlijke polymeren.

Isolerende ondervloer

Bij een isolerende ondervloer kan volstaan worden met een dikte van een halve tot een hele centimeter met een Rc-waarde van 0,15. Belangrijker is dat deze ook de stralingswarmte terug de ruimte in kan reflecteren, hetgeen relevant is voor een prettige gevoelstemperatuur. Daarnaast beperkt het ook contactgeluiden via de vloer wat prettig is voor de akoestiek.

c. Conclusie

Het advies is om de kelder en begane grond vloer van de keuken bij behoud van de huidige keuken indeling niet te isoleren omdat deze al een isolerende werking hebben en de investering niet opweegt tegen de te verwachten besparing. ①②③ Wel is het zinvol, voor met name het comfort en de akoestiek (contactgeluid), een dunne isolerende ondervloer onder een nieuwe vloerafwerking aan te brengen in de keuken. ②③

Bij het voorhuis is wel isolatie te overwegen onder de bel-etagevloer al zal de terugverdiëntijd op de zeer lange termijn liggen. Het is een natuurlijk moment om isolatie onder de natuurstenen vloer aan te brengen gezien verschillende tegels geen hechting meer hebben met de ondergrond en de voegen los zijn. ①②③ Voor isolatie onder de natuurstenen vloer wordt drukvaste isolatie op een zandbed aangeraden met gesloten cellen.

Onder de houten vloer in de woonkamer is onvoldoende vrije hoogte om isolatiedekens of platen aan te brengen zonder de gehele vloer te demonteren. Wel kan mogelijk op de 'bodem', de bovenkant van de gewelven, bedekkende isolatie worden aangebracht over de gewelven van de kelder bij voldoende vrije hoogte. Dit zal bij de kruin van de gewelven vermoedelijk niet het geval zijn. Ook hiervoor geldt dat de terugverdiëntijd op de zeer lange termijn ligt.

①②③

Voor de vloer van het kantoortje en de gang naar het kantoortje is het advies om, bij voldoende hoogte in de kruipruimte, deze aan de onderzijde te isoleren met houtvezel platen of dekens vanwege de vochtregulerende eigenschappen en hoge warmtecapaciteit van het isolatiemateriaal ①. Voor de (zolder)vloer boven de badkamer en inpandige berging op de verdieping is het advies deze aan de bovenzijde te isoleren met ecologische drukvaste isolatie en brandwerend af te werken als branscheiding tussen de woning en de deel. ① alternatief kan de scheidingswand tussen de woning en de deel tot aan het dak verlengd worden als het dak van de deel van een schroefdak wordt voorzien. Deze adviezen gelden alleen als deze constructies op de lange termijn onderdeel van de thermische schil uitmaken.

Het isoleren van de begane grond van de deel wordt enkel geadviseerd bij het bij de een gewijzigde indeling waarbij deze onderdeel wordt van de thermische schil. ② ③

4.6.5 Cv-Installaties en sanitair warm water
Als gevolg van isolerende maatregelen (en eventueel warmteterugwinning bij balansventilatie ③) zal de warmtevraag aanzienlijk verminderd worden. Hierdoor zal het gasverbruik omlaag gaan en kan met de huidige verwarming op een lagere temperatuur verwarmd worden wat de efficiëntie van de gasgestookte Hr-ketel ten goede komt.

Met de gemiddelde isolatiewaarde van de thermische schil die hoger ligt dan een Rc-waarde van 1,5 M²K/W na het uitvoeren van de isolerende maatregelen wordt het rendabel om duurzame warmteopwekkende installaties met een warmtepomp toe te passen. Voor de efficiëntie van de warmtepomp is het van belang dat er middels lage temperatuur verwarmd kan worden.

Een precieze berekening moet aan de installateur overgelaten worden, maar de verwarmingsinstallatie voor de woning moet, na het uitvoeren van de isolerende maatregelen, al snel een vermogen hebben van



5-7 kW zonder balansventilatie met WTW ② en 4-6 kW in combinatie met balansventilatie met WTW. ③ Een gasgestookte Hr-ketel haalt dit vermogen relatief eenvoudig.

a. Warmteopwekking en warmte-koude opslag

Een alternatieve warmtebron voor de huidige gasgestookte Hr-ketel geschikt om met de huidige hoge temperatuur verwarmen is een biomassaketel. Hierbij kan de biomassa die op het eigen erf wordt geproduceerd worden gebruikt als brandstof, al is het maar de vraag of dit voldoende is om in de warmte vraag te voorzien. Extra brandstof kan in de vorm van o.a. pellets worden aangeschaft, de kosten hiervan zijn vergelijkbaar met aardgas. Een biomassa ketel is bovendien een grote investering en vergt de nodige arbeid van de gebruiker.

Warmteopwekking middels warmtepomp

Voor verwarming middels een warmtepomp kan gekeken worden naar verwarming middels een lucht-water warmtepomp of een (brine)water-water warmtepomp met bodemcollector. Bij een conventionele hybride warmtepomp kan het vermogen van de warmtepomp lager zijn dan omdat de Hr-ketel kan bijspringen. Dit vermindert de investeringskosten. ① Met de overweging om in de voorziene toekomst volledig van het gas te gaan dan kan een 'all-electric ready' warmtepomp worden overwogen. ②③ Dan moet de warmtepomp voldoende vermogen hebben om zonder de gasgestookte Hr-ketel in de warmtevraag te voorzien. De huidige Hr-ketel kan dan tot het einde van de levensduur worden gebruikt. Afhankelijk van de energieprijzen en het type warmtebron voor de warmtepomp kan verwarming middels een Hr-ketel goedkoper zijn. Bovendien kan door gebruik te maken van de Hr-ketel op piekmomenten het lichtnet worden ontzien.

Lucht-water warmtepomp

De meest gebruikte vorm van een warmtepomp is een lucht-water warmtepomp.

② De investering in een lucht-water

warmtepomp is lager dan bij een (brine)water-water warmtepomp. Het rendement van een lucht-water warmtepomp is wel lager. Een lucht-water warmtepomp is in efficiëntie en vermogen afhankelijk van de temperatuur van de buitenlucht waardoor bij extreem koude dagen er juist minder piekvermogen beschikbaar is. Dit kan enigszins gecompenseerd worden met een (groter) buffervat of een elektrisch verwarmingselement in de warmtepomp. In combinatie met de bestaande gasgestookte ketel is er altijd voldoende vermogen beschikbaar, bij zeer koude buitenlucht is het met de huidige prijzen ook financieel interessanter om met gas te verwarmen dan met een lucht-water warmtepomp.

Een lucht-water warmtepomp heeft vaak een buitenunit nodig, deze buitenunit maakt geluid en kan het aanzicht van het monument ontsieren. Gezien de vrije ligging van de boerderij zal de geluidslast voor burenhuizen hiervan nihil zijn, wel kan zelf last van het geluid van de buitenunit worden ervaren, plaatsen nabij slaapkamers of een (thuis)kantoor is daarmee niet aan te raden. Voor onderhoud is het van belang dat de buitenunit toegankelijk is. Een kansrijke positie is mogelijk de zakgoot tussen de deel en de fruitschuur.

Nieuwe typen lucht-water warmtepomp kunnen ook binnen opgesteld worden. Deze worden dan middels luchtkanalen van buitenlucht voorzien. Het is wenselijk om de binnen-unit binnen de thermische schil te plaatsen. Kansrijke positie hiervoor is op de zolder bij de Hr-ketel, ①② of bij een nieuw te maken installatieruimte in de deel ②.

(brine)Water-water warmtepomp

Een (brine) water-water warmtepomp heeft hogere investeringskosten. Dit komt hoofdzakelijk door de noodzaak om een bodemcollector aan te leggen als bron. Bij een (brine)water-water warmtepomp wordt er door water met antivriesmiddel (brine) warmte gewonnen uit een bodembron of een opslag tank/vat/zak. Gezien de ruimte aanwezig op



het kavel ligt gebruik van een bodembron voor de hand. ③ Dit kan een verticale bodemcollector zijn, een horizontale bodemcollector of een bodemcollector in de vorm van aardkorven die het midden houdt tussen de twee. Voor de verticale bodemcollector moeten boringen worden gedaan waardoor deze duurder is in aanleg. De horizontale bodemcollector en aardkorven zijn goedkoper in aanleg. Omdat deze minder diep in de grond liggen is de temperatuur echter minder constant. De horizontale bodemcollector heeft bovendien een groot oppervlakte nodig. Daarbij is het gebruik van een horizontale bodemcollector vanwege het benodigde oppervlakte in Nederland een ongebruikelijk systeem waardoor er weinig partijen zijn die hier ervaring mee hebben. De juiste bodemcollector is uiteindelijk afhankelijk van het benodigde vermogen en de samenstelling van de bodem. Hier zal door een gespecialiseerde partij nader onderzoek naar moeten worden uitgevoerd

Omdat de temperatuur van de bron nauwelijks weersafhankelijk is zijn ze efficiënter dan lucht-water warmtepompen en ook het piekvermogen van de warmtepomp wordt niet beïnvloed door de buitentemperatuur waardoor er bij extreme kou niet met een elektrisch verwarmingselement hoeft te worden gecompenseerd en er minder vermogen van het lichtnet wordt gevraagd. Naast dat een (brine)water-waterpomp efficiënter is kan deze ook gebruikt worden om passief te koelen. Door passief te koelen gedurende de zomer wordt de bron 'geregenereerd' en de woning gekoeld. Door 's zomers warmte in de bron op te slaan wordt voorkomen dat de bron over de jaren heen kouder en daarmee minder efficiënt wordt. Bijkomend voordeel is dat er geen aanvullende buiten-unit nodig is zoals bij een lucht-water warmtepomp. Wel blijft een binnen-unit nodig. Een kansrijke positie hiervoor is binnen de bij de woning te betrekken ruimte van de deel.

Bij dit type warmtepomp ligt gasloze verwarming of een all-electric ready systeem

voor de hand waarbij ook het sanitair warmwater wordt opgewerkt middels een warmtepompboiler. Door de bestaande Hr-ketel te behouden kan het lichtnet worden ontzien bij hoge piekbelasting. Met de huidige energieprijzen zal het gebruik van de Hr-ketel niet voordeliger zijn omdat de efficiëntie van de warmtepomp nauwelijks afhankelijk is van de buitentemperatuur. Door volledig van het gas af te gaan kan bovendien gespaard worden op vaste kosten voor de gasaansluiting.

Buffervat

Voor beide typen warmtepomp is een buffervat van belang voor het rendement. Met een buffervat wordt voorkomen dat de warmtepomp als er een beperkt vermogen nodig is gaat 'pendelen' waarbij de warmtepomp voortdurend uit en aan gaat. Dit is beter voor de efficiëntie en komt ook de levensduur van de warmtepomp ten goede. Een buffervat is ook een manier om energie voor korte termijn op te slaan. Omdat er sprake is van stilstandsverlies is dit niet geschikt voor lange termijn warmteopslag. Een buffervat heeft, afhankelijk van het formaat, een groot gewicht. Dit kan plaatsing op zolder bemoeilijken. Mogelijk kan deze aan de brandmuur bevestigd worden.

b. Warmteafgifte

De woning beschikt over voldoende radiatoren om het gebouw te verwarmen met hoge temperatuur verwarming. Met het uitvoeren van de voorgestelde isolatiemaatregelen kan de verwarmingstemperatuur vermoedelijk worden verlaagd wat de efficiëntie van de huidige Hr-ketels ten goede komt. Om efficiënt met een warmtepomp te verwarmen moeten de installaties voor warmteafgifte echter geschikt zijn om met lage verwarmingstemperatuur te verwarmen.

Leidingisolatie en radiatorfolie

De leidingen zijn niet voorzien van leidingisolatie. Het isoleren van de leidingen waar deze toegankelijk zijn zorgt ervoor dat de warmte wordt afgegeven op de gewenste locatie en er minder verlies is bij ruimten die



niet verwarmd hoeven te worden. Dit geldt met nadruk niet voor leidingen voor sanitair warm water.

Geen van de radiatoren zijn voorzien van radiatorfolie. Ook bij overstap naar LTV-convectieradiatoren (zie ook hieronder) beperkt radiatorfolie het warmteverlies. In combinatie met LTV-convectieradiatoren zal de radiatorfolie uit het zicht ontnomen worden.

Leidingisolatie en radiatorfolie kan als 'quick-win' ook op zichzelf worden uitgevoerd zonder dat de andere maatregelen worden uitgevoerd. Dit heeft uiteraard alleen zin als deze niet op de korte termijn vervangen worden.

Lage temperatuurverwarming

Het rendement van een warmtepomp is in grote mate afhankelijk van de temperatuur van het verwarmingswater. We spreken van lage temperatuurverwarming bij temperaturen tussen de 35 en 55 °C graden. Echter hoe lager de aanvoertemperatuur hoe efficiënter de warmtepomp.

De ledenradiatoren op de bel-etage/begane grond zijn hiervoor niet geschikt. Het voorstel is om de gevels aan de binnenzijde te isoleren met houtvezelplaat afgewerkt met leemstuc. De wanden houden daarbij een hoge warmtecapaciteit wat zorgt langzame opwarming of afkoeling (faseverschuiving). Het is dan erg interessant om muurverwarming aan te brengen. Dat zorgt voor een hoog comfort en een stabiele temperatuur. Daarbij kan in de zomer ook goed 'passief' gekoeld worden (topkoeling) met een (brine)water-water warmtepomp.

Op de verdieping van de woning is het wellicht mogelijk de bestaande paneelradiatoren die van lamellen zijn voorzien te hergebruiken, indien nodig aangevuld met LTV-convectieradiator. De warmtevraag zal door uit te voeren isolerende maatregelen lager zijn en de afgifte kan middels radiatorventilatoren nog verhoogd worden. ❶ De radiatoren zullen vanwege de isolatie aan de binnenzijde wel verplaatst moeten worden. De verblijfsruimten

op de verdieping kunnen net als op de bel-etage/begane grond van wandverwarming worden voorzien. Alternatief kan er ook voor vloerverwarming middels droogbouw opbouwvloeren worden gekozen ❷❸ (zwevende dekvloer) of verwarming volledig middels LTV convectieradiatoren. LTV convectieradiatoren zijn reactiever dan vloeren of wandverwarming omdat zij direct de lucht verwarmen. Afhankelijk van het verwarmingsschema op de verdieping, kunnen de LTV convectieradiatoren vanwege de reactietijd een effectieve vorm van verwarming zijn. Mocht echter alleen een lagere en constante basistemperatuur op de verdieping worden aangehouden dan hebben wandverwarming of vloerverwarming met oog op comfort de voorkeur. ❷❸

Afhankelijk van het beoogde gebruik en de wijze waarop de ruimten in de deel ❷ en in de fruitschuur ❸ bij de woning worden betrokken worden moeten deze ruimten van verwarming worden voorzien. Als de ruimten in de deel hoofdzakelijk verkeersruimten zijn zal de warmtevraag hier lager zijn. Omdat hier geen gevels geïsoleerd worden en het voorstel is de binnenwanden aan de koude zijde te isoleren is er geen gelegenheid om wandverwarming en isolatie te integreren. Vloerverwarming kan hier dan een constante (basis)temperatuur verzorgen. Daarbij zal wel vloerisolatie moeten worden toegepast.

Bij meer serre-achtig gebruik van de ruimte in de fruitschuur in plaats van een verblijfsruimte die het gehele jaar door gebruikt wordt is er mogelijk helemaal geen verwarming nodig.

Net als bij het benodigde vermogen voor de warmtepomp zal een berekening voor het benodigde afgifte vermogen van de verwarming per ruimte door een installateur of installatieadviseur moeten worden uitgevoerd.

❶❷❸

Thermosstaat & zoneregeling

Uiteraard adviseren we dat er een programmeerbare (modulerende) thermosstaat wordt toegepast. Daarnaast is het



aan te bevelen om in alle ruimtes individueel de temperatuur te kunnen regelen. Dat kan met eenvoudige mechanische thermostaatkranen, ook bij wand- en vloerverwarming. (programmeerbare) Digitale thermostaatkranen met temperatuursensor en timer zijn een alternatief.

Infraroodpanelen

Het advies is om de woning op een dusdanige wijze te verwarmen dat het comfortniveau hoog ligt. Bij ruimtes die slechts sporadisch gebruikt worden maar waar comfort wel van belang is, zoals bijvoorbeeld de badkamer ❶❷❸, of een (onverwarmde) ruimte in de deel ❸ zou een lagere verwarmingstemperatuur kunnen worden overwogen in combinatie met een infraroodpaneel op de wand. Dan kan met een lagere basis temperatuur toch tijdelijk comfort worden geboden.

c. Sanitair warm water

In de huidige situatie voorziet de Hr-ketel samen met de geiser in het bakhuisje het sanitair warm water. In een conventionele hybride opstelling verzorgt de gasgestookte combiketel eveneens het sanitair warm water.

❶ Bij een volledig gasloze woning of bij een 'all-electric ready' installatie kan dit worden verzorgd door een elektrische boiler of een (geïntegreerde)warmtepomp(boiler). ❷❸

Een manier om in het sanitaire warmwater te voorzien is middels een ventilatielucht warmtepomp. ❷ De ventilatielucht warmtepomp neemt daarbij de functie van de mechanische ventilatie box over en zorgt voor de luchtafvoer. De warmte uit de afvoer van de ventilatie gebruikt om sanitair warm water te verzorgen. Op deze wijze wordt voorkomen dat warmte gedurende de winter ongebruikt wordt weg geventileerd. De efficiëntie van een warmtepompboiler op ventilatielucht is echter niet aanzienlijk hoger dan andere vormen van warmtepompboilers. Een ventilatielucht warmtepomp kan bovendien *niet* gecombineerd worden met balansventilatie met warmteterugwinning.

De besparing op energiekosten door het sanitair warm water te verzorgen middels een warmtepomp ten opzichte van gas is zeer beperkt, wel kan er duurzaam opgewekte elektriciteit voor worden gebruikt in plaats van fossiel aardgas. De warmtepompboiler is aanzienlijk efficiënter dan de elektrische boiler met elektrisch verwarmingselement. Vanwege de hogere temperatuur van sanitair tapwater is de warmtepompboiler echter niet zo efficiënt als de warmtepomp voor de centrale verwarming. Met de huidige prijzen ligt de terugverdientijd ten opzichte van een gasgestookte hr-ketel niet binnen de verwachte levensduur. In combinatie met zonnepanelen ❷❸ kan een warmtepompboiler echter gebruikt worden als een warmtebatterij voor de korte termijn. Door overdag (het overschot aan) zonne-energie te gebruiken om het water in het boilervat al vast te verwarmen om in de avond of de volgende ochtend vervolgens te gebruiken. Hierdoor kan een groter deel van de opgewekte zonne-energie in het eigen huis gebruikt worden. Dit wordt met name financieel interessant bij het vervallen van de salderingsregeling. Net als bij het buffervat moet er bij een warmtepompboiler met boilervat rekening worden gehouden met een hoog gewicht.

Zonnecollectoren (voor zonneboiler)

Voor het sanitair warm water kan ook een zonneboiler worden toegepast. Daarvoor is het wel nodig om een aantal zonnecollectoren op het dak te plaatsen. Deze kunnen in een paneel gecombineerd worden met pv-panelen. De meest evidente locatie hiervoor is het dak van de fruitschuur. Hier kan voldoende rendement behaald. Waarschijnlijk zijn er een of twee collectoren nodig. Bij een zonneboiler is de capaciteit weersafhankelijk, het is niet rendabel om een dusdanige capaciteit te hebben dat deze in 100% van het warm water vraag kan voorzien omdat er dan vaak overcapaciteit is op zonnige dagen. Een zonneboiler moet dus altijd gecombineerd worden met een andere bron voor sanitair warm water. Het gebruik van een zonneboiler heeft invloed op het rendement van de warmtepomp boiler. Deze

gebruikt immers ook de zon om sanitair warm water te verzorgen waardoor de het gebruik van de warmtepompboiler als warmtebatterij (deels) komt te vervallen. Hierdoor is een zonneboiler vooral interessant in combinatie met een gasgestookte Hr-ketel of in combinatie met een conventionele hybride warmtepomp waarbij het sanitair warm water door de gasgestookte Hr-ketel wordt verzorgd. ❶ Over het plaatsen van panelen op het dak wordt verder ingegaan bij PV zonnepanelen.

d. Besparen op warm water

Om (warm) water te besparen kunnen het beste doorstroom beperkende voorzieningen aangebracht worden bij kranen en douche. Daarnaast kan er bij de douche bij een toekomstige aanpassing van de badkamer een warmteterugwin (wtw) douchebak of wtw-goot geplaatst worden. Daarbij wordt de warmte uit het water dat in de afvoer verdwijnt weer overgedragen aan de koudwaterleiding die naar de douchekraan leidt. Hiervoor moet wel altijd een thermosstaatkraan toegepast worden om het water op de juiste temperatuur te mengen.

e. Koeling

Door de hoge warmtecapaciteit van het gebouw is het gebruik van aanvullende airconditioning waarschijnlijk onnodig. Met een warmtepomp kan het centrale verwarmingssysteem gebruikt worden voor (passieve) koeling. Actieve koeling kost veel energie en zou gezien de warmtecapaciteit van de woning alleen bij weersextremen nodig moeten zijn. Simpele ventilatoren kunnen verder koelte brengen door de door de beweging van de lucht en het verspreid de koelte van de (top)koeling beter door de ruimte.

f. Conclusie

Voor warmteopwekking kan gebruik worden gemaakt van een biomassa ketel waar biomassa van het eigen perceel wordt gebruikt. Of dit voldoende is om volledig in de warmtevraag te voorzien is onduidelijk. Een biomassa ketel vergt bovendien veel arbeid.

Met het isoleren van de thermische schil kan de verwarmingstemperatuur van de huidige Hr-ketel worden verlaagd wat het rendement ten goede komt. Vanwege de isolatiemaatregelen is het mogelijk om te verwarmen middels een (hybride) warmtepomp. Afhankelijk van het ambitieniveau met oplopende investeringskosten kan daarbij gekozen worden voor een conventionele hybride lucht-warmtepomp ❶ waarbij het vermogen van de warmtepomp beperkt is en de gasgestookte Hr-ketel bijspring bij verwarming en warm water verzorgd, een 'all-electric-ready' of volledig elektrische lucht-water warmtepomp met (geïntegreerde) warmtepomp boiler met voldoende vermogen om in de gehele warmtevraag voor verwarming en sanitair warm water te voorzien ❷ of een all-electric-ready danwel volledig elektrische (brine)water-water warmtepomp met een bodemcollector ❸. De bodemcollector is een vorm van lange termijn warmteopslag gezien de bron gedurende de zomer verwarmd wordt door het huis te koelen.

Bij elke vorm van verwarming middels een warmtepomp is het voor de efficiëntie van belang deze te combineren met een vorm van lage temperatuur verwarming. Bij ruimten die op een constante temperatuur worden gehouden gaat hierbij, afhankelijk van de te nemen isolatiemaatregelende warmte het aanleggen van de verwarming mee gecombineerd kan worden voorkeur naar wand- of vloerverwarming. Bij ruimte met wisselende temperaturen kan voor LTV-convectieradiatoren worden gekozen omdat deze reactiever zijn. Bij ruimte waar slechts sporadisch warmte gewenst is zoals in een badkamer kan voor infraroodverwarming worden gekozen.

Een buffervat verlengt de levensduur van een warmtepomp en is bovendien een vorm van korte termijn warmteopslag. Een (geïntegreerde) warmtepompboiler met boilervat kan eveneens als korte termijn 'warmte batterij' gebruikt worden. ❷❸



Een zonneboiler kan in een deel van de warmtevraag voorzien. Een secundaire warmtebron voor een zonneboiler blijft noodzakelijk. Een zonneboiler gaat ten koste van de ‘warmte batterij’ werking van de warmtepompboiler en is in die zin vooral interessant in combinatie met een conventionele hybride warmtepomp waar het sanitaire warmwater middels de gasgestookte Hr-ketel wordt verzogd. ❶

Om warm water te besparen kunnen stroombeperkende voorzieningen aangebracht worden en kan op een natuurlijk moment bij een badkamer renovatie een warmteterugwin douche of goot geplaatst worden.

De verwarmingsinstallatie wordt bij voorkeur alleen gebruikt om passief te koelen ❸ in combinatie met een warmtebron. Actieve koeling kost extra elektriciteit en zou gezien de warmtecapaciteit van het woongedeelte alleen bij weersextremen nodig moeten zijn.

4.6.6 Overige installaties

a. Ventilatie

Gebouwen die geïsoleerd zijn moeten goed geventileerd worden. Zeker als daarbij een hoop kieren gedicht zijn, bijvoorbeeld bij het dak en de vensters. De ventilatie zorgt niet alleen voor toevoer van verse lucht maar ook voor afvoer van vocht in de lucht die intern geproduceerd wordt. Het meeste vocht wordt binnen geproduceerd door de gebruikers en in de keuken en badkamer.

In de huidige situatie is er sprake van natuurlijke ventilatie, aangevuld met mechanische ventilatie, tenminste bij de badkamers, het toilet en de keuken. Er zijn geen voorzieningen voor centrale mechanische ventilatie in het gebouw aanwezig en dit is gezien de woonfunctie ook niet noodzakelijk zolang de toegepaste kierdichting beperkt blijft. De plaatselijke afvoer garandeert luchtafvoer waar dit om hygiëne en gezondheid nodig is terwijl infiltratie/exfiltratie voor voldoende frisse lucht zorgt en het afvoeren van vocht. ❶

Bij het toepassen van kierdichting moet extra geventileerd worden. ❷❸

Warmteverlies middels ventilatielucht kan verminderd worden door de toepassing van een ventilatielucht warmtepomp ❷ waarbij de warmte uit de ventilatielucht wordt gebruikt voor sanitair warm water of verwarmingswater (zie ook 4.6.5 Cv-Installaties en sanitair warm water). Gezien er het hele jaar behoefte is aan zowel ventilatie als sanitair warm water licht gebruik van de warmte voor sanitair warm water het meest voor de hand. Hiervoor moet de ventilatielucht centraal worden afgevoerd, daarvoor zullen extra ventilatiekanalen in de woning worden aangelegd naar alle vertrekken. Omdat nagenoeg alle ruimten aan een van de twee (ongebruikte) rookkanalen of aan de kastenzone op de begane grond zijn gelegen is dit in te passen in de bestaande situatie zonder dat hiervoor grote wijzigingen aan de indeling nodig zijn en de leidingen in het zicht komen. Bij centrale luchtafvoer zonder lucht toevoer moet lucht toevoer in de ruimte zelf geregeld worden. Deze luchttoevoer heeft dan de temperatuur van de buitenlucht.

Om het warmteverlies middels ventilatie tot een minimum te beperken kan gebruik worden gemaakt van balansventilatie in combinatie met warmteterugwinning ❸. Bij warmteterugwinning wordt de warmte uit de afgevoerde lucht gebruikt om de toe te voeren lucht te verwarmen. De luchtstromen moeten elkaar op een centraal punt kruisen waar de luchtbehandelingsinstallatie wordt opgesteld. De voor de hand liggende locatie hiervoor is de zolder van het voorhuis. Bij deze installatie zijn de ventilatiekanalen voor toevoer en afvoer nodig. Ook hiervoor geldt dat omdat nagenoeg alle ruimten aan een van de twee (ongebruikte) rookkanalen of aan de kastenzone op de begane grond zijn gelegen is dit in te passen in de bestaande situatie zonder dat hiervoor grote wijzigingen aan de indeling nodig zijn en de leidingen in het zicht komen.

Balansventilatie met warmteterugwinning is alleen effectief als kierdichting veelvuldig wordt

toegepast. Anders zal door in- en exfiltratie nog steeds warmte verloren gaan terwijl daarboven (overmatig) geventileerd wordt. Bij veelvuldige toepassing van kierdichting moet daarentegen juist veel geventileerd worden voor een gezond binnenklimaat en om risico's op ophoping van vochtcondensatie bij de isolerende voorzetwanden te verminderen. Bij een serre-achtig betrekking van de fruitschuur bij de woning ③ kan bij zonnige dagen wanneer de binnentemperatuur hoger is dan in andere ruimte de afvoerlucht van de serre gebruikt worden om de luchttoevoer van de andere vertrekken te verwarmen.

Nachtventilatie

Bij centrale mechanische afvoer is het zinvol om deze in de zomer voor nachtventilatie te kunnen gebruiken. Bij de balansventilatie is daarvoor een 'bypass' van de warmtewisseling nodig. In de nacht wordt er daarbij koelere lucht door de ruimtes geleid waardoor de gebouwmassa afkoelt. Door de keuze van isolatiematerialen met een hoge warmtecapaciteit blijft het daardoor gedurende de dag koeler (faseverschuiving).

b. Elektriciteit besparen

Verlichting

Het advies is om bij ingebruikname van de woning overal voor LED-verlichting te kiezen. Daarnaast kan er bespaard worden met de toepassing van bewegingssensoren en timers in diverse ruimten. De aansturing van verlichting is centraal te regelen en automatiseren met draadloze systemen bijvoorbeeld gebaseerd op z-wave of zigbee. Dat kan eventueel gecombineerd worden met een domotica controller en de bediening van rolgordijnen zoals al aangegeven bij het onderdeel Vensters en openingen.

Witgoed en andere elektrische apparatuur

Het spreekt mogelijk voor zich dat bij de keuze van witgoed en andere elektrische apparatuur flink bespaard kan worden op de energierekening. Meer informatie en tips over dit onderwerp zijn terug te vinden bij de Strategische analyse.

c. Opwekking van duurzame energie

Bij gebruik van een warmtepomp wordt er in zekere maten al duurzame energie opgewekt. De bron van de warmte, de lucht of de grond, zijn duurzame bronnen. Om de warmte hieruit te winnen wordt echter elektriciteit gebruikt. Als deze van het lichtnet komt is dit een mix van duurzame en niet duurzaam opgewekte energie.

PV zonnepanelen

Voor de energetische prestaties en het rendement in combinatie met de warmtepomp en eventuele warmtepompboiler is het zinvol om zonnepanelen toe te passen. Met de voorgestelde maatregelen in dit advies wordt er in ieder geval voldaan aan de criteria van de MooiSticht zonnewijzer (7.4.3a). Het meest rendabele is als panelen op het zuidwestelijke dakvlak van de fruitschuur en het zuidoostelijke dakvlak van de schuur gecombineerd kunnen worden. Dit laatste dakvlak is deels zichtbaar vanaf de openbare weg en het beschermde dorpsgezicht. Of het kan is afhankelijk van het gemeentelijke beleid en afwegingen ten aanzien hiervan. Het dak van de moet ook constructief in staat zijn om de panelen te dragen. Een alternatief voor plaatsen van de zonnepanelen op de daken is het plaatsen van zonnepanelen in veldopstelling.

De verschillende oriëntaties van de panelen op verschillende dakvlakken zorgen voor een relatief constante productie van zonne-energie waardoor een groter deel van de energie zelf gebruikt kan worden. Dit is financieel voordelig als de salderingsregeling verdwijnt en het zorgt voor minder piekbelasting op het lichtnet.

Om aan de totale geschatte elektriciteitsbehoefte voor de woning te voldoen zijn er 19 panelen van elk 450 Wp nodig uitgaande van warmteopwekking voor verwarming en sanitair warm water met behulp van een lucht-water warmtepomp en een ventilatielucht warmtepomp. Uitgaande van warmteopwekking voor verwarming en sanitair warm water met een (brine)water-water warmtepomp met geïntegreerde



warmtepompboiler gecombineerd met balansventilatie met WTW zijn naar schatting 14 panelen van elk 450 Wp nodig. Dit is uiteraard ook afhankelijk van het elektriciteitsgebruik binnen het huishouden. Bij gebruik van zonnepanelen om de elektrische auto op te laden zijn extra panelen nodig.

d. Korte termijn energieopslag

Energie van de zonnepanelen kan op korte termijn opgeslagen worden door deze om te zetten in warmte zoals eerder beschreven bij de warmtepompboiler.

Thuisbatterij

Het opslaan van zelfopgewekte elektriciteit in een thuisbatterij is mogelijk. Hierdoor kan meer van de zelfopgewekte energie worden gebruikt. Je wordt er echter niet zelfvoorzienend van. Of dit financieel interessant is, is erg afhankelijk van de stroomprijzen, de kosten en de garantie dan wel levensduur van de batterij. De afschrijving per kWh laden/ontladen moet lager zijn dan het verschil tussen de terugleververgoeding en de stroomprijs. Met de salderingsregeling is dit per definitie niet het geval. De gevolgen voor het afschaffen van de salderingsregeling in 2027 zijn nog onduidelijk. Mogelijk dat het verschil tussen de terugleververgoeding en de elektriciteitsprijs dusdanig wordt dat een batterij financieel aantrekkelijk kan worden. Dan blijft de vraag of een thuisbatterij een duurzame toevoeging is. Gangbare modellen thuisbatterij zijn Lithium-ion batterijen. Met de productie van de batterij zijn hoge milieukosten gemoeid. Vanwege de onzekerheid met betrekking de energieprijzen na afschaffen van de saldering adviseren we voor nu geen thuisbatterij.

Het handelen op de (balans)energie markt is een mogelijk verdienmodel maar is geen verduurzaming van de woning an sich. Of dit verdienmodel in de toekomst stand houdt is bovendien maar zeer de vraag. Daarnaast is de verwachting dat met het huidige beleid dit meer bijdraagt aan overbelasting van het net dan dat het helpt deze te voorkomen.

Elektrische auto

Door de elektrische auto op te laden bij een overschot aan zonne-energie kan het gebruik van de eigen opgewekte energie aanzienlijk verbeterd worden. Of het financieel aantrekkelijk is de auto als 'thuisbatterij' te gebruiken door energie uit de batterij voor het huishouden te gebruiken is net als bij de thuisbatterij afhankelijk van het prijsverschil tussen de terugleververgoeding en stroomprijs en de afschrijvingskosten voor het laden/ontladen van de batterij van de elektrische auto. Vanwege de schaal van de accu in auto's zijn deze relatief aan de capaciteit van de batterij goedkoper dan de meeste thuisbatterijen.

e. Conclusie

De installaties voor ventilatie zijn in grote mate afhankelijk van het ambitieniveau. Belangrijk is om op elk ambitieniveau de vermindering van in- en exfiltratie als gevolg van kierdichting te compenseren middels extra (mechanische) ventilatie. De ventilatie kan plaatsvinden conform de huidige wijze met natuurlijke toevoer en (deels) mechanische afvoer op in ruimte waar dit voor gezondheid en hygiëne noodzakelijk is ❶ terwijl de andere vetrekken middels infiltratie en exfiltratie worden geventileerd.

Om het warmteverlies middels ventilatie te voorkomen kan de warmte uit de ventilatie worden teruggewonnen met een ventilatielucht warmtepomp voor sanitair warm water. ❷ Hiervoor moet de luchtafvoer centraal geregeld worden waar ventilatiekanalen voor moeten worden aangebracht. Luchttoevoer vindt in deze situatie nog natuurlijk plaats middels infiltratie.

Om het warmteverlies middels ventilatie tot een minimum te beperken kan gekozen worden voor balansventilatie met warmteterugwinning. Hiervoor moeten kieren gedicht worden om overmatig ventileren te voorkomen en alle ruimte voorzien van voldoende mechanische toevoer en afvoer waarvoor extra

ventilatiekanalen moeten worden aangebracht.

3

Bij centraal geregelde ventilatie kan met nachtventilatie het gebouw gedurende de zomer passief gekoeld worden.

Om op elektriciteit te besparen kan bij ingebruikname van de woning het beste overal voor LED-verlichting worden gekozen, optioneel centraal geregeld en geautomatiseerd met behulp van timers en bewegingssensoren.

