

## **Maatschappelijke overwegingen bij het in-situ aanbrengen van PUR-isolatie aan de onderzijde van vloeren**



Auteur(s):  
ir. J.P.Bovenlander

Opdrachtgever(s):  
geen

Dossier: 120705-PUR-kruipruimte.doc

Muiden, juli 2011 / juli 2012

Dit document is beschermd door Copyright © 2004-2012 GRID Consult.  
Publicatie en citeren door commerciële partijen is alleen toegestaan na toestemming van de auteur.

## Correcties:

- 24 juli 2011: BTW regeling nader toegelicht
- 1 augustus 2011: naam bekende hardschuimfabrikant op verzoek verwijderd
- 3 maart 2012: diverse aanvullingen, onder meer ten aanzien van isocynaat, berekening van de milieuwinst en de internationale situatie.
- 8 mei 2012: samenvatting en verantwoording geschreven, en milieugegevens aangepast. Naam bekende leverancier van PUR-schuim componenten op verzoek verwijderd
- 10 juni 2012: Broeikasgaseffect herberekend met gegevens Europese Gemeenschap
- 18 juni 2012: Foto van de titel pagina verwijderd en vervangen door rechtenvrije foto
- 5 juli 2012: extra hoofdstuk met betrekking tot de gevaren van het betreden van de kruipruimte. BTW regeling aangepast aan actuele situatie.

Deze studie heeft tot doel te onderzoeken in hoeverre de veelvuldig door de grote energiemaatschappijen gepromote in-situ onder vloeren aangebrachte polyurethaan(PUR)-isolatie optimaal een milieutechnisch en maatschappelijk doel dient. Dit is onderzocht aan de hand van enige claims die deze methode van isoleren tegengeworpen krijgt.

## Inhoud:

1	Samenvatting .....	3
2	Inleiding en aanleiding.....	4
3	Verantwoording .....	4
4	Claims: .....	5
4.1	De isolatiewaarde van PUR-Schuim is slecht gedefinieerd.....	5
4.2	In de praktijk is de isolatiewaarde veelal slechter dan aangeboden.....	6
4.3	Er wordt ten onrechte het verlaagde BTW tarief van 6% geclaimd. ....	8
4.4	Grondstof- en energieverbruik en milieubelasting over levenscyclus is ongunstig: .....	9
4.4.1	Internationale situatie.....	11
4.5	We zaden toekomstige generaties op met een levensgroot afval probleem. ....	12
4.6	Verbranding levert levensgevaarlijke gassen op. ....	13
4.7	Tijdens het aanbrengen, en dagen daarna moet de woning ontruimd worden. ....	15
4.8	Na het aanbrengen van PUR-schuim is het betreden van de kruipruimte langere tijd gevaarlijk .....	17
4.9	Overige claims .....	18
5	Conclusie en aanbevelingen .....	19
6	Literatuur en Bronnenlijst: .....	20

Bijlagen (2): KOMO-Attest Vloerspraysysteem  
 NIBE Milieuinformatie pentaan geblazen PUR-platen

## 1 Samenvatting

Met betrekking tot het na-isoleren van vloeren aan de onderzijde is het in-situ sprayen van polyurethaanschuim een gebruikelijke methode. Tijdens mijn werkzaamheden als energieprestatieadviseur werd ik geconfronteerd met argumenten die tegen deze methode pleiten. Tegenstanders van het aanbrengen van polyurethaanschuim gaan zelfs zover dat zij deze methode 'onmaatschappelijk' en 'milieuvriendelijk' noemen. De branche zelf erkent zich geenszins in deze stelling, en de energiemaatschappij NUON, die deze methode promoot, noemt haar zelfs 'milieuvriendelijk'. Reden om een aantal 'claims' die tegenstanders van het in-situ sprayen van polyurethaanschuim daartegen in stelling brengen nader te onderzoeken, teneinde de maatschappelijke discussie over deze methode met feiten te voeden.

Alle bezwaren die tegen het in-situ sprayen van PUR-schuim ingebracht worden, blijken terecht.

Zo blijkt de isolatiewaarde slecht gedefinieerd; de gepubliceerde waarden voor de warmtegeleidingscoëfficiënt (lambda-waarde) spreken elkaar tegen. Dus weet de klant niet met zekerheid dat hij werkelijk geleverd krijgt wat hem beloofd is. Sterker nog: dit rapport toont aan dat in de meeste gevallen niet geleverd wordt wat beloofd wordt. Met de veelal aangeboden laagdikte van 6 cm kan de aangeboden Rc van 2,5 m<sup>2</sup>K/W volgens de vigerende rekenmethode en te hanteren lambda-waarde niet gehaald worden. Dit geldt ook wanneer de door de branche zelf in het KOMO-attest gehanteerde lambda gebruikt wordt. In de praktijk wordt de thermische weerstand ongunstig beïnvloed door onzorgvuldig aanbrengen en door laagdikte variaties, waarbij niet eens een laagdikte van 6 cm gehaald wordt.

Ernstiger is dat er met in-situ aangebracht PUR pas na zeer lange tijd milieuwinst wordt geboekt. Het bij het in-situ aanbrengen van PUR-schuim gebruikte blaasgas HFK komt waarschijnlijk uiteindelijk volledig in het milieu. HFK is per gewichtseenheid 800 tot 1300 schadelijker dan CO<sub>2</sub> voor het broeikasgaseffect. In dit rapport is nagerekend dat voor de gebruikelijke laagdikte van 6 cm PUR het 14 tot 45 jaar duurt voordat enige milieuwinst wordt geboekt. En wanneer de PUR-laag nog dikker is (aanbevolen om een redelijke isolatiewaarde te verkrijgen), dan duurt het nog veel langer. Samenvattend: het duurt tientallen jaren voordat met betrekking tot het broeikasgaseffect enige milieuwinst wordt geboekt. Milieuvriendelijke verwerking van het sloopproduct kan dit euvel verzachten. Het staat echter lang niet vast dat dit, en in welke mate dit, mogelijk zal zijn. We zadelen toekomstige generaties dus op met een afvalprobleem.

Bij het aanbrengen van PUR-schuim zijn er grote gezondheidsrisico's. Met name is de ontstane isocyanatdamp zeer schadelijk. Kortstondige blootstelling boven de veiligheidslimiet veroorzaakt allerlei ongemakken, en kan de werking van de longen verstoren; herhaalde of langdurige inademing kan astma veroorzaken. Daarnaast spelen isocyanaten waarschijnlijk een belangrijke rol bij het ontstaan van kanker. Om die reden is het aan te bevelen een behandelde woning minstens 48 uur te ontruimen, en te ventileren. Uiteraard geldt dit in versterkte mate voor het betreden van de kruipruimte. Volgens een publicatie van ISOPA (Europees samenwerkingsverband PUR-schuim fabrikanten) is beschermende kleding (een goed sluitende overall), handschoenen (bij voorkeur in combinatie met een barrière-crème) en een masker verplicht. Er moet voldoende geventileerd worden. Als ventileren niet of niet genoeg kan (zoals in een kruipruimte), is ademhalingsbescherming (verse-luchtkap of persluchtmasker) noodzakelijk. Daar wordt lang niet altijd aan voldaan. Lang voordat isocyanaat wordt waargenomen is gezondheidsschade al mogelijk.

Bij verbranding komen zeer schadelijke stoffen vrij (voornamelijk isocyanaat). Als maatregelen zijn getroffen die voorkomen dat PUR-schuim vlam vat, kan men stellen dat het gebruik van PUR-schuim vanuit brandveiligheid een acceptabele situatie oplevert. Bij in-situ aangebracht PUR als isolatie onder vloeren, in de kruipruimte, is dit het geval.

Het aanbrengen van PUR-schuim is niet onbetroffen van procesrisico's. Er treedt mogelijk een exotherme reactie op, met als gevolg brand, en het verspreiden van giftige gassen. Dat kan ook gebeuren wanneer bij het vervoer over de weg de vaten ten gevolge van een aanrijding beschadigd worden. Ook is het dan gemorste isocyanaat zeer gevaarlijk.

De gevaren die samenhangen met het in-situ aanbrengen van PUR-schuim (met name het broeikasgaseffect) hebben in verscheidene landen er toe geleid dat deze methode verboden, of tenminste ontmoedigd, werd. Het is ook in de Nederlandse situatie aan te bevelen terughoudend te zijn met het in-situ aanbrengen van PUR-schuim, zeker wanneer milieuvriendelijke alternatieven beschikbaar zijn.

## 2 Inleiding en aanleiding

Vloerisolatie is een nuttige maatregel teneinde energie te besparen en het wooncomfort te verhogen. Deze maatregel wordt in het energielabel en maatwerkadvies onderschat: de energiebesparing is volgens verscheiden studies (bijvoorbeeld Cauberg-Huygen, 2007), groter dan uit het energielabel en maatwerkadvies volgt. Dit is reden om in nagenoeg alle gevallen waar dit uitvoerbaar is vloerisolatie aan te bevelen.

Met betrekking tot het na-isoleren van vloeren aan de onderzijde is het in-situ sprayen van polyurethaanschuim een gebruikelijke methode.

Tijdens mijn werkzaamheden als energieprestatieadviseur werd ik geconfronteerd met argumenten die tegen deze methode pleiten. Tegenstanders van het aanbrengen van polyurethaanschuim gaan zelfs zover dat zij deze methode 'onmaatschappelijk' en 'milieuonvriendelijk' noemen. De branche zelf echter herkent zich geenszins in deze stelling, en de energiemaatschappij NUON, die deze methode promoot, noemt haar zelfs 'milieuvriendelijk'. Reden om een aantal 'claims' die tegenstanders van het in-situ sprayen van polyurethaanschuim daartegen in stelling brengen nader te onderzoeken.

## 3 Verantwoording

De auteur dezes heeft, naar eer en geweten, gebruik gemaakt van alle openbare en hem beschikbaar gestelde informatie om dit rapport te schrijven. Voor dit volstrekt onafhankelijke rapport is géén opdracht gegeven, de auteur dezes heeft het opgesteld om de discussie over de maatschappelijke en milieutechnische implicaties van isolatiemethodes te voeden. De verschillende geraadpleegde bronnen zijn uiteraard met elkaar in verband gebracht, en de gegevens daaruit zijn doorgerekend. Daarmee berust dit rapport op een zogeheten 'meta-onderzoek'.

