

De uitvoering van de PCB-regelgeving voor transformatoren

Handhavingsrapport over de sanering van PCB's bevattende
transformatoren bij het netbeheer voor de distributie van elektriciteit.



Meer informatie

Dit is een publicatie van het Ministerie van VROM

VROM-Inspectie

Regio Noord-West

Bezoekadres : Kennemerplein 6 - 8 Haarlem

Postadres : Postbus 1006, 2001 BA Haarlem

Artikelcode : 4225

www.vrom.nl

Publicatiedatum: februari 2005

Dit rapport bevat een zeer beknopte en vrije weergave van de wettelijke bepalingen.
Bij een geschil kunt u zich niet op deze publicatie beroepen.
Raadpleeg in zo'n geval altijd de wetten en regelingen zelf.



1 Samenvatting

Aanleiding

Vanaf de jaren tachtig is het beleid en de regelgeving in Nederland er op gericht dat geen met polychloorbifenylen (PCB's) vervuilde apparatuur in Nederland meer aanwezig is.

Het merendeel van de in Nederland aanwezige PCB's verwachtte men aan te treffen in de in Nederland opgestelde transformatoren. Het merendeel van de transformatoren in Nederland wordt gebruikt door de beheerders van de Nederlandse infrastructuur voor het transport van elektriciteit, de netbeheerders.

De branchevereniging voor de netbeheerders is EnergieNed in Arnhem.

De regelgeving met betrekking tot PCB's in ondermeer transformatoren is over twee besluiten verdeeld:

- De Regeling verwijdering PCB's van 19 augustus 1998, die is gebaseerd op de Wet milieubeheer. Op grond van dit besluit hadden de mogelijk PCB-bevattende transformatoren al gereinigd/verwijderd moeten zijn op 1 januari 2000.
- Het PCB-, PCT- en chlooretheenbesluit van 18 april 1991 dat is gebaseerd op de Wet milieugevaarlijke stoffen. Op grond van dit Besluit mocht men tot 1 januari 2003 PCB-bevattende transformatoren met een bouwjaar van 1985 of eerder toepassen of voorhanden hebben.

In overleg tussen EnergieNed en VROM(-Inspectie) was een einddatum voor de sanering van de PCB-bevattende transformatoren overeengekomen van 1 januari 2004. In 2001 is door de VROM-Inspectie besloten over te gaan tot gefaseerde handhaving van de regelgeving. Hierbij werd met EnergieNed afgesproken dat er bij de merken met grote aantallen een representatieve steekproef genomen zou worden om aan te tonen dat deze in voldoende mate PCB-vrij waren. In de jaren 2002 en 2003 is door de netbeheerders veel inzet en tijd gestoken in deze aanpak om het gewenste eindresultaat (PCB-vrije transformatoren) eind 2003 te behalen.

Stand van zaken begin 2002 bij de sanering van (mogelijk) PCB's bevattende transformatoren bij de netbeheerders

Begin 2002 was 45% van de circa 76.000 transformatoren met een bouwjaar van voor 1986 gecontroleerd op de aanwezigheid van PCB's. Van de gecontroleerde transformatoren bleek 11% verontreinigd te zijn met PCB's. Bij de circa 39.000 transformatoren met een bouwjaar van na 1985 bleek dat 1% van de gecontroleerde transformatoren verontreinigd was met PCB's. De met PCB's verontreinigde transformatoren zijn uit bedrijf genomen of gesaneerd.

Begin 2002 was duidelijk dat voor de volledige sanering van de bij de netbeheerders aanwezige transformatoren nog erg veel inspanningen verricht moesten worden voor 1 januari 2004.



Afspraken over verdere saneringen van het totaal aan transformatoren bij de netbeheerders

Met de brancheorganisatie EnergieNed werd afgesproken dat er door de VROM-Inspectie een lijst van alle in 2002 aanwezige soorten en merken transformatoren en informatie daarover bij de netbeheerders zou worden opgesteld. De transformatoren uit die lijst zijn ingedeeld naar bouwjaar (voor 1986 en na 1985) en merk.

Bij de merken transformatoren van voor 1986 die in kleine aantallen aanwezig zijn in Nederland werd afgesproken dat deze allen gecontroleerd zouden worden op de aanwezigheid van PCB's en eventueel gesaneerd zouden worden. Voor een vijftal merken met grote aantallen transformatoren in Nederland werd afgesproken dat daarbij een steekproef per merk gedaan zou worden. Doel van deze steekproef was om aan te tonen dat met een zekerheid van 95% of meer kan worden vastgesteld dat een voldoende groot percentage (90%) van de transformatoren van het betreffende merk PCB-vrij is. Op bij de steekproef verrichte metingen is door het RIVM een kwaliteitscontrole verricht door bij 10 % van de onderzochte transformatoren een tweede monster te nemen en deze te analyseren. Verder is ten aanzien van de merken transformatoren waarbij de steekproef is genomen, afgesproken dat alle transformatoren aan het einde van de levensduur worden bemonsterd en geanalyseerd, voorzover dit al niet eerder is gebeurd.

Resultaten

De groep transformatoren van voor 1986

Van vijf merken transformatoren, Holec, Lahmeyer, Smit, Olthof en IEO, met in totaal 56.000 stuks in Nederland, is een steekproef genomen. Het totale aantal genomen monsters in de steekproeven was circa 200 stuks transformatoren. De steekproeven zijn uitgevoerd conform de in opdracht van VROM door het RIVM uitgewerkte steekproefmethode (d.d. 23 april, briefrapport RIVM/IEM 298/02, zie bijlage 1).

Deze merken zijn als groep in voldoende mate PCB-vrij gebleken om te kunnen volstaan met een analyse aan het einde van hun levensduur om daarmee te garanderen dat de inhoud van het (naar verwachting) geringe aantal (licht) verontreinigde transformatoren op juiste wijze zal worden afgevoerd.

Eind 2003 waren de transformatoren van voor 1986 (circa 20.000 stuks) van de fabrikanten ABB, AEG, Alstom, BRE, BTH, CEM, CGE, Charleroi, Dornit, Elin, English Electric, Foster, France Trafo, H.Kull, May Christe, Olten, Philips, SBG, SEM, SGB, Sominit, Stibbe, Stokvis Union, Stolz, Usines de Petit, Volta en diverse onbekende fabrikanten met kleine aantallen allen bemonsterd en bij gebleken contaminatie met PCB's grotendeels gesaneerd. Eind 2003 resteerde een twintigtal transformatoren die weliswaar licht verontreinigd waren, maar nog niet gesaneerd waren, daar deze transformatoren in de loop van de eerste helft van 2004 zouden worden verwijderd of vervangen.

De groep transformatoren van 1986 en later

Een steekproef uit het totaal aan transformatoren van na 1985 laat zien dat voor deze categorie het percentage vervuilde transformatoren ruim onder de streefwaarde van 10% ligt. Onder gelijklopende voorwaarden als bij de groep transformatoren van voor 1986 zijn de transformatoren van na 1985 in voldoende mate PCB-vrij om te kunnen stellen dat verdere analyse van deze groep niet nodig is.



Meer informatie	2
1 Samenvatting	3
2 Inleiding	6
3 Stand van zaken	7
3.1 Stand van zaken eind 2001, begin 2002 bij de sanering van mogelijk PCB-bevattende transformatoren	7
3.1.1 Indeling in categorieën van de transformatoren	7
3.1.2 De afspraak tot het nemen van een steekproef	8
3.1.3 Betrokken netbeheerders	8
3.2 Het verzamelen van de informatie	11
3.2.1 Het verzamelen van de informatie m.b.t. de PCB-status van de bij de netbeheerder aanwezige transformatoren	11
4 Afspraken VROM-Inspectie en EnergieNed	17
4.1 Afspraken naar aanleiding van de verzamelde gegevens	17
5 Resultaten en steekproeven	19
5.1 Transformatoren buiten de steekproef	19
5.1.1 De steekproeven binnen de groep transformatoren van voor 1986	19
5.1.2 Samenvattende conclusie voor de merken binnen de steekproef	20
5.1.3 De steekproef in de groep van 1986 en later	20
5.1.4 Kwaliteitscontrole bij de steekproeven	21
6 Conclusies	23
6.1 Conclusies voor de transformatoren met een bouwjaar van 1985 of eerder	23
6.2 Conclusies voor de transformatoren met een bouwjaar van 1986 of later	23
6.3 Conclusie contra-expertise kwaliteit analyses	24



2 Inleiding

Sinds de jaren tachtig is het beleid en de regelgeving in Nederland ten aanzien van Polychloorbifenylen (PCB's) er op gericht de situatie te bereiken dat er geen met PCB's vervuilde apparatuur in Nederland meer aanwezig is.

Het in dit rapport beschreven handhavingsproject richtte zich vooral op het aantonen en saneren van mogelijk PCB-bevattende transformatoren.

De regelgeving met betrekking tot PCB's in onder meer transformatoren is over twee besluiten verdeeld:

- Het PCB-, PCT- en chlooretheenbesluit WMS van 18 april 1991 (zie bijlage 2), dat is gebaseerd op de Wet milieugevaarlijke stoffen. Dit besluit geeft aan dat het verboden is polychloorbifenylen en polychloorterfenylen te vervaardigen of, al dan niet verwerkt in een preparaat of produkt, in Nederland in te voeren, toe te passen, voorhanden te hebben of aan een ander ter beschikking te stellen.
Op grond van dit Besluit mag men tot 1 januari 2003 PCB-bevattende transformatoren met een bouwjaar van 1985 of eerder toepassen of voorhanden hebben.
- De Regeling verwijdering PCB's van 19 augustus 1998 (zie bijlage 3), is gebaseerd op de Wet milieubeheer. Op grond van dit besluit hadden de mogelijk PCB-bevattende transformatoren al gereinigd/verwijderd moeten zijn op 1 januari 2000.

