

TEGELIJK GEBOUWD? Samen met de BUREN ISOLEREN

Samenwerken met de buren voor lagere kosten bij het isoleren en verduurzamen van de woning, inclusief warmtepomp



Abstract:

Alle rijtjeswoningen en appartementen in Nederland zijn per bouwblok tegelijkertijd gebouwd, maar veel werden daarna van individuele eigenaars. Voor het isoleren en verduurzamen is het efficiënter om dat samen met de buren te doen, om een aannemer te vinden en de kosten laag te houden. Dit is vooral zo bij spouwmuurisolatie, buitengevel en buitenzijdige dakisolatie, maar ook bij diepe grondgebonden warmtepompen. Ook het combineren van vloerisolatie en andere binnenisolatie kan economischer zijn.

Kernwoorden o.a.:

Contract, dak, erker, gevel, isolatie, na-isoleren, spouwmuur, vacuümpanelen vloer, zolder, warmtepomp.

Tegelijk gebouwd? Samen isoleren

In de Nederlandse woningbouw zijn rijtjeswoningen al 100 jaar een bekend fenomeen. Seriematige bouw werd al in de 30-er jaren toegepast en groeide van twee-onder-een kap naar 3 en 4 woningen aan elkaar tot hele straten aan elkaar gebouwde woningen, omdat dit per grondgebruik en woningbouw efficiënter was. Alle flatgebouwen zijn in een keer gebouwd, maar vaak per woning individueel eigendom. Woningbouwcorporaties hebben honderdduizenden van deze rijtjeswoningen neergezet. Het eerst sinds 1980 werden er meer maatregelen voor thermische isolatie genomen, terwijl slechts na 2000 de nieuwbouw redelijk goed geïsoleerd werd.

Kleine woningen individueel na-isoleren is goed mogelijk, maar stuit op de volgende problemen.

- Aannemers en klussenbedrijven doen liever grotere projecten waarin meer continuïteit voor hun personeel zit. Het is daarom moeilijk om een aannemer te vinden, en ten tweede zal de prijs aan de hoge kant zijn vanwege aanloop- en continuïteitsverliezen.
- Werkzaamheden worden door het personeel uitgevoerd, waarbij de aannemer controleert. Met kleine projecten vereist de controle veel reistijd waardoor overheadkosten hoger worden.
- Kleine klussen vereisen relatief meer overleg met de eigenaar(s) en meer administratie.
- Aannemers kopen goedkoper met grote hoeveelheden in, dan met kleine. Kleine hoeveelheden verwerken levert veel materiaalverlies op wat prijsverhogend werkt. Restmaterialen kunnen zelden opgeslagen worden of terug geleverd aan de groothandel.¹
- Bij het buitenzijdig na-isoleren van een enkele gevel of dak in een rijtje woningen ontstaan verschillen met de belendende woningen. Dat kan in kleur zijn, dikte en constructie.
- Bij als monument aangemerkte woningen moet het karakter van de woningen hetzelfde blijven.
- Appartementen zijn vaak afhankelijk van de Vereniging van Eigenaren (VvE).

Figuur 1. Bij als monumenten aangewezen woningen mogen gevels vaak niet veranderd worden. Wanneer hier buitenzijdig de gevel geïsoleerd moet worden, zal het veel werk opleveren om dezelfde architectuur terug te brengen.



In aflopende volgorde zijn de volgende maatregelen het meest interessant om samen te doen.

1. Spouwmuurisolatie; het vullen van een open spouw door een gespecialiseerd bedrijf.
2. Platdak isolatie aan de buitenzijde. Topdaken, dakkapellen, erkers, serres en uitbouwen.
3. Schuin dak aan de buitenzijde na-isoleren met verhoging van de dakpannen.
4. Begane grond vloerisolatie in de kruipruimte.
5. Buitenzijdige muurisolatie van aansluitende gevels door gespecialiseerd bedrijf.
6. Zolderisolatie aan de binnenzijde, zijkanten dakkapellen, achter het knieschot en dakoverstek.
7. Binnenzijdige muurisolatie van meerdere ruimtes, inclusief aanpassen radiatoren en elektra.
8. Aanleggen zonnepanelen als vervanging van dakpannen.
9. Ruiten, ramen, kozijnen en deuren.
10. Bodemwarmte met diepte warmte pomp en warmtenet.

¹ Dit zou in een circulaire economie wel mogelijk moeten zijn, maar is nu nog onvoldoende het geval. Het zou betekenen dat de bouwmaterialen (groot)handel meer opslagruimte moet hebben voor kleine partijen.

Spouwmuurisolatie met een groep

Om de kosten laag te houden, kunnen aan hetzelfde bouwblok gezamenlijk isolatiemaatregelen worden uitgevoerd. De isolatiemaatregel die zich hiervoor het beste leent is spouwmuurisolatie, omdat dit slechts door gespecialiseerde bedrijven kan worden uitgevoerd, die met veel materieel komen.

Voor tussenwoningen ligt de prijs bij 25 m² op $\approx$ € 1100 (€ 45/m²), voor een hoekwoning met 50 m² op $\approx$ € 1600 (€ 32/m²), een hoekwoning met 100 m² op $\approx$ € 2500 (€ 25/m²) en voor een vrijstaande woning met 150 m² op € 3000 = 1 dag werk (€ 20/m²).² Voor één rijtje woningen zou dus minimaal 150 m² muur moeten worden aanbesteed. Dat is bijvoorbeeld één hoekwoning en vier tussenwoningen.³

Figuren 2. Door bij een aantal woningen tegelijkertijd spouwmuurisolatie toe te passen, zijn de voorrijkosten lager en kan het bedrijf in een dag doorwerken. De lage m² prijs ligt dan rond de 150 m².



Spouwmuur isolatiebedrijven gebruiken lange slangen die vanaf de vrachtwagen tot achter de woningen kunnen komen. Om een groep woningen te isoleren kunnen daarom ook de woningen aan de **overkant van de straat** meedoen. Woningbouwcorporaties organiseren spouwmuurisolatie per tientallen woningen tegelijk. Spouwmuurisolatie met verlijmd EPS-korrels in een spouw van ongeveer 5 cm verhoogt de isolatiewaarde van $R_c = 0,5$ tot $R_c = 1,7$ m².K/W. Dit is echter nog flink onder de nieuwbouw normwaarde van $R_c = 4,7$ m².K/W. Om tot aan de nieuwbouwnorm te isoleren is extra buitenzijdige of binnenzijdige gevelisolatie nodig.

Er zijn verschillende materialen voor spouwmuurisolatie zoals vlokken, korrels, PUR/UF en Aerofill. Smaller dan 5 cm, tot een minimale spouwdikte van 3 cm mag PUR/UF nog worden toegepast. PUR heeft wel een iets betere thermische isolatie dan korrels of vlokken, maar kan niet recyclet worden. De muurdelen rondom de ramen in een gevels van tussenwoningen zijn vaak groter dan men van binnen denkt. In de foto's is te zien dat het muuroppervlak op de eerste etage vaak minstens 50% is van de buitenschil. Het goed isoleren van deze muren is daarom belangrijk.

Figuren 3.

Links: Muuroppervlak begane grond = 60% van de gevel en 1^{ste} etage 75% van de gevel.

