



Asbeton: economische en gezondheidsafweging slopen & storten of behouden

Advies door: Jeroen Vrijders, WTCB, jvr@bbri.be

Verleend aan: Onroerend Erfgoed – Joke Buijs, via Yves Vanhellemont, yvh@bbri.be

Vraagstelling

De woonwijk 'Klein Rusland' te Zelzate wordt gerenoveerd/gerestaureerd. Twee opties zijn voorzien:

1. Behoud van de betonstructuur
2. Afbraak & reconstructie

Het binnenspouwblad (vroeger was dit de volledige buitenmuur) bestaat uit 'asbeton' (as/slakken van hoogovencement & water), waarbij petrografisch onderzoek aantoonde dat er veel metallische slakken aanwezig zijn. Het risico bestaat dus dat er zware metalen in het beton aanwezig zijn.

Onroerend Erfgoed wenst te weten:

- Welke onderzoeken dienen te gebeuren om het beton te 'storten' zonder hinder of schade voor het milieu, en welke eventuele 'saneringsmaatregelen' genomen moeten worden vooraleer het gestort mag worden.
- Wat de kostprijs van het stort-scenario is, zodat kan afgewogen worden om de betonconstructies te laten staan, en ze te verstevigen.
- Welke de risico's zijn voor de gezondheid bij vrijkomen van stof door werken in de bouw/renovatie-fase (voor arbeiders & aannemers) en bewoners (in de gebruiksfase) bij behoud van de betonstructuur.

Antwoord

Het antwoord omvat verschillende onderdelen die hieronder worden toegelicht.

- Optie 1 – behoud: Bespreking gezondheidsaspecten bij behoud van de betonstructuur
- Optie 2 – sloop: Bespreking wettelijk kader, proefmethoden en criteria voor metalen voor
 - o Storten van afvalstoffen
 - o Recyclage van asbeton
- Indicatie kostprijs storten als inert / niet-gevaarlijk / gevaarlijk afval.

Optie 1 - Behoud: Gezondheidsaspecten van het gebruik van secundaire granulaten

In 2009 werd door het VITO, in samenwerking met het WTCB en het OCW een studie uitgevoerd voor het Grindfonds om een beslissingsondersteunende methodologie uit te werken voor het evalueren van de gezondheidsimpact van het gebruik van secundaire granulaten (grinds substituten) in bouwmaterialen. De studie omvande zowel de productie-, constructie- als de gebruiksfase. De methodologie werd uitgetest op een aantal bestaande bouwstoffen waarin secundaire granulaten worden verwerkt. Ook werden de gezondheidsrisico's voor een aantal secundaire granulaten in bouwstoffen in kaart gebracht, en werden aanbevelingen gedefinieerd.



De samenvatting en het publiek beschikbaar deel van de studie kunnen worden geconsulteerd via <http://www.grind-limburg.be/Studies/2214/grindcomite>

De studie bestudeerde de risico's voor 4 grote stromen:

- non-ferro slakken (Pb-slakken, Cu-slakken en FeMo-slakken)
- staalslakken (LD-slakken – staalslakken ontstaan bij het Linz-Donawitz proces, en RVS-slakken – staalslakken die ontstaan bij de productie van roestvast staal)
- bodemassen (bodemassen van afvalverbrandingsinstallatie of AVI -bodemassen en bodemassen van steenkoolcentrales of E-bodemassen)
- gerecycleerde granulaten afkomst van bouw- en sloopafval (betongranulaat, menggranulaat en asfaltgranulaat).

Via blootstellingsscenario's, rekenmodellen en verificatie via metingen (in labo en in situ) en literatuurwaarden, werden de risico's voor de gezondheid ingeschat. Hieronder wordt de tekst uit de samenvatting van de studie (ingekort) overgenomen:

a) Risico's voor arbeiders

In de constructie- of bouwfase (met veel stofproducerende werken) is de gezondheidsimpact door gebruik van secundaire granulaten in bouwtoepassingen aanvaardbaar, zolang er gewerkt wordt conform de richtlijnen voor inhaleerbaar stof van het ARAB.

