



**Gemeente
Veldhoven
Cobbeek & 't Look**

**Voorbeeldwoning:
Tussenwoning 1976**

Startdocument: Vloer op Zand

Over ons

De DoeTank Publieke Ontzorging is een initiatief dat is ontstaan vanuit de Bouwagenda en bestaat uit een samenwerking tussen partijen met ervaring en ideeën over de verduurzaming van de particuliere woningen.

In de samenwerking zijn betrokken:



Onze missie

Iedere woningeigenaar moet in een toekomstbestendig huis kunnen wonen. Een toekomstbestendig huis is comfortabel, gezond, veilig, betaalbaar en duurzaam. Op dit moment kan het een hele opgave zijn je huis toekomstbestendig te maken. Ook de overheid zoekt naar haar rol. Wij geloven dat dit makkelijker, slimmer en leuker kan! Hoe precies? Dat onderzoeken we samen met bewoners en in vier wijken in Emmen, Veldhoven, Weert en Leusden.

Meer weten?

Kijk op <https://doetankontzorging.nl/>

Voorwoord van de auteurs

Waarom een 'startdocument' Vloer op Zand?

Beste huiseigenaar,

Voor u ligt het 'startdocument' Vloer op Zand. “Waarom een startdocument?”, zult u zich misschien afvragen. Het korte antwoord: “het isoleren van een vloer op zand in het perspectief van de energietransitie is nog een geheel nieuw vraagstuk”. Braakliggend terrein. Of beter gezegd: braakliggende betonnen vloeren op zand. En dat is wel een beetje verklaarbaar. Veruit de meeste woningen buiten Noord-Brabant zijn gebouwd met een kruipruimte. Er is simpelweg minder aandacht voor geweest. En... eerlijk is eerlijk: het is ook een stuk lastiger dan een vloer met een kruipruimte.

De hamvraag is: hoe gaan we om met de naar schatting miljoenen m² beton op zand die het Zuiden van Nederland rijk is? Graag gaan we lekker praktisch aan de slag met deze algemene hamvraag. We hebben onze huidige kennis, inzichten en ideeën op een rijtje gezet. En we zijn heel benieuwd hoe dit u als woningeigenaar verder helpt maar ook naar suggesties voor aanvullende informatie of andere manieren om deze kennis en inzichten te delen.

Tegelijkertijd hopen we dat partijen die een rol spelen in het ontzorgingsvraagstuk worden uitgedaagd na te denken hoe zij in dit vraagstuk waarde kunnen toevoegen. Denk aan technische specialisten, adviseurs, uitvoerders, aanbieders maar ook beleidsmakers.

Dus here we go: op naar warme (met name) Brabantse voetjes!

Veel leesplezier,

Felix van Gemen, *thuis een vloer met isolatie op zand*
Lars Boelen, *thuis: thuis een vloer op zand met houten parket*
4 november 2022, Noord-Brabant (niet geheel toevallig)

Heeft u vragen?

E-mail: vrAGEN@regionaalenergieloket.nl • Telefoon: 088 525 4110

Inhoudsopgave

Voordat u het startdocument induikt	5
Inleiding	6
1. Waarom onderzoek naar vloer op zand?	7
2. Welke opties heb je?	10
3. Achtergrondinformatie voor de liefhebber	19
4. Wat weten we nu? En wat nog niet?	24

Gebruik van dit rapport

Hoewel er veel zorg is besteed aan de inhoud van dit position paper kunnen het programma DoeTank Publieke Ontzorging en de betrokken organisaties niet instaan voor de volledigheid, juistheid of voortdurende actualiteit van de gegevens in dit rapport. Het programma DoeTank Publieke Ontzorging aanvaardt dan ook geen aansprakelijkheid voor enigerlei directe of indirecte schade, van welke aard ook, die voortvloeit uit of in enig opzicht verband houdt met dit rapport.

Dit rapport kan niet gebruikt worden voor doeleinden anders dan het adviseren van energiebesparende maatregelen. Dit rapport kan en mag niet als basis dienen voor een taxatie van de woning omschreven in dit rapport of vergelijkbare woningen.

Voordat u het startdocument induikt

Het belang van een plan

We geven in dit rapport inzicht in het verduurzamen van een vloer op zand. Voordat u hier definitief mee aan de slag gaat, komt het belangrijkste: uw eigen plan voor uw woning. Wat wordt uw route naar een duurzame woning? Hoe ziet uw huis er in de toekomst uit? Het voelt als een grote uitdaging met veel veranderingen. Door een plan te maken krijgt u inzicht en overzicht. En kunt u ervoor zorgen dat u bij het nemen van stappen kansen benut om slimme combinaties te maken. Een maatregelen staat nooit helemaal op zich! Hier alvast een aantal vragen die u kunnen helpen meer inzicht te krijgen in uw woning en wensen.

- **Wat is het bouwjaar van mijn woning?**
De bouwperiode zegt namelijk veel over de mogelijke energiebesparende maatregelen.
Tip: ga naar baqviewer.kadaster.nl om het bouwjaar van uw woning op te zoeken.
- **Wat betaal ik nu aan gas & elektra? Hoeveel ben ik de komende 15 jaar hieraan kwijt?**
Pak uw energierekening erbij. [Voor meer uitleg over de energierekening klik hier.](#)
- **Waar kan ik direct mee aan de slag?**
U kunt vaak direct energie besparen door kleine aanpassingen te doen aan uw huidige situatie.
[Bekijk deze videoreeks](#) of [lees deze handige tips.](#)
- **Hoe goed is mijn woning nu al geïsoleerd?**
Kijk op regionaalenergieloket.nl/handleiding-isolatie-bepalen
- **Waarom wil ik graag aan de slag met het verbeteren van mijn woning?**
Een vraag waar alleen u antwoord op heeft

U weet het zeker en wilt aan de slag met uw vloer op zand?

Nieuwsgierig naar alle opties? Blader door naar pagina 18 voor een overzicht!

Inleiding

In 2050 moeten alle Nederlandse woningen aardgasvrij zijn. Op dit moment wordt 88% van alle woningen nog met aardgas verwarmd, via de cv-ketel. Gemeenten helpen inwoners om hun woning voor te bereiden op een nieuwe manier van energie gebruiken en verwarmen. Bij een groot deel van de woningen zijn er nog volop kansen om energie te besparen, waaronder het isoleren van de vloer.

Maar... wat doe ik met mijn vloer op zand?

Het gros van de vloeren in Nederland heeft een kruipruimte, en kan dan goed geïsoleerd worden met ofwel vloer- of bodemisolatie. Woningen met een fundering op zandgrond hebben vaak géén kruipruimte, waardoor de vloer isoleren met vloer- of bodemisolatie geen optie is. In de praktijk blijkt dat er voor bewoners met zo'n 'vloer op zand' een groot aantal verduurzaming opties zijn, waarbij soms ondersteuning wordt gevraagd.

De aanleiding van dit document

Dit document is het resultaat van een onderzoek over het aanpakken van je vloer op zand, in de context van toekomstbestendig verbouwen en de energietransitie van de gebouwde omgeving. Materiaalgebruik nemen we ook mee in dat onderzoek, omdat het ginnen, bewerken, verslepen, slopen en recyclen (of dumpen) van materialen ook heel veel energie kost. Immers, als we de komende 30 jaar niet oppassen zijn we meer energie kwijt aan het verduurzamen van de gebouwde omgeving, dan de energie die we er mee besparen, en hebben we ongewild het CO₂ vraagstuk van de gebouwde omgeving doorgeschoven naar andere sectoren (industrie en logistiek).

