

# Forebyggelse af jord og grundvandsforurening på industrivirksomheder ved udvalgte aktiviteter



# Indhold

1	FORORD	5
	SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	7
	SUMMARY AND CONCLUSIONS	13
2	INDLEDNING	19
2.1	BAGGRUND	19
2.2	FORMÅL	19
2.3	DEFINITIONER	21
2.4	LÆSEVEJLEDNING	21
3	LOVGRUNDLAG	23
4	VURDERING VED FOREBYGGELSE AF JORD- OG GRUNDEVANDS-FORURENING	25
4.1	ANVENDELSE AF BESLUTNINGSSTØTTEVÆRKTØJ	26
4.2	RISIKOSCREENING AF ANVENDTE KEMIKALIER	30
4.3	RISIKOSCREENING AF DEN ENKELTE AKTIVITET	41
4.3.1	<b>Nedgravede aktiviteter</b>	<b>41</b>
4.3.2	<b>Overjordiske aktiviteter herunder kemikalieoplagspladser</b>	<b>42</b>
4.3.3	<b>Øvrige risici ved aktiviteter</b>	<b>42</b>
4.4	RISIKOSCREENING I RELATION TIL JORD, GRUNDEVAND, NABOAREALER OG RECIPIENTER	43
4.4.1	<b>Indvinding og grundvandets sårbarhed</b>	<b>44</b>
4.4.2	<b>Naboarealer og recipienter</b>	<b>45</b>
5	GENERELLE OVERVEJELSER VED FOREBYGGELSE	47
5.1	PLANLÆGNING, INDRETNING, KONSTRUKTION OG ETABLERING	47
5.2	DRIFT	49
5.3	SIKRING OG KONTROL	50
5.3.1	<b>Sikring</b>	<b>50</b>
5.3.2	<b>Kontrol</b>	<b>51</b>
6	JORD- OG GRUNDEVANDS-FORURENING FRA ENKELTAKTIVITETER PÅ VIRKSOMHEDEN	53
6.1	TANKANLÆG MED TILHØRENDE INSTALLATIONER	54
6.1.1	<b>Anlæg konstruktion og etablering</b>	<b>55</b>
6.1.2	<b>Materialer</b>	<b>56</b>
6.1.3	<b>Korrosion</b>	<b>59</b>
6.1.4	<b>Sikring og kontrol</b>	<b>64</b>
6.1.5	<b>Typiske erfaringer på hvor det går galt</b>	<b>72</b>
6.1.6	<b>Elementer der kan indgå som krav</b>	<b>74</b>
6.2	BELÆGNINGER DER ANVENDES TIL FOREBYGGELSE AF FORURENING	75
6.2.1	<b>Tætte og faste belægninger</b>	<b>75</b>
6.2.2	<b>Materialer</b>	<b>78</b>
6.2.3	<b>Korrosion af anlæg</b>	<b>81</b>

6.2.4	<b>Sikring og kontrol</b>	<b>89</b>
6.2.5	<b>Typiske erfaringer på, hvor det går galt</b>	<b>89</b>
6.2.6	<b>Elementer der kan indgå som krav</b>	<b>90</b>
6.3	KEMIKALIEOPLAGSPLADSER, VASKEPLADSER OG PÅFYLDNINGSPLADSER	95
6.3.1	<b>Materialevalg</b>	<b>96</b>
6.3.2	<b>Korrosion af anlæg</b>	<b>96</b>
6.3.3	<b>Kontrol af anlæg</b>	<b>96</b>
6.3.4	<b>Typiske erfaringer på, hvor det går galt</b>	<b>97</b>
6.3.5	<b>Elementer der kan indgå som krav</b>	<b>98</b>
6.4	SPILD FRA MASKINER OG ANLÆG SAMT HÅNDTERING I FORBINDELSE MED TRANSPORT OG ANVENDELSE	100
6.4.1	<b>Typiske erfaringer på hvor det går galt</b>	<b>100</b>
6.4.2	<b>Elementer der kan indgå som krav til maskiner og anlæg</b>	<b>102</b>
7	<b>TILSYN OG EGENKONTROL MED FOKUS PÅ FOREBYGGELSE</b>	<b>105</b>
7.1	PLANLÆGNING AF TILSYN	106
7.2	GENNEMFØRELSE AF TILSYN	109
7.3	EGENKONTROL	113
7.4	OPFØLGNING PÅ TILSYN	114
8	<b>REFERENCER</b>	<b>115</b>

**Bilag:**

Bilag 1. Videncenter for Jordforurenings liste over stoffer.

Bilag 2. Princippet i katodisk beskyttelse.

Bilag 3. Eksempler på vurdering ved valg af krav til belægninger

Bilag 4. Tjekskemaer til tilsyn

# 1 Forord

Denne orientering ”Forebyggelse af jord- og grundvandsforurening på industrivirksomheder ved udvalgte aktiviteter” er udarbejdet for Miljøstyrelsen i perioden april 2007 til september 2008.

Projektet er udført af Orbicon A/S af Søren Helt Jessen og Torben Sune Bojsen samt Claus Frydenlund fra Gladsaxe Kommune.

Projektet har været fulgt af en følgegruppe med følgende medlemmer:

- Birgitte Kjær, Miljøstyrelsen (formand - efter 1. oktober 2007).
- Lise Fogh Pedersen, Miljøstyrelsen (formand - indtil 1. oktober 2007).
- Kim Dahlstrøm, Miljøstyrelsen – indtil 1. november 2007.
- Arne Rokkjær, Region Hovedstaden, tidligere Miljøstyrelsen.
- Tina Nørby Rømer, Lyngby-Taarbæk Kommune.
- Kristian Arnborg Nielsen, Rebild Kommune, tidligere Miljøcenter Århus.
- Mai-Britt Madsen, Allerød Kommune,
- Bente Eisenmann Jørgensen, Miljøcenter Århus - fra 1. april 2008.
- Ninna Knudsen, Danisco Grindsted.
- Jens Ulrik Jensen, Dansk Industri.

Følgegruppen har fulgt arbejdet med orienteringen og har deltaget i diskussion af resultater.

Orienteringen bygger på et tidligere, ikke publiceret, projekt ”Håndbog om forebyggelse af jord- og grundvandsforurening ved miljøgodkendelser og tilsyn”, udarbejdet af Hedeselskabet Miljø og Energi A/S (nu Orbicon A/S) for Videncenter for Jordforurening i perioden april 2003 til september 2004.

Orienteringen er finansieret af Virksomhedsordningen, som administreres af Miljøstyrelsen.



# Sammenfatning og konklusioner

Erfaringerne med jord- og grundvandsforureninger igennem de seneste årtier viser at mange forureninger kunne være undgået. For eksempel gennem substitution af kemikaliet, fokus på sikring af forureningskilden, eller hvis der havde været gennemført en tilstrækkelig egenkontrol. For mange virksomheder har forureningerne medført omkostninger i forbindelse med undersøgelser, afværgeforanstaltninger, produktionsstop og dårlig omtale. For myndighederne har mange sager bevirket, at de har bekostet udgifter til undersøgelser og afværgeforanstaltninger samt mistet grundvand på grund af lukkede indvindingsboringer.

Formålet med orienteringen er, at den skal være en håndbog for virksomheder og myndigheder til brug ved indretning, drift og kontrol med aktiviteter, der indebærer en risiko for jord- eller grundvandsforurening. Orienteringen kan både finde anvendelse ved nyanlæg og ved vurdering og indsats i forhold til eksisterende anlæg herunder ved udarbejdelse af miljøgodkendelser, påbud samt ved tilsyn.

