

Branchebeskrivelse for træimprægneringsvirksomheder

Teknik og Administration

Nr. 10 1997

INDHOLDSFORTEGNELSE

SIDE

1. indledning.....	2
2. Sammenfatning	4
3. Generel beskrivelse af branchen	7
3.1 Branchedefinition og afgrænsning	7
3.2 Branchens strukturelle udvikling	8
4. processer, teknologi og miljøbelastning.....	12
4.1 Generel procesbeskrivelse.....	12
4.2 Produktionsindretning	13
4.3 Produktion og miljøbelastning	13
5. potentiel forureningsRISIKO	27
5.1 Oversigt over potentielle forurenende kilder	27
5.2 Stofbeskrivelse - kemiske data.....	32
6. undersøgelser	33
6.1 Historik	33
6.2 Teknisk undersøgelse	37
7. litteraturliste	44

BILAGSFORTEGNELSE:

- Bilag 1: Datablade for udvalgte kemiske stoffer
- Bilag 2: Detailbeskrivelse af imprægneringsmidler

1. indledning

Denne branchebeskrivelse er udarbejdet af Carl Bro as for Amternes Depotenhed i forbindelse med projektet "Erfaringsopsamling på amternes registreringsundersøgelser", med særlig vægt på 8 udvalgte brancher.¹

Udvælgelsen af brancher til erfaringsopsamlingsprojektet, som gennemføres under Amternes Depotenhed, er foregået ud fra, dels et generelt udvælgelseskriterium "mindst 25 registreringsundersøgelser, udført af minimum 5 forskellige amter", dels specifikke begrundelser.

Miljøstyrelsen har i 1992 udgivet en branchevejledning for træimprægneringsvirksomheder/1/

Undersøgelser på disse ejendomme er ofte udformet som screeningsundersøgelser, og der har vist sig at være stor forskel på forureningsgrad og -hyppigheden, afhængig af anvendelsen af forskellige imprægneringsmetoder.

En erfaringsopsamling på denne branche kan medvirke til at følge op på branchevejledningen i praksis. Hvordan undersøger amterne de tidligere ejendommen, hvor der har været/er træimprægneringsvirksomhed, og hvad er resultatet af disse undersøgelser

Der skønnes i dag at være 37.500 kortlagte ejendomme, hvoraf der kun er gennemført registreringsundersøgelser på ca. 4.500./16/

Af disse 4.500 gennemførte registreringsundersøgelser er 87 (opgjort i oktober 1996) udført på ejendomme, hvor der har været/er en træimprægneringsvirksomhed.

Da der således stadigvæk er mange kortlagte ejendomme, som endnu ikke er undersøgt, og da enkelte amter endnu ikke er færdige med kortlægningsarbejdet, vurderes det, at der fortsat skal udføres en del registreringsundersøgelser på træimprægneringsgrunde. Derfor har Amternes Depotenhed valgt at få udarbejdet en branchebeskrivelse for denne branche i forbindelse med erfaringsopsamlingsprojektet.

Formålet med branchebeskrivelsen er

1. at give en generel indsigt i branchen samt
2. at fungere som et lettilgængeligt og direkte brugbart opslagsværk i forbindelse med arbejdet med registreringsundersøgelser, som er højt prioriteret i amterne i disse år.

¹ Autoværksteder, garverier, jern- og metalstøberier, korn- og foderstofvirksomheder, metalforarbejdende virksomheder, produkthandel, autoophug og jern- og metalgenvindingsvirksomheder, træimprægneringsvirksomheder samt varmeværker

Branchebeskrivelsen, herunder dens anbefalinger, skal dog altid læses i forhold til de til enhver tid relevante vejledninger mv. fra Miljøstyrelsen.

Rapportens indhold er sammenfattet i kapitel 2 med særlig vægt på de forureningsmæssige aspekter.

I kapitel 3 defineres branchen, og der gives en kort indføring i branchens strukturelle udvikling og sammensætning.

I kapitel 4 beskrives de forskellige træimprægneringsmetoder, der har været anvendt, samt hvilken miljøbelastning med henblik på jord og grundvandsforurening, som kan forventes fra denne branche.

I kapitel 5 gives en oversigt over potentielle forureningskilder, og for udvalgte branchespecifikke forureningskomponenter gives kemiske data.

I kapitel 6 beskrives en fremgangsmåde til at finde relevante historiske oplysninger frem, anbefalinger af hvilke kilder, der er relevante at undersøge samt anbefalinger af, hvorledes den tekniske undersøgelse kan udformes, herunder valg af prøvetagnings- og analysemetodik.

I kapitel 7 er der givet en oversigt over anvendt litteratur.

Princippet i den anvendte referencehenvielse i denne branchebeskrivelse er, at står henvisningen lige før et punktum, betyder det, at henvisningen omfatter den foregående sætning. Står henvisningen derimod efter et punktum, er hele det foregående afsnit baseret på den pågældende reference.

2. Sammenfatning

Branchedefinition og afgrænsning

Træimprægnering omfatter kemisk behandling af træ ved metoder, hvor imprægneringsmidlet indkorporeres i det træ, der skal beskyttes. Håndværksmæssige metoder til overfladebehandling af træ er ikke omfattet.

Træimprægneringsanstalter, nærmere betegnet trykimprægnerings- og masteimprægneringsvirksomheder, er omfattet af punkt E.2 på listen over godkendelsespligtig virksomhed i henhold til miljøbeskyttelseslovens kapitel 5.

Branchens strukturelle udvikling

Træimprægnering blev i Danmark indledt i midten af 1800-tallet, hvor der opstod et behov for modstandsdygtigt træ til jernbanesveller og senere telegrafmaster og havnebygningstømmer. I 1960'erne begyndte man også at imprægner træ til bygningsformål.

De tidligste imprægneringsanstalter benyttede enten tjæreolier til imprægneringen, eller imprægneringen foregik efter den såkaldte Boucheries metode, hvor imprægneringsmidlerne var uorganiske salte indeholdende arsen og kobber. Fra 1950'erne er der tillige benyttet chromsalte.

Processer, teknologi og miljøbelastning

Følgende træimprægneringsmetoder har været anvendt i Danmark:

- *Boucherie-metoden*: Anvendt fra 1861 til 1955. Der anvendtes kobbersulfat og under Anden Verdenskrig arsen- og fluorkombinationer samt dinitrophenol.
- *Saftfortrængningsmetoder (Gewecke-metoderne)*: Indledtes i 1955 til erstatning af Boucheriemetoden. Der anvendtes først arsen-fluor-chrom kombinationer og senere kobber-chrom-arsen-holdige imprægneringsmidler.
- *Trykimprægnering*: Trykimprægnering af bygningstræ (det grønne trykimprægnede træ) fra 1959. Uorganiske midler (kobber, chrom og arsen) blev anvendt. Omkring århundredeskiftet blev trykimprægneringsmetoder til imprægnering af sveller og master med tjæreolier (Rütgers hhv. Rüpings metoder) benyttet.
- *Vacuumimprægnering*: Har været anvendt siden 1965 til behandling af opskåret træ. Imprægneringsmidlerne har været udelukkende organiske, indeholdende pentachlorphenol (kun få år) eller organiske tinforbindelser.

- *Dyppemetoder*: Dyppemprægning er en simpel teknik til imprægning eller overfladebehandling. Forskellige imprægneringsmidler kan have været anvendt, både organiske og uorganiske.
- *Diffusionsmetoder*: Et enkelt dansk anlæg på Bornholm vides at have benyttet en metode, hvor træet blev påsmurt en pasta af uorganisk imprægneringsmiddel.

Potentielle forureningskilder

I forbindelse med ovennævnte imprægneringsmetoder vil følgende *kilder til jord og grundvandsforurening* skulle overvejes undersøgt:

<i>Kilder som altid medtages i en undersøgelse</i>
• Imprægneringsanlæg, utætheder i rør og slanger eller tankanlæg
• Imprægneringskar
• Afdrypningssteder for imprægneret træ
• Oplag af imprægneret træ
• Affaldsoplæg fra imprægneringsanlæg
<i>Kilder som anbefales medtaget i en undersøgelse</i>
• Oplag af imprægneringsmidler
• Nedgravede olietanke med tilhørende rørføringer, påfyldning og udluftning
<i>Kilder som i specielle tilfælde kan medtages i en undersøgelse</i>
• Bortskaffelse af slam fra imprægneringskar
• Spild og uheld

Til træimprægning er anvendt en række forskellige imprægneringsmidler. De væsentligst *potentielt forurenende stoffer* er nævnt nedenfor:

- arsen
- chrom
- kobber
- fluorid
- tjæreolie
- pentachlorphenol
- mineralolieprodukter
- organiske tinforbindelser (vakuuminprægning)

Undersøgelsesteknik

I forbindelse med registreringsundersøgelse på træimprægneringsgrunde foreslås følgende undersøgelsesstrategi:

- Historisk redegørelse
- Prøvetagning af jord og vand

- Anvendelse af EDXRF for metallerne As, Cr og Cu
- ICP eller AAS analyse af jordprøver for metallerne As, Cr, Cu samt bestemmelse af pH
- Evt. GC-FID analyse af jordprøver for olieprodukter og tjærestoffer
- AAS analyse af vandprøver for metallerne As, Cr, Cu
- Måling af pH og ledningsevne i vandprøver
- Analyse af fluorid i vandprøver ved DS 218
- Analyse for phenoler i vandprøver ved GC-ECD
- GC-FID analyse af vandprøver for olieprodukter
- Analyse for phenoler og chlorphenoler ved GC-ECD eller GC-MS

3. Generel beskrivelse af branchen

3.1 Branchedefinition og afgrænsning

Denne rapport omhandler træimprægnering, der her skal forstås som industriel kemisk behandling af træ ved metoder, hvor imprægneringsmidlet indkorporeres i træet, der skal beskyttes.

Rapporten omhandler således ikke træbeskyttelse i form af "overfladebehandling" ved mere "håndværksmæssige metoder", såsom påstrygning eller påsprøjtning af træbeskyttelsesmidler. Imprægnering ved dypning henregnes normalt til overfladebehandling, men kan dog også have haft industriel karakter, hvorfor beskrivelsen tillige indeholder bemærkninger om dyppemetoder.

I begrænset omfang omhandler denne rapport tillige brandhæmmende imprægnering af træ.

Miljøbeskyttelsesloven

Industrielle træimprægneringsvirksomheder er godkendelsespligtige som listevirksomheder under punkt E.2. i bilag 1 til Miljøministeriets bekendtgørelse 794 af 9. december 1991 om godkendelse af listevirksomhed - senest ændret ved bekendtgørelse nr. 848 af 30. september 1994.

Trykimprægnerings- og masteimprægneringsvirksomheder henregnes under E.2. Træimprægneringsanstalter med amterne som godkendende og tilsynsførende myndighed - "Træimprægneringsanstalter" er nu et gammelt begreb for masteimprægneringsvirksomheder.

Vakuuminprægnering er en industrialiseret grunding, der på vinduesfabrikker benyttes til trævinduer og udvendige døre samt i et meget begrænset omfang enkelte andre komponenter. Denne virksomhed henhører under A4, hvis forbruget af opløsningsmidler overstiger 6 kg pr. time.

Danmarks Statistik

I Danmarks Statistik er kun virksomheder med mindst 6 ansatte medtaget. Dette gør statistikken mindre velegnet som redskab til at identificere træimprægneringsgrunde, idet imprægnering dels har foregået på relativt små virksomheder, dels ofte har været en del af anden virksomhed, f.eks. savværk, tømmerhandel eller snedkeri.

Erhvervsregistre

I Kompass findes træimprægnering under gruppe 25-11, der yderligere er inddelt i følgende undergrupper:

- 20 Olieimprægnering
- 21 Saltimprægnering
- 22 Trykimprægnering
- 23 Vacuumimprægnering
- 24 Imprægnering ved saftfortrængning
- 35 Brandimprægnering

Olieimprægnering og Vacuumimprægnering må være de samme virksomheder. Tilsvarende gælder for Salt- og Trykimprægnering. Imprægnering ved saftfortrængning er masteimprægneringsvirksomhederne.

Kompass kan således være et udmærket redskab til at finde frem til træimprægneringsgrunde i et givet område, men det skal bemærkes, at ikke alle virksomheder har valgt at være opført i Kompass. Endvidere vil virksomheder, hvor træimprægnering er en del af en anden produktion, ikke nødvendigvis være opført under gruppe 25-11.

Brancheforeninger

Foreningen af Imprægneringsanstalter i Danmark eksisterede fra 12. marts 1941 til 1991.

Trærådets Træbeskyttelsesudvalg, TTU med sekretariat i Træbeskyttelseslaboratoriet, DTI Træteknik eksisterede fra 1963 til ultimo 1994.

Brancheforeningen Dansk Træbeskyttelse, DTB, Lyngby Kirkestræde 14, Lyngby blev oprettet 16. december 1993. Den har videreført en række af TTU's aktiviteter og optaget nye aktiviteter.

3.2 Branchens strukturelle udvikling

3.2.1 Historisk udvikling

I England begyndte man at eksperimentere med de første metoder til træbeskyttelse i starten af 1800 tallet. Imprægneringsmidlet var kviksølvchlorid ("sublimat"), og den mest kendte metode blev udviklet af Kyan i 1823. /2/

Da de første jernbaner blev anlagt omkring 1830, steg behovet for træbeskyttelse stærkt. I 1831 anvendte Breant for første gang en trykcylinder til behandling af træet, og hermed var den industrielle træbeskyttelse skabt. Stenkulstjæreolie blev indført som beskyttelsesmiddel af Bethell i 1838, og i 1840 fik den franske læge Boucherie patent på en metode til imprægnering af nyfældede master med en opløsning af kobbersulfat. Boucheriemetoden var i brug i Danmark til omkring 1955, i princippet uændret, blot med anvendelse af andre imprægneringsmidler. /2/

I den første halvdel af 1800-tallet arbejdede man empirisk med udvikling af nye imprægneringsmetoder og -midler, men med Pasteurs opdagelse af mikroorganismene og deres betydning for træes ødelæggelse (omkring 1860) gik forskningen i retning af udvikling af stoffer, som er giftige for de svampe, der er med til at ødelægge træet. /2/

I Danmark er udviklingen stort set sket parallelt med udviklingen i udlandet. Den første jernbane blev anlagt mellem København og Roskilde i 1847 med ubehandlede egetræssveller, hvis levetid kun var omkring 10 år. I 1858 begyndte man derfor at eksperimentere med beskyttelse ved kogning af bøgetræssveller i en opløsning af zinkchlorid. I andre tilfælde behandlede man bøgetræsstammer med kobbersulfat efter Boucheries metode og udsavede derefter svellerne. Denne imprægnering fandt sted på en imprægneringsanstalt bygget i Sorø i 1861 af Statstelegrafens til behandling af master. /2/

I 1889 byggede trælasthandler Andreas Collstrop det første anlæg for trykimprægnering i Køge. Anlægget blev næsten udelukkende anvendt til imprægnering af fyrretræssveller importeret fra de baltiske lande til brug for Statsbanerne og privatbanerne. Som imprægneringsmiddel blev indtil 1907 anvendt en blanding af zinkchlorid og tjæreolie (Rütgers metode), /9/. Efter 1907 er alle sveller blevet imprægneret med tjæreolie (Rüpings metode), bortset fra perioder under 1. og 2. verdenskrig. Alle sveller, anvendt af DSB, har siden 1889 været trykimprægneret, /1/.