Het eerste conceptrapport is op 15 april 2011 besproken met vertegenwoordigers van de hardschuim-branche, namelijk de directeur van de NVPU (de Nederlandse Vereniging van Polyurethaan Hardschuim Fabrikanten), een tweetal vertegenwoordigers van een hard-schuim fabrikant (die later te kennen gaf onbekend te willen blijven), en de onderzoeksmanager van een leverancier van de grondstoffen voor de PUR-vloerspraysystemen (die ook, één jaar na dato, aangaf onbekend te willen blijven). Het gesprek vond plaats ten kantore van de laatst genoemde firma.

Voor zover ter zake doende zijn de opmerkingen die door dit viertal gemaakt zijn in het rapport verwerkt.

### ***De NVPU heeft laten weten dat zij zich geenszins in dit rapport herkent.***

Zij laten ons weten dat heden "het NIBE (Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie) meldt, in tegenstelling tot GRID Consult, dat PUR vanuit milieu hygiënisch oogpunt juist een goede keuze is. Alleen met het oog daarop zijn uw conclusies volstrekt onjuist."

De NVPU vergist zich. Want de door de NVPU bedoelde milieuclassificatie heeft betrekking op PUR-schuim platen, die geblazen zijn met Pentaan gas. Inderdaad is de milieuprestatie daarvan vergelijkbaar met die van andere plaatmaterialen, zoals Resolschuim en EPS-platen.

### ***Dit rapport gaat daar helemaal niet over.***

Dit rapport gaat over HFK-geblazen, met Isocyaan en Polyolen in-situ aangebracht PUR schuim. In de volgende hoofdstukken leest u wat de maatschappelijke consequenties daarvan zijn.

Na het naar buiten brengen van dit rapport heb ik vele reacties ontvangen, onder meer naar aanleiding van een artikel in "Cobouw". Deze opmerkingen hebben, na bestudering en verificatie, geleid tot menig aanvullend inzicht. Die zijn verwerkt in een geheel herziene uitgave, gepubliceerd in maart 2012. Deze uitgave is nogmaals geactualiseerd, onder meer naar aanleiding van de reactie van de NVPU. Bij bestudering van hun reactie blijkt de situatie er niet beter op te zijn geworden.

De onderzochte claims zijn opgesomd in de inhoudsopgave, en worden in de volgende hoofdstukken behandeld. Er zijn ook aanbevelingen gedaan voor nader onderzoek om kennishiaten te vullen die in het onderzoek van de claims naar voren zijn gekomen.

## 4 Claims:

### 4.1 De isolatiewaarde van PUR-Schuim is slecht gedefinieerd.

De isolatiewaarde van een isolatiemateriaal wordt uitgedrukt als de warmtegeleidingcoëfficiënt  $\lambda$ . Met betrekking tot de warmtegeleidingcoëfficiënt van PUR-schuim beschikken wij over tegenstrijdige informatie. De NVPU stelt echter dat er voldoende wetenschappelijke informatie is waaruit de uitstekende isolerende eigenschappen van PUR-isolatie blijken. Op ons verzoek deze aan ons kenbaar te maken is voldaan met een enkel "Prüfbericht" van het "Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V." te München en een KOMO-attest. Er werd, na ons verzoek, géén aanvullende informatie verstrekt.

Het "Prüfbericht" heeft betrekking op vers PUR-Schuim, met een  $\lambda$  (warmtegeleidingcoëfficiënt) van 0,021 W/mK. Deze waarde wordt tegengesproken in het KOMO-attest, dit gaat uit van een  $\lambda$  van 0,025 tot 0,027 W/mK, afhankelijk van de dikte van de aangebrachte laag. Om de verwarring compleet te maken, biedt het KOMO attest ook nog de mogelijkheid uit te gaan van de Norm waarde van 0,035 W/mK (norm NEN 1068 'Thermische isolatie van gebouwen').

In ieder geval is de waarde van 0,021 W/mK een zogenaamde initiële waarde, bij alle PUR producten loopt zij terug door diffusie van het blaasgas uit de cellen structuur. Dat blaasgas is immers verantwoordelijk voor de isolerende werking van PUR-isolatie. In het voor in-situ geblazen PUR-schuim zijn de cellen gevuld met HFK's, lucht en CO<sub>2</sub>. De  $\lambda$  voor de verschillende blaasgassen bij standaardtemperatuur, dus dichtheid en druk, is (voor het stilstaande gas) :

- HCFK: 0,0101 tot 0,0107 (niet meer toegestaan)
- HFK: 0,0122
- Pentaan: 0,0150
- CO<sub>2</sub>: 0,0163
- Lucht: 0,024

Het genoemde "Prüfbericht" met betrekking tot vers PUR-schuim geeft uitsluitel over de samenstelling van het in de cellen aanwezige gas:

- Lucht: 28%
- CO<sub>2</sub>: 12%
- R 365mfc (blaasgas): 55%
- R 227ea (blaasgas): 5%
- (blaasgas totaal): 60%

Het gaat hier dus om vers PUR-schuim, met een  $\lambda$  van 0,021 W/mK.

Stilstaande lucht heeft een  $\lambda$  van 0,024 W/mK, het blaasgas de helft hiervan, 0,012 W/mK. Daarmee is het duidelijk dat wanneer het blaasgas (gedeeltelijk) door lucht vervangen wordt, de  $\lambda$  zal toenemen, en daarmee de warmteweerstand afneemt. Het vervangen van blaasgas door lucht treedt op door diffusie door de celwand. CO<sub>2</sub> diffundeert aanzienlijk sneller naar buiten dan lucht naar binnen.

Daardoor kan krimp optreden, reden om het CO<sub>2</sub> gehalte te beperken. CO<sub>2</sub> ontstaat door de aanwezigheid van water, en is niet geheel te vermijden. Volgens een fabrikant van PUR-Schuim-spray componenten diffunderen HFK's niet naar buiten in de gebruiksfase, een rapport van het directoraat-generaal milieu van het ministerie van VROM (maart 2010) spreekt dat tegen: het eerste jaar zou 5% van de HFK uit de cellen verdwijnen, de volgende jaren 1,2% per jaar. Deze cijfers gelden voor in-situ aangebracht PUR-schuim, en gaan uit van CFK als blaasmiddel, maar zullen voor HFK naar verwachting niet wezenlijk afwijken, aldus het rapport.

Ten aanzien van het achteruitgaan van de  $\lambda$  van PUR is er een algemeen aanvaarde Europese norm gesteld. Als we uitgaan van een materiaaldikte van minder dan 80 mm (bij in situ gespoten PUR ten behoeve van vloerisolatie is 6 cm gebruikelijk) dan staat ontwerpnorm FprEN 14315 een achteruitgang van  $\lambda$  van ongeveer 0,006 toe voor pentaan of HFK geblazen PUR en 0,01 voor CO<sub>2</sub> geblazen materialen. Deze waarde geldt voor 'open' materialen (dat wil zeggen niet bekleed, dus de situatie bij opgespoten PUR). De achteruitgang bij bekleed materiaal is aanzienlijk geringer.

In de praktijk wordt de normtoename van 0,006 te gehanteerd.

De werkelijke waarde van de warmtegeleidingscoëfficiënt is de auteur dezes onbekend. Wij bevelen aan verouderde monsters van in-situ aangebracht PUR te onderzoeken. Een "gecontroleerde kwaliteitsverklaring" die gebruikt wordt voor het Nederlandse energieprestatie certificaat gaat conform de norm NEN 1068 uit van een  $\lambda=0,035$  W/mK, en het genoemde onderzoeksrapport van 0,021 W/mK.

Het lijkt erop dat alle waarden tussen 0,021 en 0,035 W/mK geciteerd worden. Zie ook het volgende hoofdstuk.

*De onderzochte claim is correct. Zonder aanvullend onderzoek is de warmtegeleidingcoëfficiënt onbekend. De gepubliceerde gegevens zijn verwarrend en tegenstrijdig.*

## 4.2 In de praktijk is de isolatiewaarde veelal slechter dan aangeboden.

In het KOMO-attest IKB1587/09 lezen we als beproevingsresultaat dat de gedeclareerde waarde, conform de ontwerpnorm prEN 14315, voor de warmtegeleidingscoëfficiënt lambda van het schuim afhankelijk is van de dikte van de isolatielaag en dat deze bedraagt:

0,027 W/mK voor een dikte minder dan 80 mm,  
0,026 W/mK voor een dikte tussen 80 mm en 120 mm  
0,025 W/mK voor een dikte meer dan 120 mm.

Bij het in-situ aanbrengen van vloerisolatie mag men uitgaan van een dikte van minder dan 80 mm, en zal een lambda van 0,027 W/mK gehanteerd worden.

Dit is echter niet de waarde die een energieprestatieadviseur mag hanteren bij de vaststelling van het energielabel. De door ISSO gepubliceerde 'gecontroleerde kwaliteitsverklaring' gaat uit van een lambda van 0,035 W/mK. ISSO gaat daarbij uit van de NEN 1068-norm 'Thermische isolatie van gebouwen'. In deze norm wordt voor PUR (tabel D.3) forfaitair een lambda van 0,035 W/mK voorgeschreven. Aan het materiaal uit de databank (20100004GKKBKUW) ligt geen kwaliteitsverklaring van een bepaalde producent ten grondslag. Het College van Deskundigen dat sturing geeft aan de normen voor het energielabel heeft hier gemeend het isolatiemateriaal PUR conform de tabel uit NEN 1068 te waarderen. Fabrikanten/leveranciers kunnen met een verklaring en onderbouwing natuurlijk altijd een betere waarde krijgen voor PUR, aldus ISSO. Kennelijk heeft de branche nagelaten deze inspanning te doen, of ontbreekt bewijsmateriaal.

In de praktijk hanteert men voor het isoleren van vloeren vaak een laagdikte van 6 cm. In het onderstaande voorbeeld, waar het aangebrachte PUR-schuim gedeeltelijk is weggebroken, blijkt dat de dikte gemiddeld ongeveer 6 cm is, en veelal minder.



Dit is strijdig met de eis van de beoordelingsrichtlijn voor sprayen van de onderkant van begane grondvloeren met CFK-vrij polyurethaanschuim (BRL 1332) waarin staat dat de laagdikte berekend moet worden volgens NPR 2068 voor een warmteweerstand van tenminste 2,5 m<sup>2</sup>K/W. Hierbij mag niet de lambda uit het beproevingsresultaat gehanteerd worden, maar moet de lambda conform NEN 1068 gebruikt worden.

De warmteweerstand conform NPR 2068 is:

$R_c = ((R_m + R_i + R_e) / 1,05) - R_i - R_e$  (dus de som van warmteweerstand van het materiaal en de isolatie, en de overgangswaerstanden, gecorrigeerd met een deelfactor 1,05, min de overgangswaerstanden).

