



## **Aanpak van industrieel afval in cementovens vergeleken met verbrandingsovens**

*Een milieuvergelijking*

## Inleiding

*Sinds 1975 heeft de Europese Unie een uiterst volledige wetgeving inzake afvalbeheer ontwikkeld. In de kaderrichtlijn inzake afval (richtlijn 2006/12/CE) worden de algemene principes beschreven waarop de lidstaten hun nationaal afvalbeleid dienen te baseren.*

*Dat Europese kader steunt op een **hiërarchisering van de afvalverwerkingsmethodes**, met prioriteit voor de acties die bedoeld zijn om **afval te voorkomen** en hun schadelijk of gevaarlijk karakter te beperken.*

*Afval dat niet kan worden voorkomen, moet worden **gevaloriseerd**. Valorisatie betekent dat het afval wordt ingeschakeld als secundaire grondstof door het te hergebruiken, door het te recyclen of door zijn materiële en/of energetische inhoud op een andere manier terug te winnen.*

*Als de valorisatie van afval om technische of economische redenen niet mogelijk is, dient men zijn toevlucht te nemen tot zogeheten **eliminatie technieken** zoals opslag in centra voor technische ingraving of verbranding in gespecialiseerde installaties.*

*In tegenstelling tot de valorisatie biedt de eliminatie weinig of geen mogelijkheden om de natuurlijke hulpbronnen te sparen. De eliminatie heeft in de eerste plaats tot doel het afval te vernietigen op een manier die niet schadelijk is voor de menselijke gezondheid en het milieu.*

*Het doel van de hiërarchisering van de afvalverwerkingsmethodes bestaat erin voorrang te geven aan de operaties die het minst belastend zijn voor het milieu en de gezondheid van de mens en tegelijk de mogelijkheid bieden de natuurlijke rijkdommen te sparen. Hoewel de lidstaten zelf mogen bepalen hoe zij die hiërarchie vertalen in hun nationale wetgeving (subsidiariteitsbeginsel), zijn zij verplicht de aangehaalde principes te respecteren.*

*Op 22 december 2006 leidde een decreet van het Vlaamse Gewest tot onenigheid tussen het Vlaamse Gewest en de Belgische cementsector over de toepassing van die hiërarchie. Dat decreet stelde immers een identieke belasting in op de verbranding van afval (een vorm van eliminatie) en de gecombineerde verwerking van afval in cementovens (een vorm van valorisatie).*

*In dat decreet stelde het Vlaamse Gewest dat deze twee verwerkingsmethodes een gelijkaardige impact op het milieu hadden en dat er dus geen enkele reden was om de ene methode voorrang te geven op de andere.*

*Dat argument wordt betwist door de Belgische cementsector, die een wetenschappelijke studie heeft besteld om beide partijen een gemeenschappelijke en objectieve basis te bezorgen voor een vergelijking van de milieueffecten van de afvalverbranding in Vlaanderen en de gecombineerde afvalverwerking in Belgische cementovens.*

*De studie is uitgevoerd door het Nederlandse onderzoeksbureau TNO, bijgestaan door een panel van specialisten uit de wetenschap, de cementindustrie en het Vlaamse Gewest, onder het voorzitterschap van het Waalse Gewest. Deze verklarende brochure is een nauwkeurige samenvatting van de TNO studie en werd samengesteld door de vzw GreenFacts op verzoek en onder toezicht van TNO. De bedoeling is de resultaten van deze studie ook toegankelijk te maken voor niet-specialisten.*

## Welke vormen van afvalverwerking worden vergeleken, en waarom?

Deze studie vergelijkt de milieu-effecten van twee verwerkingsopties voor een ton brandbaar industrieel afval in België:

- het afval gebruiken als alternatieve brandstof en grondstof voor de cementproductie (co-processing)
- het afval verbranden in een verbrandingsoven voor gevaarlijk afval, en daarmee elektriciteit en stoom produceren (verbranding)

Beide opties vallen onder de categorie thermische verwerking omdat er voor de verwerking van het afval hoge temperaturen noodzakelijk zijn.