Een groot gedeelte van de PCB's in Nederland verwachtte men aan te treffen in transformatoren. Een groot gedeelte van de transformatoren in Nederland wordt gebruikt door de beheerders van de Nederlandse infrastructuur voor het transport van elektriciteit, de netbeheerders.

De branchevereniging voor de netbeheerders is EnergieNed in Arnhem.

In 2001 was de sanering van transformatoren bij de netbeheerders nog onvoldoende gevorderd. In overleg met de brancheorganisatie voor netbeheerders EnergieNed is door VROM besloten over te gaan tot gefaseerde handhaving van de regelgeving opdat mogelijk verontreinigde transformatoren voor 1 januari 2004 door de netbeheerders zouden zijn gesaneerd. In de jaren 2002 en 2003 is door de netbeheerders veel inzet en tijd gestoken om het gewenste eindresultaat eind 2003 te behalen.



3 Stand van zaken 2001/2002

3.1 Stand van zaken eind 2001, begin 2002 bij de sanering van mogelijk PCB-bevattende transformatoren

3.1.1 Indeling in categorieën van de transformatoren

Bij de besprekingen tussen VROM en EnergieNed zijn de transformatoren die aanwezig zijn bij de netbeheerders onderverdeeld in een drietal categorieën met bijbehorende afspraken:

- De groep van transformatoren met bouwjaar 1986 of later. Na 1985 is er bij de bouw van transformatoren geen PCB's bevattende olie meer gebruikt. De transformatoren die na die tijd gebouwd zijn worden geacht PCB-vrij te zijn. Deze groep transformatoren kan tot het einde van de levensduur in gebruik blijven en deze blijven zodoende ook buiten de handhaving van de regelgeving met betrekking tot PCB's. Voor deze groep is eind 2001 afgesproken dat de transformatoren aan het einde van de levensduur zouden worden bemonsterd en geanalyseerd op de aanwezigheid van PCB's.
- De groep van de verdachte transformatoren. Dit zijn de transformatoren van bouwjaar 1985 of eerder en van een merk welke bij (inmiddels al uitgevoerde) analyses in 10% van de gevallen of meer een PCB-verontreiniging bleken te bevatten van meer dan 0,5 mg/kg per congeneer. Voor deze groep transformatoren is afgesproken dat zij als PCB-houdend worden beschouwd tenzij aangetoond wordt dat het gehalte per congeneer van de PCB-verontreiniging niet boven de 0,5 mg/kg komt.
Deze groep van verdachte transformatoren diende bemonsterd te worden en afhankelijk van de hoogte van de PCB-verontreiniging dienden de transformatoren gereinigd of verwijderd te worden. Voor de licht verontreinigde transformatoren (<5 mg/kg PCB per congeneer) was afgesproken deze te verwijderen vóór 01-01-2004.
- De niet nader benoemde groep transformatoren. Dit is een groep transformatoren met bouwjaar 1985 of eerder en waarvan op grond van eerdere analyses niet met voldoende zekerheid gesteld kan worden dat deze PCB-vrij zijn. Ook deze groep diende nader onderzocht te worden.



3.1.2 De afspraak tot het nemen van een steekproef

Voor de bij de netbeheerders aanwezige transformatoren werd met de brancheorganisatie EnergieNed afgesproken dat er een lijst van alle aanwezige soorten en merken transformatoren bij de netbeheerders zou worden opgesteld.

Op basis van deze lijst zou worden nagegaan of met behulp van een steekproef nagegaan kan worden hoeveel transformatoren van de diverse merken geanalyseerd moeten worden om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen over de eventuele aanwezigheid van PCB's in deze groep transformatoren van hetzelfde merk.

Hierbij werd als uitgangspunt genomen dat een merk als verdacht wordt aangemerkt als in 10% van de gevallen de transformatoren een PCB-verontreiniging van boven de 0,5 mg/kg per congeneer bevatten. De wijze waarop de uiteindelijk te nemen steekproeven zouden worden uitgevoerd en de grootte daarvan zou in gezamenlijk overleg tussen de VROM-Inspectie en Energiened worden bepaald.

Daarbij is ook afgesproken dat, indien tijdens het onderzoek werd vastgesteld dat de transformatoren verontreinigd bleken te zijn (> 0,5 mg/kg PCB per congeneer), deze transformatoren alsnog gesaneerd zouden worden, ook indien deze niet tot een risicogroep behoren.

Voor die merken die n.a.v. dit onderzoek als "niet verdacht" worden aangemerkt zal van verdere bemonstering op dit moment worden afgezien. Aan het einde van de levensduur van deze transformatoren zullen deze wel bemonsterd en geanalyseerd worden

3.1.3 Betrokken netbeheerders

Gedurende dit handhavingsproject zijn de in tabel 1 opgenomen netbeheerders voor informatie benaderd, hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat gedurende de afgelopen jaren vele netten (en dus netbeheerders) samengevoegd en/of overgenomen zijn.



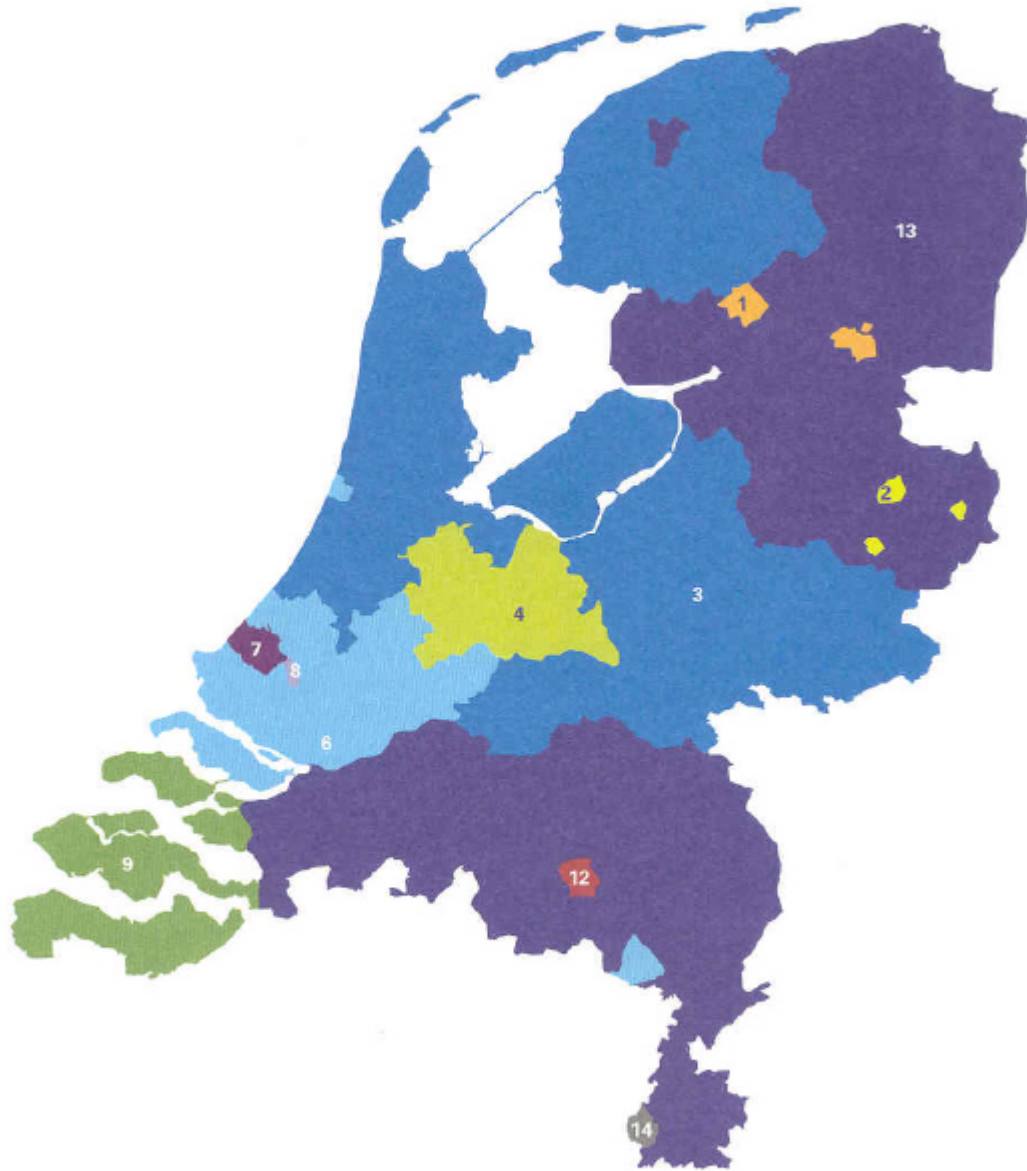
Tabel 1: betrokken netbeheerders

9	DELTA Netwerkbedrijf B.V.
4	ENBU electriciteitsbeheer Utrecht BV
6	ENECO NetBeheer BV
6	ENECO Edelnets Delfland BV
6	ENECO Netbeheer Midden Holland BV
6	ENECO Netbeheer Weert BV
6	BV Netbeheer Zuid Kennemerland
6	ENECO Netbeheer Amstelland BV
6	ENECO Netbeheer Midden-Kennemerland BV
6	ENECO Netbeheer Zuid-Kennemerland BV
6	ENECO Netbeheer Noord-Oost Friesland BV
6	ENECO Netbeheer Zeist en omstreken BV
13	Essent Netwerk Brabant B.V.
13	Essent Netwerk Friesland NW-ZO BV
13	Essent Noord N.V.
13	Essent Limburg BV
12	Enet Eindhoven BV
14	Inframosane NV
2	Netbeheerder centraal Overijssel BV
3	nv Continuon Netbeheer
	NV ENECO Energie Noord-Holland
	NV Nutsbedrijven Maastricht
1	REDO Netbeheer BV
8	ONS Netbeheer B.V.
	Tennet
	Transportnet Zuid-Holland BV
7	Westland Energie infrastructuur BV

De in de tabel opgenomen nummers verwijzen naar de nummers op de kaart op de volgende bladzijde.