Rechts: Muuroppervlak begane grond = 50% van de gevel en 1^{ste} etage 75% van de gevel.



Het na-isoleren van een spouwmuur is een van de meest efficiënte isolatiemaatregelen, waarbij de kosten voor een hoekwoning vaak al binnen 3-4 jaar zijn terugverdiend op de stookkosten.

² De prijs wordt wat hoger als er kleine boorgaten nodig zijn vanwege smalle voegen, of veel kleine muurstukjes.

³ Het buitenzijdig of binnenzijdig na-isoleren is meer ingewikkeld. Zie www.nienhuys.info eerste pagina.

Platte daken buitenzijdig isoleren

Veel woningen hebben kleine stukken plat dak van een erker of uitbouw op de begane grond etage of dakkapellen op de hogere etages. In sommige situaties lopen de dakkapellen door bij de burens. Buitenzijdig plat dak isoleren wordt meestal door een dakdekkersbedrijf gedaan. In die situaties is het gezamenlijk isoleren relevant om zorg te dragen voor goede aansluitingen en om de kosten te drukken.



Figuren 4. Bij dakkapellen die doorlopen bij de burens is het aan te bevelen om de hele rij tegelijkertijd goed te isoleren en van nieuwe dakbedekking te voorzien. Rechts. Bij rijtjeswoningen waar zowel dakkapellen als erkers kleine platte daken hebben, is het uitvoeren van meerdere daken tegelijkertijd financieel voordeliger. Bij alle oude woningen is de isolatie van deze gebouwonderdelen zeer slecht.

Dakkapellen en erkers en balkons hebben een klein dakoppervlak en zijn **vaak erg slecht geïsoleerd**. Om voor zo'n klein dakje een dakdekker te organiseren is bijna onmogelijk en relatief duur. Een persoon kan in een dag ongeveer 10 m² doen inclusief de zinken dakranden. Een klus voor twee personen zou dan minstens 20 m² moeten zijn voor één dag werk. Om een mini-contractje te maken moet de aannemer ook nog langskomen om een offerte te maken.

Figuur 5. Bij een uitbouw voor een serre of bijkeuken of een balkon gaat het meestal om een klein oppervlak. Een dakdekker of aannemer zal eerder voor een offerte langs komen wanneer het totale oppervlak groter is, bijvoorbeeld door de combinatie met daken van de burens. Uiteraard moeten er dan goede afspraken gemaakt worden voor de financiering. Door een goede werkschrijving moet meerwerk voorkomen worden.



Bij veel dakkapellen is de hoofdruimte te klein om extra isolatie onder het plafond aan te brengen. Tussen de dunne dakbalkjes is te weinig dikte om de gewenste minimum $R_c = 6,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ aan te brengen. In die gevallen is buitenzijdig isoleren de juiste oplossing. Hiermee wordt ook voorkomen dat de houten balkjes een thermische brug vormen als er geen isolatiemateriaal onder of boven zit.

Figuur 6. Bij het binnenzijdig isoleren van een dakkapel kan er onvoldoende hoogte zijn, de ramen te dicht tegen het plafond aan zitten en de dakbalkjes te dun zijn om 15 cm isolatiemateriaal ertussen te krijgen. Bovendien zullen de balkjes dan als thermische bruggen werken als er bovenop geen extra isolatiemateriaal is. De binnenzijde moet aan de warme zijde een dampremmende laag hebben.



Om overeenstemming met de buren te vinden over het gezamenlijk aanleggen van buitenzijdige dakisolatie van een **plat dak** zijn de volgende bezwaren mogelijk:

- Er is reeds binnenzijdige dakisolatie toegepast, waardoor een extra isolatie buitenop een iets lager rendement heeft dan wanneer er slechts weinig isolatie is. Bij een bestaande isolatiedikte van 8 cm (steen/glaswol) en een matig verwarmde zolder⁴ zal de terugverdiensijd op de energierekening ongeveer 10-15 jaar bedragen voor een extra 10 cm.
- In de laatste 10 jaar is de dakbedekking reeds vernieuwd en een nieuwe dakbedekking is dan verspilling. Bij buitenzijdige isolatie wordt deze op de bestaande dakbedekking toegepast.
- Men heeft al PV op het dak of er is een warmtepomp of airco neergezet. Die moet dan tijdelijk verplaatst worden en teruggezet wanneer de extra isolatie is toegevoegd.
- De boeiboorden van het platte dak (erker, dakkapel) moeten verhoogd worden, met een nieuwe zink afdekking op top. Bij een beschermd dorpsgezicht kan tegen een flinke verhoging van het boeiboord bezwaar worden gemaakt als er verschillen tussen belendende woningen ontstaan.⁵
- Niet iedereen kan of wil op korte termijn een paar duizend euro investeren in dakisolatie.
- Vanwege de kosten kiezen veel personen voor goedkope binnenzijdige dakisolatie. Een voordeel van binnenzijdige isolatie is dan men dat zelf kan doen en in stapjes per kamer. Achter het knieschot moet ook geïsoleerd worden. Aan de warme kant moet altijd een dampdichte folie.
- Het isoleren van het platte dak zou gepaard moeten gaan met het isoleren van schuine daken om ze allebei op te waarderen tot de minimum nieuwbouwnorm van $R_c = 6,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Bij VeV's moet er budget zijn en is vaak langdurig overleg noodzakelijk. In een dergelijke situatie wordt het isoleren pas opportuun wanneer de dakbedekking vernieuwd wordt.
- Een VvE kan willen wachten met het extra isoleren van platte daken totdat er sprake is van groot dakonderhoud, wanneer er PV of warmtepompen op het dak geplaatst moeten worden, of wanneer de bovenste bewoners klachten hebben zoals lekkages.
- Tot en met 2022 is er slechts subsidie op platdakisolatie wanneer er ook een tweede isolatie maatregel wordt toegepast. Dat is niet altijd voor iedereen een optie.

De huidige minimumnorm voor dakisolatie is $R_c = 6,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Passief huizen hebben nog betere isolatie, tot wel $R_c = 10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. De toegevoegde dakisolatie moet drukvast zijn.

De tabel geeft de geschatte terugverdiensijd aan op de energierekening sinds 2022

Bestaande isolatiedikte	R_c in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	Toevoeging materiaal + nieuw bitumen/EPDM	R_c in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	Terugverdiensijd matig verwarmd	Terugverdiensijd verwarmd
Alleen dakbeschot	0,3	8 cm XPS (drukvast) 8 cm PIR/Recticel	3 3,5	2 - 3 jaar 2 - 3 jaar	1 - jaar 1 - jaar
4 cm isolatie (1970)	1,0	10 cm XPS of PIR 2 cm vacuüm panel*	4,5 - 5 5 - 5,5	3 - 4 jaar 5 - 17 jaar	2 - 3 jaar 3 - 5 jaar
8 cm isolatie (1990)	2,0-2,5	10 cm XPS of PIR 2 cm vacuüm panel*	5 - 6,5 7 - 7,5	3 - 4 jaar 7 - 10 jaar	2 - 3 jaar 5 - 7 jaar
12 cm isolatie (1995)	3,5	5 cm XPS of PIR	5,5 - 7,5	4 - 5 jaar	3 - 4 jaar
16 cm (< 2015)	4,5	10 cm XPS of PIR	7,5 - 9,5	7 - 10 jaar	5 - 7 jaar

* Vacuüm panelen voor kleine oppervlaktes zijn relatief extra duur.

