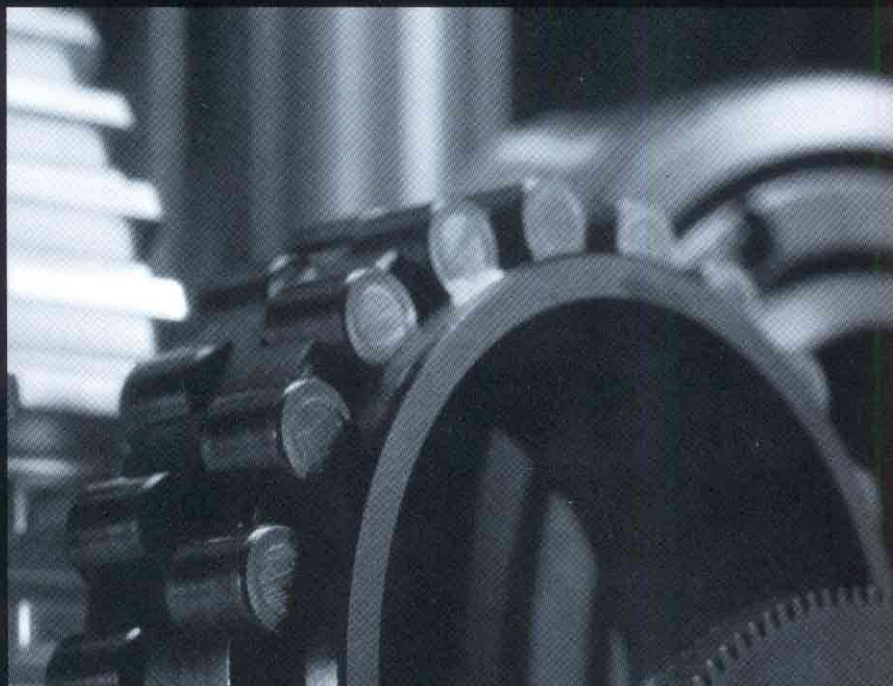


procesbeschrijvingen  
industrie



Ministerie van Volkshuisvesting,  
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer



Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

RIZA



RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE



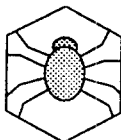
Industriële  
houtverduur-  
zaming



SPIN

Samenwerkingsproject  
Procesbeschrijvingen  
Industrie Nederland

# INDUSTRIËLE HOUTVERDUURZAMING



Samenwerkingsproject  
Procesbeschrijvingen  
Industrie  
Nederland

RIVM (rapportnr. 773006162), RIZA (notanr. 92.003/62) en DGM

Auteur : C.H.A. Quarles van Ufford  
Basisjaar : 1990  
Datum publikatie : Januari 1994



## INHOUD

1. OMVANG VAN HET PROCES	1
2. PROCESBESCHRIJVING EN BRONNEN VAN EMISSIES	1
2.1. VACUÛM/DRUK-METHODE	2
2.2. OPSLAG VAN GEÏMPREGNEERD HOUT	5
3. EMISSIE- EN AFVALFACTOREN	7
4. ENERGIEVERBRUIK EN ENERGIEFACTOREN	9
5. MAATREGELLEN VOOR EMISSIEREDUCTIE, BEPERKING OMVANG AFVALSTOFFEN EN ENERGIEBESPARING	9
5.1. BELANGRIJKSTE MAATREGELLEN	9
5.2. KOSTEN VAN MAATREGELLEN	10
5.3. EFFECTEN VAN MAATREGELLEN	10
6. ONDERZOEK NAAR SCHONE PROCESSEN	11
7. NORMSTELLING EN REGELGEVING	13
8. REFERENTIES	15
BIJLAGE 1: GEBRUIKTE AFKORTINGEN	17
BIJLAGE 2: REGIONALE VERDELING INDUSTRIËLE HOUTVERDUURZAMING	17



## 1. OMVANG VAN HET PROCES

De Nederlandse houtimpregneerindustrie bestaat uit 36 bedrijven (SBI-code = 25.23). Jaarlijks wordt in deze bedrijven ca 300.000 m<sup>3</sup> hout verduurzaamd, waarvan in 1990 ca 80.000 m<sup>3</sup> met creosootolie (7 bedrijven in 1993) en de rest met zouten (36 bedrijven) geïmpregneerd werd.

Deze procesbeschrijving betreft alleen de industriële houtverduurzaming met de vacuüm/druk-methode. Geen aandacht wordt besteed aan houtverduurzaming of houtbescherming door dompelen en het gebruik van verduurzamingspillen als nevenactiviteit in timmerbedrijven, aannemers- en schildersbedrijven. Ook wordt geen aandacht besteed aan de emissies tijdens de toepassing van verduurzaamd hout. Er wordt alleen ingegaan op preventieve professionele houtverduurzaming, dat wil zeggen: de behandeling van gezond hout met een bestrijdingsmiddel ter voorkoming van aantasting door schimmels, insecten, en andere organismen.

## 2. PROCESBESCHRIJVING EN BRONNEN VAN EMISSIES

In de industriële houtverduurzaming wordt hout verduurzaamd met de vacuüm/druk-methode. Onderscheid kan worden gemaakt tussen impregneren met creosootolie en met zouten als impregneermiddel. Impregneren met zouten gebeurt met mengsels van wisselende samenstelling, opgelost in water van vooral koper/chroom/fluor/zink-, koper/chroom/arsen-, koper/chroom/boor- en koper/chroom-zouten en/of oxiden.

De hoeveelheid impregneermiddel die per m<sup>3</sup> hout wordt ingebracht is afhankelijk van het toepassingsgebied van het geïmpregneerde hout, het type impregneermiddel en de impregneermethode en de houtsoort. In tabel 2.1 is het jaarlijks verbruik van de belangrijkste impregneermiddelen weergegeven en de ranges waartussen de gehalten in het hout kunnen variëren op basis van retentie-eisen. De globale samenstelling van de belangrijkste impregneermiddelen zijn opgenomen in tabel 2.2 (creosootolie) en 2.3 (zouten).

