

### Vraag:

Wat zou er installatietechnisch zijn te verbeteren aan monumentale woonhuizen, van het type zoals ontworpen door Gerrit Rietveld in het belang van de duurzaamheidsprestatie?

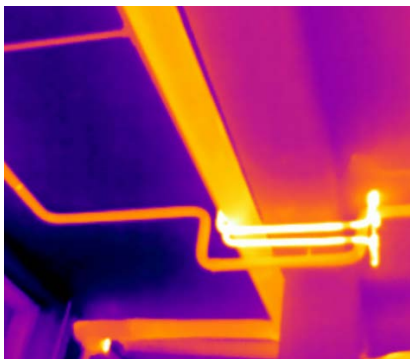
### Antwoord:

In de vorige aflevering van deze informatiereeks bespraken wij de mogelijkheden voor verbetering van de gebouwschil van Rietveldhuizen en gelijksoortige minimalistische architectuur. We zagen dat vooral verbetering van de isolatiewaarde van het vele gevelglas bij dit soort huizen flink besparend kan uitwerken. Maar omdat glasisolatie zijn beperkingen kent en ook de andere gebouwschildelen omwille van behoud van het architectonische aspect beperkingen of zelfs blokkades stellen aan isolerende maatregelen blijft er altijd een zekere hoeveelheid transmissieverlies bestaan voor binnen opgewekte comfortwarmte. Het is dus zaak om ook de verwarmingstechniek zo efficiënt mogelijk te laten zijn. Vaak dateren installatiedelen nog uit de bouwtijd; zij zijn dan meer dan een halve eeuw oud en als regel gebrekkig op het punt van energie-efficiëntie. Tegelijkertijd vormen historische radiatoren mogelijk een cultuurwaardendragend onderdeel van het interieur. Goede opname van de installatiekant van het pand – ook nu weer inclusief cultuurwaardenstelling en thermografie! – en op het gebouwtype toegesneden installatieverbetering volgens de 'Trias Energetica' aanpak geven de oplossingsrichting.

### Vaak voorkomende installatie-gebreken

Bij traditionele centrale verwarming spelen vaak de volgende tekortkomingen.

- Gebrekkige efficiëntie van warmteopwekking door verouderde ketels.
- Dito voor wat betreft warmte-afgifte door verouderde en of dichtgeslibde radiatoren en convectoren.
- Ongunstige plaatsing van warmte-afgifte-elementen.
- Gebrekkige isolatie van transport- en verdeelleidingen en convectorputten.
- Geen goede waterzijdige inregeling van het systeem.



Verdeelleidingen voor de watergevoerde CV in een onverwarmde garage onder een van de onderzochte Rietveldhuizen. De leidingen zijn deels niet, deels gebrekkig geïsoleerd en de warmtebeeldcamera toont dat onverbiddelijk. Ook omdat er sprake is van een niet meer zo rationeel aanlegstramien is er onnodig veel warmteverlies. In veel gevallen treffen we nog veel houtwol-gips isolatiemantels op de gefitte stalen CV-leidingen aan, of zoals hier 'golfkarton-gipsmantels', zoals elders blootgelegd. We zien dat die nauwelijks isolerend effect hebben. © ejn



Een uit 2008 daterende 45 kW mono-aardgasketel met rechts ernaast het secundair gestookte buffer-warmtapwatervat lukt het ondanks zijn forse vermogen niet om op koude dagen het interieur van dit Rietveldhuis comfortabel te krijgen. In een traditioneel woonhuismonument van ongeveer gelijke omvang, zou dat met een 30 kW ketel wel lukken. De energetische inefficiëntie van het woonhuistype wordt hier door geïllustreerd. Rechts een van de oude convectorsputten in het huis. De wanden zijn vuil en niet meer glad afgewerkt, er is geen enkele vorm van isolatie (ook aan kruipruimtekanal niet), het element is verouderd en verkeerd geplaatst. © ejn

Soms is er luchtverwarming toegepast al of niet direct gestookt met eveneens vaak verouderde ketels. In dat geval spelen ongeveer dezelfde tekortkomingen, waarbij niet-efficiënte warmte-opwelling en gebrekkige kanaalisolatie de belangrijkste misstanden zijn. In veel gevallen is geen of alleen plaatselijk – badkamer, toilet – ventilatie aanwezig in de vorm van mechanische afzuiging. De aanvoer geschiedt van oudsher via kieren en soms ventilatieroosters. Deze ventilatievorm resulteert in verlies van interieurwarmte.