Bij het gebruik van sommige secundaire materialen in sommige toepassingen is een gezondheidsrisico ten gevolge van metalen evenwel niet uit te sluiten indien de fijn stof niveaus te hoog zijn. In deze gevallen zijn maatregelen ter reductie van fijn stof (bvb. natte uitvoering van processen) doeltreffend om de risico's te beperken.

Voor het merendeel van de secundaire granulaten is de gezondheidsimpact dermate beperkt dat zelfs wanneer een hoger niveau voor stofproductie (boven de ARAB norm voor inhaleerbaar stof) in rekening wordt gebracht bij arbeiders die in sterke mate worden blootgesteld aan stof (vb. door het uitoefenen van gespecialiseerde activiteiten zoals slijpen) er voldaan wordt aan de ARAB normen voor metalen zelfs zonder dat hierbij beschermingsmaatregelen (afzuiging, bevochtigen, stofmasker, ...) in overweging worden genomen. Mochten deze beschermingsmaatregelen wel in acht worden genomen zou dit typisch leiden tot een extra verlaging van de blootstelling met minimaal een factor 4 en dus een duidelijke verdere reductie van de risico's.

b) Risico's voor bewoners/gebruikers

Het referentiekader voor de blootstellingsevaluatie voor de gebruikers (gebruiksfase) is veel strenger dan voor arbeiders, voornamelijk omdat er rekening gehouden wordt met de bescherming van kwetsbare bevolkingsgroepen (kinderen, bejaarden, ...). Bij een typisch blootstellingsscenario voor gebruikers (met name een „doe-het-zelf“ renovatie en klusjes in de woning), waarbij geen rekening gehouden wordt met mogelijke beschermingsmaatregelen (bvb. stofmaskers), is het gezondheidsrisico beperkt. Indien echter de gebruiker systematisch en heel frequent werkt met bouwmaterialen waarin secundaire granulaten verwerkt zijn waarvan het Cr6+-gehalte sterk verhoogd is, zonder beschermingsmaatregelen in acht te nemen, kan er een licht verhoogd risico op kanker ten gevolge van Cr6+-blootstelling optreden. Er dient echter duidelijk te worden gesteld dat



in deze studie de concentratie van Cr6+ in het stof geschat werd op basis van het totaal Cr-gehalte in het stof, bouw materiaal of secundair granulaat.

c) Algemene conclusie

Algemeen kan gesteld worden dat voor de onderzochte meetcases de gezondheidsimpact door het gebruik van secundaire granulaten in bouwtoepassingen minimaal was zolang gewerkt werd conform de richtlijnen voor inhaleerbaar stof (ARAB). Een aandachtspunt is echter wel het gehalte aan Cr6+ (de carcinogene vorm van chroom) dat potentieel verhoogd kan zijn wat tot een licht verhoogd risico op kanker kan leiden. Dit geldt vooral voor de gebruiksfase maar is in de praktijk ook mogelijk voor de productie- en constructiefase wanneer gebruik zou gemaakt worden van materialen met Cr-gehalten hoger dan deze onderzocht in de huidige situatie. Voor de secundaire grondstoffen met een hoog gehalte aan Cr wordt bijgevolg aangeraden de gezondheidsimpact in de gebruiksfase specifiek te evalueren. Het lijkt dan ook aangewezen om extra metingen aangaande effectieve Cr6+-gehalten uit te voeren om dit risico verder in kaart te brengen.