Tabel 2.1. Verbruik houtverduurzamingsmiddelen  
(VHN, leverancier; Slooff et al., 1989a, 1989b en 1990)

Houtverduurzamingsmiddel	Geschat jaarlijks verbruik (ton)		Hoeveelheid behandeld hout (1990) 1000 m <sup>3</sup>	Retentie (kg/m <sup>3</sup> hout)	
	1986	1990		range	gemiddeld
Creosootolie	11000	6700	80	45-275	85
Zouten			180-220		
CuCrAs			60-70	5-6,5	6
CrCuZnF			60-70	1-10	4
CuCrB			30-40	3-16	6
CuCr			30-40	6-9	7

## 2.1. Vacuüm/druk-methode

Bij de vacuüm/druk-methode wordt het impregneermiddel in een impregneerketel onder hoge druk in het hout geperst. Bij de volle bereiding wordt gebruik gemaakt van een voorvacuüm, bij de spaarbereiding (= enkel-Ruping proces) van een voordruk en bij het Lowry-proces wordt direkt na het vullen van de ketel met hout het impregneermiddel toegelaten. Na de persperiode wordt tijdens een navacuüm overtollig vocht en aanhangend impregneermiddel uit het hout getrokken.

### Creosoteren

Creosoteren gebeurt bij een temperatuur van 70 - >100 °C. Emissies naar de lucht van met name de vluchtige componenten in creosootolie kunnen optreden tijdens het navacuüm, als overtollig vocht en de 'vrije' creosootolie uit het hout wordt getrokken, met name als geen luchtnabehandeling wordt toegepast. Tijdens dit proces vermengt vocht uit het hout zich met de creosootolie. In de Rupingtank wordt het water samen met evt. vluchtige componenten uit de creosootolie gekookt (temp. van 110-120°C). Verdamping van creosootolie treedt voorts op bij het aflaten van de druk, vacuümlucht en verdringslucht. De grootste emissie naar lucht treedt op als het hout bij een temperatuur van ca 70°C uit de ketel wordt gereden en tijdens de opslag.

De emissies hangen sterk samen met de samenstelling van het gebruikte type creosootolie. Creosootolie is sinds ca 1970 steeds meer vluchtige componenten gaan bevatten (voorgescreven in specificaties). Door modificaties tracht men sinds ca. 5 jaar vooral de werkzame stoffen met een kookpunt tussen 300 en 400 °C over te houden (zie ook tabel 2:2). Hierdoor nemen de emissies naar de lucht van vluchtige bestanddelen af, en schatten wij in dat de vervluchtiging van de zware fractie langzamer verlopen. Een aantal bedrijven is al overgeschakeld op gemodificeerde creosootolie, zoals CCO440, hierna gefractioneerde olie genoemd. Gefractioneerde olie is op praktijkschaal uitgetest en brengt door de hogere viscositeit de nodige installatie- en procesaanpassingen met zich mee.

Bij het creosoteren ontstaan de volgende (chemische) afvalstoffen:

- condensaat uitkoken creosootolie, vacuümpomp en ontluchting;
- koelwater vacuümpomp, lekvloeistof openen impregneerketel, uitdruipvloeistof;
- \* residu zuivering lekvloeistof, condensaat, uitdruipvloeistof, hemelwater;
- \* slib en waswater ketelreiniging, slib afvalwaterbehandeling.

Er vindt een verschuiving plaats naar de met \* aangegeven afvalstromen.

Verontreinigd condenswater wordt momenteel bij de meeste bedrijven hergebruikt, gezuiverd of afgevoerd voor zuivering, het condensaat wordt hergebruikt of afgevoerd als chemisch afval. Bij een enkel bedrijf vindt een nabehandeling van het hout plaats in een sproei-installatie. Hierdoor vindt een versnelde koeling en vooruitloging plaats en verminderen de emissies tijdens opslag naar water, lucht en bodem. Hierbij ontstaat afvalwater dat gezuiverd wordt of hergebruikt.

Tabel 2.2. Samenstelling van creosootolie (gewichts%). N= aantal gecondenseerde ringen (Brett, basisdocument PAK, TNO, Berbee, Schollema, VHN)

	Kookpunt	N	Gewichts% (range)	WEI-A	WEI-B	CCO-440	1989 (gem.)
Naftaleen <sup>2)</sup>	218	2	3-28	8,7	14,9		10
Fenanthreen <sup>2)</sup>	340	3	4-21	15	5	12-20	10
Anthraceen <sup>2)</sup>	347	3	0,2-7	1,1	0,4	0,6-0,8	1
Fluoranthreen <sup>1,2)</sup>	393 (375)	4	2-10	9,4	4	9-14	5
Pyreen	393	4	1-8,5	7,1	3,0	5 of 8-13	
3,6 Dimethylfenanthreen		3	<0,04 - ?		<0,04		
Trifenyleen		4	0,03 - 1,4		0,3		
Benzo(b)fluoreen		4	0,3-0,7		0,7		
Benzo(a)anthraceen <sup>2)</sup>	400 (435)	4	<0,1-0,72		0,6		0,2
Chryseen <sup>2)</sup>	448	4	0,2-3		0,5		0,4
Benzo(e)pyreen		5	0,1-0,3		0,1		
Benzo(j)fluoranthreen		5	0,09-0,2		0,09		
Peryleen		5	0,006-0,08		0,006		
Benzo(b)fluoranthreen <sup>1)</sup>		5	<0,1-0,35		0,03		
Benzo(k)fluoranthreen <sup>1,2)</sup>	480	5	<0,01-0,17		0,01		0,01
Benzo(a)pyreen <sup>1,2)</sup>	475	5	<0,01-0,3		0,01	<0,005	0,02
Dibenzo(a,j)anthraceen		5	<0,01-0,015		0,015		
Dibenzo(a,l)pyreen		6	<0,004-0,02		<0,004		
Benzo(ghi)perylene <sup>1,2)</sup>		6	<0,01-0,14	0	<0,01		0
Dibenzo(ah)anthraceen		5	<d.l.		<0,02		
Indeno(123-cd)pyreen <sup>1,2)</sup>	536	6	<0,003-0,12		<0,003		0
Anthanthreen		6	<0,001-0,026		<0,001		
10-VROM PAK totaal							
21-TNO PAK totaal <sup>3)</sup>			10- >45	>30	15	50	25
Totaal VOS	<300		20 - 60	20-40	40-60	max. 5	25
Fenolen			0-3				