I år 1900 opførte Collstrop endnu en imprægneringsanstalt, denne gang i Horsens, og produktionen udvidedes med telefon- og ledningsmaster, havnebygningstømmer m.m. Den første telegraflinie med master var blevet etableret i 1854.

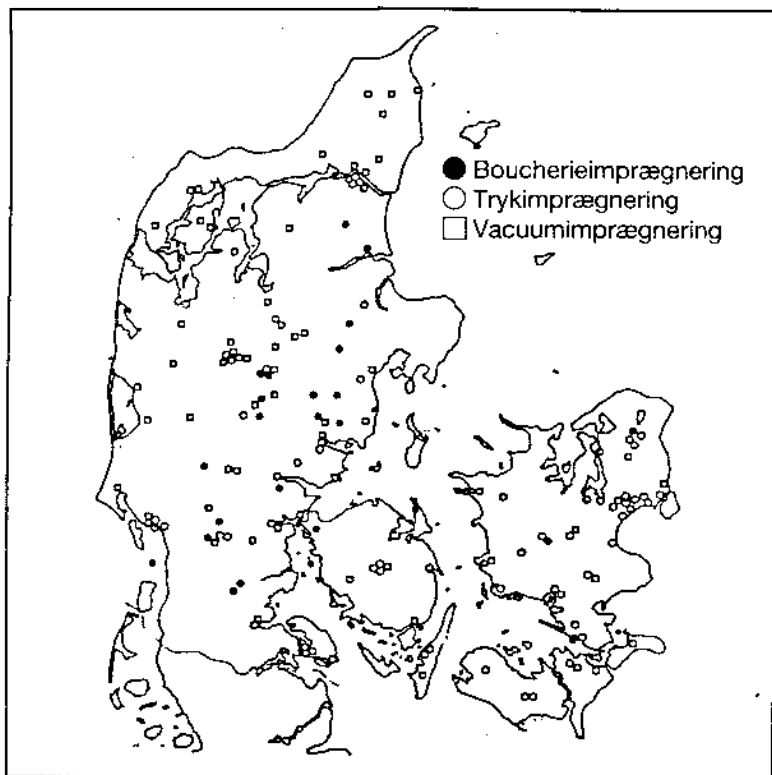
Collstrop opførte i 1937 en imprægneringsanstalt i Stevnstrup til imprægnering af granstammer efter Boucheries metode. Som imprægneringsmiddel benyttedes natriumarsenit og fluornatrium (NAF-salt), /9/. På pladsen havde Jydsk Telefon haft et creosotanlæg til master fra ca. 1915, /13/. Det er ukendt, hvornår dette anlæg blev nedlagt, men det kan have været i forbindelse med overdragelse af pladsen til Collstrop, /13/.

Collstrop begyndte at imprægner bygningstræ med det kobber- og chromholdige imprægneringsmiddel Celcure samt hegnspæle og ensilagesiloer med creosotolie i 1950'erne, /13/. Imprægnering af bygningstræ tog for alvor fart i 1960'erne med det grønne trykimprægnerede træ. 1965 indledtes vacuumimprægnering af vinduer og udvendige døre, /13/.

Trykimprægnering med brandhæmmende midler (Minalith) blev indledt af Collstrop i 1950'erne, /13/. Brandimprægnering, dvs. trykimprægnering med brandhæmmende midler, har i de fleste tilfælde foregået på anlæg, der også arbejdede med andre typer imprægnering, /5/.

3.2.2 Antal anlæg

Figur 3.1 viser placeringen af eksisterende og nedlagte træimprægneringsanlæg pr. 1986.



Figur 3.1 Placering af eksisterende og nedlagte træimpregneringsanlæg pr. 1986

Miljøstyrelsen har en formentlig fuldstændig liste over tidligere og nuværende industrielle træimpregneringsvirksomheder i Danmark.

Impregneringsanlæggene er fordelt på følgende impregneringsmetoder:

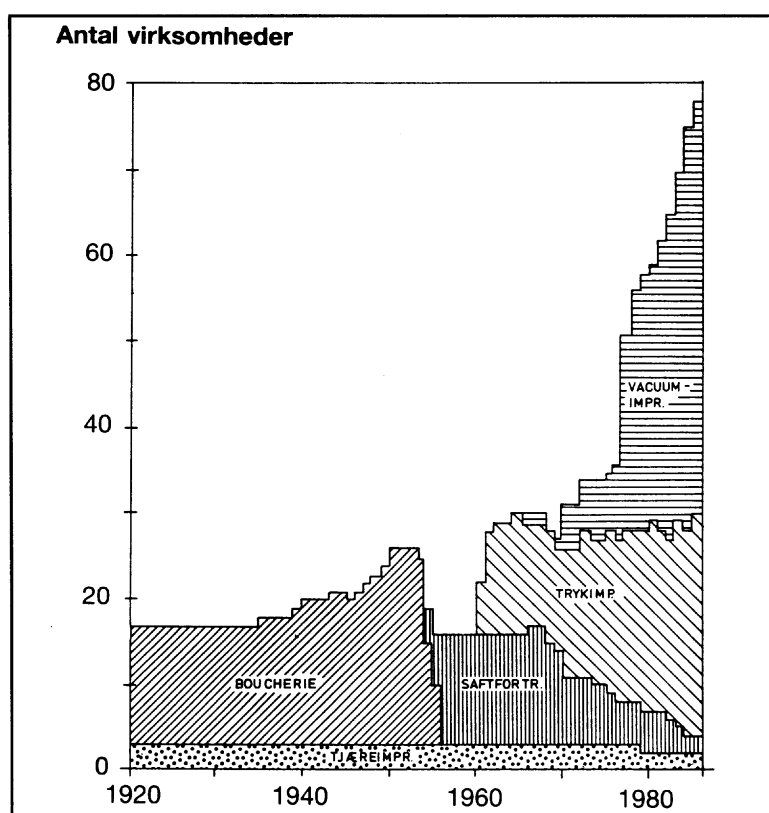
Metode	Antal anlæg, /1/
Boucherie-metoden	23
Saftfortrængningsmetoder (Gewecke-metoder)	14 (16 ifølge /2/)
Rüping-metoden	3
Trykimprægning	61
Vacuumimpregnering	76
Dyppemetoder	-
Diffusionsmetoder	1

Alle eksisterende Boucherie-anlæg blev nedlagt i 1954-55. Nogle af virksomhederne opførte samtidig nye masteimpregneringsanlæg, der var indrettet til saftfortrængningsimpregnering efter Gewecke's metoder - karsugemetoden henholdsvis kedeltryksuge-metoden. 2 af disse anlæg benyttes fortsat. /13/

Pr. 1986 var der vacuumimprægneringsanlæg på 76 pladser, hvoraf der på de 3 har foregået eller foregår trykimprægnering, /5/.

Antallet af lokaliteter, hvor der har foregået imprægnering ved dypning, er ukendt. Metoden har formentlig været udbredt på en række mindre virksomheder som en del af anden virksomhed, f.eks. savværk, tømrer- og snedkerværksteder mv.

Figur 3.2 viser udviklingen i de benyttede metoder i Danmark i perioden 1920 til 1986, /5/. Figuren er ikke helt korrekt, idet der kun vises 2 og ikke 3 creosotolieanlæg ("tjæreimprægnering" på figuren), ligesom trykimprægnering indledtes allerede i 1950'erne og ikke efter 1960, som figuren viser, /13/.



Figur 3.2 Udvikling i imprægneringsmetoder, 1920 til 1986, /5/.

3.2.3 Imprægneringsmidler

Imprægneringsmidler kan opdeles i 3 kategorier:

- Olieagtige imprægneringsmidler.
- Øvrige organiske imprægneringsmidler.
- Uorganiske imprægneringsmidler.

Disse er udførligt behandlet i bilag 2.

4. processer, teknologi og miljøbelastning

4.1 Generel procesbeskrivelse

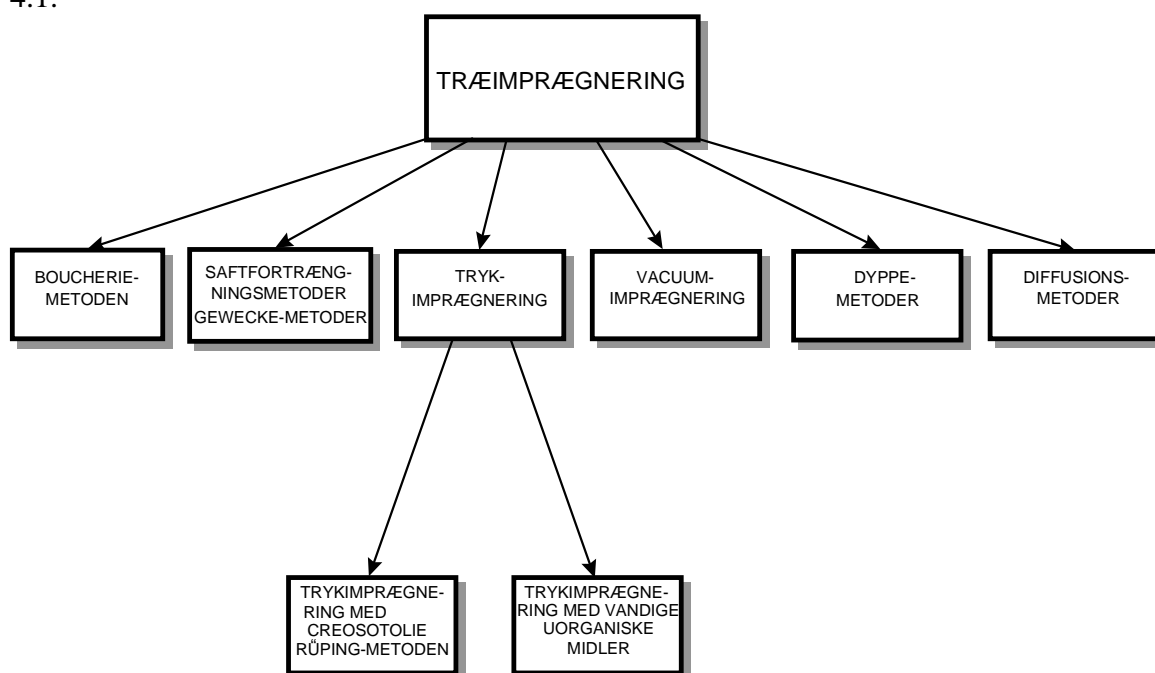
Ved imprægnering forstås behandlinger, hvor hele den del af træet, der lader sig beskytte, under tryk og/eller vacuum, gennemtrænges af beskyttelsesmidlet eller en opløsning af dette.

Træ, der er behandlet ved trykimprægnering med kreosotolie eller de kobber-chromholdige midler, har ikke behov for vedligeholdelse i form af overfladebehandling af hensyn til beskyttelse og holdbarhed. Til vakuumimprægnering er altid benyttet midler, som forudsætter overfladebehandling og løbende vedligeholdelse af det imprægnerede træ, fortrinsvis vinduer af fyrretræ. /13/

Følgende metoder anvendes eller har været anvendt:

- a) Boucheriemetoden
- b) Saftfortrængningsmetoder
- c) Trykimprægnering
- d) Vacuumimprægnering
- e) Dyppe metoder
- f) Diffusionsmetoder

Beskrivelsen af produktionsindretningen (afsnit 4.2) samt gennemgangen af produktion og miljøbelastning (afsnit 4.3) er opdelt efter parallelle metoder, som illustreret på figur 4.1.



Figur 4.1 Organisationsdiagram for træimprægnering

4.2 Produktionsindretning

Et træimprægneringsanlæg er typisk indrettet med følgende:

- lager af kemikalier/imprægneringsmidler
- oplag af ubehandlet træ
- imprægneringsanlæg
- afdrypningsplads
- oplagring af imprægneret træ

Alle Boucherieanlæg har været placeret udendørs. Af de øvrige træimprægneringsanlæg har kun to været udendørs uden overdækning. /13/.

Tryk- og vacuumimprægneringsanlæg er typisk lukkede beholdere, der er placeret indendørs i en hal, men kan dog også have været opstillet udendørs. Dele af virksomhedernes aktiviteter (f.eks. oplag) kan have foregået udendørs evt. på ubefæstede arealer.

Figur 4.2 viser et trykimprægneringsanlæg, hvor trykbeholderne er opstillet udendørs.

Figur 4.2 Trykimprægneringsanlæg

4.3 Produktion og miljøbelastning

4.3.1 Boucheriemetoden

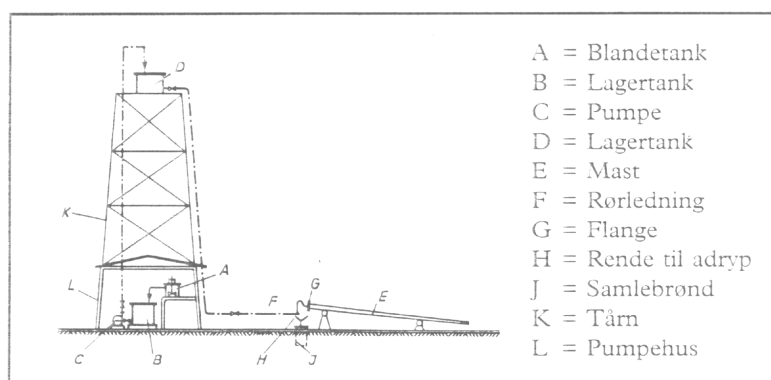
Boucheriemetoden blev, som nævnt indledningsvist, patenteret i 1840 og har været anvendt i Danmark fra 1861 frem til 1955. Metoden blev anvendt til at imprægnerer master, det vil sige stammer med bark. /1,2/

Arbejdsmetode

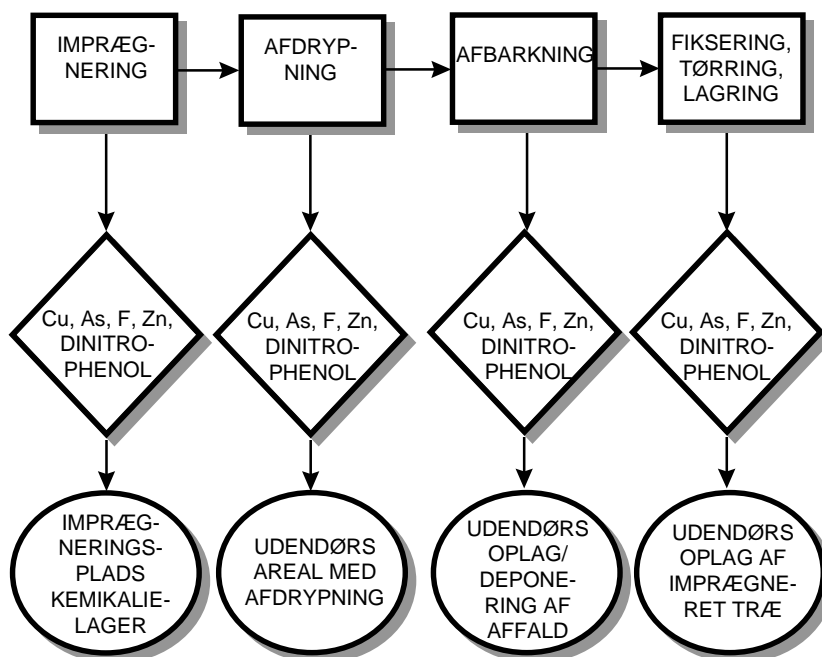
Ved Boucheriemetoden blev imprægneringsmidlet tilført den ene ende af de stammer, som skulle behandles ved hjælp af trykflanger. Behandlingen skete typisk på ubefæstet grund i det fri. Efter 1-2 uger var imprægneringsmidlet presset hele vejen gennem stammerne og dryppede ud af topender og knaster. Dryp fra trykflanger blev opsamlet til genanvendelse. De imprægnerede stammer blev derefter afbarket. /1/

Figur 4.3 Luffoto af et Boucherie-anlæg

I figur 4.4 er vist en skitse af et Boucherie-anlæg.



