

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

Eind-concept



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

Dossier: 110709-PUR-onderzoek.doc

Muiden, datum: 9 juli 2011
Correcties:

Dit document is beschermd door Copyright © 2004-2011 GRID Consult. Publicatie en citeren is toegestaan met bronvermelding.

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	Inleiding en aanleiding.....	3
2	Claims:	4
2.1	De isolatiewaarde van PUR-Schuim loopt terug	4
2.2	In de praktijk is de isolatiewaarde veelal slechter dan aangeboden.....	5
2.3	Er wordt onrecht het verlaagde BTW tarief van 6% geclaimd.	7
2.4	Grondstof- en energieverbruik en milieubelasting over levenscyclus is ongunstig:	8
2.5	Verbranding levert het levensgevaarlijke blauwzuurgas op.	11
2.6	We zadelen toekomstige generaties op met een levensgroot afval probleem.	12
2.7	Tijdens het aanbrengen, en dagen daarna moet de woning ontruimd worden.	14
3	Conclusie.....	15
4	Literatuur en Bronnenlijst:	16

Bijlagen (3): NIBE-PUR-Schuim Milieugegevens

KOMO-Attest Vloerspraysysteem Nestaan

“Prüfbericht” van het “Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V.” te München

1 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), zeker 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.

Dit rapport is een sterk aangepaste versie van een conceptrapport. Dit 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 de hard-schuim fabrikant Huntsman, en de onderzoeksmanager van een leverancier van de grondstoffen voor de PUR-vloerspraysystemen Nestaan. 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 de volgende hoofdstukken verwerkt.

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.

2 Claims:

2.1 De isolatiewaarde van PUR-Schuim loopt terug .

De isolatiewaarde van een isolatiemateriaal wordt uitgedrukt als de warmtegeleidingcoëfficiënt λ . Idealiter bedraagt deze volgens de fabrikanten voor PUR, direct na productie, ongeveer 0,021 W/mK. Deze waarde is de 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 nu toegepaste PUR-schuim zijn de cellen gevuld met HFK's, lucht en CO₂.

De λ voor de verschillende stilstaande blaasgassen bij standaardtemperatuur, dus dichtheid en druk, is:

- HCFK: 0,0101 tot 0,0107 (niet meer toegestaan)
- HFK: 0,0122
- Pentaan: 0,0150
- CO₂: 0,0163

Stilstaande lucht heeft een λ van 0,024. Daarmee is het duidelijk dat wanneer het blaasgas (gedeeltelijk) door lucht vervangen wordt, de λ zal toenemen, en daarmee de warmteweerstand afneemt.

Het vervangen van blaasgas door lucht treedt op door diffusie door de celwand. CO₂ diffundeert aanzienlijk sneller naar buiten dan lucht naar binnen.

Daardoor kan krimp optreden, reden om het CO₂ gehalte te beperken. CO₂ ontstaat door de aanwezigheid van water, en is niet geheel te vermijden. Volgens de PUR-Schuim fabrikant Nestaan 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.

Een "Prüfbericht" van het "Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V." te München met betrekking tot PUR-schuim van diezelfde fabrikant geeft uitsluitsel over de samenstelling van het in de cellen aanwezige gas: 28% lucht, 12% CO₂ en 60% HFK-blaasgas. Het gaat hier om vers PUR-schuim, met een λ van 0,021 W/mK.

Ten aanzien van het achteruitgaan van de λ 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 λ van ongeveer 0,006 toe voor pentaan of HFK geblazen PUR en 0,01 voor CO₂ 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.

Daarmee neemt in de eerste jaren na het aanbrengen de λ toe van 0,021 W/mK tot maximaal 0,027 W/mK. Of dat ook de werkelijke waarde is, is de auteur dezes onbekend. Wij bevelen aan verouderde monsters van in-situ aangebracht PUR te onderzoeken. Het energielabel gaat, conform de norm NEN-1068 uit van een $\lambda=0,035$ mK/W (zie het volgende hoofdstuk)

De onderzochte claim is terecht. Deze moet echter wél gerelativeerd worden: ook een λ van 0,027 W/mK is gunstig ten opzichte van alternatieve isolatie materialen. Deze 0,027 W/mK is een echter een theoretische waarde zo lang het niet is gemeten aan monsters van verouderd isolatiemateriaal. Het energielabel gaat uit van $\lambda=0,035$ W/mK. Voor isolatiematerialen is dit een gebruikelijke waarde.