### Systemverbetering: quick wins

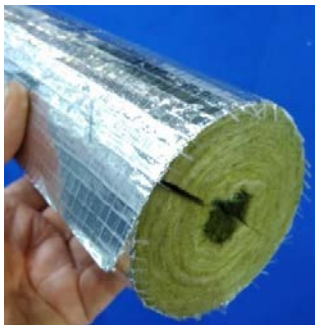
#### Eerste stap

Snelle en relatief eenvoudige verbetering van het verwarmingssysteem is op tal van punten mogelijk. Wanneer nog niet gedacht wordt aan 'gasloos' of hybride warmte-opwekking is vervanging van verouderde CV-ketels door de nieuwste HR-exemplaren, in combi-uitvoering de eerste stap. Zonder verdere maatregelen kan daarmee, afhankelijk van de leeftijd en techniek van de oude ketel, tussen de 10-20% op stookkosten worden bespaard.

Bij een direct gestookt luchtverwarmingssysteem en bij een ouder systeem met watergevoerde warmtewisselaar is de snelste verbeterstap om alleen een watergevoerde techniek met moderne HR-combiketel in te zetten.

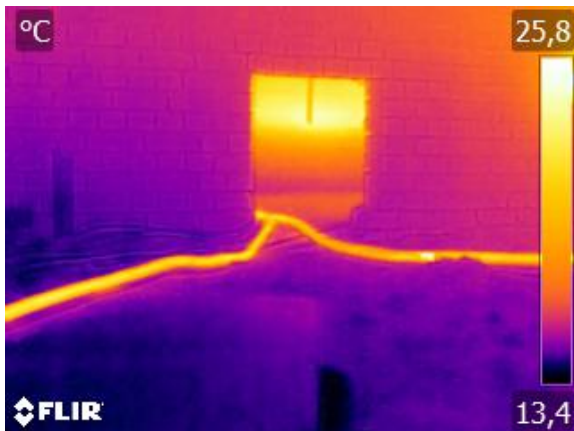
#### Tweede stap

Vaak is de volgende maatregel snel en meestal eenvoudig door te voeren. Hij bestaat uit het consequent vervangen of aanbrengen van hoogwaardige isolatiemantels op alle verdeel- en systeemleidingen van de CV, inclusief de leidingen voor warm tapwater.



Door toepassing van warmtestraalende reflecterende leidingisolatie zullen de leidingverliezen tot een minimum beperkt kunnen worden. Gezorgd moet worden dat consequent alle leidingdelen en appendages een minstens 4cm. dikke 'jas' krijgen met hoogglanzende aluminium ommanteling. De rechter foto toont verwijderde oude leidingen met golfkarton-gipsmantel leidingisolatie. Moderne mantelisolatie is bij dezelfde afmetingen 3x zo effectief. © ejn

Wat nogal eens voorkomt is dat CV-leidingen uit de bouwperiode van deze huizen eerder al gebreken vertoonden en plaatselijk zijn vervangen. Die vervangende leidingen zijn soms slordig gelegd, met flexibel materiaal dat met dunne isolatiemantel op de vochtige en koude kruipruimtegrond verloopt. Die vervangleidingen zijn dan tamelijk verliesgevend.

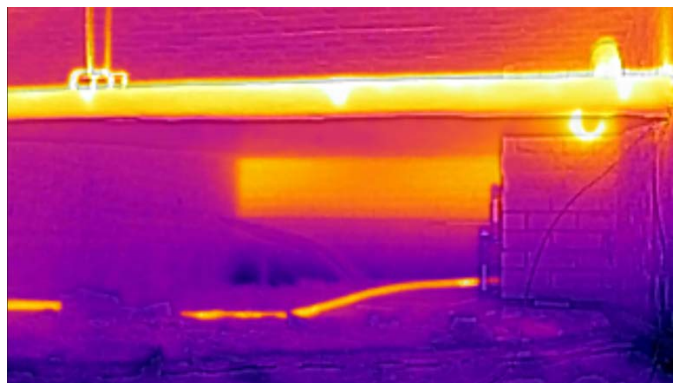


Hier zijn vloerconvectoren van de woonkamer recentelijk nieuw aangesloten op het CV-leidingnet met flexibele, los gelegde leidingen. De isolatie op die leidingen is ondoelmatig, zoals het warmtebeeld toont. Doordat deze losse na-installatie leidingen direct op de kruipruimtegrond zijn gelegd is er ook energieverlies via geleiding naar de bodem. Het warmtebeeld laat ook zien dat de hele kruipruimte onder het vertrek – te zien door het gat in de tussenwand – nagenoeg op comforttemperatuur is. Per saldo is er hier sprake van een uiterst verliesgevende, onbedoelde vorm van vloerverwarming voor de woonkamer. Goede na-isolatie van alle door niet verwarmde ruimten lopende leidingen is hier de snelle remedie. © ejn