Voor een betonvloer is de warmteweerstand forfaitair 0,15 m<sup>2</sup>K/W, de overgangswarmteweerstanden zijn beiden 0,17 m<sup>2</sup>K/W. Conform NEN 1068 dient men een lambda van 0,035 W/mK te hanteren.

Daarmee is  $R_c$  voor een laagdikte van 6 cm gelijk aan 1,76 m<sup>2</sup>K/W, inderdaad veel minder dan de vereiste 2,5 m<sup>2</sup>K/W. De waarde die voor het energielabel gebruikt mag worden, is  $R_c = 1,86$  m<sup>2</sup>K/W.

Met een lambda van 0,027 W/mK (zoals genoemd in het KOMO-attest) is, bij een laagdikte van 6 cm, de warmteweerstand  $R_c$  gelijk aan 2,24 m<sup>2</sup>K/W, en dit is ook minder dan de vereiste 2,5 m<sup>2</sup>K/W.



Daarnaast geldt deze waarde echter alleen wanneer de laag zeer homogeen wordt aangebracht, dunnere gedeelten zullen een kleinere warmteweerstand hebben. Een dunnere laag zal men in het algemeen aantreffen op verstevigingrillen. Aangezien deze dunnere gedeelten zwaarder wegen dan de wat dichtere delen, is de geclaimde waarde voor  $R_c$  uitsluitend te handhaven indien de gemiddelde laagdikte (aanzienlijk) groter is dan 6 cm. In de praktijk is dat lang niet altijd het geval, zodat de  $R_c$  vaak (conform NPR 2068) lager uitkomt dan 1,76 m<sup>2</sup>K/W.

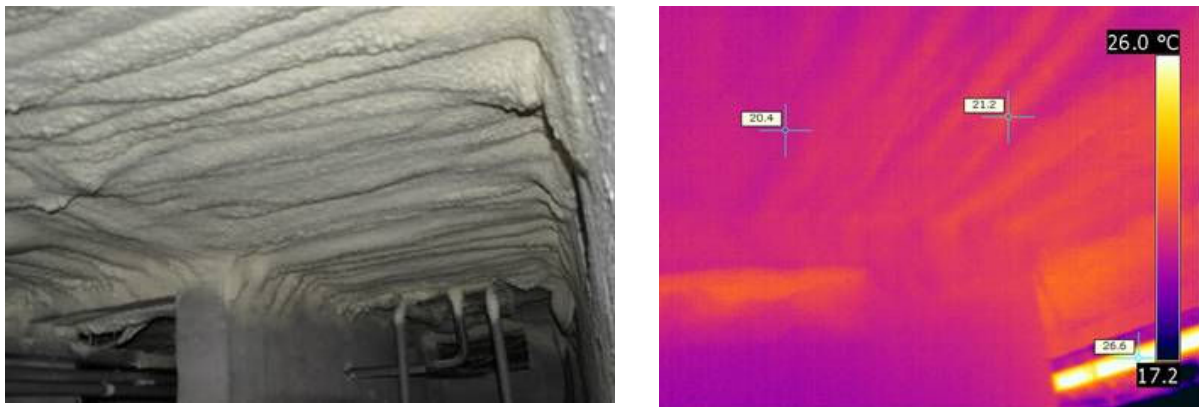
In offertes voor het na-isoleren van vloeren wordt een  $R_c$  van 2,5 m<sup>2</sup>K/W geclaimd. Om aan deze waarde te komen moet, bij een  $\lambda$  van 0,035 W/mK, de aangebrachte PUR-schuim laag tenminste 9 cm dik zijn. De waarde die dan voor het energielabel gebruikt mag worden, is  $R_c=2,72$  m<sup>2</sup>K/W

De aangeboden laagdikte van 6 cm stemt dus niet overeen met de aangeboden  $R_c$  van 2,5 m<sup>2</sup>K/W.

Wanneer een laagdikte van meer dan 4 cm wordt aangebracht moet het schuim, om een voldoende kwaliteit te garanderen, in meerdere lagen worden aangebracht. Daarmee wordt blaasvorming voorkomen. De eerste laag moet uitgeschuimd en uitgehard zijn voordat de volgende wordt aangebracht. In de praktijk wordt dat lang niet altijd gedaan, en dit zou de  $\lambda$  ook nog eens ongunstig beïnvloeden.

De branche organisatie NVPU meent dat dergelijk slecht vakmanschap (extreme laagdikte variaties, te dunne laag, in één keer aanbrengen) slechts zeer incidenteel voorkomt; ervaringsdeskundigen verschillen daarover met de NVPU van mening. De auteur dezes beveelt nader steekproefsgewijs onderzoek aan.

Ter illustratie de volgende afbeelding:



Bron: SBVN.

De onderkant van de vloer was oorspronkelijk vlak. Door slordig aanbrengen van de PUR-isolatie is dit nu niet meer het geval. De warmteweerstand  $R_c$  wordt in belangrijke mate bepaald door de dunste plekken. De vloer heeft vloerverwarming. De onderkant van de PUR-isolatie is warmer dan 20 °C. Wanneer het PUR-schuim optimaal zou isoleren, zou men een lagere temperatuur verwachten. De golven in het slordig aangebrachte PUR-schuim zijn herkenbaar. Daarmee is het waarschijnlijk dat veel warmte nog door de vloer verloren gaat.

Een gunstige eigenschap van correct in-situ aangebracht PUR-schuim is dat het naadloos aansluit. Bij plaatmaterialen of iets dergelijks is er dikwijls sprake van kieren. Daardoor neemt de warmteweerstand aanzienlijk af, zodat ook hier vaak de geclaimde isolatiewaarden niet gehaald wordt.

*Conclusie: De onderzochte claim is terecht omdat: met de aangeboden laagdikte van 6 cm de aangeboden  $R_d$  van 2,5 m<sup>2</sup>K/W volgens de vigerende rekenmethode en te hanteren  $\lambda$ -waarde niet gehaald kan worden; ook niet wanneer de door het KOMO-attest gehanteerde  $\lambda$  gebruikt wordt. in de praktijk de thermische weerstand ongunstig beïnvloed wordt door onzorgvuldig aanbrengen en door laagdikte variaties, waarbij niet eens een laagdikte van 6 cm gehaald wordt.*

Een discussie met betrekking tot de vraag of een  $R_c$  van 2,5 m<sup>2</sup>K/W volgens het nu vigerende bouwbesluit voldoende is, treft u aan in het volgende hoofdstuk.

### 4.3 Er wordt ten onrechte het verlaagde BTW tarief van 6% geclaimd.

De belastingdienst heeft laten weten dat om voor het verlaagde tarief van 6% in aanmerking te komen, de aangebrachte isolatie moet voldoen aan het bouwbesluit. Tot 2012 hield dit in dat een  $R_c$  van 2,5 m<sup>2</sup>K/W gehaald diende te worden. Zoals uit het vorige hoofdstuk blijkt, dient men, om een  $R_c$  van 2,5 m<sup>2</sup>K/W te behalen zorgvuldiger en dikker te sprayen dan wat nu de praktijk is.

Sinds 1 april 2012 is het Bouwbesluit 2012 van kracht. In het bouwbesluit 2012 wordt heel anders omgegaan met verbouwingen dan in het oude bouwbesluit. In het Bouwbesluit 2012 gelden voor bestaande woningen namelijk andere isolatie eisen dan voor nieuwbouwwoningen. Het Bouwbesluit 2012 stelt voor isolatie aan dak, gevel en vloer van nieuwbouwwoningen een eis van  $R_c \geq 3,5$  m<sup>2</sup>K/W.

Bij bestaande woningen geldt niet de nieuwbouweis maar artikel 5.6 van het Bouwbesluit: isolatie volgens het rechtens verkregen niveau met een minimum van  $R_c = 1,3$  m<sup>2</sup>K/W. Het rechtens verkregen niveau van een gebouw is het kwaliteitsniveau dat bij een rechtmatig gebouw direct voor aanvang van de verbouwwerkzaamheden aanwezig is. Dat "rechtens verkregen niveau" geldt voor "verbouwingen".

De vraag is echter of isolatiewerken onder "verbouwingen" vallen. Het bouwbesluit vermeldt daarvoor drie mogelijkheden: *Gedeeltelijk vernieuwen*; gedeeltelijk slopen en herbouwen of bijvoorbeeld slopen tot op het casco, *Veranderen*; aanpassen van het gebouw zonder dat bouwmassa wordt gewijzigd, en *Vergroten*; Aanpassen van het gebouw waarbij de bouwmassa wordt vergroot. Bij *Geheel vernieuwen*; slopen (tot op fundering) en herbouwen geldt wél de nieuwbouweis. Omdat isolatiewerken redelijkerwijs vallen onder "veranderen" is artikel 5.6 van het bouwbesluit van toepassing.

Een nieuwe aanbouw moet aan de eis voldoen waaraan het hoofdgebouw moet voldoen, of voldoet. Voor een woning uit 1985 is dat bijvoorbeeld een  $R_c$ -waarde van 2,0 m<sup>2</sup>K/W. Maar als het gebouw geïsoleerd is met een  $R_c$ -waarde van 3,0 m<sup>2</sup>K/W geldt dat niveau, met een maximum van 3,5 m<sup>2</sup>K/W. En voor een ongeïsoleerde woning uit 1930 geldt de minimumwaarde van 1,3 m<sup>2</sup>K/W.

In dat geval houdt het nu vigerende bouwbesluit een achteruitgang in: ongeïsoleerde vloeren behoeven slechts te voldoen aan het "rechtens verkregen niveau" en in de praktijk zal dat in veel gevallen neerkomen op de minimumeis van  $R_c = 1,3$  m<sup>2</sup>K/W. Dat wordt in verreweg de meeste gevallen wel gehaald. En dan geldt het 6% BTW tarief voor verbeteringen aan bestaande woningen minstens 2 jaar na de eerste ingebruikneming.

Evenzeer belangrijk is een andere voorwaarde van de 6% BTW-regeling, namelijk dat de materiaalkosten minder dan 50% van de totale aanneemsom behoren te bedragen. Anders vallen de materiaalkosten onder het 19% tarief. Waarschijnlijk bedragen de loonkosten veel minder dan 20% van de aanneemsom, die ongeveer 30-35 €/m<sup>2</sup> bedraagt, met een productie van 10-15 m<sup>2</sup> per uur. De belastingdienst gaat uit van een factuur die gesplitst is in loonkosten en materiaalkosten. Deze loonkosten dienen vermoedelijk betrekking te hebben op de prestaties ter plaatse, dus in de woning, en deze bedragen dus bij lange niet de helft van de aanneemsom. Of de rest als materiaalkosten gerekend moet worden, is de vraag. Een derde component is namelijk de toeslag wegens algemene kosten. Om praktische redenen verdeelt de belastingdienst algemene kosten pro rata over de loonkosten en materiaalkosten. Vermoedelijk betekent dit in alle gevallen dat het 6% BTW tarief slechts over een deel van de aanneemsom mag worden gerekend, mits voldaan wordt aan het bouwbesluit. De winstopslag valt altijd onder het 19% BTW tarief.