Figur 4.4 Skitse af et Boucherie-anlæg, /1/



Figur 4.5 Oversigt over arbejdsmetoder, potentielt forurenende stoffer/produkter samt potentielle forureningskilder ved Boucherie-metoden

I den oprindelige Boucheriemetode anvendtes kobbersulfat, men senere har andre uorganiske midler (arsen, dinitrophenol samt evt. fluorid og zink) været anvendt.

Imprægneringsmidlerne er nærmere beskrevet i bilag 2.

Miljøbelastning

Forurening fra Boucherie anlæg kan typisk være forårsaget af:

- dryp på jorden fra top, knaster og flanger
- afdrypning fra færdigimprægneret træ
- utætheder i rørsystemer og uheld, hvor slanger eller flanger springer af
- udvaskning fra bark og oplag
- spild fra oplagring og håndtering af imprægneringsmidler
- affaldsoplæg

hvilket fremgår af figur 4.5.

4.3.2 Saftfortrængningsmetoder (Gewecke-metoder)

Gewecke-metoder er saftfortrængningsmetoder, som blev taget i brug i midten af 1950'erne til erstatning af Boucheriemetoden, /1, 13/.

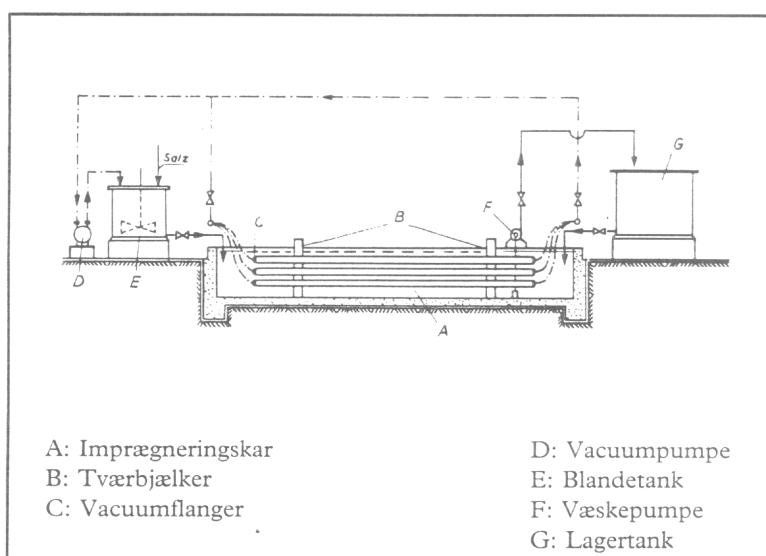
Arbejdsmetode

De anvendte saftfortrængningsmetoder er hhv. *karsugemetoden* og (*kedel*)*tryksugemetoden*. Begge saftfortrængningsmetoder anvendes til imprægnering af rundtræ, fortrinsvist af gran (ledningsmaster, hegnspæle mv.). Materialerne skal være saftfriske og afbarkede. Stammerne forsynes med “sugekopper” i top- og/eller rodenden.

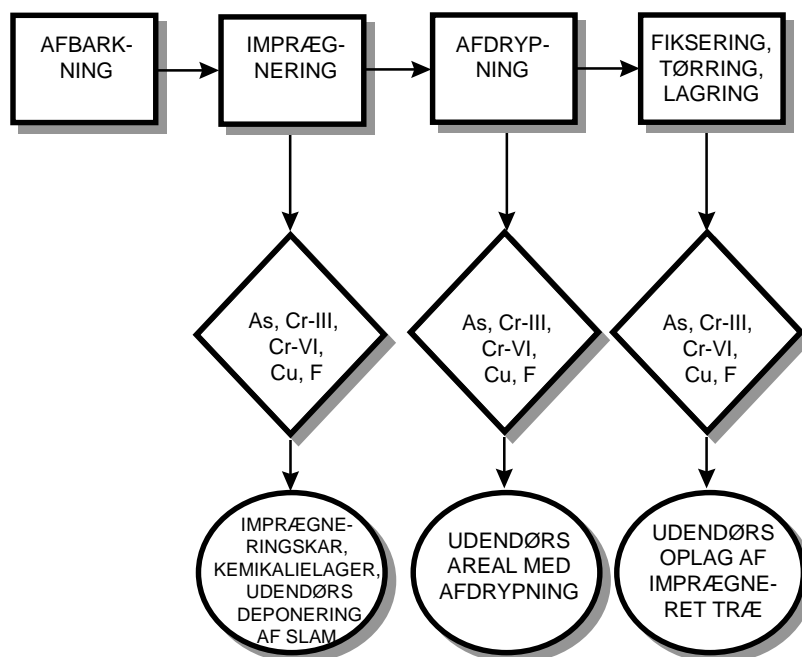
Ved *karsugemetoden* anbringes træet med “sugekopper” i åbne kar med en vandig imprægneringsopløsning. I løbet af 3-8 dage udsuges saften og erstattes af imprægneringsvæsken. /6/.

Ved (*kedel*)*tryksugemetoden* køres de saftfriske, afbarkede pæle med “sugekopper” ind i en trykcylinder, hvor imprægneringen fremmes ved et overtryk. Procestiden er kun det halve af *karsugemetoden*. /6/

Figur 4.6 viser en skitse af et karsugeanlæg.



Figur 4.6 Skitse af et karsugeanlæg, /1/



Figur 4.7 Oversigt over arbejdsmetoder, potentielt forurenende stoffer/produkter samt potentielle forureningskilder ved imprægnering af saftfortrængningsmetoder (Gewecke-metoder)

Til de omtalte saftfortrængningsmetoder anvendtes vandige, uorganiske imprægneringsmidler indeholdende kobber, chrom, arsen og evt. fluorid. /1, 13/

Imprægneringsmidlerne er nærmere beskrevet i bilag 2.

Miljøbelastning

Kilderne til forurening fra saftfortrængningsanlæg er:

- afdrypning fra færdigimprægneret træ
- bortskaffelse af slam fra imprægneringskar og -kedler
- utætheder i og overløb fra imprægneringskar
- udvaskning fra oplag af imprægneret træ
- affaldsoplag

hvilket fremgår af figur 4.7.

4.3.3 Trykimprægnering

Arbejdsmetoder

Trykimprægnering er en fælles betegnelse for forskellige metoder, hvor imprægneringsmidlet “presses” ind i træet under tryk. Metoderne adskiller sig fra hverandre ved, dels

anvendte imprægneringsmidler (organiske eller uorganiske), dels den anvendte teknik. I det følgende er oplyst de forskellige trykimprægneringsmetoder og deres anvendelse. /13/

Trykimprægnering med creosotolie

- Fuldimprægnering med creosotolie benyttedes til havnetømmer
- Røpingimprægnering med creosotolie benyttedes til master, sveller, hegnspele og lidt træ til anlæg og bygninger i landbruget

Creosotolie har været benyttet på 3 anlæg i Danmark. Creosotolieimprægneret træ er tidligere kaldt "sort træ".

Imprægnering med creosotolie blev som tidligere nævnt indledt omkring århundredeskiftet, /1/. Røping-metoden blev godkendt i 1910, /13/.

Trykimprægnering med uorganiske midler

- Fuldimprægnering med vandige, uorganiske midler er benyttet til master og trælast til byggeri, anlæg og udemiljøet.
- Lowry-imprægnering med vandige uorganiske midler er benyttet til trælast.
- Royalimprægnering, der er en Lowry-imprægnering efterfulgt af tørring og fiksering i farvet olie, benyttes til vinduer og lidt trælast. Der har været og er fortsat kun ét, mindre anlæg af denne type.
- Fuldimprægnering med vandige, brandhæmmende midler benyttes til træ til indvendig eller udvendig brug afhængig af det anvendte imprægneringsmiddel.

Træ imprægneret med vandige, uorganiske midler er ofte kaldt "grønt træ" eller "salt-imprægneret træ".

Trykimprægnering med vandige, uorganiske midler har været foretaget fra midten af 1950'erne, /13/.

Trykimprægnering benyttes til behandling af rundtræ (fortrinsvist fyr) samt opskåret træ. Imprægneringsprocessen tager 4-8 timer, men dertil kommer tid til træets tørring, der ved kunstig tørring vil være 1-2 uger, ved almindelig lufttørring 1-2 måneder. /2/

Arbejdsmetode - Fuldimprægnering

Fuldimprægnering foregår i lukket system ved hjælp af en autoklave. Luften i træet fjernes med vacuum, imprægneringsvæsken tilledes under tryk. Ved efterfølgende vacuum tørres træoverfladen. Efter behandling sættes træet til afdrypning og fiksering, hvorefter det oplagres. /1/. Trykimprægnering ved fuldimprægnering er benyttet i forbindelse med kreosotolie og med vandige uorganiske midler.

I forbindelse med vandopløselige imprægneringsmidler (uorganiske) anvendes oftest fuldimprægnering, hvor træet først udsættes for et vacuum, hvorefter imprægneringsopløsningen indpresses i træet ved overtryk indtil mætning. Processen afsluttes normalt med

et vacuum, der hovedsageligt tjener til at nedsætte afdrypning fra træet og give det en tør overflade, /2/.

Der opnås en optagelse af imprægneringsvæske i den imprægnerbare del af træet, dvs. splintveddet på f.eks. 600 liter pr. m³ (for fyrretræ,) og optagelsen af imprægneringsmidlet reguleres ved opløsningens koncentration. Fuldimprægnering er beskrevet i DS-rekommandation M 314/TP 3101, /2/.

Bethell-metoden er en fuldimprægnering med tjæreolie (creosot), /3/.

Arbejdsmetode - Rüpings- metoden

Rüpings metode kaldtes også "sparemetoden", fordi man indrettede trykimprægneringen således, at træet ikke optog så meget imprægneringsmiddel som ved fuldimprægnering.

Ved Rüpings metode anvendes tjæreolie som imprægneringsmiddel, og det imprægnerede træ er modstandsdygtigt mod svamp og skadedyr på land, men kan f.eks. ikke anvendes som havnebygningstræ.

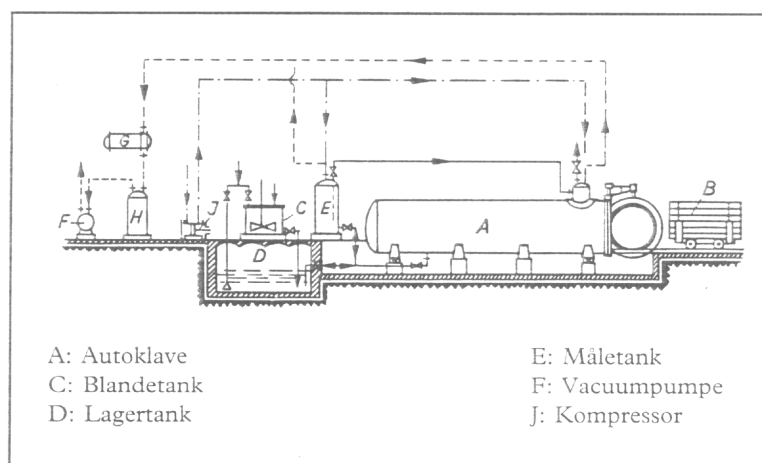
Trykimprægnering ved Rüpings metode forgik ved først at udsætte træet for et lufttryk på 2-4 kp/cm² og derefter for et olietryk på 7-9 kp/cm². Under olieoptagelsen indpresses 2-3 gange så meget olie i træet, som den tilsigtede endelige optagelse og trykket opretholdes indtil olien er jævnt fordelt. Olietrykket ophæves, og processen afsluttes med et vacuum. Det lufttryk, der indledningsvist blev etableret inde i træet, bevirker en udpresning af overskydende olie og ved rigtig afpasning af luft- og olietryk samt tryktider, kan olieoptagelsen varieres inden for ret vide grænser. /2/ Efter behandling er træet stillet til afdrypning, /1/.

Creosotolie blev anvendt ved en temperatur på 90° - 110°C. Under afkølingen af det imprægnerede træ fremkom inde i træet et vakuum, som forhindrede/reducerede afdrypning. /13/

Metode/teknologi - Lowry-metoden

Lowry-metoden er en sparemetode med begrænset optagelse af imprægneringsmiddel i forhold til fuldimprægnering. Ved Lowry-metoden anvendtes uorganiske midler, men processen ligner Rüpings-metoden. Lowry-metoden er sjældent anvendt i Danmark. /6/.

På figur 4.8 er vist en typisk trykimprægneringsproces.



Figur 4.8 Skitse af et trykimprægneringsanlæg til vandige midler, /7/.

