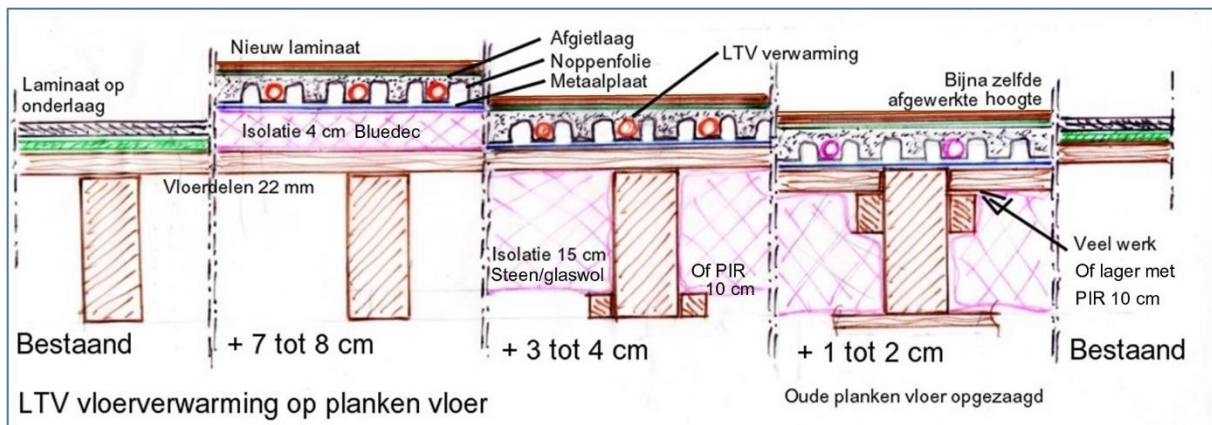


Begane Grondvloer Isoleren, Parketvloer en Lage Temperatuur Verwarming (LTV)

Verschillende opties voor het ontwerp



Door: Sjoerd Nienhuys

Woonenergie Adviseur

Datum: november 2024.

Energy@nienhuys.info www.nienhuys.info

Abstract:

Maatregelen ter verbetering van de vloerisolatie van de begane grond of bodemisolatie. Verschillende technische opties met voordelen en nadelen bij houten en betonnen vloeren. Parketvloer en opties voor Lage Temperatuur Vloerverwarming en Warmtepomp. Dunne vloerverwarming. Vervangen van de begane grond vloer door een systeemvloer of schuimbeton. Met schetsen en foto's van oude en nieuwe situatie. Vergelijken van offertes.

Dit document geeft geen specifieke aanbevelingen voor bedrijven of materialen, maar geeft een beknopt overzicht van de verschillende opties/keuzes die mogelijk zijn.

Inhoud

1. Verwarming en isolatie woonruimte	3
2. Comfort	4
3. LaagTemperatuurVerwarming (LTV) en vloerverwarming.....	5
A. Controleer of de houten vloer geen beweging heeft (maak sprongetjes).....	8
B. Is de kruipruimte voldoende hoog onder de balken (> 40 cm).....	9
C. Vergelijking van constructiediktes houten vloeren.....	11
D. Vergelijking constructiedikte op betonnen vloeren.....	13
E. De opwarmtijd en warmteopslag.....	16
5. Behoud van een betonnen of Nehobo systeemvloer	17
6. Verschillende soorten vloerisolatie.....	18
7. Bodemisolatie	21
8. Geen kruipluik aanwezig of vochtige kruipruimte.....	22
9. Offertes beoordelen.....	23
10. Vervangen van de hele woonkamervloer en LTV-vloerverwarming toepassen	25
11. Geïsoleerde betonnen systeemvloer.....	28
12. De bestaande vloer ligt direct op de grond zonder isolatie	30
13. LTV-vloerverwarming pompen.....	30
14. Heel hoge kruipruimte.....	32
Regenwateropslag	32

1. Verwarming en isolatie woonruimte

De begane grondvloer is bij veel woningen tevens de belangrijkste woonruimte die dan ook het meeste verwarmd wordt. De isolatie normgeving voor nieuwbouw houdt rekening met het gemiddelde warmteverlies uit een woning en beveelt de minimum isolatiewaarde aan van de gebouwschil. Omdat warmte door het hele gebouw naar buiten straalt¹ (alle kanten op, dus ook naar beneden) en naar boven verdwijnt, heeft het dak de hoogste isolatienorm. Het is een goede maatregel om bestaande constructies op te waarderen tot aan die nieuwbouwnorm.²

Figuur 1.

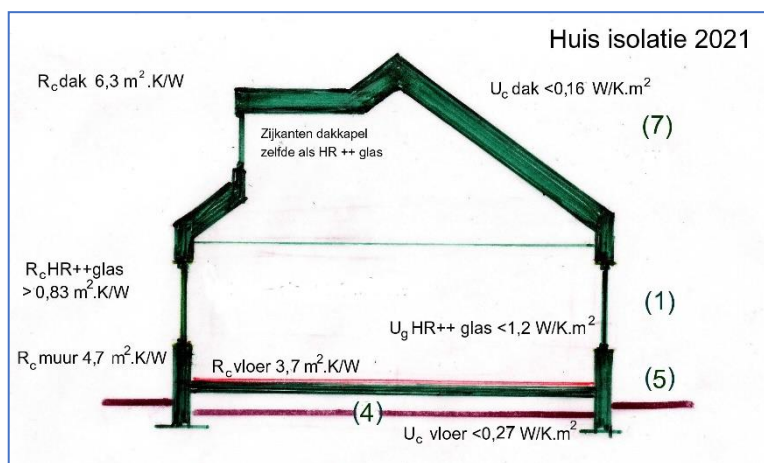
Minimum nieuwbouwnormen 2021
met R_c waarden (isolatiewaarden).

Begane grond vloer. $R_c = 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Buitenmuren $R_c = 4,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Dakconstructie $R_c = 6,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

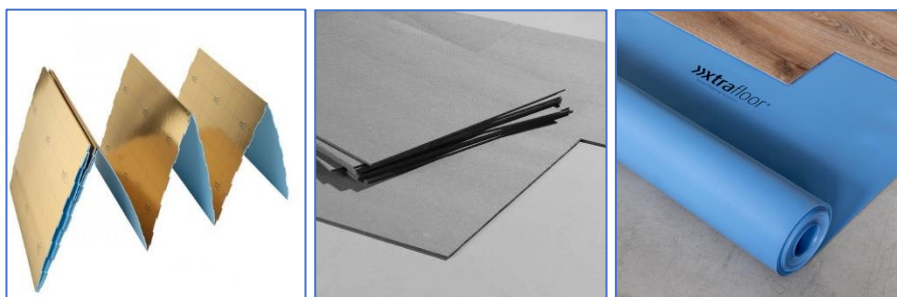
Ramen, deuren, panelen, dakkapel/-glas, kozijnen $R_c > 0,83 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. ($U_g = < 1,2 \text{ W/K.m}^2$)



Begane grond VLOERISOLATIE. Minimum nieuwbouwwaarde 2015 is $R_c = 3,7 \text{ m}^2/\text{K/W}$. Deze waarde is **aan de lage kant** vergeleken bij de gevel of het dak omdat de (kruip)ruimte onder de vloer meestal niet zo koud wordt als de buitenlucht in de winter. De minimumtemperatuur van de grond onder de vloer is ongeveer 10°C , terwijl de buitenlucht 's nachts kan dalen tot -10°C . Warmteverlies van een oppervlak is evenredig aan het temperatuurverschil tussen binnen en buiten.

Een houten plankenvloer³ heeft isolatiewaarde van hooguit $R_c = 0,3$ (iets meer dan de twee overgangswaarden). Een houten vloer met spaanplaat en parket heeft een $R_c \approx 0,4$. Wanneer er op de houten vloer een egaliseer-laag is gelegd en laminaat kan de isolatie ook $R_c \approx 0,4$ zijn. Er moet minimaal $R_c = 3,5$ worden toegevoegd om de nieuwbouwnorm te halen (en subsidie).

Figuren 2. Verschillende comfort (geluid)isolatie-producten verminderen contactgeluid (-10dB), maar doen weinig voor warmte-isolatie⁴.
5 mm XPS $\rightarrow R_c = 0,15$



¹ Ongeveer 65% van alle warmteverlies is door straling, dus ook naar de (geventileerde) kruipruimte.

² Dat is vooral relevant wanneer de bestaande isolatiewaarde van de constructie (vloer, ruit, gevel, dak) minder dan de helft is van de nieuwbouwnorm bij de verwarmde ruimtes.

³ 22 mm vuren planken met groef en messing op balken $6,5 \text{ cm} \times 16,5 \text{ cm}$ en h.o.h. 55 cm.

⁴ Reflecterende folies op onderleg platen werken alleen als er een luchtpouw zit langs de HRF kant. Wanneer laminaat op de goudkleurige HRF wordt gelegd (contact) geeft dat geen extra warmte-isolatie.

Het thermisch isoleren van de woonkamervloer levert beter comfort op en de mogelijkheid om LTV (laag Temperatuur Verwarming) toe te passen, maar in alle situaties lagere verwarmingskosten.⁵ Om de verwarmingskosten verder te verminderen is het verlagen van de temperatuur instelling van de woonkamerthermostaat de beste optie.

Voor een verlaging van 20°C naar 19°C voor de hoge temperatuur, wordt al een energiebesparing verkregen van 7% tot 10% voor de hele woning. Met een verlaging van 19°C naar 18°C wordt weer een besparing verkregen van 7% tot 8%, allebei afhankelijk van het type woning en de ventilatie.

Figuur 3. Geld besparen door lagere thermostaat instelling.



Wanneer de woonkamer een on-geïsoleerd plafond heeft (warme lucht stijgt op) zal de warmte door het plafond naar de bovenetage trekken, waardoor de (slaap)kamers op de eerste etage in feite vloerverwarming hebben (temperatuurverschil bij een niet-geïsoleerd plafond 2- 3°C. Bij het verlagen van de woonkamertemperatuur met een graad zal die bovenetage ook een graadje koeler worden.

2. Comfort

Een belangrijke reden om de begane grondvloer beter te isoleren is het comfort wat daardoor wordt verbeterd. Door contact van het warme lichaam met een kouder oppervlak wordt die warmte uit het lichaam onttrokken en kan onprettig aanvoelen.



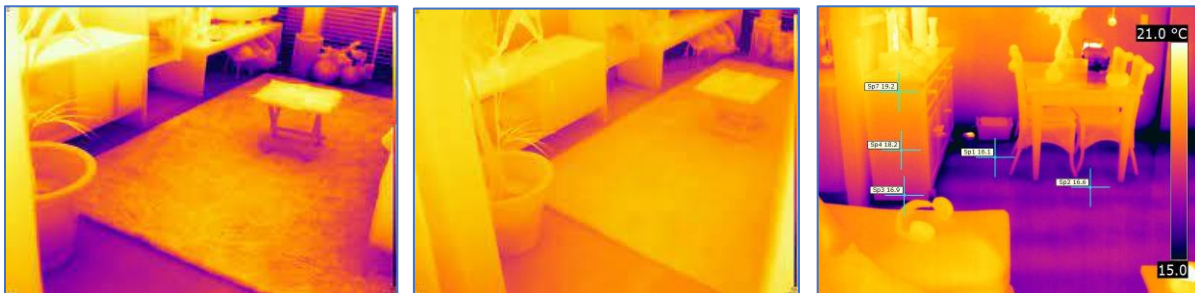
Figuren 4. Kinderen spelen vaak op de vloer waardoor er veel contact met de vloer is. Om een (parket)vloer mooi en schoon te houden zullen veel bewoners in huis sloffen dragen of gewoon hun schoenen uitdoen. Goed isolerende sloffen met slipvrije zool⁶ en een goed gevormd voetbed⁷ zijn ook duurzame oplossingen voor een koude/koele vloer. Een dik tapijt geeft wel wat vloerisolatie, maar produceert vaak fijnstof in huis.

⁵ Zie ook: <https://klimapedia.nl/wp-content/uploads/2017/06/Onderzoek-vloer-en-bodemisolatie-TU-Delft-definitieve-versie02112010.pdf>

⁶ Ongeveer 50% van de ongevallen in huis zijn van personen die op een gladde trap of vloer uitglijden omdat ze op sokken of niet slipvrije sloffen lopen.

⁷ Langdurig op een vlakke harde grond lopen zonder goed voetbed resulteert in voetklachten. In de winter van 2022 kregen veel mensen voetklachten omdat ze langdurig (vanwege Covid) thuis op slechte sloffen liepen.