*Conclusie: de onderzochte claim is terecht. Ook al zou de geclaimde, of wettelijk vereiste, isolatiewaarde gehaald worden, dan nog wordt ten onrechte 6% BTW over de gehele aanneemsom berekend, omdat de loonkosten minder dan de helft van de aanneemsom uitmaken. De 6% BTW mag slechts worden berekend over de loonkosten en het pro rata daaraan toebedeelde deel van de algemene kosten.*

De Stichting Belangenbehartiging Vloerisolatie Nederland (SBVN) heeft een nog strengere opvatting: zij stellen dat er fiscaal gezien een onderscheid moet worden gemaakt tussen verbouwen en isoleren. Een verbouwing is slechts toegestaan wanneer minimaal het rechtens verkregen isolatieniveau toegepast wordt. Indien hieraan voldaan wordt moet gewoon 19% BTW berekend worden.

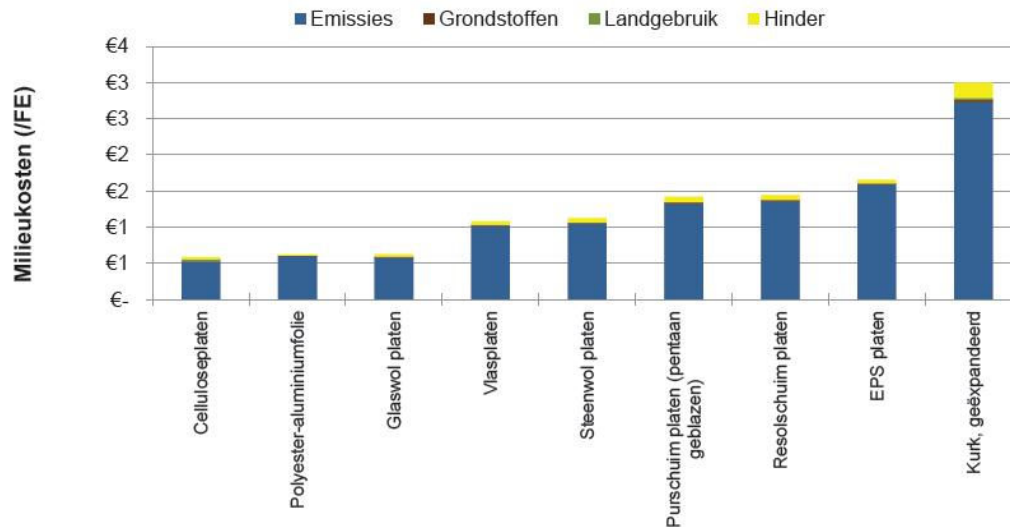
Om voor 6% BTW in aanmerking te komen moet het werk gesplitst worden in verbouwen (19% BTW) en isoleren (6% BTW). Bij isoleren gelden de eisen die het Bouwbesluit stelt aan de Energiezuinigheid ( $R_c \geq 3,5$  m<sup>2</sup>K/W), aldus de SBVN.

*Uiteindelijk gaf het ministerie van Financiën eind juni 2012 uitsluitel: de stelling van de SBVN is onterecht, de norm is  $R_c \geq 1,3$  m<sup>2</sup>K/W.*



#### 4.4 Grondstof- en energieverbruik en milieubelasting over levenscyclus is ongunstig:

Het NIBE (Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie) hanteert als norm 17 milieucriteria over een aangenomen gebruiksduur (levenscyclus) van 75 jaar voor een functionele eenheid, die bestaat uit 1 m<sup>2</sup> isolatie met een Rc van 3 m<sup>2</sup>W/K. Daarbij scoren PUR-schuimplaten voor wat betreft de milieukosten vergelijkbaar als andere plaatmaterialen, zoals Resolschuim of EPS.



De aanduiding 'pentaan geblazen' heeft betrekking op het blaasmiddel waarbij de celstructuur van het PUR bewerkstelligd wordt. Dit blaasmiddel vult de blaasjes polyurethaan. De cellenstructuur, gevuld met het blaasmiddel is verantwoordelijk voor de isolerende werking van het materiaal. Polyurethaan ontstaat uit de chemische reactie tussen isocyaanaten en polyolen.

Bij het in-situ aangebrachte PUR is echter HFK (en niet pentaan) gebruikelijk als blaasmiddel. En dat levert een geheel andere milieuclassificatie op.

HFK's (gehalogeneerde fluorokoolwaterstoffen) zijn koolwaterstoffen, waarbij enkele waterstofatomen vervangen zijn door een fluoratoom. De stoffen worden ook gebruikt als koelmiddel in koelkasten, in plaats van het ozonvriendelijke freon. Voor het in-situ aanbrengen van PUR-Schuim wordt HFK-365mfc (CF<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>), HFK-245fa (CF<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CHF<sub>2</sub>) en HFK-227ea (CF<sub>3</sub>CHF<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>) gebruikt.

HFK's laten, in tegenstelling tot de vroeger gebruikelijk CFK's of HCFC's, de ozonlaag intact, maar hebben een sterk broeikasgas-effect, 800 tot 1300 maal groter dan CO<sub>2</sub>. (bron: Artikel "Alternatieven voor HCFC", vakblad Kunststof en Rubber maart 2002). Om die reden is terughoudendheid en voorzichtigheid bij de toepassing van dit blaasgas geboden. Een gedeeltelijke oplossing is om CO<sub>2</sub> als blaasmiddel aan te wenden. Het benodigde CO<sub>2</sub> ontstaat door het aandeel water en isocyaanaten in de receptuur te verhogen. Deze zogeheten watergeblazen methode is vooralsnog slechts heel beperkt bij in-situ geblazen PUR-schuim mogelijk (om krimp te beperken, zie hoofdstuk 4.1).

Details betreffende de milieu-informatie van PUR-Hardschuimplaten, afkomstig van het NIBE, vindt u in de bijlage. Daarin leest u dat emissies verantwoordelijk zouden zijn voor 93% van de totale milieubelasting. Dit lijkt rijkelijk veel – immers, het volume van de blaasgassen is van dezelfde orde van grootte als het volume van het schuim, en van pentaan zijn beperkte broeikasgaseffecten bekend. Het NIBE is dan ook om commentaar verzocht. Het NIBE geeft als toelichting dat hier alle milieueffecten van emissies bij elkaar opgeteld zijn. Belangrijk is nogmaals op te merken dat het PUR uit de tabel betrekking heeft op onder gecontroleerde omstandigheden in een productieproces met pentaan geblazen PUR-platen.

De schadelijkheid van HFK als broeikasgas is echter tientallen malen groter dan van pentaan. En dat levert een ander beeld op: het broeikasgaseffect van 1 kg van bijvoorbeeld het bij het blazen van PUR-schuim gebruikelijke component HFK-227ea is ongeveer 3500 keer zo sterk als van 1 kg CO<sub>2</sub> (over een periode van 100 jaar, en van de component HFK-365mfc ongeveer 890 keer zo sterk als van 1 kg CO<sub>2</sub> (bron: EG-verordening EG 842/2006). Het door het "Forschungsinstitut für Wärmeschutz" geteste sample bevat 55% HFK-365mfc en 5% HFK-227ea. Dit mengsel heeft een 1100 keer zo sterk broeikasgaseffect als CO<sub>2</sub>.

In de milieu-informatie van PUR, afkomstig van het NIBE, wordt voor pentaan geblazen PUR-schuimplaten het broeikasgaseffect geschat op 17,6 kg CO<sub>2</sub>-equivalent per functionele eenheid (0,075 m<sup>3</sup>, zie bijlage). Hierbij is dus de uitstoot van productie, vervoer en afvalverwerking inbegrepen. Het blaasgas, pentaan, is slechts voor een deel debet aan deze 17,6 kg.

Wij schatten dat deel op ongeveer 1,26 kg CO<sub>2</sub> equivalent, uitgaande van 0,045 m<sup>3</sup> pentaan (60% van het volume), met een gewicht van 0,0315 kg (0,7 kg/m<sup>3</sup>), en met broeikasgaseffect geschat op 40 maal dat van CO<sub>2</sub> dus 1,26 kg CO<sub>2</sub> equivalent. Inderdaad is dit een gering deel van het broeikasgaseffect voor de gehele levenscyclus (17,6 kg CO<sub>2</sub>-eq.).

De emissie van het blaasgas dat gebruikt wordt voor 0,075 m<sup>3</sup> HFK geblazen PUR-schuim (60% van het volume, ofwel 0,045 m<sup>3</sup>, ofwel 0,18kg) bedraagt ongeveer 198 kg CO<sub>2</sub> equivalent. Daarbij is het blaasgas dat tijdens het aanbrengen vrijkomt niet meegerekend. Volgens een rapport van VROM (maart 2010) is dit volume ongeveer 15% van het in het PUR aanwezige blaasgas. Aangezien dus 15% "gemorst" wordt, betekent dit een belasting van 227 kg CO<sub>2</sub>-equivalent voor een functionele eenheid, in plaats van 1,26 kg CO<sub>2</sub>-equivalent voor plaatmateriaal dat beschouwd wordt in het milieu-informatieblad. En daar komt het broeikasgaseffect van productie, vervoer etc. nog bij.

Samenvattend levert een functionele eenheid HFK geblazen PUR-schuim naar onze schatting ruim 240 kg CO<sub>2</sub> equivalent broeikasgas op, tegen ruim 17 kg voor pentaan geblazen PUR-schuim.

In een doorsnee woning (60 m<sup>2</sup>, ruim 6 cm PUR) wordt veelal 4 m<sup>3</sup> PUR aangebracht. Het broeikasgaseffect van de gemiddeld 2,75 m<sup>3</sup> (ongeveer 11,6 kg) gebruikt blaasgas is gelijk aan 12.760 kg (12,7 ton) CO<sub>2</sub> equivalent indien dit bestaat uit 55% HFK-365mfc en 5% HFK-227ea. Men dient te voorkomen dat dit uiteindelijk in de atmosfeer terecht komt. Over of dit inderdaad voorkomen wordt, of kan worden, verschillen de meningen van onze verschillende bronnen. Veiligheidshalve gaan wij hier van het worst-case scenario uit (zie het hoofdstuk over het afvalprobleem).

