

Branchebeskrivelse for plastvirksomheder

Teknik og Administration
Nr. 4 2000

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	INDLEDNING	7
	Forord.....	7
	Baggrund.....	7
	Formål.....	7
	Læsevejledning	8
2	SAMMENFATNING.....	11
3	GENEREL BESKRIVELSE AF BRANCHEN	17
3.1	Branchedefinition og afgrænsning	17
3.1.1	Materialedefinition.....	17
3.1.2	Procesdefinition	18
3.1.3	Branchedefinition.....	19
3.1.4	Afgrænsning.....	20
3.1.5	Miljølovgivning	21
3.1.6	Brancheorganisation.....	22
3.2	Branchens struktur og strukturelle udvikling.....	22
3.2.1	Generel materialeudvikling.....	22
3.2.2	Produktion af plastprodukter i Danmark.....	23
3.2.3	Generel procesbeskrivelse for produkter af termoplast.....	25
3.2.4	Generel procesbeskrivelse for produkter af hærdeplast	27
3.2.5	Forbrugsmængde af plast-råvarer i 1999 og tidligere	30
3.2.6	Antal plastvirksomheder i 1999 og tidligere.....	31
3.2.7	Overblik over typiske plast-færdigvarer i 1999 og tidligere	32
4	PROCESSER, TEKNOLOGI OG MILJØBELASTNING	35
4.1	Plastvirksomheder, der forarbejder termoplast-råvarer.....	39
4.1.1	Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999	39
4.1.2	Råvarer, der tidligere blev anvendt	41
4.1.3	Hjælpestoffer.....	41
4.1.4	Procesbeskrivelse	42
4.1.5	Potentiel miljøbelastning	43
4.2	Plastvirksomheder, der compouderer termoplast-råvarer.	44
4.2.1	Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999	45
4.2.2	Råvarer, der blev anvendt tidligere	46
4.2.3	Hjælpestoffer.....	46
4.2.4	Procesbeskrivelse	46
4.2.5	Potentiel miljøbelastning	47
4.3	Plastvirksomheder, der fremstiller masterbatch.....	48
4.3.1	Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999	48
4.3.2	Råvarer, der blev anvendt tidligere	49
4.3.3	Hjælpestoffer.....	50
4.3.4	Procesbeskrivelse	50
4.3.5	Potentiel miljøbelastning	51
4.4	Plastvirksomheder, der regenererer termoplast-affald	52
4.4.1	Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999 og tidligere	53
4.4.2	Hjælpestoffer.....	53

4.4.3	Procesbeskrivelse	53
4.4.4	Potentiel miljøbelastning	53
4.5	Plastvirksomheder, der forarbejder blød PVC	53
4.5.1	Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999	54
4.5.2	Råvarer, der tidligere blev anvendt	55
4.5.3	Hjælpestoffer.....	55
4.5.4	Procesbeskrivelse	55
4.5.5	Potentiel miljøbelastning	57
4.6	Plastvirksomheder, der fremstiller EPS-produkter	59
4.6.1	Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999	59
4.6.2	Hjælpestoffer.....	60
4.6.3	Råvarer og hjælpestoffer, der tidligere blev anvendt	60
4.6.4	Procesbeskrivelse	60
4.6.5	Potentiel miljøbelastning	61
4.7	Plastvirksomheder, der forarbejder umættet polyester-råvarer med eller uden glasfiberarmering	61
4.7.1	Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999	62
4.7.2	Hjælpestoffer.....	64
4.7.3	Råvarer og hjælpestoffer der tidligere blev anvendt	64
4.7.4	Procesbeskrivelse	65
4.7.5	Potentiel miljøbelastning	67
4.8	Plastvirksomheder, der forarbejder polyurethan-råvarer.....	69
4.8.1	Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999	70
4.8.2	Hjælpestoffer.....	72
4.8.3	Råvarer, der tidligere blev anvendt	73
4.8.4	Procesbeskrivelse	73
4.8.5	Potentiel miljøbelastning	76
4.9	Plastvirksomheder, der støber acrylplast.....	77
4.9.1	Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999 og tidligere	78
4.9.2	Hjælpestoffer.....	79
4.9.3	Procesbeskrivelse	79
4.9.4	Potentiel miljøbelastning	81
4.10	Plastvirksomheder, der pressestøber phenolplast, ureaplast eller melaminplast	82
4.10.1	Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999 og tidligere	84
4.10.2	Råvarer, der blev anvendt tidligere	85
4.10.3	Hjælpestoffer.....	85
4.10.4	Procesbeskrivelse	85
4.10.5	Potentiel miljøbelastning	86
4.11	Plastvirksomheder, der trykker eller maler på plast.....	89
4.11.1	Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999 og tidligere	89
4.11.2	Hjælpestoffer.....	90
4.11.3	Procesbeskrivelse	90
4.11.4	Potentiel miljøbelastning	91
4.12	Plastvirksomheder, der limer plast.....	92
4.12.1	Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999 og tidligere	93

4.12.2	Hjælpestoffer.....	93
4.12.3	Procesbeskrivelse	93
4.12.4	Potentiel miljøbelastning	94
5	FORURENINGSRISIKO.....	97
5.1	Oversigt over potentielle forureningskilder og stoffer	97
5.2	Vurdering af forureningsrisiko.....	103
6	UNDERSØGELSER.....	107
6.1	Historisk kortlægning.....	107
6.1.1	Kortlægningsstrategi og -metode	107
6.1.2	Indsamling af historisk materiale	108
6.1.3	Lokalisering af plastvirksomheder	109
6.1.4	Oplysninger om branchen	109
6.1.5	Oplysninger om den enkelte lokalitet	110
6.2	Status for plastbranchens miljøbelastning.....	111
6.3	Kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2.....	114
6.3.1	Undersøgelsesmetoder	114
6.3.2	Placering af boringer og poreluftsonder.....	117
6.3.3	Prøvetagningsmetoder.....	118
6.3.4	Feltanalyser	121
6.3.5	Laboratorieanalyser.....	123
	Analyseprogram, jord.....	126
	Analyseprogram, vand	126
	Analyseprogram, poreluft.....	128
7	AFVÆRGETEKNIKKER	131
7.1	Eksempler på afværgeforanstaltninger.....	132
7.2	Anvendte metoder i udlandet	134
8	LITTERATURLISTE	135

Bilag:

- Bilag 1: Anvendelsesoversigt for termo- og hærdeplast
- Bilag 2: Forarbejdningsmetoder for plast
- Bilag 3: Opløsnings- og klæbemidler ved klæbning af plast mod plast
 og plast mod andre materialer
- Bilag 4: Datablade for udvalgte kemikalier i plastvirksomheder
- Bilag 5: Primære og sekundære informationskilder

1 INDLEDNING

Forord

Denne branchebeskrivelse er udarbejdet af Hedeselskabet, Miljø og Energi as for Amternes Videncenter for Jordforurening.

Branchebeskrivelsen er blevet til i et samarbejde med en følgegruppe, som har været tilknyttet projektet. I følgegruppen har følgende deltaget:

- Elsebeth Engsig-Karup, Københavns Amt
- Torben Sønnichsen, Københavns kommune
- Elin Markert, Fyns Amt
- Astrid Zeuthen Jeppesen, Amternes Videncenter for Jordforurening

Branchebeskrivelsens procesafsnit, kapitel 3 og 4 er udarbejdet i samarbejde med brancheforeningen - Plastindustrien i Danmark.

Baggrund

Baggrunden for branchebeskrivelsen er, at erfaringer fra de senere års undersøgelser af jord- og grundvandsforureninger på plastvirksomheder viser, at der hersker stor usikkerhed over, hvilke forureningskilder og hvilke forureningskomponenter der kan forekomme på plastvirksomheder.

Vestsjællands Amtskommune har i 1992 ladet udarbejde en historisk beskrivelse af plastbranchens mulige miljøbelastning. I denne rapport er branchens strukturelle udvikling, samt udviklingen i forarbejdningsprocesser og miljøbelastning gennemgået for perioden indtil 1992 /2/.

Siden 1992 er der sket yderligere udvikling i teknologi, processer og miljøbelastning. Desuden er der på baggrund af de udførte undersøgelser på plastvirksomheder, sket en generel vidensudvikling mht. udpegning af forureningskilder samt vurdering af stoffernes skæbne i jord- og grundvandsmiljøet.

Vægten i branchebeskrivelsen er lagt på forurening af ældre dato, men nyere forureninger er også beskrevet for at synliggøre disse, og fordi den ny jordforureningslov også omfatter forurening af nyere dato.

Nærværende rapport samler denne viden, og opstiller på denne baggrund et forslag til undersøgelsesprogram for jord- og grundvandsforurening på plastvirksomheder.

Formål

Formålet med nærværende branchebeskrivelse er at give en generel indsigt i branchens produktions- og miljøforhold, med særlig henblik på at give

overblik over aktiviteter, der indebærer punktkildebelastning af jord og grundvand.

Branchebeskrivelsen tænkes bl.a. anvendt som opslagsværk i forbindelse med arbejdet med kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2, jf. Lov om forurenede jord /20/, samt evt. videregående undersøgelser indenfor depotområdet, og skal supplere relevante vejledninger fra Miljøstyrelsen.

Læsevejledning

Branchebeskrivelsens indhold og overordnede anbefalinger er sammenfattet i kapitel 2.

I kapitel 3 defineres og afgrænses branchen, og der gives en oversigtlig indføring i plasttypernes sammensætning, branchens strukturelle udvikling og tilhørende lovgivning.

I bilag 1 gives en oversigt over de forskellige plasttypers anvendelse indenfor almindelige husholdningsartikler, møbler, tekstiler m.v.

I kapitel 4 og kapitel 5 gøres rede for den teknologiske udvikling indenfor plastbranchen samt for de forskellige plastmaterialers og additivs kemiske sammensætning og tilhørende miljøbelastning med henblik på udpegning af traditionelt anvendte kemikalier og potentielle forureningskilder.

Bilag 2 er en detaljeret beskrivelse af de mest anvendte forarbejdningsmetoder for plastmaterialer.

Bilag 3 er en oversigt over hyppigt anvendte opløsnings- og klæbemidler ved klæbning af plast mod plast, og plast mod andre materialer.

På baggrund af oplysningerne om anvendte kemiske stoffer i kapitel 4 og 5, er der foretaget en vurdering af stoffernes risiko for sundhedsskadelige effekter ved forurening af jord og grundvand. For disse kemiske stoffer er der udarbejdet datablade, der er vedlagt i bilag 4. Databladene indeholder de mest almindelige fysisk/kemiske data, toksikologiske og spredningsrelevante data samt gældende kvalitetskriterier for jord, grundvand og afdampning samt i arbejdsmiljøet.

I kapitel 6 beskrives en fremgangsmåde til at finde relevante historiske oplysninger. Dernæst gives forslag til hvilke forureningskilder der *altid medtages*, hvilke kilder der *anbefales medtaget* og kilder som *i specielle tilfælde kan medtages* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2, som typisk vil være tekniske undersøgelser. Desuden gives anbefalinger af hvorledes disse undersøgelser kan udformes, herunder valg af prøvetagnings- og analysemetodik.

Som et supplement til kapitel 6 er der i bilag 5 anført en oversigt over historisk materiale.

I kapitel 7 gives en kortfattet oversigt over de nuværende afværgeteknikker ved oprensning af jord- og grundvandsforureninger på lokaliteter, hvor der har været plastvirksomhed.

Kapitel 8 er en liste over anvendte referencer.

I branchebeskrivelsen anvendes følgende forkortelser og betegnelser for plasttyper, jf. tabel 1.1:

Stof:	Forkortelse:	Synonym:
Polyethylen	PE	
Polypropylen	PP	
Polystyren	PS	
Acrylnitril-butadien-styren	ABS	
Polyvinylchlorid	PVC	
Polyamid	PA	Nylon
Polymethylmethacrylat	PMMA	Acrylplast = Plexi-glas
Polycarbonat	PC	
Polyethylenterephthalat	PET	
Polyoxymethylen	POM	Acetalplast
Polytetrafluorethylen	PTFE	
Styren-acrylnitril	SAN	
Umættet polyester	UP	
Glasfiberforstærket UP	GUP	Glasfiber
Polyurethan	PUR	Polyurethanskum = Celleplast
Epoxyharpiks	EP	Epoxyplast
Phenolplast	PF	Bakelit
Carbamidplast	UF	Lys bakelit = Urea

Tabel 1.1 Vigtige forkortelser og synonymer for plasttyper.

Tilsvarende anvendes følgende forkortelser og betegnelser for kemiske stoffer, jf. tabel 1.2:

Stof:	Forkortelse:	Synonym:
Tetrachlorethylen	PCE	“per”, “perchlorethylen
Trichlorethylen	TCE	“tri”
1,1,1-trichlorethan	TCA	“trichlorethan”
Di(2-ethylhexyl)phthalat	DEHP (DOP)	-
Dibutylphthalat	DBP	-
Dimethylphthalat	DMP	-
Diisononylphthalat	DINP	-
Tributylphosphat	TBP	-
2-propanon	-	”acetone”
Vinylbenzen	-	”styren”
Dichlormethan	DCM	-

Tabel 1.2 Vigtige forkortelser og synonymer for udvalgte additiver og hjælpestoffer, som anvendes i plastproduktionen.

2 SAMMENFATNING

Branchedefinition og afgrænsning

Idet plastbranchen dækker et meget bredt område, er der i denne branchebeskrivelse foretaget følgende afgrænsninger således, at branchebeskrivelsen kun behandler jord- og grundvandsforurening fra plastvirksomheder, der enten fremstiller, compounderer (tilsætter additiver til råplast) og/eller forarbejder helsyntetiske plastmaterialer. Endvidere er medtaget de tilstødende brancher, inden for hvilke plast anvendes i forbindelse med klæbning mod plast og mod andre materialer samt brancher med trykning på plast.

Plastvirksomheder er i dag omfattet af Miljøministeriets bekendtgørelse vedrørende godkendelse af listevirksomhed. På virksomheder, der er omfattet af listepunkt nr. D9, D10 og D12 i bilagslisten, er kommunen tilsynsmyndighed, mens amtet er tilsynsmyndighed på virksomheder, der er omfattet af listepunkt nr. D11.

Branchens historiske udvikling

Frem til midten af 1800-tallet anvendtes en række naturmaterialer, hvorefter der udvikledes halvsvetetiske plastmaterialer.

I Danmark startede de første helsyntetiske plastvirksomheder med produktion og forarbejdning af bakelit i 1917-1919, og en række helsyntetiske plastvirksomheder var i drift frem til anden verdenskrig. Det var dog først efter anden verdenskrig, at der for alvor kom gang i produktionen af termoplast, og i udvikling af plastindustriens produktionsmetoder.

Antallet af plastforarbejdende virksomheder har stort set været stigende lige siden 1950-erne, hvor der var ca. 75 virksomheder og til ca. 330 virksomheder i 1985. I dag skønnes Plastindustrien i Danmark, at antallet af plastvirksomheder er ca. 500.

Processer, teknologi og miljøbelastning

Plast er højpolymere, organiske materialer, som er eller har været plastisk formbare. Plast inddeles i to hovedgrupper: *termoplast* og *hærdeplast*.

Termoplast opvarmes til blødgjort eller smeltet tilstand og kan herefter formes. Ved afkøling bliver materialet stift og beholder den nye geometri. Termoplast kan formgives igen og igen. Polyethylen, polypropylen, polyvinylchlorid og polyethylenterephthalat er eksempler på termoplast.

Produkter af termoplast fremstilles i tre, måske fire trin:

1. Fremstilling af polymer.

2. Fremstilling af plastråvare ved blanding af polymer med hjælpestoffer – ofte betegnet ”compounding”.
3. Forarbejdning af plastråvare til produkt. Dette er en væsentlig del af den danske plastindustri.
4. Evt. færdiggørelse, bl.a. opskæring, udstansning, spåntagende bearbejdning, sammenføjning, laminering, dekorering.

Ingen af polymerene fremstilles i dag i Danmark. For de fleste termoplasters vedkommende importeres færdigcompounderet plastråvare.

Der vurderes generelt ikke at være væsentlig miljømæssig risiko for jord og grundvand knyttet til forarbejdning af plastråvarer af termoplast ud fra indkøbt compound.

Kun termoplastvirksomheder, der fremstiller masterbatch samt termoplastvirksomheder, der compounderer og forarbejder blød PVC vurderes at have væsentligt potentiale for jord- og grundvandsforurening. For sådanne virksomheder vil arten, mængden, opbevaringsmetoden og håndteringen af de anvendte additiver være afgørende ved vurdering af en mulig jord- og grundvandsforurening på den enkelte virksomhed.

Hærdeplast fremstilles og formgives derimod i en og samme proces. Ved hærningen bliver materialet et usmeltelig og uopløseligt produkt, der aldrig kan formgives igen. Phenolplast, melaminplast, epoxyplast, (glasfiberforstærket) umættet polyester og polyurethan er eksempler på hærdeplast.

Produkter af hærdeplast fremstilles i tre, måske fire trin:

1. Fremstilling af monomere og pre-polymere
2. Fremstilling af plastråvare
3. Forarbejdning af plastråvare til produkt. Plastråvaren blandes og hærdes/støbes i form/facon evt. med tilsætning af fiber-armeringsmateriale eller med opskumning. Dette er en væsentlig del af den danske plastindustri.
4. Evt færdiggørelse, bl.a. tilskæring, polering, sammenføjning, dekorering.

For hærdeplastvirksomheder, der fremstiller pre-polymere, plastråvare og/eller forarbejder hærdeplast vil plasttypen, arten af additiver samt andre håndterede kemikalier såsom slipmidler, rensmidler og farvepigmenter være afgørende ved vurdering af en mulig jord- og grundvandsforurening på den enkelte virksomhed..

Man skal generelt være opmærksom på leverance, oplag og håndtering af additiver og andre kemikalier samt affaldsbortskaffelsen. Såfremt der opstår processpildevand, der kan være forurenede med additiver, skal man være opmærksom på, om spild eller afledning heraf kan være tilført jord gennem

utætte gulve samt være ført til gulvafløb og kloak/sivebrønd, eller om det er bortskaffet ved udhældning på jorden.

Der skal endvidere fokuseres på, om affald bortskaffes ved f.eks. deponering eller afbrænding på ejendommen.

Generelt skal man også være opmærksom på forhold som opvarmning (af f.eks. opholdsrum, produktionsmaskiner, kedler m.v.), såfremt dette sker med olie. Anvendes der køleanlæg (f.eks. ved sprøjtestøbning og ekstrudering), tages anvendte kølemidler i betragtning. Hydraulik- og smøreolie anvendes ofte i forbindelse med maskinerne, hvilket også skal med i en miljømæssig vurdering.

Kortlægningsstrategi

Forureningskortlægning frem til vidensniveau 2 skal ifølge Lov om forurennet jord kun udføres inden for de offentlige indsatsområder, som er nævnt i loven /20/.

Kortlægningsstrategien bør udvikles således, at arealer med plastvirksomheder beliggende i offentlige indsatsområder identificeres først.

Herefter iværksættes miljøhistoriske gennemgange, som er grundlaget for efterfølgende kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2. Disse vil typisk være tekniske undersøgelser.

Det anbefales at få klarlagt, hvilken type plastvirksomhed, der har eller har haft produktion på ejendommen, idet den efterfølgende prøvetagnings- og især analysestrategi er stærkt afhængig af typen af plastproduktion.

Strategi for kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2

Det anbefales, at følgende elementer indgår i strategien for en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Prøvetagning af jord, grundvand og poreluft
- Evt. feltmåling af jordprøver og poreluftprøver
- Laboratorieanalyse af jord-, vand- og poreluftprøver
- Vurdering af analyseresultater i relation til relevante kvalitetskriterier
- Orienterende risikovurdering.

Forureningskilder, som **altid medtages** i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Gulv ved råvare-, blande-, rense-, produktions- og kemikalierum
- Gulvafløb, kloakker samt udendørs samlebrønde, faskiner, evt. sivebrønde mv.
- Nedgravede tanke og udendørs tanke til opbevaring af råvarer, additiver, o.a. kemikalier.

Forureningskilder, som **anbefales medtaget** i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Udendørs råvare- og kemikalieaffaldsoplæg
- Deponerings- og afbrændingspladser.

Forureningskilder som **i specielle tilfælde kan medtages** i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Udendørs neutraliseringspladser for uhardede fejlproduktioner
- Afkast, skorstene mv. (kondenserede kemikaliedampe).

Prøvetagning

Som udgangspunkt placeres boringer ved de potentielle forureningskilder, der er lokaliseret i den miljøhistoriske kortlægning.

Med baggrund i resultaterne af den miljøhistoriske kortlægning, placeres poreluftsonder ved de punktkilder, der kan have givet anledning til forurening med flygtige komponenter. Poreluftprøver udtages fortrinsvis i det kapillarbrydende lag under gulv ved indendørs produktions-, blande-, rense- og kemikalieum samt gulv afløb fra disse, ved evt. udendørs kloakker eller evt. sivebrønde samt ved affalds- og kemikalieoplæg.

Lokaliseringsboringer placeres ved udvalgte udendørs forureningskilder, f.eks. fyringsolietanke, tromler/tanke med råstoffer og additiver mv., samt lokaliteter med meget høje poreluftindhold i jorden. Boringerne føres minimum til bund af fyldlag eller til bund af kloaker, nedgravede tanke mv. Der udtages jordprøver til felt- eller laboratorieanalyser.

I det omfang der træffes vandførende lag filtersættes én eller flere boringer i det terrænnære grundvandsmagasin med henblik på vandprøvetagning. Hvis det er muligt udføres tillige filtersatte boringer nedstrøms forureningskilderne.

På de fleste plastvirksomheder anbefales det at kombinere prøvetagningsmetoderne, således at der udtages både jordprøver, vandprøver og poreluftprøver.

Supplerende tekniske undersøgelser

Undersøgelserprogrammet kan suppleres med TV-inspektion og evt. trykprøvning af kloakker samt geofysisk kortlægning af nedgravede tanke og rørføringer.

Analysestrategi

På grund af de meget forskelligartede produktionsformer på plastvirksomheder, er det ikke muligt at opstille en fælles analysestrategi, der dækker alle typer af plastproduktion.

Der henvises derfor til branchebeskrivelsens kapitel 5, hvor der i tabel 5.1 er givet en oversigt over de stoffer, som vurderes at have det største potentiale for forurening af jord og grundvand på udvalgte plastvirksomheder.

Der skal dog i forslag til analysestrategi på plastvirksomheder tages følgende forbehold:

For visse af de anvendte kemiske tilsætningsstoffer (f.eks. bromerede flammehæmmere) foreligger der p.t. ikke tilstrækkelig viden om farlighed samt viden om i hvilken grad stofferne kan udvaskes fra plast. Såfremt nyere viden dokumenterer, at stofferne kan udgøre en risiko for jord og grundvand, anbefales det, at analysestrategien udvides til også at omfatte disse stoffer.

Der er ikke taget hensyn til effekter af, at flere kemiske stoffer kan optræde ved samme forureningskilde. F.eks. kan visse kemiske stoffer, der ikke er vandopløselige, alligevel udvaskes til jord og grundvand såfremt de er spildt sammen med et opløsningsmiddel, hvori stoffet er opløseligt. Såfremt der er mistanke om eller påvist større spild af opløsningsmidler på en plastvirksomhed, bør det overvejes at udvide analysestrategien til også at omfatte stoffer, som blev frasorteret i risikovurderingen af de kemiske stoffer som benyttes i dansk plastproduktion, jf. branchebeskrivelsens afsnit 4.

Endvidere er der ikke taget hensyn til, at visse kemiske stoffer (f.eks. chlorerede opløsningsmidler) kan nedbrydes mikrobielt, og derved kan omdannes til andre kemiske stoffer, som i særlige tilfælde er farligere end udgangsstoffet. Såfremt der er mistanke om eller påvist spild af chlorerede opløsningsmidler, bør det overvejes at udvide analysestrategien til også at omfatte nedbrydningsprodukter.

Ved undersøgelser frem til vidensniveau 2 anbefales generelt, at forureningsforhold i jord, grundvand og poreluft dokumenteres ved hjælp af laboratorieanalyser.

På større ejendomme med mange punktkilder eller på ejendomme, hvor den historiske viden om lokalisering af punktkilder er mangelfuld, kan det anbefales at supplere laboratorieanalyser med feltmetoder som PID/FID, farvetest eller mobilt laboratorium til organiske forureningskomponenter. Herudover kan det overvejes at supplere med feltanalyser for metaller i jord med røntgenfluorescenceteknik (EDXRF), feltanalyser af chlorerede opløsningsmidler

i jord ved Sudan IV-farvetest samt feltanalyser af vandblandbare kulbrinter i jord eller poreluft ved brug af testrør.

Risikovurdering

Et areal betegnes som kortlagt på vidensniveau 2, hvis der er tilvejebragt dokumentation for en forurening, der kan have skadelig virkning på mennesker og miljø.

Det anbefales, at de fundne forureningsniveauer i jord, grundvand og poreluft sammenlignes med relevante kvalitetskriterier, og at der på baggrund heraf foretages en vurdering af, hvorvidt forureningen kan have skadelig virkning på mennesker og miljø (orienterende risikovurdering).

3 GENEREL BESKRIVELSE AF BRANCHEN

3.1 Branchedefinition og afgrænsning

3.1.1 Materialedefinition

Plastmaterialerne kan overordnet inddeles og karakteriseres som følger /1,2/:

- Naturlige plastmaterialer
- Halvsyntetiske plastmaterialer er naturlige plastmaterialer, der har undergået en kemisk forandring, f.eks. en polymerisation
- Helsyntetiske plastmaterialer er materialer, hvor polymeren er fremstillet syntetisk, dvs. på basis af rene, lavmolekylære stoffer

Plastmaterialer består af en organisk polymer - f.eks. polyethylen eller polyurethan - blandet med tilsætningsstoffer - f.eks. pigmenter og stabilisatorer. Langt de fleste polymere er i dag helsyntetiske, men de tidligste plastmaterialer var fremstillet ud fra naturligt forekommende polymerer.

Denne branchebeskrivelse omfatter både ”termoplast” og ”hærdeplast”.

Termoplast

”Termoplast” er en samlet betegnelse for de plasttyper, der smelter - bliver plastiske - når de tilføres varme og ved afkøling igen bliver faste – ligesom stearin – en proces, der kan gentages mange gange. Polymerene er ikke-reaktive, faste stoffer med en meget høj molvægt /6/.

De termoplasttyper, der i dag forarbejdes i størst mængde på danske plastvirksomheder, er PE, PVC, PP, PS og PET. Blandt andre termoplaster, der i dag anvendes af en del danske virksomheder, er ABS, PA, PC, PMMA og PTFE /3/.

Hærdeplast

”Hærdeplast” er en samlet betegnelse for de plasttyper, der ikke kan plastificeres ved tilførsel af varme, efter de er polymeriseret, men kun kan tildannes ved mekanisk bearbejdning – ligesom et kogt æg. Polymerisationen skal derfor ske i en form med den ønskede facon /6/.

Ved fremstilling af hærdeplast skal der typisk blandes 2 forskellige monomere eller pre-polymere (d.v.s. ”små” polymere af nogle få sam-reagerede

monomere), som derefter reagerer med hinanden og danner polymeren. For nogle hærdeplaster er de færdige blandinger af monomere/pre-polymere stabile ved stuetemperatur, således at råvarerne kan leveres færdigblandede til plastfabrikken, der herefter opnår polymerisationen/hærdningen ved at påvirke plastråvaren med varme og evt. tryk. Andre hærdeplaster skal for at kunne hærde tilsættes en katalysator, der leveres særskilt. For atter andre vil to forskellige monomere umiddelbart reagere med hinanden, når de blandes, og monomerene leveres derfor særskilt og blandes umiddelbart før brug /3/.

De hærdeplasttyper, der i dag forarbejdes i størst mængde i danske plastvirksomheder, er UP og PUR. Andre typer hærdeplaster, der anvendes i Danmark på nogle få virksomheder, er PF (phenolplast), UF (carbamidplast) og EP (epoxyplast) /3/.

Som det fremgår, findes der i dag mange forskellige polymere indenfor hver af de to hovedgrupper, og der er endnu flere forskellige plastmaterialer, idet polymererne dels fremstilles i forskellige opbygninger, dels tilsættes forskellige hjælpestoffer, der modificerer egenskaberne.

Der fremstilles en stor mængde og stadigt flere forskellige færdigvarer indenfor en lang række varegrupper ud fra plasttyperne i begge hovedgrupper.

Produkter med kort levetid er oftest af termoplast, mens hærdeplast især bruges til langtidsholdbare produkter. Termoplast har dog også meget vigtige anvendelser til produkter med lang holdbarhed, bl.a. byggeprodukter.

I bilag 1 er givet en oversigt over nogle hærde- og termoplasttypers mangeartede anvendelsesområder.

3.1.2 Procesdefinition

Termoplast

Produkter af termoplast fremstilles i tre, måske fire trin:

1. Fremstilling af polymer.
2. Fremstilling af plastråvare ved blanding af polymer med hjælpestoffer – ofte betegnet ”compounding”.
3. Forarbejdning af plastråvare til produkt. Dette er en væsentlig del af den danske plastindustri /3/.
4. Evt. færdiggørelse, bl.a. opskæring, udstansning, spåntagende bearbejdning, sammenføjning, laminering, dekorerung.

Det er primært ved forarbejdningen af termoplastråvare til produkter, at der i begrænset omfang er muligheder for emission eller spild af kemiske stoffer.

Hærdeplast

Produkter af hærdeplast fremstilles i tre, måske fire trin:

1. Fremstilling af monomere og pre-polymere
2. Fremstilling af plastråvare
3. Forarbejdning af plastråvare til produkt. Plastråvaren blandes og hærdes/støbes i form/facon evt. med tilsætning af fiber-armeringsmateriale eller med opskumning. Dette er en væsentlig del af den danske plast-industri /3/.
4. Evt. færdiggørelse, bl.a. tilskæring, polering, sammenføjning, dekore-ring.

Ved fremstilling af såvel pre-polymer, plastråvarer samt forarbejdning af plastråvarer til produkter af hærdeplast er der mulighed for emission eller spild af kemiske stoffer.

3.1.3 Branchedefinition

Plastindustrien er vanskelig at definere, idet plast optræder som dele af eller hele produkter i mange forskellige brancher. I denne branchebeskrivelse omfatter ”plastindustri” de virksomheder eller virksomhedsafdelinger,

- der fremstiller termoplast-råvarer til plastproduktion (”compounds”) ud fra polymere.
- der fremstiller råvarer til hærdeplast ud fra monomere og pre-polymere.
- der regenererer termoplastaffald til plastråvarer.
- der forarbejder plastråvarer til produkter af plast.

samt nogle af de virksomheder,

- der forarbejder folier, plader, stænger, profiler m.v. af plast til produkter af plast.

Kun ganske få danske virksomheder har fremstillet polymerer til salg som råvarer og ingen gør det i dag, mens ”plastindustrien” som ovenfor beskrevet i dag omfatter omkring 600-700 virksomheder /3/.

3.1.4 Afgrænsning

Der er i praksis ikke nogen skarp afgrænsning imellem virksomheder, der hovedsageligt forarbejder produkter af plast, og virksomheder, der anvender plast som et af flere materialer i produktionen.

Danmarks Statistiks "Dansk Branchekode 1993" betegner gruppe 24.16: "Fremstilling af basisplast" og gruppe 25.2: "Fremstilling af plastprodukter". Statistikken er dog opbygget således, at kun en del af de virksomheder, hvis hovedproduktion er fremstilling af produkter af plast, skal placeres i sidstnævnte statistikgruppe.

Denne branchebeskrivelse omfatter derfor flere virksomheder end de, der indgår i gruppe 25.2, men langt fra alle virksomheder, der anvender færdige plastmaterialer som folier, stænger, profiler m.v. i produktionen. F.eks. er producenter, der syr eller svejser regntøj af plastfolie, fremstiller møbler med plastoverflader eller fremstiller vinduer af plastprofiler ikke medtaget, idet disse virksomheder opfattes som hhv. tekstil-, møbel- og vinduesproducenter. Nogle store fødevarerproducenter termoformer deres egen emballage, idet anlæggene både fremstiller emballagebakker ud fra ruller af stiv plastfolie, fylder bakkerne med fødevarer og forsejler dem med et plastlåg i én ubrudt proces, men disse virksomheder opfatter heller ikke sig selv som "plast-virksomheder" og er heller ikke medtaget.

Branchebeskrivelsen behandler ikke gummiindustri, dvs. produktion med "elastomerer", der til forskel fra plast defineres som materialer, der deformeres meget ved svag belastning, men hurtigt genvinder deres omtrentlige størrelse og form efter belastningens ophør. Teoretisk er der ikke nogen skarp afgrænsning mellem plast og elastomere. Men de danske plastforarbejdende virksomheder anvender kun undtagelsesvist elastomerer, og disse materialer er derfor heller ikke medtaget i denne branchebeskrivelse.

Branchebeskrivelsen behandler heller ikke tekstilindustri, selv om nogle af de polymere, der anvendes til syntetiske tekstiler, er opbygget meget lig termoplaste.

Det skal bemærkes, at næsten alle plastvirksomheder benytter hjælpekemikalier såsom hydraulikolie til maskiner, kølekemikalier til køleanlæg, fyringsolie til kedel- og dampanlæg, vandbehandlingskemikalier til dampanlæg, rengøringsmidler, evt. motorbrændstoffer mv. Der er som i alle andre virksomheder en potentiel risiko for jord- og grundvandsforurening fra disse forhold, som dog ikke behandles særskilt i denne branchebeskrivelse.

3.1.5 Miljølovgivning

Plastvirksomheder har siden Miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden i 1974 været omfattet af denne /28/.

Frem til 1991 var plastvirksomheder optaget på listen over godkendelsespligtige virksomheder i henhold til lovens kapitel 5. De godkendelsespligtige virksomheder var anført i bilaget til loven under hovedgruppe D: ”Kemisk fabrikation m.v.” /29/.

Undergruppe 1: ”Anlæg for fremstilling af organiske eller uorganiske produkter eller kemikalier samt oplag af organiske eller uorganiske grundkemikalier”. (a).

Undergruppe 12: ”Virksomheder for trykstøbning, presning, ekstrudering og fiberarmring af plastvarer”.

Frem til 1999 var følgende plastvirksomheder optaget på listen over godkendelsespligtige virksomheder i henhold til lovens kapitel 5 /30/:

D9: ”Virksomhed for presning, ekstrudering eller fiberarmring af plastvarer med kapacitet til et forbrug af færdigreageret plast på 100 kg/dag eller derover”.

D10: ”Fremstilling af skumplast og andre polymere materialer, når produktionskapaciteten er 100 kg/dag eller derover”. (a).

Fra og med 1999 er følgende plastvirksomheder optaget på listen over godkendelsespligtige virksomheder i henhold til lovens kapitel 5 /31/:

D9: ”Virksomheder, der fremstiller produkter ved sintring af fluorplast, pressestøbning eller fiberarmring af hærdeplast med et forbrug af plastmateriale på mere end 100 kg pr. dag”.

D10: ”Virksomheder, der fremstiller plastprodukter ved sprøjtøbning, ekstrudering, herunder kalandring, eller ved termoformning med et forbrug af plastmaterialer på mere end 5 tons pr. dag. Virksomheder, der fremstiller produkter i ekspanderet polystyren med et forbrug af polystyren på mere end 5 tons pr. dag”.

D11: ”Virksomheder, der fremstiller skumplast eller andre polymere materialer”. (i) (a).

D12: ”Virksomheder, der foretager overfladebehandling af plast, når kapaciteten til forbrug af organiske opløsningsmidler overstiger 6 kg pr. time, bortset fra virksomheder, der er omfattet af J7”.

Plastvirksomheder, der fremstiller produkter af PUR, med større oplag af toluendiisocyanat, er tillige omfattet af Risikobekendtgørelsen /32/.

Plastvirksomheder er tillige omfattet af regler i Arbejds miljølovgivningen mv. /33, 34, 35/.

3.1.6 Brancheorganisation

Plastbranchen er organiseret i:

Plastindustrien i Danmark, Nørre Voldgade 48, 1358 København K,
Tlf.: 33 30 86 30, Fax.:33 30 86 31, E-mail: pd@plastindustrien.dk.

3.2 Branchens struktur og strukturelle udvikling

3.2.1 Generel materialeudvikling

Frem til slutningen af det 19. århundrede har der i plastbranchen været anvendt og forarbejdet naturmaterialer. I starten af det 20. århundrede begyndte fremstilling og forarbejdning af halv- og helsyntetiske plastmaterialer.

Hovedtræk i den internationale materialeudvikling siden det 19. århundrede er som følger /4/:

Periode	Plastmaterialer
1800-1900	Frem til midten af 1800-tallet anvendtes naturmaterialer som naturgummi, gutta percha, voks, rav, horn og ebonit. Herefter udvikledes nogle af de halvsyntetiske plastmaterialer som vulkaniseret gummi, nitrocellulose, cellulosenitrat (Parkesine, Celluloid) og shellak.
1900-1930	Nye halvsyntetiske materialer, som f.eks. celluloseacetat, regenereret cellulose (Cellophan) og kasein bliver udviklet. Den første helsyntetiske plast er phenolplast (PF) eller Bakelit.

Periode	Plastmaterialer
1920erne	Nye helsyntetiske plastmaterialer polyvinylchlorid (PVC) og polystyren (PS) bliver udviklet.
1930erne	Det nye helsyntetiske plastmateriale polyethylen (PE) bliver udviklet.
1940erne	Polyethylen udvikles som film med lav densitet (PE-LD). Silikone, polyester, polytetrafluorethylen (Teflon) og polymethylmethacrylat (PMMA) udvikles.
1950erne	De tre mest anvendte plastmaterialer er PVC, PS og PE. Nye helsyntetiske plasttyper som høj densitet-polyethylen (PE-HD), polypropylen (PP) og melaminplast (MP) udvikles.
1960/1970	Nye plasttyper som polyurethan (PUR) og acrylnitril-butadien-styren (ABS) udvikles.
1980/1990	Nye plasttyper som epoxyplast (EP), polyamid (PA) og polycarbonat (PC) udvikles.
1990erne – i dag	I dag er de mest anvendte plastmaterialer i Danmark PE, PP, PVC, PS, ABS, PUR, UP, PA, PET og PC.

3.2.2 Produktion af plastprodukter i Danmark

I Danmark opdeles plastindustriens historiske udvikling i perioden før og efter 1950. Periodiseringen er foretaget på basis af forandringer dels i materialeanvendelse og dels i produktionsteknologi. Før 1950 er hærdeplast omtrent enerådende, men fra ca. 1950 vandt termoplast frem, og er i dag den mængdemæssigt dominerende plasttype i Danmark. Samtidig udvikledes en række nye forarbejdningsprocesser, som bevirkede, at antallet af plastforarbejdende virksomheder blev kraftigt forøget efter 1950 /2/.

Før 1950:

Celluloid var det første plastmateriale, der forarbejdedes i Danmark. Produktionen foregik ved en forarbejdning af importeret celluloid i plader og stænger. Der var ingen virksomheder i Danmark, der fremstillede celluloid. I de første år (omkring 1900) var det produkter som skilte, dørskånere og etuier. Senere kom produkter som cykelhåndtag, kasketskygger, skafter til børster og briller /2/. Antallet af celluloidvarefabrikker var i 1940 på sit højeste med ca. 11 stk. /2/. Den dominerende virksomhed i branchen var firmaet Celludan /5/.

Kaseinplast produktionen påbegyndtes omkring 1920. Materialet fremstilledes på basis af proteiner i mælk. Handelsnavnet på kaseinplast var Galalit, men materialet blev efterhånden mere udbredt under betegnelsen kunsthorn. Der har tidligere i Danmark været en fremstilling af kasein, men fra 1930'erne startede en større import af kasein. Produkterne var først og fremmest knapper og kamme /2/. Antallet af kaseinplastfabrikker har været ca. 10, hvoraf Dansk Kunsthorn Industri i Nakskov var den dominerende virksomhed på området /2/.

Phenolplast eller bakelitproduktionen startede omkring 1917-1919. Der var tale om en ny produktionsteknik, hvor udgangspunktet for bakelitproduktion var pulver, der skulle presses (modsat Celluloid i plader og stænger) /2/. Antallet af virksomheder var i 1950 på sit højeste med ca. 60 stk. En af de første virksomheder var Nordisk Kabel & Tråd (NKT i 1929), der producerede elektriske artikler /2/. Lige fra bakelitindustriens start blev der både importeret bakelitpulver men også fremstillet bakelitpulver i Danmark. NKT påbegyndte allerede i 1919 fremstilling af bakelitpulver til eget brug. I 1937 og 1946 startede virksomhederne Arbolit og A/S Syntesia fremstilling af bakelitråvarer til det danske marked. Fremstilling af bakelitpulver ophørte i 1985 /2/.

Cellophan blev indført i Danmark omkring 1927. Cellophan er en gennemsigtig folie. Råfolien blev i starten fremstillet i udlandet på basis af celluloseacetat, men senere (fra 1937) blev råfolien også fremstillet i Danmark bl.a. af firmaerne Datra og Hania. I 1950 var antallet af virksomheder på sit højeste med ca. 20 stk., hvoraf Dansk Emballage Industri (fra ca. 1934) og Otto Nielsen (ca. 1936) kan nævnes /2/.

Øvrige produkter.

Celluloseacetat var et af de første termoplastprodukter, der blev forarbejdet (fra ca.1934).

UF (Lys Bakelit eller Urea) fremkom sandsynligvis omkring 1936.

MF markedsførtes i Danmark i 1942.

Om *PVC* vides ikke, om det har været i produktion før anden verdenskrig.

PS var kendt i Danmark inden anden verdenskrig.

PMMA (Acrylplast eller Plexiglas) var fremme inden anden verdenskrig.

PA (Nylon) anvendtes i 1946 i Danmark /5/.

Efter 1950:

En dansk virksomhed indkøbte den første sprøjtestøbemaskine til landet i 1937, men det var først i begyndelsen af 1950'erne, at sprøjtestøbeteknikken og hermed termoplastråvarerne blev taget i brug af et større antal virksomheder. I 1945 var der 3 virksomheder, der sprøjtestøbte, i 1948 12, i 1949 32

og i 1953 156 virksomheder. Råvarerne var i begyndelsen især PS, celluloseacetat og PVC og fra midten af 50'erne PE /5/.

Produktion med UP begyndte i Danmark i 1950'erne, og materialet blev i løbet af få år taget i brug af en del virksomheder, i de fleste tilfælde i begyndelsen dog i små virksomheder med en primitiv håndværksmæssig produktionsform, og i en del tilfælde indrettet i tilfældige lokaler.

Produktionen med PUR begyndte i Danmark i 1960'erne.

3.2.3 Generel procesbeskrivelse for produkter af termoplast

Produkter af termoplast (dvs. de plasttyper, der bliver bløde ved opvarmning og igen faste ved afkøling) fremstilles som nævnt i tre, måske fire trin:

1. Fremstilling af polymer.
2. Fremstilling af plastråvare ved blanding af polymer med hjælpestoffer – ofte betegnet ”compounding”.
3. Forarbejdning af plastråvare til produkt. Dette er en væsentlig del af den danske plastindustri /3/.
4. Evt. færdiggørelse, bl.a. opskæring, udstansning, spåntagende bearbejdning, sammenføjning, laminering, dekorering.

Fremstilling af polymer

Termoplastiske polymere – f.eks. polyethylen - fremstilles ud fra monomere – f.eks. ethylen – der er små, reaktive molekyler. Produktionen sker i kemiske proces-anlæg, ofte i direkte tilknytning til fremstilling af monomeren. Der er i dag ikke nogen fremstilling af termoplast-polymerer i Danmark, men der har tidligere været 1 virksomhed, der fremstillede PS, og 1, der fremstillede PE, begge beliggende i København /3/.