ELEKTRICITEITSNETWERKEN
(MIDJ 2001)



EnergieNed - Netbeheer in Nederland 2001

15

Kaart Netbeheerders (de cijfers in de kaart verwijzen naar tabel 1).



3.2 Het verzamelen van de informatie

3.2.1 Het verzamelen van de informatie m.b.t. de PCB-status van de bij de netbeheerder aanwezige transformatoren

De gegevens met betrekking tot de PCB-status van de transformatoren bij de diverse netbeheerders zijn door de VROM-Inspectie verzameld, samengevoegd en gesorteerd op merknaam en de mate van verontreiniging die in de transformatoren, indien deze geanalyseerd waren, aanwezig was.

Het verzamelen van gegevens werd eind 2002 afgesloten.

Uit deze verzameling informatie zijn de hierna volgende overzichten samengesteld van de transformatoren met een bouwjaar tot en met 1985 en van de transformatoren met een bouwjaar van af 1986.

In deze overzichten zijn de transformatoren van de diverse merken opgenomen die aangetroffen zijn.

Het overzicht is opgebouwd uit:

- de merknaam,
- het totale aantal daarvan aanwezig bij de netbeheerders,
- of deze op grond van een analyse PCB bevatten,
- of deze op grond van een analyse geen PCB bevatten,
- het aantal dat van het desbetreffende merk dat niet gemeten is,
- het percentage verontreinigde transformatoren op grond van de metingen.

De overzichten zijn gebaseerd op de informatie verkregen in 2002.



Tabel 1: Overzicht transformatoren met een bouwjaar vóór 1986 (Alle Aanbieders)

Merk	Totaal	PCB-bevattend	PCB Vrij	Niet gemeten	Percentage verontreinigd
ABB	32	14	5	13	74%
ACEC	4101	837	2309	955	27%
AEG	82	18	45	19	29%
alstol-unelec	18	13	4	1	76%
alstohm	3	1	0	2	100%
Ansaldo	187	38	127	22	23%
asea lepper	8	0	8	0	0%
asec	152	41	96	15	30%
ASGEN	58	10	27	21	27%
AXA	22	0	17	5	0%
BBC	66	33	27	6	55%
BERGman	1	0	0	1	-
BTH	7	0	0	7	-
CEM	21	18	3	0	86%
CGE	36	14	11	11	56%
COQ	*2456	*13	*1240	*1203	schakelkast
comp gen	1	0	1	0	0%
Dominit	96	27	37	32	42%
eigen traf	1	1	0	0	100%
ELIN	7	0	6	1	0%
Elmova	7	4	3	0	57%
Ercole marelli	1	0	1	0	0%
Foster	20	0	0	20	-
Fr transforma	3	0	1	2	0%
Frewijn	1	0	0	1	-
Garbe Lahmeyer	47	3	36	8	8%
Gerin	2	2	0	0	100%
Hazemeijer	*14	*0	*12	*2	schakelkast
Holec	2036	26	1414	596	2%
IEO	16146	133	7072	8941	2%
ieo pauwels	8	3	4	1	43%
JSW	1	0	1	0	0%
h.kull	4	0	0	4	-
lahmeyer	752	2	107	643	2%
LAP	38	1	34	3	3%
le transformateur	533	223	146	164	60%
lepper	2041	154	1680	207	8%
lepperdominit	848	21	539	288	4%
Lu	1	0	0	1	-
Marelli	36	32	4	0	89%



Merk	Totaal	PCB- bevattend	PCB Vrij	Niet gemeten	Percentage verontreinigd
may christ	3	0	0	3	-
MSIT	1	0	0	1	-
nostitz	1	0	0	1	-
Olten	2	0	0	2	-
Olthof	219	13	117	89	10%
Onbekend merk	994	42	409	543	9%
Pauwels	7967	1710	5164	1093	25%
Pouwels	12	1	5	6	17%
Philips	1	0	1	0	0%
Presco	1	0	1	0	0%
SGB	3	0	2	1	0%
Savoisienne	191	90	80	21	53%
SBG	34	0	3	31	0%
Schorch	155	58	77	20	43%
Siemens	737	150	374	213	29%
Smit	36573	411	14106	22056	3%
Smitpauwels	5	3	1	1	75%
Sominit	1	1	0	0	100%
SSW	37	10	25	2	29%
Stokvis	2	0	0	2	-
Trafo union	21	9	9	3	50%
Transformateur	588	2	9	577	18%
TUR	1	0	0	1	-
Unelec	305	171	97	37	64%
Unilec	13	9	4	0	69%
Union	15	0	12	3	0%
Volta	274	71	111	92	39%
VTD	11	0	9	2	0%
Reaf	1	0	0	1	-
Niet in te delen	89	5	39	45	11%



Samenvatting tabel 1

Merk	Totaal	PCB-bevattend	PCB Vrij	Niet gemeten		Percentage verontreinigd
Totaal	75681	4425	34420	36836		11%
5 Merken in steekproef	55726	585	22816	32325		2%
Holec, Lahmeyer, Smit, Olthof en IEO.						
Merken buiten steekproef	19955	3840	11604	4511		25%

Toelichting op de tabel:

- Onder verontreiniging wordt in het algemeen verstaan een verontreiniging met een gehalte aan PCB's tussen de 0,5 en 5 mg/kg per congeener.
- Het percentage verontreinigde transformatoren is berekend uit de gemeten transformatoren $((\text{aantal PCB-bevattend})/(\text{aantal gemeten transformatoren}) * 100\%)$.
- Aantallen die voorzien zijn van een * zijn schakelaars en geen transformatoren.

Gevolgtrekkingen op grond van het overzicht zijn:

- Het merendeel van de merken bij de bouwjaren voor 1986 kent een behoorlijk mate van verontreiniging met PCB.
- In het overzicht van de transformatoren van voor 1986 valt op dat er een groot aantal merken transformatoren met relatieve kleine aantallen van de bij de netbeheerders aanwezige transformatoren voor meer dan 10% verontreinigd blijken te zijn.
- Het aantal merken met grote aantallen dat onder de 10% verontreiniging blijft is gering namelijk vijf.
- De tabel kan ook gebruikt worden om een inschatting van de kans op verontreiniging te geven voor de genoemde merken.



Tabel 2: Overzicht transformatoren met een bouwjaar na 1985 (Alle transformatoren)

Merk	Totaal	Met PCB	PCB Vrij	Niet gemeten		% verontreinigd
ABB	83	0	1	82		0%
ACEC	101	5	29	67		15%
AEG	133	0	80	53		0%
Ansaldo	2	1	0	1		100%
Celduc	5	0	0	5		-
COQ	*6	*0	*3	*3	schakelkast	
Dominit	2	0	2	0		0%
Fr transforma	694	0	56	638		0%
GEC Alsthohm	5	0	0	5		-
Gerin	22	0	0	22		-
Hagen	2	0	2	0		0%
Hazemeijer	*2	*0	*1	*1	schakelkast	
Holec	910	7	438	465		2%
IEO	14122	22	5003	9097		0%
la France	8	0	8	0		0%
Lahmeyer	10	0	1	9		0%
le transformateur	5	1	2	2		33%
Lepper	18	0	13	5		0%
Lepperdominit	6	0	1	5		0%
may christ	1	0	0	1		-
Olthof	1	0	0	1		-
Onbekend merk	190	2	98	90		2%
Pauwels	7492	14	922	6556		1%
SGB	318	0	26	292		0%
Savoisienne	1	0	0	1		-
SBG	2094	0	19	2075		0%
SBSG	50	0	0	50		-
Schneider	2	0	2	0		0%
Schorch	5	0	2	3		0%
Sea	76	0	1	75		0%
Siemens	5	1	3	1		25%
Smit	12213	12	2789	9414		0%
SSW	2	0	0	2		-
Trafo union	1	0	1	0		0%
Transformateur	3	0	0	3		-
TUR	2	0	0	2		-
Union	38	0	15	23		0%
Volta	3	1	1	1		50%
Reaf	6	0	0	6		-
Niet in te delen	21	1	5	15		17%
Totaal	38652	67	9520	29067		1%



Opmerkingen bij het overzicht:

- De transformatoren na 1986 zijn voor 99% PCB-vrij.
- Het gegeven dat bij transformatoren van na 1985 nog enige PCB-verontreiniging voorkomt in de tabel kan op een aantal manieren worden uitgelegd:
 - o Veel van de verontreinigde transformatoren zijn geleverd in 1986, mogelijk nog vanuit een oude voorraad.
 - o Fouten in de invoer.
 - o In de periode na 1985 kan de inhoud van de transformatoren met PCB-houdende olie zijn aangevuld.
-



4 Afspraken VROM-Inspectie en EnergieNed

4.1 Afspraken naar aanleiding van de verzamelde gegevens

De informatie in bovenstaande overzichten is tijdens een tweetal overleggen (1 november 2002 en 21 februari 2003) tussen de VROM-Inspectie en EnergieNed besproken.

Hierbij zijn de volgende afspraken gemaakt over:

De steekproeven binnen de groep transformatoren van voor 1986

Van de volgende vijf fabrikaten is een steekproef genomen: Holec, Lahmeyer, Smit, Olthof en IEO.

De steekproeven zijn uit alle wel of niet reeds geanalyseerde transformatoren per merk genomen.

De steekproeven zijn genomen om aan te tonen dat met een zekerheid van 95% of meer kan worden vastgesteld dat een voldoende groot percentage (> 90%) van de transformatoren van het betreffende merk PCB-vrij is.

Het totale aantal transformatoren in de steekproef was circa 200 stuks.

De steekproef is (met aanpassingen) uitgevoerd conform de in opdracht van VROM door het RIVM uitgewerkte steekproefmethode (d.d. 23 april, briefrapport RIVM/IEM 298/02, zie bijlage 1).