Orienteringen stiller forslag i forhold til forebyggelsen af jord- og grundvandsforurening inden for følgende udvalgte industriaktiviteter:

- Tankanlæg i metal og plast til oplag af kemikalier.
- Belægninger der anvendes til forebyggelse af forurening.
- Pladser til oplag af kemikalier og farligt affald, vaskepladser samt påfyldnings- og aftapningspladser.
- Spild af kemikalier fra maskiner og anlæg samt ved transport og anvendelse.

## Screening af om industriaktiviteter udgør en risiko

Ved etablering af aktiviteter, udvidelser eller revurdering af bestående virksomheder, hvor der indgår kemikalier, er det væsentligt, at det vurderes om aktiviteten udgør en risiko i forhold til jord- og grundvandsforurening. Denne vurdering (screening) skal **altid** gennemføres for både de anvendte kemikalier, den pågældende aktivitet og i forhold til jord og grundvandsforhold.

Der bør gennemføres en overordnet kortlægning af kemikaliets vej fra det kommer ind på virksomheden til det forlader den igen enten i form af et produkt eller affald på fast, flydende eller gasform.

Når virksomhed og tilsynsmyndighed skal vurdere i hvor høj grad en potentiel forureningskilde udgør en risiko, er det en fordel for begge parter, hvis der benyttes et standardiseret beslutningsstøtteværktøj.

I orienteringen er præsenteret et beslutningsstøtteværktøj, som bl.a. omfatter en række hjælpeværktøjer, der er opdelt i følgende tre hovedgrupper:

- Risikoscreening af anvendte kemikalier.

- Risikoscreening af den enkelte aktivitet.
- Risikoscreening i relation til jord og grundvand, naboarealer og recipienter.

Ved brug af beslutningsstøtteværktøjet er det muligt at opdele risikoen i 2 grupper:

- Normal risiko.
- Høj risiko.

### **Omfang af nødvendige forebyggelsestiltag (barrierer)**

Når det er vurderet om aktiviteten udgør en høj eller normal risiko for jord og grundvandsforurening, bør virksomhed og myndighed efterfølgende overveje omfanget af forebyggelsestiltag, der kan anskues ved antallet af barrierer. Jo større risiko, jo flere barrierer skal der bruges til at forebygge forurening fra aktiviteten.

En barriere kan være passiv (som for eksempel en ekstra væg omkring en tank) eller aktiv (som for eksempel ekstra tilsyn og kontrol).

Som udgangspunkt gælder, at der for aktiviteter med normal risiko stilles normale krav. Tilsvarende stilles som udgangspunkt skærpede krav til aktiviteter med høj risiko for jord- og grundvandsforurening.

### **Tankanlæg med tilhørende installationer**

Fra overjordiske og nedgravede trykløse tankanlæg, der anvendes til opbevaring af kemikalier, er der indenfor de sidste 50 år erfaringer for, at de har forårsaget massiv jord- og grundvandsforurening. Særligt fra nedgravede kemikalietanke i den kemiske industri, metal- og renseri-branchen er der erfaringer med kraftige forureninger.

Det er specielt fra nedgravede tankanlæg og rørinstallationer, at der er erfaring for, at der kan ske omfattende forurening, idet udsivningen kan ske over en årrække uden at forureningen opdages.

Fra overjordiske tankanlæg er der ligeledes erfaring med kraftige forureninger. De er dog sjældent af samme omfang, da utætheden oftest opdages forholdsvist hurtigt.

Orienteringen behandler detaljeret en lang række forhold ved tankanlæg af metal og plast med tilhørende installationer, der har betydning for anlæggenes risiko for forurening af jord og grundvand.

### **Elementer der kan indgå som krav for tankanlæg**

Indledningsvis bør myndigheden sikre, at der i ansøgningsmaterialet er redegjort for materialevalg og materialernes resistens overfor mediets (kemikaliets) påvirkninger. Som udgangspunkt bør der foreligge en udtalelse fra en fagspecialist.

Ved fastsættelse af krav (barrierer) bør disse præcisere, at tilladelsen kun gælder for det specificerede kemikalie, og at der bør ske en revurdering ved ændret anvendelse.



Omfang og antal af barrierer (krav) er afhængigt af den konkrete situation og bør fastsættes under hensyntagen til tankanlæggets alder, tilstand, uddannelse af personale mv.

Orienteringen giver eksempler på elementer, der kan indgå som krav for tankanlæg. Disse elementer omhandler krav til konstruktion, etablering, korrosion, sikring, overvågning og kontrol.

### **Tætte og faste belægninger og befæstede arealer**

I denne orientering defineres en **belægning** som materialer (løse eller faste), der placeres ovenpå råjordsplanum. Tilsvarende defineres et **befæstet areal**, som et areal med en belægning.

En **fast belægning** er i denne orientering en belægningstype, der i modsætning til en løs belægning består af materialer sammenbundet af bindemidler (asfalt, beton, betonbelægningssten) samt metalplader og polymermembraner.

Som udgangspunkt er løse belægninger ikke impermeable eller tætte. Faste belægninger **kan** være tætte. Grundlæggende er ingen faste belægninger 100 % impermeable / tætte, hvis de udsættes for en påvirkning med flydende kemikalier over lange tidsrum.

Impermeable eller tætte belægninger bør derfor forstås i sammenhæng med det tidsrum, hvor den faste belægning påvirkes af kemikaliet.

En **tæt belægning** er derfor i denne orientering en fast belægning, der i løbet af påvirkningstiden ikke mister sin evne til at tilbageholde kemikalier fra at gennemtrænge belægningen.

Orienteringen behandler detaljeret en lang række forhold ved belægninger af asfalt, beton, fliser og belægningssten af beton, metal og polymermembraner, der har betydning for belægningstypernes risiko for forurening af jord og grundvand. Udover selve belægningstyperne behandler orienteringen også forhold vedr. fugematerialer.

### **Elementer der kan indgå som krav for belægninger**

Elementer til krav er under hensyntagen til påvirkningstiden inddelt i tre grupper:

- Kort påvirkningstid.
- Middel påvirkningstid.
- Lang påvirkningstid.

Gruppering af påvirkningstiden afhænger af:

- Hvorvidt belægningen kan inspiceres visuelt,
- belægningens hældning (hvor lang tid kemikaliet kan opholde sig på belægningen), og
- af den hyppighed, hvormed kemikaliet håndteres eller omhældes.

Krav i gruppen "kort påvirkningstid" kan anvendes på belægninger, der let kan inspiceres visuelt. Belægningen skal typisk kunne modstå kortvarig

kemikaliepåvirkning (op til 1 time) inden påvirkningen registreres og fjernes fra belægningen. Krav i denne gruppe finder endvidere anvendelse på belægninger, hvor der sjældent (op til 1 gang pr. år) foregår omhældning og aftapning af kemikalier. Kravene kan typisk anvendes på aktiviteter af typen afledningsflader på vaskepladser, afledningsflader på indendørs og udendørs kemikalieoplag, samt på interne transportveje på virksomheden. I de fleste tilfælde vil disse krav kunne anvendes for faste belægninger.