2.2 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 λ 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 λ 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 λ 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 λ van 0,035 W/mK voorgeschreven. Aan het materiaal uit de databank (20100004GKBKUW) 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.

De NVPU stelt 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 "Prüfbericht" van het "Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V." te München en een KOMO-attest, beide met betrekking tot het PUR-schuim van de fabrikant Nestaan. Het "Prüfbericht" heeft echter betrekking op vers PUR-Schuim, met een λ van 0,021 W/mK. Er werd géén aanvullende informatie verstrekt.

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 m²K/W. Hierbij mag niet de λ uit het beproevingsresultaat gehanteerd worden, maar moet de λ 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 overgangsweerstanden, gecorrigeerd met een deelfactor 1,05, min de overgangsweerstanden).

Voor een betonvloer is de warmteweerstand forfaitair 0,15 m²K/W, de overgangswarmteweerstanden zijn beiden 0,17 m²K/W. Conform NEN 1068 dient men een λ van 0,035 W/mK te hanteren.

Daarmee is R_c voor een laagdikte van 6 cm gelijk aan 1,76 m²K/W, inderdaad veel minder dan de vereiste 2,5 m²K/W. De waarde die voor het energielabel gebruikt mag worden, is $R_c = 1,86$ m²K/W.

Met een λ 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 m²K/W, en dit is ook minder dan de vereiste 2,5 m²K/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 dikkere 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 m²K/W.

In offertes voor het na-isoleren van vloeren wordt een R_c van 2,5 m²K/W geclaimd. Om aan deze waarde te komen moet, bij een λ 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 $R_c=2,72$ m²K/W

De aangeboden laagdikte van 6 cm stemt dus niet overeen met de aangeboden R_c van 2,5 m²K/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 zijn voordat de volgende wordt aangebracht. In de praktijk wordt dat lang niet altijd gedaan, en dit zou de λ 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 m²K/W volgens de vigerende rekenmethode en te hanteren λ -waarde niet gehaald kan worden; ook niet wanneer de door het KOMO-atteest gehanteerde λ 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.