En særlig produktion af termoplast-polymer, nemlig støbning af acrylplast i forme, sker på nogle få danske virksomheder. Her svarer produktionsforhold og potentiale for forurening til forholdene ved fremstilling af hærdeplast, og de virksomheder, der støber acrylplast, beskrives særskilt i afsnit 4.9.

Fremstilling af plastråvare

Polymerens compounding til plastråvare sker dels i direkte forbindelse med polymerproduktionen, og dels på særlige anlæg, hvor polymeren smeltes og blandes med tilsætningsstoffer, køles, skæres til granulat og afkøles. Tilsætningsstofferne kan være organiske eller uorganiske og både reaktive og inerte stoffer. De fleste danske plastvirksomheder køber færdig-compounded plastråvare fra udlandet, men der er også nogle få danske PVC-

forarbejdende virksomheder, der har egen compounding. På disse virksomheder håndteres kemiske stoffer, og der er således et potentiale for forurening /3/.

Et lille antal danske specialvirksomheder fremstiller såkaldt ”masterbatch”, der anvendes af andre plastvirksomheder til fremstilling af specialnuancer af diverse termoplaster. Masterbatch er et granulat af polymer med en høj koncentration af pigment. Det fremstilles ved ekstrudering, mens indfarvning af plastråvare sker ved simpel blanding af lidt masterbatch-granulat i polymergranulatet inden forarbejdningen af plastråvarerne til produkter /3/.

Affald af termoplast kan regenereres til ny råvare ved at skæres eller kværnes til små stykker, der evt. vaskes og tørres, evt. justeres i sammensætning, smeltes i ekstruder og presses gennem dyser til tynde stænger, køles, skæres til granulat og afkøles. Mange danske plastvirksomheder regenererer eget produktionsaffald til eget brug, idet der ikke er brug for vask, hvis affaldet holdes rent. Herved forenkles processen væsentligt, og der er ikke noget specielt potentiale for forurening. Et dusin danske virksomheder har specialiseret sig i at regenerere plastaffald til salg som plastråvarer. 2 af disse virksomheder har vaskeanlæg og kan altså behandle plastaffald forurenet med jord eller andet /3/. Regenerering af plastaffald og potentialet for forurening beskrives i afsnit 4.4.

Forarbejdning af termoplast-råvare til produkter

Den egentlige danske plastindustri forarbejder termoplast-råvarer til produkter ved at opvarme plastråvaren, forme den og køle den. Der anvendes en række forskellige processer, hvor de vigtigste er:

- Sprøjtstøbning, der bruges til små og store emner, oftest i stort antal.
- Ekstrudering, der bruges til stive og bløde folier, rør, slanger, stænger, profiler, kabler - alle i endeløs længde.
- Folieblæsning, der bruges til tynde folier, ofte lamineret af flere forskellige plastråvarer i endeløs længde.
- Blæsestøbning, flasker, dunke og andre hule emner med lille godstykkelse i stort antal.
- Rotationsstøbning, små og store hule emner i lille antal, også med stor godstykkelse.

Alle processerne gennemføres ved så lave temperaturer som muligt for at bevare plastråvarernes kvalitet, dvs. sikre, at polymeren og tilsætningsstof-

ferne ikke påvirkes af varmen. Der vil dog altid ske en lille afdampning af blødgørere ved ekstrudering af plastråvarer bestående af blød PVC.

Disse forarbejdningsprocesser er og har fra plastindustriens begyndelse været kernen i produktionen i de danske plastvirksomheder, der fremstiller produkter af termoplast /3/.

Herudover er der en særlig produktion, der gennemføres på nogle få virksomheder i Danmark:

- Opskumning af polystyren, der er støbning i form af specielle polystyren-råvarer indeholdende et stof, der fordamper og ekspanderer polystyren til luftfyldt celleplast (EPS).

Disse forarbejdningsprocesser er nærmere beskrevet i bilag 2.

Evt. færdiggørelse til produkter

I mange tilfælde skal der en videreforarbejdning til, før der foreligger færdige produkter af termoplast.

En del virksomheder forarbejder plastfolier ved:

- Udstansning eller udskæring og termoformning
- Udstansning eller udskæring og samling ved svejsning.

Der forarbejdes folier og plader i alle tykkelser, hårde eller bløde, som forinden er fremstillet ved ekstrudering eller blæsning enten i endeløse baner, der er oprullet, eller i afskårne plader.

En anden almindelig færdiggørelsesproces er:

- Dekorering ved trykning.

Nogle virksomheder forarbejder desuden termoplast ved:

- Spåntagning
- Limning
- Laminering.

3.2.4 Generel procesbeskrivelse for produkter af hærdeplast

Produkter af hærdeplast (dvs. de plasttyper, der ikke kan plastificeres med varme efter polymerisationen) fremstilles også i tre, måske fire trin:

1. Fremstilling af monomere og pre-polymere.
2. Fremstilling af plastråvarer.
3. Forarbejdning af plastråvare til produkt. Plastråvaren blandes og hærdes/støbes i form/facon evt. med tilsætning af fiber-armeringsmateriale eller med opskumning. Dette er en væsentlig del af den danske plast-industri /3/.
4. Evt. færdiggørelse, bl.a. tilskæring, polering, sammenføjning, dekore-ring.

Fremstilling af monomere og pre-polymere

Monomere og pre-polymere til hærdeplast – f.eks. UP og PF - er i nogle tilfælde flydende stoffer, i andre tilfælde pulvere, der bliver reaktive ved opvarmning. Monomere og pre-polymere fremstilles i kemiske procesanlæg. Der er i dag ikke nogen fremstilling af monomere i Danmark, og langt de største kvanta af pre-polymerer importeres færdige. Der er dog enkelte virksomheder, der fremstiller specielle pre-polymere til produktion af PUR /3/.

Tidligere blev UP fremstillet i Danmark af en specialvirksomhed beliggende i København, og PF (bakelit) blev i 1950'erne fremstillet af en del af de ca. 60 plastvirksomheder, der pressestøbte færdigprodukter af bakelit /3/.

Fremstilling af hærdeplast-råvarer

Hærdeplast-råvarer fremstilles dels i direkte tilknytning til produktionen af monomere og pre-polymere, dels på specialvirksomheder. Produktionen består i at blande monomere eller pre-polymere med tilsætningsstoffer, f.eks. opløsningsmidler eller pigmenter. Denne del af plastproduktionen minder om produktion af malevarer eller lime. Nogle få danske specialvirksomheder fremstiller hærdeplast-råvarer /3/.

Forarbejdning af hærdeplast-råvarer til produkter

Flydende hærdeplast-råvarer forarbejdes til produkter ved, at der tilsættes få procent hærder/katalysator (f.eks. ved UP), eller ved at komponenterne blandes indbyrdes (f.eks. en isocyanat og en polyol, der bliver til PUR), hvorefter blandingen fyldes i form og evt. opvarmes for at accelerere hærdningen, der typisk varer fra minutter til døgn afhængigt af råvarer og temperatur.

Nogle hærdeplast-typer (især UP) bliver i produkter forstærket med glasfibre eller andre fibre til komposit-produkter. I andre tilfælde opskummes materialet (typisk PUR) til celleplast.

På mange virksomheder sker blanding og fyldning i form maskinelt i lukkede systemer, på andre udføres arbejdet, inklusive ilægning af glasfibermåtter, manuelt.

Pulverformet hærdeplast – f.eks. bakelit og ureaplast – hærdes i form under påvirkning af varme og tryk i nogle minutter ved en proces, der betegnes pressestøbning.

Evt. færdiggørelse til produkter

I mange tilfælde skal der en videre-forarbejdning til, før der foreligger færdige hærdeplastprodukter. Som nogle væsentlige eksempler kan nævnes /3,5/:

- Der fremstilles sandwichkonstruktioner af hærdeplast, kompositmaterialer, celleplast, metaller og evt. andre materialer ved sammenlimning. Sandwich-materialerne bruges til fremstilling af komponenter til f.eks. tog, skibe, kølebiler og bygningsselementer.
- Møllevinger fremstilles af glasfiberarmeret umættet polyester (GUP), der hærdes i form i to halvdele og limes sammen om en kerne, hvortil der bruges 2-komponent hærdende lim. Derefter plet-males vingerne med UP og poleres igen indtil sammenføjningen og overfladen er fuldstændig glat.
- Toiletsæder af ureaplast får fjernet grater efter støbningen, poleres, samles og monteres med beslag.
- Fleksibelt polyurethanskum skal opskæres til madrasser, puder m.m., og måske betrækkes med tekstil.
- Mange emner skal males eller dekoreres ved trykning.

Som for de termoplast-forarbejdende virksomheder er der ingen skarp afgrænsning mellem ”plastvirksomheder” og ”ikke-plastvirksomheder”. Virksomheder med ovennævnte processer betegner normalt sig selv som ”plastvirksomheder”, men komponenter af hærdeplast fremstilles også af andre virksomheder.

Således fremstiller producenter af fjernvarmerør og af køleskabe isolerende polyurethan-skum inde i de hulrum, hvor isoleringen skal placeres ud fra råvarer, der polymeriserer, opskummer og udfylder hulrummet. Disse virksomheder betegnes normalt ikke som ”plastvirksomheder”.

3.2.5 Forbrugsmængde af plast-råvarer i 1999 og tidligere

Termoplast

Nedenstående tabel viser udviklingen i det årlige forbrug af termoplast /3,5/:

1974	1985	Slutning af 1990erne
Ca. 0,3 mio. tons	Ca. 0,6 mio. tons	Ca. 0,4 mio. tons

Fordelingen mellem termoplast-råvaretyperne er omtrent følgende /3/:

PE (HDPE, LDPE og LLDPE)	40-45 %
PP	25-30 %
PVC	10-15 %
PS	4- 5 %
ABS/SAN	4- 5 %
PA	2- 3 %
PET	1- 2 %
PC	1- 2 %
Andre	1- 2 %

Termoplast er fordelt på produktionsprocesserne på følgende måde /3/:

Til sprøjtstøbning	ca. 0,1 mio ton/år
Til ekstrudering	ca. 0,2 mio ton/år
Til folieblæsning	ca. 0,075 mio ton/år
Til blæsestøbning	ca. 0,025 mio ton/år
Til termoformning	ca. 0,004 mio ton/år
Til rotationsstøbning	ca. 0,001 mio ton/år

Alle råvaretyperne anvendes eller kan anvendes til alle processerne, dog bruger man ikke PS og ABS/SAN til folieblæsning og blæsestøbning /3/.

Hærdeplast

Nedenstående tabel viser udviklingen i det årlige forbrug af hærdeplast /3,5/:

1974	1985	Slutning af 1990erne
Ca. 0,04 mio. tons	Ca. 0,01 mio. tons	Ca. 0,07 mio. tons

Fordelingen mellem hærdeplast-råvaretyperne er omtrent følgende /3/:

PUR	60 %
UP	20 %
Andre	20 %

Der forarbejdes i dag 12-15.000 tons UP om året. I begyndelsen af 1990erne var forbrugt af UP ca 10.000 tons, og i 1960erne forbrugte ca. 250 virksomheder 7 –10.000 tons /3/.

3.2.6 Antal plastvirksomheder i 1999 og tidligere

Termoplast

I 1999 anslås der at være følgende antal virksomheder, der anvender de forskellige termoplast-produktionsprocesser /3/:

Sprøjtstøbning	ca. 400 virksomheder
Ekstrudering	ca. 50 virksomheder
Folieblæsning	ca. 20 virksomheder
Blæsestøbning	ca. 15 virksomheder
Termoformning	ca. 50 virksomheder
Rotationsstøbning	ca. 5 virksomheder

Mange af virksomhederne omfatter mere end én af processerne. En del har også trykning og limning og nogle få har også compounding.

Antallet af virksomheder, der fremstiller ekspanderet PS (EPS) eller forarbejder termoplast på anden måde anslås at være af størrelsesordenen 50 /3/.

Mange plastvirksomheder arbejder som underleverandører til andre industrivirksomheder og forarbejder udelukkende plast, medens andre virksomheder har ”plastafdelinger”, men i øvrigt forarbejder metal eller andre materialer.

Hærdeplast

Der anslås at være følgende antal virksomheder, der forarbejder hærdeplast /3/:

UP	150-200 virksomheder
PUR	25 - 50 virksomheder
Andet	20 - 50 virksomheder

De 20 - 30 største polyester-virksomheder forarbejder i dag ca. 80 % af råvaremængderne. De fremstiller alle glasfiber-forstærkede produkter. Tidligere var der mange danske virksomheder, der fremstillede lystbåde og joller af polyester ("glasfiber-både") /3/.

De 10 største PUR-virksomheder forarbejder i dag 75% af råvaremængderne. De fremstiller alle opskummet plast /3/.

I dag er der kun få virksomheder, der producerer hærdeplastprodukter ved pressestøbning, men op til 1960 var der ca. 60 virksomheder, der pressestøbte phenolplast, "Bakelit", som var én af de tidligst udviklede holdbare plasttyper. Dette var endnu i 1950'erne den dominerende del af den danske plastindustri /3/.

3.2.7 Overblik over typiske plast-færdigvarer i 1999 og tidligere

Termoplast

I dag fremstilles produkter af termoplast indenfor stort set alle produktkategorier. Alle termoplasterne kan principielt bearbejdes ved de samme produktionsmetoder, men der er store forskelle på materialernes egenskaber og dermed på, hvilke processer og produkter hver enkelt handelsvare særligt egner sig til og i mange tilfælde er optimeret til.

Den danske plastindustri fremstiller mangfoldige produkter af termoplast indenfor bl.a. følgende områder:

- Auto-komponenter og artikler til auto
- Produkter til byggeri og anlæg
- El-artikler
- Elektronik-komponenter og -kabinetter
- Emballager
- Engangsservice
- Fiskeriartikler
- Gartneriartikler
- Husholdningsartikler
- Husholdningsmaskiner
- Kontorartikler
- Landbrugsartikler
- Legetøj
- Medicinske artikler
- Møbler og møbeldele
- Reklameartikler
- Sports- og fritidsartikler
- Tekniske artikler

I 1950'erne, hvor råvarernes egenskaber endnu ikke var så højt udviklet, var de produkter, der blev fremstillet af termoplast, typisk folier, emballager, husholdningsartikler, legetøj, kamme, børster og knapper.

Der henvises i øvrigt til anvendelsesoversigten i bilag 1.

Hærdeplast

UP med glasfiberarmering (GUP) bruges typisk til produkter med krav om stor styrke ved lav egenvægt og sikkerhed for lang holdbarhed uden vedligeholdelse under store påvirkninger. Vigtige eksempler er:

- Vindmøllevinger og andre komponenter til vindmøller
- Togkonstruktioner
- Transport- og lagertanke
- Kølecontainere
- Badeværelses-kabiner
- Overdækning til renseanlægs-bassiner
- Profiler til gitterkonstruktioner, f.eks. trapper og gangbroer
- Sandwichkonstruktioner med celleplast, andre polymerer og/eller metaller til bygningselementer og tekniske komponenter.

Tidligere fremstillede en snes danske virksomheder både af glasfiber-polyester, og Danyard fremstillede store skibe til søværnet af materialet ("Standardflex-klassen"), men alle disse virksomheder er i løbet af 90'erne omlagt til fremstilling af andre produkter eller er lukket. Der blev også tidligere fremstillet komponenter til biler af glasfiber-polyester i Danmark.

Et par virksomheder blander polyester med grus eller mineralsk fyldstof, "polyesterbeton" og "kunstmarmor" og fremstiller bl.a.:

- Badeværelsesudstyr
- Afvandingsrender til f.eks. parkeringspladser
- Komponenter til bygningsrenovering.

Størstedelen af de PUR-produkter, der fremstilles i Danmark, er af opskummet PUR, altså celleplast. Hårdt PUR-skum bruges bl.a. til:

- Isolering i køle- og fryseskabe
- Isolering af fjernvarmerør
- Isolering af varmtvandsbeholdere m.v.

Fleksibelt PUR-skum anvendes bl.a. til:

- Madrasser
- Møbepolstring
- Vaskeklude m.v.

Der fremstilles også produkter i hårdt og i fleksibelt ”integralskum” - dvs. materiale, hvor overfladen er massiv og porefri, medens det indre er opskummet, hvorved det samlede emne bliver både let og stærkt. Hårdt PUR-integralskum anvendes bl.a. til:

- Kabinetter
- Valser til fremkaldermaskiner
- Vinduesprofiler
- Tekniske artikler.

Fleksibelt integralskum bruges bl.a. til:

- Skosåler
- Polstring til kontormøbler.

Massiv PUR anvendes til tekniske artikler, hvor der stilles store krav til det færdige emnes fysiske og kemiske robusthed som f.eks.:

- Kemikaliekar
- Pumpehjul
- Kabinetter.

Ureaplast og phenolplast (”bakelit”) forarbejdes ved pressestøbning og bruges i dag især til:

- Toiletsæder og badeværelsesudstyr
- Elektriske artikler.

Bakelit blev tidligere - da der endnu ikke var udviklet særligt holdbare termoplaste - anvendt til mange forskellige produkter, alle i karakteristiske mørkebrune eller sorte farver.

Melaminplast pressestøbes ikke længere i Danmark, men tidligere blev der bl.a. fremstillet:

- Køkkenudstyr (”Margrethe-skålen”).

Der henvises i øvrigt til anvendelsesoversigten i bilag 1.

4 PROCESSER, TEKNOLOGI OG MILJØBELASTNING

Den overordnede procesbeskrivelse for termoplast og hærdeplast, som den fremgår af afsnit 3.2.3 og 3.2.4 er i det følgende benyttet som udgangspunkt for en nærmere beskrivelse af forskellige typer danske plastvirksomheders produktion.

Formålet med beskrivelse af processer og teknologi i produktionen på de forskellige typer danske plastvirksomheder er at opstille et grundlag for, at den potentielle risiko for miljøbelastning i form af forurening af jord og grundvand kan identificeres.

Produktionen på de enkelte danske plastvirksomheder er og har typisk været stofspecifik. Det vil dog i denne sammenhæng føre for vidt, at gennemgå hver enkelt plasttype for sig, idet miljøbelastningen for jord og grundvand er sammenlignelig for størstedelen af termoplasternes vedkommende.

I de første 4 underafsnit (4.1 til 4.4) beskrives således forholdene i den store gruppe af danske plastvirksomheder, der forarbejder forskellige slags termoplastråvarer.

Herefter beskrives forholdene for plastvirksomheder med produktion af to specifikke typer af termoplast (PVC i afsnit 4.5 og EPS i afsnit 4.6) samt for de specifikke typer af hærdeplast (UP/GUP i afsnit 4.7; PUR i afsnit 4.8; PMMA i afsnit 4.9 samt PF og UF i afsnit 4.10).

De sidste to underafsnit (4.11 og 4.12) beskriver typer af danske plastvirksomheder, der uafhængigt af den specifikke plasttype, enten trykker eller maler på plast (afsnit 4.11) eller limer på plast (afsnit 4.12).

De forskellige typer af danske plastvirksomheder, som beskrives i dette kapitel fremgår af tabel 4.1.

Hvert underafsnit indeholder en beskrivelse af:

- Råvarer og hjælpestoffer, der blev anvendt i Danmark i 1999 og tidligere.
- Procesbeskrivelse med skitse af produktionsforløb og virksomhedsindretning.
- Potentiel miljøbelastning fra plastproduktionen i 1999 og tidligere.

Udover forholdene i 1999 er det tilstræbt også at give oplysninger om de tidligere forhold, både vedrørende de seneste 10-år og vedrørende 1960'erne.

Under-afsnit	Type virksomhed	Antal virksomheder i Danmark 1999 /3/.
4.1	Plastvirksomheder, der forarbejder termoplast-råvarer, (dog ikke blød PVC), ikke compounderer plastråvarer, ikke har trykning eller limning.	Ca. 300
4.2	Plastvirksomheder, der compounderer termoplast-råvarer (dog ikke blød PVC).	Ca. 10
4.3	Plastvirksomheder, der fremstiller masterbatch	Under 5
4.4	Plastvirksomheder, der regenererer termoplast-produktionsaffald.	Ca. 10
4.5	Plastvirksomheder, der compounderer og forarbejder blød PVC.	Ca. 20
4.6	Plastvirksomheder, der fremstiller EPS-produkter	Ca. 10
4.7	Plastvirksomheder, der forarbejder umættet polyester-råvarer uden eller med glasfiberarmering.	Ca. 160
4.8	Plastvirksomheder, der forarbejder polyurethan-råvarer.	25-50
4.9	Plastvirksomheder, der støber acrylplast.	Under 5
4.10	Plastvirksomheder, der pressestøber phenolplast- og ureaplast-råvarer.	5-10
4.11	Plastvirksomheder, der trykker eller maler på plast.	En del
4.12	Plastvirksomheder, der limer plast.	En del

Tabel 4.1. Typer af danske plastvirksomheder, der beskrives i kapitel 4.

De fleste industrivirksomheder har et potentiale for jord- og grundvandsforurening med motorbrændstof, fyringsolie, hydraulik- og smøreolie samt naturligvis de kemiske stoffer, der anvendes i produktionen. Det er kun de sidste, der behandles indgående i denne branchebeskrivelse.

De fleste plastvirksomheder, der forarbejder plast, anvender kølevand, der i de fleste tilfælde recirkuleres og tilsættes vandbehandlingskemikalier mod korrosion og alge- og bakterievækst /3/.

Det vurderes overordnet, at brug af vandbehandlingskemikalier ikke direkte giver potentiale for jord- og grundvandsforurening på plastvirksomheder. Brug af syrer og baser i ionbytteranlæg kan erfaringsmæssigt korrodere kloaksystemer, hvorved spild af kemiske stoffer, der anvendes i produktionen, kan tilføres jord og grundvand gennem utætte kloakker.

De fleste plastvirksomheder har desuden centrale køleanlæg - i mange tilfælde med køle-kompressorer, der anvender HCFC'er eller ammoniak. Tidligere blev som i andre kølekompressorer anvendt CFC'er /3/.

Det vurderes overordnet, at spild af kølemidler i produktionen ikke giver potentiale for jord- og grundvandsforurening, idet de anvendte organiske midler er gasser ved atmosfæretryk og under normale temperaturforhold, og idet kølekemikalierne ikke er farlige ved menneskeligt indtag (indånding mv.).

Endelig anvender plastvirksomhederne rengøringsmidler til almindelig rengøring. I betragtning af de anvendte mængder af rengøringsmidler vurderes det overordnet, at de ikke udgør et potentiale for jord- og grundvandsforurening.

Til vurdering af hvilke af de kemiske stoffer, der anvendes i produktionen, som udgør et potentiale for forurening af jord og grundvand, er der i de følgende afsnit benyttet en trinvis procedure.

I første trin foretages en mængdemæssig vurdering. Hvis det kemiske stof indgår i mængder på mindre end ca. 1 vægt% af det færdige produkt, vurderes stoffet at falde for "bagatelgrænsen".

I andet trin foretages en farlighedsvurdering af de resterende kemiske stoffer. Hvis stoffet ikke er klassificeret efter en af følgende fareklasser i Miljøstyrelsens liste over farlige stoffer /34/: C, Tx, T, Xn, Xi, Carc, Mut, Rep, N, anses stoffet for ikke at besidde farlige egenskaber for mennesker ved indtag af forurenede grundvand, ved jordindtag/hudkontakt samt ved indånding. Farlighedsvurderingen i andet trin suppleres med oplysninger om grænseværdier for udeluft (B-værdier) samt grænseværdier for arbejdsmiljø (At-værdier).

I tredje trin foretages en yderligere vurdering af hvorvidt de kemiske stoffer, som vurderes at være farlige for mennesker, kan afgives/udvaskes fra plastmaterialer, samt en vurdering af om stofferne kan forventes at findes i grundvandet, i poreluften eller bundet til jordmatricen. Denne vurdering er foretaget på baggrund af fysiske egenskaber som densitet, vandopløselighed,

damptryk samt oktanol/vand-fordelingskoefficient, der for hvert enkelt stof fremgår af kemiske standardopslagsværker.

For hvert af de kemiske stoffer, som efter denne procedure vurderes at udgøre et potentiale for forurening af jord og grundvand, er der i bilag 4 udarbejdet et datablad.

Det skal bemærkes, at der for visse af de anvendte kemiske stoffer (f.eks. bromerede flammehæmmere) ikke p.t. foreligger tilstrækkelig viden om farlighed samt viden om stoffernes vandopløselighed mv., hvorved risikovurderingen ikke er fuldstændig.

Der skal tages forbehold for, at der ved risikovurderingen ikke er taget hensyn til effekter af, at flere kemiske stoffer kan optræde ved samme forureningskilde. F.eks. kan visse kemiske stoffer, der ikke er vandopløselige, alligevel udvaskes til jord og grundvand såfremt de er spildt sammen med et opløsningsmiddel, hvori stoffet er opløseligt.

Der skal desuden tages forbehold for, at der ved risikovurderingen ikke er taget hensyn til, at visse kemiske stoffer (f.eks. chlorerede opløsningsmidler) kan nedbrydes mikrobielt, og derved kan omdannes til andre kemiske stoffer, som i særlige tilfælde er farligere end udgangsstoffet.

Spild af kemikalier kan i princippet opstå ved enhver håndtering eller oplagring på alle typer af plastvirksomheder. Man skal specielt være opmærksom på følgende dele af processen:

- Leverance og oplagring af kemiske stoffer
- Fremstilling af plastråvare (compoundering)
- Forarbejdning af plastråvare til produkt
- Affaldsbortskaffelse.

De typiske forureningskilder på alle typer af plastvirksomheder er:

- Udendørs kemikalietanke og -kemikalielagerpladser.
- Kemikalielagerrum
- Kloaksystemet
- Affaldspladsen.

Ved vurdering af potentialet for jord- og grundvandsforurening på alle typer af plastvirksomheder skal der fokuseres på, om kemikalieaffald altid er blevet bortkørt, eller om råvarer, støv- og kemikalieaffald, evt. processpildvand og tømt emballage har været midlertidigt oplagret udendørs, f.eks. på tromleplads, samt om det har været bortskaffet ved f.eks. udledning til kloak, sivebrønd eller faskiner, ved deponering eller ved afbrænding på ejendommen.

4.1 Plastvirksomheder, der forarbejder termoplast-råvarer

Som beskrevet i kapitel 3 fremstilles produkter af termoplast i tre, måske fire trin:

1. Fremstilling af polymer.
2. Fremstilling af plastråvare ved blanding af polymer med hjælpestoffer – ofte betegnet ”compounding”.
3. Forarbejdning af plastråvare til produkt
4. Evt. færdiggørelse, bl.a. opskæring, udstansning, spåntagende bearbejdning, sammenføjning, laminering, dekorering.

Produktionen på langt det største antal danske termoplastvirksomheder består af det tredje af disse trin suppleret med det fjerde, idet de fleste virksomheder indkøber plastråvarerne som granulater eller evt. pulver færdigcompounderet til brug.

4.1.1 Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999

De termoplaster, der anvendes i størst kvantum i Danmark, er /3/:

Polyethylen af forskellige typer	PE: HDPE, LDPE, LLDPE
Polypropylen	PP
Polyvinylchlorid	PVC
Polystyren	PS
Acrylnitril Butadien Styren	ABS
Styren Acrylnitril	SAN

Til en del tekniske produkter, hvor der er behov for særlige egenskaber, anvendes mange andre plasttyper, der forarbejdes i ganske små mængder i forhold til de ”store” typer. Følgende er de almindeligste /3/:

Polyamid (”nylon”)	PA
Polyethylenterephthalat	PET
Polycarbonat	PC
Polymethylmetacrylat (”Acrylplast”)	PMMA

Indenfor hver hovedtype er der en række undertyper til rådighed for plastproducenterne - i mange tilfælde skræddersyet til specifikke anvendelser. Råvareproducenterne har nemlig i dag stor viden om polymerisationsprocesserne og kan derved styre strukturen og størrelsen af molekylerne i den færdige polymer, ligesom der nærmest er uendelige muligheder for at modificere polymerernes kemiske opbygning.

Alle de nævnte polymere er stabile, tungnedbrydelige materialer ved de temperaturer, der bruges i produktionen, og de udgør ikke i sig selv en risiko for forurening af jord eller grundvand. Ved opvarmning til højere temperaturer nedbrydes polymererne og afgiver dampe og røg af en række ubehagelige stoffer. Polymererne er brændbare og danner ved fuldstændig forbrænding kuldioxid og vand, samt for PVC også chlorbrinte og for ABS/SAN og polyamid også kvælstofilter.

Ingen af polymererne fremstilles i dag i Danmark, de importeres som granulat eller evt. pulver til de danske plastvirksomheder klar til brug med indhold af diverse nødvendige tilsætningsstoffer tilpasset kravene fra de forskellige produktionsprocesser og færdigvarer /3/.

De fleste tilsætningsstoffer (additiver) anvendes i ganske lille mængde; mineralske fyldstoffer, brandhæmmere, uorganiske pigmenter og blødgørere dog i lidt større mængde i visse produkter. Tilsætningsstofferne er fast indlejret i polymer-matrixen og udgør således ikke et direkte forureningspotentiale. Visse brandhæmmere og blødgørere kan dog afgives/udvaskes fra deponeret plastaffald. Udvasning af blødgørere fra blød PVC behandles i afsnit 4.5

Det er almindeligt, at plastvirksomheder selv blander specialnuancer ved at sætte små mængder masterbatch til polymer-granulatet. Masterbatch til termoplast er ikke-støvende termoplast-granulat med højt indhold af pigment, og brug heraf indebærer ikke større risiko for jord- og grundvandsforurening end brug af de øvrige plastråvarer /3/.

Ved fremstillingen af masterbatch håndteres rene pigmenter, og spild af disse kan udgøre et potentiale for jord- og grundvandsforurening med metaller. Masterbatch fremstilles af et par danske special-virksomheder, og produktionen beskrives i afsnit 4.3

Til visse komponenter bl.a. til elektriske og elektroniske apparater indeholder plastråvaren brandhæmmende stoffer. Som brandhæmmere anvendes enten fosfor-, brom- eller chlorholdige organiske forbindelser eller uorganiske forbindelser som antimontrioxid og aluminiumhydroxid /8/.

Mængden af brandhæmmere i plastråvaren er typisk 10-20%. Det samlede forbrug af bromerede flammehæmmere i termoplastråvarer i Danmark var i 1997 ca. 40 tons. Når plastvirksomhederne selv tilsætter brandhæmmere, sker det i form af masterbatch /3/.

I dag anvendes næsten udelukkende den bromerede brandhæmmer TBBPA /3/, men også andre organiske brandhæmmere såsom PCB, PBB, PBDE og phosphorsyreestere anvendes /8/.

4.1.2 Råvarer, der tidligere blev anvendt

I begyndelsen af 1990'erne var der følgende afvigelser i de anvendte råvarer i forhold til 1999:

Plastråvarer i røde, gule, orange og grønne farver indeholdt ofte blychromat-pigmenter, typisk i en mængde på et par procent. Produktionsrester og tømt emballage har i disse tilfælde indeholdt bly og chrom, men risikoen for forurening af jord og grundvand vurderes at være lille, fordi pigmenterne er bundet i plastmatrixen, og metallerne derfor først kan frigøres til miljøet, når plasten måtte være nedbrudt /3/.

Som brandhæmmere anvendtes tidligere PCB samt de bromerede brandhæmmere PBB og PBDE /8/ samt bl.a. phosphorsyreestere som triphenyl-phosphat og tributylphosphat /2/.

I 1960'erne var der følgende afvigelser i de anvendte råvarer i forhold til 1999:

Plastråvarer i røde, gule, orange og grønne farver indeholdt tidligere ofte cadmiumsulfid-pigmenter eller blychromat-pigmenter, typisk i en mængde på et par procent. Produktionsrester og tømt emballage har i disse tilfælde været cadmium-, chrom- eller blyholdige, men risikoen for forurening af jord og grundvand vurderes at være lille, fordi pigmenterne er bundet i plastmatrixen, og metallerne derfor først kan frigøres til miljøet, når plasten måtte være nedbrudt /3/.

Da plastindustrien var helt ung i 1950'erne, var det almindeligt, at de små plastvirksomheder selv blandede pulverformet pigment i plastgranulat ved fremstilling af specialnuancer. Der har i disse tilfælde været potentiale for forurening af jord og grundvand med bly- eller cadmiumholdige pigmenter /3/.

4.1.3 Hjelpestoffer

De fleste virksomheder, der forarbejder termoplast, anvender kølevand, der i de fleste tilfælde recirkuleres og tilsættes vandbehandlingskemikalier mod korrosion og alge- og bakterievækst.

De fleste virksomheder har centrale køleanlæg - i mange tilfælde med kølekompressorer, der anvender HCFC'er - ofte produktet R 22 - eller ammoniak. Tidligere blev som i andre kølekompressorer anvendt CFC'er /3/.

Sprøjttestøbemaskiner anvender oftest hydraulikolie /3/.

4.1.4 Procesbeskrivelse

Produktionen består principielt i at opvarme plastråvaren, forme den til det ønskede emne og køle den. De vigtigste processer er

- Sprøjttestøbning
- Ekstrudering
- Folieblæsning
- Blæsestøbning
- Rotationsstøbning.

De forskellige produktionsprocesser beskrives nærmere i bilag 2.

Alle processerne gennemføres ved så lave temperaturer som muligt for at bevare plastråvarenes kvalitet, dvs. sikre, at polymeren og tilsætningsstofferne ikke påvirkes af varmen, og virksomhederne har derfor ikke emissioner til luften af nogen betydning for jord- og grundvandsforurening /3/. Der vil dog altid ske en lille afdampning af blødgørere ved ekstrudering af plastråvarer bestående af blød PVC, og virksomheder der forarbejder blød PVC beskrives i kap 4.5.

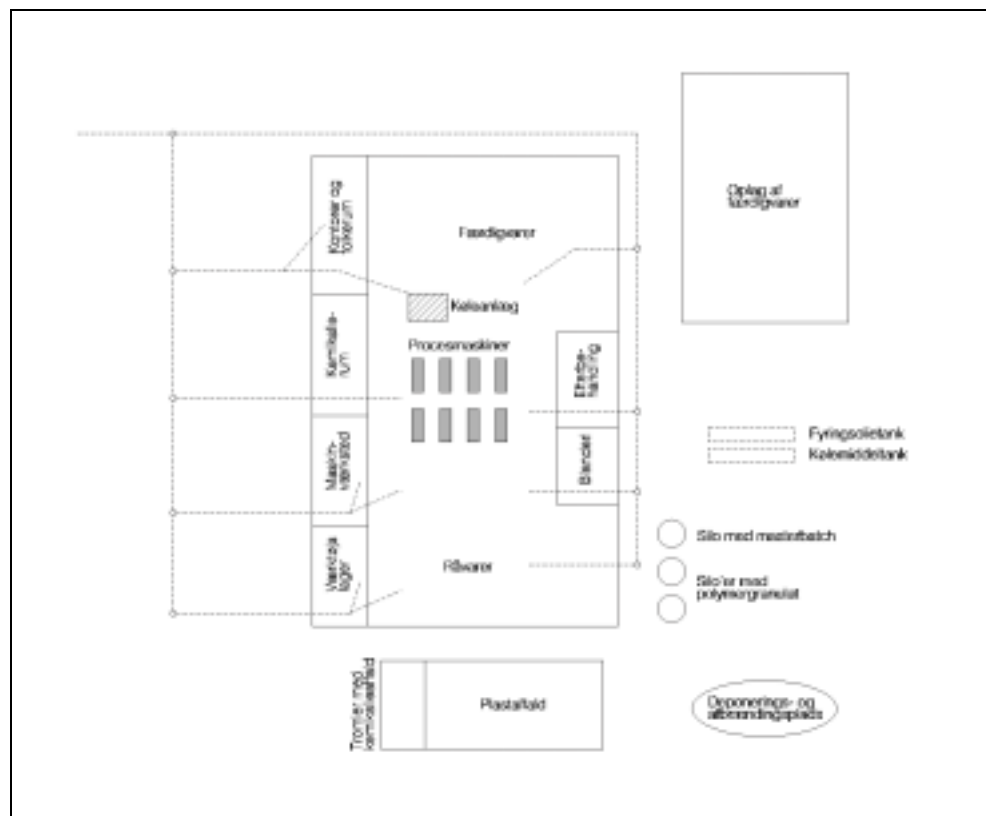
Ved de fleste processer køles den varme plast indirekte, således at der ikke er kontakt mellem kølevand og plast. Ved ekstrudering køles plasten dog direkte. De fleste plastvirksomheder recirkulerer kølevandet /3/.

I mange tilfælde skal der viderefærdigelse til, før der foreligger færdige produkter af termoplast. De væsentligste processer, der former plasten, er:

- Afgratning
- Udstansning eller udskæring
- Termoformning
- Spåntagende bearbejdning
- Samling ved svejsning.

Nogle plastvirksomheder dekorerer plast ved trykning eller maling eller samler plastdele ved limning og har i så fald også trykfarver, malevarer, lime, rensmidler m.v. som potentielle forureningskilder, se afsnit 4.11 og 4.12

Et typisk eksempel på indretning af en plastvirksomhed af denne type er skitse-mæssigt angivet i figur 4.1.1:



Figur 4.1.1 Principskitse for indretning af plastvirksomhed, der forarbejder termoplastråvarer (dog ikke blød PVC), ikke compounderer plastråvarer og ikke har trykning og limning.

4.1.5 Potentiel miljøbelastning

I plastvirksomheder, der forarbejder termoplastråvarer - dog ikke blød PVC, der ikke selv compounderer plastråvarer, og ikke har trykning eller limning, vurderes det overordnet, at der ikke er et væsentligt potentiale for forurening af jord og grundvand.

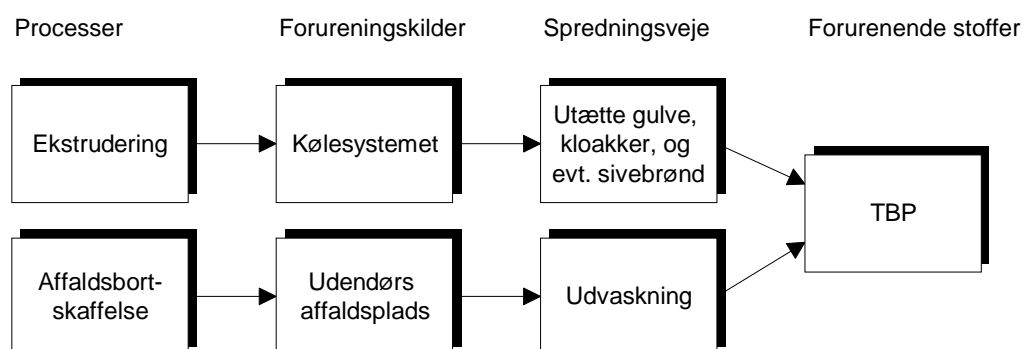
Kun i virksomheder, der benytter ekstrudering, og hvor den varme plast afkøles direkte ved kontakt med kølevandet, vurderes det, at visse additiver i plastråvaren kan opløses i kølevandet. Såfremt brugt kølevand ikke genanvendes, men bortskaffes til kloak, eller opbevares udendørs i tromler med kemikalieaffald, kan der ved utætheder i kloak/tromler mv. ske en forurening af jord og grundvand.

Desuden vurderes det, at der ved affaldsdeponering af større mængder affald i form af rester af afskær, fejlproduktioner, slibestøv mv. på ejendommen, kan ske en udvaskning af miljømæssig betydning af visse additiver.

Det vurderes, at det additiv, der udgør den største risiko for jord og grundvand ved udvaskning fra kølevand og affaldsdeponering på grunden er brandhæmmeren tributylphosphat (TBP).

Den foreliggende viden om udvaskning af chlorerede og bromerede organiske forbindelser fra plast er p.t. for ringe til at risikoen for disse stoffers påvirkning af jord og grundvand kan vurderes.

Den potentielle miljøbelastning af jord og grundvand ved plastvirksomheder af denne type er sammenfattet i figur 4.1.2.



Figur 4.1.2 Oversigt over processer, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder i plastvirksomheder, der forarbejder termoplastråvarer (dog ikke blød PVC), ikke compounderer plastråvarer og ikke har trykning og limning.

Virksomheder med compoundering håndterer kemiske stoffer og har derfor principielt et potentiale for forurening med disse. De beskrives i afsnit 4.2. Virksomheder, der ekstruderer blød PVC beskrives i afsnit 4.5. Virksomheder, der trykker på plast beskrives i afsnit 4.11, og virksomheder, der limer på plast, beskrives i afsnit 4.12.

4.2 Plastvirksomheder, der compounderer termoplast-råvarer.

Compoundering af termoplast-råvarer - d.v.s. blanding af polymerer med hjælpestoffer – er i Danmark kun foregået på få plastvirksomheder og kun på virksomheder, der forarbejder PVC /3/.

De af virksomhederne, der compounderer hård PVC, blander pulverformet PVC-polymer tørt med pulverformede tilsætningsstoffer (herunder brandhæmmere) og fører blandingen direkte til ekstruderen /3/.

Ved ekstruderingsprocessen køles den varme plast direkte, således at der er kontakt mellem kølevand og plast. De fleste plastvirksomheder recirkulerer kølevandet /3/.

De af virksomhederne, der compouderer og forarbejder blød PVC, blander pulverformet PVC-polymer og pulverformede tilsætningsstoffer med flydende phthalat-blødgørere samt eventuelle flydende tilsætningsstoffer og masterbatch til en pasta /3/. Compounding og forarbejdning af blød PVC behandles i afsnit 4.5.

4.2.1 Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999

Ved fremstilling af compound til hårde PVC-produkter, hvor langt de største kvantiteter bruges til rør, vinduesprofiler og tagrender, bruges på danske virksomheder foruden PVC-polymer /3/:

Stabilisatorer	bly-, calcium/zink- og tin-forbindelser
Fyldstoffer	kridt eller dolomit
Pigmenter:	
Hvide	titandioxid
Sorte	rent kulstof ("carbon black")
Gule	jernoxid
Røde	jernoxid

Stabilisatorerne udgør ca 1 % af PVC-mængden, fyldstofferne 5-10 % og pigmenterne fra få procent til brøkdele af en procent /3/.

Brugen af blyholdige stabilisatorer er under afvikling, idet de erstattes af calcium/zink-forbindelser.

De blyholdige stabilisatorer udgør et muligt potentiale for forurening af jorden ved spild, rester i tømt emballage, støvfiltre m.v. /3/.

Fyldstofferne, hvis indhold i plastråvarer kan variere fra 0-50% afhængig af råmaterialet, har som udgangspunkt intet potentiale for jord- og grundvandsforurening. Kun særlige plastprodukter, som f.eks. skal yde beskyttelse mod radioaktiv stråling på røntgenafdelinger og i laboratorier, bliver compounderet med blypulver som fyldstof /8/.

Hård PVC er pga. sit store chlorindhold (ca. 57%) naturligt brandhæmmet.

Det kan dog være nødvendigt at tilsætte brandhæmmere til blød PVC, idet mængden af blødgørere og andre additiver samlet kan udgøre mere end 40% i den færdige plast, hvilket forringer den naturlige brandhæmmende virkning. Blød PVC er nærmere behandlet i afsnit 4.5.

4.2.2 Råvarer, der blev anvendt tidligere

Indtil slutningen af 1990erne anvendtes blychromat-pigmenter til røde og gule nuancer. Indtil begyndelsen af 1990erne anvendtes også cadmiumforbindelser som stabilisatorer og i enkelte tilfælde som røde og gule pigmenter /3/.

Da plastindustrien var helt ung i 1950erne, var det almindeligt, at de små termoplastvirksomheder selv blandede pulverformet pigment i plastgranulat ved fremstilling af specialnuancer.