1) van Borneff PAK

2) = 10 van VROM-PAK

3) 21-TNO PAK zijn alle in de tabel genoemde PAK met uitzondering van naftaleen.

### Impregneren met zouten

Bij impregneren met zouten treden chemische reacties op tussen de metalen en het hout. Hierbij wordt Cr(VI) omgezet in Cr(III). Belangrijke eindproducten van deze fixatiereacties zijn Cr(OH)<sub>3</sub>, CrAsO<sub>4</sub> en Cu<sub>2</sub>(OH)AsO<sub>4</sub>. Ook is arseen belangrijk als fungicide. Er komen steeds meer producten met Zink, borium, en Fluor op de markt.



In mindere mate wordt gebruik gemaakt van quaternaire ammoniumzouten, azaconazole, etc.

Niet alle middelen hebben een even breed toepassingspectrum.

Arseen wordt gezien als een essentiële component voor de fixatie van chroom: de benodigde retentie en de uitloging van koper en chroom uit met CC-zouten behandeld hout is relatief hoger is dan met CCA-(type C) behandeld hout (zie Lewis, 1992 en Boonstra et al, 1991).

Het proces van impregneren met zouten is ongeveer hetzelfde als creosoteren, met de volgende uitzonderingen: Impregneren met zout gebeurt bij omgevingstemperatuur. Tijdens het proces ontstaat een aantal vloeibare afvalstromen, zoals water van spatvanger, (vacuümpomp), koelwater vacuümpomp, lekvloeistof bij het openen van de impregneerketel, uitdruipvloeistof, spoelwater verpakkingsmateriaal en waswater ketelreiniging. Bij het impregneren met zouten wordt het verontreinigd proceswater opnieuw in het proces ingezet, het wordt dus in principe niet geloosd.

Chemische afvalstoffen die kunnen ontstaan bij het impregneren met zouten zijn:

- vloeibare afvalstromen (zie boven) voor zover ze niet worden hergebruikt of mogen worden geloosd;
- residu zuivering lekvloeistof, uitdruipvloeistof, water van spatvanger;
- slib ketelreiniging;
- lege verpakkingen van verduurzamingsmiddelen.

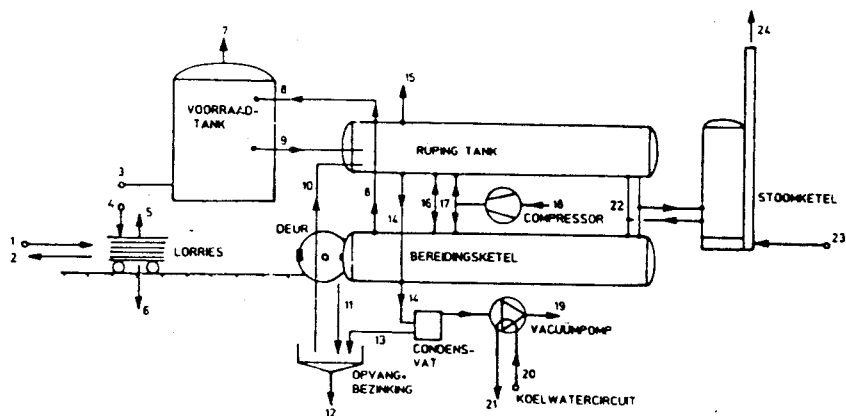
Afhankelijk van de omgevingstemperatuur zijn de zouten de eerste 2 dagen tot enkele weken (gemiddeld 5 dagen) gemakkelijk uitloogbaar. Evenzo geldt dat de fixatietijd uiteen kan lopen van 2 dagen tot enkele weken. Deze periode kan verkort worden tot enkele uren door nabehandeling van het hout met stoom.

Tabel 2.3. Samenstelling van veel gebruikte zoutmengsels  
(gew.% ; info VVVF-NBH, VHN, Slooff et al 1989a en 1990)

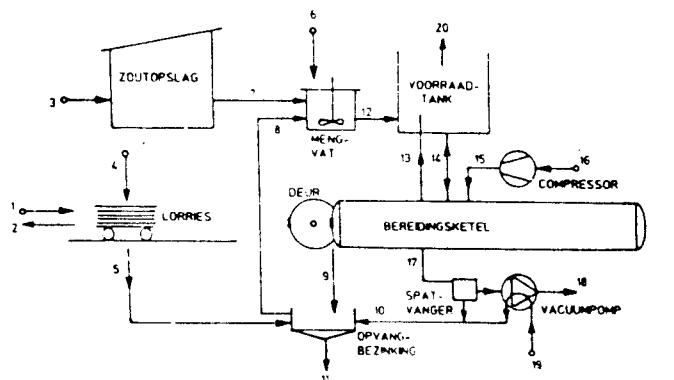
	Cu	Cr	As	Zn	F	B
CuCrAs-zouten (CCA-type C)	9	16	11			
CrCuZnF-zouten (ZKF)	3,7	25		4,1	14	
CuCrB-zouten (CCB)	9	13				5
CuCr-zouten (CC)	12	18				
Totaal verbruik (ton/jaar)	110	120	40-45	11	?	?

