

Te warme zolderkamer

Oorzaken en oplossingen voor een koelere zolder



Door: Sjoerd Nienhuys en Barry Hoogendoorn

Energie adviseurs van Hilverzon

Datum: september 2026.

www.nienhuys.info

QR-code website →



Abstract: De oorzaken van een te warme zolderkamer worden geanalyseerd en verschillende oplossingen worden aangegeven. De hoeveelheid glas, de zon-oriëntatie en de zonwering zijn de belangrijkste invloeden die van belang zijn. De zonintreding beheersen is veruit het belangrijkste. De kwaliteit van de dakisolatie is de tweede factor, die bij goede isolatie ook meerwaarde van de woning heeft. Reflecterend wit schilderen is technisch een bekende (in de tropen) en goede optie. De derde factor is de mechanische koeling die elektriciteit vraagt, maar ook werkt als de buitenlucht te warm is om mee te koelen.

Inhoud

1.	Huiskantoor en thuiswerken	3
2.	Wanneer is het te warm?	4
3.	De zoninstraling	5
4.	Zonwering	5
3.1.	Zonwering dakoppervlak. (Figuur 1, nummer 2)	6
3.2.	Knikarm zonnescerm	7
3.3.	Uitval zonnescerm	8
3.4.	Markiezen	8
3.5.	Rolluiken	8
3.6.	Screens met vaste verbindingpunten of zuignappen	9
3.7.A.	Zonwerende lichtkoepel folie	11
3.7.B.	Zonreflecterende folie	11
3.7.C.	Zonwerende glasfolie buiten	12
3.8.A.	Binnen zonwering paneel	12
3.8.B.	Binnen zonwering gordijnen	12
4.	Dakisolatie	14
4.1.	Vlieringisolatie	15
4.2.	Isolatie plat dak van een dakkapel	15
4.3.	Het knieshot	15
4.4.	Vloer van de zolder	16
5.	Actief ventileren en koelen	16
5.1.	Zomernachtventilatie, spuien	16
5.2.	Actief ventileren	17
6.	Additioneel (mechanisch) koelen	18
6.1.	Capaciteit	19
6.2.	Plaatsing	20
6.3.	De locatie	20
6.4.	Gebruik	20
6.5.	De warmtepompboiler	20
6.5.	Nieuwe ontwikkelingen	21

Andere gerelateerde documenten op www.nienhuys.info

- Dakisolatie.
- 101-Soorten-Glas
- Ramen en kozijnen
- Ventileren van oudere woningen
- Sun Protection Solar

1. Huiskantoor en thuiswerken

Sinds thuiswerken belangrijker is geworden in vergelijking met vroeger, zijn veel zolders in gebruik genomen als thuis-office. Ook het tekort aan woonruimte resulteert vaak in het inrichten van een zolderkamer als slaapkamer en studeerplek voor oudere kinderen. In beide situaties is een te warme zolderkamer nadelig voor de gezondheid en de studieresultaten. Voor thuiswerk en studeren is een kamertemperatuur van 18°C tot hooguit 21°C nodig en voldoende verse lucht. Voor de goede werking van de hersenen is voldoende zuurstof nodig.¹

Een zolderkamer waar wordt geslapen heeft een aanbevolen temperatuur van gemiddeld 16°C tot hooguit 18°C en heeft constante ventilatie nodig om de CO₂ en waterdamp te verwijderen en zuurstof binnen te laten. Dit betekent dat als een zolderkamer voor zowel slapen als studeren wordt gebruikt, er 's avonds na de studieperiode gedurende enige tijd ruim gelucht (gekoeld) moet worden (spuien) om de kamertemperatuur te laten dalen voor de nacht. Dat kan vaak alleen als de buitenlucht later op de avond voldoende is afgekoeld. Er is ook actieve (mechanische) koeling mogelijk; dat kost stroom.

De zolder in dit documentje is de ruimte direct onder het dak. Deze informatie is ook relevant voor werk- of slaapkamers op elke andere etage van de woning. In dat geval gaat het niet over de dakisolatie maar over de muurisolatie. Omdat op de etages het muuroppervlak vaak beperkt is, of kleiner dan het dakoppervlak, staat deze oorzaak voor etagekamers op de tweede plaats.

De belangrijkste oorzaken van een te warme zolder zijn:

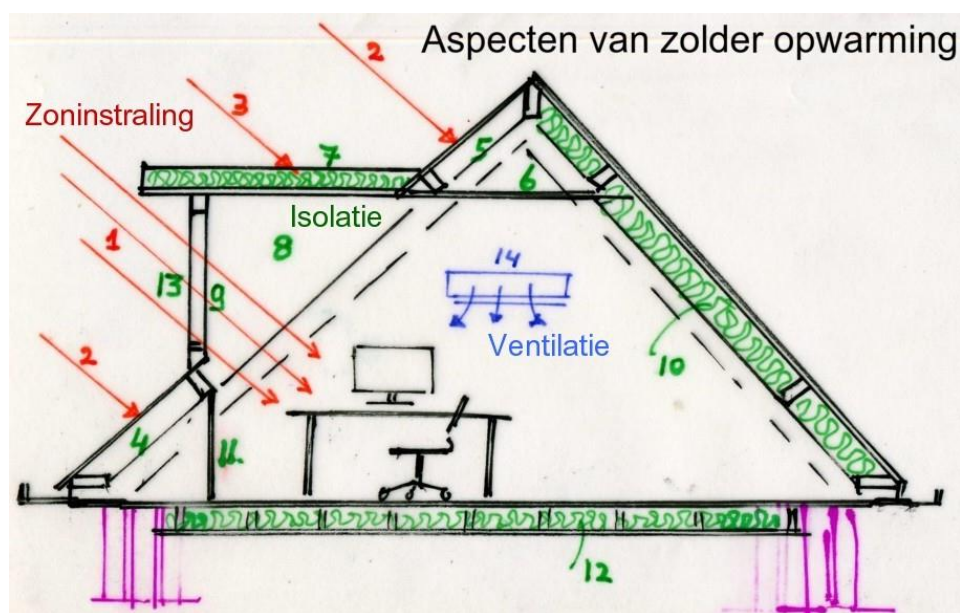
- A. De ramen van de zolder laten veel direct zonlicht binnen. Er moet zonwering worden toegepast.²
- B. De zon staat vol op het dak (*figuur 1*, nummers 2 en 3) en het dak is onvoldoende geïsoleerd en te donker van kleur. In dit geval moet de dakisolatie verbeterd worden of reflecterend gemaakt.

¹ Om het CO₂-gehalte in de gaten te houden is een CO₂-metertje aanbevolen. Een goede waarde CO₂ in de lucht is tussen de 450 ppm en 750 ppm. Het metertje geeft een signaal als het CO₂-gehalte boven de 1000 ppm komt. Zie ook het document 'Ventileren van oudere woningen' op www.nienhuys.info

² Een gedetailleerd document over de berekening van zoninstraling, invalshoeken en schaduwwerking zie website www.nienhuys.info pagina shelter-documenten: *SUNPROTECTION SOLAR*. Engels/Arabisch geïllustreerd. Dit gedetailleerde document geeft de bouwkundige maatregelen aan die permanent schaduw creëren.