De trigger voor de DoeTank om meer te leren over vloeren op zand, was een gezin uit Veldhoven dat besloten heeft hun woning toekomstbestendig te gaan renoveren. In dat proces zijn we op een groot aantal keuzemogelijkheden gestuit, waaronder keuzes voor de vloer die uit beton op zand bestaat.

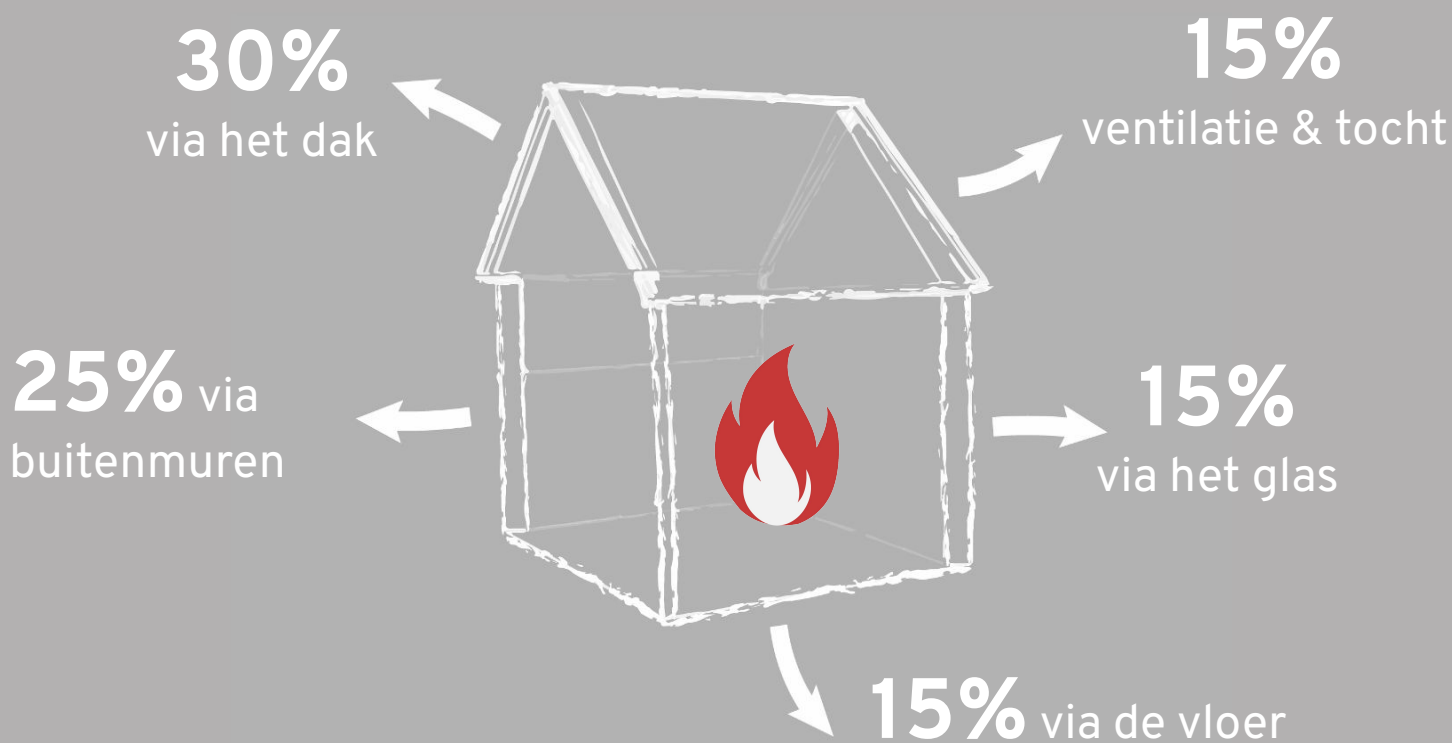
Het document is opgebouwd uit 4 hoofdstukken:

1. Waarom onderzoek naar "Vloer op Zand"?
2. Welke opties heb je met een Vloer op Zand?
3. Achtergrondinformatie voor de liefhebber
4. Wat weten we nu, en waar moet nog onderzoek naar gedaan worden?

1. Waarom onderzoek naar Vloer op Zand?

15% van de energie gaat verloren via je vloer, tenminste: als je alle plaatjes op internet moet geloven als je in Google “warmteverlies woning” intikt. Dat kan eens wat meer of minder zijn, maar laten we zeggen dat de ordegrootte klopt. Stel dat je de 70% van het energieverlies via de vloer kunt vermijden, dan blijft er nog $70\% \times 15\% = 4,5\%$ over. En heb je 10,5% op het totaal bespaard. Alle beetjes helpen, maar er gebeurt iets belangrijkers: het isoleren van je vloer zorgt voor meer comfort dankzij een warme oppervlaktetemperatuur van de vloer. In de praktijk leidt dat tot een ander stookgedrag. Waardoor het besparings effect groter is dan je puur rekenkundig zou vermoeden. Overigens hoeft je niet perse je vloer te isoleren om de oppervlaktetemperatuur omhoog te brengen. Maar daarover later meer!

Het verhogen van de oppervlaktetemperatuur van je vloer is dus een belangrijk aandachtspunt als je met je vloer aan de slag gaat. Dat geldt voor alle soorten vloeren. Of het nu een kruipruimte is of.... een vloer op zand. Over het isoleren van kruipruimtes is veel bekend, al gebeuren daar ook nog de nodige ongelukken (maar dat is een ander onderzoek). Over het aanpakken van een Vloer op Zand is minder bekend. Het grootste deel van de woningen met een vloer op zand staat in Brabant. En we hebben zelfs niet kunnen ontdekken of er ergens een database is waarin te vinden is hoeveel huur -en koopwoningen met een vloer op zand zijn gestort. Maar wie weet missen we iets. Dat zou mooi zijn want dan gaan we daar in het vervolg onderzoek vast ook achter komen. Zoals we nog veel meer gaan leren met elkaar.



Warmteverlies in huis ↗

Weinig duidelijk over vloeren in de context van de energietransitie...

Er is bar weinig te vinden over vloeren op zand in relatie tot de energietransitie. Zeker als het gaat om de relatie met materiaalgebruik. Trots maken we foto's van gesloopte vloeren (en terecht, het is ook 'n flinke klus) en regelmatig staat er wel ergens een volle container met puin. Maar hoe zit het met de materialen die nodig zijn? Welke uitstoot gaat er gepaard bij het slopen en verwerken van de oude vloer? Welke uitstoot gaat er gepaard met het aanvoeren en verwerken van alle materialen? En is het wel altijd nodig?