2.3 Er wordt onrechte het verlaagde BTW tarief van 6% geclaimd.

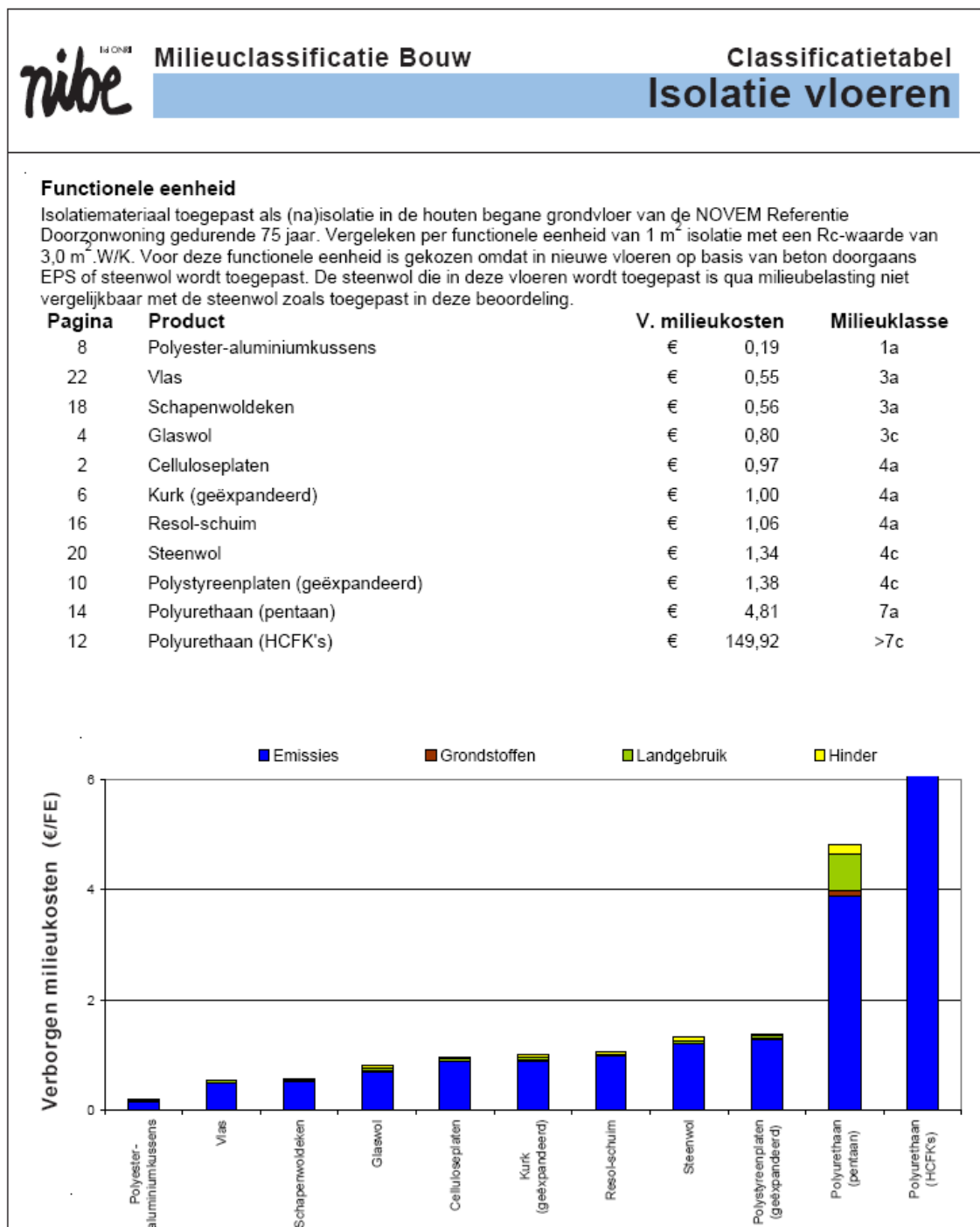
Zoals uit het vorige hoofdstuk blijkt, dient men, om een R_c van 2,5 m²K/W te behalen zorgvuldiger en dikker te sprayen dan wat nu de praktijk is. Omdat veel leveranciers adverteren met een "R" (R_c of R_d ?) van 2,5 (m²K/W) wordt in veel gevallen een slechtere isolatie dan beloofd verkocht, en de schatkist benadeeld. Men doet namelijk ten onrechte een beroep op het 6% BTW tarief, dat uitsluitend geldt wanneer een isolatie materiaal met een "R" groter dan 2,5 m²K/W wordt aangebracht.

Evenzeer belangrijk is een andere voorwaarde van de 6% BTW-regeling, namelijk dat de loonkosten meer dan de helft van de aanneemsom moeten bedragen. Dat is bij het aanbrengen van PUR-schuim, waarbij 10-15 m² per uur wordt geïsoleerd, zeer zeker niet het geval. Waarschijnlijk bedragen de loonkosten minder dan 20% van de aanneemsom, die ongeveer 30-35 €/m² bedraagt.

Conclusie: de onderzochte claim is terecht. Ook al zou de geclaimde isolatiewaarde gehaald worden, dan nog wordt ten onrechte 6% BTW berekend, omdat de loonkosten minder dan de helft van de aanneemsom uitmaken.

2.4 Grondstof- en energieverbruik en milieubelasting over levenscyclus is ongunstig:

Het NIBE (Nederlands Instituut voor Bouw Ecologie) hanteert als norm 17 milieucriteria over een aangenomen gebruiksduur (levenscyclus) van 75 jaar voor een functionele eenheid, die bestaat uit 1 m² isolatie met een Rc van 3 m²W/K. Daarbij komt PUR als slechtste isolatiemateriaal uit de bus:



De aanduiding 'pentaan' en 'HCFK' (Waterstofchlorfluorkoolwaterstoffen) 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.

