



TOETSING IMMISSIE VAN NIET-VORMGEGEVEN BOUWSTOFFEN¹

Voor de toepasbaarheid van niet-vormgegeven bouwstoffen en vormgegeven bouwstoffen waarvan de uitloging niet-diffusie bepaald is vindt een toetsing plaats conform het Bouwstoffenbesluit.

Voor de organische stoffen zijn de toetsingswaarden bepaalde samenstellingswaarden. Voor de anorganische stoffen zijn de toetsingswaarden immissiewaarden (zie BSB).

Door op een bouwstof een uitloogproef met L/S=10-verhouding uit te voeren wordt de emissie of cumulatieve uitloging bepaald. Met deze gevonden waarde kan met behulp van een formule de te verwachten immissie van de bouwstof berekend worden. De volgende formule is van toepassing:

$$I_{b.N} = 1550 * \left(E_{\frac{L}{S}=10} - a \right) * h * f_{ext.n} \quad [1]$$

$$f_{ext.n} = \frac{1 - e^{\left(-\kappa * \frac{t * N_i}{1550 * h} \right)}}{1 - e^{(-\kappa * 10)}} \quad [2]$$

Waarbij:

a	mg/kg	correctie voor de uitloging van laboratorium-->praktijk
κ (kappa) /		constante (maat voor de snelheid van uitloging)
$E_{L/S=10}$	mg/kg	cumulatieve uitloging
h	m	hoogte of inbouwdikte in het werk randvoorwaarde: $h \geq 0,2$ m
$f_{ext.n}$	kg/m ² .100j	factor voor extrapolatie laboratorium-->100 jaar
N_i	mm/j	effectieve infiltratie categorie 1 bouwstof: 300 mm/j categorie 2 bouwstof: 6 mm/j
t	jaar	tijd chloride en sulfaat: 1 jaar overige: 100 jaar
$I_{b.N}$	mg/m ² .100j	berekende immissie van de niet vormgegeven bouwstof

¹ niet-vormgegeven bouwstoffen (en vormgegeven bouwstoffen) waarvan de uitloging niet-diffusie bepaald is

Bouwstoffenbesluit (BSB)



Uit [1] blijkt dat, indien voor $E_{L/S=10}$ een waarde kleiner dan a wordt gemeten, er een immissiewaarde gevonden wordt die negatief is. Voor negatieve waarden van $I_{b,N}$ is de bouwstof onbeperkt toepasbaar (vergelijk gebied A in figuur 1).

Voor waarden van $E_{L/S=10} > a$ geeft $I_{b,N}$ positieve waarden.

$I_{b,N}$ is afhankelijk van een aantal constanten en van de variabele h , of $I_{b,N}=f(h)$ d.w.z. $I_{b,N}$ is een functie van h .

met:

$$A = \frac{1550 * (E_{L/S=10} - a)}{1 - e^{(-\kappa * 10)}} \quad [3]$$

en:

$$B = -\kappa * \frac{t * N_i}{1550} \quad [4]$$

wordt (substitutie van de net gedefinieerde A en B in [1] geeft)

$$f(h) = A * h * \left(1 - e^{\frac{B}{h}}\right) \quad [5]$$

Met de reeks

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots$$

Wordt $f(h)$:

$$f(h) = A * h * \left(1 - \left(1 + \frac{B}{h} + \frac{B^2}{h^2 2!} + \frac{B^3}{h^3 3!} + \dots\right)\right)$$

$$= A * \left(h - h - B - \frac{B^2}{h 2!} - \frac{B^3}{h^2 3!} - \dots\right)$$

$$= A * \left(-B - \frac{B^2}{h 2!} - \frac{B^3}{h^2 3!} - \dots\right)$$

$$f(h) = I_{b,N} = -AB * \left(1 + \frac{B}{h 2!} + \frac{B^2}{h^2 3!} + \dots\right) \quad [6]$$

De afgeleide van de functie [5] naar h is,

$$\frac{df(h)}{dh} = A + A e^{\frac{B}{h}} * \left(\frac{B}{h} - 1\right) \quad [7]$$



Voor $h \rightarrow \infty$ geeft deze afgeleide:

$$\frac{df(h)}{dh} = A + Ae^{\frac{B}{\infty}} * \left(\frac{B}{\infty} - 1\right) = A + Ae^0 * (0 - 1) = A - A = 0 \quad [8]$$

de waarde 0 (nul). M.a.w. de functie $f(h)$ verloopt horizontaal bij $h = \infty$.