⁴ Omdat warmte van de woonkamer op de begane grond naar boven verdwijnt zal de slaapkamervloer op de eerste etage altijd verwarmd worden door de warme die van onderen komt. De voertemperatuur is dan zelden onder de 15 °C. Zo ook zal een zolder altijd matig verwarmd zijn ook al staan de radiatoren niet aan. Met de verhoogde energieprijzen en voordat er een warmtepomp geïnstalleerd wordt is het ook zinvol om bij 8 cm na te isoleren.

⁵ Dit hangt sterk af van de betreffende ambtenaar en de ontwikkelingen op de energiemarkt.

Tussen de dragende balken kan soms ook aan de binnenzijde isolatie worden toegevoegd. Wanneer de ruimtes onder het dak in gebruik zijn (verwarmd), zal met een betere isolatie in de zomermaanden ook minder koeling nodig zijn, waardoor het financiële rendement aanzienlijk toeneemt.

Wanneer op een platdak een warmtepomp wordt geplaatst, belegd met PV-panelen of met Sedum/Groendak, is het wel wenselijk dat het dak duurzaam waterdicht is en optimaal geïsoleerd. Een Sedum of Groendak verlengt de levensduur van het bitumen dak en heeft voorkomt (stedelijke) verhitting door de zon. Daarnaast heeft een Sedumdak klimatologische en natuur voordelen.

Figuur 7. Bij sommige woningen is er een stukje platdak dat over twee of meer woningen doorloopt. Bij het renoveren van dit dak is het verstandig om dat samen met de burens te doen. Dan ook om tegelijkertijd het voegwerk van de gezamenlijke schoorsteen en de loodaansluitingen te controleren.



Buitendakse isolatie schuin dak

In tegenstelling tot binnenzijdige dakisolatie zal dit werk niet makkelijk zelf gedaan kunnen worden. Er zijn verschillende methodes mogelijk, waarbij bij de meesten het dak **dikker** wordt. Door slechts één enkel dak in een rijtje woningen extra aan de buitenzijde te isoleren zal er een hoogteverschil optreden.



Figuren 8. Bij de middenwoning werden de dakpannen vervangen, maar de dakdikte bleef gelijk. Bij de twee andere foto's werd er een isolatielaag op het oude dakbeschoot gelegd, waardoor er een hoogteverschil met de twee naastliggende daken ontstond. Dat vindt niet iedereen mooi.

De kosten van buitenzijdige dakisolatie hangen sterk af van het totale oppervlak, van het gekozen systeem, het isolatiemateriaal en wat minder van de isolatiedikte. Bijkomende kosten zijn het vernieuwen van de dakpannen, goten aanpassen, het aantal doorgangen (schoorstenen, dakkapellen) en het benodigde steigerwerk. Wanneer de dakpannen vernieuwd moeten worden is het verstandig om tegelijk de isolatie te verbeteren⁶.

Wanneer er al zonnepanelen op het dak liggen moeten die tijdelijk verwijderd worden. Voor een zuiddak (bij voorkeur zonder onderbrekingen van dakkapellen of dakramen) bestaat de mogelijkheid om het hele pannendak te vervangen voor een PV of PVT dak.

⁶ Wanneer men een dakdekker vraagt of de dakpannen vernieuwd moeten worden is het antwoord meestal dat dat nodig of wenselijk is. Het is wel zo dat dakpannen minstens 200 jaar meegaan. Oude dakpannen die een beetje kieren kunnen waterdoorslag hebben bij regen en storm. Wanneer er een damp-open anti-doorregen folie onder de pannen wordt toegepast is het vervangen van de dakpannen meestal niet noodzakelijk.

Er zijn verschillende methoden om een hellend dak buitenzijdig te isoleren, echter bij alle systemen is het essentieel dat er aan de warme zijde van het dak (binnenkant) een dampremmende folie zit:

- Verwijderen dakpannen, opbrengen isolatieplaten⁷, anti-doorlekfolie aanbrengen, (nieuwe) panlatten aanbrengen en terugleggen dakpannen of nieuwe dakpannen. Bij een verschil in dakhoogte regenwaterdichting langs de randen aanbrengen.
- Zelfde als a) maar dan met de toepassing van dampopen isolerende multi-folie op het dakbeschoot. Een belangrijk probleem van de multi-folies is dat waar deze onder de panlatten is samengeklemd de isolatiewaarde heel laag is.⁸
- Het verwijderen van de dakpannen en het dakbeschoot en grote integrale isolatieplaten aanbrengen, anti-doorlekfolie, panlatten en dakpannen. Regenwaterdicht maken.
- Hetzelfde als c), maar de isolatieplaten hebben geïntegreerde PV-panelen die stroom opwekken, of een geïntegreerd PVT-systeem voor warmtepomp. De prijs van een dergelijk systeem is dan niet goed te vergelijken met de andere, en alleen zinvol voor een dak op het zuiden, zonder onderbrekingen zoals pijpen en schoorstenen.
- Dakpannen plaatselijk tillen en de ruimte onder de pannen invullen met dampopen isolatiemateriaal (EPS/PUR).

Figuren 9. Methode a) met het verwijderen en na isoleren terugplaatsen van dezelfde dakpannen.
Rechts met nieuwe panlatten en dakpannen.



Figuren 10. Methode b).
Links: De multi-folie wordt onder de regels of panlatten vastgezet, daar vermindert de isolatiewaarde sterk.
Rechts: De verhoogde regels geven een betere isolatie dan links, maar ook lange warmtelekken.
De binnenzijde moet dampdicht zijn en de buitenzijde regenwater doorlekvrij en dampopen.



Als er regen-lekwater op het dakbeschoot kan komen, zal zonder ventilatie rondom dat dakbeschoot gaan rotten.

⁷ De dikke isolatieplaten moeten aan de warme kant dampdicht zijn en aan de koude kant doorlek-werend,

⁸ De in advertenties opgegeven isolatiewaarden van multie-folies geldt alleen wanneer deze verticaal vrij en loshangen me aan beide zijden van de reflecterende oppervlakten een 2 cm lucht spouw. Elke luchtspouw langs de HRF geeft een isolatiewaarde van ongeveer $R_c = 0,7$. Wanneer een spouw niet aanwezig is moet van de theoretische isolatiewaarde van die folie $R_c = 0,7$ afgetrokken worden.

Figuren 11. Methode c). Bij seriebouw worden de isolatieplaten met een hijskraan gelegd.

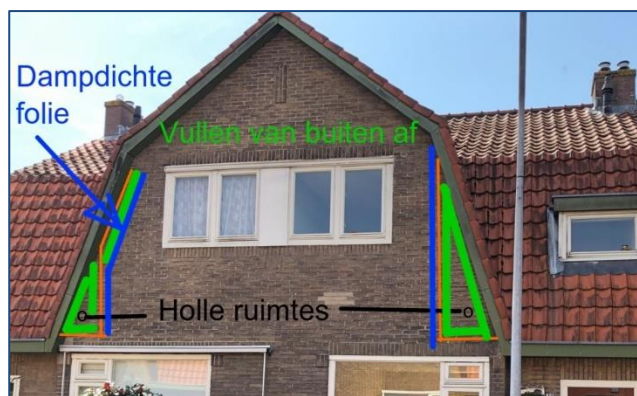
Rechts. Alle dakbeschot verwijderd en monteren van daklange isolatieplaten.