## 2.2. Opslag van geïmpregneerd hout

Emissies ontstaan niet alleen bij het impregneren zelf, maar ook bij de opslag van verduurzaamd hout. Tijdens de opslag kunnen restanten impregneermiddel van het hout afdruipe n of uit het hout "zweeten" en indien het hout in contact komt met regenwater wordt dit verontreinigd en treden emissies op naar bodem en/of water. De omvang van de emissies is afhankelijk van de grondstof (hout en verduurzamingsmiddel, procesvoering), de manier van stapelen, de duur van de opslag en (m.n. voor luchtmissies) de temperatuur waarbij het hout wordt opgeslagen (Houtinstituut TNO, 1987). Het verontreinigd hemelwater dat ontstaat bij opslag gaat momenteel grotendeels naar de bodem, een onbekend klein deel komt via afstroming over het (verharde) opslagterrein naar het riool of hetzij direct, hetzij via overstort naar het oppervlaktewater.



- |  |                        |                            |
|--|------------------------|----------------------------|
| 1 onbehandeld hout                         | 9 creosootolie         | 18 lucht                   |
| 2 gecreosoteerd hout                       | 10 creosoot/water      | 19 uitstootlucht           |
| 3 creosootolie                             | 11 lekvloeistof        | 20 koelwater               |
| 4 hemelwater                               | 12 residu (chem afval) | 21 verontreinigd koelwater |
| 5 damp (met creosoot)                      | 13 condensaat          | 22 stoom                   |
| 6 verontreinigd hemelwater en uitdruipolie | 14 aanzuiglucht        | 23 aardgas                 |
| 7 ontluftung                               | 15 uitkookdamp         | 24 rookgassen              |
| 8 ontluftung/afblaas                       | 16 creosootolie        |                            |
|  | 17 perslucht           |                            |



- |  |                            |                  |
|--|----------------------------|------------------|
| 1 onbehandeld hout                         | 9 lekvloeistof             | 17 aanzuiglucht  |
| 2 gezouten hout                            | 10 verontreinigd koelwater | 18 uitstootlucht |
| 3 zout (vaten of balen)                    | 11 residu (chem afval)     | 19 koelwater     |
| 4 hemelwater                               | 12 zoutoplossing           | 20 ontluftung    |
| 5 verontreinigd hemelwater - uitdruipvocht | 13 ontluftung/afblaas      |                  |
| 6 water                                    | 14 zout oplossing          |                  |
| 7 zout                                     | 15 perslucht               |                  |
| 8 water/zout                               | 16 lucht                   |                  |

Figuur 1: Schematische weergave impregnering met vacuüm/druk-methode: creosoteren (boven) en impregneren met zouten (onder) (Tebodin, 1995)

### 3. EMISSIE- EN AFVALFACTOREN

De emissies hangen enerzijds samen met de samenstelling van de gebruikte impregneermiddelen, de houtsoort en houtkwaliteit, anderzijds met procescondities en eventueel uitgevoerde nabehandeling van het hout. De verschillen tussen bedrijven, maar ook tussen partijen hout zijn groot. De getallen zijn grove schattingen, gebaseerd op een combinatie van vaak moeilijk vergelijkbare meetgegevens, schattingen op basis van fysisch/ chemische eigenschappen van de componenten en modelberekeningen.

Voor de emissies naar lucht is uitgegaan van de gemiddelde samenstelling van creosootolie uit het basisdocument PAK (zie tabel 2.2). De emissiefactoren uit het basisdocument zijn echter bijgesteld conform aannames in KWS 2000 en het doelgroepoverleg.

Voor de emissiefactoren met proceswater is conform SPEED verondersteld dat 50% wordt hergebruikt of gezuiverd in een bedrijfszuivering. Voor de uitloging door hemelwater tijdens opslag zijn in de bedrijfstakstudie houtimpregneerbedrijven van CUWVO VI (1992) berekeningen uitgevoerd voor een aantal modelbedrijven. De emissiefactoren in tabel 3.1 zijn bepaald door deling van de in CUWVO-VI bepaalde jaarvrachten in hemelwater door de jaarproduktie van de gebruikte modelbedrijven. De maxima zijn de hoogste gevonden waarden en representeren een worst case situatie, de laagste waarden worden mogelijk geacht bij toepassing van geavanceerde impregneertechnieken en worden bereikt bij een enkel bedrijf. Voor creosoteren is conform SPEED uitgegaan van een emissiefactor in 1985 en 1990 van ca 15% van de maximale waarde. Voor zouten is geschat dat eind 1992 de emissiefactoren tot de helft van de maximumwaarde gereduceerd zijn (zie ook fasering normstelling in 7) en dat er voorts een lineaire afname is in de emissies tussen 1987 en 1992, waardoor de emissies in 1990 op ca 75% van het maximum kunnen worden ingeschat (eigen schatting).

De emissies naar water van zware metalen zijn gering in vergelijking met de totale lozingen van de industrie.

#### **Hoeveelheden (chemisch) afval bij het houtverduurzamingsproces**

De totale hoeveelheid (chemisch) afval die ontstaat is ruw geschat op ca 75 ton/jaar voor de industriële houtverduurzaming (Ministerie van VROM, 1986/9).

Tabel 3.1. Emissiefactoren (1990) bij impregneren met vacuüm-drukmethode (Van Campen et al., 1991; Slooff et al., 1989b; TNO, 1987 en 1991; KWS 2000; CUWVO-VI, 1992)

	Gemiddelde input (kg/m <sup>3</sup> hout)	Lucht (kg/m <sup>3</sup> hout)	(proces-) Water (mg/m <sup>3</sup> hout)	(on)Verharde bodem door uitloging met hemelwater bij opslag in open lucht (mg/m <sup>3</sup> hout)	
				range	1990
Totaal VOS	20	7			
w.v. naftaleen	8	3	?		300
Fenanthreen	8	0,8	?	3-1000	150
Fluorantheen	4	0,125	50	3-1000	150
Benzo(a)pyreen	0,02	0	<1		1,4
PAK 21 v TNO	20 (?)	>1	?	10-4500	700
Koper	0,6	0	0	13 - 130	100
Chroom	1	0	0	60 - 600	450
Arseen	0,8	0	0	1-10	8
Zink		0	0	p.m.	
Fluoride		0	0	p.m.	