Opmerkingen bij de conclusies van de studie:

- Indien er weinig of geen Cr aanwezig is in het beton, is het risico voor de gezondheid beperkt, in 'normale (werk- en woon-)omstandigheden.
- Indien deze algemene conclusies niet volstaan voor de vraag van Onroerend Erfgoed in kwestie, kan de algemene methodologie die werd ontwikkeld, worden toegepast op het 'asbeton' om tot meer sluitende conclusies te komen. Contact kan hiervoor opgenomen worden met VITO: katleen.debrouwere@vito.be
- Een aandachtspunt van bouwtechnische aard bij behoud van de betonstructuren, is de mogelijke interactie van het beton met bv. pleisterwerk, wat pop-outs tot gevolg kan hebben.

Optie 2: Storten of recycleren

Bij storten of gebruik van het gebroken asbeton-granulaat is er een mogelijk risico dat stoffen (metalen) in het beton vrijkomen en uitlogen naar de bodem en het grondwater.

Op basis van de beschikbare informatie (petrografisch onderzoek WTCB) is de samenstelling van het 'asbeton': cement en slakken (10µm tot 1.5 cm) van metallische (ijzeroxide) en glasachtige aard. Indien de slakken afkomstig zijn van de hoogovens, kan dit aanleiding geven tot de aanwezigheid van zware metalen in het beton.

Verwijzend naar de Nederlandse website 'bodemrichtlijn.nl', stellen we vast dat bij bodemmassen en slakken de volgende verontreinigingen kunnen voorkomen:

- koper, molybdeen, lood, antimoon en seleen;
- bromide, chloride, sulfide en sulfaat;
- barium, antimoon, vanadium.
- fosfor en fluor.



<http://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/bodemassen-en-slakken/afvalstoffase-bodemassen-e105506>

Hierbij dient te worden opgemerkt dat het milieurisico van zware metalen in afvalstoffen of recyclageproduct voor de bouw in het algemeen wordt beoordeeld op de hoeveelheid metaal die uitloopt uit het afval of het granulaat. Het is niet omdat er zware metalen aanwezig zijn, dat deze ook uitlogen.

In onderstaande tekst worden de verschillende opties overlopen die mogelijk zijn bij de sloop van de asbetonconstructies. Deze mogelijkheden hangen af van het wettelijk kader rond 'stortplaatsen' en 'recyclage van afvalstoffen', in Vlaanderen respectievelijk vastgelegd door het VLAREM en het VLAREMA.

- VLAREM - Afval storten: als inert/niet-gevaarlijk/gevaarlijk afval
- VLAREMA - Recyclage als bouwstof (ongebonden) of in bouwstof (gebonden)

a) Optie 'storten'

Wettelijk kader

Voor het storten van afvalstoffen in Vlaanderen maakt men onderscheid tussen 3 hoofdcategorieën van stortplaatsen: die voor inert afval, voor niet-gevaarlijk afval en voor gevaarlijk afval. De regels en criteria voor het aanvaarden van afvalstoffen op de verschillende types stortplaatsen zijn vastgelegd in Titel II van het VLAREM sinds 2005, als vertaling van de Europese richtlijn betreffende de stortplaatscriteria (2003/33/EG).

In principe komt het erop neer dat de testresultaten van de afvalstoffen onder bepaalde grenswaarden qua uitloging (zware metalen) en samenstelling (organische componenten) moeten zitten, om als 'inert' of 'niet-gevaarlijk' te worden beschouwd.

De karakterisatie bestaat erin een 'kolomtest voor afvalstoffen' uit te voeren en te kijken of de bekomen waarden passen binnen de criteria (grenswaarden) van de stortplaatsen. Indien de eisen voor inerte of niet-gevaarlijke afvalstof-stortplaatsen niet worden gehaald, dient de optie 'storten van gevaarlijk afval' te worden verder onderzocht. Hierover wordt in dit advies geen uitspraak gedaan.

Proefmethoden

De uitlogingstest gebeurt voor granulaire materialen volgens de "kolomproef voor stortplaats", die staat beschreven in de CMA 2 II A.9.5.

https://esites.vito.be/sites/reflabos/2012/Online%20documenten/CMA_2_II_A.9.5.pdf

De te gebruiken proefmethoden (analyse van de aanwezige zware metalen etc.) worden beschreven in CMA 2 II A.13.

https://esites.vito.be/sites/reflabos/2012/Online%20documenten/CMA_2_II_A.13.pdf

Onderstaande tabel geeft de grenswaarden voor de verschillende types stortplaatsen weer.