Elk van deze drie punten wordt behandeld met voorbeelden van oplossingen.

Figuur 1. Nummers van analyse:
 Zoninstraling rood, 1 t/m 3.
 Isolatie/reflectie groen, nummers 4 t/m 13.
 Ventilatie/koeling blauw, nummer 14.

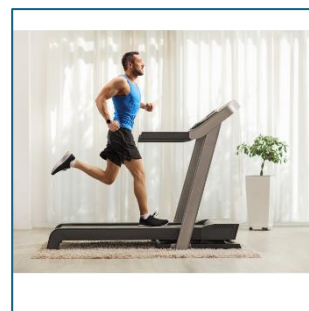
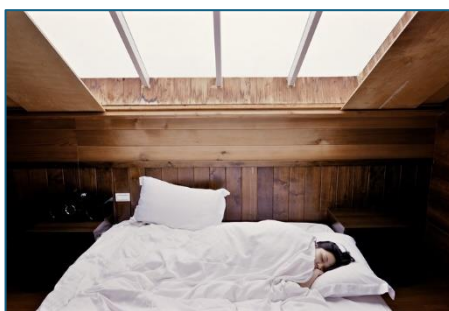


- C. Er komt door ventilatie veel warme ventilatielucht van buiten naar binnen.
- D. De woningomgeving is te warm door bestrating en gebrek aan bomen. Het creëren van een koelere omgeving door “Tegels eruit en planten erin” zal de omgevingstemperatuur verlagen³. De stad is vanwege de asfaltwegen, betonnen trottoirs, en donkergekleurde daken een warmtecollector. De metalen en glazen auto's zijn stuk voor stuk zonnecollectoren en produceren nog eens extra warmte met hun airco's aan.

2. Wanneer is het te warm?

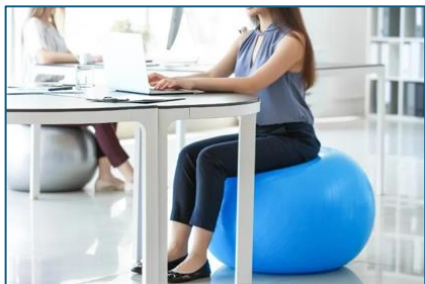
Warm is een relatief begrip dat sterk beïnvloed wordt door de luchtvochtigheid en de fysieke ervaring en gezondheid van de persoon. Iemand die altijd in warme ruimtes of een warm klimaat verblijft zal het gauw koud krijgen. Iemand die gewend is aan een temperatuur van 16°C zal het gauw te warm krijgen bij 18°C. Op een kantoor met 21°C krijgt die laatste persoon het al gauw benauwd. Het hangt er dus sterk vanaf waarvoor de zolder gebruikt gaat worden.

Wordt de zolder alleen gebruikt voor een slaapplek voor kinderen die ouder zijn dan twee jaar dan is 15°C en een lekker dekbed warm genoeg, en warme vaak oncomfortabel. Het is wel belangrijk dat er voldoende ventilatie is, want om het gezond te houden is er voldoende verse lucht nodig.



³ Zie Milieu Centraal en <https://www.hier.nu/isoleren/8-manieren-om-je-huis-koel-te-houden>

Bovendien moet de uitgeademde waterdamp weg kunnen en mag niet condenseren in de dakconstructie. Hetzelfde geldt voor een ruime waar gesport wordt.



De manier waarop men aan het bureau zit of staat maakt ook wat uit. Een actieve zitting zoals bij een zitbal of bij staand werken kan een iets lagere temperatuur hebben dan in een bureaustoel. Een omgevingstemperatuur van rond de 18°C tot 19°C is dan comfortabel. Ook hier is het belangrijk dat er voldoende verse lucht is want om na te denken is voldoende zuurstof nodig.

Koude handen is dan weer niet fijn, dus kan je een verwarmd keyboard aanschaffen of een stoelverwarming (dekkentje).

Echter, als de zolder te warm wordt dan moet de temperatuur naar beneden.



3. De zoninstraling

Direct zonlicht op een schuin dak (*Figuur 1*, nummer 1). De hellingshoek waaronder de zonstraling binnenkomt verandert met het uur van de dag en de seizoenen. De hoeveelheid is ook sterk afhankelijk van de oriëntatie van de woning. Een kamer met daklichten op het noorden heeft nauwelijks last van overmatige zoninstraling. Daklichten of dakramen met veel glas ontvangen veel instraling van de oostelijke en westelijke zon, omdat deze dan een lage invalshoek heeft. Alleen bij zoninstraling vanuit het zuiden en een hoge invalshoek werkt een dakoverstek van het dakraam om schaduw te creëren.

Figuur 2: Dakraam met een redelijk overstek, maar de schaduwprojectie vóórdat de zon op het glas valt en binnenkomt is klein. Op de Luxaflex binnen is de schaduw groter, maar dan is het zonlicht al binnen en zet zich om in warmte.

Deze erg oude dakkapel heeft ook geen geïsoleerde wangen en waarschijnlijk een slecht isolerend dak.



Zonlicht dat binnen in de woning een oppervlak raakt wordt grotendeels omgezet in warmte (Infrarood straling), waardoor ook de lucht in de zolderkamer verwarmd wordt. Ramen in de kamer houden die warme lucht vast en isolerende ramen voorkomen nog beter dat de warmte weer naar buiten straalt. Het is daarom **essentieel** dat de zon aan de **buitenkant** van het raam geweerd wordt. De verschillende opties worden gegeven om schaduw voor de ruiten/ramen te creëren.

4. Zonwering

De verschillende types zonwering. (Figuur 1, nummers 2 en 13). Dit zijn de eenvoudigste en ook goedkoopste maatregelen. De beste manier om opwarming van de zolder te voorkomen is zonwering aan de buitenzijde, voor het raam. Tripleglas geeft ook enigszins zonwering (op face 2) én geeft betere thermische isolatie voor de winter. Het dak kan reflecterend gemaakt worden.

De zon moet bij voorkeur aan de buitenkant van het glas gestopt of gereflecteerd worden. Het zonlicht dat door het dakraam of dakkapel binnenkomt zal dus **in de winter bijdragen** aan de verwarming, maar kan **in de zomer oververhitting** veroorzaken. Wanneer er sprake is van oververhitting in alle jaargetijden kan een zonwerende folie op het glas worden aangebracht. Bij het kiezen van een optie zijn het gebruiksgemak en de kosten van aanschaf en installatie en de duurzaamheid belangrijke elementen. Sommige opties zoals uitvalschermen en markiezen zijn windgevoelig en daarom niet aan te bevelen.

Screens zijn goedkoper dan zonneschermen/markiezen en de losse screens kunnen na de warmste dagen opgeborgen worden. Verschillende schaduwopties zijn elektrisch of zelfs automatisch van binnenuit te bedienen. Hoe belangrijk is het uitzicht en lichtreflectie (computerscherm) voor een zolderkamer dat ook als kantoor dienstdoet?

