



ENERGIEBESPARING

*basistraining voor energie coaches,
die graag bij de mensen thuis komen* *¹

de theorie en toepassingen van CO₂ besparing in een woning op het gebied van de bouw- en installatiewerken *²

het helpt bij het stellen van de juiste vragen bij het verduurzamen van een huis *³

wat doet een energie besparende maatregel, welke invloed hebben ze op elkaar en wat is de beste volgorde? *⁴

de wens van een bewoner en de praktische toepasbaarheid op het netvlies *⁵



Robert Tersmette 22 jan '19

1

*1 De training is bedoeld voor coaches van een lokale coöperatie voor duurzame energie. De coaches gaan op bezoek bij particuliere woningeigenaren om te helpen bij het besparen op energie.

*2 We behandelen bouwkundige maatregelen (isolatie) en installatietechnische maatregelen (opwek, ventilatie).

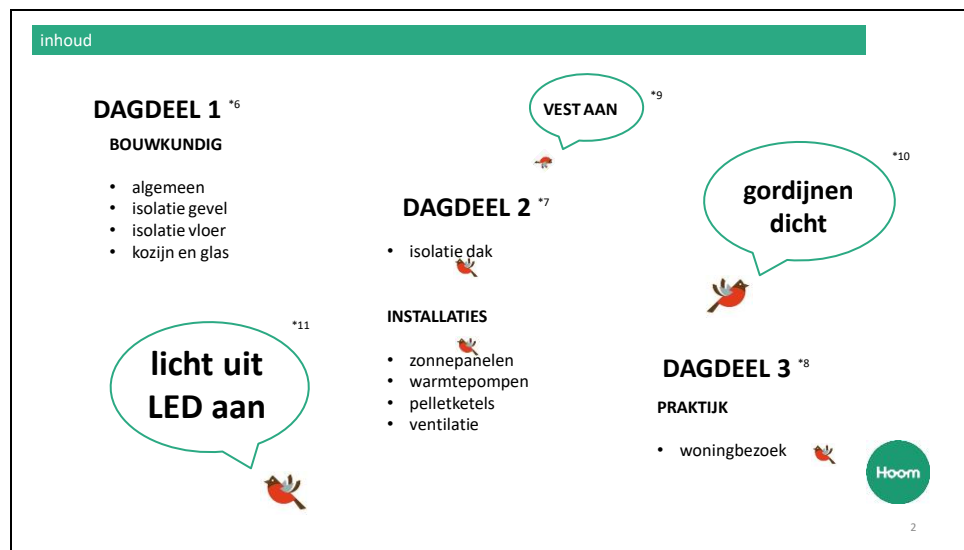
Het gaat om de productie van CO₂ terug te dringen, milieuvriendelijkheid, kosten en kwaliteit van de maatregelen, waarbij comfort een rol speelt.

We behandelen niet het besparing bij verlichting, witgoed, huishoudelijke besparing en gedrag.

*3 Als je de juiste vragen bij een maatregel leert stellen, dan kom je tot een beter resultaat bij uitvoering van de maatregel. Je krijgt meer wat je wil.

*4 We behandelen de globale grootte van de energie besparende en opwekkende maatregelen. We geven aan in welke volgorde de maatregelen het beste genomen kunnen worden en wanneer dat niet uitmaakt. We geven aan dat de besparing af neemt bij het toenemen van het aantal maatregelen. We geven aan wanneer maatregelen niet meer rendabel zijn in financieel opzicht.

*5 Wil de bewoner deze maatregel wel, of is het meer de wens van de coach of van de omgeving? Kan de maatregel wel in deze woning? De maatregel moet passend zijn voor een goed resultaat.



*6 In dagdeel 1 neem ik zo nodig de tijd voor een rondje voorstellen. Dit is bij een drie uur durende training in de avond wat aan de krappe kant, een rondje voorstellen duurt al gauw tussen de 20 en 30 minuten. Een dagdeel duurt bij voorkeur 4 uur. Meestal ligt de knip voor dagdeel twee na isolatie van de vloer.

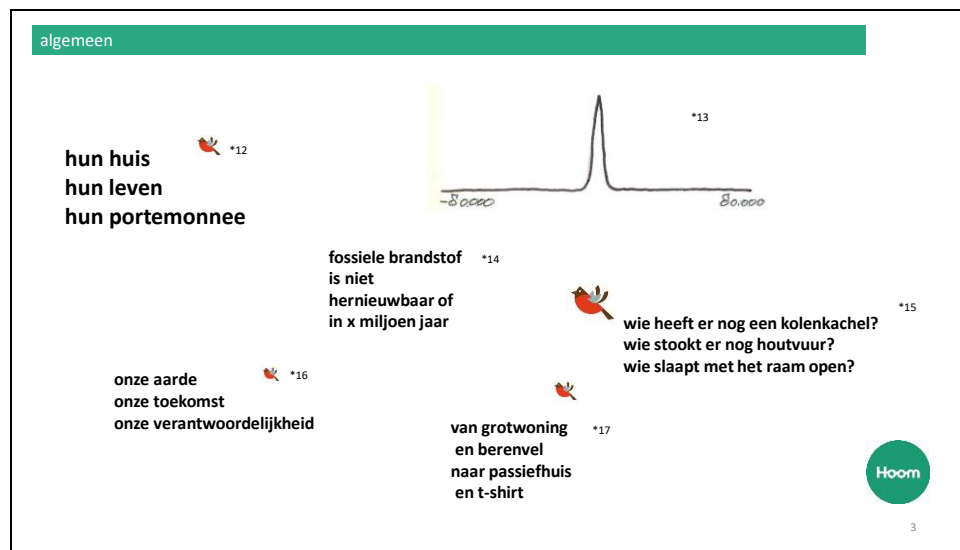
*7 Dagdeel twee bevat een rest over isoleren en over het opwekken van energie en het ventileren van de woning.

*8 Dagdeel drie is een praktijk onderdeel, het bezoek aan een woning. Woningen waar nog de nodige maatregelen kunnen gebeuren verdienen de voorkeur. De groep cursisten wordt gesplitst in groepjes van maximaal 7 personen. Het praktijkdeel duurt 2 uur per groep.

*9 Bij toenemend comfort gaat het vest uit ipv de thermostaat omlaag.

*10 De gordijnen in de avond dicht doen help tegen koude val en koude straling.

*11 De gloeilampen vervangen door LED verlichting geeft een lager elektra verbruik. Verlichting uit doen ook.



*12 Het is belangrijk om je te beseffen dat je in de leefwereld van iemand anders zit. De bewoners staan op één. Als coach ga je niet over hun uitgaven, niet over hun ideeën, hun gedachten. Heb ten alle tijden respect voor de situatie waarin je komt en oordeel niet.

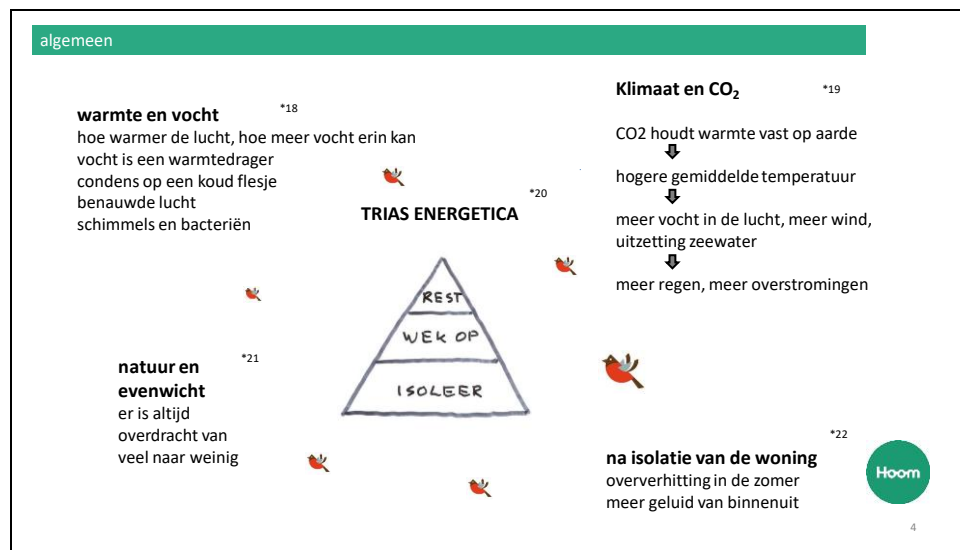
*13 Dit plaatje geeft het gebruik van fossiele energie weer van 80.000 jaar geleden tot 80.000 jaar in de toekomst. De fossiele energie is eindig en we zijn het snel aan het opmaken.

*14 Fossiele brandstof is niet of pas na x miljoen jaar hernieuwbaar.

*15 Bijna niemand heeft nog een kolenkachel, ruim een kwart van de mensen stookt bij op hout en driekwart van de mensen slaapt met de ramen open. Ik denk dat over 50 jaar bijna niemand nog met de ramen open slaapt. We zullen dan anders omgaan met energie. Het idee dat je van buitenaf frisse lucht binnen krijgt door je raam open te zetten vergeleken met buitenlucht gefilterd binnenhalen zal wijzigen in de richting van gefilterde lucht.

*16 Je mag mensen wel meenemen in het verhaal dat we een gemeenschappelijke verplichting hebben naar de toekomst van onze aarde.

*17 In de praktijk zien we dat mensen bij het toenemen van het comfort in de woning eerder hun kleren uit doen, dan de thermostaat lager zetten.



*18 Hoe warmer het is hoe meer vocht kan er in de lucht zitten zonder dat het gaat condenseren. In de winter zit er meer vocht in de warme binnenlucht dan in de koude buitenlucht. Op koude oppervlakten condenseert dat. Zie bijvoorbeeld condensvorming op een bierflesje dat uit de koelkast komt. Temperatuur van het flesje is ca 6 graden en binnen is het 22 graden. Vergelijkbare temperaturen heb je in de winter ook en condenseert vocht aan de buitenkant van de woning.

Vochtige lucht bevat meer warmte en transporteert die ook.

Vochtige lucht is benauwend en vocht is een schimmeldrager.

*19 CO₂ in de lucht weerkaatst de warmte terug naar het aardoppervlak. Hierdoor blijft er meer warmte behouden op aarde. Er zal als gevolg hiervan meer zeewater verdampen en het zeewater zal uitzetten en dus stijgen. Dit zal meer wateroverlast op land teweeg brengen. Meer water zal zich in de rivieren verzamelen en de afvoer naar zee wordt moeilijker, omdat die hoger staat.

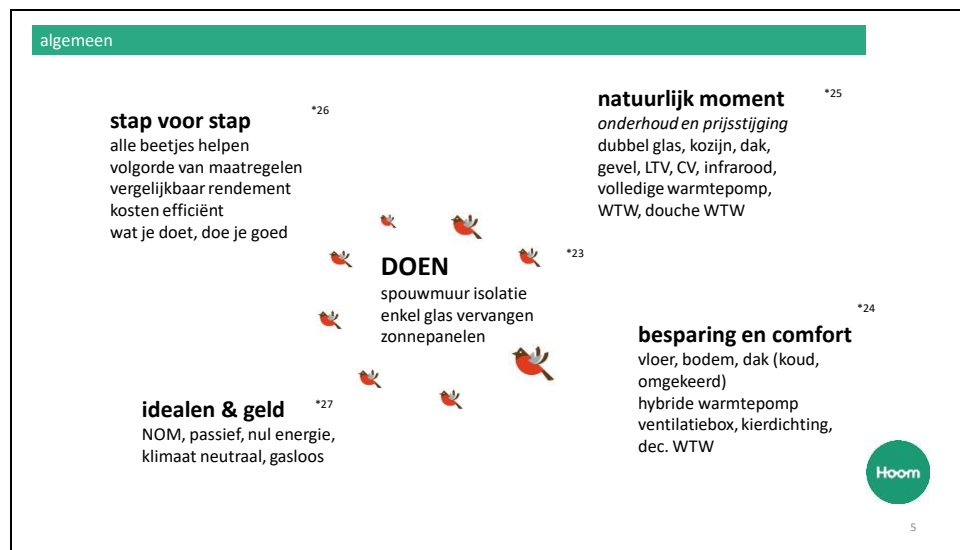
*20 We bekijken energiebesparing vanuit de Trias Energetica. Grootste en belangrijkste deel is de vraag van energie terugbrengen, isoleer.

Daarna probeer je zelf zoveel en zo duurzaam mogelijk energie op te wekken, dicht bij af te nemen.

Wat je dan nog nodig hebt aan fossiele energie neem je zo zuinig mogelijk af.

*21 De natuur wil evenwicht en zal daarin slagen. Als er ergens meer vocht in de lucht zit, dan zal er transport gaan plaatsvinden naar een plek waar minder vocht in de lucht zit. Dat geldt ook voor warmte.

*22 Bij een goed geïsoleerde woning blijft de zonnewarmte beter in de woning hangen. Dit kan in de zomer vervelend zijn. Scherming tegen een hoogstaande zon is dan zinvol. Een volgroeide boom geeft in de zomer schaduw en laat in de winter zonnestralen door. Geluid in de woning blijft ook meer hangen na het isoleren. Geluid van buiten wordt geweerd.



*23 Het isoleren van een spouw, het vervangen van enkel glas voor HR++ en het plaatsen van zonnepanelen zijn zeer rendabele maatregelen, die iedereen al had moeten doen. Met deze maatregel ga je geld verdienen. Het moet technisch gezien natuurlijk wel kunnen.

*24 De maatregelen die staan bij besparing en comfort doen er wat langer over om rendabel te worden en de meningen betreffende de verbetering van het comfort lopen uiteen.

Hoe hoger de gasrekening, hoe sneller de maatregel rendabel wordt.

Bij een vloer met plavuizen ervaart men minder comfortwinst na isoleren. Daarnaast kan koudeval langs kozijnen of koude muren tocht veroorzaken over een vloer. Dit geldt ook voor ventilatieroosters in de ramen i.c.m. een open haard.

Omgekeerd dak isolatie is goedkoop en als de woonkamer onder het dak zit is het een goede maatregel.

De mechanische ventilatiebox (afzuiging keuken, toilet en badkamer) met een wisselstroom motor vervangen door een box met gelijkstroom is heel rendabel, maar bij vervanging is het verstandig af te wegen of het niet tijd wordt voor ventilatie met warmteterugwinning.

Kierdichting laten uitvoeren is arbeidsintensief maar duidelijk comfort verhogend.

*25 Deze maatregelen zijn ingrijpend, kosten veel, kunnen pas na eerdere maatregelen, doe je als groot onderhoud nodig is of als blijke keuze.

Dubbel glas vervangen doe je als er wasem tussen het glas zit, als noodzakelijke maatregel op weg naar laag temperatuurverwarming (LTV) of ter verbetering van het comfort (wegnemen van koudeval of straling). Kozijnen vervang je als ze slecht zijn of als je van het onderhoud af wil.

Dakisolatie doe je bij groot onderhoud, lekkende bitume of pannen, dan is renovatie van het dak de reden om isolatie mee te nemen.

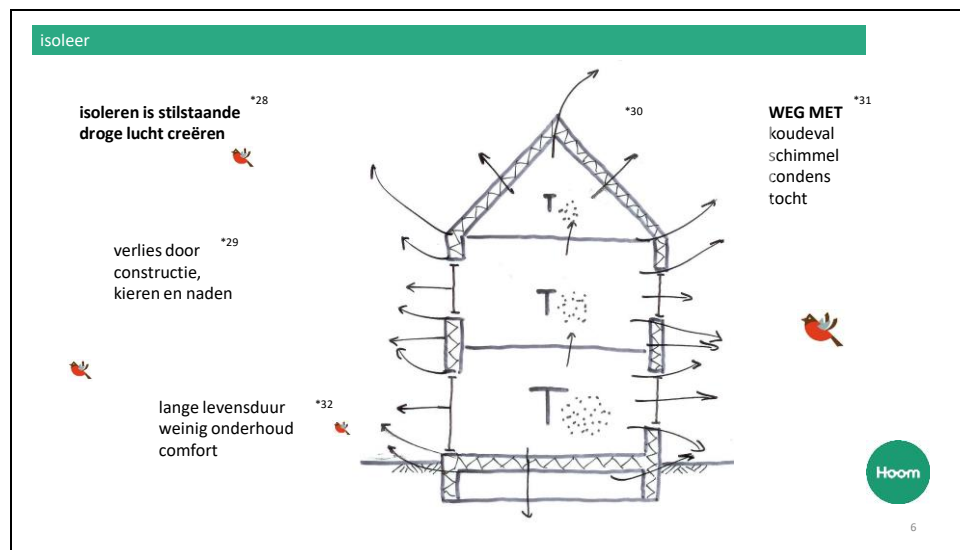
LTV, infrarood, volledige warmtepomp en een WTW (centrale warmte-terug-win unit voor ventilatie) kunnen pas na goede isolatie.