Tabel 1: Grenswaarden voor uitloging berekend bij een L/S van 10 l/kg

Parameter	NORM 1 L/S = 10 l/kg	NORM 2 L/S = 10 l/kg	NORM 3 L/S = 10 l/kg	NORM 4 L/S = 10 l/kg
Uitloging	mg/kg ds	mg/kg ds	mg/kg ds	mg/kg ds
As	2	10 (25)	2	0,5
Ba	100	300	100	20
Cd	1	5	1	0,04
Cr totaal	10	70	10	0,5
Cr (VI)	5	5	5	-
Cu	50	100	50	2
Hg	0,2	1 (2)	0,2	0,01
Mo	10	30	10	0,5
Ni	10	20 (40)	10	0,4
Pb	10	20 (50)	10	0,5
Sb	0,7	5	0,7	0,06
Se	0,5	7	0,5	0,1
Zn	50	100 (200)	50	4
Fenolen (fenolindex)	-	-	-	1
Cyanide (totaal)	10	10	10	-
Chloride	15000	25000	15000	800
Fluoride	150	500	150	10
Sulfaat	20000	50000	20000	1000
DOC	800	1000	800	500
TDS	60000	100000	50000	4000
pH	min. 6	4-13		

Norm 1 Categorie 1 stortplaatsen: Stabiel, niet-reactief afval en ongevaarlijk afval
Norm 2 Categorie 1 stortplaatsen: Gevaarlijke afvalstoffen
Norm 3 Categorie 2 stortplaatsen: Huishoudelijk afval
Norm 4 Categorie 3 stortplaatsen: Inerte afvalstoffen

Overgenomen uit: *Afvalstoffen op stortplaatsen: bepalen van analysemethoden voor nieuwe parameters, VITO iov OVAM, 2005*

In eerste instantie dient een geschikt monster gebroken beton te worden beproefd via de kolomproef voor stortplaats, op de parameters vermeld in de tabel, om te kijken op welke categorie stortplaats het zou mogen gestort worden. Indien blijkt dat de grenswaarden voor Gevaarlijke afvalstoffen (Norm 2 in de tabel hierboven) niet gehaald worden, dienen mogelijks maatregelen te worden genomen.

B) Optie 'recyclage'

Opmerkingen vooraf:

- 1) Gezien de mogelijkerwijs hoge concentraties en uitloogbaarheid van een aantal metalen in het asbeton, is deze piste vanuit praktisch-ethisch standpunt niet per se na te streven, en is het misschien beter het asbeton uit de 'materialenkringloop' te halen.
- 2) Naast milieu-hygiënische eisen moeten granulaten voor bouwkundige toepassingen ook bepaalde technische eigenschappen of karakteristieken bezitten. Gezien de lage kwaliteit van het asbeton, valt te betwijfelen of er 'goede' granulaten kunnen worden geproduceerd. Het voorliggend advies gaat niet verder in op deze technische aspecten.



Wettelijk kader

Het wettelijk kader wordt gevormd door het VLAREMA, Vlaams reglement betreffende het duurzaam beheer van materiaalcringen en afvalstoffen. Dit reglement bepaalt de voorwaarden waaronder afvalstoffen opnieuw mogen ingezet worden als producten, bijvoorbeeld in of als bouwstof (= vrij vertaald: als granulaat in beton, of als granulaat in funderingslagen).

Eenzijds betreft het een procedure om toelating te krijgen om het gebroken materiaal effectief als secundair materiaal in te zetten: de grondstoffenverklaring. Zie

<http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/98>.