4.1. Zonwering dakoppervlak. (Figuur 1, nummer 2)

Hittebelasting van het pannendak door de zon.

Recente KNMI-klimaatscenario's geven aan dat de warme zomer van 2026 in de nabije toekomst meer de regel dan uitzondering zal zijn en dat het zelfs nog warmer kan worden. De oppervlaktetemperatuur van zuidgeoriënteerde rode pannendaken in de volle zon varieert van 65°C tot 85°C, terwijl grijze dakpannen nóg warmer kunnen worden.⁴ Alleen witte reflecterende verf of hele dikke dakisolatie kunnen de grote warmtedoorgang voorkomen.

Figuur 3. Het schoonmaken van de dakpannen en het reflecterend wit schilderen (-spuiten) van de dakpannen is de meest efficiënte methode om te voorkomen dat de hitte van het dakvlak doorstraalt naar de zolder.



Hoewel het in Nederland nog ongebruikelijk is, wordt het wit verven van het (platte) dak met warmte-reflecterende verf⁵ veel toegepast in warme en tropische landen. Voor het schilderen van pannendaken gelden de volgende voorwaarden en observaties:

- ✓ Onder de dakpannen moet een regen-doorslag-werende (damp-open) dakfolie liggen. Vooral met het schoonmaken van de dakpannen, voordat deze geverfd worden, moet voorkomen worden dat er bij iets oudere of minder goed sluitende dakpannen lekwater door het pannendek heen komt.

⁴ Door de hoge temperatuur van de dakpannen is er ook een hele hoge temperatuurbelasting op de isolatie eronder. Meer isolatie is dan kostbaar en vereist ook ruimte. Ofschoon reflecterend wit-verven van daken een afdoende maatregel is, is het nauwelijks bekend in Nederland.

⁵ Het warmte-reflecterende effect wordt bereikt door micro keramische of glasballetjes die wit licht en warmtestraling reflecteren. Er zijn ook warmte-reflecterende verven voor binnen, maar die verliezen hun reflecterende functie wanneer die met een andere verf worden overgeschilderd.

- ✓ De dakpannen moeten goed schoon en droog zijn. Er zijn verschillende dakbedrijven die pannendaken schoonmaken met een schuimbehandeling of hogedruk spuiten. Slechts een paar van deze bedrijven voeren ook schilderwerk uit. Na een eerste minder agressieve schuimbehandeling (milieuvriendelijker) kan het zijn dat nog niet alle vuil (algen en mos) er af is.
- ✓ Er zijn verschillende verven voor pannendaken op de markt zoals ARCArefelect 1220 - 1198 (Arcane industries. Frankrijk) die 85% van het licht (en dus de warmte) terugkaatsen. 10 liter euro 185. Verbruik 0,75 liter/m². Het wordt met een pistool onder 150 bar druk aangebracht.
- ✓ Een ander product is Remmers Color PA Roof 12,5 liter voor euro 225 voor 12,5 liter. Verbruik ongeveer 0,4 liter/m² in de twee lagen.
- ✓ Verfproducten voor bitumen daken zijn niet altijd geschikt voor pannendaken. Deze kunnen een reflectie hebben van 75%. Deze zijn over het algemeen goedkoper dan de ARCAreflex.
- ✓ Goede verven worden met een spuit in twee of drie lagen aangebracht en hebben een levensduur van tenminste 20 jaar.
- ✓ De verven dichten ook de poriën in de dakpannen. Het maakt het dak dus beter waterdicht. Het is dus niet nodig om nieuwe dakpannen te hebben. Ze moeten wel schoon zijn.
- ✓ In wijken met beschermd stadsgezicht kan het mogelijk zijn dat de gemeente het wit-verven van de dakpannen niet toestaat.

Voor zonwering bij ramen zijn er veel opties, elk met eigen kenmerken, voor- en nadelen:

- 3.2. Knikarm zonneschermen
- 3.3. Uitvalschermen
- 3.4. Markiezen
- 3.5. Rolluiken
- 3.6. Screens met vaste verbindingpunten of zuignappen
- 3.7. Zonwerende folie
- 3.8. Binnen zonwering
- 3.9. Horren

4.2. Knikarm zonnescherm

- + Scherm kan individueel (elektrisch) bediend worden.
- + Het kan een grote breedte hebben.
- + Kan voorzien worden met wind- en zonsensoren voor automatische bediening.
- + Geen montage langs/op de kozijnen.
 - Windgevoelig, dus niet aanbevolen bij een dakkapel.
 - Vereist grote montagehoogte (H) aan de bovenzijde kozijn. **Deze afstand is > 20 cm.** Die ruimte is er zelden bij een dakkapel.
 - Bij een lage zonpositie komt het directe licht langs de zijkant.
 - Dure constructie.
 - Horizontaal uitzicht blijft behouden.
 - Doek in vele kleuren maar die vervagen (levensduur 30 jaar).
 - Geen isolerende werking in de winter.
 - Bij voorkeur oprollen voordat het regent.



Figuur 4. Knikarm zonnescherm

De witte en lichte stoffen reflecteren het meeste zonlicht. Het doorschijnende licht geeft ruime verlichting van de werkkamer zonder dat er direct zonlicht binnenkomt. De donkere stoffen houden het licht het beste tegen en creëert een zwart vlak tegen de hemel.

4.3. Uitval zonnescerm

- + Elk scherm kan elektrisch/handmatig bediend worden.
- + Kan voorzien worden met wind en zon sensoren voor automatische bediening.
- + Lagere kosten dan het knikarm zonnescerm vanwege de eenvoudiger constructie.
- + Vele kleuren doek beschikbaar.
- Iets minder windgevoelig dan een knikarm scherm maar ook niet aanbevolen voor dakkapel.
- Vereist montage hoogte aan de bovenzijde ($H > 15$ cm) en langs of op de kozijnen.



Figuur 5. Uitval scherm

- Horizontaal uitzicht blijft grotendeels behouden.
- Bij een lage zonpositie komt het directe zonlicht langs de zijkant.
- Doek in vele kleuren maar die vervagen (levensduur 30 jaar).
- Geen isolerende werking in de winter.

4.4. Markiezen

- + Elk scherm kan elektrisch/handmatig bediend worden.
- + Kan voorzien worden met wind en zon sensoren voor automatische bediening.
 - Hoogste kosten vanwege mechaniek.
 - Windgevoelig. Iets minder dan de voorgaande twee, maar ook niet aanbevolen voor dakkapel.
 - Vereist montage hoogte aan de bovenzijde (H) en langs de kozijnen.
 - Uitzicht is beperkter dan de voorgaande.
 - Doek in vele kleuren maar die vervagen (levensduur 30 jaar).
 - Geen isolerende werking in de winter.

Figuren 6. Markiezen. Met mechaniek langs de ophangzijde. De omkasting heeft ook ruimte nodig.