Miljøbelastning

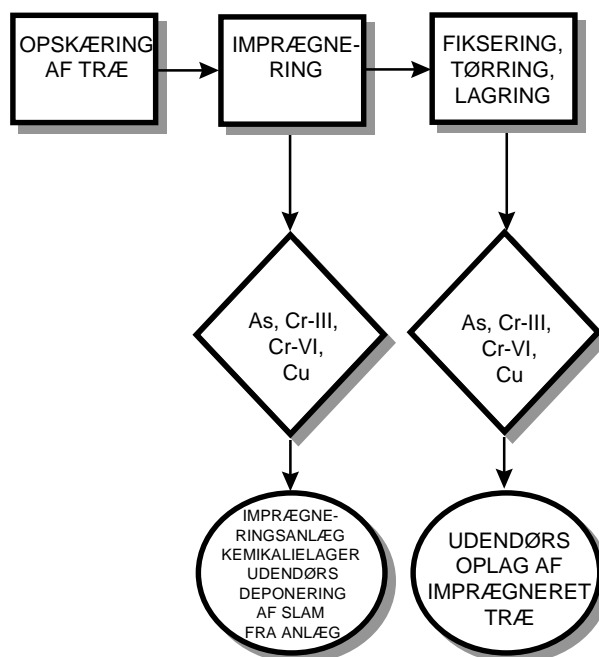
Kilderne til forurening fra trykimprægneringsanlæg er følgende:

- afdrypning fra færdigimprægneret træ
- bortskaffelse af slam fra imprægneringskar og -kedler
- udvaskning fra oplagsplads
- utætheder/overløb fra imprægneringskar, dog anvendes der sikkerhedsgrav ved autoklaven, /1/
- uheld
- affaldsoplæg

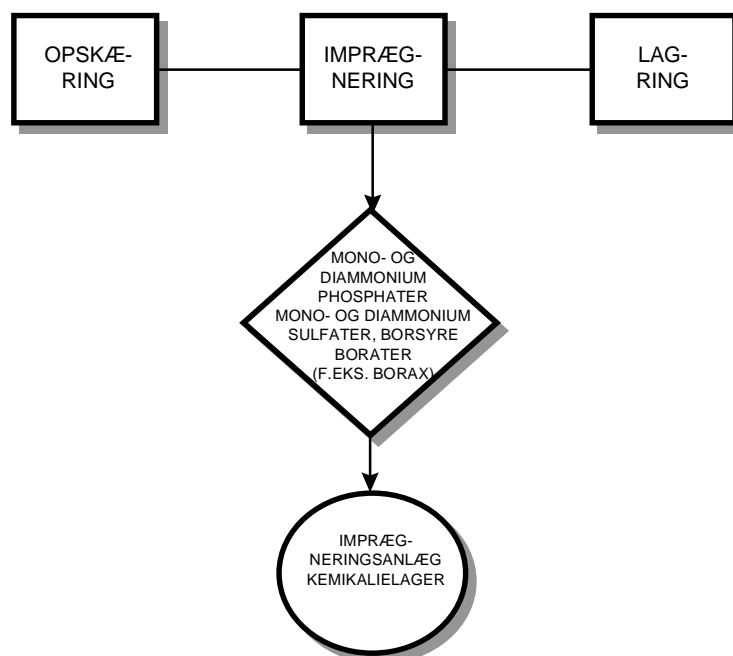
Afdrypningen fra en imprægneringsproces, hvor der anvendes vandige, uorganiske midler, afhænger meget af de benyttede procesdata, især forholdet mellem for- og eftervacuum, /13/.

Moderne trykimprægneringsanlæg (dvs. fra 1959) har alle haft afløb til egen opsamlingsbrønd/gifttank, /13/.

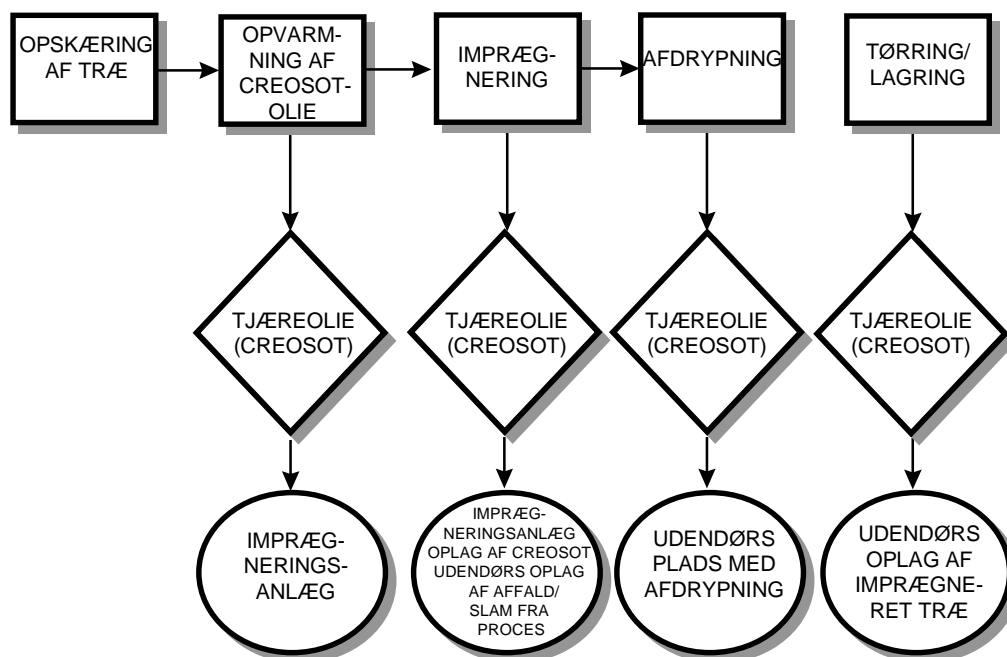
I figurene 4.9 - 4.11 gives oversigter over miljøbelastningen fra trykimprægnering.



Figur 4.9 Oversigt over arbejdsmetoder, potentielt forurenende stoffer/produkter samt potentielle forureningskilder ved moderne trykimprægning med uorganiske midler



Figur 4.10 Oversigt over arbejdsmetoder, potentielt forurenende stoffer/produkter samt potentielle forureningskilder ved trykimprægning med brændhæm-mende midler



Figur 4.11 Oversigt over arbejdsmetoder, potentielt forurenende stoffer/produkter samt potentielle forureningskilder ved trykimprægning med creosot-olie (Rüping imprægning)

4.3.4 Vacuumimprægning

Vacuumimprægning anvendes udelukkende til imprægning af fuldt tildannet træ som vinduer og udvendige døre. Metoden har været anvendt siden 1965. /1/

Arbejdsmetode

Under processen indkøres træet i runde eller firkantede beholdere. Der etableres et svagt forvacuum, der delvist tømmer træets celler for luft. Under fastholdelse af dette vacuum suges imprægneringsopløsning ind i beholderen, til denne er fuld. Ved atmosfæretryk eller et ganske let overtryk presses opløsningen ind i træet. Efter tømning etableres et eftervacuum, der reducerer bruttooptagelsen af imprægneringsmiddel. /6/

Imprægneringsanlægget er opstillet under tag og er forsynet med sikringsgrav. Færdige, imprægnerede emner opbevares ligeledes under tag. /1/

Miljøbelastning

Vacuumimprægning indebærer ikke miljøbelastning i samme grad som de øvrige imprægneringsmetoder, dels fordi de behandlede emner oftest er færdigprofilerede og så små, at udendørs oplag ikke findes sted, og dels fordi metoden er så ny, at affaldsbortskaffelse kun har været et problem for de tidligste af anlæggene, der har opereret før Kommunekemi begyndte at behandle kemikalieaffald i 1975.

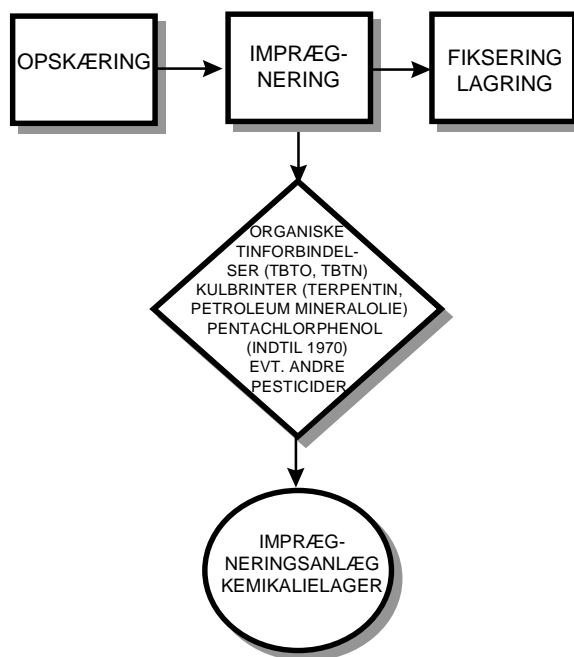
Endvidere bliver vacuumimprægneringsmidlerne leveret færdigblandet med tankbil og fyldt direkte i anlæggets lagertank. Der findes derfor ikke kemikalieoplag eller blandedanlæg i tilknytning til vacuumimprægneringsanlæg. De første anlæg, der benyttede PCP, kan være undtaget. /13/

Forureningskilderne ved vacuumimprægnering er:

- kemikalieoplag og -håndtering (kun for de første anlæg)
- uheld

Miljøbelastningen fra vacuumimprægnering fremgår af figur 4.12.

Disse miljøbelastninger findes naturligvis også ved de øvrige metoder, men overskygges dér i nogen grad af de mere alvorlige miljøbelastninger, der er ved disse metoder.



Figur 4.12 Oversigt over arbejdsmetoder, potentielt forurenende stoffer/produkter samt potentielle forureningskilder ved vacuumimprægnering

Vacuumimprægnering foregår udelukkende med organiske midler eller organometalforbindelser, opløst i terpentin eller lignende.

I starten anvendtes formodentligt PCP, som fra 1969 blev afløst af organiske tinforbindelser. Disse er i mindre omfang suppleret med andre organiske fungicider. /5/

Imprægneringsmidlerne er beskrevet nærmere i bilag 2.

4.3.5 Dyppemetoder

Arbejdsmetode

Et stort antal steder har man benyttet forskellige dyppemetoder, som ofte var ganske simple (tønder eller kar med imprægneringsvæske). Metoderne er dog at regne som håndværksmæssige metoder og vil derfor ikke blive omtalt nærmere her.

Såvel uorganiske (kobber, chrom, arsen og eventuelt fluorid og dinitrophenol) som organiske midler (indeholdende PCP og terpentiner/mineralolie eller tjæreolie) har været benyttet ved almindelige dyppeteknikker. Dinitrophenol udgik i 1953 og PCP ca. 1970.

Bilag 2 beskriver de enkelte imprægneringsmidler nærmere.

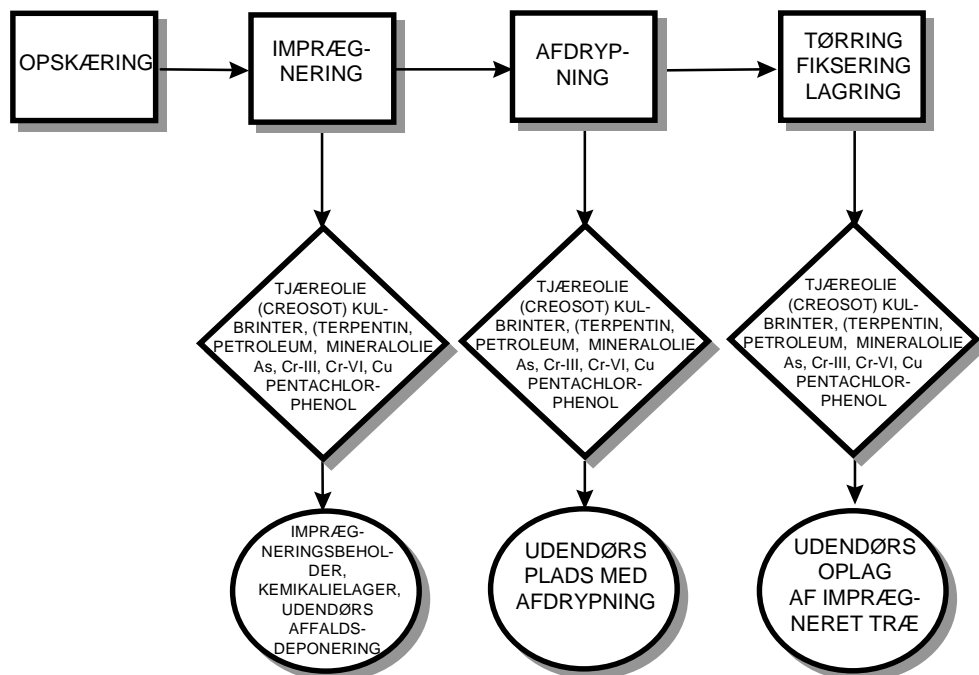
Miljøbelastning

Kilder til forurening fra dyppemetoder er bl.a.:

- spild, overløb mv. fra dyppekar
- afdrypning af færdigimprægneret træ
- håndtering og oplag af kemikalier (imprægneringsmidler)
- affald/slam fra imprægneringsbeholdere

hvilket fremgår af figur 4.13.

Det vurderes, /1/, at mulighederne for spild har været store. Men dels har metoderne primært været benyttet af mindre tømrer- og snedkerværksteder, og dels har kemikalierne repræsenteret en vis værdi.



Figur 4.13 Oversigt over arbejdsmetoder, potentielt forurenende stoffer/produkter samt potentielle forureningskilder ved dyppemetoder

4.3.6 Diffusionsmetoder

Arbejdsmetode

Diffusionsbehandling kan kun gennemføres på fugtigt træ og er en langvarig proces (4-8 uger). Behandlingen kan give en meget dyb indtrængning af imprægneringsmiddel i træet, men ved fugtforskelle i træet er der risiko for uensartet fordeling af midlet. De anvendte imprægneringsmidler er næsten altid på vandbasis, og fikseringen af midlet kan være tvivlsom, /2/. Udvaskningen fra træ, der er imprægneret ved diffusion, er derfor meget større end fra f.eks. trykimprægneret træ.

På Bornholm blev der under anden verdenskrig og måske i andre perioder imprægneret master ved en diffusionsmetode, hvor man påsmurte emnerne en koncentreret pasta af uorganiske midler. Arbejdet blev kun udført i nogle sommermåneder. /1, 13/.

I udenlandsk litteratur er beskrevet en diffusionsmetode, hvor træ med et vandindhold på 40% kortvarigt dyppes i en koncentreret boratopløsning, fjernes fra opløsningen og pakkes ind, hvorefter boraten passivt diffunderer ind i træet på grund af koncentrationsforskellen. Ved denne metode fås en fordeling af borat i træet i løbet af nogle få uger. /4/

Et dansk anlæg har benyttet diffusionsimprægnering med en pasta af uorganiske midler indeholdende fluor, /1,13/.