Spild af bly-, chrom- og cadmiumholdige stabilisatorer og pigmenter udgør et muligt potentiale for forurening af jorden ved leverance, oplag, håndtering samt bortskaffelse af rester i tømt emballage, støvfiltre m.v.

4.2.3 Hjælpestoffer

Til ekstruderingsprocessen anvendes kølevand, der i de fleste tilfælde recirkuleres og tilsættes vandbehandlingskemikalier mod korrosion og alge- og bakterievækst.

De fleste virksomheder har centrale køleanlæg - i mange tilfælde med kølekompressorer, der anvender HCFC'er - ofte produktet R 22 - eller ammoniak. Tidligere blev som i andre kølekompressorer anvendt CFC'er /3/.

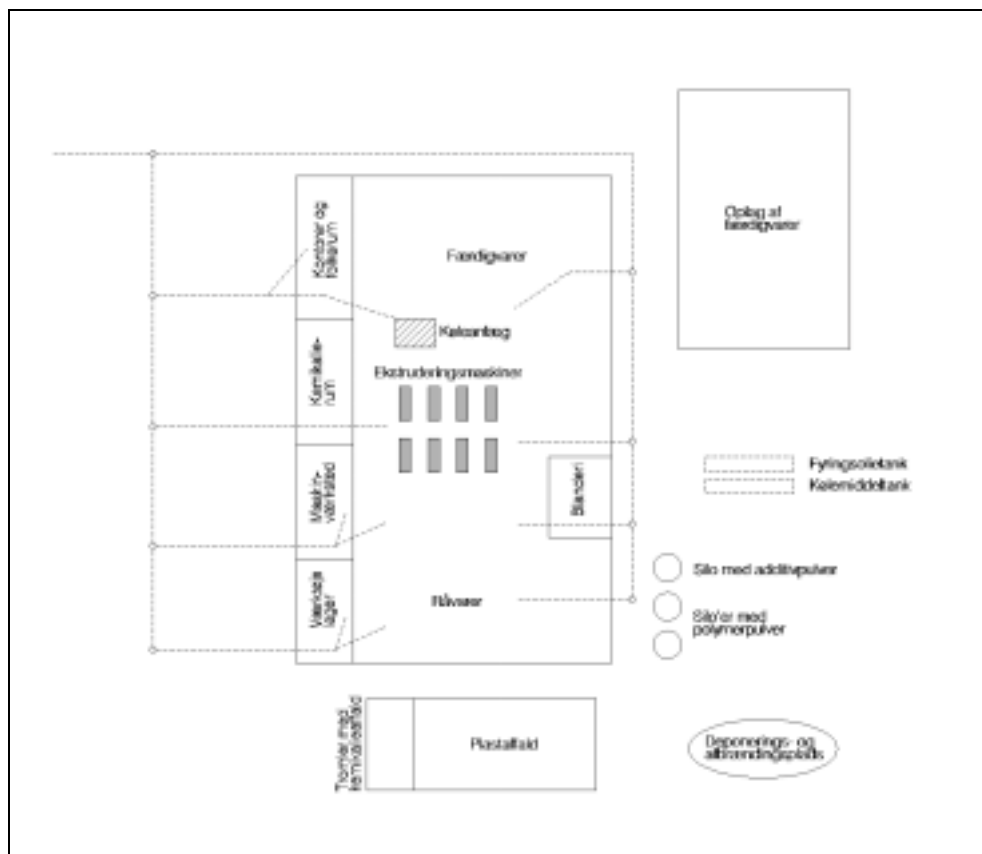
4.2.4 Procesbeskrivelse

Compounding af PVC-polymer med tilsætningsstoffer (additiver) sker i et særskilt lokale og blandes i lukkede beholdere, hvor PVC tilføres med pumpe fra store emballager eller lager-siloer. Fyldstof og pigmenter tilsættes manuelt fra sække og stabilisatorer fra små emballager passende til batchstørrelsen, således at blyholdigt støv undgås eller i det mindste begrænses meget /3/.

Den færdigblandede compound føres i dag til ekstruderne i lukket system, således at der ikke er nogen støvdannelse ved ekstruderne /3/.

Det har ikke været muligt at få oplysninger om tidligere tiders produktionsindretning ved compounding af hård PVC, men det antages erfaringsmæssigt, at denne principielt er foregået på samme måde, dog med den forskel, at blanding og compoundfremføring tidligere må være sket manuelt i åbne systemer.

Et typisk eksempel på indretning af en plastvirksomhed af denne type er skitse-mæssigt angivet i figur 4.2.1:



Figur 4.2.1 Principskitse for indretning af en plastvirksomhed, der compouderer hård PVC.

4.2.5 Potentiel miljøbelastning

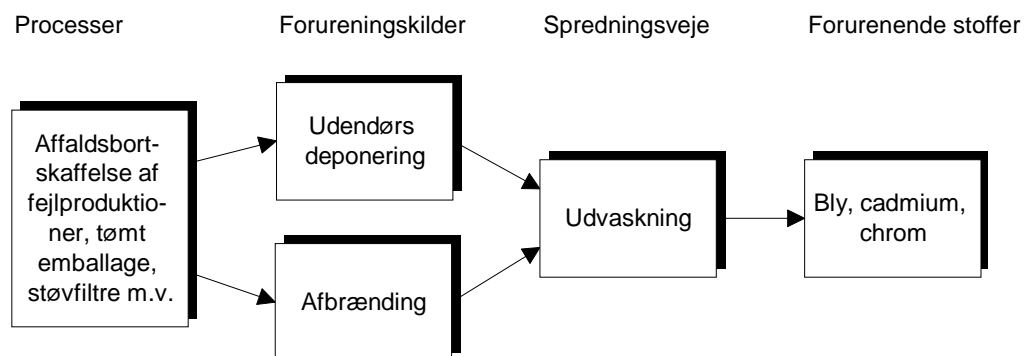
Compounding af hård PVC er en tør proces, hvor der ikke håndteres flydende polymerer og kemikalier, udover de hjælpestoffer (kølekemikalier) der anvendes ved ekstruderingsprocessen.

Derimod håndteres flydende phthalat-blødgørere ved compounding af blød PVC, hvis potentielle miljøbelastning vurderes særskilt i afsnit 4.5.

Det vurderes, at potentialet for bly-, chrom- og cadmiumforurening omfatter spild af stabilisatorer, evt. blyholdige fyldstoffer, tømt emballage, brugte støvfiltre og støvsugerposer, brugte åndedrætsfiltre, handsker og arbejdstøj o.s.v., som kan være bortskaffet ved deponering på ejendommen.

Tilsvarende kan affaldsbortskaffelsen have været afbrænding på ejendommen, hvorved metallerne evt. kan genfindes i aske/slagge.

Den potentielle miljøbelastning af jord og grundvand ved plastvirksomheder af denne type er sammenfattet i figur 4.2.2.



Figur 4.2.2 Oversigt over processer, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder i plastvirksomheder, der compunderer hård PVC.

4.3 Plastvirksomheder, der fremstiller masterbatch

Fremstilling af masterbatch til termoplast - d.v.s. plastgranulat med en høj koncentration af pigmenter eller eventuelt af hjælpestoffer - sker på specialvirksomheder, hvoraf der kun findes få i Danmark. Produktionen består i en fysisk blanding af pulver- eller evt. granulatformede råvarer efterfulgt af en ekstrudering, hvor udgangsproduktet er stænger på et par mm. tykkelse, der skæres i småstykker på et par mm. længde.

Ved ekstruderingsprocessen køles den varme plast direkte, således at der er kontakt mellem kølevand og plast. De fleste plastvirksomheder recirkulerer kølevandet /3/.

Masterbatch til blød PVC, umættet polyester og polyurethan, er ofte flydende. De fremstilles i dag af en enkelt virksomhed i Danmark og importeres i øvrigt /3/. Produktionen af flydende masterbatch, der minder om fremstilling af malevarer og trykfarver, beskrives ikke nærmere i denne branchebeskrivelse.

4.3.1 Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999

De danske producenter af masterbatch anvender følgende råvarer /3/:

Polymerer:

Der anvendes alle de termoplastiske polymere, som plastindustrien anvender. PE, PP og PS anvendes hyppigt.

Pigmenter:

- Titandioxid
- Jernoxider, røde og gule
- Rent kulstof ("Carbon Black")
- Phthalocyaninblåt og -grønt
- Blychromater
- Diverse organiske pigmenter

Nogle af virksomhederne anvender ikke pulverformede pigmenter, men importerer granulat af polymer med et højt indhold af pigment, og forarbejder dette videre. Potentialet for jordforurening fra dette granulat er ikke større end potentialet fra færdig masterbatch /3/.

Tilsætningsstoffer:

Der anvendes små mængder af pulverformede tilsætningsstoffer som f.eks. stearat. Sortimentet er specifikt for den enkelte masterbatchproducent. Enkelte af virksomhederne anvender phthalat – DEHP eller DINP – til masterbatch til brug ved farvning af blød PVC /3/.

Pigmenter er dyre og i sagens natur meget intensivt farvende, og der udvises alene af disse årsager stor omhu med at undgå støvning og spild. Men pigmenterne og tilsætningsstofferne udgør principielt et potentiale for forurening af jord og grundvand ved spild, rester i tømt emballage, støvfiltre m.v. /3/.

4.3.2 Råvarer, der blev anvendt tidligere

Forbruget af blychromat pigmenter er nu ret beskedent, men var indtil midten af 1990erne almindeligt brugt til røde, orange og gule nuancer.

Indtil midten af 1980erne var også cadmium pigmenter almindeligt anvendt til røde og gule nuancer.

4.3.3 Hjælpstoffer

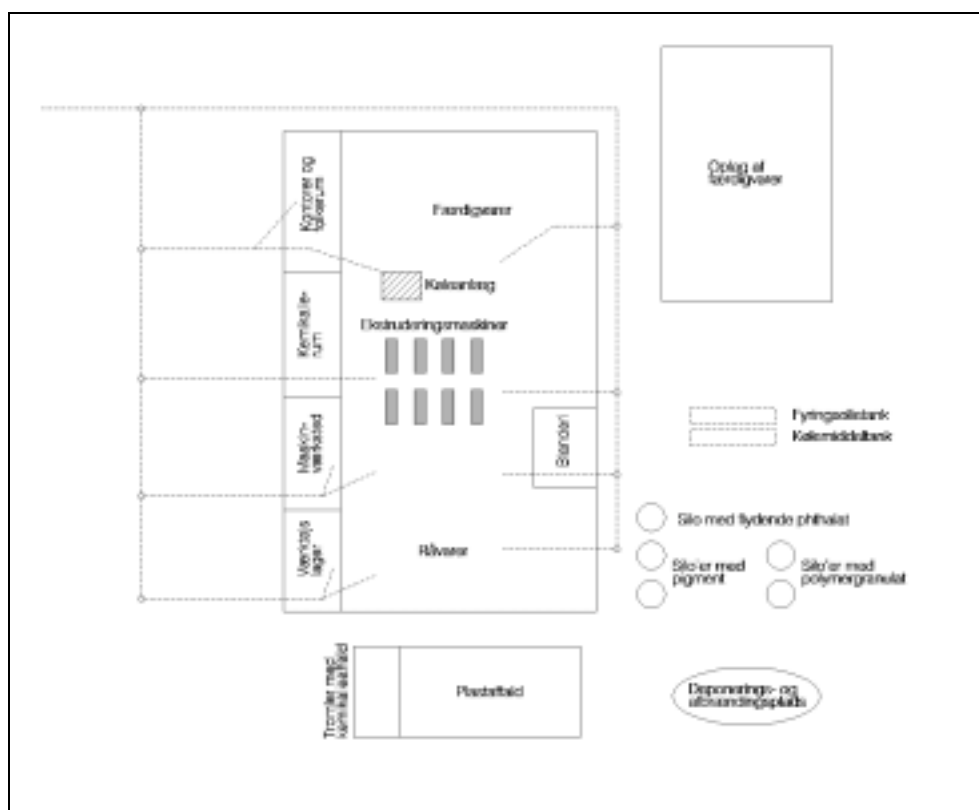
De fleste virksomheder har centrale køleanlæg - i mange tilfælde med kølekompressorer, der anvender HCFC'er - ofte produktet R 22 - eller ammoniak. Tidligere blev som i andre kølekompressorer anvendt CFC'er /3/.

4.3.4 Procesbeskrivelse

Pulverformede råvarer blandes i lukket beholder forsynet med støvfiltere.

Ekstruderingsprocessen svarer til den i afsnit 4.1 beskrevne, idet produktet er tynde stænger, der skæres i stumper, så den færdige masterbatch består af plastgranulat med en størrelse på et par millimeter.

Et typisk eksempel på indretning af en plastvirksomhed af denne type er skitse-mæssigt angivet i figur 4.3.1:



Figur 4.3.1 Principskitse for indretning af en plastvirksomhed, der fremstiller masterbatch.

4.3.5 Potentiel miljøbelastning

Fremstilling af masterbatch er en overvejende tør proces, hvor der ikke håndteres flydende polymerer og kemikalier, udover de hjælpestoffer (køle-kemikalier, hydraulikolie) der anvendes ved ekstruderingsprocessen. En undtagelse udgør dog de masterbatchproducenter, som tilsætter flydende phthalater.

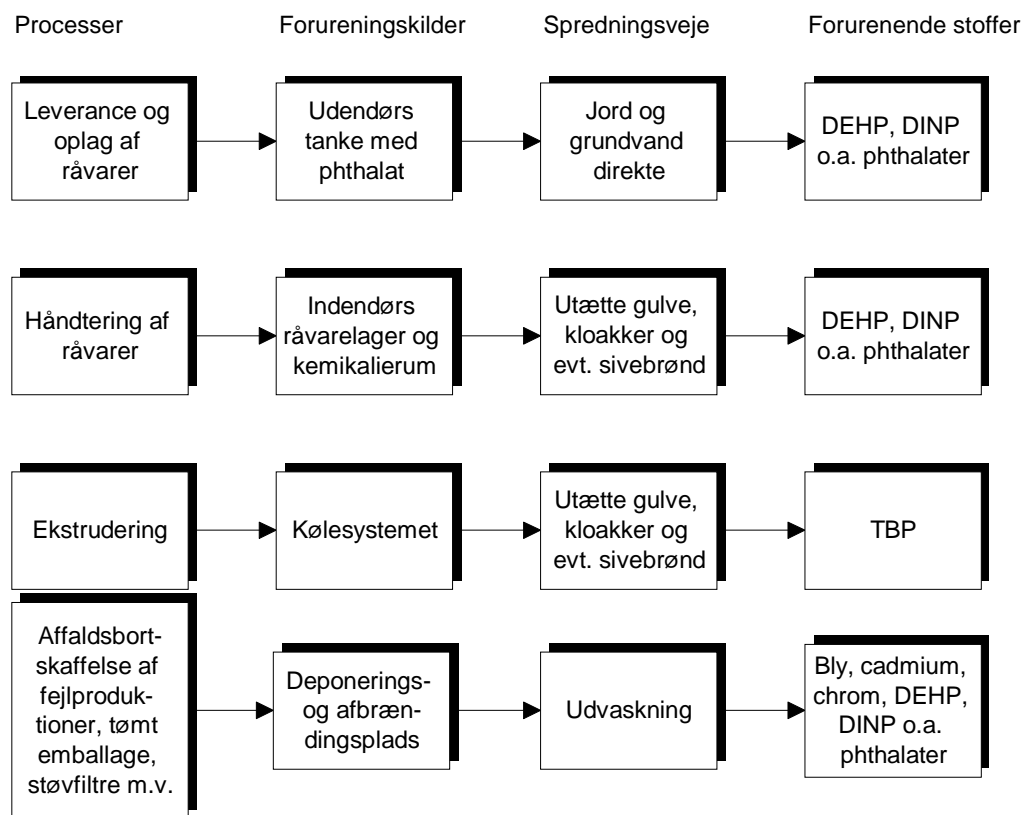
Potentialet for bly-, chrom og cadmiumforurening omfatter spild af stabilisatorer, tømt emballage, brugte støvfiltere og støvsugerposer, brugte åndedrætsfiltere, handsker og arbejdstøj o.s.v.

Herudover kan spild af flydende phthalater ved udendørs lagerpladser samt ved indendørs opbevaring og håndtering udgøre et potentiale for jord- og grundvandsforurening.

Man skal desuden være opmærksom på, om spild/afledning af phthalater, kan være ført til gulvafløb og kloak/sivebrønd/faskiner eller kan være bortskaffet ved udhældning på jorden. Produktionsaffald kan være bortskaffet ved forbrænding eller deponering på ejendommen.

Ved ekstruderingen afkøles den varme masterbatch direkte ved kontakt med kølevandet, hvorfor det vurderes, at visse additiver fra plastråvaren kan opløses i kølevandet. Såfremt brugt kølevand ikke genanvendes, men bortskaffes til kloak, eller opbevares udendørs i tromler med kemikalieaffald, kan der ved utætheder i kloak/tromler mv. ske en forurening af jord og grundvand.

Den potentielle miljøbelastning af jord og grundvand ved plastvirksomheder af denne type er sammenfattet i figur 4.3.2:



Figur 4.3.2 Oversigt over processer, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder i plastvirksomheder, der fremstiller masterbatch.

4.4 Plastvirksomheder, der regenererer termoplast-affald

Regenerering af eget produktionsaffald af termoplast sker på en del plastvirksomheder. Desuden findes en halv snes virksomheder, der har specialiseret sig i regenerering af termoplastaffald, både produktions-affald og indsamlet ”post-consumer” plastaffald. Disse virksomheders produkt er regenereret plastråvare, der leveres til plastforarbejdende virksomheder både i Danmark og i udlandet. Produktionen består i sortering og findeling af plastaffaldet, ekstrudering samt granulering /3/.

Kun plastaffald, der er relativt rent, kan på denne måde regenereres til råvarer med en tilfredsstillende kvalitet. Ved regenerering af forurenede plastaffald som f.eks. landbrugsfolier må det findelte plastaffald vaskes og tørres, før det ekstruderes, for at der kan opnås et regenerat med en god kvalitet. 2 danske virksomheder har i dag sådanne vaskeanlæg, og disse virksomheders potentiale for jordforurening omfatter også det brugte vaskevand, der fremkommer i ret stor mængde. Disse virksomheder behandles ikke i denne branchebeskrivelse.

4.4.1 Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999 og tidligere

Virksomhedernes råvarer er plastaffald, der kan bestå af enhver termoplast med indhold af pigmenter og andre tilsætningsstoffer.

4.4.2 Hjælpstoffer

Der anvendes ingen særlige hjælpestoffer ud over de vandbehandlings- og kølekemikalier samt hydraulikolie, der bruges ved ekstruderingsprocessen.

4.4.3 Procesbeskrivelse

Produktionen begynder med en sortering af plastaffaldet, hvor alle fremmedlegemer fjernes. Plasten findeles, hård plast i én type kværn, folier i en anden type, og behandles derefter i en ekstruder, der svarer til den i afsnit 4.1 beskrevne.

Forskellige typer plastaffald holdes adskilt og regenereres til nye råvarer af forskellig type.

4.4.4 Potentiel miljøbelastning

I plastvirksomheder, der regenerer termoplastaffald, vurderes det, at der ikke er noget væsentligt potentiale for forurening af jord og grundvand.

4.5 Plastvirksomheder, der forarbejder blød PVC

PVC-polymer er i sig selv stiv, men kan ved tilsætning af visse stoffer - såkaldte blødgørere - ændres til bløde materialer, blødere jo mere blødgørere, der tilsættes. Blød PVC anvendes til fremstilling af bl.a. el-kabler, slanger, medicinsk udstyr, presenninger og fendere.

I de fleste produkter er det phthalater, der anvendes som blødgørere. Produktionsprocesserne for blød PVC er - som ved compounding og forarbejdning af andre termoplaster - i princippet en blanding, en opvarmning, en formning og en afkøling. Nogle af virksomhederne producerer ved ekstrudering med plastgranulat som råvare som ved forarbejdningen af hård PVC. I andre produktionsprocesser udnyttes, at koldt-blandet pulverformet PVC-polymer og flydende phthalat er en højviskøs væske, der først ved opvarmning og efterfølgende afkøling omdannes til et fast, bøjeligt materiale /3/.

Blødgørere, hovedsagelig i form af phthalater, tilsættes PVC-polymer i forholdsvis store mængder, typisk fra 20 til 60 vægt% /2/.

4.5.1 Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999

Nogle virksomheder blander selv blød PVC-compound og håndterer således phthalater som råvare, som indebærer et særligt potentiale for forurening af jord og grundvand /3/.

Andre virksomheder indkøber færdig compound som et granulat, der ikke indebærer særligt potentiale for forurening af jord og grundvand, med mindre rester af færdig compound deponeres på ejendommen, hvorved der kan ske udvaskning af phthalater.

Til fremstilling af produkter af blød PVC i Danmark blev i 1999 anvendt 9 forskellige phthalater /8/. Følgende phthalater anvendes i størst mængde /3/:

- DEHP, di(2-ethylhexyl)phthalat
- DINP, diisononylphthalat.

Der blev desuden anvendt følgende stabilisatorer /3/:

- Blyholdige stabilisatorer
- Calcium/zink stabilisatorer
- Barium/zink stabilisatorer.

Herudover blev der anvendt /3/:

- Pigmenter, som del af det leverede granulat, eller
- pigmenter dispergeret i phthalat-blødgørere som flydende masterbatch.

Det kan være nødvendigt at tilsætte brandhæmmere til blød PVC, idet mængden af blødgørere og andre additiver samlet kan udgøre mere end 40% i den færdige plast, hvilket forringer den naturlige brandhæmmende virkning /8/.

I dag anvendes næsten udelukkende den bromerede brandhæmmer TBBPA /3/, men også andre organiske brandhæmmere såsom PCB, PBB, PBDE og phosphorsyreestere anvendes. Phosphorsyreestrene har desuden en blødgørende virkning, og anvendes primært til bløde PVC-produkter med krav til lav brændbarhed /8/.

Der findes et par danske virksomheder, der fremstiller el-kabler hvoraf en del er med PVC. En enkelt virksomhed, der producerer PVC-folie ved ka-

landrering, anvender i nogle produkter som brandhæmmende tilsætningsstof:

- Antimontrioxid /3/.

Ved kalandrering bruges også små mængder antistatika og som slip/glide-middel stearinsyre eller calciumstearat /3/.

4.5.2 Råvarer, der tidligere blev anvendt

Tidligere - før midten af 1990erne - blev kun anvendt lidt DINP, men mere DEHP /3/, og desuden anvendtes større mængder af phthalaterne DNOP, DIDP, BBP og DBP /8/.

Indtil slutningen af 1990erne, blev i øvrigt anvendt blychromat pigmenter til røde, orange og gule nuancer, og endnu tidligere blev anvendt cadmiumholdige pigmenter, ligesom der også blev anvendt cadmiumholdige stabilisatorer. På de virksomheder, der selv blandede compound, har der således været en potentiel mulighed for forurening med metaller /3/.

På kabelvirksomhederne blev tidligere anvendt chlorparaffiner (C12) som blødgørere i nogle af produkterne /3/.

Som brandhæmmere anvendtes tidligere PCB samt de bromerede brandhæmmere PBB og PBDE /8/ samt bl.a. triphenylphosphat og tributylphosphat /2/.

4.5.3 Hjælpstoffer

Der anvendes kølevand, vandbehandlingskemikalier og kølekompressorchemikalier samt hydraulikolie, som beskrevet i afsnit 4.1.

4.5.4 Procesbeskrivelse

Der anvendes en lang række forskellige forarbejdningsmetoder til forarbejdning af blød PVC, herunder:

- sprøjtstøbning,
- ekstrudering,
- kalandrering og
- sammenføjning (limning, svejsning) /2/.

Nogle af de virksomheder, der forarbejder blød PVC, anvender ekstrudering som beskrevet i afsnit 4.1. Det er tilfældet ved produktion af slanger og profiler. Også ved produktion af el-ledninger anvendes ekstrudering af PVC, idet plasten ekstruderes rørformet og metaltrådene indlægges i rørmidten ved ekstruder-mundingen. Plasten køles direkte med vand, og kølevandet recirkuleres. Målinger har vist, at der ikke afgives phthalater til kølevandet /3/.

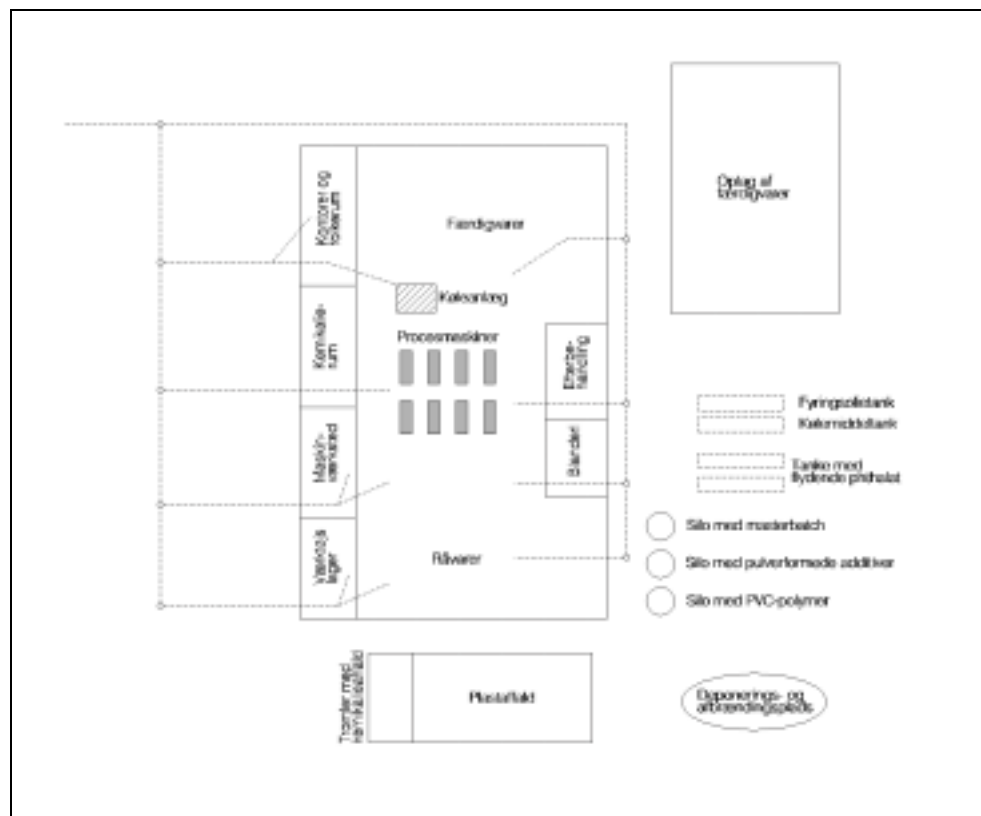
En enkelt dansk virksomhed fremstiller PVC-folier i baner ved kalandrering. Her ekstruderes PVC-compound til en dej-agtig pølse, der derefter føres over en række valser, hvor de første opvarmer og udruller plasten til folie i ønsket tykkelse, medens de sidste valser afkøler folien inden den føres videre til oprulning /3/.

En enkelt dansk virksomhed fremstiller hule PVC-produkter som f.eks. fender og afmærkningsbøjer ved rotationsstøbning, hvor den flydende compound ledes ind i en lukket, roterende form, hvor plasten under opvarmning slynges ud mod formens inderside og siden afkøles, inden emnet udtages af formen /3/.

En enkelt dansk virksomhed fremstiller presenningsfolie ud fra flydende compound ved en valseproces med opvarmning og afkøling, hvor væv belægges med PVC /3/.

En enkelt dansk virksomhed fremstiller metal-skruelåg til glas med indlæg af blød PVC. Compounden lægges kold i låget som en pasta og omdannes til et fast, men sammentrykkeligt materiale ved passage af en ovn og en kølezone /3/.

Et typisk eksempel på indretning af en plastvirksomhed af denne type er skitse-mæssigt angivet i figur 4.5.1:



Figur 4.5.1 Principskitse for indretning af en plastvirksomhed, der compunderer og forarbejder blød PVC.

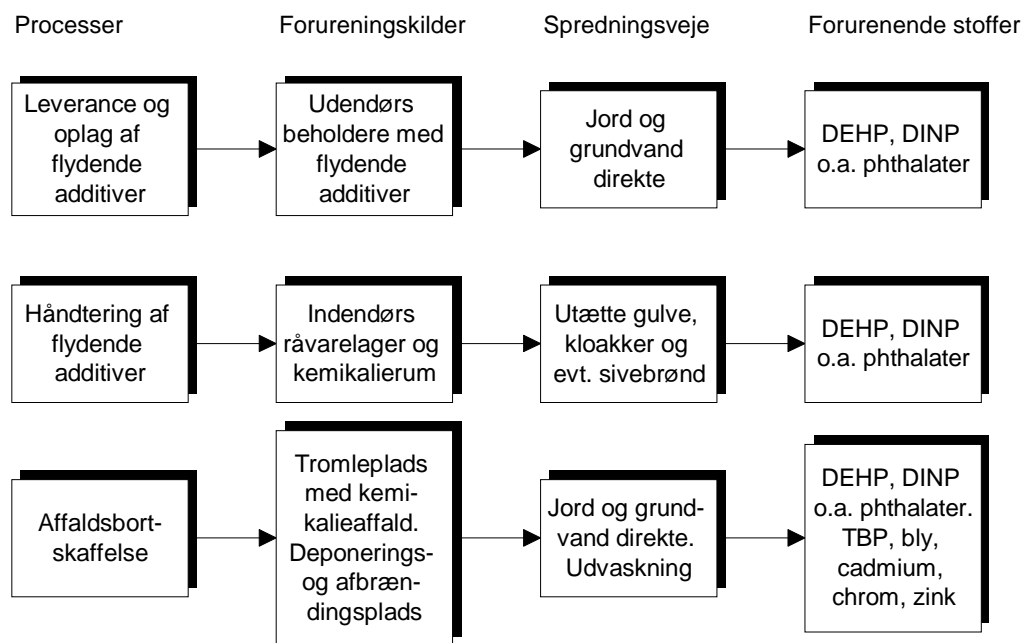
4.5.5 Potentiel miljøbelastning

Fremstilling af halvfabrikata og færdigvarer af blød PVC ud fra indkøbt compound vurderes ikke at udgøre nogen væsentlig risiko for jord og grundvand.

De potentielle forureningskilder er parallelle til de i afsnit 4.1 nævnte forureningskilder for forarbejdning af termoplast. Særlig opmærksomhed skal dog rettes mod evt. affaldsbortskaffelse af PVC ved deponering på ejendommen. Dette skyldes først og fremmest det store potentiale for udvaskning af blødgørere (phthalater), men også udvaskning af brandhæmmere udgør et potentiale for jord- og grundvandsforurening.

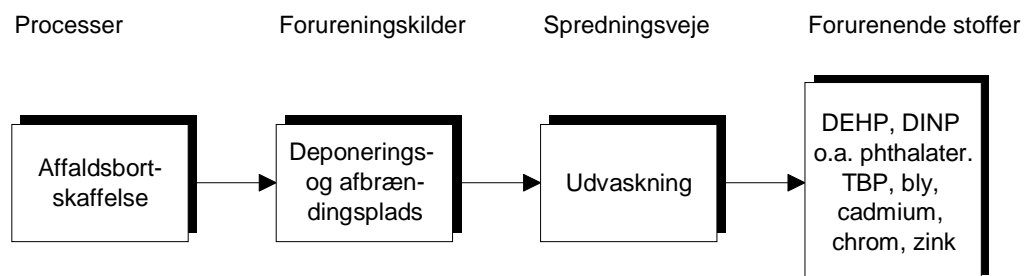
Derimod vurderes det, at compounding af blød PVC kan udgøre et væsentligt potentiale for forurening af jord og grundvand. Forureningskilderne er spild ved leverance, oplag, håndtering og affaldsbortskaffelse af additiver samt affaldsbortskaffelse af blød PVC tilsat additiver ved deponering på ejendommen.

Den potentielle miljøbelastning af jord og grundvand ved plastvirksomheder som både compounderer og forarbejder blød PVC er sammenfattet i figur 4.5.2:



Figur 4.5.2 Oversigt over processer, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder i plastvirksomheder, der compounderer og forarbejder blød PVC.

Den potentielle miljøbelastning af jord og grundvand ved plastvirksomheder som forarbejder blød PVC ud fra indkøbt compound er sammenfattet i figur 4.5.3:



Figur 4.5.3 Oversigt over processer, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder i plastvirksomheder, der forarbejder blød PVC ud fra indkøbt compound.

4.6 Plastvirksomheder, der fremstiller EPS-produkter

EPS, ekspanderet polystyren, er en hård celleplast (opskummet plast) af polystyren med et plastindhold på kun få procent, idet resten er luft. Materialet er således meget let, tryk- og stødabsorberende, isolerende og fugtafvisende. Det anvendes især til emballager og isolering /3/.

Råvaren til EPS, små polystyren-kugler indeholdende opløst pentan, bliver ikke og er aldrig blevet compounderet i Danmark /3/. Ved fremstillingen af produkter af EPS opvarmes råvaren, hvorved pentan afgives som gas samtidig med, at perlerne ekspanderer og klæber sammen.

4.6.1 Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999

Råvare-kuglerne indeholder /3/:

- Polystyren med et restmonomer-indhold af styren på ca 0,1 %
- Pentan, ca 6 %
- Vokscoating (stearat), der udgør knap 0,5 %.

Ingen af disse bestanddele vurderes at indebære et potentiale for forurening af jord og grundvand, idet det meste pentan og styren afgives som dampe under produktionen og i øvrigt forbliver i produkterne /3/.

Råvaren til en lille del af produktionen af bygningsisoleringsplader til eksport indeholder en bromeret brandhæmmer /3/:

- Hexabromocyclododecan

Brandhæmmeren er bundet i polymermatrixen, og afgives ikke under EPS-produktionen. EPS-affald med indhold af brandhæmmeren vil ved forbrænding danne brombrinte /3/.

En lille del af produkterne tilsættes et antistatikum, der leveres som en koncentreret pasta, der fortyndes med vand før brug /3/:

- Lauroyl-cholin-chlorid, 60 % i isopropanol.

Det årlige forbrug er i dag under 100 kg.

Generelt har råvaren polystyren kun et ringe indhold af additiver /8/.

4.6.2 Hjælpstoffer

De fleste virksomheder, der forarbejder termoplast, anvender kølevand, der i de fleste tilfælde recirkuleres og tilsættes vandbehandlingskemikalier mod korrosion og alge- og bakterievækst.

Der er et stort forbrug af damp til opvarmning, og kølevand til afkøling. De fleste virksomheder har centrale køleanlæg - i mange tilfælde med kølekompressorer, der anvender HCFC'er - ofte produktet R 22 - eller ammoniak. Tidligere blev som i andre kølekompressorer anvendt CFC'er /3/.

4.6.3 Råvarer og hjælpestoffer, der tidligere blev anvendt

Vand til fremstilling af damp blev tidligere afkalket med ionbytter, der blev regenereret med saltsyre og natriumhydroxid /3/.

4.6.4 Procesbeskrivelse

Produktionsprocessen for emballager består af /3/:

forskumning, hvor råvare-kuglerne opvarmes ved tilførsel af vanddamp, hvorved opskumningsmidlet fordamper og opskummer kuglerne til 15-30 gange oprindelig størrelse.

tørring

mellemlagring et par døgn, hvor de opskummede kugler trykudligner med atmosfærisk luft.

støbning i form hvor kugler fyldes i en varm form og opvarmes yderligere med vanddamp, hvorved kuglerne ekspanderer endnu mere og svejses sammen. Formen afkøles med vand, åbnes og produktet kastes ud.

Der er et stort forbrug af vanddamp. Vanddampen kondenseres og indgår i kølevandet, der recirkuleres. Evt. overskud af kølevand, der kan opstå i sommerperioden, ledes til kloak.

Isoleringsplader fremstilles efter samme princip, dog støbes materialet i blokke, som efterfølgende opskæres.

4.6.5 Potentiel miljøbelastning

I plastvirksomheder, der fremstiller EPS-produkter, vurderes det, at der ikke er noget væsentligt potentiale for jord- og grundvandsforurening.

4.7 Plastvirksomheder, der forarbejder umættet polyester-råvarer med eller uden glasfiberarmering

Som beskrevet i kapitel 3 fremstilles produkter af hærdeplasten umættet polyester i tre, måske fire trin:

1. Fremstilling af monomere og pre-polymere.
2. Fremstilling af plastråvarer.
3. Forarbejdning af plastråvare til produkt. Plastråvaren blandes og hærdes/støbes i form/facon evt. med tilsætning af fiber-armeringsmateriale.
4. Evt. færdiggørelse, bl.a. tilskæring, sammenføjning, dekorering.

Monomeren styren og pre-polymer umættet polyester fremstilles ikke i dag i Danmark, men importeres /3/.

Nogle få danske specialvirksomheder fremstiller flydende polyester-plastråvarer til præcis den sammensætning, der er behov for til diverse specialprodukter, altså det andet trin i produktionskæden. Produktionen på disse virksomheder består i princippet i afvejning og blanding af monomere eller pre-polymere med additiver såsom opløsningsmidler og pigmenter. Denne del af plastproduktionen minder om produktion af malervarer og lime /3/, og beskrives ikke i denne branchebeskrivelse.

Produktionen på hovedparten af de danske polyester-virksomheder består af det tredje trin i produktionskæden - på mange virksomheder suppleret med det fjerde /3/.

Produkterne fremstilles ud fra en tyktflydende væske af pre-polymer umættet polyester opløst i styren. Umiddelbart før brug tilsættes en hærder, der fungerer som katalysator, og den tyktflydende væske anbringes i en form, hvor polyester og styren hærder til en polymer med et stærkt, tredimensionalt netværk. Selvom langt det meste styren indgår i polymerisationen, så afgives der dampe af styren fra den uhærdede polyesterblanding /3/.

De fleste danske virksomheder forstærker polyesterens ved at tilsætte glasfiber til den flydende polyester. Glasfiberarmeret umættet polyester kaldes GUP, og materialerne betegnes som "komposit-produkter". De bruges i

mange tilfælde sammen med andre materialer som f.eks. hårdt PUR-skum eller aluminium til sandwich-konstruktioner /3/.

Der findes også termoplastiske polyestre, hvor den mest anvendte er PET, polyethylenterephthalat. Disse materialer har en anden sammensætning end de umættede polyestre og indeholder ikke styren. De forarbejdes som andre termoplaster, og har et tilsvarende potentiale for forurening af jord og grundvand som beskrevet i afsnit 4.1 /3/.

4.7.1 Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999

Pre-polymere polyestre importeres i dag. Der anvendes polyestre af forskellig opbygning, alle opløst i styren og indeholdende en række additiver - i de fleste tilfælde blandet klar til brug. De store virksomheder modtager polyester i tankbil og opbevarer dem i tankanlæg, medens de mindre virksomheder får råvarerne i 1.000 ltr. containere, 220 ltr. fade eller 25 ltr. spande afhængigt af forbruget /2,3/.

De umættede polyestre, der anvendes til fremstilling af hærdeplast, er opbygget af 3 komponenter, hvor de almindeligste er følgende /3/:

En mættet, organisk syre	oftest phthalsyre (bruges som anhydrid), iso-phthalsyre eller terephthalsyre
En umættet, organisk syre	fumarsyre eller maleinsyre (bruges som anhydrid)
En glykol	ethylenglykol, diethylenglykol, propylenglykol, dipropylenglykol eller neopentylglykol

Polyesteren er et lineært molekyle, hvis carbonkæde indeholder dobbeltbindinger, der ved fremstillingen af hærdeplastprodukterne bringes til at reagere med styren. Herved dannes tværbindinger mellem polyesterkæderne, således at der opstår et kæmpemolekyle med tredimensionelt netværk i den færdige plast /3/.

Flydende polyesterråvare har typisk følgende indholdsstoffer:

Umættet polyester /3,8/:

Pre-polymer polyester	55 - 70 %
Styren, α -methylstyren og methylmethacrylat	30 - 45 %

Stabilisator /3/:

Quinoner 0,01-0,05 %

Fordampninghæmmer /3/:

Paraffinvoks under 1 %

Accelerator /3/:

Coboltoctoat 10% i min. terpentin 0 - 0,2 %, eller

Coboltoctoat 1% i min. terpentin/DBP 0 - 0,2 %

N,N-dimethylanilin 10% i styren 0 - 0,2 %, eller

N,N-diethylanilin 10% i styren 0 - 0,2 %

Hvor der bruges accelerator, indgår den normalt i polyesterblandingen, men plastvirksomheder har ofte accelerator på lager til brug ved specialproduktioner. Emballagen er typisk 10 og 1 ltr. plastdunke.

Hærder /3/:

Org. peroxider (især MEK-peroxid) 30 - 40 %

Dimethylphthalat (DMP) 40 - 50 %

I specielle hærder bruges i stedet dibutylphthalat eller diisobutylphthalat. Forbruget af hærder er få % af forbruget af polyester. Emballagen er 25 eller 5 ltr. plastdunke /3/.

Topcoat/Gelcoat /3/:

Polyesteren til det yderste lag på færdige emner kan være farvet ved at indeholde pigment og betegnes ofte "topcoat" eller "gelcoat". Den er i øvrigt sammensat som andre polyesteropløsninger og kan indeholde knap 1 % UV-stabilisator, der i de fleste tilfælde er af typen HALS (Hindered Amine Light Stabilizer). Pigmenterne er i dag er bly- og cadmiumfri. Topcoat importeres færdig til brug eller fremstilles ved tilsætning af flydende masterbatch til polyesterråvare.

Masterbatch, dvs. pigment-pasta /3/:

Flydende masterbatch til indfarvning af topcoat eller i enkelte tilfælde af hele produktet består af pigmenter (bestående af organiske og uorganiske salte af bl.a. metallerne chrom, kobber, nikkel og zink) dispergeret i umættet polyester med eller uden styren eller i phthalat. Enkelte producenter blander selv masterbatch.

Brandhæmmere /3/:

Til nogle produkter - svarende til ca 5 % af forbruget af polyester i Danmark - er polyesterens tilsat brandhæmmere: antimontrioxid, chlorparaffiner, bromerede alifatiske forbindelser og/eller aluminiumtrihydrat. Enkelte virksomheder blander selv brandhæmmerne antimontrioxid og chlorparaffiner i polyesterens ved fremstilling af visse produkter /3/.

Desuden anvendes fosforsyreester såsom triphenylphosphat og tributylphosphat samt chlorerede phosphor-forbindelser som tri(chlorethyl)phosphat /8/.

4.7.2 Hjælpestoffer

Slipmidler til forme /3/:

Voks eller polymer i opløsningsmiddelblanding (uden chlor).

Forbruget udgør knap 0,1 % af forbruget af polyester.

Rensemidler til blande- og påføringsudstyr samt forme /3/:

Overfladeaktive stoffer i vandig opløsning med pH over 7
N-methyl-2-pyrrolidon med indhold af overfladeaktive stoffer
m.m.

Acetone, eller til specielle opgaver dichlormethan

Rensmidlerne leveres i tankvogn, tromler eller dunke afhængigt af forbrugets størrelse.

4.7.3 Råvarer og hjælpestoffer der tidligere blev anvendt

I begyndelsen af 1990erne var der følgende afvigelser i råvarer og hjælpestoffer i forhold til 1999:

Topcoat/gelcoat i røde, gule, orange og grønne farver indeholdt ofte blychromat pigmenter, typisk i en mængde på 1-10 %. Produktionsrester, tømt emballage og slibestøv har i disse tilfælde været bly- og chromholdigt /3/.