Figuur 12. Methode c. Bij dit dak is het dakbeschot verwijderd. Het oude isolatiemateriaal is tussen de regels te zien. Over deze is een extra isolatieplaat aangebracht met dampopen anti-doorlekfolie en nieuw panlatten. Er moet hier een nieuwe goot worden aangebracht. Aan de warme binnenzijde moet een dampremmende folie zitten.



Figuren 13. Links: Methode d. PV-panelen geïntegreerd in het nieuwe dak. Ter plaatse van de PV-panelen zijn er geen dakpannen. Rechts: Geïntegreerd dak met PVT-panelen. De paspanelen langs de schuine kant zijn namaak.



Figuren 14. Methode e. Aan de binnenzijde, onder de gordingen wordt multiplex, houtvezelplaat of OSB (Oriented Strand Board) aangebracht en een dampremmende folie. Van buiten worden gaten in het dakbeschot gemaakt. Door deze gaten wordt het isolatiemateriaal ingeblazen (gordingen 16,5 cm dikte). Cellulose vlokken of EPS-korrels (met lijm) zijn sommige van de meest gebruikelijke isolatiematerialen. Rechts: Bij Mansarde daken is het volspuiten van de lege driehoek ook een optie; aan de binnenzijde moet een dampdichte folie zitten.

Figuur 15. In de jaren '80 werd op het dakbeschot een laag van 2 - 4 cm PUR gespoten als isolatiemateriaal. Door de hitte van de dakpannen in de zon verweert het materiaal. PUR is nauwelijks te verwijderen en niet te recyclen. Na het verwijderen van de panlatten kan een andere isolatieplaat (er over heen), anti-lekfolie en panlatten worden aangebracht.



Over het algemeen is buitenzijdig isoleren duurder dan binnenzijdig (€ 25 tot € 35 door klussenbedrijf, exclusief de afwerking of decoratie, elektra, verwarming, etc.). Binnenzijdig isoleren kan ook soms door een ervaren bewoner/eigenaar gedaan worden in de tijd die goed uitkomt. Zelf doen is bijna altijd het goedkoopste omdat via een klussenbedrijf minstens de helft van de kosten uit betaalde arbeid bestaan.⁹

Op een niet al te schuin (tot 30 graden helling) en goed geïsoleerd dak kan ook een Sedum of Groendak worden aangelegd, maar voor grotere hellingen zijn speciale voorzieningen nodig zoals rasters of cassettes. Sedum of Groendaken hebben wel wat onderhoud nodig, zoals jaarlijks onkruid verwijderen.



Figuren 16. Sedum daken op rijtjeswoningen met grotere helling dan 35 graden vereisen speciale bevestiging van cassetten. Op lagere hellingen kunnen rasters met Sedum matten geplaatst, maar ook cassettes die makkelijk geplaatst kunnen worden.

Sedum beschermt de dakbedekking duurzaam en houdt het regenwater geheel of gedeeltelijk vast. In de zomer blijft het dak koeler. Voor de winter is de toegevoegde isolatie echter gering. Nat gewicht tot 85 kg/m². Eerst een anti-worteldoek, filtervliesdoek, substrata (steenwolrol/veen), Sedummix matten. De Sedummatten komen op pallets (met zakken substrata en grind) en worden per m² aangeboden. Er zijn Sedummatten met slechts 4 Sedumsoorten en met 6, 7 en 8 soorten (duurder). Deze laatste bloeien langer, maar alle soorten kunnen in de winter bruin worden. Er zijn varianten voor insecten, vlinders en vogels. Bij pakketten wordt grof grind voor langs de dakrand bijgeleverd; u kan ook zelf **rubberen terrastegels** gebruiken (bouwmarkt 40 cm x 40 cm). Deze zijn in tweeën te zagen om langs de rand te leggen). Jaarlijks onkruid wieden. Hoe dikker de substrata hoe duurzamer. De dakoverloop kan in de tuin (weinig waterafvoer). www.Checklistgroendaken.nl en www.groendaken.natuurmilieu.nl en www.vogelbescherming.nl/groendakodijk

⁹ Bij zelf doen wordt geen subsidie gegeven, maar is wel ongeveer 50% goedkoper dan via een klussenbedrijf.

Begane grond vloerisolatie in de kruipruimte

Bij tussenwoningen waar het te isoleren vloeroppervlak ongeveer 40 m² is, zal het voor de meeste isolatiebedrijven slechts een halve dag werk zijn, inclusief voorrijtijd en opruimen. Door de vloerisolatie bij twee of drie woningen, die vlak bij elkaar liggen, tegelijk uit te voeren, kunnen lagere tarieven worden bedongen. In dit geval kunnen het dus ook de overburen zijn.

De kruipruimte kan te krap zijn of slecht toegankelijk om makkelijk isolatie onder de vloer aan te brengen of tussen de balken. Een isolatiebedrijf zou dat zelf willen beoordelen en in het kruipruik en onder de vloer moeten kijken.¹⁰ Hoe makkelijker de toegang en hoe hoger de kruipruimte, hoe goedkoper de isolatiemaatregel. De minimum isolatie bouwnorm 2015 $R_c = 3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Isolatiebedrijven zullen zonder meerkosten geen extra doorgang tussen de gang en de woonkamer fundering maken of het puin niet zonder extra kosten verwijderen. Bij puin zullen ze proberen er omheen te werken. Bij ongedierte moet dit eerst afdoende bestreden worden.

Bij voldoende hoogte voor het aanbrengen van Tonzon www.tonzon.nl (€ 1500 voor 40 m² incl. btw met $R_c = 3,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) kan dit snel tussen en onder de vloerbalken worden bevestigd. Wanneer er een toegang tot de kruipruimte gemaakt moet worden, of wanneer de hoogte onder de balken $\leq 35 \text{ cm}$ is zal de kostprijs per m² hoger zijn, terwijl bij minder hoogte vaak een ander systeem moet worden gekozen.



Figuren 17. Links: Tonzon thermokussens onder betonnen vloer en tussen en onder houten vloer, met een dekzeil op de grond. Het dekzeil maakt het werken makkelijker en verminderd Radongas uit de bodem. De kruipruimte moet altijd iets geventileerd blijven. Midden: Tonzon onder houten vloer die op een onderslagbalk draagt. Rechts: in veel kruipruimtes bevindt zich een flinke hoeveelheid puin waar het grondzeil overheen gaat.

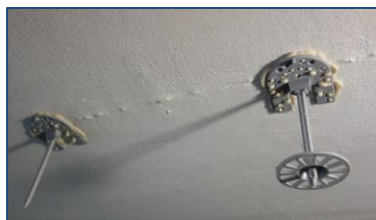
Bij een ruime hoogte in de kruipruimte (> 45 cm) kan PUR of UFschuim tegen de balken of betonvloer aan gespoten worden.