Krav i gruppen "middel påvirkningstid" kan anvendes på belægninger, der kan inspiceres visuelt. Belægningen skal kunne modstå middel kemikaliepåvirkning (op til 1 døgn) inden påvirkningen registreres og fjernes fra belægningen. Kravene i denne gruppe finder endvidere anvendelse på belægninger, hvor der af og til (op til 1 gang pr. måned) foregår omhældning og aftapning af kemikalier. Kravene kan typisk anvendes på aktiviteter af typen opsamlingsbeholdere under påfyldningspladser, tankgårde samt visse sjældent benyttede påfyldningspladser. Afhængigt af forholdene på virksomheden kan krav i denne gruppe anvendes på både faste og tætte belægninger.

Krav i gruppen "lang påvirkningstid" kan anvendes på belægninger, der kun vanskeligt kan inspiceres visuelt, hvorfor belægningen skal kunne modstå op til 3 ugers påvirkningstid inden påvirkningen registreres og fjernes fra belægningen. Kravene i denne gruppe finder endvidere anvendelse på belægninger, hvor der hyppigt (op til flere gange pr. dag) foregår omhældning og aftapning af kemikalier. Kravene kan typisk anvendes på særligt udsatte aktiviteter som påfyldningspladser, samlebrønde, rørforbindelser, gruber, sumpe, samt under maskiner/anlæg, der kun vanskeligt kan inspiceres visuelt. I de fleste tilfælde vil disse krav kunne anvendes for tætte belægninger.

### **Kemikalieoplagspladser, vaske- og påfyldningspladser**

Pladser der anvendes til oplag af kemikalier eller farligt affald samt vaske- og påfyldningspladser kan forurene jord og grundvand som følge af spild. Kemikalieoplagspladser, vaskepladser og påfyldningspladser kan forekomme såvel indendørs som udendørs. De udendørs pladser kan enten være overdækkede eller fritliggende.

Til forebyggelse af jord- og grundvandsforurening fra oplags- og vaskepladser er der opstillet en række elementer til krav (barrierer), der kan anvendes i forbindelse etablering eller reovering af eksisterende pladser.

Omfang og antal af barrierer (krav) er afhængigt af den konkrete situation og bør fastsættes under hensyntagen til pladsens alder, tilstand, uddannelse af personale mv.

Orienteringen giver eksempler på elementer, der kan indgå som krav for kemikalieoplagspladser, vaske- og påfyldningspladser. Disse elementer omhandler krav til anlæg, drift og indretning samt kontrol og vedligehold.

### **Maskiner og anlæg**

Velfungerende maskiner og anlæg lækker normalt ikke kemikalier. Uheld, manglende vedligehold og en lemfældig omgang med driftsinstruksen eller manglende driftsinstruks kan f.eks. betyde, at smøreolie eller kemikalier spildes.

Orienteringen giver eksempler på elementer, der kan indgå som krav for maskiner og anlæg. Disse elementer omhandler krav til anlæg, drift og indretning samt kontrol og vedligehold.

### **Tilsyn og egenkontrol med fokus på forebyggelse**

På virksomheder hvor der håndteres kemikalier, der kan medføre forurening af jord og grundvand, kan det være en fordel, at tilsynet udføres af to personer; en med ekspertise inden for virksomhedsforhold og en med ekspertise inden for jord- og grundvandsforureninger.

Som forberedelse kan det være relevant at indhente oplysninger om de kemikalier, der anvendes på virksomheden med hensyn til stofegenskaber, anvendelse og placering. Den tilsynsførende bør undersøge i virksomheds sagen, eller eventuelt i kommunens byggesags- eller beredskabsarkiv, om der er tankanlæg til oplag af kemikalier på virksomheden. Endvidere bør undersøges tankenes alder, størrelse, placering, kemikalieindhold, resultat af tæthedsprøvning mv.

Med hensyn til belægninger bør den tilsynsførende undersøge om der er materiale i sagen, der beskriver hvilke typer belægninger, der er ved de forskellige aktiviteter, som kan udgøre en risiko overfor jord- og grundvandsforurening på virksomheden.

Til brug ved gennemførelse af tilsyn er der i orienteringen præsenteret en række tjekskemaer for følgende temaer:

- Tankanlæg.
- Belægninger
- Kemikalieoplags-, vaske- og påfyldningspladser.
- Maskiner og anlæg

Tjekskemaerne kan hjælpe myndigheden til at få klarlagt driften, kvaliteten og egenkontrollen med anlægget.

Egenkontrol kan betragtes som virksomhedens egen mulighed for løbende at overvåge, at der ikke sker spild og udslip. Egenkontrol i forbindelse med forebyggelse af jord- og grundvandsforureninger vil normalt være i form af overvågning af belægninger, tanke og rør.



# Summary and conclusions

The experiences with soil and groundwater contamination over the past decades show that many instances of contamination could have been avoided, for instance by substituting chemicals, focusing on safeguarding the contaminant source or better inspection by the company responsible for or using the site. For many companies, the contaminations have led to extra costs due to investigations, remedial work, breaks in production and impact on reputation. For authorities, the numerous cases have led to costs for investigations and remedial work, as well as the loss of drinking water supplies as a result of having to close extraction wells.

## **The purpose of the project**

The purpose of the project is to act as a manual for companies and authorities for the design, operation and audit of activities which involve a risk of soil and groundwater contamination. The project may be used both with new facilities and for assessment and efforts in relation to existing facilities, including for the preparation of environmental approvals, enforcement orders and audits.

The project lists suggestions for the prevention of soil and groundwater contamination in the following selected industrial activities:

- Tank facilities made of metal or plastic for storage of chemicals.
- Paving used for the prevention of soil and groundwater contamination.
- Areas for storage of chemicals and hazardous waste, washing areas and also filling and distribution areas.
- Chemical spills from machinery and facilities as well as during transport and usage.

## **Screening the risks of industrial activities**

When establishing activities, extensions or reassessing existing companies dealing with chemicals, it is necessary to assess whether or not the activity presents any risk of soil or groundwater contamination. This assessment (screening) should *always* be carried out for the chemicals in use, the activity in question and in relation to local soil and groundwater conditions.

An overall analysis must be undertaken of the routing of the chemical from when it enters the company until it leaves it again in the form of a product or as solid, liquid or gaseous waste.

When the company and supervising authority need to assess how great a degree of risk a potential source of contamination is posing, it is an advantage for both parties if a standardised decision-making tool is used.

A decision-making tool is presented in the project which includes a number of auxiliary tools divided into the following three main groups:

- Risk-based screening of the chemicals in use.

- Risk-based screening of the individual activity.
- Risk-based screening with regards to soil and groundwater, adjoining areas and to recipients.

With the decision-making tool it is possible to divide the risk into two groups:

- Normal risk.
- High risk.

### **Extent of necessary prevention initiatives (barriers)**

When it has been assessed whether the activity poses a high or normal risk for soil or groundwater contamination, the company and authority should consider the extent of the prevention initiatives needed, which can be viewed as a number of barriers. The higher the risk, the more barriers are needed to prevent the activity from causing contamination.

A barrier can be passive (e.g. an extra wall around a storage tank) or active (e.g. extra supervision and control).

For activities with normal risk, normal requirements are set. Appropriate additional requirements are set for activities with a high risk of soil or groundwater contamination.

### **Tank systems with corresponding installations**

Within the last fifty years, experience shows that unpressurised tank systems used for storage of chemicals above and below ground level have caused massive soil and groundwater contamination. Of particular note has been the extensive contamination from underground chemical tanks in the chemical industry, as well as from metals and dry-cleaning.

Underground tank systems and pipeline installations have in particular been found to be the source of extensive contamination, as leakages can go undetected for a number of years.

