

SVENSKA TRÄSKYDDSSINSTITUTET

SWEDISH WOOD PRESERVATION INSTITUTE

Meddelanden

Reports

Nr 162

1990

---

ISSN 0346-7090

# Sanering av kreosotkontaminerad mark

En kunskapssammanställning

Per-Olof Seman och Rolf Svedberg

---

STOCKHOLM 1990

# SVENSKA TRÄSKYDDSinSTITUTET

## SANERING AV KREOSOTKONTAMINERAD MARK - EN KUNSKAPS-SAMMANSTÄLLNING

### INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>Sid</u>	
1	INLEDNING	1
1.1	Allmänt	1
1.2	Avgränsningar	1
1.3	Informationssökning	1
2	ALLMÄNT	3
2.1	Användning av kreosot	3
2.2	Kreosotimpregnering - förr och nu	3
2.3	Kemisk sammansättning och fysikaliska egenskaper	5
2.4	Analysmetoder	7
2.5	Tillverkning av kreosot	8
2.6	Kreosotförorening vid gasverk	9
3	MILJÖEFFEKTER	10
3.1	Allmänt	10
3.2	Arbetsmiljö	10
3.3	Miljöeffekter på grund av kreosotförorenad mark och grundvatten	10
3.3.1	Effekter på människan	10
3.4	Miljöeffekter på grund av användning av kreosotimpregnerat material	11
3.4.1	Förorening av vatten	11
3.4.2	Förorening av jord	11
3.4.3	Effekter på djur	11
3.4.4	Användning av begagnat impregnerat material	12
3.5	Kreosotföroreningar i Sverige och utomlands	12
3.6	Spridning av PAH och kreosot	21
3.6.1	Allmänt	21
3.6.2	Spridning i mark och grundvatten	21
3.6.3	Spridning från flodsediment eller direktutsläpp i flod	24
3.6.4	Spridning från vatten och sediment till biodata	25
3.7	Nedbrytning av kreosot	25
3.7.1	Allmänt	25
3.7.2	Nedbrytning i mark	25
3.7.3	Nedbrytning i grundvatten	26

	<u>Sid</u>	
4	SANERINGS- OCH RENINGSMETODER	28
4.1	Allmänt	28
4.2	Sanering vid nedlagda impregneringsverk	28
4.3	Uppgrävning m m	33
4.4	Omhändertagande av avfall	33
5	SAMMANFATTANDE UTVÄRDERING	35
6	REKOMMENDATIONER	37
6.1	Allmänt	37
6.2	Områden för fortsatt forskning	37
6.2.1	Kreosotens fastläggning/nedbrytning i mark	37
6.2.2	Hälsoeffekter vid exponering av kreosothaltig kord	37
6.2.3	Betydelsen av grundvattenförorening i Sverige	38
6.2.4	Kombinationseffektet - kreosot och andras	38
6.2.5	Saneringsåtgärders effektivitet	38
6.2.6	Miljöproblem i samband med saneringsarbeten	38
6.2.7	Omhändertagande av avfall	38
6.2.8	Samband mellan olika miljöeffekter och exponering	38
6.3	Plan för undersökningar av kreosotförorenad mark	38
	REFERENSER	40

## SVENSKA TRÄSKYDDSinSTITUTET

### 1 INLEDNING

#### 1.1 Allmänt

Problem med kreosotkontaminerad mark har på senare tid blivit alltmer uppmärksammade. För att skapa en grund för bedömningar av miljöeffekter och möjliga saneringsmetoder har Statens Naturvårdsverk och Svenska Träskyddsinstitutet överenskommit att arbeta fram en kunskapssammanställning. Svenska Träskyddsinstitutet har sedermera uppdragit åt VIAK AB att genomföra det aktuella arbetet, som presenteras i det följande. Litteratursökning och -sammanställning har utförts av Rolf Svedberg. Per Olof Seman har slutfört rapporteringen och svarat för redaktionell bearbetning.

#### 1.2 Avgränsningar

Tyngdpunkten i arbetet med föreliggande kunskapssammanställning har lagts vid kreosotföreningars inverkan på den **yttre miljön**. Härvid har stor vikt lagts vid information rörande konstaterade skador och uppgifter om självläkningsprocesser. Vidare har information beträffande åtgärder - metodik, kravnivåer, kostnader m m - prioriterats. Slutligen har i den sammanfattande utvärderingen identifierats kunskapsluckor vad gäller möjligheterna till en korrekt bedömning av miljöriskerna med kreosotförorenad mark. Dessa avgränsningar innebär att information rörande tillverkning, impregneringsrutiner, analysmetodik, toxiska egenskaper samt arbetsmiljö har behandlats mer summariskt. Hänvisningar till specialsammanställningar inom nämnda områden görs dock.

#### 1.3 Informationssökning

Framtagningen av information har i huvudsak följt två linjer, nämligen datasökning hos Informations- och dokumentationscentralen vid Kungl Tekniska Högskolans bibliotek samt kontakter med myndigheter, organisationer, företag etc.

## **Datasökning**

Sökning har genomförts i följande databaser:

Chemical Abstracts  
Quest Cluster Search  
Environline  
Pollution  
Cisdoc  
ASFA  
Georef

Dessa sökningar har resulterat i omkring 200 referenser. Efter genomgång av sammanfattningar har dubletter och sådana referenser som bedömts sakna relevans i sammanhanget sorterats bort. För återstoden - omkring 60 stycken - har motsvarande arbete tagits fram och bearbetats för att skapa ett underlag för denna kunskapssammanställning. Referenserna hänvisas till genom numrering, t ex (1).

## **Kontakter**

Ett antal myndigheter, organisationer och företag har kontaktats för att hämta in ytterligare information, särskilt sådan information som inte kan nås genom sedvanlig datasökning.

Följande har kontaktats:

Statens naturvårdsverk  
Svenska Träskyddsinstitutet  
Samtliga länsstyrelser  
Arbetsmiljöinstitutet  
Företrädare för branschen, internationellt  
Banverket  
Stockholms Fastighetskontor, Geobyran

## 2 ALLMÄNT

Kreosot är en mycket komplex, oljeliknande blandning av organiska föreningar, företrädesvis aromater och polyaromater. Kreosot har stark lukt - vilket ofta tillskrivs naftaleninnehållet - och är till färgen alltifrån i gul till mer eller mindre svart. Innehåll av fasta organiska föreningar förekommer också.

Kreosotolja för träimpregnering framställs genom destillation av stenkoltjära - en biprodukt vid framställning av koks ur stenkol. Den fraktion, som har kokpunkten mellan 200°C - 300°C utgörs av kreosot.

Kreosot kan också framställas genom destillation av träkolstjära. Denna kreosot har helt annan sammansättning och användning, exempelvis inom medicinen som antiseptica och hostsirap.

Kreosot bildas också vid vedeldning, varvid kreosoten tenderar att klibba fast i skorstenskanalerna (47).

### 2.1 Användning av kreosot

Huvudanvändningen - mer än 90 procent - av kreosot är som impregneringsmedel. Dessutom förekommer användning som herbicid, fungicid, desinfektion samt insekticid (52).

I USA beräknas att högst 2 procent används för annat än träimpregnering. I Sverige förekommer ingen användning utöver träimpregnering.

Världsproduktionen av kreosot uppgår till omkring en miljon ton per år (52).

I Sverige har enligt beräkningar (Svenska Träskyddsinstitutet) ca 500 000 ton kreosot förbrukats vid träimpregnering under perioden 1900 - 1986. För närvarande uppgår den svenska förbrukningen till omkring 3 200 ton per år.

### 2.2 Kreosotimpregnering - förr och nu

Användningen av kreosot för impregneringsändmål finns dokumenterad sedan flera hundra år tillbaka.

En mer vetenskapligt grundad och systematisk användning har förekommit sedan mitten av 1800-talet.

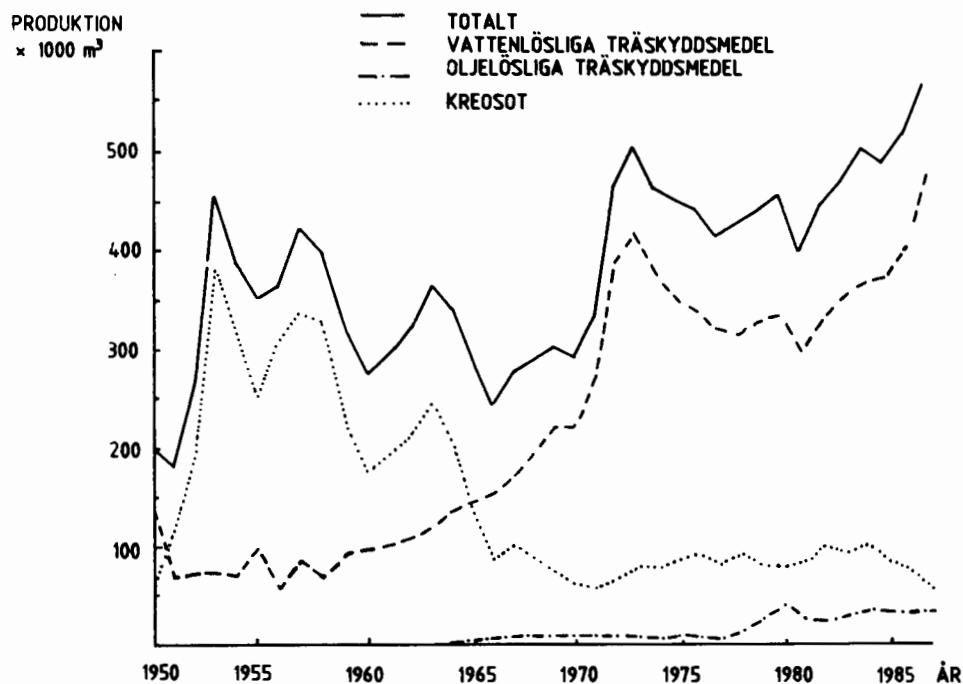
I Sverige har impregnering med kreosot förekommit sedan 1899, då Statens Järnvägar började impregnera sliprar i Eslöv. Fram till 1987 har SJ bedrivit kreosotimpregnering på ett trettio-tal platser i landet med hjälp av två mobila impregneringsanläggningar. Från och med 1987 bedrivs impregnering vid en fast anläggning i Nässjö (62).

Statens Vattenfallsverk startade impregneringsverksamhet i Åsbro under 1930-talet. Denna anläggning är fortfarande i drift.

Televerket har inte bedrivit kreosotimpregnering i egen regi utan använt sig av förhyrda anläggningar eller köpt kreosotimpregnerade stolpar.

Kreosotimpregnering bedrivs också av Södra Skogsägarna samt av Svenska Träimpregnerings AB Suecia på fyra platser.

I figur 1 (63) redovisas produktionen av impregnerat trä i Sverige 1950 - 1987



Figur 1 Produktion av impregnerat trä 1950-1987 fördelat på träskyddsmedelstyp, m<sup>3</sup>

En sammanställning av olika uppgifter om de impregneringsanläggningar, som nu är i drift, redovisas i Tabell 1.

Tabell 1 - Kreosotimpregneringsanläggningar i Sverige

	<u>Ungefärlig produktion, m<sup>3</sup></u>	
	1987	1988
<b>Stab Suecia</b>		
Ludvika	10 000	9 000
Söderhamn	7 000	8 000
Nyland <sup>2)</sup>	4 000	2 000
Södra Vi	8 000	10 000
Otterbäcken <sup>1)</sup>		3 000
<b>Södra Skogsägarna</b>		
Hultsfred <sup>2)</sup>	10 000	9 000
<b>Vattenfall</b>		
Åsbro	7 000	4 000
<b>Banverket</b>		
Nässjö	5 000	12 000

1) Nedlagd under 1988

2) Nedläggning under 1989

Den totala produktionen vid anläggningarna uppgår således till omkring 55 000 m<sup>3</sup> per år. Flera av impregneringsanläggningarna i Tabell 1 använder även vattenlösliga träskyddsmedel. Det är dock endast kreosotvolymen som redovisas i tabellen.

En beskrivning av modern impregneringsteknik och föreskrivna skyddsanordningar redovisar ett kanadensiskt arbete "Creosote Wood Preservation Facilities" (38).


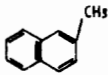

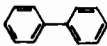

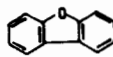
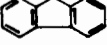

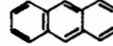
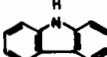
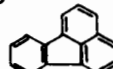

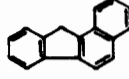
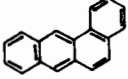
### 2.3 Kemisk sammansättning och fysikaliska egenskaper

Genom utveckling av analysmetoder (se nedan punkt 2.4) har alltför olika kemiska föreningar identifierats i kreosot för att nu uppgå till närmare 350 föreningar.



De vanligaste föreningarna - oftast anges 18 stycken - framgår av Tabell 2 nedan.

Tabell 2 - Vanliga föreningar i kresot

Nr	Förening	Andel i kresot %	Kokpunkt °C	Frys punkt °C	Strukturformel	Molekylvikt
1	Naftalen	3,0	218	80,55		128,2
2	2-Metylnaftalen	1,2	241,05	24,58		142,2
3	1-Metylnaftalen	,9	244,64	-22		142,2
4	Bifenyl	,8	255,9	71		154,2
5	Dimetylnaftalener	2,0	268	7,66, 105	— — —	156,2
6	Acenaften	9,0	279	96,2		156,2
7	Dibensofuran	5,0	287	86-87		168,2
8	Fluoren	10,0	293-295	116-117		166,2
9	Metylflourener	3,0	318	46-47	— — —	180,2
10	Fenantren	21,0	340	101		178,2
11	Antracenen	2,0	340	216,2-0,4		178,2
12	Karbasol	2,0	355	247-248		167,2
13	Metylfenantrener	3,0	354-355	65-123	— — —	192,2
14	Metylantracener	4,0	360	81,5-209,5	— — —	192,2
15	Flouranten	10,0	382	111		202,3
16	Pyren	8,5	393	156		202,3
17	Bensoflourener	2,0	413	189-190		216,3
18	Krysen	3,0	448	255-256		228,3

Från: Handbook of Chemistry and Physics, 1971-72, 52nd ed., Chemical Rubber Publishing Co, Cleveland, Ohio

Dessa ämnen, polyaromatiska kolväten, utgör 90 procent eller mer av kresoten. Flertalet av dessa ämnen har begränsad löslighet i vatten.

I kresot ingår också - vanligen 3 - 4 procent - sura föreningar som är lösliga i vatten. Hit hör fenoler och kresoler.

Sundström et al, 1986 (38), redovisar i detalj sammansättningar hos kresot.

I Tabell 3 redovisas fysikaliska egenskaper enligt American Wood Preservers' Associations specification (10).

Tabell 3 - Kreosots fysikaliska egenskaper

	Typ A	Typ B
Koltjärekreosot	100%	100%
Densitet (g/ml)	1,01-1,15	1,02-1,15
Vattenhalt (Vol-%)	≤1	≤1
Kristallisationspunkt °C	≤23	≤23
Syrainnehåll %	≤3	≤3
Kokpunktsanalys		
Destillat <235°C	≤10	≤20
Destillat <300°C	20-40	40-60
Destillat <355°C	55-75	70-90

#### 2.4 Analysmetoder

Utvecklingen inom analysområdet har medfört att fler och fler kemiska föreningar har kunnat identifieras och allt lägre halter har kunnat bestämmas i biota, jord, sediment, vatten etc.

De analysmetoder som förekommer är gaskromatografi (45), högupplösande gaskromatografi i kombination med masspektroskopi (61).

I vissa sammanhang, t ex för biota, förekommer gas- och vätskekromatografi i kombination.

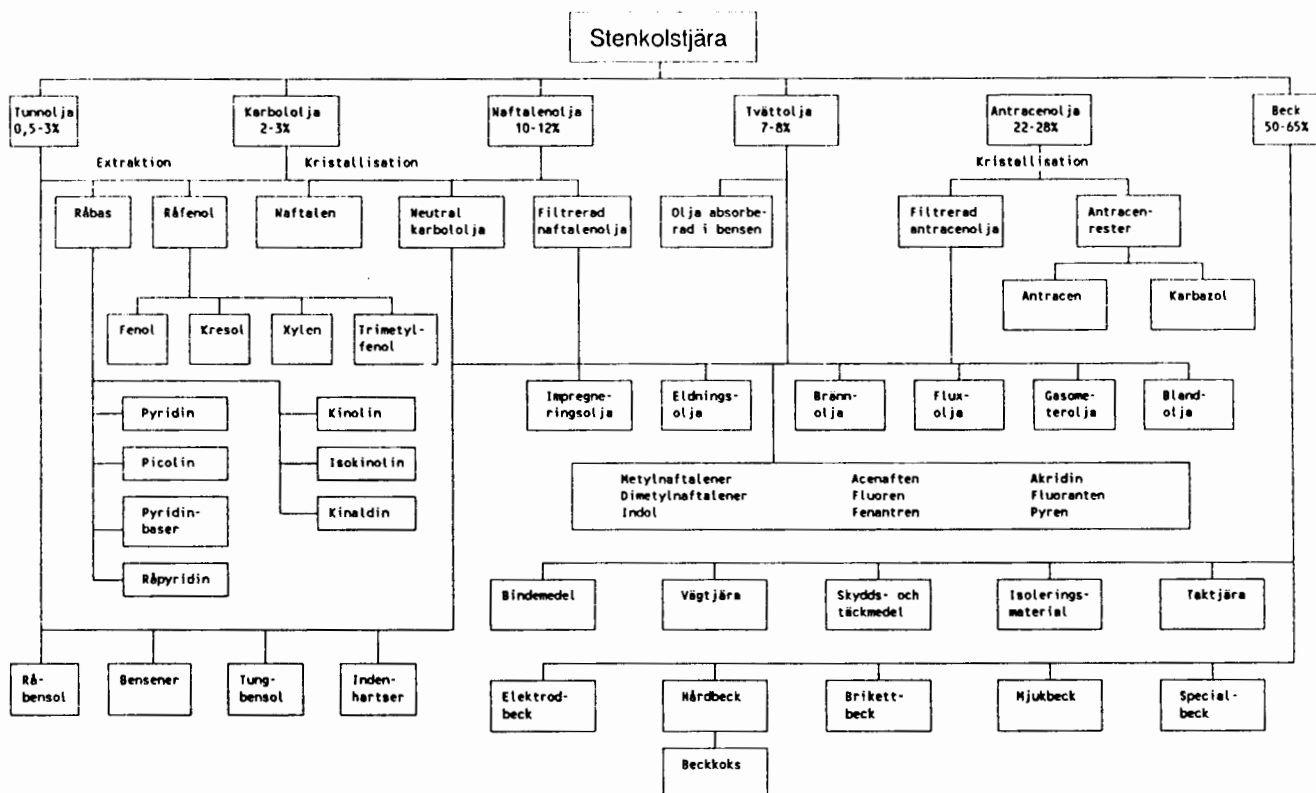
Det kan sammanfattningsvis konstateras att nuvarande analysmetoder medger bestämningar av enskilda ämnen på mycket låga nivåer och att analysmöjligheterna därigenom inte innebär en begränsande faktor när det gäller bedömning av miljöproblem i samband med användning av kreosot.