1 2 3

Om zelf duurzaam energie op te wekken adviseren we het gebruik van zonnepanelen als zonnepanelen vanuit de monumentale en cultuurhistorische waarden van het boerderij aan de rand van het beschermd gezicht mogelijk zijn. 2 3 Als plaatsing op de voorgestelde locaties niet haalbaar is plaatsing in veldopstelling mogelijk een alternatief.

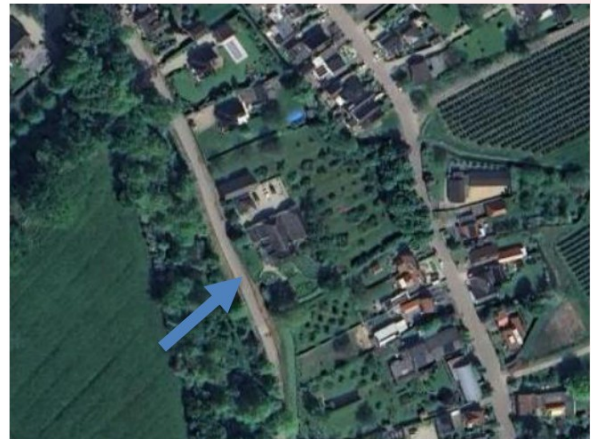
4.6.7 Klimaatadaptief

Zoelen ervaart relatief weinig hittestress in vergelijking met een stedelijke omgeving. Dat komt door het relatief hoge aandeel aan groen in de omgeving zoals zichtbaar op de onderstaande hittestresskaart.



Zichtbaar is het effect van bomen. Aan de overzijde van de Achterstraat, bij de dichtere begroeiing direct ten oosten van de fruitschuur en de hogere bomen aan de oostgrens van het perceel ligt de gevoelstemperatuur op een hete

zomerdag tot 15 C graden lager dan bij het verharde terrein aan de achtergevel.



Voor de gevoelstemperatuur op het erf is het wenselijk om bomen te behouden.

Het is daarnaast wenselijk om een aantal hemelwaterafvoeren aan de westzijde te ontkoppelen te leiden naar een ingegraven grindbak of infiltratiebak of -vijver. Dat zorgt ervoor dat er meer regenwater in de grond kan infiltreren wat uitdroging van de bodem voorkomt. Het bijkomend voordeel is dat de tuin minder snel bewatert hoeft te worden en het riool minder wordt belast. Wel moet er voorkomen worden dat de waterbelasting op de kelders niet groter wordt door het geïnfiltreerde hemelwater. Dit kan door de infiltratieput of grindbak wat verder van de gevels af te plaatsen. Door de grindbak of infiltratieput/-vijver dieper te maken zodat het water pas op grotere diepte infiltreert.

Het is mogelijk om een hemelwatersysteem aan te leggen, eventueel in combinatie met een grijswatersysteem. De opslag zou bijvoorbeeld geplaatst kunnen worden in de kelder Onder het voorhuis of mogelijk kan hiervoor de put aan de westgevel voor het bakhuisje worden gebruikt. Hiervoor moet deze wel ontkoppeld worden de afvoer van huishoudelijk water. Met een regenwatersysteem kan het gebruik van drinkwater flink worden beperkt. Financieel gezien is het echter niet echt rendabel. Het zou vooral ook bedoeld zijn uit verduurzamingsambities.

5 | Cultuurhistorische Waarden

5.1 Inleiding

Bouw- en cultuurhistorisch onderzoek is maatwerk. Het doel, de omvang en de diepgang van het onderzoek zijn afhankelijk van de plannen en wensen met het gebouw. Voor Achterstraat 36 is geen cultuur historisch onderzoek voor handen en is er een nieuw cultuurhistorisch onderzoek uitgevoerd. Hierbij zijn de richtlijnen voor bouwhistorisch onderzoek¹ gehanteerd. Daarbij moet wel in acht worden genomen dat dit onderzoek is uitgevoerd met verduurzaming als doel in het achterhoofd. Het onderzoek leent zich mogelijk minder bij de beoordeling van andere ingrepen aan het gebouw

5.2 Achterstraat 36

Achterstraat 36 is het agrarische complex Steurenburg en is als dusdanig als rijksmonumentaal complex beschermd. Op het complex bevinden zich vier rijksmonumenten. Een T-BOERDERIJ met BAKHUIS en (fruit)SCHUUR, een SCHUURBERG, een THEEHUISJE en een houten SCHUUR.

De T-BOERDERIJ vormt het zwaartepunt van dit bouwhistorisch onderzoek. Naast een onderzoek van de bouwhistorische waarden van de diverse onderdelen (interne waarden) is er dan ook waardestellend onderzoek uitgevoerd naar de boerderij in zijn geheel (externe waarden).

5.2.1 Stedenbouwkundige ontstaansgeschiedenis

Zoelen is gelegen nabij rivier de Linge in het rivierengebied. Het dorp is vernoemd naar een verdwenen riviertje genaamd 'Het Soel'. Het is een lintdorp met twee parallel lopende straten gesitueerd op de oude stroomrug hiervan met een noordwest-zuidoost oriëntatie. De westelijke hoger gelegen straat heet nu de

Achterstraat. Voorheen werd dit de Hooge Straat genoemd.

Direct ten westen van het lintdorp ligt het kasteel 'Huis Zoelen'. Eerst vernoemd in de twaalfde eeuw. Ten noordwesten hiervan lag de Aldenhaag, een versterkt huis. Beide waren gelegen aan de straat die nu de Achterstraat heet. Aan de zijde van de straat waar deze versterkte huizen met landerijen lagen is weinig bebouwing ontwikkeld.

Op een reproductie van de situatietekening van Huis Zoelen uit 1805 bevindt zich reeds bebouwing op de locatie van het huidige complex en wordt Steurenberg met naam genoemd. Bij het complex zijn twee gebouwen aangegeven.



Fragment van reproductie naar origineel uit 1805 van de situatietekening van de huizen Zoelen en Den Alden Haag. Beeldbank RAR: 0817 – 152

Op de verpondingskaart van de gemeente Zoelen uit 1809 is Zoelen als lintdorp duidelijk herkenbaar waarbij de bebouwing zich bevindt aan weerszijde van de Jeudestraat en aan de noordzijde van het dorp ook aan de oostkant van de Hooge straat. Op de locatie van Steurenberg zijn twee gebouwen aangegeven.

¹ Richtlijnen Bouwhistorisch Onderzoek. Lezen en analyseren van cultuurhistorisch erfgoed,

Ook het perceel behorende bij de bebouwing met nr. 407 is weergegeven. Het perceel is wigvorming, wordt aan de noord- en oostzijde begrensd door de Meergraaf die in het noordelijke deel van het lintdrop tussen de achterstraat en de Jeudestraat loopt, aan de oostzijde door de Jeudestraat, aan de westzijde door de achterstraat en een aangrenzend perceel en aan de zuidzijde door een verbindingsteeg tussen de Achterstraat en Jeudestraat.



Fragment uit verpondingskaart met de landerijen gelegen in de gemeente van Zoelen (1809) Beeldbank Geldersarchief: 0873 – 163 Public Domain Mark 1.0 licentie.

Op de kadastrale minuut uit 1811-1832 wordt het complex als Steurenborg benoemt. Het perceel komt overeen met de verpondingskaart uit 1809. De contouren met de bebouwing zijn meer in detail aangegeven. Vermoedelijk een boerderijgebouw en een schuur. Aan de westzijde (onder op afbeelding) verspringt de rooilijn. Op deze verspringing is de bestaande wand tussen de voormalige keuken en bijkeuken te projecteren.



Fragment van het minuutplan uit 1811-1832 met

Steurenborg bij naam genoemd. (Beeldbank RCE: MIN05183D02)

Op de kadastrale hulpkaart uit 1874 is de bebouwing van het complex aangepast. De T-boerderij krijgt de huidige contour, waarbij de achtergevel in lijn komt te liggen met noordgevel van de op de minuutplan aanwezige schuur. De oude contour uit het minuutplan is nog met potlood aangegeven op de hulpkaart. Aan de Noordzijde komen twee bijgebouwen. Vermoedelijk de bestaande schuurberg en een niet langer aanwezige hooiberg.

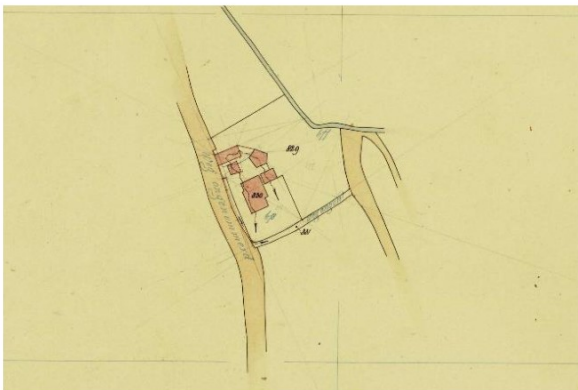


Hulpkaart ZL N01_D_53 uit 1874.

Op de kadastrale hulpkaart uit 1879 is ook de bestaande schuur / potstal bij het complex aangegeven. De hierop volgende kadastrale hulpkaarten tonen geen wijzigingen aan in de bebouwing van het perceel. Op geen van de hulpkaarten is het bestaande bakhuis, theehuisje en de uitbreiding van de (fruit)schuur aan de oostzijde van het hoofdgebouw weergegeven. In de zuidgevel van de fruitschuur is een gevelsteen aangebracht die luidt 'Clara 1897' wat suggereert dat de fruitschuur destijds de huidige contour heeft gekregen. Op een foto uit 1909 is het bakhuisje eveneens reeds aanwezig.

In 1934 wordt de Schuurberg gewijzigd. Er worden onder andere varkenshokken in de schuurberg gebouwd.²

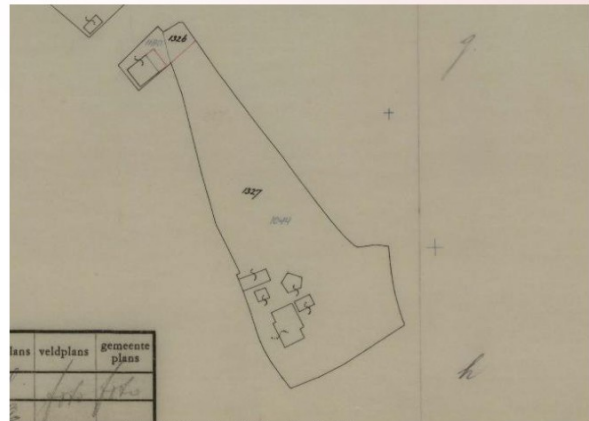
In de tweede helft van de twintigste eeuw worden diverse delen van het perceel gesplitst. Op foto's uit 1977 is het Theehuisje nog te zien op de oude locatie ten noordwesten van het bakhuisje. Het Theehuisje wordt later verplaatst naar de zuidoosthoek van de siertuin.



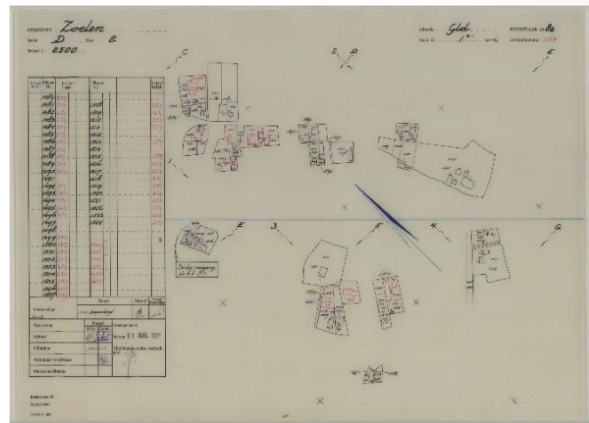
Hulpkaart ZL N01_D_81 uit 1879.



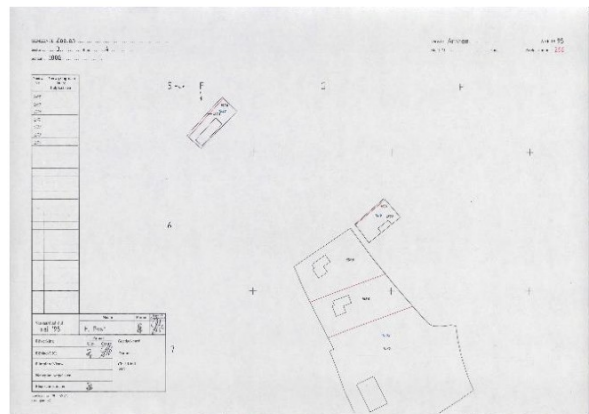
Hulpkaart ZL N01_D_133 uit 1903



Hulpkaart ZL N01_D_227 uit 1962



Hulpkaart ZL N01_D_254 uit 1982



Hulpkaart ZL N01_D_266 uit 1995

² Regionaal Archief Rieverenland toegangsnr. 915, inventarisnr. 1362

5.2.2 Bouwgeschiedenis

De oudst gevonden bron van bebouwing ter plaatse van Steurenborg zijn kaarten van begin 19^e eeuw. Op de kaarten worden twee bouwwerken aangegeven waarvan de positie overeenkomt met de boerderij en het noordelijke uiteinde van de (fruit)schuur. Op de het kadastrale minuutplan (ca 1832) vallen het voorhuis en de voormalige keuken reeds binnen de contour van de bebouwing te projecteren. De verspringing in de westgevel komt overeen met de overgang tussen de voormalige keuken en bijkeuken.

a. 1879

In 1879 wordt de deel/achterhuis uitgebreid aan de achter- en rechterzijde. De noordgevel van de deel komt in het verlengde van de noordgevel van de (fruit)schuur te liggen. Waarschijnlijk heeft ook het voorhuis de huidige verschijningsvorm bij deze wijzigingen verkregen. De contour van de bebouwing uit 1879 komt overeen met het huidige voorhuis en de deel. De verspringing in de westgevel komt wat positie overeen met de achterwand van het huidige toilet. Het toilet (dat nu binnen het bouwvolume van het bakhuisje valt) heeft in de huidige situatie ook een venster richting het bakhuisje en is aan de zijde van het bakhuisje afgewerkt met stucwerk voorzien van imitatievoegen overeenkomend de overige geveldelen.

b. 1893

De zuidgevel van de fruitschuur is voorzien van een gevelsteen met als vermelding 'Clara 1893' wat suggereert dat de fruitschuur in de huidige contour heeft gekregen. Voor de constructie van de fruitschuur wordt hout hergebruikt. Twee van de drie ankerbalkgebinten in de fruitschuur hebben een hergebruikte moerbalk als ankerbalk. Ook de derde ankerbalk is hergebruikt.

Onduidelijk is wanneer het bakhuisje is gebouwd. Aan de hand van de wandafwerking en het venster van het huidige toilet kan worden aangenomen dat het bakhuisje van na 1879 moet zijn. Op een foto, vermoedelijk uit

1909, is het bakhuisje reeds aanwezig.

Opvallend aan de foto zijn de roede van de tweede hooiberg zichtbaar achter de woning. Ook opvallend zijn de vonkvangers boven de schorsteen.



Boerderij Steurenborg met leden van de [redacted] (1909) Krantenknipsel uit de Gelderlander van 2 maart 1998

c. 1946

In 1946 wordt de T-Boerderij gewijzigd ten behoeve van een extra keuken op de begane grond. Een vermoedelijk oude bedstee wordt aangepast tot keuken en het kalverhok wordt een portaal vanwaar een nieuw toilet in de fruitschuur, de nieuwe keuken en de deel worden ontsloten. De tekeningen bij deze vergunning zijn de oudst bekende tekeningen van de T-boerderij en zijn incompleet.

d. 1966

In 1966 worden twee vensters in de linkerzijgevel ter plaatse van de keuken samengevoegd voor een grote pui in de keuken. Op de tekeningen zijn de vensters in de bestaande toestand voorzien van luiken aan de buitenzijde. Dit geldt ook voor het venster op de verdieping. Op de archieffoto uit 1977 van de RCE is zichtbaar dat het venster op de verdieping van persiennes is voorzien.



Steurenborg gezien vanuit het zuiden (1977) Beeldbank RCE documentnr. 184.568



Steurenborg gezien vanuit het zuiden (1977) Beeldbank RCE documentnr. 184.570



Steurenborg gezien vanuit het oosten (1977) Beeldbank RCE documentnr. 184.569

Latere wijzigingen

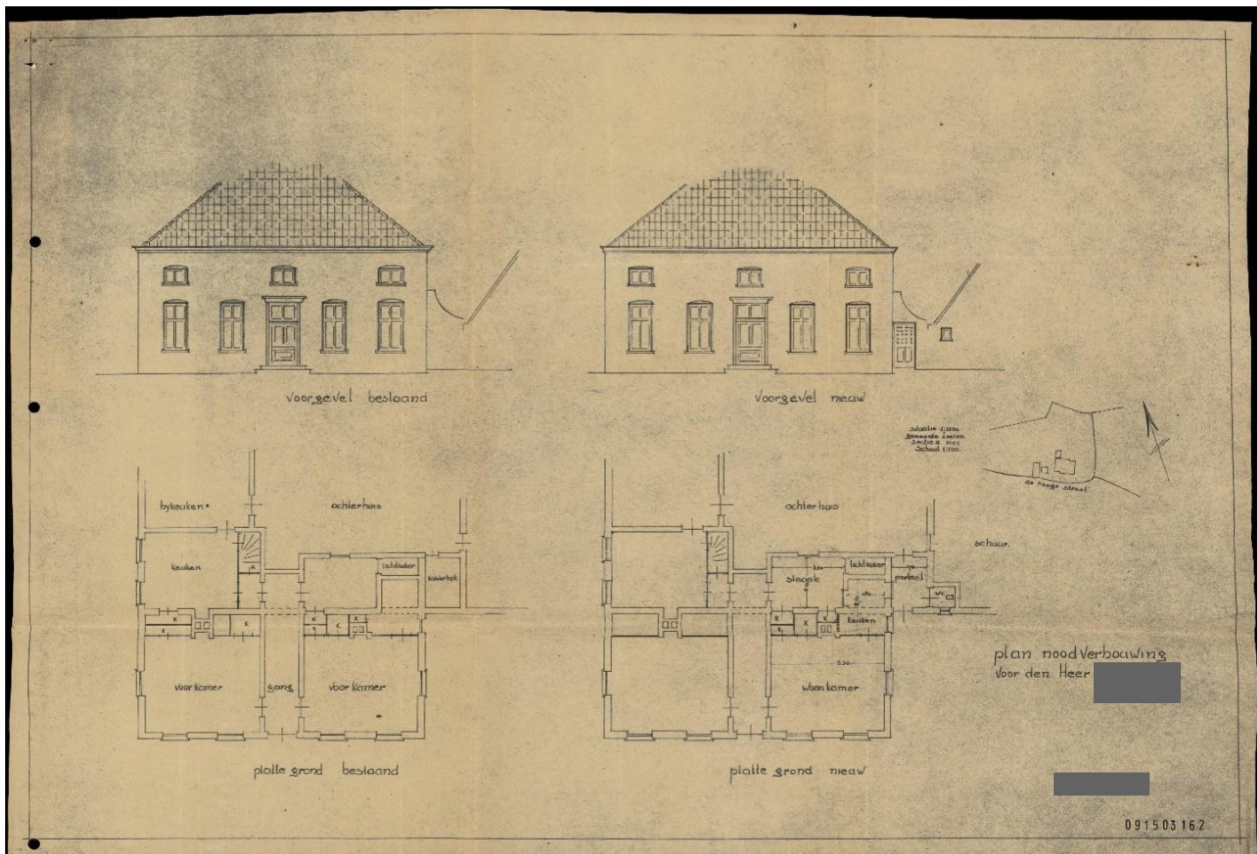
Het samengevoegde venster van de keuken is verwijderd. Hiervoor zijn weer twee vensters terug gebracht.

De keuken en bijkeuken zijn samengevoegd om hier een grote keuken van te maken. In de deel is een douche gebouwd die vanuit de keuken toegankelijk is.

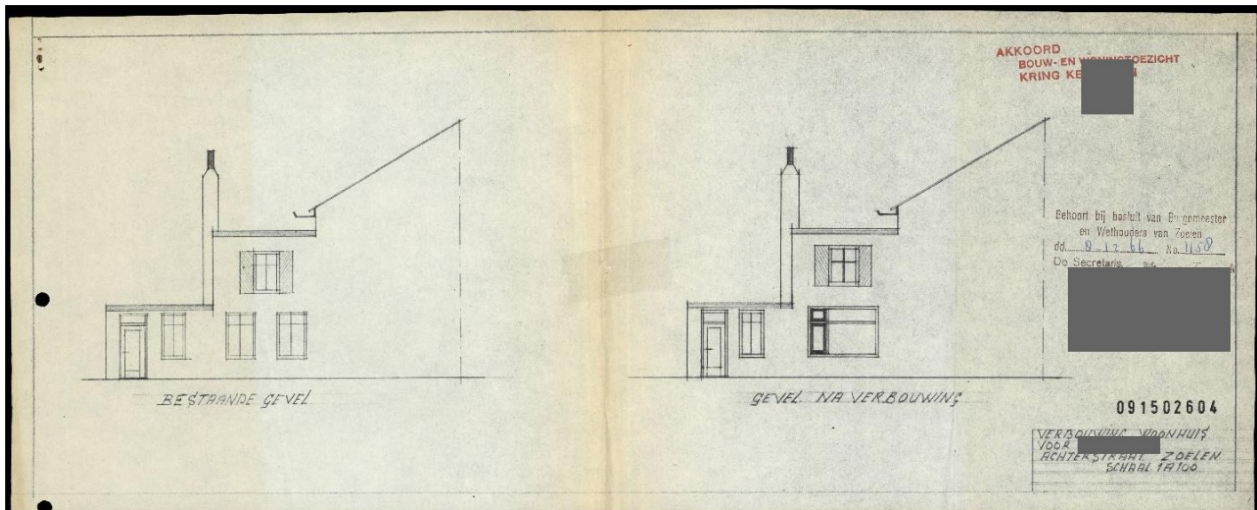
Het Theehuisje is verplaatst naar de huidige locatie. Op de archieffoto's uit 1977 is de oude locatie ten noordwesten van het bakhuisje zichtbaar.

De kap is in de jaren '90 van de vorige eeuw geïsoleerd. Waarschijnlijk zijn destijds ook de nok- en hoekkepervorsten aangebracht. Op de archieffoto's uit 1977 is nog een loden afdekking van de hoekkepers en nok zichtbaar.

De wijzigingen van de 'nood verbouwing' uit 1946 zijn deels ongedaan gemaakt. De keuken heeft een functie als 'kantoor' gekregen. De wand tussen het 'kantoor' en de kamer in het voorhuis is dicht gezet. Ook de doorgang tussen het portaal en de 'keuken' is dichtgezet waardoor het kantoor alleen vanuit de inpandige voormalige 'slaapkamer', nu verkeersruimte, toegankelijk is.



Plattegronden en gevelaanzichten van de bestaande en nieuwe toestand uit 1946 behorende bij een vergunning voor een noodverbouwing. Bron: Regionaal Archief Rievereiland toegangsnr. 915, inventarisnr. 3162



Gevelaanzicht van de bestaande en nieuwe toestand uit 1966 ter vervanging van twee schuifvensters t.b.v. een grote pui. Bron: Regionaal Archief Rievereiland toegangsnr. 915, inventarisnr. 2604

5.2.3 Beschrijving van het pand

a. Situering

De T-BOERDERIJ is gelegen aan de oostzijde van de Achterstraat te Zoelen. De boerderij is gelegen tussen de Achterstraat en de Jeudestraat. De twee straten waaraan het lint dorp Zoelen is gevormd.

Ten zuiden van de boerderij bevindt zich een siertuin met in de zuidoosthoek het theehuisje. Ten oosten van de T-boerderij is een boomgaard gelegen. Ten noorden van de T-boerderij zijn de schuurberg en losstaande schuur gelegen. Aan de noordzijde van de het hoofdgebouw is het terrein in het verlengde van de achtergevel verhard tot aan (het verlengde van) de zuidgevel van de losstaande schuur. ‘



*luchtfoto van perceel met verschillende bouwdelen.
Afbeelding door opdrachtgever*

b. Architectonische beschrijving exterieur

D T-boerderij heeft vier bouwdelen zijnde het voorhuis aan de zuidzijde met aanbouwen aan de westzijde, het hierachter gelegen achterhuis of deel, het bakhuisje aan de westzijde en de (fruit)schuur aan de oostzijde.

Het voorhuis



overzichtsfoto voorgevel (zuidgevel).

Het voorhuis is twee bouwlagen hoog en voorzien van een schildkap. De kap is voorzien van twee schorstenen op het snijpunt van de hoekkepers en de nok.

De voorgevel (zuidgevel) is symmetrisch van opzet. De gevel is voorzien van een pleisterwerk met imitatievoegen. Het pleisterwerk is hardsteen-grijs van kleur. De plint is in een afwijkend donkerder in blauwige grijs geschilderd. Het pleisterwerk van het 'fries' onder de kroonlijst is voorzien van een lichtgele kleur. De gevel wordt beëindigd met een zandgele houten kroonlijst.

De gevel is vijf vensterassen breed. Centraal is de entree gelegen met een (nieuw) hardstenen bordes twee treden boven maaiveld. Het maaiveld loopt op richting het bordes. De entree is omlijst met een zandgeel geschilderde houten omlijsting op hardsteen neuten en een hardsteen dorpel en bekroond met een kroonlijst rustend op consoles. tussen de consoles in tekst de naam 'Steurenburg' aangegeven. De voordeur is een paneeldeur met middenstijl en tweeregels met boven het half een tweeruits het bovenlicht.



entree centraal in de voorgevel.

De vensters zijn vierruits schuifvensters met een vast tweeruits bovenlicht en een tweeruits schuifraam. Het glas in de schuiframen is vervangen voor enkel floatglas. De bovenlichten hebben veelal nog getrokken glas. Het kozijnhout is in dezelfde zandgele kleur geschilderd als de kroonlijst. Het raamhout is voorzien van wit schilderwerk en de onderdorpels zijn in een antracietgrijze kleur geschilderd.



Schuifvenster in de voorgevel.

Op de verdieping zijn drie tweeruits schuiframen zonder bovenlicht aanwezig in de eerste, derde en vijfde vensteras.



Schuifvenster ter hoogte van de verdieping

De rechter- en linker zijgevel zijn gelijk van opzet met centraal een vensteras met schuifvensters van dezelfde typen als in de voorgevel. Direct boven maaiveld bevinden zich per gevel twee vensters voor de kelder. Deze vensters zijn voorzien van spijlen voor de kelder aanwezig. In de rechter zijgevel is een extra afwijkend schuifraam aanwezig met een enkel vast bovenlicht en een onderlicht.



Overzichtsfoto rechter zijgevel voorhuis (oostgevel)



afwijkend schuifvenster in de rechter zijgevel. (oostgevel)



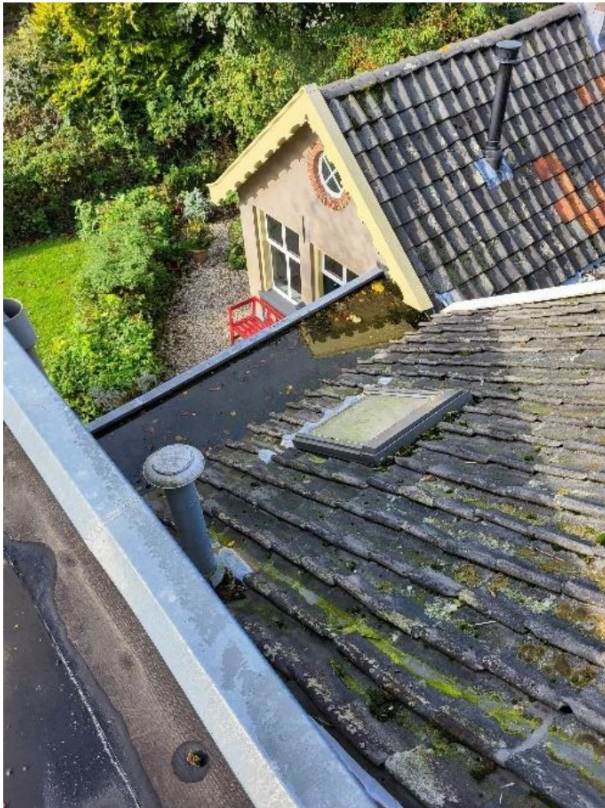
Overzichtsfoto linker zijgevel voorhuis. (westgevel)



Overzichtsfoto linker zijgevel (westgevel) met gevel van keuken en slaapkamer (twee bouwlagen) de voormalige bijkeuken. (een bouwlaag)

Aan de linker zijgevel is een bouwvolume met tweelagen gelegen met een plat met bitumen gedekt dak. Dit is de voormalige keuken met daarboven een slaapkamer. De gevel is voorzien van eenzelfde stucwerk als het voorhuis. De gevel is bekroond met een boeibord met geprofileerde beëindiging met zinken kraal. De twee vensters van de keuken die zijn teruggebracht nadat er in 1966 een grote pui in de gevel is aangebracht wijken af van de overige vensters. Deze vensters zijn niet getoogd en voorzien van dubbelglas. Het venster ter hoogte van de verdieping is voorzien van duimscharnieren waar voorheen de persiënnes op bevestigd waren.

De gevel van de voormalige bijkeuken is één bouwlaag hoog. Het dak van de vm. bijkeuken is deels plat met zink gedekt en deels aangekapt op de kap van de deel. Het vierruits venster na de deur is sinds 1966 aangepast. Dit is mogelijk op de archiefphoto uit 1977 ook al het geval te zijn. Het toilet ligt in het verlengde van de bijkeuken en valt binnen het bouwvolume van het bakhuisje. De wanden van het toilet aan de zijde van het bakhuisje zijn voorzien van een venster en pleisterwerk met imitatievoegen wat suggereert dat dit buitengevels waren.



Dak van de vm. bijkeuken en het bakhuisje.

Het bakhuisje

Het bakhuisje heeft een bouwlaag met een zadeldak. Het dak is bedekt met gesmoorde oud Hollandse pannen. De dakoverstek boven de zuidgevel is voorzien van een windveer met snijwerk. De gevel is voorzien van eenzelfde kleur pleisterwerk. Het pleisterwerk heeft geen imitatievoegen. De zuidgevel is voorzien van een deur met bovenlicht en een vierruits schuifvenster. Boven in de topgevel bevindt zich een rond stalen venster. Het venster is voorzien van rondgaand een metselwerk kader.



Overzichtsfoto van het bakhuisje gezien vanuit het zuiden.

De zijgevel is voorzien van drie stalen rondboogvensters. Een boogoverspanning van rode bakstenen omkaderd de bovenzijde van het venster. Het middelste venster heeft een kiepend bovenlicht. Het dak wordt beëindigd door een houten plank met snijwerk.



Rondboog venster in de westgevel van het bakhuisje met kiepend bovenlicht.

De noordgevel van het bakhuisje is voorzien van wit pleisterwerk net als de achtergevel van de deel en de (fruit)schuur. De windveer is niet voorzien van snijwerk.



Overzichtsfoto van de achtergevel gezien vanuit het westen.

De gevel is voorzien van eenzelfde stalen rondboog venster en een houten opgeklampte deur. In de topgevel is een eveneens opgeklampt luik aanwezig. De rollagen zijn net

als de bogen boven de vensters uitgevoerd in rood metselwerk dat niet van pleisterwerk is voorzien.

Het achterhuis/deel

De nok van de deel staat haaks op die van het voorhuis. Bij de aansluiting op het voorhuis wordt een klein hoogte verschil overbrugt. Mogelijk is dit ontstaan bij het isoleren van de kap van het voorhuis. De kap is voorzien van een wolfseinde bij de noordgevel. De kap is deels op traditionele wijze met riet gedekt en deels voorzien van gesmoorde oude Hollandse pannen. In het oostelijke dakvlak is er een strook van ca één meter met pannen gedekt boven de zakgoot. Op het westelijke dakvlak is de kap tot ca de hoogte van het wolfseind met pannen gedekt. Dit houdt verband met de ondergelegen functies. Deze ruimten zijn deels bij de woning getrokken of voorheen als paardenstal gebruikt.

In het dak zijn diverse daklichten aanwezig voor daglicht in de deel en voor daglicht in de vertrekken behorende bij woonruimte die binnen het bouwvolume van de deel vallen. Ter plaatse van de badkamer is een dakkapel aanwezig die direct tegen de achterwand van het voorhuis aan staat.

De achtergevel van de deel is voorzien van twee loopdeuren aan weerszijde. Ter plaatse van de middenbeuk is een dubbele deeldeur aanwezig met aan weerszijde stalenvensers en daarboven een hooiluik. De gevelopeningen in de centrale beuk zijn asymmetrisch in de gevel geplaatst. De metselwerksegmentboog boven de deeldeur is niet van stucwerk voorzien. De stalen rondboogvensters aan weerszijde van de deur zijn volledig omkaderd met rood metselwerk. De gevel is voorzien van gevelankers.



Overzichtsfoto noordgevel deel/achterhuis.

De zuidgevel van de deel is in 1946 aangepast tot 'portaal'. De gevel is voorzien van een entree met een houten paneeldeur en een enkel bovenlicht. Voor 1946 bevond zich hier het kalverhok.



Zuidgevel deel/achterhuis, nu portaal.

De (fruit)schuur

De nok van de fruitschuur loopt parallel aan die van de deel. De kap is voorzien van wolfseind bij zowel de voor als achtergevel. De gehele kap is gedekt met oud Hollandse pannen. De noordgevel staat op dezelfde positie als de noordgevel van de bebouwing die op de kadastrale minuut uit 1832 staat aangegeven.

De achtergevel is net als de gevel van de deel voorzien van wit pleisterwerk met dezelfde blauwgrijs geschilderde plint. De gevel is

asymmetrisch waarbij de gevel rechts aansluit op de zakgoot tussen de fruitschuur en de deel en de goot links hoger ligt. De gevel is voorzien van een loopdeur die zich rechts in de gevel bevindt. Centraal bevindt zich een dubbele deur met aan weerszijde een zesruits schuifvenster. Boven de deur bevindt zich een dubbel luik met aan weerszijde twee ronde stalen vensters. Links van de enkele loopdeur is ter hoogte van het maaiveld een opening in de gevel, vermoedelijk voor katten.



Overzichtsfoto noordgevel van de (fruit)schuur.



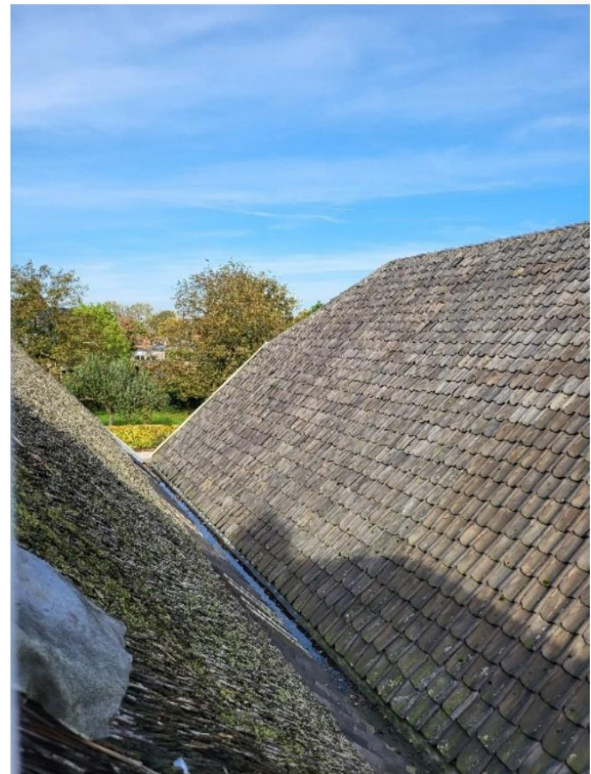
Detailfoto van openingen ter hoogte van maaiveld links van de loopdeur.

De oostgevel is voorzien van twee zesruits schuifvensters. Afwijkend is de gevel niet voorzien van een geschilderde plint.