Instances of extensive contamination from above-ground tank systems have also been found. However, these have rarely the same extent as leakages, and are mostly discovered relatively early on.

The project deals with the details of a series of conditions involving metal and plastic storage tank facilities and installations. The installations are important as regards the risk of soil or groundwater contamination posed by the facilities.

### **Elements which can be included as requirements for tank facilities**

Initially, the authorities should make sure that the application documentation accounts for the choice of material and the material's resistance to influence from the chemical in question. As a minimum, a statement from a specialist on the subject should be made available.

When determining requirements (barriers), these should specify that approval is only valid for the chemicals specified, and that a reassessment must be carried out in the event of any change of use.

The extent of and number of barriers are dependent upon the situation in question and should consider of the age and state of the storage tank facility, level of qualification of staff, etc.

The project gives examples of elements which can be included as requirements for tank facilities. These elements include requirements for construction, establishment, corrosion, protection, monitoring and control.

### **Impermeable and firm paving and paved areas**

In this project, **paving** is defined as loose or firm materials which are placed on top of the natural soil surface. It follows that a **paved area** is defined as an area with paving.

In this project, **firm paving** is a type of paving which, as opposed to loose paving (e.g. gravel), consists of materials fixed together by binding materials (asphalt, concrete, concrete paving) as well as metal plates and polymer membranes.

Basically, loose paving is not impermeable or watertight. Firm paving **can** be impermeable. In practice, no firm paving is 100% impermeable/watertight if subjected to the influence of liquid chemicals over a long time period.

Impermeable or watertight paving should therefore be considered together with the time period within which the firm paving is subjected to the chemical.

**Impermeable paving** in this project is therefore firm paving which does not lose its ability to withstand chemical penetration through the paving, over the time it is subject to the effect of the chemicals.

The project deals in detail with a number of conditions involving paving made from asphalt, concrete, tiles and paving stones made from concrete, metal and polymer membranes, which influence the risk posed to the soil and groundwater from the paving types. Apart from the paving types, the project also deals with conditions regarding filling materials.

### **Elements which can be included as requirements for paving**

Elements for requirements can be divided into three groups according to the period of exposure

- Short period of exposure.
- Medium period of exposure.
- Long period of exposure.

The category of the period of exposure depends upon:

- Whether or not the paving can be inspected visually,
- The slope of the paving (how long a time the chemical may stay on the paving), and
- The frequency with which the chemical is handled or decanted.

Requirements for the short period of exposure can be used for paving which can easily be inspected visually. The paving should typically be able to resist chemical influence for a short time span (up to 1 hour) before the exposure is detected and the chemical removed from the paving. Requirements in this group are also used for paving, where any decanting and drawing off of chemicals occurs rarely (up to once a year). The requirements can typically be used for activities such as drainage surfaces at washing areas, drainage surfaces at indoor and outdoor chemical storages as well as at internal transport paths at the company. In most cases, these requirements would be usable for firm paving.

Requirements for the medium period of exposure can be used for paving which can be inspected visually. The paving should be able to resist chemical influence for a medium time span (up to 24 hours) before the exposure is detected and the chemical removed from the paving. The requirements in this group should also be used for paving which are used once a month or less frequently for decanting and drawing off chemicals. The requirements can typically be used for activities such as collection of containers from refilling areas, tank yards as well as certain rarely used filling areas. Dependent upon the conditions at the company, requirements in this group can be used for both firm and impermeable paving.

Requirements for the long period of exposure can be used for paved areas which are complicated to inspect visually, so the paving should be able to resist influence for up to 3 weeks before the exposure is detected and the chemical removed from the paving. The requirements in this group are also used for paving where decanting and drawing off chemicals occurs frequently (up to several times a day). The requirements can typically be used for particularly exposed activities such as filling areas, collecting wells, pipelines or pits as well as under machinery/facilities which are complicated to inspect visually. In most cases, these requirements can be used for impermeable paving.

### **Chemical storage, washing and filling areas**

Spills of chemicals may cause soil or groundwater contamination in chemical storage and in washing and filling areas. These may be indoor or outdoor.

A number of elements for requirements (barriers) for the prevention of soil or groundwater contamination from storage and washing areas are set up which can be used in connection with establishing or renovating existing areas.

The extent and number of barriers (requirements) depend on the actual situation and should be determined with regard to the age and state of the area, the level of qualification of staff, etc.

The project gives examples of elements which can be included as requirements for chemical storage, washing and filling areas. These elements include requirements for facility, operation and design, control and maintenance.

### **Audits and internal inspections with a focus on prevention**

At facilities handling chemicals which can lead to soil and groundwater contamination, it can be advantageous to have the audit conducted by two



auditors; one with expertise in business conditions and one with expertise in soil and groundwater contaminations.

As preparation, it can be relevant to collect information about the chemicals used at the company with regard to compound characteristics, usage and location. The supervisor should examine company files and where necessary municipal building or contingency plans for references to any tank systems for storage of chemicals at the facility. The supervisor should also investigate the age of the tanks, the volume, the type of chemicals, the location and the most recent leakage test.

With regards to paving, the supervisor should check whether any material in the files describes which types of paving are present at the different activities which can pose a risk for soil and groundwater contamination at the company.

For use in audits, a number of check lists for the following topics are presented in the project:

- Tank facilities.
- Paving
- Chemical storage areas.
- Indoor and outdoor production facilities.

The checklists may help the authorities clarify the operation, quality and internal inspection of the facility.

Internal inspections can be seen as an opportunity for the companies to continuously monitor for spills or leakages. Internal inspection in relation to soil or groundwater contaminations will normally be by monitoring paving, tanks and pipelines.



## 2 Indledning

### 2.1 Baggrund

Denne orientering omhandler foranstaltninger til forebyggelse af jord- og grundvandsforurening fra kemikalier på industrivirksomheder ved udvalgte aktiviteter. Det er Miljøstyrelsens ønske, at orienteringen kan anvendes som en håndbog for virksomheder samt kommunale og statslige miljømyndigheder og orientere om den viden, der findes i forbindelse med forebyggelse af jord- og grundvandsforurening fra en række udvalgte industriaktiviteter.

Igennem de seneste årtier har virksomheder og myndigheder anvendt millioner af kroner på at undersøge og oprense jord- og grundvandsforureninger. En stor del af forureningerne er sket i en tid, hvor der var begrænset fokus på jord- og grundvandsbeskyttelse. Men også op igennem 1980'erne og frem til i dag er der adskillige eksempler på utætte anlæg, der har medført omfattende jord- og grundvandsforurening. Erfaringen fra mange forureninger viser, at havde der været gennemført forebyggende foranstaltninger, kunne forureninger have været undgået eller omfanget af forurening være reduceret væsentligt.

### 2.2 Formål

Det er hensigten med orienteringen, at denne skal være en hjælp for virksomheder og myndigheder til brug ved indretning, drift og kontrol med aktiviteter, der indebærer en risiko for jord- eller grundvandsforurening. Orienteringen kan både finde anvendelse ved nyanlæg og ved vurdering og indsats i forhold til eksisterende anlæg herunder ved udarbejdelse af miljøgodkendelser, påbud samt ved tilsyn.

Orienteringen foreslår tiltag i forhold til forebyggelsen af jord- og grundvandsforurening, og præsenterer baggrunden herfor inden for følgende udvalgte industriaktiviteter:

- Tankanlæg i metal og plast til oplag af kemikalier.
- Belægninger der anvendes til forebyggelse af forurening.
- Pladser til oplag af kemikalier og farligt affald, vaskepladser samt påfyldnings- og aftapningspladser.
- Spild af kemikalier fra maskiner og anlæg samt ved transport og anvendelse.