Door de vloerisolatie van een niet-geïsoleerde vloer ($R_c \approx 0,3$) naar de minimum nieuwbouwnorm te brengen ($R_c = 3,7$) zal het comfort verbeteren en kan de hoogste thermostaat-temperatuur één of twee graden omlaag (b.v. van 19°C naar 17°C) vergeleken met een geïsoleerde vloer, **zonder dat het dan kouder aanvoelt.**

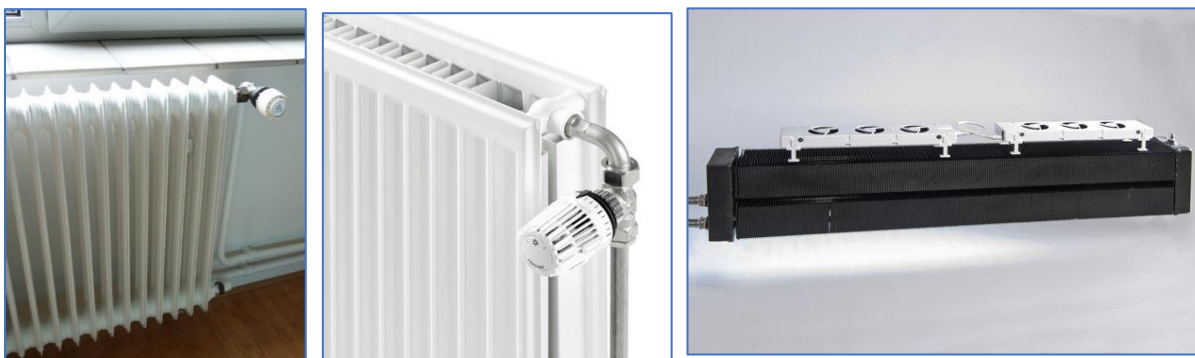


Figuren 5. Tonzon (foto's) laat het verschil zien tussen links een vloer zonder isolatie ($R_c = 0,3$) en midden mét vloerisolatie ($R_c = 3,7$). Donker is koud ($< 15^\circ\text{C}$) en het blad van het tafeltje is de kamertemperatuur ($> 21^\circ\text{C}$). De rechter IR-foto laat een koele planken/balken vloer zien zonder isolatie. Personen die aan de tafel zitten krijgen koude voeten en willen dan de thermostaat hoger zetten, terwijl die al erg hoog staat.

Niet alleen is het comfort met een geïsoleerde vloer beter, maar de lagere thermostaatstand resulteert ook in een aanzienlijke energiebesparing van een **paar honderd euro/jaar** bij 50 m^2 oppervlakte. Het warmteverlies staat in relatie tot het temperatuurverschil tussen binnen en buiten (onder de vloer) en het oppervlak. Bij een isolatie die 10X beter is dan de vorige situatie, gaat slechts $1/10^{\text{de}}$ van de eerdere hoeveelheid (stralings-)warmte door de vloer naar beneden verloren.

3. LaagTemperatuurVerwarming (LTV) en vloerverwarming

Een LTV met radiatoren of vloerverwarming heeft een lagere CV-water temperatuur (max 35°C) dan gewone radiatoren (tussen de 70°C en 45°C), waarbij het radiatorwater in de CV opgewarmd wordt tot 75°C of 50°C respectievelijk. Omdat de radiatorwatertemperatuur lager is bij LTV is er een groter afgifte-oppervlakte nodig om binnen een redelijke tijd de kamer op te warmen. Dat is de reden dat LTV vaak gecombineerd wordt met vloerverwarming, vanwege het grote oppervlak. Dat kan ook met wandverwarming. Een andere manier om het oppervlak van bestaande radiatoren technisch te vergroten (+30%) is om radiator-ventilatoren (e.g. Speedcomfort) op of onder de radiatoren te plaatsen. Ook het vervangen van ouderwetse radiatoren met convectorradiatoren (Jaga met veel lamellen) levert meer verwarmingscapaciteit.



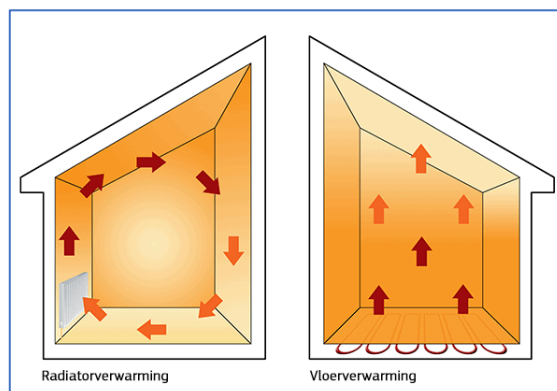
Figuren 6. Links: Na-oorlogse radiator. Midden: moderne plaatradiator Type 2 met dunne lamellen ertussen die de warmteafgifte aan de tussen de platen doorstromende lucht vergroten.

Rechts: Jaga convectorradiator zonder omkasting en met radiatorventilators. Deze convectoren (de vakhandel spreekt niet meer van radiatoren) hebben een klein watervolume. Het CV-water moet wel goed door deze convectoren heen gepompt worden zodat de warmte wordt afgegeven.

Bij de toepassing van LTV en radiatoren of convectoren of met luchtverwarming (warmtepomp⁸) is het erg relevant om een goede vloerisolatie te hebben. De warme lucht stijgt op en verwarmt het eerste het plafond, waarna het enigszins afgekoeld bij de vloer en de bewoners komt.

Figuur 7. Het verschil tussen radiatoren of convectoren en LTV-vloerverwarming. De radiator verwarmt de ruiten, de muur en de lucht.

De warme lucht stijgt naar het plafond en de koelere lucht wordt door de radiator van onderen 'aangezogen'. Het plafond verwarmt de bovenliggende kamers; die hebben dus in feite vloerverwarming. Bij vloerverwarming is de vloer direct verwarmd en is daarom voor het gevoel warmer en daardoor energie-efficiënter.



Een CV met LTV-verwarming is iets efficiënter dan een CV met hoge watertemperatuur ($\geq 70^\circ\text{C}$). Bij een goede woningisolatie kan de CV-temperatuur lager worden afgesteld (45°C). De tapwatertemperatuur van de CV blijft dan wel op 65°C staan om Salmonella te voorkomen. Moderne systemen verwarmen tapwater tot 50°C en verhogen periodiek de temperatuur naar 65°C .

Het bovenstaande wil niet zeggen dat LTV-vloerverwarming ook altijd efficiënter is of meer economisch is dan verwarming met (convector)radiatoren. Vloerverwarming in een glazen serre of zonder goede vloer- en muurisolatie kan duurder uitvallen, omdat het comfortabel is en men dan niet in de gaten heeft dat er via de slechte isolatie extra veel warmte verloren gaat.

Figuur 8. Recent is LTV- vloerverwarming aangelegd, maar de gevel is niet na-geïsoleerd. Daar gaat de warmte dus snel naar buiten. De bewoners hebben geen koude-gevoel, tenzij ze vlak bij de muur of de ramen zitten.

De terrasdeuren hebben ook een erg slechte isolatie. De temperatuurschaal geeft aan dat ze aan de binnenzijde ongeveer 10°C (raam) en 13°C zijn (glas).



⁸ Een airco met warme lucht is ook een warmtepomp (lucht-Lucht). De meeste airco's hebben een geforceerde luchtstroom die de warme lucht naar beneden kan blazen. Ze ventileren (lucht verversen) meestal niet. De COP van een airco kan wel goed zijn zoals 3 of 4, waardoor het energie efficiënter is dan een Gas-Cv. Het grote voordeel van een airco is dat het de lucht in de kamer snel kan opwarmen.

In de bovenste situatie heeft de LTV-vloerverwarming geleid tot een **hoger gasverbruik**. Het is altijd belangrijk dat de gevels goed na-geïsoleerd worden en de thermostaat lager wordt gesteld.

Bij de serre aanbouw hieronder is de LTV-vloerverwarming ook een slechte oplossing omdat deze voor veel warmtetoevoer zorgt, maar die warmte door het glas er uitvliegt. Het volledig afsluiten van de serre voor de winterperiode en de lus van de vloerverwarming daar (bijna) dichtzetten is een optie. De serre creëert dan een isolatiebuffer ($R_c > 1,2$) tussen de binnenkamer en buiten.

Figuur 9. In een woning met een nieuwe serre aanbouw was een vloerverwarming aangelegd. De eettafel staat nu in de geheel glazen serre (ook het dak is van glas). De gemiddelde $R_c \ll 1,0$ ten gevolge het vele HR++ glas dat rondom en in het dak is toegepast.

Vooraf in de winter is dit een gezellige plek om te zitten, want de LTV-vloerverwarming is lekker warm aan de voeten.

*Echter, het **gasverbruik** was voor deze woning met deze serre aanbouw wel **verdubbeld**.*



In veel situaties wordt bij een aanbouw de nieuwe vloer direct op de bodem aangelegd, maar dan is wel belangrijk dat op de nieuwe betonvloer een goede isolatielaag wordt aangebracht. Bij een isolatie onder de betonvloer zal het beton opwarmen en de ruimte langzaam opwarmen en lang warm blijven (warmte opslag in het beton). Bij een slechte gevel en dakisolatie (HR++ glas met $R_c \leq 1,0$) zal hier dus erg veel warmteverlies optreden. Bij een isolatie op de betonvloer zal de ruimte sneller opwarmen en sneller afkoelen en het warmteverlies bij slechte gevel- en dakisolatie minder zijn dan bij isolatie onder het beton.

Bij LTV-vloerverwarming zonder goede isolatie direct onder de Cv-leidingen zal veel warmte naar onderen afgevoerd worden⁹, zonder dat de bewoners dat in de kamer voelen. De CV zal dan harder en langer stoken. Bij de toevoeging van LTV-vloerverwarming op een bestaande vloer ($R_c = 0,4$) moet daarom eerst een goede isolatie ($R_c \geq 3,3$) onder het verwarmingsleidingensysteem liggen. Dit geldt ook voor een bestaande vloer die alleen bodemisolatie heeft; boven de bodemisolatie wordt namelijk geventileerd. Hoe kouder het buiten is, hoe minder de bodemisolatie isoleert.

Drukvaste materialen: $R_c 3,0$ is gelijk aan 10 cm XPS (= drukvaste EPS), of 7 cm PIR, of 6 cm Resol/Kooltherm, of 4 cm Bluedec of 2 cm dunne vacuümplaten. Vacuümpanelen worden vaak geleverd worden met een beschermplaat buitenop; dan zijn ze dus dikker. Het aanbrengen van LTV op een bestaande betonvloer betekent in alle gevallen een **verhoging** van de vloer. Wanneer de kamers een vrije netto hoogte hebben van meer dan 260 cm is dat een optie¹⁰.

⁹ Dat is vooral zo met een betonnen ondervloer omdat beton niet isoleert en een grote warmtecapaciteit heeft.

¹⁰ Met de nieuwbouwnorm van 2021 is de minimum vrije kamerhoogte 260 cm. Een bestaande kamer hoogte van 240 cm verkleinen door de toepassing van vloerisolatie levert geen meerwaarde van de woning op.

Deuren naar de kamer moeten dan ook voldoende hoog zijn want die moeten dan van onderen worden ingekort¹¹. Een dun LTV-vloerverwarming systeem (b.v. Warp) heeft dan de voorkeur.

Bij het verhogen van de vloer van de woonkamer is het wenselijk om de aansluitende ruimten (gang) ook mee te verhogen. Een lagere vloer of drempel achter de deur is gevaarlijk om te hebben (struikelen, rolstoel), maar een vloerverwarming in de gang, toilet of bij de aanrecht is niet zo zinvol. Ook moet rekening gehouden worden met de aansluiting op de trap naar boven (kelder); ongelijke hoogten van traptreden veroorzaken altijd ongelukken.

Niet-drukvaste materialen kunnen met een grotere dikte onder de gehele vloer worden toegepast wanneer daar voldoende werkruimte/kruipruimte is zoals: Steenwol/glaswol, Tonzon, PIF multi-folie isolatiedekens en Biofoam.¹²

4. Behoud van de houten/betonnen vloer

De bestaande houten vloer behouden is duurzaam, omdat het geen nieuwe materialen verbruikt in vergelijking met een nieuwe betonnen systeemvloer. De vloer moet dan wel volgens de nieuwbouwnorm ($R_c \geq 3,7$) geïsoleerd worden om het energieverbruik laag te houden. Ook moet de vloer van voldoende kwaliteit zijn zodat deze nog lang mee kan.

A. Controleer of de houten vloer geen beweging heeft (maak sprongetjes).



Figuren 10. Links: Bruinrot. <https://www.gebroedersdevries.nl/vochtige-kruipruimte/zwamproblemen/bruinrot/>
Midden: <https://inspectus.nl/kruipruimte-inspectie/bruinrot/> Bruinrot is ook een schimmel.
Rechts: schimmel. <https://www.klusidee.nl/Forum/topic/vervangen-repareren-van-vloerbalken.32392/>

Bij een pas gekochte woning ging ik op een stoel aan de eetkamertafel zitten. Achter mij rammelde het glas in het dressoir. “Heb je een bouwkundige keuring laten doen?” “Nee, ik moest de woning snel kopen zonder keuring”.
“Dat rammelen betekent dat de balk niet meer in de muur draagt, waarschijnlijk door schimmel of dat de cementen oplegging is verkruid. Dat moet je eerst goed verifiëren en herstellen.”

¹¹ Wanneer er boven de deur geen latei zit is het mogelijk om het hele kozijn hoger te stellen of een heel nieuw kozijn met deur toe te passen afhankelijk van de smaak van de woningeigenaar. Te lage deuropeningen zijn geen meerwaarde voor de woning.