Vandige rensmidler fandtes ikke, og dichlormethan var almindeligt anvendt som rensmiddel, leveret i tankvogn, tromler eller dunke /3/.

I 1960erne var der følgende afvigelser i råvarer og hjælpestoffer i forhold til 1999:

Topcoat/gelcoat i røde, gule, orange og grønne farver indeholdt ofte cadmiumsulfid pigmenter eller blychromat pigmenter, typisk i mængder på 1-10 %. Produktionsrester, tømt emballage og slibestøv har i disse tilfælde været cadmium-, chrom eller blyholdige. Den anvendte antimontrioxid indeholdt mere end 0,1 % arsen /3/.

4.7.4 Procesbeskrivelse

Produktion med umættet polyester i styren begyndte i Danmark i 1950'erne, og materialet blev i løbet af få år taget i brug af en del virksomheder, i de fleste tilfælde med en primitiv håndværksmæssig produktionsform og i en del tilfælde i lokaler uden forholdsregler mod afdampning eller spild af styren.

Der gælder nu strenge krav i både arbejdsmiljø- og miljøbeskyttelseslovgivning, og virksomhederne er indrettet med omfattende foranstaltninger til begrænsning af emission og påvirkning fra styren. Endvidere anvender virksomhederne i mange tilfælde fuld maskinel produktion.

Polyester-produkter fremstilles ved at blande den flydende polyester-råvare med få procent hærder (katalysator) og evt. andre tilsætningsstoffer og fylde blandingen i form, hvor hærdningen sker. Formene påføres et slipmiddel indeholdende en voks eller en polymer i et opløsningsmiddel inden polyester-en fyldes i.

Der blandes glasfiber-stumper i den flydende polyester, eller glasfibervæv eller -filt lægges i formen og gennemvædes med polyesteren. Polyesteren fyldes i formen ved en række forskellige maskinelle metoder og i nogle tilfælde delvist manuelt med sprøjtepistol eller en påføringsrulle tilsluttet automatisk doseringsanlæg - afhængigt af hvilke produkter, der skal fremstilles. I nogle tilfælde støbes produktet på én gang, i andre tilfælde bygges det op i formen lag på lag. Nogle virksomheder bruger endnu åbne forme, andre bruger lukkede, og atter andre tildækker åbne forme med polyethylenfolie, etablerer vacuum og suger polyesteren ind i formen, hvor den hærder i helt lukket system. Jo mere lukket systemet er, jo mindre er afdampningen af styren.

En enkelt virksomhed fremstiller rør og profiler i endeløse længder i lukket system ved at trække polyestermasse og glasfiber gennem en formgivende dyse efterfulgt af en ovnzone med hærdning, en afkøling og en opskæring i passende længder ("pultrudering").

En anden virksomhed imprægnerer løbende baner af glasfibervæv, bomuldsvæv eller papir med polyester, hærder det delvist i en ovnzone, opskærer og sandwich-lægger det delvist hærdede materiale, og afslutter hærdningen ved presning og opvarmning af laminatet i form eller i blok for senere mekanisk tildannelse. Der anvendes også andre typer hærdeplast til forskellige lag i det laminerede materiale.

Den første hærdning af polyester og styren til fast form sker hurtigt, medens udhærdning typisk varer et par døgn. Opvarmning fremskynder i høj grad

hærdningen, og mange virksomheder anvender ovne både til små og til store emner.

Når emnerne er udtaget af formen skæres og slibes overskydende polyester og glasfiber bort fra kanterne. Nogle produkter poleres og eventuelle porer i overfladen udfyldes med polyester, der hærdes og poleres.

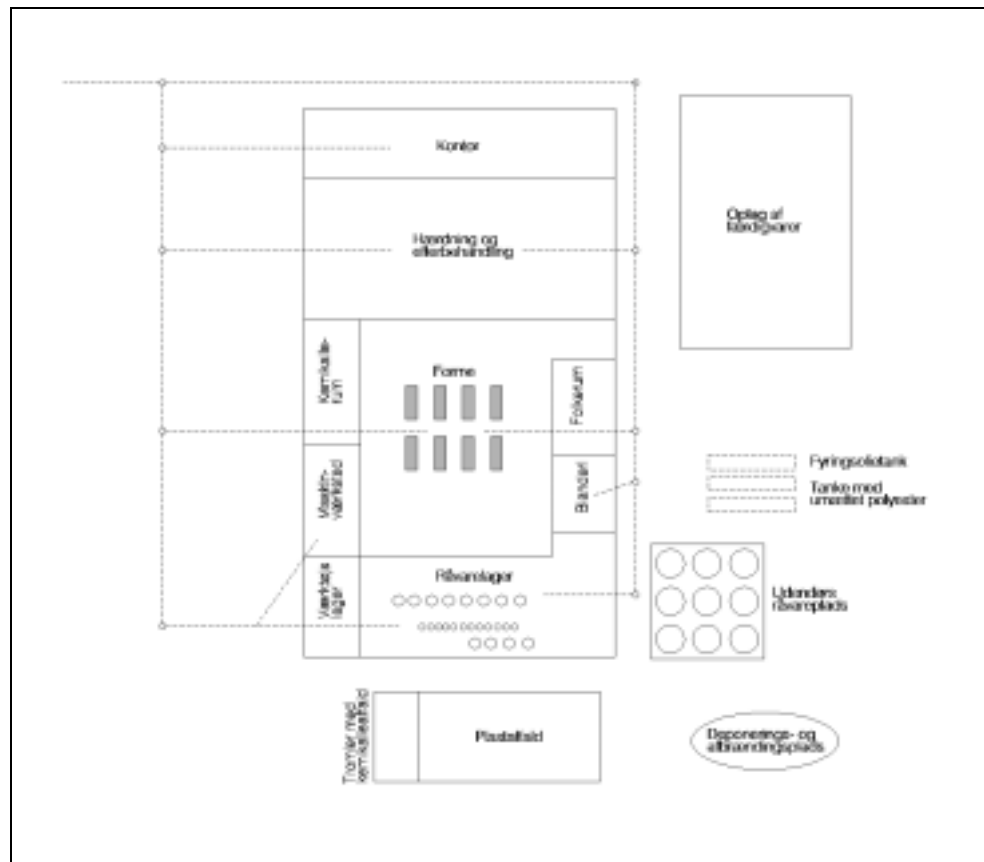
Nogle produkter samles ved limning, hvor der oftest bruges 2-komponent lime af umættet polyester, polyurethan eller epoxy.

Nogle polyester-produkter indgår i sandwich-konstruktioner med andre materialer. Til nogle bruges hårdt PUR-skum, til andre hårdt PVC-skum eller polyamid-imid-skum, til atter andre balsatræ.

Virksomhederne rengør hyppigt forme og værktøj med rensmiddel, og der er ofte indrettet et særlig arbejdssted, hvor dette foregår.

Der opstår produktionsaffald af både uhærdet og hærdet polyester. Uhærdet polyester kan afgive styren både som væske og som dampe, mens det meste styren er bundet kemisk i hærdet polyester, der kun afgiver dampe af styren i lav koncentration.

Et typisk eksempel på indretning af en plastvirksomhed af denne type er skitsemæssigt angivet i figur 4.7.1:



Figur 4.7.1 Principskitse for indretning af en plastvirksomhed, der forarbejder umættet polyester-råvarer med eller uden glasfiberarmering.

4.7.5 Potentiel miljøbelastning

Potentialet for jord- og grundvandsforurening udgøres af :

Spild ved leverance, oplag, håndtering og affaldsbortskaffelse af de anvendte råvarer og hjælpestoffer med styren, α -methylstyren, acetone, N-methyl-2-pyrrolidon og dichlormethan som de stoffer, der udgør langt det største potentiale for forurening af jord og grundvand.

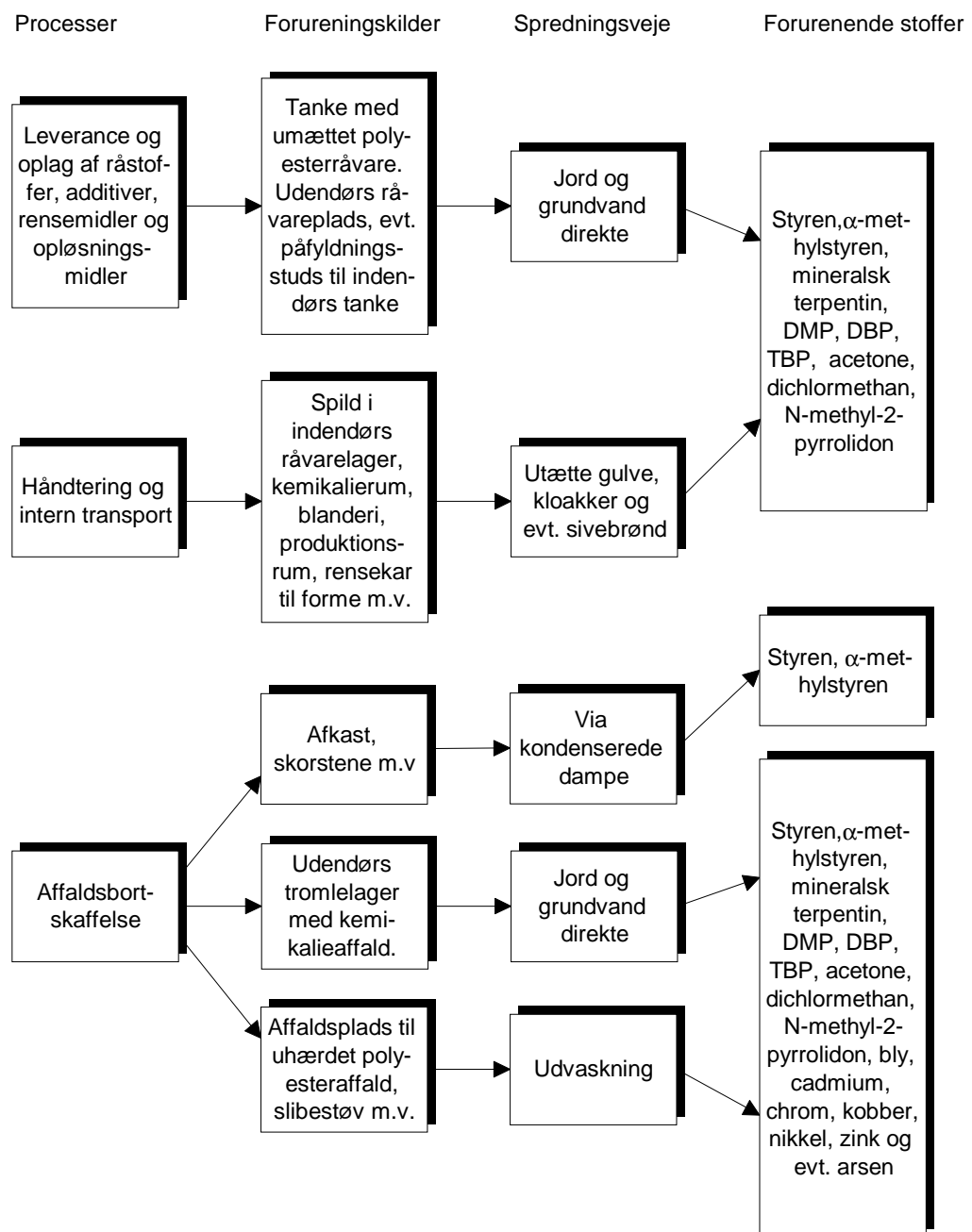
Herudover kan spild ved leverance, oplag, håndtering og affaldsbortskaffelse af additiver og opløsningsmidler såsom mineralsk terpentiner, DMP, DBP og tributylphosphat udgøre et mindre potentiale for forurening af jord og grundvand.

Herudover er affaldsbortskaffelse i form af deponering på ejendommen af slibestøv og støvfiltre samt evt. afbrændte affaldsprodukter, der kan indeholde metallerne bly, cadmium, chrom, kobber, nikkel, zink og evt. arsen et potentiale for forurening af jord og grundvand.

Emission af dampe af styren fra polyesterproduktion vurderes især tidligere, (hvor styrenafdampningen var i størrelsesordenen 10% af polyesterblandingen /3/), at kunne give anledning til forurening ved afkast, hvor kondenserede styrendampe kan sive ned i jord og grundvand.

Affald af hærdet polyester fra afskær fra emner eller evt.. fejlproduktion svarer til affald af kasserede færdige produkter som f.eks. glasfiberbåde, og det udgør således ikke nogen særlig miljøbelastning.

Den potentielle miljøbelastning af jord og grundvand ved plastvirksomheder af denne type er sammenfattet i figur 4.7.2:



Figur 4.7.2 Oversigt over processer, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder i plastvirksomheder, der forarbejder umættet polyester-råvarer med eller uden glasfiberarmering.

4.8 Plastvirksomheder, der forarbejder polyurethan-råvarer

Som beskrevet i kapitel 3 fremstilles produkter af hærdeplasten polyurethan, PUR i tre, måske fire trin:

1. Fremstilling af monomere og pre-polymere.
2. Fremstilling af plastråvarer.
3. Forarbejdning af plastråvare til produkt. Plastråvaren blandes og hærdes/støbes i form/facon evt. med opskumning.
4. Evt. færdiggørelse, bl.a. tilskæring, sammenføjning, dekorering.

Isocyanater og polyoler (1. trin i produktionskæden) fremstilles ikke i Danmark, men importeres /3/.

Et par danske virksomheder fremstiller PUR-plastråvarer (dvs. polyolblandinger) med præcis den sammensætning, der er behov for til diverse specialprodukter, altså det andet trin i produktionskæden /3/. Produktionen på disse virksomheder består principielt i afvejning, blanding og aftapning af kemiske stoffer og beskrives ikke i denne branchebeskrivelse.

Produktionen på hovedparten af de danske PUR-virksomheder består af det tredje af disse trin - på nogle virksomheder suppleret med det fjerde /3/.

PUR-produkter fremstilles ved blanding af to flydende komponenter, hvor den ene indeholder en di-isocyanat og den anden en polyol, d.v.s. et stof med 2 eller flere reaktive hydroxylgrupper. Komponenterne blandes umiddelbart før brug, og i mange tilfælde indeholder polyolen et opskumningsmiddel, der gør materialet til en celleplast under hærningen. Der kan fremstilles produkter med meget forskellige egenskaber ved valg blandt isocyanater, polyoler og additiver, herunder såvel hårdt som fleksibelt PUR-skum.

Der findes også termoplastisk polyurethan. Dette materiale er en ikke-reaktiv polymer, der forarbejdes som andre termoplaster, og har samme potentiale for forurening af jord og grundvand som beskrevet i afsnit 4.1.

4.8.1 Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999

Der anvendes et par forskellige di-isocyanater og en række forskellige polyoler, og desuden bruges en række additiver med forskellige funktioner. Additiverne er i de fleste tilfælde blandet i polyolen, så PUR-plastproducenterne kun modtager 2 komponenter, begge flydende /3/.

De store virksomheder modtager råvarerne med tankbil og opbevarer dem i tankanlæg, medens de mindre virksomheder får råvarerne i tromler eller spande. Blandingsforholdet mellem isocyanat og polyol er typisk mellem 1:2 og 2:1 /3/.

Nedenfor gives en oversigt over hyppigt anvendte råvarer. Dog anvendes der - og har været anvendt - et stort antal forskellige stoffer til forskellige typer

PUR-produkter, så oversigten er ikke komplet. Den enkelte virksomheds råvaresortiment må opgøres konkret, hvis der viser sig at være forurening af jorden med kemikalier.

Di-isocyanater /3/:

- MDI (diphenyl-methan-di-isocyanat)
- MDI, der er lidt polymeriseret
- TDI (toluen-di-isocyanat), både 2,4-TDI og 2,6-TDI
- TDI og MDI i blanding.

Polyoler /3/:

- Polyetherpolyoler baseret på glycerin, trimethylolpropan, sorbitol, succrose eller andre højfunktionelle alkoholer.
- Polyesterpolyoler f.eks. baseret på adipinsyre og alifatiske dioler med 2-6 kulstofatomer. Der bruges mange forskellige polyesterpolyoler.

Katalysatorer bruges i mængder på 0,5-3 % /3/:

- Triethylendiamin, dimethylcyclohexylamin og andre tertiære aminer
- Tinocatoat og andre tinforbindelser.

”Kædeforlængere” bruges i mængder på 2-5 % /3/:

- 1,4-Butandiol
- Diethyltoluendiamin.

”Cross-link’ere” bruges i mængder på 2-5 % /3/:

- Glyceroler
- Di- og tri-ethanolaminer.

Opskunningsmidler bruges i mængder på 10-20 % og er enten stoffer, der fordampes under indvirkning af varmen fra hærdeprocessen /3/:

- Cyclopentan
- HCFC
- HFC.

eller

vand, der ved reaktion med nogle af isocyanat-grupperne danner kuldioxid.

”Cellestabilisatorer”/3/:

Siliconer.

evt. Antioxidanter, mindre end 1 %

evt. UV-stabilisatorer, mindre end 1 %

evt. Brandhæmmere, typisk ca 5 % /3/:

- Tris(chloralkyl)phosphater
- Melamin
- Halogenfri phosphorsyrederivater.

evt. Organiske pigmenter i små mængder

evt. Blødgørere /3/:

- Phthalater
- Citrater.

evt. Fyldstoffer /3/:

- Calciumcarbonat
- Formalet glas.

4.8.2 Hjælpestoffer

Slipmidler til støbeforme /3/:

- HCFC, evt. i blanding med andre opløsningsmidler.
- Opløsningsmidler i blanding uden chlorholdige stoffer, f.eks. mineralsk terpentin eller blanding af alifatiske hydrocarboner.
- Forskellige vokstyper emulgeret i vand.

Rensemidler til blande- og påføringsudstyr samt forme /3/:

- Dichlormethan
- N-methyl-2-pyrrolidon
- Vand tilsat ethanol.

”Dekontamineringsmidler” til isocyanat-affald /3/:

- Alkoholer, specielt ethanol eller isopropanol.
- Vand tilsat ammoniakvand og flydende rengøringsmiddel.

4.8.3 Råvarer, der tidligere blev anvendt

Tidligere blev anvendt CFC eller dichlormethan som opskunningsmidler /3/.

Rengøringsmidlet var i større omfang dichlormethan, TCE og PCE, og dimethylformamid har været anvendt. Dekontamineringsmidlet var hyppigere alkoholer /3/.

4.8.4 Procesbeskrivelse

Der gælder nu strenge krav i både arbejdsmiljø- og miljøbeskyttelseslovgivning for produktion med isocyanater, og virksomhederne er indrettet med omfattende foranstaltninger til forhindring af påvirkning fra isocyanaterne. Der anvendes i dag i de fleste tilfælde fuld maskinel produktion i et helt lukket system.

Al produktion af PUR-produkter består principielt i, at komponenterne blandes kontinuerligt i et blandehead, som injicerer blandingen i formen. Blandingen hærder med eller uden opskumning under varmeudvikling, køles, afformes og evt. efterbehandles. PUR-maskiner har et blandehead og fungerer enten med højtryk (100-200 bar), hvor komponenterne forstøves ind i et blandekammer, eller med lavtryk (3-10 bar), hvor komponenterne sammenpiskes i blandekammeret /3/.

Ved fremstilling af hårdt skum, der bl.a. bruges bl.a. til isolering i køleskabe og fjernvarmerør, bruges næsten udelukkende højtryksmaskiner. Produktionen foregår dels hel- og dels halvautomatisk. Ved halvautomatisk produktion fører operatøren blandeheadet hen til det hulrum i f.eks. køleskabet, der skal fyldes, hvorefter blandeheadet aktiveres. Råvarerne pumpes fra råvaretanke via rørsystemer frem til produktionsstedet, hvor blandeheadet er tilsluttet med slanger. Under hærdeningen udvikles varme, og temperaturen er typisk 150°C i skummets midte. Emner kan udtages af formen efter 5-45 min og udhærdeningen tager knap et døgn. Som opskunningsmiddel anvendes cyclopentan, HCFC, HFC eller kuldioxid /3/.

Fleksibelt skum støbes enten i form - typisk til møbelpolster - eller fremstilles i endeløse blokke på løbende bånd, der efterfølgende opskæres - typisk til madrasser.

Ved støbning i form bruges normalt højtryksmaskiner, der anvendes automatisk eller halvautomatisk, ofte med robotter. Formen påføres slipmiddel forud for støbning. Slipmidlet er opløst i HCFC eller i andre opløsningsmidler. Opskumningen foregår i dag oftest med vand, der danner kuldioxid med en del af isocyanatgrupperne, medens der tidligere blev anvendt CFC /3/.

Ved støbning i blokke føres råvarerne via rørsystemer til et lavtryksblandehead, der doserer blandingen på en papirbane anbragt ovenpå et transportbånd i bunden af en lang kanal, der har blokkens dimensioner. Hærdningen begynder under udvikling af varme, og opskumningen sker, medens papiret fører PUR-materialet igennem kanalen. Blokken afskæres i passende længder og føres til et mellemlager, hvor blokken langsomt køler af, og hærdningen afsluttes i løbet af ca 1 døgn. Senere udskæres skummet til plader, hynder, madrasser osv. /3/.

Hårdt og fleksibelt integralskum samt massiv PUR fremstilles efter samme princip som fleksibelt formskum, og også her bruges slipmidler opløst i HCFC eller andre opløsningsmidler i formen, før PUR-blandingen fyldes i. Der opskummes med vand samt HFC eller pentan. Emner af hårdt integralskum eller massiv PUR bliver ofte overfladebehandlet med maling inden montage til færdige produkter.

Virksomhederne rengør hyppigt forme og værktøj med rensmiddel, og der er ofte indrettet et særligt arbejdssted, hvor dette foregår. I lavtryksmaskiner rengøres blandeheadet efter hvert "skud", dvs. direkte i produktionslinien. Tidligere brugtes dichlormethan, medens der i dag de fleste steder bruges varmt sæbevand /3/.

Der opstår produktionsaffald af både delvist uhærdet og hærdet PUR. Hvis der er ureagerede isocyanatgrupper tilbage i affaldet, udgør dette et farligt produkt, både på grund af isocyanats egenskaber og fordi blandingen udvikler varme og hyppigt overtryk under hærdeprocessen. Affaldet bliver uskadeliggjort ved at færdighærdes eller ved at blandes med et vandigt "dekontamineringsmiddel" eller med en alkohol, der reagerer med og derved uskadeliggør isocyanatgrupperne /3/.

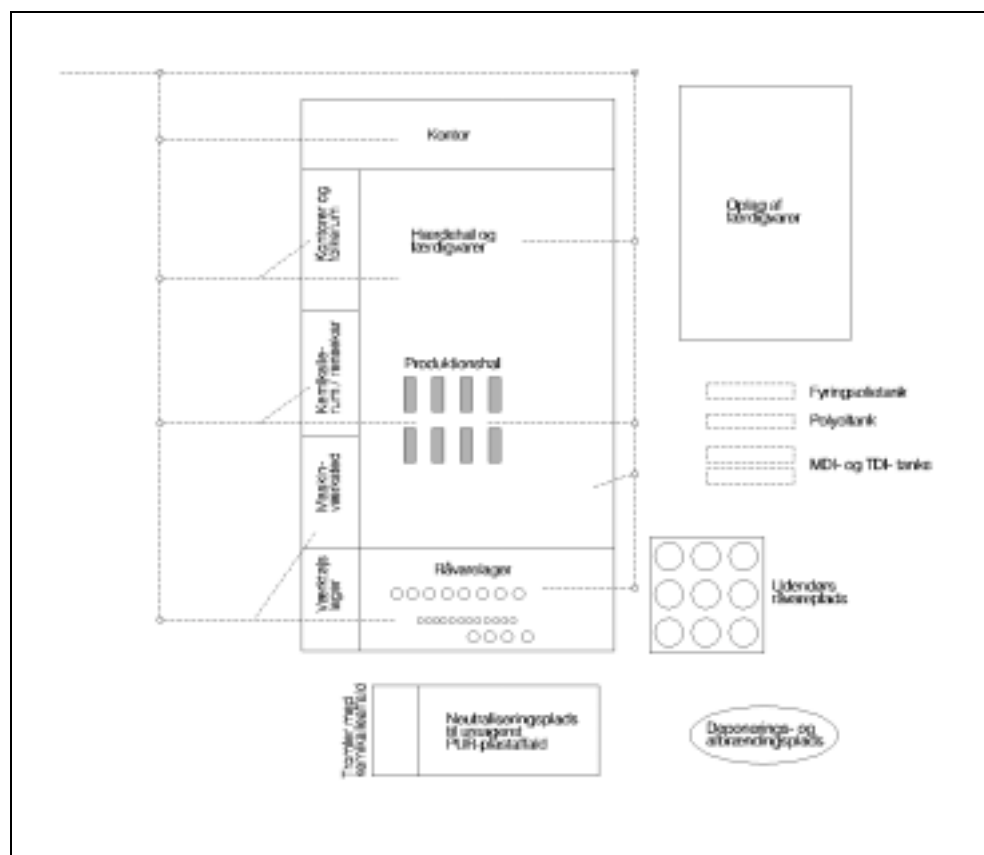
På nogle virksomheder placeres affald af uhærdet PUR på jorden og overhældes med vand, hvorved der dannes polyurinstof, der er et fast, hvidt stof som er uopløseligt i vand.

Affald af hærdet PUR indebærer således ikke risiko for forurening af jord og grundvand.

På en enkelt virksomhed, der har meget afskær af hårdt PUR-skum fra fjernvarmerørs-produktion, sker der kemisk genvinding af polyolen i et særligt anlæg.

På et par virksomheder, der har afskær af fleksibelt PUR-skum, anvendes det til fremstilling lyddæpende foring til maskiner, tæppeunderlag, gymnastikmadrasser mm, idet skummet skæres i stumper, blandes med PUR-prepolymer, presses og hærdes til ”bonded foam”.

Et typisk eksempel på indretning af en plastvirksomhed af denne type er skitse-mæssigt angivet i figur 4.8.1:



Figur 4.8.1 Principskitse for indretning af en plastvirksomhed, der forarbejder polyurethan-råvarer.

4.8.5 Potentiel miljøbelastning

Det vurderes, at spild ved leverance, oplagring, håndtering og bortskaffelse af rensmidler, slipmidler og dekontamineringsmidler udgør det største potentiale for jord- og grundvandsforurening. Det drejer sig især om stofferne mineralsk terpentin, dichlormethan, TCE, PCE, N-methyl-2-pyrrolidon, isopropanol samt dimethylformamid.

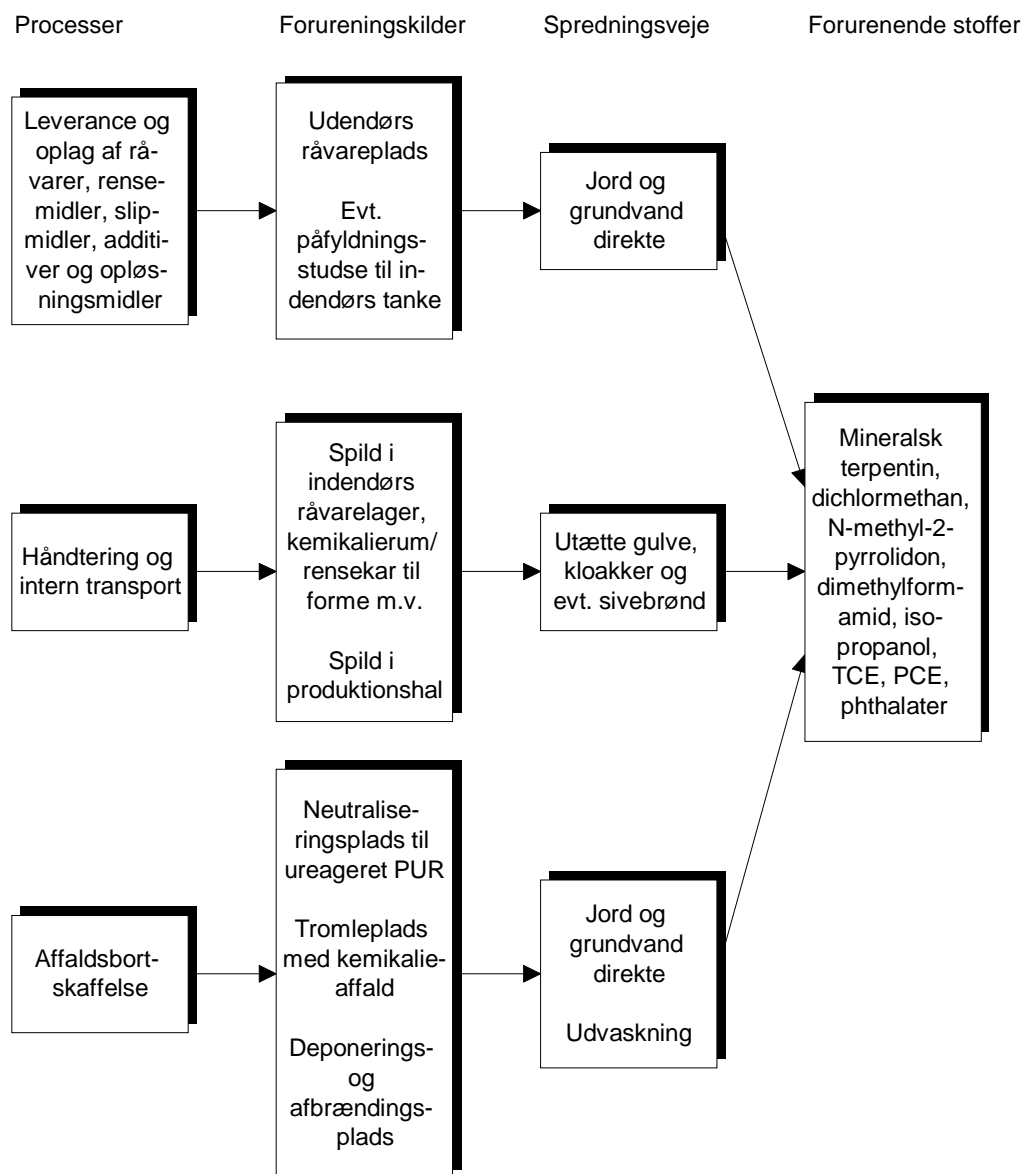
Det vurderes, at spild af di-isocyanater (MDI og TDI) ikke udgør et potentiale for forurening af jord og grundvand, idet stofferne meget hurtigt vil reagere med fugt og vand i jorden, og derved danne tungtopløselige urea-polymerer.

Polyether- og polyesterpolyoler er ret store molekyler med reaktive hydroxylgrupper, som er svagt vandopløselige og bionedbrydelige. Af farlighedsvurderingen fremgår, at stofferne ikke udgør en risiko for mennesker, hvorfor de i denne sammenhæng vurderes ikke at udgøre et potentiale for jord- og grundvandsforurening.

Herudover kan visse andre additiver, i det omfang de bliver oplagret og tilsat på virksomhederne udgøre et potentiale. Det drejer sig især om phthalater.

Opmærksomheden skal desuden henledes på affaldsbortskaffelsen, idet rester af ureageret PUR ofte anbringes på jord og overhældes med vand eller dekontamineringsmiddel. Tilsvarende er et utæt kloaksystem under virksomheden en potentiel kilde, idet der ofte opbevares store mængder flydende råvarer i og omkring produktionshallen.

Den potentielle miljøbelastning af jord og grundvand ved plastvirksomheder af denne type er sammenfattet i figur 4.8.2:



Figur 4.8.2 Oversigt over processer, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder i plastvirksomheder, der fremstiller produkter af polyurethan.

4.9 Plastvirksomheder, der støber acrylplast

Acrylplaster (PMMA) er termoplastiske, men typer med høj molvægt har en så høj viskositet også ved høje temperaturer, at de er vanskelige at forarbejde ved de sædvanlige metoder for termoplast. Man fremstiller i stedet produkter af acrylplast ved støbning i form ud fra monomere eller prepolymere, der polymeriserer i formen, svarende til fremgangsmåden ved

produktion med hærdeplast. Ca. 5 danske virksomheder støber produkter i acrylplast, i alt ca. 8.000 tons om året /3/.

Som beskrevet i kapitel 3 fremstilles produkter af hærdeplast i tre, måske fire trin:

1. Fremstilling af monomere og pre-polymerer.
2. Fremstilling af plastråvarer.
3. Forarbejdning af plastråvare til produkt. Plastråvaren blandes og hærdes/støbes i form/facon.
4. Evt. færdiggørelse, bl.a. tilskæring, sammenføjning, dekorering.

Monomere (MMA) fremstilles ikke i Danmark, men importeres /3/. I mange tilfælde fremstiller danske acrylplastvirksomheder et pre-polymeriseret kort tid før støbningen ved en kortvarig, kontrolleret opvarmning af monomeren efter tilsætning af en initiator /3/.

Fremstilling af plastråvarer (2. trin i produktionsprocessen) sker på mange danske acrylplastvirksomheder umiddelbart før støbningen ved compoundering af pre-polymeriseret (tilsætning af forskellige additiver) /3/.

Herefter støbes acrylplast-råvaren i form/facon og færdiggøres. De fleste danske acrylplastvirksomheder har derfor alle 4 produktionstrin repræsenteret på nær fremstilling af monomeren MMA.

Der importeres også acrylplast, hvor polymererne har relativt lav molvægt. De importeres som færdigt råvare-granulat og forarbejdes på samme måde som andre termoplaste som beskrevet i afsnit 4.1. Støbte acrylplast-plader bliver også formgivet ved termoformning på samme måde som plader af anden termoplast. Potentialitet for forurening af jord og grundvand for denne type plastproduktion svarer til den i afsnit 4.1 beskrevne.

Acrylplast er fuldstændig glasklart, har desuden en særdeles god vejrbestandighed og er hårdt og stift. Det bruges derfor bl.a. som "organisk glas" - "Plexiglas" er et velkendt handelsnavn. Eksempler på produkter er ruder, montere, ovenlyskupler, lyspaneler, reklame- og lysskilte, storskærme til TV/video, brilleglas og badekar.

4.9.1 Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999 og tidligere

Acrylplast fremstilles i Danmark ud fra monomeren /3/:

- Methylmethacrylat (MMA, 2-ethylpropensyremethylester)
- eller

- Methylmethacrylat (MMA) blandet med styren.

I mange tilfælde fremstilles et pre-polymerisat kort tid før støbningen ved en kortvarig, kontrolleret opvarmning af monomeren efter tilsætning af en initiator, en diazoforbindelse.

Før polymerisationen i støbformen tilsættes yderligere /3/:

- Initiator
- UV-absorber
- Molvægtsregulator (ethylhexylthioglycolat)
- Slipmiddel (natrium-dioctylsulfosuccinat)
- Pigmentpasta (pigment uden tungmetal opløst i DBP, dimethylcyclohexylphthalat eller polyglycol).

4.9.2 Hjælpestoffer

Der anvendes kølevand i recirkulation til køling af støbformene, og der bruges derfor vandbehandlingskemikalier og kølekompressor-kemikalier.

Som rensemidler til forme og blandekar anvendes /3/:

- Ethanol
- Ethylacetat
- Vand, varmt og med tryk.

Indtil begyndelsen af 1990'erne anvendtes også dichlormethan som rensesvæske /3/.

4.9.3 Procesbeskrivelse

Støbte acrylprodukter fremstiles ved, at monomeren eller oftere et pre-polymerisat polymeriserer mellem planparallelle, glatte plader eller i en form. Monomererne er meget reaktive og polymeriserer let spontant ved tilførsel af varme eller UV-bestråling. Polymerisationen er eksoterm og skal være under nøje kontrol, for at man undgår luftblærer i det færdige produkt. Dette går bedre, når man gennemfører den første del af polymerisationen i en reaktor. Processen afbrydes ved afkøling, når der er dannet et pre-polymerisat af passende viskositet. Derefter tilsættes UV-absorber, slipmiddel, molvægtsregulator, initiator samt evt. farvestof/pigment, hvorefter blandingen filtreres og behandles i et kar med omrøring og vakuum, hvor al luft suges ud af blandingen, der nu er klar til at fyldes i støbformen /3/.

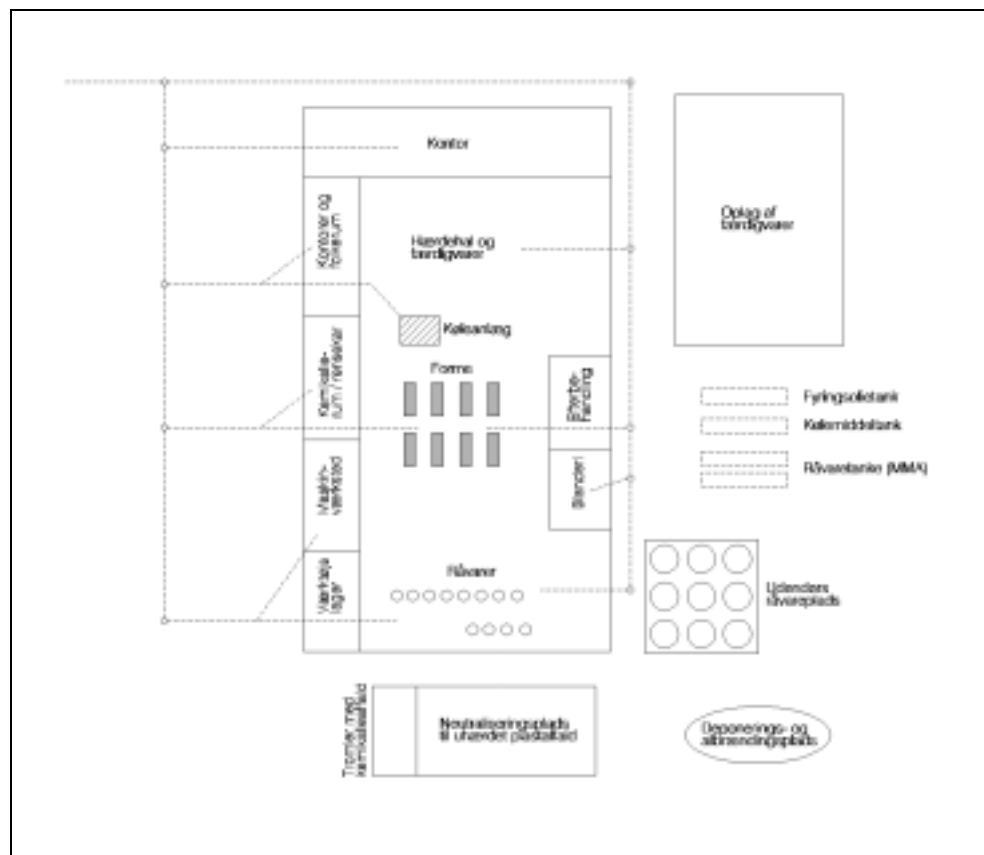
Ved fremstilling af plane plader består støbeformen af to glasplader eller prægede aluminiumsplader, der er samlet med en PVC-slange som pakning rundt i kanten. Acrylblandingen doseres til mellemrummet efter vægt og under udsugning. Støbningen indledes i vandbad, fortsætter i ovn, afsluttes ved kontrolleret nedkøling og varer 6-14 timer afhængigt af pladernes tykkelse. Formene køles med vand, der recirkuleres. Efter afformning pålægges de støbte acrylplader en beskyttende polyethylenfolie på begge sider og kanter med PVC-slange afskæres /3/.

Acrylmonomere og styren er flygtige. Der fordamper lidt af stofferne under produktionen, og virksomhederne har udsug fra produktionslokalerne af acrylat- og måske styrenholdig luft. Der anvendes næsten udelukkende lukket produktionsudstyr, og luftskiftet i produktionslokalerne er stort af hensyn til arbejdsmiljøet, så koncentrationen af acrylat i udgangsluften er relativt lav. Udgangsluften renses ikke /3/.

Produktionsudstyr og forme rengøres hyppigt og i specielt indrettede rum. Der bruges vand - i nogle tilfælde med varme og tryk - samt ethanol og ethylacetat. Eventuelle rester af MMA polymeriserer i renses-vandet og udskilles fra spildevandet, før det udledes. Målinger har vist, at der ikke er MMA i spildevandet.

Ved produktionen opstår affald af uhærdet og hærdet støbemasse, rester af råvarer og hjælpestoffer, emballage fra råvarer og hjælpestoffer, afskær af støbegreter eller pladekanter med påsiddende PVC-slanger, spildevandsrester fra rengøring af forme og blandeudstyr samt brugte rensesvæsker.

Et typisk eksempel på indretning af en plastvirksomhed af denne type er skitse-mæssigt angivet i figur 4.9.1:



Figur 4.9.1 Principskitse for indretning af en plastvirksomhed, der fremstiller produkter af acrylplast.

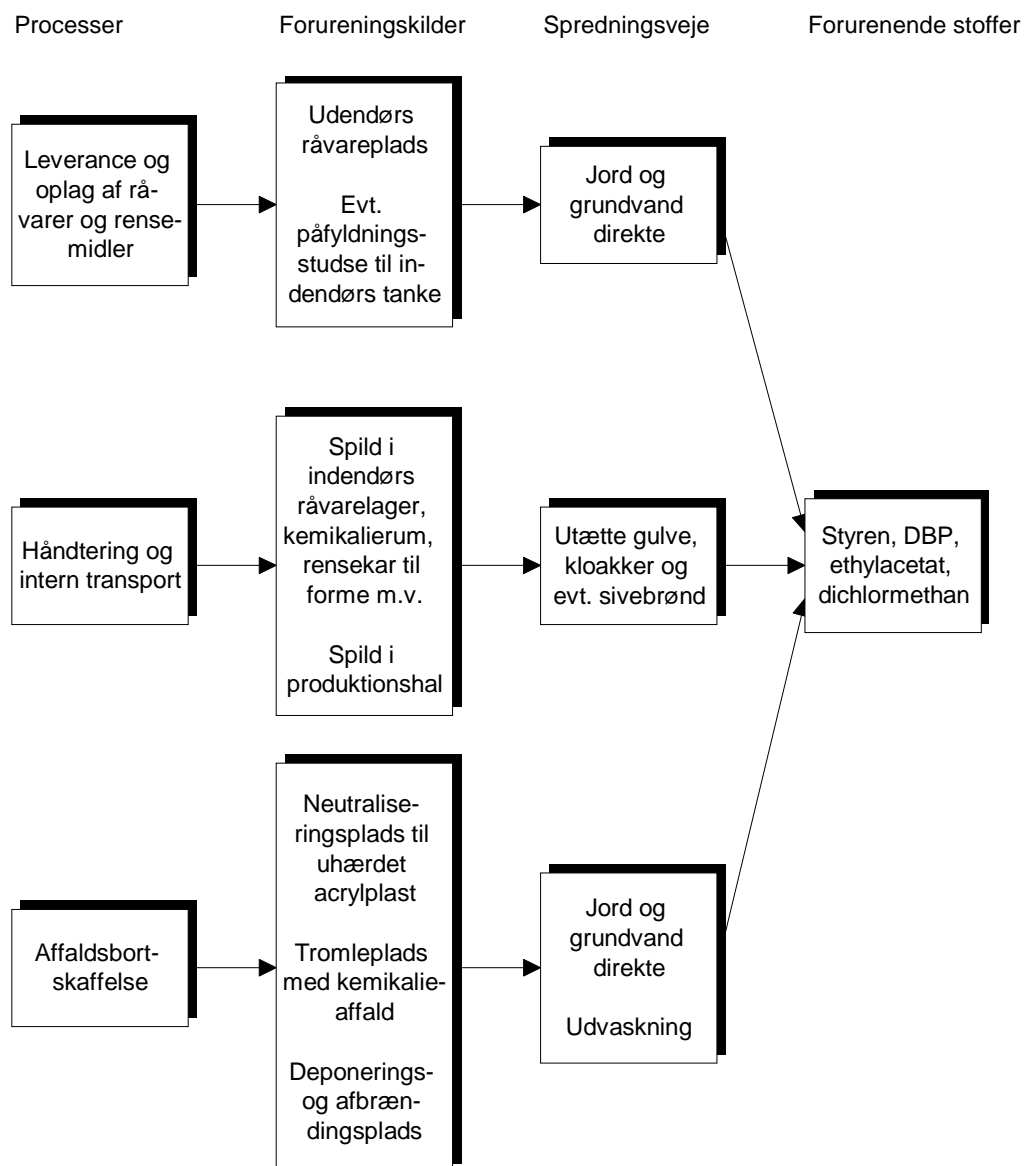
4.9.4 Potentiel miljøbelastning

Det vurderes, at spild ved leverance, oplagring, håndtering og bortskaffelse af råvarer samt rensmidler udgør det største potentiale for jord- og grundvandsforurening. Det drejer sig især om stofferne styren, DBP, ethanol, ethylacetat og dichlormethan.