Anderzijds worden er grenswaarden opgelegd voor gebruik in of als bouwstof, in bijlage 2.3.2. Onder 'niet-vormgegeven bouwstof', begrijpt men granulaat dat rechtstreeks in contact komt met water. Indien het risico te groot is, kan het granulaat mogelijk wel in 'vormgegeven bouwstof' worden toegepast, waarbij de schadelijke componenten worden gebonden in een (cement)matrix.

Volledige tekst, zie: <http://navigator.emis.vito.be/milnav-consult/plainWettekstServlet?wettekstd=44119&lang=nl>

Aangewezen is om te verifiëren of de gebroken asbeton-granulaten voldoen aan de eisen voor bouwstof en niet-vormgegeven bouwstoffen (2.3.2A en 2.3.2B). Indien hieraan niet voldaan kan worden, kan worden onderzocht wat de mogelijkheden zijn voor toepassing in vormgegeven bouwstof (gebonden met cement). In dit laatste geval dient wel te worden afgetoetst of een dergelijke toepassing zal worden toegelaten door de overheid, gezien men op die manier een vervuilingprobleem 'verderzet'. Er dienen ook een aantal procedurestappen (grondstoffenverklaring) te worden doorlopen.

Proefmethode

In principe kan men in 2 stappen werken en eerst nakijken voor welke metaal-parameters de totaalconcentraties hoger zijn dan de waarden voor vrij gebruik van uitgegraven bodem (Bijlage V van VLAREBO). Enkel voor deze parameters moet een uitloogtest worden uitgevoerd.

De totaalconcentraties metalen worden bepaald via de methoden opgelijst in het compendium: <http://www.emis.vito.be/cma-2012>

--> CMA 2/II/A.3,

https://esites.vito.be/sites/reflabos/2012/Online%20documenten/CMA_2_II_A.3.pdf

De uitloogtest voor recycling is verschillend dan de uitloogproef voor afval. Het gaat hier om de kolomproef voor bouwstof volgens CMA 2/II/A.9.1:

https://esites.vito.be/sites/reflabos/2012/Online%20documenten/CMA_2_II_A.9.1.pdf

Criteria

De bijlagen van het VLAREMA waarin de criteria voor samenstelling en uitloging zijn bepaald, zijn in bijlage aan dit advies toegevoegd.

Opmerking

Op termijn wordt het huidige eisenkader voor gebruik als bouwstof aangepast om tot een gemeenschappelijk normenkader voor secundaire grondstoffen en uitgegraven bodem te komen. Indien het sloopproject pas binnen een aantal jaren doorgaat, dient hiermee mogelijks rekening te worden gehouden.

Beschouwing over de kostprijs van afvoer

In deze analyse wordt verondersteld dat het beton wordt gesloopt, en moet worden gestort, als gevaarlijk, niet-gevaarlijk of inert afval.

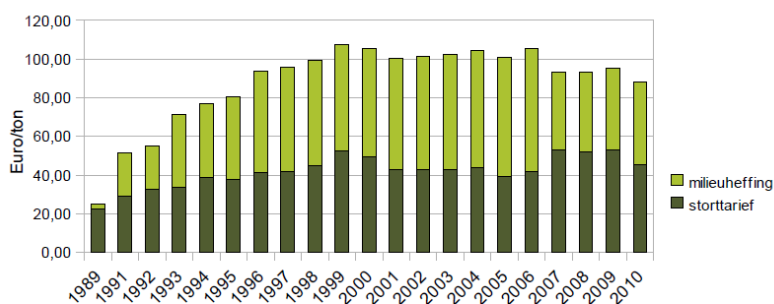
Wanneer het materiaal gerecycleerd zou kunnen worden als ongebonden granulaat, zijn de kosten voor de sloop zelf gelijk aan degene voor sloop in het stortscenario. De kosten voor het storten zijn een stuk lager wanneer het beton, gewapend of niet, kan worden 'als beton' aangeleverd bij een breek- of recyclage-instelling. De prijs voor afvoer ligt in dat geval wellicht ergens tussen 0 en 10 euro/ton.