Een cv ketel (HR) vervang je als die teveel onderhoud gaat vergen. Een CR (conventioneel rend) of VR (verbeterd rend) ketel kun je beter vervangen ivm veiligheid en besparing.

Een douche wtw wint warmte terug terwijl je staat te douchen. Deze maatregel is zeer geschikt als de woning of badkamer in verbouw is. Een zonneboiler of heatpipes geven ook besparing op het warm tapwater. Het beste is kiezen tussen één van de twee.

*26 Elk stapje de goede kant op is er eentje, van een tochtstrip tot waterzijdig inregelen van je cv. Beter iets dan niets. Wie het kleine niet eert.

*27 Je moet een beetje gek zijn, idealen en geld hebben om dit te doen, mar je wordt er wel blij van.



*28 Stilstaande droge lucht is een heel goede isolator, alleen edelgassen doen het beter. Uit de meeste materialen ontsnapt zo'n edelgas, nu wordt het alleen toegepast in dubbel glas. In een woonkamer circuleert de lucht en is ie niet droog. Tussen het glas is 15 mm spouw optimaal.

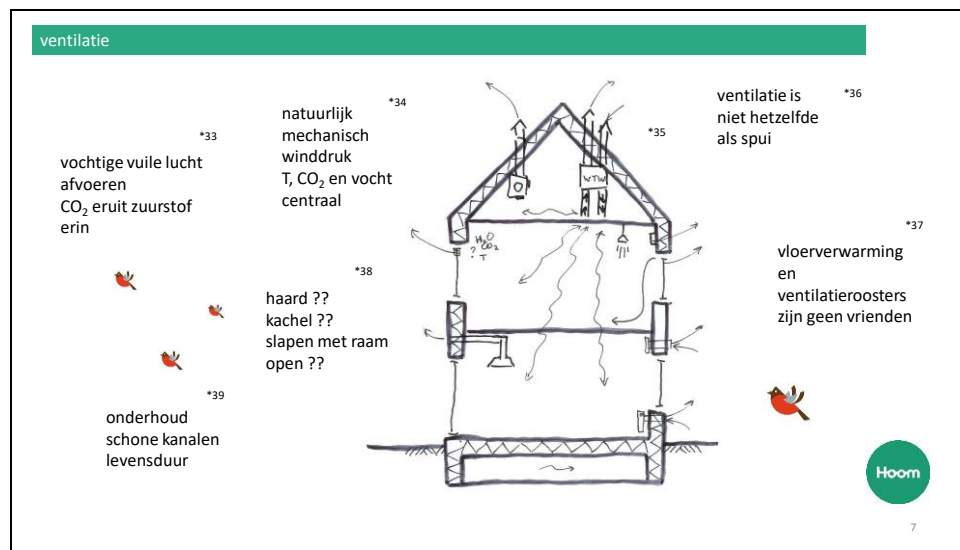
*29 Warmte gaat verloren dwars door een constructie heen en door kieren bij aansluiting van verschillende bouwdelen op elkaar. Bijvoorbeeld de aansluiting van een kozijn op een muur, een dakvoet (onderkant van het dak bij de goot) op de muur, twee dakvlakken op elkaar. Daarnaast kieren deuren en ramen in bijna alle gevallen.

*30 Hoe hoger de temperatuur binnen (begane grond meestal) en hoe lager de temperatuur buiten, hoe groter het verlies aan warmte. Hoe harder het waait hoe groter het verlies, onder andere door de ventilatieroosters.

Glas is een groot lek, triple glas in een geïsoleerd kozijn isoleert net zo goed als en spouw met 5 cm isolatie en is tot 50 keer zo duur.

*31 Na het isoleren van de schil van de woning is koudeval en tocht verdwenen. Schimmel en condens op de buitenmuren zijn weg. Let wel op goede ventilatie in bv een badkamer.

*32 Bouwkundige maatregelen gaan lang mee, veelal tientallen jaren, ze verhogen het comfort en hebben in de regel minder onderhoud nodig dan installaties.



*33 De lucht in de woning vervuild onder meer door koken, wassen, ademen en transpireren. De vervuiling, waaronder CO₂ en vocht, moeten afgevoerd worden. Dat doe je door de woning te ventileren. Je brengt dan verse lucht met meer zuurstof weer naar binnen.

*34 Ventileren kan op natuurlijke wijze door naden en kieren, door ventilatieroosters of door kortstondig ramen en deuren tegen elkaar open te zetten.

Met een mechanische ventilatiebox (mv box) verzorg je actief afzuiging van badkamer, keuken en toilet, waarbij de lucht op natuurlijke wijze wordt toegevoegd.

Als je ventilatieroosters gebruikt die op winddruk gestuurd zijn, dan compenseer je bij harde wind overbodig veel ventilatie.

Er zijn roosters met een sensor en een stekker, die reageren op vocht, CO₂ en temperatuur. Deze roosters ventileren naar behoefte.

Ventileren met terugwinning van warmte (wtw) kan decentraal (bv alleen in de woonkamer) of centraal in de woning geregeld worden. Dat heeft zin bij de beter geïsoleerde woningen.

*35 Vanaf linksboven met de klok mee: mv box, centrale wtw met kanalen door de woning, douche ventilator, decentrale wtw, klimaatradiator, kruipruimte ventilatie, afzuigkap, toevoerroosters met sensor.

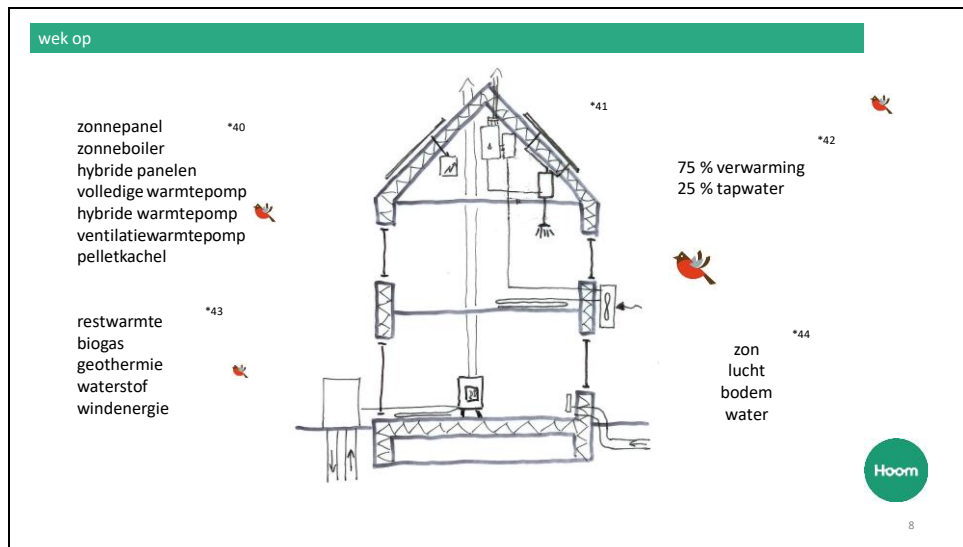
*36 Spuien of doorluchten is niet hetzelfde als ventileren. Ventileren is een continu proces.

*37 Vloerverwarming kan koudeval uit ventilatieroosters niet goed verwerken, een radiator onder het raam wel.

*38 Voorspelling: Over 50 jaar slapen mensen niet meer met een raam open, nu is dat nog meer dan driekwart.

De kolenkachel was 50 jaar geleden ook niet weg te denken.

*39 Laat eens in de paar jaar ventilatiekanalen reinigen en vervang filters op tijd.

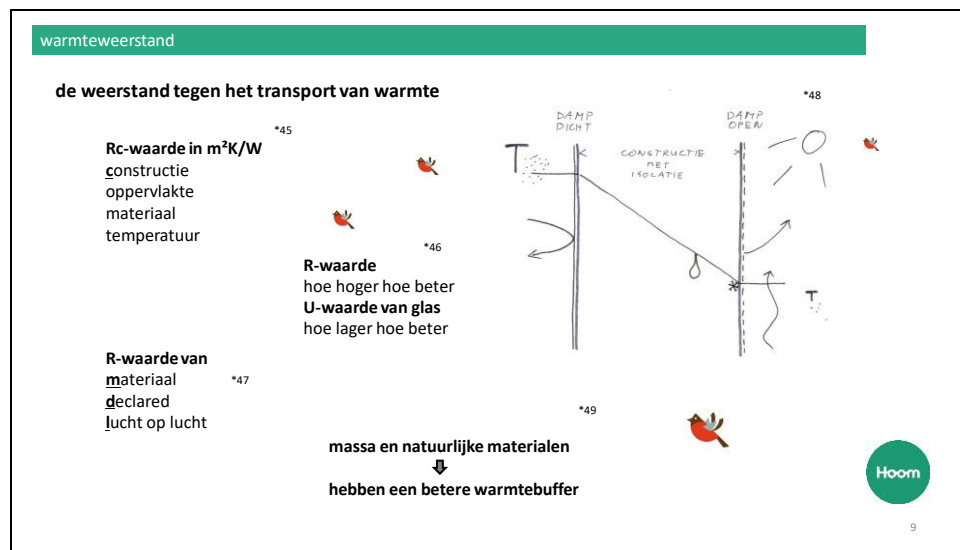


*40 Energie opwekken doe je duurzaam en het liefst zo dicht mogelijk bij je woning om verlies van transport te voorkomen. Er wordt hard gewerkt aan opslag van energie voor een heel seizoen, zodat we in de zomer opgewekte energie in de winter kunnen gebruiken. De ventilatiewarmtepomp hoort eigenlijk niet in dit rijtje thuis, maar levert wel warmte aan je cv installatie.

*41 Vanaf linksboven met de klok mee: zonnepaneel met omvormer, hybride warmtepomp, zonneboiler of heatpipes, warmtepomp met bron lucht, rest- of stadswarmte, hout- of pelletkachel, warmtepomp met bron bodem.

*42 Driekwart van je warmtegebruik gaat naar verwarmen van je woning. Als je veel doucht neemt dat aandeel toe. Koken vergt slechts weinig energie.

*43 en 44 De meest genoemde energiebronnen voor de toekomst zijn hier benoemd. De voorspelling is dat elke bron maar een deel van de oplossing zal zijn. Iedereen aan dezelfde bron, zoals met het aardgas, zal niet meer voorkomen.



*45 De weerstand tegen het verlies aan warmte wordt uitgedrukt met een R (resistance). We rekenen energieverlies per sec (W) per vierkante meter (m^2), per graad temperatuurverschil (Kelvin) binnen/buiten.

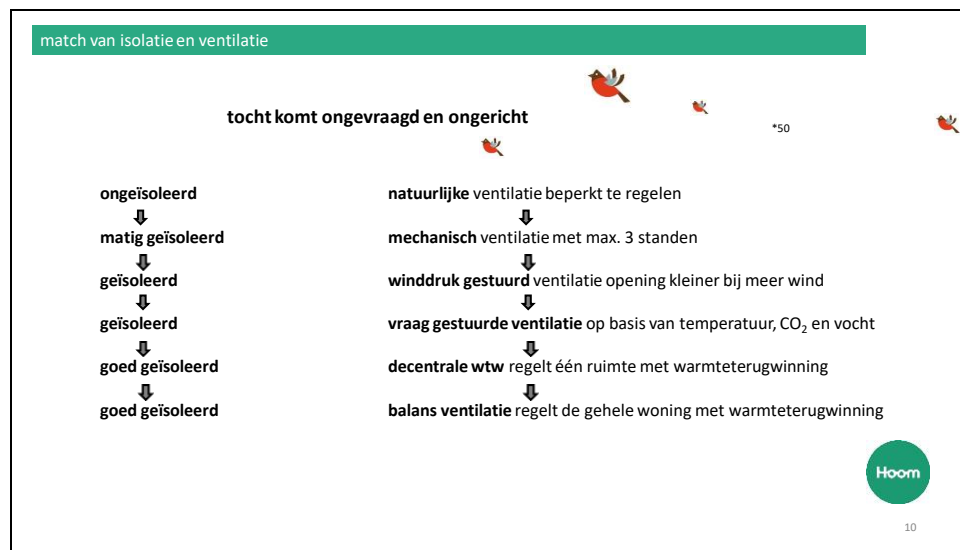
*46 Hoe hoger de R-waarde hoe beter de isolatie. Beglazing wordt berekend met de warmtedoorgang, U-waarde, en dat is de omgekeerde waarde van de warmteweerstand. Hoe lager hoe beter.

*47 De R_m -waarde zou hetzelfde moeten zijn als de R_d -waarde. R_d is een onafhankelijk vastgestelde waarde.

Bij de R_l -waarde is ook de overgangsweerstand van materiaal op lucht en vice versa meegenomen ($0,17 m^2K/W$).

*48 Als het binnen warm is en buiten koud, dan daalt de temperatuur in de constructie lineair als die uit één materiaal zou bestaan. Aan de buitenzijde van de constructie is de temperatuur zover gedaald dat er condens kan ontstaan en aan het buitenoppervlak zelfs vorst. We moeten zorgen dat er zo weinig mogelijk vocht in de constructie komt (dampwering aan de binnenzijde) en als het vocht toch in de constructie komt, naar buiten toe dampopen werken (geen afsluitende lagen aan de buitenzijde). De zon den de wind drogen het buitenoppervlak weer op.

*49 Een dikke stenen muur kan overdag zonnewarmte opslaan en 's nachts weer afgeven. Een natuurstenen muur doet dat nog beter. Natuurlijke isolatie (vlaswol, houtvezel, cellulose, schapenwol) houdt in de zomer ook meer warmte buiten de woning dan reguliere isolatie als glaswol.



*50 Deze slide laat zien welk niveau van isolatie hoort bij welke manier van isoleren. Ongeïsoleerd hoort bij natuurlijke ventilatie en niet bij balans ventilatie. Dus in horizontale richting is er een match.

Als bewoners in een matig geïsoleerde woning een balansventilatie willen, dan is dat een zinvolle maatregel als ze aansluitend ook van plan zijn goed te gaan isoleren, dus daarin enkele stappen gaan maken.

Immers een matig geïsoleerde woning tocht aan alle kanten en dat matched niet met balansventilatie.

Als bewoners in een goed geïsoleerde woning een mechanische ventilatiebox op zolder hebben hangen, waarmee keuken, badkamer en toilet worden afgezogen, dan is het raadzaam om op de begane grond een decentrale wtw te plaatsen en op de verdieping minimaal ventilatieroosters met een sensor. De toilet- en badkamerventilatie kunnen dan geschakeld worden op de verlichting.

De woonkamer en keuken worden het meest verwarmd gebruikt, daar valt de grootste winst op terugwinning van ventilatie te halen.

isolatie in de tijd						
dikte isolatie in cm						
bouwjaar	vloer / bodem	spouw	dak	ventilatie		toelichting
tot 1925	geen	geen*	geen	natuurlijke toe- en afvoer		* geen spouw aanwezig
'25 – '70	geen	geen	geen	natuurlijke toe- en afvoer		
'70 – '80	2 - 4	2 - 4	2 - 4	natuurlijke toevoer, mechanische afvoer		
'80 – '90	6 	6	6	natuurlijke toevoer, mechanische afvoer		
'90 – '00	8	8	8	natuurlijke toevoer, mechanische afvoer		
'00 – '10	10	10	10	natuurlijke toevoer, mechanische afvoer		
'10 – '....	12+	12+	12+	gestuurde ventilatie 		

11

*51 Tot ongeveer 1925 werden de huizen gebouwd zonder spouw en zonder isolatie. Tot 1970 werd wel gebouwd met spouw, maar zonder isolatie. Spouwbreedte vaak 4 cm.

Vanaf 1970 werden woningen geïsoleerd met 2 tot 4 cm en in de jaren daarna werd dat per decennia steeds 2 cm meer.

Dat geldt voor vloer, spouw en dak.

De ventilatie heeft een andere ontwikkeling doorgemaakt.

Tot 1970 was er natuurlijke ventilatie. Daarna tot 2000 kwam de mechanische afzuiging in combinatie met natuurlijke toevoer.