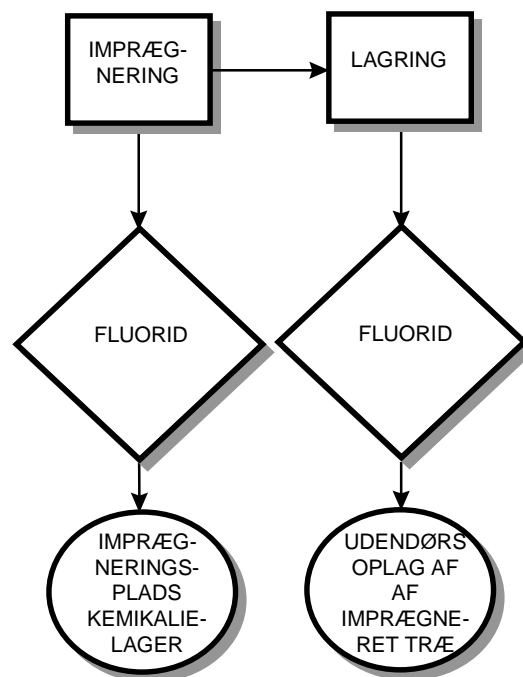
I udlandet (bl.a. USA, New Zealand, England, Malaysia) anvendes diffusionsimprægning med borforbindelser, både uorganiske borforbindelser og i England også organoborater (trihexylen glycol borat), /4/. Borforbindelser har ikke været anvendt til dette formål i Danmark, /13/.

Miljøbelastning

Miljøbelastningen fra imprægning ved påsmøring af pasta kunne være følgende:

- opbevaring og håndtering af imprægneringsmidler
- oplag af imprægneret træ

Selve imprægneringsprocessen vurderes umiddelbart at medføre mindre miljøbelastning end imprægning med opløste (flydende) midler, især på grund af at træet ikke skal afdrøppe. Miljøbelastningerne fra den omtalte udenlandske metode er de samme som for dyppemetoderne.



Figur 4.14 Oversigt over arbejdsmetoder, potentielt forurenende stoffer/produkter samt potentielle forureningskilder ved diffusionsmetoden

5. potentiel forureningsRISIKO

5.1 Oversigt over potentielle forurenende kilder

I nedenstående tabeller (5.1 - 5.8) er lavet en uprioriteret opgørelse over metoder, kilder, spredning og forurenende stoffer/produkter.

Detailoplysninger om anvendte imprægneringsmidler er givet i bilag 2.

PROCES	KILDER	SPREDNING	FORURENENDE STOFFER/ PRODUKTER
Imprægnering	<ul style="list-style-type: none"> • Imprægneringsplads • kemikalielager 	<ul style="list-style-type: none"> • Dryp fra top, flanger og knaster • uheld/spild 	<ul style="list-style-type: none"> • Cu • As • F • Zn • Dinitrophenol
Afdrypning	<ul style="list-style-type: none"> • Udendørs areal med afdrypning 	<ul style="list-style-type: none"> • Dryp af overskydende imprægneringsmiddel 	<ul style="list-style-type: none"> • Cu • As • F • Zn • Dinitrophenol
Afbarkning	<ul style="list-style-type: none"> • Udendørs oplag/deponering af affald 	<ul style="list-style-type: none"> • Bortskaffelse af barkaffald • Udvaskning fra bark oplag 	<ul style="list-style-type: none"> • Cu • As • F • Zn • Dinitrophenol
Fiksering, tørring, lagring	<ul style="list-style-type: none"> • Udendørs oplag af imprægneret træ 	<ul style="list-style-type: none"> • Udvaskning fra oplagret, imprægneret træ 	<ul style="list-style-type: none"> • Cu • As • F • Zn • Dinitrophenol

Tabel 5.1 Miljøbelastning ved Boucheriemetoden

PROCES	KILDER	SPREDNING	FORURENENDE STOFFER/ PRODUKTER
Afbarkning	-	-	-
Imprægnering	<ul style="list-style-type: none"> • Imprægneringskar • Kemikalielager • Udendørs deponering af slam 	<ul style="list-style-type: none"> • Spild, uheld • Overløb fra kar • Bortskaffelse af slam fra imprægneringskar 	<ul style="list-style-type: none"> • As • Cr-III • Cr-VI • Cu • F
Afdrypning	<ul style="list-style-type: none"> • Udendørs areal med afdrypning 	<ul style="list-style-type: none"> • Dryp af overskydende imprægneringsmiddel 	<ul style="list-style-type: none"> • As • Cr-III • Cr-VI • Cu • F
Fiksering, tørring, lagring	<ul style="list-style-type: none"> • Udendørs oplag af imprægneret træ 	<ul style="list-style-type: none"> • Udvaskning fra oplagret, imprægneret træ 	<ul style="list-style-type: none"> • As • Cr-III • Cr-VI • Cu • F

Tabel 5.2 Miljøbelastning ved saftfortrængningsmetoder (Gewecke metoder)

PROCES	KILDER	SPREDNING	FORURENENDE STOFFER/ PRODUKTER
Opskæring af træ	-	-	-
Imprægnering	<ul style="list-style-type: none"> • Imprægneringsanlæg • Kemikalielager • Udendørs deponering af slam fra anlæg 	<ul style="list-style-type: none"> • Spild, uheld • Bortskaffelse af slam 	<ul style="list-style-type: none"> • As • Cr-III • Cr-VI • Cu
Fiksering, tørring, lagring	<ul style="list-style-type: none"> • Udendørs oplag af imprægneret træ 	<ul style="list-style-type: none"> • Udvaskning fra oplagret, imprægneret træ 	<ul style="list-style-type: none"> • As • Cr-III • Cr-VI • Cu

Tabel 5.3 Miljøbelastning ved trykimprægnering med uorganiske midler

PROCES	KILDER	SPREDNING	FORURENENDE STOFFER/ PRODUKTER
Opskæring af træ	-	-	-
Opvarmning af creosotolie	<ul style="list-style-type: none"> • Imprægneringsanlæg 	<ul style="list-style-type: none"> • Spild, uheld 	<ul style="list-style-type: none"> • Tjæreolie (creosot)
Imprægnering	<ul style="list-style-type: none"> • Imprægneringsanlæg • Oplag af creosot • Udendørs oplag af affald/slam fra proces 	<ul style="list-style-type: none"> • Spild, uheld • Bortskaffelse af affald 	<ul style="list-style-type: none"> • Tjæreolie (creosot)
Afdrypning	<ul style="list-style-type: none"> • Udendørs plads med afdrypning 	<ul style="list-style-type: none"> • Dryp af overskydende imprægneringsmiddel 	<ul style="list-style-type: none"> • Tjæreolie (creosot)
Tørring/lagring	<ul style="list-style-type: none"> • Udendørs oplag af imprægneret træ 	<ul style="list-style-type: none"> • Udvaskning fra oplag af imprægneret træ 	<ul style="list-style-type: none"> • Tjæreolie (creosot)

Tabel 5.4 Miljøbelastning ved trykimprægnering med creosotolie (Rüping metoden)

PROCES	KILDER	SPREDNING	FORURENENDE STOFFER/ PRODUKTER
Imprægnering	<ul style="list-style-type: none"> • Imprægneringsanlæg • Kemikalielager 	<ul style="list-style-type: none"> • Uheld, overløb, spild • Bortskaffelse af affald 	<ul style="list-style-type: none"> • Mono- og diammonium phosphater • Mono- og diammonium-sulfater • Borsyre • Borater (f.eks. borax)

Tabel 5.5 Miljøbelastning ved trykimprægnering med brandhæmmende midler

PROCES	KILDER	SPREDNING	FORURENENDE STOFFER/ PRODUKTER
Opskæring	-	-	-
Imprægnering	<ul style="list-style-type: none"> • Imprægneringsanlæg • Kemikalielager 	<ul style="list-style-type: none"> • Uheld med anlæg • Uheld, spild ved håndtering af kemikalier 	<ul style="list-style-type: none"> • Organiske tinforbindelser (TBTO, TBTN) • Kulbrinter (terpentin, petroleum, mineralolie) • Pentachlorphenol (indtil 1970) • Evt. andre pesticider
Fiksering, lagring	-	-	-

Tabel 5.6 Miljøbelastning ved vacuumimprægnering

PROCES	KILDER	SPREDNING	FORURENENDE STOFFER/ PRODUKTER
Opskæring	-	-	-
Imprægnering	<ul style="list-style-type: none"> • Imprægneringsbeholder • Kemikalielager • Udendørs affaldsdeponering 	<ul style="list-style-type: none"> • Spild v. fyldning og tømning • Overløb • Bortskaffelse af slam fra beholder 	<ul style="list-style-type: none"> • Tjæreolie (creosot) • Kulbrinter, (terpentin, petroleum, mineralolie) • As • Cr-III • Cr-VI • Cu • Pentachlorphenol
Afdrypning	<ul style="list-style-type: none"> • Udendørs plads med afdrypning 	<ul style="list-style-type: none"> • Dryp af overskydende imprægneringsmiddel 	<ul style="list-style-type: none"> • Tjæreolie (creosot) • Kulbrinter, (terpentin, petroleum, mineralolie) • As • Cr-III • Cr-VI • Cu • Pentachlorphenol
Tørring, fiksering, lagring	<ul style="list-style-type: none"> • Udendørs oplag af imprægneret træ 	<ul style="list-style-type: none"> • Udvaskning fra oplagret, imprægneret træ 	<ul style="list-style-type: none"> • Tjæreolie (creosot) • Kulbrinter, (terpentin, petroleum, mineralolie) • As • Cr-III • Cr-VI • Cu • Pentachlorphenol

Tabel 5.7 Miljøbelastning ved dyppemetoder

PROCES	KILDER	SPREDNING	FORURENENDE STOFFER/ PRODUKTER
Imprægnering	<ul style="list-style-type: none"> • Imprægneringsplads • Kemikalielager 	<ul style="list-style-type: none"> • Uheld, spild ved håndtering af kemikalier 	<ul style="list-style-type: none"> • Fluorid
Lagring	<ul style="list-style-type: none"> • Udendørs areal med lagring af imprægneret træ 	<ul style="list-style-type: none"> • Udvaskning fra oplagret, imprægneret træ 	<ul style="list-style-type: none"> • Fluorid

Tabel 5.8 Miljøbelastning ved diffusionsmetode

5.2 Stofbeskrivelse - kemiske data

I bilag 2 findes datablade for udvalgte kemiske stoffer, der anvendes på træimprægneringsgrunde.

Der er udarbejdet datablade for følgende kemiske stoffer

- Arsen
- Chrom
- Kobber
- Pentachlorphenol
- Benz(a)pyren (eksempel på PAH-forbindelse, bestanddel i tjæreolie)
- Phenol (bestanddel i tjæreolie)

Databladene for de organiske stoffer viser fysisk-kemiske data; molvægt, densitet, kogepunkt, damptryk, vandopløselighed og oktonol-vand fordelingskoefficient, hvor det har været muligt at finde relevante data.

For metallerne er anført de mest forekommende ioner i jord- og grundvandsmiljøet samt hvilken betydning redoxforhold, udfældning, sorption, og kompleksering har for stoffets fordeling i jord og grundvand.

Ud fra de fysisk, kemiske egenskaber er det i databladet anført i hvilken fase (jord, vand eller luft), man vil forvente at finde stoffet på en forurenede grund.

Endvidere er det anført, om stoffet er optaget på listen over farlige stoffer, /11/.

Stofferne er udvalgt på baggrund af hyppighed i anvendelse og farlighed.

6. undersøgelser

6.1 Historik

6.1.1 Historisk kortlægning

Forud for enhver teknisk undersøgelse er det vigtigt at få beskrevet de aktiviteter, som man har mistanke om kan have medført forurening. Dette gøres ved at gennemgå forskellige historiske kilder.

Jo bedre oplysninger, der er om de aktiviteter, der er foregået, jo mere målrettet kan den tekniske undersøgelse blive.

Strategien i forbindelse med den historiske kortlægning afhænger af, hvilke oplysninger der søges efter.

I det følgende er kildegennemgangen opdelt i tre faser efter, hvilke oplysninger som ønskes:

- Oplysninger om lokalisering af muligt forurenende virksomheder

Indhentning af oplysninger om, hvor der har ligget virksomheder, som mistænkes for at kunne have medført forurening - med henblik på en generel kortlægning af forurenede lokaliteter.
- Oplysninger om branchen

Indhentning af oplysninger, som er specifikke for branchen for at opnå et generelt branchekendskab.
- Oplysninger om lokaliteten

Indhentning af oplysninger om de aktiviteter, der er foregået på den pågældende lokalitet med henblik på at tilrettelægge og gennemføre en registreringsundersøgelse.

6.1.1.1 Oplysninger om lokalisering af muligt forurenende virksomheder

Det at finde frem til, hvilke lokaliteter der kan have medført forurening, forudsætter, at man ved hjælp af mere "brede" historiske kilder som vejvisere, telefonbøger, lokalvejvisere og annonceværker har lokaliseret de ejendomme, hvor der har ligget en virksomhed, inden for den branche, man kortlægger. Kendetegnene for disse historiske kilder er, at de har en bred dækning, men en lav detaljeringsgrad.

Vedrørende industrikortlægning generelt henvises til Lossepladsprojektet, Udredningsrapport U6, "Kilder til industrikortlægning", december 1989, som er en bibliografi over industrihistorisk litteratur og kildemateriale.

Miljøstyrelsen har en formentlig komplet liste over tidligere og nuværende træimprægneringsvirksomheder med adresser og anvendte imprægneringsmidler.

6.1.1.2 Oplysninger om branchen

Af litteratur, der beskriver træimprægneringsbranchen, kan udover denne branchebeskrivelsen nævnes;

- Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 4 1992. "Branchevejledning for forurenede træimprægneringsgrunde". Miljøministeriet Miljøstyrelsen. /1/
- Lossepladsprojektet, Udredningsrapport U2, "Forurenede industrigrunde", januar 1988. /5/
- Elektricitetsrådets arkiver indeholder deres godkendelser af midler til masteimprægnering.

6.1.1.3 Oplysninger om lokaliteten

Den efterfølgende kildegennemgang retter sig mod beskrivelsen af de aktiviteter, der er foregået på den enkelte, kortlagte ejendom i forhold til at skulle tilrettelægge og gennemføre en registreringsundersøgelse.

I forbindelse med tilrettelæggelsen af en registreringsundersøgelse kan de historiske kilder opdeles i forhold til, om der søges oplysninger om:

- Lokalisering og driftsperiode
- Fysisk indretning og udvikling heri
- Identifikation af processer, oplag og produktionsomfang samt udvikling heri
- Identifikation af håndterede miljøfarlige stoffer og lokalisering af hotspots

Der knytter sig forskellige kildemæssige muligheder og tilgange afhængig af, hvilke oplysninger der søges.