### Derde stap

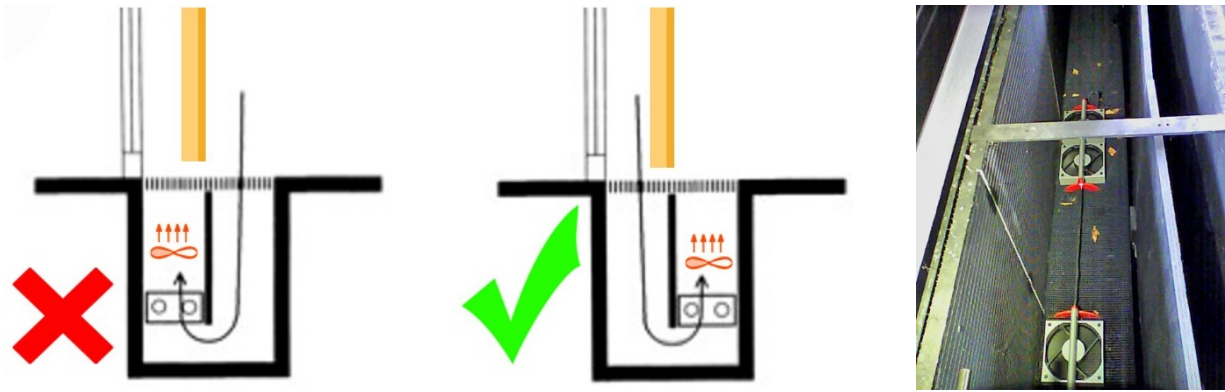
Hier gaat het om optimalisering van de warmte-afgifte van de radiatoren en convectoren in huis. Soms kan dat door toepassing van radiator-isolatie en het toevoegen van kleine stuwventilatoren op of onder de radiatoren en convectoren, waarover in een eerdere V&A-bijdrage informatie is gegeven.

Bij convectoren speelt nadrukkelijk ook de noodzaak om de putten waarin deze zijn opgesteld hoogwaardig te isoleren. In de meeste gevallen is dat namelijk onvoldoende het geval. Vaak kan relatief eenvoudig vanuit de kruipruimte een goede isolatie van de convectorputten plaats vinden.



Onder de slecht isolerende gipsmantels om de oude CV-verdeelleidingen is de niet-geïsoleerde, in kalkzandsteen aangelegde convectorput en daaronder een los gelegde flexibele, slecht geïsoleerde na-installatie CV leiding te zien. Links is met groen kader de plek van de convectorput aangegeven. Gelukkig zijn alle nu slecht of niet geïsoleerde elementen goed bereikbaar voor aanpak: onderkant beganegrondvloer, convectorput, leidingen. © ejn

Wat nogal eens voorkomt is dat de convectoren feitelijk 'verkeerd om' in de putten zijn geplaatst. Warme uitblaasluucht verdwijnt dan in de avond achter de gordijnen. Het is daarom aan te bevelen de convectoren correct op te stellen.



Als de convectoren aan de vensterzijde in de convectorputten zijn geplaatst, zoals in het linker tekeningetje aangegeven, hoopt zich 's avonds warme lucht achter de gordijnen (oranje-geel ingekleurd) op, met verlies als gevolg. De opstelling is dus verkeerd. De tekening midden laat zien hoe de convector correct, met middenschot in de vloerput hoort te zijn geplaatst. Bij toepassing van stuwventilatoren – en dat moeten er meer zijn dan in de afbeelding rechts! – is zo'n tussenschot of keerschot een essentieel efficiëntie-element. © eijn

### Systemverbetering: ingrijpendere maatregelen

#### Warmtepomp lucht-water

Wanneer een restauratie of renovatie in aantocht is, of indien men een stap richting 'gasloos' wil zetten is overstap naar laagtemperatuurverwarming (LTV) een goede koers. Voorwaarde is dan dat de gebouwschilisolatie – en vooral glasisolatie – van behoorlijke kwaliteit is. Om te onderzoeken of verwarmen op lage temperatuur en inzet van een warmtepomp haalbaar zou zijn kan de eerder geschetste test worden uitgevoerd: men stelt in het koude seizoen de bestaande gasgestookte CV-ketel in op een maximum systeemwatertemperatuur van net onder de 50° C. Als in dat geval alle vertrekken waar dat gewenst wordt op comforttemperatuur zijn te krijgen, dan is de stap naar LTV te zetten. Voorwaarde is wel dat het in de testperiode ook echt koud was.