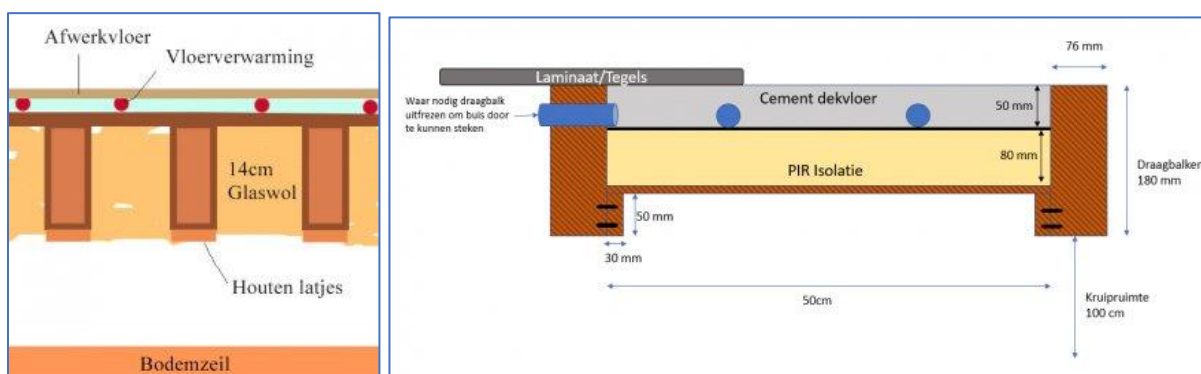
¹² Isolatie met UF-foam off PUR-schuim (gespoten) wordt **onder alle omstandigheden afgeraden** alhoewel het snel en goedkoop is. Ofschoon de vroegere CFK- en HKF-drijfgassen zijn vervangen door HFO gas, is het materiaal niet verwijderbaar en is chemisch afval waardoor bouwmaterialen niet meer schoongemaakt kunnen worden of gerecycled. Bovendien bevat het PFAS (in Europa verboden) en carcinogeen (kanker verwekkend) MDA. Helaas is het in 2024 nog wel gesubsidieerd. Het is milieutechnisch onaanvaardbaar. Zie: www.nibe.info/nl

Het bovenstaande is een bekend probleem in een overspannen huizenmarkt. Er moet in zo'n geval een nauwkeurige inspectie onder de vloer plaatsvinden en een controle op de vochtigheid en ventilatie¹³. Bij behoud van de houten vloer moet er ventilatie worden aangebracht.¹⁴

Vloerbalken en onderslagbalken zijn te repareren, maar als er op meer plaatsen problemen zijn dan kan er noodzaak zijn om de hele vloer te vervangen. In dat geval zou de optie van een betonnen-EPS broodjes systeemvloer overwogen kunnen worden. Die is niet kwetsbaar voor schimmel of rot. Een schuimbetonvloer is ook een optie bij een ondiepe kruipruimte; deze heeft voor-en nadelen.

B. Is de kruipruimte voldoende hoog onder de balken (≥ 40 cm).

Wanneer de hoogte onvoldoende is (< 40 cm onder de balken) kan vaak wel bodemisolatie aangebracht worden, maar dan zal onder de LTV-vloerverwarming ook een isolatielaag moeten komen. Daarvoor zijn er twee opties: LTV-vloerverwarming op de balken of tussen de balken. Bij LTV-vloerverwarming op de balken zal er dus 3 tot 4 cm hoogteverlies in de kamer zijn.



Figuren 11. *Links.:* Bij LTV-vloerverwarming op de balken en planken is er voldoende hoogte tussen de balken voor isolatie. Het hoogteverlies in de kamer is 3 cm voor de LTV en 1 cm voor laminaat. Dit is de eenvoudigste oplossing en het minste werk. *Rechtsboven:* Bij LTV-vloerverwarming tussen de balken is er geen hoogteverlies in de kamer, maar het is **heel veel meer werk**. Oude vloerdelen kunnen worden gezaagd om de ondersteuning te maken. *Rechts:* Hier is de isolatie onder de LTV nog niet aangebracht.



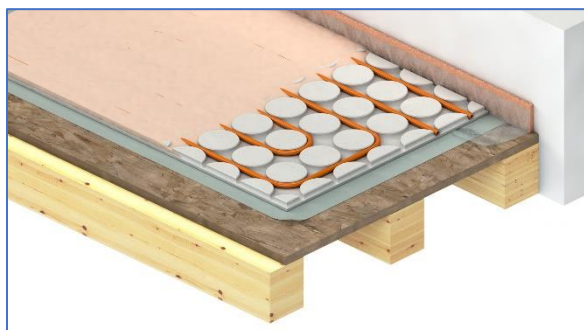
¹³ Bij sommige woningen werden de ventilatieopeningen onder in de spouw dichtgezet omdat het teveel tochtte onder de niet-geïsoleerde vloer. Hierdoor kan het vocht niet weg en kan schimmel ontstaan. Na schimmel komt houtrot.

¹⁴ Op zandgronden is er vaak minder vocht in de kruipruimte dan op veen en kleigronden. Wel kan er vocht in de kelder komen wanneer de regenwaterafvoer niet waterdicht is (oude gresbuizen). Bij het plaatsen van regenwater infiltratiebuizen moeten deze dan ook meer dan 5m van de woning vandaan blijven. Op zandgronden is het ook relevant om een bodem bedekkende grondfolie aan te brengen

Wanneer de plankenvloer in haar geheel verwijderd wordt is er goed zicht op de kwaliteit van de balklaag met de onderslagbalk. De verwijderde planken kunnen worden gebruikt om tussen de vloerbalken een vloertje te maken voor de ondersteuning van de isolatie en de LTV¹⁵. Op de bodem/grond is het verstandig om een stevig bodemplastic te leggen.

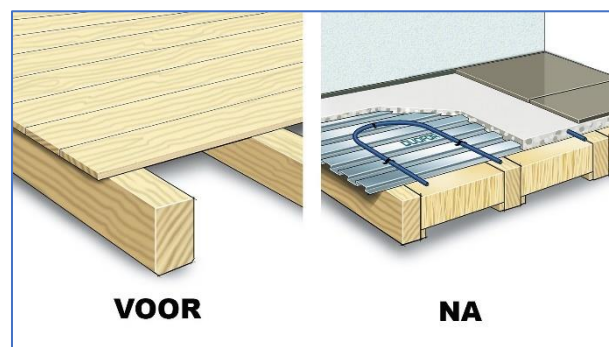
Een tweede arbeidsintensief aspect van de methode met LTV tussen de balken is dat de leidingen tussen alle balken gelegd moeten worden. De doorgangen van de leidingen van de ene strook naar de andere strook moeten een 30 cm tot 50 cm van de oplegging van de balken gemaakt worden.

De afwerking van de LTV-vloerverwarming is met een droogbouwsysteem¹⁶, waarbij de leidingen b.v. in een noppenplaat worden gelegd en afgewerkt met een iets elastische mortel (Brio-Knauff). Op de vlak getrokken afwerklaag komt dan de dunne laminaatvloer.



Figuren 12. Droogbouw LTV-vloerverwarming systemen op houten draagvloeren, tussen of op de balken. Links is een type noppenvloer gebruikt. Er moet nog isolatie tussen de balken. Rechtsboven zijn sleuven gemaakt in drukvaste EPS (XPS) platen, of Fermacel platen.

Rechts een natbouwoptie met Lewis vloerplaten.



Voor het maken van een tegelvloer of keramische vloer is een nat afbouwsysteem wenselijk, waarbij de leidingen in een cementlaag worden gegoten. Het voorbeeld is een Lewis zwaluwstaartvloer waar later tegels op komen. De toegevoegde dikte op de balklaag is hier ongeveer 5 cm.

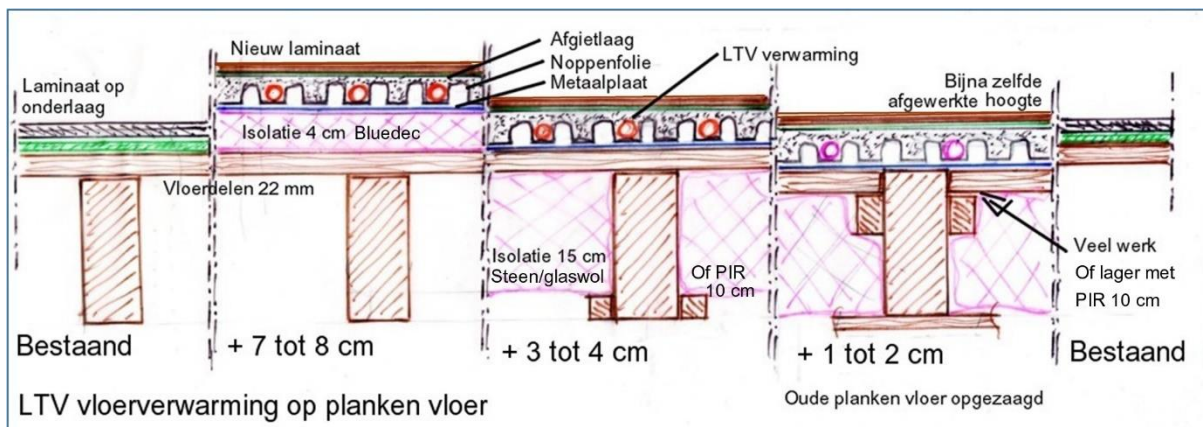
Het kan zijn dat er voor LTV-vloerverwarming in een badkamer wordt gekozen, waarbij de optie van de Lewisvloer toegepast kan worden. Echter een vloerverwarming voor een badkamer of toilet is overbodige luxe, omdat men daar maar kort verblijft. De aanleg is behoorlijk kostbaar, terwijl een dik vloerkleedje/badmat een fractie kost van de LTV en daarna ook geen verwarmingskosten heeft.

¹⁵ Wanneer het werk als Doe-Het-Zelf (DHZ) wordt uitgevoerd is dat een goede optie. Bij onvoldoende kamerhoogte is de LTV tussen de balken de beste optie. De nieuwbouwnorm voor de kamerhoogte is 260 cm. Als de kamer veel lager wordt kan dat invloed hebben op de woningwaarde.

¹⁶ Voor meer uitleg zie: <https://vloerverwarmingenparket.nl/02/vloerverwarmingsystemen>

C. Vergelijking van constructiediktes houten vloeren.

Om de toegevoegde dikte op de bestaande vloerhoogte zo klein mogelijk te houden zijn er globaal genomen zes mogelijkheden. De onderstaande schets geeft er drie weer.



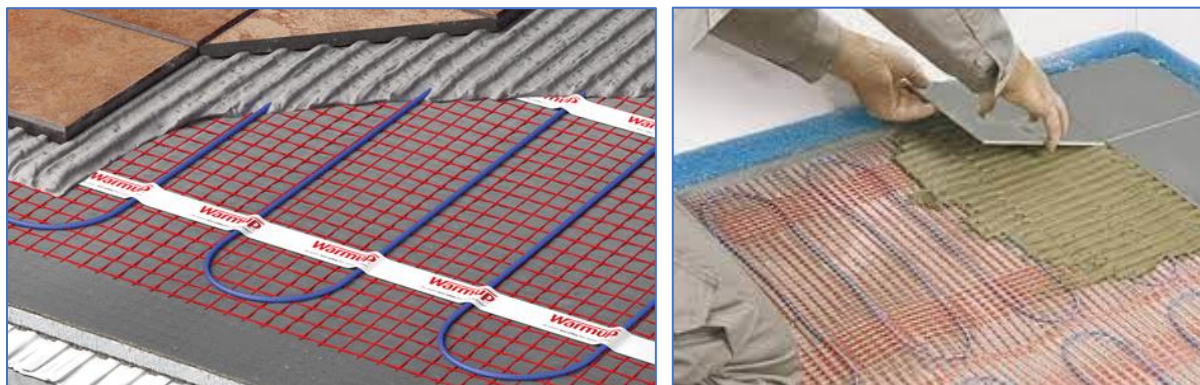
Figuur 13. De bestaande situatie is links getekend, waarbij het bestaande laminaat met ondervloer wordt verwijderd, waardoor de bovenkant van de vloer ongeveer 1,5 tot 2 cm daalt. Lager leggen van de balken is ook een optie, maar in dat geval kan ook overwogen om een geheel nieuwe en geïsoleerde systeemvloer te maken.

- Op de plankenvloer hoogwaardige drukvaste isolatie van Bluedec (4 cm $\approx$ Rc 3,0), daarover een metaalplaat, noppenfolie met leidingen (2 cm), afwerking (1 cm) en laminaat (1 cm). Hiermee komt de nieuwe bovenkant 7 tot 8 cm hoger, afhankelijk van de feitelijke dikte van de afgiet/smeer-laag en het laminaat. Bluedec is een relatief duur isolatiemateriaal en deze optie is daarom relevant wanneer men niet onder de vloer kan komen om te isoleren¹⁷.
- De plankenvloer blijft hier ook zitten, maar de isolatie wordt tussen de balken onder de vloer aangebracht. De schets geeft 15 cm steen/glas wol (Rc = 3,5) of 8 cm PIR (Rc = 3,0) aan, maar dat kan ook Tonzon of een PIF-deken zijn (beiden Rc = 3,5). Hiervoor is voldoende hoogte (> 50 cm) onder de balken nodig. Op de grond wordt een dik plastic gelegd. Bij de toepassing van bodemisolatie is het verstandig om 8 cm EPS platen (Rc = 2,0) tussen de balken te plaatsen. De totale toegevoegde hoogte is hier slechts 3 tot 4 cm. Met het Warp LTV vloerverwarmingssysteem is het leidingensysteem het dunste met slechts 2 cm.
- De plankenvloer (22 mm) wordt in haar geheel verwijderd, waardoor de kwaliteit van de balklaag goed gecontroleerd kan worden. De oude planken worden gezaagd en er wordt een vloertje tussen de balken gecreëerd. Een drukvaste isolatie zoals PIR kan op het planken tussenvloertje worden geplaatst (Figuren 11); een niet drukvaste isolatie moet eronder overeenkomstig de vorige optie. Dit is veel werk, maar kan goed met DHZ gedaan worden. Het voordeel van deze optie is dat de toegevoegde hoogte slechts 1 of 2 cm is in vergelijking met de oorspronkelijke vloerhoogte en de LTV loopt door zonder onderbrekingen.

De andere drie opties zijn wanneer er in plaats van een waterleidingen systeem een elektrisch vloerverwarming wordt toegepast (niet aanbevolen vanwege een hoog energieverbruik).

¹⁷ In deze situatie moet het wel duidelijk zijn dat de draagconstructie van goede duurzame kwaliteit is. De kosten van Bluedec zijn in 2024 gestegen tot ongeveer euro 100/m² voor 1 cm dikte. Hiermee wordt de TerugVerdienTijd (TVT) op de energierekening wel erg lang.