Als referentie beoordeelt de studie de gangbare emissies naar lucht, water of bodem en het gebruik, in België, van natuurlijke grond- en brandstoffen voor de beide verwerkingsopties. Ze berekent hoe de uitstoot en het gebruik van grond- en brandstoffen zouden veranderen mocht er een ton afval toegevoegd worden aan één van beide verwerkingsprocessen, in feite de vervanging van een deel van de brandstoffen (en grondstoffen) die anders zouden worden gebruikt. De veranderingen in termen van emissies en gebruik van brandstoffen worden vertaald in een reeks vergelijkbare milieu-effecten.

De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) heeft de vergelijking gemaakt op verzoek van de Federatie van de Belgische Cementnijverheid (Febelcem), in het kader van een wijziging in de Vlaamse belasting op het gebruik van afval als brandstof. Teneinde de kwaliteit ervan te verbeteren werd het onderzoek uitgevoerd in samenwerking met een panel van deskundigen, bestaande uit vertegenwoordigers van OVAM (Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij), de Waalse Regio, het VITO (Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek), Neosys, cementproducenten (Holcim, CCB, CBR) en Febelcem.



## Welke soorten van industrieel afval werden onderzocht?

Vijf soorten van industrieel afval werden onderzocht:

- oplosmiddelen en afvalolie
- verf- en inktresten
- slib van afvalwaterbehandeling
- filterkoeken van afvalwaterbehandeling
- fluff (een mengsel van versnipperd textiel, plastic en andere materialen)

Deze afvalstoffen worden momenteel als alternatieve brandstof in Belgische cementovens gebruikt, maar kunnen eveneens worden verwerkt in afvalverbrandingsovens. Ze zijn onderwerp van de voorgenomen aanpassing van de belasting op het gebruik van afval als industriële brandstof. Het afval is vooral afkomstig van industriële complexen en installaties voor de behandeling van afvalwater in België of in de nabije omgeving.

Sommige soorten van afval werden buiten het bestek van dit onderzoek gelaten, bijvoorbeeld omdat ze niet getroffen worden door de belastingmaatregel (diermeel) of omdat de afvalstromen betrekkelijk klein zijn (zaden, banden, rubber enz.).

Over het geheel genomen werd er in 2006 (in tonnen) meer brandstof uit afval gebruikt in de Belgische cementindustrie dan fossiele brandstof.

Elk type afval verschilt wat betreft de hoeveelheid vrijkomende energie, het vochtgehalte en de overblijvende assen. Afvalolie en oplosmiddelen, bijvoorbeeld, bevatten weinig water, branden even goed als fossiele brandstoffen en produceren praktisch geen as. Slib en filterkoeken van afvalwaterbehandeling bevatten daarentegen relatief veel water, produceren per ton minder energie en zorgen voor veel as.

In sommige gevallen vereist het afval een voorbehandeling voor het gebruik kan worden in cementovens, terwijl het als zodanig in afvalverbrandingsovens kan worden verbrand. Bijvoorbeeld, het slib van afvalwaterbehandeling moet worden gedroogd, inkt- en verfresten moeten met zaagsel vermengd worden. Deze voorbehandeling heeft eveneens consequenties voor het milieu.



## Hoe wordt afval gebruikt in de cementproductie?

Cement is een basisproduct voor beton en mortel. Het wordt vervaardigd uit kalksteen en andere mineralen.

Eerst worden de grondstoffen gemalen, in de juiste verhouding samengevoegd en vermengd en eventueel voorverwarmd. Daarna worden ze in een cementoven aan hoge temperaturen blootgesteld teneinde ze chemisch om te zetten tot cementklinker, een procédé dat heel wat energie vraagt. Uiteindelijk worden de kleine brokjes vast materiaal die uit de oven komen (klinker) gekoeld, vermalen en vermengd met andere materialen om er een fijn cementpoeder van te maken.

Cementovens worden gewoonlijk verwarmd door het verbranden van fossiele brandstof en afval. Het toevoegen aan het procédé van een extra ton afval zou de totale hoeveelheid geproduceerd cement niet wijzigen, het zou slechts een deel van de noodzakelijke fossiele brandstoffen en grondstoffen vervangen.