De gevel is voorzien van gevelankers ter verankering van de ankerbalken.



Overzichtsfoto linker zijgevel van de fruitschuur.



Westelijk dakvlak van de fruitschuur en oostelijk dakvlak van de deel.



Overzichtsfoto zuidgevel van de schuur

De zuidgevel is voorzien van een grote recent aangebrachte pui met houten kozijnen en deuren. De pui is voorzien van twee nieuwe schuurdeuren. Achter de linker schuurdeur bevindt zich nog een venster. Links in de gevel is nog een venster aanwezig van het toilet dat in 1946 is aangebracht. De gevel is voorzien van een gevelsteen met de tekst 'CLARA 1893'.

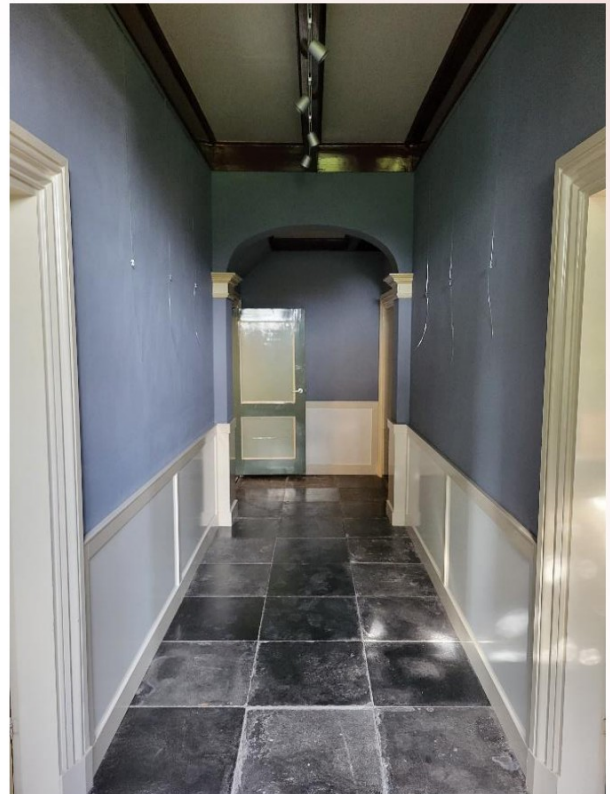


Gevelsteen met de tekst CLARA 1893 en het toiletraam links in de gevel.

c. Architectonische beschrijving interieur

De bel-etage van het voorhuis is symmetrisch in opzet. De vloer ligt verhoogt ten opzichte van het maaiveld. De hoofdentree geeft toegang tot een centrale middengang met aan weerszijde weerszijde twee kamers. De middengang loopt door tot voorbij de brandmuur en geeft toegang tot de keuken en een in pandige ruimte, dit betrof voorheen een slaapkamer en is nu als verkeersruimte in gebruik. De doorgang in de brandmuur wordt overspannen middels een gordelboog.

De middengang is voorzien van een natuurstenen tegelvloer. De wanden zijn voorzien van een lambrisering met vlakke panelen. Dit is recent aangebrachte lambrisering met daarboven antraciet geschilderd stucwerk. De vloerbalken van de bovengelegen vloer overspannen van de voorgevel naar de brandmuur en zijn in het zicht. Tussen de balken is een plafond aangebracht.



Middengang gezien vanaf de entree.



Middengang gezien richting de entree.

De deuren zijn voorzien van een architraaflijst op neuten. De radiator is voorzien van een omtimmering en aan de voorgevel is een vaste

kast uitgetimmerd voor de plaatsing van de elektrameter en groepenkast.

De kamers links heeft een houten vloer van doorlopende delen en is voorzien van een lichte voorzetwand met stucwerkafwerking. De vensters zijn voorzien van een afgeschuinde negge en vouwblinden. De vloerbalken van de bovengelige verdieping zijn voorzien van een kraal. Tussen de balken is een plafond aangebracht. Aan de zijde van de brandmuur bevinden de schouw. Hier is een zone met diverse vaste kasten, doorgangen en trappen, met uitzondering van het rookkanaal zijn dit lichte wanden. Aan de kamerzijde is een gelijke afwerking als bij de voorzetwanden van de gevel aangebracht van vermoedelijk gestucte gipsplaten. De deur links van de schouw geeft middels een trap toegang tot de keuken en kastruimte langs de trap. Achter de rechter deur zit een trap naar de verdieping boven de keuken. Helemaal rechts bevindt zich een kastruimte boven de trap naar de kelder.



Overzichtsfoto van de kamer links van de entree in het voorhuis ter hoogte van de bel-etage.

De kamer rechts van de middengang heeft een vergelijkbare indeling met de kamer links. Afwijkend is de balklaag van de bovengelige vloer niet voorzien van een kraal en is er geen plafond aanwezig. De vensterbanken op de houten consoles zijn lager dan bij de kamer links van de middengang. In de zone tegen de brandmuur bevindt zich een trap naar de verdieping en een vaste kast. De trap is aan de bovenzijde dicht gezet. Rechts van de schouw na 1946 een scheidingswand aangebracht.



Overzichtsfoto van de kamer links van de entree in het voorhuis ter hoogte van de bel-etage.



Trap en kast links van de schouw, het trapgat is aan de bovenzijde gedicht.

Aan het einde van de gang bevinden zich twee deuren. De deur rechts geeft toegang tot een gang richting het huidige kantoortje welke al voor 1946 als slaapkamer werd gebruikt en daglicht via een daklicht middels lichtkoker ontvangt. Vanuit deze kamer is er toegang tot de ruimte die in 1946 als keuken werd ingericht en nu als 'kantoor' in gebruik is. De ruimte krijgt daglicht via het afwijkende venster in de rechter zijgevel. De vloer van de deel loopt door onder deze twee ruimte.



Verkeersruimte tussen middengang en keuken met verderop de gang richting het kantoor en het kantoorje.

Tussen de gang en de keuken is een verkeersruimte waar het hoogte verschil tussen het voorhuis en de keuken wordt overbrugd. Hier bevindt zich ook de deur naar de kelder en een kast onder de trap die vanuit de keuken naar de verdieping loopt.



Kast ruimte onder de trap, achter het luik is een oude Estriken vloer zichtbaar, mogelijk is deze ook onder de bestaande vloerafwerking van de keuken aanwezig.

De keuken valt buiten het 'bouwwolume' van het voorhuis. Het vloerniveau is gelijk aan dat van het maaiveld. De keuken en voormalige bijkeuken zijn in het laatste kwart van de vorige eeuw samengevoegd. In de voormalige keuken bevindt zich een schouw aan de

scheidingswand met het voorhuis. De balken van de slaapkamervloer zijn in het zicht. De balken hebben eenzelfde kraal als de balken boven de linker kamer in het voorhuis. Tussen de balken is een plafond aangebracht.



Overzichtsfoto van de keuken gezien vanuit de voormalige bijkeuken.

In de voormalige bijkeuken is het dak aan de onderzijde afgewerkt met rabatdelen. Vanuit dit deel van de keuken is er toegang tot een badkamer dat in het voormalige deel is ingebouwd en een toilet dat binnen het bouwvolume van het bakhuisje is gelegen.

Vanuit dit deel van de keuken is de deel toegankelijk. Boven de deur van de bijkeuken bevindt zich nog een luik. Dit is volgens de overlevering van de voormalige bewoners het luik via waar de 'meid' toegang had tot haar slaapruijnte boven de bijkeuken.

Vanuit de keuken is er toegang tot een trap naar de verdieping. Deze komt aan op het vloerniveau van de slaapkamer boven de keuken. De scheidingswand tussen het woongedeelte en de deel langs de trap is een steens metselwerk wand, voorzien van een rond stalen venster, met een hoogte gelijk aan die van de gevel van de slaapkamer. Deze metselwerk wand is waarschijnlijk onderdeel van de voormalige brandscheiding tussen het woongedeelte en de deel. Daarboven is de deel en de woning middels een stokkenwand gescheiden. Waarschijnlijk is dit een latere aanpassing om middels een dakraam daglicht in de trap te krijgen.



Trap richting de verdieping vanuit de keuken.

Boven het verlengde van de entree, en de gang richting het kantoortje bevinden zich een bergruimte en de badkamer. De bergruimte is toegankelijk middels een trappetje door de voormalige brandscheiding. De berging en de badkamer die functioneel bij de woning zijn aan de zijde van de deel gelegen van de brandmuur en zijn dusdanig waarschijnlijk geen onderdeel van de oorspronkelijke opzet van de boerderij. De bergruimte en badkamer zijn middels een halfsteens wand van de deel gescheiden. Deze wand loopt niet door tot aan het dak. Aan de bovenzijde wordt deze van de deel gescheiden middels een constructie van enkelvoudige balken en houten delen.



verkeersruimte op de verdieping gezien vanuit het voorhuis met rechts de doorgang naar de bergruimte door de voormalige brandmuur.

Vanuit deze verkeersruimte is er toegang tot de slaapkamer boven de keuken, een korte trap richting een kastruimte op het vloerniveau van de badkamer en een korte trap richting de verdieping van het voorhuis.



Interieur van de slaapkamer boven de keuken.

De vloer van de slaapkamer boven de keuken bestaat uit brede houten delen voorzien van donker grijze afwerking. De balken van het dak hebben eenzelfde kraal. Tussen de balken is eenzelfde plafond als in de kamer op de begane grond en in de voormalige keuken aangebracht.

Deze kamer is ook direct vanuit het voorhuis middels een trap toegankelijk.

Het voorhuis bevindt zich een overloop met langs de gevels verschillende slaapruimten. De zolder is toegankelijk via een open trap op de overloop. De zolder kan middels een luik worden afgesloten.



Overloop van het voorhuis.



Kast op overloop met in betimmering zichtbaar overgang tussen betimmering rondom trap van bel-etage naar verdieping en later aangebrachte betimmering kast op verdieping.

De wanden in het voorhuis zijn met uitzondering van de rookkanalen lichte scheidingswanden. De zoldervloerconstructie is een samengestelde vloerconstructie van moerbalken en kinderbalken. Opvallend is dat de moerbalk vanaf de voorgevel beschouwd links van een kraal is voorzien terwijl de moerbalk rechts dit niet zo is terwijl de constructie op eenzelfde moment is

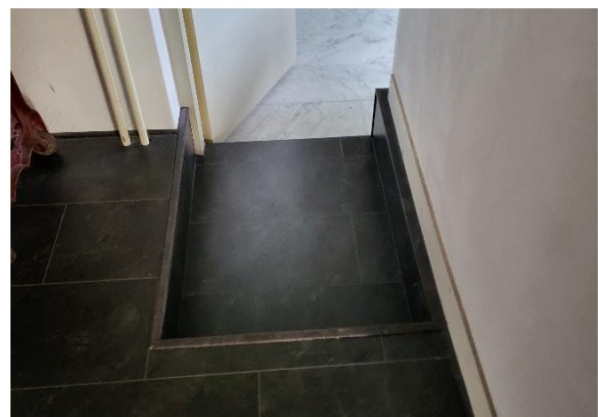
aangebracht. Dit komt overeen met de vloerconstructie van de eerste verdieping.

De moerbalken zijn de trekbalen van de dakconstructie. De kinderbalken hebben onregelmatige maatvoering. In de gang en enkele van de slaapruimten zijn plafonds aangebracht tussen de kinderbalken.



interieur van slaapkamer op de verdieping.

De slaapkamers hebben afwijkend van de kamers op de bel-etage niet voorzien van voorzetwanden. Boven de schuifvensters zijn nissen waarin de ramen kunnen schuiven. Vanuit de overloop is de badkamer aanwezig. De badkamer is lager gelegen dan de verdiepingsvloer van het voorhuis. Ter plaatse van de sparing in de vloer kwam de trap vanuit de kamer rechts op het bel-etage boven.



Verlaagde vloer ter plaatse van doorgang naar badkamer. De verlaagde vloer dekt het trapgat vanaf de kamer beneden af.

De badkamer zelf valt binnen het bouwvolume van de deel. De badkamer wordt middels een halfsteens wand van de rest van de deel gescheiden. Deze wand loopt niet door tot aan

de onderzijde van het dak. Een houten vloer met een enkelvoudige balklaag scheidt de badkamer en de naastgelegen bergruimte van de deel.



Badkamer op de verdieping binnen het bouwvolume van de deel.

De kapconstructie is een sporenkap ondersteund door gordingen. De gordingen worden gedragen door drie hangwerkspanten. Het zijn een enkelvoudig hangwerkspanten met trekbalk, spantbenen, hangers en steekschoren. De onderdelen van de spanten zijn van telmerken voorzien. De trekbalk is de moerbalk van de zoldervloer. De rookkanalen worden ter hoogte van de zolder versleept.



Kapconstructie met enkelvoudige hangwerk spanten.

De kelder is toegankelijk vanuit de keuken en vanuit de deel. De beide kamers van het

voorhuis zijn onderkelderd. De ruimte onder de gang is, met uitzondering van een verbinding tussen de kelders, niet onderkelderd. De beide delen van de overspanning van de kelderruimte bestaat uit twee troggewelven ondersteund door een metselwerk tussenmuurgewelven. De ruimte wordt doorbroken door metselwerkwanden waarboven zich de rookkanalen bevinden.

De deel

De kap is een sporenkap grotendeels gedekt met traditioneel gebonden riet. De constructie van de deel is een samengestelde constructie van ankerbalkgebinten met Hollands spant en een A-gebint. De onderdelen van ankerbalkgebinten zijn voorzien van telmerken van één, twee of drie gaatjes. De vloer in de deel is deels in het werk gestort, deels voorzien van betonnen (stoep)tegels en ter plaatse van de paardenstal is een klinkervloer aanwezig.



Interieur deel gezien richting de achtergevel met links de deur richting de vm. bijkeuken nu keuken.



Fragment van ankerbalk gebint aan de zijde van de achtergevel, de onderdelen van dit ankerbalkgebint zijn gemerkt met een enkel gaatje.

Het gebint aan de zijde van het voorhuis is onvolledig. De gebintstijl ontbreekt en de ankerbalk is opgelegd in het metselwerk van de wand tussen de deel en de keuken. Een pengat in de ankerbalk geeft aan dat hier voorheen een korbeel was aangesloten. Ook het bovengelegen A-spant is onvolledig. Het standbeen is ingekort en staat op de metselwerk wand tussen de keuken en de deel. Vermoedelijk bestaat de deelconstructie (deels) uit hergebruikte gebinten.



Oplegging van de ankerbalk in de metselwerkwand naar de keuken met een pengat voor de aansluiting van een korbeel.

Diverse ruimten die aan de deelszijde van de brandmuur zijn gelegen horen functioneel bij het voorhuis. Dit zijn onder andere de keuken (incl. voormalige bijkeuken) het verlengde van de gang op de begane grond, de inpandige kamergang richting het kantoortje en het kantoor. Deze worden, met uitzondering van het verlengde van middengang die steeds is, middels halfsteenswanden van de deel gescheiden. De wanden lopen niet door tot aan de dakconstructie. Deze wanden waren tenminste in 1946 op de begane grond deels reeds. Onduidelijk is wanneer deze ruimte gemaakt zijn.



Interieur van deel met A. halfsteens wand naar inpandige voormalige slaapkamer, B. Achterwand van centrale gang, C. Keuken, D. Voormalige bijkeuken, nu keuken.



Interieur van deel met A. halfsteens wand naar badkamer en berging, C. Keuken, D. Voormalige bijkeuken, nu keuken.

Aan de achtergevel bevindt zich in de westelijke zijbeuk van de deel een voormalige paardenstal.



Voormalige paardenstal in de deel gezien vanuit de middenbeuk



Het dak is ter plaatse van de paardenstal met pannen gedekt. Tussen de sporen is riet aangebracht, waarschijnlijk ter isolatie.

Het eerste vak vanaf de achteregevel is voorzien van een gesloten zoldervloer tussen de ankerbalk en de achteregevel. De middenbeuk van de overige vakken is voorzien van een open constructie.

In de zijbeuk aan de oostzijde van de deel bevinden zich de voormalige koestallen. De boven de koestallen aanwezige vloer draagt af op de zijmuur en een door stalen stijlen gedragen stalligger. De koestal wordt van daglicht voorzien middels een drietal daklichten. De gebintstijlen zijn inkort en staan op betonnen poeren.



De koestallen gezien vanuit de middenbeuk. Links is de gesloten zoldervloer in het vak aan de achteregevel zichtbaar



De gebintstijlen zijn ter plaatse van de voormalige koestallen ingekort en staan op betonnen poeren

De koestallen worden beëindigd middels een metselwerk wand. Langs deze wand loopt de gang vanuit de deel richting de fruitschuur. Vanuit de gang is ook de kelder onder het voorhuis toegankelijk. Boven deze gang zou zich volgens de overlevering van oud bewoners de slaapruijnte van de knecht bevinden.



Gang in de oostelijke zijbeuk van de deel langs de koestallen richting de (fruit)schuur. De deur rechts geeft toegang tot de kelder onder het voorhuis.



Luik naar ruimte boven de vloer waar de slaapruijnte van de knecht zich zou bevinden.



Ruimte voor de knecht met lichtkoker voor daglicht naar de voormalige inpandige slaapkamer in het woongedeelte.

De Fruitschuur

De fruitschuur is, met uitzondering van het toilet uit 1946, een ruimte. De fruitschuur wordt door de constructie in vier vakken gedeeld. Aan de noordgevel staat een compleet ankerbalk gebint. De overige gebinten zijn asymmetrisch. De ankerbalk gebinten hebben een gebintstijl en zijn aan de andere zijde opgelegd op penanten en aan de gevel verankerd. De ankerbalken van het tweede en derde gebint gezien vanaf de achtergevel zijn hergebruikte moerbalken. In het vierde gebint van de achtergevel zijn sporen van een korbcel zichtbaar. De verschillende onderdelen van de gebinten zijn gemarkeerd met telmerken I, II of III. Waarbij I als merk gebruikt is bij het tweede spant gezien vanaf de achter, II voor het derde en III voor het vierde.



Ankerbalkgebint langs de achtergevel.



Asymmetrische ankerbalk gebinten ter plaatse van de fruitschuur.



Oplegging voormalige moerbalk op metselwerk penant.

Bij de aansluiting van de achtergevel op de scheidingswand naar de deel is een bouwnaad zichtbaar wat aanduidt dat de fruitschuur later verlengd is om aan te sluiten op de deel dat in 1879 de huidige contour kreeg. In de scheidingswand van de deel zijn ook bouwsporen aanwezig in de vorm van een dichtgezet venster en vermoedelijk een dichtgezette deur.



Pengat voor korbeel bij vierde ankerbalk gezien vanaf de achtergevel.

In de fruitschuur waren volgens overlevering van oud-bewoners koelcellen aanwezig langs de oostgevel. Hiervoor zijn twee vensters in de oostgevel dichtgezet. In de hoek waar zich nu het toilet bevindt zijn sporen van een oude pantry zichtbaar



bouwsporen in zijmuur wand met rechts een verjonging in het metselwerk, mogelijk een dichtgezette voormalige doorgang.



bouwsporen van voormalige afgesloten pantry aan de zuidgevel, ook zichtbaar is de stalen latei boven de nieuwe pui in de zuidgevel.



Bouwnaad bij de aansluiting achtergevel op scheidingswand met deel.



bouwsporen van een venster in de scheidingswand tussen de deel en fruitschuur.

Het bakhuisje

Het bakhuisje is verdeeld in twee ruimten. De vloer betreft een vloer van in het werk gestort of stampbeton. De zoldervloer is een houtenvloer met een enkelvoudige balklaag die van de zijgevel van het bakhuisje naar de zijmuur van de deel en toilet overspant. De ruimte aan de zuidgevel is voorzien van een grote keukenschouw. De kap is van de ruimte op de begane grond gescheiden middels een. De wand richting het toilet is voorzien van een geblindeerd venster en de wand was afgewerkt met stucwerk voorzien van imitatievoegen.

De ruimte aan de noordgevel is voorzien van een pekelbak. Een hemelwaterafvoer loopt langs de voormalige westgevel van de deel binnen het bakhuisje.



Schouw in kamer van het bakhuisje.



Hemelwaterafvoer van zakgoot tussen deel en bakhuisje.



Voormalige gevel van het toilet met venster, in het pleisterwerk zijn sporen van imitatievoegen zichtbaar



vermoedelijke pekelpak in het bakhuisje.

5.2.4 Cultuurhistorische waardenstelling

Dit wordt ook wel de externe monumentenwaarde genoemd.

De T-BOERDERIJ met BAKHUISJE en SCHUUR is van cultuurhistorische, stedenbouwkundige, architectonische en bouwhistorische waarde:

- als onderdeel van de lintstructuur van het dorp Zoelen met de ligging tussen de twee parallel lopende dorpslinten;
- als beeldbepalend object langs een historisch waardevol gebied met de landerijen van Huis Zoelen en de Alden Haag;
- als onderdeel van een historisch gegroeid en samenhangend complex (de boerderij Steurenburg);
- als laat negentiende-eeuws voorbeeld van een voor het rivierengebied kenmerkende type boerderij zijnde de T-BOERDERIJ;
- vanwege de esthetische kwaliteiten van het VOORHUIS;
- vanwege de herkenbaarheid van de oorspronkelijke functie als boerderij;
- vanwege de bijzondere bouwtechniek door toepassing van de enkelvoudige hangwerk constructie in de kap.

5.2.5 Bouwhistorische waardenstelling

De interne monumentenwaarde geeft inzicht in de monumentale opbouw van het pand. Op basis daarvan kan beoordeeld worden waar ruimte is voor aanpassingen zoals bij herbestemming en verduurzaming.

De hoge monumentenwaarden zijn van cruciaal belang voor de structuur en/of de betekenis van het gebouw en gebied.

Voor de boerderij bestaan deze uit:

- het exterieur met oorspronkelijke bouwmassa, gevels, gevelopeningen en daken van de T-boerderij, het bakhuisje en de schuur;
- de constructie van de kelder, de draagconstructie en de kapconstructie van de T-boerderij, de schuur en het bakhuisje;
- de zone in het voorhuis aan weerszijde van de rookkanalen met vaste kasten en trappen met uitzondering van de wandafwerking aan de kamerzijde en de

trap die toegang geeft tot de later bij de woning betrokken ruimten;

- de binnenwandopeningen in de woning en richting de deel ter hoogte van de begane grond en bel-etage;
- de voormalige paardenstal in de deel.

De positieve monumentenwaarden zijn van belang voor de structuur en/of de betekenis van het gebouw en gebied.

Voor de boerderij bestaan deze uit:

- de wijzigingen uit de deel vanwege de ontwikkeling van het agrarische gebruik;
- De koestallen en daarboven aangebrachte vloer in de deel;
- De diverse gietijzeren dakramen in de deel;
- De tenminste voor 1946 bij de woning betrokken ruimte in de deel en trappen die hiertoe toegang geven op de verdieping.

De indifferente monumentenwaarden zijn van relatief weinig belang voor de structuur en/of betekenis van het gebouw en gebied.

Voor de boerderij bestaan deze uit:

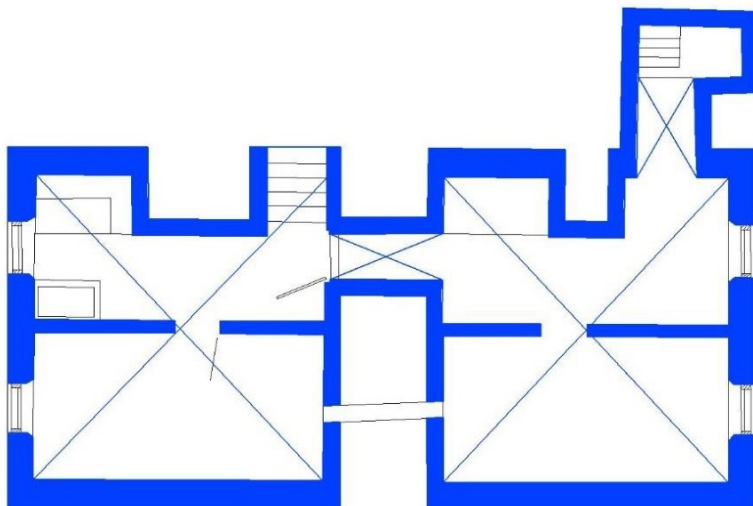
- de latere inbouw van wanden, en afwerkingen op de verdieping van het voorhuis;
- de inrichting en afwerking van de badkamer in de deel toegankelijk vanaf de voormalige bijkeuken;
- de inrichting en afwerking van de keuken op de begane grond;
- de vloerafweking met zeil op de trap en op de verdieping;
- de houten wandafwerking, omtimmering van de radiator en omtimmering van de meterkast in de middengang ;
- de recent aangebrachte pui in zuidgevel van de schuur;
- het toilet in de schuur;
- de dakkapel van de badkamer.

5.2.6 Conclusie en advies

De boerderij is van monumentale waarde en ook als rijksmonument beschermd. De monumentwaarde van het woongedeelte heeft hoofdzakelijk betrekking op constructie, structuur en de verschijningsvorm. Hiermee dient rekening te worden gehouden bij de verduurzaming. Van de bij de woning betrokken ruimte van de deel is onduidelijk of deze reeds voor 1946 doorliepen tot aan de

verdieping. Om eventuele monumentwaarde hiervan vast te stellen is nader onderzoek nodig. In de waardestelling is nu uitgegaan van eenzelfde fasering als de ondergelegen constructie.

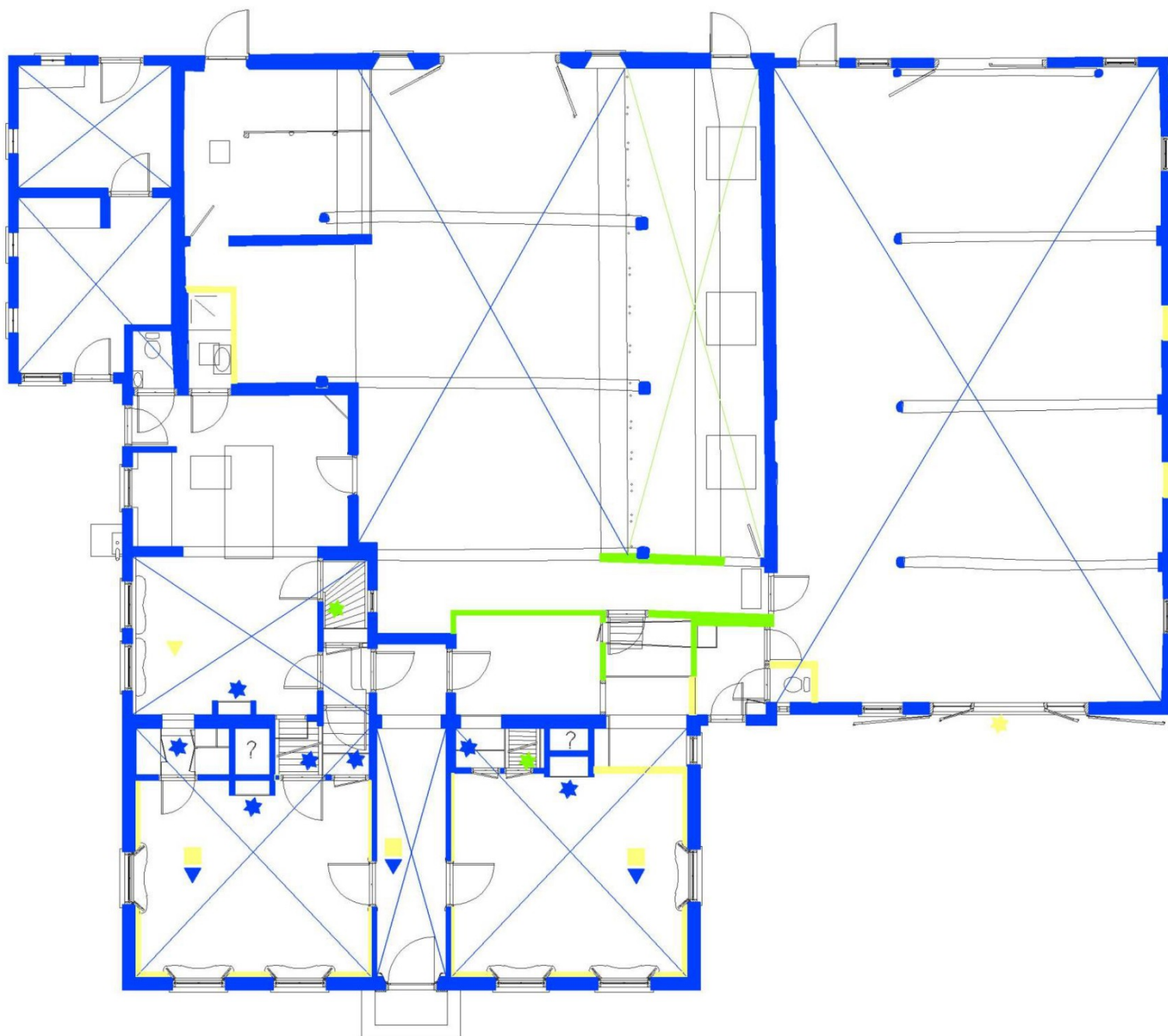
5.2.7 Kleurenrapportage bouwhistorische waardenstelling



Legenda

symbool:	omschrijving:
	hoge monumentwaarde
	positieve monumentwaarde
	indifferente monumentwaarde
	plafondafwerking
	wandafwerking
	vloerafwerking
	waardevol element
	bovenliggende constructie

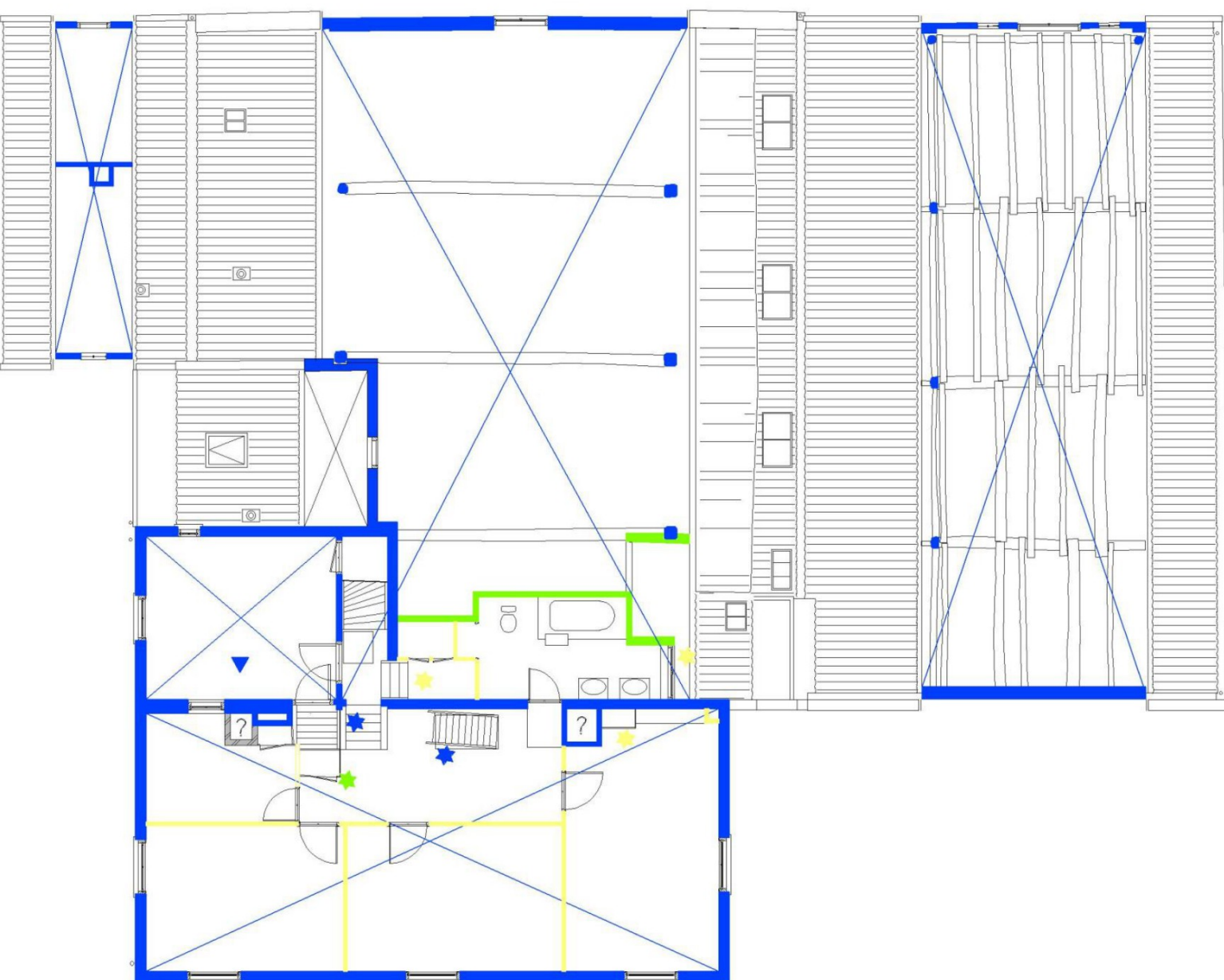
Waardestellingstekening
Kelder
Achterstraat 36 te Zoelen



Legenda

symbool:	omschrijving:
■	hoge monumentwaarde
■	positieve monumentwaarde
■	indifferente monumentwaarde
△	plafondafwerking
□	wandafwerking
▽	vloerafwerking
☆	waardevol element
×	bovenliggende constructie

Waardestellingstekening
 Begane grond
 Achterstraat 36 te Zoelen



Legenda	
symbool:	omschrijving:
■	hoge monumentwaarde
■	positieve monumentwaarde
■	indifferente monumentwaarde
△	plafondafwerking
□	wandafwerking
▽	vloerafwerking
☆	waardevol element
×	bovenliggende constructie

Waardestellingstekening
 Verdieping
 Achterstraat 36 te Zoelen

6 | Bouwkundige & bouwfysische situatie

6.1 Inleiding

Op 15 oktober 2024 is er een opname van de bouwdelen uitgevoerd. De foto's die in dit rapport terugkomen zijn ook op dat moment gemaakt. Bij de opname is gekeken naar de huidige bouwkundige en bouwfysische situatie. Daarbij is gekeken naar de bouwwijze, constructie en bouwmaterialen, latere toegepaste verduurzamingsmaatregelen voor, de aanwezige installaties en aanwezige bouwkundige gebreken voor zover waarneembaar zonder destructief onderzoek te doen.

Naast de eigen opname is er ook informatie voorhanden in de vorm van twee bouwkundige inspectierapporten van mei 2024 van de monumentenwacht Gelderland. Deze geeft een overzicht van de urgent uit te voeren werkzaamheden.

Bouwkundig gezien is de boerderij in redelijk tot goede staat. Aandacht vereisen de onderdorpels van de vensters waar na enkele maanden na het uitvoeren van schilderwerk al scheuren in het schilderwerk zijn ontstaan. Met oog op verduurzaming van de gevels verdienen de scheuren in de gevels aandacht. Om ophoping van vocht in de constructie te voorkomen is het van belang om inwatering te voorkomen.

Het Voorhuis

De keldervloer onder het voorhuis is voorzien van bruine estriken, vermoedelijk op zand gelegen. Afhankelijk van de dikte van het zandpakket en de droging gaan we uit van een Rc-waarde van tenminste ca 0,4 m²K/W. De vloer van de bel-etage gelegen boven de troggewelven van de kelder is een houten vloer met grenen delen, vermoedelijk gedragen door balken die van de voorgevel richting de brandmuur overspannen. De gang is voorzien van natuurstenen tegels op zand. Meerdere tegels liggen los en de voegen tussen de tegels ontbreken.

De verdiepingsvloeren van het woongedeelte zijn houten vloeren met enkelvoudige (verdieping) meervoudige (zolder) balklagen.