A) Kostprijs voor storten

De indicatieve kostprijs voor storten baseren we op de tarieven die OVAM hierover bijhoudt (zie <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/cache/offonce/pid/176?actionReq=actionPubDetail&fileItem=2715>).

Op Categorie 1- en 2-NGABA (niet-gevaarlijke, bedrijfsafval)-stortplaatsen wordt het tarief berekend op basis van de samenstelling van de aangeboden vracht, die door bemonstering wordt bepaald. De tarifiering zal dus sterk verschillen naargelang de verschillende stortplaatsen en het type afval dat wordt aangeleverd. De waarden hieronder, zijn de gemiddelde waarden aangegeven door de stortplaatsen, voor het jaar 2010, gewogen volgens de aanvoer bij de verschillende stortplaatsen. Deze cijfers zijn dus INDICATIEF.

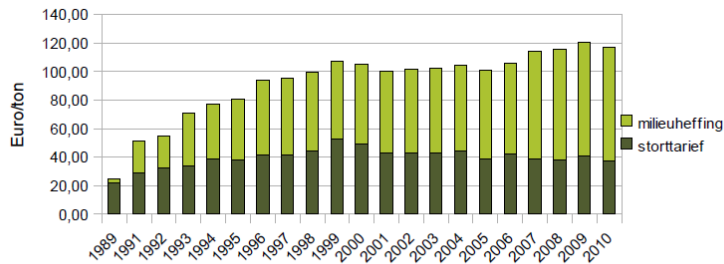
Gemiddelde stortprijs op de categorie 1-stortplaatsen (gevaarlijk afval) 2010



Figuur 6: Tariefevolutive van de gewogen gemiddelde stortprijs op een categorie 1-stortplaats.

Het gewogen gemiddeld storttarief, exclusief milieuheffingen en gemeentelijke opcentiemen, bedraagt 45,43 EUR/ton in 2010. Hieraan moet 35 EUR/ton heffing worden toegevoegd, zodat de totale kostprijs uitkomt bij **90 EUR/ton**.

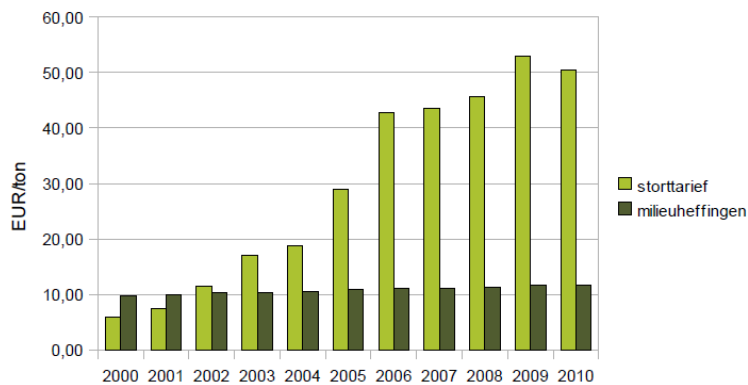
Gemiddelde stortprijs op de categorie 2-NGABA stortplaatsen



Figuur 7: Tariefevolutie van de gewogen gemiddelde stortprijs op een categorie 2-NGABA stortplaats.

Het gewogen gemiddeld storttarief, exclusief milieueffingen en gemeentelijke opcentiemen, bedraagt 37,46 EUR/ton in 2010. Aangevuld met een milieueffing van 82 EUR/ton, komt de totale kostprijs uit op **120 EUR/ton**.

Gemiddelde stortprijs op de stortplaatsen voor inert afval



Figuur 11: Tariefevolutie voor categorie 3-stortplaatsen.

Het gemiddeld storttarief, exclusief milieueffingen en gemeentelijke opcentiemen, bedroeg 50.41 EUR/ton in 2010. De milieueffing bedroeg 11.67 EUR/ton, zodat het totale tarief voor inert afval gemiddeld uitkomt op **62 EUR/ton**.