Derimod vurderes det, at spild af monomeren (MMA) ikke udgør et forureningspotentiale for jord og grundvand, da MMA let polymeriserer.

Opmærksomheden skal henledes på affaldsbortskaffelsen, idet rester af uhærdet acrylplast ofte anbringes på jord og overhældes med vand. Opmærksomheden skal desuden henledes på, at et evt. utæt kloaksystem under virksomheden er en potentiel kilde, idet der ofte opbevares flydende rensmidler i og omkring produktionshallen.

Den potentielle miljøbelastning af jord og grundvand ved plastvirksomheder af denne type er sammenfattet i figur 4.9.2:



Figur 4.9.2 Oversigt over processer, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder i plastvirksomheder, der fremstiller produkter af acrylplast.

4.10 Plastvirksomheder, der pressestøber phenolplast, ureaplast eller melaminplast

Phenolplast (et velkendt handelsnavn er ”Bakelit), ureaplast (”Urea” eller ”Lys bakelit”) og melaminplast er hærdeplaster.

Som beskrevet i kapitel 3 fremstilles produkter af hærdeplast i tre, måske fire trin:

1. Fremstilling af monomere og pre-polymerer.
2. Fremstilling af plastråvarer.
3. Forarbejdning af plastråvare til produkt. Plastråvaren blandes og hærdes/støbes i form/façon.
4. Evt. færdiggørelse, bl.a. tilskæring, sammenføjning, dekorering.

Ca. 5 danske phenolplastvirksomheder fremstillede tidligere selv pre-polymer ud fra phenol og formaldehyd (altså 1. trin i produktionsprocessen), men ophørte hermed fra 1950erne – den sidste i 1985. De samme virksomheder compounderede samtidig pre-polymeren ved tilsætning af additiver (2. trin i processen) /3/.

Phenolplast-råvare importeres i dag som færdigt ”pressepulver”. Urea- og melaminplast er altid blevet importeret til Danmark som færdigt pressepulver /3/.

Alle tre plasttyper kan forarbejdes ved pressestøbning, idet plast-råvaren er et pulver, der består af en pre-polymer af formaldehyd og hhv. phenol, urea eller melamin samt fyldstoffer og andre additiver. Ved påvirkning med varme og tryk på pulveret i forme – pressestøbning – reagerer pre-polymererne til polymerer, der sammen med fyldstofferne danner hårde, meget bestandige materialer /3/.

Pressestøbning er den ældst kendte plastforarbejdningsproces, og har tidligere også været anvendt til termoplast. I dag anvendes metoden kun af ca. 5 danske plastvirksomheder, der forarbejder omkring 4.000 tons plastråvare pr. år: 150 tons phenolplast, 3.700 tons ureaplast og 150 tons melaminplast /3/.

Phenolplast var den første hærdeplast, der blev udviklet. Allerede før 1920 begyndte et par virksomheder i Danmark at pressestøbe produkter i phenolplast, og i 1950erne forarbejdede op til ca. 70 danske virksomheder phenolplast. Det var den mest anvendte plastråvare i den danske plastindustri indtil midten af 1950erne – af størrelsen 4.000 tons pr. år – hvorefter dansk produktion med termoplast begyndte at vokse meget stærkt /3/.

Phenolplast er hårdt, slidstærkt, varme- og kemikaliebestandigt og har en god elektrisk isoleringsevne. Polymeren bliver mørk brunlig af urenheder, så produkter kan kun fremstilles i mørke farver. Phenolplast blev tidligere anvendt til mange forskellige produkter, men bruges i dag især til elektrisk og teknisk udstyr.

Urea- og melaminplast har egenskaber, der minder om phenolplast. De kan tilmed begge fremstilles i hvidt og lyse nuancer, og anvendes derfor ikke

alene til el-materiel, men også til toiletsæder, badeværelsesudstyr, køkkenudstyr, bordplader mm.

Forarbejdning af pressepulver af disse plasttyper begyndte i Danmark i årene efter 1945. Ureaplast pressestøbes i dag af en eller to danske virksomheder. Melaminplast blev indtil begyndelsen af 1990erne bl.a. anvendt til pressestøbning af kvalitets køkkenudstyr i Danmark, men denne produktion er i dag flyttet til udlandet /3/.

De tre plasttyper kan også forarbejdes ved sprøjtstøbning, hvilket nogle af virksomhederne gør i lille omfang /3/.

De tre polymertyper anvendes også til lime til bl.a. spånplade-, krydsfiner- og limtræproduktion, til laminerede bordplader, til malerverner mv., hvilket dog ikke behandles i denne branchebeskrivelse.

4.10.1 Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999 og tidligere

Pressepulver til phenolplast indeholder /3/:

Pre-polymer af phenol, formaldehyd, cresol og resorcinol:	”Resol”- eller ”Novolak”-type.
Katalysator til Resol-type:	Ammoniak, natriumhydroxid
Katalysator til Novolak:	Oxalsyre, saltsyre.
Hærder i Novolak-type:	Hexamethylentetramin (HMTA)
Fyldstoffer:	F.eks. kridt, kaolin, stenmel, glimmer, glasfibre (op til 70%) træmel, bomuldsfibre.
Pigmenter:	F.eks. rent kulstof ”carbon black”, titandioxid, jernoxider.
Smøremidler:	Olie, stearinsyre, metalstearater, voks.

Pressepulver til ureaplast indeholder en pre-polymer af urea (carbamid) og formaldehyd samt fyldstoffer og pigmenter som de ved phenolplast nævnte, men også organiske pigmenter til diverse nuancer /3/.

4.10.2 Råvarer, der blev anvendt tidligere

Tidligere (frem til 1950erne) blev phenol, formaldehyd, ammoniak, natriumhydroxyd, oxalsyre, saltsyre samt HMTA anvendt til fremstilling af pre-polymer phenolplast i Danmark /3/.

Til visse produkter af phenolplast har været anvendt asbest som fyldstof /3/.

Til specielle produkter af phenolplast, urea- og melaminplast kan have været anvendt blødgørere, måske dibutylphthalat eller naphthalen /3/.

Pressepulver til melaminplast indeholdt en pre-polymer af melamin og formaldehyd samt fyldstoffer og pigmenter /3/.

4.10.3 Hjælpestoffer

Der anvendes rensmidler til produktionsudstyr, som antagelig tidligere har været dichlormethan, og som senere er afløst af acetone og N-methyl-2-pyrrolidon, jf. afsnit 4.8 og 4.9.

De pumper, der frembringer pressetrykket under pressestøbningen, indeholder hydraulikolie.

4.10.4 Procesbeskrivelse

Fremstilling af pre-polymer phenolplast samt fremstilling af phenolplast-råvare ved compounding er sket i en reaktor-beholder, hvor råvarerne er blevet blandet og opvarmet og igen afkølet, så snart den ønskede grad af polymerisering var opnået. Det pre-polymere materiale er blevet blandet med additiver og homogeniseret ved bearbejdning over varme valser /3/.

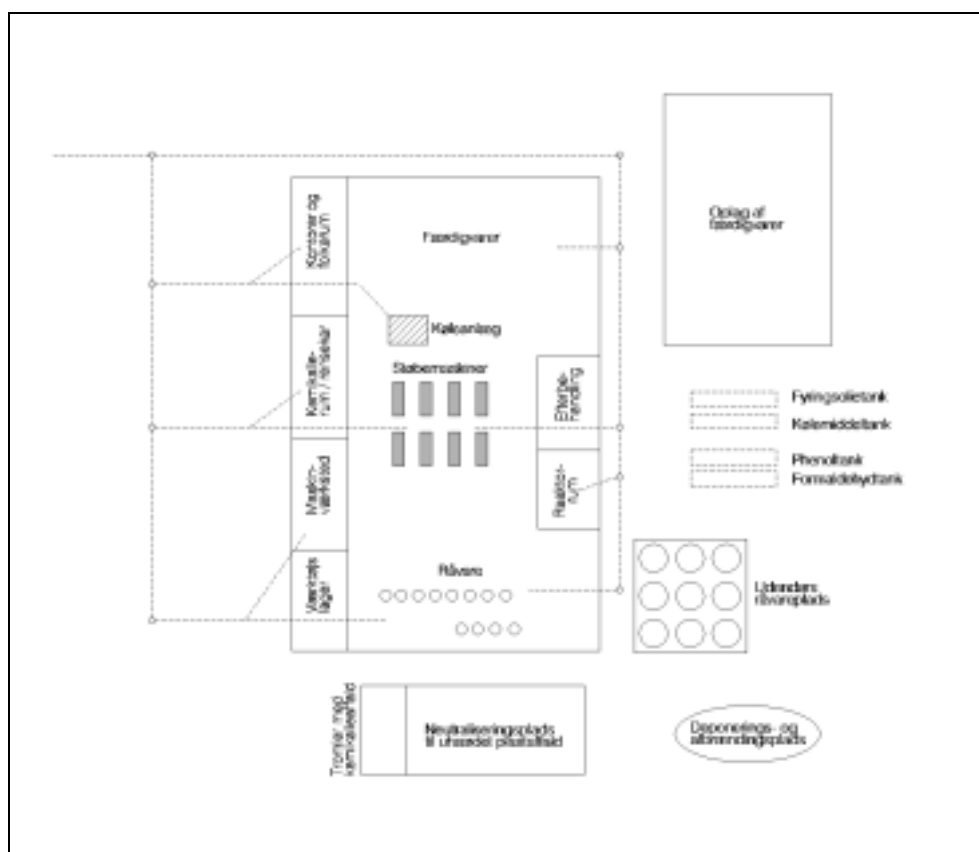
De virksomheder, der fremstillede pre-polymer phenolplast samt fremstillede phenolplast-råvarer har haft opbevaring, transport og håndtering af flydende kemikalier (herunder phenol og formaldehyd). Der har været anvendt rensmidler til produktionsudstyr, og der har været emission af formaldehyd /3/.

De virksomheder som forarbejder færdigindkøbt pressepulver (plastråvare) har typisk anvendt opvarmede stålforme, hvortil pressepulveret føres til, formen lukkes, presses sammen og opvarmes yderligere. Herved ændrer plastråvaren konsistens som hos en termoplast og bliver letflydende. Samti-

dig går polymerisationen/hærdningen i gang, og platen bliver hurtigt igen fast og kan udtages af formen uden eller næsten uden køling /3/.

Det støbte emne skal typisk have fjernet støbegrater ved slibning og evt. poleres.

Et typisk eksempel på indretning af en plastvirksomhed af denne type er skitse-mæssigt angivet i figur 4.10.1:



Figur 4.10.1 Principskitse for indretning af en plastvirksomhed, der fremstiller produkter af phenolplast, ureaplast eller melaminplast.

4.10.5 Potentiel miljøbelastning

For virksomheder, som tidligere har fremstillet pre-polymer phenolplast eller som har compounderet phenolplast vurderes det, at spild ved levering, oplagring, håndtering og affaldsbortskaffelse af monomere, pre-polymere og additiver udgør et potentiale for jord- og grundvandsforurening.

Eventuel affaldsdeponering på grunden samt utætte kloaksystemer under produktionslokalerne udgør typiske kilder.

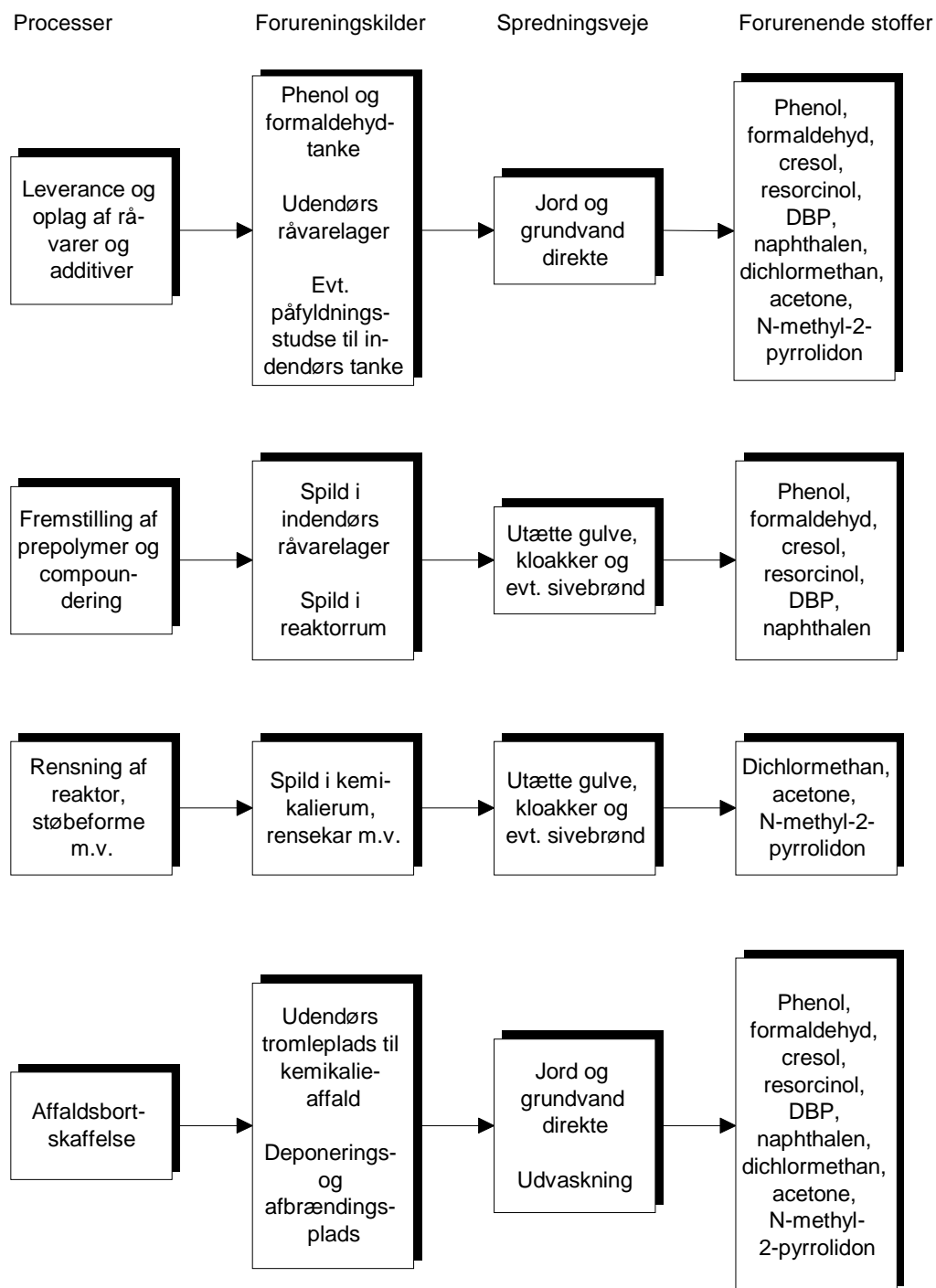
Det drejer sig især om råvarerne phenol, formaldehyd, cresol, resorcinol; additiverne DBP og naphthalen, samt rensmidlerne dichlormethan, acetone og N-methyl-2-pyrrolidon.

Hvis der har været anvendt asbest i produktionen, og dette er blevet deponeret på ejendommen, kan dette udgøre et mindre potentiale for forurening af jorden. Årsagen hertil er, at der ved gravearbejde gennem et asbestdeponi kan ske en potentiel frigivelse af støv med indhold af asbestfibre, som er farlige ved indånding.

Derimod vurderes der ikke at være væsentligt potentiale for forurening af jord og grundvand ved forarbejdning af phenolplast udfra indkøbt pressepulver.

Tilsvarende vurderes der heller ikke at være væsentligt potentiale for forurening af jord og grundvand ved forarbejdning af ureaplast og melaminplast udfra indkøbt pressepulver.

Den potentielle miljøbelastning af jord og grundvand ved plastvirksomheder af denne type er sammenfattet i figur 4.10.2:



Figur 4.10.2 Oversigt over processer, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder i plastvirksomheder, der fremstiller produkter af phenolplast, ureaplast eller melaminplast.

4.11 Plastvirksomheder, der trykker eller maler på plast

Plast adskiller sig fra de fleste andre materialer ved at kunne fremstilles i alle mulige farver ved, at der blandes pigmenter i polymeren. Der kan derfor fremstilles produkter til mangfoldige formål uden, at dekorering er nødvendig. Men mange plastprodukter, især emballager, bliver dog dekoreret med tryk, og det sker ofte på plastvirksomheden. Mindre udbredt er maling af plastprodukter, men f.eks. PUR-integralskum er vanskeligt at fremstille med en perfekt overflade i pæne farver og bliver derfor hyppigt malet.

Der er ingen principiel forskel på trykning eller maling af plast og andre materialer - og derved heller ikke på potentialet for forurening af jord og grundvand ved dekorering af plast og af andre materialer. I alle tilfælde anvendes trykfarver og malevarer, der dels kan hæfte på overfladen af produktet, dels ikke ødelægger materialet og dels kan modstå de påvirkninger, som produktoverfladen vil blive udsat for i brug.

Emballager af plastfolie forsynes i de fleste tilfælde med tryk frem for med etiket. Emballagerne fremstilles ofte af polyethylen eller polypropylen, og erfaringer har vist, at disse plasttypers overflade er meget lidt forenelig med almindelige trykfarver. Men man har erfaret, at en behandling af plastoverfladen med UV-bestråling ("corona") gør den trykbar, og det er rutine på de plastvirksomheder, der har folieblæsning at corona-behandle folierne som et led i produktionen /3/.

4.11.1 Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999 og tidligere

Trykfarver til flexibel plastfolie betegnes "flexo-trykfarver". De indeholder enten en blanding af letflygtige opløsningsmidler og tørrer ved, at opløsningsmidlerne fordamper, eller de indeholder acryl-bindemidler, der hærdes med UV-bestråling.

De opløsningsmidler, der anvendes og har været anvendt, omfatter /3/:

- Vand
- Alifatiske kulbrinter C6-C8
- Toluen
- Ethyl-/propyl- og butylacetater
- Methylethylketon, methylisobutylketon
- Ethanol og propanoler
- Ethylglykol og propylglykoler.

idet den enkelte trykfarve indeholder et udvalg heraf.

Bindemidlerne er diverse termoplastiske polymere.

Pigmenterne er uorganiske og organiske af alle typer, bl.a. indeholdende metallerne bly, chrom, cadmium, kobber og zink.

I en del tilfælde afsluttes trykningen med en lakering, hvor lakken indeholder opløsningsmidler af samme type.

UV-hærdende trykfarver indeholder som bindemidler acrylater med en sådan molvægt, at de ikke er flygtige ved rumtemperatur, men stadigt hurtigt kan hærdes med UV-lys. De indeholder ikke eller kun ganske lidt opløsningsmiddel /3/.

De malevarer, der anvendes og har været anvendt til plast, er af mange forskellige typer og herved med indhold af forskellige opløsningsmidler især af typerne /3/:

- Alifatiske kulbrinter
- Aromatiske kulbrinter
- Estere
- Ketoner
- Glykolethere
- Alkoholer.

4.11.2 Hjælpestoffer

Der anvendes rensemidler med indhold af alle de nævnte opløsningsmiddelblandinger samt tidligere også chlorerede kulbrinter. Vandige rensemidler indeholder blandinger af overfladeaktive stoffer og vandblandbare, tungt-flygtige organiske opløsningsmidler /3/.

4.11.3 Procesbeskrivelse

Trykfarver og malevarer er flydende. De påføres det emne, der skal behandles, med valse, sprøjte eller på anden vis, og bliver derefter tørret/hærdet ofte i ovn eller med UV-bestråling, hvor opløsningsmidler afdamper, og i mange tilfælde sker der en polymerisation af bindemidlerne /3/.

I nogle tilfælde forbehandler man plastoverfladen med en opløsningsmiddelholdig ”primer” eller med UV-bestråling for at opnå tilfredsstillende vedhæftning /3/.

Trykkeri eller malerværksted er typisk indrettet som en særlig lokalitet på plastvirksomheden med egen ventilation, kemikalierum osv. Men trykning

kan også - især ved behandling af plastfolie i endeløse baner - være en del af produktionsbanen, som det f.eks. er tilfældet for plastposer, der trykkes før plastbanen opskæres/svejses /3/.

Der er af denne årsag ikke udarbejdet en skitse med typisk indretning af denne type plastvirksomhed.

Trykkemaskiner og andet påførsudstyr renses hyppigt; dele der kan afmonteres evt. i særskilt rensrum.

Ved produktionen opstår affald af rester af trykfarver/malevarer og hjælpestoffer, tømt emballage og brugte renevæsker.

4.11.4 Potentiel miljøbelastning

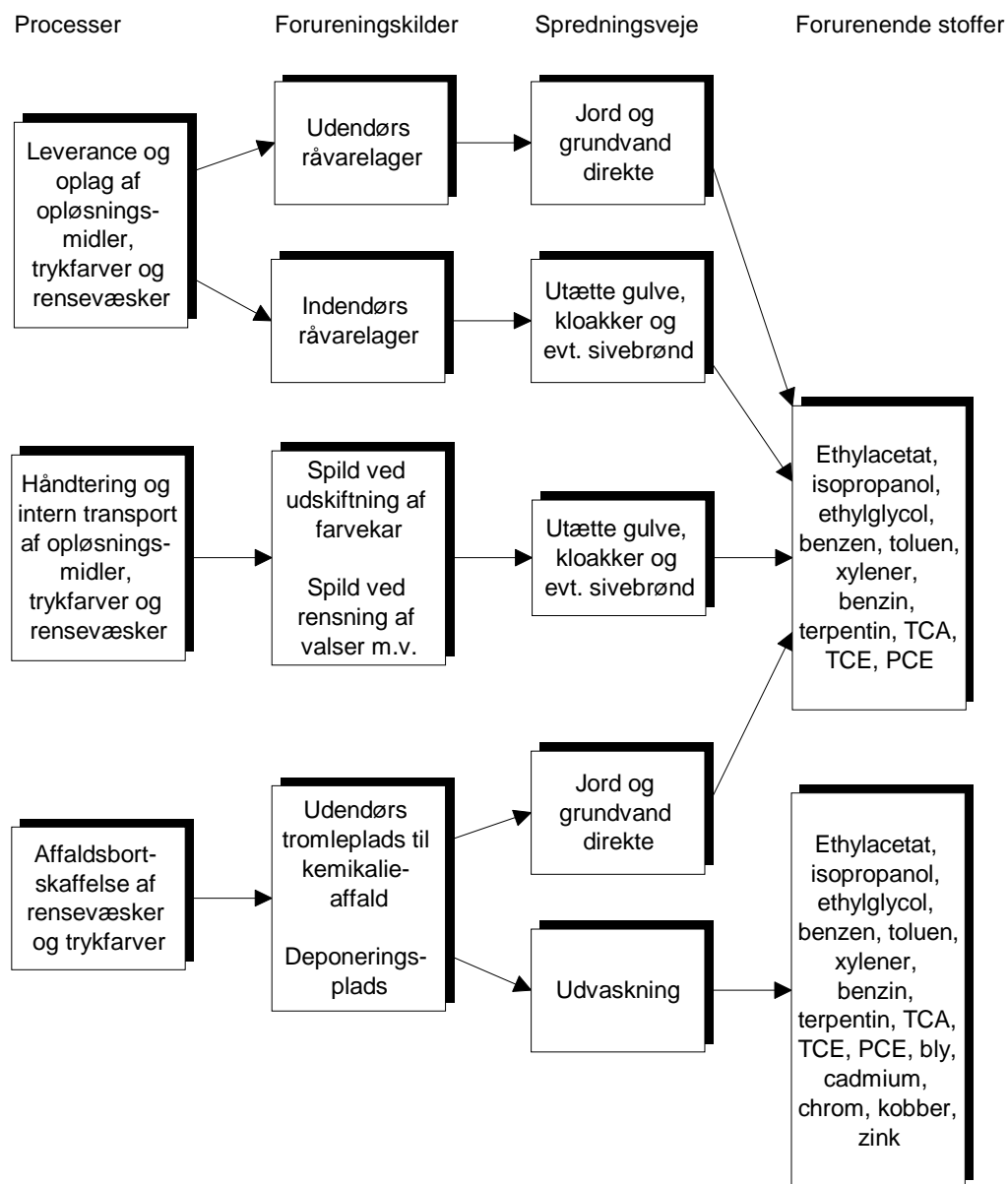
Ved anvendelse af trykfarver og renevæsker vil der altid være risiko for forurening af jord og grundvand, først og fremmest med opløsningsmidler, pigmenter og rensmidler.

Spild ved leverance, oplagring, håndtering samt affaldsbortskaffelse kan give anledning til jord- og grundvandsforurening. En anden mulig forureningskilde kan være utætte kloakker, jf. tidligere afsnit.

Det vurderes, at de stoffer, der udgør den største risiko for jord og grundvand vil være ethylacetat, isopropanol, ethylglycol, benzen, toluen, xylener, benzin, terpentin, TCA, TCE, PCE, bly, cadmium, chrom, kobber og zink

De makromolekylære forbindelser såsom acrylaterne anses ikke med den nuværende viden for problematiske i forhold til forurening af jord og grundvand pga. deres biologiske utilgængelighed og deres immobilitet.

Den potentielle miljøbelastning af jord og grundvand ved trykning eller maling på plast er sammenfattet i figur 4.11.1:



Figur 4.11.1 Oversigt over processer, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder i plastvirksomheder, der trykker eller maler på plast.

4.12 Plastvirksomheder, der limer plast

Plastmaterialernes og produktionsmetodernes karakter gør det muligt at fremstille mange produkter i eet stykke. Men der er dog også en del plastprodukter, hvor sammenføjning af produktdele er en væsentlig del af produktionen. Det sker i mange tilfælde ved svejsning eller ved laminering med varme/tryk /3/.

Disse metoder indebærer ikke brug af kemiske stoffer og udgør derved heller ikke et potentiale for forurening af jord og grundvand.

Men sammenføjning sker også ved limning /3/. Nogle limtyper indebærer et potentiale for forurening af jorden, andre gør det ikke.

4.12.1 Råvarer, der blev anvendt i Danmark i 1999 og tidligere

I grove træk bruges følgende limtyper til de forskellige plasttyper /3/:

Amorfe termoplaster (PVC, ABS, m.fl.)	Lime med indhold af et opløsningsmiddel, der opløser overfladen, så plasten bliver "selvklæbende". F.eks. tetrahydrofuran el. dichlormethan til PVC, methylethylketon el. dichlormethan til ABS.
Krystallinske termoplaster (PE, PP, m.fl.)	"Hot Melt"-lime (d.v.s. polymerer, der smeltes, påføres fladerne og størkner ved køling). Oftest må PE og PP behandles med UV-stråling eller flamme for at opnå god hæftning af limen.
Hærdeplaster	Hærdende lime (2-komponent epoxy, 1- eller 2-komponent isocyanat, 2-komponent polyester, ethyl- og butylacrylat, cyanoacrylat m.fl.) eller opløsningsmiddelholdige kontaktlime.

4.12.2 Hjælpestoffer

Sammen med brug af de fleste lime anvendes rensemidler, typisk acetone, eller opløsningsmiddel-blandinger, tidligere også chlorerede kulbrinter /3/.

Til overfladebehandling er tidligere anvendt kemikalier som bl.a. benzin, ethanol, polyolefiner, ozon, peroxyder, chromsvovlsyre, hypochlorit, perchlorethylen (PCE), trichlorethylen (TCE), benzen og dekalin. I dag anvendes chlorerede opløsningsmidler sjældent /2/.

4.12.3 Procesbeskrivelse

Limning udføres automatiseret maskinelt eller manuelt afhængigt af hvilke emner, der skal sammenføjes /3/.

Produktoverflader, der skal limes, skal være helt rene, og derfor er første del af processen i mange tilfælde afrensning /3/.

Lime påføres med valse eller sprøjte på store flader, med punkt-dosering eller håndværktøj på små dele og på mange andre måder. Produktdelene samles ofte med et vist tryk, og limene hærdes i mange tilfælde i ovn /3/.

Limningsprocessen foregår på nogle plastvirksomheder i særlige lokaler, i andre som en del af produktionsbanen.

Limningsudstyret renses hyppigt - dele, der kan afmonteres evt. i særskilt renserum.

Ved produktionen opstår affald af limrester, tømte emballager, brugte renevæsker mm.

I lighed med det foregående afsnit er der ikke udarbejdet en skitse med typisk indretning af denne type plastvirksomhed.

4.12.4 Potentiel miljøbelastning

Ved anvendelse af lime og renevæsker vil der altid være risiko for forurening af jord og grundvand. Såvel spild ved leverance, oplagring og håndtering af flydende kemikalier samt affaldsbortskaffelse kan give anledning til jord- og grundvandsforurening. En anden mulig forureningskilde kan være utætte kloakker, jf. tidligere afsnit.

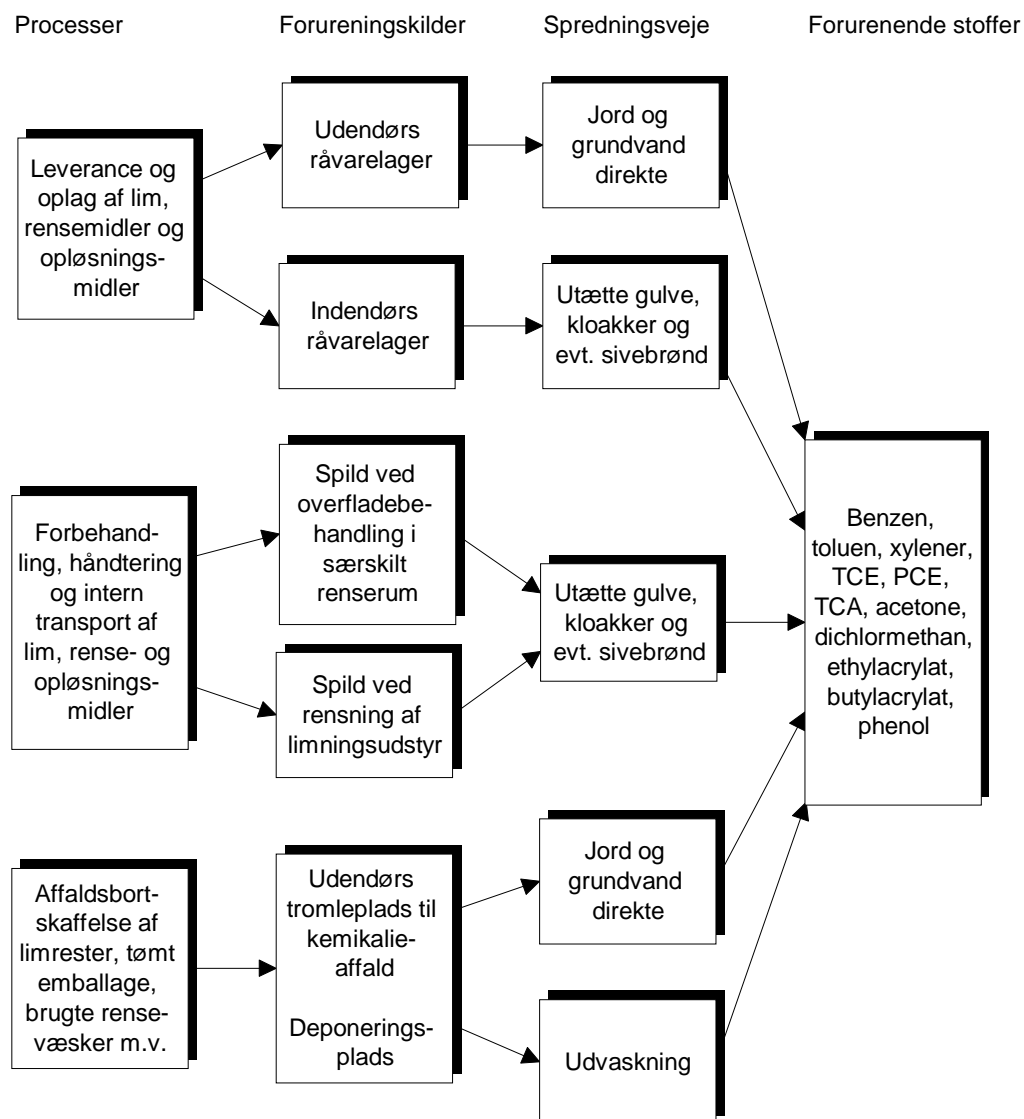
I mange tilfælde er den mængde lim/klæbestof, der anvendes, ret lille og emballagerne derfor små - medens renevæsker bruges i større emballager /3/.

Forureningspotentiallet knytter sig især til opløsningsmidler og renevæsker.

Størstedelen af klæbestofferne er højmolekylære stoffer og derfor ikke så problematiske i forureningsmæssig sammenhæng. Monomere acrylater (ethyl- og butylacrylat) samt phenol kan dog udgøre en forureningsmæssig risiko /2/.

Det vurderes, at de stoffer, der udgør den største risiko for jord og grundvand vil være benzen, toluen, xylener, TCA, TCE, PCE, acetone, benzin, dichlormethan, ethylacrylat, butylacrylat og phenol.

Den potentielle miljøbelastning af jord og grundvand ved limning af plast er sammenfattet i figur 4.12.1:



Figur 4.12.1 Oversigt over processer, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder i plastvirksomheder, der limer plast.

5 FORURENINGSRISIKO

5.1 Oversigt over potentielle forureningskilder og stoffer

Som det fremgår af gennemgangen af teknologi, processer og miljøbelastning i kapitel 4, er der mulighed for en række potentielle punktkilder til forurening af jord og grundvand på plastvirksomheder.

I tabel 5.1 er der givet en oversigt over de forureningskilder, spredningsveje og forurenende stoffer, som er knyttet til de i kapitel 4 nævnte processer på plastvirksomheder.

Det vurderes overordnet, at hjælpestoffer såsom diesel, fyringsolie samt smøre- og hydraulikolie hyppigt giver anledning til jord- og grundvandsforurening på alle typer af industrivirksomheder. Stofferne spredes enten fra underjordiske beholdere direkte til jord og grundvand eller fra indendørs spild via utætheder i gulve, kloakker og sivebrønde.

Derimod vurderes det overordnet, at øvrige hjælpestoffer såsom kølemidler, vandbehandlingskemikalier, rengøringsmidler mv. kun i særlige tilfælde udgør en risiko for jord- og grundvandsforurening på plastvirksomheder.

Aktivitet	Forureningskilder	Spredningsveje	Forurenende stoffer
Forarbejdning af termoplastråvarer (dog ikke blød PVC)	<ul style="list-style-type: none"> kølesystemet ved ekstrudering udendørs deponering af plastaffald 	<ul style="list-style-type: none"> utæt gulv, kloak, evt. sivebrønd udvaskning 	<ul style="list-style-type: none"> TBP TBP
Compoundering af termoplastråvarer (hård PVC)	<ul style="list-style-type: none"> deponerings- og afbrændingsplads 	<ul style="list-style-type: none"> udvaskning 	<ul style="list-style-type: none"> bly, cadmium, chrom
Fremstilling af masterbatch til termoplast	<ul style="list-style-type: none"> udendørs tanke med phthalat indendørs råvarelager og kemikallierum kølesystemet ved ekstrudering deponerings- og afbrændingsplads 	<ul style="list-style-type: none"> jord og grundvand direkte utæt gulv, kloak, evt. sivebrønd utæt gulv, kloak, evt. sivebrønd udvaskning 	<ul style="list-style-type: none"> DEHP, DINP DEHP, DINP TBP bly, cadmium, chrom, DEHP, DINP

Tabel 5.1 Oversigt over potentielle punktkilder og stoffer fra aktiviteter knyttet til fremstilling og forarbejdning af plastmaterialer.

Aktivitet	Forureningskilder	Spredningsveje	Forurenende stoffer
Compoundering og forarbejdning af blød PVC	<ul style="list-style-type: none"> • udendørs tanke/beholdere med flydende additiver • indendørs råvarelager og kemikalie- rum • tromleplads med kemikalieaffald • deponerings- og afbrændingsplads 	<ul style="list-style-type: none"> • jord og grund- vand direkte • utæt gulv, kloak, evt. sivebrønd • jord og grund- vand direkte • udvaskning 	<ul style="list-style-type: none"> • DEHP, DINP • DEHP, DINP • DEHP, DINP • DEHP, DINP, bly, cadmium, chrom, zink, TBP
Forarbejdning af blød PVC udfra ind- købt compound	<ul style="list-style-type: none"> • deponerings- og afbrændingsplads 	<ul style="list-style-type: none"> • udvaskning 	<ul style="list-style-type: none"> • DEHP, DINP, bly, cadmium, chrom, zink, TBP
Forarbejdning af UP/GUP	<ul style="list-style-type: none"> • udendørs tanke med umættet poly- ester-råvare, udendørs råvare- plads, evt. på- fyldningsstudse til indendørs tan- ke • indendørs råvare- lager, kemikalie- rum, blanderi, rensekar til forme mv. • tromleplads med kemikalieaffald • affaldsplads til uhærdet poly- esteraffald, slibe- støv mv. • afkast, skorstene 	<ul style="list-style-type: none"> • jord og grund- vand direkte • utæt gulv, kloak, evt. sivebrønd • jord og grund- vand direkte • udvaskning • kondenserede dampe 	<ul style="list-style-type: none"> • styren og α- methylstyren, acetone, dichlor- methan, N- methyl-2-pyrro- lidon, mineralsk terpentin, DMP, DBP, TBP • (som ovenstående) • (som ovenstående) • (som ovenstående) samt bly, cadmium, chrom, kobber, nikkel, zink og evt. arsen • styren og α- methylstyren

Aktivitet	Forureningskilder	Spredningsveje	Forurenende stoffer
Forarbejdning af PUR	<ul style="list-style-type: none"> • udendørs råvareplads, evt. påfyldningsstude til indendørs tanke • indendørs råvarelager, kemikalierum, rensekar til forme mv., produktionshal • neutraliseringsplads til ureageret PUR, tromleplads med kemikalieaffald, deponerings- og afbrændingsplads 	<ul style="list-style-type: none"> • jord og grundvand direkte • utæt gulv, kloak, evt. sivebrønd • jord og grundvand direkte, udvaskning 	<ul style="list-style-type: none"> • mineralsk terpentin, dichlormethan, N-methyl-2-pyrrolidon, dimethylformamid, isopropanol, phthalater, TCE og PCE • (som ovenstående) • (som ovenstående)
Støbning af acrylplast	<ul style="list-style-type: none"> • udendørs råvareplads, evt. påfyldningsstude til indendørs råvaretanke • indendørs råvarelager, kemikalierum, rensekar til forme mv., produktionshal • neutraliseringsplads til uhærdet acrylplast, tromleplads med kemikalieaffald, deponerings- og afbrændingsplads 	<ul style="list-style-type: none"> • jord og grundvand direkte • utæt gulv, kloak, evt. sivebrønd • jord og grundvand direkte, udvaskning 	<ul style="list-style-type: none"> • styren, DBP, ethylacetat, dichlormethan • (som ovenstående) • (som ovenstående)

Tabel 5.1 Oversigt over potentielle punktkilder og stoffer fra aktiviteter knyttet til fremstilling og forarbejdning af plastmaterialer.

Aktivitet	Forureningskilder	Spredningsveje	Forurenende stoffer
Fremstilling af pre-polymer samt compounding af phenolplast	<ul style="list-style-type: none"> • udendørs phenol- og formaldehyd-tanke, udendørs råvarelager, evt. påfyldningsstudse til indendørs råvaretanke • indendørs råvarelager, reaktorum, kemikalierum, rensekar til valser mv. • udendørs tromleplads til kemikalieaffald, deponerings- og afbrændingsplads 	<ul style="list-style-type: none"> • jord og grundvand direkte • utæt gulv, kloak, evt. sivebrønd • jord og grundvand direkte, udvaskning 	<ul style="list-style-type: none"> • phenol, formaldehyd, cresol, resorcinol, DBP, naphthalen, dichlormethan, acetone, N-methyl-2-pyrrolidon • (som ovenstående) • (som ovenstående)
Trykning og maling på plast	<ul style="list-style-type: none"> • udendørs råvarelager • indendørs råvarelager, spild ved udskiftning af farvekar samt spild ved rensning af valser mv. • udendørs tromleplads til kemikalieaffald • udendørs deponeringsplads 	<ul style="list-style-type: none"> • jord og grundvand direkte • utæt gulv, kloak, evt. sivebrønd • jord og grundvand direkte • udvaskning 	<ul style="list-style-type: none"> • benzen, toluen, xylener, ethylacetat, isopropanol, ethylglycol, TCA, TCE, PCE, benzin, terpentin, • (som ovenstående) • (som ovenstående) • (som ovenstående) samt bly, cadmium, chrom, kobber, zink

Aktivitet	Forureningskilder	Spredningsveje	Forurenende stoffer
Limning af plast	<ul style="list-style-type: none"> • udendørs råvare-lager • indendørs råvare-lager, spild ved overfladebehand-ling, spild ved rensning af lim-ningsudstyr • udendørs tromle-plads til kemika-lieaffald, depone-ringsplads 	<ul style="list-style-type: none"> • jord og grund-vand direkte • utæt gulv, kloak, evt. sivebrønd • jord og grund-vand direkte, ud-vaskning 	<ul style="list-style-type: none"> • ethylacrylat, buty-lacrylat, phenol, dichlormethan, acetone, TCA, TCE, PCE, ben-zen, toluen, xyle-ner • (som ovenståen-de) • (som ovenståen-de)
Regenerering af ter-moplastaffald	Intet væsentligt potentiale for jord- og grundvandsforurening		
Fremstilling af EPS-produkter	Intet væsentligt potentiale for jord- og grundvandsforurening		
Forarbejdning af phenolplast, urea-plast og melamin-plast ud fra indkøbt compound	Intet væsentligt potentiale for jord- og grundvandsforurening		

Tabel 5.1 Oversigt over potentielle forureningskilder og stoffer fra aktivite-ter knyttet til fremstilling og forarbejdning af plastmaterialer.

I bilag 4 findes datablade for de i tabel 5.1 nævnte stoffer.

Der er udarbejdet datablade som anført i tabel 5.2.

Tungmetaller	Organiske stoffer
Bly	Acetone
Cadmium	Benzen
Chrom	Benzin
Kobber	Butylacrylat
Nikkel	Cresol
Zink	Dibutylphthalat
	Di(2-ethylhexyl)phthalat
	Diisononylphthalat
	Dimethylphthalat
	Dichlormethan
	Dimethylformamid
	Ethylacetat
	Ethylacrylat
	Ethylglycol
	Formaldehyd
	Isopropanol
	N-methyl-2-pyrrolidon
	Mineralsk terpentin
	Naphthalen
	Phenol
	Resorcinol
	Styren
	α -Methylstyren
	1,1,1-Trichlorethan
	Tetrachlorethylen
	Trichlorethylen
	Toluen
	Tributylphosphat
	Xylener

Tabel 5.2 Oversigt over datablade

For tungmetaller viser databladene fysisk-kemiske data som oxidationstrin, redoxforhold samt forhold omkring opløselighed, kompleksering og sorption.