Kelder met vloer van estriken. De kelderwanden zijn met vocht belast, mogelijk optrekkend vocht, wat tot verzanding van het stucwerk zorgt.

De metselwerk kelderwanden zijn twee steens dik en hebben Rc-waarde van ca 0,6 m²K/W.

De gevels van het voorhuis zijn opgebouwd uit steens metselwerkmetselwerk. Ter hoogte van de bel-etage zijn de gevels voorzien van (waarschijnlijk holle) voorzetwanden. Met holle voorzetwanden hebben de gevels een Rc-waarde van ca 0,5 m²K/W. Ter hoogte van de verdieping waar de gevels niet van voorzetwanden zijn voorzien hebben deze een Rc-waarde van ca 0,3 m²K/W.

De vensters van het voorhuis zijn vensters met houten (raam)kozijnen. De voordeur is eveneens een houten deur. De gevelopeningen zijn voorzien van enkelglas. De vensters op de begane grond zijn voorzien van achterzetbeglazing met enkelglas aangebracht op het raamhout. Ook zijn de schuifvensters aan de binnenzijde voorzien van vouwblinden. De vensters met achterzetbeglazing hebben een Ufr-waarde van ca 2,3 W/m²K. De vensters zonder achterzetbeglazing hebben een Ufr-waarde van ca 5,3 W/m²K. De schuifvensters zijn niet van aparte kierdichting voorzien. Wel zijn diverse vensters 'dicht geschilderd' wat ook voor kierdichting zorgt.



Het bovenlicht van de voordeur is voorzien van achterzetbeglazing. Aan de onderzijde van de deur kan buitenlucht binnen stromen. De radiator in de entree is omtimmerd, dit hindert de luchtstroom van langs de radiator.

De kap is in de jaren '90 van isolatie voorzien. Op de sporen zijn isolatieplaten aangebracht. De isolatieplaten zijn ca 7cm dik en van polystyreen. Uitgaande van een λ -waarde 0,040 W/mK hebben deze platen een Rd-waarde van 1,75 m²K/W. De gehele dakconstructie heeft een Rc-waarde van ca 2,0 m²K/W. De dakramen zijn voorzien van dubbel glas.



Onafgewerkte dakranden van de dakisolatie ter plaatse van een dakraam.

(Bij)Keuken en (slaap)kamer

De keuken en voormalige bijkeuken zijn niet onderkelderde. De vloer van de keuken is voorzien van tegels. Een eventueel onderliggende constructie of aangebracht isolatiemateriaal is bij de opname niet waargenomen. Aannahme is dat dit een betonnen vloer op zand betreft. Afhankelijk van de dikte van het zandpakket en de droging gaan we uit van een Rc-waarde van ca 0,4 m²K/W.

De metselwerkgevels zijn steens dik en niet voorzien van voorzetwanden. De gevels van de (voormalige bij-)keuken en bovengelegen slaapkamer hebben een Rc-waarde van ca 0,3 m²K/W.

De vensters zijn net als de vensters van het voorhuis schuifvensters met uitzondering van het bovendakse venster in de slaapkamer. Ter hoogte van de begane grond zijn de schuifvensters van achterzetbeglazing voorzien. De keukendeur is van hout. Voor zover bekend zijn de gevelopeningen niet van kierdichting voorzien.

De slaapkamer op de verdieping heeft een ongeïsoleerd plat dak met een bitumen dakafwerking, uitgaande van een luchtsponw tussen het plafond heeft het dak een Rc-waarde van ca 0,3 m²K/W. Het dak boven de trap valt binnen de dakvorm van de deel en is met pannen gedekt. Het dak is voorzien van een waterkerende dampopen folie (monumentenwacht). Er is geen isolatie waargenomen in de hellende dakvlakken.

De bijkeuken is voorzien van een ongeïsoleerd plat dak met een plafond van rabatdelen onder de dakconstructie. Het dak boven de rest van de bijkeuken is verhoogd ten opzichte van, en aangekapt op het dak van de deel. Hier is eveneens geen isolatie waargenomen. Wel is er een waterkerende folie aanwezig onder het pannendeck.



Slaapkamer boven de keuken met een schuifvenster en draairaam voorzien van enkel glas.

De kap boven het bouwdeel met een laag waar zich voorheen de bijkeuken bevond is aangekapt op het dak van de deel. Het aangekapte dak is gedekt met gesmoorde oud Hollandse pannen. De dakramen zijn voorzien van dubbel glas

De Deel

De deel is voorzien van een betonvloer, vermoedelijk op zand of puin gestort. Ter plaatse van de paardenstal is er sprake van een klinkervloer. Afhankelijk van de dikte van het zand-/puin pakket en de droging hiervan gaan we uit van een Rc-waarde van ca 0,4 m²K/W.

De gevels zijn van anderhalf steens metselwerk en hebben een Rc-waarde van ca 0,3 m²K/W. De gevelopeningen zijn voorzien van houten (raam)kozijnen en houten geklante deuren en luiken.

De kap is op traditionele wijze met riet gedekt. Boven de paardenstal en bij de aansluiting op de zakgoten zijn velden gedekt met oud Hollandse pannen. Bij de paardenstal is tussen de sporen riet aangebracht als isolatie. De verschillende dakramen in de deel zijn gietijzeren dakramen, vermoedelijk voorzien van enkelglas. Uitzondering hierop is het dakraam boven de douchekamer wat een houten dakraam, waarschijnlijk voorzien van dubbelglas.

Binnen de deel zijn verschillende ruimten gelegen die functioneel bij de woning zijn betrokken. Deze worden middels een steens en

halfsteens wand van de rest van het deel gescheiden. Een ongeïsoleerde 'zoldervloer' met enkelvoudige balklaag scheidt de badkamer en berging van de deel.

De badkamer is voorzien van een dakkapel. Het venster is voorzien van dubbel glas en kierdichting.



Raam in dakkapel voorzien van dubbel glas en kierdichting

Bakhuisje

Het bakhuisje is niet onderkelder. De vloer van het bakhuisje is een in het werk gestorte betonvloer, vermoedelijk op een laag van zand en/of puin. De zoldervloer is een houten vloer met een enkelvoudige balklaag. De gevel is van steens metselwerk. De gevelopeningen in de zuidgevel zijn voorzien van houten (raam)kozijnen met enkelglas en een houten deur. De vensters in de west- en noordgevel zijn gietijzeren rondboogvensters met enkelglas. In de noordgevel zijn de opgeklante deur en het luik in houten kozijnen geplaatst. Het dak is gedekt met gesmoorde Hollandse pannen. Het dak is voor zover bekend niet van isolatie voorzien.

Fruitschuur

De fruitschuur is voorzien van een op puin gestorte betonvloer op afschot richting de noordgevel. De gevels bestaan uit steens metselwerk. De pui in de zuidgevel met standaardkozijn hout is voorzien van dubbel glas. De overige vensters met houten (raam)kozijnen zijn van enkel glas voorzien. Ook de stalen rondvensters in de noordgevel zijn

voorzien van enkel glas. De deuren in de noordgevel zijn opgeklampte deuren.



Pui van kozijnen met standaard maten voorzien van dubbelglas.

De sporenkap is met gesmoorde Oud Hollandse pannen gedekt. Er is geen dakbeschot aanwezig, wel is een dampopen folie onder het pannendek aangebracht.

Installaties

De woning heeft een driefase aansluiting op het net. De meter bevindt zich in de gang in het voorhuis. De gasmeter bevindt zich in het portaal tussen de deel en de fruitschuur.

De elektra is verouderd en (veelal) ongeaard.

De woning wordt voorzien van sanitair warmwater en verwarmingswater voor de centrale verwarming middels een op de zolder geplaatst gasgestookte Hr-combiketel, type 'Calenta 40C van Remeha.

De vertrekken op de bel-etage zijn voorzien van ledenradiatoren t.b.v. de warmteafgifte. De radiator op de gang is voorzien van een omtimmering. De vetrekken op de verdieping en de keuken zijn voorzien van dubbele en drievoudige paneelradiatoren met lamellen.

In het bakhuisje is een gasgestookte geiser aanwezig t.b.v. warm water voor de douche op de begane grond en mogelijk ook voor warm water in het toilet en keuken. In het bakhuisje is een ledenradiator t.b.v. verwarming, mogelijk later aangebracht ter voorkomen van bevriezen leidingen.

De zolder van het voorhuis, het achterhuis en de fruitschuur zijn niet van verwarming voorzien.

De ventilatie is natuurlijk aangevuld met (mechanische) afvoer bij badkamers en de keuken. Vermoedelijk zijn deze van buisventilatoren voorzien.



6.2 Gebouwspecificaties

a. Inhoud en oppervlakte thermische schil woonruimte

Onderdeel	aantal *	Isolatie**
Voorhuis		
Inhoud	657 m ³	
Buitengevel	138 m ²	-/--
Ramen en deuren	30 m ²	++/-
Binnenwanden naar onverwarmde ruimten	6 m ²	-
Bg-/vloer	93 m ²	-+
Dakvlak	117 m ²	++
Dakraam	2 m ²	+
Subtot. thermische schil	386 m ²	
Keuken en bovengelegen slaapkamer		
Inhoud	218 m ³	
Buitengevel	28 m ²	-
Ramen en deuren	10 m ²	++/-
Binnenwanden naar onverwarmde ruimten	56 m ²	-
Bg-/vloer	47 m ²	-+
Dakvlak hellend	34 m ²	--
Dakvlak plat	22 m ²	--
Dakraam	2 m ²	+
Subtot. thermische schil	199 m ²	
Woonruimte gelegen in deel		
Inhoud	100 m ³	
Binnenwanden naar onverwarmde ruimten	70 m ²	-
Bg-/vloer	20 m ²	-+
Zoldervloer	13 m ²	--
Dakvlak hellend	7 m ²	--
Dakvlak plat	2 m ²	--
Dakraam	0,5 m ²	+
Subtot. thermische schil	112 m ²	
Woonruimte gelegen in bakhuisje		
Inhoud	5 m ³	
Binnenwanden naar onverwarmde ruimten	8 m ²	-
Dakvlak hellend	3 m ²	--
Subtot. thermische schil	11 m ²	
Totaal thermische schil	708 m ²	

* Globale berekening, deviatie 10%

** -- zeer slecht | - slecht | -+ enigszins

+ voldoende | ++ beter | +++ goed

++++ zeer goed | maximaal

b. Energieverbruik

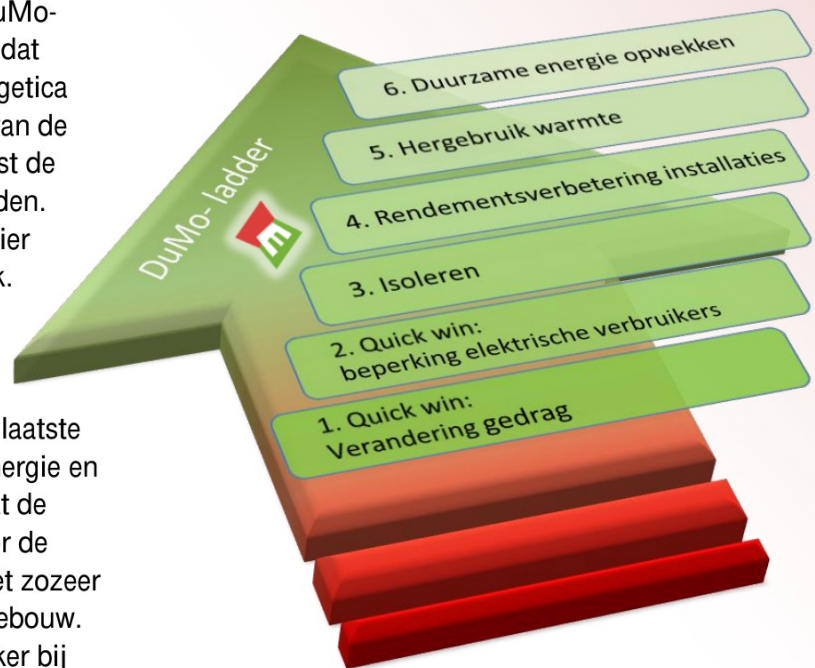
Energiesoort	Eenheid p/j *	Kosten p/j**
Totaal elektra	3.412 kWh	€ 1.024
Totaal gas	2.236 m ³	€ 2.905
Totale kosten		€ 3.929

* Energieverbruik over 2023 waarbij de woning door twee personen werd bewoond en alleen de beneden verdieping werd verwarmd.

** uitgaande van een elektriciteitsprijs van 0,30€/kWh en een gasprijs van 1,30€/m³

7 | Strategische analyse

Voor de analyse wordt de MooiSticht DuMo-ladder gebruikt. Dat is een stappenplan dat nadere invulling geeft aan de Trias Energetica gecombineerd met de uitgangspunten van de monumentenzorg. Dat betekent dat eerst de quick wins onder de loep genomen worden. Hiermee kan al op een eenvoudige manier bespaard worden op het energieverbruik. Daarna lopen we de Trias Energetica langs, zij het met een wijziging van volgorde. Normaal komt het efficiënter gebruik van fossiele brandstoffen op de laatste plaats. Na het gebruik van duurzame energie en hergebruik van warmte. Dat komt omdat de Trias Energetica eigenlijk bedacht is voor de uitwerking van nieuwe ontwerpen en niet zozeer voor het aanpassen van een bestaand gebouw. Terwijl het bij een bestaand gebouw, zeker bij historische gebouwen, veel interessanter kan zijn om te bekijken hoe het rendement verbeterd kan worden met de aanwezige installaties als uitgangspunt.



7.1 DuMo

7.1.1 Natuurlijke momenten

Herbestemming, verbouwingen, restauratie en groot onderhoud hebben een grote impact op het historische gebouw én op de portemonnee van de eigenaar. Datzelfde geldt ook bij ingrijpende verduurzamingsmaatregelen. Het beste kunnen deze ingrepen dan ook gecombineerd worden. Hierdoor ontstaat een zorgvuldig afgewogen integrale en toekomstbestendige kwaliteit voor de instandhouding van het historische gebouw. Daarnaast is het veelal ook kostenefficiënter.

7.1.2 Sober, doelmatig en reversibel.

Aanpassingen aan historische gebouwen worden bij voorkeur alleen uitgevoerd als deze een zinvolle functie hebben, efficiënt zijn en ook weer ongedaan te maken zijn. Als een aanpassing destructief is, weinig nut heeft of onrendabel is, dan kan het beter nagelaten worden. Oftewel wat de kernwoorden sober, doelmatig en reversibel betogen. Daarmee kunnen historische gebouwen een

toekomstbestendig bestaan krijgen zonder dat daarbij de cultuurhistorische waarden onnodig schade wordt aangedaan. Latere generaties kunnen het gebouw dan ook nog in haar volle waarde beleven en met voortschrijdende inzichten het gebouw terugbrengen, aanpassen en gebruiken.

7.1.3 CO₂ beperking en circulair bouwen

Naast de besparing op het energieverbruik hebben we ook te maken met de CO₂ footprint. Een huishouden stoot jaarlijks gemiddeld 8 ton direct aan CO₂ uit door wonen en vervoer. Daar is de 12,5 ton aan indirecte CO₂ uitstoot voor voeding, kleding en spullen niet in meegenomen. Door bouwkundige of installatietechnische duurzaamheidsmaatregelen aan een gebouw te treffen daalt de directe CO₂ uitstoot. Het is daarbij wel van belang om de indirecte CO₂ uitstoot ook mee te nemen. Die uitstoot ontstaat bijvoorbeeld door de winning van grondstoffen en de productie en transport van de bouwmaterialen.

De indirecte CO₂ productie van de duurzaamheidsmaatregelen zou altijd lager moeten liggen dan de directe CO₂ besparing gedurende de afschrijvingstijd. Deze verhouding kan anders liggen als de materialen bijvoorbeeld eenvoudig en met minimale CO₂ uitstoot gerecycled kunnen worden. Bij ons advies is dat wel het uitgangspunt omdat de maatregelen die wij adviseren zoveel mogelijk aan het uitgangspunt van circulair bouwen voldoen.

7.1.4 Duurzaam en maatschappelijk verantwoord

Naast circulair bouwen vormt ook het duurzaam en maatschappelijk verantwoord gebruik van bouwmaterialen een belangrijk aandachtspunt. Dat geldt niet alleen voor de winning van grondstoffen, maar ook voor de productie, de verwerking en toepassing van de bouwmaterialen. De bouwmaterialen zijn bij voorkeur voorzien van keurmerken zoals het FSC, PEFC en DuboKeur. Ook kunnen ze bijvoorbeeld gemaakt zijn van gerecyclede of natuurvriendelijkere materialen.

7.1.5 Klimaatadaptief

Klimaatadaptie is geen doel op zichzelf bij dit advies, maar kan wel prima op kleine schaal

meegenomen worden bij de herbestemming en verduurzaming van historische gebouwen. Het kan daarbij ook voor de gebruikers directe voordelen meebrengen ten aanzien van het leefcomfort. Denk aan minder hittestress in de directe omgeving en minder uitdroging van de omringende grond. Het kan in bepaalde mate bijdragen aan de beperking van het energieverbruik en het verbruik van drinkwater. Het op zichzelf toepassen van klimaatadaptieve maatregelen is met subsidies mogelijk ook financieel interessant.

7.1.6 Schaalgrootte en koppelkansen

Veelal is schaalgrootte ook van belang voor de mogelijkheden en het rendement. Het rest-product van de één kan ook een grondstof of energiebron vormen voor de ander. Waar mogelijk zoeken wij naar koppelkansen met de omgeving. Daarbij kan gedacht worden aan het plaatsen van zonnepanelen op het platte dak van een industrieel gebouw in de buurt of het gebruik van de restwarmte van een naastgelegen machinefabriek. Een eenvoudige variant is de Subsidieregeling Coöperatieve Energieopwekking (SCE).





7.2 Beperking van de energievraag



7.2.1 Quick win: Verandering gedrag

Onder verandering van gedrag valt bijvoorbeeld dat gebruikers de verlichting uit doen nadat zij een ruimte verlaten, waar zij dat voorheen niet deden. Ook de verwarming een paar graden lager zetten en een warme trui aan trekken valt onder gedrag. Korter douchen is een mooi voorbeeld. Net als deksels op de pannen doen tijdens het koken. En hoe vaak maken we mee dat werknemers van een bedrijf de gordijnen netjes dicht doen als zij aan het einde van de werkdag naar huis gaan? En dat terwijl het dichtdoen van de gordijnen 's nachts en in het weekend aardig wat kan besparen op de gasrekening. Een andere vorm van gedrag is ook het gebruik van het pand aanpassen aan de situatie en aan de oplossingen uit het verleden. Bijvoorbeeld door een werkplek of bank niet voor een tochtig raam te plaatsen of een ruimte die veel energie kost om te verwarmen alleen gebruiken voor de incidentele vergaderingen. Een serre is van oudsher niet bedoeld om in de winter als woonkamer of kantoor te gebruiken. Waarom nu wel dan? Een nieuw functie in een zolder, garage of koetshuis is dan wel weer een ander verhaal.

Bij een huishouden zijn gedragsveranderingen nog wel te realiseren al kan het daar ook teveel gevraagd zijn. Maar bij werknemers van een bedrijf of gebruikers van een bedrijfsverzamelgebouw is dat vaak niet even realistisch. Gelukkig kan er tegenwoordig op een laagdrempeligere en betaalbare manier een handje geholpen worden. Bijvoorbeeld door het gebruik van een waterbesparende douchekop of kraanmondstuk. Daarnaast is het mogelijk om bepaalde zaken te automatiseren. Verlichting kan geregeld worden met sensoren. Rolgordijnen met motoraandrijving kunnen centraal geregeld worden. Thermostaatregelingen kunnen geprogrammeerd worden en de temperatuur kan tegenwoordig ook eenvoudig (centraal) per

ruimte geregeld worden. Een vergaderruimte kan daarbij bijvoorbeeld automatisch van tevoren opgewarmd worden als deze is gereserveerd. En zo zijn er nog legio andere oplossingen die in meer of mindere mate kunnen bijdragen aan de energiebesparing.

Analyse

De woning gaat door nieuwe bewoners gebruikt worden. In die zin is er geen sprake van een gedragsverandering. Wel kan al geanticipeerd worden op het gebruik. Sommige oplossingen kunnen daarbij beter gelijk meegenomen worden bij de indeling van en aanpassingen aan het gebouw. Denk hierbij aan bijvoorbeeld aan het clusteren van ruimten die op dezelfde momenten of opeenvolgend door de dag gebruikt worden. De keuken wordt vaak op meerdere momenten in de dag gebruikt en als er veel thuis gewerkt wordt is het niet onwaarschijnlijk dat het thuishkantoor de plek is waar overdag het meeste tijd wordt doorgebracht. Als deze naast of boven elkaar zijn gelegen is er minder uitwisseling met op dat moment onverwarmde ruimten. Een slaapkamer die boven de woonkamer is gelegen zal aan het einde van de avond gemiddeld warmer zijn dan een slaapkamer boven een kantoor dat sinds half zes niet meer verwarmd is. Een ander aspect om rekening mee te houden bij de indeling is de oriëntatie van verschillende functies op de zon. Ruimten die hoofdzakelijk 's ochtends gebruikt worden hebben het meeste baat bij een oriëntatie op het zuidoosten terwijl ruimten die in de namiddag en avond gebruikt worden baat hebben bij een ligging op het zuidwesten.

7.2.2 Quick win: beperking elektrische verbruikers

Dit ligt misschien wel erg voor de hand. In de praktijk blijkt echter dat er in een huishouden of bedrijf veel elektrische verbruikers aanwezig zijn waarvan men zich niet bewust is dat deze onnodig energie verspillen. Een manier om daar achter te komen is door een energieverbruiksmeter aan te sluiten bij het

apparaat zelf of om een energieverbruiksmanager te gebruiken die het totale energieverbruik analyseert.

Verlichting

Een grote verbruiker is de verlichting. Zeker bij bedrijven waarbij de verlichting overdag continue brand. Bij een huishouden bepaalt de verlichting tussen de 15-20% van het totale elektraverbruik. Bij bedrijven ligt dat tussen de 30-60%. Met de toepassing van LED verlichting kan er een besparing van 40-65% gerealiseerd worden ten opzichte van TL- verlichting en spaarlampen. Als er nog veel gloei- of halogeenlampen in gebruik zijn dan kan de besparing zelfs oplopen naar 90%. De eenmalige investeringskosten liggen wel wat hoger bij LED verlichting. Dat is echter snel terugverdiend door de besparing op de energierekening en omdat de levensduur 2-4 maal hoger ligt dan bij TL- verlichting of spaarlampen. Een ander bijkomend voordeel is dat er met LED verlichting minder energie in warmte wordt omgezet. In de zomer draagt dat dus (minimaal) bij aan een koeler klimaat in het gebouw. In combinatie met wijziging van gedrag (automatisering) kan het resterende energieverbruik van de verlichting zelfs nog meer dan gehalveerd worden.

Witgoed

Andere grote verbruikers zijn witgoed zoals koelkasten, vrieskasten, vaatwassers, wasmachines en wasdrogers. In een huishouden gaat ongeveer 17% van het elektraverbruik naar de koelkast en vriezer, 10% gaat naar de wasdroger, 8% gaat naar de afwasmachine en 5% gaat naar de wasmachine. Eigenlijk is het zo dat apparaten ouder dan 10 jaar, of met een energielabel die ligt onder A+ het beste vervangen kunnen worden. De terugverdientijd kan al liggen op enkele jaren. Ook bieden veel nieuwere apparaten de mogelijkheid om de eco- stand te gebruiken. Daarnaast kunnen bestaande elektrische warmwaterverbruikers met een voorschakelapparaat ook op een gedeeltelijke hot-fill (warm en koud) worden aangesloten om het water voor te verwarmen al is de

investering daarin nauwelijks terug te verdienen. Bij apparaten die uit zichzelf al hot-fill ondersteunen is dat terug te zien in de energielabel. Wel is het dan zaak om de opstelplaatsen van deze apparaten te voorzien van een warmwateraansluiting.

Elektrische apparatuur

In een huishouden en zeker ook bij een bedrijf nemen computers, kopieerapparaten, tv's en dergelijke ook een groot deel van het energieverbruik in. Gelukkig ligt het sluipverbruik tegenwoordig een stuk lager omdat bij veel nieuwere apparaten het stand-by verbruik minimaal is en ze vaak ook intern aan geavanceerd energiebeheer doen. Tablets gebruiken minder energie dan laptops, die in de regel weer minder energie verbruiken dan desktop-computers. Al zijn er tegenwoordig ook small form factor (sff) computers die in energieverbruik niet onderdoen aan laptops. Nieuwere computers verbruiken in de regel veel minder energie bij licht gebruik dan oudere. Ook oudere servers en netwerkapparaten kunnen onnodig veel energie verbruiken ten opzichte van nieuwere exemplaren. Veelal geven de productbladen van nieuwe apparaten een goede indicatie van het verbruik actief en in stand-by. Een goed dekkend wifi- netwerk met wat meer access points dichterbij de gebruikers zorgt weliswaar voor meer elektrische verbruikers maar brengt het verbruik van de wifi- netwerkverbindingen van deze apparaten en van de verbonden laptops en andere cliënten aardig naar beneden. Een beeldscherm ingesteld op een lagere helderheid verbruikt ook veel minder energie. Het nadeel is dat bij veel tegenlicht het scherm minder of niet leesbaar meer is. Houdt daar dus rekening mee bij het opstellen van werkplekken.

Grote elektraverbruikers

Op moment dat er elektrische kachels, mobiele of op zichzelf staande airco- units en extra keukenboilers nodig zijn, dan functioneert het gebouw in de meeste gevallen bouwfysisch en qua installaties onvoldoende. Een goed ontworpen, ingedeeld en verduurzaamd gebouw (ook een historisch gebouw) moet

kunnen zonder deze grote elektraverbruikers. Er zijn uitzonderingen. Zo kan een kleine keukenboiler in een keuken op grotere afstand van de centrale warmwatervoorziening rendabel zijn omdat deze al warm water kan leveren voordat het warme water via de leidingen de keuken bereikt. Daarbij is het wel van belang dat de boiler niet alleenstaand functioneert maar onderdeel is van het centrale warmwatercircuit.

Een ventilator heeft een beperkt verbruik en koelt niet, maar kan wel helpen om de gevoelstemperatuur een paar graden omlaag te brengen. Daarbij kan de ventilator, mits goed gepositioneerd, ook zorgen voor een betere verspreiding van de koelere lucht door de ruimte heen. Kleinere mobiele exemplaren maken vaak wat meer geluid. Plafondventilators zijn meestal aardig stil en geven een gelijkmatigere en aangename luchtstroom door de ruimte heen.

Analyse

Door overal voor LED-verlichting te kiezen kan bespaard worden op het elektragebruik. Daarnaast is het zaak om het aantal grote elektrische verbruikers beperkt te houden. Dat kan door een goed ontwerp te maken met een uitgedachte indeling van de functies met de juiste installaties en keuzes voor verduurzamingsmaatregelen. Veel elektrische grootverbruikers zijn vaak een lapmiddel. Zaken als een wasdroger zijn bij gebruik van de diverse bijgebouwen om overdekt de was te kunnen drogen mogelijk overbodig te maken.

7.2.3 Isoleren

Iedereen kent de voordelen van isoleren. Verbetering van comfort, geen condens op de ramen meer én een flinke besparing op de energierekening. Waar men zich veelal minder van bewust is zijn de negatieve effecten van isoleren. Dat betekent zeker niet dat we er niet aan moeten beginnen. De voordelen zijn immers erg groot. Maar het is wel van belang om de negatieve effecten goed mee te nemen in de keuzes voor de manier van isoleren. Dat zorgt voor het bereiken van het beloofde of gewenste resultaat in de praktijk en het

voorkomt of beperkt dat er (ernstige) schade kan ontstaan aan het gebouw.

a. Isoleren is ventileren

Een veelgehoord credo. Het klopt echter maar al te goed. Een groot deel van het vocht wordt gecreëerd in het gebouw zelf. Door mensen die ademen en zweten, maar bijvoorbeeld ook door was of natgeregende jassen die te drogen hangen of door te koken en te douchen. Dit vocht moet naar buiten toe omdat anders de luchtvochtigheid binnen te groot wordt en het al gauw benauwd aanvoelt. Het kost ook meer energie om vochtigere lucht te verwarmen. Daarnaast gaat het vocht, in de vorm van condens ophopen op de verkeerde plekken van het gebouw. Bijvoorbeeld in de muren, maar vaak ook bij de aansluitingen van de houten constructieve onderdelen zoals de balklagen of de kapconstructie. Dit is lang niet altijd even goed zichtbaar en kan grote bouwkundige schade veroorzaken.

b. Voordelen van een ongeïsoleerd gebouw

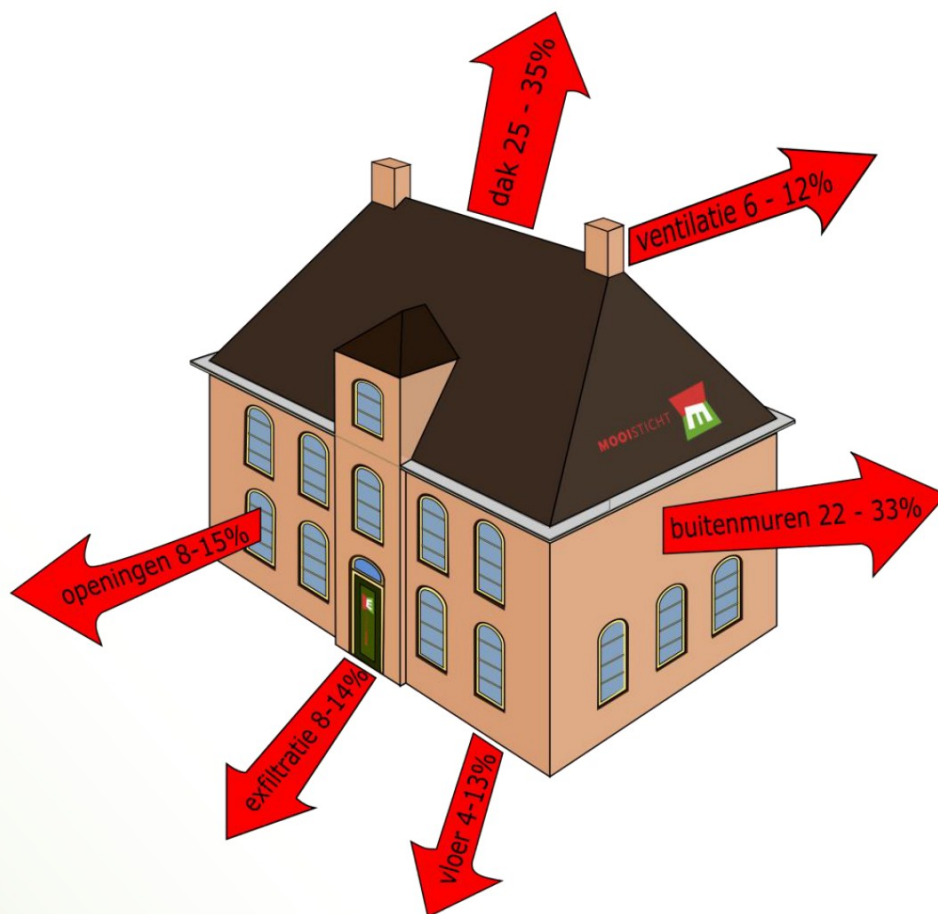
In de winter zal enkele beglazing al snel beslaan als het wat vochtig is in het gebouw. Dat is eigenlijk zo slecht nog niet voor de vochthuishouding van het gebouw. Mensen zien vaak het beslaan van de ramen als een signaal dat ze het raam open moeten doen. Ook vormt de enkele beglazing meestal de grootste koudebrug in het gebouw. Hierdoor onttrekt het veel vocht uit de lucht zodat dat niet op andere meer kwetsbare bouwdelen kan condenseren. Een deel van het vocht verlaat ook via de muren het gebouw. Het vocht kan als damp door het metselwerk heen trekken. Het vocht kan zelfs tijdelijk gebufferd worden in de muur, totdat het weer opgenomen kan worden in de lucht als de luchtvochtigheid binnen of buiten dat toelaat. Dit wordt ook wel de capillaire werking of in de volkstaal het ademen van de muren genoemd. Bij dampdichte nieuwbouw komt dit niet meer voor, maar bij historische gebouwen mag dit niet onderschat worden. Het meeste vocht verlaat het gebouw echter via ventilatie en exfiltratie. Ventilatie is de bewuste manier, bijvoorbeeld mechanisch of via de schoorsteen

en roosters. Terwijl exfiltratie onbewust gaat via kieren en luchtlekkages in de buitenschil van het gebouw. Exfiltratie ofwel tocht heeft dus een belangrijke rol in de vochthuishouding van het gebouw.

De ongeïsoleerde stenen muren van een gebouw hebben ook een warmte en koude accumulerend vermogen (warmtecapaciteit). Dat betekent dat ze warmte of koelte vasthouden en dat nog enige tijd kunnen afgeven, naar buiten, maar ook naar binnen. Dit geeft een verschuiving in tijd voor de opwarming of afkoeling van een gebouw. Ofwel een faseverschuiving. Afhankelijk van het soort steen en de dikte van de muren kan dat een grote impact hebben op het binnenklimaat van het gebouw. Bij dikke massieve muren kan het als effect hebben dat het in de zomer binnen lang koel blijft. In de winter zorgt de constantere temperatuur er voor dat de cv-installatie efficiënter zijn werk kan doen.

c. Warmteverlies

Een ongeïsoleerd gebouw heeft natuurlijk grote nadelen. Het comfort is een groot deel van het jaar minder comfortabel en de warmteverliezen zijn erg groot met als gevolg een hoge energierekening. Onderstaande afbeelding geeft bij een gemiddeld monument weer via welke bouwdelen de warmte het gebouw verlaat. Ongeveer de helft tot twee derde van de warmte gaat verloren via het dak en de muren. De rest van de warmte verlaat het huis evenredig via de ventilatie en exfiltratie of de vloer en de ramen. Afgaande op deze informatie ligt het voor de hand om bijvoorbeeld alleen het dak te isoleren. Het isoleren van een historisch gebouw kan echter beter niet gezien worden als losse op zichzelf staande ingrepen.





De verduurzaming van een historisch gebouw kan het beste integraal benaderd worden. Een verkeerd gekozen alleenstaande ingreep kan een veel lager rendement hebben dan verwacht en zelfs nadelige bouwfysische gevolgen hebben. Het isoleren van het dak heeft bijvoorbeeld een veel hoger rendement als daarbij eveneens de warmteverliezen op de zolderverdieping via exfiltratie verholpen worden. Maar wellicht is het dan interessanter om de zoldervloer te isoleren als deze toch niet of nauwelijks in gebruik is. Dat is vaak veel rendabeler en kan ook weer bepaalde bouwfysische problemen voorkomen. Er zijn echter zoveel verschillende mogelijkheden en combinaties die bij elk historisch gebouw andere voor- of nadelen opleveren. Het is dus lastig om het als een kant- en klaar standaardpakket te benaderen. Het blijft in elke situatie maatwerk.