In dat geval komt de topvloer ≈ 2 cm lager omdat de elektra leidingen dunner zijn dan de waterleidingen en ook dunner kunnen worden afgesmeerd of de tegels er direct op geplakt.



Figuren 14. Voorbeelden van elektrische vloerverwarming (zwakstroom) waarbij keramische tegels direct op de pasta worden geplakt. Dit werd vroeger in keukens en badkamers gebruikt.

De toepassing van elektrische vloerverwarming in de keuken of badkamer is eigenlijk niet nodig in ruimtes waar niet lang verbleven wordt en er meestal alleen gelopen. Voor de badkamer is een dikke badmat en toiletmat een heel veel voordeliger oplossing, zowel in aanschaf als gebruik.

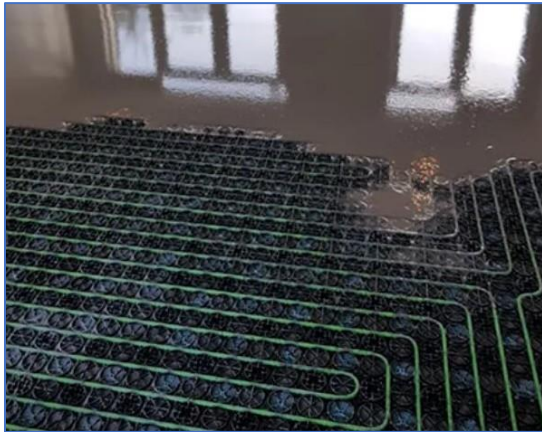
In de keuken is vloerverwarming niet erg zinvol, omdat de radiator achter de koelkast dan gekoeld gaat worden met voorverwarmde lucht die vanaf de vloer wordt aangetrokken en achter de koelkast omhooggaat. Ook op de vloer gemorste zaken zullen eerder vastkoeken.

Een installatiebedrijf zal echter meestal een offerte maken waarbij alle vloeren van vloerverwarming zijn voorzien. Dus ook in de gang, het toilet en voor de hele keuken en eventueel de bijkeuken. Het argument is dat bij verandering van de indeling van de woning (of verandering door een nieuwe bewoner en gebruik) er dan al een vloerverwarming in ligt. In de bijkeuken, gang of toilet beneden is dat weinig relevant. Het is ook mogelijk een **verwarmde toiletbril** te nemen. Het is dus belangrijk dat de woningeigenaar duidelijk aangeeft waar wel en waar geen installatie moet komen. Bovendien moet er een bouw/installatie tekening bijgeleverd worden waar de lussen liggen, zodat men eventueel een lus dicht kan draaien.

Om op een vloer een zo dun mogelijke isolatie toe te passen zijn ook extra dunne leidingen voor de LTV-vloerverwarming mogelijk die geheel droog worden gelegd. Dunne leidingen moeten dicht bij elkaar liggen en zijn in lengte beperkt. Vaak is er een extra pomp nodig om het water snel genoeg door de leidingen te krijgen. Dit WARP Systems kan ook gebruikt worden voor wand- of plafondverwarming. Dit is met 10 mm (groene) leidingen het dunste systeem (opbouwhoogte van 15 mm) op de markt met het voordeel dat bij een dunne (vinyl) topvloer of laminaat het een korte opwarmtijd van ongeveer een half uur vraagt.

De 10mm leiding bij een CV (extra pomp) is maximaal 80m lang per buisgroep. Bij een warmtepomp wordt gewerkt met maximaal 50m per buisgroep. Op een splitter koppeling (waarmee twee groepen buis op één groep van de verdeler aangesloten kunnen worden) kan je twee groepen buis van maximaal 80m per buisgroep (CV) of maximaal 50m (warmtepomp) per buisgroep aansluiten. De lengtes van de buizen die samen op een splitter gaan een ongeveer gelijke lengte moeten hebben.

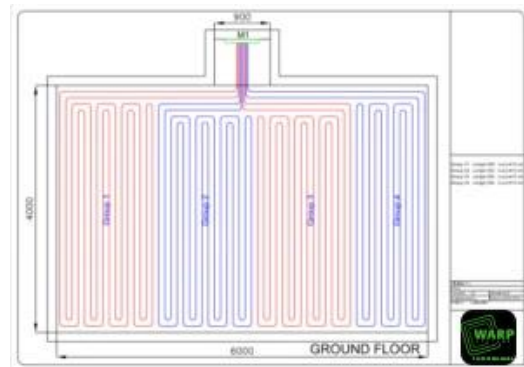
Figuren 15.
Dun 10 mm LTV-
vloerverwarming
leidingensysteem
van Warp met vier
groepen.
Afwerking met dun
laminaat.



Links. Warp systeem natte afwerking. Rechts.
Warp systeem op metaalplaat op XPS, droge afwerking

Figuur 16. Voorbeeld van Warp website (legplan service) met
4 groepen op een verdeler.

Warp werkt met pompunits Alpha 1.1 van Grundfos en
verdelers van 2 t/m 18 groepen.



D. Vergelijking constructiedikte op betonnen vloeren.

Bij nieuwe (vervangende) betonnen systeem vloeren of schuimbeton kan de bovenkant van de vloer gelijke hoogte hebben met aansluitende vloeren van de woning. Bij woningen met bestaande betonnen vloeren (sinds jaren 1960) kan de topvloer verwijderd worden en de LTV-vloerverwarming op de betonnen vloer gelegd worden. Oudere woningen (van na 1950 en vóór 2015) hebben meestal een vrije kamerhoogte van 240 cm. Hier is het belangrijk dat deze kamer hoogte niet veel verkleind wordt door een dikke vloerverwarming.

Oudere betonnen vloeren hebben soms een ≈ 2 cm dikke 'estrich' zandcement afwerkvloer. Deze is om het ruwe betonoppervlak te egaliseren voor de afwerkvloer (bedekking). In dit geval kan deze afwerklaag met een plat elektrisch breekijzer snel worden verwijderd. Het resterende oppervlak is dan niet vlak genoeg voor de vloerverwarming. In plaats van de 'estrich' komt er dan een dunne vlakke Anhydriet gietlaag op de vloer, waarop dan de LTV-vloerverwarming komt.

Oudere betonnen vloeren in appartementen hebben vaak een geluiddempende laag onder de houten of lamellen afwerkvloer. Deze geluiddempende laag heeft weinig isolatiewaarde en is niet geschikt om de vloerverwarming op te leggen.

Wanneer de LTV-vloerverwarming direct op de oude betonnen vloer wordt gelegd, zonder isolatie eronder, dan heeft dat consequentie voor de verwarmingstijden en het energieverbruik. De betonnen vloer moet dan ook in haar geheel verwarmd worden. Dat absorbeert veel warmte vanwege de grote massa. Bij een geïsoleerde broodjes-balkjes systeem vloer is de warmte absorptie van de betonlaag minder dan bij een geheel betonnen massieve of systeemvloer.



Figuren 17. Boven. Infresen van toplaag betonnen vloer. Rechts Leidingen geplaatst.



Figuren 18. Boven. Afsmeren gelegde leidingen. Rechts. Eventueel egaliserende Anhydriet vloelaag.

Bij een bestaande betonnen vloer met minimaal 2 cm dikke afwerklaag, kan in die afwerklaag een kanaal gefreesd worden voor 16/2 LTV buizen. Maximum lus-lengte 90 m naar het verdeelblok.

De voordelen van deze optie zijn:

- Geen verhoging van de afgewerkte vloer, waardoor er (bijna) geen deuren aangepast hoeven te worden of er drempels tussen de ruimtes ontstaan of de kamerhoogte kleiner wordt.
- De eerste traprede verandert dan ook niet in hoogte.
- Snelle levering, meestal binnen een week geregeld inclusief aanleggen leidingen.
- Toepassing van standaard 16mm/2mm LTV-leidingen. Deze zijn 16 mm buitenafmeting en dus dikkere leidingen dan het dunne Warp-systeem, waardoor de doorstroom weerstand minder is en de lus-lengte vanaf het verdeelblok langer kan zijn.
- Door de grotere doorstroom van warm water kan de opwarming sneller zijn dan bij de systemen met dunne leidingen.
- Omdat de betonvloer in haar geheel wordt opgewarmd, zal deze ook langzaam afkoelen.

De nadelen van het infresen van de dekvloer zijn het volgende:

- Het oppervlak van de vloer moet bij een ongelijke vloer eerst vlak gemaakt worden.
- Het fresen is niet mogelijk wanneer de estrichlaag dunner is dan 20 mm en wanneer er (elektra of water of gas) leidingen in de afwerklaag zitten. Er moet dus eerst een onderzoek plaats vinden of de dikte genoeg is en er geen leidingen lopen.
- De LTV-leidingen lopen vlak onder de afdekvloer en zullen dat oppervlakte snel verwarmen, maar tegelijkertijd gaat veel warmte in de betonvloer zitten. Het effect is dat de opwarmtijd langer duurt (tot twee dagen) dan wanneer er onder de LTV-leidingen een isolatielaag zit.
- Het effect van het voorgaande is dat de thermostaat geen bezuiniging oplevert met een instelling op dag- en nachttemperatuur of een hoge en lage stand. De temperatuur van de kamer kan daarom slechts met een flinke vertraging van minstens een of twee dagen geregeld worden.
- Bij een te hoge thermostaat temperatuur ($> 18^{\circ}\text{C}$) zal de energieconsumptie hoog zijn en kan deze groter worden dan met een sneller regelbare gas-CV. De LTV is dan niet zuiniger dan de eerdere radiatoren. De warmtepomp ($\text{COP} \geq 4$) zal over het algemeen wel zuiniger zijn dan de gas-CV ($\text{COP} 2,5$), maar de energierekening kan dan wel op hetzelfde uitkomen.
- Bij een lage temperatuur van de thermostaat ($\approx 16^{\circ}\text{C}$) kan het comfort minder zijn.
- In vergelijking met een vlak vloeroppervlak waar de leidingen op gelegd kunnen worden, kost het infresen ongeveer euro 40/m² (prijspeil 2023). Bij grote oppervlaktes daalt de gemiddeld m² prijs tot euro 30/m² (100 m²).

Na het leggen van de buizen en controleren op druk, kunnen de buizen zeer vlak worden dichtgesmeerd met een krimparme renovatie cement. Hierna komt een erg dunne vloei-egalisatie laag. Vooral bij het direct afplakken van de vloer met dunne PVC is dit belangrijk.



Figuur 19. Ingefreesde vloer dichtgesmeerd na druk controle.

Wanneer de kamers al aan de lage kant zijn, bestaat er ook de optie om wandverwarming toe te passen. Hierdoor gaat er geen kamerhoogte verloren. Achter de wandverwarming moet dan wel weer isolatie zitten, tenzij de achterliggende ruimte ook verwarmd moet worden. De afwerking van de wandverwarming moet extra dun zijn zodat de wand voldoende stralingswarmte geeft.

Aanvoerleiding vloerverwarming extra isoleren.

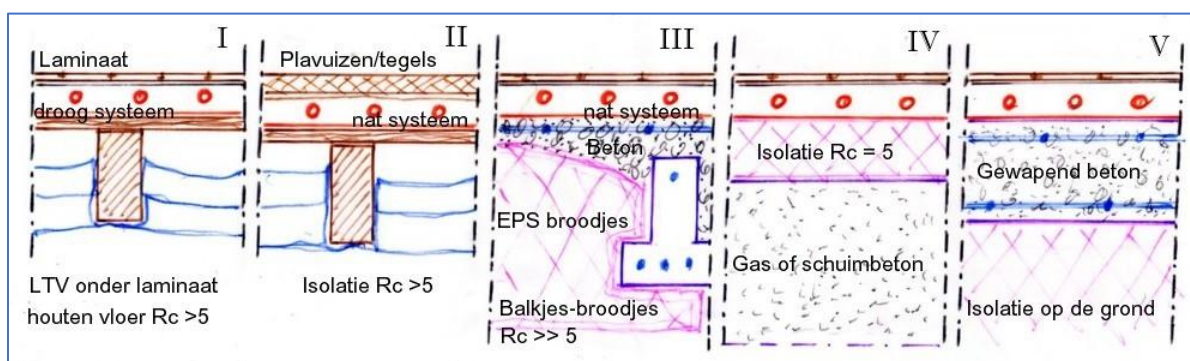
Bij een woning was een schuimbetonvloer aangelegd **over de hoofd aanvoerleiding** van de warmtepomp buiten, naar het verdeelblok binnen. Deze leiding lag niet in een extra geïsoleerde mantelbuis, maar met de gewone isolatie in het zand en gaf dus veel warmte af aan dat zand onder het schuimbeton. Daar viel niets meer aan te veranderen, tenzij men een ander (langer) traject voor die hoofdleiding maakt. Voor die warmtepomp is er dus altijd extra **warmteverlies** naar onder het schuimbeton.

E. De opwarmtijd en warmteopslag.

Hoe dunner de isolatie tussen de LTV-vloerverwarming en de bovenkant van de vloerafwerking is, hoe sneller dat vloeroppervlakte warm zal worden. In dat geval reageert de vloer snel op de thermostaat instelling. Een houten plankenvloer of parket op de vloerverwarming isoleert.