Statens naturvårdsverk (53) anger gaskromatografi/flamjonisationsdetektor med bestämning av nio definierade aromatiska komponenter för att bestämma kreosothalten. Dessa är naftalen, 2-metylnaftalen, 1-metylnaftalen, dibensofuran, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten och pyren. Metoden, kompletterad med acenaften, används även av Vattenvårdslaboratoriet (VVL).

## 2.5 Tillverkning av kresot

Vid kokning av bituminösa kol uppkommer en tjära - stenkoltjära- som sedan underkastas destillation. Därvid delas stenkoltjäran upp i tre huvudprodukter, nämligen den lätta oljan med kokpunkten under 150°C, mellanfraktionen med kokpunkter mellan 150 - 350°C, samt ett bottenuttag som består av beck. Mellanfraktionen kallas för kresot. I figur 2 nedan redovisas schematiskt hur stenkoltjära kan delas upp i olika ämnen eller ämnesgrupper.

Figur 2 - Schema för upparbetning av stenkoltjära



Innehållet i den kresot som används vid impregnering varierar inom tämligen vida gränser beroende på typ av kol samt eventuella tillsatser - exempelvis naftalen - som görs för att få fram kresot med olika egenskaper beroende på var det impregnerade virket skall användas.

## 2.6 Kreosotförorening vid gasverk

Kreosotförorening av mark och vatten har konstaterats vid anläggningar för produktion av stads-gas ur kol. I dessa fall består föroreningarna även av andra ämnen - exempelvis cyanid och tung-metaller - som normalt inte förekommer vid kreosotförorening i samband med impregneringsverk-samhet.

### 3 MILJÖEFFEKTER

Kreosotens inverkan på den yttre miljön har blivit föremål för en mängd studier. Inledningsvis ges här en allmän översikt (Sundström et al 1986) av olika biologiska effekter. Redovisningen inriktas därefter på praktiska fall där typ och omfattning av konstaterade och befarade miljöstörningar diskuteras.

#### 3.1 Allmänt

Som visats i föregående avsnitt är kreosot en komplex blandning av organiska ämnen. Det har visats i många studier att kreosotens komponenter är biologiskt aktiva, relativt stabila och i många fall toxiska för levande organismer.

#### 3.2 Arbetsmiljö

Kreosotens inverkan på människan har studerats med yrkesmässig exponering som grund. Nordiska expertgruppen för gränsvärdesdokumentation har nyligen publicerat en genomgång och sammanfattning av litteraturen inom detta område (40). Där dokumenteras att exponering för kreosot kan ge upphov till fototoxiska effekter, missfärgning av hud, vårtbildning, skador på hornhinnan och carcinoma i huden. Eftersom kreosoten dels innehåller såväl dokumenterade som befarade carcinogener och dels givit upphov till hudcancer på försöksdjur utgör risken för cancer basen för diskussion rörande gränsvärden m m.

Inga fall av cancer hos människa till följd av kreosotexponering har dock rapporterats. Undersökningar i Tyskland och i Norge (58) visar inga kroniska sjukdomar respektive ingen förhöjd sjuklighet i cancersjukdomar.

Bowman (16) rapporterar en akut kreosotförgiftning med dödlig utgång. Personen hade druckit omkring en liter kreosot.

#### 3.3 Miljöeffekter på grund av kreosotförorenad mark och grundvatten

##### 3.3.1 Effekter på människan

Direkta effekter på människor till följd av omgivningsexponering från kreosotförorenad jord eller vatten har ej rapporterats.

I anslutning till en nedlagd industri i Minnesota med destillering av stenkolstjära och träimpregnering upptäcktes höga halter PAH i dricksvattnet (20). Halterna överskred i många fall WHO:s normer för dricksvattenkvalitet, 0,2 µg/l. En epidemiologisk studie visade ingen ökad cancersjuklighet

jämfört med en kontrollgrupp. Ett undantag utgjorde bröstcancer. Det bedömdes emellertid icke troligt att denna förhöjning berodde på dricksvattenföroreningen. Ett sådant samband kan dock inte helt uteslutas. De kontaminerade dricksvattenbrunnarna har stängts.

### 3.4 Miljöeffekter på grund av användning av kreosotimpregnerat material

#### 3.4.1 Förorening av vatten

Studier av utlakning av PAH-föreningar från impregnerat trä i söt- och saltvatten (36) visar på försämrade halter. Utlakningen i sötvatten är högre, cirka 50 procent, än i saltvatten.

De ämnen som utlakats bryts relativt snabbt ned på kemisk eller biologisk väg (10).

Vattenlösliga fenoler kan lösas ut om impregnerat virke placeras i vattenmiljö. Detta kan leda till försämrade smak på vattnet (35).

#### 3.4.2 Förorening av jord

Inverkan på mark av impregnerat virke anses liten. Dock kan mindre mängder kreosotprodukter lämna träet genom lakning, utsöndring etc (35, 58). En stark bindning sker i markskiktet. Undersökningar runt stolpar visar också att halter av kreosotämnen avtog snabbt med avståndet från stolpen. Det har förmodats att mikroorganismer brutit ner ämnena genom mikrobiell oxidation.

#### 3.4.3 Effekter på djur

Normalt innebär kontakt med kreosotimpregnerat virke inga problem för djur. Djurens luktsinne gör att de undviker kreosot. Inte heller visar erfarenheter att impregnerade behållare för foder utgör något problem. Nyimpregnerat virke bör dock undvikas för att minska risken för smakproblem.

En studie från Nya Zeeland (34) visar att den akuta dödliga dosen för får och kalvar låg i intervallet 4 - 6 g/kg kroppsvikt. Upprepad daglig dos av 0,5 g/kg kroppsvikt tolererades av får men det dubbla förorsakade död. För kalvar uppges 0,5 g/kg dagligen vara dödlig dos.

#### 3.4.4 Användning av begagnat impregnerat material

Ett vanlig sätt att ta hand om begagnade stolpar och sliprar är användning i trädgårdar m m.

I en tysk undersökning (49) redovisas resultat från analyser av kvarvarande kreosot i använda sliprar som använts vid lekplatser etc. Analysen visar att ett antal carcinogener och cocarcinogener finns kvar i träet.

Den största risken bedöms dock vara allergiska reaktioner vid direktkontakt och för mindre barn kan intag via fingrarna i mag-tarmkanalen utgöra en viss risk.

Västtyska hälsovårdsmyndigheter har med anledning härav beslutat rekommendera att undvika användandet av förbrukade sliprar till allmänna lekplatser. Inga rekommendationer har lämnats vad gäller privat användning i trädgårdar etc.

#### 3.5 Kreosotföreningar i Sverige och utomlands

Kreosotföreningensproblem i Sverige har sitt ursprung i impregneringsanläggningar, gamla gas- och koksverk samt avfallsdeponier med kreosothaltigt avfall.

Kvittblivning av nu uppkommande avfall diskuteras under avsnitt 4. I detta avsnitt sammanfattas och redovisas tillgänglig information om varje anläggning.

##### **Otterbäcksviken**

Vid Otterbäcksviken ligger en träimpregneringsanläggning (39).

I samband med muddringsarbeten hösten 1982 påträffades en svart oljeliknande produkt med stark lukt och som gav upphov till en oljefilm på vattenytan.

Detta gav upphov till en undersökning som utfördes av IVL (39). I Otterbäcksvikens sediment konstaterades förhöjda PAH-halter i intervallet 100 - 2000 mg/kg. Ytan av detta område uppgick till 0,25 km<sup>2</sup>. De högsta halterna fanns i hamnbassängens innersta del. Sammansättningen av olika PAH-föreningar stämmer väl överens med motsvarande för kreosot.

För att ge underlag för bedömning av de funna resultaten utfördes studier av sedimentläckage på laboratoriet. Läckagevattnet underkastades MICROTOX-test, där toxiciteten bestäms via inverkan på mikroorganismer. Resultaten visar att EC<sub>50</sub>, dvs letal dos för 50% av organismerna, erhålles vid halter som ligger på 30-50% av de som finns i läckagevattnet. Toxiciteten måste betraktas som hög, av samma storleksordning som för ren kreosot.

Vidare utfördes en bottenfaunaundersökning som visade att någon tydlig påverkan av kreosotspill på bottenfaunans sammansättning eller numerär inte har kunnat påvisas i Otterbäcksviken. Detta resultat indikerar att den bästa åtgärden är att låta det förorenade sedimentet kvarligga och förhindra att överytan eroderas, t ex genom övertäckning.

Provfiske har utförts på tre lokaler i viken. Resultaten visar fiskförekomst i hela viken. Fisk som utplacerats i burar i Otterbäcksviken nära muddringplatsen under arbetet hade enligt en smakpanel tydlig smak och lukt.

### **Vislanda**

I Vislanda har Södra Skogsägarna bedrivit impregneringsverksamhet från år 1945 till år 1968 (17). Som impregneringsmedel användes arsenikhaltiga salter fram till år 1951 och därefter kreosot.

Efter omfattande undersökningar av grundvattenförhållanden - några markstudier har ej utförts - konstateras att både arsenik- och kreosotförorening förekommer inom fabriksområdet. Halter av någon betydelse, omkring 0,1 - 0,15 mg/l för arsenik och 0,5 - 1,5 mg/l kreosot, har endast konstaterats i ett litet dike som även vid högvatten har obetydlig vattenföring.

I en provgröp har dock uppmätts 290 mg arsenik/l och i en annan 300 mg kreosot/l.

Länsstyrelsen har med anledning av resultaten beslutat att:

- 1 Anordningar i anslutning till själva impregneringen skrotas och i marken nedsänkt behållare för impregneringslösning fylles med sand eller annat inert material.
- 2 Lagrade massor och vätskor som upptagits ur diket, bortforslas från området.
- 3 Vattnet i bäcken som avvattnar området analyseras tills vidare fyra gånger per år med avseende på arsenik, fenol och kreosot. Vid provtagningen uppskattas vattenföringen.

Länsstyrelsen förutsatte att kommunen vidtar erforderliga planmässiga åtgärder för att förhindra byggande eller bearbetning av de kontaminerade området mellan spåren. Området hade tidigare inhägnats.

### **Grimstorp, Nässjö**

Naturvårdsverket har analyserat ett antal jordprover från en nedlagd impregneringsanläggning i Grimstorp utanför Nässjö (53). Analyserna utfördes med gaskromatografi och tunnskiktskromatografi och resultaten redovisas i Tabell 4.



Tabell 4 - Ungefärlig halt kreosotrester i jord- och sedimentprover från ett nedlagt impregneringsverk i Grimstorp, Nässjö kommun.

Provbeteckning	Kreosothalt mg/kg våtvikt	
	GC/FID 1)	TLC/Fluor 2)
Ytprov cistern (U84-10)*	3 400	33 000
Bottenslam, bäck (U84-11)	<5	70
Djup 50 cm, cistern (U84-12)	3 900	10 000
Ytprov, upplagsplats (U84-13)	2 200	11 000
Djup 50 cm, upplagsplats (U84-14)	500	1 000

\* SNVs beteckning

1) gaskromatografisk analys med flamjonisationsdetektor

2) tunnskiktskromatografri/fluorescensdetektion

Höga halter kreosot förekommer i marken vid både impregneringsplatsen och upplagsplatsen.

De redovisade resultaten stämmer väl med vad som framkommit på andra håll, exempelvis Vansbro (9) och Krylbo (62).

### Vansbro

I Vansbro har SJ bedrivit impregneringsverksamhet under åren 1911-1958 (9). Kreosotförekomst har lokaliserats till olika typer av områden. Dessa är landområdet, strandzonen och vattenområdet.

Kreosot har konstaterats i jordlagret på ett flertal platser, huvudsakligen i anslutning till impregneringsanläggningen samt längs med avloppsledningen till Långviken. Det samlade materialet är inte tillräckligt omfattande för att ligga till grund för en saneringsplan. Grundvattnet bör provtas i och utanför området och analyseras på fenol och PAH för att klargöra eventuell påverkan. Dock visar en tidigare mycket omfattande grundvattenundersökning, som utfördes av SJ 1962, ingen transport av kreosot till grundvattnet.

När det gäller strandzonen konstateras relativt riklig kreosotförekomst 20 m på vardera sidan av avloppsrörets mynning. Kreosot förekommer i sedimentprofilen till 1,3 m djup.

Vad slutligen avser vattenområdet visar studier att ett område av 40 000 m<sup>2</sup> är påverkat. Kreosot finns i allmänhet ner till 1 m djup i sedimentet där ett tätare siltskikt tar vid. Tre mindre områden med en sammanlagd yta av 5 400 m<sup>2</sup> har halter högre än 0.2 g kreosot/kg (torrvikt). Inom dessa områden finns 98,5% av kreosotmängden.

Studier av PAH-halt i kräftor från Vanån har utförts. Halterna är låga, betydligt lägre än halter i grönsaker som odlats intill starkt trafikerade vägar. Halterna i vanlig rökt fisk är cirka fem gånger högre än halterna i kräftor från Vanån.

Det har beslutats att saneringsåtgärder skall genomföras enligt följande:

- Bortgrävning av den gamla avloppsledningen
- Upptagning av sediment i strandzon
- Upptagning av sediment i Långviken

Saneringsarbetet är i huvudsak avslutat. Det uppgrävda slammet förvaras i provisoriska bassänger i väntan på ett slutligt omhändertagande.

För närvarande pågår en studie för att klarlägga i vilken omfattning och med vilken hastighet kreosot kan brytas ned genom mikrobiell aktivitet. Se vidare punkt 4.4 nedan.

Det kan konstateras att den dykare som upptäckte kreosotsedimenten erhöll symptom på illamående och huvudvärk. Liknande symptom har konstaterats hos några av de personer som arbetat med saneringen. I samtliga fall har besvären försvunnit då exponeringen upphört.

### **Hultsfred**

I samband med återuppbyggnad av den nerbrunna impregneringsanläggningen i Hultsfred genomfördes analyser av markprover, grundvattenprover samt genomfördes MICROTOX-test (8). Analyserna av markprover visar förhöjda metall- och kreosothalter ner till 0,4-1,0 m djup. Ett underliggande siltlager har förhindrat nerträngning till grundvattnet.

Analyser av grundvatten i sex brunnar i och kring anläggningen visade att vattnet uppfyllde samtliga krav på dricksvatten. Mikrotostesterna visade inte heller tecken på förorening. Vid arbete med den nya anläggningen beaktades att siltlagret skulle bevaras intakt. Ett kontrollprogram för grundvattnet har upprättats för att kontrollera eventuellt läckage av kreosot.

### **Fjällbo**

I Fjällbo utanför Göteborg har SJ deponerat kreosotrester från tankvagnsrengöring (42). Sannolikt har också impregneringsavfall från de olika impregneringsplatserna transporterats hit. Deponin ligger på mark med ett tätt lerlager.

Banverket har i skrivelse till länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län ansökt om att få anlägga en ny deponi inom samma område.

### **Övriga imegneringsplatser tillhörande SJ**

För närvarande (vintern 1989) pågår undersökningar av ett flertal av de nedlagda imegneringsplatser som SJ utnyttjat (62). Det är dock för tidigt att redovisa resultat från dessa undersökningar.

#### **Bleholmstorget (f d gasverk)**

Undersökningar av Bleholmstorget, beläget intill Klara sjö i Stockholm visar att kreosotkontaminerad mark förekommer både inom och utanför den gamla gasverkstomten (50).

Inom gasverkstomten förekommer ett ca 900 m<sup>2</sup> stort område med kreosothalter mellan 100 - 200 mg/kg TS. På detta område var gasverkets cisterner uppställda.

Utanför och intill gasverkstomten fanns en kemisk teknisk fabrik för vidare upparbetning av stenkolsjärnan och inom detta fabriksområde har ett område på ca 3 000 m<sup>2</sup> konstaterats hålla kreosothalter på 200 - 150 000 mg/kg TS.

Utlakning av kreosot från massorna har studerats dels på obehandlade massor och dels på massor som fått utgöra ballastmaterial i betong.

Resultaten visar på en obetydlig utlakning från de obehandlade massorna oavsett om kreosothalten är 200 mg eller 14 000 mg/kg TS. Anmärkningsvärt är att betongmassorna ger en högre utlakning än de helt obehandlade massorna. Detta torde dock sammanhånga med att massorna blivit kraftigt omrörda vid betongtillverkningen varvid inkapslad kreosot frigjorts.

#### **Husarviken, Värtan (f d gasverk)**

Vid Stockholms Energi Gasverk vid Husarviken i Värtan har tidigare tillverkats stadsgas från kol. Koltjäreprodukterna har förorenat mark och byggnader. Ett omfattande undersökningsprogram har utförts för att bedöma nödvändiga saneringsåtgärder för att möjliggöra nybebyggelse på området. Fortfarande, vintern 1989, kvarstår undersökning av byggnader som förorenats samt beslut om sanering av mark.

### **Norge och Danmark**

I en norsk undersökning, 1982, (37) redovisas halter av olika PAH-föreningar i mark och sediment gällande NSBs imegneringsanläggning i Hommelvik samt en avfallsdeponi för kreosotavfall i Gudå, båda orterna i Trøndelag.

Författaren konstaterar att funna halter vida överstiger vad som tidigare rapporterats i litteraturen. Många undersökningar som uppvisar betydligt högre PAH-halter - flertalet av de nordamerikanska - har tillkommit därefter. Jordprover från Gudå visar halter av PAH-föreningar upp till 3 mg/kg. I Hommelvik rapporteras värden mellan 14 och 4130 mg/kg.

Sedimentprov från havsbotten visar följande PAH-halter 77, 37, 3, 0,93 och 0,15 mg/kg för varje 5:e cm i en vertikalprofil.

I samband med provtagningen kunde konstateras få tecken på levande organismer på havsbotten. Även mängden döda musselskal tyder på en påverkan av kreosotföroreningen.

Möjligheterna att praktiskt genomföra åtgärder för att minska problemen anses av norska myndigheter vara mycket små. Det har föreslagits ytterligare undersökningar av ekologiska effekter.