Spildevandstekniske installationer, herunder kloakledninger og olieudskillere, tankanlæg og pipelines til opbevaring af benzin og olie og forurening på grund af luftemissioner er ikke behandlet i denne orientering. I nedenstående tabel 2.1. er der imidlertid angivet referencer, hvortil der kan indhentes oplysninger om erfaringer med kilder til forurening samt forebyggelse. Supplerende kan dele af afsnit 6.1. om tanke og rørføringer bruges som inspiration i forbindelse med indhentning af viden om benzin- og olietanke. Endvidere henvises til Baggrundsrapport om miljøkrav til store olielagre, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 2008.

Aktivitet	Referencer	
	Bekendtgørelse	Vejledninger, tidsskrifter og hjemmesider
Olietanke og pipelines	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olietankbekendtgørelsen, BEK nr. 729 af 14/06/2007.</li> <li>• Benzinstationsbekendtgørelsen, BEK nr.555 af 9/06/2001.</li> <li>• Autoværkstedsbekendtgørelsen, BEK nr. 922 af 5/12/1997.</li> <li>• Bekendtgørelse om brandfarlige væsker, BEK nr.161 af 26/4/1985.</li> <li>• Bekendtgørelse om klas-sifikation af eksplosionsfarlige områder, BEK nr. 590 af 26/6/2003.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miljøstyrelsens vejledning nr. 6 og 7 af 1998, "Op-rydning på forurenede lokaliteter."</li> <li>• Miljøstyrelsens vejledning nr. 11 af 1998 "Branchevejledning for benzin- og olieforurenede grunde"</li> <li>• Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 5 af 2007, "Vejledning om pipelines til olieprodukter."</li> <li>• Tekniske forskrifter for brandfarlige væsker, jf. www.beredskabsstyrelsen.dk.</li> <li>• Beredskabsstyrelsens vejledning om klassifikation af eksplosions-farlige områder, juni 2003.</li> </ul>
Spildevandstekniske installationer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Benzinstationsbekendtgørelsen, BEK nr.555 af 9/06/2001.</li> <li>• Bekendtgørelse om etablering og drift af renserier nr. 532 af 18/06/2003.</li> <li>• Autoværkstedsbekendtgørelsen, BEK nr. 922 af 5/12/1997.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift, Teknologisk Institut, marts 2004.</li> <li>• Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 2 af 2006. Tilslutning af industri-spildevand til offentlige spildevandsanlæg.</li> <li>• DS 455 Dansk Ingeniørforenings norm for tæthed af afløbssystemer i jord</li> </ul>

**Tabel 2.1. Væsentlige referencer til olietanke og pipelines samt spildevandstekniske installationer i forbindelse med erfaringer med forebyggelse af jord- og grundvandsforurening.**

Til brug for en indledende vurdering og prioritering af de væsentligste indsatsområder er der udarbejdet et beslutningsstøtteværktøj. Dette værktøj præsenterer nogle overordnede generelle principper for forebyggelse af jord- og grundvandsforurening og omfatter blandt andet delværktøjer til gennemførelse af en:

- Risikoscreening af anvendte kemikalier.
- Risikoscreening af den enkelte aktivitet.
- Risikoscreening i relation til jord og grundvand, naboarealer og recipienter.

Desuden oplyses i beslutningsstøtteværktøjet en række generelle forhold, som virksomhed og myndighed bør være opmærksom på i forbindelse med etableringen af en jord- og grundvandstruende aktivitet.

Orienteringen beskriver endvidere en række overvejelser, der bør indgå i planlægningen af tilsyn og egenkontrol med fokus på forebyggelse af jord- og grundvandsforurening samt råd og vejledning i forbindelse med den praktiske gennemførelse af dette tilsyn.

I starten af kapitel 6 findes en samlet oversigt over de væsentligste forureningskilder med hensyn til jord- og grundvand fra industrielle aktiviteter og indretninger. Nærværende orientering omhandler kun udvalgte af disse kilder. Det fremgår af oversigten hvilke væsentlige kilder, der er udeladt.

### 2.3 Definitioner

I denne orientering anvendes en række begreber.

Ved **kemikalie** menes både enkeltstoffer ("stoffer") såsom metallet bly eller det klorerede opløsningsmiddel tetrachlorethylen samt stofblandinger ("produkter") såsom terpentiner, der består af flere enkeltstoffer.

**Aktivitet** er en samlebetegnelse for enten en hel virksomhed, et anlæg (for eksempel en nedgravet tank), en indretning eller en procedure (for eksempel en instruks for påfyldning af kemikalie i en tank), der kan forårsage jord- og grundvandsforurening.

**Krav** er en samlebetegnelse for vilkår i tilladelser, godkendelser eller i påbud samt for regler i regulativer.

En aktivitet (indretning) karakteriseres som **nedgravet**, hvis den ikke kan inspiceres visuelt under bunden.

**Barrierer** er forebyggelsestiltag enten passive såsom et fysisk anlæg eller aktive såsom et tilsyn eller en kontrol.

### 2.4 Læsevejledning

Orienteringen indeholder 7 kapitler. Kapitel 3 – 7 indeholder både baggrundsinformationer og konkrete redskaber til brug ved godkendelse og tilsyn.

**Kapitel 3** giver et kort overblik over den lovgivning, der regulerer forebyggelse af jord og grundvandsforurening på virksomheder.

**Kapitel 4** beskriver et beslutningsstøtteværktøj, som kan benyttes når en virksomhed eller tilsynsmyndigheden skal tage stilling til, om en potentiel forureningskilde er sikret tilstrækkeligt, og der skal træffes beslutning om valg af sikringsmetode eller krav. Kapitlet præsenterer endvidere metoder til risikoscreening af henholdsvis kemikalier, aktiviteter og virksomheders placering i forhold til grundvands-interesser og naboarealer.

**Kapitel 5** behandler de forhold, virksomheder og myndigheder bør være opmærksom på, når en aktivitet skal sikres. Der opstilles retningslinjer til forebyggelse af aktiviteter, der udgør en normal eller en høj risiko for jord- og grundvandsforurening.

**Kapitel 6** er en detaljeret gennemgang af enkelte udvalgte aktiviteter og indretninger med hensyn til konstruktion, materialevalg, korrosion, sikring og kontrol. I kapitlet opstilles forslag til relevante sikringsmetoder og krav for konstruktion, drift, sikring, kontrol og vedligeholdelse af aktiviteterne.

**Kapitel 7** handler om virksomhedens egenkontrol og myndighedens tilsyn. Kapitlet behandler forskellige typer af egenkontrol og tilsyn. Endvidere hvilke overvejelser, der bør indgå i planlægningen af disse samt råd og vejledning i forbindelse med den praktiske gennemførelse af tilsynet.

**Kapitel 8** er en liste over anvendt litteratur.

Orienteringen er vedlagt en række bilag med uddybende eksempler og hjælpeskemaer.

# 3 Lovgrundlag

Kommunerne og de statslige miljøcentre meddeler godkendelse og fører tilsyn med virksomheder i Danmark. Myndighederne skal igennem krav og tilsyn forebygge jord- og grundvandsforurening på virksomhederne. I dette kapitel gives et kort overblik over reguleringen i forbindelse med forebyggelse af jord- og grundvandsforurening.