4.5. Rollluiken

Deze bestaan uit horizontale lamellen die aan en in elkaar haken en naar boven oprollen. Bij het neerlaten bestaat de optie om deze gedeeltelijk te laten dalen (foto onder) en kieren over te laten zodat er voldoende licht binnenkomt.

*Figuren 7.
Rolluik dakkapel
en dakraam.
Veel gebruikt bij
slaapkamers.*



- + Elk rolluik kan van binnenuit elektrisch/handmatig bediend worden.
- + Geen invloed van de wind.
- + Op kierstand laat het vaak voldoende licht binnen.
- + Bijna volledige verduistering wanneer gesloten.
- + Inbraak vertragend (plastic en metalen modellen).
- + Enigszins geluidwerend wanneer volledig gesloten.
- + Duurzame constructie, weinig onderhoud, meerwaarde woning.
- Het heeft aan de bovenkant een constructie nodig waarin het luik oprolt. Dat kan vaak niet bij een bestaand raam.
- Geen uitzicht bij sluiting.
- Iets isolerende werking in de winter.
- Vrij hoge initiële investering.

4.6. Screens met vaste verbindingpunten of zuignappen

Vaste screens kunnen net zoals rolluiken verticaal afsluitbaar zijn, maar er zijn ook losse screens die op het glas, raamhout of kozijn tijdelijk gemonteerd kunnen worden met zuignappen of schroeven.

- + Weinig invloed van de wind.
- + Laat afhankelijk van het soort voldoende licht binnen.
- + Vergroot de privacy tegen inkijk.
- + Goedkope en effectieve oplossing.
- + Modellen met zuignappen (op glas, aluminium of kunststof kozijn) zijn snel te monteren en te verwijderen. Vastzetten met kunststof moer. Toegestaan bij huurwoningen.
- + Ze kunnen op maat besteld en geleverd worden. Verschillende prijsklassen.
- Vermindert uitzicht bij toepassing, afhankelijk van model, niet regelbaar.
- Aanbrengen en verwijderen aan de buitenkant, dus het raam moet bij voorkeur naar binnen opgezet kunnen worden om het aan te brengen.
- Modellen met schroeven vereisen het aanbrengen van die schroeven in het raam of kozijn. Bij huurwoningen is het niet toegestaan in het raam of kozijn te boren.



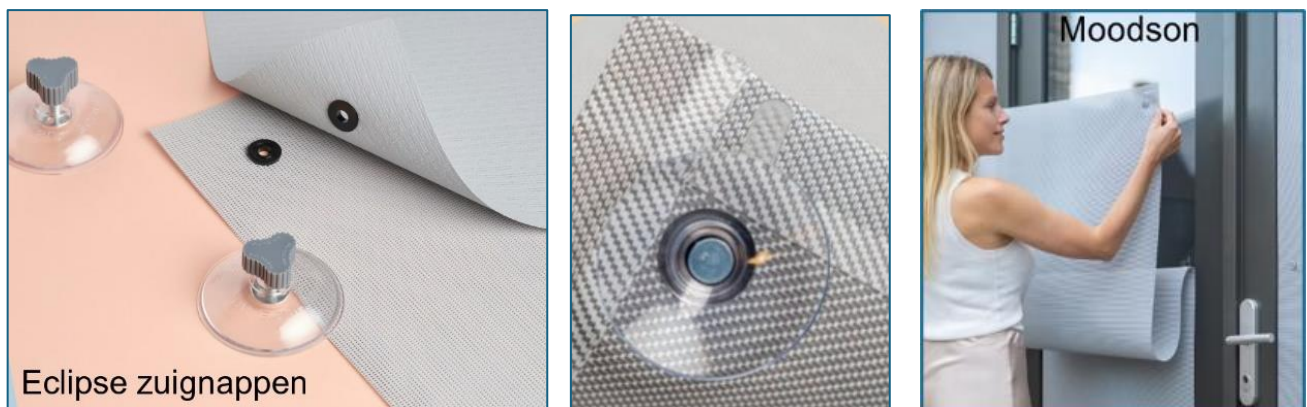
Figuur 8. Permanente screens buitenop. Er zijn verschillende modellen. Deze kunnen elektrisch bediend worden. Het doek kan op de duur ook vervangen worden. Verschillende soorten doek zijn beschikbaar zoals half licht-doorlatend. Het frame wordt op het kozijn bevestigd en kan op maat besteld worden.

Figuren 9. Verschillende modellen van vaste buitenscreens bij dakramen: Intura, Velux en Fakro. Deze zijn van binnenuit zowel elektrisch te bedienen als met de hand.



Populair (en goedkoop) zijn de tijdelijke screens die alleen voor de zomermaanden op het glas, raamwerk of op het kozijn bevestigd worden (b.v. van zonnerij.nl) met lage investering.

Na de zomermaanden worden ze er weer afgehaald en opgerold. Het is wel belangrijk dat voor dakramen het monteren veilig van binnenuit kan gebeuren.



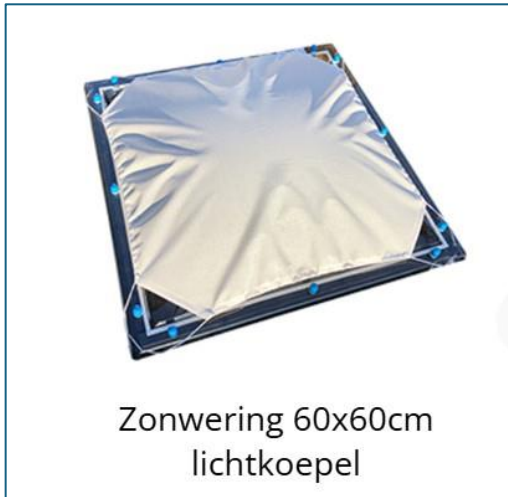
Figuren 10. Screens met zuignappen. Lage kosten. Na de zomer weer te verwijderen.



Figuren 11. Verschillende manieren van bevestigen zoals zuignappen en schroefverbindingen.

4.7.A. Zonwerende lichtkoepel folie.

Door aan de buitenkant van het raam Tonzon folie of radiatorfolie te bevestigen zal >95% van het licht teruggekaatst worden en niet binnenkomen. Voor dakkoepels zijn op maat geprefabriceerde reflecterende hoezen beschikbaar die het grootste gedeelte van de zon buiten houden.



Figuren 12. Door de toepassing van gemetalliseerd doek wordt het meeste licht teruggekaatst, maar laat gedurende de zonuren wel voldoende licht binnen. Links: Goedlicht. Rechts: Serge Ferrari Soltis 86 Alu Alu.

4.7.B. Zonreflecterende folie

Radiatorfolie zoals Tonzonfolie en soortgelijke reflecterende folies hebben een gemetalliseerd oppervlak (meestal zilverkleurig) dat tot 95% van het licht en de warmtestraling terugkaatst. Het meest effectief is het om die folie aan de buitenkant van het raam toe te passen.

- + Zeer effectief.
- + Goedkoop en zelf aan te brengen.
- + Eenvoudig te repareren met plakband.
- + In de sponning geklemd niet windgevoelig.
- Laat weinig licht door.
- Geen meerwaarde van de woning.
- Bij regelmatig afhalen en weer aanbrengen kan/zal het stuk gaan.