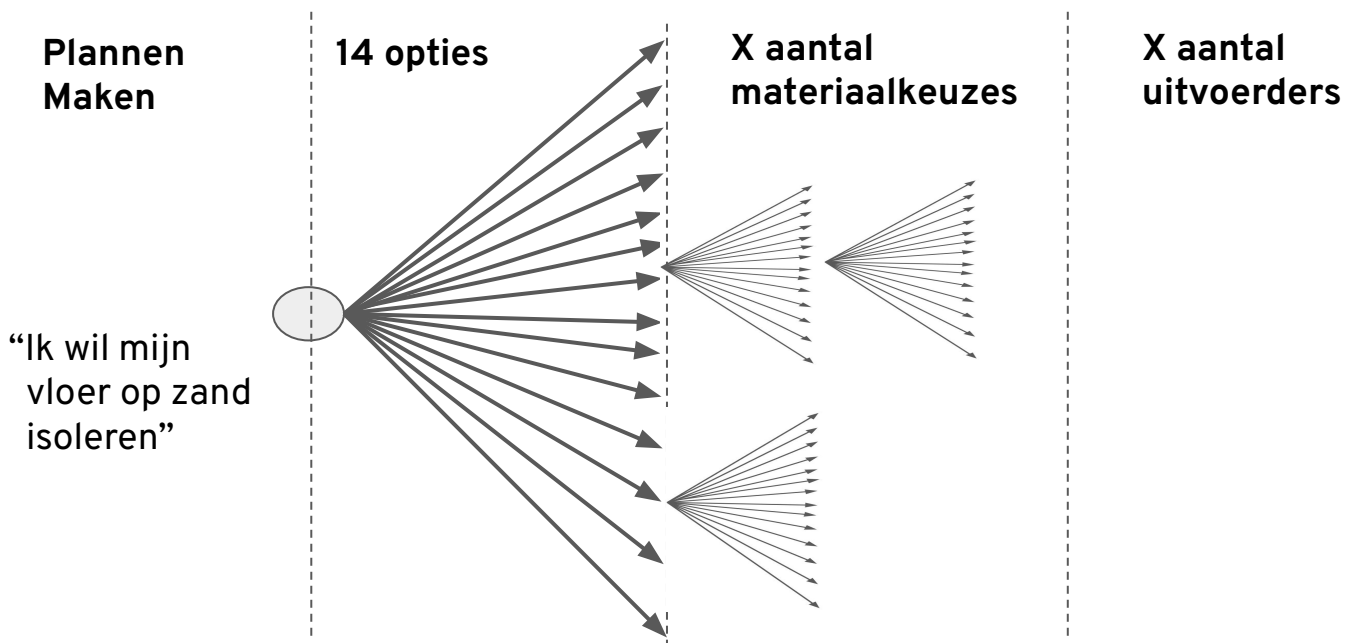
...maar relevant dat er meer over bekend wordt.

Nu we de ontwikkeling om energie te besparen en woningen geschikt te maken om van het aardgas af te stappen (wat vaak betekent geschikt maken voor laagtemperatuurverwarming) gaan steeds meer woningeigenaren aan de slag met hun vloer. Of het nu over een complete vervanging van de vloer gaat, of 'slechts' een nieuwe vloerafwerking die warmer aanvoelt (bijvoorbeeld kurk of tapijt), er komt een hoop bij kijken. Ook veel geld. Stel je voor dat er 100.000 vloeren op zand zijn. En dat de komende 15 jaar gemiddeld € 10.000 per vloer besteed wordt. Dan hebben we het over een investering van 1 miljard euro. Met denkwerk aan de voorkant, en effectieve kennisdeling kunnen we er voor zorgen het 1) voor minder kan en 2) het geld dat besteed wordt effectiever (vanuit perspectief people, profit en planet!) besteed wordt.

Aan de slag dus!

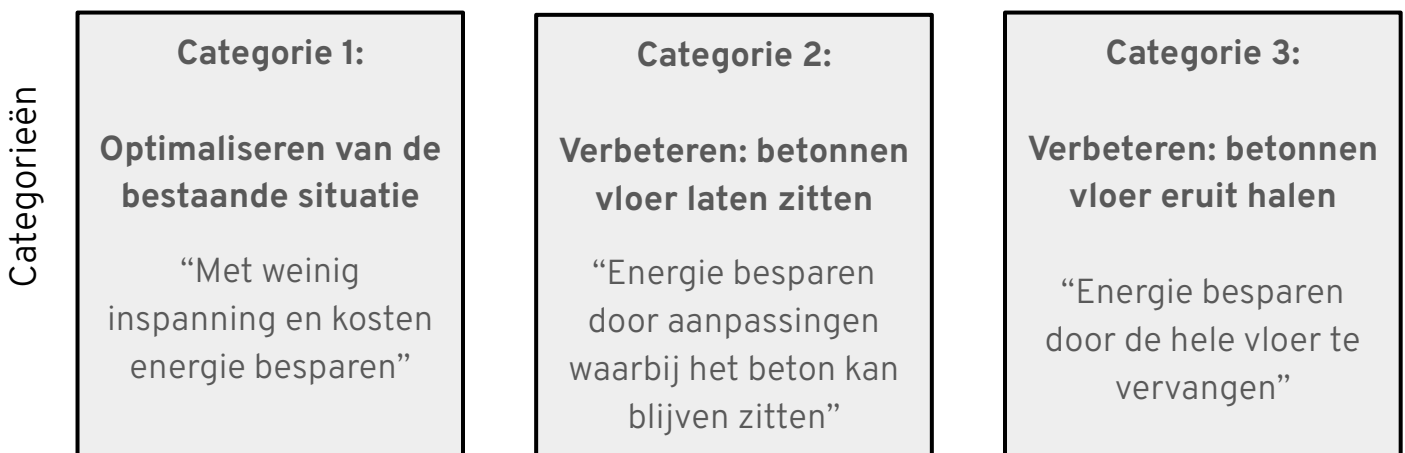
2. Welke opties heb je met een Vloer op Zand?

Als je eenmaal de beslissing hebt genomen om je vloer op zand te isoleren, kan het aantal opties, variaties en keuzes heel erg overweldigend lijken op het moment dat je in gesprek gaat met uitvoerende partijen. Iets wat heel overzichtelijk en eenvoudig leek, wordt ineens heel ingewikkeld. Adviseurs en productleveranciers tuimelen over elkaar heen met meningen en spullen. Dit kan een overweldigend gevoel geven en overkomen als een jungle van mogelijkheden, geïllustreerd in onderstaande figuur:



De opties kun je onderverdelen in 3 categorieën

In dit document hebben wij getracht inzicht te geven in de verschillende te maken keuzes en daarbij de voornaamste afwegingen uit te leggen. Om het overzichtelijk te maken hebben we 3 categorieën opgesteld:



2.1 Optimaliseren van de bestaande situatie

Stel je doet geen grote investering, maar je wilt wel iets doen? Dan zijn er een aantal laagdrempelige opties die effectief kunnen zijn.

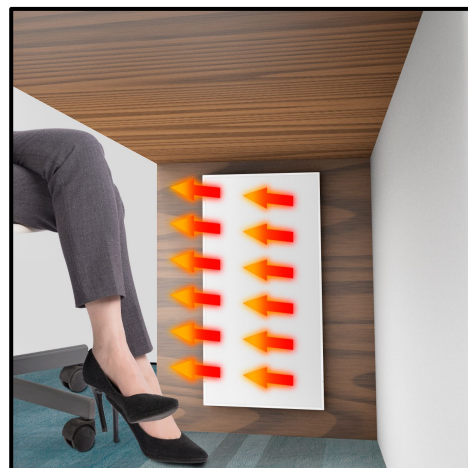
Dus: hier richten we ons even op het comfort zonder grote ingrepen. De eerste optie voel je op je sloffen aankomen: doe sloffen aan! De mooiste sloffen (foto links) zijn niet perse de warmste. Een stevige en wat dikkere (rubberen) bodem, houdt je voeten beter warm.

Tip: leg ze op de verwarming. Als je thuis komt van een koude winterdag met de hond wandelen, stap je meteen in warme sloffen.



Voor mensen met hardnekkige koude voeten problemen is er een innovatie die is komen overwaaien uit de ski-wereld: de infrarood sok. Voor ongeveer 100-150 euro heb je een paar sokken met oplaadbare batterijen. Omdat ze nogal prijzig zijn is het aan te bevelen deze te gebruiken in combinatie met gewone sloffen of je schoenen als je die in huis draagt. Ze zijn uiteraard ook outdoors te gebruiken, bijvoorbeeld als je naar een voetbalwedstrijd gaat in de winter.