B) Kostprijs voor beschouwde project

Een ruwe schatting leert dat het zou (kunnen) gaan om 7000 m³ beton voor de 170 woningen. Indien we dit vertalen naar massa (ton), voor 2 dichtheden (1.1 ton/m³ en 2.2 ton/m³), geeft dit een kostprijs, in functie van het type stortplaats, zoals aangegeven in onderstaande tabel.

Type stortplaats	Stortkost €/t	Volumemassa 1.1 t/m ³	Volumemassa 2.2 t/m ³
inert	60	€ 479,002	€ 958,003
gevaarlijk	90	€ 718,502	€ 1,437,005
niet-gevaarlijk, bedrijfs	120	€ 958,003	€ 1,916,006



Bijlagen

A) Verwijzing naar VLAREM II-teksten ivm criteria afvalstoffen-stortplaatsen

<http://navigator.emis.vito.be/milnav-consult/plainWettekstServlet?wettekstId=20946&lang=nl>

Artikel 5.2.4.1.7. Criteria voor stortplaatsen voor inerte afvalstoffen

Artikel 5.2.4.1.8 Criteria voor stortplaatsen voor niet gevaarlijke afvalstoffen

B) VLAREMA-bijlagen ivm voorwaarden voor gebruik in of als bouwstof

BIJLAGE 2.3.2. VOORWAARDEN INZAKE SAMENSTELLING VOOR GEBRUIK ALS BOUWSTOF

BIJLAGE 2.3.2.A VOORWAARDEN VOOR GEBRUIK ALS BOUWSTOF

RICHTWAARDEN (indicatief)

METALEN (1)	
PARAMETERS	TOTAALCONCENTRATIE (2) in mg/kg droge stof
Arseen (As)	250
Cadmium (Cd)	10
Chroom (Cr)	1250
Koper (Cu)	375
Kwik (Hg)	5
Lood (Pb)	1250
Nikkel (Ni)	250
Zink (Zn)	1250

(1) De concentratie geldt voor het metaal en de verbindingen ervan, uitgedrukt als metaal.

(2) De bepaling van de totaalconcentratie aan metalen volgens de methoden, opgenomen in het compendium voor monsterneming en analyse (CMA).

GRENSWAARDEN (bindend)

MONOCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN	
PARAMETERS	TOTAALCONCENTRATIE (3) in mg/kg droge stof
Benzeen	0,5
Ethylbenzeen	5
Styreen	1,5
Tolueen	15
Xyleen	15

(3) Bepaling van de totaalconcentratie aan organische verontreinigingen volgens de methoden, opgenomen in het compendium voor monsterneming en analyse (CMA).



POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN	
PARAMETERS	TOTAALCONCENTRATIE (3) in mg/kg droge stof
Benzo(a)antraceen	35
Benzo(a)pyreen	8,5
Benzo(ghi)peryleen	35
Benzo(b)fluoranteen	55
Benzo(k)fluoranteen	55
Chryseen	400
Fenantreen	30
Fluoranteen	40
Indeno(1,2,3cd)pyreen	35
Naftaleen	20

(3) Bepaling van de totaalconcentratie aan organische verontreinigingen volgens de methoden, opgenomen in het compendium voor monsterneming en analyse (CMA).

OVERIGE ORGANISCHE STOFFEN	
PARAMETERS	TOTAALCONCENTRATIE (3) in mg/kg droge stof
Hexaan	1
Heptaan	25
Minerale olie	1000
Octaan	90
Polychloorbifenylen (PCB)	0,5

(3) Bepaling van de totaalconcentratie aan organische verontreinigingen volgens de methoden, opgenomen in het compendium voor monsterneming en analyse (CMA).