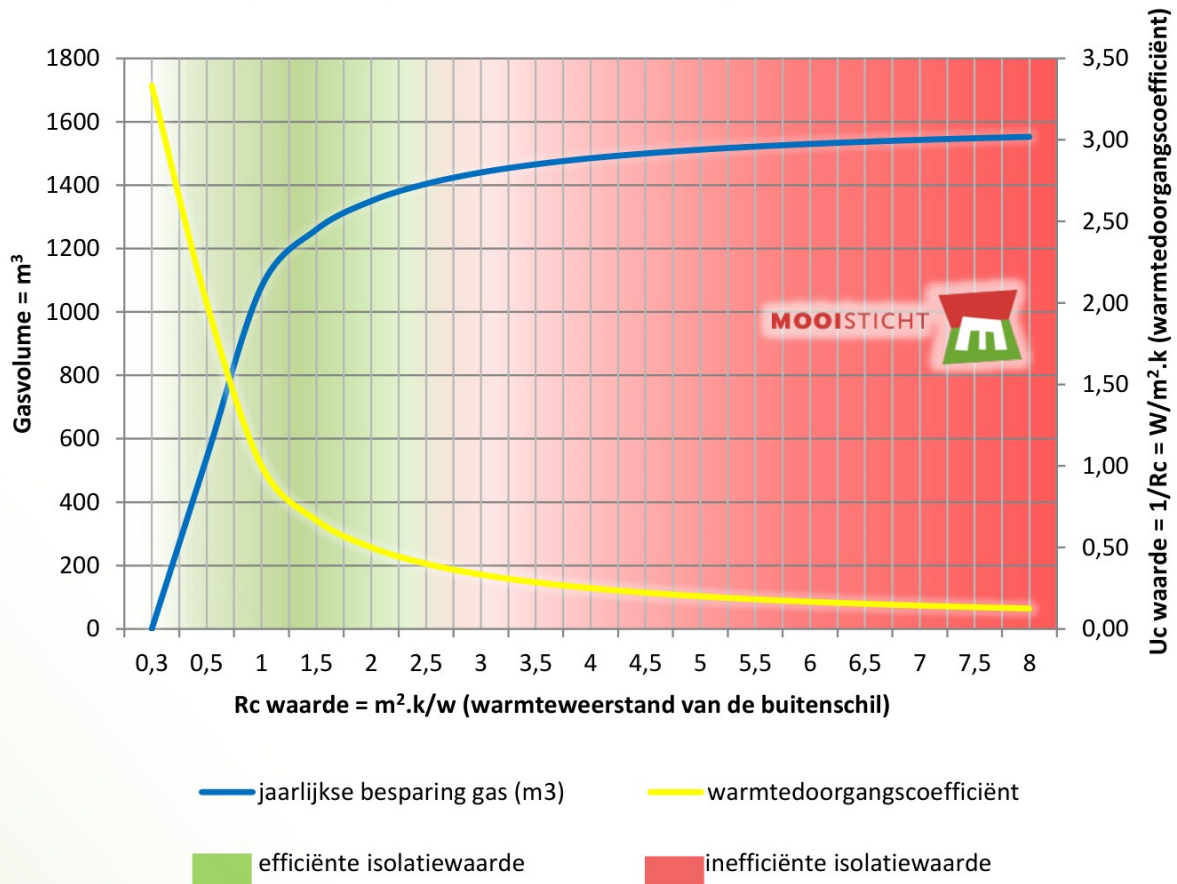
d. De effectiviteit van isolatie

Om rendabel te isoleren is het van belang om te weten welke invloed de mate van isoleren op de energierekening heeft. Hoe dikker de isolatie, hoe hoger de warmteweerstand, de Rc waarde (in $\text{m}^2 \cdot \text{k}/\text{w}$). De Rc waardes vliegen al snel in het rond. Toch is het niet de Rc waarde, maar de warmtedoorgangscoefficiënt, de Uc waarde (in W/m^2), die de besparing op het gasverbruik in een evenredig verband weergeeft. Omrekening van de warmteweerstand naar de warmtedoorgangscoefficiënt kan met de eenvoudige formule $1/\text{Rc} = \text{Uc}$. Bij glas wordt wel standaard de warmtedoorgangscoefficiënt gebruikt. In onderstaande grafiek

zijn beide waarden en de besparing op het gemiddelde gasverbruik tegen elkaar uitgezet. De grafiek begint bij de Rc waarde van 0,3 van een gemiddelde ongeïsoleerde buitenschil. Dan blijkt dat het toevoegen van een paar centimeter dikke isolatie met een Rc waarde van 0,2 al een besparing op het gasverbruik laat zien van 28%. Bij toepassing van isolatie met een Rc waarde van 1,2 wordt al twee derde bespaard op het gasverbruik. De volgende 20% besparing wordt slechts behaald met een extreme toename naar een Rc waarde van 8. Het omslagpunt van een onrendabele isolatiewaarde bij na-isolatie ligt op een Rc waarde van ongeveer 2,5.

Effectiviteit isolatie bij monumenten

Bij een gemiddeld gasverbruik van 1800 m^3 per jaar en 10% ventilatieverlies



Hoe komt het dan dat in het Bouwbesluit is opgenomen dat nieuwbouwwoningen aan veel hogere Rc waarden dan 2,5 moeten voldoen zoals in onderstaande tabel staat?

Bouwbesluiteisen minimale eisen		
Onderdeel	Nieuwbouw	Renovatie v.a. 25% opp.
Gevels	Rc = 4,5	Rc = 1,3
Daken	Rc = 6,0	Rc = 2,0
BG vloer	Rc = 3,5	Rc = 2,5
Scheiding verblijfsgebied	Rc = 3,5	Rc = 2,5
HR++ glas	Uc = 1,2	

Dat komt omdat nieuwe woningen bij voorkeur energieneutraal zijn en volledig zonder gasaansluiting moeten kunnen. Het laatste beetje warmteverlies dat ondanks de isolatie overblijft ligt op ongeveer 17%. Die warmte kan deels teruggewonnen worden, maar moet deels ook weer opgewekt worden. Voor het terugwinnen en opwekken is dan elektriciteit nodig. Ook een warmtepomp of WTW ventilatie gebruiken elektriciteit. Hoe meer het gebruik van elektriciteit voor verwarming beperkt kan worden met isolatie hoe beter voor de CO₂ doelstellingen. Het toepassen van isolatie met hoge Rc waarden bij nieuwbouw gebeurt omdat het verplicht is. Bij nieuwbouw kan er in het ontwerpproces en met het bouwsysteem rekening mee gehouden worden. Hierdoor kunnen de meerkosten beperkt blijven en kan het wellicht ook break-even of rendabel zijn. Maar bij renovatie en restauratie wegen de meerkosten voor zware isolatie niet snel op tegen de besparing. Dat is nog even afgezien van de bouwkundige uitdagingen om een historisch gebouw op een verantwoorde wijze van isolatie met hoge Rc waarden te voorzien

e. De wijze van isoleren: buitenzijde

Bouwfysisch gezien geeft isoleren aan de buitenzijde van het gebouw de minste kans op problemen. Er kan dan geen interne condensatie van waterdamp optreden in de kwetsbare buitenschil en de kans op ongewenste koudebruggen is het kleinst. Bij daken noemen we dat ook wel een warm-dak constructie.

Schuine daken

Bij een schuin dak is isolatie aan de buitenzijde vaak een goede optie als de detaillering bij de goten, daklijsten en dakkapellen het toelaat. Het voordeel is dat de dakconstructie en het dakbeschot aan de binnenzijde volledig in het zicht kunnen blijven.

Bij historische gebouwen komen we daken met verschillende samenstelling tegen die vragen om een eigen aanpak. Er zijn onbeschoten daken waar enkel dakpannen op liggen. Aan de onderzijde kijk je dan rechtstreeks tegen de pannenlatten met daarop de pannen aan. Een variant daarop zijn de daken waar nog een laagje riet is aangebracht onder de pannen. Dan zijn er natuurlijk ook de daken die volledig met riet gedekt zijn. Bij al deze daken is het meestal wenselijk om eerst aan de buitenzijde van de constructie een dakbeschot of houten schroefdak (bij riet) aan te brengen onder de dakbedekking. Daarop komt soms een waterdichte maar dampopen folie. Dat voorkomt dat er inwatering van regen in het dak kan plaatsvinden en zorgt ervoor dat het dak redelijk luchtdicht wordt terwijl vocht in de vorm van damp er nog wel uit kan. Datzelfde geldt voor daken waar wel een dakbeschot op ligt maar dan zonder, een asbesthoudende of een dampdichte waterkerende laag. Het is natuurlijk niet gek dat in situaties waarbij toch al de dakbedekking er tijdelijk af moet, gelijk isolatie vanaf de buitenzijde te overwegen valt.

Platte daken

Platte daken worden meestal voorzien van bitumen, kunststof of metalen dakbedekking. Dit is volledig dampdicht (tenzij er ventilatievoorzieningen worden aangebracht). De isolatie kan dan aan de buitenzijde en direct onder de dakbedekking worden geplaatst. De isolatie moet ook aan de onderzijde voorzien zijn van een dampdichte laag of folie. Dit voorkomt dat er waterdamp vanuit het gebouw in de isolatie kan trekken en daar kan condenseren. De constructieve onderdelen van het dak blijven dan volledig in een dampopen verbinding naar binnen toe.



Gevels

Bij de buitengevel is het esthetisch en architectonisch gezien bijna nooit wenselijk om isolatie aan de buitenzijde toe te passen. De cultuurhistorische waarden van het gebouw lijden er erg onder. In incidentele gevallen is het soms wel mogelijk, bijvoorbeeld als het gebouw gestuct is aan de buitenzijde zonder ornamenten of sierelementen, reeds diepliggende kozijnen heeft en voldoende overstek heeft van het dak of de goot.

Begane grondvloer

Bij een begane grond vloer is isolatie aan de onderzijde mogelijk als er een kruipruimte onder ligt. Als er geen kruipruimte is, als die niet toegankelijk is, of de vloer ligt rechtstreeks op bodem, dan kan de vloer alleen aan de onderzijde geïsoleerd worden als deze vervangen wordt door een moderne vloer. Als bijkomend voordeel kan daar ook gelijktijdig vloerverwarming in aangebracht worden. Daarbij gaat natuurlijk wel de oorspronkelijke vloer en mogelijke bijbehorende constructie die van cultuurhistorische waarde zijn verloren. Soms is het wel mogelijk om de oorspronkelijke vloerbedekking, houten vloerdelen of klinkervloer weer aan te brengen bovenop de nieuwe vloer. Dat is meestal wel kostbaarder, maar kan vanuit monumentenooptpunt de voorwaarde zijn voor de ingreep.

f. De wijze van isoleren: van binnenuit

Bij isoleren van binnenuit is het risico groter op koudebruggen en vochtproblemen dan bij isolatie van buitenaf. Toch is het bij gevels de meest toegepaste vorm van isolatie en komt het ook veel voor bij daken. Ook bij de begane grondvloer is het een mogelijkheid.

Schuine daken

In de situaties waar de detaillering het niet toelaat om isolatie aan te brengen aan de buitenzijde, of slechts met een beperkte dikte, dan blijft (aanvullende) isolatie aan de binnenzijde wel interessant. Datzelfde geldt ook bij daken die in het recentere verleden al voorzien zijn van een dampopen waterkerende

folie op het dakbeschot en onder de dakbedekking. Iets wat regelmatig voorkomt omdat er in het verleden al lekkages en vochtproblemen moesten worden opgelost. Wat verder terug in het verleden werd er echter meestal een dampdichte waterkerende laag (b.v. op basis van asfalt) onder de dakbedekking aangebracht. Er waren wel dampopen varianten, maar die waren veelal gebaseerd op asbest, hetgeen nu ook niet meer wenselijk is. Bij isolatie aan de binnenzijde moet dan de dampdichte of asbesthoudende waterkerende laag eerst vervangen worden met een dampopen variant.

Bij daken moet de isolatie tussen de sporen (verticale balken) of gordingen (horizontale balken) van de dakconstructie in geplaatst worden. Strak tegen het dakbeschot aan. De beleving van de monumentale waarden van de kapconstructie blijft het beste behouden als de gordingen of sporen nog deels in het zicht blijven. De isolatie en afwerking moet dan minder dik zijn dan de hoogte van de balken. Het is belangrijk dat er een dampdichte folie wordt geplaatst tussen de isolatie en afwerking. Deze folie moet zo kierdicht mogelijk worden aangebracht tegen de balken aan. Dat werkt het beste door de folie met de randen tegen de balken om te zetten vastgeklemd door de klossen of afdeklatten voor de afwerking. Het zal echter nooit volledig kierdicht worden en dan treedt het risico op dat er waterdamp van binnenuit in de dakconstructie terecht komt. Zelfs al is het wel nagenoeg kierdicht, dan kan er door drukverschillen nog lucht met waterdamp in de dakconstructie doordringen. Deze kan vervolgens condenseren op de koudere constructiedelen buiten de isolatie. Daarom is het zinvol om vochtregulerende isolatiematerialen toe te passen die er voor zorgen dat de waterdamp op de juiste manier naar buiten toe wordt afgegeven. Een aantal van deze materialen hebben ook als bijkomend voordeel dat ze een hoger warmte en koude accumulerend vermogen hebben (warmtecapaciteit). Dit zorgt voor een regelmatigere en aangename binnentemperatuur zoals is uitgelegd bij de



‘Voordelen van een ongeïsoleerd gebouw’ (7.2.3 b). Er zijn ook volledig dampdichte isolatiematerialen of materialen die het vocht niet reguleren. Bij deze materialen zijn de risico’s op vochtproblemen iets groter. Sommige van deze materialen halen echter wel hogere isolatiewaarden waardoor de dikte van de isolatie beperkt kan blijven. Als de kapconstructie van geen of weinig monumentale betekenis is, dan kan er ook voor gekozen worden om de isolatie dikker dan de sporen of gordingen uit te voeren. Dan worden er opdiklatten op de gordingen of sporen geplaatst en kan de dampdichte folie en afwerking volledig voorlangs aangebracht worden. Het voordeel is dat de kans op kieren kleiner is en er ook met minder risico’s dampdichte of niet vochtregulerende isolatiematerialen toegepast kunnen worden.

Er kunnen redenen zijn dat de bestaande dampdichte waterkerende laag aan de buitenzijde niet vervangen kan worden. Bouwfysisch gezien is het dan het beste om af te zien van isolatie aan de binnenzijde. De risico’s op schade door vochtproblemen zijn anders te groot. Een alternatief vormt dan mogelijk het isoleren van de zoldervloer, waar later in deze strategische analyse op teruggekomen wordt (7.2.3 g en 7.2.7). Mocht het toch wenselijk zijn om het dak wel te isoleren aan de binnenzijde, dan moet er goed nagedacht worden over hoe de risico’s zo goed mogelijk ondervangen kunnen worden. In beginsel moet er zoveel mogelijk voorkomen worden dat er waterdamp vanuit het gebouw in het dakpakket kan binnendringen. Dit is echter nooit volledig uit te sluiten. Zelfs een minieme hoeveelheid binnendringende waterdamp gaat ophopen in het dichte dakpakket en op de langer termijn een grotere hoeveelheid vormen. Er moet dan bekeken worden hoe de binnendringende waterdamp zo min mogelijk schade kan aanrichten aan de constructieve onderdelen van het dak en hoe het vocht toch op enige mate afgevoerd kan worden. Vochtregulerende (capillair actieve) isolatiematerialen kunnen voor het eerste een oplossing vormen. Voor de laatste kan gedacht

worden aan een ‘slimme’ klimaatfolie als dampscherm aan de binnenzijde. Deze heeft in de zomermaanden bij een lage luchtvochtigheid een lagere dampdiffusieweerstand dan in de winter, waardoor deze in de zomer weer damp doorlaat naar binnen toe zodat het dakpakket kan drogen. Het is wel de vraag of dit afdoende is. Deze oplossing is ook niet geschikt voor ruimtes waar ook in de zomer veel vocht geproduceerd wordt zoals de badkamer en keuken. Een andere of een te combineren oplossing is het gebruik van een geventileerde luchtspouw tussen dakbeschot en isolatie. Het nadeel is dat er daarbij een grote hoeveelheid gaten in het dakbeschot met dampdichte waterkerende laag gemaakt moeten worden. De hoeveelheid, positionering en grootte van deze gaten moet goed doordacht zijn om te zorgen voor voldoende trek van ventilatielucht door de spouw. De gaten geven een risico op naar binnentredend hemelwater en ook wordt het (oorspronkelijke) dakbeschot ermee aangetast. Als laatste is het van belang om het dak regelmatig te laten inspecteren met FLIR-hittescans om vochtproblemen zo snel mogelijk te signaleren en op te lossen.

Platte daken

Platte daken worden meestal voorzien van bitumen of kunststof dakbedekking. Dit is volledig dampdicht. Als isolatie aan de buitenzijde, direct onder de dakbedekking of bovenop de dakbedekking (omgekeerd dak) wordt geplaatst als een zogenaamde warm-dak constructie, dan kan het weinig kwaad. Maar in bepaalde gevallen kan het voor komen dat het wenselijk is om het platte dak aan de binnenzijde te isoleren. In combinatie met de dampdichte dakbedekking geeft dat een groot risico op vochtproblemen in de dakconstructie. Dat kan alleen voorkomen worden door een geventileerde luchtspouw aan te brengen of het dak aan de onderzijde volledig luchtdicht te maken. Bij de luchtspouw moeten er op diverse plekken luchtdoorvoeren naar buiten gemaakt worden voor de ventilatie. Dit is esthetisch niet altijd even wenselijk en brengt ook kosten mee. Het volledig luchtdicht uitvoeren kan alleen als

er een volledig damp scherm van muur tot muur gemaakt kan worden. Maar zelfs dan nog is de kans groot dat er waterdamp in de dakconstructie kan doordringen via kleine kieren of doorboringen van bijvoorbeeld schroeven. De damp zal tegen het dakbeschot en de constructie condenseren. Om een grote vochtophoping te voorkomen is het zinvol om een 'slimme' klimaatfolie te gebruiken als damp scherm. Deze heeft in de zomermaanden bij een lage luchtvochtigheid een lagere dampdiffusieweerstand dan in de winter, waardoor deze in de zomer weer damp doorlaat naar binnen toe zodat het dak kan drogen. Het is wel de vraag of dit afdoende is. Deze oplossing is ook niet geschikt voor ruimtes waar ook in de zomer veel vocht geproduceerd wordt zoals de badkamer en keuken.

Gevels

Bij historische gebouwen vormt het van binnenuit isoleren van de muren vaak de enige acceptabele oplossing.

Dunne gemetselde buitenmuren

Bij dunnere muren van een halfsteens tot steens dikte is (traditioneel) damp- en luchtdicht isoleren een mogelijkheid. Dit wordt de laatste 20-30 jaar het meest toegepast. Toch kan dit ook problemen en schade opleveren als het niet goed is uitgevoerd. Dat wordt meestal veroorzaakt door koudebruggen en/of gebrekkige damp- en luchtdichting. Met name bij de houten constructieve onderdelen van het gebouw kan dat ernstige schade tot gevolg hebben. In het ontwerp of in de bouwpraktijk kunnen koudebruggen ontstaan bij funderingen, bij opgelegde balken, bij vloeren, verbonden tussenmuren, aansluitingen op kozijnen, wandcontactdozen, etc. Damp- en luchtlekkages komen vaak voor bij de opgelegde balken, bij de naden en randen, aansluitingen op kozijnen en bij wandcontactdozen, of doorboringen van de dampdichte laag. Als deze koudebruggen en

damp- en luchtlekkages niet te voorkomen zijn, dan moet er over nagedacht worden hoe de nadelige effecten zoveel mogelijk ondervangen kunnen worden.

In houten balken zitten vaak gaten en krimpscheuren. Deze zouden allemaal ter plaatse van het damp- en luchtscherm dichtgemaakt moeten worden omdat daar anders tocht ontstaat. Juist op de plek van de balk kan dat veel vochtproblemen en schade opleveren. Vooral ook omdat de balk door het isolatiemateriaal is ingepakt en het vocht geen kant op kan. Een methode ter ondervanging van de vochtproblemen is om een ongeïsoleerde pocket van 20cm rondom de balk aan te houden tussen de buitenmuur en het damp- en tochtscherm met wandafwerking aan de binnenkant³. Hierdoor krijg je wel meer warmteverlies, maar doordat er voldoende ruimte is in de pocket blijft deze op een hogere temperatuur en zal de waterdamp niet zo snel condenseren tegen de balk. Mocht er in de winterperiode toch nog vocht ophopen, dan kan het in de zomer in ieder geval beter drogen. Dat kan extra geholpen worden door een 'slimme' klimaatfolie aan te brengen. Deze heeft in de zomermaanden bij een lage luchtvochtigheid een lagere dampdiffusieweerstand dan in de winter, waardoor deze in de zomer weer damp doorlaat naar binnen toe zodat de muur kan drogen. Deze is echter minder geschikt voor ruimtes waar veel vocht geproduceerd wordt zoals de badkamer en keuken. Een andere mogelijkheid, die vaak door monumentenzorg wordt voorgeschreven, is om rondom (strijk-) balken 2-4cm ruimte vrij te houden met de voorzetwand. Deze vrije ruimte blijft dan ongeïsoleerd en is ook niet voorzien van damp- en luchtdichte folie of afwerking. Dat vormt een koudebrug en damp- en luchtlek waar zeker condensatie gaat optreden bij een hoge luchtvochtigheid in de ruimte. Maar omdat het naar de binnenruimte toe open is, op binnentemperatuur blijft en kan ventileren,

³ Groene gids. Isolatie van historische gebouwen. Technische achtergronden. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, [redacted], 1 april 2019.



kan het vocht ook weer verdampen bij een lagere luchtvochtigheid in de ruimte. Deze oplossing brengt wel risico's met zich mee. Bijvoorbeeld dat de muur en balk een te lange periode achter elkaar vochtig blijven, waardoor er toch schade optreedt. Ook is de kans aanwezig dat het metselwerk rondom de balk langzaamaan toch verzadigd raakt met vocht door onvoldoende droging. De droging wordt daarbij steeds slechter omdat het vocht in het metselwerk trekt naar delen in de muur die afgeschermd zijn met de voorzetwand. Hoe dikker de muur hoe groter het risico is omdat deze afhankelijker is van verdamping van vocht naar de binnenzijde toe. Het kan ook voorkomen dat de voorzetwand ter plaatse van de vrije ruimte rondom de balk onvoldoende luchtdicht wordt afgewerkt wegens gebrek aan werkruimte, waardoor ook eerder vochtproblemen elders in de muur gaan ontstaan.

In het verleden werd er veelal een luchtsponw toegepast tussen de buitenmuur en de voorzetwand met isolatie. Dit kan echter een omgekeerd effect hebben als de sponw onvoldoende met buitenlucht geventileerd kan worden, hetgeen meestal de situatie is. In de sponw kan de lucht wel stromen, onder andere door invloed van luchtdrukverschillen in het gebouw. Lucht van binnenuit kan dan indringen en condenseren in de sponw vanwege de lage temperatuur achter de isolatie. Ook bij doorslaand vocht van buiten kan er ophoping plaatsvinden in de sponw. In de zomer kan dat mogelijk onvoldoende door de gevel naar buiten toe drogen. De luchtsponw kan dus beter vermeden worden en een luchtsponw of holtes als gevolg van oneffenheden van de muur kunnen beter opgevuld worden met isolatie om de luchtstroming te voorkomen.

Een aandachtspunt bij isoleren aan de binnenzijde is dat de buitengevel naar buiten toe een goede capillaire werking moet hebben. Deze manier van isoleren kan tot grote vochtproblemen leiden als de buitengevel niet voldoende dampopen meer is. Dat kan komen

door afwerking van de gevel met mortel of stucwerk gebaseerd op portlandcement, dampremmende verven, oliën of door gevelimpregnatie (hydrofoberen).

Een nadeel van isoleren op deze wijze is dat het warmte en koude accumulerende vermogen (warmtecapaciteit) van de buitenmuren verloren gaat. Dit zorgt bij een ongeïsoleerde muur voor een aangename en regelmatigere binnentemperatuur zoals is uitgelegd bij 'Voordelen van een ongeïsoleerd gebouw' (7.2.3 b).

Dikke gemetselde buitenmuren

Bij muren van meer dan een steens dikte vormt de toepassing van een capillair actieve isolatie-oplossing een betere optie. Een capillair actieve isolatie werkt mee met de natuurlijke vochtregulering van het metselwerk. Het isolatiemateriaal is dampopen en in staat om vocht te bufferen (wateropnamecapaciteit). Hierdoor kan vocht dat binnenin het gebouw wordt geproduceerd door het isolatiemateriaal en de muur heen afgevoerd worden. Hierbij kan het vocht ook tijdelijk opgenomen worden in het isolatiemateriaal. De waterdamp condenseert in het isolatiemateriaal en wordt daar herverdeeld. Als de luchtvochtigheid het weer toestaat kan het vocht verdampen naar buiten of naar binnen toe. Het isolatiemateriaal zal ook vocht dat condenseert bij houten constructiedelen absorberen. Het isolatiemateriaal moet zo hecht als mogelijk tegen de buitenwand maar ook de houten constructiedelen bevestigd worden. Vaak met de bijbehorende lijm die dezelfde eigenschappen heeft. De capillair actieve isolatie kan ook bestaan uit een isolatiepleister.

Doordat de buitenmuren dampdoorlatend blijven is het nemen van maatregelen voor extra ventilatie minder snel nodig. Ook zal het binnenklimaat merkbaar prettiger zijn dan bij dampdichte buitenmuren. Een aantal capillair actieve isolatiematerialen hebben ook als voordeel dat ze een hogere warmte en koude accumulerend vermogen hebben (warmtecapaciteit). Dit zorgt voor een

regelmatigere en aangename binnentemperatuur zoals is uitgelegd bij 'Voordelen van een ongeïsoleerd gebouw' (7.2.3 b). Doordat het isolatiemateriaal hecht verbonden is met de buitenmuur, blijven beide materialen daarin met elkaar samenwerken. Al wordt het effect van de buitenmuur wel iets minder.

Het nadeel van capillair actieve isolatie is dat de warmteweerstand (R_c waarde) iets lager ligt. De buitenmuur moet ook vlak zijn en vrij van een dampremmende (hydrofobe) afwerklaag voordat het wordt aangebracht. Daardoor moet de ondergrond soms voorbereid worden. Ook moet de uiteindelijke afwerking aan de binnenzijde dampopen zijn. Dus een standaard latex muurverf is ongeschikt.

Meer stress op het metselwerk bij isoleren van binnenuit

Een van binnenuit geïsoleerde gemetselde gevel heeft als nadelig effect dat de gevel in de winter kouder wordt dan voorheen. Hierdoor zal de gevel meer vorst- en dooicycli ondergaan met als gevolg grotere temperatuurschommelingen. Dat brengt extra thermische en hygrische spanningen en vervormingen met zich mee met mogelijke schade aan het metselwerk op de langer termijn als gevolg. Het is zaak om daar regelmatig op te (laten) inspecteren en als er kleine schades optreden, deze direct te herstellen.

Begane grondvloer isoleren

De bestaande begane grondvloer kan aan de bovenzijde geïsoleerd worden omdat deze behouden moet blijven. Bijvoorbeeld omdat deze van monumentale waarde is, nog niet aan vervanging toe is of uit kostenoverwegingen. Het meest eenvoudige is om een isolerende ondervloer neer te leggen onder de vloerafwerking. De hoogte, maar ook de isolatiewaarde daarvan zal beperkt zijn. Als deze ondervloer lucht- en dampdicht is of er wordt een folie aangebracht, dan kan bij een houten vloer ook tocht en waterdamp vanuit de kruipruimte tegengehouden worden.

Een ingrijpendere mogelijkheid is om een zwevende dekvloer op folie en een laag drukvaste isolatie aan te brengen. Daar kan afhankelijk van de dikte ook vloerverwarming in opgenomen worden. Bij een betonnen vloer kan eerst de dekvloer verwijderd worden om meer ruimte in de hoogte te winnen. Toch zal de vloer altijd een stuk omhoog komen waardoor er bijvoorbeeld aanpassingen aan deuren en trappen nodig zijn. Een bijkomend voordeel is dat een zwevende dekvloer ook het contact- en luchtgeluid kan verminderen.

g. Verdiepings- of zoldervloer isoleren

Met het isoleren van de zoldervloer kan een grotere energiebesparing gerealiseerd worden dan met het isoleren van de kap. Bij het onderdeel Bufferzones wordt uitgelegd hoe dat komt.

De zoldervloer kan bouwfysisch gezien het beste aan de buitenzijde van de warme zone geïsoleerd worden. Dus bovenop de vloer. Als de zolder nog een grote open ruimte is valt dat eenvoudig te realiseren. Door de isolatie vrij te houden van de kapconstructie blijft deze vrij en geventileerd en ontstaan daar geen vochtproblemen. Om de zolder toegankelijk en beloopbaar te houden kan drukvaste isolatie worden toegepast. Daar kan waar nodig overheen gelopen worden. Met een zwevende houten dekvloer op de isolatie kan de zolder ook gewoon in gebruik blijven, bijvoorbeeld voor opslag. Bij zware opslag zoals gevulde archiefkasten e.d. kan beter een houten constructievloer boven de isolatie gemaakt worden.

Een andere optie is om tussen de balklaag van de zoldervloer te isoleren. Dat kan met dampopen isolatieplaten of isolatiedekens, waarna het aan de onderzijde luchtdicht wordt afgewerkt met dampdichte folie en plaatmateriaal. Doordat de temperatuur tussen de zolder en onderliggende ruimte over het algemeen boven de dauwpuntstemperatuur blijft, ontstaan er niet snel vochtproblemen in de zoldervloer. Een vloerafwerking op de zoldervloer die dampremmend werkt kan het



beste vermeden worden. Als er plafonds zijn die behouden moeten blijven, dan kan er ook in de holtes tussen de balken van de vloer een dampopen isolatiemateriaal ingeblazen worden. Doordat hierbij lastiger een damp- en luchtdicht scherm aangebracht kan worden is het risico op vochtproblemen wel iets groter. Deze oplossing is dan ook het meest geschikt voor verdiepingsvloeren tussen twee warme ruimtes. Bijvoorbeeld als het gebouw in compartimenten met verschillende functies en temperaturen wordt ingedeeld.

h. Isolatiematerialen

Er zijn teveel verschillende soorten isolatiematerialen om deze individueel te omschrijven. Naast de gemeenschappelijke isolerende werking hebben ze uiteenlopende kenmerken en eigenschappen. Daarnaast zijn ze vaak beschikbaar in verschillende verwerkingsvormen voor diverse toepassingen.

Belangrijke kenmerken en eigenschappen van isolatie zijn:

- isolerende werking
- dampopen of dampdicht
- vochtbufferend vermogen
- waterbestendigheid en schimmelwering
- warmtebufferend vermogen
- drukvastheid
- brandwerendheid
- akoestisch dempend of absorberend
- ecologisch of anorganisch
- recyclebaarheid
- gezondheid bij verwerking
- technische toepassing

Een aantal verwerkingsvormen zijn:

- dekens
- platen
- panelen
- schuim of gel
- vezels, vlokken, chips of korrels (parels)
- schelpen (natuurlijk)
- blokken
- folies
- stuc of pleister
- verf (slechts warmte reflecterend)
- ondervloer

Analyse

Het isoleren van de buitenschil kan significant bijdragen aan de beperking van warmteverlies. Dit heeft uiteraard het grootste effect in de verwarmde ruimtes behorend bij het woongedeelte. Er zijn al enige isolerende maatregelen getroffen bij het dak van het voorhuis en de vensters op de begane-grond/bel-etage. De gevels en vloeren zijn niet van isolatie voorzien. Ook bij de vensters op de verdieping en de daken boven de (bij-)keuken en slaapkamer boven de keuken zijn voor zover waargenomen geen isolerende maatregelen getroffen. De deel, het bakhuisje en de fruitschuur zijn, met uitzondering van de riet isolatie boven de paardenstal, niet van isolatie voorzien.

Bouwfysisch gezien heeft isoleren aan de buitenzijde conform het 'warm-dak' principe de voorkeur. Hierdoor wordt het dak echter hoger en zal de aansluiting op de dakgoot, gevels en aansluitende dakvlakken mogelijk moeten worden aangepast. Met name de aansluiting op de gevel is daarbij van belang vanwege het aanzicht van het monument. Ook de aansluiting op het dekriet moet zorgvuldig gedetailleerd worden, bij het aangekapte deel boven de voormalige bijkeuken, kan door de afwijkende helling gemakkelijker isolatie aan de buitenzijde worden aangebracht.

Alternatief voor isoleren conform het 'warm-dak' principe is isoleren aan de binnenzijde. Hierbij is het risico op vochtproblemen vanwege inwendige condensatie groter en kan de monumentwaarde van het interieur verstoord worden. Dit is met name van belang bij de slaapkamer boven de keuken waar de balkconstructie vrij in het zicht is en het dak met bitumen gedekt is. Bij de dakkapel is het aanbrengen van een dik pakket isolatie aan zowel de binnenzijde als aan de buitenzijde niet haalbaar zonder de dakkapel aan te passen. Met oog op de monumentwaarde is het aanpassen van de dakkapel goed voorstelbaar. De dakkapel kan ook van dunne hoogwaardige isolatie worden voorzien.

Ook voor de gevels geldt dat isoleren aan de buitenzijde bouwfysisch de voorkeur heeft. Omdat dit van invloed is op het aanzicht wordt dit bij monumenten zelden toegepast.



Bij de metselwerkgevels is toepassing van een dampdichte isolatie aan de binnenzijde een mogelijkheid. Daarbij geldt echter ook dat dit gepaard gaat met grotere risico's op vochtproblemen. Dit moet dan ondervangen worden voor zover dat mogelijk is. Een betere oplossing vormt de toepassing van een capillair actieve isolatie. Dit vormt een duurzame oplossing waarbij men nauwelijks meer beducht hoeft te zijn vochtproblemen. Om de hoge warmtecapaciteit te behouden van het voorhuis, wat leidt tot een aangenaam en constanter binnenklimaat, kunnen het beste isolatiematerialen met een hoge warmtecapaciteit toegepast worden. Een capillair actieve isolatie met eveneens een hoge warmtecapaciteit vormt gecombineerd met wandverwarming een integrale oplossing voor een historisch gebouw met maximale energiebesparing en een comfortabel en constant binnenklimaat.

Bij de vochtige kelders vormt isolatie met een capillair actief isolatiemateriaal als calciumsilicaat de enige oplossing zonder allerlei bouwfysische problemen te veroorzaken al is maar de vraag in hoeverre isoleren van de kelder gewenst is en een redelijke terugverdientijd heeft. De kelder zelf is onverwarmd en de omliggende grond gedurende de winter relatief warm waardoor het warmteverlies vanuit de verwarmde ruimten naar de kelder beperkt is. Het isoleren van de vloer boven de kelder is vermoedelijk effectiever omdat hiermee ook het verliesoppervlakte aanzienlijk verkleind wordt.

Hoewel het merendeel van het transmissieverlies vanuit de woning via de buitenschil loopt moet ook het warmteverlies naar onverwarmde ruimte niet worden onderschat. De scheiding tussen de deel en het woongedeelte heeft een groot oppervlakte en is niet voorzien van isolatie. Ook richting de kelder en het bakhuisje gaat warmte vanuit de woning verloren via ongeïsoleerde scheidingsconstructies. Het isoleren van de buitenschil van deze bouwdelen vermindert het energieverlies maar staat niet in verhouding tot de kosten. Uitzondering hierop betreft het toepassen van een schroefdak aan het einde van de levensduur van het traditioneel gebonden rietdak in de deel.

Effectiever is het isoleren van de scheidingsconstructies richting de onverwarmde ruimte. Bouwfysisch heeft hierbij isoleren aan de koude zijde de voorkeur.

7.2.4 Vensterisolatie

Bij de vensters gaat veel warmte verloren door het glas heen, zeker bij enkel glas. Op moment dat het monument integraal verduurzaamd wordt is het van belang dat ook de vensters meegenomen worden. Anders kan het grote warmteverlies door het glas er voor zorgen dat het rendement van de maatregelen aan andere onderdelen ook lager wordt. Daarnaast kan het ook veel toevoegen aan het leefcomfort, doordat de koudeval vermindert of verdwijnt.