Maar bij dit soort huizen met zeer veel glas leert de ervaring dat een warmtepomp ook na restauratie en binnen de behoudsconditie voor cultuurwaarden uitgevoerde schilisolatie, niet in alle gevallen met duurzame efficiëntie – SCOP hoger dan ca. 3! – in de comfortbehoefte kan voorzien. Het meest raadzaam is dan ook om over te stappen op een bi-valent of hybride warmtepompsysteem, waarbij de gasgestookte CV-ketel stand-by functioneert op extra koude dagen en het warme tapwater levert. Er zijn inmiddels hoog renderende hybride systemen op de markt die in deze formule opereren. Toepassing van een monoblock warmtepomp is hier aantrekkelijk.



Links: een monoblock warmtepomp buitenunit en – midden – de kleine binnenunit daarvan, die naast de bijbehorende HR-combigasketel is afgebeeld waarmee in hybride formule naadloos wordt gecombineerd. De WP levert 80% van de tijd de nodige comfortwarmte; de gasketel springt bij op koude dagen en levert het warme tapwater. Rechts voorbeeld van een ander hybride systeem ook met monoblock WP. Beeld: internet.

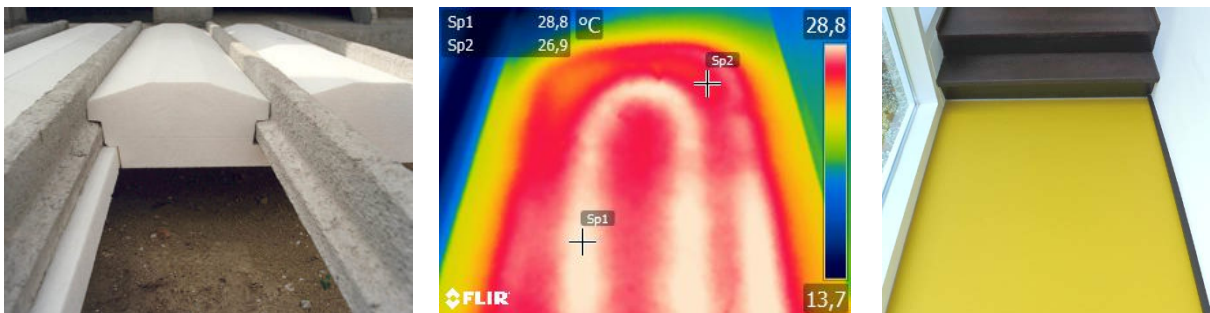
De monoblock buitenunit combineert in één behuizing de compressor en de verdamer van het WP-systeem, waardoor slechts een geringe hoeveelheid koelmiddel in het systeem circuleert doordat er geen koelmiddelleidingen tussen binnen- en buitenunit nodig zijn en er veel minder lekkagerisico is (weglekkend koelmiddel is milieubelastend). Bovendien is het thermisch rendement van een monoblock WP hoger dan van een split-unitsysteem. Tussen monoblock-buitenunit en binnenunit verlopen geïsoleerde warm-systeemwaterleidingen. Bij toepassing van LTV zal het meestal nodig zijn om voor de afgifte-kant van het systeem over te stappen op bijbehorende (ventilator-)radiatoren of convectoren



Ventilatorradiator voor LTV, waarmee zowel verwarming als koeling mogelijk is. De exploded view links toont de inbouw-ventilatoren, die snel te vervangen zijn (paarse pijlen). Rechts de ventilerende radiator zoals in de handel. Beeld: © ejn en Radson.

## Vloerverwarming

Als de mate van bouwkundig ingrijpen en de monumentenstatus van de vloervelden dat toestaan is toepassing van vloerverwarming bij LTV een voor de hand liggende optie. Voorwaarde is dat onder het vloerverwarmingssysteem goede thermische isolatie komt. Bij vervanging van de vloerconstructie is dat zonder meer oplosbaar.