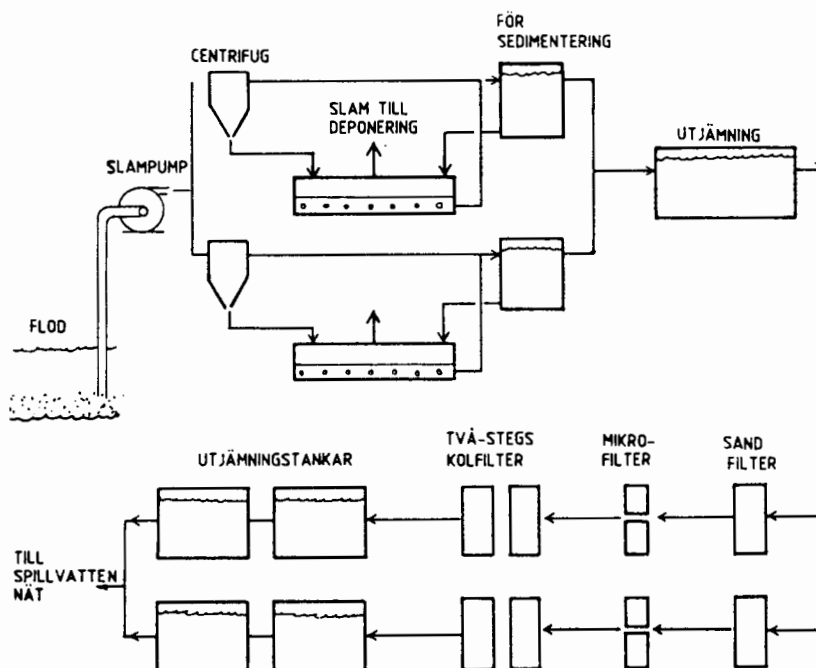
## Nordamerika

### **Ridean River, Ottawa, Canada**

Tjärliknande ämnen upptäcktes i en grundvattenpumpstation (23). Senare konstaterades omfattande föroreningar av sedimenten i floden. Det kontaminerade området var omkring 400 m<sup>2</sup> stort. Den sammanlagda volymen av vatten och slam som måste avlägsnas uppgick till 6 000 m<sup>3</sup>.

En mobil anläggning med slamsug, centrifuger, sedimenteringsbassänger, sandfilter, mikrofilter, kolfilter och slutligen bufferttankar ställdes upp på plats.

En schematisk bild av anläggningen återfinns i figur 3.



Figur 3 Mobil reningsanläggning för kreosotförorenat slam och vatten

Föroreningarna i sedimenten bestod av flera PAH-föreningar.

Innan det renade vattnet fördes till Ottawas spillvattennät måste följande analysresultat uppnås. Endast Bens(a)pyren bestämdes före utsläpp.

	µg/l
Bens(a)pyren	0,01
Naftalen	60
Etylbensen	60
Bensen	25
Toluen	60
Xylen	50
Ammoniak	20

När det gäller omhändertagande av det avskiljda slammet identifierades följande alternativ:

- Deponering på kommunal tipp som kan ta industriellt, ej miljöfarligt avfall
- Deponering som icke miljöfarligt industriellt avfall
- Förbränning
- Fixering med cementblandning och deponering
- Interimistisk uppläggning på plats medan ytterligare alternativ utreds

Den totala kostnaden budgeterades till 1,5 miljoner dollar motsvarande 9 miljoner kronor eller 1 500 kr/m<sup>3</sup> slamhaltigt vatten eller 75 000 kr/ton avskiljt slam räknat som torr vara.

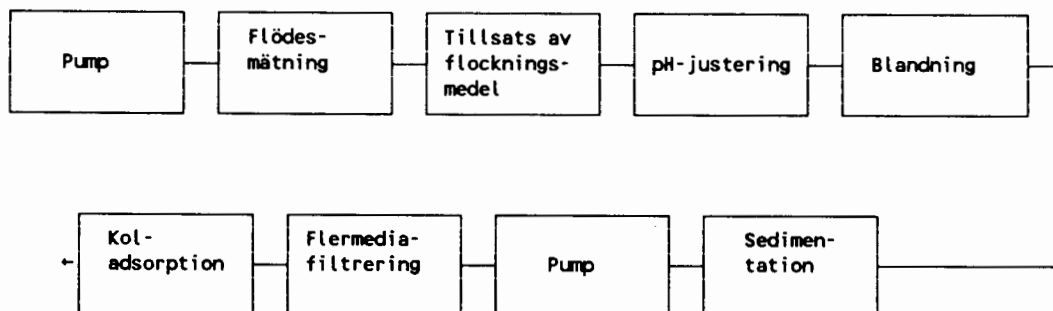
#### **Little Minomonee River, Milwaukee, Wisconsin**

Kreosotkontaminering av flodbotten har uppkommit genom ett mångårigt avledande av kreosotavfall till floden (24).

Under saneringsarbetet, som pågick i flera månader, togs omkring 600 m<sup>3</sup> slam upp med ett torrsubstansinnehåll av 3 - 55%, med ett genomsnitt av 35%

Före saneringen var halten 6 900 ppm och efter 1670 ppm, dvs 76% hade avlägsnats. Genom biologiska testmetoder hade fastställts att halten i kvarvarande sediment borde understiga 5000 mg/kg för att inte skada vattenorganismer.

Saneringen utfördes på följande sätt. Sedimenten sögs upp med slamsug och pumpades till en sedimenteringsbassäng. Vattnet behandlades med flockningsmedel - och fast material avskiljdes genom sedimentering. Därefter behandlades vattnet i flermediafilter och kolfilter innan det återfördes till floden, se figur 4.



Figur 4 Flödesschema över behandlingsanläggning

Avskilt fast material deponerades på land. Arbetet avslutades april 1975. Omkring 1200 m<sup>2</sup> av flodbotten sanerades till en kostnad av 124 000 USD (1975) motsvarande 1,6 miljoner kronor i dagens penningvärde. Detta motsvarar ca 300 kr/m<sup>3</sup> slam som pumpats upp.

#### S:t Louis Park, Minnesota

På ett 32 hektar stort område har under åren 1917 - 1972 bedrivits tillverkning av kreosot och andra oljor med stenkoltjära som råvara samt kreosotimpregnering (28). Avfall från verksamheten har förorenat marken och det underliggande grundvattnet. De viktigaste förorenande ämnena utgöres av PAH och fenoler.

Ett närbeläget kärr har fått ta emot stora mängder avfall. Det beräknas att omkring 650 000 m<sup>3</sup> måste schaktas bort. Inom själva industriområdet är den huvudsakliga kontamineringen på 1,5 - 2 m djup. Grundvattnet har kontaminerats i avsevärd omfattning, ända ner till 200 m och kommunala vattentäkter har stängts. Emission av PAH pågår fortfarande.

Omfattande undersökningar har genomförts. Kontrollprogram för uppföljning har upprättats. Uppföljningen beräknas pågå i minst 100 år. Grundvattnet renas med aktivt kolfilter och ytterligare reningsanläggningar för grundvattentäkter planeras.

Omfattande uppgrävning av kontaminerade jordmassor diskuteras. Den förorenade jorden beräknas innehålla 5000 - 8000 mg/kg, dvs 10 gånger bakgrundsvärdet, mätt som totalt organiskt kol. Saneringsarbetet är kostnadsberäknat till minimum 700 miljoner kronor. Till en början kommer grundvatten att pumpas upp för rening. Acceptabel halt av PAH anses vara 10 µg/l.

### **Bayou Bonfouca, Louisiana**

Impregneringsverksamheten har pågått mellan åren 1892-1970 och medfört omfattande kreosotutsläpp (25). Markkontaminering med halter upp till 15 000 ppm har konstaterats. Vanligen uppgår det kontaminerade skiktet till omkring 3 m. Dessutom är yt- och grundvattnet förorenat.

Höga halter PAH har uppmätts i flodsediment. De uppskattas att 15 000 m<sup>3</sup> jord och 35 000 m<sup>3</sup> sediment är kontaminerade och måste tas om hand. Följande åtgärder har beslutats:

- Förbränning av 4000 m<sup>3</sup> kreosotavfall samt 15 000 m<sup>3</sup> sediment
- Täckning av 15 000 m<sup>3</sup> jord motsvarande en yta av 120 000 m<sup>2</sup>
- Behandling av grundvatten.

Kostnaden beräknas till 400 miljoner kronor samt årliga driftskostnader av 1 miljon kronor.

### **Baird and Mc Guire, Massachusetts**

Företaget har bedrivit kemisk industriverksamhet mellan 1912 och 1983 (29). Mellan 1954 och 1977 har företaget bötfällts 35 gånger för brott mot miljölagarna.

Följande åtgärdsprogram har beslutats.

- Uppgrävning av 150 000 m<sup>3</sup> jord
- Förbränning av uppgrävd jord
- Uppumpning av grundvatten och behandling (ev kolfilter) före tillbakaledning
- Uppförande av skydd mot översvämning
- Restaurering av vissa markområden
- Omledning av en bäck
- Kontroll av grundvatten och luft.

Den uppskattade saneringskostnaden är 280 miljoner kronor och de kapitaliserade driftskostnaderna i 30 år är 25 miljoner kronor.

### **Övriga fall i USA**

United Creosoting, Texas och Sipes Disposal Pits, Texas, uppvisar liknande kontamineringsproblem som för övriga redovisade fall i USA (26, 27). Även de åtgärder, som beslutats av EPA, överensstämmer med ovan redovisade fall.

### 3.6 Spridning av PAH och kreosot

#### 3.6.1 Allmänt

De största källorna för spridning av PAH i miljön är förbränning av kol, olja, ved och avfall samt koksframställning. I kustområdet kommer betydande bidrag från spill av råolja eller tung eldningsolja, vilka båda innehåller PAH (38).

Koncentrationerna av PAH i vatten, luft och sediment i industriområden och tätt befolkade områden är oftast signifikant högre än i obefolkade områden. PAH bildas också vid skogsbränder och vulkanutbrott. Skogsbränder beräknas ha stått för 10% av de totala utsläppen i USA i mitten på 70-talet.

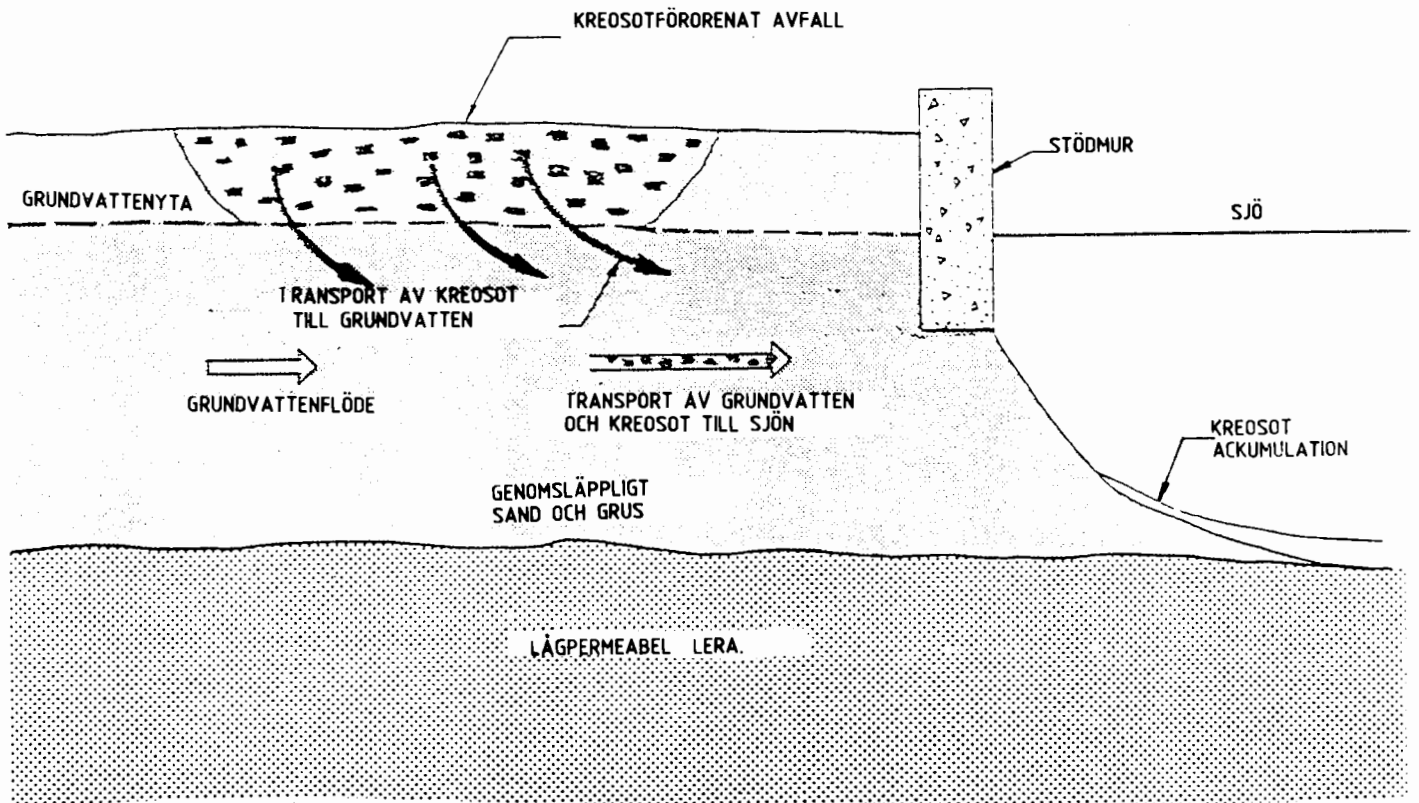
När det gäller utsläpp från impregneringsanläggningar med kreosot torde den huvudsakliga källan vara äldre anläggningar med relativt primitivt utförande och handhavande. Totalt sett bedöms dessa utsläpp vara små jämfört med andra källor.

Tillgänglig information visar att spridning av kreosot från impregnerat virke i användning är obetydlig. Uppgifter är dock inte helt entydiga.

#### 3.6.2 Spridning i mark och grundvatten

En schematisk beskrivning av kreosotspridning från en punktkälla framgår av figur 5 (54).

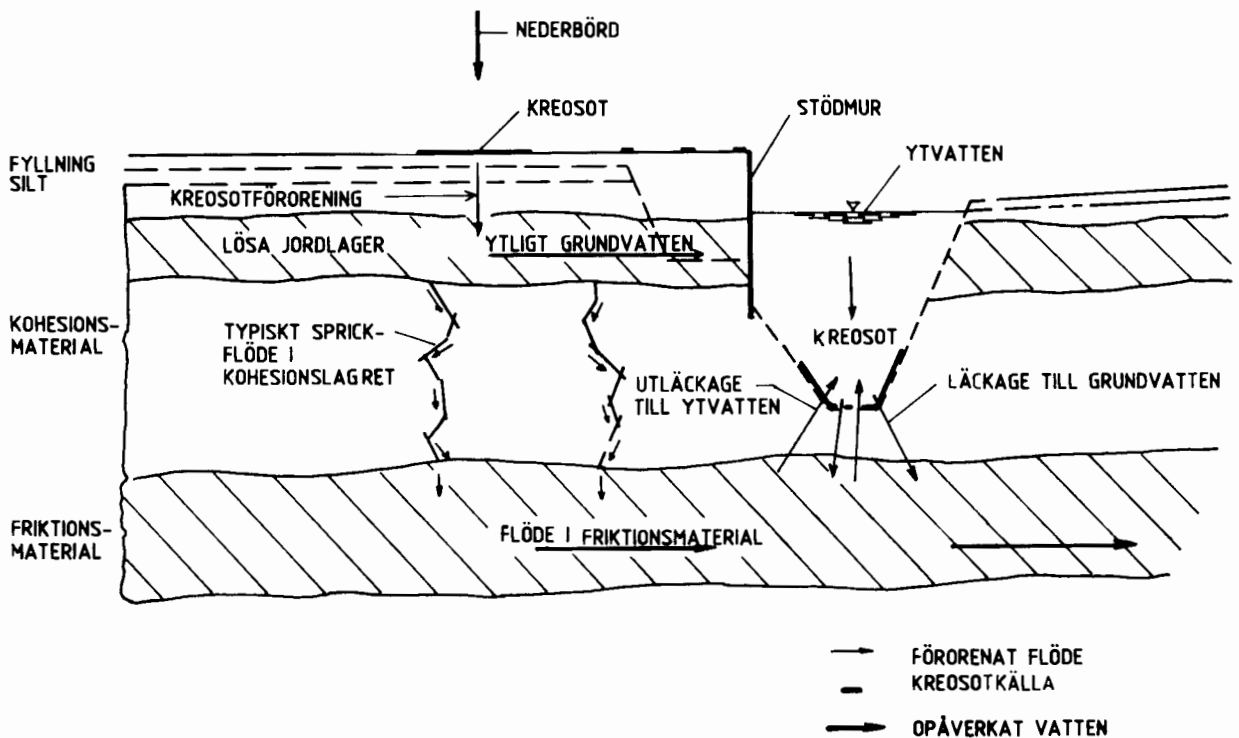




Figur 5 Schematisk tvärsektion genom Northern Wood Preservers upplagsområde

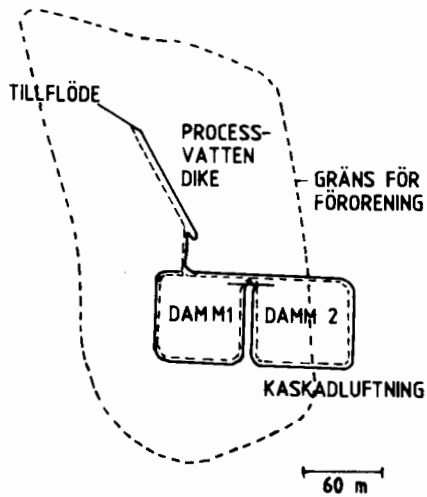
Kreosoten sprids med grundvattnet ut i en sjö där kreosoten ackumuleras i sjösediment. Täta lerskikt hindrar för kreosotspridningen vertikalt.

I figur 6 visas hur spridning kan ske till djupare grundvattenförande skikt dels genom sprickbildning och dels genom läckage från bottensediment.

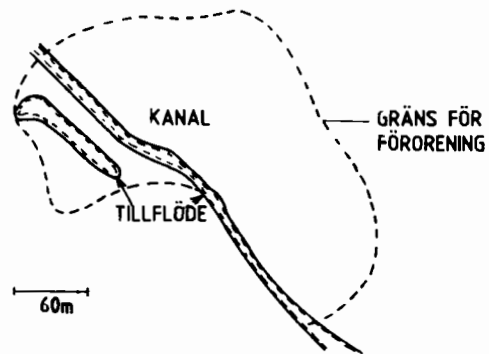


Figur 6 Schematisk sektion genom Bayou Bonfouca Site Slidell, Louisiana

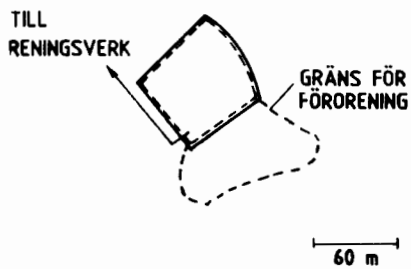
I ett arbete av Ball, 1979 (3) presenteras spridningen av kreasot från fyra olika anläggningar. Spridningen återges i figurerna 7-10.