Soort ingreep	Ug-waarde	Dikte mm	Tvt jaar
Enkel glas	5,3 - 6,0	2-5	
Enkelbladig isolatieglas	3,1 - 3,8	4-10	27-41
Monumentenglas met spouw	1,0 - 1,9	8-14	11-13*
Dubbel glas	2,0 - 2,9	23-24	
Regulier HR(+) glas	1,2 - 2,0	15-21	
Regulier HR++ glas	1,0 - 1,2	17-23	18-23*
Triple HR +++ glas	0,6 - 1,0	24-40	18-21*
Vacuümglas	0,4 - 0,7	7-13	8-14
Enkel glas met isolerende raamfolie	3,4 - 3,8		19
Dubbel glas met isolerende raamfolie	1,8 - 2,4		60
Enkel glas met achterzetbeglazing	2,0		10-15
Enkel glas met zware gordijnen	3,3		
Enkel glas met luiken	2,0		
Achterzetbeglazing met luiken	1,4		

* Uitgaande van vervanging bij enkel glas en waarbij de ramen en kozijnen worden uitgefreesd in de sponning of compleet vervangen moeten worden.

Het optimum tussen isoleren en een maximaal rendement ligt bij een historisch gebouw op een gemiddelde Rc- waarde van 1,5 met een Uc- waarde van 0,67. Hoe lager de U waarde hoe minder het warmteverlies door het materiaal heen. In bovenstaande tabel zijn de U- waardes



voor glas gegeven. Dan is direct helder dat de Ug- waarde van 0,67 bij het vensterglas alleen gehaald kan worden met vacuümglas en met Triple (HR+++) glas.

Triple glas is bij historische gebouwen veelal geen optie omdat het glas erg dik en zwaar is en de raamkozijnen vervangen moeten worden. Door het dikke glas verandert het karakter en beeld van de vensters aanzienlijk. Daarbij is behoud van het oorspronkelijke materiaal het uitgangspunt in de monumentenzorg. Als de terugverdientijd van het glas zelf bekeken wordt, dan blijkt het ook helemaal niet zo rendabel om voor Triple glas te kiezen. De terugverdientijd bij het plaatsen van achterzetbeglazing of dun isolerend monumentenglas met spouw in de huidige kozijnen is half zo kort als bij Triple glas. Om toch het optimum van de gemiddelde Rc waarden van 1,5 te behalen met het gebouw, is het rendabeler om voor een iets hogere isolatiewaarde te gaan bij de andere onderdelen indien de mogelijkheden en cultuurhistorische waarden van het gebouw dat toelaten.

Gordijnen en luiken

Een eenvoudige oplossing is om dikke gordijnen op te hangen. Dat creëert een buffer met relatief stilstaande lucht tussen het raam en de ruimte. Ook warmteverlies door tocht bij het raam kan daarmee verminderd worden. Bij enkel glas kan al snel 40% warmteverlies door het venster voorkomen worden. Maar zelfs dunne en nauwelijks afsluitende rolgordijnen (evt. met warmtereflectieve folie) kunnen al een vermindering van 10%-15% op het warmteverlies door het venster bereiken. Dubbele plisségordijnen (duettes) zijn dubbelzijdig met een stilstaande luchtlaag ertussen. De beperking van het warmteverlies door het venster loopt daarbij ook al gauw op tot 30%. Het gebruik van gordijnen als isolatie kan dus een besparing van 1%-6% opleveren op de totale gasrekening. Wel is het van belang dat gordijnen niet de warmteafgifte van radiatoren belemmeren.

Door eventuele aanwezige raamluiken te sluiten kan de besparing nog groter zijn. Deze kunnen het warmteverlies door het venster tot 60% beperken. Raamluiken kunnen zich zowel aan de buiten- als binnen zijde bevinden. Als de luiken niet meer aanwezig zijn, maar ze hebben er vroeger wel gezeten, dan kunnen ze weer teruggebracht worden. Daarbij worden eveneens de cultuurhistorische waarden van het gebouw versterkt. Als luiken niet meer goed functioneren door verzakking, of er zitten zaken zoals gordijnen en zonwering in de weg, dan is het zinvol om dat op te lossen. Het nadeel van luiken is dat ze de doorkijk en lichtinval belemmeren waardoor het sluiten niet altijd wenselijk is. Luiken met lamellen laten nog wel licht door. Maar wellicht is het een optie om de luiken te sluiten in weinig gebruikte ruimten of in de nacht.

Isolerend glas

Als de doorkijk en daglichttoetreding belangrijk zijn dan wordt het warmteverlies het beste beperkt door toepassing van isolerende beglazing. In de meeste situaties is het behoud van de oorspronkelijke kozijnen en ramen de randvoorwaarde. Het vervangen van het glas is meestal alleen wenselijk als er geen sprake (meer) is van historisch waardevol glas zoals getrokken of geblazen glas.

Als het uitfrezen van de raamsponning of het versmallen van de stopverfrand geen optie is omdat het kozijnhout simpelweg te dun is, dan kan er gelaagd isolerend enkel glas worden toegepast. Daarmee kan het warmteverlies door het venster met 40% worden beperkt. Door de hoge kosten in combinatie met de beperkte besparing heeft het echter een veel te lange terugverdientijd. Het is wel een zinvolle investering als comfortverbetering het uitgangspunt is. Het aanbrengen van isolerende raamfolie leidt echter tot een vergelijkbaar resultaat en is veel rendabeler.

Als het kozijnhout wel voldoende dikte heeft om de sponning of stopverfrand aan te passen, dan zijn isolerend monumentenglas met spouw of vacuümglas voor de hand liggende



keuzes. Een aandachtspunt is dat als bij schuiframen het gewicht hoger wordt, de contragewichten verzwaard moeten worden. Ook kunnen er speciale veren worden toegepast.

Monumentenglas met spouw evenaart tegenwoordig de prestaties van HR++ glas, terwijl het een veel geringere dikte heeft. Het zorgt ervoor dat een integraal verduurzaamd historische gebouw bouwfysisch in balans is. Daarnaast geeft het een optimaal comfort omdat er geen sprake meer is van koudeval bij de vensters. De middellange terugverdientijd maakt het een rendabele investering. Monumentenglas is ook verkrijgbaar met getrokken glasplaten voor een historische uitstraling vanaf 10 mm dikte.

Vacuümglas met een dikte vanaf 6,7 mm is de dunste vorm van isolerend glas, terwijl het betere prestaties geeft dan monumentenglas en HR++ glas. Het vacuümglas heeft een zeer dunne spouw van ca. 0,3 mm die vacuüm wordt getrokken. Om te voorkomen dat de glasplaten elkaar raken is het glas voorzien van afstandhouders (puntjes) in een raster van ca. 2 cm. De puntjes zijn van binnenuit zichtbaar als er van dichtbij naar het glas wordt gekeken. Als er door het glas heen naar buiten wordt gekeken vallen de puntjes al snel weg in het zicht, maar het kan wel als storend ervaren worden. Van buitenaf zijn de puntjes veelal niet of nauwelijks zichtbaar. Standaard heeft het vacuümglas een vlakke afwerking. Er is ook vacuümglas dat voorzien is van een laag getrokken glas. Dit wordt met het vacuümglas gelamineerd, waardoor het gehele glaspakket dikker wordt. Met een minimale dikte van 11 mm komt het dan qua dikte overeen met monumentenglas met spouw. Vacuümglas vraagt wel om een grotere investering dan de alternatieven. De terugverdientijd ligt op de middellange termijn.

Voorzetbeglazing

Voor het beeld en karakter van een historisch gebouw is voorzetbeglazing meestal niet bevorderlijk. In situaties waarbij het aanzicht en

beleving van het glas juist van binnenuit van groot belang is kan daarvoor gekozen worden. Bijvoorbeeld bij de gebrandschilderde glas-inlood vensters van kerken. Het bijkomende voordeel van voorzetbeglazing is dat het ook het waardevolle glas beschermd tegen weersinvloeden en vandalisme. Het is van belang dat er ruimte zit tussen het glas en de voorzetbeglazing en dat er langs de randen voldoende ventilatiemogelijkheden zijn. Het aanzicht aan de buitenzijde verandert helaas wel. Het glas zal minder zichtbaar zijn en het gaat spiegelen. Ontspiegeld voorzetglas heeft veelal een waas waardoor het ten koste gaat van de helderheid.

Raamfolie

Bij enkel en dubbel glas kan de isolatiewaarde ook verbeterd worden met isolerende raamfolie. De raamfolie werkt vooral ook warmtereflecterend. De folie wordt op de binnenzijde van het glas aangebracht. De voorkeur gaat uit naar folies die met water aangebracht worden in plaats van met een kleefstof. Deze zijn namelijk veel beter te verwijderen als de levensduur verstreken is. Met raamfolie op enkel glas is het warmteverlies door het venster met 40% te beperken. Goede isolerende raamfolie is niet goedkoop. Vaak is het net zo duur als standaard HR++ glas. Het voordeel is echter dat het bestaande (historische) glas gehandhaafd kan worden en dat het nog wel een stuk goedkoper is dan isolerend enkelglas of monumentenglas met spouw.

Kozijnfolie

Een eenvoudige quick-win maatregel is de toepassing van kozijnfolie. De kozijnfolie is gemakkelijk aan te brengen op de binnenzijde van het kozijn met dubbelzijdige tape. Door het te föhnen trekt de folie strak. Er ontstaat een buffer met stilstaande lucht. Het gaat slechts twee tot drie jaar mee. Daarnaast is het vrij kwetsbaar bij aanraking. De jaarlijkse besparing is echter al viermaal groter dan de kosten van de kozijnfolie. Het vormt natuurlijk geen fraaie en duurzame oplossing, maar wel een effectieve.



Analyse

Een groot deel van de vensters zijn nog oorspronkelijk en hebben een hoge monumentenwaarde. Behoud is bij deze vensters het uitgangspunt. De vensters zijn nog deels van getrokken glas voorzien, met name ter plaatse van de bovenlichten. Uitzonderingen hierop zijn de grote pui in de fruitschuur, de aangepaste gevelopeningen van de keuken en de dakkapel in de badkamer welke een indifferente monumentenwaarde hebben maar vanwege het gebruikte dubbelglas juist weer een redelijke isolatiewaarde hebben.

De vensters die reeds voorzien van achterzetbeglazing hebben al een dusdanig isolerende werking dat deze niet verstorend zijn voor de balans van verduurzamingsmaatregelen. Het is bovendien totaal niet rendabel om hier nog aanvullende maatregelen te nemen.

De vensters waar nog geen isolerende maatregelen zijn genomen kunnen op eenzelfde wijze van achterzetbeglazing worden voorzien. Wellicht is het een mogelijkheid om dun monumentenglas of vacuümglas met een buitenblad van getrokken glas te plaatsen in de bestaande kozijnen. Dan moet er wel rekening worden gehouden met het extra gewicht van het glas waar de tegengewichten in de schuifvensters op moeten worden aangepast.

Met oog op gebruik en esthetiek kan dit eventueel ook op de begane grond / bel-etage worden toegepast. Dit zal geen renderende maatregel zijn.

en met borstels worden toegepast.

Tochtprofielen infrezen is ook een duurzame oplossing, maar niet altijd even wenselijk bij historisch waardevolle materialen.

Het gebruik van PUR en kit om naden en kieren te dichten is minder wenselijk in de monumentenzorg. Dit kan bij de verwerking en naderhand problemen opleveren. Daarbij is het nauwelijks reversibel doordat het lastig te verwijderen is. Het is raadzamer om gebruik te maken van minerale wollen, folies, afdicht-/compressieband of (kalk)specie om kieren te dichten.

Aandachtspunt: voldoende ventilatie

Let er bij dit alles op dat er voldoende ventilatie nodig is in het pand om vochtproblemen te voorkomen, voor een aangenaam binnenklimaat en om energie te besparen. Kierdichting kan dus betekenen dat er meer regelbare ventilatievoorzieningen moeten worden aangebracht. Omdat er altijd minimale ventilatievoorzieningen nodig zijn kan het op bepaalde plekken zinvoller zijn de kieren niet of gedeeltelijk te dichten. Over het algemeen kan gesteld worden dat kierdichting voor comfortverbetering prima kan, maar dat kierdichting op andere locaties ten einde energie te besparen risico's meebrengt op vochtproblemen op onverwachte locaties. Dit moet dus nooit ondoordacht en als enkele ingreep worden uitgevoerd, maar altijd met een integrale aanpak van het monument.

7.2.5 Kierdichting

Kierdichting valt eigenlijk ook onder isolatie omdat daarmee de warmtedoorstroom via lucht naar buiten beperkt en/of beter gereguleerd wordt. Bij historische gebouwen kan al veel winst behaald worden door de versleten onderdelen te herstellen bij aansluitingen, hang- en sluitwerk en wisseldorpels van schuiframen.

Materialen voor kierdichting

Bij deuren en ramen kunnen er opbouwtochtprofielen en strips van RVS en butylrubber



Analyse

Door de isolatiemaatregelen waarbij het gebouw ook luchtdichter wordt, vindt er automatisch al kierdichting plaats. Achterzetbeglazing is ook vorm van kierdichting. Verder kan kierdichting verbeterd worden door de deuren en ramen na te lopen en als nodig opnieuw af te hangen. Ramen en deuren kunnen aanvullend van tochtprofielen worden voorzien. Voor kierdichting is het van belang kieren bij aansluiting van verschillende scheidingsconstructies te dichten. Denk hierbij van de aansluiting van de gevel op het dak of de vloer. Via kieren naar onverwarmde ruimten (keldertrap, deel) gaat ook warmte verloren, al zullen de drukverschillen tussen verschillende binnenruimten en daarmee de luchtstroom minder groot zijn dan ten opzichte van buiten.

Let op! Elke maatregel die de ventilatie door kieren beperkt moet in principe weer ook gecompenseerd worden door bijvoorbeeld mechanische ventilatie.

Om vochtproblemen te voorkomen, kan het beste de natuurlijke ventilatie door kieren zoveel mogelijk gehandhaafd worden. Op locaties dat tocht door kieren tot comfortproblemen leidt, kan overwogen worden om op een non-invasieve wijze kierdichting toe te passen.

Bij balansventilatie (met WTW) moeten kieren juist gedicht worden. De balansventilatie moet hier wel voor compenseren.

7.2.6 Zonwering

Bij historische gebouwen is het veelal niet even wenselijk om zonneschermen, screens of rolluiken te plaatsen. Om de temperatuur in het gebouw zomers niet teveel op te laten lopen is het wel van belang om de zon te kunnen weren. Daarmee kan voorkomen worden dat er kostbare energie verbruikt hoeft te worden om het gebouw te koelen. Er zijn een aantal mogelijkheden die de cultuurhistorische waarden van het gebouw niet verstoren.

Bomen

Een grote boom naast het gebouw kan zorgen voor verkoeling. Door de schaduwwerking beperkt het de stralingswarmte van de zon die het gebouw opneemt en door de vensters naar binnen dringt. Daarnaast kan een boom door verdamping, waarvoor het energie van de zon en uit de lucht gebruikt, ook de omgeving van het gebouw iets afkoelen. Leilindes worden traditioneel al ingezet als zonwering bij historische gebouwen. Leilindes hebben een dicht bladerdek die de zon tegenhoudt en de takken zijn gemakkelijk te leiden en te snoeien als een recht scherm.

Luiken en gordijnen

Luiken hebben niet alleen een warmte-besparende functie, maar zijn juist ook bedoeld voor zonwering. Raamluiken kunnen zich zowel aan de buiten- als binnen zijde bevinden. Verdwenen luiken kunnen teruggebracht worden. Als luiken niet meer goed functioneren dan is het zinvol om dat op te lossen. Gordijnen kunnen ook veel warmte van de zon tegenhouden. Zeker als ze voorzien zijn van een witte of reflecterende laag aan de raamzijde. Het nadeel van luiken en gordijnen is dat ze de doorkijk en lichtinval belemmeren waardoor het sluiten niet altijd wenselijk is. Luiken met lamellen, lamelgordijnen of lichtdoorlatende gordijnen laten nog wel het nodige daglicht door.

Raamfolie

Er zijn ook zonnewarmtewerende raamfolies. Vanwege de bekende (veelal goedkope) verduisterende en spiegelende folies roept dit bij historische gebouwen snel een negatief beeld op. Er zijn echter ook hoogwaardige folies die minimaal getint zijn, maximaal licht doorlaten en goede zonnewarmtewerende prestaties hebben. Bijvoorbeeld de 3M prestige exterior series. Deze laten bijvoorbeeld de infraroodwarmtestraling van de zon bij een laagstaande zon zoveel mogelijk door, terwijl het bij een hoogstaande zon geweerd wordt. Hierdoor kan in de winter wel de zonnewarmte doordringen in het gebouw. Deze folies moeten meestal aan de buitenzijde worden



aangebracht. Een bijkomend voordeel is dat ze ook voor meer dan 99% de UV- straling tegen houden, waardoor ook historische interieurs beter beschermd zijn. De kosten voor de folie en aanbrengen zijn vergelijkbaar met die van screens aan de buitenzijde. Het heeft wel een middellange terugverdientijd als het doel is om energie te besparen op koeling. De comfortverbetering kan echter een doorslaggevend argument vormen.

Analyse

De plaatsing van buitenzonwering zoals zonneschermen, rolluiken en screens is bij het historisch waardevolle complex minder wenselijk. De leilinden rondom het voorhuis zorgen bovendien voor schaduw gedurende de zomer. Bij de westgevel zijn er wel bouwhistorische aanknopingspunten om persiënnes aan de buitenzijde toe te voegen bij de keuken en bij de slaapkamer keuken. Aanvullend kunnen goede gordijnen worden aangebracht aan de binnenzijde. Dit houdt 's zomers zonnewarmte buiten en helpt ook met het beperken van warmteverlies in de winter.

7.2.7 Bufferzones

Een andere efficiënte manier om warmteverlies te beperken is om bufferzones of compartimenten met verschillende temperaturen te creëren. Hoe groter ΔT , het verschil tussen de temperatuur binnen en buiten, hoe hoger het warmteverlies is. Met bufferzones met daarin een tussenliggende temperatuur kan het temperatuurverschil met buiten verkleind worden. Een direct effect is dat door de stilstaande lucht in de bufferzone er minder convectieverliezen zijn door de wind. Een deel van de warmte verdwijnt uiteindelijk alsnog door straling en convectie in de bufferzone via de buitenschil naar buiten toe.

De zolder als afscheiding

Maar ook worden de geleidingsverliezen lager als het oppervlak van de schil om de verwarmde ruimtes kleiner wordt door compartimentering. Een voorbeeld daarvan is toe te passen bij de zolder. Door de zolder als onverwarmd compartiment af te scheiden van

de onderliggende verwarmde bouwlagen. Dan kan er vanuit de verwarmde bouwlagen nog enkel warmteverlies optreden via de zoldervloer dat een veel kleiner oppervlak heeft dan het dak.

Andere bufferzones

Een bufferzone zoals een serre kan daarnaast ook gebruikt worden om op zonnige momenten de warmte door zoninstraling te benutten. Zelfs een open veranda of carport kan een bijdrage als bufferzone leveren aangezien de temperatuur daaronder al gauw een paar graden hoger ligt dan buiten.

Deurdrangers

Buitendeuren worden meestal wel netjes afgesloten. Maar er gaat vaak ook veel warmte of koelte verloren door open deuren tussen de verschillende compartimenten of ruimtes van een gebouw. Deurdrangers kunnen daar een handig hulpmiddel bij vormen.

Analyse

De kelder, de zolder, de deel en het bakhuisje zijn bufferzones. De temperatuur is hier warmer dan de buitenlucht en zorgt dusdanig voor een beperking van het warmteverlies vanuit de verwarmde woonruimten. Dit verlies kan verder beperkt worden door de scheiding tussen het woonhuis en de 'bufferzone' te isoleren. Bij de zolder zal dit nagenoeg geen effect hebben omdat de kap al geïsoleerd is, wel kan door de zoldervloer te isoleren het verliesoppervlakte van de thermische schil verkleind worden en de kierdichting verder worden verbeterd. Ook kan zoldervloer isolatie voor een betere geluidsisolatie zorgen in relatie tot het plaatsen van installaties op de zolder. Het isoleren van de kelder zelf is vanwege de hoge vochtbelasting op de kelder niet wenselijk. Mogelijk kan de vloer naar de kelder boven de troggewelven worden geïsoleerd door isolatiemateriaal onder de houtenvloer in te blazen. Vanwege de losse voegen van de natuurstenen tegels in de gang is isolatie hieronder aanbrengen ook mogelijk, dit kan dan worden gecombineerd met werkzaamheden om de tegels te fixeren.

Het isoleren van de scheiding tussen het woonhuis en de deel en eventueel de



fruitschuurafhankelijk van het gebruik van een deel van de fruitschuur als woon/kantoor ruimte kan, uitgaande van een onverwarmd deel/fruitschuur, een aanzienlijke energiebesparing opleveren. De thermische schil wordt dan aanzienlijk verkleind. De plaatsing van deze inwendige thermische schil is uiteraard afhankelijk van het gebruik.

Een deel van de fruitschuur is mogelijk op een vergelijkbare manier als een serre of tuinkamer te gebruiken. De grote pui zorgt voor veel zoninval waardoor deze ook gedurende stookseizoen mogelijk

comfortabel is bij zonnig weer zonder dat verwarming nodig is.

Gebruik van het bakhuisje als tochtportaal licht gezien de locatie van het toilet en de douche niet voor de hand. Dit zijn de enige ruimten die bij het woongedeelte horen die aan het bakhuisje grenzen. Gebruik van de deel zelf als een groot tochtportaal is wel mogelijk.



7.3 Efficiënter gebruik fossiele brandstoffen



7.3.1 Rendementsverbetering cv- installatie

In de regel is een cv- ketel die ouder is dan 12-15 jaar aan vervanging toe. De kosten voor onderhoud worden dan steeds hoger en de betrouwbaarheid neemt af. Daarnaast ligt de efficiëntie dan zo laag vergeleken bij moderne cv- ketels, dat vervanging vrij snel terug verdiend kan worden. Ook een halfopen ketel met alleen een afvoerbuis en geen luchtaanvoerbuis is uit veiligheidsoverweging aan vervanging toe.

Regelmatig onderhoud

Het is belangrijk om regelmatig onderhoud aan uw cv-ketel te laten uitvoeren. Dit draagt niet alleen bij aan de betrouwbaarheid, maar ook aan het rendement. Bij een onderhoudsbeurt wordt de ketel opnieuw afgesteld en dat kan een rendementsverbetering opleveren van 5%. Bij een verkeerd afgestelde ketel kan dat oplopen tot wel 25%. De instellingen kunnen namelijk erg variëren afhankelijk van de ketelcapaciteit, de benodigde warmte en de cv-installatie in uw gebouw. Het kan geen kwaad om dat zelf ook even met de onderhoudsmonteur te bespreken.

Retourtemperatuur cv

Een HR ketel haalt zijn hoge rendement enkel als de temperatuur van het cv- water dat retour komt lager dan 40 graden ligt. Dan kunnen de hete rookgassen beter afkoelen (condenseren) tegen het water. Vaak staat de aanvoertemperatuur op 80 graden ingesteld. Het water koelt onderweg in veel situaties maar 10 tot 20 graden af. Dan is de retourtemperatuur veel te hoog. Een manier is om de aanvoertemperatuur te verlagen. Een andere mogelijkheid is om de pompsnelheid te verlagen waardoor het water onderweg langer de tijd heeft om af te koelen.

Temperatuur warm water

De minimale temperatuur voor de warmwatervoorziening (ook wel genoemd

warm tapwater of sanitair warm water, sww) van de cv- ketel bedraagt 60 graden in verband met legionella. Als de temperatuur van de warmwatervoorziening hoger staat, dan kunt u deze naar beneden bijstellen. Dat kan aanzienlijk schelen in de kosten. Na installatie staat de temperatuur nogal eens wat hoger ingesteld omdat dit minder snel leidt tot klachten over bijvoorbeeld een te koude douche.

Eco- stand warmwatervoorziening

Veel moderne cv- ketels beschikken over een comfortstand en een eco- stand voor de warmwatervoorziening. In de comfortstand blijft de warmtewisselaar in de cv- ketel op temperatuur. Dit zorgt ervoor dat je sneller warm water hebt. Dit verbruikt echter wel meer gas. Bij de eco- stand is in een huishouden zo'n 10-20 m³ gas per jaar te besparen. Dit is vooral zinvol als je dagelijks maar af en toe warm water gebruikt. Bijvoorbeeld als alle bewoners overdag op hun werk zijn. Gebruik je regelmatig water gedurende de dag, dan bespaar je alsnog, maar wel minder. Het nadeel is dat je bij de eco- stand enkele tot 30 seconden extra wachttijd hebt bovenop de tijd dat het kost voor het warme water de kraan bereikt via de leiding. Daarmee verspilt je ook water. De kosten van water in Nederland wegen echter bij lange na niet op tegen de energiebesparing. Klimaatadaptief gezien is het dus een minder goede oplossing.

Waterzijdig inregelen installatie

Als de gehele cv-installatie in balans is, dan wordt elke radiator even warm. Bij modernere radiatoren kan de doorvoer afgesteld worden. Hierdoor kunnen radiatoren dicht bij de cv-ketel iets geknepen worden zodat alle radiatoren evenveel warmte krijgen.

Lage temperatuurverwarming (ltv)

Een lage temperatuur cv- installatie wordt meestal gebruikt in combinatie met warmtepompen en vloer- en/of



wandverwarming. Toch kan dat ook toegepast worden bij een standaard cv-ketel. Afhankelijk van hoe goed het gebouw geïsoleerd is kan de aanvoertemperatuur mogelijk zelfs verlaagd worden tot een graad of 65. Er zijn speciale convectorradiatoren hiervoor verkrijgbaar. Maar als er bijvoorbeeld radiatoren hangen in het gebouw met teveel capaciteit, dan kan de temperatuur gemakkelijk omlaag. Ook is het een mogelijkheid om bestaande radiatoren uit te rusten met radiatorventilatoren. Hierdoor kan het afgiftevermogen van de radiator verhoogd worden. Door een temperatuursensor schakelen de ventilatoren alleen aan als de radiator warm is. De ventilatoren plaats je bijvoorbeeld aan de onderzijde uit het zicht. Als er convectorradiatoren zijn, dan kunnen ze daar vaak ook binnenin geplaatst worden. Er is natuurlijk wel een stroomaansluiting nodig. Het verbruik van de ventilatoren weegt op tegen de verbeterde efficiëntie van de cv-installatie. Door de aanvoertemperatuur van de cv-ketel op een koude dag in de winter stapje voor stapje te verlagen kan bekeken worden wat de minimale stand is. Dit kan natuurlijk ook nog handmatig gevarieerd worden afhankelijk van het seizoen.

Bij overcapaciteit van de radiatoren of als deze vervangen worden door lage temperatuur radiatoren, dan is het ook een mogelijkheid om juist wel de aanvoertemperatuur van de cv-ketel hoog te houden. Doordat de ruimtes erg snel op temperatuur komen, kan er dan een stevige nachtverlaging worden toegepast. Dit is vooral ook interessant bij een niet of minimaal geïsoleerd gebouw.

Radiatorfolie

Bij on- of minder geïsoleerde gebouwen verdwijnt er veel warmte direct van de radiator naar buiten toe. De radiator warmt de achterliggende buitenmuur op via warmtestraling- en convector. De buitenmuur verliest deze warmte weer naar buiten toe. Hoe groter het verschil in de temperatuur van de muur en de buitenlucht, hoe groter het

warmteverlies. Door radiatorfolie aan te brengen wordt een groot deel van de warmte eerst de ruimte in gereflecteerd in plaats van direct opgenomen in de muur. Dat kan ook zorgen voor een betere spreiding van de warmte door de ruimte. Radiatorfolie kan tegen de muur en tegen de achterzijde van de radiator worden aangebracht. Radiatorfolie verdient zichzelf meestal al binnen een jaar terug.

Optimale plaatsing radiatoren

Als het op bepaalde plekken in het gebouw kouder aanvoelt of er is plaatselijk sprake van een tocht of koudeval, dan kan dat mogelijk verholpen worden door de radiatoren anders te plaatsen. Het plaatsen van radiatoren onder de ramen zorgt voor minder last van tocht en koudeval die van de ramen afkomt. Ook geven radiatoren stralingswarmte af. De ruimte direct voor de radiator kan dus het beste vrij blijven van grote obstakels. Als een radiator een niet monumentale omtimmering heeft, dan scheelt het aanzienlijk als deze wordt verwijderd. Daarnaast is het belangrijk dat een radiator, afhankelijk van het type, op de juiste afstand van de muur geplaatst wordt. Als deze afstand te klein is, dan kan de radiator minder goed zijn warmte kwijt en verspreidt de warmte minder goed door de ruimte.

Isolatie cv- leidingen

Door een gebouw lopen meestal vele meters aan cv-leidingen. Hierdoor gaat vaak een deel van de warmte verloren op de verkeerde locaties zoals onverwarmde ruimtes, zolder of kruipruimtes. Zowel de aanvoer- als retourleiding moeten geïsoleerd worden. Buisisolatie is goedkoop en kan al gauw tientallen euro's per jaar besparen. Het isoleren van warmwaterleidingen is onveilig. Dat geeft een groot risico op legionella.

Thermostaat

De thermostaat een graadje lager zetten of dag- en nachtstand gebruiken valt meer onder gedrag. Dat geldt ook voor slimme thermostaten die inzicht geven in het energieverbruik en bijvoorbeeld automatisch



aanschakelen als er iemand thuis komt. Het maakt wel uit of er een aan/uit thermostaat gebruikt wordt of een modulerende thermostaat. Als een aan/uit thermostaat aangeeft dat de cv- ketel aan moet, dan zal deze op maximaal vermogen gaan opwarmen. Op moment dat de temperatuur doorschiet naar boven, dan geeft de thermostaat weer een uitsignaal. In de praktijk kan dit er voor zorgen dat de temperatuur in het gebouw schommelt met één tot anderhalve graad. Dat is minder rendabel dan dat de temperatuur regelmatig blijft en de cv- ketel op verschillende standen (modulerend) kan verwarmen. Daar zijn modulerende thermostaten voor. Een modulerende thermostaat geeft afhankelijk van het aantal graden dat er verwarmd moet worden door aan de cv- ketel op welke stand hij moet verwarmen. De watertemperatuur van de cv- ketel blijft lager als hij slechts een klein beetje hoeft te verwarmen. Ook kan de cv- ketel bijvoorbeeld terugschakelen naar een lagere stand als de gewenste eindtemperatuur bijna bereikt is. Hierdoor schiet de temperatuur niet te door naar boven. De meeste moderne cv- ketels zijn geschikt voor een modulerend thermostaat. Stadsverwarming is helaas meestal alleen geschikt voor aan/uit.

Zoneverwarming

Een ander hulpmiddel dat helpt bij het gedrag van de gebruikers en de efficiëntie kan verhogen is zoneverwarming. Bij zoneverwarming wordt de temperatuur in het gebouw niet alleen geregeld via de thermostaat die altijd in één ruimte hangt, maar aanvullend ook in elke ruimte individueel. De bekende mechanische thermostaatkranen aan de radiatoren zijn de meest eenvoudige vorm. Een variant hierop vormen de elektronische thermostaatkranen die schakelen op basis van de temperatuur en op een timer. Er zijn echter ook nog geavanceerdere vormen van zoneverwarming die centraal geregeld worden. De goedkoopste variant is prima naderhand te plaatsen. Daarbij komt er een elektronische thermostaatkraan op elke radiator of vloerverwarming, die een draadloze verbinding heeft met de centrale

thermosstaat. Deze regelt de individuele radiatoren. Bij een modulerende cv-ketel kan dan ook de watertemperatuur geregeld worden afhankelijk van de hoeveelheid radiatoren die aangeschakeld worden. Ook kan hierbij de verwarming van de individuele ruimtes volledig geautomatiseerd worden. Een duurdere oplossing die het beste bij een nieuwe aanleg of herziening van de cv- installatie aangebracht kan worden is op basis van een meervoudig schakelende cv- installatie of op basis van zonregelkleppen. Hierbij zijn elektrische kleppen in de cv- installatie of in de retourleidingen aangebracht. Deze worden aangestuurd door aparte thermostaten in de verschillende ruimten.

7.3.2 Vloer- en wandverwarming (Itv)

Lage temperatuurverwarming werkt op een temperatuur tussen de 35 en 55 graden Celsius. Bij gebruik van een warmtepomp is het wenselijk om de temperatuur zo laag mogelijk te houden voor een zo hoog mogelijke efficiëntie. Naast Itv radiatoren/convectoren werkt een Itv het beste met vloer- en wandverwarming. Deze verspreiden de warmte gelijkmatig door de ruimte waardoor er een comfortabel binnenklimaat ontstaat. Vloer- en wandverwarming kan ook in combinatie met een hoge temperatuur cv-installatie gebruikt worden. Dan wordt het afgekoelde retourwater van de vloer- of wandverwarming eerst gemengd met de aanvoer om te voorkomen dat de temperatuur te hoog wordt.

Vloer- en wandverwarming werkt het beste in gebouwen met een hoge gebouwmassa en warmtecapaciteit. Hierdoor werkt de verwarming van het gebouw erg efficiënt omdat de temperatuur dan erg stabiel is en de hr-ketel of warmtepomp gelijkmatig kan verwarmen. Naast verwarmen kan er met vloer- en wandverwarming ook gekoeld worden. Dat is vooral ook geschikt voor passieve nacht- en topkoeling. In combinatie met een hoge gebouwmassa en warmtecapaciteit kan het binnen lang koel blijven tijdens hete perioden in de zomer.



Analyse

De cv- is niet van een dusdanige leeftijd dat deze aan het einde van de technische levensduur is. Wel is de vraag in hoeverre de losse geiser in het bakhuisje ten koste gaat van de efficiëntie van de installatie voor sanitair warm-water en verwarming. Met een optimale plaatsing van radiatoren, het gebuikt van radiatorfolie, de toepassing van zoneverwarming en een verlaging van de cv-temperatuur kan het nog eens extra verhoogd worden.

Bij de voorgestelde gevelisolatie is de toepassing van wandverwarming ook erg interessant. Daarmee kan een rendabel ltv systeem gecreëerd worden in combinatie met een hr-ketel of warmtepomp. Ook is dat erg geschikt voor topkoeling met een warmtepomp wat in combinatie met de hoge warmtecapaciteit van de voorgestelde muurisolatie een groot positief effect heeft op het binnenklimaat in de zomer.

7.3.3 Infraroodpanelen

Met panelen die werken op infrarood (IR) kan op een efficiënte manier bijverwarming worden gecreëerd op plekken waar veel gezeten worden of in ruimtes die weinig in gebruik zijn. Als hoofdverwarming zijn ze minder geschikt, maar door tactisch gebruik van infraroodpanelen kan mogelijk de cv een paar graadjes lager. Infraroodpanelen werken enkel met stralingswarmte en niet ook met convectiewarmte zoals normale radiatoren.

Hierdoor geven ze hun warmte tot een afstand van drie meter af naar een specifieke plek. Bijvoorbeeld een werkplek, zithoek, badkamer of een ontvangstbalie in de koudere hal van een kantoor. Dat geeft een heel comfortabel gevoel ook al is de omringende luchttemperatuur lager. Het effect is vergelijkbaar met een lekker zonnetje op een windvrije dag in de lente. Infraroodpanelen verwarmen nauwelijks de luchttemperatuur in de ruimte. Het heeft dus geen zin om ze aan te laten staan als de gebruikers weg zijn. Daarvoor kan het beste een thermostaat met bewegingssensor ingezet worden. Infraroodpanelen kunnen zowel aan de wand als aan het plafond bevestigd worden. Daarbij zijn ze soms ook decoratief afgewerkt, bijvoorbeeld met een foto.

Analyse

Als er ondanks een goede installatie toch plekken zijn waar de temperatuur te laag ligt voor een prettig comfort, dan valt de lokale toepassing van infraroodpanelen te overwegen. Dit is met name interessant voor locaties die weinig gebruikt worden zoals de badkamer. De verwarming kan dan grotendeels uit staan of op een lagere stand en bij gebruik worden aangevuld met infrarood verwarming.