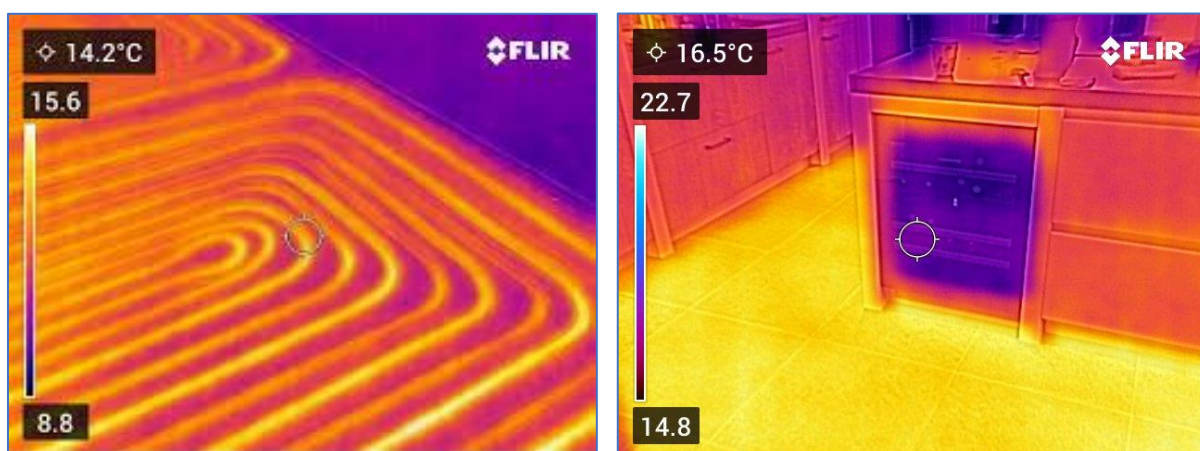
Bij een woning was de LTV in de betonvloer aangelegd. Hierdoor duurde de opwarming te lang naar de zin van de bewoners en zij installeerde een airco. Echter de airco had direct invloed op de thermostaat die door de warme luchtstroom de vloerverwarming uitschakelde. De Gas-Cv was daarna alleen voor het tapwater en de vloer bleef koel..

Als zoals bij de Warp-LTV er geen cement (pasta) rond de dunne leidingen wordt gesmeerd, en onder de leidingen en luchtspouw buizen een reflecterende folie ligt zal de vloer snel opwarmen. Bij het kiezen van een LTV-vloerverwarming systeem zal de isolatie en de eigen (warmte)massa van de vloer invloed hebben op de mate van verwarming. Er zijn 5 hoofdgroepen.



Figuur 20. Voorbeelden van vloerverwarming systemen op bestaande vloeren.

I: Dunne/lichte topvloer. Kleine warmtemassa, snelle opwarming, korte reactietijd van de thermostaat. Goede isolatie onder de vloerverwarming en daardoor weinig warmteverlies naar beneden. Dit is het aanbevolen systeem voor woningen.



Figuren 21. Links. Dunne topvloer van PVC (Vinyl) met weinig warmteverlies naar onderen. Rechts. Tegelvloer in de keuken met koelkast. De tegels geven een gelijke verdeling van de warmte, maar onder het loopgedeelte van de keuken of onder de koelkast is respectievelijk geen vloerverwarming nodig en werkt tegengesteld.

II: Dikke/zware topvloer. Veel grotere warmtemassa dan I en daardoor langere tijd nodig voor opwarming en afkoeling. Met een modulerende thermostaat maakt het niet veel uit in tijd, want die begint dan eerder met opwarmen. Wanneer er met twee temperaturen wordt gewerkt kan de thermostaat eerder lager gezet worden, want de vloer blijft dan warm.

III: EPS-broodjes en balkjes. Deze dragende systeemvloer onderconstructie is goed isolerend, maar wordt afgewerkt met een dunne betonnen druklaag die een slechte isolatie heeft en een vrij grote warmtemassa. Wanneer er direct onder de vloerverwarming geen isolatie zit zal vrij veel warmte in het beton gaan zitten. Bij het aanleggen van een nieuwe systeemvloer kan deze lager worden aangelegd zodat er isolatie onder de vloerverwarming kan komen. Voor woningen zou hier onder de vloerverwarming een minimum isolatielaag moeten zitten van ongeveer $R_c = 3$.

IV: Een drukvaste isolatielaag (XPS) met een isolatiewaarde van $R_c = 5$ direct op de betonnen draagvloer en direct onder de vloerverwarming zorgt voor een snelle vloer opwarming en weinig warmteverlies naar beneden. Deze optie moet ook gekozen worden voor schuimbeton omdat dat beton zelf weinig isolatiewaarde heeft. Die isolatiewaarde van schuimbeton is alleen relevant bij een grote dikte ($1 \text{ cm} \approx R_c 0,1$).¹⁸ Bij 35 cm schuimbeton is dan de isolatiewaarde $R_c = 3,5$ of de minimum vloerisolatie volgens de bouwnorm (en subsidie). Drukvast PIR heeft een isolatiewaarde bij $1 \text{ cm} \approx R_c 0,45$ dus 4,5 X zoveel als schuimbeton.

V: Een betonvloer of NeHoBo of andere betonnen systeemvloer direct onder de vloerverwarming levert heel veel warmteverlies op om die vloer op te warmen. Dit is alleen relevant in bijvoorbeeld ziekenhuizen waar de temperatuur constant (hoog) moet zijn. Omgekeerd kan dit relevant zijn voor koelhuizen waar de koeling in de grond zit en de vloer constant koud moet zijn. In deze situaties zal het weinig verschil maken wanneer de verwarming of koeling een aantal uren niet werkt.

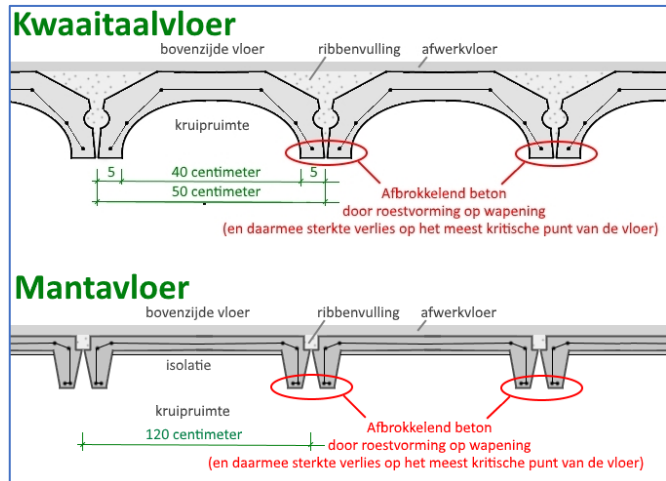
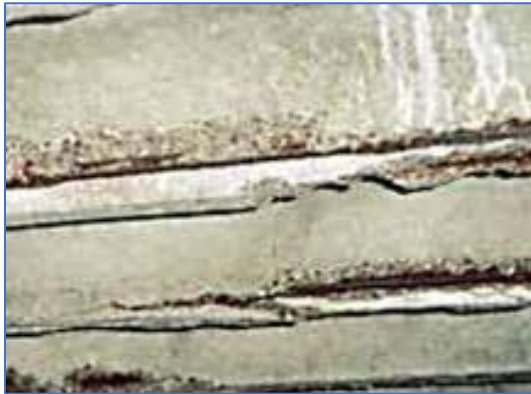
VI: Onder een betonnen vloer of NeHoBo vloer waarin de LTV direct is in-gefreest (*Figuur 19*) en die een kruipruimte heeft is het verstandig om die onderzijde van de minimum vloerisolatie $R_c = 3,5$ te voorzien of beter.

5. Behoud van een betonnen of Nehobo systeemvloer

Woningen uit de jaren 1950-1960 hebben soms Kwaaitaal vloeren of Mantavloeren. Afhankelijk van het (winter)seizoen waarin ze zijn gemaakt en de fabrikant, kunnen deze vloeren corrosie van de betonwapening vertonen. Dit kan hersteld worden en zwaar beschadigde vloeren versterkt. NeHoBo vloeren (Nederlandse Holle Baksteen) zijn strengpers baksteen elementen in stroken die ook met betonwapening zijn versterkt. Schade aan deze vloeren komt minder voor, maar vóór het na-isoleren aan de onderzijde en het aanbrengen van LTV-vloerverwarming bovenop zullen deze systeemvloeren gerepareerd moeten worden.

¹⁸ Verschillende schuimbetonbedrijven stellen dat het schuimbeton isoleert en er daarom geen isolatie onder de vloerverwarming nodig is. Het isoleert echter maar $R_c=1$ voor elke 10 cm. Dat betekent dat er zonder isolatie op het schuimbeton erg veel warmte in het schuimbeton gaat zitten voordat de kamer verwarmd wordt. Het temperatuur regelen met de thermostaat is dan nauwelijks relevant omdat de kamertemperatuur dan een reactietijd heeft van ongeveer een tot twee dagen.

Oude betonnen systeembloeren komen voor in oudere woningen die vaak een netto kamer hoogte hebben van slechts 240 cm. Wanneer deze vloeren aan de bovenkant een LTV-vloerverwarming krijgen (+ 5 cm) zal dat de kamerhoogte verkleinen.



Figuren 22. Kwaaitaal of Mantavloer uit de jaren 1960-1970 met betonrot zijn te herstellen.

Om dikke thermische isolatie op de NeHoBo of betonnen vloer aan te brengen is bij deze lage etage hoogte niet geadviseerd¹⁹. Zonder goede isolatie bovenop zullen deze vloeren erg veel warmte absorberen, reden waarom goede isolatie aan de onderzijde erg belangrijk is.

Bij isolatie onder de NeHoBo of betonnen vloer zal door de grote thermische massa van die vloer de kamer langzaam opwarmen en langzaam afkoelen. Het steeds tijdelijk hoog en laag schakelen van de thermostaat heeft dan weinig zin. Bij slechte of matige muur- en glasisolatie in de woonruimte zal er dan veel warmteverlies optreden.

Figuren 23.
Links: Nehobo vloer met corrosie van de wapening.

Rechts: Versterking van Kwaaitaalvloer. Vloerplastic.



6. Verschillende soorten vloerisolatie

Voordat onder de vloer geïsoleerd gaat worden is het nuttig om het puin uit de kruipruimte te verwijderen en een stevig grondzeil/plastic/bodemfolie aan te brengen.

Deze **stevige bodemfolie-dekzeil**, vermindert de vochtverdamping en Radon emissies uit de bodem, maar vooral werkt het prettiger. Door verminderde verdamping zal het ook minder koud zijn. De luchtvochtigheid wordt erdoor gereduceerd, waardoor ook de kans op schimmels verkleint; het is echter geen isolatie.

¹⁹ Omdat het hier oudere (huur)woningen betreft zal de algehele buitenschil isolatie ook vaak slecht zijn. In sommige situaties zoals bij woningcorporaties zal sloop-nieuwbouw geadviseerd worden.

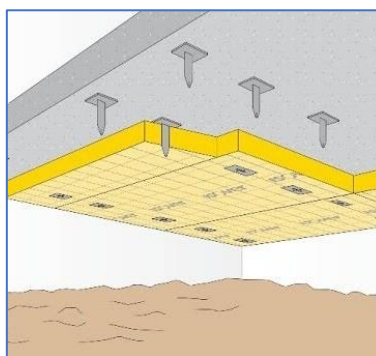
Voor het onder de betonnen vloer aanspuiten met Biofoam of **Icynene H2foam** en Jetspray is een goede werkhoogte van ≥ 50 cm noodzakelijk. Zie ook: WHITECHEM SPR 210, *Open Cell, Spray Polyurethane Foam*, met water als blaasmiddel²⁰. Deze zijn gespoten met water-gedragen HFO's wat weinig broeikasgassen (CO₂) oplevert. Na het aanbrengen moet de ruime wel een aantal dagen extra geventileerd worden.

Verschillende isolatiebedrijven zullen bij voldoende werkhoogte (> 50 cm) onder houten vloeren ook Foamspray aanbieden omdat het snel werkt en daarom weinig arbeidskosten heeft. Het isoleert bij ≈ 15 cm dikte voldoende, maar wordt meestal erg onregelmatig aangebracht. Het plakt op het hout en het is daarom niet meer te recycleren, dus weinig duurzaam. Wanneer er > 40 cm onder de vloerbalken ruimte is zijn andere materialen zoals Tonzon, glaswol en steenwol duurzamere opties.

Na het isoleren van de vloer moet de woning **gedurende een week wat ruimer geventileerd** worden²¹. Bij steenachtige vloeren of NeHoBo kunnen glaswolplaten moeilijk worden aangebracht, maar kan gespoten Biofoam makkelijk worden aangebracht.



Figuur 24. Oranje bodemfolie van Tonzon (ook bouwmarkt) werk schoon en prettig.



*Figuren 25. Het aan de onderkant isoleren van betonnen systeemvloeren kan met PU-foam (niet aanbevolen vanwege **milieutechnisch onaanvaardbaar**) of met glaswoldekens die met glaswol-paraplu-plakkers worden vastgehouden. Dit kan ook met Doe Het Zelf (DHZ).*

²⁰ Biofoam is een biologisch alternatief voor traditionele isolatiematerialen, dus duurzamer en milieuvriendelijker (ook niet goed recyclebaar), terwijl PU-foam (polyurethaan-foam) gespoten PUR-schuim is, dat zowel gevaarlijke stoffen bevat als noch milieuvriendelijk, noch duurzaam of circulair is. Icynene is opencellig PUR-schuim en voor grote delen van Nederland i.v.m. de vochtigheid eigenlijk ongeschikt.

²¹ In principe mag vanaf het spuiten met isolatie foam de woning voor 24 uur niet bewoond zijn en moet goed worden geventileerd geventileerd. Deze maatregel wordt in Nederland niet goed gehandhaafd.

Een door een aannemer²² aangelegde vloerisolatie (R_c 3,5 met subsidie), ten opzichte van een niet geïsoleerde houten, NeHoBo of betonnen systeemvloer is binnen **de 5-6 jaar terugverdiend**²³ (2024: Gas € 2,50/m³) bij een gemiddelde woonkamer temperatuur (dag en nacht) van 18°C. Dat is een economisch/energetisch rendement van meer dan 20%/jaar.