Figuur 18. Goede isolerende werking, maar na het aanbrengen moet de woning voor gedurende een week goed geventileerd worden om de drijfgassen te verwijderen. Tegenwoordig zijn de drijfgassen milieuvriendelijk.



¹⁰ Bij sommige woningen is met het aanleggen van een nieuwe dekvloer of tapijt het kruipruik dichtgezet. Bij andere woningen zit het kruipruik in de kast tussen de twee woonkamers. Ook is er soms toegang via de kelder.

Een klussenbedrijf kan ook EPS, steenwol/glaswol platen tussen de houten vloerbalken klemmen wanneer ze iets groter worden gesneden dan de afstand tussen de balken. Onder een holle baksteen of betonnen vloer kunnen met montagekit plastic plakankers aangebracht, waar de glaswol of steenwol aan vast geprikt wordt (foto links). Toepassing van steen/glas/schapenwol dekens vereist een verbinding aan de balken of een dragende draad onder de balken. De toepassing van een stevig grond-dekzeil is altijd aanbevolen om Radon emissies tegen te gaan; het werkt ook prettiger.



Plakankers^ en 6-8 cm glaswol>



Figuren 19. Onder betonnen vloeren worden met montagekit een plastic ankers op het beton vastgelijmd, waarna de glaswolplaat eraan geprikt wordt. + 8 cm glaswol = + $R_c 2,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Om de minimum nieuwbouwwaarde $R_c = 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ te bereiken is dan een extra isolatie van $R_c = 1,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ noodzakelijk (op de vloer?).

Rechtsboven: steenwol dekens tussen de balken aangebracht, maar nog zonder een **gronddekzeil** toe te passen.

Rechts: De toepassing van PIF-dekens onder de balklaag is dekens is snel en kan zelf gedaan worden. Vastzetten met speciale spijkers die er uit zien als de plakankers linksboven.



Bodemisolatie (isolatie op de grond) is af te raden wanneer vloerisolatie (onder de balken) mogelijk is. Bodemisolatie isoleert wat minder goed omdat tussen de isolatie en de houten vloer licht geventileerd moet blijven. In een koude winter werkt de isolatie dan minder. Muizen/ratten houden niet van losse bodemisolatie. De losse vloer- of chipisolatie kan in een halve dag worden aangelegd als er toegang tot de kruipruimte is en de kruipruimte voldoende ruim ($> 35 \text{ cm}$ onder de balken). Wanneer er problemen met de leidingen/rioleringen zijn, moet die losse isolatie tijdelijk weer verwijderd worden. Bodemisolatie dekens zijn gevuld met EPS-korrels en kunnen ook tegen de fundering worden opgezet. Een voordeel van isolatie dekens is dat ze in hun geheel weer verwijderd kunnen worden.

Figuren 20. Bodemisolatie met isolatie dekens met EPS-vulling en bij een hoge kruipruimte tegen de fundering opgezet.



Bij onvoldoende hoogte of bij hoge grondwaterstand kan de kruipruimte volgeblazen worden met EPS-chips (www.Drowa.nl voor 40 m^2 ongeveer € 1000 incl. btw).

De chipisolatie kan in een halve dag worden aangelegd als er toegang tot de kruipruimte is. De nieuwe isolatiewaarde wordt dan voor een laag van >30 cm dik $R_c = 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ hetgeen overeenkomt met de norm.

Figuren 21. Vanuit de Drowa vrachtwagen worden de EPS-chips via een lange slang onder de vloer geblazen. Vanuit dezelfde positie kunnen verschillende woningen worden geïsoleerd. Dit is ook een oplossing voor kruipruimtes die soms onder water kunnen staan omdat de chips drijven. Drowa kan ook chips aan huis afleveren om dan zelf onder de vloer aan te brengen. Ook losse EPS-parels als opties.



Kwaaitaal en Manta prefab betonvloeren die tussen 1965 en 1982 zijn gemaakt kunnen betonrot vertonen, vanwege de destijds in de winter gebruikte snelle betonverhardingsmiddelen. Indien het beton niet gerepareerd of geconserveerd kan worden is het in dit geval beter om voor bodemisolatie te kiezen, want dat vertraagt de roestvorming en dan kan de vloer van onderen nog gecontroleerd worden.

Figuren 22. Kwaaitaal vloer met betonrot (foto Perfectkeur.nl) en vloer met ondersteuning (foto Balmbv.nl).



In deze situatie zal in elk van het rijtje woningen hetzelfde probleem voorkomen, en zouden dus alle woningen aangepakt moeten worden voor reparatie. De betonvloeren kunnen in haar geheel vervangen worden door dikke EPS-elementen in $\perp$ balkjes die dan meteen voldoende thermische isolatie hebben. Bij inspectie kan geconstateerd worden dat bij **houten vloeren kan schimmel, houtworm of houtrot** bestaat. In die situaties is het verstandig om de hele vloer te vervangen



Figuren 23. EPS vloer-elementen en $\perp$ betonbalkjes en toepassing met lichtere metalen I of kokerbalkjes op een betonrand die tegen de fundering is aangestort. Op deze vloeren kan direct de vloerverwarming worden aangelegd, waarbij de bovenkant van de nieuwe vloer met LTV even hoog zit als de oude vloer. Ook schuimbeton vloeren

Buitenzijdige muurisolatie van aansluitende gevels

Er zijn verschillende technische en economische verschillen tussen het binnenzijdig en buitenzijdig isoleren van de gevel.¹¹ Terwijl binnenzijdige isolatie per rijtjewoning verschillend kan worden uitgevoerd is het veel economischer om bij een rijtje alle woningen tegelijkertijd dezelfde buitenisolatie te geven. Hierdoor kan het uiterlijk van de woningen in harmonie met de andere woningen worden uitgevoerd.



Figuren 24. Het resultaat bij na-isolatie van buitengevels kan per project sterk verschillen. Rechtsboven is door een voorzetgevel en het gebruik van gelijksoortige e-board panelen een eenheid in de architectuur ontstaan.

De bovenstaande afbeeldingen laten zien dat wanneer slechts één van de woningen in een rijtje extra buitenzijdige gevelisolatie krijgt, er flinke verschillen in uitstraling kunnen ontstaan; dit hoeft niet nadelig te zijn, maar gezien de hoeveelheid werk is het economischer om de hele rij tegelijkertijd te doen. In veel situaties kan het hele buitenspouwblad verwijderd worden en een nieuwe maar goed geïsoleerde gevel met nieuwe ramen ervoor geplaatst. Woningbouwcorporaties kunnen de renovatie voor een heel blok realiseren omdat ze de eigenaar zijn van het hele bouwblok. Vooral woningbouw uit de jaren 1970 komen voor grootschalige renovatie in aanmerking vanwege hun slechte isolatie.

Figuren 25. Wanneer alle woningen in het bezit zijn van één eigenaar is groepsgewijs isoleren organisatorisch eenvoudiger dan wanneer er sprake is van verschillende eigenaren. Bij twee onder een kap is dit wel mogelijk gebleken (Dura Vermeer).