Vanaf 2000 werd vraag gestuurde ventilatie met warmteterugwinning vaker toegepast.

cijfers

***52**
gemiddeld gasverbruik 1500 m³ en 79 cent per m³
gemiddeld elektraverbruik 3500 kWh en 23 cent per kWh
10 kWh Δ 1 m³ gas aan energie
1,7 kg pellets Δ 1 m³ gas aan energie
aansluiting E normaal kost € 250 /j
aansluiting G normaal kost € 200/j

***55**
ISSO verklaring BCRG
www.bcrq.nl
besparingscijfers
www.milieucentraal.nl/subsidie
www.energiesubsidiewijzer.nl/
algemene vragen over energie
www.consuwijzer.nl/energie
algemene vragen over bouw en installaties
www.joostdevree.nl
vragen over zonnepanelen
www.zonatlant.nl

***53**
10 cm isolatie Δ Rc = 2,5 m²K/W
10 cm PIR of PIF Δ Rc = 4,5 m²K/W
HR++ glas Δ Rc = 0,8 m²K/W
 Δ U = 1,2 W/m²K

***54**
7,5 x oppervlak
Rc = ... m³ gasverbruik/jaar

***56**
formule $R=d/\lambda$
10 cm vlaswol
 $R_d=0,1/0,038=$
 $=2,6 \text{ m}^2\text{K/W}$

formule $U=1/R_{\text{lucht}}$





12

*52 Wat gemiddelde cijfers over energie en gebruik. Vanuit deze cijfers kijken naar een woning helpt met bepalen of er wat te bezuinigen valt, maar ook hoe effectief maatregelen zijn.

Een gangbaar cijfer is een besparing van 7 m³ gas/m²/jr bij spouwmuur isolatie. Dat geldt echter niet als het gasverbruik beneden de 1000 m³/jr ligt.

*53 Globaal geldt voor alle isolatie een weerstandswaarde van 2,5 voor 10 cm, met uitzondering van PIR en PIF.

PIR is een harde isolatieplaat die ruim anderhalf keer zo goed is.

PIF is een combinatiefolie van plastic en aluminium en is ook ruim anderhalf keer zo goed.

PUR isoleert ook beter dan gemiddeld en kan je tot de PIR en PIF categorie rekenen.

Thermoskussens, als Tonzon, isoleren goed, de luchtzakken zijn zeker 30 cm dik, maar kun je zo plat duwen .

Glas isoleert veel minder dan gangbare isolatie.

*54 Deze formule geeft je een beeld van de hoogte van het gasverbruik bij een constructie.

Dat geeft ook een richting voor wat er te bezuinigen valt. Bij een groot oppervlak of een sterke verhoging van de warmteweerstand krijg je een grote gasbesparing.

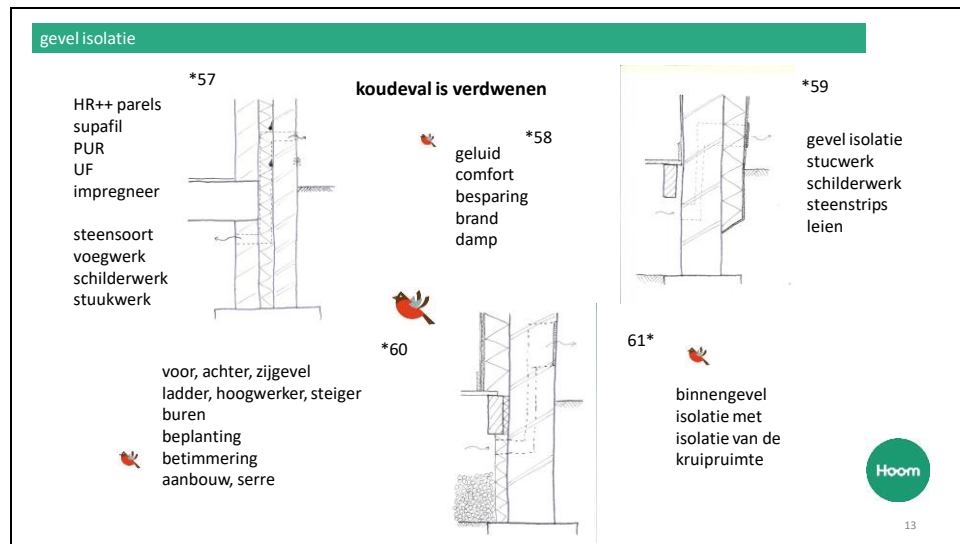
*55 BCRG; hier kun je controleren of een isolatie of een installatie een kwaliteitsverklaring heeft. Klopt de waarde die de fabrikant aangeeft.

De overige sites zijn goed leesbaar en leveren betrouwbare informatie.

*56 De formule voor het berekenen van de warmteweerstand. De λ (lambda) is een materiaal eigenschap

uitgedrukt in W/mK. De d is de dikte van het materiaal in meters.

De waarde voor glas, U-waarde, geeft het tegenovergestelde aan, de warmte doorgang.



*57 Spouwmuur isolatie kan met diverse materialen uitgevoerd worden. HR++ parels zijn piemschuim parels met en koolstof laagje. Ze worden bij het aanbrengen licht aan elkaar verlijmd en zijn dampopen. Supafil is ook dampopen en is een behandelde glaswol die onder druk wordt ingeblazen.

Er zijn ook bioparels, gemaakt van natuurlijke materialen.

PUR, UF zijn damp open schuimen.

58* De spouw isolatie is zeer rendabel en levert veel comfort. Een geschilderde of gestuukte muur is niet geschikt.

Laat vooraf uw muur inspecteren.

Na isolatie hoor je minder geluid van buiten. Supafil is minder brandgevoelig dan parels.

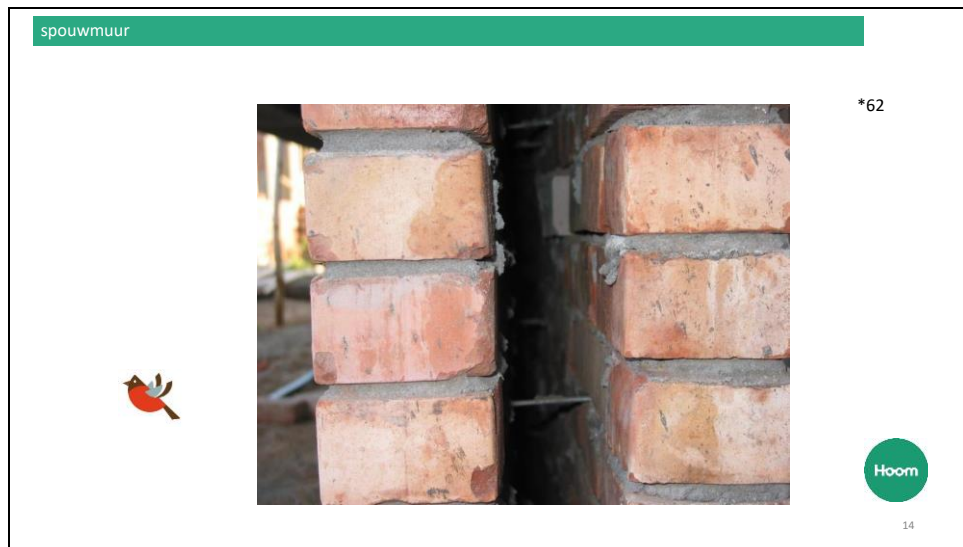
59* De isolatie van de gevel aan de buitenzijde is vergunningsplichtig. Afwerking van de gevel kan met diverse materialen als steenstrips, stucwerk of leien of een combinatie daarvan.

Zet de isolatie door tot onder het maaiveld en let op aansluitingen met de goor, burens, kozijnen, zonwering, regenpijp, verlichting.

De condensatie vindt plaats aan de koude zijde van de isolatie, maar in dit geval komt het vocht daar niet, omdat de isolatie afdoende dampdicht is.

60* Hier staan zaken voor uitvoering van het werk, bv een gevel met een flinke klimop is niet te isoleren, boven een serre met glasdak of boven een hellend dak, heb je een hoogwerker nodig etc.

61* Het isoleren van de binnengevel is een mooie maatregel vanuit de gedachte dat je de vertrekken waar je het meeste bent en stookt het beste isoleert; de woonkamer en keuken. De slaapkamers zijn in de regel niet ruimtes waar mensen stoken, dan heeft isoleren ook minder zin, denk aan 'met het raam open slapen'.



62* Foto van een ongeïsoleerde spouwmuur.

Er zijn wat cement baarden in de in de spouw te zien. Wanneer deze barden groter zijn en het binnenblad met het buitenblad verbindt, dan ontstaat er een vochtbrug. Deze kan leiden tot vocht problemen met schimmelvorming op de binnenmuur.

Er is een spouwanker te zien dat licht hellend naar links lijkt te zijn aangebracht.

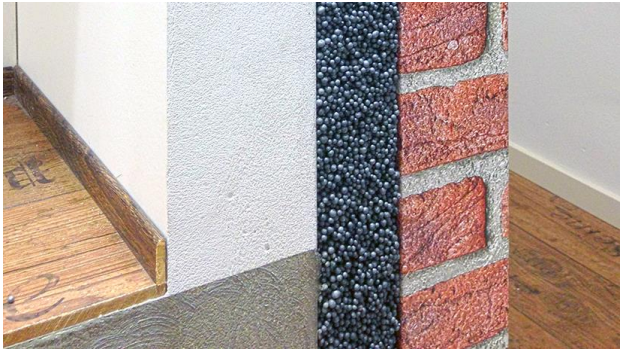
Vochtdruppels die op het anker ontstaan worden zo naar buiten toe afgevoerd.

Het spouwanker verbindt het buitenblad aan het binnenblad, het buitenblad is daardoor stabiel.

Deze spouw is geschikt voor spouwmuur isolatie.

spouwmuur isolatie

*63



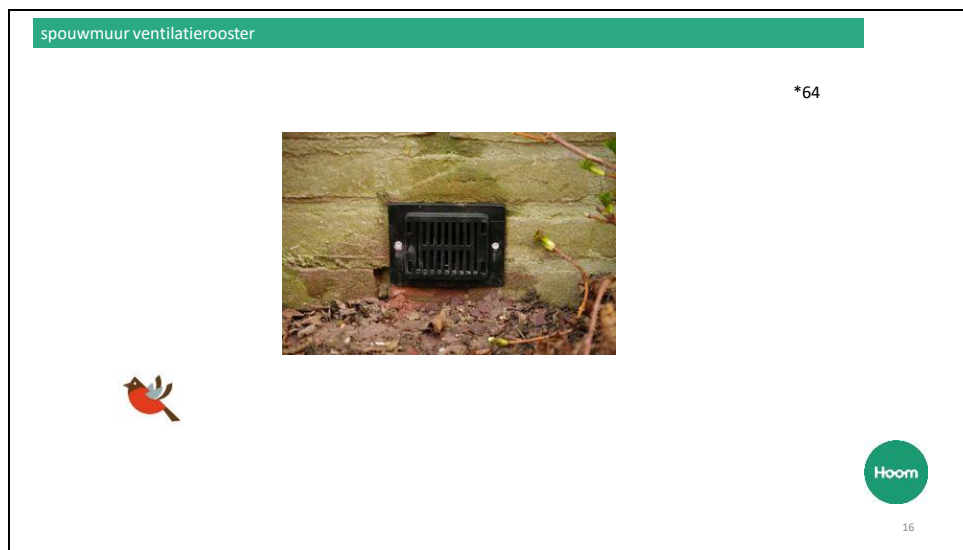
Hoom

15

63* De foto laat een met HR++ parels gevulde spouw zien.
Er zijn ook wat vreemde dingen te zien op de foto. Welke?

Antwoord:

Er lijkt sprake te zijn van een binnen binnen situatie, omdat links en rechts een parketvloer te zien is. En een binnenmuur isoleer je niet
Ten tweede lijkt het schoon metselwerk op een vreemde manier doorgezaagd te zijn.



*64 Foto met opbouw rooster voor ventilatie van de kruipruimte. Aan de schroefjes links en rechts kun je zien dat het opbouw is.

De roosters worden meestal toegepast na het isoleren van de spouwmuur als er sprake is van bestaande ventilatie van de kruipruimte middels open staande voegen van ca 4 verticaal gemetselde stenen. Die ventilatie staat in open verbinding met de spouw en is na het isoleren niet meer functioneel.

Een boorder boort een nieuw gat richting de kruipruimte en dekt dat af met een rooster als op de foto.

Zo'n rooster is een eenvoudig herkenningspunt voor aanwezigheid van een na-geïsoleerde spouw.

binnengevel isolatie

*65



*66



Hoom

17

*65 Wat is er goed aan deze uitvoering van binnengevel isolatie?

De man is bezig met een voorzetwand van metalstud en vermoedelijk Ecosse isolatie. Hij brengt ook isolatie aan achter de metalstud, dit voorkomt dat de kou van de buitenmuur via het metalen profiel tot in de gipsplaten afwerking aan de binnenkant komt. Dergelijke koudebruggen veroorzaken strepen condens ter plaatse van de profielen.

*66 Wat is er goed en net goed aan deze uitvoering van binnengevel isolatie?

De folie achter het houten regelwerk voorkomt dat er vocht vanuit de buitenmuur in het hout trekt. Bij poreuze buitenmuren kan dit euvel spelen. Het hydrofoberen van een gevel helpt dan ook goed.

De T-constructie van het profiel is ook goed, op deze manier is er een maximaal oppervlak voor isolatie.

PIR van Kingspan is ook goed.

Vreemd is echter dat de breedte van het hout ter plaatse van een naad tussen de gipsplaten in de praktijk onvoldoende is om het gips te kunnen bevestigen.

buitengevel isolatie

Polystyreen

Lijmwerk

Maaiveld

Kozijnen

HWA

Zonwering

Buitenkraan

Verlichting

Goot

Buren

Vergunning





*67


18

*68 Hier zie je het verlijmen van PS (polystyreen) platen tegen een buitengevel. De isolatie dient doorgezet te worden tot beneden het maaiveld.
Overige opmerkingen betreffen aandachtspunten bij uitvoering.

gevel isolatie

Polystyreen
Lijmwerk

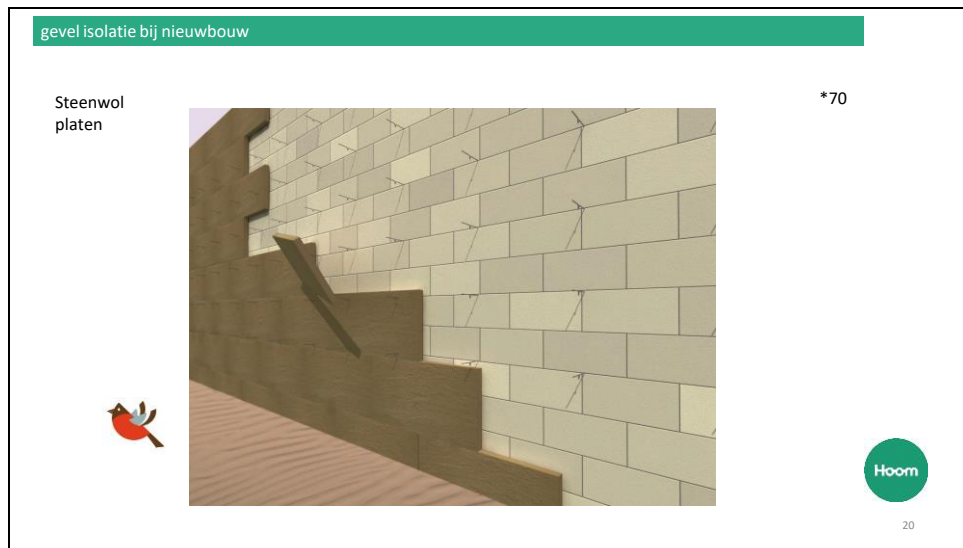


*69



19

*69 Hier worden PS platen tegen een binnenwand verlijmd met een polymeerlijm. Afwerking van de isolatie kan middels gipsplaten, verlijmd, of direct stuken op een op de isolatie aangebracht gaas en voorstrijk.



*70 Steenwol isolatie aangebracht bij de bouw van een geïsoleerde spouwmuur. Het binnenblad is gemaakt van kalkzandsteen en de isolatie is op spouwankers bevestigd. Op de ankers wordt ook nog een kuststof rozet geplaatst om te voorkomen dat de isolatie van het anker af gaat.

gevel isolatie

Lijmwerk	*71	Singles	*72
			

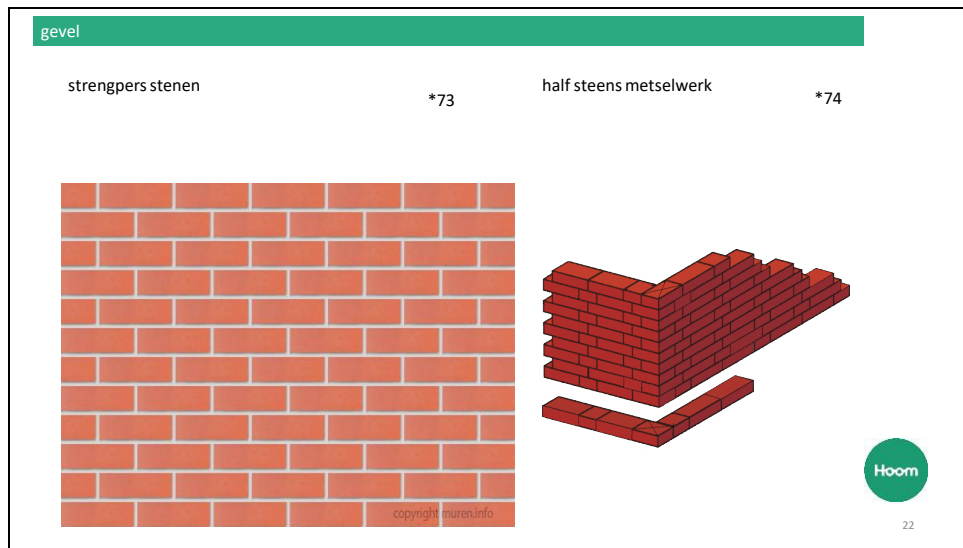
Hoom

21

*71 Een voorbeeld voor afwerking van een buitengevel is door middel van steenstrips gelijmd op de isolatie.