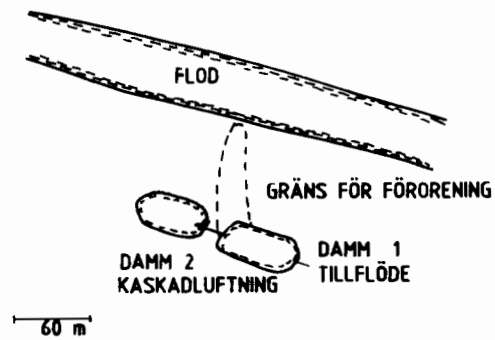
Figur 7 Föroreningsspridning A



Figur 8 Föroreningsspridning B



Figur 9 Föroreningsspridning C

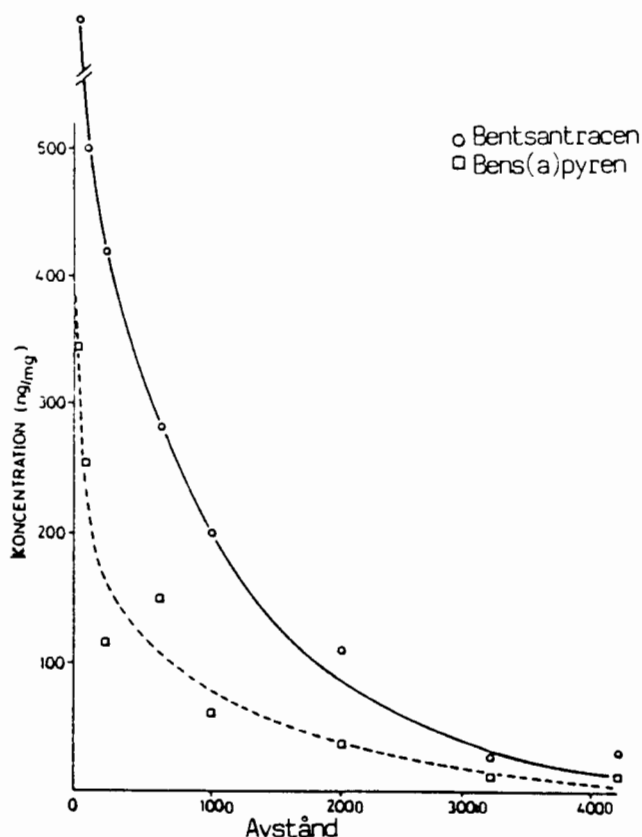


Figur 10 Föroreningsspridning D

Resultaten sammanfattas på följande sätt. Alla fyra anläggningarna har kontaminerats utefter grundvattnets flödesgradient. De kontaminerade områdena uppgår till 1 - 3 gånger källans yta. I samtliga fall har föroreningarna rört sig vertikalt till grundvattenytan och fortsatt till det första permeabla skiktet. Rörelsen i vertikalled uppgick till 6 - 36 m. I två fall har föroreningarna rört sig upp till 150 m horisontellt från källan i permeabla skikt. I ett annat fall har föroreningarna stoppat upp då de nått tätare skikt. I det sista fallet hade det permeabla skiktet kontakt med en flod omkring 75 m från källan.

### 3.6.3 Spridning från flodsediment eller direktutsläpp i flod

I figur 11 (11) redovisas halter bensantracen och bens(a)pyren i sediment som funktion av avståndet från punktutsläppet.



Figur 11 PAH-koncentrationer i sediment som funktion av avstånd (D) från punktkälla

Det konstaterades också att kurvorna tycks gå asymptotiskt mot "opåverkad" nivå, dvs föroreningarna är spridda inom ett tämligen stort område.

### 3.6.4 Spridning från vatten och sediment till biota

Det är väl känt att musslor anrikas PAH, vanligen med en faktor 10.

Undersökningar av PAH-halter i snäckor i en havsvik visar att förhöjda koncentrationer erhålls i närheten av ett kontaminerat landområde (48).

Betydelsen av de förhöjda PAH-värdena för ifrågavarande organismer är ej klarlagd utan studierna visar snarast hur föroreningarna sprids.

PAH-halten i fisk- och skaldjur som saluförs har undersökts. Halter i fisk understiger vanligen detektionsgränsen. Även halterna i skaldjur är låga. Förhöjda värden har dock konstaterats i hummer som hållits i en havsvattendamm byggd av kreosotimpregnerat timmer (18, 19).

## 3.7 Nedbrytning av kreosot

### 3.7.1 Allmänt

Huvudbeståndsdelarna i kreosot, polyaromatiska kolväten, är till sin natur mer svårnedbrytbara än till exempel ämnen av fenoltyp. För dessa är det väl känt att nedbrytning i naturen sker relativt snabbt.

I kreosotförorenade marker, där föroreningstillförseln upphört för flera tiotal år sedan, konstateras få tecken på att PAH-ämnen brutits ned. Däremot har innehållet av fenolämnen minskat genom utlakning och/eller nedbrytning.

Användningen av nedbrytningsprocesser i avhjälpande syfte behandlas nedan i kapitlet Åtgärder.

### 3.7.2 Nedbrytning i mark

Nedbrytning - om än i liten omfattning - kan i mark ske via fotokemiska reaktioner eller biologiska processer.

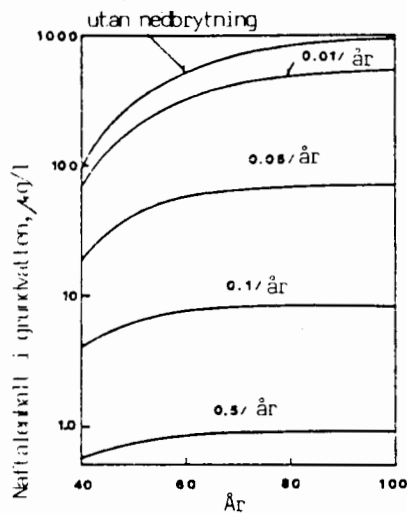
Någon kvantitativ effekt av betydelse har biologiska nedbrytningsprocesser endast i marken runt kreosotimpregnerade stolpar. Den marginella spridningen av kreosot i dessa fall förklaras av att kreosoten bryts ner (56, 57).

En avgörande faktor för biologisk nedbrytning är tillförseln av syre. I många fall rådde anaeroba förhållanden, vilket anses förhindra nedbrytning. I ett enstaka fall har rapporterats biologisk nedbrytning under anaeroba förhållanden.

### 3.7.3 Nedbrytning i grundvatten

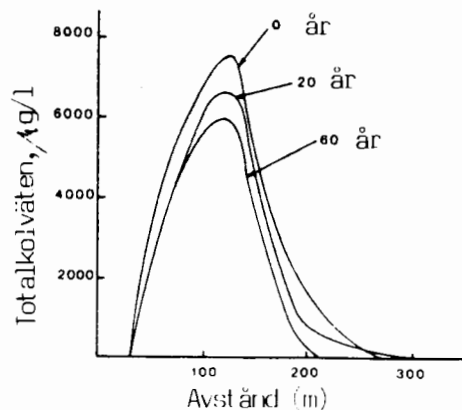
Detta avsnitt behandlar processer som minskar PAH-halter i grundvatten oavsett om processerna äger rum i markskikt eller i själva vattenfasen.

I laboratorieförsök (59) på material från ett kresotförorenat område visar att med PAH-verksamma bakterier kan PAH-halterna i grundvatten minskas med - 10% per vecka. Figur 12 visar simulering av effekter av olika nedbrytningshastigheter på koncentrationer av naftalen vid en godtycklig gräns 200 m från källan. Figuren visar att naftalenhalten i grundvattnet på 200 m avstånd utan nedbrytning stiger asymptotiskt till 1000  $\mu\text{g/l}$  efter ca 100 år. Vid en maximal nedbrytning, då halten halveras varje år, erhålls maximalt 1  $\mu\text{g/l}$  efter ca 60 år.

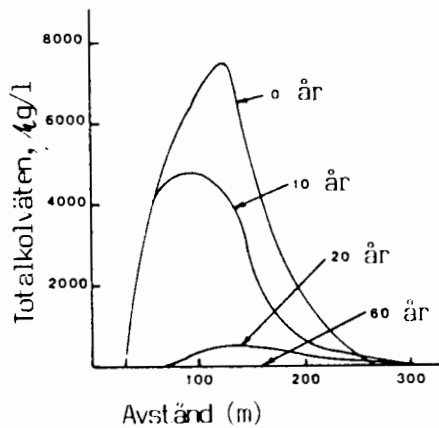


Figur 12 Datormodellering av nedbrytningshastighetens inverkan på naftalenkoncentrationen vid ett avstånd av 200 m från en punktkälla

Betydelsen av uppgrävning åskådliggörs i följande två diagram, figur 13 och 14 (15).



Figur 13 Simulerade kolvätekoncentrationer längs ett förorenat grundvattens flödesriktning efter 0, 20 och 60 år. Ingen åtgärd vidtagen



Figur 14 Simulerade kolvätekoncentrationer längs ett förorenat grundvattens flödesriktning efter borttagande av 90% av kolvätekällan

Vid uppgrävningen har antagits att 90% av föroreningarna avlägsnats. Enligt simuleringsmodellen skulle det dröja omkring 60 år innan grundvattnet är helt fritt från PAH. Simulerade värden avseende syre och PAH visade god överensstämmelse med uppmätta värden.

I en studie av Erlich et al (21), har påvisats att antalet bakterier av olika typer - aeorober, anaxorober, nitratbakterier, järnbakterier - var lika stort i det kontaminerade som okontaminerade området. Möjligheter att in situ bryta ner PAH-föreningar under aeoroba förhållanden tycks vara begränsade. För ämnen med endast en bensenring bedöms möjligheterna till in situ nedbrytning vara relativt stora.

## 4 SANERINGS- OCH RENINGSMETODER

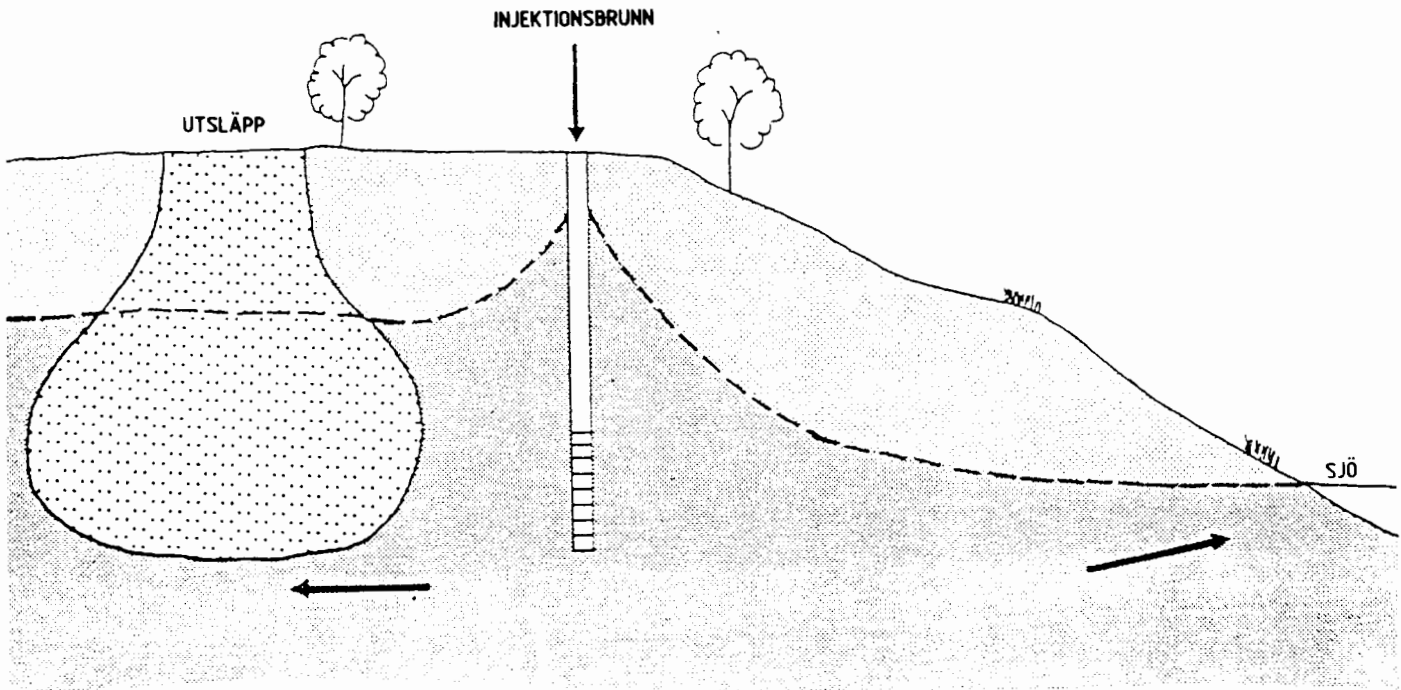
### 4.1 Allmänt

Möjligheter till olika åtgärder för att minska miljöproblem i samband med kreosotföroreningar har till en viss del diskuterats i tidigare avsnitt. I det följande skall olika sanerings- och reningsmetoder presenteras mer systematiskt. Det måste dock i detta sammanhang påpekas **att** flera av de nämnda åtgärderna inte kommit till utförande, **att** resultaten av vidtagna åtgärder ej ännu redovisats **samt att** i många fall åtgärder vidtagits för att minska risken för befarade miljöstörningar.

### 4.2 Sanering vid nedlagda impregneringsverk

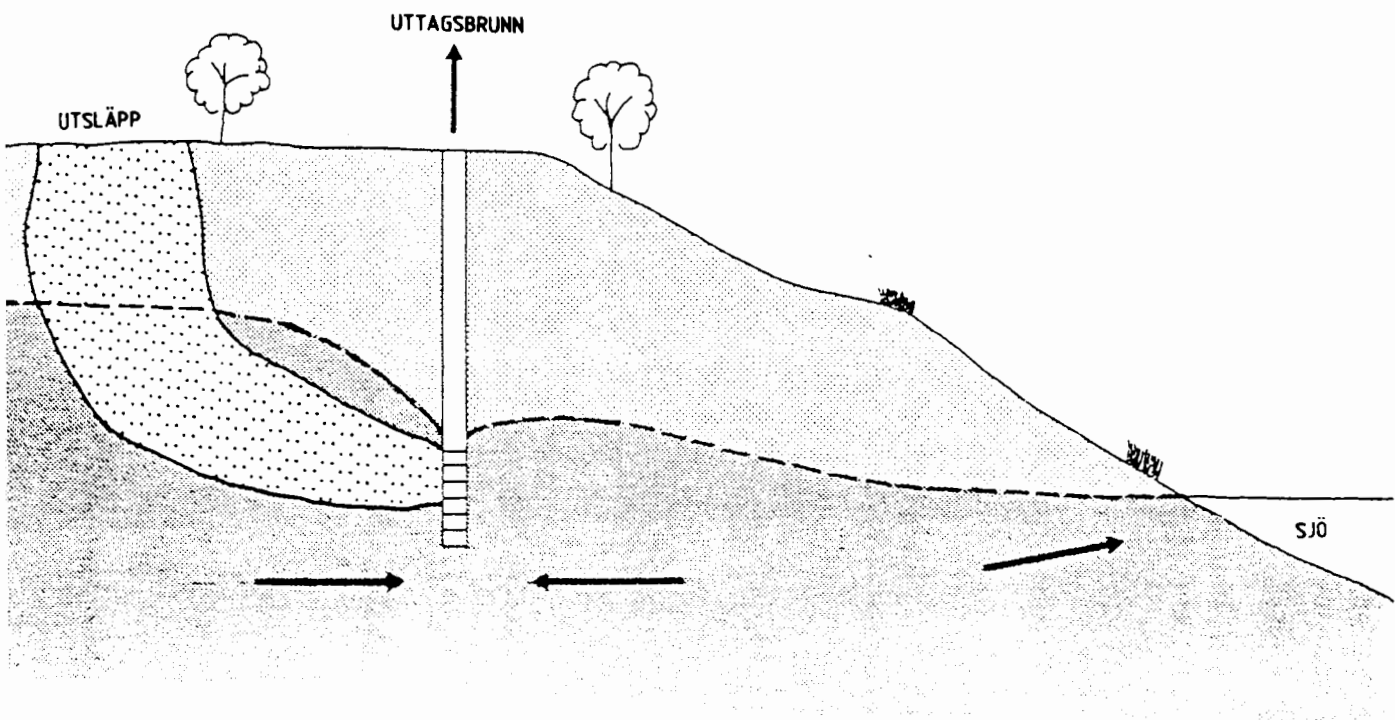
Som redovisats tidigare är förorening av grundvatten det största problemet när det gäller kreosotförorenad mark. Det är därför naturligt att många åtgärder inriktas mot att rena grundvattnet eller hindra att förorenat grundvatten sprider sig. Sådana åtgärder kan också kombineras med att förorenade markskikt bortgrävas helt eller delvis.

I figur 15 (54) visas hur vattnet pumpas ner i marken för att höja grundvattennivån och ändra på riktningen av det kontaminerade grundvattenflödet.



Figur 15 Kontroll av grundvattenförorening genom injektionsbrunn

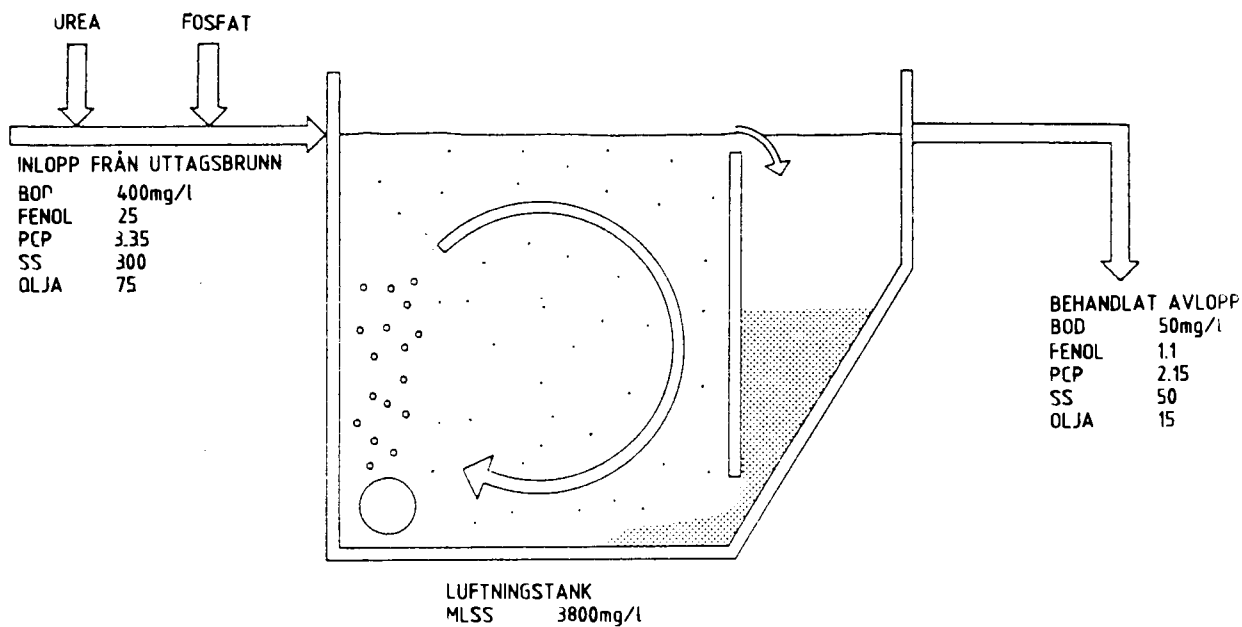
Ett vanligt sätt är att som i figur 16 (54) pumpa upp förorenat grundvatten, som sedan behandlas med olika metoder och därefter leds till kommunalt reningsverk, eller lämplig recipient.