Uzelf of een **klussenbedrijf** kan 10 -12 cm steenwol/Ecose-glaswol (R_c = 2,5 tot R_c = 3) of 6 cm PIF-deken aanbrengen. De toepassing van een **stevig grond-dekzeil**, (dik plastic) is aanbevolen om Radon emissies en vochtverdamping uit de bodem tegen te gaan en het werkt prettiger. Bij gewone glaswol dient beschermende kleding, mondkapje en een bril gedragen worden. Ecose glaswol is behandeld zodat het niet prikt.

De kruipruimte is goed te isoleren (wanneer hoger dan 40 cm onder de balken). Een isolatiebedrijf zou dat zelf willen beoordelen en in het kruipruimte moeten kijken. Bij te weinig hoogte voor het aanbrengen van Tonzon www.tonzon.nl (€ 40/ m²) kunnen misschien 6 cm PIR-dekens onder de vloer of buigbare steenwol isolatieplaten (12 cm met R_c = 3,0) tussen de balken worden gemaakt.²⁴ De nieuwbouw of Tonzon isolatiewaarde is $R_c \geq 3,7$. Hiermee wordt de vloer ook comfortabeler (+ 2 tot +3 °C) en verhoogt de woningwaarde.

Een isolatiemateriaal is de PIF-deken, een meerlaagse multi-folie dampdichte isolatiedeken met hoog reflecterende folies (HRF) die onder de vloerbalken kan worden bevestigd met speciale bevestigingsmiddelen. Dit komt in 6 cm en 6-laags met isolatiewaarde van $R_c \approx 3,0$. Ook een 8-laags en 8 cm PIF-deken met $R_c \approx 4,0$ is mogelijk. Hetzelfde materiaal ook voor muur- en zolderisolatie. Er zijn meerdere soorten meerlaagse multifolie isolatiedekens in de markt beschikbaar. **Alleen de juiste toepassing bepaald de isolatiewaarde. Bij het samenpersen verliest het de isolatiewaarde.**



Figuren 26. Multifolie-deken zoals PIF en paraplu-spijker voor onder de balklaag.

Rechts: Bij kleine kruipruiken zal het moeilijk zijn om grote stijve panelen onder de vloer te brengen. Flexibel Isolatiemateriaal dat oprolbaar is of opvouwbaar is eenvoudiger. Bij een ruim kruipruimte kan eventueel Actis Hybris 50 mm worden toegepast.

Toegevoegde R_c -waarde 1,5. Met een 2 cm luchtlaag langs de HRF-zijde R_c = 2,2.

²² Aannemers leveren graag gespoten isolatie omdat dat snel is en er daarom een goede marge op zit.

²³ In verband met sterk veranderende energietarieven sinds 2022 zal dit gegeven wijzigen met die tarieven.

²⁴ Door de steenwol platen 1 cm groter af te knippen kunnen ze omhoog tussen de balken worden vastgedrukt. Onder de platen kunnen rachels (18mm x 44mm) gespijkerd worden tegen eventueel uitzakken.

Voor PIF en soortgelijke multi-folie isolatiedekens zijn er speciale paraplu-spijkers-stift die de isolatie niet samendrukken. Voor toepassingsaspecten van multi-folie dekens zie bijlage van 'DUNNE binnenzijdige gevelisolatie' op www.nienhuys.info

Figuren 27. Het is goed om de fundering mee te isoleren.

Links: Iso spray of HFO schuim²⁵.

Niet aanbevolen, milieutechnisch onaanvaardbaar.



Rechts: EPS- dekens als bodemisolatie, ook tegen de zijkant van de fundering. Dit heeft een wat minder isolerend effect dan isolatie onder de vloer en je krijgt ook minder subsidie (bij uitvoering door aannemer).

Tussenmuren bij rijtjeswoningen hebben funderingen die ook in/op de grond zitten, maar hebben wat minder warmteverlies dan de funderingen van buitenmuren. Het warmteverlies is een functie van het verschil tussen de binnen- en buitentemperatuur. Die (meestal niet geïsoleerde) tussenmuur fundering zit helemaal in de grond en is daardoor warmer dan de (matig geïsoleerde) buitenmuur fundering. Isolatiebedrijven stellen daarom dat het isoleren van de tussenmuurfunderingen minder relevant is. Het is dan aan de woningeigenaar om aan te geven of dat wel of niet moet, afhankelijk van de extra kosten.

7. Bodemisolatie

Bij een kruipruimte met te weinig werkhoogte (< 40 cm en > 25 cm) kan een isolatiebedrijf bodemisolatie aanbrengen wanneer deze ingebracht kan worden²⁶. Bij de meeste bodemisolatie systemen zal onder de houten balklaag toch nog geventileerd moeten worden. Hierdoor zal bij koude winters het isolerende effect minder zijn dan van vloerisolatie direct onder de houten vloer. Wanneer vloerisolatie mogelijk is dat de voorkeur heeft boven bodemisolatie.²⁷

- A. Isolatiedekens, gevuld met EPS-korrels functioneren ook als grondafdekking tegen vocht en radon. Bodemisolatiedekens kunnen ook tegen de fundering worden opgezet. *Figuur 20*. Een voordeel van isolatiedekens is dat ze in hun geheel weer verwijderd kunnen worden.
- B. EPS-korrels of parels. Kunnen makkelijk ingeblazen worden. EasyPearl van EasyCell. EPS gaat drijven bij vollopen van de kruipruimte. Hierdoor blijft de isolatiewaarde in stand. De EPS absorbeert nauwelijks vocht. De toepassing van een grondzeil is weinig relevant.

²⁵ Hier is te zien dat de dikte erg onregelmatig is. Bij het contracteren van Biofoam moet het duidelijk zijn dat overal de minimum isolatie van minstens Rc 3,5 wordt toegevoegd.

²⁶ Sommige "snelle" isolatiebedrijven stellen ook voor om bodemisolatie te nemen wanneer er wel voldoende hoogte onder de balken is om vloerisolatie te nemen. Dat levert minder isolatie op dan vloerisolatie.

²⁷ Met de 2023 bestaande subsidieregelingen is de subsidie op bodem isolatie minder dan van vloerisolatie.

- C. Schelpen (zwaar met 700 kg/m^3). Dit is een natuurproduct en heeft goede vocht absorberende eigenschappen. De isolatie en vochtwering verdwijnt als ze geheel onder water komen te staan. Eenmaal gelegd kan het niet even opzij geduwd worden voor onderhoud aan leidingen. De hoogte wordt dus kleiner. Muizen houden niet van losse vloerisolatie.
- D. DroCom isolatiechips. Lichtgewicht, goedkoop, snel in te blazen. EPS-chips (www.Drowa.nl ongeveer € 30/ m^2). Kan in een halve dag worden aangelegd (50m^2 - 60m^2). Hierbij ligt het condensatiepunt op de grond, onder de isolatie. Makkelijk opzij te schuiven of er weer uit te zuigen t.b.v. leidingenwerk.

Opgelet.

Sommige (snelle internet-advertentie) bedrijven bieden via simpele offertes 'vloerisolatie' aan, maar als ze het komen afleveren wordt er 'bodemisolatie' toegepast. De offertes zijn niet gespecificeerd, noch op de isolatiewaarde (minimaal $R_c = 3,5$) of het aantal m^2 .

Een klant die het verschil niet weet zit dan met een matige isolatie, voor de hogere prijs van een vloerisolatie. Bij het indienen van de factuur voor subsidie mag dan geen vloerisolatie (meer subsidie) worden geclaimd, anders is dat frauderen.

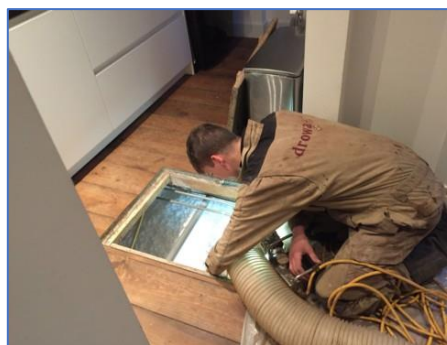


Figuren 28. Links: EPS-korrels of parels volblazen.

Midden: Chips kunnen ook in zakken worden aangeleverd waarna de woningeigenaar zelf de isolatie kan aanbrengen.

Rechtsboven: Vanuit een vrachtwagen en een pomp auto wordt met lange slangen de chips onder de vloer geblazen. (Drowa)

Rechts: De slang gaat via het kruipluik naar alle hoeken.



8. Geen kruipluik aanwezig of vochtige kruipruimte

Wanneer de topvloer van de begane grond etage is vervangen voor een mooiere vloer zoals parket (woonkamer) of tegels (gang, keuken), kan het kruipluik naar de kruipruimte afgesloten zijn. Een veel voorkomende plaats voor een kruipluik is achter de voordeur (onder de mat) of bij de keukendeur. In woningen met een kelder kan de kruipruimte soms via de kelder bereikt worden. Een isolatiebedrijf zal wel onder de vloer willen kijken als er een goede offerte moet komen.

- Bij een parket is er de optie dat men zelf of een parketbedrijf een sector van 60 cm x 80 cm openmaakt waar een kruipruimte in de vloer gemaakt kan worden.
- Bij oudere woningen zit er vaak een kruipruimte in een kastvloer naast de schuifdeuren die de twee woonvertrekken scheiden. Wanneer er later een enkele grote woonruimte van gemaakt werd, werd dat kruipruimte meestal afgesloten.
- Bij veel jaren-'30 woningen zit er vaak geen verbinding in de kelder-bouwmuur tussen de gang- en de woonkamer-kruipruimtes.
- Een isolatiebedrijf zal een lokale aannemer inhuren om een doorkruip-gat in die draagmuur in de kelder te maken. Dit moet bij voorkeur onder een deurdoorgang.
- Wanneer de kruipruimte vol met puin ligt en er daardoor niet te werken valt, kan een isolatie bedrijf iemand inhuren om het puin uit te ruimen. In sommige situaties kan het isolatiebedrijf er omheen werken.
- Wanneer de kruipruimte heel erg vochtig is, moet eerst gekeken worden naar mogelijke oorzaken zoals een lekke riolering/waterleiding of verkeerde afwatering rond het huis.
- Een vochtige kruipruimte veroorzaakt schimmel en kan gezondheidsklachten veroorzaken.
- Bij een blijvend vochtige kruipruimte is bodemisolatie met EPS een goede optie.
- Bij ratten, gaat een isolatiebedrijf niet werken en moet de gemeente ingeschakeld voor ongediertebestrijding. Bij oude woningen kan het zijn dat er nog lege rioleringsbuizen lopen waardoor het ongedierte toegang heeft. Vroeger liep het riool achter de woningen langs of zaten daar de zinkputten. Deze werden met de tijd vervangen voor riolering in de straat.
- Bij het na-isoleren van de vloer is het belangrijk dat leidingen van CV en water ook na-geïsoleerd worden. Dat kan door het omwikkelen met bubbeltjes folie plus Tonzonfolie.

9. Offertes beoordelen

Omdat de energietarieven omhoog zijn gegaan, wordt isolatie steeds belangrijker en zijn er veel bedrijven die isolatie aanbieden. Via internetadvertenties kan dan snel een (goedkope) offerte worden verkregen. Het goed kunnen beoordelen van offertes is dan belangrijk.

- Vloerisolatie of bodemisolatie? De klant vraagt meestal vloerisolatie aan en het bedrijf offreert dan vloerisolatie, maar in werkelijkheid wordt er bodemisolatie geleverd dat meestal een mindere isolatiewaarde heeft dan vloerisolatie.²⁸ Extra email voor de duidelijkheid!!

Bij een Internetofferte stond er alleen maar 'vloerisolatie eps'. EPS is Expanded Polystyreen korreltjes of chips. Dit wordt soms in plastic zakken als gronddekens geleverd, maar EPS is zelden vloerisolatie. Wanneer er EPS wordt aangeboden en de ruimte onder de balken is ≥ 40 cm dan is dat slecht werk met snelle bedrijfswinst.

- Bodemisolatie ($\approx$ euro 30/m²) kost iets meer dan de helft van vloerisolatie ($\approx$ euro 45/m² tot euro 60/m² afhankelijk van systeem). De subsidie voor bodemisolatie is ook ongeveer de helft (euro 6/m²) dan van vloerisolatie (euro 11/m²). Dat laatste is gerelateerd aan de lagere isolatiewaarde van bodemisolatie.
- Ventilatie? Boven bodemisolatie of onder vloerisolatie moet wel wat geventileerd blijven. Damp moet afgevoerd worden. Bij vloerisolatie wordt er bij voorkeur een grond afdekfolie toegepast, maar ook dan is een beetje ventilatie noodzakelijk. Bij bodemisolatie moet er

²⁸ Er moet in dit geval een beter gedetailleerde offerte komen, met de isolatiewaarde.

tussen de vloer en de isolatie laag geventileerd worden; hierdoor zal de effectieve isolatie in strenge winters minder effectief zijn dan vloerisolatie. Bij reeds toegepaste spouwmuurisolatie moeten er nieuwe ventilatiekokers zijn aangebracht om onder de vloer te ventileren.

Opgelet:

Een **spouwmuur** isolatiebedrijf moet deskundig zijn in het aanbrengen van de ventilatiekokers van buiten boven het maaiveld tot onder de vloer. In een woning vroegen de isoleer-cowboys aan de bejaarde woningeigenaar waar die ventilatie moest komen. Toen de woningeigenaar dat niet wist hebben ze een kokertje aan één kant van de woning geplaatst. Ventileren moet van voren naar achteren. Door drukverschil tussen de buitenkanten voor en achter van de woning ontstaat er een luchtstroom, niet met een enkel gaatje aan een kant. Dat wil zeggen dat bij een tussenwoning er twee kokertjes aan de voorkant moeten komen en twee aan de achterkant.