Tabel 3.2. Emissies impregneren met vacuüm-drukmethode in 1990 (vermenigvuldiging van emissiefactoren uit tabel 3.1. met hoeveelheid behandeld hout uit tabel 2.1.)

Emissies 1990	Lucht (ton/jaar)	Water <sup>1)</sup> (kg/jaar)	Bodem (kg/jaar)
Totaal VOS	850		
w.v. naftaleen	400	p.m.	30
Fenanthreen	100	p.m.	15
Fluorantheen	15	8	15
Benzo(a)pyreen	0	<1	0,14
PAK 21 v TNO			70
Koper			
Chroom			
Arseen			

1) Exclusief het deel van het proceswater dat wordt hergebruikt. Lozing vindt plaats op rwzi.

#### 4. ENERGIEVERBRUIK EN ENERGIEFACTOREN

Over het energieverbruik van de processen is geen informatie gevonden.

#### 5. MAATREGELEN VOOR EMISSIEREDUCTIE, BEPERKING OMVANG AFVALSTOFFEN EN ENERGIEBESPARING

Omdat bij het creosoteren de belangrijkste emissies optreden wordt in deze paragraaf vooral ingegaan op maatregelen bij het creosoteren. In de bedrijven is momenteel een groot aantal maatregelen in voorbereiding. Met de diverse overheden zijn en worden hierover afspraken gemaakt (zie ook 7). Behalve maatregelen gericht op emissie- en afvalreductie in de bedrijven moeten de bedrijven ook maatregelen treffen ter vermindering van emissies in de gebruiksfase van verduurzaamd hout.

##### 5.1. Belangrijkste maatregelen

- Overschakelen op geavanceerde creosoteermethoden met gefractioneerde olie.

De VHN gaat ervan uit dat bij gebruik van gefractioneerde olie ook de retentie omlaag kan naar ca 40 kg/m<sup>3</sup>. De hoeveelheid werkzame bestanddelen (= PAK met kookpunt tussen 300 en 400°C) blijft echter gelijk of neemt toe.

- Procesbeheersing/gesloten procesvoering

Gerichte afzuiging, bundeling en condensatie van creosoot-dampen, verdere behandeling condensaat. Maatregel heeft alleen betrekking op procesemissies (2-10% van de VOS-emissies).

- Nabehandeling hout: stoomfixatie

Bij 1 bedrijf vindt een versnelde vooruitloging en koeling plaats van gecreosoteerd hout, waardoor de VOS-emissies naar lucht en water tijdens het uitrijden en opslag verminderd worden. Er ontstaat verontreinigd afvalwater, dat gezuiverd moet worden voor het op het riool geloosd kan worden. Door een nabehandeling, bijvoorbeeld met stoom, van met zouten geïmpregneerd hout kan de fixatieperiode worden verkort en wordt de uitloging beperkt. Dit effect kan door additieven in het impregneermiddel nog worden versterkt. De samenstelling van deze additieven is niet bekend.

- Maatregelen bij de opslag:

Verhardten van opslagterrein + hergebruik en/of zuivering van verontreinigd hemelwater.

Bodemverontreiniging wordt hierdoor voorkomen. Met zouten verontreinigd hemelwater zal meestal volledig kunnen worden hergebruikt. Met creosootolie verontreinigd hemelwater kan niet worden hergebruikt bij creosoteren, maar in gemengde bedrijven kan het wel worden hergebruikt bij het impregneren met zouten. Voorbehandeling is soms noodzakelijk (CZV < 50mg/l). Verondersteld wordt dat op gemengde bedrijven eerst het met creosootolie verontreinigd hemelwater wordt hergebruikt en dat een eventueel teveel aan (met zouten) verontreinigd hemelwater op het riool geloosd wordt.

- Toepassing andere verduurzamingsmiddelen/formuleringen

De in 2 genoemde houtverduurzamingsmiddelen kunnen ten dele door elkaar vervangen worden.

Zo kunnen de emissies van de zware metalen afnemen door een toenemend gebruik van bijvoorbeeld quaternaire ammoniumverbindingen. In het algemeen is een goede afweging van voor- en nadelen van de verschillende middelen van belang.

Omdat de effecten het grootst zijn voor de emissies tijdens de gebruiksfase wordt hierop in deze procesbeschrijving niet nader ingegaan.

## 5.2. Kosten van maatregelen

In een studie van de SKH is ingeschat dat voor overschakeling op gefractioneerde olie door 6 bedrijven investeringen nodig zijn van f. 10.250.000,-, waarvan 7.500.000,- voor nieuwbouw bij 2 bedrijven en het 2,75 mln voor aanpassingen van oude installaties in 5 bedrijven.

Door de bedrijfstak is ingeschat dat hierbovenop ca 15 mln gulden aan investeringen nodig zijn voor het voldoen aan hinderweteisen en WVO-eisen. Dit is nog exclusief eventuele kosten voor bodemsanering. Voor meer gedetailleerde informatie over kosten van maatregelen zie de CUWVO-VI (1992) en SKH.