## **Miljøgodkendelser i henhold til miljøbeskyttelsesloven og godkendelsesbekendtgørelsen**

Listevirksomheder reguleres ved godkendelser i henhold til miljøbeskyttelsesloven /1/ og godkendelsesbekendtgørelsen /2/.

Listevirksomheder er virksomheder, anlæg og indretninger, der er optaget på bilag 1 og 2 i godkendelsesbekendtgørelsen.

Miljøgodkendelsen skal blandt andet indeholde nødvendige krav til beskyttelse af jord og grundvand. For nogle listepunkter er der udarbejdet standardkrav med blandt andet krav om foranstaltninger til beskyttelse af jord og grundvand. Standardkravene findes i godkendelsesbekendtgørelsens bilag 5.

Miljøgodkendelse af nye anlæg er tidsbegrænset og har som udgangspunkt en retsbeskyttelse på 8 år. Ændringer, der gennemføres ved tilsynsmyndighedens foranstaltning, uanset om produktionen ændres eller udvides, reguleres ved påbud. Ændringer og produktionsudvidelser, som virksomheden ønsker gennemført, skal miljøgodkendes, hvis de indebærer forøget forurening.

## **Tilladelser i henhold til miljøbeskyttelsesloven § 19**

Efter miljøbeskyttelsesloven § 19 må stoffer, produkter og materialer, der kan forurene jord og grundvand ikke nedgraves i jorden, udledes, oplægges eller afledes til jorden uden tilladelse.

Tilladelser i henhold til § 19 har som udgangspunkt ingen retsbeskyttelsesperiode. Det er vigtigt at være opmærksom på, at der i en § 19 tilladelse kun kan stilles krav til de jord- og grundvandsmæssige forhold. Blandt andet kan der ikke stilles krav til emissioner til luft, spildevand, lugt og støj, som der kan i en miljøgodkendelse.

## **Regulering af virksomheder ved påbud efter miljøbeskyttelsesloven**

Virksomheder, der ikke er listevirksomheder, og derfor ikke har en miljøgodkendelse, får, i det omfang miljømyndigheden finder det nødvendigt, reguleret deres miljøforhold ved påbud efter § 42 i miljøbeskyttelsesloven.

## **Vurdering af virkning på miljøet (VVM)**

Visse anlæg er omfattet af bestemmelserne i VVM bekendtgørelsen, nr. 1335 af 6. december 2006. Det betyder blandt andet, at der skal udarbejdes en redegørelse før etablering, udvidelse eller ændring af anlæg, der er opført i bilag 1. For aktiviteter opført i bilag 2 gælder, at der som udgangspunkt skal

foretages en vurdering (screening) af aktiviteten for at se, om den medfører væsentlige miljøbelastninger. Hvis dette er tilfældet, skal aktiviteten underkastes VVM. Redegørelsen skal blandt andet indeholde en beskrivelse af de foranstaltninger, der tænkes anvendt med henblik på at undgå, nedbringe og om muligt neutralisere de skadelige virkninger på miljøet herunder virkninger på jord og grundvand.

### **Anden regulering**

Med udgangspunkt i miljøbeskyttelsesloven er der udarbejdet bekendtgørelser for visse brancher eller aktiviteter, som indeholder krav, der forebygger jord- og grundvandsforurening.

Endvidere har nogle kommuner udarbejdet regulativer vedrørende for eksempel oplag af farligt affald eller kontrol og vedligeholdelse af olieudskillere.

Endelig kan planlægningen hindre etableringen af aktiviteter, som kan medføre forurening af jord og grundvand.

Håndhævelse i sager med lovovertrædelser er ikke behandlet i denne orientering.



## 4 Vurdering ved forebyggelse af jord- og grundvands-forurening

Erfaringerne med jord- og grundvandsforureninger igennem de seneste årtier viser, at mange forureninger kunne være undgået. For eksempel gennem substitution af kemikaliet, fokus på sikring af forurenings-kilden eller hvis der havde været gennemført en tilstrækkelig egenkontrol. For mange virksomheder har forureningerne medført store omkostninger i forbindelse med undersøgelser, afværgeforanstaltninger, produktionsstop og dårlig omtale. For myndighederne har mange sager bevirket, at de har bekostet udgifter til undersøgelser og afværgeforanstaltninger samt mistet grundvand på grund af lukkede indvindingsboringer.

Ved etablering, udvidelser eller revurdering af aktiviteter, hvor der indgår kemikalier, er det derfor væsentligt, at vurdere om aktiviteten udgør en risiko i forhold til jord- og grundvandsforurening. Denne vurdering (screening) skal **altid** gennemføres for både de anvendte kemikalier, den pågældende aktivitet og i forhold til jord og grundvandsforhold.

Som et indledende element i screeningen af aktiviteter foretages en identificering af potentielle aktiviteter til forurening af jord og grundvand. I tilfælde hvor der etableres en ny virksomhed eller foretages større udvidelser, eller myndigheden beslutter at revurdere hele virksomheden, kan det derfor forekomme, at der identificeres flere aktiviteter.

Identificeringen gennemføres ved en overordnet kortlægning af kemikalietets vej, fra det kommer ind på virksomheden, til det forlader den igen enten i form af et produkt eller affald på fast, flydende eller gasform. Derved identificeres og udpeges mulige kilder (aktiviteter) til forurening i forbindelse med driften, anvendelsen og opbevaringen af kemikaliet.

Erfaringsmæssigt er der ofte sket forurening fra aktiviteter og processer, hvor der ikke har været fokus på, at kemikaliet kunne genfindes for eksempel i forbindelse med intern transport på virksomheden, i kloaknettet eller i afkast fra bygninger. I figur 6.1 i kapitel 6 er illustreret eksempler på forskellige aktiviteter, der erfaringsmæssigt kan være årsag til forurening af jord og grundvand.

Ved identificeringen af forurenende aktiviteter er det relevant at inddrage branchebeskrivelser, der redegør for, hvor der erfaringsmæssigt er risiko for forurening, samt hvilke kemikalier, der traditionelt anvendes. Miljøstyrelsen /3/ og Videntcenter for Jordforurening /4/ har til dette formål udarbejdet en række relevante branchebeskrivelser, vejledninger og rapporter.

Når aktiviteterne er identificeret, vurderes hver enkelt aktivitet efterfølgende efter retningslinjerne i beslutningsstøtteværktøjet, som der er nærmere redegjort for i det følgende.

Når virksomhed og tilsynsmyndighed skal vurdere i hvor høj grad en potentiel forureningskilde udgør en risiko, er det en fordel for begge parter, hvis der benyttes et standardiseret beslutningsstøtteværktøj.