Verder is ten aanzien van de transformatoren die in de steekproeven bij de vijf merken vallen afgesproken dat deze aan het einde van de levensduur worden bemonsterd, voor zover dit al niet eerder is gebeurd.

De steekproef in de groep van 1986 en later

Uit alle merken transformatoren in de groep van 1986 en later is één steekproef genomen.

Het totale aantal in de steekproef was circa 30 stuks transformatoren

Deze steekproef is genomen om te bevestigen dat deze groep transformatoren PCB-vrij zijn en om na te gaan of de door de fabrikanten verstrekte PCB-vrijverklaringen betrouwbaar zijn.

Kwaliteitscontrole bij de steekproeven

Bij de transformatoren die in de steekproef vallen achtte de Vrom-Inspectie het om reden van kwaliteitsbewaking noodzakelijk om bij circa 10% van de te bemonsteren trafo's een tweede monster ten behoeve van een door het RIVM te verrichten analyse te nemen.

Buiten de steekproef

Afgesproken is dat alle transformatoren van voor 1986 van de fabrikaten ABB, AEG, Alsthom, BRE, BTH, CEM, CGE, Charleroi, Dominit, Elin, English Electric, Foster, France Trafo, H.Kull, May Christe, Olten, Philips, SBG, SEM, SGB, Sominit, Stibbe, Stokvis Union, Stolz, Usines de Petit, Volta en diverse



onbekende fabrikaten gedurende 2003 worden bemonsterd en bij gebleken contaminatie met PCB's gesaneerd zouden worden.

De argumentatie hiervoor was dat de populaties van deze fabrikaten voor een steekproef veelal te klein zijn (bij de toegepaste steekproefmethode geldt dat bij kleine geschatte populaties tot 20 stuks per fabriek de gehele populatie bemonsterd moet worden). En daarnaast omdat een aantal van deze merken bij de reeds verrichte monsternames als vaak verontreinigd met PCB al bekend geworden was.

Al bij de verzameling van de informatie door de VROM-Inspectie over de PCB-status van de transformatoren bij de netbeheerders was aan de netbeheerders gevraagd een plan van aanpak voor de sanering van (mogelijk) PCB-verontreinigde transformatoren op te stellen.

Deels op grond van bovenstaande afspraken zijn de door de netbeheerders reeds opgestelde plannen van aanpak aangepast om de bij hen aanwezige (mogelijk) met PCB besmette transformatoren te bemonsteren, te analyseren en eventueel te saneren.

Tijdens de looptijd van dit handhavingsproject is door de VROM-Inspectie regelmatig de vordering bij de uitvoer van de plannen van aanpak gecontroleerd bij de netbeheerders.

De bij de steekproeven uit transformatoren genomen monsters zijn deels in aanwezigheid van een medewerker van de VROM-Inspectie genomen, deels is de monstername uitgevoerd in opdracht van de VROM-Inspectie door het RIVM



5 Resultaten en steekproeven

Resultaten van sanering transformatoren bij de Netbeheerders, de steekproeven, bemonstering van de transformatoren (van voor 1986) die niet in de steekproef vielen, de steekproef bij de transformatoren van na 1985.

5.1 Transformatoren buiten de steekproef

Eind 2003 waren alle transformatoren van voor 1986 (circa 20.000 stuks) van de fabrikaten ABB, AEG, Alsthom, BRE, BTH, CEM, CGE, Charleroi, Dominit, Elin, English Electric, Foster, France Trafo, H.Kull, May Christe, Olten, Philips, SBG, SEM, SGB, Sominit, Stibbe, Stokvis Union, Stolz, Usines de Petit, Volta en diverse onbekende fabrikaten met kleine aantallen bemonsterd en bij gebleken contaminatie met PCB's grotendeels gesaneerd. Eind 2003 resteerde een twintigtal transformatoren die weliswaar licht verontreinigd waren, maar nog niet gesaneerd waren daar deze transformatoren in de loop van de eerste helft van 2004 zouden worden verwijderd of vervangen. De VROM-Inspectie is hiermee op grond van een milieuhygiënische afweging accoord gegaan, maar heeft een zekere afvoer met behulp van een aanzegging tot een mogelijke dwangsomprocedure bedongen met daarbij een termijn waarbinnen de transformator diende te worden afgevoerd.

5.1.1 De steekproeven binnen de groep transformatoren van voor 1986

Van de volgende vijf fabrikaten is een steekproef genomen: Holec, Lahmeyer, Smit, Olthof en IEO.

Doel van de steekproef was met een zekerheid van 95 % of meer vast te stellen dat een voldoende groot percentage (90%) van de transformatoren van het betreffende merk PCB-vrij is. Rekening houdend met de spreiding in uitkomst bij de analysemethoden is uitgegaan van 0,7 mg/kg congenere PCB.

Het totale aantal in de steekproef was circa 200 stuks transformatoren (zie tabel 3).

Tabel 3: uitkomsten steekproef transformatoren van voor 1986

Merk	Gemeten	=0.7 mg/kg PCB	>0.7 mg/kg PCB	Percentage	Kans indien p=10%
Lahmeyer	32	32	0	0%	3%
Smit	31	30	1	3%	13%
Olthof	46	46	1	2%	3%
Holec	31	31	0	0%	4%
IEO	47	46	1	2%	4%



In tabel 3 zijn de resultaten van de steekproef samengevat. Na de aantallen onderzochte, schone en gebleken vervuilde transformatoren (resp. tweede, derde en vierde kolom) zijn extra kolommen toegevoegd die het percentage vervuilde transformatoren uitdrukken en de kans dat, bij een aangenomen percentage van 10%, dit aantal vervuilde transformatoren of minder, zou worden aangetroffen in de hele partij. Het resultaat laat zien dat voor alle vijf de categorieën het percentage vervuilde transformatoren ruim onder de streefwaarde van 10% ligt. Tevens is het voor vier van de vijf merken gelukt om aan te tonen dat het percentage voor de gehele partij voor 95% zeker kleiner is dan 10% (de oorspronkelijke doelstelling waarop de steekproefgrootte was gebaseerd). Echter, voor de transformatoren van het merk Smit die zijn geplaatst voor 1 januari 1986 is deze doelstelling niet gehaald. De oorzaak hiervan is de combinatie van een kleine steekproef en één aangetroffen licht verontreinigde transformator. Voor het merk Smit is wel aangetoond dat voor 95% zeker het percentage vervuilde transformatoren kleiner is dan 14%. Bij de circa 48.500 transformatoren in Nederland van het merk Smit blijkt 3% van de transformatoren op grond van de reeds bekende analyses (zie tabel "overzicht voor 1986", circa 14.500 metingen) verontreinigd te zijn met PCB's. Bij deze metingen is geen enkele zwaar verontreinigde (> 5 mg/kg hoogste congeneer) aangetroffen. De gemeten verontreinigde transformatoren vallen in de categorie licht verontreinigd (>0,5 en <5 mg/kg hoogste congeneer). Daarbij ligt het merendeel van de metingen aan de onderkant van deze range van 0,5 tot 5 mg/kg hoogste congeneer. De Smit transformatoren voldoen weliswaar niet volledig aan de 95% zekerheidsinterval, maar gelet op de geringe mate van PCB-verontreiniging die bij de metingen tot nu toe zijn aangetroffen kan ook bij de Smit transformatoren worden aangenomen dat de transformatoren van voor 1986 van dit merk in voldoende mate PCB-vrij zijn en dat voor dit merk ook kan worden afgesproken dat deze pas bemonsterd hoeven te worden aan het einde van de levensduur.

5.1.2 Samenvattende conclusie voor de merken binnen de steekproef

De merken Lahmeyer Olthof Holec, IEO en Smit zijn als groep in voldoende mate PCB-vrij om uiteindelijk te kunnen volstaan met een analyse aan het einde van hun levensduur, voor zover dat niet eerder is gebeurd, om daarmee te garanderen dat de inhoud van het geringe aantal (licht) verontreinigde transformatoren op juiste wijze zal worden afgevoerd.

5.1.3 De steekproef in de groep van 1986 en later

Uit alle merken transformatoren in de groep van 1986 en later is één steekproef genomen. Het totale aantal in de steekproef was circa 30 stuks transformatoren. Deze steekproef is genomen om te bevestigen dat deze groep transformatoren PCB-vrij zijn en om na te gaan of de door de fabrikanten verstrekte PCB-vrijverklaringen betrouwbaar zijn.

Tabel 4: uitkomsten steekproef transformatoren van na 1986

Transformatoren	Gemeten	=0.7 mg/kg PCB	>0.7 mg/kg PCB	Percentage	Kans indien p=10%
Na 1986	31	31	0	0%	4%



Het resultaat voor de steekproef uit transformatoren laat zien dat voor deze categorie het percentage vervuilde transformatoren ruim onder de streefwaarde van 10% ligt. Tevens is het voor vier van de vijf merken gelukt om aan te tonen dat het percentage voor de gehele partij voor 95% zeker kleiner is dan 10% (de oorspronkelijke doelstelling waarop de steekproefgrootte was gebaseerd). Onder gelijklopende voorwaarden als bij de groep transformatoren van voor 1986 zijn de transformatoren van na 1985 in voldoende mate PCB-vrij om te kunnen stellen dat verdere analyse van deze groep niet nodig is.