## 5.3. Effecten van maatregelen

Door TNO wordt geschat dat het gehalte 21 TNO-PAK in creosootolie zal oplopen van 10-15% nu (WEI-B) tot 50% in gefractioneerde olie (Boonstra e.a., 1991). Desondanks verwacht men -in combinatie met nabehandeling - een vermindering van de uitloging bij opslag met ca 90%, en in de toekomst zelfs met 99% (pakket 2). SKH schat in dat door overgang op gefractioneerde olie de emissies van PAK-totaal naar de lucht met tenminste 90% gereduceerd kunnen worden t.o.v. 1985. Ook de bedrijfstak zelf belooft in haar plan van aanpak een percentage van 90% te realiseren naar alle compartimenten, bij productie, opslag en bij gebruik van gecreosoteerd hout. Momenteel wordt gewerkt aan een methode om te beoordelen of deze reducties inderdaad gerealiseerd kunnen worden. Bij gebrek aan resultaten van dit onderzoek moet hier worden uitgegaan van globale inschattingen waarover discussie mogelijk is. In tabel 5.1. worden de effecten van maatregelen weergegeven voor twee alternatieven:

### Maatregelpakket 1:

gefractioneerde olie, nabehandeling, verharden opslagterrein, zuivering en lozing van afvalwater en hemelwater, voor zover dit niet kan worden hergebruikt.

Als gecreosoteerd hout wordt nabehandeld met stoom ontstaat er in plaats van een emissie naar lucht afvalwater dat mogelijk niet altijd opnieuw in het proces kan worden ingezet, maar gezuiverd moet worden. Ondanks de hoge te behalen rendementen (voor Fluorantheen 95-99% en voor Naftaleen 65-70%, voor Benzo(a)pyreen 85-95%: Berbee, 1992; Sloof et al, 1989) neemt hierdoor de emissie naar water toe in plaats van af. In dit maatregelpakket is conform SPEED (van Campen et al, 1991) voor PAK's met een kookpunt hoger dan 300°C aangenomen dat door een afname van de diffusie bij zwaardere olie de emissiefactoren naar lucht hierdoor zullen halveren voor fluorantheen en fenantheen en dat de absolute emissiereductie wordt verplaatst naar het afvalwater. Voor de meer vluchtige PAK zoals naftaleen wordt uitgegaan van een reductie van (tenminste) 90%, hoofdzakelijk veroorzaakt door vermindering van de input.

**Maatregelpakket 2: verwachting voor toekomst**

gefractioneerde olie, geen nabehandeling nodig en/of volledig hergebruik van afvalwater

Bij dit alternatief wordt verondersteld dat geen extra afvalwater ontstaat dat niet kan worden hergebruikt en dat de uitloging bij opslag extra beperkt kan worden (Boonstra et al, 1991).

Voorts wordt aangenomen dat voor componenten met een kookpunt tussen de 300 en 400C de diffusie zo sterk afneemt dat voor deze componenten een reductie van 90% gerealiseerd wordt, e.e.a. conform de inschattingen van SKH en de bedrijfstak.

Voor beide maatregelpakketten geldt dat de emissies naar water voor de zware metalen gelden alleen voor gemengde bedrijven. In bedrijven die alleen met zouten impregneren kunnen de emissiefactoren tot 0 gereduceerd worden.

Tabel 5.1. Emissiefactoren na maatregelen (Van Campen et al., 1991; CUWVO VI, 1991; VROM, 1992; Boonstra et al., 1991)

Emissiefactoren na maatregelen	Input (kg/m <sup>3</sup> hout)	Lucht (kg/m <sup>3</sup> hout)		Water (mg/m <sup>3</sup> hout)	
		1	2	1	2
Maatregelpakket					
Verbruik creosootolie	40				
Totaal VOS<300	<2	0,7	0,7		
Naftaleen	<0,8	0,3	0,3		
Fluorantheen	10	0,07	0,01	2000	20
<b>IMPREGNEREN MET ZOUTEN</b>					
Cu	0,6			13	1,3
As	0,8			1	0,1
Cr	1			60	6

**Verandering van energieverbruik na maatregelen:**

Bij gebruik gefractioneerde olie stijgt het energieverbruik, omdat bij hogere temperaturen geïmpregneerd moet worden.

**6. ONDERZOEK NAAR SCHONE PROCESSEN**

Er zijn plannen om onderzoek te laten verrichten naar verdergaande PAK-emissie-reducties na 1994, bijvoorbeeld naar de mogelijkheid om door toevoeging van additieven tot reductie te komen t.o.v. 1985.



#### Emulgatietechniek:

In twee subsidieprojecten wordt onderzoek verricht naar mogelijkheden voor toepassing van een emulsie van de middenfractie van steenkoolteerolie in water. Uit hout vrijkomend (afval)water zou kunnen worden hergebruikt in gesloten systeem. Toevoegen additieven als bindingsfactoren lijkt noodzakelijk. In Nieuw Zeeland is dit proces al met succes toegepast, daar gebeurt het breken van de emulsie o.i.v. zonlicht. Hier zou dat moeten gebeuren met lage druk stoom, warmte of luchtzuurstof. In geval van nieuwbouw zijn kosten vergelijkbaar met die van de meer conventionele impregneermethoden. Volgens Emultech is met deze techniek een emissiereductie van VOS mogelijk met zeker 90%.

Over de emissies naar water van deze techniek is bij RIZA nog geen informatie.

Bij toepassing van de emulgatietechniek is voor het gebruik van stoom (voor het breken van de emulsie) meer energie, voor het impregneren zelf minder energie nodig, overall energiebehoefte waarschijnlijk lager.

#### PLATO-project

Dit is een project van Shell, waarin wordt onderzocht of door verandering van de structuur van hout met een verduurzaming volstaan kan worden zonder toevoegingen te gebruiken.

Bij produkten op basis van fosfor (in Nederland nog niet toegelaten) zou het Cu-gehalte in zoutformuleringen omlaag kunnen, het Cr blijft noodzakelijk voor een goede fixatie.

In Duitsland is een discussie gaande over een overgang naar Cr-vrije middelen en zijn al koper-boor verbindingen toegelaten.