Als inderdaad uiteindelijk na het in-situ isoleren van een woning deze 2,75 m<sup>3</sup> blaasgas in de atmosfeer terecht komt, dan wordt daarmee voor jaren de besparing op CO<sub>2</sub>-uitstoot te niet gedaan. Afhankelijk van het gebruikte model (NEN1068, de resultaten van het onderzoek van Cauberg-Huygens, of een eenvoudig model dat met de praktijk overeen lijkt te komen, zie mijn rapport "Betrouwbaarheid van Energielabel en Maatwerkadvies") en de toegepaste dikte van het PUR-schuim (40-230 mm) duurt het 11 tot ruim 100 jaar voordat voor wat de CO<sub>2</sub> uitstoot betreft milieuwinst gemaakt wordt. En wanneer het aandeel blaasgas HFK-227ea groter is, dan is dit nog veel ongunstiger.

Wanneer bijvoorbeeld de schuimlaag 6 cm dik is, bevat deze 36 liter/m<sup>2</sup> blaasgas. Daarbij is het blaasgas dat tijdens het aanbrengen vrijkomt niet meegerekend; dit bedraagt ongeveer 15% van het in het PUR aanwezige blaasgas. Er komt dus uiteindelijk per m<sup>2</sup> circa 41,4 liter in het milieu, ofwel 174 gram (4,2 kg/m<sup>3</sup>), ofwel 191,3 kg CO<sub>2</sub>-equivalent (het HFK-mengsel heeft een 1100 keer sterker broeikasgaseffect dan CO<sub>2</sub>).

De besparing op gasverbruik is, afhankelijk van het gekozen model, en het ketelrendement, 2,3 tot 7,8 m<sup>3</sup> gas per m<sup>2</sup> vloeroppervlakte per jaar. De verbranding van 1 m<sup>3</sup> aardgas levert 1,78 kg CO<sub>2</sub>, dus in dit geval 4,2 tot 13,9 kg CO<sub>2</sub> per m<sup>2</sup>/jaar. Het duurt dan ook in dit praktijkvoorbeeld 14 tot ruim 45 jaar (!) voordat milieuwinst wordt behaald ten aanzien van CO<sub>2</sub>-uitstoot. En bij een dikkere PUR-laag is dat uiteraard nog ongunstiger, daar de besparing op gasverbruik niet recht evenredig is met de isolatiedikte.

Want, wanneer voldaan wordt aan het recente bouwbesluit, moet een Rc van 3,5 m<sup>2</sup>/KW gehaald worden. Volgens NEN 1068 is daar een laagdikte van (afgerond) 12 cm voor nodig. Deze levert 382,6 kg CO<sub>2</sub>-equivalent. In dit voorbeeld is de besparing 3,6 tot 7,8 m<sup>3</sup> gas per m<sup>2</sup> vloeroppervlakte per jaar. De verbranding van 1 m<sup>3</sup> aardgas levert 1,78 kg CO<sub>2</sub>, dus in dit geval 6,4 tot 13,9 kg CO<sub>2</sub> per m<sup>2</sup>/jaar. Daarmee duurt het 27 tot 60 jaar (!) voordat milieuwinst wordt behaald ten aanzien van CO<sub>2</sub>-uitstoot

Milieugegevens van in-situ HFK-geblazen PUR-schuim zijn niet bekend bij het NIBE. De NVPU beweert deze verstrekt te hebben, ook na nadere navraag ontkent het NIBE dit.

Tijdens de bespreking van 15 april vochten de vertegenwoordigers van de hardschuim-branche de conclusies van het NIBE aan. Het NIBE zou niet objectief zijn. Hierover schrijft het NIBE: *“Het NIBE maakt voor zijn milieubeoordelingen gebruik van de ecoinvent-database aangevuld met autotwin2011. Deze methode is algemeen geaccepteerd (het NIBE is lid van de VLCA). We worden betaald door de publicatie van onze boeken en internet abonnementen. Verder zijn we ook een bouwkundig en materiaalkundig adviesbureau en daarmee financieren we onze eigen kennis, en zijn hiermee ook onafhankelijk van subsidies en of donaties.”*

De eerder genoemde PUR-Schuim fabrikant is om commentaar gevraagd. Zij verwijzen naar de website [www.fluorocarbons.org](http://www.fluorocarbons.org) waarop staat dat het ‘Annual European Community Greenhouse gas inventory 1990-2007 end inventory report 2007’ een bijdrage aan broeikasgassen door gebruik van HFK-geblazen PUR-Schuim van ten hoogste 0,03 % noemt. Deze PUR-fabrikant merkt fijntjes op dat *“this is obviously not taking into account the CO2 saved by the building”* en gaat daarmee er aan voorbij dat evenveel CO2 bespaard kan worden door middel van alternatieve isolatiematerialen. En we menen aangetoond te hebben dat pas na zeer vele jaren *“the CO2 saved by the building”* gaat meetellen.

De in de e-mail van deze fabrikant vermelde links naar publicaties werkten niet en/of waren van toepassing op pentaan geblazen PUR-platen. De NVPU blijft hardnekkig de milieuvriendelijkheid van PUR prijzen, maar het gaat hierbij ook over de onder gecontroleerde omstandigheden pentaan geblazen hardschuimplaten. De auteur dezes heeft tevergeefs getracht om aan alternatieve milieugegevens met betrekking tot in-situ HFK geblazen PUR schuim te komen. Het is interessant om te bezien of bijvoorbeeld het NIBE bij een LCA (Life Cycle Analysis) onze conclusies bevestigt. De auteur dezes stelt voor dat de NVPU hiertoe aan het NIBE een opdracht verstrekt.

De auteur dezes beveelt aan nader onderzoek te doen naar het milieuvriendelijk verwijderen van blaasgassen uit het milieu. Emissies bij verschillende omgang met het sloopproduct zijn nog nauwelijks aan de orde of onderzocht, aangezien er nog nauwelijks sloopmateriaal vrijkomt met de huidige in-situ gespoten HFK geblazen PUR. Verbranding van het PUR-Schuim lijkt nu de meest geëigende methode. De opvattingen over of dit voor het grootste deel van de blaasgassen mogelijk is verschillen echter.

Zie hiervoor het volgende hoofdstuk.

*Conclusie: De onderzochte claim is terecht. Zorgvuldige omgang met het sloopproduct en toepassing van alternatieve blaasmiddelen kunnen een gunstige invloed hierop hebben. De gunstige invloed van alternatieve blaasmiddelen is beperkt. Het relatief gunstige pentaan-geblazen PUR heeft een milieuclassificatie die vergelijkbaar is met andere plaatmaterialen. Het is uiterst plausibel dat het in-situ HFK-geblazen PUR een heel véél slechtere milieuclassificatie verdient. De equivalente CO2 uitstoot voor een woning met een gebruikelijke PUR-isolatie onder de vloer over de levenscyclus is waarschijnlijk gelijk aan de CO2-besparing die de isolatie oplevert gedurende veertien tot vijfenveertig jaar. Pas daarna wordt milieuwinst geboekt.*

#### 4.4.1 Internationale situatie

De schadelijkheid van HFK ten aanzien van broeikasgaseffect wordt ook nog eens door de Europese Commissie onderstreept. In de verordening (eg) nr. 842/2006 van het Europees Parlement en de Raad van 17 mei 2006 inzake bepaalde gefluoreerde broeikasgassen is het gebruik hiervan voor een groot aantal toepassingen verboden, waaronder autobanden, ramen, brandwerende voorzieningen, blusmiddelen, spuitbussen, schoeisel en diverse andere zaken. En vanaf 2011 voor nieuwe auto-airconditioning en vanaf 2017 voor alle auto-airconditioning. In principe wordt gesteld dat koelinstallaties geen HFK koudemiddel mogen lekken. De wetgeving in andere landen is (status 2008) als volgt:

- Denemarken: Per 1 januari 2006 verbod op import, verkoop en gebruik van HFK's.
- Noorwegen: Sinds 1 januari 2003 belasting op HFK's
- Zweden: Als Noorwegen, voorstel tot verbod per 1 januari 2007.
- Zwitserland: Per 1 januari 2003 verbod HFK's voor huishoudkoelkasten en per 1 januari 2005 voor airconditioning. Voor koeltechniek is nog geen beslissing genomen.
- Frankrijk: Diverse onderzoeken naar verminderen HFK emissie, o.a. door invoeren van belastingmaatregelen. Verbod wordt niet verwacht.
- Duitsland: Per september 2002 voorstel om te komen tot HFK reductie daar waar natuurlijke koudemiddelen tot de mogelijkheden behoren. Dit wordt geharmoniseerd met EU wetgeving.
- Oostenrijk: Verbod op HFK's per 1 januari 2008

*Aangezien het gebruik van HFK's al jaren tot de snelst groeiende milieuproblemen binnen de EU behoort, ligt het voor de hand dat ook de Europese wetgeving strenger zal worden.*

#### **4.5 We zadelen toekomstige generaties op met een levensgroot afval probleem.**

Het genoemde probleem van het vrijkomen van blaasgassen in de sloopfase is voor wat betreft CFK's in 2001 geïnventariseerd in het rapport 'Emissies van CFK's uit isolatieschuim in de keten van slopen tot verwerken' in opdracht van het Ministerie van VROM. Dit rapport, van Tauw BV, afdeling Milieumanagement, schat de totale hoeveelheid CFK's in de bouw op 11.000 ton, waarvan door sloop 1734 ton in de atmosfeer zal belanden. Na publicatie van het rapport zal, naar verwachting, hiervan 1503 ton CFK's weglekken door diffusie van het blaasgas uit de celstructuur.

Dit rapport betreft dus niet het voor in-situ geblazen gebruikelijke HFK, maar de aanbevelingen hiervoor zullen niet afwijken.

Het aan het puin verkleefde PUR is volgens het rapport redelijk goed van het puin te scheiden, zowel op de sloopplaats, als tijdens het puinbreken. De eerste methode is te prefereren, daar de emissies groter zijn naarmate de brokstukken kleiner zijn. Het bovengenoemde rapport beveelt dan ook aan om PUR-isolatieschuim verkleefd aan puin zo veel mogelijk tijdens de sloop te verwijderen. De grootte van de afgestoken stukken dient maximaal te zijn. Daarna dient elke handeling welke kan leiden tot breuk van PUR-isolatieschuim te worden vermeden. Selectief verwijderd PUR-isolatieschuim dient te worden aangeboden voor verbranding, en anders voor storten.