Hier zijn de meeste vloervelden volgens bovenstaand prefab-balken- en EPS-broodjessysteem als beton-combinatievloeren uitgevoerd, met in de druklaag opgenomen een watergevoerd vloerverwarmingsnet. Thermisch en constructief hoogwaardige techniek. Het warmtebeeld na restauratie en afwerking laat zien dat de VV-lussen mooi vrij van de gevel zijn gelegd, waardoor er geen verliezen richting de puien zijn. © ejn

## Systemverbetering: ingrijpender maatregelen

### Warmtepomp grondgebonden

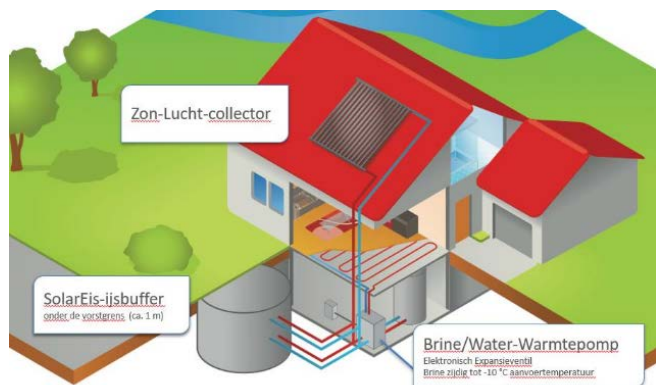
Op eigen terrein van vrijstaande Rietveldhuizen is er soms gelegenheid om een nog efficiënter WP systeem in te zetten: een grondgebonden warmtepomp met bodemlussen. Vooraf moet grondig worden onderzocht of lokaal vergunning voor diepteboringen zal worden verleend. Bij een woning van ongeveer 200 m<sup>2</sup> BVO zal een warmtepompvermogen van tussen de 10 en 20 kW nodig zijn. Om daarvoor toereikende bron-energie te leveren zullen 2-4 grondboringen op voldoende onderlinge afstand nodig zijn.



Links het aanbrengen van gesloten bodemlussen in geboorde gaten in beeld. Rechts is bij een ander adviesproject een indicatie gegeven voor de positie van de boorgaten (rood) op het eigen terrein. Hier betrof het een grondgebonden warmtepompsysteem van 80 kW, dus flink omvangrijker dan voor Rietveldhuizen nodig zou zijn. Beeld: internet en © ejn

Wanneer diepteboringen lokaal niet zijn toegestaan en er is voldoende oppervlak aan eigen terrein (ca. 3x het te verwarmen gebouwoppervlak), dan zou een horizontaal lussensysteem kunnen worden overwogen. Dat rendeert wat lager, maar levert een groot deel van het jaar toch voldoende bronwarmte voor een (hybride) warmtepompsysteem.

Ook zijn er WKO-systemen (warmte-koude-opslag) waarbij een in de bodem ingegraven isolerend vat als bron functioneert. Als voorbeeld tonen wij hier het systeem van SolarEis.

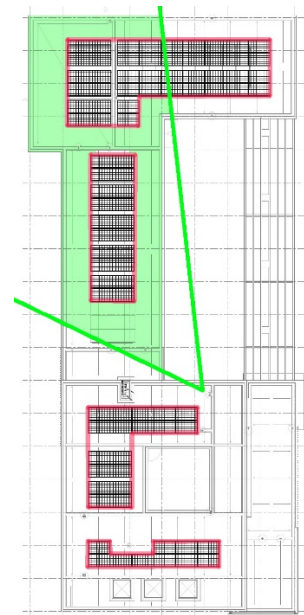
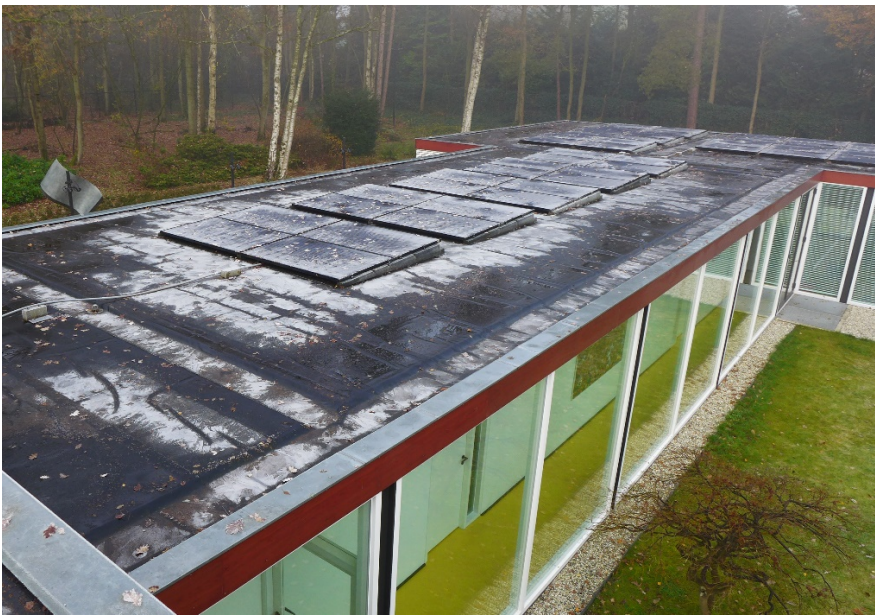