Figuren 13. Links. Aan de buitenkant van een raam toegepast en raam gesloten zodat het klem zit. Goudkeurige folie van noodhulp warmte deken.



Rechts. Aan de binnenkant toegepaste radiatorfolie. De hoge lichtreflectie zorgt ervoor dat de warmte beperkt binnenkomt. Goedkoop en effectief.



Binnenzijdige zonwering (Figuur 1, nummer 9). Dit werkt enigszins als deze zonwering het grootste gedeelte van het licht **weer naar buiten reflecteert** zoals witte of verzilverde vouwgordijnen of plissé die vlak achter de ruit zitten.

4.7.C. Zonwerende glasfolie buiten

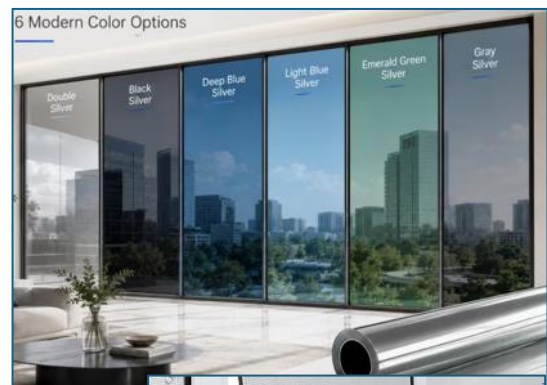
Zonwerende glasfolie⁶ is geschikt voor HR⁺, HR⁺⁺. De glasfolie wordt aan de buitenkant van het glas aangebracht en is krasbestendig. Zonwerende statische raamfolie getint is een oplossing wanneer je last hebt van fel zonlicht in huis, maar het aanbrengen heeft een permanent karakter. Dat betekent dat men in de winter geen voordeel hebt van de warme inkomende zonnestraling.

- + Precies op de maat van het glas aan te brengen.
- + Permanente bevestiging.
- + Krasvrij (glazenwasser).
- + Verschillende sterktes van licht beperking.
- + Sterk verminderde UV-straling (tegen verkleuring)
- Permanente bevestiging, maar kan wel verwijderd worden
- Moeilijk aan te brengen of prijzig wanneer je het laat doen.



Figuur 14. Boven. Glasfolie aanbrengen: Voordat de zonwerende folie kan worden aangebracht moet de ruit ontfet worden voor een optimale hechting. Meet tot aan de kitvoeg en snij de folie op maat. Verwijder het transparante schutvel. Spuit/spray het glas in met water. Plaats de folie. Veeg met een zachte rubberen trekker het vocht vanuit het midden weg naar de randen. Door de statische eigenschappen blijft het folie hechten.

Figuur 15. Glasfolie. In de markt zijn verschillende kleuren en mate van verduistering beschikbaar.



4.8.A. Binnen zonwering paneel

Los paneel van 7 mm dik (drie-lagen). Het straling- en warmte-isolerende folie met aluminiumfolie aan de buitenkant en parelkatoen aan de binnenkant tegen het glas geplaatst. Door de aluminiumfolie toplaag wordt 95% van het licht weer direct naar buiten gekaatst.

- + Snelle plaatsing en verwijdering, iets stijve folie.
- + Lage kosten.
- + Van binnenuit monteren.
- Geen precieze maatvoering. Hoogte 100 cm en breedtes 50 cm, 70 cm, 80 cm en 100 cm.
- Blokkeert het uitzicht.



Figuur 16. Binnen folie-paneel

4.8.B. Binnen zonwering gordijnen

Plissé gordijn of vouwgordijn of rolgordijn met ophanging bovenaan worden op het kozijn of raamhout gemonteerd en kan in vele kleuren en maten geleverd worden. Bij de bouwmarkt zijn goedkope standaardmaten verkrijgbaar. Het meest effectief zijn plissé of vouwgordijnen of rolgordijnen met een witte of zilveren raamzijde die daardoor het meeste zonlicht direct weer naar buiten weerkaatsen.

⁶ Veel bedrijven noemen dit raamfolie, maar het wordt óp het glas bevestigd. Het is een permanente toepassing.

Witte gordijnen laten nog een flinke hoeveelheid licht binnen. Het dubbele plissé gordijn heeft een betere isolerende werking dan de enkele plissé.

Een donkere kleur plissé gordijn vlak achter een HR⁺⁺ ruit kan (komt vaak voor) thermische breuk opleveren, omdat de temperatuur tussen het gordijn en het glas hoog oploopt.

- + Decoratief in verschillende texturen.
- + Zelf te monteren met lage kosten (bouwmarkt).
- + Kunnen precies op maat gemaakt worden.
- + Goede privacy wanneer gesloten.
- + Extra isolerende werking in de winter.
- + Mogelijk om van boven naar beneden te zakken of van beneden naar boven op te trekken.
- Met elektronische bediening is duur.
- Gevaar bij donkere kleur en kleine spouw van glasbreuk.
- Geen zicht naar buiten.



Figuur 17. Plissé binnen heeft alleen isolerende werking in de winter wanneer het goed aansluit tegen het kozijn. Donkerkleurige plissé kan thermische breuk van isolatieglas opleveren. Een plissé of vouwgordijn dat dicht langs het raam loopt, onder en langs de zijkanten goed aansluit tegen het kozijn of vensterbank zal een luchtlaag vormen die iets isoleert⁷.

4.9. Inzethorren

Inzethorren worden in de sponning van het kunststof of aluminium raamkozijn geplaatst, waardoor deze aan de buitenzijde zit en het raam dicht kan.

- + Afmetingen worden op maat gemaakt en geleverd.
- + Geen schroeven of plakstrips.
- + Verschillende soorten gaas, ook tegen fijnstof en pollen.
- + Voorkomt binnenvliegende motten en andere insecten
- + Makkelijk verwijderen wanneer niet meer nodig
- + Tenminste 20 jaar UV-bestendig.
- + Beperkt zonwerend effect.

Figuren 18. Links. Het Perfectframe van Pax wordt op maat besteld en wordt middels plak-magneetstrips op het kozijn vastgezet. Eenvoudige montage zonder boren. Deze optie is dus ook mogelijk voor huurders. Rechts. Plaatsen van een hor.



⁷ Bij rolgordijnen is het moeilijker om de zijkanten goed tegen de dag van het kozijn te laten aansluiten. Ook moet het met de rol aan de kamerzijde zitten, zodat het gordijn vlak langs de ruit loopt.

5. Dakisolatie

Zonlicht op het dak (*Figuur 2*, nummers 2 en 3). In de meeste situaties bestaat het dakoppervlak uit dakpannen. Zowel grijze als rode dakpannen die vol op de zon liggen kunnen makkelijk meer dan 65°C worden. **De beste methode is om de invloed van de zonnewarmte/straling door witte reflecterende dakverf sterk te verminderen.** Zie paragraaf 3.1.