Lokalisering og driftsperiode

- Kommunens arkiver (adresse, matr.nr., ejerforhold)
- Tingbog (driftsperiode)

Tingbogen vil normalt være nok til at kunne oplyse driftsperioden, som supplement kan evt. gennemgås:

- Kraks: Danmarks ældste forretninger

- Festskrifter
- Vejvisere
- Brancheforeninger
- Virksomhedsarkiver (f.eks. Erhvervsarkivet eller det Kgl. Bibliotek)

Fysisk indretning og udvikling heri

- Dansk Tarifforenings inspektionsberetninger
(adgang mulig for nedlagte virksomheder)
- Kommunens arkiver
(ejendoms-, bygnings- og miljøforvaltning samt byplan- og vejafdeling for oplysninger om indretning, grund- og situations- og kloakplaner, oplysning om nedgravede tanke og deres status, oplag, miljøsager m.m.)
- Lodfotos fra Kort og Matrikelstyrelsen, amter og kommuner
- Skrå-/flyfotos fra lokalhistorisk arkiv, museer, Det Kgl. Bibliotek, f.eks. Sylvest Jensens fotosamling
- Politiarkiv
(kun ved oplag af brandfarlige væsker. Kræver årstalsangivelse for sagsbehandling af den pågældende på arkivet)
- Industrialismens bygninger og boliger (Nationalmuseet i Brede)

I forbindelse med undersøgelse af træimprægneringsgrunde kan specielt flyfotos være meget værdifulde i forbindelse med kortlægning af de udendørs aktiviteter. Herunder steder, hvor der er foregået dypning, afdrypning og tørring af træ samt oplag af kemikalier.

Identifikation af processer, oplag og produktionsomfang samt udvikling

- Dansk Tarifforenings inspektionsberetninger
- Arbejdstilsynets inspektionsberetninger (tidligere Fabrikstilsynet)
- Festskrifter, tidsskrifter, avisartikler
- Interviews af tidligere ansatte på virksomheden eller hos kommunen

Identifikation af håndterede miljøfarlige stoffer og lokalisering af hotspots

Det vil her være relevant at gennemgå kilderne under foregående punkt - dog suppleret med teknisk historisk litteratur, som kan beskrive sammenhængen i branchespecifikke produktnavne og stoffer samt delprocesser.

- Karl Meyer Vareleksikon (1951)
- Politikens Sådan laves det (1966)

- Charles Singer: A history of technology (1958)

I øvrigt henvises til litteraturlisten kap. 7 i denne branchebeskrivelse samt Lossepladsprojektet, Udredningsrapport U6, "Kilder til industrikortlægning", december 1989, /12/

6.1.2 Status for branchens miljøbelastning

På træimprægneringsgrunde kan der som omtalt i tidligere afsnit være flere kilder til jord- og grundvandsforurening. I kapitel 4 og 5 er der udarbejdet tabeller over mulige miljøbelastninger fra forskellige aktiviteter, der kan foregå/har foregået på træimprægneringsgrunde. I oversigterne er de mest sandsynlige miljøbelastninger nævnt.

På baggrund af ovennævnte tabeller er der nedenfor givet en prioriteret liste over forureningskilder på et træimprægneringsvirksomhed. Listen er baseret på erfaringer fra Carl Bro as. Der gøres opmærksom på, at listen er baseret på GENERELLE erfaringer, hvorfor listen i hvert enkelt tilfælde skal vurderes sammen med de konkrete forhold på det aktuelle træimprægneringsvirksomhed.

<i>Kilder som altid medtages i en undersøgelse</i>
• Imprægneringsanlæg, utætheder i rør og slanger eller tankanlæg
• Imprægneringskar
• Afdrypningssteder for imprægneret træ
• Oplag af imprægneret træ
• Affaldsoplag fra imprægneringsanlæg
<i>Kilder som anbefales medtaget i en undersøgelse</i>
• Oplag af imprægneringsmidler
• Nedgravede olietanke med tilhørende rørføringer, påfyldning og udluftning
<i>Kilder som i specielle tilfælde kan medtages i en undersøgelse</i>
• Bortskaffelse af slam fra imprægneringskar
• Spild og uheld

På træimprægneringsgrunde kan der være såvel koncentrerede som diffuse forureningskilder. Det er især Boucherieimprægnering samt afdrypning af imprægneret træ, der medfører miljøbelastninger, hvorfor undersøgelsen først og fremmest bør omfatte disse steder. På træimprægneringsgrunde er det relevant at undersøge for såvel jord- som grundvandsforurening. Undersøgelsen bør tilrettelægges efter, hvorvidt de potentielle forureningskilder er koncentrerede eller diffuse.

På træimprægneringsgrunde anbefales at undersøge for såvel jord- som grundvandsforurening.

6.2 Teknisk undersøgelse

6.2.1 Prøvetagning

Vedrørende anbefalinger i forbindelse med prøvetagning henvises til Miljøstyrelsens generelle branchevejledning. /11/

På lokaliteter, hvor der har foregået træimprægnering, anbefales følgende prøvetagning:

- Udførelse af miljøtekniske boringer og udtagning af jordprøver ved koncentrerede kilder
- Prøvegravninger med udtagelse af jordprøver til undersøgelse af diffuse kilder
- Vandprøvetagning på lokaliteter med terrænnært grundvandsmagasin

Boringer

Udførelse af boringer og udtagning af jord- og vandprøver er beskrevet i Miljøstyrelsens generelle vejledning på området, /10/, hvortil der henvises. Boringer er velegnede til at undersøge koncentrerede forureningskilder samt til undersøgelser af grundvandsforurening.

Gravninger

I forbindelse med undersøgelse af diffuse forureningskilder, bør det overvejes at supplere borearbejdet med gravninger.

Gravninger er velegnede til at undersøge store arealer for diffus forurening. Gravningerne kan udføres med maskiner, f.eks. rendegraver eller "bob cat" eller med håndkraft vha. spade eller jordspyd/håndbor. På træimprægneringsgrunde anbefales gravninger således til undersøgelse af arealer, hvor der har foregået imprægnering ved Boucherie-metoden samt på de arealer, hvor afdrypning og oplag af imprægneret træ har fundet sted

Vandprøvetagning

På lokaliteter, hvor der findes et terrænnært grundvandsmagasin, anbefales det at minimum en boring pr. lokalitet filtersættes med henblik på vandprøvetagning. Vandprøvetagning er beskrevet i Miljøstyrelsens gældende vejledninger på området.

6.2.2 Analyser

6.2.2.1 Indledende prøvebeskrivelse

Den indledende karakterisering foretages på samtlige jordprøver, der er udtaget i forbindelse med feltarbejdet.

Den indledende karakterisering bør omfatte:

- registrering af laggrænser i jordprofilet
- geologisk karakterisering
- registrering af misfarvninger
- registrering af evt. lugt
- PID-måling (måling med photoionisationsdetektor)

Der kan under ekstreme forhold registreres grønlig udfældninger af kobbersalte. Bortset herfra lader metalforurening sig ikke spore med den indledende karakterisering. Det bør derfor overvejes at supplere den indledende karakterisering med anvendelse af feltmetoder til metalscreening af et større antal jordprøver, jf. næste afsnit.

Ved anlæg hvor der udelukkende har været anvendt uorganiske imprægneringsmidler og/eller dinitrophenol, kan PID-målinger ikke anvendes. PID-målinger kan derimod anvendes på lokaliteter, hvor man ikke har oplysning om, hvilke imprægneringsmidler, der har været anvendt. Endvidere kan PID-målinger afsløre uventede forureninger med flygtige stoffer.

Retningslinier for udførelse af PID-måling er anført i Miljøstyrelsens vejledning, /10/.

For vandprøver vil det som regel på forhånd være besluttet hvilke borer, der skal benyttes til prøvetagning, hvorfor der som regel ikke foretages indledende karakterisering. Dog bør lugt eller tilstedeværelse af oliefilm i forbindelse med prøvetagningen noteres.

6.2.2.2 Felt- og screeningsmetoder

Til hjælp til udvælgelse af jordprøver på træimprægneringsgrunde samt til afgrænsning af forureningen anbefales følgende felt- og screeningsmetoder:

- Metalscreening ved røntgenfluorescensteknik, EDXRF.

De anbefalede felt- og screeningsmetoder er kort beskrevet i det følgende.

Metalscreening - EDXRF	
Anvendelsesområde	Almindeligvis medbestemmes Cr, Ni, Cu, Zn, As og Pb med de fleste typer EDXRF-udstyr
Kort om princip	Måling af metallerne med røntgenfluorescensteknik direkte på jordprøven (evt. først tørret)
Fordele	Ingen oplukning eller prøveforberedelse Kan anvendes i felten Væsentligt billigere end andre metalscreeningsmetoder
Ulemper	Bestemmer jordens totale indhold af de forskellige metaller, Detektionsgrænseniveauet er højere end ved AAS og ICP analyser

Ved udvælgelse af jordprøver til metalanalyse fra træimprægneringsgrunde, hvor der har været anvendt imprægneringsmidler med arsen, chrom og kobber, kan man anvende feltudstyr baseret på XRF, men må så benytte kobberindholdet som "indikator" på tilstedeværelse af også arsen og chrom, idet detektionsgrænseniveauet for arsen og chrom med felt EDXRF typisk er højere end jordkvalitetskriterierne for disse stoffer.

6.2.2.3 Kemiske analyser

For at opnå det mest optimale analyseprogram er det vigtigt allerede i planlægningsfasen at have en god dialog med analyselaboratoriet. Laboratoriet bør så præcist som muligt informeres om, hvilke parametre man ønsker at bestemme. Herved kan laboratoriet tage de relevante forholdsregler med hensyn til analysemetoder, ekstraktionsmidler m.m., så de bedst mulige analyseresultater sikres.

Det er vigtigt i orienteringsfasen at være opmærksom på, hvilke imprægneringsmidler der har været anvendt på den konkrete lokalitet. Analyseprogrammet skal indrettes i overensstemmelse hermed. I tilfælde af manglende oplysninger bør der tilsvarende ske en udvidelse af undersøgelsen/analyseprogrammet.

På de træimprægneringsgrunde, hvor der har været anvendt arsen, er det forventeligt, at dette stof vil være udslagsgivende for risikovurderingen. Dette er baseret på arsens toxicitet sammenlignet med de øvrige metaller.

Hvis der udelukkende er benyttet ikke-arsenholdige, uorganiske midler, bliver andre parametre styrende. Dette kan typisk være kobber, der var dominerende ved Boucheriemetoden.

6.2.2.3.1 Jordprøver

Det anbefales, at udvalgte jordprøver udtaget terrænnært på træimprægneringsgrunde analyseres for parametrene anført i tabel 6.2.

Analyseprogram	Følgende parametre medbestemmes	Analysemetode	Detektions-grænseniveau
Metaller	Arsen	AAS (hydridteknik)	0,1-2 mg/kg
	Chrom	ICP eller AAS	0,1-2 mg/kg
	Kobber	ICP eller AAS	0,1-2 mg/kg
Andet	pH	DS	-
Organiske stoffer	Tjærestoffer (PAH, phenoler) Terpentin Petroleum Mineralolie PCP	Ekstraherbare, organiske stoffer ved GC-FID evt. i kombination med specifik bestemmelse af PAH ved GC-MS	Ca. 0,1 mg/kg for enkeltkomponenter 2-50 mg/kg for sammensatte produkter

Note: De anførte detektionsgrænser er hentet fra gældende metodebeskrivelser og prislister fra et udvalg af danske analyselaboratorier i løbet af den periode, hvor branchebeskrivelsen er blevet til, d.v.s. 1996/97

Tabel 6.2 Analyseprogram for jordprøver

I det følgende er de anbefalede analysemetoder kort beskrevet.

Atomabsorbtiionsspektrometri, AAS	
Anvendelsesområde	De fleste metaller kan bestemmes ved AAS. For at bestemme arsen skal der dog anvendes en specialteknik (hydridmetoden).
Kort om princip	Syreoplukning efterfulgt af måling af hvert enkelt metal ved atomabsorbtiionsspektrometri med flamme
Fordele	Specifik metode Lav detektionsgrænse Meget lav detektionsgrænser kan opnås med AAS med graftovn
Ulemper	Arbejdskrævende Ikke multielementteknik (ikke screening) Høj pris
Henvisninger	Udkast til vejledning om analyser og prøvetagning fra Miljøstyrelsen, /17/ samt metodebeskrivelser fra Dansk Standard for vandanalyser

Plasmaemissions spektroskopi, ICP	
Anvendelsesområde	Mange metaller kan bestemmes ved ICP, dog ikke arsen.
Kort om princip	Syreoplukning efterfulgt af screening for metaller i ekstraktet ved (induktivtkoblet) plasmaemissionsspektroskopi
Fordele	<p>Multielementteknik (flere metaller bestemmes samtidig)</p> <p>Billigere end AAS</p> <p>Detektionsgrænseniveau omtrent som for traditionel AAS med flamme</p> <p>Ved kombination med massespektrometri fås meget lav detektionsgrænse</p>
Ulemper	<p>Arsen medbestemmes ikke</p> <p>Dyrere end EDXRF</p>
Henvisninger	/17/

Ekstraherbare organiske stoffer ved GC-FID	
Anvendelsesområde	GC-FID screeningen medbestemmer såvel olieprodukter (terpentin, petroleum og mineralolie) som tjærestoffer
Kort om princip	Ekstraktion af jordprøven med pentan eller dichlormethan efterfulgt af screeningsanalyse ved gaschromatografi med flammeionisationsdetektion, GC-FID
Fordele	<p>Screeningsmetode, der medbestemmer mange af de almindeligt forekommende forureningskomponenter</p> <p>Efterhånden rutineanalyse på de fleste laboratorier</p>
Ulemper	<p>Meget polære stoffer medbestemmes ikke</p> <p>PAH-forbindelser medbestemmes dårligt, hvis der anvendes pentanekstraktion, hvorfor der så bør kombineres med specifik analyse for PAH</p> <p>Højt indhold af kulbrinter i prøven kan betyde forhøjet detektionsgrænse for enkelt komponenter</p>
Henvisninger	/17/ samt metodebeskrivelse for bestemmelse af oliekomponenter i jord fra Oliebranchens Miljøpulje

PAH-forbindelser ved GC-MS	
Anvendelsesområde	Medbestemmer PAH-forbindelser. Typisk medbestemmes 8 eller 16 karakteristiske enkeltkomponenter
Kort om princip	Ekstraktion af jordprøven med xylen efterfulgt af gaschromatografi kombineret med massespektrometri i selektiv ion mode (GC-MS-SIM)
Fordele	Specifik metode til bestemmelse af PAH
Ulemper	Tidskrævende Forholdsvis høj pris
Henvisninger	/17/ samt metodebeskrivelse for bestemmelse af oliekomponenter i jord fra Oliebranchens Miljøpulje

I tilfælde, hvor der har forekommet større spild af imprægneringsmiddel, kan der forekomme en høj koncentration af chrom(VI), som endnu ikke er reduceret til chrom(III). Da chrom(VI) er mere mobilt og toksisk end chrom(III), kan det i sådanne tilfælde være relevant at analysere specifikt for chrom(VI) i jorden. Chrom(VI) analyseres ved en kolorimetrisk metode (diphenylcarbazin-metoden).

Da fluoridholdige imprægneringsmidler altid har indeholdt et eller flere af de øvrige stoffer, er det ikke relevant at analysere for fluorid i jordprøver.