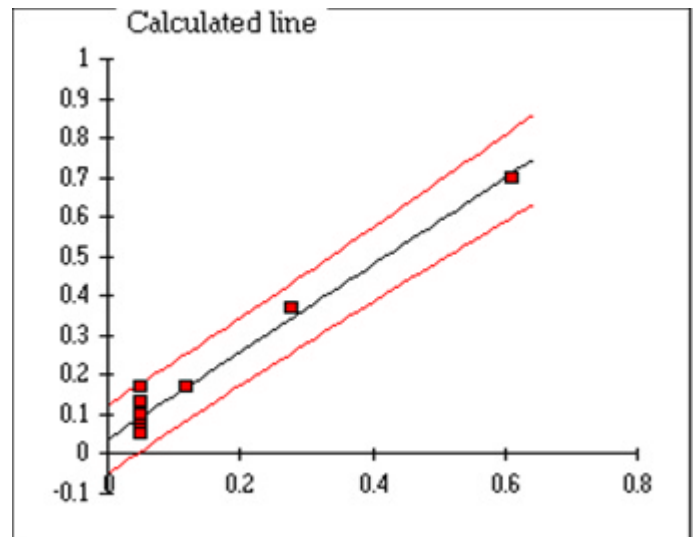
5.1.4 Kwaliteitscontrole bij de steekproeven

Als waarborg op de kwaliteit van de PCB analyses is op de steekproef een tweede selectie toegepast voor een aantal contra expertises, uitgevoerd door het RIVM. Hierbij heeft elke transformator in de steekproef, waarvan nog geen analyseresultaat bekend was, een kans van 12% om voor contra expertise in aanmerking te komen. Op die manier zijn voor 12 transformatoren vergelijkende resultaten binnen gekomen.

Omdat de norm is gesteld voor het hoogste van 7 geanalyseerde PCB componenten is in deze en andere berekeningen telkens alleen de hoogste van de geanalyseerde resultaten gebruikt. In een aantal van de monsters lag het gehalte onder de detectiegrens van de toegepaste analysemethode (0,1 mg/kg). Voor de numerieke vergelijking is in die gevallen de helft van de detectiegrens ingevuld. Het resultaat is te zien figuur 1. De spreiding tussen de meetresultaten is zodanig dat, indien de netbeheerder een resultaat kleiner of gelijk aan 0,5 mg/kg rapporteert, het onwaarschijnlijk is dat bij de contra-expertise een resultaat boven de 0,7 mg/kg zou worden gevonden of vice versa. Dit ondersteunt de vooraf afgesproken effectieve afkeurwaarde van 0,7 mg/kg.

Meetwaarden contra-expertise

<i>Trekking</i>	<i>PCB-bedrijf</i>	<i>PCB-contra</i>
Lahmeyer_01	<0.1	0.05
Lahmeyer_11	0.28	0.37
Lahmeyer_21	<0.1	0.07
Lahmeyer_24	0.12	0.17
Smit_09	<0,1	0.1
Smit_15	<0,1	0.17
Olthof_25	<0.1	0.09
Olthof_29	<0.1	
Olthof_30	0.61	0.7
Olthof_37	<0.1	0.1
IEO_38	<0.10	0.05
IEO_46	<0,1	0.13
Na 1986_08	<0,1	<0.1



Figuur 1. Relatie (zwart) en de 95 % betrouwbaarheidsintervallen (rood) tussen de hoogste gehalte PCB (mg/kg) zoals aangeleverd door de netbeheerders (x-as) en het resultaat van de contra-expertise door RIVM (y-as).



Conclusie contra-expertise

De conclusie uit de contra-expertise is dat de wijze waarop in de praktijk door de netbeheerde bemonsterd en geanalyseerd wordt vergelijkbaar is met de door VROM-Inspectie en RIVM gehanteerde methoden.

Uit het voorgaande mag dus geconcludeerd worden dat PCB's in de transformatoren bij de netbeheerders in Nederland milieuhygiënisch geen probleem meer vormen.



6 Conclusies

In Nederland zijn bij de netbeheerders bij de elektriciteitsvoorziening in totaal circa 115.000 transformatoren in beheer (momentopname 2002/2003). Bij deze transformatoren is nagegaan of deze mogelijk verontreinigd (kunnen) zijn met Polychloorbifenylen (PCB's). Een transformator wordt als verontreinigd beschouwd indien deze meer dan 0,5 mg/kg PCB per congeener in de transformatorolie bevat. De transformatoren zijn daartoe ingedeeld in een aantal groepen. Bij een tweetal van deze groepen is een aantal steekproeven genomen om aan te tonen dat met een zekerheid van 95% of meer kan worden vastgesteld dat een voldoende groot percentage (meer dan 90%) van de transformatoren van het betreffende merk PCB-vrij is.

6.1 Conclusies voor de transformatoren met een bouwjaar van 1985 of eerder

Een groot aantal merken transformatoren met relatieve kleine aantallen in Nederland, die in beheer zijn bij de (elektriciteits)netbeheerders bleek in meer dan 10% verontreinigd te zijn. Deze 20.000 transformatoren die tot deze categorie behoren zijn (op een twintigtal na) alle bemonsterd, geanalyseerd op PCB en indien PCB aanwezig bleek te zijn gesaneerd. Deze saneringsoperatie is eind 2003 afgerond. Op grond van milieuhygiënische overwegingen is de VROM-Inspectie akkoord gegaan met latere verwijdering van de circa twintig (licht verontreinigde) transformatoren van voor 1986 in situaties zoals de verwachte sloop van fabrieken in 2004. Deze transformatoren zijn inmiddels afgevoerd

Van de de volgende vijf fabrikaten is een steekproef genomen: Holec, Lahmeyer, Smit, Olthof en IEO. In totaal gaat het hier om 56.000 transformatoren.

Doel van de steekproef was met een zekerheid van 95% of meer vast te stellen dat een voldoende groot percentage (90%) van de transformatoren van het betreffende merk PCB-vrij is.

Het totale aantal in de steekproef was circa 200 stuks transformatoren.

De merken Lahmeyer Olthof Holec, IEO en Smit zijn als groep in voldoende mate PCB-vrij om te kunnen volstaan met een analyse aan het einde van hun levensduur om daarmee te garanderen dat de inhoud van het (naar verwachting) geringe aantal (licht) verontreinigde transformatoren op juiste wijze zal worden afgevoerd.

6.2 Conclusies voor de transformatoren met een bouwjaar van 1986 of later

De groep transformatoren van na 1986, in beheer bij de netbeheerders, bleek voor 99% PCB-vrij te zijn. De in deze groep aanwezige transformatoren (59.000) met een PCB-verontreiniging zijn veelal geleverd in 1986, mogelijk nog vanuit een oude voorraad.



Een steekproef uit het totaal aan transformatoren van na 1985 laat zien dat voor deze categorie het percentage vervuilde transformatoren ruim onder de streefwaarde van 10% ligt.

De groep transformatoren van na 1985 blijkt in voldoende mate PCB-vrij om te kunnen stellen dat verdere analyse van deze groep (ook aan het einde van de levensduur) niet nodig is.

6.3 Conclusie contra-expertise kwaliteit analyses

De conclusie uit de contra-expertise is dat de wijze waarop in de praktijk door de netbeheerder bemonsterd en geanalyseerd wordt vergelijkbaar is met de door VROM-Inspectie en RIVM gehanteerde methoden.



Bijlage 1

Briefrapport RIVM/IEM 298/02

Datum: 23 april 2002

Auteurs: R. Hoogerbrugge en M.G. Mennen

Statistische bepaling van de steekproefgrootte van transformatoren van EnergieNed in het kader van het project verwijdering PCB's

1. Inleiding

In het kader van het VROM-Inspectie project "verwijdering PCB's moeten monsters worden genomen van olie uit transformatoren die in Nederland worden gebruikt. De oliemonsters moeten worden geanalyseerd op PCBs (7 indicator PCB's) om vast te stellen of ze PCB-vrij zijn volgens de norm in het PCB besluit. Deze norm luidt dat van geen van de 7 indicator PCBs het gehalte groter mag zijn dan 0,5 mg/kg.

De VROM-Inspectie heeft met EnergieNed een afspraak gemaakt, dat op basis van een steekproef zal worden vastgesteld in hoeverre de transformatoren die beheerd worden door de energiebedrijven PCB-vrij zijn, om precies te zijn: Er moet olie uit een zodanig aantal transformatoren worden bemonsterd en geanalyseerd dat met een betrouwbaarheid van 95% kan worden vastgesteld dat niet meer dan 10% van alle transformatoren verontreinigd is met PCB's.

Door EnergieNed worden transformatoren van een aantal verschillende fabrikaten beheerd. Van sommige fabrikaten staan er enkele tientallen transformatoren, van sommige enkele honderden en van een aantal fabrikaten staan er meer dan tienduizend transformatoren. Door EnergieNed is aan de VROM-Inspectie een overzicht verstrekt van de aantallen transformatoren per fabrikaat. De mate van verontreiniging met PCB's kan per fabrikaten verschillen. Daarom moet de eis dat met een betrouwbaarheid van 95% niet meer dan 10% van alle transformatoren verontreinigd is met PCB's in principe bij elk fabrikaat transformatoren afzonderlijk worden onderzocht.

De VROM-Inspectie Noord-West heeft RIVM opdracht gegeven om door middel van een statistische analyse vast te stellen hoeveel transformatoren per fabrikaat bemonsterd en geanalyseerd moeten worden en hoeveel er daarvan maximaal verontreinigd mogen zijn om aan de gestelde eis te voldoen.

In dit briefrapport wordt deze analyse uitgewerkt en worden een aantal onderzoeksvarianten nader bekeken.

2. Vraag

Hoeveel transformatoren uit een bepaalde serie (fabrikaat) moeten worden bemonsterd en geanalyseerd om aan te tonen dat de partij van dit fabrikaat voor 95% zeker uit minimaal 90% PCB-vrije transformatoren bestaat?

Omdat er een grote variatie in de grootte van partijen van verschillende fabrikaten bestaat is gevraagd een aantal varianten uit te werken om zo goed mogelijk deze te vraag te beantwoorden en daarbij het aantal te analyseren oliemonsters zo beperkt mogelijk te houden.

In dit briefrapport zal met behulp van statistische tabellen de relatie tussen de steekproefgrootte, de partijgrootte, het aantal PCB-vrije dan wel verontreinigde transformatoren en de statistische onzekerheid voor enkele varianten worden uitgewerkt.