Wanneer één zijde van de woning met een houten vloer helemaal dicht is gemaakt, omdat er bijvoorbeeld een serre is aangebouwd op een betonnen funderingsplaat is het nodig om een mechanische ventilatie aan te brengen.

- CV-Leidingen isoleren. Onder de vloer lopen meestal CV-leidingen. Wanneer deze met de vloerisolatie worden ingepakt is dat in orde, maar bij bodemisolatie moeten de leidingen apart geïsoleerd worden, want die zitten dan boven de bodemisolatie. Ook hier is een extra email aanbevolen om daar duidelijkheid in te krijgen.
- Het kruipruim kan van onderen geïsoleerd worden, maar het mag niet dichtgeplakt worden.

In een woning hadden de isoleer-cowboys het kruipruim volledig geseald, maar de watermeter zat eronder. Na wat geargumenteed te hebben, hebben ze de watermeter weer toegankelijk gemaakt.

- De nieuwe isolatiewaarde van de vloer moet vermeld worden. Als dat niet zo is dan is er ook geen verplichting om een bepaalde isolatiewaarde te leveren. Het resultaat kan zijn dat er ver onder de minimum nieuwbouwnorm wordt geleverd zoals vaak het geval is bij bodemisolatie.

In een offerte stond 'vloerisolatie EPS' voor een bedrag dat iets goedkoper was dan andere soorten vloerisolatie. Er werd echter EPS-bodemisolatie geleverd, dus voor een bedrag dat ruim hoger was dan gewone bodemisolatie. Het was snel werk (een uur de hele vloer van een tussenwoning) en in de uithoeken was de dikte minder dan 20 cm.

Deze woningeigenaar werd dus opgelicht (en kreeg een mindere isolatie) omdat deze het verschil tussen vloerisolatie en bodemisolatie niet wist.

- Op de factuur moeten het aantal m² staan, het materiaal, het soort vloer/bodemisolatie, de toegevoegde isolatiewaarde en de garantievoorwaarden. Zonder die gegevens is er geen subsidie mogelijk.

- Om subsidie te ontvangen moet de minimum toegevoegde isolatiewaarde Rc 3,5 zijn. Het minimum oppervlakte moet 20 m² zijn. Bij een enkele maatregel wordt 15% subsidie verleend, maar bij twee of meer maatregelen wordt 30% subsidie verleend op alle maatregelen. Hetzelfde geldt voor dak- en muurisolatie.

Figuur 29. Richtprijzen Energie Verbonden collectieve inkoop vloerisolatie 2022. De tarieven zijn inclusief BTW zonder extra's zoals ventilatieroosters.

Opgelet! HFO schuim toepassing is milieutechnisch onaanvaardbaar.

Bodem		
HR++ (20cm)	€26,00-€27,00	€6,00
Vloer		
HR++ HFO Schuim	€39,00	€11,00
Icynene H2 Schuim	€38,50	€11,00
Elastostrap HFO Schuim	€36,75	€11,00
HR Trifoil Aluminium kussens	€44,00	€11,00
PIF meerlaags isolatiefolie	€42,50	€11,00
Ecose glaswoldeken	€45,00	€11,00

10. Vervangen van de hele woonkamervloer en LTV-vloerverwarming toepassen

Bij renovatie van woningen met een slechte houten begane grond (zonder kelder) vloeren zal vaak gekozen worden voor de optie om de hele begane grondvloer te vervangen voor een goed geïsoleerde systeemvloer (Rc = 5,0) in combinatie met LTV-vloerverwarming.

Wanneer de hele vloer openligt of net vernieuwd is, is dat tegelijk het juiste moment om de spouwmuuren (na-geïsoleerd Rc = 1,7) binnenzijdig extra te isoleren tot een Rc = 4,7.²⁹

Wanneer de muren zijn gestuukt en geschilderd zal een woningeigenaar minder bereid zijn om dan weer een extra isolatie op de binnenkant te zetten.

Er zijn drie hoofdsystemen waarbij de bovenkant van de afgewerkte vloer precies even hoog kan komen als de vroegere kamervloer³⁰:

- (1) Bij een lage kruipruimte (< 40 cm) kan er op de geëgaliseerde grond een laag schuimbeton³¹ gestort worden die aan de bovenkant inclusief de LTV vlak wordt afgewerkt. Het schuimbeton is weinig isolerend. Het is hierbij verstandig dat er op het schuimbeton een isolatielaag komt onder de LTV.
- (2) Bij een lage kruipruimte kan op de geëgaliseerde grond een dikke isolatielaag gelegd en daarop een (betonplaat (met krimpwapening). Daaroverheen komt dan de LTV en eventueel een natte betonlaag die glad wordt afgewerkt of geslepen. In de toplaag van het afwerk beton kunnen kleur of glinster stukjes worden aangebracht die bij het slijpen tevoorschijn komen. Dit type voer heeft een grote warmte-inhoud. De kamertemperatuur kan dan niet snel met de Cv-thermostaat geregeld worden.

²⁹ Zie document Binnenzijdige of buitenzijdige muurisolatie op www.nienhuys.info

³⁰ Bij het bepalen van het systeem is belangrijk om aan te geven waar de isolatie moet komen.

³¹ Schuimbeton (500 kg/m³) bestaat voor 70 procent uit luchtbelletjes en is daardoor licht van gewicht met een matige isolatiewaarde. Elke 10 cm schuimbeton geeft Rc = 1,0. Met 35 cm dikte levert dat Rc = 3,5. De aanbevolen dikte voor het schuimbeton is 40 tot 50 cm.

Een woningeigenaar met een goed geïsoleerde woning en LTV in de vloer vond dat het te lang duurde voordat de kamer warm werd. Na de aanschaf van een airco (lucht-Lucht warmtepomp) werkte de vloerverwarming niet meer want de thermostaat van de Cv reageerde op de warmte luchtstroom van de airco.

- (3) Bij een hogere kruipruimte (> 50 cm) kunnen er metalen of betonnen prefab balkjes worden aangebracht waartussen EPS zelfdragende vloerelementen passen waarop een druklaag wordt aangebracht. Als alternatief ook schuimbeton.



Figuren 30. Schuimbeton en afwerking. Bovenop komt isolatie en de LTV-vloerverwarming. De schuimbeton vloer draagt geheel op de onderliggende grond en belast niet de fundering van de woning.

De aannemer moet bekend zijn met schuimbeton. Door een toevoegen van een (biologisch) schuimmiddel komen er luchtbelletjes in het materiaal.

Schuimbeton is een mengsel van water en cement met een water/cement factor van $\approx 0,5$. Daarbij zit vaak ook kalk/gips en een schuimmiddel. Voor schuimbeton onder vloeren is de massa ongeveer $400 - 500 \text{ kg/m}^3$. Het wordt door het schuimmiddel erg vloeibaar.

Na ruim 24 uur kan je er op lopen, en kan de vloer afgewerkt worden met de LTV-vloerverwarming. Het volledig verhardnen/binden/drogen van het vocht in de vloer neemt ongeveer een maand.

Bij een goede mengverhouding wordt al het vocht gebonden en wordt de vloer dan tijdig droog. Bij een **verkeerde menging** kan het veel te nat zijn en blijven en dan moet de vloer weken openliggen om het vocht kwijt te kunnen door verdamping. Dit vocht komt dan in de woning en moet kunnen wegvloeien of weg-geventileerd worden.

Voordelen en nadelen.

- ✓ Schuimbeton is vooral een goede oplossing wanneer de kruipruimte zeer vochtig blijft.
- ✓ De kruipruimte vervalst.
- ✓ Het wordt in een kuip op een dik (0,15 mm) geheel waterdicht plastic grondzeil gestort.
- ✓ Het is meestal niet te verwerken bij vorst of regen (bij buiten verwerking).
- ✓ Voor het storten moet er een randfolie en randfoam worden aangebracht. Het restvocht van het schuimbeton moet langs die zijanten via dat randfoam eruit kunnen.
- ✓ Schuimbeton zal bij te veel opgesloten vocht (verkeerde menging) over een lange periode verliezen slechts (en alleen naar boven toe de woning is). De wachttijd voor het afwerken van

de vloer is in dat geval daarom minimaal drie maanden in een geventileerde ruimte. Dit heeft consequenties in de planning.

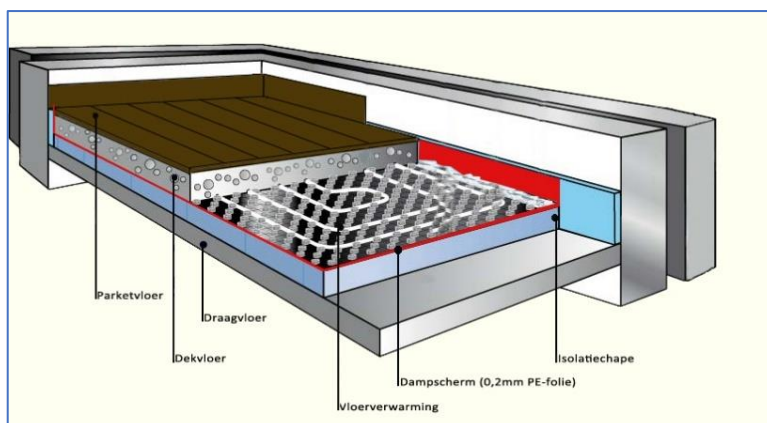
- ✓ Schuimbeton kan goedkoper zijn dan een betonnen systeemvloer (balkjes-broodjes).
- ✓ Bij zowel een nieuwe systeemvloer als schuimbeton kan de nieuwe bovenkant precies even hoog komen als de oude vloer.
- ✓ *Bij een hoge waterstand tot in de kruipruimte moet schuimbeton gekozen worden met een dichtheid van 1000 kg/m³ zodat het niet gaat drijven en er moet een toevoeging aan het mengsel komen zodat het waterdicht wordt. Een balkjes-broodjes vloer is dan veiliger.*
- ✓ Schuimbeton is gunstig om het op een vaste zandgrond te storten bij een dikte van 35 cm.
- ✓ *Bij een oude kruipruimte van meer dan 50cm moet er óf extra veel schuimbeton gestort worden óf moet er eerst een zandvulling worden toegepast en goed verdicht.*
- ✓ *Schuimbeton op natte kleigrond of veen storten is ongunstig want beide grondsoorten kunnen inklinken door verdroging (bodemdaling). Dan zakt de hele vloer t.o.v. de fundering. In deze situaties is een balkjes-broodjesvloer een betere oplossing.*
- ✓ Lichtgewicht schuimbeton is alleen geschikt voor het dragen van lichte binnenmuurtjes. Er mogen dus geen puntlasten op komen. Er kunnen geen ankers in geschroefd worden.
- ✓ Eventuele leidingen in de vloer moeten in mantelbuizen komen te liggen.
- ✓ Schuimbeton is na een dag beloopbaar, maar in een week voldoende doorgehard en na een maand volledig uitgehard.
- ✓ *Schuimbeton kan niet als afwerkvloer gebruikt; er moet een slijtvaste dekvloer op komen.*
- ✓ Schuimbeton moet worden afgewerkt met een zand-cementvloer of anhydrietvloer (gips-gebonden 5 cm) en kan niet als directe onderlaag fungeren voor de LTV-vloerverwarming.
- ✓ *Op de schuimbetonvloer moet bij voorkeur goede isolatie onder de LTV komen want anders verdwijnt veel warmte in het beton. Hiermee moet met de afwerkhoogte rekening gehouden.*

Figuren 31. De opbouw van een LTV-vloerverwarming op een draagvloer of schuimbeton.

De blauwe isolatie voorkomt dat de warmte van de verwarmingsleidingen in het beton gaat zitten. Hoe dunner die isolatie is, hoe langer het duurt voordat de kamer op temperatuur is en afkoelt. Bij een LTV-vloerverwarming systeem op beton is het niet zinvol om de thermostaat temperatuur veel te laten fluctueren.

De egaliserende anhydriet vloer heeft van zichzelf een wat betere isolatie dan de dikke schuimbetonvloer. De anhydriet vloer is een vrij zachte en heeft een week nodig om te verharden.

De natte anhydriet gietvloer egaliseert zichzelf en geeft een goed vlak oppervlak.



Schematische weergave opbouw Top Renovloer

Leefvloer inclusief eventuele onderlaag en lijn	?? mm
Anhydriet dekvloer met vloerverwarming	60 mm
Schuimbeton	350 mm of meer

11. Geïsoleerde betonnen systeemvloer.

Een geïsoleerde betonnen systeemvloer bestaat uit balkjes waartussen EPS-broodjes worden gelegd. Balkjes kunnen van **beton** zijn en op maat op de bouwplaats aangeleverd. Ook kunnen ze op de bouwplaats op maat worden gezaagd. In sommige situaties zal er een strook tegen de fundering aan worden gemetseld of gestort waar de balkjes op dragen.

- ✓ Balkjes kunnen **dun-metalen kokerprofielen** zijn. Deze zijn lichter van gewicht en daardoor makkelijker te verwerken. In sommige situaties kunnen deze in de openingen van de verwijderde houten balken worden geplaatst.
- ✓ Balkjes kunnen van **dun-metalen I-profielen** zijn. De verwerking is ongeveer hetzelfde als de kokerprofielen.
- ✓ Van de EPS-broodjes vloer is de isolatiewaarde hoog (15 cm geeft $R_c = 4,5$).
- ✓ Witte EPS heeft het voordeel dat het volledig recyclebaar is.
- ✓ Op de EPS wordt een druklaag van gewapend beton gestort waarop die na ongeveer twee uur beloopbaar is. De druklaag is in een week voldoende verhard en kan lichte binnenmuren dragen. Ook kunnen hierin verankeringen worden geplaatst. Elektraleidingen kunnen in de drukvloer gestort worden. Er is hier geen lange droogtijd nodig.
- ✓ Een dunne isolatie kan eventueel onder de LTV-vloerverwarming komen. Omdat de druklaag slechts een kleine massa heeft en onder de druklaag een dikke EPS laag zit, kan deze dunne isolatie ook achterwege blijven.