7.4 Gebruik duurzame energie

7.4.1 Verwarmen

a. Restwarmte of warmtenet

Dit staat ook wel bekend als stadsverwarming of blokverwarming. Hierbij wordt het water verwarmd op een centraal punt, in de wijk of bijvoorbeeld door restwarmte van een energiecentrale. Met buizen wordt het warme water naar de gebouwen gebracht. Dit warme water wordt direct of na menging met het retourwater voor de juiste temperatuur de cv installatie in het gebouw ingeleid. Daarna gaat het afgekoelde retourwater weer terug naar de centrale. Het kan ook voorkomen dat via een warmtewisselaar de warmte overgebracht wordt op een gesloten circulerend cv- systeem in het gebouw. De warmwatervoorziening in het gebouw gebeurt altijd via een warmtewisselaar. Daarmee wordt de warmte overgedragen op het leidingwater. Als de warmtebron duurzaam is, dan levert het gebruik van een warmtenet veel klimaatwinst op. Omdat de tarieven wettelijk gereguleerd zijn en gebaseerd op de gemiddelde gastarieven levert het financieel geen besparing op in vergelijking met een cv- ketel. De huur en service van de warmtewisselaar is vaak duurder dan de kosten van een eigen cv- ketel. Als afnemer ben je gebonden aan één leverancier. Het is dus niet mogelijk om regelmatig over te stappen naar een leverancier met voordeligere tarieven. Het gebruik van een warmtenet in plaats van gas telt echter wel voor een hoger energielabel van het gebouw. Een aansluiting op het warmtenet is niet verplicht en je kan op verzoek ook weer afgesloten worden met verwijdering van de warmtewisselaar. Niet alle leveranciers zijn daar even toegankelijk in en de kosten voor afsluiting kunnen behoorlijk variëren.

b. Zonneboiler & zonnecollectoren

Bij een zonneboiler wordt een vloeistof in zonnecollectoren door de zon verwarmd tot wel 90 graden. De warmte van de vloeistof wordt



via een pomp en leidingen met een warmtewisselaar in een voorraadvat overgedragen aan water. Vandaaruit wordt het geleid naar een elektrische na- verwarmers of een de cv- ketel of warmtepomp om na te verwarmen. Vooral in de winter zal het water extra opgewarmd moeten worden tot minimaal 60 graden. De capaciteit van het systeem wordt afgestemd op het verbruik in de zomer omdat de extra capaciteit die voor de winter nodig is in de zomer anders onbenut wordt. Veelal kan een zonneboiler gecombineerd worden met een moderne cv-ketel of een indirect gestookte cv-ketel met los voorraadvat.

Zonneboilercombi

Er bestaan ook zonneboilercombi's die naast warm water ook de woning verwarmen. Dat werkt het beste met een lage temperatuur verwarming (LTV).

Zonnecollectoren

Zonnecollectoren leveren bij de productie minder CO₂ uitstoot op dan zonnepanelen en het rendement ligt hoger. Ook zijn zonnecollectoren minder gevoelig voor schaduw tijdens een deel van dag. Er zijn verschillende soorten zonnecollectoren. De meeste collectoren hebben een vlakke plaat met daaronder een metalen collector. Daarnaast zijn er vacuümbuiscollectoren die bestaan uit een serie buizen die naast elkaar liggen. Deze hebben een hoger rendement met een laagstaande zon. Hierdoor wordt het seizoen met hoge opbrengst vergroot. Het nadeel is dat de vacuümbuiscollectoren wat dikker zijn en er minder fraai uitzien. Veelal worden ze als een verstoring element beschouwd op historische gebouwen. De vlakkeplaatcollector kan dezelfde afmetingen en dikte hebben als zonnepanelen. Dat maakt het gemakkelijker om beide te combineren terwijl het esthetisch beeld wel acceptabel blijft. Er zijn ook varianten die niet op het dak, maar daarin liggen tussen de pannen. Omdat het

behoud van het historische pannendak bij historische gebouwen en monumenten het uitgangspunt vormt is dat meestal geen optie.

Bijzondere zonnecollectoren

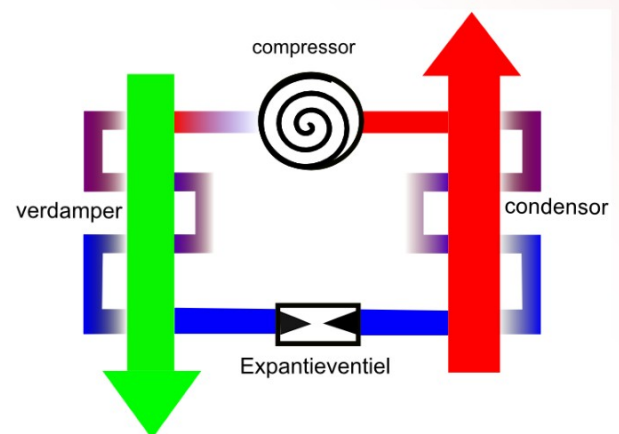
Er zijn tegenwoordig ook collectoren die in de buitenmuur of onder het pannendak verwerkt kunnen worden. De eerste staat nog wel echt in de kinderschoenen en de laatste kan een goede oplossing vormen voor historische gebouwen en monumenten. Ook kan deze variant onder zonnepanelen geplaatst worden. Deze koelen daardoor ook beter af met een hoger rendement tot gevolg. Daarnaast bestaan er hybride (PVT) panelen die PV- zonnecellen en collector combineren. Dat is natuurlijk slim gebruik van het beschikbare oppervlak. De reden dat ze minder gebruikt worden is omdat de prijs tweemaal zo hoog ligt als bij losse zonnepanelen en zonnecollectoren. De terugverdientijd wordt daardoor dus langer. Maar bij een beperkt dakoppervlak of strenge voorwaarden bij monumenten valt het te overwegen.

c. Warmtepompen

Een warmtepomp werkt op het principe van verdampen en condenseren van de vloeistof Freon. In een ideale situatie is de werking van een warmtepomp als volgt:

- 1) Freon kookt onder een normale atmosferische druk bij een temperatuur van -48,5 graden Celsius. De Freon wordt onder een druk van 8,5 bar gebracht in een verdamper zodat het pas bij 5 graden gaat koken. De verdamper wordt vervolgens op kooktemperatuur gebracht met behulp van lucht of water die op een temperatuur van 10 graden ligt. Doordat de warmte aan de lucht of het water wordt onttrokken om het Freon te laten koken, koelt de lucht of het water af. De kokende freon wordt gasvormig als het verdampt.
- 2) Een compressor zuigt het Freongas aan en brengt het vervolgens onder een druk van 30 bar. Onder die druk ligt het kookpunt van Freon op 50 graden.

- 3) Het gasvormige Freon wordt vervolgens in de condensor afgekoeld met water op een temperatuur die onder het kookpunt van de Freon ligt waardoor het gasvormige Freon condenseert en weer een vloeistof wordt. Het water warmt daarbij op.
- 4) Bij de vloeibare Freon die nog steeds onder een druk van 30 bar staat wordt de druk verlaagd met een expansieventiel, waarna het weer opnieuw naar de verdamper geleid wordt.



Koelen

Het water of de lucht die gebruikt wordt om het Freon op te warmen en te laten koken in de verdamper wordt dus afgekoeld. Deze koude kan gebruikt worden om te koelen of worden opgeslagen voor later gebruik.

Verwarmen

Het water dat gebruikt wordt om de verdampte en gasvormige Freon af te koelen in de condensator wordt dus opgewarmd. Deze warmte kan gebruikt worden om te verwarmen of worden opgeslagen voor later gebruik.

Energieverbruik en rendement

De meeste energie die gebruikt wordt bij een warmtepomp wordt dus onttrokken uit het water of de lucht. Door de compressor en pompen in de warmtepomp wordt elektriciteit gebruikt. Bij een warmtepomp is de hoeveelheid energie die uit het water of de lucht wordt onttrokken gemiddeld viermaal zo groot als de benodigde elektriciteit. Het rendement op het elektriciteitsverbruik ligt



daarbij dus op 400%. In totaal maakt dat $4+1 = 5$ delen, ofwel de COP (Coëfficiënt of Performance). Ter vergelijking, een hr-ketel heeft een energetisch rendement van 107%.

Als de temperatuur van de lucht of het water, dat gebruikt wordt om het Freon op te warmen en te laten koken in de verdamper, te koud is, dan moet dat eerst extra verwarmd worden. Daarvoor wordt dus weer warmte onttrokken uit de warmtepomp die niet gebruikt kan worden voor het verwarmen. Bij een warmtepomp met bodembron op constante temperatuur zal dat minder snel nodig zijn. Maar bij een lucht-lucht waterpomp komt dat in de winter al gauw voor als de luchttemperatuur kouder is dan 10 graden. Een lucht-lucht warmtepomp heeft veelal een COP van 4-6 in de zomer en een COP van 2-3 in de winter. Bij een water-waterwarmtepomp blijft de COP het gehele jaar door 5-6.

Als door toepassing van een warmtepomp de gasaansluiting weg kan, dan komt er nog een extra besparing bij naast de besparing van de warmtepomp. Dit is afhankelijk van de vastrechtkosten van de gasleverancier. Al is de kans groot dat deze besparing bij huishoudens (grotendeels) weer op gaat aan de meerkosten voor het koken op elektriciteit in plaats van gas.

d. Lucht-water warmtepomp

Een lucht-water warmtepomp haalt de warmte of koude uit de buitenlucht. Dat kan met een aparte collector(ventilatie- unit) buiten en een warmtepomp unit binnen (split-unit) of met een monoblock waarbij alles in één buitenunit is ondergebracht. Daarnaast zijn er ook warmtepompen die een geïntegreerde buffertank hebben, waardoor een externe buffertank niet nodig is. Een aandachtspunt is het geluid dat de warmtepomp maakt. Daarbij gaat het niet alleen om het directe geluid van de ventilator/compressor, maar vaak ook het contactgeluid door een verkeerde bevestiging/plaatsing. Ze worden gelukkig wel steeds stiller en er bestaan ook geluidsabsorberende behuizingen voor. Vanwege de lage prijs zien we dat dit type

warmtepomp het meest wordt toegepast. De terugverdiëntijd ligt tussen de korte- en middellange termijn in. Dat is wel in ideale omstandigheden met een maximaal geïsoleerd gebouw.

e. Water-water warmtepomp

Een water-water warmtepomp haalt de warmte of koude met een vloeistof uit een bron. Meestal wordt er een gesloten bodembron gebruikt. Maar het kan ook met een grondwaterbron, oppervlaktewater, passieve lucht- en zonnewarmtewisselaars, of met warmte- en koudeopslag in een reservoir.

Open systeem

Bij een open systeem zoals een grondwaterbron of oppervlaktewater wordt er rechtstreeks in de warmtewisselaar warmte- en koude overgedragen met het grond- of oppervlaktewater. Een grondwaterbron is geschikt als er erg veel capaciteit nodig is. Om het grondwater te bereiken moet er diep (25-150 meter) geboord worden om een pompput en retourput in de bodem aan te brengen. Dat is vrij kostbaar en er wordt ook niet altijd een vergunning voor afgegeven. Daarnaast vergt het systeem vrij veel onderhoud. Een grondwaterbron wordt meestal alleen toegepast bij collectieve voorzieningen of bij bedrijven. De terugverdiëntijd ligt op de middellange tot lange termijn. Dat is wel in ideale omstandigheden met een maximaal geïsoleerd gebouw.

Gesloten systemen (brine)

Bij een gesloten systeem wordt er een vorstvrij vloeistofmengsel gebruikt (brine) om de warmte- of koude uit de bron te halen. Deze vloeistof stroomt bij een bodembron door een gesloten lusvormig buizensysteem dat in de bodem is aangebracht, de zogenaamde bodemcollector. De bodemcollector kan horizontaal of verticaal worden aangebracht in de bodem. Daarnaast kunnen ook aardwarmtekorven, een aardwarmtesonde of energieheipalen toegepast worden. Een brine water-waterpomp kan tot 27% besparen op het energieverbruik. De terugverdiëntijd van een



brine water-waterpomp ligt op de middellange termijn. Dat is wel in ideale omstandigheden met een maximaal geïsoleerd gebouw.

Bij een horizontale bodemcollector worden het buissysteem op een diepte van 1 meter in de bodem ingegraven en neergelegd. Bij een verticale collector worden de buizen met grondboringen aangebracht. Een aardwarmte sonde is een buis met een grotere diameter (15-20cm) met een lengte van 10-15 meter die verticaal in de bodem wordt aangebracht. Aardwarmtekorven zijn gemaakt van buizen die in een spiraal een korf vormen. Deze worden op 1 tot 4 meter diep ingegraven. Bij energieheipalen zijn de buizen in de heipalen meegestort. Dit kan interessant zijn bij een historisch gebouw waar funderingsherstel moet worden uitgevoerd.

Een horizontaal systeem is goedkoper dan een verticaal systeem, maar is minder constant in temperatuur en rendement en heeft een groot oppervlak nodig. Een systeem met aardwarmtekorven is qua eigenschappen en prijs vergelijkbaar met een horizontaal systeem, maar heeft minder ruimte nodig. Een verticaal systeem is zeer constant qua temperatuur en rendement en kan op een kleine locatie worden toegepast. Een verticale aardwarmtesonde zou daarvoor een goedkoper alternatief moeten vormen.

Bij gebruik van oppervlaktewater wordt soms ook een gesloten systeem gebruikt evenals bij gebruik van opslagreservoirs. De brine vloeistof wordt geleid door warmtewisselaars die zijn geplaatst in het water om de warmte of koude daaraan te onttrekken. Op dezelfde manier kan ook warmte en koude uit de lucht of warmte van de zon onttrokken worden. Dat laatst wordt nauwelijks toegepast omdat er dan eerder voor een lucht-water warmtepomp gekozen wordt.

Er zijn brine water-water warmtepompen die meerdere broningangen hebben. Daarmee kunnen er meerdere bronnen gecombineerd worden en kan er ook een buffervat tussen bron en warmtepomp worden toegevoegd. Dat

laatste kan interessant zijn bij een minder constante bron zoals zonnewarmte.

f. Hybride warmtepomp

De warmtepomp kan goed gecombineerd worden met een cv- ketel. Dat wordt ook wel een hybride warmtepomp genoemd. De warmtepomp draagt zorg voor het verwarmen van het huis. De cv- ketel springt bij als de warmtepomp het niet meer alleen aan kan, dus voornamelijk bij de koudere dagen van het jaar. Ook wordt de cv- ketel gebruikt voor warmwatervoorziening of als na- verwarming van de warmwatervoorziening. Het voordeel is dat daardoor de warmtepomp een lagere capaciteit kan krijgen wat bespaard in de investering. Het gebruik van een hybride warmtepomp wordt pas zinvol als het gebouw wel voldoende is (na-)geïsoleerd. Anders zal de cv- ketel te vaak moeten bijspringen en daalt de efficiëntie teveel. Als aan deze voorwaarde is voldaan, dan kan een hybride warmtepomp zo'n 18% aan kosten besparen op het energieverbruik bij een minimaal geïsoleerd gebouw. De terugverdientijd van 14-18 jaar in combinatie met een nieuwe hr- ketel ligt wel iets boven de middellange termijn. Bij gebruik van een bestaande hr-ketel ligt de terugverdientijd ietsjes lager. Dat geldt bij een minimaal geïsoleerd gebouw. Als bij een betere isolatie de hr- ketel niet of nauwelijks hoeft bij te springen voor verwarming is het rendement hoger en wordt de terugverdientijd lager.

Alles combineren

Een hybride warmtepomp met cv-ketel is eveneens te combineren met een zonneboiler. Dan wordt de warmwatervoorziening bijna volledig door de zonneboiler verzorgd. De cv- ketel hoeft dan alleen nog maar in de winter wat bij te springen voor de cv of het warme water.

Een hybride warmtepomp is veelal een warmtepomp van het lucht-water type. Dus met een ventilator- buitenunit. Er zijn ook enkele hybride warmtepompen op de markt die werken op het water-water principe. Dat kan in combinatie met bodemwarmte- of opslag.



Maar dat kan ook in combinatie of aanvullend met zonnecollectoren en een buffervat zoals bij de (brine) water-water warmtepomp is uitgelegd (7.4.1 e).

g. Ventilatielucht warmtepomp

Een ventilatielucht warmtepomp gebruikt de warmte uit ventilatielucht van normale mechanische ventilatie, geen balansventilatie. Een deel van de warmte die naar buiten toe verloren gaat via de ventilatie wordt dus weer gebruikt. Hiermee kan echter niet volledig verwarmd worden, zeker niet bij slechter geïsoleerde gebouwen. Het vormt een aanvulling op een bestaande hr-ketel, volledige of hybride warmtepomp. Bij historische gebouwen die aanzienlijk luchtdicht geïsoleerd en kiergedicht worden en er veel mechanische ventilatie nodig is, kan dit interessant zijn. Bij minder geïsoleerde gebouwen die minimaal mechanisch geventileerd hoeven te worden is het vaak minder rendabel.

h. Lucht-lucht warmtepomp

Bij lucht-lucht-warmtepompen wordt de warmte gehaald uit de buitenlucht die binnenshuis weer wordt verspreid. Ze zijn vergelijkbaar met airco-units, maar het verschil is dus dat ze het warmtepomp principe gebruiken om te verwarmen en te koelen en geen compressiekoeling-verwarming. Daarnaast zijn er ook varianten zoals luchtgordijn warmtepompen.

Analyse

In combinatie met het uitvoeren van isolatiemaatregelen kan lage temperatuurverwarming in combinatie met duurzame warmteopwekking middels een warmtepomp de stookkosten en de milieubelasting van de verwarming verminderen. Dit kan middels een lucht-water of (brine)water-water warmtepomp met bodemcollector of -bron, al dan niet in hybride opstelling met een hr-ketel. Een (brine)water-water warmtepomp is efficiënter dan de lucht-water warmtepomp en heeft als voordeel dat er passief gekoeld kan worden. Als bodemcollector kan zowel een verticale bodemcollector, een horizontale bodemcollector als ook het gebruik van

aardkorven uitkomst bieden. De keuze voor de juiste bodemcollector is mede-afhankelijk van de samenstelling van de bodem.

Voor sanitair warm water kan het rendabel zijn om in combinatie met de hr-ketel en/of warmtepomp een zonneboiler of een warmtepompboiler met boilervat toe te passen. De warmtepomp boiler is vanwege de hoge temperatuur van sanitair warm water minder efficiënt dan de warmtepomp voor (lage temperatuur) verwarming. In combinatie met zonnepanelen kan de warmtepompboiler wel gebruikt worden als korte termijn energieopslag. Door het overschot van de opgewekte elektriciteit met zonnepanelen gedurende de dag te gebruiken om het water in het boilervat vast op te warmen kan een groter deel zelf gebruikt worden. Dit is met name interessant na het afschaffen van de salderingsregeling voor zonne-energie.

De nieuwe pui in de fruitschuur heeft een groot glasoppervlakte op het zuidzuidoosten en vangt vooral 's ochtends in de winter veel zon. Wanneer dit deel van de fruitschuur bij de woning betrokken wordt kan het lonen om de warmte door de woning te spreiden middels luchtcirculatie op zonnige dagen gelijk aan bij een serre. Bij gebruik van een balansventilatie kan de warme lucht vanuit de serre via de warmtewisseling de warmte in de rest van de woning ten goede komen zonder dat hiervoor circulatie tussen de ruimten zelf nodig is.

i. Pelletkachel of biomassaketel

Een pelletkachel of biomassaketel vormt een alternatief om het gebouw zonder aardgas te verwarmen. Of het beter is voor het klimaat qua CO₂ en ecologische footprint dan het gebruik van gas is echter de vraag. Daarnaast heeft de fijnstof-uitstoot ook invloed op de kwaliteit van de buitenlucht en daarmee de gezondheid. Kinderen, ouderen en mensen met longaandoening zijn daar gevoelig voor. Gas is wat dat betreft veel schoner. Wel zijn ze tot 95% schoner dan gewone houtkachels. Een pelletkachel-cv kan werken met warme lucht dat via buizen andere kamers in geblazen wordt, of met een standaard cv-

verwarmingssysteem. Een pelletkachel zorgt niet voor de warmwatervoorziening. Dat doet een biomassaketel wel. De werking is vergelijkbaar met een hr- ketel, behalve dat de brandstof verschilt. Voor de brandstof is er een groot voorraadvat. Een pelletkachel of biomassaketel zijn alleen als duurzame oplossing aan te raden als de pellets of andere brandstof gemaakt zijn van zaagsel of snoeihout uit verantwoord beheerde bossen. Dat kan bijvoorbeeld van toepassing zijn bij landgoederen en andere terrein- beherende organisaties.

Analyse

Hoewel het monument op een aanzienlijk perceel staat is het, afhankelijk van de totale warmtevrage, waarschijnlijk niet volledig zelfvoorzienend betreffende de productie van biomassa/snoeihout voor een pellet- of biomassaketel. Aangevuld met snoeihout of pellets uit verantwoord beheerde bossen kan de biomassaketel een alternatief zijn voor een gasgestookte Hr-ketel. Door de vrijstaande ligging van de boerderij zal de belasting van de uitstoot op omwonende beperkt zijn. De investering in een biomassaketel is echter aanzienlijk en vereist ook arbeid van de gebruiker voor het aanvoeren van brandstof en beheer van de voorraad. Een biomassa ketel is vooral interessant als duurzame oplossing bij hoge temperatuur verwarming terwijl bij het uitvoeren van isolatiemaatregelen de woning geschikt kan worden gemaakt voor lage temperatuurverwarming.

7.4.2 Warmte terugwinnen (wtw)

Bij warmterugwinning wordt de warmte uit afgevoerde en gebruikte lucht of water weer teruggewonnen. Dat gebeurt via een warmtewisselaar die de warmte van de afvoer direct overbrengt naar de nieuwe aanvoer.

a. Douche wtw

Bij douche wtw wordt de warmte uit het afvalwater van de douche weer terug gewonnen en gebruikt om de koudwater- aanvoer van de douche te verwarmen. Daarvoor is wel een thermostaatkraan nodig om het water op de juiste temperatuur te mengen. De warmte uit

de doucheafvoer kan teruggewonnen worden met een wtw- douchebak, een wtw- afvoergoot of een afvoerbuys. Bij de laatste is wel een verticale schacht naar beneden nodig

b. Wtw (balans) ventilatie

Bij balans en wtw ventilatie wordt de lucht niet alleen afgezogen, maar wordt ook nieuwe lucht aangevoerd. Bij de afvoer van oude lucht en de aanvoer van nieuwe lucht gaat bij balansventilatie de warmte uit de lucht verloren. Bij wtw ventilatie wordt de warmte uit de afgestote lucht weer teruggewonnen en toegevoegd aan de lucht die weer in het gebouw wordt ingeblazen. Met wtw ventilatie kan 90% van de warmte worden teruggewonnen. Het voordeel ten opzichte van gewone balansventilatie is dat de ingeblazen lucht minder snel koude luchtstromen veroorzaakt.

Analyse

Warmte terugwinnen via ventilatie is een mogelijkheid om ook het warmteverlies van het gebouw tot een minimum te beperken. Dit is met name interessant als het gecombineerd wordt met kierdichting omdat er anders veel luchttransport plaatsvindt via infiltratie/exfiltratie. Het nadeel is dat minder natuurlijke ventilatie het risico op vochtproblemen op specifieke locaties kan vergroten.

Voor de warmtewisseling is het van belang dat luchttoevoer en -afvoer elkaar kruisen. Dit leidt tot extra ventilatiekanalen in het gebouw. Vanwege de zolder die niet in gebruik is als verblijfsruimte en de zone ter hoogte van de bel-etage met de vaste kasten en rookkanalen zijn er wel mogelijkheden om een balansventilatie met warmterugwinning aan te leggen.

Om de warmte uit de ventilatielucht niet verloren te laten gaan kan ook gebruik worden gemaakt van een ventilatielucht warmtepomp. Hiervoor is centrale afvoer van lucht nodig maar geen toevoer. De warmte uit de ventilatielucht wordt dan gebruikt voor de verwarming of sanitair warm water.

Voor de douche kan het, afhankelijk van de intensiteit van het gebruik rendabel zijn om



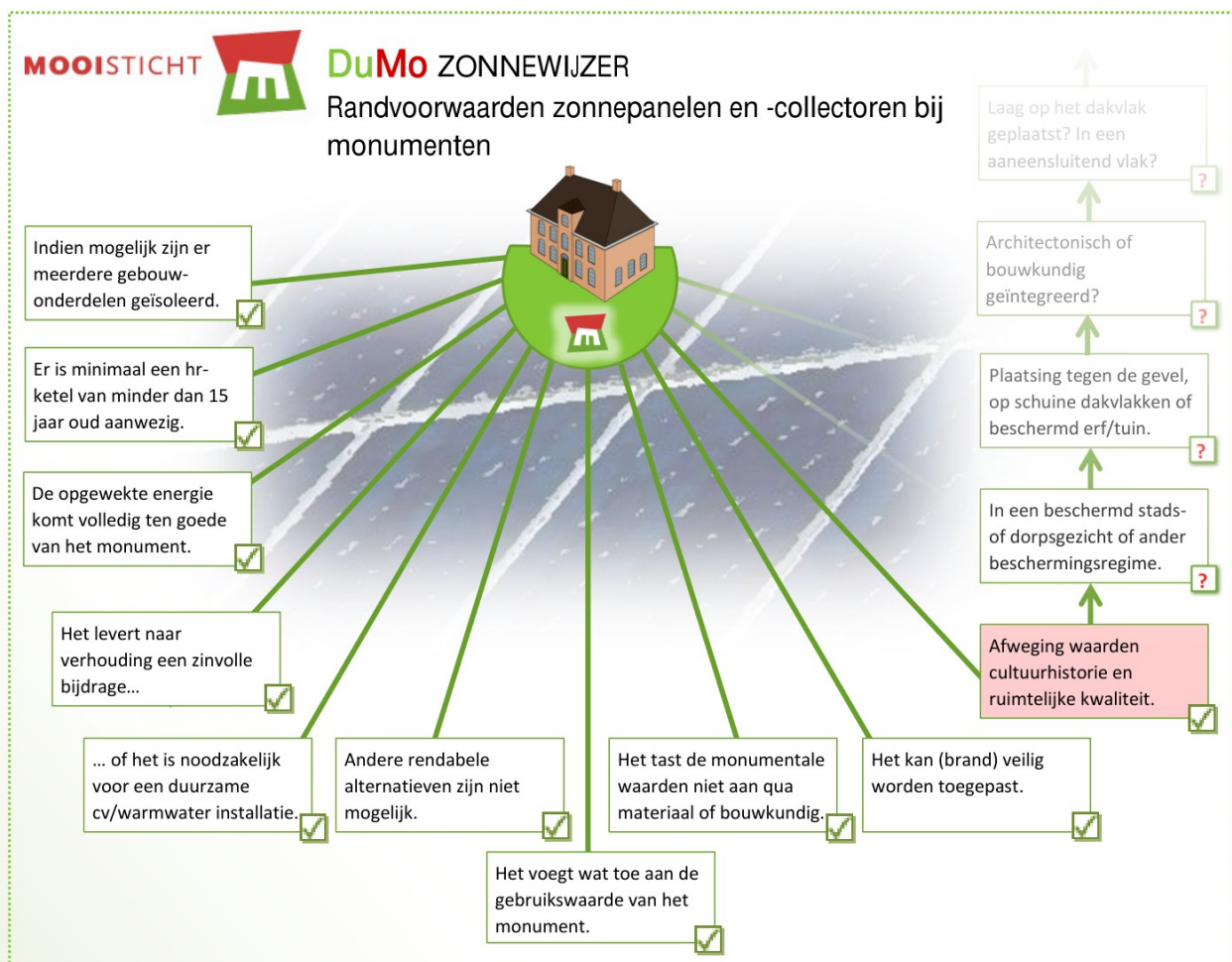
warmteterugwinning toe te passen. Dit kan aanzienlijk schelen op het warmwaterverbruik. Een 'natuurlijk moment' om dit toe te passen is bij een volgende badkamer renovatie. Het wordt daarbij ook eenvoudiger om de temperatuur van de warmwatervoorziening te verlagen tot het minimum zonder dat dit een te koude douche veroorzaakt.

7.4.3 Energie opwekken

Het gebruik van natuurlijke energiebronnen zoals wind en zon is een aantrekkelijk alternatief voor het gebruik van fossiele brandstoffen. Het is schoon en kan veelal lokaal worden opgewekt. Het is wel belangrijk om de circulariteit mee te wegen. Als de productie van de installaties en materialen meer CO₂ kost dan wat het oplevert, dan kan het beter achterwege gelaten worden. Zelfs al is het financieel rendabel, bijvoorbeeld door subsidies. Duurzame energie opwekken om de CO₂, fijnstof en andere uitstoot te verminderen in ons land terwijl dat aan de andere kant van de wereld een nog grotere uitstoot oplevert is enigszins dubieus. Het gaat dus om het opwekken van duurzame energie met middelen die zo duurzaam mogelijk zijn.

a. Plaatsing zonnepanelen en zonnecollectoren

Bij zonnepanelen en -collectoren op of aan historische gebouwen heeft dat bijna altijd consequenties voor de cultuurhistorische waarden en/of de ruimtelijke kwaliteit. Daarnaast moeten PV zonnepanelen lang blijven liggen om echt CO₂ neutraal te zijn. Afgezien van de opwekking van duurzame energie zijn ze niet duurzaam in grondstoffen en bij de productie. Ook zijn ze (vooralsnog) nauwelijks te recyclen. Om deze redenen moet er altijd eerst bekeken worden of er alternatieven mogelijk zijn. Denk aan andere rendabele technische oplossingen of bijvoorbeeld plaatsing op bijgebouwen of in de tuin/ op het erf als die geen of weinig cultuurhistorische waarden hebben. Daarnaast moet het wel echt zin hebben en moet er een nut of noodzaak zijn. Om al deze afwegingen te maken passen wij de MooiSticht DuMo Zonnewijzer toe. Als het historische gebouw





nog niet of nauwelijks geïsoleerd is en daar zijn wel mogelijkheden voor of de verouderde cv-ketel verbruikt nog onnodig veel energie, dan is er feitelijk nog geen nut voor zonnepanelen. Dan kunnen beter eerst deze onderdelen aangepakt worden voordat er naar zonne-energie gekeken wordt. En als er maar vier PV zonnepanelen geplaatst kunnen worden op het dak terwijl dat nauwelijks rendabel is of iets scheelt op de totale elektriciteitsrekening dan staat dat niet in verhouding tot de nadelige gevolgen. Dan is het dus niet zinvol om er aan te beginnen. Als er zonnecollectoren nodig zijn om de efficiëntie van een andere duurzame en zinvolle ingreep, zoals een warmtepomp, flink te vergroten, dan kan er zelfs sprake zijn van een zekere noodzaak. Zeker als dat er voor zorgt dat het monument van het gas af kan. Dan voegt het ook echt iets toe aan de gebruikswaarde van het monument. Daarnaast is het van belang dat panelen (brand)veilig op het dak geplaatst kunnen worden en er geen historische materialen of bouwkundige onderdelen schade ondervinden.

Cultuurhistorische waarden en de ruimtelijke kwaliteit

De afweging met betrekking tot de cultuurhistorische waarden en de ruimtelijke kwaliteit is lastiger. Of en op welke wijze en mate er zonnepanelen en -collectoren geplaatst kunnen worden op historische gebouwen en monumenten is in elke situatie anders.

- De omgeving van het gebouw speelt daarbij een rol.
 - Licht het in een cultuurhistorisch waardevolle omgeving?
 - Is dat een beschermd stads- of dorpsgezicht of op een andere wijze beschermd?
 - Maakt het gebouw deel uit van een waardevolle structuur of ensemble met andere gebouwen?
 - Heeft het gebied een cultuurhistorisch waardevol dakenlandschap?
- Is het een losstaand gebouw, of wordt het geflankeerd, of omringd door andere gebouwen?
- Zijn de panelen zichtbaar vanaf de openbare ruimte? Zo ja, valt het erg op of niet?
- Steekt het dak boven de omringende daken uit?
- Ziet het er esthetisch verantwoord (netjes) uit?
 - De vormgeving, afmetingen, kleur en afstand tot het dak van de panelen?
 - Vormt het een aaneengesloten vlak of een legpuzzel rondom dakramen en dakdoorvoeren?
 - Liggen ze in een lijn van één rij?
 - Heeft het vlak met zonnepanelen de beste/acceptabele afmetingen?
 - Kloppen de verhoudingen?
- Zijn ze op de juiste plek van het dakvlak gepositioneerd?
 - Zo laag mogelijk op het dak?
 - Terugliggend van de voorgevel bij een haaks op de weg staande nok?
 - Afstand tot de dakrand?
- Blijft de esthetische en architectonische opzet van het gebouw behouden?
- Blijft het gesloten karakter van het dakvlak voldoende intact?
- Licht er een kenmerkende en/of zeldzame dakbedekking/pannendak op het dak?
- Etc. etc.

Dit geeft een indicatie met welke aspecten er rekening gehouden moet worden bij de plaatsing van zonnepanelen en -collectoren op of bij monumenten en historische gebouwen. Diverse gemeenten hebben daar een heel specifiek (uitnodigend of terughoudend) beleid op geformuleerd en anderen hanteren meer de algemene uitgangspunten en criteria. De plaatsing van panelen op monumenten is altijd omgevingsvergunningplichtig. Voor andere historische gebouwen hangt dat af van de specifieke regels voor het gebied waarin het zich bevindt. De monumentencommissies of commissies ruimtelijke kwaliteit die de gemeenten adviseren beoordelen of de

plaatsing van panelen mogelijk is. Ga dus ook altijd in vooroverleg met de gemeente.