3. Uitgangspunten

De steekproef is representatief voor de partij, d.w.z. dat de kans dat een transformator bemonsterd wordt onafhankelijk is van mogelijke verschillen binnen de partijen of van veranderingen die later zijn aangebracht. Tevens moet mogelijke selectiviteit in de bemonstering zoveel mogelijk worden voorkomen. Hiervoor zou bijvoorbeeld een generieke lijst kunnen worden opgesteld op basis waarvan vervolgens random wordt geselecteerd.

Het criterium is toegepast op elke partij afzonderlijk. Indien partijen (fabrikaten) zouden kunnen worden gecombineerd, zijn efficiëntere schema's mogelijk. Indien het criterium ook te lezen is dat 90% van alle transformatoren samen, dus onafhankelijk van het fabriekaart, PCB-vrij moet zijn zou kunnen worden volstaan met een veel kleiner aantal te analyseren transformatoren.

De distributie van gemeten gehalten wordt niet gebruikt. Er wordt alleen gescoord op goed of fout, d.w.z. PCB-vrij of verontreinigd.

De resultaten worden in de volgende twee paragrafen gepresenteerd. De statistische analyse in paragraaf 4 is gebaseerd op de veronderstelling dat geen enkele verontreinigde transformator wordt aangetroffen. In paragraaf 5 wordt gekeken naar de benodigde aantallen in het geval er een klein aantal verontreinigde transformatoren te verwachten is.

Notatie gebruikte symbolen

- n: de grootte van de partij
- m: aantal verontreinigde transformatoren in de partij
- p: fractie PCB-vrije transformatoren in de partij $= (n-m)/n$
- q: fractie verontreinigde transformatoren in de partij $= m/n$
- k: de grootte van de steekproef
- i: aantal verontreinigde transformatoren in de steekproef
- $P_{n,q,k,i}$: kans op i verontreinigde transformatoren bij een steekproef k uit een partij met grootte n en een fractie verontreinigde transformatoren q

4. Er wordt geen enkele verontreinigde transformator gevonden

In deze paragraaf worden de aantallen berekend op basis van de veronderstelling dat geen enkele verontreinigde transformator wordt aangetroffen.

4.1 Hele grote partijen (> 10000 stuks)

Voor hele grote partijen zal de steekproef maar een klein deel van de partij uitmaken zodat de binominale statistiek (trekken met teruglegging) kan worden toegepast. Het criterium dat de partij van dit fabriekaart voor 95% zeker uit minimaal 90% PCB-vrije transformatoren bestaat kan dan vrij eenvoudig in formule vorm worden uitgedrukt zodat:

$$P_{n,q,k,0} = \left(\frac{n-m}{n}\right)^k = p^k$$

Om de grens waarde van $p = 0,9$ (oftewel 90% van de transformatoren in de partij is PCB-vrij) aan te tonen moet k dus zo groot zijn dat:

$$(0,9)^k < 0,05$$

hetgeen oplevert dat k groter of gelijk moet zijn aan 29.



4.2 Middelgrootte partijen (vanaf 20)

Voor kleinere partijen is de steekproef niet meer verwaarloosbaar t.o.v. de partij. Dan moet de hypergeometrische statistiek (trekking zonder teruglegging) worden toegepast. In dit specifieke geval dat geen enkele verontreinigde transformator wordt gevonden kan de kans berekend worden als:

$$P_{n,q,k,0} = \frac{n-m}{n} * \frac{n-m-1}{n-1} \dots * \frac{n-m-(k-1)}{n-(k-1)}$$

Indien minimaal 90% van de transformatoren PCB-vrij moet zijn kan $m = n/10$ worden ingevuld waarna een zekerheid van 95% wordt bereikt voor de laagste waarde voor k waarbij P kleiner is dan 0,05. Deze minimale k waarden zijn in Tabel 1 weergegeven. Ter indicatie zijn in Tabel 1 ook de aantallen weergegeven indien een statistische zekerheid van 90% (oftewel $P_{n,q,k,0} < 0,1$) in plaats van 95% zou worden geaccepteerd. In dat geval is een kleinere steekproef nodig.

Tabel 1. Minimum aantal transformatoren dat moet worden bemonsterd indien met 95% resp. 90% zekerheid moet worden aangetoond dat minimaal 90% van de transformatoren PCB-vrij is (aangenomen is dat alle van de bemonsterde transformatoren voldoen).

Partijgrootte	Minimale steekproef (zekerheid 95%)	Minimale steekproef (zekerheid 90%)
oneindig	29	22
1000	29	22
500	28	22
300	28	22
200	27	21
100	25	20
50	22	18
40	21	17
30	19	16
20	16	14
19	15	13

Uit de tabel valt af te leiden dat voor partijen die kleiner zijn dan 20 stuks bijna alle transformatoren bemonsterd zullen moeten worden om met een zekerheid van 95% resp. 90% aan te tonen dat minimaal 90% van dat fabrikaat schoon genoeg is.

In Tabel 2 zijn de aantallen uit Tabel 1 toegepast op de door EnergieNed verstrekte lijst met aantallen transformatoren per fabrikaat. In de eerste kolom van Tabel 2 staat het geschatte aantal transformatoren per fabrikaat of groep fabrikaten, in de tweede kolom het aantal fabrikaten (ingedeeld naar populatiegrootte), in de derde kolom het geschatte totale aantal transformatoren van die fabrikaten en in de vierde en vijfde kolom de geschatte grootte van de aantallen te bemonsteren en analyseren transformatoren van die fabrikaten, benodigd om aan de eis te voldoen.



Tabel 2. Aantallen transformatoren van verschillende fabrikaten volgens opgave van EnergieNed met de benodigde steekproefgrootte om in alle gevallen voor 95% respectievelijk 90% zeker te kunnen aantonen dat minimaal 90% van de transformatoren PCB-vrij is.

Geschatte populatie per fabrikaat	Aantal fabrikaten	Geschat aantal transformatoren	Geschat totaal van steekproeven (zekerheid 95%)	Geschat totaal van steekproeven (zekerheid 90%)
1 tot 10	16	80	80	80
11 tot 20	4	60	60	60
21 tot 50	6	200	120	100
100	1	100	25	20
200	3	600	81	63
1000	1	1000	29	22
2000	1	2000	29	22
20000	1	20000	29	22
40000	1	40000	29	22
	34	64040	482	431

Uit Tabel 2 kan worden afgelezen, dat ongeveer 480 transformatoren zullen moeten worden bemonsterd en geanalyseerd indien wordt uitgegaan van 95% zekerheid en ongeveer 430 transformatoren indien wordt uitgegaan van 90% zekerheid.

In beide gevallen is ongeveer driekwart van de steekproef afkomstig uit in totaal circa 1000 transformatoren (namelijk alle transformatoren van de fabrikaten met 200 transformatoren of minder), terwijl het andere kwart van de steekproef betrekking heeft op de rest van de transformatoren (ongeveer 63000). Om de steekproef uit de groep fabrikaten met weinig transformatoren beperkter te houden, zou gedacht kunnen worden aan een gefaseerde aanpak, waarbij in de eerste fase de grote partijen worden bemonsterd volgens Tabel 2 en op de kleine partijen een screening wordt toegepast. Bij de screening wordt een kleinere steekproef genomen dan volgens Tabel 2 en wordt op basis van de analyseresultaten van die kleine steekproef bepaald welke informatie verder nog nodig is.

Een voorbeeld van een benadering voor een kleinere steekproef is uitgewerkt in Tabel 3. Hierin zijn voor de kleine partijen de minimale aantallen weergegeven die nodig zijn om met een zekerheid van 80% (oftewel $P_{n,q,k,0} = 0,8$) aan te tonen dat minimaal 80% (oftewel $p = 0,8$) van de transformatoren PCB-vrij is.



Tabel 3. Minimum aantal transformatoren dat moet worden bemonsterd indien met 80% zekerheid moet worden aangetoond dat minimaal 80% van de transformatoren PCB-vrij is (aangenomen is dat alle van de bemonsterde transformatoren voldoen).

Partij	Minimale steekproef (zekerheid 80%)
100	7
50	7
40	7
30	7
20	7
15	6
10	6
8	7
6	5

Bij deze strategie wordt het totaal aantal te bemonsteren en analyseren transformatoren in de eerste fase op ongeveer 350 geschat.

5. Geschatte aantal verontreinigde transformatoren indien enkele verontreinigde worden aangetroffen

De berekeningen in paragraaf 4 gaan ervan uit dat er bij de steekproef *geen* verontreinigde transformatoren worden gevonden. In dat geval kan met de bij de verschillende varianten genoemde zekerheden worden gesteld dat 90% (of 80% van de kleine partijen, als voor de variant met de screening wordt gekozen) van alle transformatoren van EnergieNed PCB-vrij is.