In de periode van 1960 tot 1994 zijn CFK's (Chloorfluorkoolwaterstoffen) toegepast als blaasgas voor het PUR-isolatieschuim. Nadat de schadelijke werking van CFK's bekend werd is vanaf 1994 overgegaan op gassen die minder schadelijk voor de ozonlaag zijn, zoals HCFC's en pentaan. Ook HCFC's die in de atmosfeer vrijkomen tasten de ozonlaag aan. Zolang CFK's en HCFC's ingesloten zijn in de cellenstructuur van het PUR is er nog niets aan de hand. Zij komen echter vrij bij het breken van het materiaal tijdens de sloopfase van het gebouw, en diffunderen gedeeltelijk vooral aan het begin van de gebruiksfase uit het product.

PUR die met HCFC geblazen is, is na 1 januari 2004 verboden, en men kan er vanuit gaan dat deze niet meer gebruikt worden. De buitengewoon slechte milieu-classificatie van dit PUR-Hardschuimplaten is dus niet actueel, en zeker niet voor recent in-situ aangebracht PUR-Schuim. HCFC-geblazen PUR bevindt zich echter nog wél in het milieu.

Bij het in-situ aangebrachte PUR is nu HFK gebruikelijk als blaasmiddel.

HFK's (gehalogeneerde fluorkoolwaterstoffen) zijn koolwaterstoffen, waarbij enkele waterstofatomen vervangen zijn door een fluoratoom. De stoffen worden ook gebruikt als koelmiddel in koelkasten, in plaats van het ozononvriendelijke freon. Voor het in-situ aanbrengen van PUR-Schuim wordt HFK-365mfc ($\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$), HFK-245fa ($\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CHF}_2$) en HFK-227ea ($\text{CF}_3\text{CHF}_2\text{CF}_3$) gebruikt.

HFK's laten de ozonlaag intact, maar hebben een sterk broeikasgas-effect, 800 tot 1300 maal groter dan CO_2 . (bron: Artikel "Alternatieven voor HCFC", vakblad Kunststof en Rubber maart 2002)). Om die reden is ook terughoudendheid en voorzichtigheid bij de toepassing van dit blaasgas geboden. Een gedeeltelijke oplossing is om CO_2 als blaasmiddel aan te wenden. Het benodigde CO_2 ontstaat door het aandeel water en isocynaat in de receptuur te verhogen. Deze zogeheten watergeblazen methode is vooralsnog slechts heel beperkt bij in-situ geblazen PUR-schuim mogelijk.

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 82% 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 alleen broeikas effecten bekend. Het zou dan om slechts enkele tientallen kilo's CO_2 -equivalent gaan over de levensduur van het schuim, verwaarloosbaar ten opzichte van de tonnen CO_2 die een gemiddeld gezin jaarlijks in de lucht brengt. Het NIBE is dan ook om commentaar verzocht. Het NIBE geeft als toelichting dat hier alle milieueffecten van emissies bij elkaar opgeteld zijn. Hierbij is in aanmerking genomen dat pentaan een enige tientallen malen sterker broeikas-effect heeft dan CO_2 . Ook wordt de totale levensfase mee genomen, dus ook de energie om een product te produceren en te vervoeren. Ook dit levert emissies op. De milieu-effecten worden berekend over de hele levensfase van winning grondstoffen tot einde van het leven. Hierbij zijn ook de effecten in de sloopfase meegerekend, met 20% stort en 80% verbranding. Deze effecten nemen 30% van het totaal voor hun rekening. Hierbij dient ook nog eens opgemerkt te worden dat het PUR uit de tabel betrekking heeft op onder gecontroleerde omstandigheden in een productieproces met pentaan geblazen PUR-platen.

Maar de schadelijkheid van HFK als broeikasgas is tientallen malen groter dan van pentaan. En dat levert een ander beeld op: het broeikas effect van 1 kg van bijvoorbeeld het bij het blazen van PUR-schuim gebruikelijke component HFC227ea is ongeveer 2000 keer zo sterk als van 1 kg CO_2 (over een periode van 100 jaar, (bron: praktijkboek voor de koudetechniek), en van de component HFC365mfc ongeveer 800 keer zo sterk als van 1 kg CO_2 (bron: praktijkboek voor de koudetechniek).