Figuren 32. Links: I betonbalkjes. Midden: dunmetalene I-profielen. Rechts: Dunmetalene I kokerprofielen die op maat geleverd of gezaagd worden.

Het EPS-vloersysteem op balkjes laat een kruipruimte over, maar de kruipruimte wordt wel lager dan deze eerst was omdat de dikte van de EPS-systeemvloer groter is dan de vroegere houten balken.



Figuren 33. Links: I betonbalkjes op aangestorte funderingsrand. Midden: beton druklaag met wapeningsnet. Rechts: Natte afwerking met anhydriet gietlaag waar de LTV-vloerverwarming in zit.

Betegelde vloeren hebben een goede warmteoverdracht, maar hebben een eigen warmte opslag. Hierdoor zal de kamertemperatuur niet snel geregeld kunnen worden.

Een **houten parketvloer** geeft voor vloerverwarming veel isolatie en is niet aanbevolen. Bij parket zullen vloerdelen met vloerverwarming kunnen krimpen en naden veroorzaken. Een parketvloer met slechts een gedeelte vloerverwarming is niet aanbevolen vanwege mogelijke krimpverschillen. Een folie laag direct onder de houten vloer is erg nadelig; dan moet de temperatuur van de LTV hoger zijn, en moet je harder stoken.

Dik **planken parket** isoleert nog meer; in dat geval zal er veel warmte in de draagvloer gaan zitten.

Figuur 34. Een plankenvloer kan ook op regels gelegd worden. Hoe dikker de verwarmingsleidingen zijn, hoe beter de warmteafgifte zal zijn, en hoe groter de afstanden tussen de buizen. Ook is de weerstand in de buizen minder.

Bij het dünnere Warp systeem zijn er dus buisjes om de 10 cm. De weerstand in de buizen is groter waardoor de maximumlengte per lus kleiner is dan bij een dikke leiding.

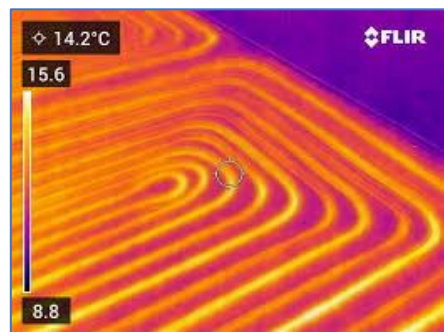
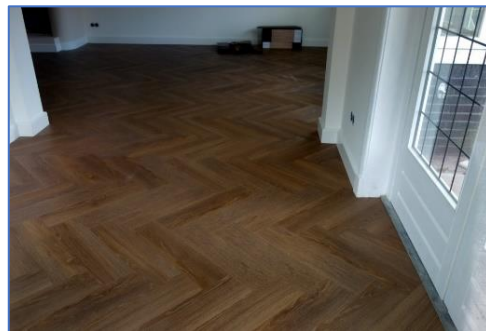


Een **tapijt op de afgewerkte vloer** vermindert de warmteafgifte ter plaatse van het tapijt.

Dun **laminaat of geplakte vinyltegels (PVC)**³² in allerlei soorten (ook visgraat parket patroon) zijn weinig isolerend en geven de warmte goed door.

Figuren 35. Dun plak-vinyl wordt in vele kleuren en patronen geleverd.

Rechts: Bij een dunne topvloer kan met een IR-foto de ligging van de leidingen gezien worden.



Een **hard zeil zoals linoleum** geeft de beste warmteoverdracht en is ook een van de goedkoopste oplossingen. Geen Foamzeil want dat isoleert en is indrukbaar.

³² PVC -vloeren zijn niet goed recyclebaar en PVC is milieubelastend, maar de nieuwste vloeren zijn wel erg dun en in heel veel kleuren en patronen te verkrijgen. Er zijn veilige pvc vloeren van het Duitse merk IPC. Deze zijn vrij van zacht makende verwekers of Phthalaten (giftig), vrij van Formaldehyde (altijd de woning ventileren bij nieuwe bouwmaterialen), en vrij van toxische zware metalen. Bij het kopen van PVC- of vinylvloeren is het relevant om te controleren of de aan te schaffen vloeren vrij zijn van deze stoffen en de nodige keurmerken hebben (nieuwe EN-norm voor gezondheidsbescherming DIN EN 16516). Dan zijn het uitstekende vloeren.

12. De bestaande vloer ligt direct op de grond zonder isolatie

Bij sommige woningen liggen gedeeltes van de woning direct op de grond. Voorbeelden zijn serre- of keukenaanbouw, de gang, de keldervloer, de garage etc.

Meestal is er dan eerst een laag van 10 cm stampbeton gemaakt, waarop een 2-3 cm cementen dekvloer is gelegd (estrich). Bij betegelde vloeren ligt de tegelvloer dan op die cement topvloer.

Ofschoon de grond in de winter minder koud is dan de buitenlucht zal een dergelijke vloer in de winter toch koud zijn, vooral langs de randen waar contact met de fundering is. Wanneer de ruimte boven de vloer in de winter gebruikt wordt is een betere isolatie van die vloer wenselijk.

Wanneer er voldoende hoogte (> 260 cm) beschikbaar is, dan kan in theorie op de vloer de isolatie worden aangebracht, elektrische (dun) vloerverwarming en dan een nieuwe dekvloer. In veel situaties zal er dan een **hoogteverschil** ontstaan met de geïsoleerde vloer en de ander woonruimte, hetgeen **niet wenselijk** is.

Bij een oude betegelde vloer (dikke tegels/plavuizen³³ b.v. 4 cm inclusief de mortel) kunnen deze verwijderd worden en op de kale betonvloer een laag 3 cm Bluedec (Rc = 2,0), een 1 cm OBS-plaat en 1 cm elektrische verwarming en 0,5 cm nieuwe Vinylvloer geplakt, die op gelijke hoogte eindigt als de naastliggende vloer. Bij deze optie is wellicht de dunne Warp LTV mogelijk.

De hele vloer met stampbeton kan verwijderd worden (15 cm).

Bij deze optie kan de grond verder verdiept om een nieuwe, lagere en goed geïsoleerde vloer aan te leggen. Er zijn twee hoofdopties:

- (1) Isolatie aan de onderkant van de nieuwe vloer (of onder het gasbeton). De vloer wordt dan langzaam warm, maar behoudt haar warmte erg lang. Gasbeton is dik (meer uitgraven). Zie voor aspecten van het gasbeton de voorgaande tekst.
- (2) Isolatie aan de bovenkant van de nieuwe ondervloer (stampbeton/gasbeton), waardoor de ruimte sneller opwarmt dan optie (1).

13. LTV-vloerverwarming pompen

Een LTV-vloerverwarmingssysteem heeft boosterpomp(en) nodig om het warme water door de lange dunne leidingen te persen. Een moderne gelijkstroompomp (4W - 5 W) verbruikt veel minder stroom dan een oude (35 W – 85 W) wisselstroompomp. Zowel de nieuwe als de oude hoeven niet altijd te draaien en kunnen op een gewone timer gezet worden en in de zomer uitgeschakeld.

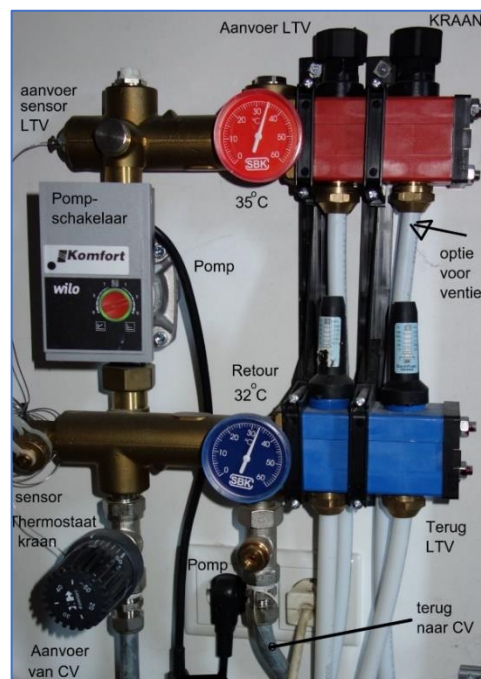
Nieuwe LTV-vloerverwarmingssystemen hebben een pomp die zelf uitschakelt wanneer er geen warmtevraag is. Voor het vervangen van vloerverwarming pomp zie:

<https://www.duurzaamthuis.nl/besparen-door-vloerverwarmingspomp-te-vervangen>

³³ Wanneer het mooie of karakteristieke plavuizen zijn de behouden moeten worden is dit geen oplossing.

Figuur 36. Een **pompschakelaar** wordt geplaatst tussen de stekker van de circulatiepomp en de wandcontactdoos. Er wordt een sensor gemonteerd op de leiding naar de blokverdeler toe (boven-rood).

Deze sensor registreert wanneer er warm water wordt aangeleverd vanuit de Cv-ketel.
De zwarte thermostaatkraan (onder links op foto) regelt de temperatuur van de LTV (< 35°C).
Zodra er warm water wordt gevraagd (via de thermostaat) zal de pomp geactiveerd worden.
De sensor schakelt de pomp weer uit zodra er geen warm water meer vanuit de ketel wordt geleverd en de aanvoerleiding afkoelt, wat betekent dat het vertrek waar de kamerthermostaat hangt op temperatuur is.
Wanneer de KRAAN rechtsboven de toevoer van de LTV kan regelen kan de warmwater aanvoer voor die lus verminderd worden.



Bij meerdere lussen kan bijvoorbeeld de doorstroom van de verwarming in de gang of keuken verminderd worden.

Met een Infra-Rood camera kan gezien worden welke lussen hoeveel warmte afgeven, maar de individuele leidingen zijn niet te zien bij een tegelvloer.

Een **leiding-lus langs de keukenaanrecht en fornuis kan uitgezet worden**, of de hele keukenvloer verwarming op een lagere temperatuur (bijvoorbeeld 15°C). Dit kan door de afsluitknop van de betreffende lus gedeeltelijk dicht te draaien zodat er minder doorstroming is. Hetzelfde geldt voor de lussen in de gang, toilet of kamers die in de winter niet gebruikt worden.

Figuur 37. Voorbeeld van een LTV-vloerverwarming onder tegelvloer tussen de kookplaat (rechts in eiland) en de aanrecht (links).
Het koffieapparaat midden boven is warm (wit).
Midden achter is de koude keukenbuitendeur (paars).
Omdat in deze zone alleen gelopen wordt, is vloerverwarming minder noodzakelijk.

Links is de vries-koelkast. De koelkast wordt nu "gekoeld" met voorverwarmde lucht. Dat kost dus dubbel de energie.



14. Heel hoge kruipruimte

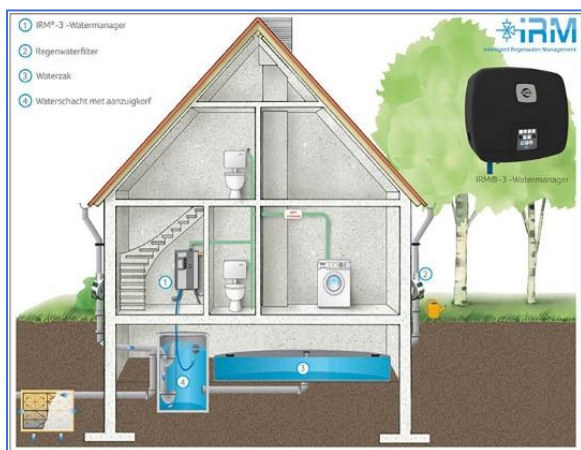
Bij een hoge kruipruimte en met een ruime toegang kan een Solar Freezer warmtepomp systeem worden geïnstalleerd. Er is ook ruimte voor de apparatuur nodig. <https://www.solarfreezer.nl/>. Bij warm zonnig weer en zonneboilers/collectoren wordt die warmte gebruikt door de warmtepomp voor het maken van warm tapwater en voor het verwarmen van het huis. Ook de bufferzak in de kelder wordt opgewarmd. Dit is de warmte-voorraad voor als er te weinig warmte beschikbaar is in de buitenlucht.

Figuur 38. Vooral bij nieuwbouw is het Solar Freezer systeem goed toepasbaar. Er zijn ook vaste modulaire HDPE-opslagtanks mogelijk die aan elkaar gekoppeld worden.



Regenwateropslag

Bij een woning met een hoge kruipruimte en royale toegang tot die kruipruimte kan deze gebruikt worden voor regenwateropslag, of in combinatie met een warmtepomp voor warmte opslag. Bij het plannen van een aanbouw kunnen deze opties bestudeerd worden. Naast de opslag is dan ook ruimte voor de apparatuur nodig.



Figuren 39. Waterbuffer of regenwateropslag in hoge kruipruimte. De filter en pomp apparatuur neemt ook ruimte in. In aanvulling zijn er extra leidingen nodig (afbeelding links).

Voor de toepassing van een wateropslag voor wasmachine en toilet gebruik zijn additionele leidingen nodig om het water naar het toilet te voeren. De volgende drie foto's geven een voorbeeld in een andere woning.



Figuren 40. Regenwater opslag in een hoge kruipruimte. Rechtsonder de pomp.