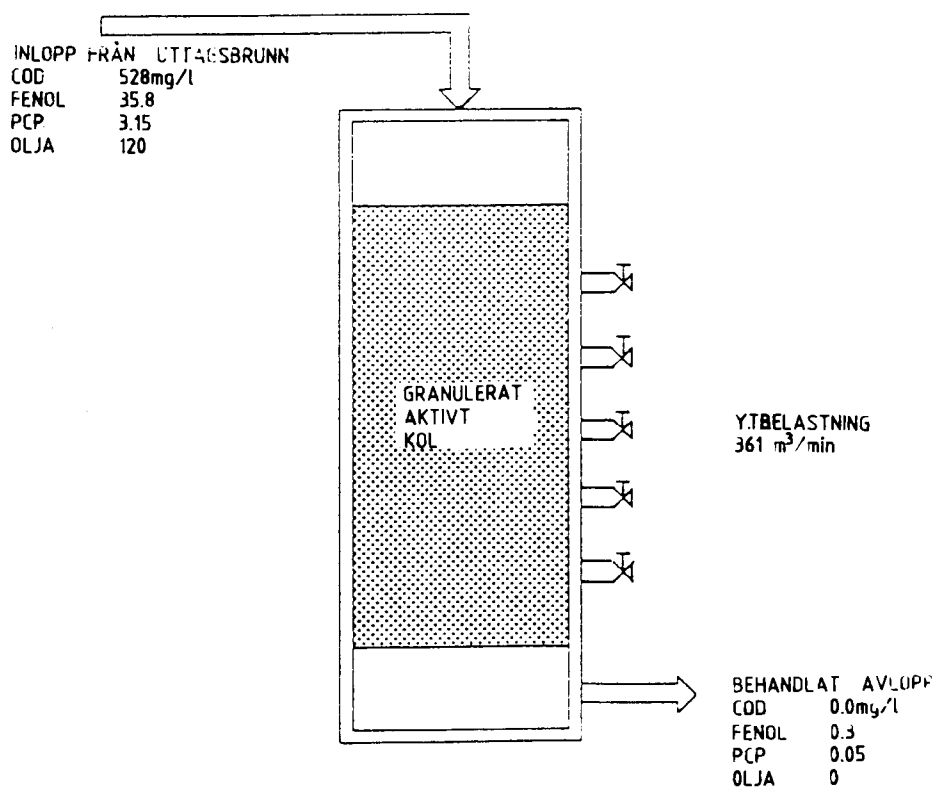
Figur 16 Kontroll och sanering av grundvattenförorening genom uttagsbrunn



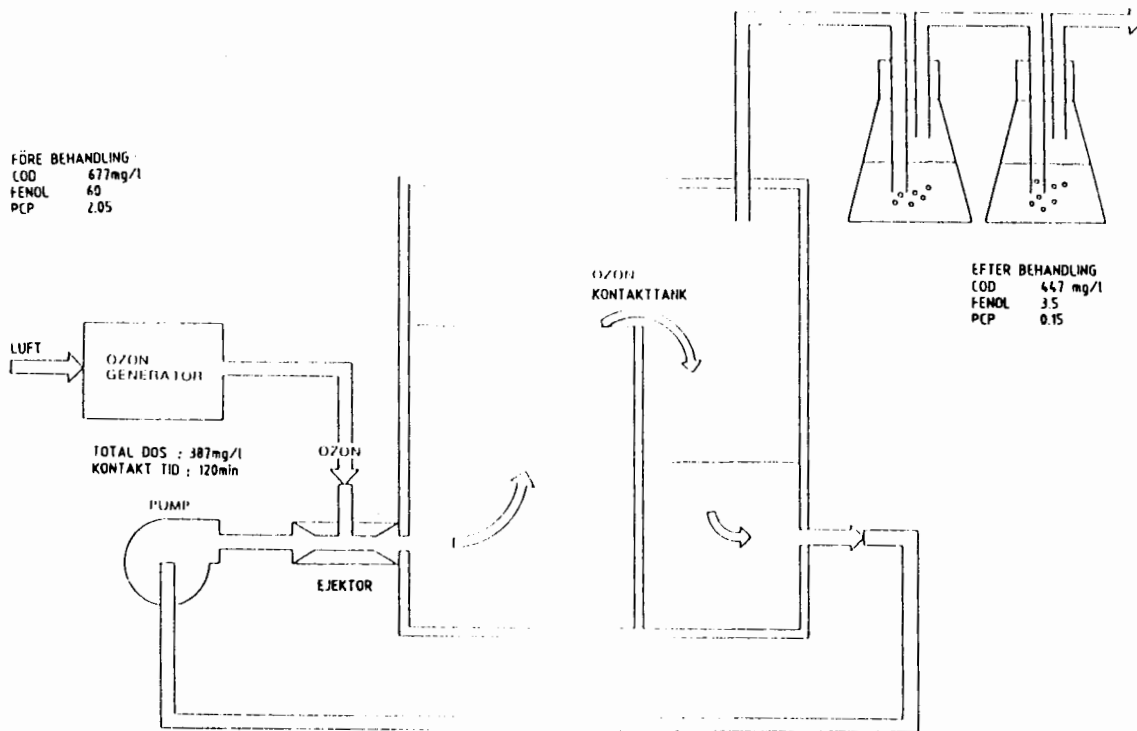
Biologisk oxidation med sedimentering framgår av figur 17. I figur 18 visas behandling med aktivt kol och i figur 19 behandling med ozon. I figurerna 20 och 21 visas kombinerade processer: sedimentation - ozon reaktor - sandfilter respektive sedimentation - aktivt kolfilter. Med dessa kombinerade processer erhålls mycket bra reningsresultat.



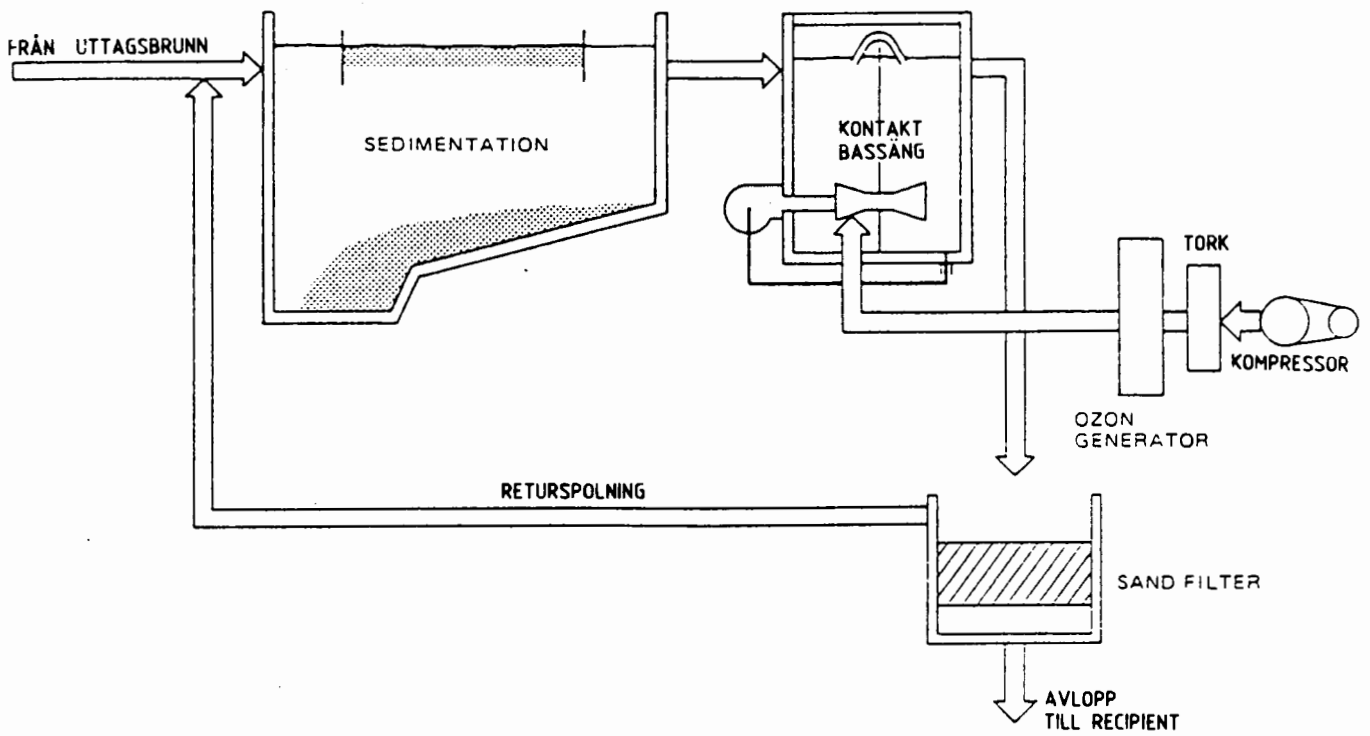
Figur 17 Biologisk oxidation



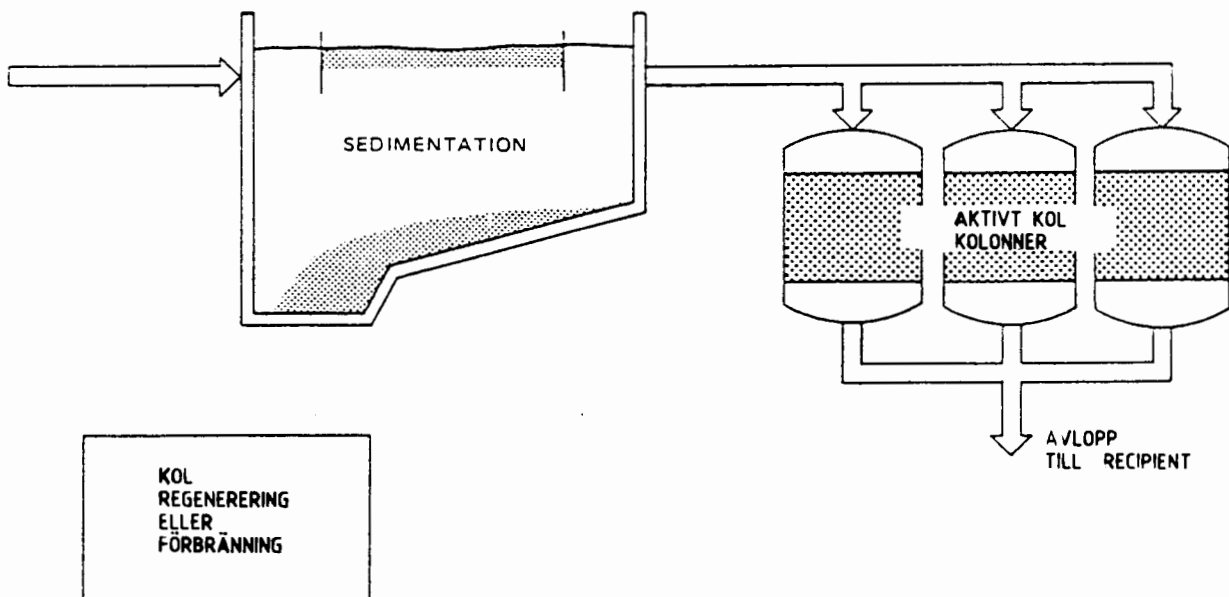
Figur 18 Aktivt kolbehandling



Figur 19 Ozonbehandling



Figur 20 Sedimentation, ozonbehandling, filtrering



Figur 21 Sedimentation och koladsorption

Vid bakteriell nedbrytning in situ är tillgången på syre avgörande för resultatet. Nedbrytning av PAH-föreningar under anaeroba förhållanden synes icke vara en framkomlig väg.

Under vissa förhållanden kan dock nedbrytning av PAH-föreningar bidra till att väsentligt minska föroreningsgraden i grundvattnet. En förutsättning syns dock vara att föroreningsutsläppen kan minskas, exempelvis genom uppgrävning eller minskad tillförsel till grundvattnet.

#### 4.3 Uppgrävning m m

Avlägsnande av kontaminerade markskikt kan ske genom konventionell uppgrävning med maskiner. Speciella ordningsregler har ställts upp för att skydda den personal som är engagerad i arbetet.

När det gäller upptagning av bottensediment har både mudderverk och slamsugning med vakuum använts. Ett stort problem vid sedimentupptagning - men även för uppgrävning - är utvärderingen av miljökonsekvenserna av själva arbetet. När det gäller sediment är sannolikt vakuumsugning ett skonsammare sätt än muddring. Någon studie som visar på sådana effekter har inte rapporterats.

#### 4.4 Omhändertagande av avfall

Det avfall som här kan komma ifråga är

- förorenad jord
- förorenade sediment
- avfall från vattenrening
- avfall som uppkommer vid impregneringsverksamhet
- kasserat kreosotimpregnerat virke.

Den metod som används mest är deponering. Detta kan då ske på särskild deponi eller befintlig deponi för industriavfall/miljöfarligt avfall.

Ett annat vanligt förfarande är uppgrävning och deponering inom det aktuella området. Det har också föreslagits "deponering in situ", dvs den förorenade jorden får ligga kvar efter täckning.

Behandling genom ingjutning i betong (50) har visat sig öka utlakningen av PAH. För koppar, krom och arsenik innebär behandlingen däremot att dessa ämnen i hög grad fixeras.

I samband med sanering av vissa förorenade områden i USA har beslutats om bränning av högkontaminerat material och återfyllning av resterna. Inga uppgifter om verkningsgrad, innehåll i rökgaser o d föreligger. Kostnaderna för denna typ av åtgärd är sannolikt mycket höga. Om den förorenade jorden även innehåller metaller är det nödvändigt att utvärdera vad som händer med metallerna, både i förbränningskedet och vid återfyllningen.

Ett väl beprövat sätt att bli av med kreosotimpregnerat virke är eldning, såväl öppen som i eldstäder. Hälsoriskerna i samband med öppen bränning har undersökts av Becker et al (6) genom att mäta stoft och PAH i vindriktningen från elden. Med utgångspunkt från totalt ackumulerad dos dras slutsatsen att vistelse i närheten vid enstaka tillfällen saknar betydelse från hälsosynpunkt men upprepad exponering kan innebära en hälsorisk.

Möjligheter att använda kreosothaltigt slam och kreosotförorenad jord som del av vägbeläggning har undersökts (4). Upp till 75% ersättning av asfalt med kreosotavfall var praktiskt möjligt. Utlakningen av vissa PAH-ämnen ökade med ökad mängd avfall. Den urlakade halten (0,2 mg/l) bedömdes dock vara acceptabel. Metoden innebär stora kostnadsbesparingar jämfört med deponering o d.

Av stort intresse är möjligheten att biologiskt bryta ner förorenad jord. Detta kan ske in situ med stimulerad mikrobiell aktivitet utan att jorden behöver grävas bort. Ett annat sätt är uppläggning i en speciell deponi där förhållandena gjorts gynnsamma för biologisk nedbrytning, dvs någon form av kompost. Kontrollerad kompostering av kreosotförorenat sediment har i delskala visats vara en ytterst effektiv metod att reducera PAH-föreningarna till låga nivåer (62).

En speciell form är uppläggning i deponi på sådant sätt att uppkommande förorenat vatten successivt renas biologiskt vid passage genom avfallsmassan.

Metodernas effektivitet har verifierats i flera projekt (t ex 24-29, 32, 56, 59, 60, 62).

## 5 SAMMANFATTANDE UTVÄRDERING

Efter genomgång av den aktuella litteraturen rörande kreosot kan följande sammanfattning göras.

Miljöeffekterna till följd av **användningen** av kreosotimpregnerat virke torde vara försumbara förutsatt att impregneringen skett på ett riktigt sätt. Denna slutsats är något mer tveksam vad gäller användningen av kreosotimpregnerat virke i vattenmiljö, exempelvis kajkonstruktioner med stora mängder impregnerat virke.

Det synes också som om impregneringsverksamhet med modern utrustning och med iakttagande av skyddsföreskrifter kan ske på ett sätt som är acceptabelt från yttre och inre miljösynpunkt.

Rapporterade miljöstörningar - såväl verkliga som befarade - hänger till allra största delen ihop med kreosotförorenad mark och sediment. Orsaken till kreosotförorening kan vara utsläpp, spill av avfall från i första hand impregneringsverksamhet, men även framställning av koks och stenkolsjära har visat sig ge upphov till kreosotförorening.

Inte i något fall - med ett par undantag - har konstaterandet av **direkta miljöeffekter** utgjort de grundläggande skälen till att undersökningar har påbörjats. Undantaget avser det fall där kreosot- och pentaklorfenolhaltigt avfall hade använts vid "asfalteringsarbeten". Människor som vistades på dessa ytor fick huvudvärk, illamående samt hudutslag.

I övriga fall har undersökningar påbörjats för att följa upp en konstaterad grundvattenförorening, sedimentkontaminering o d.

De miljöeffekter som kan bli aktuella till följd av kreosotförorenad mark är i allmänhet av långsiktig natur, exempelvis ökad cancersjuklighet hos en exponerad befolkning, successiv minskning av antalet arter och individer i bottenfauna. Det är viktigt att framhålla att de kriterier för vad som är acceptabelt från miljösynpunkt i mycket hög grad bestäms av **bedömda** risker för **befarad** skada.

En omständighet, som påtagligt försvårar riskbedömningen. är det faktum att i kreosot finns för närvarande inte mindre än 360 enskilda kemiska föreningar, där vissa är carcinogena, mutagena eller teratogena. Det finns också indikationer att en "verklig" kombination av ämnen, exempelvis i ett sediment, kan vara mer toxisk än de enskilda ämnena.

Analys av ämnen som finns i kreosot sker vanligen med gaskromatografi, ibland i kombination med masspektroskopi. Även vätskekromatografi förekommer. Analystekniken medger bestämningar ner till de nivåer, som kan betraktas som "bakgrund" eller sakna betydelse från toxisk synpunkt.

På grundval av olika laboratoriestudier har fastställts LC<sub>50</sub>- och EC<sub>50</sub>- värden för olika organismer såsom bakterier, råttor, möss etc. Denna typ av information är bäst lämpad för bedömning av akuttoxiska frågor, men är svårtolkad när det gäller effekter på subletal nivå.