BIJLAGE 2.3.2.B VOORWAARDEN VOOR GEBRUIK ALS NIET-VORMGEGEVEN BOUWSTOF

METALEN	
PARAMETERS	UITLOOGBAARHEID (1) in mg/kg droge stof
Arseen (As)	0,8
Cadmium (Cd)	0,03
Chroom (Cr)	0,5
Koper (Cu)	0,5
Kwik (Hg)	0,02
Lood (Pb)	1,3
Nikkel (Ni)	0,75
Zink (Zn)	2,8

(1) Uitloogbaarheid wordt gemeten met de kolomproef, methode CMA 2/II/A.9.1. De uitloogbaarheid, gemeten met de kolomproef, is berekend uit een standaardtoepassing met de hoogte van de bouwstof van 0,7 m en met een soortelijk gewicht van 1550 kg/m³. Voor de berekening van de toepassingshoogte, zie bijlage 2.4.2.C.

BIJLAGE 2.3.2.C IMMISSIEGRENSWAARDEN VOOR BODEM

ELEMENT	MAXIMALE IMMISSIE (mg/m ² over 100 jaar) (1) (2)
Arseen	285
Cadmium	12
Chroom	555



Koper	255
Kwik	8,2
Lood	609
Nikkel	136
Zink	924

(1) BEREKENING VAN DE IMMISSIEWAARDEN UIT EMISSIEWAARDEN, BEPAALDAAN DE HAND VAN DE KOLOMPROEF VOOR NIET-VORMGEGEVEN BOUWSTOFFEN

De immissie van de metalen in de bodem als gevolg van de emissie uit een niet-vormgegeven bouwstof, gemeten in de kolomproef, methode CMA 2/II/A.9.1, wordt berekend met de volgende formule :

$$I_{nvb} = d_b * (E_{L/S=10} - a) * h * f_{ext}$$

waarbij :

Invb : berekende immissie in de bodem als gevolg van het gebruik van een niet- vormgegeven bouwstof in de bodem in mg/m² bodem.100 j;

db : soortelijk gewicht van de bouwstof (uitgedrukt in kg/m³);

EL/S=10 : cumulatieve uitloging van een bouwstof door percolatie tot L/S = 10, bepaald in het laboratorium volgens de kolomproef, methode CMA 2/II/A.9.1, uitgedrukt in mg/kg;

a : correctie voor de uitloging van een bouwstof in het laboratorium en de uitloging in de praktijk in mg/kg, waarvan de waarde is af te lezen uit tabel 1;

h : hoogte waarin de bouwstof in het werk wordt aangebracht;

de hoogte van een toegepaste niet-vormgegeven bouwstof wordt bepaald voor elk deel van een werk waarin het materiaal op een eenvormige wijze wordt toegepast;

de hoogte wordt bepaald loodrecht op het aardoppervlak;

de hoogte wordt uitgedrukt in m, afgerond op twee decimalen na de komma en bedraagt minimaal 0,20 m;

f_{ext} : factor voor extrapolatie van de uitloging van niet-vormgegeven bouwstoffen bij een kort durende laboratoriumproef naar de uitloging over 100 jaar.

De factor voor extrapolatie van de uitloging wordt bepaald met de volgende formule :

$$f_{ext} = \frac{1 - e^{\left(-k * \frac{t * N_1}{d_b * h}\right)}}{1 - e^{(-k * 10)}}$$



waarbij :

e : grondgetal voor natuurlijke logaritme, namelijk 2,71828...;

K : dimensieloze constante, die een maat is voor de snelheid van uitloging, waarvan de waarde is af te lezen uit de tabel 1;

Ni : neerslaghoeveelheid van 300 mm/jaar;

t : 100 jaar;

soortelijk gewicht van de bouwstof (uitgedrukt in kg/m^3).

db :

Parameter	a (in mg/kg)	κ	Parameter	a (in mg/kg)	κ
As	0,7	0,03	Hg	0,016	0,05
Cd	0,021	0,5	Ni	0,63	0,29
Cr	0,09	0,18	Pb	0,8	0,27
Cu	0,25	0,28	Zn	2	0,28