De warmtestraling die door de dakpannen naar beneden wordt afgegeven moet gestopt worden door de dakisolatie. Deze isolatie kan aan de buitenkant van het dakbeschot zitten of aan de binnenkant. Gebrek aan isolatie zal een warme zolder opleveren; hoe groter het dakoppervlak aan de zonkant is, hoe warmer de zolder wordt.

Daken die bedekt zijn met zonnepanelen (PV) zullen minder heet worden, want die PV-panelen vangen die warmte op. Echter onder de panelen is het nog behoorlijk warm.

Veel thuiswerkers hebben een paar jaar geleden opeens een Airco voor de zolder aangeschaft, maar die kost gauw tussen de euro 2000 en 4000, ongeveer hetzelfde als goede dakisolatie. Een airco kost dan bij gebruik steeds veel stroom, tenzij je eigen PV hebt. Vanuit milieu-opzicht is isoleren een betere en meer duurzame optie, terwijl een airco uiteindelijk meer warmte in Joules (buiten) produceert dan koelte binnen.

Figuur 19. Dakramen op het zuiden (in het dakvlak) met witte/zilver plissé binnen. De PV-panelen worden wel heet in de zon. De dakramen hebben buiten of binnen reflectie/blokkering van de zon nodig, anders wordt de zolder veel te warm.

De dakisolatie⁸ kan aan de binnenkant of aan de buitenkant zitten. Aan de woonzijde (binnen = in de winter de warme kant) dient een dampdichte folie te zitten zodat in de winter de naar buiten tredende waterdamp (vocht) niet kan condenseren in die isolatie, waardoor de isolatiewaarde vermindert of het houten dakbeschot kan gaan rotten.



Bij biobased isolatiematerialen moet er aan de binnenzijde een klimaatfolie zitten. Een klimaatfolie kan zich zowel als damp-remmend als dampopen gedragen en past zich aan op de vochtigheid van de omgeving. Een voordeel van bio-based isoleren is een betere klimaatregeling (gezondheid) en een relatief lage milieubelasting vergeleken met synthetische materialen (PIR, Resol) door het gebruik van natuurlijke vezels en producten. Door de klimaatfolie absorberen ze vocht en geven dat weer af als de lucht droog is. Bio-based materialen hebben een grotere massa dan synthetische materialen en hebben daardoor een goede geluidsisolatie. De nadelen zijn de relatief grote dikte om de Rc 6,3 te halen en de vaak iets hogere kosten van die bio-based materialen.

⁸ Voor meer informatie over dakisolatie zie document dakisolatie op www.nienhuys.info

De Rc 6,3 dakisolatie komt overeen met ongeveer 25 cm dik glaswol/steenwol of biobased isolatie (Rc 0,25 per cm dikte), of 14 cm PIR-isolatie (Rc 0,45 per cm dikte). Een moderne dakkapel heeft dan ook een dik dak en dikke zijkanten. (Figuur 2 nummer 8). Bij het beoordelen van oudere woningen blijkt meestal dat de zijkanten van de oude dakkapellen zeer slecht isolerend zijn.



Figuur 20. Recent opgeleverde dakkapel met dik dak (Rc 6,3 = nieuwbouwnorm) en zijkanten (Rc 4,7). Volgens de bouwnorm hoeven de zijkanten van dakkapellen slechts een isolatiewaarde te hebben zoals een paneel in een kozijn of Rc 1,65. Dat is behoorlijk laag en niet aanbevolen.

5.1. Vlieringisolatie

Figuur 1, nummer 6. Wanneer er een vliering op de zolder zit, bestaat de keuze om daar het dak te isoleren of het vloertje van de vliering (minder werk, minder kosten. Subsidie /m²).

De hoeveelheid werk en de opgeofferde ruimte zijn belangrijk. Woonruimte kost ongeveer euro 6.000 tot 7.000/m². De hoeveelheid subsidie is beperkt. Belangrijker is de mate van comfort en de meerwaarde van de woning.⁹

5.2. Isolatie plat dak van een dakkapel

Figuur 1, nummer 7. Afhankelijk van de ouderdom van de dakkapel zit er matige of zelfs slechte isolatie op. De huidige nieuwbouwnorm heeft een isolatiewaarde van Rc 6,3 m².K/W.

Figuur 21. Plat dakje met Sedum beplanting. Worteldoek, substrata en Sedum planten. De rand is van halve rubberen trottoirtegels. Hoe dikker de substrata hoe duurzamer.



Platte daken van dakkapellen kunnen bedekt worden met Sedum. Hierdoor nemen de planten de zonbelasting op en blijft het dakje eronder koel in de zomer.

5.3. Het knieschot

Figuur 1, nummer 11. De lage hoek tussen de dakaansluiting en de zoldervloer wordt vaak afgewerkt met een knieschot. De ruimte erachter wordt dan gebruikt voor opslag. Bij daken met een overstek (buiten) moet het vloertje ook goed geïsoleerd worden. Wanneer de dakisolatie ter plaatse van de knieschot ruimte beperkt is kan het knieschot zelf aan de achterzijde geïsoleerd worden. Een dunne manier is om daar een radiatorfolie toe te passen dat een Rc 0,5 heeft.

Wanneer het dak (en het vloertje) van de opslag achter het knieschot niet goed geïsoleerd zijn, zal na verloop van tijd schimmel in die ruimte ontstaan. Het vocht uit de woning condenseert daar en is

⁹ Zie ook: <https://www.commonfutures.com/nl/projects/koeling-van-woningen-integrale-aanpak-nu-extra-urgent>

een voeding voor schimmel, terwijl er te weinig luchtcirculatie is. Een volledig afsluitende radiatorfolie achter het knieschot vermindert de hoeveelheid condensatie in die ruimte.

5.4. Vloer van de zolder

Figuur 1, nummer 12. Het isoleren van de zoldervloer zal wel een effect hebben op de mate van verwarming of warmteverlies van de onderliggende kamers, maar in de zomer heeft het geen invloed op de zoldertemperatuur zelf. Bij een niet geïsoleerde zoldervloer zal gedurende de winter warmte uit de slaapkamers naar de zolder doordringen wanneer die onderliggende kamers verwarmd zijn.

6. Actief ventileren en koelen

6.1. Zomernachtventilatie, spuien

In zuid Europa, de woestijngebieden en ook in de tropen waar het overdag vaak 40°C in de schaduw wordt, houdt men overdag de luiken dicht, zodat er geen zon binnenkomt. Ook de ramen worden dicht gehouden zodat er geen warme lucht van buiten naar binnen komt.¹⁰

Figuur 22. Luiken



Met de verwachting dat warmste zomer van 2026 zich jaarlijks gaat herhalen in de volgende 50 jaar is het verstandig om duurzame maatregelen te nemen die geen extra elektriciteit kosten.