De getalswaarde van $f(h)$ of $I_{b,N}$ voor dit maximum wordt gegeven door:

$$\lim_{h \rightarrow \infty} f(h) = -AB * \left(1 + \frac{B}{h2!} + \frac{B^2}{h^2 3!} + \dots\right) \quad [9]$$

of

$$\lim_{h \rightarrow \infty} f(h) = I_{b,N_{BSB}} = -AB \quad [10]$$

Voor een toepassing in 'oneindige dikte' die net voldoet aan de immissie toetswaarde BSB ($I_{b,N_{BSB}}$) kan de bijbehorende emissie $E_{L/S=10}$ uit [10] berekend worden:

$$I_{b,N_{BSB}} = - \left(\frac{1550 * (E_{L/S=10} - a)}{1 - e^{(-\kappa * 10)}} \right) * \left(-\kappa * \frac{t * N_i}{1550} \right) = \frac{(E_{L/S=10} - a) * (\kappa * t * N_i)}{1 - e^{(-\kappa * 10)}}$$

of

$$E_{L/S=10_{h \rightarrow \infty}} = \frac{I_{b,N_{BSB}} * (1 - e^{(-\kappa * 10)})}{\kappa * t * N_i} - a \quad [11]$$

Voorbeeld Arseen: de toetswaarde BSB voor arseen in cat-1 toepassing is $I_{b,N} = 435$

$$E_{As \text{ cat-1}_{h \rightarrow \infty}} = \frac{435 * (1 - e^{(-0,03 * 10)})}{0,03 * 100j * 300mm/j} - 0,7 = 0,825 \text{ mg/kg} \quad [12]$$

Uit [1] en [2] en $h=0,2$ kan de emissie berekend worden voor een bouwstof in een toegepaste dikte van 0,2 m die net voldoet aan de immissie toetswaarde. Voor arseen is deze emissie;

$$E_{As \text{ cat-1}_{h=0,2}} = 1,085$$

Het voorbeeld voor arseen is uitgewerkt in figuur 1. Er zijn een viertal gebieden te onderscheiden.

Bouwstoffenbesluit (BSB)



De curve van de $I_{b,N}$ versus de inbouwdikte h (oftewel de functie $f(h)$) met de in [12] berekende $E_{As\ cat-1_{h \rightarrow \infty}}$ is aangeduid met $E=1,18a=0,825$.

Het gebied tussen de met deze $E_{As\ cat-1_{h \rightarrow \infty}}$ berekende curve, de x-as en de lijn $h=0,2$, (gebied B in figuur 1), beschrijven alle een bouwstof die onbeperkt toegepast kan worden. De E-waardes voor categorie 1 toepassingen zijn voor arseen en de overige anorganische stoffen (Me) getabelleerd in tabel 2a en voor categorie 2 toepassingen in tabel 2b.

De curve $f(h)$ die door het snijpunt van de lijn h (of x)= $0,2$ en de lijn I (of y)=toets BSB gaat (aangeduid met $E=1,55a=1,085$ voor Arseen) beschrijft een bouwstof die enkel in de dikte $0,2$ m toegepast kan worden (punt D in figuur 1). De bijbehorende E-waardes $E_{Me\ cat-1_{h=0,2}}$ zijn ook in de tabellen weergegeven.

De tussen deze 2 curves inliggende $f(h)$ beschrijven een bouwstof die tot een bepaalde dikte toepasbaar is (gebied C in figuur 1). Curves met een $E_{L/S=10} > E_{L/S=10(I_{b,N}[h=0,2])} = \text{toets BSB}$ beschrijven een bouwstof die niet toepasbaar is (voor alle E en h wordt de immissie toetswaarde overschreden).

In figuur 1 zijn genoemde curves uitgewerkt voor de stof Arseen, in een bouwstof voor een categorie-1 toepassing.