Zit je langer stil op een bepaalde plaats? Dan zijn er zat van oplossingen denkbaar. Sowieso doet een vloerkleed onder de bank altijd goede dienst. Een kruikje doet ook wonderen. En op je werkplek zou je een isolatieplaat kunnen toepassen. Een hele goedkope oplossing is het plaatsen van een PIR plaat met alu toplagen op de voor en achterkant. Daar kun je je voeten opzetten. Eventueel zou je voor de optrekkende kou een heel klein infrarood paneeltje kunnen plaatsen wat je makkelijk aan en uitzet. Liefst met een timer, zodat deze niet onnodig aan blijft als je het vergeten bent.



Deze optimalisaties hebben een belangrijk energetisch effect, afhankelijk van de bewoners in kwestie in meer of mindere mate, en dat is dat de benodigde ruimtetemperatuur om comfort te ervaren lager wordt, naarmate je voeten en onderbenen warmer zijn. Slimme (super)lokale oplossingen kunnen dus bijdrage aan de energie efficiency van de woning en haar gebruik.

Overigens geldt ook dat je in de nieuwe situatie (Oftewel optie 2 en 3 die in hoofdstuk 2.2 en 2.3 besproken worden) ook goed met deze optimalisatie-tips uit de voeten kunt. Als je voor vloerverwarming kiest: die staat niet altijd aan. En mocht je geen vloerverwarming hebben? Dan nog steeds kun je last hebben van koude voeten. Ook als je vloer 21 graden is.

Originele vloer comfortabel (genoeg) te krijgen? Komt tijd, komt raad

Een woning is prima toekomstbestendig te maken zonder de vloer te isoleren of uit te rusten met vloerverwarming. Er zijn genoeg voorbeelden van hele zuinige all-electric woningen. Echter: wat voor iemand voldoende warm is, is heel persoonlijk. Als je nog twijfelt aan het nut van een grootschalige ingreep, en je hebt de tijd? Dan kun je op je gemak gaan ervaren hoe je met laagdrempelige ingrepen het comfort kan vergroten.

Aandachtspunt: vaak wordt vergeten dat discomfort van de vloer samenhangt met tocht en ventileren via roosters in de ramen (in plaats van balansventilatie met warmteterugwinning). Koude lucht zakt naar beneden en stroomt over de vloer. Oud thermopane glas en een ongeïsoleerde spouw hebben door de koudeval die optreedt, ook een negatief effect op de vloertemperatuur. En daarmee het welbehagen. Het kan dus goed zijn dat het comfort van de vloer na ingrepen aan de spouw, glas en ventilatiesysteem, een stuk hoger is. Vandaar: komt tijd komt raad.

2.2 Betonnen vloer laten zitten

Laat je de betonnen vloer zitten maar wil je wel een grote sprong voorwaarts maken in comfort en energieprestatie? Dan is er daar binnen weer een aantal opties:

- A. Warme vloerafwerking
- B. Dunne opbouw vloer
- C. Leidingen infrezen in bestaande vloer
- D. Zand wegzuigen en isolatie inspuiten

2.2. A. Warme vloerafwerking

Mocht er een oude vloer inliggen die eruit kan? Kies voor een nieuwe afwerking. Daarin kun je twee verbeterlagen aanbrengen:

- Een materiaal wat niet goed geleidt. Vloerbedekking werkt natuurlijk het beste. Maar kurk is een hele goede tweede en is makkelijker in onderhoud. Laminaat en PVC zijn vrij koud. Hout zit er een beetje tussenin.
- Isolatie onder de vloerafwerking. Iedere millimeter telt. Het toepassen van een reflecterende en tevens dampremmende folie is aan te bevelen. Let erop dat de naden van folie of hele hele dunne XPS platen goed luchtdicht aflakt om vochtproblemen van je laminaat of hout te voorkomen.

Aandachtspunt: als je voor deze optie kiest, doe dit dan bij sterke voorkeur met spouwmuurisolatie, minimaal HR++ glas (U-waarde < 1,1) en ventilatie met warmteterugwinning (zie pagina 13).

2.2 B. Dunne opbouw vloer met vloerverwarming

Dunne opbouw vloeren worden steeds meer aangeboden, maar dan eigenlijk altijd in combinatie met vloerverwarming. En dat is zeer aan te raden: niet alleen heb je grip op de temperatuur van je vloer, ook kunnen de radiatoren vaak komen te vervallen en zorgt het extra afgiftevermogen ervoor dat je een belangrijke stap zet om van het gas af te gaan. Hoe lager de watertemperatuur waarmee je de woning verwarmt, hoe beter het rendement en de output van de warmtepomp zal zijn.

Meetgegevens van het verlies naar beneden via een ongeïsoleerde vloer zijn ons niet bekend. Maar op kleine schaal is er anekdotisch bewijs dat dat ook prima te combineren is met een goede energieprestatie. Als je geluk hebt, kun je de dekvloer en/of tegels eenvoudig verwijderen. Dat levert extra hoogte op om weer wat extra millimeters isolatie toe te voegen. Soms kun je ook nog wat wat extra de hoogte ingang afhankelijk van de droper van je buitendeuren en binnenkozijn. Onthoud hier: iedere millimeter telt hier. Want de eerste centimeters isolatie tellen veruit het hardste mee.

2.2 C. Leidingen infrezen in bestaande vloer (LET OP: helaas nog geen ervaring en onderbouwing)

In de meeste vloeren kun je vloerverwarming probleemloos infrezen. Als je pech hebt, pak je wat leidingen mee en die moeten dan gerepareerd worden. En hoe harder het beton, hoe duurder het is. Dit zou een prachtige en betaalbare oplossing kunnen zijn om een sprong in comfort te halen in de winter. Tevens is het een flinke vergroting in je afgifte vermogen in de woonkamer en kunnen - mits de woning verder ook wordt verbeterd - de radiatoren op de benedenverdieping verdwijnen mocht de bewoner daar blij van worden (hetgeen vaak het geval is). De prijs die je ervoor betaald is dat de benodigde watertemperatuur iets hoger zal zijn (door verlies naar beneden omdat de vloer geïsoleerd is) en het energieverbruik iets hoger ligt. Hoeveel? Daar is nog geen praktische en theoretische kennis over. Gezien de potentie van deze oplossing zou het mooi zijn als hier op regionaal of landelijk niveau diepgaand onderzoek naar plaatsvindt. Leuk bijkomend voordeel van deze optie is dat het koelvermogen van de bodem in de zomer behouden blijft. Maar helaas is er voor deze optie nog geen bewijslast noch ervaring.





2.2 D. Zand wegzuigen en isolatie inspuiten

Airofill innovatieve floor insulation is een product van Takkenkamp. Hier kun je meer informatie hierover vinden. De prijs zat ten tijde van de presentatie op 17 december 2021 op circa € 350 per m² bij een omvang van 30 woningen. Wat het per woning kost, is ons niet bekend. Het bedrag is inclusief BTW en tuinherstelkosten. Dat is qua kosten al een behoorlijk eind in de buurt van de vloer er zelf uitsloopen en storten nieuwe vloer, als je zelf de arbeid kunt inkopen en aansturen. Wel veel CO₂ vriendelijker. Helaas gaan goedkoop en CO₂ vriendelijk zelden samen. Het lijkt wel alsof we alle CO₂ intensieve dingen in het leven goedkoop gemaakt hebben, maar genoeg over vliegen, vlees en beton.