PV Zonnepanelen

Zonnepanelen die elektriciteit opwekken zijn er in verschillende vormen, groottes en kleuren. Dat bepaalt vaak ook de prijs en rendement van de panelen. Het meest bekend zijn de grote blauwe of zwarte panelen die bovenop het dak worden gelegd. Al zien we ze ook steeds vaker geïntegreerd in het dak bij nieuwbouw. Daarnaast zijn er bijvoorbeeld zonnepanelen in de vorm van leien, dakpannen, gevelbekleding en transparante panelen. Transparante zonnepanelen kunnen worden toegepast als glas in vensters, maar zijn vooral ook interessant bij glazen daken van serres, luifels en lichtstraten. Het rendement van de bijzondere panelen ligt lager dan bij normale zonnepanelen, maar wordt wel steeds beter. Zonnepanelen hebben altijd een omvormer nodig om de hoge gelijkspanning om te zetten naar de netspanning. Voor voldoende efficiënte moeten PV zonnepanelen in de volle zon geplaatst worden in de juiste hoek (15-36 graden) en oriëntatie (zuid, west en oost). Panelen kunnen staand en liggend geplaatst worden. De efficiënte van een hele string aan (in serie geschakelde) panelen neemt drastisch af als een of meerdere panelen (deels) in de schaduw liggen. Dat kan wel grotendeels opgelost worden door micro-omvormers of optimizers te plaatsen. Eigenlijk moeten zonnepanelen een zo groot mogelijke afstand tot het dak hebben. Hierdoor blijven ze koeler in de zomer, waardoor de efficiënte het hoogst blijft. Bij plaatsing op (historische) gebouwen is dat echter meestal vanuit esthetisch oogpunt niet wenselijk. Er zijn wel warmtecollectoren die achter de PV panelen geplaatst kunnen worden en ze daardoor afkoelen. Dat geeft een win-win situatie, zeker als de ruimte op het dak beperkt is. Ook zijn er geïntegreerde thermische en PV panelen verkrijgbaar. Het dak moet ook constructief in staat zijn om de panelen te dragen. Onderzoek dat altijd eerst. Vanwege het gevaar van kortsluiting en brand of schade bij storm is het van belang dat de panelen door deskundige en gecertificeerde

installatiebedrijven worden bevestigd en ook regelmatig worden gecontroleerd. Ook moet er rekening mee gehouden worden dat onderhoudsinspecties van het dak, zoals o.a. de Monumentenwacht uitvoert, bemoeilijkt worden door de zonnepanelen.

b. Windenergie

Windenergie met kleine windgeneratoren is niet rendabel en er zal vele malen meer CO₂ vrij komen bij de productie dan wat het oplevert. De energieopbrengst stijgt min of meer exponentieel met de hoogte van de windmolens en de lengte van de bladen. Vandaar ook dat men tegenwoordig het liefst windmolens van 250 meter hoog plaatst in het landschap. Pas bij een windmolen met een tiphoogte van meer dan 20 meter wordt het circulair en financieel rendabel. Deze 'kleine' windmolens zijn minder geschikt voor de dicht gebouwde omgeving. Maar op het platteland bij agrariërs, boerderijen en landgoederen zijn ze vaak wel beter in te passen. Historisch gezien kwamen daar vaak ook al (Amerikaanse) windmotors voor om water op te pompen. Om in te springen op de huidige actualiteit zien we dat er steeds meer kleine windmolens ontworpen worden die zo goed mogelijk in het landschap passen. Naast de bekende windmolens met horizontale as zijn ze er ook met een verticale as. Het voordeel van dit laatste type is dat ze niet mee hoeven te draaien met de wind. Uit testen blijkt echter wel dat ze vaak vele malen minder opbrengst hebben dan windmolens met een horizontale as. Bij toepassing op gebouwen en in stedelijke gebieden zien we ook wel dat de windturbines uitgerust worden met windgeleiders die de wind opvangen en leiden naar de turbine. Alleen in situaties waar geen elektriciteitsnet voorhanden is kunnen hele kleine windmolens bij huis interessant zijn. Al blijkt het rendement van zonnepanelen veel hoger te liggen. Doordat opslag van elektriciteit echter ook heel kostbaar is, kan een spreiding van elektriciteit- opwekkers die produceren in verschillende (weers)omstandigheden zinvol zijn.



c. Collectief investeren

Om toch mee te kunnen doen met wind- en zonne-energie als zelf plaatsen niet mogelijk is, kan er aangesloten worden bij allerlei (kleinere) collectieven en energiebedrijven die in wind- en zonne-energie investeren.

Analyse

Voor de energetische prestaties en het rendement in combinatie met de warmtepomp is het zinvol om zonnepanelen toe te passen. Of dat ook passend is bij de cultuurhistorische waarden is een lastigere afweging. Behalve de invloed op de cultuurhistorische waarde van het monument zelf moet ook rekening worden gehouden met uit uitzicht vanuit het beschermde dorpsgezicht van Huis Zoelen. De welstandsnota van Zoelen geeft aan dat bij monumenten wordt ingezet op maatwerk. Uitgangspunt is hierbij dat zonnepanelen en niet te grote aantasting van cultuurhistorische waarden mogen zijn. De rust in het oorspronkelijke bekappingsbeeld zo min mogelijk aantasten, de zonnepanelen een regelmatige ordening hebben in een enkelvoudige hoofdvorm, en waardevolle materialen en detailleringen behouden blijven.

Aan het plaatsen van pv-panelen op een rieten dak kleven enkele nadelen. Doordat het riet onder de panelen niet of minder wordt blootgesteld aan zon en minder goed ventileert blijft het riet langer nat. Hierdoor verweert het riet sneller. Vanwege de plaatsing van zonnepanelen is het dekriet bovendien moeilijk toegankelijk voor de rietdekker ten behoeve van onderhoud. Ook is er een zekere mate van brandgevaar bij plaatsing van zonnepanelen op een rieten dak. Het met riet gedekte deel van het achterhuis en de schuurberg zijn dusdanig niet geschikt voor het plaatsen van zonnepanelen.

Kansrijker zijn het op het zuidwesten georiënteerde deel van het dak van de fruitschuur en mogelijk het op het zuidoosten georiënteerde dakvlak van de potstal met enige afstand ten opzichte van de voorgevel. Mogelijk dat ook zonnepanelen in veldopstelling een optie zijn.

7.4.4 Energie- opslag

a. Warmte- en koudeopslag

Het voordeel van opslag is dat de warmte of koude, die op een ander moment juist overvloedig is en afgevoerd wordt, op een later moment weer aangewend kan worden. In sommige gevallen is het zinvol om de warmte voor de korte termijn op te slaan en in andere gevallen is opslag op de langer termijn wenselijk. Feitelijk is een gangbaar buffervat in aanvulling op de warmtepomp of hr- ketel een vorm van korte termijn opslag met water. Opslag voor de langer termijn van warmte en koude kan in de bodem zoals gangbaar is bij een (brine) water-water warmtepomp. Er zijn echter ook aanvullende of alternatieve oplossingen. Zo kan warmte en koude ook opgeslagen worden met water, fase-overgangsmaterialen (PCM), thermochemische materialen (TCM) en op basis van het Redox principe (CLC). Het gaat wat ver om al deze methoden uit te leggen, maar alternatieve methoden voor opslag met water en PCM zullen we op niet al te lange termijn steeds meer in de praktijk toegepast zien worden. Bij warmtebatterijen op basis van TCM en CLS duurt het waarschijnlijk nog wat langer voordat we deze in de praktijk echt gaan tegenkomen.

Fase-overgangsmaterialen (PCM)

PCM kunnen een grote hoeveelheid warmte-energie opnemen of afstaan in de faseverandering van vast naar vloeibaar en andersom. Als het materiaal smelt, dan neemt het warmte op en geeft het koude af en als het stolt, dan geeft het warmte af en neemt het koude op. Gangbare PCM zijn gebaseerd op zout(hydraat) als basismateriaal. PCM worden nu al toegepast om de warmtecapaciteit van gebouwen te verhogen, door het bijvoorbeeld als gevulde elementen in een koelplafond of bij de vloerverwarming te leggen. In 1kg PCM kan evenveel warmte opgeslagen worden als 30kg beton. Daarnaast vindt dit materiaal zijn weg naar compacte warmtebatterijen en energiezuinige (keukenkast)boilers.



Opslag met water

Naast buffervaten voor kortdurige opslag kan water ook gebruikt worden voor langdurige opslag van warmte-energie. Zo wordt opslag in grote waterreservoirs en waterkelders nu al ingezet in combinatie met warmtepompen. Bedrijven zoals SolarEis en Ecovat ontwikkelen systemen met grote betonnen buffertanks en slimme manieren om het water op de juiste manier te bevriezen en te ontdooien. Solar Freezer gebruikt een grote kunststof zak (feitelijk een groot buffervat) die in de kelder of kruipruimte neergelegd kan worden. Al deze systemen zijn reeds toegepast en in de markt verkrijgbaar. Afhankelijk van de schaalgrootte en mogelijkheden en/of beperkingen voor alternatieven kunnen dit interessante oplossingen zijn.

b. Elektriciteit-opslag

Elektriciteit kan opgeslagen worden in accu's. Vergelijkbaar met wat er in je telefoon of laptop zit. Door een heleboel van deze accu's, veelal gebaseerd op lithium-ion, te combineren kunnen er grote batterijen van gemaakt worden. Deze zien we tot nu toe vooral in elektrische auto's terug. Als er ergens overcapaciteit is met PV zonnepanelen, dan is het erg interessant om daarmee de auto-accu's op te laden. Dan kan de auto duurzaam weer vele kilometers rijden. Het kan echter ook toegepast worden om bijvoorbeeld fluctuaties in het energienet op te vangen. Er zijn dan ook al initiatieven om aan laadpalen aangesloten elektrische auto's niet alleen op te laden, maar ook tot een bepaalde hoeveelheid stroom weer terug te laten leveren. Dankzij de innovaties bij accu's op autogebied zien we ook thuisaccu's op de markt verschijnen. Bijvoorbeeld de Tesla Powerwall. Thuisaccu's zijn alleen interessant als er zelf meer elektriciteit met PV zonnepanelen wordt opgewekt dan wat er gebruikt wordt op een bepaald moment. Door de opslag kan dat op een later moment, als de zonnepanelen geen energie leveren, weer gebruikt worden. Met de huidige salderingsmogelijkheden zijn deze vormen van opslag totaal niet rendabel. Maar met de afbouw van de salderingsregeling, kan het in de

toekomst mogelijk wel rendabel worden. Natuurlijk zijn er ook klassieke accu's op basis van lood of duurzame alternatieven gebaseerd op natrium-ion. Het nadeel is dat deze weinig capaciteit hebben in verhouding tot de afmetingen en daarnaast minder rendabel zijn. Een andere vorm van opslag van elektriciteit is met kinetische energie. Hierbij wordt water omhoog gepompt, waarna het op een ander moment weer wegloopt en een generator aandrijft. Daarnaast is er opslag mogelijk met waterstof. Het omzetten van elektriciteit naar waterstof en daarna weer naar elektriciteit is echter niet zo rendabel. Waterstof kan wel een alternatief vormen bij voertuigen die grote afstanden moeten kunnen overbruggen of bij industriële verhittingsprocessen waar anders gas voor nodig is. Of waterstof ooit op schaal de weg gaat vinden naar gebouwen is de vraag.

Analyse

Bij een bodemcollector met een (brine)water-water warmtepomp is het om uitputting van de bron te voorkomen nodig om gedurende de zomer de bron te regenereren. Dit kan bijvoorbeeld door de woning passief te koelen. Dit betreft een vorm van lange termijn opslag waardoor in de winter efficiënter verwarmd kan worden. Het is hierbij niet rendabel om gedurende zomer actief te koelen om de bron extra te verwarmen.

Een buffervat bij een warmtepomp en eventueel een boilervat zijn vormen van kortdurige opslag. Het buffervat verbetert de efficiëntie van een warmtepomp omdat dit voorkomt dat de warmtepomp gaat pendelen als de warmtevraag lager is dan het (minimale) vermogen van de warmtepomp. In combinatie met een lucht-water waterpomp is het buffervat ook van belang omdat dit type bij koude buitentemperaturen regelmatig een 'ontdooicyclus' moet doorlopen waarbij tijdelijk geen warmte kan worden opgewekt of zelfs warmte uit het buffervat wordt onttrokken. Bij een buffervat is er wel sprake van 'stilstandsverlies' waarbij het warme water langzaam afkoelt. Dusdanig is een buffervat niet geschikt voor lange termijn opslag.



Bij een hybride opstelling is de vraag in hoeverre een groter buffervat van toegevoegde waarde is. Met een groter buffervat is minder piekvermogen van de warmtepomp nodig. Een gasgestookte ketel heeft immers voldoende piekvermogen.

Het woongedeelte heeft, met uitzondering van de zolder die niet als verblijfsruimte in gebruik is, van zichzelf al een hoge warmtecapaciteit. Bij voorkeur hebben ook de toe te passen isolatiematerialen al een hoge warmtecapaciteit hebben. De toegevoegde waarde van warmteopslag middels bijvoorbeeld PCM is daarmee beperkt.

Of een thuisbatterij rendabel is om het gebruik van de zelf opgewekte energie te verhogen is onder andere afhankelijk van het verschil tussen de terugleververgoeding op momenten van overproductie en de prijs van elektriciteit bij onderproductie ten opzichte van de afschrijving van de thuisbatterij per kWh.

Om na het afschaffen van de salderingsregeling zelf opgewekte elektriciteit zo rendabel mogelijk te gebruiken is het in eerste instantie zaak het eigen gebruik zoveel mogelijk op de productie af te stemmen of bijvoorbeeld een elektrische auto op te laden. Of het gebruik van een elektrische auto als thuisbatterij rendabel is, is net als bij de thuisbatterij afhankelijk van de afschrijving als gevolg van de extra laadcycli.

7.4.5 Koeling

Een gebouw kan op verschillende manieren gekoeld worden. Dat kan bijvoorbeeld door gedurende de dag het gebouw op een vaste temperatuur te houden met comfortkoeling, maar bijvoorbeeld ook met nachtkoeling en topkoeling.

Nachtkoeling

Bij nachtkoeling wordt de gebouwmassa in de nacht afgekoeld zodat het gedurende de dag een stuk koeler is. Met faseverschuiving, waarbij de gebouwmassa nog langdurig de koelte blijft afgeven (door de warmtecapaciteit van de bouwmaterialen) kan daarmee de dag overbrugd worden. Als het gebouw te weinig warmtecapaciteit heeft en/of afhankelijk van

het type nachtkoeling is de kans groot dat de temperatuur in het gebouw binnen een dag tot een week begint op te lopen.

Topkoeling

Bij topkoeling wordt de top van de overdag oplopende temperatuur in het gebouw afgevlakt. Daarbij wordt niet gekoeld tot een maximaal lage temperatuur, maar drie- tot acht graden onder de buitenentemperatuur. In erg hete zomers kan de ruimtetemperatuur dus mogelijk oplopen richting de 30 graden.

Comfortkoeling

Bij comfortkoeling wordt er volledig gekoeld. Er vindt daarbij geen overschrijding van de gewenste ruimtetemperatuur plaats. De maximale temperatuur ligt veelal op 25 graden.

Toepassing en technieken

Nachtkoeling en topkoeling kunnen ook goed met elkaar gecombineerd worden. Als het gebouw daarbij voldoende warmtecapaciteit heeft en de periode dat het heet is duurt niet te lang, dan kan het resultaat in de buurt komen van comfortkoeling. Mocht dat niet meer voldoen, dan kan er afhankelijk van de wensen en toegepaste installaties overgeschakeld worden op comfortkoeling.

Bij passieve koeling wordt er rechtstreeks gebruik gemaakt van de beschikbare koelte van buitenlucht of bijvoorbeeld uit een warmte-koude opslag. De beschikbare koelte wordt daarbij dus niet nog extra gekoeld. Bij actieve koeling wordt wel extra gekoeld. Daarvoor is ook weer extra energie nodig. Passieve koeling is dus ook veel energiezuiniger dan actieve koeling.

Nachtkoeling kan zowel op een actieve als passieve manier gedaan worden. Een veel toegepaste passieve methode is nachtventilatie. Topkoeling kan zowel actief als passief gedaan worden. Passieve topkoeling kan alleen met een (brine of bron) water-water warmtepomp of koudenet. Comfortkoeling kan op hete dagen, zeker voor een langere periode, hoofdzakelijk met actieve koeling. Op minder hete dagen kan passieve koeling met een



warmtepomp mogelijk nog wel voldoen. Actieve koeling kan o.a. met elk type warmtepomp, soms met een koudenet, met compressiekoeling (airco), adiabatische koeling of met absorptiekoeling.

Overdracht van koelte

De koelte kan op verschillende manieren aan het gebouw worden overgedragen. Dat kan door koele lucht via een ventilatiesysteem of airco de ruimte in te blazen. Of via afkoeling van de lucht in een ruimte door bijvoorbeeld koelplafonds, of een ltv- installatie. Een andere methode die meestal alleen voor specifieke doeleinden geschikt is, is via verdamping van waternevel. Bij adiabatische koeling wordt daar verder op in gegaan.

b. Koudenet

Net als warmtenetten zijn er ook koudenetten als centrale voorziening voor de koeling van gebouwen. Meestal wordt de koude duurzaam opgewekt door de leverancier. Aangesloten gebouwen beschikken over een afleverset of eventuele warmtewisselaar. Om het gebruik van koude te stimuleren, met name als de opwekking gebeurt met warmte- en koude opslag, betalen gebruikers vaak alleen vastrecht en geen variabel bedrag. Voor de leverancier is dit handig omdat er veel meer warmte wordt gevraagd dan koude en het systeem in balans moet blijven. De kosten van een aansluiting wegen meestal wel op tegen het alternatieve gebruik van elektrische airconditioning. Het is echter met name geschikt voor topkoeling met vloer-, en wandverwarming, of ltv radiatoren. Het doel, gebruik en effect bij de twee verschillende soorten koeling is behoorlijk anders. Bij grotere gebouwen met luchtbehandelingsinstallaties kan het ook gebruikt worden voor het conditioneren van de lucht. Dat is vergelijkbaar met hoe adiabatische koeling ingezet wordt.

c. Nachtventilatie (koeling)

Het principe is heel eenvoudig. In de zomer wordt in de nacht de koelere buitenlucht het gebouw ingetrokken om de ruimten af te koelen. Daarbij wordt vooral ook de opgeslagen

warmte in de gebouwmassa afgekoeld.

Overdag voelt het gebouw koeler aan en warmt het minder snel op (faseverschuiving).

Aanvullende koeling is dan niet of minder nodig. Dit kan aanzienlijk energie besparen. In woonhuizen doen veel bewoners dat (veelal onbewust) door 's nachts de ramen open te zetten. In gebouwen waar 's nachts niemand aanwezig is zoals kantoren wordt dat lastig. Dat kan opgelost worden met (geregelde) mechanische ventilatie in het gebouw. Het energieverbruik van mechanische ventilatie ligt vele malen lager dan die van koeling. Het nadeel is dat het effect sterk afhankelijk is van het weer. Ligt de buitentemperatuur in de nacht niet of nauwelijks lager dan de binnentemperatuur, dan heeft het geen nut. Het kan dan wel efficiënt gecombineerd worden met een (centrale) luchtbehandelingsinstallatie.

d. Adiabatische koeling

Het adiabatische koelprincipe bestaat uit de verdamping van waternevel. Voor die verdamping is energie uit de lucht nodig. Hierdoor daalt de temperatuur. Dat lijkt ideaal, maar het probleem is dat de luchtvochtigheid ook flink omhoog gaat. Naast problemen die dat kan geven aan het gebouw en apparatuur, kan dat ook ten nadele gaan van een prettig klimaat in de ruimte. Toch zien we dit op deze manier wel toegepast worden als directe adiabatische koeling. Bijvoorbeeld in situaties dat extra bevochtiging van de lucht juist wenselijk is of geen kwaad kan. Denk aan het vernevelen van water bij de groenteafdeling in de supermarkt. De aanwezige koelinstallatie van de supermarkt kan het extra vocht gemakkelijk afvoeren. Maar ook in drukkerijen is vochtigere lucht een voorwaarde. Er zijn ook compacte mobiele (ventilatie-)koelers die met dit principe werken. Een alternatief vormt de indirect adiabatische koeling. Daarbij wordt de koelte na het adiabatische koelproces via een passieve warmtewisselaar overgedragen aan andere lucht die het gebouw wordt ingeblazen. Eventueel kan deze afgekoelde lucht nog extra gekoeld worden met een ander koelsysteem.



e. Absorptiekoeling

Warmte van een pelletkachel, biomassaketel of restwarmte van een industrieel proces kan ook op een efficiënte manier gebruikt worden om te koelen. Absorptiekoeling maakt gebruik van warmte (bij voorkeur >95 graden) om met een chemische wisselwerking tussen twee vloeistoffen te koelen. Het gebruikt daarbij een verwaarloosbare hoeveelheid elektriciteit. Er kan daarbij gekoeld worden tot ver onder het vriespunt zoals voor koelcellen. Het kan ook ingezet worden voor de koeling van gebouwen. Absorptiekoelmachines gebruiken milieuvriendelijkere koelmiddelen zoals water en lithiumbromide of ammoniak. Er zitten in een absorptiekoelmachine nauwelijks beweegbare onderdelen en ook geen compressor. Hierdoor heeft de machine nauwelijks slijtage en weinig onderhoud nodig. Het rendement is tegenwoordig heel goed en in vergelijking met compressiekoeling van bijvoorbeeld airco's is er een middellange terugverdientijd.

Als er geen reeds opgewekte warmte voorhanden is en koelen is een even grote prioriteit als verwarmen, dan zijn er ook absorptiekoelers die werken op gas. Deze kunnen tegelijkertijd zowel verwarmen als koelen. Voor een woning of kantoorgebouw is dat minder van toepassing, maar voor bijvoorbeeld industrie, een overdekte schaatsbaan of zwembad kan dat heel interessant zijn. Bij gebruik van warmte- en koudeopslag in combinatie met een water-water warmtepomp kan het mogelijk wel lonend zijn voor kantoorgebouwen. In de zomer draait de absorptiekoelmachine voor de koelte en de warmte wordt in de bodem opgeslagen en in de winter draait de warmtepomp die gebruik maakt van de opgeslagen warmte.

(nacht)ventilatie en indien er gebruik wordt gemaakt van een (brine)water-water warmtepomp middels de LTV-verwarmingssystemen.

In geval van extremen in de zomer zouden de warmtepomp en LTV-verwarmingssysteem in staat moeten zijn om actief te koelen. Overcapaciteit bij de overdracht van koelte geschikt voor comfortkoeling is geen uitgangspunt, hooguit een prettige bijkomstigheid als dit nodig is voor de verwarming van het gebouw. Dit zorgt wel voor extra energiegebruik.

Analyse

De hoge warmtecapaciteit van het woongedeelte en de hoge warmtecapaciteit van de isolatiematerialen zorgen voor een stabiel binnenklimaat. Voor (eventueel) aanvullende koeling kan in eerste instantie passief gekoeld worden middels



7.5 Klimaatadaptieve maatregelen

Ook bij historische gebouwen kan er ingespeeld worden op het veranderende klimaat. Dat is niet alleen van belang onze planeet, maar levert ook voordeel op voor de directe omgeving. Het kan helpen om de uitdroging van de grond tegen te gaan, het biedt verkoeling en gaat hittestress tegen. Zeker in stedelijke omgevingen levert het op kleine schaal nemen van klimaatadaptieve maatregelen winst op.

Klimaat-
adaptief

zal vervolgens langzaam bezinken in de grond waardoor het grondwater wordt aangevuld. Deze maatregelen kunnen er voor zorgen dat er in natte perioden minder water geloosd hoeft te worden via de rivieren en dat droge perioden beter overbrugd kunnen worden zonder dat er gesproeid hoeft te worden. Doordat het grondwater minder snel zakt zal in sommige gebieden er ook minder snel last zijn van paalrot bij houten funderingspalen of verzakkingen van historische gebouwen door inklinking of verzakking van de bodem.

7.5.1 Gebruik en afvoer hemelwater

a. Regenwaterinfiltratie

De hemelwaterafvoeren (HWA) zijn nu nog meestal aangesloten op het riool. Dat kan leiden tot overstroming bij heftige regenbuien, maar zorgt er in bebouwde omgevingen ook voor dat er onvoldoende regenwater in de grond kan infiltreren. Dat zorgt op termijn voor uitdroging van de grond en een afname van het grondwater. Door de HWA te ontkoppelen van de riolering en bijvoorbeeld te leiden naar een infiltratieput of grindbak, kan het hemelwater ook worden afgevoerd en tegelijkertijd bezinken in de grond. Dat zorgt er ook voor dat je tuin minder snel uitdroogt en bewatering nodig heeft.

b. Waterbuffering

Een stenen verharding in de tuin of openbare ruimte zorgt ervoor dat regenwater niet gemakkelijk kan bezinken in de grond. Daarbij moet het bij heftige regenval vaak ook afgevoerd worden via het riool om overstroming te voorkomen. Door voldoende groen aan te leggen kan het overtollige regenwater gebufferd worden en langzaam bezinken in de grond. Dat geldt ook bij groene daken. Het regenwater wordt langer vastgehouden door het groene dakpakket voordat het afgevoerd wordt. Door bijvoorbeeld een open put aan te leggen, feitelijk een vijver zonder folie, kan er regenwater gebufferd worden. Bij veel regen vult de put zich en wordt het niet gelijk afgevoerd. Het water in de put

c. Duurzame hemelwatersystemen

Hemelwater kan ook opgevangen worden en later gebruikt worden voor bijvoorbeeld de bewatering van de tuin. Dat kan met behulp van een regenwaterput of een regenton. In droge zomers spaart dat kostbaar drinkwater. Daarnaast kan het gebruikt worden voor een grijswater systeem. Daarmee kan bijvoorbeeld de was worden gedaan worden of de wc doorgespoeld worden in plaats van met drinkwater.

Analyse

Het perceel is grotendeels onverhard wat de infiltratie van regenwater bevordert. De hemelwaterafvoer van de gebouwen zelf is echter voor een deel aan een beerput met overstroomvoorzieningen op het riool gekoppeld.

Om overbelasting van het riool te voorkomen is het wenselijk de afvoer van het hemelwater zoveel mogelijk op eigen terrein middels infiltratie of afwatering op het oppervlakte water plaats te laten vinden. Voor bewatering van de tuin en eventueel voor gebruik van hemelwater binnen de woning kan gebruik worden gemaakt van een hemelwatersysteem waarbij het regenwater wordt verzameld in een regenwaterput. Op de put die reeds aanwezig is bij de voormalige bijkeuken wordt echter ook het water uit de keuken en het bakhuisje afgevoerd. Voor gebruik van hemelwater moeten deze systemen gescheiden worden.

Voor gebruik van hemelwater binnen is een apart leidingensysteem nodig wat een extra



investering vergt. Gebruik van hemelwater bespaard drinkwater, gezien de zeer lage kosten van drinkwater is dit geen investering die zich op een redelijke termijn terugverdiend.

7.5.2 Grijswatersysteem

Het doel van een grijswatersysteem is vergelijkbaar met een hemelwatersysteem. Het grote verschil is dat geen hemelwater, maar huishoudelijk afvalwater van bijvoorbeeld de douche, wasbak en (vaat)wasmachine wordt opgevangen en hergebruikt. Na een eenvoudige zuivering via een helofytenfilter kan het water gebruikt worden voor het spoelen van het toilet en bewatering van de tuin. Een grijswatersysteem kan ook gecombineerd worden met een hemelwatersysteem. Zo ontstaat er ook in droge perioden niet snel een tekort en hoeft er minder snel gebruik gemaakt te worden van drinkwater.

Analyse

In aanvulling op of als alternatief voor een hemelwatersysteem kan er ook een grijswatersysteem worden toegepast met een helofytenfilter. Gezien het grote dakoppervlakte wordt, met uitzondering van periode van extreme droogte, voldoende water opgevangen voor gebruik binnenshuis. Een grijswatersysteem verminderd wel de belasting op het gemeentelijke riool en de waterzuivering.

7.5.3 Hittestress tegengaan

Iedereen die in de stad woont, heeft het wel eens gemerkt. Zodra je uit de stad bent daalt de temperatuur met een graad per elke kilometer afstand tot de stad. Het kan zo een graad of drie in temperatuur schelen tussen de stad en platteland. Daarnaast koelt het in zwoele zomeravonden minder snel of nauwelijks af in de stad. Dat komt door alle verhardingen, steenachtige materialen en bitumeuze daken die geconcentreerd zijn in een klein gebied. Deze vangen in de zomer alle zonnewarmte op en stralen de warmte nog lang uit.

Beperk verhardingen

Door alleen verhardingen toe te passen op plaatsen waar het nodig is, wordt er minder zonnewarmte opgevangen.

Groen & bomen

In een groene omgeving wordt er minder warmte vastgehouden en weer uitgestraald. Groen en bomen zorgen er niet alleen voor dat er minder zonnewarmte terecht komt op de grond door schaduw te bieden, ze koelen de omgeving ook actief af. Dat doen ze door verdamping van water met behulp van de energie uit de lucht en van de zon. Een grote boom kan mogelijk evenveel verkoeling bieden als twintig airco-units. Dat is natuurlijk nog nooit wetenschappelijk bewezen, maar onder een boom is het toch aanmerkelijk koeler dan in de open lucht. Daarnaast zorgt veel groen en bomen natuurlijk ook voor een prettige omgeving om in te verblijven.

Groene gevels & daken

In de bebouwde omgeving bestaat een groot deel van het oppervlak uit bebouwing. Maar zelfs bebouwing kan van groen voorzien worden met groene gevels- en daken. Naast de waterbufferende voordelen gaat het de opwarming van de gebouwen tegen. In de winter heeft het ook een (beperkte) isolerende functie. Bij historische gebouwen is dit vaak wat lastiger om toe te passen. Maar vaak zijn er wel aanbouwen of bijgebouwen die van een groen dak voorzien kunnen worden. Ook zijn er klimplanten die de gevel kunnen bedekken zonder dat ze het metsel- en voegwerk aantasten zoals klimop doet.

Analyse

Rond het woongedeelte zijn reeds leilinden geplaatst ter beschutting en voor schaduw. Langs de gevel van het woongedeelte zijn hortensia geplant, Omdat deze planten veel vocht nodig hebben zorgen zijn mogelijk voor een lagere vochtbelasting op de kelder. Hierbij is het wel van belang dat de vensters van de kelder vrij blijven zodat deze goed kunnen ventileren en drogen. Dit was ten tijde van de opname niet het geval.



7.5.4 Slimme bewatering

Meestal wordt een tuin besproeid in de ochtend of avond. Dit omdat bij sproeien in de hete zomerzon de planten kunnen verschroeien, maar het meeste water direct ook weer verdampt voordat de planten en bomen het kunnen opnemen. Het beste kan de tuin bewaterd worden aan het begin van de nacht. Dan is de temperatuur veel lager waardoor het water minder snel verdampt en beter in de grond kan infiltreren. De planten krijgen dan ook voldoende de tijd om water op te nemen voordat de hete zon weer opkomt. Om niet zelf

midden in de nacht de tuin te hoeven bewateren zijn er slimme bewateringssystemen beschikbaar die op een ingestelde tijd automatisch in- en uitschakelen.

Analyse

Voor de tuin en eventueel de boomgaard kan een slim bewateringssysteem worden toegepast als automatisering hiervoor gewenst is.

8 | Financierings- & subsidiemogelijkheden

8.1 Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

a. Investeringssubsidie duurzame energie (ISDE)

Deze subsidieregeling van de Rijksoverheid vormt een tegemoetkoming voor warmtepompen, zonneboilers en isolatiemaatregelen en indien mogelijk voor aansluiting op een warmtenet. Deze regeling is voor particulieren en zakelijke gebruikers zoals bedrijven, zzp'ers, stichting, VVE's, woningbouwcorporaties, ed.. De hoogte van de subsidie bij warmtepompen is afhankelijk van het type, vermogen en energielabel. Een lucht-water warmtepomp met een vermogen van 4 KW heeft een indicatief subsidiebedrag van € 2.550. Voor een water-water warmtepomp met een vermogen tot 10 KW staat een indicatief subsidiebedrag van € 4.200. Het subsidiabele bedrag gaat tot 70 KW omhoog met € 150 per extra KW aan vermogen. Het subsidiabele bedrag voor een zonneboiler is afhankelijk van de bij de type behorende jaaropbrengst. Actuele indicatieve subsidiebedragen per apparaat zijn op de meldcodelijsten op de website van de RVO te vinden.

De subsidie op isolatiemaatregelen aan dak, gevel, vloer en gevelopeningen is afhankelijk van het type isolatie, het oppervlakte en de isolatiewaarde, ook is er extra subsidie mogelijk voor het gebruik van bio-based materialen. Indicatieve subsidiebedragen zijn terug te vinden op de meldcodelijst op de website van de RVO. Om de regeling toegankelijker te maken voor particuliere monumenteneigenaar zijn de minimaal te behalen isolatiewaarde voor monumenten sinds 1 januari 2024 verlaagd.

[Informatie op de website van de RvO](#)

8.2 Nationaal Restauratiefonds

a. Duurzame Monumenten-Lening (woonhuis Rijksmonumenten)

Het NRF biedt een laagrentende hypothecaire lening die wordt verstrekt aan een eigenaar die

duurzaamheidsmaatregelen wil treffen aan een rijksmonument dat als woonhuis is geregistreerd volgens het Rijksmonumentenregister. De eigenaar leent tegen een lage rente van 3% onder de marktrente (met een minimum van 1,0% voor eigenaar-bewoners) en lost op annuïtaire wijze af in maximaal 30 jaar. De lening bedraagt minimaal € 2.500 tot maximaal €100.000 afhankelijk van de duurzaamheidsmaatregelen die worden getroffen. De gemeente moet een omgevingsvergunning afgeven of verklaren dat deze niet nodig is. Voor isolatie van gevels, daken en vloeren geldt dat deze minimaal een R- waarde krijgt van 1,3 m²K/W. Deze en andere maatregelen zijn opgenomen op de maatregelenlijst. Ook dit DuMo advies (Energiescan) kan meegefinancierd worden.

[Informatie op de website van het NRF](#)

b. Duurzame Monumentenplus-Lening (niet woonhuis Rijksmonumenten)

Het NRF biedt een laagrentende hypothecaire lening die wordt verstrekt aan eigenaren voor energiebesparende maatregelen in of aan een rijksmonument dat niet als woonhuis is geregistreerd volgens het Rijksmonumentenregister. De eigenaar leent tegen een lage rente van 3% onder de marktrente (met een minimum van 1,0%) en lost op annuïtaire wijze af in maximaal 30 jaar. De hoogte van de lening is afhankelijk van de investeringen in energiebesparende maatregelen en bedraagt minimaal € 100.000 en maximaal € 1.000.000. De gemeente moet een omgevingsvergunning afgeven of verklaren dat deze niet nodig is. Voor isolatie van gevels, daken en vloeren geldt dat deze minimaal een R- waarde krijgt van 1,3 m²K/W. Deze en andere maatregelen zijn opgenomen op de maatregelenlijst. Ook dit DuMo advies (Energiescan) kan meegefinancierd worden.

[Informatie op de website van het NRF](#)

Monumenten hypotheek (Rijks- en gemeentelijke monumenten, beeldbepalende

panden)

Met deze hypothecaire lening met een marktconforme rente kunnen de aanvullende kosten zoals aankoop, verduurzaming en verbetering bij restauratie of herbestemming van het monument of beeldbepalend pand gefinancierd worden. Voor deze lening geldt een hoger rentepercentage dan voor bijvoorbeeld de Duurzame Monumenten-leningen. Voor de Monumenten-hypotheek worden de marktconforme percentages gehanteerd met de keuze om de rente voor 5, 10 of 15 jaar vast te zetten. De aflossing kan annuïtair, lineair of aflossingsvrij voor een looptijd van maximaal 30 jaar. De duurzaamheidsmaatregelen die onder de lening vallen zijn opgenomen op de Maatregelenlijst verduurzaming.

[Informatie op de website van het NRF](#)

8.3 Provincie Gelderland

a. Subsidieregeling Functioneel gebruik erfgoed

De provincie helpt eigenaren met advies en inhoudelijke ondersteuning, met het koppelen van aanvragers aan kennispartners, met het aanbieden van leningen en, daar waar het écht nodig is, met subsidies.

[Informatie op de website van de Provincie Gelderland](#)

8.4 Overige

a. Laag BTW tarief voor isolatiewerkzaamheden

De arbeidskosten voor het aanbrengen van isolatiemateriaal aan vloeren, muren en daken vallen onder het 9%-BTW tarief. Voor sloopwerkzaamheden, materiaal, deuren en kozijnen geldt wel het standaard 21%-tarief.

[Informatie op de website van de Belastingdienst](#)

b. BTW teruggaaf aanschaf zonnepanelen

Sinds 1 januari 2023 is het Btw-tarief op zonnepanelen 0% als deze geleverd en geïnstalleerd worden op of bij een woning. In sommige gevallen moet er wel BTW worden betaald. Dan kan de BTW onder voorwaarden geheel of deels worden teruggevraagd. Dit geldt voor ondernemers, partijen die vrijgesteld zijn van BTW en particulieren. Door aan te melden als ondernemer kan de BTW teruggevraagd worden. De opwekking van stroom door de zonnepanelen die terug geleverd wordt aan de energiemaatschappij valt namelijk onder BTW plichtig ondernemen.

[Informatie op de website van de Belastingdienst](#)

c. Groene leges gemeente Buren

Sinds 1 januari 2024 worden in de gemeente Buren geen lege kosten meer in rekening gebracht voor het verduurzamen van monumenten.

[Informatie op de website van de gemeente Buren](#)