¹¹ Een uitleg over deze verschillen staat in het document “Binnenzijdige en Buitenzijdige gevelisolatie, en apart document **DUNNE binnenzijdige isolatie**. Na-isolatie voor bestaande gebouwen”. www.nienhuys.info pagina 1.

Bij vrijstaande of twee-onder-een-kap woningen is buitenzijdige gevelisolatie een flinke hoeveelheid werk, waarbij het samendoen met de burens toch wel een kleine economie kan opleveren, maar bij sommige modellen woningen is het niet goed mogelijk of soms bij beschermd stadsgezicht niet toegestaan dat slechts één woning een nieuwe gevel aanbrengt.

Figuur 26. Deze hoekwoning en tussenwoning hebben samen een naar voren stekend gedeelte met mansardedak. Wanneer slechts één woning een dikkere buitengevel isolatie aanbrengt, creëert dat een storend uiterlijk, en zal op de rand van de verdikking een lang verticaal warmtelek ontstaan.



Figuren 27. Bij deze jaren 1900 woning is de witgeverfde steensmuur tussengevel 150 m² en daarmee een vrij groot oppervlak. De rechter foto is ná de buitenzijdige gevelisolatie, waarbij het verschil vanaf de straat nauwelijks zichtbaar is. Wanneer dezelfde aannemer de rechterwoning van de burens ook doet (ook 150m²), kan dat een bezuiniging opleveren, onder andere i.v.m. de geringe verplaatsing van het steigerwerk.



Buitenzijdige gevelisolatie resulteert meestal in een kleine wijziging van de bouwlijn. Bij vervanging van het buitenspouwblad hoeft dat niet meer dan 10 cm te zijn. Wanneer het gebouw direct aan de straat is gebouwd (zonder voortuin) zal de gemeente zowel de verbouwvergunning als de aanpassing van de rooilijn moeten goedkeuren.

Figuren 28. Rijtjeswoningen aan het trottoir (rooilijn). Aan elkaar gebouwde woning in dorp met geïsoleerde versie met steenstrips afgewerkt.



Figuur 29. Bij rijtjeswoningen kunnen in de gevelpanelen zeer goed isolerende vacuüm isolatiepanelen geplaatst worden (2 cm = Rc 4,0 m².K/W) en hoeft behalve triple glas de gevel niet verder aangepast. Vacuümpanelen moeten op bestelling en op maat gemaakt en zijn daarom extra duur in kleine hoeveelheden. Samen isoleren met de burens is dan de meest economische optie.



Zolderisolatie aan de binnenzijde, zijkanten dakkapellen, achter het knieschot en dakoverstek.

Hoe kleiner de woning, hoe groter de bezuiniging kan zijn bij gezamenlijk isoleren. Wanneer isolatie door een klussende eigenaar geen optie is dan zal daar een vakman voor gecontracteerd moeten worden. Bijkomende werkzaamheden zoals het aanpassen van de CV-leidingen, verplaatsen wandcontact dozen en eventueel sanitair lopen dan via dat bedrijf. Bij binnenzijdige isolatie worden de kamers iets kleiner, hoewel dat beperkt kan worden tot slechts 5 cm bij hoogwaardige, maar een duurdere isolatietechniek.

Bij het aanbrengen van de isolatie moet voorkomen worden dat er lange warmtelekken ontstaan vanwege metalen ondersteuningsregels die direct op de buitenmuur worden geplaatst; hout heeft het hetzelfde effect, maar wat minder. Dit geldt ook oor de regels of gordingen van het dak. Vooral de metalen studs creëren lange warmtelekken wanneer ze niet eerst op een isolatieplaat worden gezet.¹²

Figuren 30. Metalen studs creëren lange warmtelekken in de isolatie (is fout). Een isolatieplaat van (Bluedec, PIR, Recticel) erachter voorkomt dit.



Zolders die voor bewoning geschikt worden gemaakt, hebben op meerdere punten aandacht nodig om ze goed te isoleren. De nieuwbouwnorm geeft helaas geen hoge isolatiewaarde aan voor de zijkanten van de dakkapel, maar dat zijn naast de ramen wel de grootste warmteverlies zones.

Figuur 31. De foto laat bij de gording zien dat de dakisolatie minder dan 8 cm is. Het dak heeft dan een isolatiewaarde van $RC < 2,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ terwijl de norm $R_c = 6,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ aangeeft. Het plafond en de zijkanten van de dakkapel kunnen in verband met de raamkozijnen van binnen soms geen 10 cm extra isolatie krijgen op het bestaande oppervlak. Een hoogwaardig isolatiemateriaal in de zijkanten en plafond is een optie.

Achter het knieschot op het dakbeschot en de vloer moet ook geïsoleerd worden, vooral wanneer de vloer tevens een dakoverstek is dat aan de buitenlucht grenst.

Aan de warme kant moet altijd een dampremmende folie komen.



Figuur 32. Woning met balkon en daarboven twee zolderkamers met een gezamenlijke dakkapel. Een gedeelte van de vloer van die zolderkamers grenst aan de buitenlucht. Isoleren kan zowel aan de buitenkant (boven balkon) of vanuit de binnenkant (tussen de vloerbalken).



¹² Zie document "Lange Warmtelekken Vermijden." www.nienhuys.info pagina 1.

Binnenzijdige muurisolatie van meerdere ruimtes, inclusief aanpassen radiatoren en elektra.

Ook hier wordt meer bezuiniging verkregen bij het combineren van meerdere kleine tussenwoningen of appartementen dan bij grote woningen.

Figuur 33. De tussenwoning heeft aan de voorgevel of achtergevel niet meer dan 20 m² en is gelijkvormig met de naastliggende woningen in het rijtje. Door gelijkheid in vorm van elke woning zal een aannemer sneller en goedkoper kunnen werken.

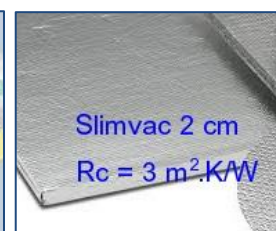
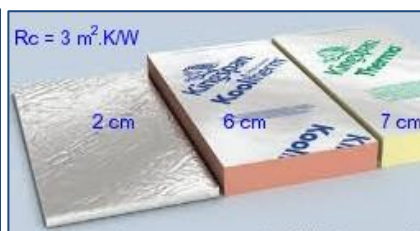
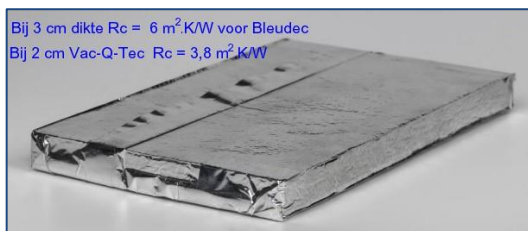


Buitenzijdige muurisolatie voorkomt warmtelekken ter plaatse van de aansluitingen van de binnenmuren op de gevel. Bij binnenzijdige gevelisolatie kunnen hier wel lange warmtelekken ontstaan. Toch kan de isolatie daar beter zijn dan die van de ruiten, die meestal de laagste isolatiewaarde hebben. Boven grote ramen zit vaak een betonbalk die zonder extra hoogwaardige isolatie een warmtelek veroorzaakt.