For de organiske stoffer viser databladene fysisk-kemiske data som molvægt, densitet, smeltepunkt, kogepunkt, vandopløselighed, damptryk og oktanol-vand fordelingskoefficient. Endvidere er der anført om stoffet er optaget på listen over farlige stoffer.

Udfra de fysisk-kemiske egenskaber er det i databladet anført, i hvilken fase (jord, vand eller poreluft) man vil kunne forvente at finde stoffet. Desuden er anført gældende kvalitetskriterier for jord, grundvand samt for afdampning fra forurenede grunde. Endelig er anført gældende grænseværdier i udemiljøet (B-værdier) samt i arbejdsmiljøet (At-værdier).

5.2 Vurdering af forureningsrisiko

Erfaringsopsamlingen på amternes registreringsundersøgelser, som er gennemført af Amternes Videncenter for Jordforurening viser, at der hersker stor usikkerhed om, hvilke punktkilder til jord- og grundvandsforurening og hvilke forureningskomponenter der findes på plastvirksomheder /10/.

Følgevirkning af jordforurening omfatter i denne sammenhæng sundhedsmæssige effekter stammende fra eksponering for forurenede overfladejord og indeklimapåvirkninger stammende fra afdampning af flygtige stoffer /11/. Risiko for påvirkning af jord og grundvand skyldes generelt stoffernes vandopløselighed, massefylde, mikrobielle nedbrydningspotentialer, damptryk og deres sundhedsskadelige effekter /11/.

De miljømæssige nøgleparametre for tungmetaller fremgår af tabel 5.3 og bilag 4.

Tungmetaller	
Generelt	Metallerne bly, cadmium, chrom, kobber, nikkel og zink anses under danske forhold for at være blandt de metaller, der kan udgøre en forureningsrisiko i jordmiljøet.
Udfældning/opløselighed	Metallernes fordeling i jordmiljøet er overordnet styret af processerne udfældning, sorption og kompleksering.
Mobilitet	Metaller forekommer hovedsageligt i jord. Styres af pH. Hovedparten af metallerne danner tungtopløselige udfældninger med sulfid og oxid.
Klassificering iht. listen over farlige stoffer	Metaller er generelt klassificeret som sundhedsskadelige. Nogle metalforbindelser er kræftfremkaldende.

Tabel 5.3 Miljømæssige nøgleparametre for tungmetaller, jf. bilag 4.

Kort beskrevet kan forhøjet metalindhold i jorden tilskrives punktkilder som utætte beholdere med farvepigmenter, spild af farvepigmenter til kloak/jord samt evt. deponering af brugte kemikalierester i jorden.

De vigtigste organiske forureningskomponenter og deres miljømæssige nøgleparametre fremgår af tabel 5.4.

Chlorerede opløsningsmidler (DCM, TCA, TCE og PCE) - DNAPL	
Vandopløselighed (v. 20 °C)	14 - 1070 mg/l
Massefylde	1,3 - 1,6 g/ml (vand: 1,0 g/ml)
Mikrobielt nedbrydningspotentiale	Manglende i aerobt miljø, svagt under anaerobe forhold
Damptryk	18,5 – 400 mm Hg (vand: 21 mm Hg)
Phenoler mv. (phenol, cresol, resorcinol)	
Vandopløselighed (v. 20 °C)	82 - >200.000 mg/l
Massefylde	1,0 – 1,3 g/ml (vand: 1,0 g/ml)
Mikrobielt nedbrydningspotentiale	Højt i aerobt miljø
Damptryk	lav
Olieprodukter, BTEX, styren, α-methylstyren, butylacrylat, ethylacrylat – LNAPL	
Vandopløselighed (v. 20 °C)	ca. 6 - 1700 mg/l
Massefylde	0,8 – 1,0 g/ml (vand: 1,0 g/ml)
Mikrobielt nedbrydningspotentiale	Højt i aerobt miljø, som regel svagt under anaerobe forhold
Damptryk	0,2 - 775 mm Hg (vand: 21 mm Hg)
Phthalater (DBP, DEHP, DINP, DMP) samt naphthalen	
Vandopløselighed (v. 20 °C)	0,3 – 50 mg/l
Massefylde	1,0 – 1,16 g/ml (vand: 1,0 g/ml)
Damptryk	< 1 mm Hg (vand: 21 mm Hg)
Mobilitet	Høj affinitet til organisk stof i jordmatricen. Lav mobilitet
Vandblandbare kulbrinter (acetone, dimethylformamid, ethylacetat, ethylglycol, formaldehyd, isopropanol, N-methyl-2-pyrrolidon, tributylphosphat)	
Vandopløselighed (v. 20 °C)	høj

Tabel 5.4 Nøgleparametre for de vigtigste organiske forureningskomponenter på plastvirksomheder, jf. bilag 4.

Som kommentarer til tabellen kan nævnes, at i miljømæssig sammenhæng benævnes flydende kulbrinter, som ikke er vandblandbare som NAPL (Non-Aqueous Phase Liquids), der kan oversættes til ikke-vandige væsker /11/.

Kulbrinter, som har større massefylde end vand, benævnes DNAPL (Dense NAPL). Eksempler på DNAPL er chlorerede opløsningsmidler samt phenoler /11/.

Kulbrinter, der har lavere massefylde end vand, benævnes LNAPL (Light NAPL). Eksempler på LNAPL er olieprodukter og BTEX /11/.

Spild af olieprodukter og BTEX udgør et potentielt problem for både grundvand, arealanvendelse (hudkontakt, indtag af forurenede jord) samt indeklima.

Spild af chlorerede opløsningsmidler udgør sjældent et problem for arealanvendelse, men udgør et potentielt problem for grundvand og for indeklima.

Spild af phenoler udgør et potentielt problem for grundvandet. Da stoffernes damptryk er lave, kan der i mange tilfælde ses bort fra fordampning af phenoler fra vand til luft /11/.

En mere detaljeret beskrivelse af fasefordeling og spredningsveje for DNAPL og LNAPL i jord, grundvand og poreluft fremgår af /11/.

For phtalater gælder generelt, at disse stoffer har lav vandopløselighed, og de adsorberes kraftigt til jordens indhold af organisk stof. Da stoffernes damptryk tillige er relativt ringe, udgør spild af disse stoffer primært en risiko for hudkontakt og indtag af forurenede jord.

For de vandblandbare kulbrinter gælder generelt, at disse stoffer opløses i nedsivende regnvand og udvaskes til grundvandet. Stoffernes affinitet til jorden er forholdsvis ringe, hvorfor spild af disse stoffer sjældent udgør et miljøproblem for arealanvendelse og indeklima. Spild af vandblandbare kulbrinter kan derimod udgøre et miljøproblem for grundvand.

6 UNDERSØGELSER

I det følgende er der fokus på beskrivelsen af indholdet i en **kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2**, jf. ”Lov om forurennet jord”. Beskrivelse af mere omfattende undersøgelser kan bl.a. ses i /14/.

Ved en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 på en plastvirksomhed foreslås følgende elementer at indgå i undersøgelsesstrategien:

- Historisk kortlægning
- Prøvetagning af jord, grundvand og poreluft
- Felt- og laboratorieanalyser af jord-, grundvands- og poreluftprøver
- Vurdering af analyseresultater i relation til relevante kvalitetskriterier
- Orienterende risikovurdering.

En kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 for jord- og grundvandsforurening på en plastvirksomhed kan typisk have et tidsforløb som skitseret i figur 6.1.

Aktivitet/uge	1	2	3	4	5	6
Historisk kortlægning	■					
Udførelse af boringer og poreluftsonder med tilhørende udtagning af jord-, vand- og poreluftprøver		■	■			
Felt- og laboratorieanalyser			■	■	■	
Vurdering af analyseresultater					■	
Orienterende risikovurdering					■	■
Rapportering						■

Figur 6.1 Typisk indhold og forløb for en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 på en plastvirksomhed.

I det følgende er indholdet i kortlægningsundersøgelsen frem til vidensniveau 2 nærmere beskrevet.

6.1 Historisk kortlægning

6.1.1 Kortlægningsstrategi og -metode

Siden 1. januar 2000 har amtsrådet i samarbejde med kommunalbestyrelsen skullet forestå forureningskortlægning i henhold til §3 i Lov om forurennet jord /20/.

Et areal betegnes som kortlagt på vidensniveau 1, hvis der er tilvejebragt en faktisk viden om potentielle forureningskilder på arealet.

Et areal betegnes som kortlagt på vidensniveau 2, hvis der er tilvejebragt dokumentation for en forurening, der kan have skadelig virkning på mennesker og miljø. Tekniske undersøgelser anvendes typisk til at fremskaffe denne dokumentation.

Forureningskortlægning frem til vidensniveau 2 skal iflg. loven kun udføres inden for offentlige indsatsområder.

Offentlige indsatsområder omfatter arealer med forurening eller forureningskilder, der kan:

- 1) have skadelig virkning på grundvandet inden for et område med særlige drikkevandsinteresser (OSD),
- 2) have skadelig virkning på grundvandet i et indvindingsopland for et alment vandforsyningsanlæg,
- 3) have skadelig virkning på mennesker på et areal med bolig, børneinstitution eller offentlig legeplads.

Strategien over for plastvirksomheder bør udvikles således, at virksomheder i offentlige indsatsområder identificeres først. Når arealerne er identificeret, iværksættes miljøhistoriske gennemgange, som er grundlaget for kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2.

6.1.2 Indsamling af historisk materiale

Forud for igangsættelse af kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2, er det vigtigt at få lavet en historisk kortlægning for den aktuelle lokalitet. Dette kan være tidskrævende, men den forbrugte tid vil ofte være givet godt ud, når de tekniske undersøgelser igangsættes.

Formålet med den historiske kortlægning er at få udpeget type af plastproduktion samt art og fysisk placering af de potentielle forureningskilder.

Der findes en lang række kilder, hvorfra der kan søges oplysninger. Kilderne kan opdels i primære og sekundære kilder /13/. En nærmere beskrivelse af de vigtigste primære og sekundære kilder fremgår af bilag 5.

I det følgende er anvendelsen af det historiske materiale opdelt på følgende emner:

- Oplysninger om lokalisering af tidligere plastvirksomheder
Indhentning af oplysninger om, hvor der har været plastvirksomheder, med henblik på en generel kortlægning.
- Oplysninger om branchen

Indhentning af oplysninger som er specifikke for branchen for at opnå et nærmere branchekendskab, samt som en støtte for tilrettelæggelse af teknisk undersøgelse.

- Oplysninger om lokaliteten

Indhentning af oplysninger om de aktiviteter af miljømæssig relevans, der er foregået på den pågældende lokalitet med henblik på tilrettelæggelse af en teknisk undersøgelse.

6.1.3 Lokalisering af plastvirksomheder

Ved en generel kortlægning opspores plastvirksomheder indenfor afgrænsede geografiske områder.

Til generel kortlægning kan anvendes "brede" historiske kilder, som f.eks. gamle vejvisere, telefonbøger, lokalvejvisere og annonceværker (som Kraks vejviser) med f.eks. 5-års intervaller. Kendetegnende for disse kilder er, at de har en bred dækning, men en lav detaljeringsgrad.

Vedrørende industrikortlægning generelt henvises til /13/ som er en bibliografi over industrihistorisk litteratur og kildemateriale.

Specifikt for plastvirksomheder anbefales desuden at kontakte brancheforeningen Plastindustrien i Danmark samt tage kontakt til større maskinleverandører, -reparatører samt leverandører af råplast og additiver. Disse kan udover adresser og ejerforhold desuden i et vist omfang oplyse om produktionstype, indretning og drift.

6.1.4 Oplysninger om branchen

Af litteratur, der beskriver plastbranchen, kan udover nærværende branchebeskrivelse nævnes:

- Udkast til "Brancheorientering om plastindustrien", Orientering fra Miljøstyrelsen, Kjeld Karbæk, DTI Plastteknologi, 1998.
- "Historisk beskrivelse af Plastbranchens mulige miljøbelastning - specielt med henblik på jord- og grundvandsforurening", Vestsjællands amtskommune - Teknisk Forvaltning. Udført af Carl Bro A/S, 1992.

- “PLAST - Fra galanterivarer til ”high-tech” - Om innovationsudviklingen i plastindustrien”, Povl A. Hansen & Göran Serin, Akademisk Forlag, Danmark, 1989
- “Dansk plastindustri i 70’erne”. Mogens Bundgaard-Nielsen, 1975.
- “Rundt om plast - kemi, teknik, historie, forbrug, energi, miljø”, Peter Norrild, Nordisk Forlag A/S, København, 1989.
- “Sundhedsfarer ved plastforarbejdning”, Rapport nr. P.80.27, Gunnar Atlung, Danmarks Tekniske Højskole, august 1981.
- ”Plast og miljø”. Lars Borch Pedersen, Teknisk Forlag 1999.

Desuden kan generelle oplysninger om branchen indhentes fra brancheforeningen Plastindustrien i Danmark.

Mere specifikke oplysninger om forureningsforhold mv. kan i begrænset omfang findes i /10/.

6.1.5 Oplysninger om den enkelte lokalitet

Når et areal med plastvirksomhed er kortlagt på vidensniveau 1 på baggrund af oplysninger indhentet i afsnit 6.1.2 er næste trin at gennemgå de kilder til historiske oplysninger, der vil være relevante ved planlægning af kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2, som ofte vil være tekniske undersøgelser.

Ved tilrettelæggelse af disse undersøgelser kan det historiske materiale indeles efter de forhold, som der søges oplysninger om. For en plastvirksomhed kan følgende forhold være relevante:

- **Lokalisering og driftsperiode**
Adresse, matr. nr. og ejerforhold mv. fremgår af kommunens arkiver
Driftsperioden fremgår af tingbogen. Herudover kan der evt. indhentes oplysninger fra erhvervsregistret, vejvisere, brancheforeninger mv.
- **Fysisk indretning**
Kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser
Virksomhedens arkiver
Dansk Tarifforenings inspektionsberetninger
Politi og brandvæsen, hvis der har været oplag af brandfarlige stoffer eller ulykker
Fotos fra Det Kongelige Biblioteks billedsamling, Kort- og Matrikelstyrelsen og Lokalhistorisk arkiv

Industrialismens bygninger og boliger (Nationalmuseet i Brede)

- **Gennemgang af processer og oplag**
Kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser
Virksomhedens arkiver
Avisartikler mv.
Dansk Tarifforenings inspektionsberetninger
Arbejdstilsynets inspektionsberetninger
Gennemgangen kan suppleres med teknisk historisk litteratur, se baggrundsmateriale om anlæg og processer i afsnit 6.1.2.
- **Identifikation af miljøfarlige stoffer og lokalisering af forureningskilder.**
Her vil det være relevant at gennemgå de samme kilder som under ovenstående punkt.
- **Oplysninger om brand og ulykker**
Oplysninger kan hentes i virksomhedens arkiver og hos politi- og brandmyndigheder
- **Besigtigelse**
Ved besigtigelse af en plastvirksomhed kan man evt. lokalisere udendørs og indendørs kemikalieoplag, blande- og rensrum, kloakforhold samt udendørs deponerings- og afbrændingspladser mv. Det kan anbefales, at udføre besigtigelsen sammen med tidligere ansatte, der har været vidende om produktionsprocesser og affaldsbortskaffelse.
- **Interviews**
Interviews af tidligere og nuværende ejere og/eller ansatte samt af leverandører kan bidrage med værdifuld information.

6.2 Status for plastbranchens miljøbelastning

På plastvirksomheder kan der som omtalt i tidligere afsnit være flere kilder til jord- og grundvandsforurening. I kapitel 4 og 5 er udarbejdet oversigter over miljøbelastninger fra de forskellige aktiviteter, der kan foregå/har foregået, jf. tabel 5.1.

Amternes Videncenter for Jordforurenings database over amternes registreringsundersøgelser (september 1998) indeholder oplysninger om undersøgelser på i alt 12 ejendomme med plastvirksomhed /10/.

Tekniske undersøgelser har medført registrering efter Affaldsdepotloven som affaldsdepot på to kortlagte ejendomme, mens 6 kortlagte ejendomme ikke er registreret og resten p.t. ikke er afklaret (4 ejendomme) /10/. Nogle

af de 6 ikke registrerede ejendomme kan imidlertid godt være forurenede, men i så fald er det skønnet, at forureningen er sket efter miljølovens ikrafttrædelse i 1974.

Ved de 5 hyppigst undersøgte forureningskilder, er der konstateret forurening som vist i tabel 6.1.

Kildetype	Kilder, hvor der er fundet forurening
Ved bygning	2 af 7 undersøgte kildetyper
Afløbssystem	2 af 6 undersøgte kildetyper
Olietanke	0 af 4 undersøgte kildetyper
Uspecificeret oplag ude	0 af 4 undersøgte kildetyper
Spild	1 af 3 undersøgte kildetyper

Tabel 6.1 Forureningshyppighed ved undersøgte kildetyper /10/.

På trods af det relativt ringe erfaringsmateriale, tyder tabellen på, at der er størst mulighed for at træffe forurening ved bygning samt ved defekte afløbssystemer, hvor spild har kunnet sive ud i jorden. Ud fra generelle erfaringer fra andre brancher, kan potentielle kilder som olietanke, udendørs kemikalieoplag samt deponerings- og afbrændingspladser ikke udelukkes.

Der er ved de tekniske undersøgelser af de 12 ejendomme konstateret de i tabel 6.2 viste forureningsniveauer i de tre prøvetagningsmedier jord, grundvand og poreluft. Kun forureningskomponenter, hvor der er foretaget flere end 2 analyser, er medtaget i tabellen.

Da erfaringsmaterialet er meget begrænset, kan tabellens resultater kun anvendes som retningsgivende.

I jordprøver er der kun påvist metaller i lave ”max.” koncentrationer.

Indenfor de organiske stoffer har de chlorerede opløsningsmidler og BTEX kun kunnet påvises i vandprøver og især i poreluftprøver.

Der har ikke været analyseret for phthalater i de hidtil udførte undersøgelser.

Der er ikke påvist indhold af vandblandbare kulbrinter i grundvandet i de hidtil udførte undersøgelser.

Komponent	Jord (mg/kg)		Vand (µg/l)		Poreluft (µg/m ³)	
	Interval for max.konc.	Antal Analyser *	Interval for max.konc.	Antal analyser *	Interval for max.konc.	Antal Analyser *
Total kulbrinter						
Total kulbrinter	1,8-20	7/2	3.600	5/1	2.000.000	2/1
BTEX						
Benzen	0	4/0	31	2/1	0	2/0
Toluen	0	4/0	97	2/1	340.000	2/1
Ethylbenzen	0	4/0	0	2/0	0	2/0
Xylener	0	4/0	0	2/0	0	2/0
Chlorerede opløsningsmidler						
TCA	0	1/0	1-97	3/2	100-4.000	3/2
TCE	0	1/0	0,06-320	3/2	10	2/1
PCE	0	1/0	0,008-17	3/2	1-10	2/2
DCE			0,8-15.000	2/2	300-4.000	2/2
Vandblandbare kulbrinter						
Acetone			0	3/0		
Diethylether			0	2/0		
Ethanol			0	2/0		
Isopropanol			0	2/0		
Styren	0	2/0				
Metaller						
Bly	55-85	2/2				
Kobber	30	2/1				
Nikkel	5	2/1				
Zink	94-165	2/2				

* Antallet af analyser før skråstregen er det totalt antal udførte. Efter skråstregen er anført det antal undersøgelser, hvor indholdet overskrider detektionsgrænsen.

Tabel 6.2 Max. koncentrationsniveauer i registreringsundersøgelser på 12 lokaliteter med plastvirksomheder /10/.

Ud fra ovennævnte erfaringer er der nedenfor givet en prioriteret liste over potentielle forureningskilder som bør undersøges på plastvirksomheder. Listen er udarbejdet ud fra generelle erfaringer, hvorfor listen i hvert enkelt tilfælde skal vurderes sammen med de konkrete forhold på lokaliteten.

Forureningskilder, som **altid medtages** i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Gulv ved råvare-, blande-, rens-, produktions- og kemikalierum.
- Gulv afløb, kloakker samt udendørs samlebrønde, faskiner, evt. sivebrønde mv.
- Nedgravede tanke og udendørs tanke til opbevaring af råvarer, additiver, o.a. kemikalier.
-

Forureningskilder, som **anbefales medtaget** i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Udendørs råvare- og kemikalieaffaldsoplag.
- Deponerings- og afbrændingspladser.

Forureningskilder, som **i specielle tilfælde kan medtages** i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Udendørs neutraliseringspladser for uhærdede fejlproduktioner.
- Afkast, skorstene mv. (kondenserede kemikaliedampe).

6.3 Kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2

I det følgende er de enkelte elementer i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 beskrevet nærmere.

Undersøgelserprogrammet er opdelt i et standardprogram og et supplementprogram.

Standardprogrammet indeholder de elementer som altid anbefales medtaget i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2. Her forudsættes det, at der er gennemført en detaljeret historisk kortlægning med lokalisering af de vigtigste forureningskilder.

Hvis historikken er sparsomt belyst, og der er mistanke om tilstedeværelse af større forureningskilder, hvis lokalisering er ukendt, kan standardprogrammet udvides med et eller flere elementer fra supplementprogrammet.

6.3.1 Undersøgelsesmetoder

Standardprogrammet anbefales at indeholde:

- Udførelse af lokaliseringsboringer og udtagning af jordprøver ved nedgravede tanke og andre oplag af fyringsolie, råvarer og additiver.
- Ved tilstedeværelse af terrænnære grundvandsmagasiner udføres en eller flere filtersatte lokaliseringsboringer med henblik på vandprøvetagning. Filtersatte boringer placeres ved større forureningskilder eller nedstrøms disse.
- Etablering af prøvesteder til poreluftmåling samt udtagning af poreluftprøver, primært ved forureningskilder hvor der er mistanke om spild af chlorerede opløsningsmidler.

Supplementprogrammet kan omfatte gravninger, TV-inspektion og lokalisering af nedgravede tanke og rørføringer ved geofysiske opmålinger. I det følgende er undersøgelsesmetoderne gennemgået nærmere.

Boringer

Udførelse af boringer og udtagning af jord- og vandprøver er detaljeret beskrevet i Miljøstyrelsens prøvetagningsvejledning /15/. Boringer er velegnede til undersøgelse af koncentrerede forureningskilder og til undersøgelse af grundvandsforurening.

Under borearbejdet udarbejdes der feltjournal med angivelse af :

- Prøvetagningsdybder
- Foreløbig jordartsbeskrivelse, forureningsbedømmelse, laggrænser og boreddybder
- Fugtige og våde aflejringer m.h.p. forventet placering af grundvandsspejl
- Filtersætning, afpropning, retablering og vandspejlsobservationer.

Det anbefales, at der altid etableres minimum én filtersat boring på plastvirksomheder, da grundvandsforurening ofte er det væsentligste miljøproblem.

Poreluftmålinger

I den umættede zone vil forureningskomponenterne være adsorberet til jord, opløst i porevand og opløst i poreluften (på dampform). Fordelingen mellem de tre faser afhænger af forureningskomponenternes fysiske/kemiske egenskaber.

For flygtige forbindelser, som f.eks. aromatiske opløsningsmidler (BTEX), styren, chlorerede opløsningsmidler (DCM, TCA, TCE og PCE) samt acetone vil en større del af forureningen forekomme på dampform. Derfor kan der ofte med fordel udføres poreluftmålinger til undersøgelse af disse stoffer.

Etablering af prøvesteder til poreluftmåling samt udtagning af poreluftprøver er nærmere beskrevet i /21/.

Poreluftmålinger er især velegnede som undersøgelsesmetode ved indendørs forureningskilder såsom gulv afløb og utætte kloakker ved råvare-, blande-, rense-, produktions- og kemikalierum. I disse tilfælde etableres prøvestederne mest hensigtsmæssigt ved at nedramme en sonde vertikalt gennem gulv og fundament til det kapillarbrydende lag umiddelbart under gulvniveau. Ved anvendelse af særligt udstyr kan prøvesteder i det kapillarbrydende lag også etableres udefra ved skrå boringer ind gennem bygningens fundament.

Poreluftmålinger er desuden velegnede til screening af især udendørs arealer for flygtige stoffer. Ud fra resultaterne af poreluftmålingerne kan boringerne efterfølgende placeres.

Det bør erindres, at resultatet af poreluftmålinger er påvirket af jordens permeabilitet, hvilket f.eks. betyder at en kompakt moræne er mindre velegnet til poreluftundersøgelse.

Som en del af supplementprogrammet kan følgende undersøgelsesmetoder anbefales på plastvirksomheder:

Gravninger

Da der kan være overfladenære affaldsdeponeringer og afbrændingspladser på plastvirksomheder, kan det overvejes at supplere borearbejdet med gravninger.

Ved udtagning af helt terrænnære jordprøver kan borerne erstattes af gravninger. Gravningerne udføres normalt med rendegraver eller lignende.

Gravninger er en enkel og ofte økonomisk fordelagtig metode, der giver et særdeles godt indtryk af jordens sammensætning. Dette har betydning ved vurdering af evt. affaldsdeponering.

I felten optegnes profiler med beskrivelse af det gennemgravede affald og fyld. Herudover er det en god ide at fotografere graveprofilet og det opgravede fyld.

TV-inspektion og trykprøvning

Risiko for udsivning fra et defekt kloaksystem til den omkringliggende jord og evt. terrænnært grundvand kan vurderes ved gennemførelse af en TV-inspektion. Under TV-inspektionen trækkes et kamera gennem kloaksystemet. Kameraet registrerer rørens tilstand og skader på rørene.

Ved korrosion m.v., hvor der kan herske tvivl om hvorvidt, der kan ske en udsivning, kan TV-inspektionen suppleres med en trykprøvning af en rørstrækning. Trykprøvning kan udføres enten med vand eller luft.

Ud fra TV-inspektion og evt. trykprøvning kan forureningskilder hidrørende fra udsivning fra kloaksystemet lokaliseres.

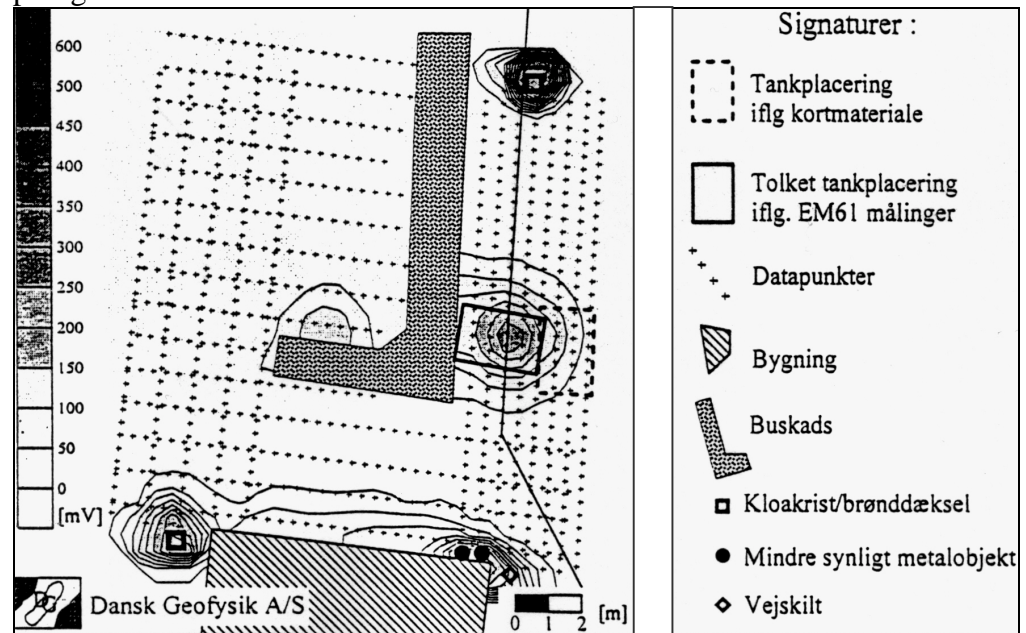
Lokalisering af nedgravede tanke og rørføringer

Ved undersøgelser, der omfatter nedgravede tankanlæg, viser erfaringen, at det tilgængelige kort- og informationsmateriale ofte er mangelfuldt og unøjagtigt.

I sådanne tilfælde kan der anvendes geofysiske metoder, som f.eks. målinger med protonmagnetometer eller metaldetektor.

Metoderne kan anvendes ved lokalisering af nedgravede tanke, tromler og rørinstallationer ned til 2-3 m's dybde.

Et eksempel på kortlægning af nedgravede tanke med metaldetektor er vist på figur 6.2.



Figur 6.2 Kortlægning af nedgravede tanke med metaldetektor. Den nedgravede tank fremgår tydeligt, og er forskudt i forhold til den oprindeligt angivne placering /25/.

6.3.2 Placering af boringer og poreluftsonder

Da formålet med en teknisk kortlægningsundersøgelse er at påvise/afvise forurening på en ejendom anbefales det i standardprogrammet at placere boringer og poreluftsonder i de områder, hvor den historiske kortlægning har lokaliseret potentielle forureningskilder.

Som supplement kan boringer og poreluftsonder placeres ud fra den nuværende eller fremtidige arealanvendelse eller ud fra statistiske overvejelser. Endelig kan boringer og poreluftsonder placeres ud fra TV-inspektion, trykprøvning og geofysiske opmålinger. I det følgende er strategien for placeringen af boringer og poreluftsonder beskrevet nærmere.

Ved opstilling af en prøvetagnings- og analysestrategi, er det vigtigt at der foreligger en historisk kortlægning for området, således at potentielle forureningskilder og -komponenter er udpeget.

Ud fra den historiske kortlægning defineres der for hver potentiel forureningskilde mindst et prøvetagningsfelt. Et prøvetagningsfelt er et område, hvor der kan forventes sammenhængende eller ensartede forureningsforhold. Et prøvetagningsfelt kan f.eks. være:

- En punktkilde, f.eks. et blande- eller kemikalierum
- Et område, f.eks. et udendørs tromleoplæg eller en plads til affaldsdeponering.

Hvis den historiske kortlægning har lokaliseret potentielle forureningskilder defineres disse kilder som prøvetagningsfelterne. Prøvetagningspunkterne placeres i prøvetagningsfelterne med henblik på at dokumentere evt. forureninger.

Hvis den historiske kortlægning er mangelfuld, kan prøvetagningsfelterne defineres ud fra sårbarhed af den nuværende eller fremtidige arealanvendelse, f.eks. kan en køkkenhave defineres som et prøvetagningsfelt, eller et areal, som fremover skal anvendes til parkeringsplads, kan defineres som et prøvetagningsfelt.

Som supplement til den historiske gennemgang kan forureningskilder stammende fra udsivning fra kloaksystemer og nedgravede olie- og kemikalietanke lokaliseres vha. TV-inspektion, trykprøvning og geofysiske opmålinger.

Endelig kan der udføres en række poreluftmålinger til screening af området for flygtige stoffer. Udfra resultaterne af poreluftmålingerne kan borerne placeres.

Hvis der er kendskab til en potentiel forureningskilde i et prøvetagningsfelt, men placeringen af forureningskilden er ukendt, kan der anvendes statistiske metoder til placering af prøvetagningspunkter. Prøvetagningspunkterne placeres da i et gitter over hele området.

En detaljeret gennemgang af prøvetagnings- og analysestrategier fremgår af /15/. Her beskrives i eksempel 1 og 2 relevante typer af prøvetagnings- og analysestrategier i orienterende forureningsundersøgelser (tekniske kortlægningsundersøgelser). Det anbefales generelt, at prøvetagningstætheden til lokalisering af ukendte forureningskilder ved tekniske kortlægningsundersøgelser begrænses til niveauet ”grov screening”.

6.3.3 Prøvetagningsmetoder

Standardprogrammet anbefales at indeholde udtagning af jord- og poreluftprøver samt udtagning af vandprøver fra terrænnære grundvandsmagasiner. Supplementprogrammet kan omfatte udtagning af vandprøver fra større sekundære grundvandsmagasiner og fra primære grundvandsmagasiner. I det følgende er prøvetagningsmetoderne beskrevet nærmere.

Jord

Ved overfladedeponeringer og afbrændingspladser kan udtagning af jordprøver fra terrænnære jordlag (0-0,5 m u.t.) være ideelt til forureningskomponenter, der adsorberes til jorden, f.eks. metaller, phthalater og naphthalen.

Fra boringer udtages typisk to jordprøver for hvert jordlagsskift dog minimum for hver halve boremeter til beskrivelse af jordart, PID-måling og kemisk analyse.

Jordprøver kan evt. blandes med henblik på at minimere analyseomkostningerne. Det anbefales, at der ikke blandes mere end 5 delprøver. Blanding af prøver er velegnet til prøvetagning for metaller, phthalater og naphthalen, men må aldrig anvendes, hvor der skal analyseres for flygtige forureningskomponenter, pga. risiko for fordampningstab under blandingen.

Ved blanding af prøver bliver resultatet et gennemsnitsindhold af forureningen i jorden i det undersøgte område. Herved mistes informationer om, hvilke prøvetagningspunkter der indeholder høje eller lave koncentrationer. Til gengæld fås et billede af den generelle belastning i det undersøgte område.

Prøvetagningsmetode, emballering, håndtering og opbevaring af prøverne skal tilpasses forureningens art. Det er overordentligt vigtigt, specielt ved flygtige forureninger, at udtagne jordprøver emballeres i små glasflasker (100-250 ml) med tætsluttende låg, evt. membranglas, hvor prøver kan ekstraheres direkte i flasken. Det er desuden vigtigt, at plastmaterialer i prøveemballagen ikke kan afgive enkeltkomponenter (f.eks. phthalater) til jordprøven. Derfor frarådes generelt pakninger af plast/gummi i prøveglas. Prøver til analyse for flygtige, organiske forureninger skal håndteres så lidt som muligt, og skal opbevares mørkt og køligt i felten, under transport og under opbevaring i laboratoriet. Sådanne prøver bør analyseres indenfor max. 24 timer efter prøveudtagning /15/.

Mere detaljerede retningslinier for udtagning af jordprøver og deres håndtering fremgår af /15/.

Grundvand

Det anbefales, at der altid etableres minimum én filtersat boring på plastvirksomheder, da grundvandsforurening ofte er det væsentligste miljøproblem.

I prøvetagningen indgår 3 faser:

- Forpumpning
- Prøvetagning
- Prøveopbevaring.

Ved forpumpning af højtydende boringer bør vandet passere en pH-, ilt- og ledningsevne måler. Når pH, iltindhold og ledningsevne bliver konstant udtages vandprøven. Der skal dog som minimum forpumpes en vandmængde svarende til 10 gange vandmængden i filter og blindrør.

Ved lavtydende boringer, hvor boringen tørpumpes inden forpumpningen er afsluttet, bør boringen tørpumpes 1-4 gange inden prøvetagningen. I terrænnære grundvandsmagasiner er boringerne typisk lavtydende.

Prøvetagningen bør udføres i direkte forlængelse af forpumpningen. Opmærksomheden skal henledes på, at filtre, pumpe slanger og beholdere af blød plast (især PVC) skal undgås, idet disse kan afgive blødgøringsmidler og opløsningsmidler. I stedet anbefales filtre og pumpe slanger af PE-HD og prøvetagningsbeholdere af glas.

Prøvetagningsmetode, emballering, håndtering og opbevaring af prøverne skal tilpasses forureningens art. Det er således overordentligt vigtigt, specielt ved flygtige, organiske forureninger, at vandprøven ikke sprøjtes ned i prøveemballagen, idet der herved kan forekomme en betydelig stripping af flygtige stoffer fra prøven. De udtagne vandprøver emballeres i glasflasker med tæt-luttende låg, og opbevares mørkt og køligt i felten, under transport og under opbevaring i laboratoriet for at minimere fordampningsrisikoen /12/.

Mere detaljerede retningslinier for udtagning af vandprøver og deres håndtering er nærmere beskrevet i /12/.

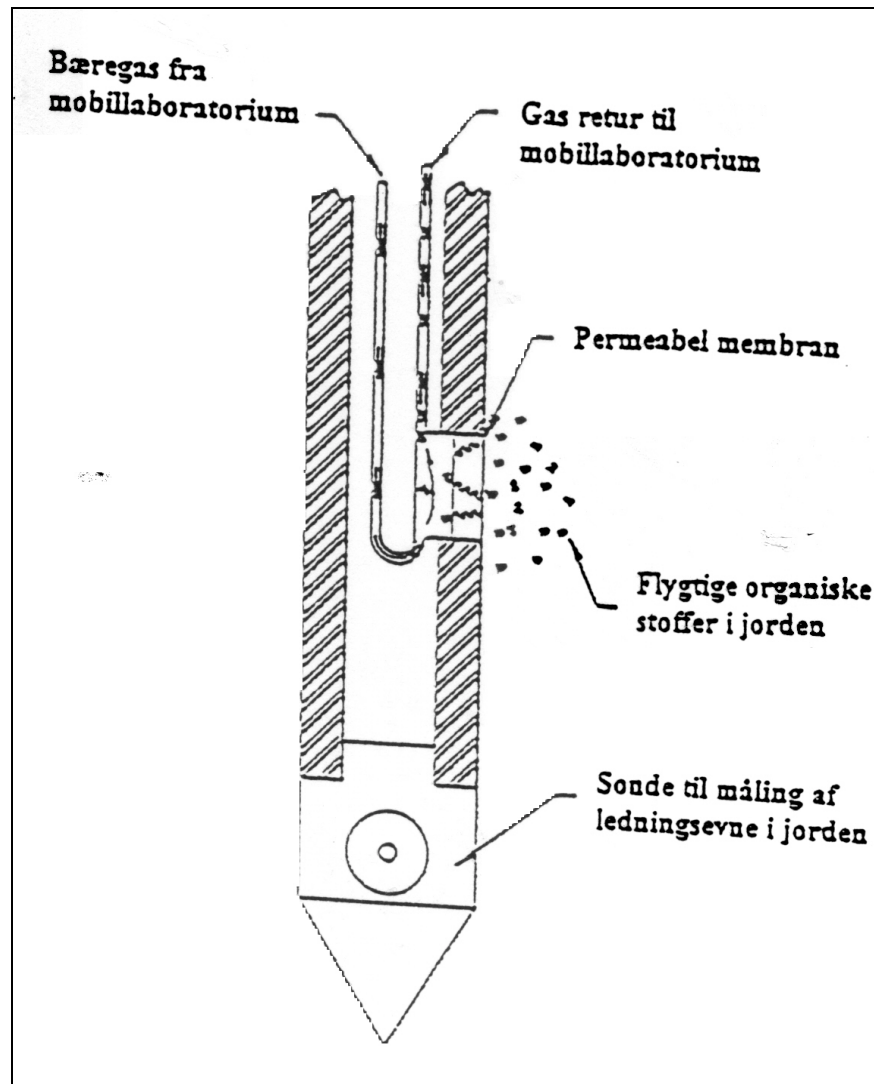
Poreluft

Til oppumpning af luft anvendes fra korte sonder en vacuumpumpe. Der kan udtages en poreluftprøve via et udtag i slangen som umiddelbart herefter injiceres i en transportabel gaschromatograf.

Ved anvendelse af maskindrevet udstyr transporteres de flygtige komponenter fra sonden via en bæregas til analyse i et mobilt laboratorium, hvor der kan gennemføres kontinuerte målinger med PID-, FID- og ECD-detektorer. Principskitse for prøvetagningen med maskindrevet udstyr fremgår af figur 6.3.

Som alternativ til analyse i mobillaboratorium kan poreluftprøver udtages på kulrør og lignende til senere analyse i stationært laboratorium. Herved kan der opnås bedre detektionsgrænser, og anvendes akkrediterede analysemetoder.

Mere detaljerede retningslinier for udtagning af poreluftprøver og deres håndtering fremgår af /12,21/.



Figur 6.3 Principskitse for poreluftprøvetagning med maskindrevet udstyr

6.3.4 Feltanalyser

Indledende foretages der en prøvebeskrivelse på samtlige jord- og vandprøver, der er udtaget i forbindelse med feltarbejdet.

Den indledende prøvebeskrivelse bør omfatte:

- registrering af misfarvet jord og vand
- registrering af lugt/uklarheder/oliefilm o.lign. i oppumpet vand.

Ved feltanalyser forstås analysemetoder af mindre kompleksitet, som er egnede til anvendelse i felten. Feltanalyserne har en lavere præcision og nøjag-

tighed, men er billigere og hurtigere end laboratorieanalyserne, jf. afsnit 6.3.5.

Standardprogrammet anbefales at indeholde:

- Jordprøver analyseres i felten og/eller i stationært laboratorium for flygtige, ioniserbare forbindelser ved PID.

Supplementprogrammet kan indeholde feltanalyser med PID/FID-detektor på poreluftprøver eller i headspacen over jordprøver. Det kan tillige overvejes at screene et større antal jordprøver i felten for indhold af metaller med røntgenfluorescenceteknik (EDXRF). Høje jordkoncentrationer af chlorerede opløsningsmidler kan måles i felten vha. farvetest med Sudan IV, og endelig kan det overvejes, at supplere med feltanalyser af vandblandbare kulbrinter i enten poreluftprøver eller i headspacen over jordprøver vha. testrør.

Feltanalyser anvendes primært til indikation af kritiske forureningsniveauer. Herudover kan feltanalyser udføres samtidig med borearbejdet, således at placeringen af borerne løbende tilrettelægges ud fra resultaterne af feltanalyserne.

Feltanalyser kan sjældent stå alene, men må sædvanligvis suppleres med laboratorieanalyser, jf. afs. 6.3.5.

Hvis feltmetoden er stofspecifik, skal den som minimum have en detektionsgrænse der svarer til det gældende kvalitetskriterie for det pågældende stof.

På plastvirksomheder kan følgende feltanalyser være aktuelle:

- PID/FID. Anvendes til vurdering af flygtige forbindelser i poreluften eller i headspacen over en jordprøve. Apparatets følsomhed afhænger af hvilken type lampe, detektoren er udstyret med. Metoden er ikke stofspecifik.
- GC/FID og GC/ECD. Anvendes typisk i mobile laboratorier, og prøverne er enten poreluft, headspace over jordprøver eller jordprøver, der ekstraheres (sædvanligvis med pentan). Metoderne er semispecifikke og følsomme overfor de fleste af de organiske forureninger, der kan forekomme på plastvirksomheder.
- Metalscreening med røntgenfluorescenceteknik (EDXRF). Metoden anvendes til at få en orientering om, hvorvidt jorden er forurennet med almindeligt forekommende metaller, og hvor stor en variation der kan forventes over undersøgelsesområdet. Metoden bestemmer jordens totale metalindhold.
- Jordprøver med høje koncentrationer af chlorerede opløsningsmidler kan ved udrykning med Sudan IV (hydrofob farvestof) give en farvareaktion. Metoden er ikke stofspecifik.

- En stofspecifik metode, der er anvendelig til vandblandbare kulbrinter er at suge luft (poreluft eller headspace fra jordprøver) gennem et testrør, og aflæse farvereaktionen.

For alle metoder gælder at yderligere oplysninger om analyseprincipper mv. findes i /15/.

I tabel 6.4 er feltmetoderne sammenfattet med angivelse af analysemetoder, parametre og vejledende detektionsgrænser.

6.3.5 Laboratorieanalyser

Ved laboratorieanalyser forstås analyser udført på et analyselaboratorium, som laver analyser af en kvalitet, der bl.a. kan leve op til følgende krav /15/:

- at detektionsgrænserne er 1/10 af de gældende acceptkriterier for jord, vand og poreluft,
- at metodeusikkerheden er acceptabel målt som standardafvigelsen (typisk 10-20%).