Als er bij de eerste steekproef echter wel verontreinigde transformatoren worden aangetroffen, kan de partij nog steeds aan het criterium voldoen maar dan zullen er meer transformatoren moeten worden bemonsterd en geanalyseerd om dat aan te tonen. Vanzelfsprekend kan uit het aantal gevonden verontreinigde transformatoren in de steekproef het percentage verontreinigde transformatoren in de hele partij worden geschat. De meest waarschijnlijke waarde is namelijk gelijk aan het percentage verontreinigde transformatoren in de steekproef. Omdat echter een bovengrens uitspraak met een zekerheid van 95% vereist is, moet ook naar de onzekerheid van dit percentage gekeken worden. Voor een oneindig grote partij kan hierop weer de binominale statistiek worden toegepast. Hiervoor is als criterium gebruikt dat de kans op het gevonden aantal verontreinigde transformatoren kleiner moet zijn dan 5%. In formulevorm zoeken we bij de grenswaarde van $q = 0,1$ de maximale waarde voor i , i_{\max} , met:

$$\sum_{i=0}^{i_{\max}} P_{n,q,k,i} < 0,05$$



Voor hele grote partijen kan weer de binominale statistiek worden toegepast en voor kleinere de hypergeometrische. De formule hiervoor is hier niet weergegeven. Hiervoor zijn de standaardfuncties in Excel [1] gebruikt. Ter controle is voor de binominale verdeling de routine "binofit" uit de Statistics toolbox van Matlab [2] gebruikt. Deze geeft rechtsreeks een betrouwbaarheidsinterval. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4. Het maximaal aantal aangetroffen verontreinigde transformatoren waarbij nog net, met een zekerheid van 95%, is aangetoond dat minimaal 90% van de transformatoren PCB-vrij is. Dit aantal is weergegeven voor diverse partijgrootten (n) en steekproefgrootten (k).

k	n = ∞	n = 10000	n = 1000	n = 200	n = 100
50	1	1	1	1	2
100	4	4	5	6	10
150	8	8	9	12	-
200	12	12	13	20	-

Tabel 4 laat zien dat als bij de eerste steekproef wordt uitgegaan van de aantallen in de vierde kolom van Tabel 2 (95% zekerheid, 90% voldoet aan de norm) en in de steekproef één of enkele transformatoren verontreinigd blijken te zijn, de steekproef moet worden vergroot.

Bijvoorbeeld: Fabrikaat X heeft 1000 transformatoren. Er wordt op grond van Tabel 2 een steekproef van 29 transformatoren genomen. Bij analyse van de olie uit deze transformatoren blijkt er één te veel PCB's te bevatten. Volgens Tabel 4 (n = 1000, k = 50) moeten er dan nog eens 21 transformatoren (de steekproef wordt dan verhoogd naar in totaal 50) worden bemonsterd en geanalyseerd en mag er daarvan niet één verontreinigd zijn. In dat geval alsnog met 95% zekerheid aangetoond dat 90% van de transformatoren van fabrikaat X PCB-vrij is. Als echter ook één of meer transformatoren uit de aanvullende steekproef van 21 verontreinigd zijn, moet de steekproef weer worden vergroot, enz. Indien daardoor het totaal aantal te analyseren transformatoren erg groot wordt, ligt het voor de hand de onderzoeksstrategie te herzien.

6. Conclusies

- Om met een betrouwbaarheid van 95% vast te stellen dat niet meer dan 10% van alle transformatoren onder beheer van EnergieNed verontreinigd is met PCB's, moeten er in totaal ongeveer 480 transformatoren worden bemonsterd en geanalyseerd en moeten alle transformatoren uit deze steekproef PCB-vrij zijn. Indien wordt uitgegaan van een betrouwbaarheid van 90%, kan volstaan worden met bemonstering en analyse van ongeveer 430 transformatoren.
- De steekproef kan worden beperkt door voor de fabrikaten met kleine partijen transformatoren eerst een screening uit te voeren. Als voor deze fabrikaten wordt uitgegaan van een betrouwbaarheid van 80%, waarbij minimaal 80% van de transformatoren PCB-vrij moet zijn, bedraagt de totale steekproef (inclusief die van de fabrikaten met grote partijen) ongeveer 350 transformatoren.
- Als bij de eerste steekproef één of meer transformatoren verontreinigd blijken te zijn, kan de partij nog steeds aan het criterium voldoen maar dan zullen er meer transformatoren moeten worden bemonsterd en geanalyseerd om dat aan te tonen. Het aantal extra te nemen monsters hangt af van het aantal overschrijdingen en de totale grootte van de partij.



Literatuur

[1] Microsoft ® Excel 97 SR-2, www.microsoft.com

[2] Matlab Statistics Toolbox 3, www.mathworks.com.



Bijlage 2

(Tekst geldend op: 02-09-2004)

Besluit van 18 april 1991, houdende toepassing van artikel 24 van de Wet milieugevaarlijke stoffen, met betrekking tot polychloorbifenylen, polychloorterfenylen en chlooretheen

Wij Beatrix, bij de gratie Gods, Koningin der Nederlanden, Prinses van Oranje-Nassau, enz. enz. enz.

Op de voordracht van Onze Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 18 juli 1989, no. MJZ 18789009, Centrale Directie Juridische Zaken, Afdeling Wetgeving; Overwegende, dat het - ten einde uitvoering te geven aan de Richtlijn van de Raad van de Europese Gemeenschappen van 27 juli 1976 (76/769/EEG, PbEG 1976 L 262), betreffende de onderlinge aanpassing van de wettelijke en bestuursrechtelijke bepalingen der Lid-Staten inzake de beperking van het op de markt brengen en van het gebruik van bepaalde gevaarlijke stoffen en preparaten, zoals gewijzigd bij de Richtlijn van de Raad van de Europese Gemeenschappen van 21 december 1989 (89/677/EEG, PbEG L 389) - noodzakelijk is de geldende regels ter bescherming van mens en milieu tegen verontreiniging door polychloorbifenylen (P.C.B.'s) en polychloorterfenylen (P.C.T.'s) en chlooretheen aan te vullen en opnieuw vast te stellen;

Gelet op artikel 24 van de Wet milieugevaarlijke stoffen (Stb. 1985, 639);

Gezien het advies van de Centrale raad voor de milieuhygiëne (advies van 2 november 1988 no. 88/1061);

De Raad van State gehoord (advies van 4 december 1989, no.W08.89 0438);

Gezien het nader rapport van Onze Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 9 april 1991, nr. MJZ09491029, Centrale Directie Juridische Zaken, Afdeling Wetgeving;

Hebben goedgevonden en verstaan:

Artikel 1

In dit besluit worden verstaan onder:

- a. polychloorbifenylen: chloorbifenylen, met uitzondering van mono- en dichloorbifenylen;
- b. gehalte aan polychloorbifenylen: gehalte aan de afzonderlijke polychloorbifenyl-congeneren 28, 52, 101, 118, 138, 153 of 180.

Artikel 2

1. Het is verboden polychloorbifenylen en polychloorterfenylen te vervaardigen of, al dan niet verwerkt in een preparaat of produkt, in Nederland in te voeren, toe te passen, voorhanden te hebben of aan een ander ter beschikking te stellen.



2. Het in het eerste lid gestelde verbod geldt niet ten aanzien van:
 - a. preparaten of producten die onopzettelijk zijn verontreinigd met polychloorbifenylen, mits het gehalte gelijk aan of kleiner is dan 0,5 mg/kg per congeneer, bepaald volgens de methode voor het vaststellen van het gehalte aan polychloorbifenylen, neergelegd in de regeling ingevolge artikel 4 van het Besluit organisch halogeengehalte van brandstoffen (*Stb.* 1989, 58), voor zover deze methode toepasbaar is voor die preparaten en producten;
 - b. brandstoffen en preparaten ten behoeve van de vervaardiging van brandstoffen, die polychloorbifenylen bevatten;
 - c. polychloorbifenylen, polychloorterfenylen of preparaten of producten die deze bevatten, die bestemd zijn om daaraan onderzoek te verrichten in laboratoria of om deze toe te passen als referentiemateriaal bij onderzoek.
3. Voorts geldt het verbod niet indien het betreft een overbrenging overeenkomstig verordening (EEG) nr. 259/93 van de Raad van de Europese Gemeenschappen van 1 februari 1993 betreffende toezicht en controle op de overbrenging van afvalstoffen binnen, naar en uit de Europese Gemeenschap.

Artikel 3

1. Het in artikel 2, eerste lid, gestelde verbod geldt tot 1 januari 2003 niet ten aanzien van:
 - a. het toepassen en voorhanden hebben van weerstanden, smoorspoelen, condensatoren met een gewicht groter dan één kilogram of transformatoren met polychloorbifenylen bevattende koelvloeistof die vóór 1 augustus 1985 op de markt werden gebracht, mits zij nog in goede staat van onderhoud verkeren;
 - b. het aan een ander ter beschikking stellen van apparaten die voldoen aan het onder a van dit artikel gestelde, indien dit geschiedt tezamen met het onroerend goed waaraan deze apparaten tot een blijvend gebruik verbonden zijn en zullen blijven.
2. Het in artikel 2, eerste lid, gestelde verbod geldt niet ten aanzien van het toepassen, voorhanden hebben en aan een ander ter beschikking stellen van producten waarin polychloorbifenylen bevattende condensatoren met een gewicht gelijk aan of minder dan een kilogram aanwezig zijn, mits die producten vóór 1 augustus 1985 op de markt werden gebracht.

Artikel 4

1. Het in artikel 2, eerste lid, gestelde verbod geldt niet ten aanzien van gebruikte koelvloeistof, weerstanden, smoorspoelen, condensatoren of transformatoren die polychloorbifenylen bevatten
 - a. voor het voorhanden hebben daarvan, indien dit geschiedt in overeenstemming met een vergunning of ontheffing, verleend krachtens de artikelen 8.1, 10.45 juncto 10.63, van de Wet milieubeheer of artikel 4 van de Wet verontreiniging zeewater, waarbij uitdrukkelijk de bevoegdheid is verleend tot het voorhanden hebben van deze stoffen;
 - b. voor het in Nederland invoeren, voorhanden hebben en aan een ander ter beschikking stellen daarvan, indien dit geschiedt met het oog op het zich daarvan ontdoen als afvalstof door afgifte aan



een persoon als bedoeld onder a, mits in een schriftelijke overeenkomst met deze persoon van deze vergunning melding is gemaakt;

- c. ingeval het niet betreft gevaarlijke afvalstoffen als bedoeld in de Wet milieubeheer: voor het voorhanden hebben en aan een ander ter beschikking stellen daarvan, indien dit geschiedt met het oog op het zich ontdoen door afgifte aan een in een ander land dan Nederland gevestigde persoon met wie vooraf schriftelijk is overeengekomen dat hij deze daarheen brengt voor vernietiging in een daarin gespecialiseerd vernietigingsbedrijf.
2. Het in artikel 2, eerste lid gestelde verbod geldt voorts niet ten aanzien van gebruikte geleedigde transformatoren voor het voorhanden hebben en het ter beschikking stellen daarvan met het oog op vernietiging, indien het P.C.B.-gehalte in de aanhangende koelvloeistof ten hoogste 100 mg/kg bedraagt.