Andere middelen die in het buitenland gebruikt worden zijn o.a. propiconazole en tebuconazole.

#### Overige ontwikkelingen/alternatieve processen

- coaten van hout na verduurzaming
- plaatselijk verduurzamen (houtpil): volgens VHN geen alternatief voor professionele houtverduurzaming
- gasfase-verduurzaming
- verbetering van de impregneerbaarheid
- nieuwe verduurzamingsmiddelen/aanpassing formuleringen: doorgaand proces

#### Maatregelen door de gebruiker van gecreosoteerd hout

Bouwkundige aanpassingen, voorkomen dat hout in contact komt met water of grond, waardoor met geringere verduurzaming kan worden volstaan. Bij gebruik van duurzame houtsoorten is een minder hoge retentie nodig. Bijvoorbeeld voor dwarsliggers (spoorwegen) worden tegenwoordig met name eikenhouten dwarsliggers gebruikt, die minder creosoot/m<sup>3</sup> nodig hebben. De retentie was begin jaren 80 ca. 65 kg/m<sup>3</sup> (2.300 ton creosoot voor ca. 35.000 m<sup>3</sup> hout/jaar.) In 1988 was de retentie ca. 40 kg/m<sup>3</sup> (1 kton voor ca. 25.000 m<sup>3</sup>. (Feenstra en van der Most, 1986→IMP-water; DBW/RIZA, 1988); commentaar NS op basisdocument PAK). In bestekken e.d. worden door opdrachtgevers vaak uit gewoonte (te) hoge retentie-eisen voorgeschreven, waarbij wordt verwezen naar de in de toelatingsbeschikking vermelde retenties. Vaak is een veel lagere retentie al genoeg voor de gewenste levensduur. Door het geringere verbruik zullen ook de emissies bij de bedrijven afnemen.

## 7. NORMSTELLING EN REGELGEVING

### Bestrijdingsmiddelenwet

Voor verduurzamingsmiddelen is op grond van de Bestrijdingsmiddelenwet een toelating vereist. De minister van VROM heeft in januari 1991 aangekondigd te streven naar beëindiging van de toelating van arseenhoudende houtverduurzamingsmiddelen op een termijn van 2 tot 3 jaar. Per 1 juni 1993 zijn de toelatingen voor CCA-type A en B ingetrokken. Type C blijft wel toegestaan.

Ook zijn er plannen om de toelating voor creosoot-olie gedeeltelijk in te trekken. Criterium daarbij is dat de toegelaten olie onder normale gebruiksomstandigheden niet tot overschrijding van MTR-niveaus leidt.

### Richtlijn houtverduurzaming:

In een circulaire van het Ministerie van VROM (1992a) zijn na overleg met o.a. de VHN milieurichtlijnen voor de houtimpregneerbedrijven vastgelegd (modelvoorschriften voor met name de Hinderwet). In deze richtlijn ligt veel nadruk op voorschriften ter bescherming van de bodem. Voor waterverontreiniging wordt verwezen naar CUWVO-richtlijnen, voor luchtmissies naar KWS 2000.

Volgens de richtlijn moeten de opslagterreinen worden verhard (er zijn uitzonderingssituaties aangegeven voor opslagterreinen waar bodemverontreiniging is geconstateerd) en er zijn maximaal toelaatbare uitloognormen vastgelegd (zie tabel 7.1.). De normen die 1/1/94 ingaan, kunnen alleen met de best bestaande technologie worden gerealiseerd in samenhang met verbetering van de impregneermiddelen. De normen zijn tevens opgenomen in een uitgebreide KOMO-certificaat.

Tabel 7.1. Maximaal toelaatbare uitloging van metaalzouten en PAK uit geïmpregneerd hout, te bepalen met de doucheproef (VROM, 1992, 1992a)

Maximale uitloging (douche- proef)	Uitloogfactor ppm t.o.v.		(mg/m <sup>3</sup> hout)	
	31/12/92	31/12/93	31/12/92	31/12/93
21 TNO-PAK	60	20	7500	2500
Koper	100	50	700	350
Chroom	350	175	2450	1225
Arseen	6	3	42	21
Fluor	p.m.			
Borium	p.m.			
Zink	p.m.			

N.B. Deze normen zijn niet zonder meer vergelijkbaar met de emissiefactoren in tabel 3.1.: de emissies in de praktijk worden berekend met een rekenmodel (CUWVO, 1991)

**- KWS 2000**

De creosoteerbedrijven hebben in het kader van KWS-2000 afgesproken de emissies van VOS als gevolg van het gebruik van creosootolie terug te dringen van 850 ton in 1981 en 1990 tot 250 ton, te realiseren in september 1992 (reductie van ca 70%).

**Beleidsstandpunt PAK/Beleidsverklaring Milieutaakstelling Bouw 1995**

Hierin is het KWS 2000 percentage van 70% aangescherpt tot 90 % t.o.v. 1985 naar alle compartimenten. De VHN heeft in haar actieplan deze reductie reeds toegezegd te realiseren uiterlijk 1-7-1994. Doelstelling is voorts de emissies van PAK na 1994 verder te reduceren tot 99% reductie t.o.v. 1985.

**- CUWVO-richtlijnen**

In de nieuwe CUWVO-richtlijnen wordt aanbevolen de lozing van verontreinigd hemelwater afkomstig van zoutimpregneerbedrijven niet toe te staan, aangezien dit in principe geheel kan worden hergebruikt. Bij een gemengd bedrijf moet het hemelwater afkomstig van het opslagterrein met gecreosoteerd hout primair gebruikt te worden voor het aanmaken van proceswater voor de zoutimpregnering. Het eventueel resterende met zouten verontreinigd hemelwater kan op het riool geloosd worden. Bij een creosoteerbedrijf moet het hemelwater geloosd worden, bij een vracht van > 3,5 kg TNO-PAK per jaar na zuivering met eenvoudige technieken als zandfiltratie of actief koolfiltratie. Bij een vracht van > 10kg TNO-PAK/jaar en/of bij toepassing van conventionele impregneertechnologie wordt aanbevolen het hemelwater biologisch te reinigen.