*72 Een ander voorbeeld voor afwerking van een buitengevel is door middel van een houten regelwerk, waarop singels bevestigd zijn. De singles kunnen onder andere van leisteen, EPDM, bitumen zijn.

Achter de leien langs dient geventileerd te worden.



*73 Buitengevels gemetseld met strengpers stenen, zijn als spouwmuur niet geschikt voor na-isolatie.

De stenen zijn te gevoelig voor schade bij boren van de gaten voor het isoleren.

Na het aanbrengen van de spouw isolatie is de kans op schade door bevriezing van condensvocht bij deze strak afgewerkte stenen een reden om af te zien van de isolatie.

*74 Voorbeeld van een halfsteens gemetselde muur.

gevel

handvorm stenen
geschilderd

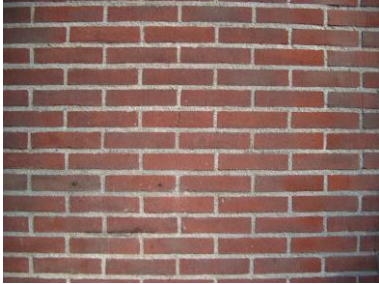
*75





vormbak stenen
half steens verband

*76




23

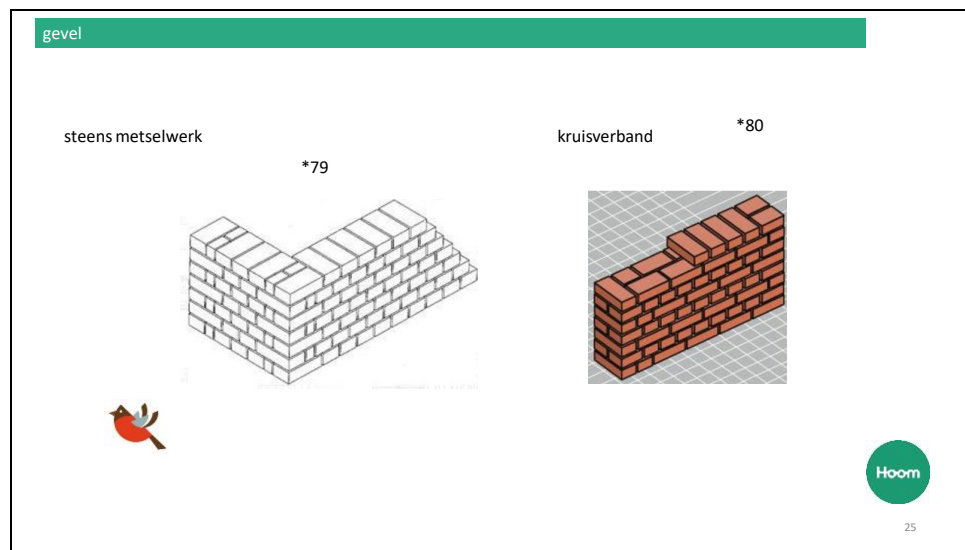
*75 Foto met een met een kruisverband gemetselde steens muur.
Je ziet lagen metselwerk met strekken en daarop een laag met koppen. De muur is geschilderd.

*76 Foto met een halfsteens verband gemetselde steens muur.
Dit type steen en metselwerk is zeer geschikt voor isolatie van de spouw.

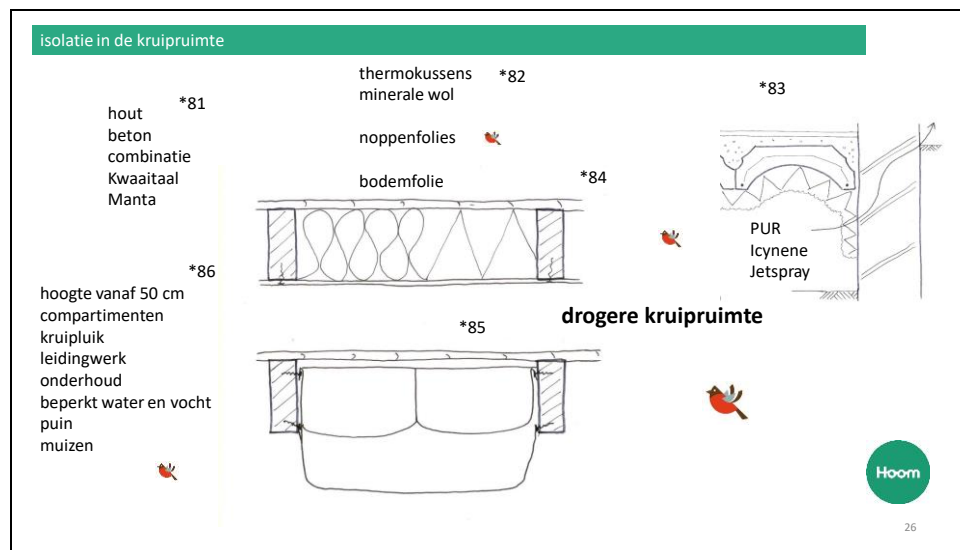


*77 Foto met glazen bouwstenen en niet geschikt voor spouw isolatie.

*78 Foto met geglazuurde stenen in halfsteens verband, niet geschikt voor isolatie van de spouw. Alleen al door de schade bij het boren van gaten voor het vullen van de spouw.



*79 en 80 Voorbeelden van steens metselwerk, deze wanden zijn één steen dik.



*81 Van welk materiaal de vloer gemaakt is gaat over de constructie van de vloer en niet de vloerafwerking. Er zijn vloeren met een houten balklaag en diverse vloeren met een steenachtige constructie.

Steenachtige vloeren zijn onder andere: Kwaaitaal (plaatje 82), massief beton, en combinatievloeren van dragers en vulelementen. De vulelementen kunnen van steen of isolatie zijn.

Daarnaast zijn er in de nieuwere bouw kanaalplaat- en breedplaatvloeren.

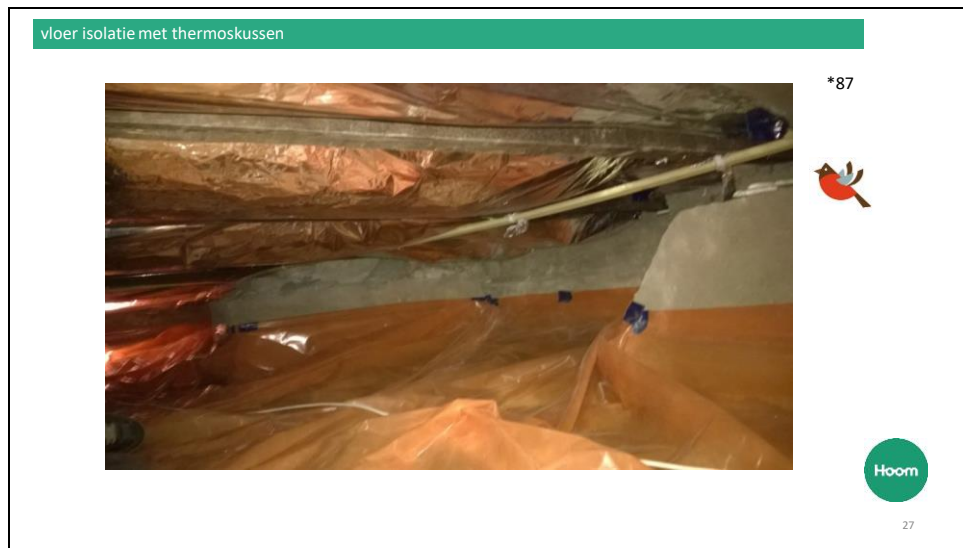
*82 Mechanisch bevestigde materialen: Thermokussens (bv Tonzon), minerale wol (bv Ecose, jeukt niet), noppenfolie (PIF, een meerlaagse aluminium en PE folie) gecombineerd met een PE folie op de bodem van de kruipruimte.

*83 Kwaaitaal vloer met gespoten isolatie, deze wordt ook deels tegen de wand gespoten en sluit zo naadloos. Voorbeelden zijn PUR, Icynene (watergedragen) en Jetspray (glaswol). Daarnaast zijn thermokussens en PIF geschikte isolatie bij steenachtige vloeren.

*84 Isolatie met minerale wol of harde isolatie tussen de balklaag. Ecose is een niet irriterende veerkrachtige glaswol. Harde isolatie moet wel door het luik passen. Tengels onder de balklaag voor bevestiging van de isolatie.

*85 Thermokussens aangebracht tussen de houten balklaag, waardoor deze kan blijven ademen. Minder geschikt bij aanwezigheid van knaagdieren. Ook toepasbaar bij steenachtige vloeren.

*86 Minimale hoogte voor vloerisolatie is 50 cm onder de constructie. Het aantal compartimenten, afmeting luik, hoeveelheid leidingwerk, water in de ruimte en puin kan bepalend zijn voor de keuze.



*87 Thermoskussens aangebracht tegen de onderzijde van een vloer in een kruipruimte.

De naden en randen worden getapet, dan wel strak tegen de balk aangetrokken en bevestigd.

Er is een PE folie op de bodem van de kruipruimte gelegd tegen verdamping van grondwater. Deze is opgezet tegen de funderingswand om te voorkomen dat grondwater op het zeil komt. Zit er ergens een gat, dan zal dat alsnog gebeuren.

Ventilatie van de kruipruimte handhaven, je ventileert hier in de koude zone. De zone waar condensatie zou kunnen ontstaan. Hiermee heb je ventilatie van de houten balklaag gewaarborgd.



*88. PUR isolatie aangebracht tegen de onderzijde van de vloer in de kruipruimte.
Een stuk van de funderingswand wordt hierbij meegenomen, zodat er een mooie naadloze aansluiting ontstaat.
Aan de rechterzijde van de foto lijkt een mee gespoten riolering te zitten.

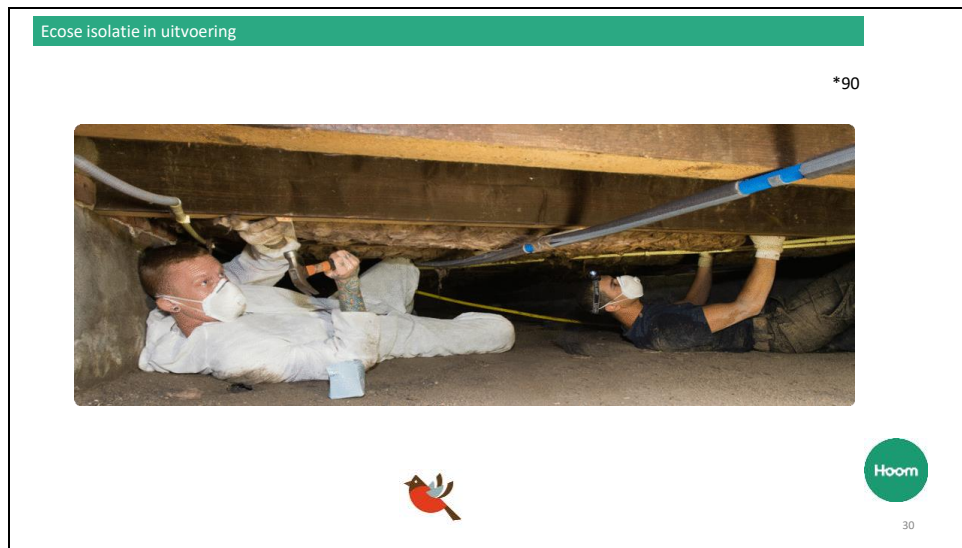
PUR Isolatie in uitvoering

*89C

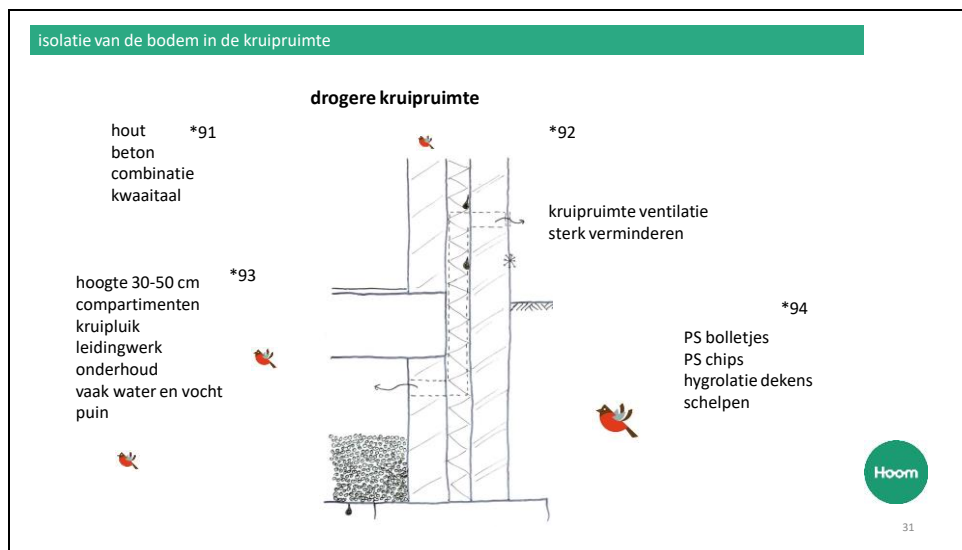


29

*89 Foto van het aanbrengen van PUR isolatie. Beschermende kleding en een masker voor beademing is nodig.



*90 Twee mensen bezig met het aanbrengen van minerale wol tussen een houten balklaag. Met hamer en draadnagels slaan ze tengels onder de balklaag door voor het bevestigen van de minerale wol.
De minerale wol lijkt Ecosse te zijn.
Met een hamer bevestigen heeft niet de voorkeur, liever een snoerloze tackler.



*91 Bodem isolatie kan toegepast worden bij alle soorten vloerconstructies met name bij natte kruipruimtes.

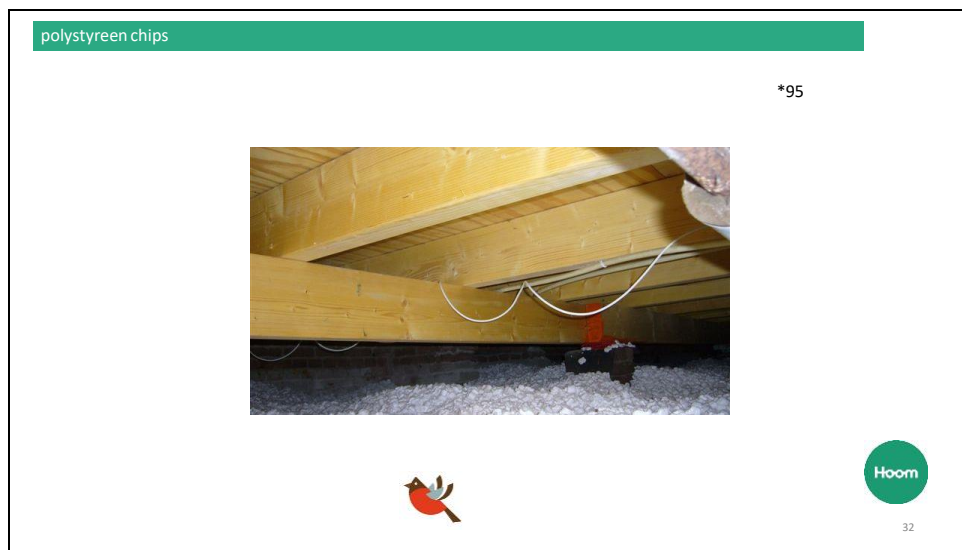
*92 Bodem isolatie zorgt voor een drogere begane grond vloer. Bij stijgend grondwater gaat de isolatie drijven en condens vindt plaats aan de koude onderzijde van de isolatie. Daarnaast is het verstandig de ventilatie boven de isolatie, in de warme zone, af te laten nemen met meer dan de helft. In de winter levert dit een betere isolatie op en in de zomer zorgt het voor minder condensatie van warme ventilatielucht in de koude kruipruimte. In combinatie met spouwisolatie ontstaat er een mooie geïsoleerde schil.