De toevoeging van een ton afval kan de globale emissies naar de lucht en de samenstelling van de klinker lichtjes wijzigen, afhankelijk van de samenstelling van het afval en van de fossiele brandstof die ze vervangt. Indien het afval bijvoorbeeld minder zwavel bevat dan de fossiele brandstof die ze vervangt, zal de zwaveluitstoot naar de lucht dalen en bijgevolg de zure regen verminderen. Bij de cementproductie zijn er geen rechtstreekse emissies naar water en bodem.

### LEXICON

#### Levenscyclusanalyse

Het proces waarbij men de milieuprestaties van producten en diensten vergelijkt en dit teneinde een verstandige keuze mogelijk te maken.

De term 'levenscyclus' verwijst naar het idee dat een eerlijke beoordeling alle stappen, van wieg tot graf, in overweging moet nemen: productie van de grondstof, verwerking, gebruik, afdanking en transport.

#### Co-processing

Het terugwinnen van energie en materialen uit afval als vervangmiddel voor fossiele brandstoffen en zuivere grondstoffen.

#### Industrieel afval

Afval geproduceerd of afkomstig van vooral fabricage- en industriële activiteiten of procédés. Afhankelijk van de hoeveelheid schadelijke stoffen die het afval bevat, wordt het als gevaarlijk of ongevaarlijk beschouwd.

De vijf soorten industrieel afval die in het huidige onderzoek worden behandeld zijn: oplosmiddelen en afvalolie, slib (van de behandlungsprocessen van stedelijk en industrieel afvalwater), filterkoeken van de handeling van afvalwater, verf- en inktresten, fluff (een mengsel van plastic, textiel en andere materialen)

#### Cementoven

Ovens gebruikt voor de fabricage van Portland- en andere cementtypes.

Cementovens zijn roterende ovens bestaande uit een lange cilinder die nagenoeg horizontaal ligt en langzaam rond zijn eigen as draait. De grondstoffen worden inge-

bracht langs het lichtjes hoger geplaatste uiteinde en zakken geleidelijk aan naar het lagere gedeelte terwijl ze tot op een hoge temperatuur worden verhit (tot 1450 °C) en omgeroerd.

Er zijn aanzienlijke hoeveelheden brandstof nodig om de oven voldoende warm te houden teneinde de gewenste chemische reacties tot stand te brengen.

#### Roterende verbrandingsoven

Een type van afval verbrandingsoven dat voornamelijk gebruikt wordt voor de thermische verwerking van gevaarlijk afval.

Een roterende oven bestaat uit een onder een lichte hellingshoek geplaatste cilinder die draait om de constante voortbeweging van het te verwerken afval te bevorderen. Het afval wordt aangevoerd via het hoogste gedeelte van de oven en het verbrandingsresidu wordt afgezet aan het tegenovergestelde (laagste) punt. De installatie is uitgerust met een uitgebreide wasinstallatie voor de rookgassen en een systeem voor energierecuperatie.

#### Wervelbedoven

Een type van afvalverbrandingsoven bestaande uit een verticale cilinder met een zandbed dat in suspensie wordt gehouden (gefluidiseerd) door lucht, die met hoge snelheid door een rooster aan de basis van de cilinder wordt ingeblazen. De afvalproducten worden toegevoegd en verbrand in het zandbed, dat het proces van warmte-uitwisseling verhoogt en het systeem voldoende thermische inertie geeft om het verbrandingsproces te regelen bij een temperatuur van tenminste 850 °C.



## Hoe wordt industrieel afval verbrand?

Afvalverbrandingsovens omvatten een verbrandingskamer waarin het afval op hoge temperaturen wordt verbrand, een boiler waarin stoom wordt geproduceerd uit de warmte in de hete rookgassen en een stoomturbine die de stoom gedeeltelijk in elektriciteit omzet. Bovendien worden stof en schadelijke chemische stoffen uit de rookgassen verwijderd voordat deze in de atmosfeer worden uitgestoten. Dit zuiveringsproces van rookgassen leidt tot de lozing van afvalwater in het oppervlaktewater. Assen en andere vaste residuen gaan na verbranding gewoonlijk naar een stortplaats.