Volgens een rapport van VROM (maart 2010) over de emissie van HFK uit hardschuimen kan bij de verwerking van in-situ gespoten PUR-schuim uiteindelijk nagenoeg al het blaasgas in het milieu terecht komen. Daarbij wordt ook nog eens aangenomen dat de schuimen vervolgens worden verbrand zodat de resterende blaasmiddelen worden vernietigd. Voor de emissiegegevens is het bovengenoemde rapport van Tauw geciteerd, deze emissiegegevens hebben betrekking op CFK als blaasmiddel, maar zullen voor HFK naar verwachting niet wezenlijk afwijken.

Het emissiepercentage is sterk afhankelijk van het materiaal waaraan het verkleefd is en de behandeling: 2% bij sortering, verkleefd aan hout, 10% bij scheiding op de sloopplaats, verkleefd aan steen, 90% bij puinbreken, verkleefd aan steen. De aanname is dat de schuimen vervolgens worden verbrand zodat de resterende blaasmiddelen worden vernietigd. Het rapport van Tauw vermeldt echter dat bij een korrelgrootte van 1,25 cm slechts nog maar 4% van het blaasgas in het PUR-schuim achterblijft.

De milieuvriendelijke sloopmethode, het lossteken van het PUR-schuim op de sloopplaats, is arbeidsintensief en daarmee duur. Een gebruikelijke methode is om van het granulaat, dat verkregen wordt door de van PUR voorziene vloeren te vermalen, de puinfractie en PUR-fractie te scheiden door 'windshifting'. Daarbij wordt het granulaat uitgestort, en de PUR-fractie daaruit geblazen en opgevangen. Het blaasgas komt daarbij, volgens voornoemd rapport, nagenoeg volledig in de atmosfeer. De gebruikelijke HFK-mix heeft een 800 tot 1300 keer zo sterk broeikasgaseffect als CO<sub>2</sub>.

Recyclage bestaat voor een klein deel uit het hergebruiken in nieuwe producten, maar grotendeels uit verbranden, waarmee energie gewonnen kan worden. Indien de verbrandingstemperatuur boven 700 graden Celsius ligt verbrandt PUR volledig. Geraadpleegde sloopbedrijven zagen hierin weinig problemen.

Wim Beelen, directeur van de Beelen Groep uit Harderwijk heeft een minder laconieke opvatting over het verwerken van in-situ aangebracht PUR-schuim. In 'Cobouw' zegt hij: "Een probleem is het aan elkaar geperste gasbeton en gips, PUR en schuim, beton en polystyreen. Producten moeten zuiver en schoon worden gehouden. Beton wordt te weinig hergebruikt omdat het betonpuin vaak niet schoon is. Architecten moeten anders ontwerpen, zodat gebouwen makkelijk zijn te slopen en het afval goed kan worden gescheiden."

Zijn directeur recycling licht dit nader toe; PUR-schuim is enorm sterk verkleefd met het beton en de techniek om het te scheiden is nogal moeilijk. Ook hij kan zich slecht vinden in de laconieke opvatting van zijn branchegenoten, en aangezien er nog weinig ervaring is met het slopen van woningen met in-situ aangebracht PUR-schuim, noemt hij hun opvatting 'voorbarig'. "De tijd zal leren of beton met aangeschuimd PUR als grondstof of vulmiddel bruikbaar is, er worden immers voortdurend nieuwe technieken ontwikkeld. Maar we moeten accepteren dat niet elk afval recyclebaar is."

Niet alle PUR-schuim waarmee vloeren aan de onderzijde nageïsoleerd worden bevindt zich daadwerkelijk tegen de vloer, en kan daarmee ook daadwerkelijk van het steenachtige puin gescheiden worden.

De illustratie toont aan dat ook kabels, ophangbeugels, etc. worden mee gespoten:



Bij navraag blijkt ook het PUR-schuim op deze onderdelen te scheiden door de bedrijven die sloopafval verwerken: de gebruikte 'shredders' slaan dit eraf. Daarmee is de verwerking gelijksoortig als van puin-granulaat dat met PUR is verontreinigd. Na scheiding, bijvoorbeeld met windshifting, wordt PUR-fractie separaat van de metaal-fractie afgevoerd, om elders verbrand te worden. Er blijft wat PUR achter, maar dit is vergelijkbaar met verfresten. Ook hier verschillen de opvattingen over.

Tenslotte blijft, voor zover we hebben kunnen nagaan, het uitlogen van schadelijke stoffen bij stort onder de norm.

Ook andere vloerisolatiematerialen belasten het milieu in de afvalfase. Ten opzichte van in-situ gespoten PUR bieden deze het voordeel makkelijker te scheiden te zijn op de bouwplaats of bij de latere verwerking. Dat geldt met name ook voor de pentaan geblazen PUR-platen. De vraag is echter of en hoe scheiding/hergebruik van deze isolatiematerialen daadwerkelijk plaatsvindt en wat de afvalverwerking aan milieubelasting oplevert in vergelijking met de verwerking van in-situ gespoten PUR. De auteur dezes beveelt nader onderzoek aan.

*Conclusie: Het staat vast dat er extra kosten gemoeid zijn met het milieuvriendelijk slopen en verwerken van vloeren met in-situ aangebracht PUR-schuim. Er is echter onvoldoende ervaring om deze kosten nader te bepalen.*

*Bij het vermalen van de vloeren komt nagenoeg alle blaasgas in de atmosfeer. Het broeikasgaseffect daarvan is per gewichtseenheid 800 tot 1300 keer zo groot als van CO<sub>2</sub>.*

#### **4.6 Verbranding levert levensgevaarlijke gassen op.**

Het gaat hier met name om blauwzuurgas en emissie van isocyanaat.

Blauwzuurgas: Alle organische stoffen kunnen koolstof, stikstof en waterstof bevatten, en daarmee bij verbranding onder ongunstige omstandigheden het levensgevaarlijke blauwzuurgas (waterstof-cyanide, HCN) opleveren. PUR wijkt daar geenszins van af. Als echter de verbranding onder gecontroleerde omstandigheden plaats vindt, is de vorming van blauwzuurgas uitgesloten.

Als blauwzuurgas vrijkomt bij ongecontroleerde verbranding dan is dat in hoeveelheden, waarvan het gevaar betrekkelijk is. De verbrandingsrook van de meeste organische stoffen bevat meestal een heleboel minstens even giftige, zo niet giftigere stoffen. Inademing moet altijd vermeden worden. Dat geldt ook voor de verbrandingsrook van bijvoorbeeld een barbecue, waar veelal ook organische stoffen (vlees) verbranden.

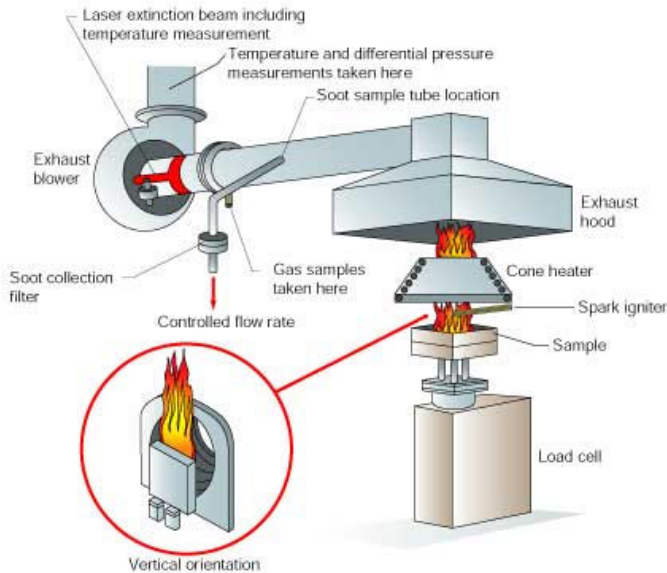


Isocyaanaat: In mei 2003 publiceerde het "SP Swedish National Testing and Research Institute" de resultaten van een grootschalig onderzoek naar de emissie van het uiterst gezondheidsschadelijke isocyaanaat bij verbranding van diverse materialen, waaronder de meest gangbare isolatiematerialen.

De conclusies luiden dat, bij vergelijking met andere gassen die bij brand ontstaan, isocyaanaat in veel gevallen het grootste gevaar vormt.

Karakteristiek voor isocyaanaat is de giftigheid, zelfs bij zeer lage concentraties.

Een publicatie van Landsorganisationen i Sverige (een samenwerkingsverband van vakorganisaties) uit 1999, over de omgang met PUR-schuim leert dat de dampen die bij verhitting van 1 gram PUR-schuim tot 250 graden celsius vrijkomen met 5000 m<sup>3</sup> lucht verdund moeten worden alvorens zij geen gevaar meer opleveren.



De verkregen resultaten geven aan dat er al een levensbedreigende situatie kan ontstaan door de concentratie van isocyaanaat in rook, lang voordat de hoeveelheid HCN (blauwzuurgas) en CO gevaarlijk wordt. Door hun geringe omvang dringen de isocyaanaat deeltjes ook nog eens zeer diep in de longen door.

Dat is onder andere het geval bij de verbranding van PUR-schuim. Bij een 'cone calorimeter' experiment (zie figuur hiernaast) werd een isocyaanaat-concentratie van 4520 microgram/m<sup>3</sup> gemeten, terwijl concentraties van groter dan 50 microgram/m<sup>3</sup> als schadelijk beschouwd moeten worden (MAC-waarde). Overigens leverde de verbranding van glaswol een nóg hogere concentratie van isocyaanaat op. Bij het 'cone calorimeter' experiment behoeft de verhitte stof niet noodzakelijk zelfstandig brandbaar te zijn.

Een alternatief voor PUR, namelijk EPS, leverde géén enkele emissie van isocyaanaat op.

De in-situ onder een vloer aangebrachte PUR heeft brandklasse B2. Daarmee kan het als 'verhoogd brandwerend (brandvertragend)' worden beschouwd. Dat wil geenszins zeggen dat PUR geen vlam kan vatten. PUR is in principe brandwerend, maar niet brandvast. Dit houdt in dat het bij aanwezigheid van voldoende zuurstof en warmte na verloop van tijd vlam kan vatten (zoals bij het 'cone calorimeter' experiment). Bij het branden van PUR onder niet gecontroleerde omstandigheden komt er een dikke en giftige rook vrij. Het is daarom aan te raden om PUR-schuim altijd te voorzien van een brandwerende barrière. Aangezien het onwaarschijnlijk is dat een brand in de kruipruimte begint, lijkt hieraan in de onderhavige toepassing voldaan.