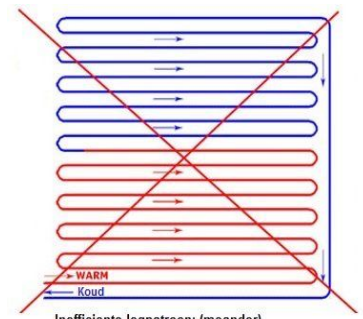
2.3 Betonnen vloer eruit halen

Het compleet vervangen van je vloer, kan ook weer op verschillende manieren. Hier wordt het misschien nog wel het meeste een jungle. YouTube staat vol van de stralende nieuwe vloeren. De ene techniek nog mooier dan de andere. We onderscheiden 3 hoofdcategorieën:

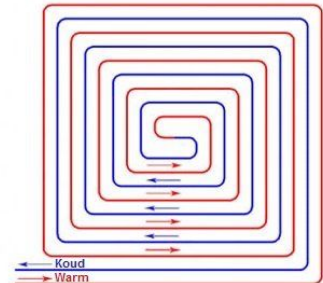
- A. Combinaties van isolatie en beton
- B. Volstorten met schuimbeton
- C. Een nieuwe systeemvloer erin

2.3 A. Combinatie van isolatie en beton

Uiteraard zijn er binnen deze opties ook weer verschillende opties. Deze leveren de nodige discussie op. Wat zou het mooi zijn als er voor dit soort zaken een detail boek renovatie was. Vaak onttaardt een discussie tussen architecten, installateurs, uitvoerders en bewoners tot een discussie die gaat over “goed of slecht”, “slim of stom”. Terwijl het meer een kwestie is van specifieke voor- en nadelen is. Een bepaalde mate van subjectiviteit en ‘accent’ is er altijd bij detaillering. Zeker als er nog geen ‘detailboek renovatie’ is waardoor bepaalde voorkeursdetails en opties ontstaan en partijen zich daar makkelijker aan conformeren. Afijn, om het concreet te maken en de geesten te slijpen, hier drie voorbeelden van hoe je een vloer zou kunnen opbouwen. Onze voorkeur geniet optie X en Y omdat de vloerverwarming (VV) in de smeervloer zit en deze is losgekoppeld van de constructievloer. Dat maakt dat de reactietijd bij zowel opwarmen als afkoelen veel sneller is. Je hebt dankzij je installatie de keuze om de vloertemperatuur heel stabiel te houden, maar als je wilt kun je ook veller opwarmen en afkoelen. De uitspraak dat je met laagtemperatuurverwarming niet zou kunnen regelen, is zacht uitgedrukt ‘zeer ongenueanceerd’ en wat steviger geformuleerd: ‘een fabel’. Je kunt namelijk verschillende zaken doen om de reactietijd te verkorten: 1) een onderbreken tussen constructievloer en smeervloer 2) de leidingen dicht bij elkaar < 10 cm hart op hart 3) de smeervloer niet onnodig dik maken, daardoor is ook de afstand tussen de vloerafwerking en de leidingen weer korter. Met lage temperaturen is geen sprake van “sporen” zoals dat vroeger in de jaren 70 en 80 ging. Toen lag de vloerverwarming soms op wel 20 centimeter en kon er zomaar water van 50 graden doorheen gaan. Aandachtspunt is (wat overigens meestal gebeurt) de leidingen te leggen als slakkenhuis. Dit zorgt ook voor nivellering van de temperatuur van de vloer.



Inefficiënte legpatroon: (meander)
Geen gelijkmatige temperatuur van de kamer



Correcte legpatroon: slakkenhuis

Optie X

Vloerafwerking
Cementdekvloer (smeervloer)
PIR alu alu
Beton
Zand

Bijvoorbeeld:

Wapening 6mm, mazen
150mm, VV op net

Wapening 8mm,
mazen 150mm

PE Folie

Optie Y

Vloerafwerking
Cementendekvloer (smeervloer)
Beton
XPS
Zand

Bijvoorbeeld:

Wapening 5mm, mazen 150mm

Wapening 8mm, mazen 150mm, VV op net

B-keus of oude platen bij DIY

PE Folie

Optie Z

Vloerafwerking
Cementendekvloer (smeervloer)
PIR alu alu
Beton
XPS of EPS
Zand

Bijvoorbeeld:

Wapening 6mm, mazen 150mm, VV op net

Wapening 8mm, mazen 150mm

B-keus of oude platen bij DIY

PE Folie

2.3 B. Volstorten met schuimbeton

Hoe dat gaat? Bekijk het hier. Een op het oog prima houten vloer moet eraan geloven. Ongeacht de mooie klassieke muziek, doet het toch pijn aan je groene hart om te zien. Ook de Homo Economicus wordt er niet blij van. Maar a la, er zijn natuurlijk ook toepassingen denkbaar dat je gewoon je vloer eruit wil voor groot onderhoud. Dan is volgooien met schuimbeton dus een oplossing.



2.3 C. Een nieuwe systeemvloer erin

Als de oude betonnen vloer verwijderd wordt en er wordt daarna een stuk zand afgegraven dan kan er ook gekozen worden uit een aantal zelfdragende renovatie-oplossingen. Deze worden vaak gecombineerd met vloerverwarming. Zie hieronder een oplossing van een composieten vloer.



Biologische Alternatieven?

Houten vloeren met kruipruimte worden nu al geïsoleerd door van de balklaag een doos constructie te maken en deze vol te blazen met een biologische vezel zoals cellulose.

Ons is nog geen zelfdragende houten vloer van met cellulose (vlokken) gevulde sandwichpanelen bekend. Hoe mooi zou het zijn als er een fabrikant was die met dit soort echt ecologische prefab renovatieoplossing zou komen.

Maar je kunt deze ook zelf maken. We hebben het zelf nog nooit ergens gezien, maar je kunt ook zelf houten balken aanbrengen en deze op ecologische wijze isoleren. Ook die optie is te combineren met vloerverwarming. Over het maken van een goed geïsoleerde vloer met houten balken in combinatie met vloerverwarming, kan een brochure op zich gemaakt worden. Belangrijk om te weten: het kan als je het wilt. Laten doen is waarschijnlijk erg duur, maar het is een klus die voor de ervaren klusser zelf te doen is.

Geen “komt tijd, komt raad” maar tijd voor actie?

Eerder in dit document gaven we een voorbeeld van een situatie waarbij het interessant kan zijn om eerst andere zaken aan te pakken, en te ervaren of het nodig gaat zijn om de vloer ook grootschalig aan te pakken. Maar het kan natuurlijk ook zo zijn dat het moment al bereikt is. Mogelijk is er al het nodige aan de woning gedaan en aan maatregelen genomen tegen koude voeten, en volstaat het comfort niet. Mogelijk staat er een grote verbouwing op stapel met een nieuwe uitbouw, keuken of wellicht een andere indeling van de benedenverdieping. Of een combinatie daarvan. In dat geval is natuurlijk zeer plausibel om meteen groot onderhoud aan de vloer te doen en meteen ook het nodige leidingwerk te vernieuwen zodat alles weer minimaal 50 jaar vooruit kan. Dit voorbeeld (en het voorbeeld op pagina 13) illustreren dat context altijd doorslaggevend is voor het moment van de maatregel en de wijze waarop je die maatregelen invult. Ook hier geldt: er is geen goed of fout, zolang het maar past binnen het plan en je uiteindelijk door het samenspel van alle ingrepen de zekerheid hebt van een comfortabele, gezonde, veilige, betaalbare woning die klaar is voor het energiesysteem van de toekomst.