*93 Bij een hoogte van 30 tot 50 cm onder de vloerconstructie kan bodemisotatie aangebracht worden. De grootte van het kruipluik, meerdere compartimenten en veel leidingwerk is minder beperkend.

Let er op dat het leidingwerk (bv riolering) in goede staat is, na het isoleren kun je er moeilijker bij.

*94 HR++ piepschuim bolletjes isoleren het best, dan de wat grovere chips, dan de chips in zakken (hygrolatiedekens) en dan schelpen. Hygrolatiedekens zijn eenvoudig aan de kant te schuiven bij werkzaamheden nadien.

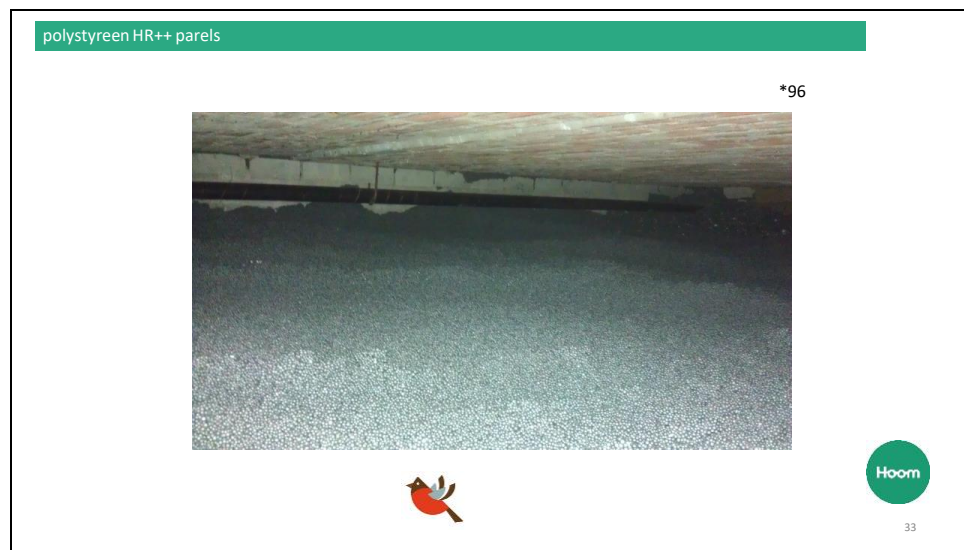
Ratten en muizen schijnen niet te houden van een schelpenbed.



*95 Foto van een kruipruimte met nieuwe houten balklaag, afgedekt met underlayment platen.

Op de bodem van de kruipruimte zijn isolatiechips aangebracht.

De chips zijn ook verkrijgbaar in een gerecyclede vorm.



*96 Foto van een kruipruimte met vloer van holle baksteen elementen, NEHOBLO vloeren. Op de bodem van de kruipruimte zijn HR++ parels aangebracht. Deze parels zijn ook te verkrijgen in een wat grotere afmeting, die meer past bij de toepassing.

polystyreen chips in zakken

hygrolatiedekens
inclusief de funderingswand

*97



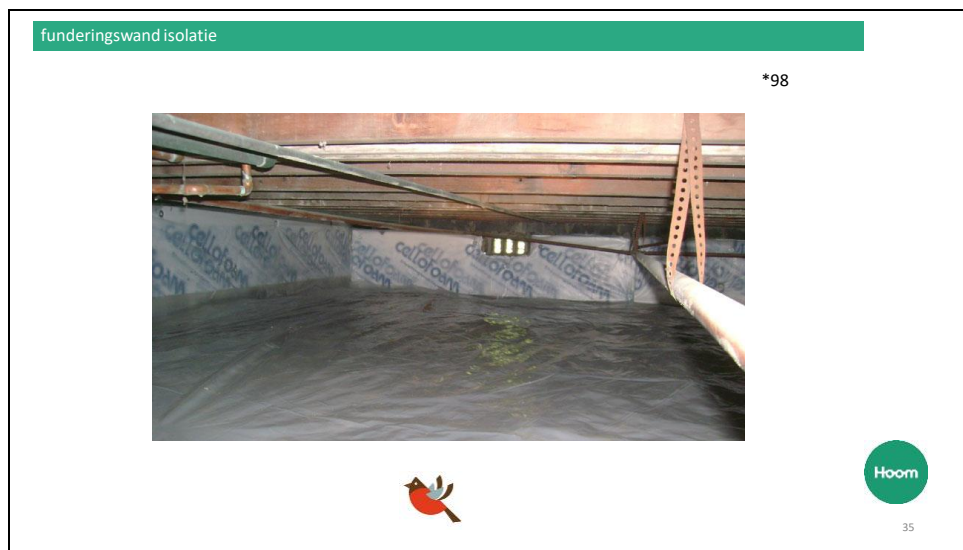
34

*97 Foto van een kruipruimte met een betonnen vloer.

De bodem van de kruipruimte en de wanden van de fundering zijn geïsoleerd met hygrolatiedekens. Het is eenvoudig om de zakken aan de wanden te bevestigen.

Hierdoor ontstaat een goede schil met isolatie.

De kruipruimte blijft goed droog. Let op dat de ventilatie in de warme zone verminderd wordt.



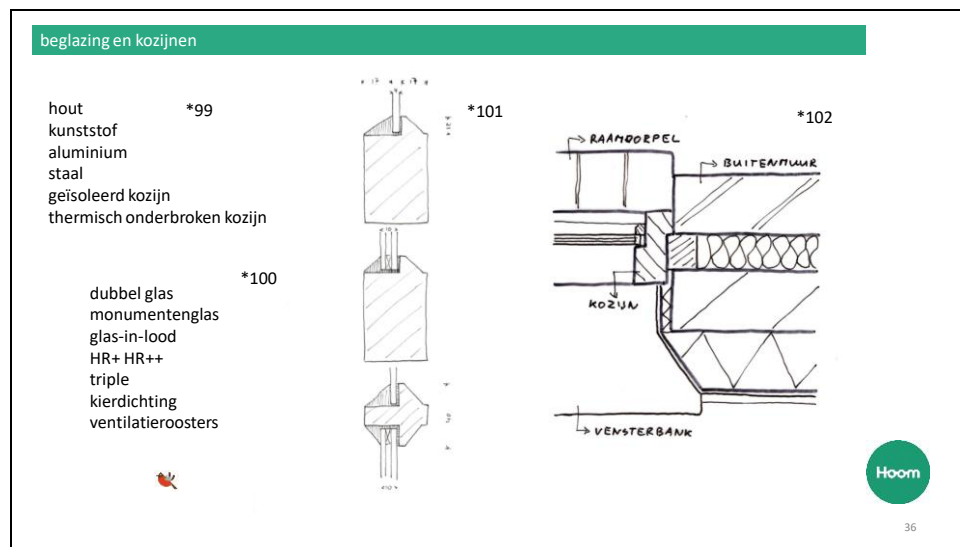
*98 Foto van een kruipruimte met een houten balklaag.
De bodem van de kruipruimte is afgedekt met een folie.
De wanden zijn voorzien van isolatie.
De ventilatie opening is goed zichtbaar.

Wat is er vreemd aan deze foto?

Antwoord:

Er ligt een folie op de bodem, dat wijst op het toepassen van vloerisolatie (tegen de onderkant van de vloer). De ruime ventilatieopening is dan ook prima. Vreemd is dan de isolatie van de funderingswand, omdat de koude zone onder de vloerisolatie niet zinvol is om te isoleren.

Als we uitgaan van bodemisolatie klopt het niet dat er een folie op de bodem ligt en ook niet dat er ruime ventilatie aanwezig is in de warme zone.



*99 Kozijnen zijn gemaakt van hout, kunststof, aluminium of staal. Een combinatie van aluminium en hout is zelfs mogelijk.

Kunststof, aluminium en stalen kozijnen dienen thermisch onderbroken te zijn en beter nog, geïsoleerd. Dit is meer van belang bij toepassing van trippel beglazing.

Bij nieuwe houten kozijnen is onderhoud beperkter dan bij oude kozijnen. Eerste onderhoud na 10 jr bv.

*100 Dubbel glas vervangen voor HR++ is niet rendabel. Het verschil in weerstandswaarde is ongeveer een half. Ter vergelijking een geïsoleerde spouw van 7 cm heeft een waarde van 2 en kost een tiende.

Met glas in lood bereik je niet meer dan een niveau van HR+.

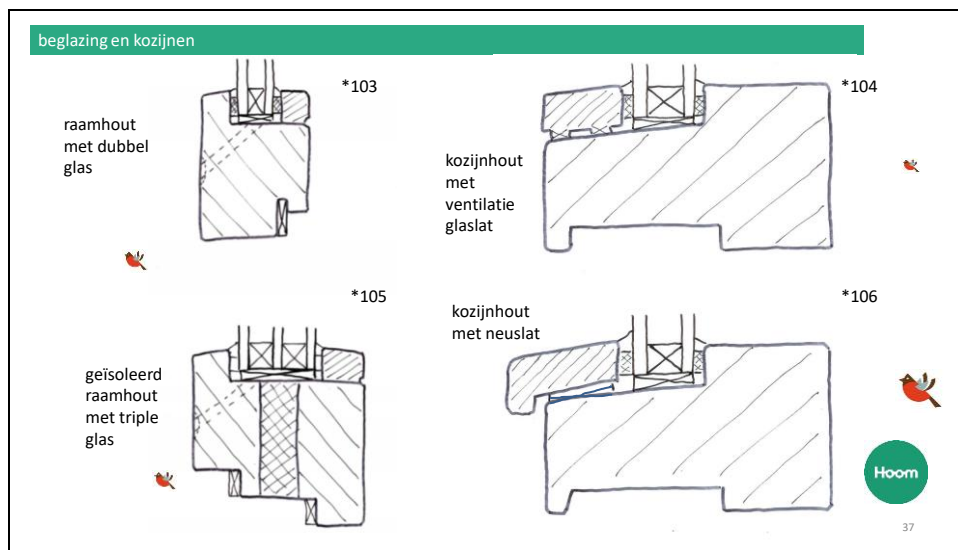
Trippel glas toepassen in een geïsoleerd kozijn, zonder ventilatieroosters en met een dubbele kierdichting.

*101 Monumentenglas is dubbel glas met een totale dikte van 10 mm. Dat past in de sponning van enkel glas.

Het wordt gezet in lijmkit en afgewerkt met een moderne stopverf, die minder uithard en flexibeler blijft. Met Krypton vulling kan HR+ bereikt worden.

*102 Horizontale doorsnede van een geïsoleerde spouwmuur met aanvullend binnengevelisolatie. De dagkant is afgeschuind, zodat een opener beeld ontstaat na opdikken van de muur.

De dagkant is ook voorzien van een dunner stukje isolatie. De vensterbank is dieper gemaakt. In dit detail zou een geïsoleerd kozijn met trippel glas ook op zijn plaats zijn.



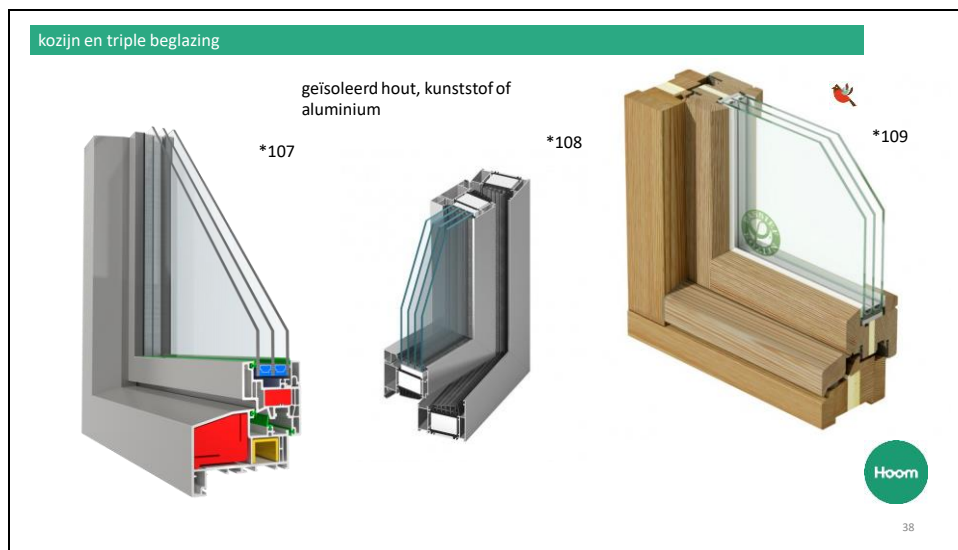
*103 Een doorsnede van een raamdorpel met geïsoleerd glas en van binnenuit beglaasd. Er is een kadertochtprofiel toegepast. De stippelijntjes zijn afvoerkanaaltjes voor water dat langs de beglazingskit naar binnen lekt. Dubbel glas raakt lek als de kit tussen ruit en afstandhouder tussen de ruiten vochtig wordt.

*104 Een onderdorpel van een kozijn met een ventilerende glaslat, die water af zou moeten voeren dat langs de beglazingskit is gelekt. De ventilatieopeningen raken echter eenvoudig verstopt door oa spinrag en vuil.

*105 Het raamhout is geïsoleerd, voorzien van een dubbele tochtwering en trippel glas. Aangevuld met een goede raamsluiting en raamhouten dat recht blijft, geeft dat een optimale isolatie. Dit is in bestaand werk niet uit te voeren. Trippel glas plaatsen in het profiel bij nr 103 is minder geslaagd door het ontbreken van bijpassende details.

*106 Een onderdorpel van een kozijn met een neuslat. De neuslat voor doorslaand lekwater beter af dan een ventilerende glaslat. Bij schilderonderhoud is het aanbrengen van een neuslat aan te bevelen.

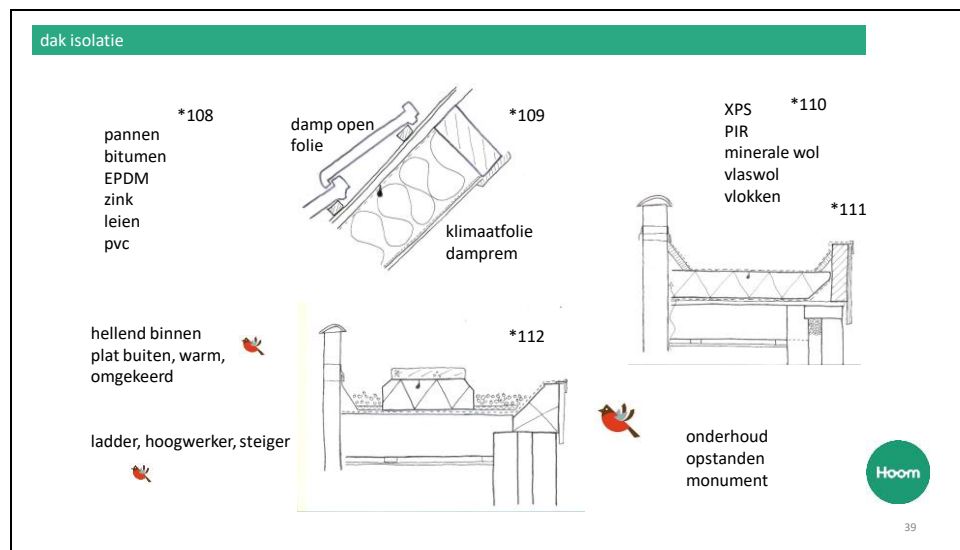
Bij grote ruiten een krachtige wind ontstaat er een zuigende werking ter plaatse van de kit, waardoor water door kan lekken. Neuslatten worden dan ook vaker toegepast bij grote ruiten. Kleine ruiten in draaiende delen hoeven om die reden geen neuslatten te hebben.



*107 Geïsoleerd kunststof kozijn met trippel glas en dubbele kierdichting. Het raam draait naar binnen. Op schoonmaken na is het kozijn onderhoudsvrij.

*108 Geïsoleerd aluminium kozijn met 4 lagen glas en dubbele kierdichting. Het raam draait naar buiten.
Onderhoud als bij kunststof kozijn.

*109 Geïsoleerd houten kozijn met trippel glas en dubbele kierdichting. Het raam draait naar binnen.
Schilderonderhoud is vereist, maar bij de juiste houtkeuze, fabricage en schilderwerk is dat beperkt. In enkele gevallen wordt een fabrieksgarantie gegeven op nieuw werk voor meer dan 10 jaar.