*Conclusie: de onderzochte claim is terecht. Men kan echter geenszins stellen dat het gebruik van PUR-schuim altijd een onacceptabele brandgevaarlijke situatie oplevert. Bij verbranding komen meerdere gevaarlijke stoffen vrij, daarom zijn maatregelen die voorkomen dat PUR-schuim vlam vat aan te bevelen. Bij in-situ aangebracht PUR als isolatie onder vloeren, in de kruipruimte, is dit het geval*

#### 4.7 Tijdens het aanbrengen, en dagen daarna moet de woning ontruimd worden.

Het proces zou zo schadelijk voor de gezondheid zijn dat de bewoners tijdens het aanbrengen van het PUR-schuim en de uren en zelfs dagen daarna de woning dienen te ontruimen, omdat:

- 1-Het gebruikte blaasgas (HFK) gezondheidsrisico's zou opleveren.
- 2-Het verstoven isocyaan ernstige gezondheidsrisico's zou opleveren.

Ad1 - De toxiciteit van het reukloze HFK is echter zeer beperkt, het kan als non-toxic worden beschouwd. Bij een concentratie van 5% HFK werden, ook bij zeer langdurige blootstelling, bij ratten of konijnen geen vergiftigingsverschijnselen of ontwikkelingsstoornissen waargenomen. De gehanteerde veilige grens voor beroepsmatige blootstelling (8 uur per dag) ligt op een concentratie van 1000 ppm (0,1%), dus één liter per kubieke meter. Deze Arbo-norm gaat uit van levenslange blootstelling 8 uur per dag. Het is onbekend waar deze norm vandaan komt, er is namelijk geen wettelijke grenswaarden voor blootstelling op het werk voor deze stof. De genoemde grens wordt weliswaar overschreden in de kruipruimte tijdens het aanbrengen maar indien de vloer luchtdicht is wordt deze waarde waarschijnlijk niet overschreden in de ruimte er boven. Aangezien tijdens de werkzaamheden het kruipruimte waarschijnlijk open staat zal de concentratie blaasgas wellicht kunnen oplopen tot enkele procenten, op basis van de hypothese dat de hoeveelheden blaasgas die tijdens het aanbrengen 'gelekt' worden van de zelfde orde van grootte zijn, of minder, als de hoeveelheid blaasgas dat in het schuim achterblijft. De ruimte boven de vloer is ongeveer 2,6 m hoog, neem aan dat het schuim onder de vloer 0,08 m dik is. Als uiteindelijk tijdens of na het aanbrengen een vergelijkbare hoeveelheid HFK in de woonruimte zou komen als zich in het schuim bevindt (en dat is 60% van het volume volgens eerder genoemd Prüfbericht), dan nog is de concentratie daarvan veel minder dan 2% (0,048/2,6). Volgens een rapport van VROM (maart 2010) is het lek-volume echter ongeveer 15% van het in het PUR aanwezige blaasgas en daarmee is de concentratie in de woning kleiner dan 0,3%, wat aardig in de buurt komt van de genoemde norm voor levenslange beroepsmatige blootstelling, en waarschijnlijk geen onmiddellijke risico's oplevert, wanneer dit een incidentele blootstelling betreft. De LD50 waarde (de concentratie die voor de helft van hieraan blootgesteld na vier uur fataal is) is namelijk 52%.

Een veiligheidsinformatieblad van HFK's noemt als risico bij hoge blootstelling een abnormaal hartritme en plotselinge fataliteit. Zeer hoge blootstellingen kunnen leiden tot bewustzijnsverlagende effecten en verstikking. Zuurstofgebrek is waarschijnlijk dan ook de reden voor de hoge LD50 waarde. Goed ventileren van de ruimte boven de kruipruimte is geboden.

Daarbij speelt ook nog een rol dat HFK met 4,2 kg/m<sup>3</sup> veel zwaarder is dan lucht (1,3 kg/m<sup>3</sup>) en dus in de kruipruimte blijft hangen totdat het weg geventileerd wordt. Dat geldt natuurlijk niet tijdens de werkzaamheden, dan zal er geen sprake zijn van de natuurlijke gelaagdheid van de lucht in de kruipruimte.

Over eventuele kankerverwekkendheid van HFK's is niets gevonden.

Ad-2: Methyleendifenyldi-isocyaan (MDI) is het isocyaan dat gebruikt wordt met een polyol voor het maken van polyurethaan. Het belangrijkste isomeer in commerciële MDI is het 4,4'-difenyldimethaan-di-isocyaan.

Bij het vernevelen onder hoge druk door middel van een pistool komt een deel van deze nevel in de atmosfeer terecht. Daarnaast verdamppt MDI en zal dus aanwezig zijn in de lucht. Het inademen van de isocyaan damp is schadelijk voor de gezondheid. MDI is een giftig product. Bij aanraking met de huid of bij inademing kan dit leiden tot een hevige allergische reactie. MDI is irriterend voor de ogen, de huid en de luchtwegen.

Kortstondige blootstelling boven de veiligheidslimiet veroorzaakt tranende ogen, irriteert de mond, keel en longen, levert een beklemd gevoel in de borst op, veroorzaakt hoesten, en ademhalingsmoeilijkheden, jeuk en rode huid, en een branderig gevoel.

De stof kan de werking van de longen verstoren; herhaalde of langdurige inademing kan astma veroorzaken. Bij overgevoeligheid (een reactie van het immuunsysteem, niet te verwarren met irritatie) kan astma zelfs ontstaan bij blootstelling aan minimale hoeveelheden. Eénmalige hoge blootstelling aan MDI kan deze overgevoeligheid veroorzaken.

De eerder genoemde publicatie van Landsorganisationen i Sverige (LO, een samenwerkingsverband van vakorganisatie) uit 1999, over de omgang met PUR-schuim stelt bij de omgang met isocyanaten een persluchtmasker verplicht. LO eiste al in 1999 waar mogelijk de vervanging van isocyanaten door minder gevaarlijke stoffen.



De Nederlandse door IKOB-BKB opgestelde uitvoeringsrichtlijn stelt een verse lucht masker verplicht:  
*“Diegenen die de feitelijk isolatiewerkzaamheden uitvoeren moeten als persoonlijke bescherming uitgerust zijn met een „verse lucht masker”.*



Getuige deze foto wordt hier lang niet altijd aan voldaan. Hier ziet u hoe het masker verstopt is, en de isocyanaat dampen via de kierende kraag ingeademd worden.

Bron: YouTube (rechtenvrij)

Daarnaast spelen isocyanaten waarschijnlijk een belangrijke rol bij het ontstaan van kanker.

De toxiciteit van het blaasmiddel is verwaarloosbaar vergeleken met de toxiciteit van het isocyanaat. Bij het spuiten in de kruipruimte komt de isocyanaat damp in aanraking met het personeel. Volgens een publicatie ISOPA (Europees samenwerkingsverband PUR-schuim fabrikanten) zijn die verplicht beschermende kleding (een goed sluitende overall), handschoenen (bij voorkeur in combinatie met een barrière-crème) en een masker te dragen. Een mondkapje is beslist onvoldoende. Er moet voldoende geventileerd worden, als ventileren niet of niet genoeg kan, is ademhalingsbescherming (verse-luchtkap of persluchtmasker) noodzakelijk.

Blootstelling aan concentraties groter dan 50 microgram/m<sup>3</sup> (MAC-waarde uit 2006) is als schadelijk te beschouwen. Dit komt overeen met 0,005 ppm. Omdat MDI pas bij een concentratie van 0,4 ppm opgemerkt wordt, gaat de mogelijke gezondheidsschade ruimschoots vooraf aan de waarneming.

Bij het afronden van dit rapport kwam het geval van de familie Thier in de publiciteit (NOS-Nieuwsuur). Deze familie heeft hun huis laten isoleren met PUR-schuim, waarna de woning door schadelijke dampen voor hun onbewoonbaar werd. Door de luchtverwarming lekten deze schadelijke dampen uit de kruipruimte in hun woning.

Later trof de familie Graat een soortgelijk lot. Hierover zegt NUON dat bij de uitvoering bij de families nauwgezet de voorschriften van onafhankelijke deskundigen zijn gevolgd. (“we hebben het nogmaals laten controleren, en het zit echt goed.”). Dat het dan toch misgegaan is, is natuurlijk zeer verontrustend.

NUON meldde in dezelfde uitzending dat in meerdere gevallen de aangebrachte PUR wegens ‘geuroverlast’ verwijderd is. Ook in die gevallen zijn er mogelijk gezondheidsrisico’s omdat de bewoners langere tijd mogelijk isocyanatdampen hebben waargenomen. Zoals u eerder heeft kunnen lezen gaan de gezondheidsrisico’s vooraf aan de waarneming.

*Conclusie: Het in-situ aanbrengen van PUR-schuim is ongezond, met name vanwege de isocyanaat-damp. Beschermende kleding en (verse lucht)maskers zijn verplicht, onbevoegden mogen de woning tijdens de werkzaamheden niet onbeschermd betreden. Het valt aan te raden de woning 48 uur (of langer) te luchten, alvorens deze zonder beschermingsmiddelen te betreden. De claim is terecht. Nader onderzoek, en een controle door onafhankelijke deskundigen is alle gevallen waar PUR-schuim aangebracht is, wordt aanbevolen.*

#### 4.8 Na het aanbrengen van PUR-schuim is het betreden van de kruipruimte langere tijd gevaarlijk

Dat het betreden van de kruipruimte die met PUR-schuim is behandeld risico's met zich meebrengt, weet ook het IKOB-BKB. In hun uitvoeringsrichtlijn staat: *“Voorts wordt aanbevolen om na het werk op of direct onder het kruipluik een sticker aan te brengen met een waarschuwende tekst die aangeeft welke maatregel er is genomen en wat de consequenties daarvan zijn voor het werken in de kruipruimte.”* Deze regel wordt zelden nageleefd, hetgeen er toe leidt dat veel bewoners direct na het aanbrengen uit nieuwsgierigheid de kruipruimte bezoeken: het zou immers ongevaarlijk en milieuvriendelijk spul zijn.

In Nederland is de wet milieugevaarlijke stoffen vervangen door de Europese verordening voor Registratie, Evaluatie en Autorisatie van Chemische stoffen, de zogeheten REACH-verordening. In deze verordening is sprake van een informatieplicht van de producent aan gebruikers en afnemers van chemische stoffen. Nu is het natuurlijk discutabel of de bewoners gebruikers dan wel afnemers zijn van Isocyanaten, Polyolen en het resulterende PUR-schuim, maar in ieder geval hebben onder de REACH wetgeving consumenten (de bewoners dus) recht op informatie – echter alleen ‘op verzoek’. Maar omdat men zich zelden bewust was van de gevaren (het zou immers ongevaarlijk en milieuvriendelijk spul zijn) vragen consumenten zelden om milieu-informatie.