2.4 Afwegingskader voor Vloer op Zand

Al met al een hoop keuze te maken: 3 hoofdcategorieën, daarbinnen weer subcategorieën, daarbinnen ook weer keuzes maken. En alsof dat niet alles is, moeten bij het ontwerp van de gekozen subsubcategorie nog weer keuzes gemaakt worden; voordat je het weet zie je door de bomen het bos niet meer. Dat het soms ingewikkeld is, daar kunnen we weinig aan veranderen. Maar we hebben wel een poging gedaan om wat meer overzicht aan te brengen in het vraagstuk.

Want.... weten welke opties er allemaal zijn is één ding: maar waarom zou je voor de ene of de andere moeten kiezen? Om je op weg te helpen met deze keuze hebben we een afwegingskader gemaakt voor het aanpakken van je vloer. In de tabel op de volgende bladzijde hebben we de verschillende opties onder elkaar gezet. En hebben we een inschatting gemaakt van de impact van iedere optie. De opties kun je namelijk op verschillende aspecten vergelijken:

1. Investeringskosten
2. Impact op de planeet voor de vervaardiging
3. Gemak realisatie
4. Energieverlies door de vloer (uitgedrukt in euro's voor zowel verwarmen op gas als met een warmtepomp)

We hopen dat deze indicaties helpen bij het opdoen van inzichten voor het maken van een keuze die bij je eigen situatie past.

Investeringskosten & Besparing

	Vloer*	Inv.**	Eco***	Gemak	Jaarlijkse Kosten	
	v.w.ming	kosten	impact	realisatie	Stoken met Gasketel	Stoken met W.
Categorie 1.						
Sloffes	✗	€ 10	-	★★★★★	€ 282	€ 162
Infrarood sokken	✗	€ 100	🌍	★★★★★	€ 282	€ 162
Lokale straling	✗	€ 150	-	★★★★★	€ 282	€ 162
Lokale vloerisolatie	✗	€ 250	-	★★★★★	€ 282	€ 162

Categorie 2.

Warme vloerafwerking	✗	€ 2.800	🌍	★★★★☆	€ 236	€ 136
Dunne opbouw vloer	✓	€ 7.500	🌍	★★★★☆	€ 176	€ 101
Leidingen infrezen <i>Let op: nog onbekend!</i>	✓	€ 5.000	🌍	★★★★☆	€ 352	€ 203
Zand wegzuigen en isolatie inspuiten	✗	€ 20.800	🌍🌍	★★★★☆	€ 70	€ 41
incl vloerverwarming	✓	€ 23.800	🌍🌍	★★★★☆	€ 70	€ 41

Categorie 3.

Isolatie en beton	✓	€ 18.000	🌍🌍🌍🌍🌍	★★★★☆	€ 70	€ 41
	✗	€ 15.000	🌍🌍🌍🌍🌍	★★★★☆	€ 70	€ 41
Schuimbeton	✓	€ 17.000	🌍🌍🌍🌍🌍	★★★★☆	€ 70	€ 41
	✗	€ 13.000	🌍🌍🌍🌍🌍	★★★★☆	€ 70	€ 41
Systeemvloer	✓	€ 25.000	🌍🌍🌍🌍🌍	★★★★☆	€ 70	€ 41
	✗	€ 21.000	🌍🌍🌍🌍🌍	★★★★☆	€ 70	€ 41

Alle indicaties van kosten, ecologische impact en het gemak van realisatie zijn berekend op basis van gemiddelde gebruikscijfers van de onderzochte woning in Veldhoven (ca 60m² vloer op zand). In dit rapport is gerekend met een elektriciteitsprijs van €0,40 per kWh en een gasprijs van €1,60 per m³. Er is uitgegaan van een COP van 4 voor de warmtepomp en rendement van 93% van de gasketel. Investeringsbedragen in dit rapport zijn gebaseerd op basis van de ervaringen van onze technisch adviseurs. De richtprijzen en kosten in dit rapport zijn een indicaties van het gemiddelde van de daadwerkelijke energiekosten. De bandbreedte van de kosten en daadwerkelijke verbetering van energiekosten is in de praktijk erg groot.

*Vloer v.w.ming = Vloerverwarming **Inv. kosten = Investeringskosten ***Eco impact = Ecologische impact

3. Welke informatie is er verder beschikbaar over Vloer op Zand?

Voor de liefhebber vind je in dit hoofdstuk nog extra informatie over het fenomeen “Vloer op Zand”

3.1 De geschiedenis achter de Nederlandse ‘Vloer op Zand’

Op de zandgronden van Nederland (Oost Nederland, Brabant en Limburg) zijn na de Tweede Wereldoorlog veel woningen gebouwd op de toen gangbare wijzen volgens de zogenaamde "Vloer-op-zand" methode. Hierbij werd de fundering uitgegraven tot er onverstoorde grond was, soms werd er wat dieper uitgegraven en werd eerst een laag schoon zand/gravel gestort ("grondverbetering").

Binnen de funderingsring met opgebouwd binnenspouwblad werd op het zand een laag dikke plastic folie (vaak zwart landbouwplastic) gelegd en afhankelijk van het bouwjaar 0 tot 50 mm piepschuim (Tempex) als thermische onderbreking naar de ondergrond.

Dit was een goedkope bouwwijze die ook nog eens weinig grondstoffen (geen betonijzer en vaak maar een cm 8-10 stampbeton. De vloeren werden daarna naar keuze afgewerkt met tegels, parket of vloerbedekking.

Eind jaren 1970 waren er twee oliecrises waardoor het besef begon te ontstaan dat woningen zuiniger gemaakt moesten worden. Vanaf midden jaren '70 zien we daardoor de isolatiediktes onder het beton langzaam toenemen van 0 naar 50 mm. In de jaren '80 wordt 10 cm EPS gebruikelijk en kunnen we spreken van een redelijk geïsoleerde vloer.

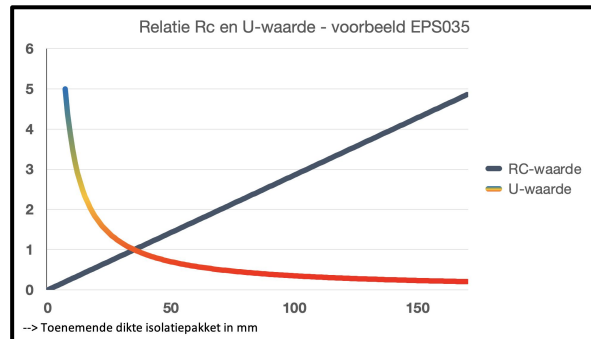
De wetgever gaat ook langzaam eisen stellen aan nieuwe woningen vanaf 1975 met de eerste modelbouwverordening. In de volgende tabel zien we hoe de eisen voor isolatiewaarden, middels bouwbesluiten, steeds verder aangescherpt worden:

Vigerende Wetgeving		Energie prestatie	Lucht-dichtheid	Circulariteit	Rc Dak	Rc Wand	Rc Vloer	U "Raam"	Uf Kozijn	Ug Woonkamer	Glas rest	Koude-bruggen
-1964	Bouwgildes	-	-		0,40	0,40	0,4		2,5	5,8	-	
1965	Voorschriften en Wenken	-	-		0,86	0,43	0,17		-	-	-	
1975	Modelbouwverordening	-	-		1,03	0,69	0,26		-	-	-	
1979	Modelbouwverordening	-			1,29	1,29	0,52			dubbel glas	-	
1982	Modelbouwverordening	-			1,30	1,30	1,3			dubbel glas	-	
1987	Modelbouwverordening	-			2,00	2,00	1,3			dubbel glas	-	
1990	Modelbouwverordening	-			2,50	2,50	1,3			dubbel glas	-	
1992	Bouwbesluit	"EPC 1,5"	"200"		2,50	2,50	2,5			dubbel glas	dubbel glas	
1995	Bouwbesluit	EPC 1,4			2,50	2,50	2,5	4,2		dubbel glas	dubbel glas	
1997	Bouwbesluit	EPC 1,2			2,50	2,50	2,5	4,2		dubbel glas	dubbel glas	
2000	Bouwbesluit	EPC 1,0			2,50	2,50	2,5	4,2		dubbel glas	dubbel glas	
2003	Bouwbesluit	EPC 1,0			2,50	2,50	2,5	4,2		dubbel glas	dubbel glas	
2006	Bouwbesluit	EPC 0,8			2,50	2,50	2,5	4,2		dubbel glas	dubbel glas	
2011	Bouwbesluit	EPC 0,6			2,50	2,50	2,5	4,2		dubbel glas	dubbel glas	
2012	Bouwbesluit	EPC 0,6			3,50	3,50	3,5	2,2		dubbel glas	dubbel glas	
2015	Bouwbesluit	EPC 0,4			6,00	4,50	3,5	1,65	2,4	1,2	1,2	V
2015	Bouwbesluit	EPC 0,4		MPG 1,0	6,00	4,50	3,5	1,65	2,4	1,2	1,2	V
2021	Bouwbesluit	BENG		MPG 0,8	6,00	4,50	3,5	1,65	2,4	1,2	1,2	V
2022	Besl Bouww. Leefomg.	BENG			6,3	4,7	3,7					

3.2 Natuurkundige principes achter Vloer op Zand

Warmteverlies kan optreden langs drie routes:

1. convectie
2. straling
3. geleiding



Convectie en straling treden vooral op bij objecten die aan de lucht zijn blootgesteld, deze laten we voor de vloer nu buiten beschouwing. Het **warmteverlies** van een betonnen plaat op zand zal vooral optreden door **geleiding** van de warmte naar de ondergrond.

De isolatiewaarde qua warmtegeleiding van vloeren wordt meestal uitgedrukt in de warmteweerstandswaarde R_c die uitgedrukt wordt in m^2K/W . Om te kunnen rekenen aan het energieverlies is het handiger om te rekenen met de inverse van de R_c waarde, de U -waarde. Deze wordt uitgedrukt in Watt (energieverlies) per vierkante meter per graad temperatuurverschil tussen de warmen en de koude kant: W/m^2K .

Als je de R_c -waarde en de U -waarde voor een isolatiepakket in een grafiek zet dan zie je meteen waarom de R_c -waarde zo verwarrend is: de eerste cm's isolatiemateriaal zorgen voor de allergrootste beperking van het energieverlies. In de grafiek rechtsboven is gerekend met een vast temperatuurverschil tussen binnen en buiten. Voor een raam, muur of betonnen zelfdragende vloer boven een geventileerde kruipruimte is dat een behoorlijk goede benadering van de werkelijkheid maar bij een vloer op zand speelt een iets anders. Dat heeft nogal wat gevolgen voor het warmteverlies als je er op deze versimpelde manier naar kijkt.

Praktisch voorbeeld simpele interpretatie van het warmteverlies

Voor een veel voorkomende vloer van 5 meter breed en 8 meter lang (40 m²), 8cm stampbeton afgewerkt met vloerbedekking (gemodelleerd als 8 mm schapenwol) is het warmteverlies als volgt te schatten:

Oppervlakte	40 m ²
Binnentemperatuur	21 oC
Temperatuur grond	12 oC (ook 8 en 10 oC worden ook vaak genoemd)
Rc-waarde	0,5 (benadering van beton op zand met tapijt afgewerkt)

$$\text{Warmteverlies} = A \cdot \Delta T \cdot U = A \cdot \Delta T \cdot 1/R_c$$

$$\text{Warmteverlies gehele vloer} = 40 \times 9 \times 1/0,5 = \mathbf{720 \text{ Watt}}$$

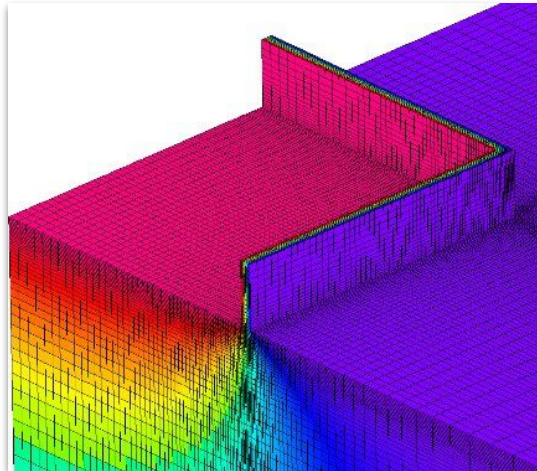
De "buitentemperatuur" van het zand is echter een gemiddelde waarde die afhankelijk is van:

- vorm van de vloer
- conditie van de ondergrond
- de diepte van de fundering

Warmtebel-effect

Al deze aspecten zie je gevisualiseerd in onderstaand plaatje waarin je ziet dat er een "warmtebel" ontstaat onder de woning door de overdracht van warmte in de woonruimte naar de ondergrond via geleiding. Direct onder het beton neemt het zand de temperatuur aan van de betonnen plaat en naarmate je dieper komt wordt de grond langzaam kouder.

Zelfs zonder isolatie zal de betonnen vloer nooit de temperatuur aannemen van de grond buiten de woning.



Bron: *Heat Loss via Concrete Slab Floors in Australian Houses (2017)*

In de praktijk van het rekenen aan de energieprestaties van woningen met een vloer op zand zien we dat we vaak een Rc-waarde van 1,5 of zelfs 2 aan moeten nemen om energieprestatie waardes te krijgen die passen bij wat bewoners rapporteren aan energieverbruik. Die aanname kan je natuurkundig ook onderbouwen/verklaren door aan te nemen dat gemiddelde temperatuur onder de vloer hoger is dan wat we gebruikelijk aannemen. Energiemodellen op zelfhulp websites maken vaak niet inzichtelijk met welke (effectieve) bodemtemperatuur er gerekend wordt.

Het warmteverlies met een hoger aangenomen Rc-waarde

Oppervlakte	40 m ²
Binnentemperatuur	21 oC
Temperatuur grond	12 oC (ook 8 en 10 oC worden vaak genoemd)
Rc-waarde	1,5 (benadering van beton op zand met tapijt afgewerkt)

$$\text{Warmteverlies} = A \cdot \Delta T \cdot U = A \cdot \Delta T \cdot 1/Rc$$

$$\text{Warmteverlies gehele vloer} = 40 \times 9K \times 1/1,5 = \mathbf{240 \text{ Watt}}$$

Beter is het natuurlijk om de echte natuurkunde te gebruiken en een betere aanname te doen van de gemiddelde temperatuur van het zand in de thermische bubbel.