Daarmee is het broeikas effect van bijvoorbeeld 2 m³ (ongeveer 8 kg) in de cellenstructuur aanwezige HFK's gelijk aan 8.000 kg CO_2 . 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 (zie het hoofdstuk over het afvalprobleem). Als men aanneemt dat gemiddeld uiteindelijk na het in-situ isoleren van een woning 2 m³ blaasgas in de atmosfeer terecht komt, dan staat dat ongeveer gelijk aan de CO_2 productie voor de verwarming van drie tot vier gemiddeld geïsoleerde woning per stookseizoen.

(Van de ruim 3,5 m³ celvolume die in een schuimlaag van 6 cm dik en een oppervlakte van gemiddeld 60 m² per woning aanwezig is 60% HFK, dus tenminste 2 m³. 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. Een gemiddeld geïsoleerde woning gebruikt 1289 m³ gas per jaar voor ruimteverwarming. 1289 m³ aardgas x 1,78 kg CO_2 per m³ aardgas = 2294 kg CO_2 per jaar)

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 auteur dezes heeft getracht om aan alternatieve milieugegevens te komen. De Stichting Bouwkwaliiteit (SBK) is geconsulteerd, hun milieu-database is echter nog in de opbouwfase. Ook zij zullen gebruik maken van de ecoinvent-database. Het is interessant om te bezien of zij, op grond van deze zelfde gegevens, tot een van het NIBE afwijkende conclusie komen.

Ook de PUR-Schuim fabrikant Huntsman is om commentaar gevraagd. Zij verwijzen naar de website 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.

De in de e-mail van deze fabrikant vermelde links naar publicaties werkten niet en/of waren van toepassing op pentaan geblazen PUR.

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, echter, de opvattingen over of dit voor het grootste deel van de blaasgassen mogelijk is verschillen.

Conclusie: Naar de vaststelling van het onafhankelijk onderzoeksinstituut NIBE lijkt de onderzochte claim terecht. Zorgvuldige omgang met het sloopproduct en toepassing van alternatieve blaasmiddelen kunnen een gunstige invloed hierop hebben. De gunstige invloed van alternatieve blaasmiddelen is echter beperkt. Volgens de NIBE-milieuclassificatie is PUR met afstand het meest ongunstige isolatiemateriaal, drie tot vijfmaal schadelijker dan alternatieve plaatproducten. Dit geldt voor het relatief gunstige pentaan-geblazen PUR. Het is uiterst plausibel dat het in-situ HFK-geblazen PUR een nóg slechtere milieuclassificatie verdient. De PUR-branche vecht deze conclusie aan, met name met betrekking tot de milieubelasting door emissies. Wellicht geeft nader onderzoek en de toekomstige milieu-database van de Stichting Bouwkwaliiteit uitsluitel.

2.5 Verbranding levert het levensgevaarlijke blauwzuurgas op.

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

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. 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 dit hier niet van toepassing.

Als blauwzuurgas vrijkomt bij ongecontroleerde verbranding dan is dat in hoeveelheden, die nauwelijks wat uitmaken. De verbrandingsrook van de meeste organische stoffen bevat meestal een heleboel minstens even giftige, zo niet giftigere stoffen. Inademing moet vermeden worden.

De angst voor het ontstaan van waterstof-cyanide (HCN) bij de verbranding van PUR schuim wordt mogelijk ingegeven door het feit dat isocyanaten als grondstof voor PUR worden gebruikt. Maar zelfs al zouden de isocyanaten bij de reactie met polyolen en/of water niet geheel zijn uitgereageerd wil dat nog niet zeggen dat er bij verbranding gevaarlijke hoeveelheden HCN vrijkomen. En ook niet persé bij verbranding bij lage temperatuur.

Dat het eindproduct PUR uit waterstof, koolstof en stikstof atomen is samengesteld wil niet zoveel zeggen: dat geldt bijvoorbeeld ook voor eiwitten. En we zijn ook niet bang voor de mogelijkheid van het ontstaan van HCN op de barbecue, waar vlees, dat uit eiwitten bestaat, ongecontroleerd aanbrandt.