Links de aanleg van horizontale bodemlussen als bron voor een WP. Op een diepte van ca. 1,4 m. wordt 3x het te verwarmen oppervlak in huis op deze manier van warmte-oogstlussen voorzien. Het systeem geldt als 'gesloten bron'. Het systeemzijdige warmte-overdrachtsmiddel is brine (zeer zout water). Rechts een impressie van het SolarEis-systeem. Beeld: internet.

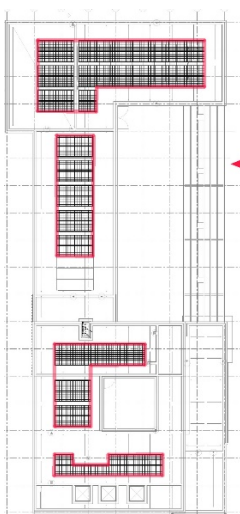
Bij het SolarEis-systeem wordt gebruik gemaakt van de fysische eigenaardigheid dat smeltend ijs extra energie levert (dooiwarmte); de naam van het systeem wordt hiermee verklaard. De warmte-inhoud van het vat is daardoor bij relatief geringe afmetingen toch hoog. Het vat is volledig afgesloten van de bodem en dus ook te beschouwen als 'gesloten bron'. Ook hier wordt brine als overdrachtsmiddel toegepast. Een zonnecollector op het dak zorgt voor regeneratie van de bron.

## Systemverbetering: duurzame opwekking

Omdat Rietveldhuizen en soortgelijke panden vaak platte daken hebben is er in principe een goede kans voor inzet van PV. Maar vanwege de rankheid van de architectuur en daklijsten en de terechte monumentenzorg-conditie dat zonnepanelen niet in beeld mogen komen, kan alleen (bijna) vlakke opstelling van PV hier uitkomst bieden. Nadeel van bijna vlakke plaatsing is dat de zonnepanelen snel vervuilen. Het is daarom nodig om een dergelijk systeem meermalen per jaar te reinigen en te wassen om opbrengstrendement te houden. Bij de berekening van het benodigde en op te wekken elektrische jaarvermogen in die gevallen waarbij men mikt op 'gasloos' is het zaak realistisch te zijn voor wat betreft de stroomafname door het warmtepompsysteem en de jaaropbrengst van de PV. Hier gaat het in 'vrolijk optimisme' nogal eens mis en blijkt er na enige seizoenen wonen een flinke extra stroomvraag. Maximalisatie van het op te stellen aantal zonnepanelen is dus aan te raden.

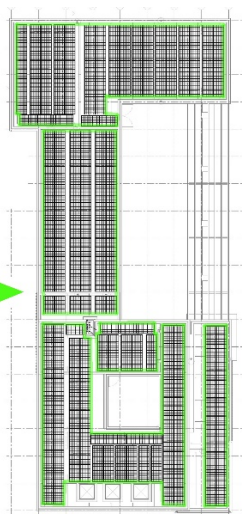


Bijna vlak opgestelde PV op het dak van een van de geadviseerde Rietveldhuizen. De bijna vlak gelegde panelen blijven los van de dakrand i.v.m. zichtbaarheid. Rechts de dakplattegrond met daarin in rood omlijnd de PV-groepen; de zichthoek van de foto is in groen aangegeven. Duidelijk is dat nog niet alle beschikbare dakoppervlak is benut. © ejn en vHA



PV bestaand = 90 panelen  
jaaropbrengst ca. 23.000 kWh

PV maximaal = 240 panelen  
jaaropbrengst ca. 55.000 kWh



Wanneer de dakvlakken maximaal worden benut en de PV in oost-west opstelling – rechter foto – worden geplaatst, kan beduidend meer duurzame energie worden opgewekt dan nu het geval is. Door aan de dakrand steeds het laagste punt van de panelen te kiezen de PV extra te ballasten is dit mogelijk. © ejn