Det föreligger ytterst få studier där ett samband mellan en viss miljöeffekt och exponering klarlagts (dos-respons). Orsakerna till detta är att de allvariga effekterna visar sig först efter lång tid samt att problem med kresotförorenad mark börjat bearbetas först under den senaste tioårsperioden.

Vad gäller saneringsåtgärder kan läget sammanfattas på följande sätt.

Litteraturen beskriver saneringsåtgärder på ett flertal platser, främst i USA. Åtgärderna har avsett uppgrävning, muddring samt slamsugning av kontaminerat material. Det vatten som i förekommande fall följt med har renats före tillbakaledning eller avledning till kommunalt avloppsvattennät. Kriterierna för åtgärd har mestadels baserats på risker för hälsoeffekter och i någon mån effekter på bottenfauna i vattendrag.

Eftersom saneringsarbete av kresotförorenad mark är en relativt ny företeelse - många arbeten är ännu ej avslutade - föreligger relativt få utvärderingar av de positiva eller negativa miljöeffekter saneringsarbetet medfört. När det gäller att se resultat på grundvatten av bortgrävning måste sannolikt 10-20 år passera från tidpunkten för bortgrävningen, såvida ej rening av grundvattnet genomförs parallellt.

Ett viktigt problem, som behandlats alltför summariskt, är kvittblivningen av kontaminerade jordar och annat avfall. Det vanligaste sättet är uppläggning i någon form av deponi. De långsiktiga effekterna av deponering har ännu ej visats. De biologiska metoderna för sanering av förorenad jord uppvisar emellertid lovande resultat och vi rekommenderar att ytterligare ansträngningar görs enligt dessa handlingsvägar. Vid sanering av förorenat grundvatten bör såväl biologiska som kemiska metoder prövas.

Samtliga sanerings- och behandlingsåtgärder bör föregås av en noggrann dokumentation av föroreningen och behandlingsförsök för att optimera och dimensionera behandlingsåtgärderna.

I avsnitt 6 beskrivs de undersökningar som bör ingå i dokumentations- och saneringsfaserna.

## 6 REKOMMENDATIONER

### 6.1 Allmänt

Mot bakgrund av den ovan lämnade redovisningen av kunskapsläget för kreosot föreslås följande.

Med hänvisning till att bedömning av kreosotföroreningars miljöeffekter är mycket komplicerad borde tillgängliga resurser - från företag, myndigheter, bransch - i mesta möjliga mån samordnas i det vidare arbetet.

För att underlätta överföring från erfarenheter och möjliggöra likartade bedömningar föreslås att framtida undersökningar genomförs enligt en i huvudsak gemensam plan. Ett förslag till en sådan plan redovisas i avsnitt 6.3.

Som tidigare nämnts finns kunskapsluckor om kreosot, dess miljöeffekter, åtgärder m m. En del av dessa är av mer allmänt slag, andra mer specifika för svenska förhållanden.

### 6.2 Områden för fortsatt forskning

I nedanstående avsnitt presenteras i rubrikform förslag till områden för fortsatt forskning om kreosot.

#### 6.2.1 Kreosotens fastläggning/nedbrytning i mark

- mekanismer för fastläggning/nedbrytning
- hur kan fastläggningen/nedbrytningen ökas?
- vad kan minska fastläggningen/nedbrytningen?
- förändringar i tiden
- vad händer vid byggnadsarbeten?

#### 6.2.2 Hälsoeffekter vid exponering av kreosothaltig jord

- vilken koncentration är acceptabel ur hälsosynpunkt?



### 6.2.3 Betydelsen av grundvattenförorening i Sverige

- närhet till vattentäkt
- spridning till vattendrag
- acceptabla halter i konsumtionsvatten

### 6.2.4 Kombinationseffekter - kreosot och andra ämnen

### 6.2.5 Saneringsåtgärders effektivitet

### 6.2.6 Miljöproblem i samband med saneringsarbeten

### 6.2.7 Omhändertagande av avfall

- deponering
- kompostering
- förbränning
- annan rening
- behandling in situ

### 6.2.8 Samband mellan olika miljöeffekter och exponering

## 6.3 Plan för undersökningar av kreosotförorenad mark

Följande avsnitt bör ingå i en undersökning av kreosotförorenad mark.

#### *A Bakgrundsinformation*

- driftsrutiner m m
- omgivningsförhållanden
- planförhållanden
- vattentäkter
- geologi/hydrogeologi
- översikt
- byggnadshistorik

**B** *Markanläggning*

- jordartsbestämning
- föroreningsinnehåll i markytan och profiler
- mikrotoxbestämningar, ev

**C** *Grundvattenundersökningar*

- nivå ytligt och djupare grundvatten
- föroreningsinnehåll
- flödesriktning
- mängdbestämnig
- mikrotoxbestämning

**D** *Recipientundersökning*

- föroreningshalter i vatten och sediment
- mikrotoxbestämningar

**E** *Saneringsåtgärder*

- metoder
- kostnader
- resultat
- miljöproblem

## REFERENSER

- 1 Alscher A, Lähnert G, 1985  
Creosote - New aspects of technical developments and environmental requirements.  
Record of the 1985 annual convention of the British Wood Preserving Association, pp 55-62
- 2 Bach G, 1983  
Die Herstellung von Impregneröl und sein chemischer Aufbau.  
Holtz als Roh - und Werkstoff. 41, pp 459-463
- 3 Ball John, u å  
Soil and groundwater contamination at wood preserving plants
- 4 Ball John et al, u å  
Environmental feasibility of using creosote contaminated soil and sludges in roadway paving structures
- 5 Barnes M.Hm, Drawer P.O., 1988  
Creosote: The proven preservative phytotoxicity facts and fiction.  
Mississippi State University. Forest Products Utilization Laboratory
- 6 Becker P, Eckhardt G, Seltz J.  
Open burning of creosote treated rail ties: A case study in health risk assessment.  
APCA Annual meeting proceeding 77th vol 6, pp 84-102.6.
- 7 Bedient P.B et al, 1984.  
Ground water quality at a creosote waste site.  
Ground Water vol 22 no 3, pp 318-329
- 8 Bergman G.  
Kreosotolja och miljön. Föredrag vid träskyddsseminarium "Kreosotolja, möjligheter och problem Sigtuna 87-10-22". Svenska Träskyddsintitutet m fl
- 9 Bergman et al, 1987.  
Kreosot i Vansbo. Undersökning av kreosotförekomst vid SJs nedlagda impregneringsanläggning. IVL-rapport T 870476 till Statens Järnvägar
- 10 Bernuth Peter K, 1987.  
Creosote oil - Its importance for Wood Preservation and technical requirements and environmental aspects in Western Europe. American Wood-Preservers' Association Proc. 1987, pp 297-306
- 11 Black, J.J, 1982.  
Movement and Identification of a creosote-derived PAH complex below a river Pollution Point source. Arch. Environm. Contam. Toxicol. 11, pp 161-166
- 12 Black J.J et al, 1980.  
HPLC studies of PAH pollution in a Michigan trout stream. Chem. Anal. and Biol. Fate: Polynuclear Aromat Hydrocarbons Intl. Symp 5th 1980, pp 343-355.
- 13 Bond D.E, Sheils A.K, 1980  
Wood-preserving Wastes. A Technical Memorandum on arisings, treatment and disposal including a code of practice. Waste Management Paper No 16. Department of the environment, Her Majesty's Stationary Office London
- 14 Borden Robert C, 1986  
Influence of adsorption and oxygen limited biodegradation on the transport and fate of a creosote plume: Field methods and simulation techniques (204 p). Dissertation Abstracts International vol 47 no 05
- 15 Borden Robert C et al, 1986  
Transport and dissolved hydrocarbons influenced by oxygen - limited biodegradation. 2 Field application. Water resources research vol 22 No 13, pp 1983-1190.

- 16 Bowman C.E. et al, 1986  
A fatal case of creosote poisoning. Postgraduate Medical Journal, 60 pp 499-500
- 17 Bruneau L., Midéus H, 1981  
Nedlagt impregneringsverk, Vislanda. IVL-rapport 810625
- 18 Dunn, B.P. and Fee, J. 1979.  
Polycyclic aromatic hydrocarbon carcinogens in commercial seafoods.  
J. Fish. Res. Board. Can. 36:1469-1476.
- 19 Dunn B.P., Stich H.F., 1976  
Monitoring producers for chemical carcinogens in coastal waters.  
J. Fish. Res. Board. Can. vol 33, pp 2040-2046
- 20 Duisch Kari et al, 1980  
Cancer rates in a community exposed to low levels of creosote compounds in municipal water. Minnesota Medicine 63:11, pp 803-805
- 21 Ehrlich G.G. et al, 1984  
Microbial ecology of a creosote contaminated aquifer at St Louis Park, Minnesota. Symposium: Microbiology of subsurface environment
- 22 Elder John F., Dresler Paul V, 1988  
Accumulation and bioconcentration of polycyclic aromatic hydrocarbons in a nearshore Estuarine environment near a Pensacola (Florida) creosote contamination site.  
Environmental Pollution vol 49, pp 117-132
- 23 Environmental Canada  
Rideau River Lees Avenue Cleanup  
Removal of River Bottom and water treatment
- 24 EPA: Removal and treatment of contaminated river bottoms Jan 1984. Field demonstration.  
PB 84 129 022
- 25 EPA Superfund record of decision March 1987  
Bayou Bonfouca, Slidell, Louisiana. PB 88-106 539
- 26 EPA Superfund record of decision Sept 1986. Sikes Disposal Pits, Crosby, Texas.  
PB 87-190005
- 27 EPA Superfund record of decision. United Creosoting Company, Hilbig Road Conroe Texas.  
PB 87-190039
- 28 EPA Superfund record of decision May 1986. Reilly Tar and Chemical Corporation, St Louis Park, Minnesota. PB 87-189387
- 29 EPA Superfund record of decision. Baird & Mc Guire, Holbrook Massachusetts.  
PB 87-189981
- 30 Fischer C.W. Tallon G.R, 1987  
Wood preserving plant's wastewater Problems - some solutions. American Wood - Preservers' Assoc. Proc, pp 92-96
- 31 Flodin Ulf et al, 1987  
Multiple Myeloma and engine exhausts, fresh wood, and creosote: A case referent study.  
American Journal of Industrial Medicine Vol 12, pp 519 - 529
- 32 Mc Ginnis Gary D, et al.  
On site treatment of creosote and pentachlorophenol sludges and contaminated soil. Progress report no 3. LLS EPA project nr CR-811 498010
- 33 Goerlitz Donald F, et al, 1985  
Migration of wood-preserving chemicals in contaminated ground water in a sand aquifer at Pensacola, Florida. Env. Sci. Technol. Vol 19, no 10, pp 955-961

- 34 Harrison D.L.  
The toxicity of wood preservatives to stock. Part 2: coal tar creosote. The New Zealand Veterinary Journal Vol 7, 1959, pp 94-98
- 35 Henningsson B, 1983  
Environmental protection and health risks in connection with the use of creosote. Holz als Roh - und Werkstoff. 41, pp 471-475
- 36 Ingram Leonard, L et al, 1982  
Migration of creosote and its components from treated piling sections in a marine environment. American Wood - Preservers' Association. Proc., pp 120-128.
- 37 Jentoft Nils-Arne, 1982  
Kreosotforurensninger i Trøndelag. Universitetet i Trondheim, Kjemisk Institutt
- 38 Konasewich D.E., Henning F.A, 1988  
Creosote wood preservation facilities. Report EPA 2/WP/1. Environment Canada
- 39 Larsson Per-Erik, 1986  
Kreosot i Otterbäcksviken. Biologisk inventering och kemisk karaktärisering. IVL Publ B 841
- 40 Lira, Juha, 1988  
Arbete och Hälsa 1988:13. Nordiska expertgruppen för gränsvärdesdokumentation 78. Kreosot. Arbetsmiljööinstitutet
- 41 Lorenz, L. F., Gjovik, L. R, 1972  
Analyzing Creosote by gas Chromatography: Relationship to creosote specifications. Proc. Amer. Wood - Preserv. Ass. Vol 68, pp 32-42
- 42 Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län. Information om ansökan för deponi i Fjällbo.
- 43 Länsstyrelsen i Älvsborgs län. Information om f d impregneringsplatserna i Kråkviken och Limmared.
- 44 Matthews J.E., Hastings, L, 1987  
Evaluation of toxicity test procedure for screening of treatability potential of waste in soil. Toxicity Assessment: An International Quarterly Vol. 2, pp 265-281.
- 45 Nestler, M.F.H, 1974  
The characterization of wood - preserving creosote by physical and chemical methods of analysis. USDA Forest Service. Research paper FPL 195
- 46 Niimi A.J., Palazzo V, 1986  
Biological half-lives of eight polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Rainbow Trout (*Salmo Gairdneri*). Wat. Res. Vol 20, No 4, pp 503-507
- 47 Quaraishi T.A, 1986  
Residential Wood burning and air pollution. Intern. J. Environmental Studies, Vol pp 19-33.
- 48 Rostad, Colleen E. and Pereira Wilfred E, 1987  
Creosote compounds in snails obtained from Pensacola Bay, Florida, near an onshore hazardous - waste site. Chemosphere Vol 16, Nos 10-12, pp 2397-2404
- 49 Rotard W, Mailahn W, 1987  
Gas chromatografi - masspektrometrisk analys av kreosoter extraherade från träsläp-  
per installerade i lekplatser. Anal. Chem. 59, pp 65-69
- 50 Halldin A, 1988  
Blekholmstorget - Undersökning av kontamineringsgrad i mark. Stockholms Fastighetskon-  
tor, Geobyrå. Rapport från VIAC AB 88-02-19.
- 51 Sundström G, 1985  
Kreosotmediens miljöeffekter. Litteraturgenomgång samt kemiska och biologiska test av  
svenska kreosotprodukter. Statens naturvårdsverk

- 52 Sundström G, Larsson Å, Tarkpea M, 1986  
Creosote. The handbook of Environmental Chemistry, Volume 3/Part D, pp 159-205.  
Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- 53 Sundström G., Nylund K, 1985  
Förekomst av kreosotrester i jordprover från en nedlagd träimpregneringsanläggning. Statens naturvårdsverk Rapport 85:03
- 54 Thomson G.E., 1978  
Hydrogeological Control and clean-up of soil and groundwater contaminants at Northern Wood Preservers Ltd. Proc. Ontario Industrial Waste Conf. 25th, pp 250-268
- 55 Troutman D.G. et al, 1984  
Phenolic contamination in the sand and gravel aquifer from a surface impoundment of wood treatment wastes, Pensacola, Florida. U.S Geological Survey. Water-Resources Investigations Report 844230
- 56 Webb David A, 1980  
Creosote, its biodegradation and environmental effects. American Wood - Preservers' Association Proc., pp 65-69
- 57 Webb David A, 1987  
Creosote - Recent developments and environmental considerations. American Wood - Preservers' Association Proc., pp 11-18
- 58 Willeitner H, Dieter H.O, 1984  
Steinkohlenteeröl. Holz als Roh - und Werkstoff 42, pp 223-232
- 59 Wilson John T. et al, 1985  
Influence of microbial adaption on the fate of organic pollutants in ground water. Environmental Toxicology and Chemistry Vol. 4, pp 721-726
- 60 Wise Edward D, 1986  
RCRA Surface impoundment options for creosote and pentachlorophenol wood treating facilities.
- 61 Wright C.W. et al, 1985  
Comparative Analysis of commercial creosotes and solvent Refined Coal-II materials by high resolution gas chromatography. J. of High Resolution Chromatography Communications, Vol 8, pp 283-289
- 62 VIAK, 1989  
Försök att med kompost nryta ned kreosotkontaminerade sediment. Delrapport 1-8. Banverket, Stockholm

# Publikationer från Svenska Träskyddsinstitutet

## Meddelanden\*

1. Holmgren, H. o. Rennerfelt, E., 1952. — Jämförande laboratorieundersökningar av några träimpregneringsmedel.
2. Rennerfelt, E., 1952. — Revidering av Träskyddskommitténs provtytor för fält- och röttkammarförsök sommaren 1952, omfattande försöken 1A, 1B, 2A, 3A, 4A och 4B.
3. Rennerfelt, E., 1952. — Översikt över pågående försök på Träskyddskommitténs provtytor.
4. Holmgren, H., 1952. — Om impregneringens beroende av furuvirkets förbehandling med hänsyn till barkningsmetoder och vattenläggning.
5. Rennerfelt, E., 1953. — Redogörelse för fältförsöken nr 5 och 6.
6. Holmgren, H., 1953. — Orsaker till smetighet på oljeimpregnerat virke och möjligheter att förminska densamma.
7. Rennerfelt, E., 1953. — Angrepp av rötsvampar i jord från de olika provtytorerna.
8. Edén, J., 1953. — Redogörelse.
9. Edén, J., 1953. — Särtryck ur Era. Stolpskydd med diffusions- och osmosmetoden: Svenska erfarenheter och planerade försök.
10. Danielsson, E., 1953. — Anteckningar från en studieresa till Tyskland, som i första hand avsåg studium av metoder för s.k. efterimpregnering av sliprar.
11. Rennerfelt, E., 1953. — Revidering av Träskyddskommitténs provtytor för fältförsök sommaren 1953, omfattande försöken 1A, 2A, 3A, 4A, 4B.
12. Edén, J., 1953. — Rapport från en resa i Tyskland i sept. 1953 för deltagande i en kongress angående träskydd och från besök hos firman Allgemeine Holzimprägnierung, Dr Wolman G.m.b.H.
13. Nilsson, G. o. Holmgren, H., 1954. — Fältförsök för undersökning av korrosion på metallföremål i kontakt med impregnerat virke.
14. Rennerfelt, E., 1953. — Redogörelse för fältförsöken nr 7A, 7B och 11A.
15. Edén, J., 1954. — Träskydd I och II. Något om dess betydelse ur allmän och enskild ekonomisk synpunkt.
16. Träskyddskommittén 1954. — (Se även nr 23). Virkesimpregnering. Allmänna villkor och förutsättningar, anvisningar för erhållande av en god kvalitet på virke impregnerat under tryck antingen med kreosotolja enligt Rüpings sparmetod eller med saltlösningar — även kreosotolja — vid s.k. fullimpregnering.
17. Rennerfelt, E., 1954. — Revidering av Träskyddskommitténs provtytor för fältförsök sommaren 1954, omfattande försöken 1A, 1B, 2A, 4A, 4B.
18. Edén, J. o. Holmgren, H., 1954. — Betr. smetighet hos kreosotimpregnerat virke.
19. Holmgren, H., 1954. — Metoder för impregnering av virke.
20. Rennerfelt, E., 1955. — Revidering av Träskyddskommitténs fältförsök sommaren 1955, omfattande försöken 1A, 1B, 2A, 3A och 4B.
21. Holmgren, H., 1955. — Fältförsök för undersökning av korrosion på metallföremål i kontakt med impregnerat virke.
22. v. Schoenberg, W. o. Holmgren, H., 1955. — Försök med kreosotimpregnering av furustolpar.
23. Träskyddskommittén, 1955. — Allmänna villkor och förutsättningar för tryckimpregnering av virke.
24. Rennerfelt, E., 1955. — Fältförsök med Bolidensalterna S och S 25, försök 8A och 8B.
25. Rennerfelt, E., 1956. — Undersökningar över uppträdandet av lagringskador i stolpar mellan avverkning och impregnering.
26. Rennerfelt, E., 1956. — Uppgifter över kvantiteter impregnerat virke.
27. Rennerfelt, E., 1956. — Revidering av kommunikationsverkens fältförsök med olika impregneringsmedel.
28. Rennerfelt, E., 1956. — Iakttagelser över mögelröta.
29. Rennerfelt, E., 1956. — Redogörelse för fältförsöken med Bolidensalterna K 33, S och S 25 samt försök med dubbelimpregnering och Höganäsolja.
30. Rennerfelt, E., 1957. — Undersökning av hämningssgränserna hos några olika träimpregneringsmedel.
31. Rennerfelt, E., 1957. — Röttningsförsök med vedprov uttagna ur virke impregnerat i praktisk drift.
32. Rennerfelt, E., 1957. — Revidering av stavförsök med salterna S 25, KP och Celcure och med kreosot.
33. Rennerfelt, E., 1957. — Redogörelse för försök med oimpregnerat virke från olika delar av landet, fältförsök nr 11A.
34. Rennerfelt, E., 1957. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1955.
35. Rennerfelt, E., 1957. — Revidering av fältförsök med olika impregneringsmedel.
36. Rennerfelt, E., 1957. — Revidering av stavförsök med salterna S 25, KP, Celcure och kreosotolja.
37. Holmgren, H. o. Roots, E., 1958. — Fältförsök för undersökning av korrosion på metallföremål i kontakt med impregnerat virke.
38. Holmgren, H. o. v. Schoenberg, W., 1958. — Några försök rörande eftersvettning och smetighet hos kreosotimpregnerade furustolpar.
39. Rennerfelt, E., 1958. — Revidering av fältförsöken med Bolidensalterna S och S 25 samt försöken med dubbelimpregnering och Höganäsolja.
40. Rennerfelt, E., 1958. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1956.
41. Rennerfelt, E., 1958. — Revidering av stavförsök med S 25, K 33, KP, Celcure och kreosotolja.
42. Holmgren, H., 1958. — Böjningsförsök med trästolpar.
43. Rennerfelt, E., 1958. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1957.
44. Holmgren, H. o. Rennerfelt, E., 1958. — Fältförsök med virke som doppats i eller bestrukt med träkonserveringsmedel.
45. Rennerfelt, E., 1958. — Revidering av fältförsök med olika impregneringsmedel.
46. Rennerfelt, E., 1958. — Revidering av stavförsök med S 25, K 33, KP, Celcure och kreosotolja.
47. Holmgren, H., 1959. — Försök med högfrekvensuppvärmning av furustolpar.
48. Borup, L., Holmgren, H. o. Rennerfelt, E., 1959. — Översikt över Träskyddskommitténs verksamhet 1941—1959.
49. Rennerfelt, E., 1959. — Revidering av fältförsök med olika impregneringsmedel.