A en B	Voor een in het laboratorium aangetroffen $E_{L/S=10} \leq 0,825\ mg/kg$ is de bouwstof (met betrekking op Arseen) onbeperkt dik toepasbaar.	Onbeperkt dik
C	Voor $0,825\ mg/kg < E_{L/S=10} \leq 1,085\ mg/kg$ kan de bouwstof tot een bepaalde hoogte h , uit te rekenen met $f(h)$, toegepast worden.	Bepaalde dikte h
D	Voor $E_{L/S=10} = 1,085\ mg/kg$ kan de bouwstof enkel met de hoogte $h=0,2$ m toegepast worden.	Enkel dikte $h=0,2$ m
>toets	Voor hogere waardes van $E_{L/S=10}$ is de bouwstof niet toepasbaar.	Niet toepasbaar



Tabel 1: Immissie-toetsingswaarde (toets BSB), a en kappa voor anorganische stoffen

Me	a in (mg/kg)	kappa	Toets BSB immissiewaarde $I_{b,N}$ in ($mg/m^2 * 100j$)
Sb	0,02	0,11	39
As	0,7	0,03	435
Ba	0,9	0,15	6300
Cd	0,021	0,50	12
Cr	0,09	0,18	1500
Co	0,18	0,20	300
Cu	0,25	0,28	540
Hg	0,016	0,05	4,5
Pb	0,8	0,27	1275
Mo	0,15	0,35	150
Ni	0,63	0,29	525
Se	0,03	0,38	15
Sn	0,03	0,19	300
V	0,4	0,05	2400
Zn	2	0,28	2100
Br	2,6	0,35	300[1]
Cl	51	0,57	30000[2]
Fvrij	1,5	0,22	14000[3]
S O4	118	0,33	45000[4]
CN-c (t-v)	0	0,35	75
CN-v	0	0,35	15

- [1] Bij het gebruiken van een bouwstof op plaatsen waar direct contact mogelijk is met brak oppervlaktewater of zeewater met van nature een chloride-gehalte van meer dan 5000 mg/l, geldt voor bromide, in afwijking van de tabel, geen immissiewaarde.
- [2] De in de tabel genoemde immissiewaarde voor chloride is uitgedrukt in mg/m² per 1 jaar. Voor chloride geldt in afwijking van de tabel aangegeven immissiewaarde:
- een immissiewaarde van 87000 mg/m² per 1 jaar bij het gebruiken op of in de bodem van een niet-vormgegeven bouwstof die als categorie 1-bouwstof wordt toegepast;
 - een immissiewaarde van 174000 mg/m² per 1 jaar bij het gebruiken in oppervlaktewater van een niet-vormgegeven bouwstof die als categorie 1-bouwstof wordt toegepast, en
 - geen immissiewaarde bij het gebruiken van een bouwstof op plaatsen waar een direct contact is of mogelijk is met brak oppervlaktewater of zeewater met van nature een chloride-gehalte van meer dan 5000 mg/l.
- [3] Bij het gebruiken van een bouwstof op plaatsen waar een direct contact is of mogelijk is met brak oppervlaktewater of zeewater met van nature een chloride-gehalte van meer dan 5000 mg/l geldt voor fluoride, in afwijking van de in de tabel aangegeven immissiewaarde, een immissiewaarde van 56000 mg/m² per 100 jaar.
- [4] De in tabel 1 aangegeven immissiewaarde voor sulfaat is uitgedrukt in mg/m² per 1 jaar. Voor sulfaat geldt in afwijking van de in de tabel aangegeven immissiewaarde:
- een immissiewaarde van 100000 mg/m² per 1 jaar bij het gebruiken op of in de bodem van een niet-vormgegeven bouwstof die als categorie 1-bouwstof wordt toegepast;
 - een immissiewaarde van 124000 mg/m² per 1 jaar bij het gebruiken in oppervlaktewater van een niet-vormgegeven bouwstof die als categorie 1-bouwstof wordt toegepast, en
 - een immissiewaarde van 180000 mg/m² per 1 jaar bij het gebruiken van een bouwstof op plaatsen waar een direct contact is of mogelijk is met brak oppervlaktewater of zeewater met van nature een chloride-gehalte van meer dan 5000 mg/l.