En de branche volgt zelden of nooit de aanbeveling op de bewoners te waarschuwen voor de gevaren die verbonden zijn met het betreden van de kruipruimte. Sterker nog: tot op heden is in het kader van dit rapport geen enkel geval gevonden waarbij de bewoners wel een schriftelijke waarschuwing hebben ontvangen. Daardoor kunnen ook bedrijven niet worden gewaarschuwd die in de kruipruimte aan het werk moeten.

Hoelang een bezoek aan de kruipruimte riskant blijft, is onduidelijk. In onze conclusie in ons vorige hoofdstuk raden wij aan gedurende tenminste 48 uur de woning, waar PUR gespoten is in de kruipruimte, niet te betreden. Deze periode is uiteraard langer met betrekking tot het zonder beschermingsmiddelen aanwezig zijn in de kruipruimte. Indien er niet zeer zorgvuldig gewerkt is bij het aanbrengen van PUR blijven er mogelijk niet uitgereageerde chemicaliën achter in de kruipruimte; zoals u in het vorige hoofdstuk kunt lezen zijn deze zeer schadelijk voor de gezondheid. Wanneer er bij het openen van het kruipluik een ‘chemisch luchtje’ waargenomen wordt het sowieso noodzakelijk beschermende kleding en een volgelaatsmasker met een actief koolstoffilter (ABEK2P3) te gebruiken, en zo kort mogelijk in de kruipruimte te verblijven. Omdat de gevaarlijke stoffen in het zand neergeslagen zouden kunnen zijn, en deze door de huid kunnen worden opgenomen, is het dragen van handschoenen, als onderdeel van de beschermende kleding, noodzakelijk. Wanneer er niets wordt waargenomen, wil dat nog steeds niet zeggen dat de situatie veilig is, en is het aanbevelenswaardig deze beschermingsmiddelen, en zeker dit volgelaatsmasker met een actief koolstoffilter, te gebruiken.

Terzijde merken wij op dat ook het verblijf in belendende kruipruimtes (bijvoorbeeld voor installatiewerkzaamheden) riskant kan zijn, zeker bij een niet perfect luchtdichte scheiding tussen de twee kruipruimte, en/of wanneer beide kruipluiken en voordeuren open staan, hetgeen uiteraard veelvuldig het geval is.

Wanneer de PUR te dikke lagen verspoten wordt, treedt er een verhevigde exotherme reactie op. Daarmee is het eindproduct van slechte kwaliteit, en kan voortdurend schadelijke stoffen uitstoten. Dit is veelal de oorzaak van ‘geuroverlast’, waarop de aangebrachte PUR veelal verwijderd wordt. Of daarmee het probleem uit de wereld is, is de vraag: als de componenten niet of juist te hevig gereageerd hebben, zijn de schadelijke stoffen wellicht nog elders in de kruipruimte aanwezig.

*Conclusie: Het betreden van een kruipruimte waar in-situ PUR gespoten is, is riskant. De branche is zich daarvan bewust, maar laat na tegen de gevaren te waarschuwen. Nader onderzoek naar onder welke omstandigheden en hoelang de risico's onaanvaardbaar zijn, is geboden.*

#### 4.9 Overige claims

Brandgevaar: Naast de gezondheidsrisico's en inferieure kwaliteit kan het verspuiten in te dikke lagen als consequentie hebben dat het PURschuim door een versterkte exotherme reactie extreem opwarmt. Dat komt ook voor als tussen de lagen een onvoldoende afkoelfase wordt ingelast. In extreme gevallen kan zelfs brand ontstaan, die ook nog eens moeilijk te bestrijden is. Het PUR-schuim brandt immers inwendig.

Transportrisico's: Ook het vervoer over de weg is niet van gevaar ontbloot. De twee componenten polyool en isocyaanaat staan meestal in vaten tezamen in een bestelwagen of lichte vrachtwagen. Bij een aanrijding waarbij de vaten scheuren komen deze twee componenten ongecontroleerd tezamen. Er treedt dan een ongecontroleerde exotherme reactie op, met alle bovenomschreven gevolgen van dien. Zelfs als deze reactie niet optreedt, is het gemorste isocyaanaat zeer gevaarlijk, zie het vorige hoofdstuk. De schade wordt beperkt door de gemorste MDI met zand of brandblussend schuim te bedekken, alvorens deze te verwijderen.



Hiernaast ziet u gedeukte vaten iso-cyanaat en polyool in een kleine vrachtwagen. Overduidelijk is dat hier niet zorgvuldig mee is omgegaan.

Bron: YouTube (rechtenvrij)

*Conclusie: Het transport van de componenten naar de arbeidsplaats is niet van gevaar ontbloot. Ook het aanbrengen van PUR-schuim is niet ontbloot van risico'*

## 5 Conclusie en aanbevelingen

Uit dit onderzoek blijkt dat alle claims terecht zijn (isolatiewaarde slecht gedefinieerd, isolatiewaarde is veelal minder dan aangeboden, laag BTW-tarief werd ten onrechte geclaimd, grondstof- en energie verbruik en milieubelasting over levenscyclus is ongunstig, afvalprobleem, giftige gassen bij verbranding, ontruiming woning, gevaren tijdens transport).

De relatieve milieuprestatie van in situ gespoten PUR-isolatie is zwak en er zijn vele milieuvriendelijker alternatieven.

Ook is maatschappelijk gezien PUR-isolatie niet de beste keuze wanneer er methoden beschikbaar zijn die goedkoper zijn, of een betere prestatie leveren. Daarbij speelt de onzekerheid of PUR-schuim tegen aanvaardbare maatschappelijke kosten op een milieuvriendelijke wijze bij sloop uit de afvalketen verwijderd kan worden een hoofdrol. Met name het broeikasgaseffect dient daarbij geminimaliseerd te worden.

Ook tijdens het aanbrengen worden er echter aanzienlijke hoeveelheden broeikasgas uitgestoten. De gezondheidsrisico's bij het omgaan met het gebruikte isocyaan zijn aanzienlijk.

Het rappe aanbrengen van naadloos gespoten PUR-schuim zal echter in veel gevallen als een voordeel beschouwd worden. Als op deze grond toch gekozen wordt voor in-situ gespoten PUR-isolatie zal de klant er zich van moeten vergewissen dat het schuim conform het KOMO-attest en op veilige wijze wordt aangebracht.

Tijdens het onderzoek zijn we op kennishiaten gestuit. Nader onderzoek of informatie is gewenst ten aanzien van:

- Lambda-waarde in-situ aangebracht PUR-schuim na veroudering (de KOMO-norm gaat uit van 0,027 W/mK, de NEN1068 norm van 0,035 W/mK).
- Steekproefsgewijs onafhankelijk en openbaar onderzoek naar de incidentie van ondeugdelijk in-situ aanbrengen van PUR-schuim.
- Het milieuvriendelijk verwijderen van blaasgassen uit het milieu. Emissies bij verschillende omgang met het sloopproduct zijn nog nauwelijks aan de orde of onderzocht, aangezien er nog nauwelijks sloopmateriaal vrijkomt met de huidige in-situ gespoten HFK geblazen PUR.
- De gezondheidsrisico's die gepaard gaan met het aanbrengen van PUR-schuim, zowel voor de arbeiders, als de bewoners. Tevens nader onderzoek op gezondheidsrisico's op langere termijn voor de bewoners, met name in situaties waarbij mogelijk lucht uit de kruipruimte in de woning komt, en onderzoek naar de risico's van het verblijven in de kruipruimte.
- Milieuclassificatie van in-situ aangebracht HFK-geblazen PUR-schuim. Wij bevelen een LCA (Life Cycle Analysis) van dit product aan. De NVPU kan daartoe een opdracht aan het NIBE verstrekken.

Muiden,

Ir. Jan Bovenlander

## 6 Literatuur en Bronnenlijst:

Literatuur, onder meer:

- Europese Norm EN 14315-1 (final draft)
- Europese Norm EN 13165
- Protocol 0062 Hardschuimen (Min. Van VROM, maart 2010)
- PUR hardschuim zonder broeikasgassen (publicatie PCC polyurethanes november 2001)
- Artikel alternatieven voor HCFC-geblazen PUR-systemen (kunststof en rubber-maart 2002)
- KOMO-Attest Vloerspraysysteem IKB1587-09
- "Prüfbericht" van het "Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V." te München
- Diverse publicaties Europese Federatie Rigid Polyurethane Foam Associations
- Rapport: Emissies van CFK's uit PUR-isolatieschuim in de keten van slopen tot verwerken (Tauw, juli 2001)
- NIBE-Milieu informatie pentaan geblazen PUR-schuim platen 2011
- Praktijkboek koude techniek (informatie met betrekking tot broeikasgaseffect)
- Artikel Cobouw 12 juni 2010 over duurzaam slopen
- Website [www.fluorocarbons.org](http://www.fluorocarbons.org) (van de European Fluorocarbons Technical Committee (EFCTC))
- Productbladen HFK's
- Veiligheidsinformatie HFK's
- Workplace Environmental Exposure Level Guide met betrekking tot toxiciteit HFK's.
- Diverse publicaties van de Federation of European Rigid Polyurethane Foam Association
- Onderzoeksrapporten brand "de Punt" (in verband met claim "blauwzuurgas")
- 'Walk the talk' presentatie van de European Di-isocyanate & Polyol Producers Association (ISOPA)
- Onderzoeksrapport "SP Swedish National Testing and Research Institute" (2003)
- Onderzoeksrapport vervangen koudemiddelen (2004/8)
- Een publicatie van "Landsorganisationen i Sverige" uit 1999 met betrekking tot de omgang met PUR
- EG-verordening 842/2006
- REACH-verordening

Geraadpleegde bronnen, te weten gesprekken en correspondentie met deskundigen, onder meer werkzaam bij:

- Stichting Belangenbehartiging Vloerisolatie Nederland (SBVN)
- Nederlandse Vereniging van Polyurethaan Hardschuim-fabrikanten (NVPU)
- Verpola N.V.
- TONZON B.V.
- ISSO
- Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE)
- Leveranciers van grondstoffen voor in-situ aangebracht PUR-schuim / Hardschuimfabrikanten
- Milieu Centraal (MC)
- Diverse sloopbedrijven en afvalverwerkers
- Diverse vloerisolatie bedrijven