På grund af de meget forskelligartede produktionsformer på plastvirksomheder er det ikke muligt at opstille en fælles analysestrategi, der dækker alle typer af plastproduktion.

Der henvises til tabel 5.1, der for hver type af plastvirksomhed giver en oversigt over, hvilke forureningskomponenter der vurderes at udgøre den største potentielle forureningsrisiko for jord og grundvand.

Helt overordnet kan følgende analyseprogram anbefales:

- Jordprøver analyseres i stationært laboratorium for:
 - total kulbrinter, olieprodukter, BTEX, styrener, acrylater, phthalater og naphthalen ved GC/FID og GC/MS
 - metaller ved ICP eller AAS.
- Vandprøver analyseres i stationært laboratorium for:
 - chlorerede opløsningsmidler ved GC/ECD,
 - olieprodukter, BTEX, styrener, acrylater samt vandblandbare kulbrinter ved GC/FID og GC/MS,
 - phenoler ved derivatisering + GC/ECD,
 - formaldehyd ved HPLC.
- Poreluftprøver analyseres i stationært laboratorium for:
 - chlorerede opløsningsmidler ved GC/ECD,

- BTEX, acrylater samt visse vandblandbare kulbrinter ved GC/FID og GC/MS,
- formaldehyd ved HPLC.

Analyseteknik	Analysemetoder	Følgende parametre medbestemmes	Detektionsgrænser i jord (vejl.)
PID/FID	Flygtige ioniserbare komponenter ved photo- eller flammeionisation	Udslag ses for: <ul style="list-style-type: none"> • BTEX • Benzin • Terpentiner • Diesel/fyringsolie • Isopentan • Styren • Chlorerede opløsningsmidler • Vandblandbare kulbrinter • Phenoler 	<ul style="list-style-type: none"> • - • 1-10 mg/kg¹ • 1-10 mg/kg¹ • 20-100 mg/kg • - • - • 0,02 mg/kg¹ • - • -
Direkte måling på poreluftprøver, headspace over jordprøver, eller indirekte måling på jordprøver efter ekstraktion	GC/FID og GC/ECD	<ul style="list-style-type: none"> • Benzin • Diesel • Smøreolie • Benzen • Toluen • Ethylbenzen • Xylener • TCE • PCE • TCA • Vandblandbare kulbrinter 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 mg/kg • 5 mg/kg • 25 mg/kg • 0,01 mg/m³¹ • 0,02 mg/m³¹ • 0,02 mg/m³¹ • 0,04 mg/m³¹ • 0,05 mg/m³¹ • 0,06 mg/m³¹ • 0,05 mg/m³¹ • 0,1–10 mg/kg
Direkte måling på jordprøver	Røntgenfluorescens (EDXRF)	<ul style="list-style-type: none"> • Bly • Chrom • Kobber • Nikkel • Zink • Cadmium 	<ul style="list-style-type: none"> • 10-30 mg/kg¹ • 70-160 mg/kg¹ • 15-150 mg/kg¹ • 20-80 mg/kg¹ • 15-80 mg/kg¹ • ca. 30 mg/kg¹

Analyseteknik	Analysemetoder	Følgende parametre medbestemmes	Detektionsgrænser i jord (vejl.)
Farvetest med Sudan IV	Visuel observation af rød farverekaktion	<ul style="list-style-type: none"> • Chlorerede opløsningsmidler 	<ul style="list-style-type: none"> • Ca. 50 mg/kg¹
Direkte måling på poreluftprøver eller headspace over jordprøver	Testrør	<ul style="list-style-type: none"> • Vandblandbare kulbrinter 	<ul style="list-style-type: none"> • Høj²

¹ /15/

² Generelt høje detektionsgrænser, ofte væsentlig højere end luftkriterier /15/

Tabel 6.4 Oversigt over feltanalyser.

Nedenfor er angivet forslag til laboratorieanalyseprogrammer for både jordvand- og poreluftprøver.

Nedenstående analyseprogrammer kan anvendes i situationer, hvor der hersker usikkerhed om hvilke plastprodukter, der har været compounderet/forarbejdet på virksomheden.

Hvis den historiske gennemgang har afsløret specifik viden om, at virksomheden f.eks. kun har forarbejdet termoplast, anbefales det at indsnævre analyseprogrammet, så det specifikt rettes mod de forureningskomponenter, der typisk forekommer ved denne produktion, jf. kapitel 4 og tabel 5.1.

De anførte vejledende detektionsgrænseniveauer i jord, grundvand og poreluft er hentet fra gældende metodebeskrivelser og prislister fra et udvalg af danske analyselaboratorier i løbet af den periode, hvor branchebeskrivelsen er blevet til, dvs. 1998/2000.

Analyseprogram, jord

Stofgrupper	Analysemetoder ¹	Følgende parametre medbestemmes	Detektionsgrænser mg/kgTS (vejl.)
BTEX, olieprodukter, styren og phtalater	Ekstraherbare organiske stoffer ved GC/FID og GC/MS	<ul style="list-style-type: none"> • Benzen • Toluen • Ethylbenzen • Xylener • Benzin • Diesel/fyringsolie • Smøreolie • Styrener • DEHP, DBT o.a. phtalater • Naphthalen 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,002 - 0,1 ² • 0,002 - 0,1 ² • 0,002 - 0,1 ² • 0,002 - 0,1 ² • 2 - 5 • 5 - 10 • 10 - 50 • 0,1 - 1 • 0,1 - 0,2 • 0,005
Metaller	ICP eller AAS ICP eller AAS ICP eller AAS ICP eller AAS ICP eller AAS ICP eller AAS	<ul style="list-style-type: none"> • Bly • Chrom • Kobber • Nikkel • Zink • Cadmium 	<ul style="list-style-type: none"> • 1-5/0,05 ² • 0,5/0,03 ² • 0,5/0,05 ² • 0,5/0,1 ² • 0,5/0,5 ² • 0,1-0,4/0,01 ²
pH	Vandig opslemning	• pH	-

GC/FID Gaschromatografi med flammeionisationsdetektor

GC/MS Gaschromatografi - Massespektrometri

ICP Induktiv-Coupled- plasmaatomemissions-spektrometri

AAS Atomabsorption ved flamme eller grafitovn

¹ Mere detaljerede beskrivelser af analysemetoder findes i /15/.

² Den lave detektionsgrænse er gældende for AAS og GC/MS, den høje for ICP og GC/FID.

Tabel 6.5 Laboratorieanalyser for jordprøver

Det anbefales så vidt muligt kun at analysere jordprøver for organiske komponenter, hvor der findes forhøjet PID-udslag og/eller misfarvning/mislugt.

Mht. chlorerede opløsningsmidler, phenoler og vandblandbare kulbrinter anbefales det at udføre laboratorieanalyser på vand- og poreluftprøver.

Analyseprogram, vand

Vandprøver fra plastvirksomheder anbefales analyseret efter programmet angivet i tabel 6.6.

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

Stofgrupper	Analysemetoder	Følgende parametre medbestemmes	Detektionsgrænser (vejl.)
BTEX, olieprodukter, styrener, naphthalen	Ekstraherbare organiske stoffer ved GC/FID og GC/MS	<ul style="list-style-type: none"> • Benzen • Toluen • Ethylbenzen • Xylener • Benzin • Fyringsolie • Smøreolie • Styrener • Naphthalen 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,2/0,04 µg/l¹ • 0,2/0,04 µg/l¹ • 0,2/0,04 µg/l¹ • 0,2/0,02 µg/l¹ • 10 µg/l • 10 µg/l • 100 µg/l • 1 µg/l • 0,02 µg/l
Chlorerede opløsningsmidler	Ekstraherbare, chlorerede stoffer ved GC/ECD og GC/MS	<ul style="list-style-type: none"> • DCM • TCE • PCE • TCA 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 - 5 µg/l • 0,02 – 0,05 µg/l • 0,02 – 0,03 µg/l • 0,02 – 0,05 µg/l
Vandblandbare kulbrinter	Ekstraherbare stoffer ved GC/FID	<ul style="list-style-type: none"> • Acetone • Ethylacetat • Ethylglycol • Isopropanol • Tributylphosphat 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,1 mg/l • 0,2 mg/l • 2 - 4 mg/l • 0,2 mg/l • 0,02 mg/l
Phenoler	Derivatisering + GC/ECD	<ul style="list-style-type: none"> • Phenol 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,01–0,05 µg/l
Aldehyder	HPLC	<ul style="list-style-type: none"> • Formaldehyd 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 – 20 µg/l

GC/FID

Gaschromatografi med flammeionisationsdetektor

GC/MS

Gaschromatografi - Massespektrometri

GC/ECD

Gaschromatografi med elektroncapturedetektor

HPLC

Væskechromatografi

¹

Den lave detektionsgrænse er gældende for GC/MS, den høje for GC/FID.

Tabel 6.6 Laboratorieanalyser for vandprøver

Analyseprogram, poreluft

Poreluftprøver fra plastvirksomheder anbefales analyseret efter programmet angivet i tabel 6.7.

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

Stofgrupper	Analysemetoder	Følgende parametre medbestemmes	Detektionsgrænser
BTEX og acrylater	Ekstraherbare organiske stoffer ved GC/FID og GC/MS	<ul style="list-style-type: none">• Benzen• Toluen• Ethylbenzen• Xylener• Butylacrylat• Ethylacrylat	<ul style="list-style-type: none">• 0,1/0,01μg^1• 0,2/0,01μg^1• 0,2/0,01μg^1• 0,5/0,03 μg^1• 0,5 – 50 μg• 0,5 – 50 μg
Chlorerede opløsningsmidler	Ekstraherbare, chlorerede stoffer ved GC/ECD	<ul style="list-style-type: none">• TCE• PCE• TCA	<ul style="list-style-type: none">• 0,01 μg• 0,01 μg• 0,01 μg
Vandblandbare kulbrinter	Ekstraherbare stoffer ved GC/FID	<ul style="list-style-type: none">• Acetone• Ethylacetat• Isopropanol	<ul style="list-style-type: none">• 0,5 – 7 μg• 0,5 – 7 μg• 0,5 - 7 μg
Aldehyder	HPLC	<ul style="list-style-type: none">• Formaldehyd	<ul style="list-style-type: none">• 0,1 μg

GC/FID

Gaschromatografi med flammeionisationsdetektor

GC/MS

Gaschromatografi - Massespektrometri

GC/ECD

Gaschromatografi med elektroncapturedetektor

GC/NPD

Gaschromatografi med Nitrogen-Phosphor-detektor

HPLC

Væskechromatografi

¹

Den lave detektionsgrænse er gældende for GC/MS, den høje for GC/FID

Tabel 6.7 Laboratorieanalyser for poreluftprøver.

Der skal i ovenstående forslag til analysestrategi på plastvirksomheder tages følgende forbehold:

For visse af de anvendte kemiske tilsætningsstoffer (f.eks. bromerede flammehæmmere) foreligger der p.t. ikke tilstrækkelig viden om farlighed samt viden om i hvilken grad stofferne kan udvaskes fra plast. Såfremt nyere vi-

den dokumenterer, at stofferne kan udgøre en risiko for jord og grundvand, bør analysestrategien udvides til også at omfatte disse stoffer.

Der er ikke taget hensyn til effekter af, at flere kemiske stoffer kan optræde ved samme forureningskilde. F.eks. kan visse kemiske stoffer, der ikke er vandopløselige, alligevel udvaskes til jord og grundvand såfremt de er spildt sammen med et opløsningsmiddel, hvori stoffet er opløseligt. Såfremt der er mistanke om eller påvist større spild af opløsningsmidler på en plastvirksomhed, bør det overvejes at udvide analysestrategien til også at omfatte stoffer, som blev frasorteret i den indledende risikovurdering, jf. afsnit 4.

Endvidere er der ikke taget hensyn til, at visse kemiske stoffer (f.eks. chlorerede opløsningsmidler) kan nedbrydes mikrobielt, og derved kan omdannes til andre kemiske stoffer, som i særlige tilfælde er farligere end udgangsstoffet. Såfremt der er mistanke om eller påvist spild af chlorerede opløsningsmidler, bør det overvejes at udvide analysestrategien til også at omfatte nedbrydningsprodukter.

7 AFVÆRGETEKNIKKER

Hvis der er truffet forurening ved kortlægningsundersøgelsen frem til vidensniveau 2, vil næste trin være en mere omfattende undersøgelse til afgrænsning af forureningen med henblik på at udføre en risikovurdering. Retningslinier for udførelse af en risikovurdering fremgår af /14/.

Hvis risikovurderingen viser, at en forureningen udgør en risiko over for arealanvendelsen eller grundvandsinteresser, skal der udføres afværgeforanstaltninger.

Inden projektet påbegyndes foreslås det at orientere sig i Amternes Projekt-håndbog /16/. I projekthåndbogen er samlet en lang række erfaringer med udbud og kontrahering af rådgivere og entreprenører.

Afværgeforanstaltninger til sikring af arealanvendelsen (herunder indeklimaet) tager sigte på at fjerne eller afskære forureningen, så eksponeringen hindres eller mindskes.

Afværgeforanstaltninger overfor grundvand tager sigte på at reducere eller hindre spredningen af forureningen til grundvand og recipienter.

I det følgende er der beskrevet eksempler på afværgeforanstaltninger, der kan være aktuelle til sikring af arealanvendelse (herunder indeklimate) samt grundvandsinteresser på plastvirksomheder.

Der er for tiden en hurtig udvikling af nye afværgeteknikker. Mange af de nye teknikker er ikke dokumenteret under danske forhold. Derfor er gennemgangen afsluttet med angivelse af eksempler på afværgeteknikker som anvendes i udlandet, men ikke er fuldt afprøvede i Danmark på nuværende tidspunkt.

7.1 Eksempler på afværgeforanstaltninger

Sikring af arealanvendelsen

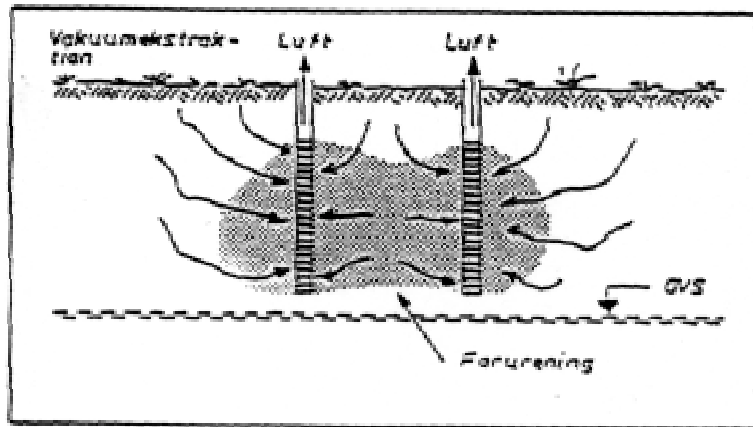
Metode	Beskrivelse	Afværge overfor:	Eksempler
Afgravning	Der har indtil begyndelsen af 1990'erne ikke været reelle alternativer til afgravning og bortkørsel til ekstern rensning, hvorfor metoden stadig er den mest benyttede.	Olieprodukter, BTEX, Chlorerede opløsningsmidler, Metaller, Phthalater	Valhøjs Allé 190, 2610 Rødovre
Forceret udvaskning	Forureningskomponenter udvaskes ved kunstig forøget vandgennemstrømning gennem det forurenede område. Vandet kan med fordel tilsættes næringsstoffer, bakterier og iltningmidler for at stimulere omsætningen.	Olieprodukter, BTEX, Chlorerede opløsningsmidler, vandblandbare kulbrinter	Veng International, Hellestedvej 22, 4652 Hårlev
Vacuumeekstraktion (-ventilation), jf. figur 7.1	Ved vacuumeekstraktion forstås primært en fysisk fjernelse af letflygtige stoffer fra den umættede zone ved hjælp af vacuum. Metoden er den mest benyttede in-situ metode i Danmark.	Olieprodukter, BTEX, Chlorerede opløsningsmidler, Acetone samt visse letflygtige vandblandbare kulbrinter	
Dampoprensning	En blanding af luft og damp indblæses i jordens umættede zone, og opsamles via vacuumeekstraktion. Herved koges og trækkes forureningskomponenter ud af jorden	Olieprodukter, BTEX, Chlorerede opløsningsmidler, Acetone samt visse letflygtige vandblandbare kulbrinter	Industrivej i Hedehusene

Figur 7.1 Eksempler på afværgeforanstaltninger til sikring af arealanvendelsen på plastvirksomheder

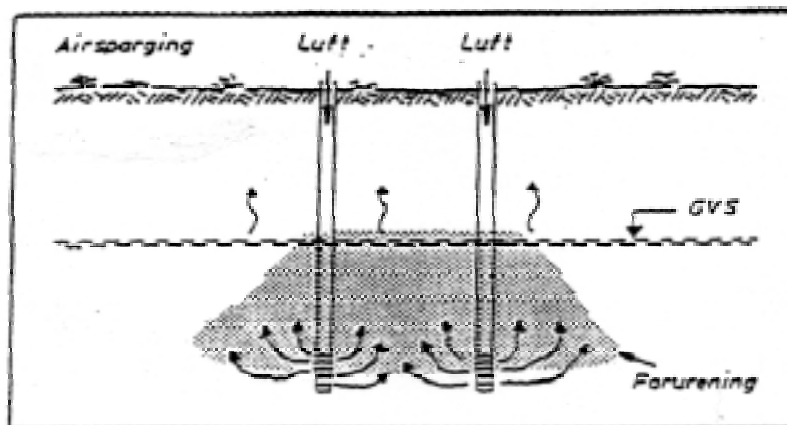
Grundvand og recipienter

Metode	Beskrivelse	Afværge overfor:	Eksempler
Afværgepumpning	Oppumpning fra dybere magasiner foregår typisk fra filtersatte boringer med efterfølgende rensning af det oppumpede vand	BTEX, Chlorerede opløsningsmidler, vandblandbare kulbrinter, phenol m.fl.	Veng International, Hellestedvej 22, 4652 Hårlev.
Oppumpning fra brønde, drænsystemer og sugespidsanlæg	Kan med fordel anvendes ved terrænnære grundvandsforureninger	BTEX, Chlorerede opløsningsmidler, vandblandbare kulbrinter, phenol m.fl.	
Air-sparging, jf. figur 7.2	Luft indblæses under grundvandsspejlet, hvorved flygtige komponenter stripes og overføres fra vandfasen til den umættede zone. Herfra kan de flygtige komponenter fjernes med andre teknikker. Endelig stimulerer ilttilførslen den mikrobielle omsætning i grundvandszonen.	BTEX, Chlorerede opløsningsmidler, acetone og visse letflygtige vandblandbare kulbrinter, phenol m.fl.	
Naturlig nedbrydning	Oprensning ved naturlig nedbrydning skal løbende monitoreres, så det sikres, at forureningsfaren ikke udvider sig ukontrollabelt og alarmniveauer overskrides	BTEX, Chlorerede opløsningsmidler, acetone og visse letflygtige vandblandbare kulbrinter, phenol m.fl.	

Figur 7.2 Eksempler på afværgeforanstaltninger til sikring af grundvand og recipienter på plastvirksomheder



Figur 7.3 Vakuumeækstraktion /24/



Figur 7.4 Air-sparging /24/

7.2 Anvendte metoder i udlandet

Anvendte metoder i udlandet omfatter:

- In-well stripping
- Elektrokinetik
- Immobilisering (vitrifikation og stabilisering)
- Reaktive vægge
- Vertikale barrierer.

Ovenstående teknikker er ikke eller kun i begrænset omfang afprøvet under danske forhold.

8 LITTERATURLISTE

- /1/ Miljøstyrelsen 1998. Udkast til brancheorientering om plastindustrien. Orientering fra Miljøstyrelsen. Kjeld Karbæk, DTI Plastteknologi.
- /2/ Vestsjællands amtskommune 1992. Historisk beskrivelse af plastbranchens mulige miljøbelastning - specielt med henblik på jord- og grundvandsforurening. Carl Bro as.
- /3/ Plastindustrien i Danmark 1999-2000. Personlig kommunikation med fhv. miljøchef Jette Rasmussen.
- /4/ Sylvia Katz 1984. Classic Plastics - from Bakelite to High-Tech. Thames and Hudson, London.
- /5/ Povl A. Hansen & Göran Serin 1989. PLAST - Fra galanterivarer til "high-tech" - Om innovationsudviklingen i plastindustrien. Akademisk Forlag.
- /6/ Plastindustrien i Danmark 1997. Det lille Plastleksikon.
- /7/ Plastindustrien i Danmark 1999. En Verden i Plast. Plastens abz.
- /8/ Lars Borch Pedersen 1999. Plast og miljø. Teknisk Forlag.
- /9/ Vestsjællands amtskommune 1992. Historisk beskrivelse af trykkeribranchens mulige miljøbelastning - specielt med henblik på jord- og grundvandsforurening. Carl Bro as.
- /10/ Amternes Videntcenter for Jordforurening 1998. Branchespecifikke udtræk fra databasen over amternes registreringsundersøgelser.
- /11/ Miljøstyrelsen 1996. Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen nr. 20.
- /12/ Miljøstyrelsen Jordforureningskontoret 1997. Udkast til vejledning i kortlægning af jordforurening og kilder hertil.
- /13/ Lossepladsprojektet 1989. Udredningsrapport U6. Kilder til industri-kortlægning.
- /14/ Miljøstyrelsen 1998. Oprydning af forurenede lokaliteter. Hovedbind og Appendikser. Vejledning nr. 6 og 7.
- /15/ Miljøstyrelsen 1998. Prøvetagning og analyse af jord. Vejledning nr. 13.

- /16/ Amternes Videncenter for Jordforurening 1997. Amternes projekthåndbog, nr. 1.
- /17/ Miljøstyrelsen 1998. Termisk assisterede oprensninger. Miljøprojekt nr. 409.
- /18/ Hedeselskabet 1998. Erfaringer med naturlig nedbrydning i grundvandszonen på tre forurenede lokaliteter. Indlæg på ATV-møde den 7. oktober.
- /19/ Amternes Videncenter for Jordforurening 1999. Branchebeskrivelse for renserier. Teknik og Administration, nr. 3.
- /20/ Miljø- og Energiministeriet 1999. Lov nr. 370 af 2. juni om forurenede jord.
- /21/ Amternes Videncenter for Jordforurening 1998. Håndbog for poreluftundersøgelser. Teknik og Administration, nr. 7.
- /22/ Miljøstyrelsen 1995. Erfaringer med in-situ afværgeforanstaltninger. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 7.
- /23/ Amternes Videncenter for Jordforurening 1997. Erfaringsopsamling på amternes registreringsundersøgelser. Teknik og Administration, nr. 3.
- /24/ Geoteknisk Institut 1998. Forureningsundersøgelse, Vester Skærum, 9300 Sæby. Udarbejdet for Oliebranchens Miljøpulje.
- /25/ Rambøll 1999. Personlig kommunikation med Uffe Petersen.
- /26/ Miljø- og Energiministeriet 1998. Bekendtgørelse nr. 698 af 22. september af Lov om miljøbeskyttelse.
- /27/ Miljøministeriet 1986. Uddrag fra listen over godkendelsespligtige virksomheder i henhold til Lov om miljøbeskyttelse nr. 329 af 4. juni.
- /28/ Miljøministeriet 1992. Bekendtgørelse nr. 532 af 20. juni om indkaldelse af ansøgninger om godkendelse af bestående listevirksomheder.
- /29/ Miljø- og Energiministeriet 1999. Bekendtgørelse nr. 807 af 25. oktober om godkendelse af listevirksomhed.
- /30/ Miljø- og Energiministeriet 2000. Bekendtgørelse nr. 106 af 1. februar om kontrol med risikoen for større uheld med farlige stoffer.

- /31/ Arbejdstilsynet 1996. Grænseværdier for stoffer og materialer. At-anvisning nr. 3.1.0.2
- /32/ Arbejdsministeriet 1999. Bekendtgørelse nr. 784 af 11. oktober af Lov om Arbejdsmiljø.
- /33/ Arbejdsministeriet 1982. Bekendtgørelse nr. 540 af 2. september om stoffer og materialer, med ændringer heraf.
- /34/ Miljø- og Energiministeriet 1999. Bekendtgørelse nr. 510 af 18. juni 1999. Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer. Bind 1, 2 og 3.

Bilag 1

Anvendelsesoversigt for henholdsvis termo- og hærdeplast

ANVENDELSES- OVERSIGT

Anvendelse

Plast

	PE	PP	PP fibre	PS	EPS	SB	ABS	SAN	ASA	Polyacrylfibre	PVC hård	PVC blød	Polychloridfibre	PA	PA fibre	POM	PBTF/PETP	PBTF/PETP fibre	PC	PF	UF	UP	PUR	PUR celleplast	MF	
Husholdningsartikler																										
Opvaskemaskiner		X					X							X		X	X	X							X	
Køleskabe				X			X	X	X					X		X	X	X	X							
El-udstyr/-maskiner		X					X	X	X					X		X	X	X		X						
Skåle/fade/dåser				X				X			X			X			X						X			X
Glas/kopper/bestik				X			X	X						X												
Engangs-service				X			X																			
Levnedsmiddeemballage	X	X		X			X				X	X														
Rengøringsemballage	X										X	X														
Kasser/vandfåde/spande	X										X	X														
Affalds-/bæreposer	X																									
Børster	X	X						X																		
Blomsterkasser/urtepotter		X		X	X	X																				
Møbler																										
Køkkenskabe/skuffer							X				X															X
Siddemøbler - hårde		X					X	X	X					X								X				X
Siddemøbler - bløde					X																					X
Børnemøbler		X			X	X																				X
Stole m. flet	X																									
Møbelhjul + huse							X	X	X				X			X							X			
Badeværmøbler og -udstyr				X			X	X	X					X						X			X	X		X
Borde/reoler/skabe							X	X	X													X	X			X
Ringbind/charteque-kassetter	X	X									X	X														
Spejle/hylder					X		X	X	X																	
Tekstiler																										
Gardiner										X									X							X
Gulvtæpper			X							X					X				X							X
Møbelbetræk										X									X							
Sengelinned															X											
Dyner/soveposer															X											
Madrasser																										X
Sengetæpper										X									X							X
Beklædning										X			X		X				X							
El-komponenter																										
Stikdåser/afbrydere								X						X		X	X		X	X						X
Støvsugere		X						X						X		X	X	X								
Kaffemaskiner		X					X	X						X		X	X									
Ledninger/kabler	X											X							X							
Culerapparater								X								X	X		X							X
Varmeblæsere/hårtørrere							X							X		X	X		X							X
Samlemuffer/fatminger							X							X		X	X		X							X
Lamper/skærme							X	X								X	X		X			X				X
Telefoner							X	X	X							X			X				X			X
Datamater/regne-/skrivemaskiner							X									X			X			X				X
TV/radio/video							X	X	X										X							X
Legetøj - Hobby																										
»Blødt legetøj« (dukker, bamser)												X		X		X		X								X
Masker/skæg»parykker«			X							X				X		X		X								
»Hårdt legetøj« (dukkehuse/byggeklodser)	X	X					X	X	X		X								X							
El-legetøj							X	X						X		X		X								X
El-værktøj							X							X		X		X								X
Kæike/ski	X									X						X	X		X				X			X
Sejlbredder/udstyr	X	X				X			X							X	X		X				X			X
Tejle/Rulleskøjter															X	X		X								X
Badmintonbolde	X														X	X		X								X
Skistøvler															X	X		X								X
Sportstasker/regntøj												X			X			X								X
Store bolde												X														X
Håndværktøj														X												X
Værktøjskasser/skryn		X					X	X	X													X				
Diverse																										
Bøjler/klemmer		X		X			X		X					X		X				X						X
Fodtøj	X												X		X	X										X
Håndtag								X							X			X								X
Dekorationsgenstande							X	X	X											X						X

Bilag 2

Forarbejdningmetoder for plast

FORARBEJDNINGSMETODER

I dette bilag gennemgås de mest almindelige forarbejdningsprocesser som de forekommer på såvel hærde- som termoplastvirksomheder i dag.

De beskrevne forarbejdningsprocesser vurderes ikke i sig selv at give anledning til miljørisiko for jord og grundvand.

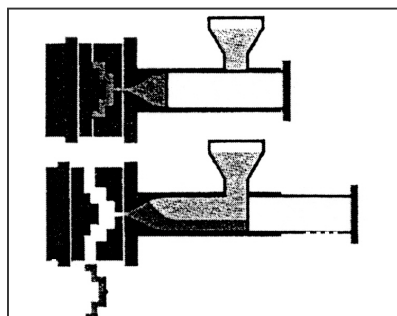
For litteraturhenvisninger henvises til branchebeskrivelsens kapitel 8.

Sprøjttestøbning

Sprøjttestøbning er den mest udbredte metode til plastforarbejdning og anvendes hovedsageligt til termoplast./2,5/. En afmålt portion plastråvare (ofte test granulat) indsprøjtes i et hulrum i sprøjttestøbmaskinen. Materialet stivner under afkøling i formen og kan herefter udtages.

Princippet i sprøjttestøbning ses på figur 1.

Råvarer til sprøjttestøbning er stort set alle termoplast, f.eks. PE, PP, PVC, PS, PC og ABS. Emner som flaskekasser, kufferter, bokse og byggeklodser er sprøjttestøbte /2,5/.



Figur 1 Sprøjttestøbning /5/.

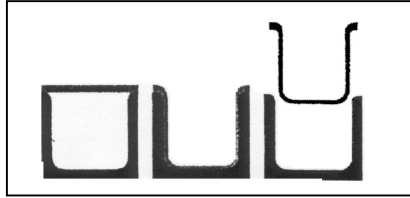
Termoformning

Termoformning anvendes af nogle få store fødevarer- og emballageproducenter. Ved termoformning formgives opvarmede plastplader eller folier, ved at der etableres en trykforskel mellem pladens/foliens to sider. Trykforskellen etableres ved vakuum eller trykluft. De anvendte maskiner kan både være håndbetjente og automatiske /1,5/.

Princippet i vakuumformning af termoplast ses på figur 2.

Råvarer til termoformning kan være PS, PET, ABS, PE, PP, acrylplast og stiv PVC /1,2/. Emner som tekniske artikler, ovenlyskupler, inderbokse til

køleskabe, emballager, displays, legetøj m.m. fremstilles ved termoformning /1,2/.



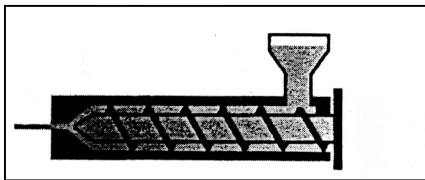
Figur 2 Vakuumformning af termoplast /5/.

Ekstrudering

Plastmateriale (pulver eller granulat) tilføres ekstruderen gennem en tragt. Materialet opvarmes og transporteres gennem ekstruderen, presses ud gennem en dyse, og emnet stivner ved afkøling /2,5/.

Princippet i ekstrudering ses på figur 3.

Råvarer til ekstrudering er oftest PS, PET, ABS, PE, PP, PC, acrylplast samt stiv og blødgjort PVC /1,2/. Emner som stænger, rør, tagrender, slanger, kabelovertræk, profiler, fibre, plader, folier og andre endeløse produkter fremstilles ved ekstrudering /5/.



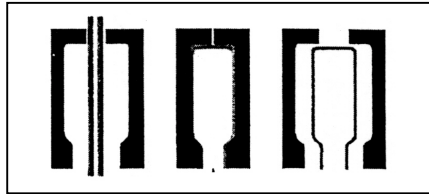
Figur 3 Ekstrudering /5/.

Blæsestøbning

Blæsestøbning er en kombination af sprøjtstøbning og ekstrudering til fremstilling af hule legemer. Et afsnit af en termoplastificeret slange indføres mellem åbne parter af et kølet formværktøj, der lukkes herom, samtidig med at en blæsedorn indføres heri. Ved indblæsning af luft presses slangevæggen ud mod formværktøjet, hvori materialet stivner til et hullegeme /5/.

Princippet i blæsestøbning ses på figur 4.

Råvarer til blæsestøbning kan være PE, PP og stiv PVC /2/. Emner som benzintanke, kilometerpæle, dunke og legetøj fremstilles ved blæsestøbning /5/.



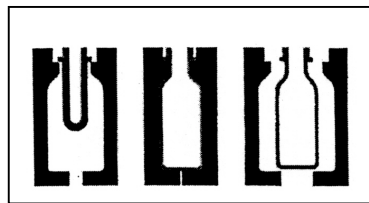
Figur 4 Blæsestøbning /5/.

Sprøjteblæsning

Sprøjteblæsning er en videreudvikling af blæsestøbning. Her sprøjtestøbes først et råemne med lukket bund og perfekte detaljer i åbningen. Derefter overføres dornen med det endnu plastificerede eller genopvarmede råemne til et andet formværktøj, hvori materialet blæses op med trykluft gennem dornen til formværktøjets geometri /5/.

Princippet i sprøjteblæsning ses på figur 5.

Råvarer til sprøjteblæsning kan bl.a. være PET. Sprøjteblæsning anvendes især til fremstilling af mineralvandsflasker /5/.



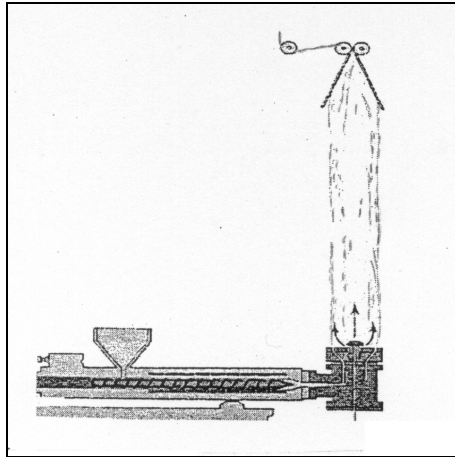
Figur 5 Sprøjteblæsning /5/.

Folieblæsning

Folieblæsning er en kontinuerlig proces til fremstilling af rørformede plastfolier. En ekstruderet slange blæses op med luft, materialet strækkes, slanges diameter vokser og vægtykkelsen falder til folietykkelse. Efter afkøling lægges rørfolien flad, og den vikles op efter at have passeret et system af sammentryksvalser og styrevalser /1/.

Princippet i folieblæsning ses på figur 6.

Råvarer til folieblæsning er oftest PE /1/. Emner som emballager, folier og lignende fremstilles ved folieblæsning /2/.



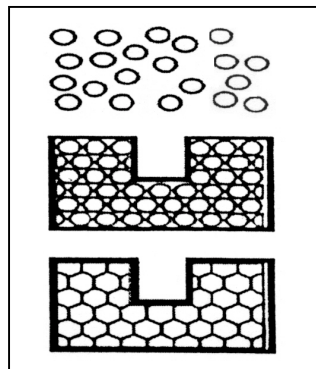
Figur 6 Folieblæsning /5/.

Opskumning

Opskumning anvendes bl.a. til fremstilling af ekspanderet polystyren (EPS). Små kugler af PS (drivmiddel opløst heri) opvarmes, hvorved drivmidlet koger. Kuglerne ekspanderer, lagres til trykudligning og doseres herefter i et formværktøj. Kuglerne “svejses” sammen ved opvarmning i formen, og de færdige emner kan afformes efter afkøling /1/.

Princippet i opskumning ses på figur 7.

Råvarer til opskumning er polystyrenkugler, hvori pentan ofte er indeholdt som drivmiddel (opskumningsmiddel) /1/. EPS-kuglerne tilsættes additiver bl.a. bromholdige alifatiske stoffer (brandhæmning) og kokosfedtsyre-cholin-esterchlorid opløst i isopropanol (antistatisk). Emner som emballage og møbelpolstring, varme- og lydisolering, opdriftslegemer m.m. kan udskæres af blokke og plader (halvfabrikata) /5/.



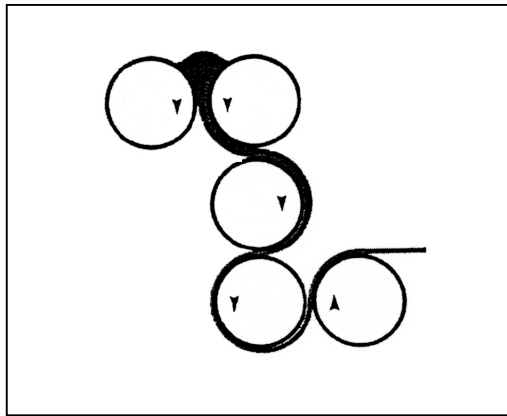
Figur 7 Opskumning /5/.

Kalandrering

En kalender er et valseværk med aftagende spaltebredde fra indføring af plastmassen til levering af den færdige folie og med forskellige valsetemperaturer. Det sidste valsepar bestemmer overfladestrukturen af det færdige produkt /5/.

Princippet i kalandrering ses på figur 8.

Råvarer til kalandrering kan bl.a. være PVC og celluloseacetat /2/. Produkter som gulvbelægninger, gardiner, forhæng, duge, presenninger, markiser, telte, beskyttelsesdragter, redningsveste, kunstlæder, regntøj, tasker, kufferter og mapper fremstilles ved kalandrering /2,5/.



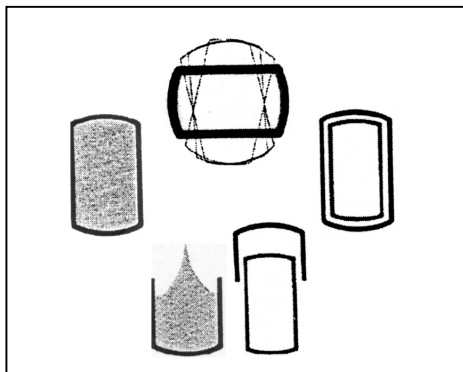
Figur 8 Kalandrering /5/.

Rotationsstøbning

Plastpulver eller -pasta doseres i et lukket værktøj, der roterer i en ovn. Plastmaterialet smelter og fordeles over den indre overflade, mens værktøjet roterer om mindst to akser /5/.

Princippet i rotationsstøbning ses på figur 9.

Råvarer til rotationsstøbning kan bl.a. være blødgjort PVC og PE. Emner som bådfendere og gødningsbeholdere fremstilles ved rotationsstøbning /5/.



Figur 9 Rotationsstøbning /5/.

Bilag 3

Opløsnings- og klæbemidler ved klæbning af plast mod plast og plast mod andre materialer

Forkortelser og koder

Forkortelser til plastmaterialer

ABS	Acrylnitril-butadien-styren-plast
CA + CAB	Celluloseacetat og celluloseacetatbutyrat
PA	Polyamid
PC	Polycarbonat
PMMA	Polymethylmethacrylat (acrylplast)
PS	Polystyren
St. PVC	Stift polyvinylchlorid
Bl. PVC	Blødgjort polyvinylchlorid
PF	Phenolplast
AP	Aminoplast (carbamid- og melaminplast)
UP	Umættet polyester

K = Klæbestoffer

1. Polyvinylacetat
2. Polyvinylchlorid
3. Efterchloreret PVC
4. Acrylat
5. Polystyren
6. Cellulosenitrat
7. Polyurethan
8. Polyamid
9. Styrengummi
10. Neoprengummi
11. Nitrilgummi
12. Polyvinylether
13. Phenol
14. Melamin
15. Carbamid
16. Resorcin
17. Umættet polyester
18. Epoxy

Koder til klæbeskemaer

O = Opløsningsmidler

1. Acetone
2. Benzen
3. Butylacetat
4. Cyclohexanon
5. Ethylenchlorid
6. Methylcellosolve
7. Methylenchlorid
8. Methylethylketon
9. Methyisobutylketon
10. Myresyre (konc.)
11. Phenol
12. Resorcin
13. Tetrahydrofuran
14. Toluen
15. Xylen

Klæbning af plast mod andre materialer

Materialer	Metaller	Gummi	Glas	Tekstiler	Træ- og papir
ABS	K 18, 7	K 7, 18	K 7, 18	K 7, 18, 4	K 7, 1, 4, 18
CA+CAB	K 6, 11, 10	K 6, 10, 11, 7	K 6, 11	K 1, 6, 10, 11	K 1, 6, 10, 11
PA	K 7, 16, 18, 8-10, 10	K 9, 10, 11-13	K 8-18, 18, 10	K 8, 11, 10	K 8, 10, 11, 1
PC	K 18, 17, 4, 7, 8-18	K 7, 18, 11, 17	K 18, 17, 8-18	K 7, 17, 11, 8-18	K 7, 18, 17, 8-18
PMMA	K 4, 18, 10	K 4, 7, 11	K 4, 18, 10	K 4, 11	K 10, 11, 18, 1, 4
PS	K 4, 5, 17, 18	K 7, 9	K 4, 17, 18	K 1, 5, 7, 10, 17	K 1-2, 4, 5, 17, 18
St. PVC	K 3, 4, 7, 1-2, 18, 10, 11	K 3, 10, 11, 7	K 18, 10, 11	K 1, 3, 9, 11, 4, 10	K 1, 11, 1-2, 3, 4, 10
Bl. PVC	K 11, 7	K 7, 11	K 7, 11, 11-13	K 11, 1-2, 10	K 1, 11, 1-2, 10
PF	K 10-13, 11-13, 18	K 7, 10, 11, 11-13	K 18, 8-18	K 1, 9, 10, 18	K 13, 14, 15, 1, 16, 18
AP	K 10-13, 11-13, 18, 11	K 7, 10, 11, 11-13	K 18, 8-18	K 1, 18, 9, 10, 11	K 13, 14, 15, 1, 16, 18
UP	K 18, 13-18, 13, 10, 11	K 10, 11, 18, 11-13	K 18, 8-18, 17	K 17, 18, 9, 10, 11	K 10, 11, 17, 18, 9

Klæbning af plast mod plast

Materialer	ABS	CA+CAB	PA	PC	PMMA	PS	St. PVC	Bl. PVC	PF	AP	UP
ABS	<u>O 8, 9, 13</u> K 7, 11, 18	K 7, 4, 18	K 7, 18	K 7, 18, 4	K 4, 7	K 7, 4, 11	K 2, 7, 11	K 7, 11	K 7, 18	K 7, 18	K 7, 18
CA+CAB		<u>O 1, 5, 6</u> K 6, 1, 7	K 16, 7	K 7	K 1, 4, 7, 10	K 4	K 4, 7, 12, 1, 10	K 4, 7	K 7, 18, 10, 16	K 7, 18, 10, 16	K 7, 18, 17
PA			<u>O 10, 11, 12</u> K 8, 7, 16, 18, 11-13, 8-13, 8-18	K 18, 8-18	K 16, 7, 10, 18	K 4	K 7, 10, 11, 16	K 7, 11-13	K 7, 13, 11-13, 4, 10, 11	K 7, 13, 11-13, 4, 10, 11, 14, 15	K 7, 17, 18
PC				<u>O 5, 7</u> K 4, 7, 18, 17	K 4, 18	K 4, 18	K 4, 18		K 7, 18, 8-18	K 7, 18, 8-18	K 7, 17, 18, 8-18
PMMA					<u>O 5, 7, 8, 14, 15</u> K 4, 1, 6, 7, 16, 17, 1-2	K 4, 10	K 3, 4, 7, 1-2, 10, 11	K 11	K 7, 18, 11, 8-18	K 7, 18, 8-18	K 7, 17, 11, 18, 8-18
PS						<u>O 2, 3, 7, 14, 15</u> K 4, 5, 1-2, 11, 17	K 4, 1-2, 1, 11	K 1-2, 11	K 4, 10, 17, 18, 1	K 4, 10, 17, 18, 1	K 4, 17, 18, 10
St. PVC							<u>O 4, 13</u> K 2, 3, 4, 7, 10, 11	K 7, 11	K 7, 11, 10, 18	K 7, 11, 10, 18	K 7, 11, 17, 18
Bl. PVC								<u>O 13</u> K 3, 4, 7, 10, 11, 12, 1-2	K 7, 11, 11-13	K 7, 11, 11-13	K 7, 11, 17
PF									K 13, 14, 16, 18, 7, 10	K 13, 14, 15, 18, 7, 10	K 18, 13-18
AP										K 13, 14, 15, 18, 7, 10	K 18, 13-18
UP											K 17, 18, 8-13, 7, 13

Bilag 4

Datablade for udvalgte kemikalier i plastvirksomheder

Datablade for udvalgte kemikalier i plastvirksomheder

Der er udarbejdet datablade for følgende forureningskomponenter:

Tungmetaller	Organiske stoffer
Bly	Acetone
Cadmium	Benzen
Chrom	Benzin
Kobber	Butylacrylat
Nikkel	Cresol
Zink	Dibutylphthalat
	Di(2-ethylhexyl)phthalat
	Diisononylphthalat
	Dimethylphthalat
	Dichlormethan
	Dimethylformamid
	Ethylacetat
	Ethylacrylat
	Ethylglycol
	Formaldehyd
	Isopropanol
	N-methyl-2-pyrrolidon
	Mineralsk terpentin
	Naphthalen
	Phenol
	Resorcinol
	Styren
	α -Methylstyren
	1,1,1-Trichlorethan
	Tetrachlorethylen
	Trichlorethylen
	Toluen
	Tributylphosphat
	Xylener

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
Carc 1,2,3:	Kræftfremkaldende
Mut 1,2,3:	Mutagen
Rep 1,2,3:	Reproduktionstoksisk

For de på databladene anførte referencer henvises til litteraturlisten bagest i bilag 4.