*108 We behandelen hellende daken met pannen en platte daken met bitumen, EPDM of PVC.

*109 Het isoleren van een hellend dak aan de buitenzijde doe je als er de dakpannen vervangen moeten worden. Meestal zijn dan ook een dakkapel, goot en schoorsteen aan renovatie toe.

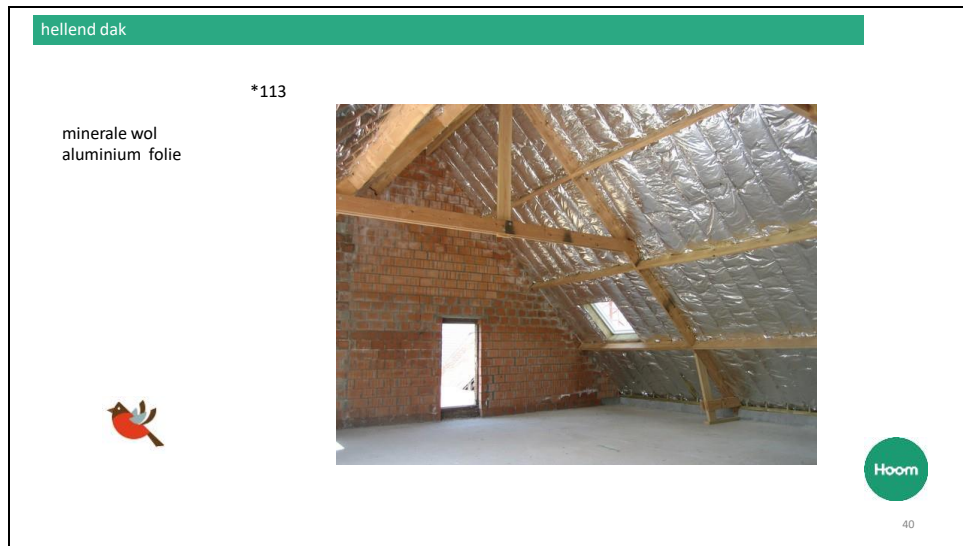
Het dak van binnenuit isoleren het koud dak isolatie en is goedkoper. Van binnen naar buiten dampopener werken. Dampdichte folie aan de warme zijde. Bij spaanplaat daken met opgespoten PUR-laag bij voorkeur alleen vlaswol toepassen in verband met het vocht bergend vermogen van de vlaswol.

*110 XPS toepassen bij omgekeerd dak isolatie, PIR bij warm dak. Diverse materialen zijn geschikt voor kouddak isolatie van een hellend dak.

*111 Plat dak isolatie met een nieuwe waterkerende laag. De oude laag kan als dampdicht laag dienen. Dak doorvoeren en een boei dienen aangepast te worden. Condens aan de koude zijde vindt niet plaats door de ononderbroken dampdichte lagen (bitumen aluminium PIR en aluminium).

Platte daken nooit aan de binnenzijde isoleren, condens kan namelijk niet verdampen door de bitumen.

*112 Als de waterkerende laag (bv bitumen) nog goed is kun je harde isolatie toepassen op deze laag. XPS is goed bestand tegen UV. De isolatie verzwaren tegen opwaaien en een systeem van grindgootjes aanleggen voor afwatering. Een boei hoeft in dit geval niet opgehoogd te worden. Dit heet omgekeerd dak isolatie.



*113 Hellend dak isolatie volgens het koud dak principe (het dakbeschot zit nl aan de koude kant).

Hier is een spijkerflensdeken toegepast. Een isolatiedeken met minerale wol, met aan de warme zijde een dampdichte laag van aluminiumfolie. De flenzen aan de zijkant kunnen gebruikt worden om de isolatie te bevestigen aan regelwerk dat van dakvoet naar de nok loopt.

De toegepaste isolatie is pas stootvast als er een afwerking met gipsplaten is aangebracht. Op deze foto blijven de gordingen, spantbenen met kreupele steil, blokkeel en sloof in het zicht.

De hanenbalk met makelaar blijft in alle gevallen zichtbaar.

Het spantbeen ondersteunt de gording.

De kreupele stijl ondersteunt het spantbeen.

De blokkeel verbindt de kreupele stijl met de muurplaat (balk die boven op de muur ligt bij de dakvoet).

Het spantbeen steunt op de sloof, die zelf weer steunt op te vloerbalken.

omgekeerd dak

ballast
randen
onderhoud

*114







41

*114 De isolatie is geplaatst op de bestaande waterkerende laag dakbedekking. De isolatie is verzwaard met stoeptegels en rondom is een gootje gehouden . In dat gootje kun je een dunnere isolatie toepassen met een beetje grind. Als daar geen hoogte voor is kun je volstaan met een laagje grind. Die rand isoleert dan niet, toch ondervinden we in de praktijk geen last van condensatie. Dit heeft ook te maken met het feit dat het dakbeschot in zijn geheel door de isolatie warmer is geworden.

plat dak warm dak isolatie

PIR platen

*115

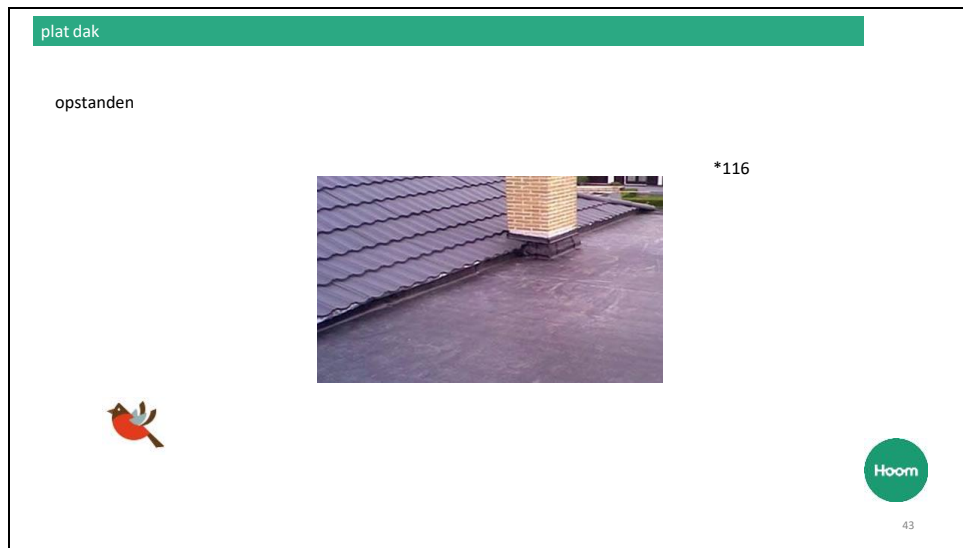


42

*115 Op de foto worden PIR platen gelegd op een dampdicht laag. Dat zou de oude dakbedekking kunnen zijn.

Aan de randen is een dunnere plaat PIR gelegd, waardoor de hoogte van de boei geringer kan blijven. Over de PIR platen komt nog een waterkerende laag, dat kan zijn bitumen, EPDM of PVC.

PIR is een harde isolatie die goed beloopbaar is.



*116 Als een plat dak geïsoleerd wordt moeten ook de opstanden aangepast worden. Op de foto is de aansluiting op een dakvoet te zien, de onderzijde van het hellende pannendak, en een aansluiting bij een schoorsteen.

Bij de dakvoet moeten de pannen ingekort worden en bij de schoorsteen moet het lood of de lood vervanger hoger aangebracht worden. Dat is al gauw twee lagen metselwerk hoger.

plat dak

ballast

*117

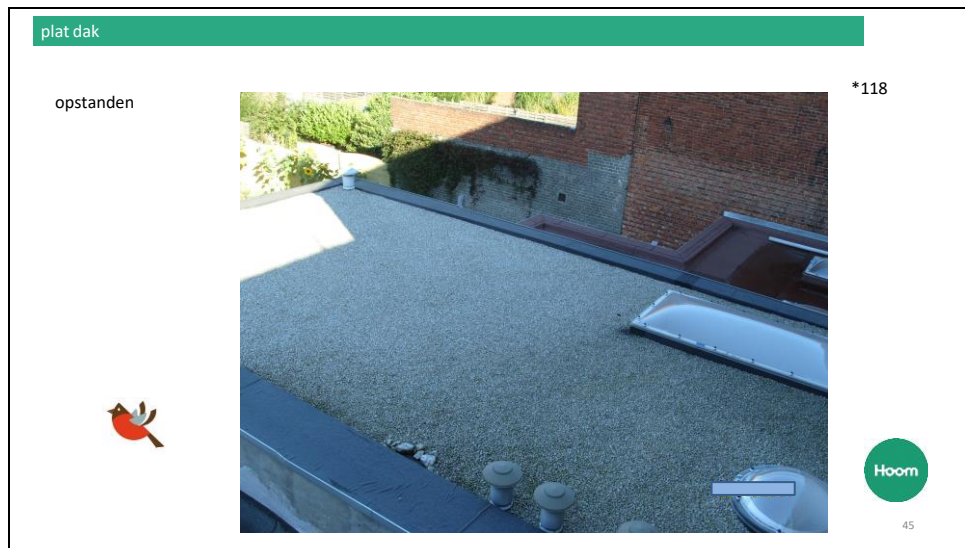


44

*117 Het aanbrengen van ballast gebeurt om te voorkomen dat dakbedekking door windkracht opwaait. Mechanisch bevestigen van de onderlagen is ook een methode. Het aanbrengen van ballast zorgt er ook voor dat dakbedekking beschermd is tegen UV straling. De dakbedekking heeft hierdoor een langere levensduur. Bij grotere daken is het zinvol om grind met een pompwagen naar boven te blazen. Bij kleiner daken is een bigbag met grind en een kraan voor transport een goede oplossing.

Ballast kan ook door stoeptegels.

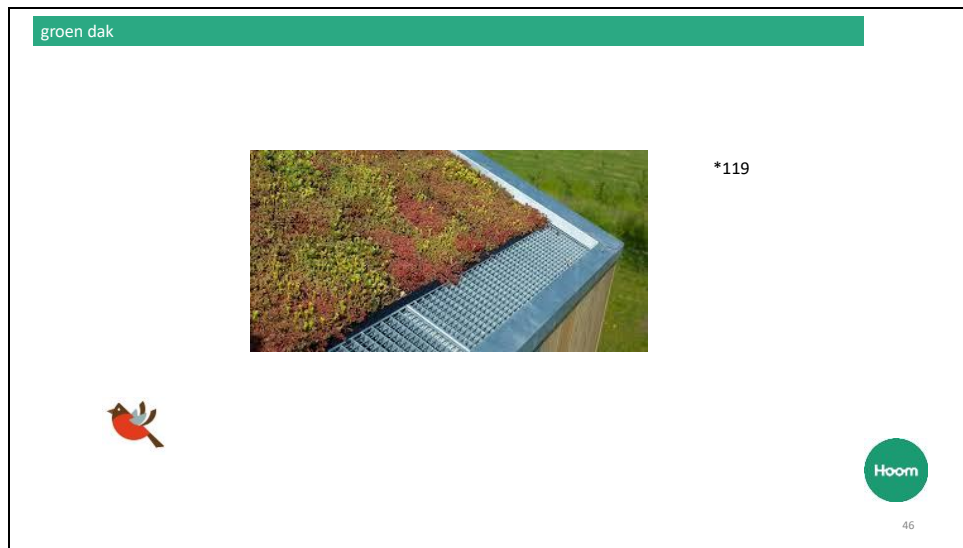
Als er zonnepanelen geplaatst gaan worden hebben die ook ballast nodig. Het is aan te raden dat op elkaar af te stemmen.



*118 Een voorbeeld van een dak met meerdere dak doorvoeren, lichtkoepels en een beperkt opstand.

Als je hier isolatie wil aanbrengen werkt dat kosten verhogend.

Bij een omgekeerd dak isolatie dien je rond de koepels en doorvoeren afvoer gootjes te creëren. Om het werk uit te voeren schuif je eerst het grind naar één zijde van het dak, dan isoleer je één zijde en schuif je het grind tijdelijk daar op. Vervolgens pak je de andere zijde aan.



*119 Dit groene dak, een sedum dak, is aangebracht op een licht hellend vlak. Aan de onderzijde is een rooster aangebracht om het afschuiven van het sedum te voorkomen. Daarnaast kun je op deze manier zorgen voor een goede afvoer van het overtollige regenwater. Een groen dak zorgt er bij een hevige regenbui voor dat een deel van het water vast gehouden wordt, zo beperk je de tijdelijke druk op de afvoer capaciteit van het openbaar riool.

Een sedum dak zorgt voor een koelere ruimte onder het dak in de zomer. Het sedum levert nagenoeg geen bijdrage aan de isolatie in de winter.

hellend dak

steenwol isolatie
zoldervloer

*120

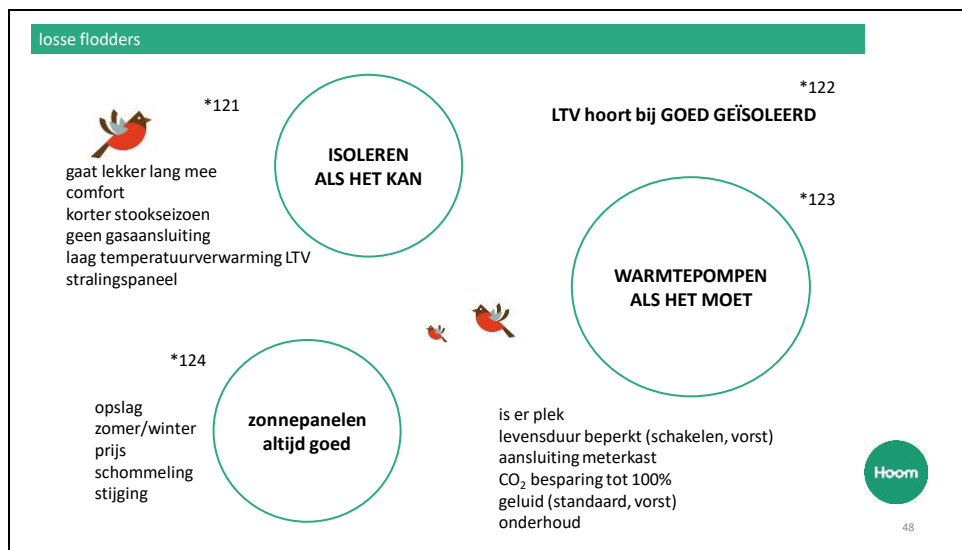


47

*120 Het is goedkoper om de vloer van een zolder te isoleren dan de binnenzijde van het hellende dak. Het oppervlak is geringer en het aanbrengen eenvoudiger. Bij een zolder die gebruikt wordt voor opslag en als er voldoende hoogte is, is dit een goed optie.

De aan te brengen platen dienen druk vast te zijn. Een PIR of XPS plaat is uitstekend geschikt. De wat hardere steenwol platen zijn ook goed, je kunt de platen afdekken met hardboard zodat de ruimte beter te gebruiken is.

Een zolder die bewoond wordt is lastiger op deze manier te isoleren. De aansluiting bij de trap en deuren vergen aanpassingen. Druk vastheid van de isolatie platen speelt een grotere rol.

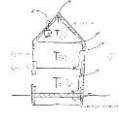


*121 Het beperken van de vraag van energie blijft het belangrijkste. Eerst isoleren, dan installeren. Isolatie gaat 2 keer zo lang mee als een installatie. Je comfort neemt toe. In het voor- en najaar hoef je niet te verwarmen. Je gasaansluiting kan weg en je woning is geschikt voor het verwarmen op een lage temperatuur, zodat vloerverwarming en stralingspanelen je huis kunnen verwarmen.

*122 Als je huis niet goed is geïsoleerd, dan krijg je het niet comfortabel met laag temperatuur verwarming.

*123 Warmtepompen leveren laag temperatuur warmte, dus eerst isoleren. Apparatuur neemt ruimte in beslag, vergt onderhoud, maakt geluid. Het bespaart wel veel CO₂ en je benut warmte uit de natuur.

*124 Eerst isoleren, maar in de praktijk willen mensen toch eerst zonnepanelen. Ook goed.

opwek		
zonnepanelen kunnen altijd, desnoods in de buurt	*125	
volledige warmtepomp hoort bij geïsoleerde woningen en laag temperatuur verwarming	*126	
hybride warmtepompen horen bij een gasaansluiting en kan bij hoge temperatuurverwarming	*127	
biogas of pelletketel kan in alle woningen	*128	
collectieve opwek , welke temperatuur wordt geleverd? warmtewet, kosten en leveringszekerheid	*129	
zonneboiler, heatpipes, ventilatiewarmtepomp, PVT panelen	*130	

*125 Als er geen zonnepanelen op je eigen dak kunnen is er vaak een gemeenschappelijk dak in de buurt.