Phenoler og chlorphenoler (f.eks.PCP) analyseres ved GC-MS eller ved GC-ECD efter derivatisering. Analyser af phenoler i jord er vanskeligt da phenolerne er meget vandopløselige. Phenoler ses af samme grund sjældent i jordprøver

pH medtages, fordi pH har betydning for vurdering af metallernes mobilitet i jorden.

Hvis der findes fyldestgørende og pålidelige informationer om, at der kun er anvendt bestemte midler, kan analyseprogrammet reduceres.

Hvis det omvendt erfarer (ved orienteringsfasen eller i forbindelse med feltarbejdet), at der er brugt organiske imprægneringsmidler, hvor fungicider kan være tilsat, kan det komme på tale at udvide analyseprogrammet med stoffer som pentachlorphenol og/eller organiske tinforbindelser.

6.2.2.3.2 Vandprøver

Vandprøver fra træimprægneringsgrunde bør analyseres efter følgende program (tabel 6.3):

Analyseprogram	Følgende parametre medbestemmes	Analysemetode	Detektions-grænseniveau
Metaller	Arsen	AAS (hydrid)	1 µg/l
	Chrom	AAS (grafitovn)	2 µg/l
	Kobber	AAS (grafitovn)	5 µg/l
Andet	pH	DS	-
	Ledningsevne	DS	-
	Fluorid	DS 218	
Organiske stoffer	BTEX Naphthalen Terpentin Petroleum Mineralolie	Ekstraerbare, organiske stoffer ved GC-FID	0,2-1 µg/l for enkeltkomponenter
	Phenoler (phenol, cresoler og xylenoler) og chlorphenoler (PCP)	GC-ECD eller GC-MS	1-2 µg/l

Note: De anførte detektionsgrænser er hentet fra gældende metodebeskrivelser og prislister fra et udvalg af danske analyselaboratorier i løbet af den periode, hvor branchebeskrivelsen er blevet til, d.v.s. 1996/97

Tabel 6.3 Analyseprogram for vandprøver

Metalanalyserne i grundvand må udføres ved AAS med grafitovn, da det ellers ikke er muligt at nå ned på de detektionsgrænser, der er nødvendige for at overholde de kvalitetskrav for grundvand under træimpregneringsgrunde, som er anført i Miljøstyrelsens vejledning, /1/.

Som anført for jordprøver, kan analyseprogrammet for vandprøver ligeledes reduceres eller udbygges afhængigt af, hvilke oplysninger om anvendte impregneringsmidler der kan fremskaffes i den konkrete undersøgelse.

7. litteraturliste

- /1/ Branchevejledning for forurenede træimprægneringsgrunde. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 4, 1992
- /2/ Træbeskyttelse. K.V. Storm. Teknisk Forlag, København, 1965
- /3/ Primary Wood Processing, principles and practice. J.C.F. Walker. Chapman & Hall, London, 1993
- /4/ The Chemistry of Preservation. R. Thompson (ed.). The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1991
- /5/ Træimprægneringsgrunde. Ulla Lund. Trykt i rapporten Forurenede Industri-grunde. Udredningsrapport U2, Lossepladsprojektet, Miljøstyrelsen, 1988
- /6/ Materialelære og teknologi for ingeniører i anlægs- og husbygningsteknik. Afsnit 1-II Træ, træarter, nedbrydning, træbeskyttelse. Robert Eeg. Ingeniørhøjskolen Horsens teknikum, 1983.
- /7/ Sikkerhedsinformation om "Tanalith" trykimprægneret træ. Teknisk information: Tanalith-Ringen, Blommevej 3, 8700 Horsens, 1978.
- /8/ Træ og brand. K. Prebensen, COWIconsult. Nordisk Træbeskyttelsesmøde, Nordisk Træbeskyttelsesråd - NTR, 1977
- /9/ R. Collstrup A/S - 1914 - 1. januar - 1939. C.H. Clemmensen, København 1938.
- /10/ Generel branchevejledning for forurenede grunde. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 3, 1992
- /11/ Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer. Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 69 af 7. februar 1996
- /12/ Lossepladsprojektet, Udredningsrapport U6, Kilder til industrikortlægning, December 1989
- /13/ Oplysninger fra Erik Borsholt, DTI Træteknik. Kommentarer til foreløbigt tryk af nærværende branchebeskrivelse.
- /14/ Godkendelsespligtige træimprægnerings- og træbeskyttelsesmidler mod svamp og skadedyr på det danske marked i 1988. Kortlægning og toksikologisk vurdering. Udarbejdet af Produktregistret, Arbejdsmiljøinstituttet for Bygge- og Boligstyrelsen, januar 1993.

- /15/ Oplysninger fra Vejle Amt. Kommentarer til foreløbigt tryk af nærværende branchebeskrivelse.
- /16/ Rundspørge og opgørelse foretaget af CNS Miljørådgivning for Miljøstyrelsen i forbindelse med "Miljøstyrelsens erfaringsopsamling ved kortlægning af forurenede grunde". Brev fra CNS Miljørådgivning til Fyns Amt dateret 23. maj 1997.
- /17/ Miljøstyrelsen; Udkast til "Vejledning om prøvetagning og analyse af jord"

Bilag 2

Detailbeskrivelse af imprægneringsmidler

A. ORGANISKE IMPRÆGNERINGSMIDLER

A.1 Olieagtige imprægneringsmidler

I Danmark har kun *stenkulstjæreolie* (*creosotolie*) været anvendt, /2/. Stenkulstjæreolie er et destillat af stenkulstjære. Imprægnering med stenkulstjæreolie medfører en vægtforøgelse svarende til olieoptagelsen, der varierer fra 70-500 kg/m³ afhængigt af hvilken beskyttelse, der ønskes, /2/.

Stenkulstjæreolie og creosotolie (med forskellige stavemåder) er i forbindelse med træimprægnering det samme. Stenkulstjæreolieholdige produkter til træimprægnering og træbeskyttelse har haft forskellige handelsnavne.

Stenkulstjæreolie består af en blanding af destillationsfraktioner af højtemperatur kultjære. Efter korrekt terminologi er creosotolie blot en af disse fraktioner, som desuden udgøres af naphthalen- og antracenolie. Destillationsintervallerne ligger mellem 200 og 300 °C. Creosot er en mørk, olieagtig væske, som bl.a. består af følgende indholdsstoffer:

- polyaromatiske kulbrinter (PAH-forbindelser)
- tjæresyrer (phenol, cresoler og xylenoler)
- tjærebaser (pyridin, lutidinderivater m.fl.)

PAH-forbindelserne udgør mindst 75% af creosot, /1/.

A.2 Øvrige organiske imprægneringsmidler

De øvrige organiske (eller ikke-vandige) imprægneringsmidler består af et eller flere aktive stoffer (fungicider og evt. insecticider) opløst i organiske opløsningsmidler som f.eks. terpentiner, petroleum eller mineralolie. Disse imprægneringsmidler anvendes hyppigst i de såkaldte "træbeskyttelser", der benyttes til overfladebehandling, men også til vacuumimprægnering.

De hyppigst anvendte organiske fungicider til træimprægnering og træbeskyttelse var i 1988 følgende, /14/:

- *Tributyltinnoxid (TBTO)*
- *Tributyltinnaphthenat (TBTN)*
- *Pentachlorphenol (PCP)*
- *Dichlofluamid*
- *Furmecyclox*

og af insecticider benyttedes til træimprægnering og træbeskyttelse følgende, /14/:

- *Lindan*

Til vacuumimpregnering har PCP været anvendt i mindre omfang i perioden fra 1965 til ca. 1969, hvor PCP blev afløst af tributyltinforbindelserne TBTO og TBTN.

TBTO og TBTN har siden domineret markedet. /1, 5/ Nogle vacuumimpregneringsmidler fra 1980'erne indeholdt udover organiske tinforbindelser andre pesticider (furmecyclox, dichlofluanid, fungamin) i koncentrationer på ca. 0,5 %. Eksempler herpå er "GORI Vac 030" (benyttet fra 1981) og "Konvac væske 6106-2000" (benyttet fra 1986).

Koncentrationen af fungicider i impregneringsmidlerne er typisk ca. 1% for de organiske tinforbindelser, /1/ og ca. 0,5% for de øvrige fungicider.

Midler indeholdende (udelukkende) fungicider kan ikke bruges til at impregnere træ til marint brug. De har derfor eventuelt (for at forbedre beskyttelsen) været anvendt sammen med insecticider som dieldrin eller lindan, /3/. I følge oplysninger fra branchen har vacuumimpregneringsmidler i Danmark ikke været tilsat insecticider, /13/.

Imidlertid viser erfaringer fra Vejle Amt, /15/, at der på en virksomhed i byggebranchen i en 10 årig periode har været anvendt 400.000 l impregneringsvæske indeholdende fungiciderne furmecyclox og dichlofluanid samt insecticidet lindan til vacuumimpregnering.

I udlandet har PCP i mange år været anvendt (og anvendes stadig) som impregneringsmiddel i form af en 5% opløsning af PCP i olie eller petroleum. /3/

B. UORGANISKE IMPRÆGNERINGSMIDLER

De første imprægneringsmidler bestod af simple salte som f.eks. *kviksølvchlorid*, HgCl_2 , *zinkchlorid*, ZnCl_2 , *natriumfluorid*, NaF eller *kobbersulfat*, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. /2, 3/. Kviksølv har dog formentligt ikke været benyttet i Danmark, og skulle det have været benyttet, da må dette være sket før år 1900.

Senere blev de hyppigst anvendte imprægneringsmidler til beskyttelse mod svamp, insekter og skadedyr de midler, der indeholder uorganiske *kobber-, chrom-, arsen- og fluorforbindelser*.

Fælles for langt de fleste af de uorganiske midler, der har været anvendt i Danmark, er indhold af hexavalent chrom, /2/. Chromsaltene blev tilsat fra midten af 1950-erne for at forbedre fikseringen, /5/. Chromsaltene har ikke i sig selv nogen særlig beskyttelseeffekt, men virker dels som antikorrosionsmiddel og navnlig som fikseringsmiddel for de øvrige komponenter. Ved kontakt med træsubstansen reduceres det hexavalente chrom til trivalent chrom, der derefter ragerer med kobber-, arsen- og fluorforbindelserne til meget tungtopløselige salte. Det er denne proces, der betegnes som fiksering. Især de salte, der dannes af kobber, arsen og chrom er så tungtopløselige, at der selv ved intensiv udvaskning af det imprægnerede træ i laboratoriet kun kan udvaskes omkring 10%. /2/.

Imprægneringsmidler, der indeholder kobber, chrom og arsen, kaldes ofte "CCA-midler".

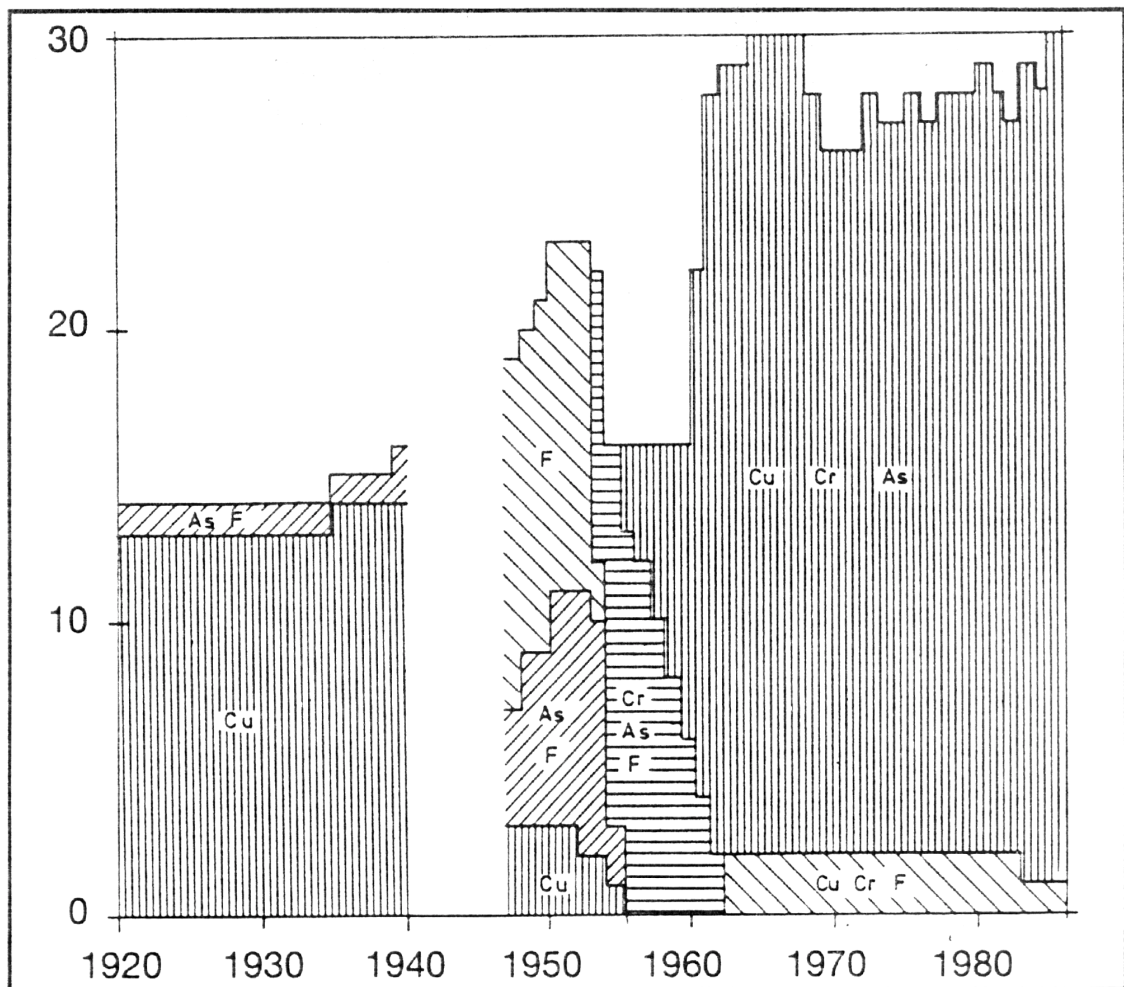
Salte i denne gruppe er f.eks. følgende:

- Boliden K33 (CCA)
- Tanalith C (CCA)
- Basilit (CCA) (ikke anvendt i Danmark)
- Celcure A (CCA)

CCA midlerne har som oftest følgende sammensætning, /3/:

- Kobber (Cu) 20-30%
- Hexavalent chrom (Cr^{6+}) 25-47%
- Arsen (As) 30-50%

Nedenstående figur B.1 illustrerer brugen af uorganiske imprægneringsmidler i Danmark i perioden 1920 til 1986.



Figur B1 Brug af uorganiske imprægneringsmidler i Danmark fra 1920 til 1986, /5/. På y-aksen er anført antal anlæg.