Bouwstoffenbesluit (BSB)



Tabel 2a: $E_{L/S=10}$ -waarden voor een categorie 1-bouwstof voor die f(h) welke B,C en D (figuur 1) beschrijven

Categorie 1 bouwstof						
Me	a	$E_{L/S=10}$ zodanig dat $E_{L/S=10}(I_{b,N[h \rightarrow \infty]}) = \text{toets BSB}$	=factor*a	$E_{L/S=10}$ zodanig dat $E_{L/S=10}(I_{b,N[h=0,2]}) = \text{toets BSB}$	=factor*a	
	mg/kg					
Sb	0,02	0,028	1,40a	0,10	5,2a	
As	0,7	0,825	1,18a	1,085	1,55a	
Ba	0,9	1,99	2,21a	16,7	18,5a	
Cd	0,021	0,022	1,05a	0,06	2,8a	
Cr	0,09	0,32	3,56a	4,1	45,9a	
Co	0,18	0,22	1,22a	1,0	5,6a	
Cu	0,25	0,31	1,24a	1,9	7,5a	
Hg	0,016	0,017	1,06a	0,02	1,4a	
Pb	0,8	0,95	1,19a	4,6	5,8a	
Mo	0,15	0,16	1,07a	0,6	4,1a	
Ni	0,63	0,69	1,10a	2,2	3,5a	
Se	0,03	0,031	1,03a	0,08	2,6a	
Sn	0,03	0,075	2,50a	0,85	28,4a	
V	0,4	1,03	2,58a	3,5	8,7a	
Zn	2	2,23	1,12a	8,4	4,2a	
Br	2,6	cat. 1	2,63	1,01 a	3,5	1,4a
		zeewater	geen			
Cl	51	cat. 1	558[1a]	10,94a	711[1a]	13,9a
		opp.water	1065[1b]	20,89a	1370[1b]	26,9a
		zeewater	geen			
Fvrij	1,5	cat. 1	3,39[2a]	2,26a	41,7[2a]	27,8a
		zeewater	9,04[2b]	6,03a	162,2[2b]	108,1a
SO ₄	118	cat. 1	1091[3a]	9,24a	1254[3a]	10,6a
		opp.water	1324[3b]	11,22a	1527[3b]	12,9a
		zeewater	1869[3c]	15,84a	2164[3c]	18,3a
CN-c (t-v)	0	0,007		0,23		
CN-v	0	0,001		0,05		

[1a/b] berekend met toets BSB= 87.000 resp. 174.000 mg/m². 1j
 [2a/b] berekend met toets BSB= 14.000 resp. 56.000 mg/m². 100j
 [3a/b/c] berekend met toets BSB= 100.000 resp. 124.000 resp. 180.000 mg/m². 1j

Bouwstoffenbesluit (BSB)



Tabel 2b: $E_{L/S=10}$ -waarden voor een categorie 2-bouwstof voor die f(h) welke B,C en D (figuur 1) beschrijven

Categorie 2 bouwstof					
Me	a	$E_{L/S=10}$ zodanig dat $E_{L/S=10}(I_{b,N h \rightarrow \infty}) = \text{toets BSB}$	=factor*a	$E_{L/S=10}$ zodanig dat $E_{L/S=10}(I_{b,N h=0,2}) = \text{toets BSB}$	=factor*a
	mg/kg				
Sb	0,02	0,41	20,50a	0,46	22,9a
As	0,7	6,96	9,94a	7,15	10,2a
Ba	0,9	55,28	61,4a	63,6	70,6a
Cd	0,021	0,061	2,90a	0,08	3,6a
Cr	0,09	11,68	129,78a	13,8	153,6a
Co	0,18	2,34	13,00a	2,8	15,5a
Cu	0,25	3,27	13,08a	4,2	16,6a
Hg	0,016	0,075	4,69a	0,08	4,9a
Pb	0,8	8,14	10,18a	10,2	12,8a
Mo	0,15	0,841	5,61a	1,1	7,4a
Ni	0,63	3,48	5,52a	4,4	6,9a
Se	0,03	0,094	3,13a	0,12	4,0a
Sn	0,03	2,27	75,67a	2,7	90,2a
V	0,4	31,9	79,75a	33,4	83,6a
Zn	2	13,74	6,87a	17,2	8,6a
Br	2,6	3,99	1,53a	4,5	1,7a
Cl	51	8793,6[1]	172,42a	8842[1]	173,4a
F vrij	1,5	95,8	63,87a	117	78,2a
SO ₄	118	22007[2]	186,5	22077[2]	187a
CN-c (t-v)	0	0,35		0,48	
CN-v	0	0,07		0,10	

[1] berekend met toets BSB= 30.000 mg/m². 1 j

[2] berekend met toets BSB= 45.000 mg/m². 1j

De waarden uit de tabellen zijn ingezet in de Excel toetsbladen voor uitloging.