	Bly	Referencer
Kemisk betegnelse	Pb	
Atomnummer	82	
Generelt	Bly er et toksisk tungmetal.	/11/
Optræder i følgende oxidationstrin	Bly forekommer på følgende oxidationstrin: 0, +II og +IV. For bly er oxidationstrin +II det mest sædvanlige og stabile i naturen.	/11/
Mest forekommende ioner i jord/vand	Bly optræder som Pb^{2+} i det terrestriske miljø.	/11/
Redoxforhold	Ingen praktisk betydning.	/11/
Udfældning/opløselighed	Udfældningsreaktioner har stor betydning for bly i det terrestriske miljø. Bly kan bl.a. udfældes som sulfider, carbonater, sulfater, hydroxider.	
Sorption	Bly tilbageholdes kraftigt i jord som følge af både udfældninger og sorption, men det kan være vanskeligt at adskille effekterne af de to forskellige processer, hvilket man skal være opmærksom på ved benyttelse af K_d -værdier.	/11/
Kompleksring	Bly danner komplekser med både uorganiske (chlorid og carbonat) og organiske ligander. Bly kompleks i modsætning til de fleste andre metaller villigt med organiske stof.	/11/
Forekommer i Jord Vand Luft	*	/11/
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Blyforbindelser klassificeres generelt som "sundhedsskadelige" og reproduktionsskadelige. Enkelte blyforbindelser er klassificeret som "kræftfremkaldende", det gælder bl.a. blychromat og organiske blyforbindelser (som f.eks. tetraethylbly)	/5/
Kvalitetskriterier Jord Grundvand	40 mg/kg TS. 1 µg/l	/6/

	Cadmium	Referencer
Kemisk betegnelse	Cd	
Atomnummer	48	
Generelt	Cadmium er et særdeles toksisk tungmetal for mennesker og de fleste andre organismer. Det gennemsnitlige humane indtag af cadmium er tæt på den anbefalede grænse, hvilket gør cadmium til det mest kritiske af tungmetallerne i forhold til menneskets sundhed.	/11/
Optræder i følgende oxidationstrin	Cadmium forekommer på følgende oxidationstrin: 0 og + II	/11/
Mest forekommende ioner i jord/vand	Cadmium optræder som divalent cadmium, Cd ²⁺ i det terrestriske miljø.	/11/
Redoxforhold	Redoxforhold har ikke praktisk betydning for cadmiums opførsel i det terrestriske miljø.	/11/
Udfældning/ opløselighed	Cadmium kan udfældes som sulfider, carbonater, fosfater og hydroxider. Ved pH under 8 vil fordelingen af cadmium i jorden dog typisk være styret af sorption.	/11/
Sorption	Sorption er den mest betydningsfulde proces for cadmiums opførsel i jord og grundvand. Den styrende parameter for cadmiums sorption i jord er pH, og undersøgelser har vist, at K _d -værdierne varierer fra 15 til 2450 l/kg i pH intervallet 4-9.	/11/
Kompleksring	Cadmium danner komplekser med tetraederisk struktur. Liganderne kan være såvel uorganiske (chlorid, carbonat) som organiske. Under forhold, hvor jorden tilføres væsker med et højt indhold af organiske eller uorganiske ligander kan komplekseringen få betydning (f.eks. lossepladsperkolat)	/11/
Forekommer i Jord Vand Luft	*	/11/
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Cadmiumforbindelser er generelt klassificeret som "sundhedsskadelige". Enkelte cadmiumforbindelser er klassificeret som "giftige" og/eller "kræftfremkaldende", f.eks. cadmiumsulfid.	/5/
Kvalitetskriterier i: Jord Grundvand	0,5 mg/kg TS. 0,5 µg/l	/6/

	Chrom	Referencer
Kemisk betegnelse	Cr	
Atomnummer	24	
Generelt	Chrom er et essentielt metal/ mineral for mennesker, men kan give allergiske reaktioner i højere koncentrationer.	/11/
Optræder i følgende oxidationstrin	Chrom forekommer på følgende oxidationstrin: 0 +II +III +VI. I salte er +III det hyppigst forekommende. Chromforbindelser, hvor chrom er i oxidationstrin +II, er ustabile.	/11/
Mest forekommende ioner i jord/vand	Cr(+III) findes som trivalent chrom, Cr^{3+} , mens Cr(+VI) i det terrestriske miljø findes som anionen chromat, CrO_4^{2-} eller $HCrO_4^-$.	/11/
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).	/11/
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.	/11/
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.	/11/
Kompleksring	Cr(+III) danner villigt komplekser, men kun hydroxykomplekser har praktisk betydning i miljøet. Cr(+VI) danner ikke komplekser, da det optræder som anion.	/11/
Forekommer i Jord Vand Luft	* * (oxiderede forhold)	/11/
Klassificering iht. ”listen over farlige stoffer”	Chrom(+VI) forbindelser som f.eks. chromtrioxid er klassificeret som ”kræftfremkaldende”.	/5/
Kvalitetskriterier: Jord Grundvand	500 mg/kg TS. (total chrom) 20 mg/kg TS. (chrom(VI)) 25 µg/l (total chrom) 1 µg/l (chrom(VI))	/6/

	Kobber	Referencer
Kemisk betegnelse	Cu	
Atomnummer	29	
Generelt	Kobber er et af de vigtigste grundstoffer for både mennesker og planter, og er kun toksisk i høje koncentrationer.	/11/
Optræder i følgende oxidationstrin	Kobber forekommer på følgende oxidationstrin: 0, +I og +II, med +II som det hyppigst forekommende i salte.	/11/
Mest forekommende ioner i jord/vand	Kobber findes fortrinsvist som Cu^{2+} i miljømæssig sammenhæng, da Cu^+ er meget ustabil i vand og derfor kun vil være relevant som uopløseligt Cu_2S under kraftigt reducerende forhold.	/11/
Redoxforhold	Redoxforhold har ingen praktisk betydning for kobbers opførsel i jord og grundvand.	/11/
Udfældning/opløselighed	Det er primært udfældninger med sulfid, som har betydning for kobbers opførsel i jord og grundvand.	/11/
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 størrelsesorden 1.000 l/kg).	/11/
Kompleksring	Kompleksdannelse har stor betydning for kobbers opførsel i det terrestriske miljø. Kobber danner komplekser med såvel organiske som uorganiske ligander. Specielt danner kobber komplekser med organisk stof (fulvuskomplekser), men også hydroxy- og carbonatkomplekser har betydning.	/11/
Forekommer i Jord Vand Luft	* Trods sin villighed til kompleksdannelse angives kobber typisk som et af de mindst mobile metaller i det terrestriske miljø.	/11/
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Kobbersulfat, kobber(I)chlorid, kobber(I)oxid samt kobbernaphthenat er klassificeret som "sundhedsskadelige".	/5/
Kvalitetskriterier: Jord Grundvand	500 mg/kg TS. 100 µg/l	/6/

	Nikkel	Referencer
Kemisk betegnelse	Ni	
Atomnummer	28	
Generelt	Nikkel er et essentielt grundstof for mange planter og dyr. Der har i en årrække været fokus på nikkel som følge af mange tilfælde af nikkelallergi.	/11/
Optræder i følgende oxidationstrin	Nikkel forekommer på følgende oxidationstrin: 0, +II og +III. Oxidationstrin +II er mest almindeligt i salte.	/11/
Mest forekommende ioner i jord/vand	Nikkel findes som Ni ²⁺ i det terrestriske miljø.	/11/
Redoxforhold	Redoxprocesser har ingen betydning for nikkels opførsel i jord og grundvand.	/11/
Udfældning/opløselighed	Opløseligheden af nikkel i det terrestriske miljøer kan potentielt styres af sulfider og i mindre grad af hydroxider og carbonater.	/11/
Sorption	Sorption har stor betydning for nikkels fordeling i jord og grundvand. Også for sorption af nikkel er pH den dominerende faktor. Regressionsligning til estimering af K _d -værdier for nikkel afhængig af pH findes i litteraturen.	/11/
Kompleksring	Kompleksdannelse er vigtigt for nikkels fordeling i jord og grundvand. Nikkel danner komplekser med uorganiske ligander som chlorid og carbonat samt med organiske ligander. Dannelse af nikkelkomplekser i matricer med højt indhold af organiske stof vil kunne øge nikkels mobilitet.	/11/
Forekommer i Jord Vand Luft	* (under forhold, hvor jorden tilføres væsker med højt indhold af organiske ligander, bør nikkels øgede opløselighed som følge af kompleksdannelse vurderes)	/11/
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Nikkel, nikkelcarbonat, nikkelcarbonyl, nikkeldihydroxid, nikkeldioxid, nikkelmonooxid, nikkelsulfat og nikkelsulfid er klassificeret som "kræftfremkaldende". Nikkelcarbonat, nikkeldihydroxid og nikkelsulfat er endvidere klassificeret som "sundhedsskadeligt".	/5/
Kvalitetskriterier Jord Grundvand	30 mg/kg TS. 10 µg/l	/6/

	Zink	Referencer
Kemisk betegnelse	Zn	
Atomnummer	30	
Generelt	Zink er et essentielt metal, som kun er toksisk overfor mennesker ved indtag i særdeles høje koncentrationer. Kemisk har zink stor lighed med cadmium, og de optræder sammen i miljøet, men typisk forekommer zink i 100 til 1.000 gange højere koncentrationer.	/11/
Optræder i følgende oxidationstrin	Zink forekommer på følgende oxidationstrin: 0 og +II.	/11/
Mest forekommende ioner i jord/vand	Zink forekommer som divalente ioner Zn^{2+} i det terrestriske miljø.	/11/
Redoxforhold	Redoxforhold har ingen praktisk betydning for zink i miljøet.	/11/
Udfældning/Opløselighed	Zink kan udfældes som sulfider, fosfater, carbonater og hydroxider, men ved pH-værdier under 8 vil fordelingen af zink i jorden typisk ikke være styret af udfældninger.	/11/
Sorption	Sorption er den vigtigste proces for zinks fordeling i jord og vand. Sorption af zink er næsten udelukkende afhængig af pH. K_d -værdier op 1-3.540 er fundet, og zinks sorption udviser en stærkere pH afhængighed end både kobber og nikkel, således at en stigning i pH på én enhed medfører at K_d øges med en faktor 8.	/11/
Kompleksring	Zink danner komplekser med tetraederisk struktur. Som ligander kan både uorganiske (chlorid, carbonat) og organiske stoffer fungere. Zinkkomplekser med organiske stoffer er mindre stabile end de tilsvarende komplekser af kobber, nikkel og bly.	/11/
Forekommer i Jord Vand Luft	*	/11/
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Zinksalte af visse anioner som f.eks. zinkcyanid, -chromat, -phosphid og -arsenat er optaget på listen over farlige stoffer pga. anionerne. Zinkchlorid er klassificeret som "ætsende" og zinkstøv/zinkpulver er klassificeret som "brandfarligt". Visse organiske zinkforbindelser er klassificeret som "sundhedsskadelige". Øvrige zinkforbindelser er ikke nævnt.	/5/
Kvalitetskriterier Jord Grundvand	500 mg/kg TS. 100 µg/l	/6/

Navn	Acetone	Enhed	Referencer
Synonymer	2-butanon	-	/2/
CAS nr.	67-64-1	-	/2/
Kemisk formel	CH ₃ -CO-CH ₃	-	/2/
Tilstandsform	Farveløs væske	-	/2/
Molvægt	58,08	g/mol	/2/
Densitet	0,79	g/ml	/2/
Kogepunkt	56	°C	/2/
Vandopløselighed	Vandblandbar	-	/2/
Damptryk	89 (ved 5°C) 400 (ved 39,5°C)	mm Hg	/2/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-0,24	-	/2/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	F		/5/
Forekommer i:			
Jord			
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier for:			
Jord	8.000	mg/kg TS.	/6/
Grundvand	10	µg/l	/6/
Afdampning	0,4	mg/m ³	/6/
B-værdi	0,4	mg/m ³	/3/
At-værdi	600	mg/m ³	/10/

Navn	Benzen	Enhed	Referencer
Synonymer	Benzol	-	/2/
CAS nr.	71-43-2	-	/2/
Kemisk formel	C ₆ H ₆	-	/2/
Tilstandsform	Farveløs væske		/2/
Molvægt	78,11	g/mol	/2/
Densitet	0,88	g/ml	/2/
Kogepunkt	80,1	°C	/2/
Vandopløselighed	1.780 (ved 20°C)	mg/l	/2/
Damptryk	76 (ved 20°C) 60 (ved 15°C)	mm Hg	/2/
Oktanøl-vand forde- lingsforhold (log)	2,13	-	/2/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Carc 1, F, T	-	/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier i			
Jord	1,5	mg/kg TS.	/6/
Grundvand	1	µg/l	/6/
Afdampning	0,000125	mg/m ³	/6/
B-værdi	0,005	mg/m ³	/3/
At-værdi	1,6	mg/m ³	/10/

Navn	Benzin	Enhed	Referencer
Synonymer	Gasoline, naphtha, motorbenzin, petrol		
CAS nr.	- ¹		
Kemisk formel	- ¹		
Tilstandsform	Farveløs væske		
Molvægt	Gennemsnit ca. 100	g/mol	/1/
Densitet	0,75	g/ml	/1/
Kogepunkt	25-225	°C	/1/
Vandopløselighed	Ca. 200	mg/l	/1/
Damptryk	395-775 (ved 20°C)	mm Hg	/1/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	- ¹		
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	- ¹		
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier i:			
Jord	25	mg/kg TS.	/6/
Grundvand	9 ²	µg/l	/6/
Afdampning	0,1 ²	mg/m ³	/6/
B-værdi	0,1 ²	mg/m ³	/3/
At-værdi	Ingen	mg/m ³	/10/

¹ ikke opgivet, da der er tale om et blandingsprodukt
² gældende for mineralolie, total

Navn	Butylacrylat	Enhed	Referencer
Synonymer	Acrylsyrebutylester	-	/2/
CAS nr.	141-32-2	-	/2/
Kemisk formel	CH ₂ =CHCOO-C ₄ H ₉	-	/2/
Tilstandsform	Væske	-	/2/
Molvægt	128,2	g/mol	/2/
Densitet	0,90	g/ml	/2/
Kogepunkt	145	°C	/2/
Vandopløselighed	1600	mg/l	/2/
Damptryk	4 (ved 20°C)	mm Hg	/2/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-0,24	-	/9/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Xi		/5/
Forekommer i:			
Jord			
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier for:			
Jord	Ingen		
Grundvand	Ingen		
Afdampning	Ingen		
B-værdi	0,006	mg/m ³	/3/
At-værdi	11	mg/m ³	/10/

Navn	Cresol	Enhed	Referencer
Synonymer	Hydroxytoluen, blanding af o-, m- og p-isomerer		/9/
CAS nr.	1319-77-3		/9/
Kemisk formel	C ₂₁ H ₂₄ O ₃		/9/
Tilstandsform	Væske		/9/
Molvægt	324,42	g/mol	/9/
Densitet	1,04	g/ml	/9/
Kogepunkt	88-94	°C	/9/
Vandopløselighed	19000	mg/l	/9/
Damptryk	-	-	-
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-	-	-
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	T, C		/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft			
Kvalitetskriterier for:			
Jord	Ingen		
Grundvand	Ingen		
Afdampning	Ingen		
B-værdi	0,003	mg/m ³	/3/
At-værdi	22	mg/m ³	/10/

Navn	Dibutylphthalat	Enhed	Referencer
Synonymer	DBP		/2/
CAS nr.	84-74-2		/2/
Kemisk formel	C ₁₆ H ₂₂ O ₄		/2/
Tilstandsform	Væske		/2/
Molvægt	278,34	g/mol	/2/
Densitet	1,05	g/ml	/2/
Kogepunkt	340	°C	/2/
Vandopløselighed	Ca. 50	mg/l	/2/
Damptryk	8 x 10 ⁻⁶ (ved 20°C)	mmHg	/2/
Oktanol-vand fordelingsforhold (log)	1-5	-	/1/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Ingen		/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	(*)		
Poreluft			
Kvalitetskriterier for			
Jord	250 ¹	mg/kg TS.	/6/
Grundvand	10 ²	µg/l	/6/
Afdampning	Ingen		
B-værdi	Ingen		
At-værdi	3	mg/m ³	/10/

¹ sum af alle phthalater

² sum af alle phthalater (- DEHP)

Navn	Di(2-ethylhexyl)- phthalat	Enhed	Referencer
Synonymer	DEHP		/1/
CAS nr.	117-81-7		/1/
Kemisk formel	C ₂₄ H ₃₈ O ₄		/1/
Tilstandsform	Svagt farvet væske		/1/
Molvægt	390,6	g/mol	/1/
Densitet	0,99	g/ml	/1/
Kogepunkt	370	°C	/1/
Vandopløselighed	0,3-0,4	mg/l	/1/
Damptryk	1,2 (ved 20°C)	mm Hg	/1/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	3-5		/1/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Ingen		/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	(*)		
Poreluft			
Kvalitetskriterier for			
Jord	25	mg/kg	/6/
Grundvand	1	µg/l	/6/
Afdampning	Ingen		
B-værdi	0,005	mg/m ³	/1/
At-værdi	3	mg/m ³	/10/

Navn	Diisononylphthalat	Enhed	Referencer
Synonymer	DINP	-	/9/
CAS nr.	28553-12-0		/9/
Kemisk formel	C ₂₆ H ₄₂ O ₄		/9/
Tilstandsform	Væske		/9/
Molvægt	418,62	g/mol	/9/
Densitet			
Kogepunkt			
Vandopløselighed	< 1000	mg/l	/9/
Damptryk			
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	1-5		/1/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Ingen		/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand			
Poreluft			
Kvalitetskriterier for			
Jord	250 ¹	mg/kg TS.	/6/
Grundvand	10 ²	µg/l	/6/
Afdampning	Ingen		
B-værdi	Ingen		
At-værdi	3	mg/m ³	/10/

¹ sum af alle phthalater

² sum af alle phthalater (- DEHP)

Navn	Dimethylphthalat	Enhed	Referencer
Synonymer	DMP		
CAS nr.	131-11-3		/9/
Kemisk formel	C ₁₀ H ₁₀ O ₄		/9/
Tilstandsform	Væske		/9/
Molvægt	194,19	g/mol	/9/
Densitet	1,19	g/ml	/9/
Kogepunkt	283,7	°C	/9/
Vandopløselighed	<1000	mg/l	/9/
Damptryk			
Oktanol-vand fordelingsforhold (log)	1-5		/1/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Ingen		
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand			
Poreluft			
Kvalitetskriterier for			
Jord	250 ¹	mg/kg TS.	/6/
Grundvand	10 ²	µg/l	/6/
Afdampning	Ingen		
B-værdi	Ingen		
At-værdi	3	mg/m ³	/10/

¹ sum af alle phthalater

² sum af alle phthalater (- DEHP)

Navn	Dichlormethan	Enhed	Referencer
Synonymer	Methylenchlorid, Methylendichlorid, DCM	-	/1/
CAS nr.	75-09-2	-	/1/
Kemisk formel	CH ₂ Cl ₂	-	/1/
Tilstandsform	Farveløs væske	-	/1/
Molvægt	84,95	g/mol	/1/
Densitet	1,33	g/ml	/1/
Smeltepunkt	-95	°C	/1/
Kogepunkt	40	°C	/1/
Vandopløselighed	13800	mg/l	/1/
Damptryk	400 (ved 24°C)	mm Hg	/1/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	1,25	-	/1/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Carc3		/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier for:			
Jord	8	mg/kg TS.	/6/
Grundvand	1 ¹	µg/l	/6/
Afdampning	Ingen		
B-værdi	0,02	mg/m ³	/3/
At-værdi	122	mg/m ³	/10/

¹ sum af chlorerede opløsningsmidler (÷ Vinylchlorid)

Navn	Dimethylformamid	Enhed	Referencer
Synonymer	DMF	-	/9/
CAS nr.	68-12-2	-	/9/
Kemisk formel	C ₃ H ₇ NO	-	/9/
Tilstandsform	Væske	-	/9/
Molvægt	73,09	g/mol	/9/
Densitet	0,944	g/ml	/9/
Kogepunkt	153	°C	/9/
Vandopløselighed	Vandblandbar		/9/
Damptryk	19,5	mm Hg	/9/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)		-	
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Rep2, Xn, Xi		/5/
Forekommer i:			
Jord			
Grundvand	*		
Poreluft			
Kvalitetskriterier for:			
Jord	Ingen		
Grundvand	Ingen		
Afdampning	Ingen		
B-værdi	0,1	mg/m ³	/3/
At-værdi	30	mg/m ³	/10/

Navn	Ethylacetat	Enhed	Referencer
Synonymer	Eddikesyrerester, ethylethanolat	-	/2/
CAS nr.	141-78-6	-	/2/
Kemisk formel	CH ₃ COOC ₂ H ₅	-	/2/
Tilstandsform	Farveløs væske	-	/2/
Molvægt	88,1	g/mol	/2/
Densitet	0,901	g/ml	/2/
Kogepunkt	77	°C	/2/
Vandopløselighed	79.000	mg/l	/2/
Damptryk	72,8	mm Hg	/2/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	0,66 / 0,73	-	/2/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	F		/5/
Forekommer i:			
Jord			
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier for:			
Jord	Ingen		
Grundvand	Ingen		
Afdampning	Ingen		
B-værdi	1	mg/m ³	/3/
At-værdi	540	mg/m ³	/10/

Navn	Ethylacrylat	Enhed	Referencer
Synonymer	Ethylpropenoat	-	/2/
CAS nr.	140-88-5	-	/2/
Kemisk formel	C ₄ H ₈ O ₂	-	/2/
Tilstandsform	Væske	-	/2/
Molvægt	110,11	g/mol	/2/
Densitet	0,924	g/ml	/2/
Kogepunkt	100	°C	/2/
Vandopløselighed	20.000	mg/l	/2/
Damptryk	29	mm Hg	/2/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	1,28		/2/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	F, Xn, Xi		/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier for			
Jord	Ingen		
Grundvand	Ingen		
Afdampning	Ingen		
B-værdi	0,01	mg/m ³	/3/
At-værdi	20	mg/m ³	/10/

Navn	Ethylglycol	Enhed	Referencer
Synonymer	2-ethoxyethanol	-	/9/
CAS nr.	110-80-5	-	/9/
Kemisk formel	C ₄ H ₁₀ O ₂	-	/9/
Tilstandsform	Farveløs væske	-	/9/
Molvægt	90,12	g/mol	/9/
Densitet	1,113	g/ml	/9/
Kogepunkt	198	°C	/9/
Vandopløselighed	Vandblandbar		/9/
Damptryk	28,7	mm Hg	/9/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)			
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Rep2, Xn		/5/
Forekommer i:			
Jord			
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier for			
Jord	Ingen		
Grundvand	Ingen		
Afdampning	Ingen		
B-værdi	0,2	mg/m ³	/3/
At-værdi	18,5	mg/m ³	/10/

Navn	Formaldehyd	Enhed	Referencer
Synonymer	Formalin, methanal	-	/2/
CAS nr.	50-00-0	-	/2/
Kemisk formel	HCHO	-	/2/
Tilstandsform	Gas	-	/2/
Molvægt	30	g/mol	/2/
Densitet	0,815	g/ml	/2/
Kogepunkt	-20	°C	/2/
Vandopløselighed	Vandblandbar		/2/
Damptryk			
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	0,00		
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	T, C, Carc3		/5/
Forekommer i:			
Jord			
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier for			
Jord	Ingen		
Grundvand	Ingen		
Afdampning	Ingen		
B-værdi	0,02	mg/m ³	/3/
At-værdi	0,4	mg/m ³	/10/

Navn	Isopropanol	Enhed	Referencer
Synonymer	Isopropylalkohol, 2-propanol		/1/
CAS nr.	67-63-0		/1/
Kemisk formel	(CH ₃) ₂ CHOH		/2/
Tilstandsform	Farveløs væske		/1/
Molvægt	60,09	g/mol	/1/
Densitet	0,785	g/ml	/2/
Kogepunkt	82,5	°C	/1/
Vandopløselighed	Vandblandbar		/2/
Damptryk	44,25	mm Hg	/1/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-0,16/0,28	-	/2/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	F		/5/
Forekommer i:			
Jord			
Grundvand	*		
Poreluft	(*)		
Kvalitetskriterier for			
Jord	Ingen		
Grundvand	10	µg/l	/6/
Afdampning	1	mg/m ³	/6/
B-værdi	1	mg/m ³	/3/
At-værdi	490	mg/m ³	/10/

Navn	N-methyl- 2-pyrrolidon	Enhed	Referencer
Synonymer	NMP		/9/
CAS nr.	872-50-4		/9/
Kemisk formel	C ₅ H ₉ NO		/9/
Tilstandsform	Farveløs væske		/9/
Molvægt	99,13	g/mol	/9/
Densitet	1,033	g/ml	/9/
Kogepunkt	202	°C	/9/
Vandopløselighed	Vandblandbar		/9/
Damptryk	26	mm Hg	/9/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)			
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Xi		/5/
Forekommer i:			
Jord			
Grundvand	*		
Poreluft			
Kvalitetskriterier for			
Jord	Ingen		
Grundvand	Ingen		
Afdampning	Ingen		
B-værdi	0,3	mg/m ³	/3/
At-værdi	200	mg/m ³	/10/

Navn	Mineralsk terpentin	Enhed	Referencer
Synonymer	Stoddard solvent, white spirit	-	/1/
CAS nr.	- ¹	-	
Kemisk formel	- ¹	-	
Tilstandsform	Væske	-	/1/
Molvægt	i gennemsnit ca. 150	g/mol	/1/
Densitet	0,78	g/ml	/1/
Kogepunkt	145-175	°C	/1/
Vandopløselighed	< 0,1	Vægt%	/1/
Damptryk	4,5	mm Hg	/1/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)		-	
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Carc2, Xn		/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier for			
Jord	25	mg/kg TS.	/6/
Grundvand	9 ¹	µg/l	/6/
Afdampning	0,1 ¹	mg/m ³	/6/
B-værdi	0,1	mg/m ³	/3/
At-værdi	145	mg/m ³	/10/

¹ mineralolie total

Navn	Naphthalen	Enhed	Referencer
Synonymer	Naphthalin, mølkugler		/1/
CAS nr.	91-20-3	-	/1/
Kemisk formel	C ₁₀ H ₈	-	/1/
Tilstandsform	Fast stof	-	/1/
Molvægt	128,16	g/mol	/1/
Densitet	1,162	g/ml	/1/
Smeltepunkt	80,6	°C	/1/
Vandopløselighed	30	mg/l	/1/
Damptryk	0,087	mm Hg	/1/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	3 – 3,5		/1/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Ingen		/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier for			
Jord	Ingen		
Grundvand	1	µg/l	/6/
Afdampning	0,04	mg/m ³	/6/
B-værdi	0,04	mg/m ³	/3/
At-værdi	50	mg/m ³	/10/

Navn	Tetrachlorethylen	Enhed	Referencer
Synonymer	Per, perchlor, PCE, perchlorethylen	-	/2/
CAS nr.	127-18-4	-	/2/
Kemisk formel	$\text{CCl}_2 = \text{CCl}_2$		/2/
Tilstandsform	Farveløs væske	-	/2/
Molvægt	165,8	g/mol	/2/
Densitet	1,63	g/ml	/2/
Kogepunkt	121	°C	/2/
Vandopløselighed	150	mg/l	/2/
Damptryk	14 (ved 20°C)	mm Hg	/2/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	2,60	-	/2/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Carc3, N	-	/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier i:			
Jord	5	mg/kg TS.	/6/
Grundvand	1 ¹	µg/l	/6/
Afdampning	0,00025	mg/m ³	/6/
B-værdi	0,01	mg/m ³	/3/
At-værdi	70	mg/m ³	/10/

¹ sum af chlorerede opløsningsmidler (÷ Vinylchlorid)

Navn	Phenol	Enhed	Referencer
Synonymer	Carbolsyre, hydroxybenzen	-	/2/
CAS nr.	108-95-2	-	/2/
Kemisk formel	C ₆ H ₅ OH	-	/2/
Tilstandsform	Fast stof	-	/2/
Molvægt	91,11	g/mol	/2/
Densitet	1,07	g/ml	/2/
Smeltepunkt	182	°C	/2/
Vandopløselighed	82	mg/l	/2/
Damptryk	0,2 (ved 20 °C)	mm Hg	/2/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	1,46	-	/2/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	T, C		/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier for:			
Jord	70	mg/kg TS.	/6/
Grundvand	0,5	µg/l	/6/
Afdampning	0,02	mg/m ³	/6/
B-værdi	0,02	mg/m ³	/3/
At-værdi	4	mg/m ³	/10/

Navn	Resorcinol	Enhed	Referencer
Synonymer	Hydroxyphenol		/9/
CAS nr.	108-46-3	-	/9/
Kemisk formel	C ₆ H ₆ O ₂	-	/9/
Tilstandsform	Fast stof	-	/9/
Molvægt	110,11	g/mol	/9/
Densitet	1,27	g/ml	/9/
Smeltepunkt	110	°C	/9/
Vandopløselighed	Vandblandbar		/9/
Damptryk			
Oktanolvand fordelingsforhold (log)			
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Xn, Xi, N		/5/
Forekommer i:			
Jord			
Grundvand	*		
Poreluft			
Kvalitetskriterier for			
Jord	Ingen		
Grundvand	Ingen		
Afdampning	Ingen		
B-værdi	Ingen		
At-værdi	45	mg/m ³	/10/

Navn	Styren	Enhed	Referencer
Synonymer	Vinylbenzen	-	/2/
CAS nr.	100-42-5	-	/2/
Kemisk formel	C ₈ H ₈	-	/2/
Tilstandsform	Farveløs væske	-	/2/
Molvægt	104,14	g/mol	/2/
Densitet	0,90	g/ml	/2/
Kogepunkt	145	°C	/2/
Vandopløselighed	300 (ved 20°C)	mg/l	/2/
Damptryk	5 (ved 20°C)	mm Hg	/2/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	2,95		/2/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Xn, Xi		/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier for:			
Jord	40	mg/kg TS.	/6/
Grundvand	1	µg/l	/6/
Afdampning	0,2	mg/m ³	/6/
B-værdi	0,2	mg/m ³	/3/
At-værdi	105	mg/m ³	/10/

Navn	α-Methylstyren	Enhed	Referencer
Synonymer	Vinyltoluen, methylstyren	-	/9/
CAS nr.	25013-15-4	-	/9/
Kemisk formel	C ₉ H ₁₀	-	/9/
Tilstandsform	Farveløs væske	-	/9/
Molvægt	118,18	g/mol	/9/
Densitet	0,89	g/ml	/9/
Kogepunkt	170	°C	/9/
Vandopløselighed	100 (ved 20°C)	mg/l	/9/
Damptryk			
Oktanolvand fordelingsforhold (log)			
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Xi, N		/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier for:			
Jord	Ingen		
Grundvand	Ingen		
Afdampning	Ingen		
B-værdi	Ingen		
At-værdi	120	mg/m ³	/10/

Navn	1,1,1Trichlorethan	Enhed	Referencer
Synonymer	Methylchloroform, TCA	-	/2/
CAS nr.	71-55-6	-	/2/
Kemisk formel	CCl ₃ - CH ₃	-	/2/
Tilstandsform	Farveløs væske	-	/2/
Molvægt	133,4	g/mol	/2/
Densitet	1,35	g/ml	/2/
Kogepunkt	74,1	°C	/2/
Vandopløselighed	500-1.000 (ved 20°C)	mg/l	/2/
Damptryk	100	mm Hg	/2/
Oktanøl-vand forde- lingsforhold (log)	2,49 / 2,2	-	/2/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Xn, N	-	/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier i:			
Jord	200	mg/kg TS.	/6/
Grundvand	1 ¹	µg/l	/6/
Afdampning	Ingen		
B-værdi	0,5	mg/m ³	/6/
At-værdi	275	mg/m ³	/10/

¹ sum af chlorerede opløsningsmidler (÷ Vinylchlorid)

Navn	Trichlorethylen	Enhed	Referencer
Synonymer	Ethyltrichlorid, TCE	-	/2/
CAS nr.	79-01-6	-	/2/
Kemisk formel	$\text{CCl}_2 = \text{CHCl}$	-	/2/
Tilstandsform	Farveløs væske	-	/2/
Molvægt	131,5	g/mol	/2/
Densitet	1,4556 (ved 25°C)	g/ml	/2/
Kogepunkt	86,7	°C	/2/
Vandopløselighed	1.100 (ved 25°C)	mg/l	/2/
Damptryk	59	mmHg	/2/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	2,9/ 2,6	-	/2/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Carc3	-	/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier i:			
Jord	5	mg/kg TS.	/6/
Grundvand	1 ¹	µg/l	/6/
Afdampning	0,001	mg/m ³	/6/
B-værdi	0,04	mg/m ³	/3/
At-værdi	54	mg/m ³	/10/

¹ sum af chlorerede opløsningsmidler (÷ Vinylchlorid)

Navn	Toluen	Enhed	Referencer
Synonymer	Toluol, methylbenzen	-	/1/
CAS nr.	108-88-3	-	/1/
Kemisk formel	C ₆ H ₅	-	/1/
Tilstandsform	Farveløs væske	-	/1/
Molvægt	92,14	g/mol	/1/
Densitet	0,89	g/ml	/1/
Kogepunkt	110,6	°C	/1/
Vandopløselighed	600	mg/l	/1/
Damptryk	28,7 (ved 20°C)	mm Hg	/1/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	2,69	-	/1/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	F, Xn		/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier			
Jord	10 ¹	mg/kg TS.	/6/
Grundvand	5	µg/l	/6/
Afdampning	0,4	mg/m ³	/6/
B-værdi	0,4	mg/m ³	/3/
At-værdi	94	mg/m ³	/10/

¹ sum af BTEX

Navn	Tributylphosphat	Enhed	Referencer
Synonymer	TBP	-	/2/
CAS nr.	126-73-8	-	/2/
Kemisk formel	C ₁₂ H ₂₇ O ₄ P	-	/2/
Tilstandsform	Væske	-	/2/
Molvægt	266,32	g/mol	/2/
Densitet	0,976	g/ml	/2/
Kogepunkt	289	°C	/2/
Vandopløselighed	Ca. 6.000	mg/l	/2/
Damptryk			
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)			
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Xn		/5/
Forekommer i:			
Jord			
Grundvand	*		
Poreluft			
Kvalitetskriterier for			
Jord	Ingen		
Grundvand	Ingen		
Afdampning	Ingen		
B-værdi	Ingen		
At-værdi	2,5	mg/m ³	/10/

Navn	Xylener	Enhed	Referencer
Synonymer	Xylol, dimethylbenzen	-	/1/
CAS nr.	1330-20-7	-	/1/
Kemisk formel	C ₈ H ₁₀	-	/1/
Tilstandsform	Farveløs væske	-	/1/
Molvægt	106,17	g/mol	/1/
Densitet	0,864	g/ml	/1/
Kogepunkt	138,3	°C	/1/
Vandopløselighed	0,2	g/l	/1/
Damptryk	6 (ved 20°C)	mmHg	/1/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	Ca. 3	-	/1/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Xn, Xi		/5/
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		
Kvalitetskriterier			
Jord	10 ¹	mg/kg	/6/
Grundvand	5	µg/l	/6/
Afdampning	0,1	mg/m ³	/6/
B-værdi	0,1	mg/m ³	/3/
At-værdi	109	mg/m ³	/10/

¹ sum af BTEX

Litteraturliste til datablade

- /1/ Miljø- og Energiministeriet 1995. Toksikologiske kvalitetskriterier for jord og drikkevand. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 12, 1995.
- /2/ Vestsjællands Amtskommune, 1992. Affaldsdepoter, Historiske branchebeskrivelser -fysisk - kemiske data, bilagsrapport I, udført af Carl Bro as.
- /3/ Miljø- og Energiministeriet 1996. B-værdier. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 15, 1996.
- /4/ Karel Verschueren 1983. Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals.
- /5/ Miljø- og Energiministeriet 1999. Bekendtgørelse nr. 510 af 18. juni 1999. Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer. Bind 1, 2 og 3.
- /6/ Miljøstyrelsen 1998. Oprydning af forurenede lokaliteter, hovedbind. Vejledning nr. 6, 1998.
- /7/ The Merck Index. 11. ed. 1983
- /8/ Handbook of Chemistry and Physics. 70. ed. 1990
- /9/ www.chemfinder.com
- /10/ Arbejdstilsynet 1996. Grænseværdier for stoffer og materialer. At-anvisning nr. 3.1.0.2. December 1996.
- /11/ Miljøstyrelsen 1996. Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand. Bind 2. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 20, 1996.

Bilag 5

Primære og sekundære informationskilder

Primære og sekundære informationskilder

Forud for igangsættelse af tekniske undersøgelser, er det vigtigt at få indsamlet og beskrevet alt det historiske materiale for den aktuelle lokalitet. Dette kan være tidskrævende, men den forbrugte tid vil ofte være givet godt ud, når de tekniske undersøgelser igangsættes.

Formålet med den historiske gennemgang er at få udpeget art og fysisk placering af de potentielle forureningskilder.

Der findes en lang række kilder, hvor fra der kan søges oplysninger. Kilderne kan opdels i primære og sekundære kilder. De vigtigste oplysninger findes i de primære kilder. Hvis det vurderes, at de primære kilder er mangelfulde, suppleres med oplysninger fra de sekundære kilder.

De primære kilder omfatter:

- Arkiver hos kommunen. I kommunens arkiver findes der oplysninger om byggeaktiviteter, lokalplaner, situations- og kloakplaner, oplysninger om nedgravede tanke og deres status, oplag, miljøsager mv. I nogle kommuner findes alle oplysninger i byggesagsarkivet, mens oplysningerne i andre kommuner er fordelt på byggesags- og miljøarkivet.
- Arkiver hos Amtet. Her findes oplysninger fra Amtets kortlægning af potentielt forurenende virksomheder, oplysninger om hvorvidt ejendommen er beliggende indenfor et område med særlige drikkevandsinteresser mv.
- Lokalhistoriske arkiver. På de lokalhistoriske arkiver findes gamle vejvisere, telefonbøger, fotos og avisudklip mv. Herudover har personalet på arkiverne ofte et stort lokalkendskab.
- Baggrundsmateriale om anlæg og processer. Generel viden om produktionsteknik, processer, anvendte stoffer og kemikalier mv. kan søges i: A history of technology, I-VIII, dækker perioden 1800-1958 /1/ Karl Meyer Vareleksikon 1-2. Oplyser om alle tænkelige produkters ophav, fremstilling og komponenter /2/.
- Politikens industrihåndbog. Sådan laves det. Omhyggelig og informativ opslagsbog over en række fremstillingsprocesser, dækker perioden 1949-1966 /3/.
- Virksomhedens arkiver. Virksomheden kan ligge inde med mængdeopgørelser eller datablade over anvendte stoffer og produkter samt gamle fotos og tegningsmateriale
- Tinglysningskontoret. Oplysninger om tidligere ejerforhold og deklarationer der findes tinglyst på den enkelte ejendom
- Interviews. Interviews af tidligere eller nuværende ansatte kan understøtte og supplere oplysninger fra arkiver og litteratur. Det kan også være relevant at interviewe medarbejdere hos kommunen.
- Besigtigelse. Ved besigtigelsen af lokaliteten, kontrolleres om de indsamlede arkivoplysninger er i overensstemmelse med de nuværende forhold.

Placeringen af eksisterende bygninger og installationer registreres og synlige tegn på jordforurening noteres. En checkliste til brug ved besigtigelse findes i /4/

De sekundære kilder omfatter:

- Miljøgodkendelser indeholder beskrivelser af produktionsprocesser, forureningsbegrænsende foranstaltninger samt affaldsprodukter og deres bortskaffelse. For listevirksomheder med regional påvirkning er Amtet miljømyndighed. Miljøgodkendelser omfatter kun perioden efter miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden i 1974.
- Arbejdstilsynets (tidligere fabrikstilsynet) inspektionsberetninger. Her kan skaffes oplysninger om kemikalier og uheld
- Det kongelige Bibliotek har ca. 400.000 skrå- og lodfotos fra før 1945. Udfra fotos kan fås indtryk af arealanvendelsen. Herudover kan tankanlæg, oplag af tromler og affald mv. lokaliseres.
- Kort- og Matrikelstyrelsen har lodfotos fra 1945 og frem.
- Private luftopmålingsfirmaer, som Kampsax Geoplan, Landinspektørernes Luftopmåling og Kastrup Luftfoto kan ligge inde med historiske luftfotos. Endelig kan der findes flyfotos hos en lang række kommuner.
- Erhvervsarkivet. Dansk Tarifforenings Arkiv, som ligger i Erhvervsarkivet i Århus, inderholder oplysninger fra forsikringselskabernes inspektioner på ca. 50.000 større virksomheder i perioden fra 1896-1982. Indeholder generelt meget udførlige optegninger over de enkelte lokaliteter med hensyn til produktionsindretning og lagervirksomhed mv. Adgang til selve inspektionsrapporterne kræver tilladelse fra Dansk Skadesforening
- Den lokale politi- eller brandmyndighed kan have kronologiske oplysninger om hændelser, der kan have forureningsmæssig betydning, f.eks. brande eller andre uheld som spild, lækager eller overløb ved tankanlæg. Herudover kan der findes oplysninger om tidligere oplag af brandfarlige og eksplosionsfarlige stoffer
- Nationalmuseet i Brede. Industrialismens bygninger og boliger 1840-1940. Registrering af 6.000 erhvervsvirksomheder på baggrund af erhvervstællingen i 1935. Registeret rummer lokalitetsdata, fotos af bygninger og inventar og diverse småskrifter.

Litteraturliste

- /1/ Charles Singer (1958): A history of technology, I-VIII.
- /2/ Hans-Egede Glan (1951): Karl Meyer Vareleksikon 1-2.
- /3/ Politiken (1996): Politikens industrihåndbog. Sådan laves det
- /4/ Miljøstyrelsen (1998): Oprydning af forurenede lokaliteter, hovedbind. Vejledning nr. 6, 1998