Conclusie: de onderzochte claim is sterk overdreven. Geenszins kan men stellen dat het gebruik van PUR-schuim altijd een onacceptabele brandgevaarlijke situatie oplevert. Waterstof-cyanide is niet de enige gevaarlijke stof die bij verbranding zou kunnen vrijkomen, daarom zijn maatregelen die voorkomen dat PUR-schuim vlam vat aan te bevelen. Bij in-situ aangebracht PUR als isolatie aan de onderzijde van vloeren lijkt dit niet van toepassing.

2.6 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 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 vernalen, 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. 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 zonder de vorming van blauwzuurgas. 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, naar verluid, 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. De vraag is 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: Over de onderzochte claim verschillen de meningen met betrekking tot HFK-geblazen PUR-schuim. Het staat vast dat er extra kosten gemoeid zijn met het slopen en verwerken van vloeren met in-situ aangebracht PUR-schuim. Bij het vermalen van de vloeren komt nagenoeg alle blaasgas in de atmosfeer. Het broeikaseffect daarvan is per gewichtseenheid 800 tot 2000 keer zo groot als van CO₂, en waarschijnlijk gelijk aan die van de CO₂ van drie of vier gemiddeld geïsoleerde woningen per stookseizoen. Met een milieuvriendelijke verwerking is onvoldoende ervaring om daarvan de kosten te bepalen.

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

Het gebruikte blaasgas (HFK) 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.

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 (1 promille), dus één liter per kubieke meter. Deze Arbo-norm gaat uit van levenslange blootstelling 8 uur per dag. Die grens wordt weliswaar overschreden in de kruipruimte tijdens het aanbrengen – daar wordt dan ook een masker bij gedragen – maar indien de vloer luchtdicht is wordt deze waarde waarschijnlijk niet overschreden in de ruimte er boven. Aangezien tijdens de werkzaamheden het kruipluik 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, dan nog is de concentratie daarvan veel minder dan 3% (0,08/2,6). 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 0,45%, wat aardig in de buurt komt van de norm voor levenslange blootstelling, en dus waarschijnlijk geen onmiddellijke risico's oplevert. De LD50 waarde (de concentratie die voor de helft van hieraan blootgestelden na vier uur fataal is) is namelijk 52%.

Deze redenering is voorgelegd aan verscheidene deskundigen, die mij echter geen uitsluitel konden geven.

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/m³ veel zwaarder is dan lucht (1,3 kg/m³) 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.

Conclusie: Het is aan te raden tijdens het aanbrengen zich niet in de buurt van het geopende kruipluik te bevinden, maar van de noodzaak tot dagenlange ontruiming is geen sprake. Wel is het aan te bevelen de dagen na het aanbrengen meer dan gebruikelijk te ventileren.

3 Conclusie

Uit dit onderzoek blijkt dat vier van de zeven claims terecht zijn (isolatiewaarde loopt terug, isolatiewaarde is veelal minder dan aangeboden, laag BTW-tarief wordt ten onrechte geclaimd, en grondstof- en energie verbruik en milieubelasting over levenscyclus is ongunstig), er één nader beschouwd dient te worden en mogelijk significant kan worden (afvalprobleem), er één sterk afgezwakt dient te worden (blauwzuurgas), en er één onterecht is (dagenlange ontruiming woning).

De relatieve milieuprestatie van 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.

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

Muiden,

Ir. Jan Bovenlander

4 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 HCFK-geblazen PUR-systemen (kunststof en rubber-maart 2002)
- KOMO-Attest Vloerspraysysteem Nestaan 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 PUR-schuim
- Praktijkboek koude techniek (informatie met betrekking tot broeikaseffect)
- Artikel Cobouw 12 juni 2010 over duurzaam slopen
- Website 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")

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

- Stichting Belangenbehartiging Vloerisolatie Nederland
- Nederlandse Vereniging van Polyurethaan Hardschuim-fabrikanten
- TONZON B.V.
- ISSO
- Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie
- Nestaan BV
- Huntsman
- Milieu Centraal
- Diverse sloopbedrijven en afvalverwerkers
- Diverse vloerisolatie bedrijven