Figuren 34. De radiatoren zullen tijdelijk losgekoppeld moeten worden om de binnenzijdige muurisolatie aan te brengen. Leidingen kunnen in de muurisolatie worden ingepakt. Het maken/plaatsen van goed geïsoleerde deuren is goedkoper bij meerdere stuks.



Wanneer een eigenaar maar weinig binnenruimte wil opofferen kan voor hoogwaardige isolatie gekozen worden zoals Bluedec® of vacuümpanelen. Echter, in vacuümpanelen mag niet geprikt worden want dan verliezen ze hun isolatiewaarde. Sommige zijn omkleed met 5 cm XPS-bescherming aan elke kant waardoor ze 12 cm dik worden; daaroverheen komt dan een gipsplaat; het geheel heeft dan een isolatie waarde van $R_c = 4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ zoals Isover VacuPad.¹³ Isodun is een andere leverancier. Sommige soorten vacuümpanelen zijn alleen leverbaar via de vak/groothandel. De vacuümpanelen moeten op maat besteld worden, en zijn voor kleine hoeveelheden relatief duurder.



Figuren 35. Vacuümpanelen zijn de beste ruimtebesparing op dikte, maar moeten op aanvraag gemaakt worden. Het samenwerken met de burens die gelijksoortige muurdelen hebben zal daarom een goede besparing opleveren.

¹³ Zie: "Binnenzijdige en Buitenzijdige gevelisolatie", en "DUNNE binnenzijdige isolati" op www.nienhuys.info

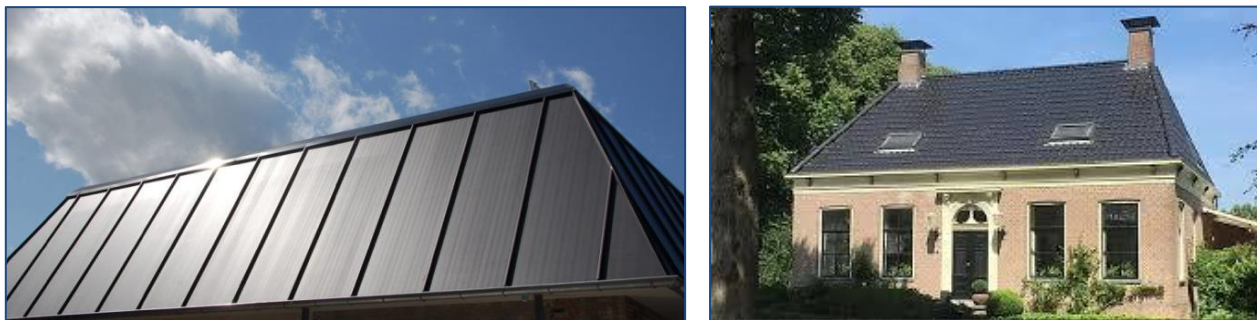
Aanleggen zonnepanelen in plaats van dakpannen

Bij het vervangen van dakpannen door PV-panelen of gecombineerde PVT-panelen voor elektriciteit en warmtepompen (www.trisolar.eu) worden de oude dakpannen geheel verwijderd op de locatie waar de PV-panelen komen. Deze constructies zijn zinvol wanneer de komende 30-40 jaar er geen veranderingen aan het dak overwogen worden. Een uitstekende onderliggende thermische isolatie is dan noodzakelijk.

Ook voor tussenwoningen met een schuin dak op het zuiden is dit een interessante optie, maar dan zal dat dak er ook verschillend er uitzien als het dak van de burens. Vanwege de vrij grote investering zal bij grotere oppervlaktes, door combinatie van naast elkaar liggende woningen een prijsreductie worden bedongen. In verband met de installaties binnen in de woning zal dit niet een enkele dag werk zijn.



Figuren 36. PV-panelen in het dakvlak, tussen de pannen. Het leggen van PV of zonneboiler panelen in plaats van dakpannen. Geïsoleerde PV dakelementen of PV-zonneboilers op een geïsoleerd dak.



Figuren 37. Volledig PV-dak zonder dakpannen, ook bestaand met dunne buigzame PV-folies. PV-dakpannen van Roofon.nl, ook bestaand in rode dakpannen. Dit laatste is soms mogelijk bij beschermd stadsgezicht.

Figuur 38. Toepassing van Trisolar op een rijtje woningen die elk worden uitgerust met warmtepomp waarbij het warme water en de elektriciteit allebei door de zonnepanelen worden geleverd.



Het samen aanleggen van PV-panelen met de burens kan een kleine bezuiniging opleveren en kan er voor zorgen dat de naastliggende daken hetzelfde aanzicht hebben.

Ruiten, ramen, kozijnen en deuren

Het samen met de buren bestellen van ruiten, ramen of deuren is alleen een economische bezuiniging wanneer deze (bijna) hetzelfde zijn of wanneer er sprake is van grotere aantallen. Bij appartementen is er meestal sprake van een VvE, en hangt het af van de regels van die VvE of individuele bewoners zelfstandig de kozijnen kunnen veranderen. De ruiten kunnen meestal wel op eigen initiatief worden vervangen. Wanneer er voor het vervangen van ruiten een hoogwerker nodig is zal er een bezuiniging kunnen plaatsvinden.

Figuur 39. Een bezuiniging kan plaats vinden wanneer de ramen hetzelfde zijn en er voor meerdere ramen een hoogwerker nodig is. Om alle eigenaren tegelijkertijd tot één actie te bewegen is vaak veel en langdurig overleg nodig.



Aannemers zullen altijd de voorkeur geven aan bouwblokken vanwege de schaalvergroting boven individuele woningen. Zowel de technische als financiële aspecten moeten met één vertegenwoordiger van de eigenaren besproken worden. Als dat niet zo is, dan zal het dubbele of meervoudige overleg voor de aannemer kostenverhogend werken. Ook wanneer er een overeenkomst met een VvE gemaakt wordt zal één persoon van de VvE de onderhandeling met de aannemer moeten doen of een externe deskundige aanstellen die dit voor hen doet.

Rijtjeswoningen die gedeeltelijk door de woningbouwcorporaties aan particulieren zijn verkocht kunnen door die woningcorporatie meegenomen worden in een verduurzamingsproces. In een dergelijke situatie zal de woningbouwcorporatie de onderhandelingen zelden aan een van de woningeigenaren overlaten.

In sommige situaties bij oudere woningen is er sprake van een beschermd stadsgezicht. In dat geval mag aan de straatkant de ruit wel worden vervangen, maar niet altijd de indeling van het kozijn veranderd. Om in een oud kozijn een goed isolerende 51 mm dikke triple glasruit te plaatsen is niet altijd mogelijk. Bovendien zal het oude kozijn dan het grootste warmtelek blijven. In veel situaties is het nodig om in het kozijn of op de ruit een ventilatioerooster te plaatsen. In een dergelijke situatie kan het nodig zijn om een nieuw kozijn te bestellen. Op dat moment is er vaak overleg met de gemeente noodzakelijk die het nieuwe kozijn vergelijkt met dat van de buren; allebei het kozijn vervangen is dan een mogelijke optie.

Figuur 37. Bij beschermd stadsgezicht kan de gemeente eisen stellen aan het nieuwe kozijn, omdat het er hetzelfde uit moet zien als dat van de buren. Samen met de buren de kozijnen vervangen is dan een optie.