In de tropen staat men vaak om 05:00 uur op om de ramen tegen elkaar open te zetten om de woning af te koelen met de ochtendlucht, want tegen die tijd heeft de nachtlucht de laagste temperatuur bereikt. Bij stenen binnenmuren, die een grote warmtemassa hebben, mag dat al om 04:00 uur. Als om 06:00 uur de zon opkomt wordt het meteen warmer, te beginnen met de oostzijde van de woning. Dan worden de luiken daar dichtgedaan. Wanneer de buitenlucht warmer wordt dan de binnenlucht gaan alle luiken en ramen dicht.

In Nederland komt de zon in de zomer al om 05:00 uur op (door de zomertijd) en zou het koelen van de woning dus rond die tijd moeten gebeuren.

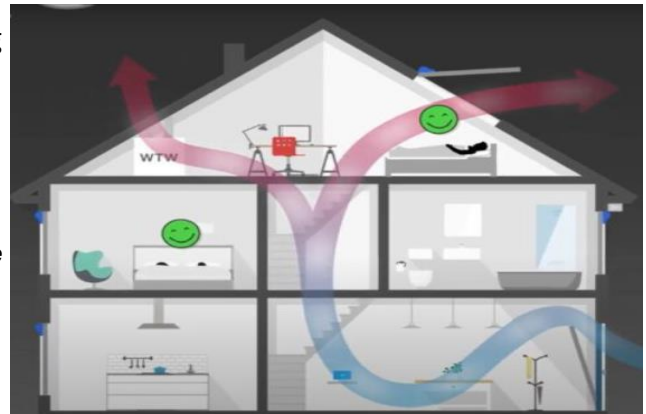
Wanneer het alleen om de zolder gaat dan kan er nachtventilatie gedaan worden door de ramen aan weerszijde van de woning tegen elkaar open te zetten. Meestal is er enig drukverschil tussen de twee zijanten van de woning, waardoor de doorstroming snel gaat.¹¹

¹⁰ Een gedetailleerd document over de berekening van zoninstraling, invalshoeken en schaduwwerking zie website www.nienhuys.info pagina shelter-documenten: *SUNPROTECTION SOLAR*. Engels/Arabisch geïllustreerd. Dit gedetailleerde document geeft de bouwkundige maatregelen aan die permanent schaduw creëren

¹¹ Zie ook het document 'Ventileren van Oudere Woningen' op www.nienhuys.info voor meer informatie.

Door de deuren van het trappenhuis openzetten krijg je ook een schoorsteeneffect). van beneden naar boven (warme lucht stijgt op. Beneden moeten dan de ventilatieopeningen in de ramen zo ruim mogelijk openstaan.¹²

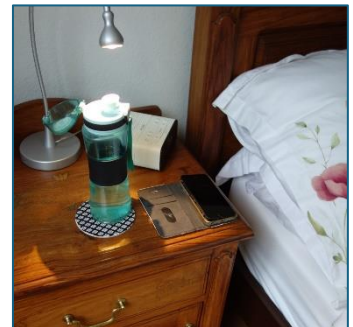
Figuur 24. Schema van schoorsteen effect ventileren in de nacht. Het hebben van insecten horren is verstandig. Bij raamroosters is er minder inbraakrisico dan bij een openstaand raam.



6.2. Actief ventileren

Door een ventilator te gebruiken waardoor de lucht in de ruimte circuleert, wordt die lucht langs je lichaam gevoerd. De lucht verdampt dan beter het vocht uit je lichaam waardoor je afkoelt¹³. Een ventilator om te koelen moet dus altijd gepaard gaan met voldoende drinkwater.

Figuren 23. Plafond-ventilator en drinkfles.



Denk aan

- zwenkventilator bij de zithoek of je bureau
- plafondventilator boven je bed.

nb. met een plafondventilator kan je ook in de winter de warmte in de ruimte beter verdelen (vooral bij verwarmen met airco of hoge plafonds). <https://youtu.be/8kxOOjnJlPo?si=8-kBLLVLCmZgWLKa>
In een zolderkamer is meestal geen goede plek voor een wand- of plafondventilator.

¹² De ramen kunnen op de begane grond-etage voor de veiligheid niet altijd de hele nacht openstaan. Bovendien is het verstandig om insectenhorren in de ramen te hebben. Tenslotte veroorzaken open ramen dat er veel geluid van buiten naar binnen komt. moet in de gaten gehouden. Wanneer de openingen te klein zijn dan is het versterken van de luchtstroom met een ventilator een optie.

¹³ Voor de verdamping van vocht (zweet) is energie nodig. Die warmte-energie wordt dan aan je lichaam onttrokken waardoor je afkoelt. Een ventilator moet dus altijd gepaard gaan met extra water drinken.



Figuren 24. *Links, Bureau ventilator. Midden, Staand. Rechts, Mist-ventilator met waterreservoir. Niet binnen gebruiken.*

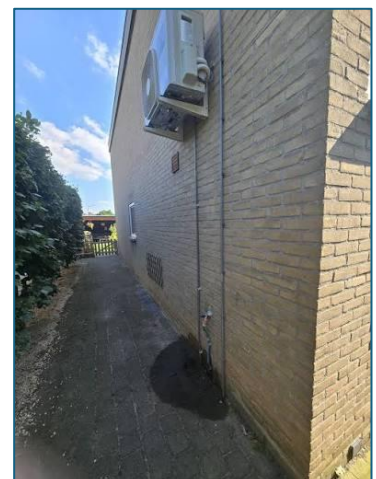
De mistventilator verstuift water vlak voor de uitblaaszijde. De onmiddellijke verdamping van het water veroorzaakt direct een sterke afkoeling van de lucht. Hierdoor wordt de luchtvochtigheid van die lucht ook sterk verhoogd. Dit is een goed apparaat voor buiten, maar binnen zullen de grote hoeveelheden vocht problemen opleveren.

7. Additioneel (mechanisch) koelen

Wanneer de bovengenoemde maatregelen onvoldoende de warmte van buiten weren en het binnen leefbaar maken is mechanische koeling een optie.

Als je een warmtepomp hebt kan je wellicht koelen met de convectoren, vloerverwarming of fancoils. Als je actief koelt met een lage watertemperatuur in je CV-systeem kan je condensvorming op de radiatoren en leidingen krijgen, wat roestvorming kan veroorzaken.¹⁴ Bij condenserend koelen met een warmtepomp, moet het leidingcircuit geschikt zijn. Hierbij koelen dan de radiatoren of de vloerverwarming. De metalen leidingen van een oude Cv-installatie moeten dan luchtdicht geïsoleerd zijn om condensatie op die leidingen te voorkomen. Druppels op een vloerbedekking moeten ook voorkomen worden.

Figuren 25. *Binnen airco vlak tegen het plafond en (Rechts) lekwater uit de buitenunit (waarschijnlijk in de binnenunit ontstaan en via een afvoerleiding (op afschot) naar buiten getransporteerd).*



¹⁴ De nieuwste WP's en hun regelingen hebben koelingsopties gecombineerd met douwpuntmanagement waardoor condens op de leidingen niet voorkomt of minimaliseert.

Een veelgebruikt alternatief is een airconditioning (de lucht-lucht warmtepomp). Deze ventileert actief en heeft een condensafvoer. Dit koelt heel goed. Het is belangrijk dat dat condenswater goed wordt afgevoerd om lekkages te voorkomen.