Til gennemførelsen af denne vurdering præsenteres i afsnit 4.1. et beslutningsstøtteværktøj, som bl.a. omfatter en række hjælpeværktøjer, der er opdelt i følgende tre hovedgrupper:

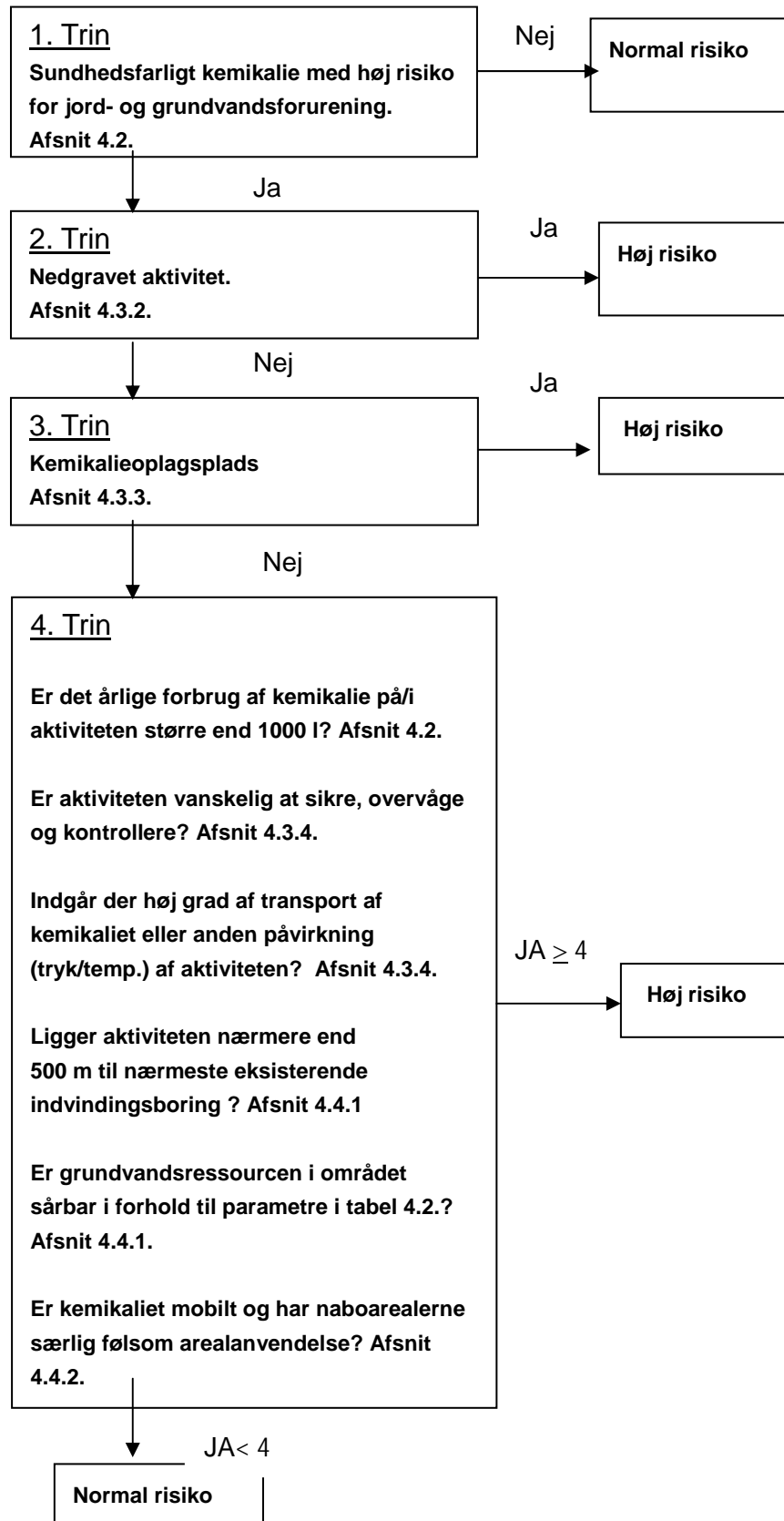
- Risikoscreening af anvendte kemikalier, afsnit 4.2.
- Risikoscreening af den enkelte aktivitet, afsnit 4.3.
- Risikoscreening i relation til jord og grundvand, naboarealer og recipienter, afsnit 4.4.

#### 4.1 Anvendelse af beslutningsstøtteværktøjet

Beslutningsstøtteværktøjet kan blandt andet hjælpe myndigheder og virksomheder, når de skal vurdere om aktiviteten udgør en høj eller normal risiko for jord- og grundvandsforurening, og dermed vurdere behovet for forebyggende foranstaltninger (skærpede eller normale krav) til aktiviteten. Værktøjet er tænkt som en støtte for virksomhed og myndighed i forbindelse med vurdering af risiko for jord- og grundvandsforurening. Udover at anvende beslutningsstøtteværktøjet skal der altid gennemføres en konkret vurdering af den enkelte aktivitet.

Anvendelsen af beslutningsstøtteværktøjet udføres i 4 trin. Principperne er anskueliggjort i figur 4.1 samt i den efterfølgende beskrivelse af de 4 trin herunder eksempler.

Når det er vurderet om aktiviteten udgør en høj eller normal risiko for jord og grundvandsforurening, skal omfanget af forebyggelse vurderes, herunder antallet af nødvendige barrierer. Det gøres ved at vurdere hvilke krav, der bør stilles til aktiviteten med hensyn til etablering, drift, sikring, kontrol og overvågning. Denne vurdering er behandlet i kapitel 5.



Figur 4.1. Beslutningsstøtteværktøj

I det følgende er brugen af beslutningsstøtteværktøjet illustreret gennem en række eksempler.

**I 1. trin** bør der tages stilling til, om der i aktiviteten håndteres sundhedsfarlige kemikalier med høj risiko for jord og grundvands-forurening. Værktøjet til at foretage denne screening er præsenteret i afsnit 4.2 og i figur 4.2. Hvis det af screeningen afgøres, at der håndteres sundhedsfarlige kemikalier med høj risiko for jord- og grundvandsforurening, fortsættes til 2. trin.

I 1. trin redegøres der ligeledes for mængden af anvendte og oplagrede kemikalier.

Hvis der håndteres kemikalier der udgør en normal risiko for jord- og grundvandsforurening, stilles normale krav til aktiviteten.

**I 2. trin** afgøres om der er tale om en nedgravet aktivitet. Da erfaringen viser, at nedgravede aktiviteter hyppigt giver anledning til jord- og grundvandsforurening, medfører en nedgravet aktivitet en høj risiko, jf. afsnit 4.3.2. Opmærksomheden bør dog henledes på, at retningslinjerne i den til enhver tid gældende olietankbekendtgørelse skal følges for nedgravede olietanke.

Er aktiviteten ikke nedgravet, fortsættes til trin 3.

**I 3. trin** afgøres det om der er tale om en kemikalieoplagsplads (som enten kan være indendørs eller udendørs). Da erfaringen viser, at kemikalieoplagspladser hyppigt giver anledning til jord- og grundvandsforurening, medfører en kemikalieoplagsplads, hvor der opbevares sundhedsfarlige kemikalier, en høj risiko for jord- og grundvandsforurening. Der bør derfor som udgangspunkt stilles skærpede krav til pladsen, jf. afsnit 4.3.3.

Er aktiviteten ikke en kemikalieoplagsplads, fortsættes til trin 4.