Voor een veel betere glas isolatie en behoud van kozijn en het goede isolatie glas kan er een tweede HR⁺⁺ ruit achter geplaatst worden. Zie "Twee-dubbel glas" op www.nienhuys.info.

Bodemwarmte en warmtenet

Steeds meer geïsoleerde woningen (nieuwbouwnorm 2015) hebben een warmtepomp die op een gesloten bodemwarmte systeem is aangesloten (4 kWh - 10 kWh). Voor de levering van 100% warmte-energie gebruikt het systeem ongeveer 20% elektrische energie (Coëfficiënt of Performance = COP 5).¹⁴

De verschillende ontwikkelingen zoals Nul Op de Meter (NOM), Passiefhuis, van-gas-los, Bijna Energie Neutrale Gebouwen (BENG) en de te voorziene verhogingen van de energieprijzen, gerelateerd aan de noodzaak van een steeds kleinere CO₂ uitstoot, brengen beter isoleren steeds meer onder de aandacht. In Nederland kan ¼ de van alle woonenergie uit de bodem worden gehaald.¹⁵

Groepsgewijze aansluiting op een warmtenet, bodem- en aardwarmte (geothermie) horen bij deze ontwikkelingen, al dan niet gestimuleerd of verplicht door de gemeente of woningbouwcorporatie. Voor kleine, individuele, particuliere woningbezitters is de gesloten verticale bodemwarmte te overwegen, alleen **of in een groep**. Tot 70 kWh meldingsplicht (sinds 2013) en > 70 kWh is vergunning plichtig.¹⁶ Deze systemen mogen alleen door gecertificeerde bedrijven worden aangelegd.

Figuur 38. Een enkele bodem boring die voldoende diepgaat kan een grondwater temperatuur bereiken van rond de 100°C en voldoende zijn voor een rijtje van 4-5 woningen. Deze bron levert dan heet water voor een Water/Water warmtepomp en voor een hoog-temperatuur warmteafgifte-systeem van de radiatoren.

Warmtepompnet:		
Tot 5 woningen op 1 bron		
Drie scenario's voor regeneratie:		
Scenario	Regeneratie	Kosten
1. Radiatoren en leidingwerk vervangen door LT convectoren	Koelen met convectoren	€ 7.000
2. Zon-thermisch toevoegen aan de bron-zijde	Zon-thermisch	€ 7.300
3. Extra meters boren en afgifte aanpassen bij mutatie	Uitstellen	€ 5.000

Optie 3 vaak gekozen: iets dieper boren en pas bij mutatie afgiftesysteem aanpassen

De installatiekosten van een diepe grondboring zijn flink hoger dan van een Lucht/Water systeem, maar heeft een betere COP en de buiteninstallatie geeft geen geluid. Bovendien kunnen de bestaande radiatoren (warmteafgifte systeem) blijven bestaan.

Figuur 39. De woningaanpassingen met een hoog-temperatuur verwarmingsysteem zijn minder dan met een LTV. De isolaties kunnen ook gefaseerd worden uitgevoerd bij verschillende woningen. (Afbeeldingen Webinar Trans-ID.)

Gasloos met beperkte aanpassingen, bouwkundig:		
	Typisch voor	Minimaal nodig
Rc-waarde vloer	2,5	> 2,7
Rc-waarde gevel	1,4	> 1,8
Rc-waarde dak	2,0	> 4,5
U-waarde	2,6	< 1,8
Kierdichting	1,4	< 0,8
Ventilatie	Systeem C	Systeem D
Warmtetransmissie	Circa 10kW of hoger	Circa 4,5 kW

Wanneer een woning in een rijtje voorlopig niet meedoet met de transformatie kunnen de andere woningen de bron wel aansluiten op de warmtepomp. Balansventilatie kan ook later worden aangelegd.

¹⁴ Verschillende websites zoals: <https://kennis.greenhome.nl/warmtepomp/bodem-water-warmtepomp/>

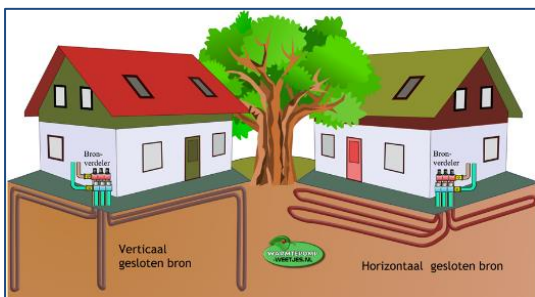
¹⁵ Zie ook document "Warmtepompen" op website www.nienhuys.info eerste pagina

¹⁶ Voor meer informatie zie website en verdere links op: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzaam-energie-opwekken/nationaal-expertisecentrum-warmte/bodemenergie-en-aardwarmte/wet-en-regelgeving/meld-uw>

Open systemen (doublet, recirculatie, monobron) hebben vaak de optie voor warmte-koude opslag en werken via het grondwater en hebben daarom een vergunning Waterwet nodig. Deze systemen mogen alleen door gecertificeerde bedrijven worden aangelegd.

Figuur 40. Horizontale systemen worden zelden toegepast vanwege de nodige ruimte.

*Foto Allthermcv.nl:
Aanleg van een bodemwarmtepomp bij een woning vereist veel boorwerkzaamheden.*



Een warmtenet wordt vaak gemeentelijk aangelegd vanuit een energiecentrale of met aardwarmte (geothermie bevindt zich vanaf 500 meter diep). Aardwarmte levert hoge temperaturen van 1000 meter (+ of > 40°C) tot 4000 meter (+ of > 120°C) maar is duur om aan te leggen voor kleine projecten.

Wanneer een groep woningen (van een woningbouwcorporatie) goed geïsoleerd wordt en daarna op een warmtenet wordt aangesloten, zal van tevoren duidelijk moeten zijn wat de vaste lasten zijn, hoe storingsen worden behandeld en wat de tarieven zijn voor warmtelevering. De Autoriteit Consument & Markt (ACM) bepaalt het vastrecht en de warmtetarieven¹⁷, waarbij zij continuïteit van de warmteleverantie waarborgt.

In bepaalde situaties kan het zijn dat de eigenaar van de woningen (woningbouwcorporatie) extra kosten in rekening brengt voor het isoleren en verduurzamen van de woningen, die niet gedekt worden door de verminderde energiekosten. Bij een enkele warmtepomp voor verschillende woningen moet er een duidelijk systeem zijn voor de verrekening van de warmtekosten voor ruimteverwarming en warm water.

*****Einde hoofdstuk *****

¹⁷ In 2020 zijn de tarieven voor warmtenetten nog steeds gekoppeld aan de gasprijs, omdat veel warmtenetten gekoppeld zijn aan industrieën die weer op het gas of kolencentrales zijn aangesloten. Er bestaan plannen om dit te veranderen voor warmtenetten die uitsluitend diepe bodemwarmte gebruiken (geothermie). Elektriciteit die nodig is voor het draaien van de warmtepompen wordt ook nog voor een gedeelte opgewekt met niet-duurzame energie, vooral in de winterperiode wanneer de warmtepompen meer elektriciteit vragen voor hogere verwarming.