**- Afvalstoffen:**

Het impregneren van hout is een van de processen die worden genoemd in de lijst van processen van het Stoffen en processenbesluit WCA.

**- Handhaving en controle**

In 1987 en 1991 zijn alle bedrijven gecontroleerd op naleving van de Bestrijdingsmiddelenwet (VROM, 1992b). Tevens werd in 1987 de kwaliteit van de Hinderwetvergunning en de naleving van de Hinderweteisen gecontroleerd. De uitkomsten van dit onderzoek leidden tot het opstellen van de bovengenoemde milieurichtlijnen. De uitkomst van de controle van 1991 was dat de milieuhygiënische situatie op de bedrijfsterreinen nog niet veel verbeterd was t.o.v. 1987.

## 8. REFERENTIES

- Anthonissen, I.H., H.J. Bremmer, P.J. Meijer, B.L. van der Ven en S.F. van der Weide (1985)  
 Inventarisatie van kleine hoeveelheden (<20 ton/jaar) chemisch afval en probleemstoffen naar soorten en bronnen van ontstaan  
 RIVM rapportnr. 851901001
- Berbee (1989)  
 Onderzoek naar uitloging in oppervlaktewater van PAK en koper, chroom, arseen uit geïmpregneerd hout  
 DBW/RIZA notanr. 89.049
- Betts, W.D. (1990)  
 Information about coal-tar creosote for wood preservation, International tar conference
- Boonstra et al. (1991)  
 Evaluatie van onderzoek naar de uitloogkarakteristieken van verduurzaamd hout  
 TNO-BOUW rapport nr B-91-0082
- Campen, A.L.B.M. van, C.H.A. Quarles van Ufford, R.P.M. Berbee, L.A.M. Luijten en M.J.C. Schwartz (ed.) (1991)  
 PAK in oppervlaktewater: bronnen en maatregelen  
 SPEED werkplan 1. DGM, RIVM, RIZA
- Coppoolse, J., F. van Bentum, M.J.C. Schwartz, J.A. Annema en C.H.A. Quarles van Ufford (1993)  
 SPEED-document zware metalen  
 Rijkswaterstaat/RIZA, VROM/DGM en RIVM  
 RIVM-notanr. 773003001, RIZA-notanr. 93.012
- CUWVO-VI (1992)  
 Hemelwaterproblematiek bij houtimpregneerbedrijven (aanvullende nota)
- Kuijvenhoven, L.J. (1988)  
 Milieuvriendelijke methode voor het creosoteren van hout. Land+water-nu nr 9  
 KWS 2000: vergaderstukken werkgroep houtverduurzaming
- Lewis, D.A. (1992)  
 Een milieuperspectief van CCA type C behandeld hout, Hickson Garant B.V.
- Lutikhuis, A.J.F. (1989)  
 Sanering van verontreinigd hemelwater bij een houtimpregneerbedrijf  
 H2O 1989/1
- Mensink, A.J.M., C.H.A. Quarles van Ufford en J.M.M. Veeken (1988)  
 Naar een preventief milieubeleid; Onderzoek naar belemmeringen en mogelijkheden voor preventie bij de houtconserverings- en galvanische industrie  
 Nijmeegse milieukundige studies nr.1. KU Nijmegen
- Ministerie van VROM (1992a)  
 Circulaire betreffende werkprogramma milieumaatregelen bij houtimpregneerbedrijven  
 IBP 03392001, mei 1992
- Ministerie van VROM, Hoofdinspectie van de Volksgezondheid voor de Hygiëne van het Milieu, Hoofdafdeling Handhaving Milieuwetgeving (1992b)  
 Vijf jaar toezicht niet-land bouwbestrijdingsmiddelen. Het resultaat van het sanerings project 'niet-landbouw' bestrijdingsmiddelen

SKH Rapport (concept september 1992, vertrouwelijk)

Rapportcode 2385/JD/sd in opdracht van de VHN, samenvatting  
Slooff, W. et al. (1990)

Basisdocument arseen, RIVM-rapportnr. 758701002, Bilthoven  
Slooff, W. et al. (1989a)

Basisdocument chroom, RIVM-rapportnr. 758701001, Bilthoven  
Slooff, W. et al. (1989b)

Basisdocument PAK, RIVM-rapportnr. 758474007, Bilthoven  
TEBODIN (1985)

Bedrijfstakgewijze milieustudie houtimpregneeractiviteiten  
Oriënterend onderzoek in opdracht van EZ en VROM  
TNO (1987)

Uitloogkarakteristieken van verduurzaamd hout in de opslagfase  
rapport nr HI 87.1178

**Bijlage 1: Gebruikte afkortingen**

SKH: Stichting Keuringsbureau Hout (postbus 50, 1270 AB Huizen tel. 02152-67837).

VHN: Vereniging van Houtimpregneerinstallaties in Nederland

WEI: West-Europees Instituut voor Houtverduurzaming

VVVF-NBH: Vereniging van Verf en Drukinktfabrikanten, afdeling houtverduurzamingsmiddelen NBH

**Bijlage 2: Regionale verdeling industriële houtverduurzaming**

Locatie	Aantal bedrijven met vacuüm druk in 1992 (VHN)	Locatie creosoteerbedrijven (KWS 2000)
Groningen, Friesland, Drenthe	4	Harlingen
Overijssel	5	Kampen, Dalfsen
Gelderland	5	Lochem, Eerbeek (Nijmegen t/m 1990)
Utrecht	-	
Noord-Holland	3	Zaandam
Zuid-Holland	4	Dordrecht
Zeeland	4	
Noord-Brabant	5	Schijndel, 's-Gravenmoer
Limburg	7	