Artikel 5

Het is verboden spuitbussen die chlooretheen als drijfgas bevatten, te vervaardigen, in Nederland in te voeren, toe te passen of aan een ander ter beschikking te stellen.

Artikel 6

Het P.C.B.-besluit (*Stb.* 1979, 281) wordt ingetrokken.

Artikel 7

Dit besluit kan worden aangehaald als: P.C.B.-, P.C.T.-en chlooretheen-besluit Wet milieugevaarlijke stoffen.

Lasten en bevelen dat dit besluit met daarbij behorende nota van toelichting in het *Staatsblad* zal worden geplaatst en dat daarvan afschrift zal worden gezonden aan de Raad van State.

's-Gravenhage, 18 april 1991

Beatrix

De Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer,
J. G. M. Alders

Uitgegeven de eenentwintigste mei 1991

De Minister van Justitie,
E. M. H. Hirsch Ballin



Bijlage 3

(Tekst geldend op: 02-09-2004)

Regeling houdende implementatie van richtlijn 96/59/EG van de Raad van de Europese Unie betreffende de verwijdering van polychloorbifenylen en polychloorterfenylen (PCB's/PCT's) (PbEG L 42)

De Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer,

Gelet op richtlijn 96/59/EG van de Raad van de Europese Unie van 16 september 1996 betreffende de verwijdering van polychloorbifenylen en polychloorterfenylen (PCB's/PCT's), PARCOM Decision 92/3 on the phasing out of PCB's and hazardous PCB substitutes en op de artikelen 10.4, 10.6 en 21.6, zesde lid, van de Wet milieubeheer;

Besluit:

§ 1. Begripsbepalingen

Artikel 1.1

In deze regeling wordt verstaan onder:

a. PCB's:

- 1°. (polychloorbifenylen,
- 2°. polychloorterfenylen,
- 3°. monomethyltetrachloordifenylnmethaan, monomethyldichloordifenylnmethaan, monomethyldibroomdifenylnmethaan,
- 4°. alle mengsels van PCB's, genoemd onder 1° tot en met 3°, waarvan het totale gehalte groter is dan 0,5 mg/kg per congeneer;

b. PCB's-bevattende apparaten:

- 1°. apparaten die PCB's bevatten of hebben bevat en niet zijn gereinigd, of
- 2°. apparaten die PCB's kunnen bevatten, tenzij de houder aantoont dat het apparaat geen PCB's bevat;

c. Gebruikte PCB's: PCB's waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of verplicht is zich te ontdoen;

d. Houder: eigenaar of degene die uit anderen hoofde bevoegd is tot het reinigen of verwijderen van PCB's of PCB's-bevattende apparaten;



e. Reiniging: werkzaamheden, gericht op het:

1. opnieuw gebruiken,
2. bewerken of verwerken voor ander gebruik,
3. doelmatig verwijderen, of
4. vervangen,

van PCB's of PCB's-bevattende apparaten, waarbij PCB's worden vervangen door een passende vloeistof die geen PCB's bevat;

f. Verwijdering van PCB's: handelingen als bedoeld onder D8, D9, D10, D12 en D15, van bijlage IIA, behorende bij richtlijn 75/442/EEG van de Raad van de Europese Gemeenschappen van 15 juli 1975, betreffende afvalstoffen (PbEG L 194), als gewijzigd bij richtlijn nr. 91/692/EEG (PbEG L 377);

g. Gehalte aan PCB's: gehalte aan de afzonderlijke polychloorbifenyyl-congeren 28, 52, 101, 118, 138, 153 of 180.

Artikel 1.2

Deze regeling is niet van toepassing op:

- a. degene die een inrichting drijft, welke inrichting is bestemd voor het in bewaring geven, bewerken of verwerken van PCB's of PCB's-bevattende apparaten en
- b. PCB's of PCB's bevattende apparaten in particuliere huishoudens.



§ 2. Reiniging en verwijdering van PCB's-bevattende apparaten

Artikel 2.1

1. De houder van PCB's of gebruikte PCB's verwijdert deze vóór 1 januari 2000.
2. De houder van PCB's-bevattende apparaten, reinigt deze overeenkomstig artikel 2.2 of verwijdert deze vóór 1 januari 2000.

Artikel 2.2

1. De houder van transformatoren die meer dan 0,5 mg/kg PCB's bevatten, bepaald volgens EN 12766-1: uitgave 2000, reinigt deze zodanig dat:
 - a. het gehalte aan PCB's wordt verlaagd tot 0,5 mg/kg, bepaald volgens de methode, genoemd in de aanhef, en
 - b. de vervangende vloeistof, die geen PCB's bevat, minder risico's voor het milieu oplevert.
2. Na reiniging van een transformator wordt op die transformator de aanduiding aangebracht als aangegeven in bijlage I.

§ 3. Scheiden van PCB's of bijvullen met PCB's

Artikel 3.1

1. Het is verboden PCB's van andere stoffen te scheiden met het oog op het nuttig toepassen van die PCB's.
2. Het is verboden om transformatoren bij te vullen met PCB's.

§ 4. Aanmelding van PCB's-bevattende apparaten

Artikel 4.1

1. Apparaten die meer dan vijf kubieke decimeter PCB's bevatten of sterkstroomcondensatoren waarvan het totaal van de gecombineerde afzonderlijke onderdelen meer dan vijf kubieke decimeter PCB's bevatten, worden door de houder aangemeld bij de inspecteur.
2. De houder van een apparaat als bedoeld in het eerste lid, stelt de inspecteur in kennis van reinigings- of verwijderingshandelingen ten aanzien van het PCB's-bevattende apparaat.
3. Elk apparaat dat overeenkomstig het eerste lid is aangemeld, alsmede de deur van de ruimte waarin het apparaat zich bevindt, is voorzien van de aanduiding, bedoeld in bijlage II; deze aanduiding wordt verwijderd zodra het apparaat is verwijderd en wordt vervangen door de aanduiding als aangegeven in bijlage I zodra het apparaat is gereinigd.
4. Indien het een apparaat betreft, waarvan mag worden aangenomen dat de daarin aanwezige vloeistoffen tussen 50 en 0,5 mg/kg PCB's bevatten, bepaald volgens EN 12766-1: uitgave 2000, mag, in afwijking van het eerste lid, het apparaat worden aangemeld zonder het verstrekken van de



gegevens, bedoeld in het zesde lid, onder 3° en 4°; het apparaat is in dat geval voorzien van de aanduiding, genoemd in bijlage III.

5. Op de reiniging van een apparaat als bedoeld in het vierde lid, is artikel 2.2, tweede lid, van overeenkomstige toepassing.
6. De melding, bedoeld in het eerste en tweede lid, bevat in elk geval de volgende gegevens:
 - 1°. naam, adres en handtekening van de houder,
 - 2°. plaats en omschrijving van het apparaat,
 - 3°. de hoeveelheid PCB's in het apparaat,
 - 4°. de datum waarop reiniging of vervanging plaats heeft en
 - 5°. datum van de melding.
7. De inspecteur registreert de gegevens, bedoeld in het zesde lid, op een daartoe strekkend formulier.

§ 5. Registratie van PCB's-bevattende apparaten

Artikel 5.1

Degene die bedrijfsmatig PCB's verwijdert of laat verwijderen, houdt een voor een toezichthouder toegankelijk register waarin worden vermeld:

- a. de hoeveelheid, oorsprong en aard van de verwijderde PCB's en
- b. de oorsprong en aard van een verwijderd PCB's-bevattend apparaat, alsmede het gehalte aan PCB's, dat in het apparaat is toegepast.



§ 6. Overgangs- en slotbepalingen

Artikel 6.1

Uiterlijk 12 maanden na inwerkingtreding van deze regeling is uitvoering gegeven aan artikel 4.1, eerste en derde lid.

Artikel 6.2

Deze regeling treedt in werking met ingang van de tweede dag na de dagtekening van de Staatscourant waarin zij wordt geplaatst.

Artikel 6.3

Deze regeling wordt aangehaald als: Regeling verwijdering PCB's.

Deze regeling zal met de toelichting in de Staatscourant worden geplaatst.

`s-Gravenhage, 30 juli 1998

De Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer,
M. de Boer

I. Etikettering van gereinigde PCB's-bevattende apparaten

Een PCB's-bevattend apparaat, dat is gereinigd, is voorzien van een duidelijk, onuitwisbaar etiket, waarop de volgende informatie, in hoog- of diepdruk, voorkomt:

Gereinigd PCB's-bevattend apparaat

De PCB's-bevattende vloeistof is vervangen

- door ... (naam van het vervangingsproduct)
- op ... (datum)
- door: ... (bedrijf)

Concentraties PCB's in

- oude vloeistof ... (gewichtsprocent)
- nieuwe vloeistof ...

II

Een apparaat dat meer dan vijf kubieke decimeter aan PCB's bevat, alsmede de deur van de ruimte waarin dat apparaat zich bevindt, is voorzien van een duidelijke, onuitwisbare aanduiding, waarop de volgende informatie, in hoog- of diepdruk, voorkomt:



Apparaat dat meer dan 5dm³ aan PCB's bevat

Apparaat aangemeld

- door: ... (houder)
- op: ... (datum)

III

Een apparaat met een gehalte aan PCB's tussen 50 en 0,5 mg/kg is voorzien van een duidelijke, onuitwisbare aanduiding, waarop de volgende informatie, in hoog- of diepdruk, voorkomt:

Apparaat met een gehalte aan PCB's tussen 50 en 0,5 mg/kg

Apparaat aangemeld

- door ... (houder)
- op: ... (datum)
- door: ... (bedrijf)