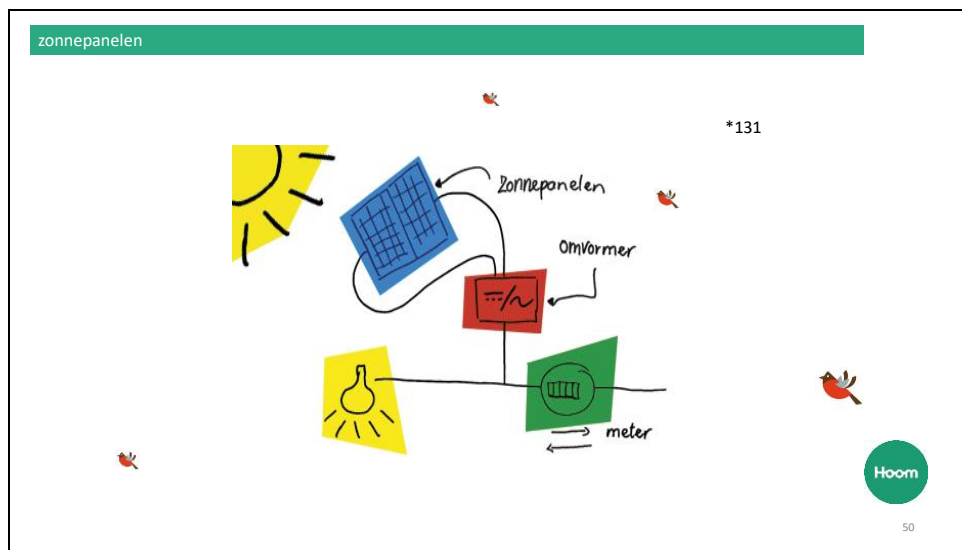
*126 Een volledige warmtepomp draait op warmte uit een natuurlijke bron en elektra en levert een lage temperatuur warmte. Een hogere temperatuur komt volledig op rekening van elektra.

*127 Een hybride warmtepomp levert lage temperatuur warmte die opgekrikt wordt door de gasgestookte cv-ketel. Je behoudt je gasaansluiting.

*128 Stoken op biogas of biomassa levert warmte met een hoge temperatuur. Dus geschikt voor niet geïsoleerde woningen.

*129 Bij warmte die collectief wordt opgewekt is de temperatuur van de aanvoer in de woning van belang of er voor voldoende comfort nog geïsoleerd moet worden. En waar komt die collectieve warmte vandaan, hoe groot is de leveringszekerheid?

*130 Enkele aanvullende mogelijkheden om warmte op te wekken. Deze zijn nooit voldoende om een gehele woning te verwarmen.



*131 Een zonnestroomsysteem bestaat in hoofdzaak uit twee onderdelen, te weten de panelen die stroom opwekken en een omvormer die de gelijkstroom omzet in wisselstroom die geschikt is voor de woning.

Zonnestralen bevatten fotonen die de elektronen van de zonnecellen in beweging brengen, waardoor er een stroom ontstaat. Dit is gelijkstroom die omgezet moet worden naar wisselstroom die we gebruiken in onze woningen.

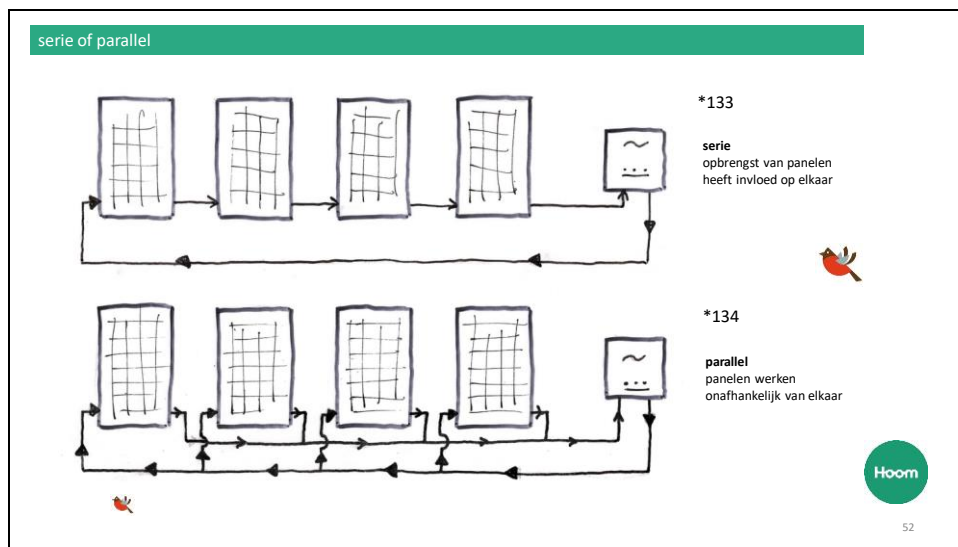
Die stroom kun je direct gebruiken voor apparatuur in je woning en wat je niet nodig hebt gaat via de meterkast naar buiten het elektriciteitsnetwerk op. Stroom die je direct gebruikt loopt niet via je meter. Er ontstaat zo een verschil in wat je omvormer ziet als productie van elektra en wat je meterkast ziet.

zonnepanelen					
		Mono-kristallijn	Polykristallijn	Dunne film	CIGS
 monokristallijn standaard rendement + amorf niet zo goed diffuus licht goedkoop rendement	Efficiëntie	14 – 20 %	12 – 16 %	6-10 %	13 – 15 %
	Zwaklicht eigenschappen	Verlies bij diffuus licht	Verlies bij diffuus licht	Weinig verlies	Weinig verlies
	Thermisch gedrag	Verlies bij hoge temperaturen	Verlies bij hoge temperaturen	Weinig verlies	Weinig verlies
	Kosten	Duurder dan polykristallijn en dunne film	Goedkoper dan monokristallijn en CIGS	Goedkoper dan monokristallijn, polykristallijn en CIGS	Vooralsnog duur
	Lange termijn test	Zeer hoge prestaties, stabiel, lange levensduur	Lange levensduur	Meer opbrengst, iets kortere levensduur	hogere opbrengst in de winter, noch geen lange termijn tests
	Gewicht per vierkante meter	Hoger	Hoger	Lager	Lager
	Gevoeligheid voor storingen	Zeer klein	Zeer klein	Klein	LageKlein



DS panelen
dunne film
diffuus licht +
rendement +
goedkoopst per
paneel, duurst
per Wp





*133 Een zonnestroomsysteem met in serie geschakelde panelen is geschikt voor daken zonder schaduwwerking en panelen met eenzelfde helling en oriëntatie. Door de schakeling in serie loopt de spanning in het systeem hoger op, waardoor er meer stroom opgewekt wordt.

Bij schaduw op één paneel vermindert niet alleen de opbrengst van dat paneel, maar van het gehele systeem.

De omvormer hangt in de buurt van de panelen. De omvormer maakt alleen geluid als de panelen overdag werken. Tijdens de levensduur van de panelen moet een omvormer een keer worden vervangen.

*134 Bij een parallel systeem wordt de opgewekte stroom per paneel direct aan een leiding afgegeven.

Bij toepassing van power optimizers wordt het maximale uit elk paneel gehaald en gelijkstroom afgegeven, die naar een centrale omvormer wordt gestuurd.

Bij toepassing met micro omvormers wordt direct achter het paneel wisselstroom gemaakt. Een centrale omvormer is niet meer nodig.

omvormers

*135



stringomvormer
panelen in serie
geschakeld

power optimizer
minder elektronica dan
micro-omvormer op het
dak
omvormer in de woning

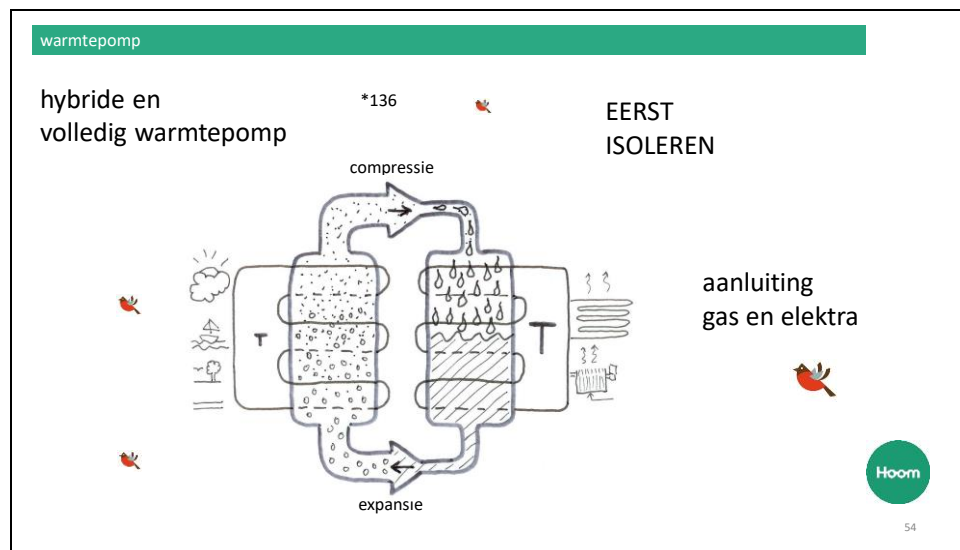
micro-omvormer
geen omvormer in de
woning
panelen parallel
geschakeld

Hoom

53

*135 Voorbeelden van genoemde omvormers.

Een power optimizer en een micro omvormer worden buiten achter het paneel geplaatst. Een centrale omvormer moet opgehangen worden op een plek zonder direct zonlicht en beschermd tegen regen en vorst. Meestal is dat binnen in huis op zolder dicht bij de panelen. Op de leiding tussen paneel en omvormer verlies je meer energie dan op de leiding tussen omvormer en je apparatuur.



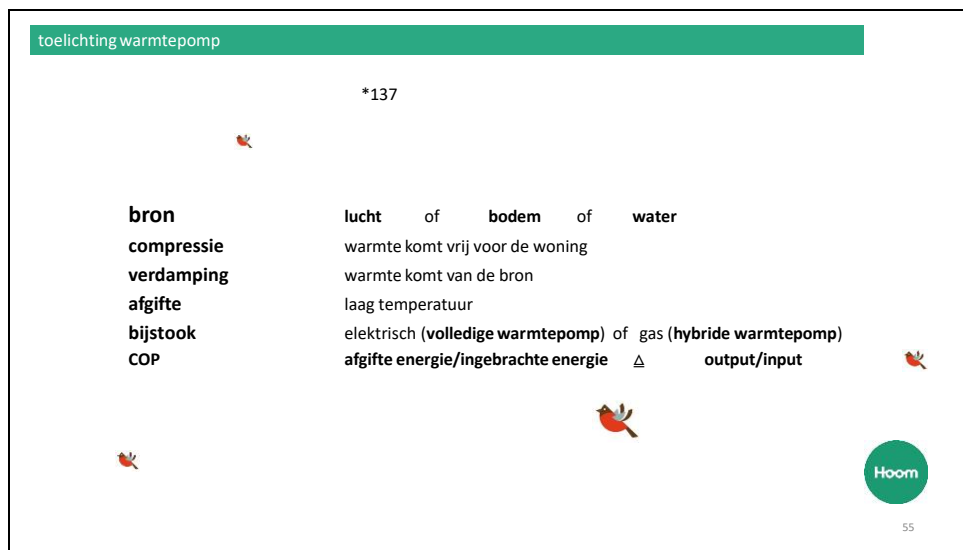
*136 De werking van een hybride en volledig elektrische warmtepomp is in principe gelijk. Warmte wordt gehaald uit een natuurlijke bron, de lucht, oppervlaktewater of warmte uit de bodem.

De warmte wordt afgegeven aan een stof die verdampt bij lage temperatuur, het zgn koudemiddel.

Het koudemiddel verdampt door toevoeging van de warmte uit de bron. Daarna wordt het ontstane gas samengedrukt met behulp van een elektromotor. Daarbij komt de warmte geconcentreerd weer vrij en wordt overgedragen aan het water in het afgiftesysteem, bijvoorbeeld de vloerverwarming of de laag temperatuur radiatoren. Hierbij wordt een temperatuur bereikt van maximaal 50 °C. Meestal lager.

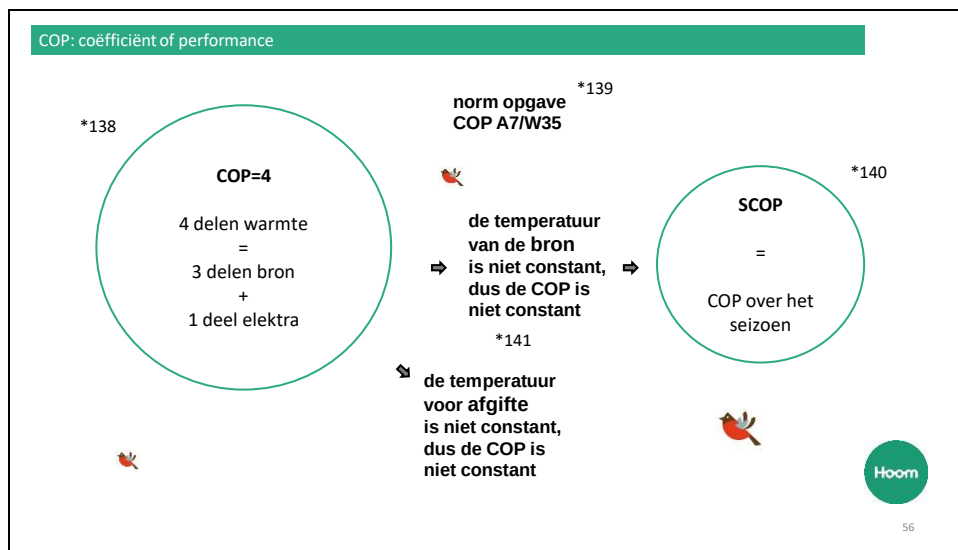
Met een dergelijke temperatuur kun je een matig geïsoleerde woning niet goed warm krijgen. Koudeval en straling van ramen en buitengevels krijg je hiermee niet voldoende weg. Nadat de warmte uit het koudemiddel is afgegeven wordt de vloeistof nog geëxpandeerd, uit elkaar getrokken, zodat bij toevoeging van warmte uit de natuurlijke bron van buiten, verdamping snel plaats vindt.

Bij een hybride systeem verwarmt de cv-ketel wanneer nodig extra bij. Dan is isoleren geen strikte noodzaak.



*137 De bronnen lucht en oppervlaktewater zijn koud als we ze in de winter het hardste nodig hebben. De bron bodem is constanter.

De COP staat voor coëfficiënt of performance, de prestatie van een warmtepomp bij een bepaalde buitentemperatuur en een bepaalde afgifte temperatuur.



*138 Een COP van 4 is een goede waarde, hierbij maak je met 1 deel elektra en 3 delen van de natuurlijke bron 4 delen warmte voor de woning.

*139 Fabrikanten geven de COP op bij een buitentemperatuur van 7 °C en een afgiftetemperatuur van 35 °C.

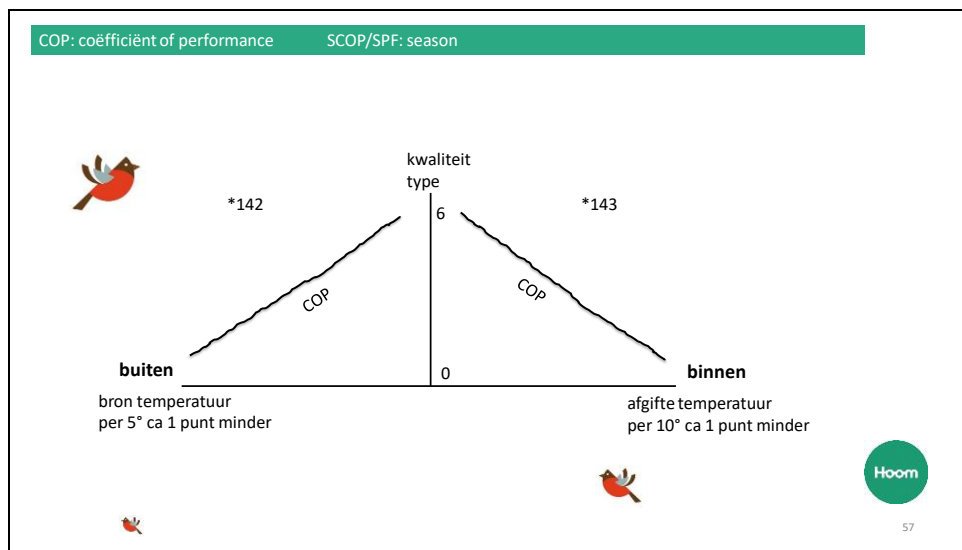
*140 De SCOP is de prestatie van een warmtepomp bepaald over een heel seizoen.