Afhankelijk van het soort afval, is een verschillend type verbrandingsoven meer of minder geschikt:

- een roterende verbrandingsoven (draaitrommeloven) is geschikt voor de meeste onderzochte soorten afval (oplosmiddelen en afvalolie, filterkoek, inkt- en verfstoffen). Ongeveer een vierde van de energie die het afval bevat, wordt met dit systeem teruggewonnen, voornamelijk in de vorm van stoom. Het systeem van natte gaswassing leidt tot het lozen van afvalwater in het oppervlaktewater.
- een wervelbedoven is beter geschikt voor de verbranding van fluff en slib afkomstig van waterzuivering. Meer dan een derde van de energie die het afval bevat, wordt met deze methode teruggewonnen in de vorm van stoom en elektriciteit. De manier van reinigen van de rookgassen (sproei-drogen) voorkomt elke lozing van afvalwater in het oppervlaktewater.

In beide gevallen zou de toevoeging van een ton afval, afhankelijk van de samenstelling ervan, de emissies naar het milieu verhogen. De herwonnen energie zou de totale behoefte aan elektriciteit en stoom, geproduceerd met andere energiebronnen beperken, wat op zijn beurt sommige emissies naar de atmosfeer voorkomt.

## Hoe vergelijkt men de milieu-effecten?

**A.** De opties wat betreft de behandeling van afvalstoffen worden vergeleken volgens een procedure die men de Life Cycle Assessment of Levenscyclusanalyse (LCA) noemt en die rekening houdt met al de stappen van het proces: vanaf het transport en de voorbereiding van het afval, via de behandeling in cementovens of verbrandingsovens, tot de uiteindelijke behandeling van de emissies voor ze in het milieu worden uitgestoten. Teneinde de wetenschappelijke integriteit van de beoordeling te waarborgen, zijn de gebruikte methodes conform met de internationale ISO-norm 14044, die de voorwaarden bepaalt en richtlijnen geeft voor de LCA-procedure.

Om te beginnen onderzoekt de studie de uitstoot naar lucht, water en bodem en het gebruik van natuurlijke grond- en brandstoffen voor beide verwerkingsopties en dit op basis van de huidige situatie in België. Daarna wordt er berekend hoe emissies en het gebruik van grond- en brandstoffen zouden worden gewijzigd, mocht er een ton afval aan één van beide verwerkingsprocessen toegevoegd worden en aldus het gebruik van sommige van de energiebronnen (en de grondstoffen) zou vervangen. Tenslotte worden de milieu-effecten – positieve en negatieve – van deze wijziging gekwantificeerd.

**B.** De emissies en het gebruik van grond- en brandstoffen worden vertaald in een reeks milieu-effecten, namelijk het effect op de afname van de voorraden van fossiele brandstoffen en grondstoffen, het broeikaseffect, de ozonlaag, de menselijke gezondheid, de gezondheid van zoetwater-, mariene- en terrestrische ecosystemen, smog, zure regen en eutrofiëring (overmatige algengroei).

In deze beoordeling worden de CO<sub>2</sub>-emissies die niet voortvloeien uit de verbranding van fossiele brandstoffen, maar deel uitmaken van de koolstofcyclus – zoals CO<sub>2</sub> uitgestoten door het verbranden van het organisch materiaal in slib of zaagsel – niet beschouwd als een bijdrage aan het broeikaseffect.

## Welke behandelingsoptie leidt tot verminderde milieu-effecten?

Uit de studie kan, voor wat betreft de grote meerderheid van de milieu-effecten, worden geconcludeerd dat het gebruik van industrieel afval als alternatieve brandstof in de cementproductie gunstiger is voor het milieu dan de behandeling ervan in afvalovens.

Bij beide verwerkingsopties genereert het gebruik van een ton afval energie die anders uit andere bronnen had moeten worden gehaald, waaronder fossiele brandstoffen die bijdragen tot het broeikaseffect.

Afval en fossiele brandstoffen bevatten een zekere hoeveelheid energie (uitgedrukt in megajoules of MJ). In het geval van cementovens, is het verbranden van 1 MJ afval even efficiënt als het verbranden van 1 MJ fossiele brandstof. Wat betreft de productie van elektriciteit en stoom, zijn afvalverbrandingsovens veel minder efficiënt dan energiecentrales die op fossiele brandstoffen draaien, omdat slechts een klein gedeelte van de energie wordt teruggewonnen. Bijgevolg bespaart men fossiele brandstoffen door afval als alternatieve brandstof in de cementproductie te gebruiken.