Een andere optie is om een losse staande airco te gebruiken. Deze heeft een condenswater opvangbak onderin die regelmatig geleegd moet worden. Ook heeft deze een dikke luchtleiding naar buiten. Bij de modellen die alleen een luchtafvoer naar buiten hebben moet je je realiseren dat dan ergens anders in de woning warme buitenlucht naar binnen wordt gezogen. Effectieve modellen hebben dus een aanvoer en afvoerslang.

Figuren 26. Losstaande airco. Rechts. De Inventum kamer airco met buitenafvoer, Deze is goed voor een ruimte tot 80 m³ of 100m³, een kleine kamer. Dat hangt natuurlijk sterk af van de hoeveelheid warmte die door de ramen of het dak naar binnen komt.



Links: de quatt Chill: een lucht water warmtepomp binnen die de warmte uit de lucht haalt en afgeeft aan de radiatorleiding (de buitenunit van de warmtepomp gaat dan die warmte weer afvoeren). En rechtsonder de Midea Portasplit: een mobiele airco met een binnen en buitendeel. Veel effectiever dan de oudewetse mobiele airco, wel iets maken om het raam goed af te sluiten naast de “slangen” die naar buiten moeten.



Veel airconditioning modellen hebben het voordeel dat deze ook verwarmen kan, Daarmee is deze goedkoper dan gasverwarming. Het is ook duurzamer omdat elektriciteit (meestal) een lagere CO₂-uitstoot heeft dan gas. Door de elektriciteitsproductie met Windenergie en PV is dit minder milieubelastend.

Met een vloerunit verspreid je de koude lucht langs de vloer en kan het wat hoger warm blijven. De manier waarop de staande airco de lucht verspreidt is belangrijk voor het comfortgevoel.

7.1. Capaciteit

Een airco moet voldoende capaciteit hebben, maar ook niet te veel want dan gaat deze regelmatig uit als de kamer inmiddels koel genoeg is. Installateurs gebruiken hiervoor globale kentallen op basis van de grootte van de ruimte. Als er veel glas (zonder zonwering) is zal je veel meer capaciteit nodig hebben, dan wanneer er geen zoninstraling is of het dak goed geïsoleerd is. Voor een eerste inschatting kan deze tool gebruikt worden: <https://www.aircotje.nl/informatie/tools-van-co-tje/airco-calculator>

7.2. Plaatsing

Er zijn muurunits die hoog geplaatst worden (*Figuur 27 links*) die het meest toegepast worden. De meeste airco's koelen of verwarmen wel, maar verversen de lucht niet. Ze “ventileren” wel, maar alleen in de zin dat ze de lucht rondpompen.

Er zijn plafondunits of cassette modellen die ingebouwd kunnen worden in het plafond. Dit is een goede mogelijkheid wanneer de zolder een vliering heeft of als er op een andere manier een verlaagd plafond is.

Figuur 27. Plafond unit of cassette model. Vooral veel gebruikt in kantoren en supermarkten. Blaast vier kanten op waardoor er een gelijkmatige koele dalende luchtstroom ontstaat en goede koeling.



7.3. De locatie

De uitgeblazen lucht direct naar je hoofd is niet prettig. Dus daarom worden de units zo geplaatst dat ze niet direct op het bovenlichaam blazen. Bij een slaapkamer zal dan de hele ruimte gekoeld moeten worden zodat er een minimale luchtstroom over het hoofdeinde van het bed komt.

7.4. Gebruik

Het is het meest comfortabel om de koeling tijdig aan te zetten en om te voorkomen dat een ruimte te veel opwarmt. Daarmee blijven de wanden/vloer/plafond ook op een goede temperatuur.

Voor een slaapkamer, als je tot de avond wacht met koelen, dan daalt de luchttemperatuur in de kamer wel snel als de koeling aanstaat, maar zodra je de koeling uitzet stijgt die temperatuur weer doordat wanden/vloer/plafond te warm zijn. Dat komt omdat de warmtemassa van lucht klein is in vergelijking met de warmtemassa van steen. Bij ruimtes waar aan de binnenzijde een isolerende laag zit is dat verschil kleiner.

Door overdag te koelen doe je dat op je zonnestroom (vooral wanneer je PV hebt) en voorkom je dat de kamer te warm wordt. In de avond kan je dan in de kamer slapen zonder dat het apparaat aan hoeft te staan. Bijkomend voordeel is dat je de overtollige stroom uit je PV-zonnepanelen benut in plaats van in de avond stroom van het net.

7.5. De warmtepompboiler

In steeds meer huizen wordt met een warmtepompboiler warm tapwater gemaakt (SWW). Dat is een boiler met daar direct boven of onder een kleine warmtepomp. Deze haalt warmte uit de lucht en stopt dat in het water in de boiler. De afgekoelde lucht wordt dan uitgeblazen op de zolder, waarmee dan meteen die zolder gekoeld wordt.¹⁵

¹⁵ Dit is vooral voordelig in de zomer, want dan is er extra stroom om de warmtepompboiler te laten draaien, en dan wordt de zolder tegelijkertijd gekoeld. In de winter is dat er nadelig want dan wordt de zolder extra koud. Voor de

Met name de kleinere modellen (100-150 liter) gebruiken vaak de lucht op zolder hiervoor. Alternatief wordt de lucht van buiten gehaald en weer naar buiten weggeblazen. In dat geval wordt er ook wel met 2 kleppen een mogelijkheid gecreëerd om “om te schakelen” naar binnenlucht.

Het voordeel is dat je gelijk de warmte weer benut. Het nadeel is dat je koeling beperkt is tot de hoeveelheid warmte die je voor warm tapwater gebruikt.



Figuren 28: Atag Lydos een 100 liter warmtepompboiler; Atlantic explorer 200 liter met luchtkanalen. Rechts. Afhankelijk van het gebruik kunnen de luchtkanalen binnin of buiten aanzuigen en afvoeren.

7.6. Nieuwe ontwikkelingen

Er zijn nieuwe koelunits om met je centrale verwarming systeem te kunnen gebruiken: Lucht/Water warmtepompen voor binnen in de kamers. Bijvoorbeeld de Innova WLHP, Panasonic, Quatt Chill.

Dit zijn kleine warmtepompen die warmte uit de lucht in de kamer onttrekken en die warmte in het Cv-water stoppen (rond de 25°C). Vervolgens gaat de warmtepomp buitenunit dit Cv-water weer afkoelen. Het voordeel van deze oplossing is dat je overal waar je al Cv-leidingen van de warmtepomp hebt deze units kan plaatsen en geen condens problemen hebt. Het nadeel van deze oplossing is dat je meer geluid binnen hebt (kleine compressor in de unit die binnen staat).



Figuren 29. Voorbeelden van Lucht/Water warmtepompen voor in de kamers.

winterperiode zou de warmtepompboiler dus alleen met buitenlucht moeten ventileren en de afgekoelde lucht weer naar buiten afblazen.