Ved imprægneringen er saltet opløst i vand i en koncentration, således at den endelige optagelse af salt bliver 12-15 kg/m³ imprægneret træ.

Nogle midler til Boucherie-imprægnering, som havde arsen og fluor som virksomme komponenter, indeholdt desuden *dinitrophenol*. Dinitrophenol er det eneste organiske stof, som er anvendt ved Boucherie imprægnering, /5/. Dinitrophenol blev kun anvendt i de såkaldte NAF salt og i saltene omkring anden verdenskrig og kort efter, /13/.

Borsalte har også været anvendt til imprægnering. Borsalte afviger fra de øvrige uorganiske imprægneringsmidler, idet de ikke fikseres i træet, /3/. Rene bor-midler har ikke været anvendt i industrielt Danmark, men bor har været anvendt i perioden 1989-1996 i de såkaldte CCB-midler (kobber, chrom, bor).

I figur B.2 er sammensætningen af forskellige uorganiske imprægneringsmidler, der anvendes eller har været anvendt i Danmark, angivet.

Sammensætning af uorganiske imprægneringsmidler, /1/			
Betegnelse	Anvendelsesperiode	Indholdsstoffer	Sammensætning, %
Basilit A57	1943-1954	NaF	57
		Na ₂ HAsO ₄	33
		Dinitrophenol, C ₆ H ₃ OH(NO ₂) ₂	10
Basilit A33	1943-1954	NaF	57
		Na ₂ HAsO ₄	33
		Dinitrophenol, C ₆ H ₃ OH(NO ₂) ₂	10
Basilit S	2. verdenskrig	Som Basilit A33, dog med 2% dinitrophenol ændret til grønt farvestof	
Basilit UA (benyttedes til Gewecke-metoderne)	1953-1960	NaF	26
		Na ₂ Cr ₂ O ₇ , 2H ₂ O	42
		Na ₂ HAsO ₄ , 2H ₂ O	32
Basilit UAS	1960-1969	NaF	15
		NH ₄ HF ₂	16
		NaAsO ₃	23
		K ₂ Cr ₂ O ₇	45
		ZnO	1
Basilit CFK	1969-	CuSiF ₆ , 4H ₂ O	35,9
		(NH ₄) ₂ Cr ₂ O ₇	63,1
		(NH ₄)HPO ₄	1,0
Blåsten, Kobbervitriol	1862-1955	CuSO ₄ , 5H ₂ O	100
Celcure	1958-ca. 1970	CuSO ₄ , 5H ₂ O	45
		K ₂ Cr ₂ O ₇	50
		Cr ₂ (CH ₃ COO) ₃ , H ₂ O	5
Cuprinol Tryk	1979	CuO	12
		C ₇ H ₁₅ COOH	4,75
		NH ₃	20
		CO ₂	40
		H ₂ O	23,25
Fluralsil K (Osrose Fluralsil)	1939-1955	ZnSiF ₆	100
P50	1992	CuO	15,0
		CrO ₃	21,0
		As ₂ O ₅	18,0
		H ₂ O	46,0

Note: Fortsættes næste side

K33: Kemira K33, type B Mitrol K33 Rentokil K33 Boliden K33 Celcure K33	1960-	Med små variationer: CuO CrO ₃ As ₂ O ₅ H ₂ O	14,8 26,6 34 24,6
Klorzink	1889-ca.1900 samt 1940-1954	ZnCl ₂	100
NAF	1924 (feltprøvning i Sorø) 1937-1955	NaF NaOH As ₂ O ₃ Dinitrophenol, C ₆ H ₃ OH(NO ₂) ₂	62 2,5 28 7,5
Tanalith C		CuSO ₄ , 5H ₂ O Na ₂ Cr ₂ O ₇ , 2H ₂ O As ₂ O ₅ , 2H ₂ O	35 45 20
Tanalith CCA, oxide type C		CuO CrO ₃ As ₂ O ₅ H ₂ O	13,7 36,8 21,1 28,4
Tanalith CCA, pulver		CuSO ₄ Na ₂ Cr ₂ O ₇ As ₂ O ₅ , 2H ₂ O	27,4 48,2 24,4
Tanalith CCA, pasta		CuSO ₄ Na ₂ Cr ₂ O ₇ As ₂ O ₅ , 2H ₂ O H ₂ O	22 39 20 19
Tanalith CCA, oxide B pasta		CuO CrO ₃ As ₂ O ₅ H ₂ O	14,5 26,6 33,9 25
Triolith	1. verdenskrig (formentligt ikke anvendt i Danmark)	Dinitrophenol ?	?

Figur B2 Sammensætning af uorganiske imprægneringsmidler, /1/

C BRANDHÆMMENDE MIDLER

Disse imprægneringsmidler er væsentligt forskellige fra de øvrige imprægneringsmidler, da der ikke er tilstræbt nogen toksisk virkning over for mikroorganismer.

De mest benyttede midler har været *mono- og diammoniumfosfater, ammoniumsulfat, borsyre og borax*. De fleste brandhæmmende imprægneringsmidler er blandinger af disse kemikalier. I nogle tilfælde er der også tilsat fungicider og insecticider, såsom kobber-, chrom- og nikkelsalte. /8/

Brandimprægneringsmidlerne har ikke været godkendelsespligtige i Danmark og er derfor ikke pesticider. Et middel, Celcure F, indeholdt dog fungicider og var godkendelsespligtigt, men blev dog kun brugt i ringe omfang. /13/ Celcure F, der blev benyttet af Collstrop i 1960'erne indeholdt som aktiv stof kobber- og borforbindelser.

I 1964 anvendtes i Danmark kun imprægneringsmidlet "Minalith", der bestod af *ammoniumsulfat, diammoniumsulfat, borsyre og natriumtetraborat (borax)*. Imprægnering med Minalith udførtes som fuldprægnering. Der sker ikke nogen fikseringsproces, hvorfor imprægneringen kan "vaskes af". /2/.

Bilag 1

Datablade for udvalgte kemiske stoffer

Udvalgte stoffer	Produktgrupper
Arsen	Uorganisk imprægneringsmiddel
Chrom	Uorganisk imprægneringsmiddel
Kobber	Uorganisk imprægneringsmiddel
Pentachlorphenol	Uorganisk imprægneringsmiddel
Benz(a)pyren	Creosotolie
Phenol	Creosotolie

Fareklasser i henhold til "listen over farlige stoffer":

E: Eksplosiv
O: Brandnærende
Fx: Yderst brandfarlig
F: Meget brandfarlig
Tx: Meget giftig
T: Giftig
Xn: Sundhedsskadelig
C: Ætsende
Xi: Lokalirriterende
Carc1,2 ell.3: Kræftfremkaldende
Mut1, 2 ell.3: Mutagen
Rep1, 2 ell.3: Reproduktionstoksisk

Navn	Arsen
Kemisk betegnelse	As
Atomnummer	33
Generelt	As er et metalloid (halvmetal). Den mest anvendte arsenforbindelse er As_2O_3 (hvid arsenik). Arsen er toksisk for de fleste organismer, herunder mennesker, dyr og planter.
Optræder i følgende oxidationstrin	0, +III, +V og -III.
Mest forekommende ioner i jord/vand	I terrestriske miljøer optræder arsen primært som oxyanionerne arsenat (As+V) og arsenit (As+III): AsO_4^{3-} , $HAsO_4^{2-}$, $H_2AsO_4^-$ (arsenat) AsO_3^{3-} , H_3AsO_3 (arsenit)
Redoxforhold	Under aerobe forhold findes arsen som arsenat, under reducerende forhold som arsenit, og under stærkt reducerende forhold kan arsen findes som arsin (As-III)
Udfældning/opløselighed	Generelt er As(+III)-salte mere opløselige end As(+V)-salte, hvilket betyder, at arsen vil være mere opløseligt (4-10 gange mere) under reducerende forhold.
Sorption	Arsen optræder overvejende som anioner, og er derfor ikke styret af sorption som de kationiske metaller.
Komplexering	Komplekdannelse er antageligt ikke af betydning for arsens mobilitet, da arsen som nævnt primært findes som anioner i jordgrundvandsmiljøet
Mobilitet/ Forekommer i jord vand luft	* (*)
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Arsen og arsenforbindelser er klassificeret som "giftig" (faresymbol T). Nogle arsenforbindelser (oxider samt arsensyre og salte heraf) er endvidere klassificeret som "kræftfremkaldende". Arsentrioxid er klassificeret som "meget giftig" og "kræftfremkaldende".

Reference: J

Navn	Chrom
Kemisk betegnelse	Cr
Atomnummer	24
Generelt	Chrom er et essentielt metal/mineral for mennesker, men kan give allergiske reaktioner i højere koncentrationer.
Optræder i følgende oxidationstrin	Chrom forekommer på følgende oxidationstrin: 0, +II, +III og +VI. I salte er +III det hyppigst forekommende. Chromforbindelser, hvor chrom er i oxidationstrin +II, er ustabile.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Cr(+III) findes som trivalent chrom, Cr^{3+} , mens Cr(+VI) i det terrestiske miljø findes som anionen chromat, CrO_4^{2-} eller HCrO_4^- .
Redoxforhold	Redoxforhold har stor betydning for chroms opførsel i jord og grundvand, da Cr(+VI) er mere mobilt end Cr(+III) pga. dannelsen af oxyanioner. Endvidere er Cr(+VI) forbindelser mere toksiske end Cr(+III).
Udfældning/opløselighed	Udfældning har betydning for Cr(+III)forbindelsers opførsel i jord og grundvand, da Cr(+III) kan udfældes som hydroxid. Cr(+VI) vil under de fleste miljørelevante forhold findes i opløsning, dog med udfældning af bariumchromat som mulig undtagelse.
Sorption	Sorption har mindre betydning for chroms opførsel i jord og grundvand. Sorptionen af chromat er stigende ved faldende pH, men sorptionen er afhængig af konkurrencen fra andre anioner, f.eks. fosfat.
Komplexering	Cr(+III) danner villigt komplekser, men kun hydroxykomplekser har praktisk betydning i miljøet. Cr(+VI) danner ikke komplekser, da det optræder som anion.
Mobilitet/ Forekommer i jord vand luft	* * (oxiderede forhold)
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Chrom(+VI)forbindelser som f.eks. chromtrioxid er klassificeret som "kræftfremkaldende".

Reference: J

Navn	Kobber
Kemisk betegnelse	Cu
Atomnummer	29
Generelt	Kobber er et af de vigtigste essentielle grundstoffer for både mennesker og planter og er kun toksisk i høje koncentrationer.
Optræder i følgende oxidationstrin	Kobber forekommer på følgende oxidationstrin: 0, +I og +II, med +II som det hyppigst forekommende i salte.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Kobber findes fortrinsvist som Cu^{2+} i miljømæssig sammenhæng, da Cu(I) er meget ustabil i vand og derfor kun vil være relevant som uopløseligt Cu_2S under kraftigt reducerende forhold.
Redoxforhold	Redoxforhold har ingen praktisk betydning for kobbers opførsel i jord og grundvand.
Udfældning/ opløselighed	Det er primært udfældninger med sulfid, som har betydning for kobbers opførsel i jord og grundvand
Sorption	Sorption er meget vigtigt for kobbers fordeling og tilbageholdelse i jord. Sorption af kobber er afhængig af pH, og K_d værdierne for kobber er relativt høje (i størrelsesordenen 1.000 l/kg).
Komplexering	Kompleksdannelse har stor betydning for kobbers opførsel i det terrestiske miljø. Kobber danner komplekser med såvel organiske som uorganiske ligander. Specielt danne kobber komplekser med organisk stof (fulvuskomplekser), men også hydroxy og carbonatkomplekser har betydning.
Mobilitet/ Forekommer i	
jord	*
vand	Trods sin villighed til kompleksdannelse angives kobber typisk som et af de mindst mobile metaller i det terrestiske miljø
luft	
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Kobbersulfat, kobber(I)chlorid, kobber(I)oxid samt kobbernaphthenat er klassificeret som "sundhedsskadelige".

Reference: J

Navn	Benz(a)pyren	Enhed	Referencer
Synonymer	Benz(a)pyren, 3,4-benzopyren, B(a)P		A
CAS nr.	50-32-8		C
Kemisk formel	C ₂₀ H ₁₂		C
Tilstandsform	gul krystallinsk masse		A
Molvægt	252,3	g/mol	A
Densitet	-	g/ml	A
Smeltepunkt	179	°C	A
Vandopløselighed	0,003	mg/l	A
Damptryk	-	mmHg	A
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	6,5		J
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: T, Carc2, Mut2, Rep2		G
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand			
Poreluft			

Navn	Pentachlorphenol	Enhed	Referencer
Synonymer	PCP		
CAS nr.	87-86-5		
Kemisk formel	C ₆ Cl ₅ OH		
Tilstandsform	Fast stof		A
Molvægt	266,53	g/mol	A
Densitet	1,978	g/ml	A
Kogepunkt	310	°C	A
Vandopløselighed	5 mg/l (0°C), 14 mg/l (20°C)	mg/l	A
Damptryk	0,00011 (20°C)	mmHg	A
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	5,01		A
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Klasse: T, Tx, Xi, Carc3, N		G
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand			
Poreluft			

Navn	Phenol	Enhed	Referencer
Synonymer	Carbolsyre, hydroxybenzen		
CAS nr.	108-95-2		
Kemisk formel	C ₆ H ₅ OH		
Tilstandsform	Fast stof		A
Molvægt	91,11	g/mol	A
Densitet	1,07	g/ml	A
Smeltepunkt	41	°C	A
Vandopløselighed	82 (15 °C)	mg/l	A
Damptryk	0,2 (20 °C), 1 (40 °C)	mmHg	A
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	1,46/1,50		A/B
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Koncentration >5%: T, C Koncentration 1-5%: X _n , X _i		G
Forekommer i:			
Jord			
Grundvand	*		
Poreluft			
Bemærkninger	Polymeriserer let.		

Litteraturliste til bilag 1:

- A) Verschuieren, Karel; "Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals", 1993
- B) Lide, David R.; "Handbook of Chemistry and Physics", 1991
- C) The Merck Index, 1989
- D) CHEMFATE 1994; Syracuse Research Corporation's Environmental Fate Data base, Syracuse Research Corporation, Syracuse, NY.
- E) Worthing, C et al.; "The Pesticide Manual", 9th. Edition, 1991
- F) Danbert, T.E. et al.; "Physical and Thermodynamic Properties of Pure Chemicals", 1989
- G) Miljø- og Energiministeriet; "Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer", bekendtgørelse nr. 69 af 7. februar 1996
- H) Adriano, D.C.; "Trace Elements in the Terrestrial Environment", 1986
- I) U.S. EPA.1993; U.S.Environmental Protection Agency, Technical Information Review, Methyl tertiary Butyl Ether, Office of Pollution Prevention and Toxics, U.S. EPA, Washington D.C
- J) Miljøstyrelsen; "Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand", Miljøprojekt nr. 20, 1996