*141 Als de brontemperatuur daalt, dan daalt de COP.

Als de afgiftetemperatuur stijgt dan daalt de COP.

Dus hoe kouder het buiten wordt en hoe meer warmte je nodig hebt in de woning, hoe lager de prestatie van de warmtepomp.

Het is van belang de woning goed te isoleren voor een optimaler gebruik van de warmtepomp.



*142 Uit opgave van de fabrikanten blijkt dat een goed gemiddelde is dat de COP met 1 punt daalt als de brontemperatuur met 5 °C daalt.

Dus bij een buitenlucht temperatuur van -3 °C is de COP 2 punten lager.

*143 Uit dezelfde opgave blijkt dat de COP met 1 punt daalt als de afgifte temperatuur stijgt met 10 °C.

Dus als je 70 °C door de radiatoren moet laten lopen om het warm te krijgen in de woning, dan is de COP 3,5 punten lager.

De verlaging van de COP is cumulatief. In boven genoemd voorbeeld daalt een COP van 6,5 , wat extreem goed is, naar een COP van 1. De warmtepomp levert dan 1 deel warmte en gebruikt daarvoor 1 deel elektra. Met andere woorden je stookt volledig elektrisch op dagen dat we het koud hebben.

In een goed geïsoleerde woning kun je volstaan met afgifte temperaturen die veel lager zijn. De COP blijft dan hoger.

cijfers en besparing warmtepomp

*144

?

!

?

gasverbruik per jaar

1500 m³

△

€ 1175,-

gasverbruik voor verwarming

1100 m³

△

€ 875,-

energieverbruik verwarming

38500 MJ

△

10800 kWh

COP warmtepomp

4

energieverbruik warmtepomp

9750 MJ

elektraverbruik warmtepomp

2700 kWh

△

€ 625,-

!

vastrecht gas + netbeheer

!

€ 200,-

?

!

?

Hoom

58

*144 Hier wordt een theoretische benadering beschreven over de besparingen die mogelijk zijn met een warmtepomp.

Het gemiddelde gasverbruik in Nederland is 1500 m³ en kost € 1175,- .

Als we het deel voor verwarming van de woning bekijken, dan is dat 1100 m³ en € 875,-.

Daar zit 38.500 MJ aan energie in.

Bij een COP van 4 komt dan 1 deel uit elektra. Dat is 9750 MJ, omgerekend naar elektra is dat 2700 kWh.

Die elektra kost € 625,-.

Totale besparing is dan € 250,- per jaar. Daar moet jaarlijks onderhoud nog van af.

cijfers


*145

16 A groep	3500 Wp	△	12 panelen
< 15000 kWh	3x25 A	△	€ 250,- vastrecht
> 15000 kWh	3x35 A	△	€ 1000,- vastrecht
1 m ³ gas	35 MJ	△	€ 0,79
1kWh elektra	3,5 MJ	△	€ 0,23
energie	1 m3 gas	△	10 kWh
verbranding	1 m3 gas	△	1,8 kg CO ₂
1 liter benzine	35 MJ	△	
1600 m ³ gas	24.000 km auto	△	retourtje Sri Lanka 4 pers.



59

*145 Hier geven we wat algemeen bruikbare cijfers.

Milieu Centraal en de hybride warmtepomp				
	Energieverbruik per jaar voor verwarming en warm water	Energiekosten per jaar*	Je bespaart elk jaar	CO2- uitstoot per jaar
hr-ketel	1.700 m3 gas	€ 1.350	-	3.250 kilo
Warmtepomp 5 kW met hr- ketel	900 m3 gas + 1.900 kWh per jaar	€ 1.150	€ 200	2.450 kilo

** Berekend met een gasprijs van 79 cent per m3 en een stroomprijs van 23 cent per kWh (prijspeil 2019). Als de temperatuur onder de 4 graden daalt, schakelt in dit voorbeeld de warmtepomp uit en de cv-ketel aan.*




60

*146 Je bespaart € 200,- bij toepassing van een hybride warmtepomp en tevens 1000 kilo CO₂.

Jaarlijks onderhoud van ca € 90,- moet daar nog van af.

Milieu Centraal en de hybride warmtepomp

***147**

Hieronder zie je wat een hybride warmtepomp van 5 kW kost en hoeveel subsidie je ervoor krijgt. In de meeste woningen is een hybride warmtepomp van 5 kW voldoende.

Hybride warmtepomp	Prijs (inclusief btw en installatie)	Subsidie
zonder cv-ketel	€ 3.600 tot € 4.600	€ 1.500 tot € 1.800
met nieuwe cv-ketel	€ 4.700 tot € 6.700	€ 1.500 tot € 1.800




61

*147 Het inregelen van een hybride warmtepomp op een bestaande cv-ketel levert in de praktijk de nodige problemen op.

Het is aan te raden deze tegelijkertijd aan te schaffen.

Daarnaast is het van belang de capaciteit van de warmtepomp af te stemmen op de energiebehoefte in de woning.

Een goedkope en kleine warmtepomp levert voor een grote woning een heel beperkte bijdrage.

Milieu Centraal en de volledige warmtepomp					*148
	Energieverbruik per jaar voor verwarming en warm water (kWh of m3)	Kosten energieverbruik per jaar	Je bespaart elk jaar	Je CO2-uitstoot is per jaar	
hr-ketel	1.050 m3 gas	€ 840 (+ € 260 voor je gasaansluiting)	-	2.000 kilo	
Warmtepomp lucht	3.150 kWh	€ 730	€ 110 (+ € 260 omdat je gasaansluiting weg kan)	1.300 kilo	
Warmtepomp bodem	2.400 kWh	€ 550	€ 290 (+ € 260 omdat je gasaansluiting weg kan)	1.000 kilo	

Berekend met een gasprijs van 79 cent per m3 en een stroomprijs van 23 cent per kWh (prijsspeil 2019). Uitgegaan van een goed geïsoleerde gemiddelde gezinswoning met 3 bewoners.



*148 Besparing van een luchtwater warmtepomp (zonder cv ondersteuning), deze warmtepomp haalt warmte uit de buitenlucht en geeft die af aan bijvoorbeeld vloerverwarming, is € 110,- per jaar. Let op, als je gasaansluiting weg is betaal je geen vastrecht meer en dat scheelt € 250,- per jaar.

De investeringen moeten betaald worden van totaal besparing van € 360,- per jaar.

Bij een warmtepomp met de bodem als bron is die besparing per jaar € 550,- per jaar

Milieu Centraal en de volledige warmtepomp		
*149		
Volledige warmtepomp	Prijs (inclusief btw en installatie)*	Subsidie
Bron lucht 3 tot 12 kW	€ 6.500 tot € 14.000	€ 1.300 tot € 2.500
Bron bodem 4 tot 16 kW	€ 8.500 tot € 19.500	€ 2.650 tot € 3.400

**In de hoogste prijs zit ook het aanleggen van een zwaardere stroomaansluiting en aanpassen van de groepenkast.*




63

*149 De investering voor een volledige warmtepomp is stevig, de subsidie is echter ook behoorlijk.

Zet je daar de besparing naast, dan moet je concluderen dat de investering moeizaam rendabel te krijgen is, omdat de afschrijving van de apparatuur niet boven de 20 jaar zit. De kosten van onderhoud en eventuele aanvullende reparaties zijn daar nog niet in meegenomen.



*150 Voorbeelden van installaties, waarbij je je moet voorstellen dat de units met een ventilator heup hoog zijn en de boiler menshoog.

lucht-water warmtepomp compact

*151



65

*151 Voorbeeld van een zolder unit, waarbij de warmte uit de buitenlucht wordt gehaald doordat de lucht stroomt door de unit die geplaatst is tussen de pannen.

water-water warmtepomp Volledige warmtepomp



*152

afbeelding: TGA / Dimplex



66

*152 De getoonde apparatuur is menshoog. Het boilervat heeft een capaciteit van 500 liter. Plaatsing in een stookhok of bijkeuken ligt voor de hand.



*153 Deze warmtepomp hangt naast een cv-ketel, het formaat is beperkt, de capaciteit ligt rond de 5 kW.
De buitenunit is tafel hoogte.

pellet ketel en kachel

1500 m ³ gas	Δ	2500 kg pellets	Δ	52.5 GJ	*154
€ 1400 aan gas en aansluiting	Δ		Δ	€ 900 aan pellets	
52,5 GJ aan pellets	Δ		Δ	400 gr fijnstof PM10	
fijnstof 1 houtkachel	Δ		Δ	25 pelletkachels	
30 miljoen kg fijnstof in NL		versus		0,1 miljoen kg fijnstof bij 250.000 pelletketels	

pellets worden gewonnen uit restafval van de houtindustrie.
Eurostat heeft onderzocht dat er elk jaar meer bos aangroeit in Europa.




68

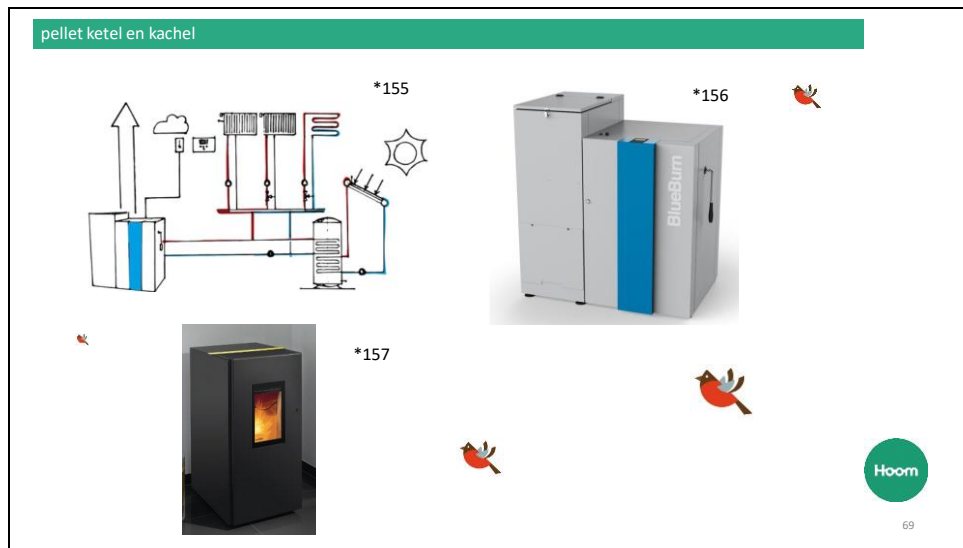
*154 Het gemiddelde gasverbruik is 1500 m³, dat komt overeen met 2500 kilo pellets aan verbrandingswaarde.

Dat is meer dan 150 zakken van 15 kg die je moet opslaan en in de ketel moet doen.

De hoeveelheid fijnstof PM10 = 0,01 mm groot is is 400 g per 2500 kg aan pellets.

Omdat deze waarde me niet zoveel zegt heb ik de totale bijdrage fijnstof van 250.000 pelletketels vergeleken met de totale hoeveelheid fijnstof in Nederland.

Dan leveren de pelletketels een bijdrage van 0,3%.



*155 Principe van een pelletketel installatie met toevoeging van heatpipes. Het afgiftesysteem is een combinatie van radiatoren en LTV (vloerverwarming). Op deze manier hoeft de pelletketel in de zomer weinig of niet te draaien, omdat het warmtapwater door de heatpipes opgewekt wordt.

*156 Voorbeeld van een pelletketel. Het hoogste deel, het voorraadvat is schouderhoog. Hierin zit een opslag van 150 kg pellets.

*157 Voorbeeld van een pelletkachel voor in de woonkamer. Voorraad is een zakje van 15 kg. Dergelijke apparatuur is niet geschikt als hoofdverwarming. Het vullen van de kachel, die ook het warmtapwater verzorgt is dan geen haalbare optie.

ventilatie en terugwinning van de warmte					
persoon	△	25 m ³ /uur	△	600 m ³ /dag	*158
mv box laag	△	100 m ³ /uur	△	2500 m ³ /dag (4 personen)	
mv box gem	△	200 m ³ /uur	△	5000 m ³ /dag	
gem woning	△	500 m ³ inhoud	△	ventilatievoud 5 x etmaal	
2827 graaddagen	△	2827 dagen per jaar de temperatuur 1 graad verhogen			
2500 m ³ lucht	△	3225 kg lucht 2827 dagen 1 graad verwarmen			
9000 x 10 ³ kg lucht 1 graad verwarmen		△	9000 MJ	△	250 m ³ gas
warmte terugwinnen uit ventilatie op basis van 250 m ³ gasgebruik.					
rendement van de apparatuur is 90%	△	225 m ³ gas	△	€ 175/jr	



*158 Hier bespreken we de hoeveelheid ventilatie die nodig is voor een gezond binnenklimaat.

Vuistregels

De norm voor ventileren is 25 m³ per uur.

Een gemiddelde woning wordt 5 x per etmaal geheel ververst.

Het kost jaarlijks 250 m³ gas om alle ventilatielucht op te warmen.

douchewater en terugwinning van warmte

*159

we gebruiken 50 liter per persoon per dag voor het douchen, uitgaande van 5 minuten.
temperatuur van het douchewater 38 °C.

de soortelijke warmte van water is 4,2 kJ /kgK	Δ	50 x 4,2 x 38 = 8000 kJ pppd	warmteverlies	
op jaarbasis 3.000.000 kJ	Δ	3000 MJ	Δ	85 m³ gas
gemiddeld huishouden 2,2 personen				
rendement 65%	Δ	2,2 x 85 x 0,65 = 120 m³ gas	Δ	€ 95/jr

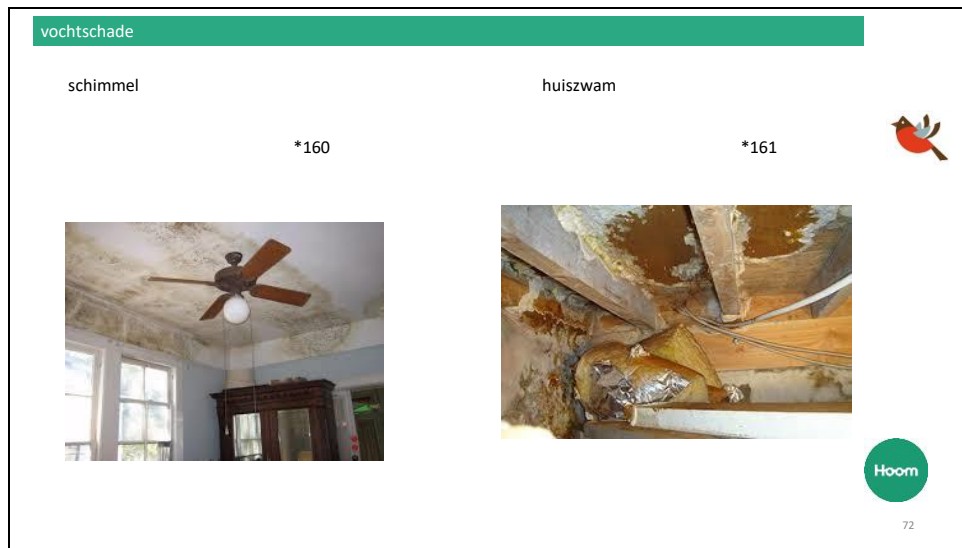
een regendouche verbruikt 2 keer zoveel water.




71

*159 Uitgaand van gemiddelden kom je op een besparing van € 95,- per jaar met een douch wtw.

De kosten van een douche wtw pijp zijn ca € 450,- en installeren sterk afhankelijk van de mogelijkheden, maar laten we zeggen dat het 13 jaar kost om het rendabel te maken.



*160 Voorbeeld van schimmelvorming door condensvocht vanuit de woning aangevoerd. Dit komt voor bij platte daken met bitumen bedekt, die aan de binnenkant geïsoleerd zijn. Warme vochtige lucht vanuit de woning gaat door de isolatie heen en condenseert aan de koude kant van de isolatie ter plaatse van het dakbeschot. Daar kan het water niet verdampen door de bitumen die er bovenop zit. Schimmelvorming is het resultaat.

*161 Huiszwam op een balklaag. Er is een spijkerflensdeken te zien en de ontwikkeling van zwam. Ook hier is vocht gecondenseerd dat niet weg kan.

In beide gevallen kan het zelfs zo zijn dat er een dampremmende laag aan de arme zijde van de isolatie is aangebracht. Echter, doorboring van die laag door het aanbrengen centraaldozen in het plafond, ophanging van armaturen (spotjes) en randaansluitingen, zijn funest. Vocht dat eenmaal achter de dampremmende laag zit kan daar nooit meer weg.