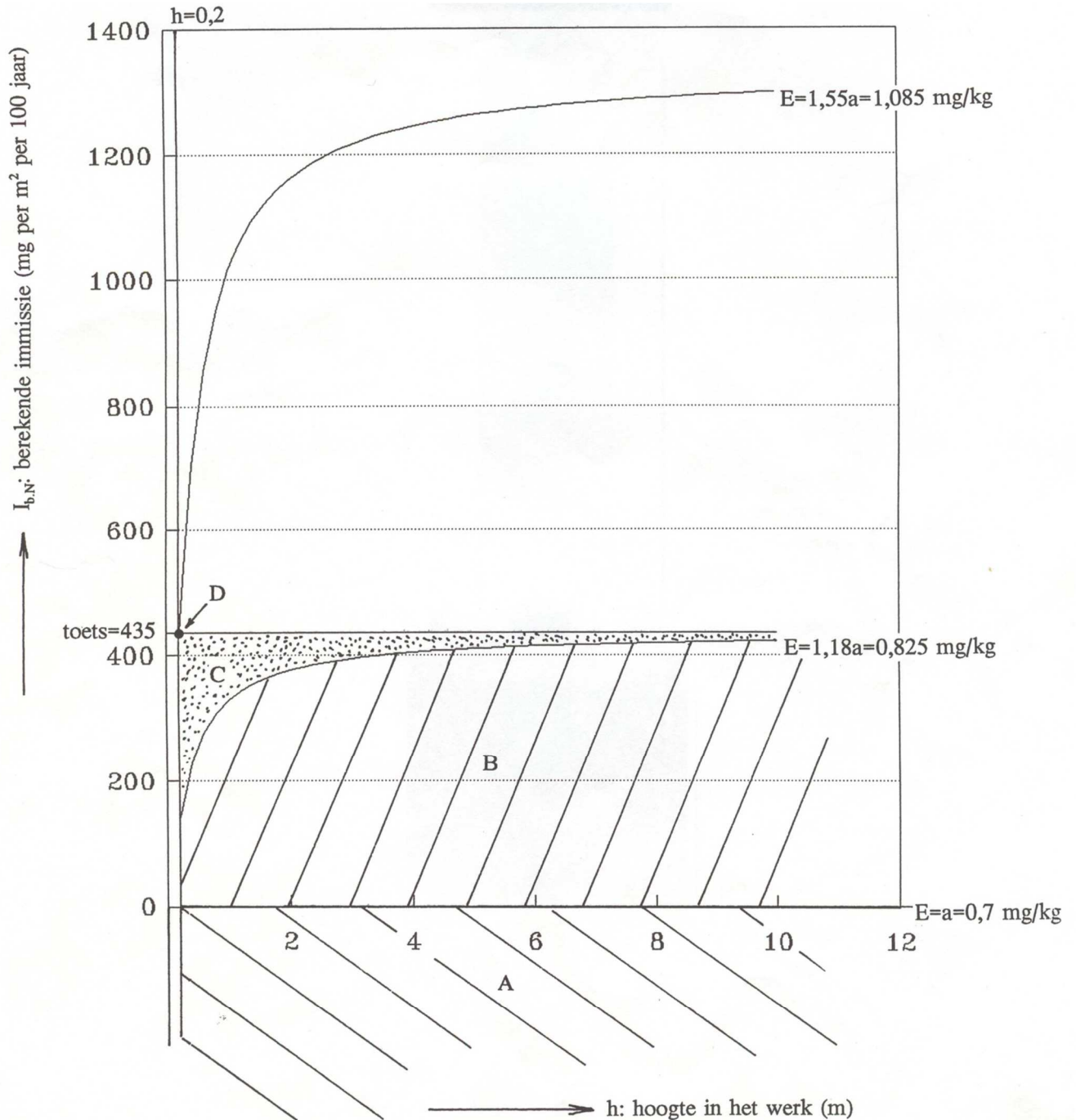


figuur 1

Arseen: categorie 1 bouwstof ($N_i=300$ mm/j)

Cumulatieve uitloging $E_{L/S=10}$

Berekende Immissie versus inbouwdikte h



A: negatief resultaat voor $I_{b,N}$ -> onbeperkt toepasbaar

B: onbeperkt toepasbaar

C: toepasbaar tot dikte h voor $I_{b,N} \leq$ toets

D: 1 enkele toepassing $I_{b,N}=\text{toets}$ bij $h=0,2$ m