Gewoonlijk levert de verbranding van afval assen op. In de cementproductie wordt deze as opgenomen in het uiteindelijke product en vervangt dus een deel van de grondstoffen die men anders aan het productproces had moeten toevoegen. Ingeval van verbranding wordt de overblijvende as naar stortplaatsen gebracht.

### Is verbranden in een cementoven de beste optie voor specifiek afval, en gunstiger voor het milieu?

10 categorieën van milieu-effect	5 types afval				
	Oplosmiddelen & afvalolie	Slib van afvalwaterbehandeling	Filterkoek van afvalwaterbehandeling	Verf – en Inktresten	Fluff (plastic, textiel)
Uitputting van grondstoffen	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>
Broeikaseffect	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>
Ozonlaag	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>
Menselijke gezondheid	Neen	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>
Zoetwater ecosystemen	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>
Mariene ecosystemen	<b>Ja</b>	Neen	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	Neen
Terrestrische ecosystemen	Neen	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	Neen	Neen
Smog	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	Neen	<b>Ja</b>
Zure regen	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>
Eutrofiëring*	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>

\*overmatige algengroei

Voor filterkoeken afkomstig van waterzuivering geldt dat verwerking in de cementproductie, ter vervanging van een deel van de fossiele brand- en grondstoffen, de gunstigste optie is, voor wat betreft alle onderzochte milieu-effecten. Voor de andere vier soorten industrieel afval is de behandeling in een cementoven de beste optie voor acht of negen van de tien beoordeelde milieu-effecten.

De milieu-effecten waarvoor behandeling in een afvalverbrandingsoven de beste optie is voor één of meerdere soorten afval, zijn effecten op de menselijke gezondheid, de mariene en terrestrische ecosystemen en smog. Voor de overblijvende zes milieu-effecten (vermindering hulpbronnen, globale opwarming, ozonlaag, zoetwater ecosystemen, zure regen en eutrofiëring) is behandeling in een cementoven de beste optie voor alle vijf soorten afval.



## Conclusie – Hoe kunnen de resultaten geïnterpreteerd worden en hoe betrouwbaar zijn ze?

Voor het overgrote deel van de milieu-effecten kwam men tot de conclusie dat het gebruik van industriële afvalstoffen als alternatief in de cementproductie beter is voor het milieu dan de verwerking in afvalverbrandingsovens.

Wat is het belangrijkste: het behoud van onze waterbronnen of het behoud van de ozonlaag? Er is geen objectief antwoord. Momenteel staat de klimaatverandering hoog op de politieke agenda's en zou mogelijk een hogere prioriteit kunnen krijgen bij het evalueren van de milieu-effecten. **Wat betreft de klimaatverandering en vele andere milieu-effecten, leidt dit onderzoek tot de conclusie dat het gebruik van afval in de cementproductie, ter vervanging van een deel van de fossiele brand- en grondstoffen de beste optie is.**

Maar de subjectieve beslissing over welk belang men hecht aan de onderscheiden milieu-effecten, moet bij de beleidsmakers blijven. Ten behoeve van de experts en de beleidsmakers zijn in het volledige rapport (niveau 3) de afgewogen resultaten (uitgedrukt in kunstmatige financiële eenheden) en onderliggende hypothesen beschikbaar.

Zelfs al maakt men gebruik van een andere beoordelingsmethode of ook al waren de karakteristieken van het afval of van het behandelingsproces afwijkend, dan nog blijven de getrokken conclusies overeind. Het uitvoerig testen van hoe de resultaten zouden veranderen als de onderliggende hypothesen anders zouden zijn (gevoeligheidsanalyse), vormde een belangrijk onderdeel van deze studie en bewees de betrouwbaarheid van de resultaten.

Een meer volledige presentatie van de studie van TNO kan op de website geraadpleegd worden [www.coprocessing.info](http://www.coprocessing.info)



De brochure werd door Febelcem gerealiseerd.

De samenvatting werd door Greenfacts gerealiseerd,



onder de supervisie van TNO.