Het warmteverlies met een hoger aangenomen grondtemperatuur

Oppervlakte	40 m ²
Binnentemperatuur	21 oC
Temperatuur grond	16 oC (gemiddelde temperatuur van de warmtebel onder de vloer)
Rc-waarde	0,5 (benadering van beton op zand met tapijt afgewerkt)

$$\text{Warmteverlies} = A \cdot \Delta T \cdot U = A \cdot \Delta T \cdot 1/R_c$$

$$\text{Warmteverlies gehele vloer} = 40 \times 5K \times 1/0,5 = \mathbf{400 \text{ Watt}}$$

In beide gevallen is het warmteverlies substantieel lager dan voorspeld met de versimpelde rekenmethode. We vermoeden dus dat het warmteverlies door de vloer van VOZ-vloeren in de praktijk substantieel lager is dan algemeen wordt aangenomen.

Waarom dan toch zoveel moeite doen om warmteverlies te beperken als het effect naar zo klein is op de totale energieprestatie van het gebouw?

In het volgende deel gaan we in op de redenen waarom woningeigenaren dan toch zo graag met hun vloer op zand aan de slag willen.

Discomfort verkenning

“We hebben een niet geïsoleerde vloer” leidt tot het idee dat dat een probleem is. Dit beeld wordt vaak bevestigd door energiecoaches, verkoopadviseurs van isolatiefabrikanten en zelfhulp websites van energie voorlichtingsorganisaties die rekenen met het versimpelde bouwfysische model van een vloer en zo overdreven verliezen presenteren.

Wat er echt speelt

Bij doorvragen aan de keukentafel wordt ontdekt wat er zoal speelt rond het vraagstuk. Vaak genoemde "problemen met de vloer" zijn:

- Temperatuurverschil vloer - lucht
- “Koudestraling”
- Tocht
- Convectorput

Temperatuurgradiënt woonkamer

Het maakt nogal uit welke aanname we doen over de temperatuur van de ondergrond en de vloerafwerking. In het onderstaande model zien we dat de vloertemperatuur een graad of 15 is als we aannemen dat het zand 12 graden is. Die 15 graden is 6-7 graden lager dan de lucht op leefhoogte wat tot bouw fysiologisch discomfort kan leiden (je lichaam registreert het grote temperatuurverschil).

"Koudestraling"

Je voeten stralen warmte uit naar de ondergrond en als die niet gereflecteerd wordt dan ervaar je dat als dat de warmte weggezogen wordt: koudestraling.

Tocht

Tocht wordt meestal gerelateerd aan de isolatie waarde van de vloer terwijl tocht wel discomfort kan veroorzaken die van de vloer lijkt te komen. Koude lucht die onder vensterbanken vandaan lekt, of koude lucht uit ventilatieroosters en koudeval langs ouderwets dubbelglas (of soms zelfs nog enkel glas) kan allemaal (te koude) luchtstromen over de vloer veroorzaken die makkelijk gevoeld worden.

Convactorput

De convector lijkt haast ontworpen om discomfort door te koude luchtstromen over de vloer op te wekken. De warme radiator in de put laat warme lucht opstijgen, meestal langs een koud raamoppervlak. Deze warme lucht wordt aangevuld door (koude) lucht die over de voer naar de put stroomt en over de rand in de put valt. Al dit discomfort wordt niet direct verbeterd door een beter geïsoleerde vloer.

Welke doelen dan wel

In de gesprekken die we met bewoners voeren ontdekken we dat het hebben van een goed geïsoleerde vloer geen hoofdoel is bij het maken van renovatieplannen. Wat wel vaak aan de orde komt zijn aspecten als:

- Comfortabel wonen
- Energiezuinig gebouw
- Efficiënte systemen
- Visually pleasing / onderhoud / nieuwe keuken

Als we dan doorvragen dan ontdekken we dat er naast woonwensen vaak ook wel wat praktische randvoorwaarden zijn zoals:

- Betaalbaarheid
- Praktisch uitvoerbaar

Al deze input verwerken we en dan komen we ook in gesprek over nut en noodzaak van verbeteringen en de vraag wanneer is goed nou goed genoeg. Dan hebben we het over zaken als

- Ecologisch verantwoord renoveren
- Zo Goed Als Redelijkerwijs Kan

Deze laatste twee leiden vaak tot een praktisch handelingsperspectief, bewoners kunnen aan de slag met alternatieven die hier geschetst worden:

4. Wat weten we nu, en waar moet nog onderzoek naar gedaan worden?

Belangrijk daarin is de vraag: hoe gaan we ermee om dat er eigenlijk geen uitgewerkte onderzoeken (noch theoretisch, noch empirisch) zijn voor oplossingen waarvan we vermoeden dat ze goed kunnen werken? Hoe ver kan een Energieloket hierin gaan?

Wat we bijvoorbeeld 'weten':

- **je hoeft de vloer niet te slopen** om een comfortabele gezonde woning te hebben. Maar of het voor jou comfortabel genoeg is, is altijd de vraag. Je kunt dit gaan ontdekken in je eigen tempo.
- zelfs een tegelvloer houden kan, maar een combinatie met roosters (en dalende koude lucht) kan comfortproblemen (koude voeten) opleveren
- de meest effectieve maatregel voor wat betreft comfort en CO₂-impact is een warme vloerafwerking, bijvoorbeeld kurk
- **het niet isoleren van je vloer, draagt bij aan je zomercomfort:** de koude bodem blijft mee koelen
- ook met vloer op zand **kun je zonder slopen van de vloer over naar vloerverwarming:**
 - met een zogenaamd droog opbouwsysteem
 - soms kun je zelfs een laag afschrappen, dan houd je extra ruimte over om te isoleren (iedere mm telt)
 - maar infrezen van leidingen wordt mogelijk in de toekomst een optie: meer onderzoek en praktijkervaring is nodig
- **complete vloervernieuwing kan ook maar brengt veel kosten en CO₂ uitstoot (beton) met zich mee:** combineer dat dan met groot onderhoud vraagstukken (leidingwerk), kies voor de voordelen van een beter regelbare vloer
- Mocht je kiezen voor een PVC vloer als afwerking? Bedenk dan: daar zitten weekmakers in. Sowieso is goede ventilatie belangrijk maar zeker bij PVC vloeren is dat een aandachtspunt voor je gezondheid.

Terwijl we deze notitie aan het maken waren, beseften we ons dat er eigenlijk iets belangrijks mist: een 'detailboek voor renovatie'. Architecten putten bij het maken van ontwerpen uit enorme boekwerken vol details. Voor renovatie is er wat dat betreft naar ons weten nog niets of nagenoeg niets wat je zou kunnen gebruiken om als Bondgenoot met goed fatsoen te kunnen zeggen: "kijk, dit past bij jou op basis van dit afwegingskader en als je voor die optie kiest... **doe het dan op deze manier!**". Dat zou een enorme verbetering in tijd en doorlooptijd betekenen in de klantreis van de particuliere woningeigenaar in de fase "Ik weet wat ik wil".

Hopelijk is dit document een eerste stap, en daarmee ook een startdocument voor meer en betere publieke informatie over dit onderwerp. Voor nu: heel veel succes met het toekomstbestendig maken van uw woning!

Literatuurlijst

- Al-Anzi, Adnan A; Krarti, Moncef, PhD. (1997)
Evaluation of the Thermal Bridging Effects on the Thermal Performance of Slab-on-Grade Floor Foundation. [Link naar artikel](#) (artikel achter paywall)
- Ali El Saied, Chadi Maalouf, Timea Bejat, Etienne Wurtz (2022)
Slab-on-grade thermal bridges: A thermal behavior and solution review.
[Link naar artikel](#) (artikel achter paywall)
- Louise F. Goldberg and Garrett E. Mosiman (2015)
High-Performance Slab-on-Grade Foundation Insulation Retrofits. [Link naar artikel](#) (pdf)