\* T.o.m. 1973 utgavs meddelandena i Träskyddskommitténs regi.

50. Rennerfelt, E., 1959. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1958.
51. Rennerfelt, E., 1959. — Revidering av stavförsök med Bolidensalternerna S, S 25, K 33, KP, Celcure och kreosotolja.
52. Rennerfelt, E., 1959. — Fältförsök med bestrykningsmedel.
53. Rennerfelt, E., 1960. — Revidering av försök nr 12 B: S 25 — impregnerade stolpar med och utan tak.
54. Rennerfelt, E., 1960. — Revidering av stav- och stolpförsök i växthuset.
55. Rennerfelt, E., 1960. — Rapporter från internationella möten och kongresser.
56. Rennerfelt, E., 1960. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1959.
57. Borup, L., Lekander, B. o. Rennerfelt, E., 1960. — Skador på obarkade slipersämnen under lagringstiden i skogen.
58. Rennerfelt, E., 1960. — Revidering av fältförsök med olika impregneringsmedel.
59. Rennerfelt, E., 1960. — Revidering av stavförsök med Bolidensalternerna S, S 25 och K 33, KP, Celcure och kreosotolja.
60. Rennerfelt, E., 1960. — Försök med impregnering av gran och furu enligt OPM-metoden (försök 14A och B).
61. Rennerfelt, E., 1960. — Fältförsök med bestrykningsmedel (försök 13A och C).
62. Rennerfelt, E., 1961. — Fältförsök med bestrykningsmedel (försök 13A, B och C), rapport nr 4.
63. Rennerfelt, E., 1961. — Revidering av fältförsök med olika impregneringsmedel.
64. Rennerfelt, E., 1962. — Revidering av stavförsök med Bolidensalternerna S, S 25 och K 33, med KP, Celcure och kreosot, med Wolmanit UA Reform 67.
65. Rennerfelt, E., 1962. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1960.
66. Rennerfelt, E., 1962. — Fältförsök med bestrykningsmedel (försök 13A, B och C), rapport nr 5.
67. Holmgren, H. o. Hedqvist, T., 1963. — Revidering av fältförsök med olika impregneringsmedel.
68. Hedqvist, T., 1963. — Revidering av stavförsök med Bolidensalternerna S, S 25 och K 33 med KP, Celcure och kreosot, med Wolmanit UA Reform 67.
69. Hedqvist, T. o. Möller, B., 1963. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1961.
70. Hedqvist, T. o. Möller, B., 1963. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1963 års revision. Field experiments with different preservatives applied by pressure. Revised in 1963.
71. Möller, B., 1964. — Fältförsök med bestrykningsmedel. 1963 års revision. Field Tests with Brush Treatment Preservatives. Revised in 1963.
72. Möller, B., 1964. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1962. English Summary.
73. Rennerfelt, E. †, 1964. — En jämförelse mellan svenska fältförsök och laboratorieexperiment med några träkonserveringsmedel. A Comparison between Swedish Field Tests and Laboratory Experiments with Some Wood Preservatives. English Summary.
74. Möller, B., 1964. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1963 års revision, nr II. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No II. Revised in 1963.
75. Rennerfelt, E. †, 1964. — Provning av träskyddsmedel mot svampar. Testing of Wood Preservatives against Fungi.
76. Johansson, M., 1964. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1963. English Summary.
77. Johansson, M., 1965. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1964 års revision, nr I. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No I. Revised in 1964.
78. Johansson, M., 1965. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1964 års revision, nr II. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No II. Revised in 1964.
79. Johansson, M., 1965. — Fältförsök med bestrykningsmedel. 1964 års revision. Field Tests with Brush Treatment Preservatives. Revised in 1964.
80. Johansson, M., 1965. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1964. English Summary.
81. Holmgren, H. o. Fjelkegård, G., 1965. — Rötundersökningar i Televerkets stolplinjer. English Summary.
82. Johansson, M., 1965. — Träskyddskommitténs fält- och rötchammarförsök med olika träimpregneringsmedel. Redogörelse nr V. The Wood Preservation Committee's Field and Rot-Chamber Experiments with Wood Preservatives. Report No V.
83. Nordiska forskarmötet i Stockholm 1965. Protokoll.
84. Nordiska träskyddsmötet i Stockholm 1965. Protokoll.
85. Johansson, M., 1966. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1965 års revision, nr I. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No I. Revised in 1965.
86. Johansson, M., 1966. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1965 års revision, nr II. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No II. Revised in 1965.
87. Johansson, M., 1966. — Fältförsök med bestrykningsmedel. 1965 års revision. Field Tests with Brush Treatment Preservatives. Revised in 1965.
88. Johansson, M., 1966. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1965. English Summary.
89. Johansson, M., 1967. — Internationellt fältförsök med impregnerade furustavar. 1966 års revision. International Field Test with Treated Pine Stakes. Revised in 1966.
90. Johansson, M., 1967. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1966 års revision, nr I. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No I. Revised in 1966.
91. Johansson, M., 1967. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1966 års revision, nr II. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No II. Revised in 1966.
92. Johansson, M., 1967. — Fältförsök med bestrykningsmedel. 1966 års revision. Field Tests with Brush Treatment Preservatives. Revised in 1966.
93. Johansson, M., 1967. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1966. English Summary.



94. Henningsson, B., 1967. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1967 års revision, nr I. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No I. Revised in 1967.
95. Henningsson, B., 1968. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1967 års revision, nr II. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No II. Revised in 1967.
96. Henningsson, B., 1968. — Internationellt fältförsök med impregnerade furustavar. 1967 års revision. International Field Test with Treated Pine Stakes. Revised in 1967.
97. Henningsson, B., 1968. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1967. English Summary.
98. Henningsson, B., 1969. — Internationellt fältförsök med impregnerade furustavar. 1968 års revision. International Field Test with Treated Pine Stakes. Revised in 1968.
99. Henningsson, B., 1969. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1968. Quantities of timber assortments treated with pressure in 1968.
100. Henningsson, B., 1969. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1968 års revision, nr I. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No I. Revised in 1968.
101. Lundström, H., 1970. — Epixyler på impregnerade trästolpar i Bogesund. Epixyls on treated wooden posts at Bogesund.
102. Henningsson, B., 1970. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1969. Quantities of pressure treated wood 1969.
103. Henningsson, B., 1970. — Fältförsök med virke som genom doppning eller bestrykning behandlats med träkonserveringsmedel. Field tests with wood treated by steeping or brushing.
104. Henningsson, B., 1971. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1970. Quantities of pressure treated wood 1970.
105. Henningsson, B., 1972. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1971. Quantities of pressure treated wood 1971.
106. Henningsson, B., 1973. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1972. Quantities of pressure treated wood 1972.
107. Bergman, Ö., 1974. — Faktorer som påverkar barrvedens impregnerbarhet. En litteraturstudie. Factors affecting the permeability of softwood. A literature study. Särtryck från Rapport Nr R 89, 1973, från Inst. för virkeslära, Stockholm.
108. Henningsson, B., Bergman, Ö., 1974. — Internationellt fältförsök med impregnerade furustavar. 1972 års revision. International Field Test with Treated Pine Stakes. Revised in 1972.
109. Jermer, J., 1974. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke 1973. Quantities of Pressure Treated Wood 1973.
110. Bergman, Ö., Henningsson, B., 1974. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1972 års revision. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure. Revised in 1972.
111. Nylinder-Norman, E., Henningsson, B., Hellström, O., Gunnarsson, L., 1974. — Provning av impregnerat virke i havet. Marine Wood Borer Tests on the West Coast of Sweden.
112. Henningsson, B., 1975. — Användning av impregnerat virke i de nordiska länderna. The Use of Impregnated Timber in the Nordic Countries.
113. Dahlgren, S-E., 1975. — Fixering av Cu-Cr-As baserade träimpregneringsmedel. Fixation of Cu-Cr-As based Wood Preservatives.
114. Bergman, Ö. o. Henningsson, B., 1975. — Efterbehandling av stolpar med kreosotemulsionspasta enligt bandagemetoden. Mätning av inträngningen. Groundline Treatment of Poles with a Creosote Emulsion Paste according to the Bandage Method. Measurement of Penetration.
115. Jermer, J., 1975. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke 1974. Quantities of Pressure Treated Wood 1974.
116. Dahlgren, S-E., 1975. — Effect of Pre-steaming on the CCA Treatment of Spruce and Redwood Grown in Southern Sweden. Inverkan av ångning på CCA-impregnering av gran och furu från södra Sverige.
117. Henningsson, B., Nilsson, T., Hoffmeyer, P., Friis-Hansen, H., Schmidt, L., Jacobsson, S., 1975. — Soft rot i saltimpregnerade ledningsstolpar från åren 1940—1954.
- 117 E. Henningsson, B., Nilsson, T., Hoffmeyer, P., Friis-Hansen, H., Schmidt, L., Jacobsson, S., 1976. — Soft Rot in Utility Poles Salt-treated in the Years 1940—1954.
118. Norman, E., Henningsson, B., 1975. — Description of a Trial with Wood Preservatives against Marine Wood Boring Organisms. Försök med olika impregneringsmedel som skydd mot angrepp i virke av skeppsmask och borrhärfäta.
119. Bergman, Ö., Henningsson, B., Persson, E., 1975. — Vattenlagring — en metod att minska utsvettning hos kreosotimpregnerade stolpar. Water-storage — A method to Reduce Bleeding of Creosote Treated Poles.
120. Hickin, N. E., 1976. — Termites-their Natural History and their Control. Termiter-biologi och bekämpning.
121. Boutelje, J., Jonsson, Ulla, 1976. — Effekterna av vattenlagring av timmer. I. Inverkan på impregnering av sågat virke. Effects of Water-storage of Logs. I. Effect on the Impregnation of Sawn Goods.
122. Jermer, J., 1976. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke 1975. Quantities of Pressure Treated Wood 1975.
123. Ivansson, B-O., 1976. — Tryckimpregnering i samband med fingerskarvning av virke. Pressure impregnation of timber in conjunction with finger jointing.
124. 1976. — The Performance of Treated Wood and Untreated Durable Species. Report of Working Party S5.03.05 Biodeterioration. XVI IUFRO World-Congress, Oslo 1976.
125. Boutelje, J., Johansson, Solveig, Jonsson, Ulla, 1977. — Effekterna av vattenlagring av timmer. II Inverkan på stolpimpregnering. Effects of Water-storage of Logs. II Effects on the Impregnation of Poles.
126. Bergman, Ö., 1977. — Faktorer som påverkar lövvedens impregnerbarhet. En litteraturstudie. Factors affecting the permeability of hardwoods. A literature study.
127. Boutelje, J., Henningsson, B., Lundström, H., 1977. — Effekterna av vattenlagring av timmer. III. Inverkan på impregneringens effektivitet mot röta. Effects of Water-storage of Logs. III. Effect upon the Effectiveness of Preservative Treatment against Decay.
128. Omér, S., 1977. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke 1976. Quantities of Pressure Treated Wood 1976.

129. Johansson, Solveig, 1977. — Fuktupptagning i impregnerat trä. The Absorption of Water into Preservative-Treated Wood.
130. Blümer, H., Henningsson, B., Jermer, J., 1978. — Spånskivor av CCA-impregnerat trä. Mekaniska och biologiska provningar. Particle Boards of CCA-Treated Wood. Mechanical and Biological Tests.
131. Berglund, F., Wallin, T., 1978. — Korrosion av spik och skruv i impregnerat virke. Corrosion of Nails and Screws in Preservative-Treated Wood.
132. Bergman, Ö., Martinsson, S., 1979. — Försök med vattenlagring och bevattning av stolpar för att undvika utsvetning av kreosotolja. Experiments with water-storage and water-spraying of poles to avoid bleeding of creosote.
133. Henningsson, B., Bergman, Ö., 1979. — Internationellt fältförsök med impregnerade furustavar. 1976 års revision. International field test with treated pine stakes. Revised 1976.
134. Bergman, Ö., Henningsson, B., 1979. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1976 års revision. Field tests with different preservatives applied by pressure. Revised 1976.
135. Bechgaard, C., Borup, L., Henningsson, B., Jermer, J., 1979. — Försök med efterimpregnering av kreosotimpregnerade järnvägssliprar genom selektiv behandling med borsyra.
- 135 E. Bechgaard, C., Borup, L., Henningsson, B., Jermer, J., 1979. — Remedial treatment of creosoted railway sleepers of redwood by selective application of boric acid. Publicerad även som IRG Document No 3134, 1980.
136. 1979. — Screening techniques for potential wood preservative chemicals. Proceedings of a special seminar held in association with the 10th annual meeting of the IRG, Peebles 1978.
137. Jermer, J., Omér, S., 1980. — Utveckling av kraftledningsstolpar av impregnerat limträ i Sverige 1975—1980. Development of glulam transmission structures of preserved wood in Sweden 1975—1980.
138. Mansikkamäki, P., Vihavainen, Tuija, 1980. — Termiter och termit skydd av träkonstruktioner.
139. Jermer, J., Nilsson, K., 1981. — Träimpregneringsindustrin i Sverige. Produktion m m 1980. The wood preserving industry in Sweden. Facts and figures 1980.
140. Qvarnström, K., 1982. — Undersökningar rörande fytotoxiska effekter av träskyddsmedel. Investigations on phytotoxic effects of wood preservatives.
141. Henningsson, B., Käärik, Aino, 1982. — Kartläggning av rötsvampar i träfönster. Survey of decay fungi in window joinery.
142. Bergman, Ö., Mazur, F., 1982. — Fältförsök med träskyddsmedel. 1980 års revision. Field tests with wood preservatives. Revised in 1980.
143. Edlund, Marie-Louise, Hintze, W., Jermer, J., Ohlsson, S., 1982. — Undersökningar av tennorganiska träskyddsmedel. Investigations of organotin based wood preservatives.
144. Henningsson, B., Jermer, J., 1982. — Undersökningar av korrosion på metallföremål i kontakt med impregnerat virke utomhus. Studies on corrosion of metallic objects in contact with preservative-treated wood in the open.
145. Jermer, J., Severin, J-E., 1982. — Försök med bevattning av stolpar för att minska utsvetningen av kreosotolja. Investigations on sprinkling of poles as a method to reduce bleeding of creosote.
146. Bergman, G., Solyom, P., Mideus, H., 1983. — Förorening av mark och grundvatten vid träimpregneringsverk. Contamination of soil and ground-water at wood preserving plants.
147. Henningsson, B., 1984. — Olika träskyddsmedels effekt mot mögel- och blåmånadsvampar på inbyggt virke. The effect of different wood preservatives against growth of moulds and staining fungi on timber in buildings.
148. Henriksson, S.T., 1984. — Träskyddsforskning vid Bolidenbolaget.
149. Jermer, J., Nilsson, K., 1984. — Träimpregneringsindustrin i Sverige. Impregneringsstatistik 1983. The wood preserving industry in Sweden. Statistics 1983.
150. Pizzi, A., Conradie, W.E., Cockcroft, R., 1984. — Wood Preservation in Southern Africa.
151. Bergman, G., 1985. — Geologi- och miljöriskklassificering av impregneringsverk i Sverige. En enkätundersökning.
152. Antonsson, Ann-Beth, Lundberg, B., 1985. — Arbetsmiljöundersökningar i träimpregneringsindustrin. Investigations of health hazards in the wood preserving industry.
153. Edlund, Marie-Louise, Henningsson, B., 1985. — Undersökning av virke behandlat med träskyddsmedel. Skyddseffekt och arbetsmiljörisker efter olika torkningsförfaranden. Investigation of wood treated with water-borne preservatives and anti-sapstain chemicals. Efficacy and health hazards after various methods of drying.
154. Bergholm, J., 1985. — Utlakning av koppar, krom och arsenik från impregnerat spån deponerat i mark. Leaching of copper, chromium and arsenic from preserved wooden chips deposited in the soil.
155. Bystedt, T., 1986. — Kostnadskalkylering vid tryckimpregnering.
156. Bergman, Ö., Mazur, F., 1986. — Fältförsök med träskyddsmedel. 1984 års revision. Field tests with wood preservatives. Revised in 1984.
157. Bergman, Ö., 1986. — Impregneringsprocesser som minskar torkningsinsatsen före eller efter impregneringen. En litteraturstudie. Preservation processes which reduce the amount of drying needed before or after treatment. A literature survey.
158. Billgren, Gunnilla och Edlund, Marie-Louise, 1986. — Beständighet hos impregnerade träfönster. En jämförande undersökning.
159. 1987. — Förbättra stolpkvaliteten — minska lagringsskadorna! Seminarium i Stockholm den 27 november 1986. Improve the quality of poles — reduce pretreatment decay! Proceedings from a seminar held in Stockholm, November 27, 1986.
160. 1988. — Torkning av impregnerat trä. Arbeten och aktiviteter initierade av Svenska Träskydds-institutet 1977—1987. Drying of preservative-treated wood. Work and activities initiated by the Swedish Wood Preservation Institute 1977—1987.
161. Bergholm, J., Dryler, K., 1989. — Studier av fixeringen av arsenik i jord samt rörligheten av arsenik, koppar och krom i CCA-förorenade jordar. Studies on the fixation of arsenic in soil and on the mobility of arsenic, copper and chromium in CCA-contaminated soil.

## Uppsatser

- U1. Jermer, J. — Paineekyllästetyn puun käyttö ja tulevaisuus Ruotsissa (Impregnerat virke — utveckling och användning i Sverige). Lahontorjunta 3, 1975.
- U2. Jermer, J. — Termiter — ett hot på nya exportmarknader. Skog & Trä 1, 1976.
- U3. Jermer, J., Kumlin, S. — Ny svensk standard för impregnerat trä. Byggnadstidningen 5, 1977. Träindustrin 2, 1977.
- U4. Jermer, J. — Det nya byggnadsmaterialet — impregnerat trä. Väg- och Vattenbyggaren 4, 1977.
- U5. Jermer, J. — Impregnera det egna virket. Lantbrukspraktika 1978.
- U6. Jermer, J. — Skeppsmask, hussvamp och husbock — allvarliga skadegörare på träkonstruktioner. Väg- och Vattenbyggaren 6—7, 1978.
- U7. Jermer, J. — Tillverkningskontroll av impregnerat trä. Standard 6/7, 1979.
- U8. Omér, S. — Erfarenheter av limträstolpar i Sverige 1974—1979. Nordiska Träskyddsmötet, 1979.
- U9. Jermer, J. — Nordiska Träskyddsmötet — 200 deltagare utbytte forskningserfarenheter. Träindustrin 12, 1979.
- U10. Henningsson, B., Jermer, J. — Impregneringskontroll ökar träfönstrens konkurrenskraft. Träindustrin 3, 1980.
- U11. Jermer, J. — Träimpregnering — mål och metoder. Kemisk Tidskrift 7, 1980.
- U12. Jermer, J., Leightley, L. — The inspection and protection of poles in service. BWPA News Sheet no 167, 1982.
- U13. Jermer, J. — Försurning och arsenikimpregnering. Sågverken 6, 1982.
- U14. Jermer, J. — Den industriella virkesimpregneringen i Sverige idag. Krav — normer — kontroll. Trä & Teknik 82.
- U15. Omér, S. — Impregnering av fönster. Trä & Teknik 82.
- U16. Jermer, J. — Träimpregneringsindustrin — fritt fram för FoU. Svensk Papperstidning nr 6, 1983.
- U17. Jermer, J. — Bifluoridbaserade träskyddsmedel. Föredrag vid kurs i användning av bekämpningsmedel klass 1 SO, fluorider, 1983.
- U18. Jermer, J., Edlund, Marie-Louise, Henningsson, B., Hintze, W., Ohlsson, S. — Chemical and biological investigations of double-vacuum treated windows after 5 years in service. IRG Document No 3219, 1983.
- U19. Jermer, J., Edlund, Marie-Louise, Hintze, W., Ohlsson, S. — Studies of the distribution and degradation of tributyltin naphthenate in double-vacuum treated wood. IRG Document No 3230, 1983.
- U20. Jermer, J., Lindquist, C. — Impregnerat trä — idealiskt material för bullerskärmar. Byggnadskonst 3, 1983.
- U21. Jermer, J. — Träskyddsinstitutets forskning om impregnerade träfönster. Byggnadstidningen 14, 1983.
- U22. Ohlsson, S., Hintze, W. — HPTLC Analysis of Organotin Compounds in Preservative Solutions and Preservative-treated Wood. Journal of High Resolution Chromatography & Chromatography Communications Vol 6, 1983, 89—94.
- U23. Hintze, W., Ohlsson, S. — Analysis of organotin fungicides in wood preservative solutions and double-vacuum treated wood. IRG Document No 3250, 1983.
- U24. Jermer, J. — Träimpregneringsindustrin i Sverige. Program och sammanfattningar av föredrag och seminarier, Arbetsmedicinska kontaktdagar i Umeå 10 och 11 oktober 1983.
- U25. Jermer, J. — Nordiska Träskyddsdagar 1983. Svensk Trävaru- och pappersmassetidning 11, 1983.
- U26. Jermer, J. — Standard and classification of preservative-treated wood in Sweden. Conference paper, »Timber constructions for farm buildings», May 23—25 1984. Swedish University of Agricultural Sciences.
- U27. Edlund, Marie-Louise. — Hur kan råvarans beständighet förbättras? STFI-meddelande serie D nr 210, 1984.
- U28. Jermer, J., Edlund, Marie-Louise, Henningsson, B., Hintze, W. — Studies on accelerated ageing procedures with TBTO-treated wood. IRG Document No 2244, 1985.
- U29. Edlund, Marie-Louise, Jermer, J., Henningsson, B., Hintze, W. — Chemical and biological investigations of double-vacuum treated windows after 7 1/2 years in service. IRG Document No 3339, 1985.
- U30. Edlund, Marie-Louise, Jermer, J., Henningsson, B., Hintze, W. — Kemiska och biologiska undersökningar av vakuuimpregnerade fönster efter 7 1/2 års användning. Nordisk Träbeskyttelsesmøde, 1985.
- U31. Jermer, J. — Internationell konferens om nya impregneringsrön. Träindustrin 9, 1985.
- U32. Jermer, J. — Träimpregnering i Brasilien. Träindustrin 9, 1985.
- U33. Jermer, J. — Miljö- och arbetarskydd i träimpregneringsindustrin. Nordisk Träbeskyttelsesmøde, 1985.
- U34. Jermer, J., Edlund, Marie-Louise. — Impregnerat trä — möjligheternas material. Vi i villa 3, 1986. Vi Fritidshusägare 1, 1987.
- U35. Henningsson, B., Friis-Hansen, H., Käärik, Aino, Edlund, Marie-Louise. — Remedial groundline treatment of CCA poles in service. Results of chemical and microbiological analyses 6 months after treatment. IRG Document No 3388, 1986.
- U36. Jermer, J. — Även impregnerat virke måste vara torrt. Väg- och Vattenbyggaren 10, 1986.
- U37. Lundström, H., Edlund, Marie-Louise. — Pre-treatment decay in poles of Pinus sylvestris. IRG Document No 1329, 1987.

- U38. Edlund, Marie-Louise, Henningsson, B. — Chemical and biological studies of organotin treated and painted wood stakes after outdoor exposure. IRG Document No 3419, 1987.
- U39. Jermer, J., Bergman, Ö., Nilsson, T. — Fungus cellar and stake tests with tall oil derivatives. Progress report after 5 years' testing. IRG Document No 3442, 1987.
- U40. Jermer, J., Lundberg, B. — Kiln drying of CCA-treated wood — Some safety and environmental considerations. IRG Document No 3443, 1987.
- U41. Jermer, J., Bergman, Ö. — Glulamined poles — Progress report after 7 years' testing. IRG Document No 3444, 1987.
- U42. Edlund, Marie-Louise. — Artificial drying of impregnated wood. IRG Document No 3448, 1987.
- U43. Jermer, J., Edlund, Marie-Louise, Nilsson, K. — Torkning av impregnerat trä i virkestork — Redovisning av aktuella FoU-projekt i Sverige. Nordiska Träskydds dagar, 1987.
- U44. Jermer, J. — Samordning av godkännanderegler för träskyddsmedel i Västeuropa — rapport från samarbetet inom The European Homologation Committee — EHC. Nordiska Träskydds dagar, 1987.
- U45. Edlund, Marie-Louise. — Utveckling av metod för accelererat åldrande av träskyddsmedel för klass B. Nordiska Träskydds dagar, 1987.
- U46. Jermer, J. — Detta ska träspecialisten veta om impregnerat trä! Bygg- och Trävaruhandeln 9, 1987.
- U47. Jermer, J. — Träförstörande svamp och insekter. Byggnadskultur 3, 1987.
- U48. Jermer, J. — Byggare och fastighetsägare. Ställ krav på impregnerat trä! Fastighetsjournalen 3—4, 1987.
- U49. Edlund, Marie-Louise, Henningsson, B., Jensen, B., Sundman, C.E. — Accelerated ageing of preservatives in treated wood. IRG Document No 3476, 1988.
- U50. Jermer, J. — Evaluation and approval of wood preservatives. Unification of European requirements. IRG Document No 2310, 1988.
- U51. Henningsson, B., Jermer, J. — Evaluation and approval of wood preservatives in the Nordic countries. IRG Document No 2311, 1988.
- U52. Henningsson, B., Friis-Hansen, H., Käärik, Aino, Edlund, Marie-Louise. — Remedial groundline treatment of CCA poles in service. A progress report after 28 months' testing. IRG Document No 3481, 1988.
- U53. Jermer, J. — Små framsteg för gemensamma europeiska träskyddsprinciper. Träindustrin 1, 1988.
- U54. Edlund, Marie-Louise. — Flera gemensamma provningsnormer fastställda. Träindustrin 2, 1988.
- U55. Nilsson, K., Edlund, Marie-Louise. — Torkning av impregnerat trä. Sågverken 7, 1988.
- U56. Jermer, J. — Europe approaching common approvals on wood preservation. CIGR Section II Seminar 1988, Proceedings.
- U57. Jermer, J. — Harmonisering på träskyddsområdet i Europa. Teknik & Standard 4, 1988.
- U58. Edlund, Marie-Louise, Sundman, C.E. — Moisture condition in treated wood exposed outdoors. A progress report. IRG Document No 3533, 1989.
- U59. Henningsson, B., Friis-Hansen, H., Käärik, Aino, Edlund, Marie-Louise. — Remedial groundline treatment of CCA-poles in service. A final report after 60 months' testing. IRG Document No 3534, 1989.
- U60. Johansson, I., Edlund, Marie-Louise. — Tilting and vacuum treatment — two methods to obtain a non-dripping freshly treated timber. IRG Document No 3535, 1989.
- U61. Nilsson, K., Bjurman, J. — Estimation of mycelial biomass by determination of the ergosterol content of wood decayed by *Coniophora puteana* and *Fomes fomentarius*. IRG Document No 1415, 1989.
- U62. Evans, F. G., Jermer, J. — Europa-standarden — hvordan vil den innvirke på Nordens impregnering? Nordiska Träskydds dagar 1989.
- U63. Edlund, Marie-Louise. — Torkning av stolpvirke i överhettad ånga. Nordiska Träskydds dagar 1989.
- U64. Edlund, Marie-Louise. — The effect of remedial treatment of poles. International Conference on Wood Poles and Piles, Fort Collins, 25—27 Oct 1989, Proceedings.
- U65. Edlund, Marie-Louise. — Stolpar och miljö. ELEF's temadagar om luftledning 1990.
- U66. Jermer, J., Edlund, Marie-Louise. — Will political initiatives stop the use of preservative-treated wood in Sweden? IRG Document No 3578, 1990.
- U67. Edlund, Marie-Louise. — Impregnerad splintved bättre än kärved. Husbyggaren 1, 1990.
- U69. Jermer, J. — Production of preservative-treated wood in some countries. IRG Document No 3598, 1990.
- U70. Edlund, Marie-Louise. — Impregnerat trä och miljön. Träinformation 9, 1990.
- U71. Edlund, Marie-Louise. — Trä i fuktig miljö — Användning av impregnerat trä. Träinformation 9, 1990.
- U72. Edlund, Marie-Louise. — Gran i Fönster. Temadag »Granimpregnering», Träteknikcentrum 1990-05-03.
- U73. Jermer, J. — Europeiska standarder och svenska miljömyndigheter — hur påverkar de framtiden för impregnerad gran? Temadag »Granimpregnering», Träteknikcentrum 1990-05-03.

## Informationer

1979:1. Jermer, J., Lekander, B. — Virkesförstörande insekter inomhus 1. Husbock.

1979:2. Jermer, J., Lekander, B. — Virkesförstörande insekter inomhus 2. Vedstekel, trägnagare, blåhjon, splintbagge, hästmyra, praktbagge.

1982:1. Jermer, J., Johannesson, C. M. — Röta — orsaker, förebyggande åtgärder, sanering. Denna skrift är även utgiven på norska med titeln »Råteskader i bygninger — årsaker, forebyggende tiltak, utbedring». Norsk Treteknisk Institutt, Teknisk småskrift 30, 1982.

1984:1. Trivsamt utemiljö med impregnerat trä.

1985:1. Vakuumimpregnerat trä.

## Övriga publikationer

Levy, C. R. — Wood Preservation for Tropical Housing. Träskyddsdag 1976-05-25, Svenska Träskyddsinstitutet och Svenska Sågverks- och Trävaruexportföreningen.

Omér, S. — Träimpregnering. STU Information 85, 1978.

Jermer, J., Söderlind, J. — Träskydd. AB Svensk Byggtjänst, 1979.

Omér, S. — Råd och anvisningar för intern driftkontroll vid impregneringsanläggningar (Riktad till ansvarig driftledare). Svenska Träskyddsinstitutet, 1979.

Omér, S. — Anvisningar för intern driftkontroll vid impregneringsanläggningar (Riktad till impregneringspersonal). Svenska Träskyddsinstitutet, 1979.

Jermer, J., Kuusamo, M. — Nordiska Träskyddsrådet 10 år 1969—1979. Nordiska Träskyddsrådet, Information nr 10, 1979.

Cockcroft, R. — Wood preservation organisations — International cooperation in wood preservation research. Träskyddsseminarium 1980-09-02, Svenska Träskyddsinstitutet. Int Journal of Wood Pres, Vol 1, No 4, 1981.

Butcher, J. A. — Wood preservation in New Zealand. Träskyddsseminarium 1980-10-29, Svenska Träskyddsinstitutet.

Rötskadebesiktning av stolpar. Träskyddsseminarium 1981-05-06, Svenska Träskyddsinstitutet.

Omér, S. — Anvisningar för intern driftkontroll vid impregnering med oljelösliga impregneringsmedel godkända för klass B. Svenska Träskyddsinstitutet, 1981.

Jermer, J. — Impregnerat trä i Norden. Nordiska Träskyddsrådet, Information nr 11, 1981. Denna skrift finns även publicerad på engelska (Preservative-treated wood from the Nordic countries), franska (Bois traités des Pays Nordique), tyska (Imprägniertes Holz aus dem Norden) och finska (Kyllästetty puutavara pohjoismainen laatuluokitus ja käyttö).

Den synliga kvalitén och den osynliga. Informationsblad om impregnerade trädgårdsmöbler. Svenska Träskyddsinstitutet 1982.

Omér, S., Samuelsson, I. — Fukt och mögel. Rutin för fältbesiktning. Statens Institut för Byggnadsforskning, Meddelande M82:7, 1982.

Jermer, J. m. fl. — Träimpregneringsindustri och träskyddsforskning i Sverige. Bakgrund, nuläge och utvecklingsmöjligheter. Ingenjörsvetenskapsakademien, Rapport 223, 1982.

Jermer, J. m. fl. — Träskyddshandbok. Svensk Byggtjänst, 1984.

Nilsson, K., Kronberg, Ulla-Britt. — Förteckning över Sveriges träimpregneringsverk. Utkommer årligen.

Torkning av impregnerat trä. Temadag 1985-04-16, Svenska Träskyddsinstitutet och Svenska Träimpregneringsföreningen.

Svenska Träskyddsinstitutet 10 år, 1974—1984. Internationellt seminarium, 1984-04-03.

Edlund, Marie-Louise, Johansson, I. — Inträngning av TBTO-medel i furusplint. En jämförande studie av Hicksons spårämnesreagens och tennreagenset katekolviolett. Penetration of TBTO in treated redwood sapwood. A comparative study of spot tests for a Hickson tracer and for tin with catechol violet. Statens Provningsanstalt, Arbetsrapport SP-BT 1986:01, 1986.

Jermer, J. — Swedish approval schemes for wood preservatives. EHC Document No. 220, 1985.

Vakuumimpregnerade fönster. Träskyddskonferens 1987-03-19.

Kreosotolja. Möjligheter och problem. Träskyddsseminarium 1987-10-22.

Edlund, Marie-Louise, Jermer, J. m. fl. — Undersökning och utvärdering av impregnerade limträkonstruktioner. Investigation and evaluation of preservative-treated glulam constructions. Nordiska Träskyddsrådet, Information nr 18, 1988.

Jermer, J. (red.) — Information regarding health and safety in wood preservation in Europe. EHC Document No. 236/1.

Jermer, J. m. fl. — Puunsuojaus (finsk översättning och bearbetning av den Svenska »Träskyddshandbok»).

Edlund, Marie-Louise, Paajanen, Leena. — Vakuumimpregnering — erfarenheter av impregnerade fönster i praktiken och i fältförsök. Nordiska Träskyddsrådet, Information nr 19, 1989.

Bergman, Ö., Jermer, J. — NWPC Field Test with Wood Preservatives. Results from the Trials Started in 1971, 1973, 1975 and 1977. Nordiska Träskyddsrådet, Information nr 21, 1989.

Sammanställning av remissvar till utredningen »Minskade risker med träskyddsmedel».

Drake, E. — Effekter av miljörestriktioner på tryckimpregnerat virke. Utredning utförd av Interforest AB.

Bergman, Ö., Jermer, J. — NWPC Field Test with Wood Preservatives. Results from the Trial Started in 1968. Nordiska Träskyddsrådet, Information nr 22, 1990.

Peterson, T., Edlund, Marie-Louise m. fl. — Trästolpar för kraft- och teleledningar. Rapport från konferens i Fort Collins, Colorado, USA, oktober 1989.

## **Information om impregnerat trä**

1. Vad är impregnerat trä?
2. Använd rätt impregnerat trä på rätt ställe!
3. Kvalitetskontroll av impregnerat trä.
4. Träskyddsmedel för impregnering av trä.
5. Tekniska egenskaper hos impregnerat trä.
6. Impregnerat trä i hus och trädgård.
7. Viktig information om impregnerat trä.
8. Tio tips om impregnerat trä.