#### **Eksempel 4.1. Den nedgravede DEHP-tank, beslutningsstøtteværktøj trin 1 – 2.**

***Problem:***

*En plastvirksomhed søger om tilladelse til at installere en nedgravet tank til 10 m<sup>3</sup> flydende DEHP, der skal anvendes som tilsætningsstof (blødgører) i skumplastproduktionen.*

***Miljømyndighedens vurdering:***

*Med henblik på, om der bør stilles skærpede eller normale krav, vælger miljømyndigheden at gennemføre en vurdering efter retningslinjerne i beslutningsstøtteværktøjet.*

*I modellens 1. trin kan der svares JA – der er tale om et sundhedsfarligt kemikalie med høj risiko for jord- og grundvandsforurening*

*Til vurdering af spørgsmålet i modellens 2. trin konstaterer miljømyndigheden, at tanken nedgraves og dermed er en nedgravet aktivitet. Der kan nu svares JA til 2. trin.*

***Beslutning:***

*På grund af JA til 2. trin er der høj risiko, og det besluttes at stille **skærpede krav til aktiviteten.***

**Eksempel 4.2. Udendørs kemikalieoplag med nikkeldihydroxid, beslutningsstøtteværktøj trin 1 – 3.**

*En farve- og lakfabrik søger om tilladelse til at opstille 100 stk. 50 liters tromler med pulverformig nikkeldihydroxid på et ubefæstet, udendørs kemikalieoplag. Virksomheden ønsker at anvende kemikaliet som pigment i særlige lakprodukter.*

**Miljømyndighedens vurdering:**

*Med henblik på, om der bør stilles skærpede eller normale krav, vælger miljømyndigheden at gennemføre en vurdering efter retningslinjerne i beslutningsstøtteværktøjet.*

*I modellens 1. trin kan der svares JA – der er tale om et sundhedsfarligt kemikalie med risiko for jord- og grundvandsforurening*

*Der kan svares NEJ til 2. trin – der er ikke tale om en nedgravet aktivitet.*

*Der svares derimod JA til 3. trin – der er tale om en kemikalieoplagsplads.*

**Beslutning**

*På grund af JA til 3. trin er der høj risiko og det besluttes at stille **skærpede krav** til aktiviteten.*

I trin 4 er der præsenteret 6 udsagn, hvor der skal svares JA eller NEJ, vedrørende:

- Mængden af kemikaliet. Håndteres der årligt over 1000 liter af kemikaliet, svares der JA til udsagnet. Mængden af håndterede og oplagrede kemikalier skal der være redegjort for allerede i trin 1, jf. endvidere afsnit 4.2.
- Er aktiviteten vanskelig at sikre, overvåge og kontrollere? Der svares JA til udsagnet, hvis kemikaliet vurderes at være vanskeligt at sikre, overvåge eller kontrollere, jf. afsnit 4.3.4.
- Indgår der høj grad af transport af kemikaliet eller anden påvirkning (tryk/temp.) af aktiviteten? Der svares JA til udsagnet, hvis der foregår en høj grad af intern transport eller anden påvirkning af aktiviteten, jf. afsnit 4.3.4.
- Aktivitetens placering i forhold til eksisterende vandindvinding. Ligger aktiviteten nærmere end 500 m fra nærmeste eksisterende indvindings- eller overvågningsboring, svares der JA til udsagnet, jf. afsnit 4.4.1.
- Er grundvandsressourcen i området sårbar i forhold til de opstillede parametre i tabel 4.2, jf. afsnit 4.4.1? Der svares JA, såfremt bare **en** af parametrene dæklagstykkelse, magasinforhold, afstand til grundvandspejl eller nettonedbør vurderes at være sårbar.
- Er kemikaliet mobilt og har de nærmeste naboer til aktiviteten følsom arealanvendelse som for eksempel beboelse eller institutioner, svares der JA til udsagnet, jf. afsnit 4.4.2.

Ved en bekræftende JA besvarelse af 4 eller flere udsagn er der høj risiko, og dermed bør der som udgangspunkt stilles skærpede krav. Er der mindre end 4 JA stilles normale krav til aktiviteten. Baggrunden for udsagnene er endvidere behandlet i afsnit 4.2 – 4.4.

#### Eksempel 4.3. Overjordiske ståltanke med terpentin, beslutningsstøtte-værktøj trin 1 - 4.

**Problem:**

*En virksomhed har opstillet 2 stk. 100.000 liters overjordiske ståltanke til opbevaring af terpentin. Til tankene er knyttet en påfyldningsplads.*

**Miljømyndighedens vurdering:**

*Anlægget er miljøgodkendt for 12 år siden, så i forbindelse med en revurdering af aktiviteten vælger miljømyndigheden at gennemføre en vurdering efter retningslinjerne i beslutningsstøtteværktøjet.*

*I 1. trin svares JA til spørgsmålet, om der er tale om et miljøfarligt kemikalie med risiko for jord og grundvandsforurening.*

*I 2. trin svares NEJ – der er ikke tale om en nedgravet aktivitet.*

*Også NEJ til 3. trin – der er ikke tale om en kemikalieoplagsplads, men om overjordiske tanke.*

*I 4. trin vurderer miljømyndigheden:*

*JA. Det årlige kemikalieforbrug overstiger 1000 l.*

*NEJ. Aktiviteten er ikke vanskelig at sikre, overvåge og kontrollere.* Stop

*NEJ. Der indgår ikke høj grad af transport eller anden påvirkning af akviferen.*

*JA. Ved henvendelse til det lokale vandværk oplyses det, at afstanden til nærmeste indvindingsboring er 350 m.*

*JA. Fra kommunen og Statens Miljøcenter oplyses det, at der indvindes fra et større sandmagasin uden noget dæklag, hvorfor grundvandet er sårbart.*

*JA. Kemikaliet er mobilt og naboarealerne har særlig følsom arealanvendelse, idet nærmeste nabo er et større beboelsesområde.*

**Beslutning:**

*Resultatet af beslutningsstøtteværktøjets 4. trin er derfor, at der kan svares JA til 4 eller flere af de nævnte udsagn, hvorfor det besluttes at stille skærpede krav til de overjordiske ståltanke.*

#### 4.2 Risikoscreening af anvendte kemikalier

I det følgende er der redegjort for den del af hjælpeværktøjet, der omfatter virksomhedens og myndighedens screening (vurdering) af det enkelte kemikalie.

Indledningsvis skal det sikres, at virksomheden i tilstrækkelig grad redegør for de anvendte kemikalier. Af bekendtgørelse om "Særlige pligter for fremstillere, leverandører og importører med videre af stoffer og materialer efter lov om arbejdsmiljø" /5/ fremgår det blandt andet, at der for alle "farlige" kemikalier skal foreligge sikkerhedsdatablade på dansk med blandt andet oplysninger om indholdsstoffer. Selv ved indhold af mindre mængder kemikalier for eksempel tilsætningsstoffer bør farligheden vurderes. Oplysningerne i sikkerhedsdatabladet er overvejende rettet mod sikring af arbejdsmiljøet, og er

ofte ikke nok til at vurdere farligheden af kemikaliet i forhold til jord og grundvand.

Et eksempel kan være stoffet MTBE (methyl-tert-butyl-ether), som er et opløsningsmiddel, der blandt andet anvendes som tilsætningsstof til 98 oktan benzin. MTBE er letopløselig i vand og får vand til at lugte og smage ubehageligt, og der er derfor fastsat et grundvandskvalitetskriterium på 5 µg/l. Stoffet er på listen over farlige stoffer med klassificeringen F;R11 Xi;R38. Stoffet mærkes ikke som miljøskadeligt. Der er ikke krav om, at fareetiketten for kemiske produkter skal oplyse om indhold af lokalirriterende og miljøfarlige indholdsstoffer, og det vil dermed ikke nødvendigvis fremgå af mærkningen af et givet produkt, at det indeholder MTBE.

Man skal også være opmærksom på, at der er en nedre grænse for, hvornår enkeltstoffer skal oplyses på etiketten for de enkelte produkter. I tilfælde af større udslip af et kemisk produkt kan selv et lavt indhold af et givent stof få betydning. Etiketten vil i disse tilfælde ikke give tilstrækkelig information om de kemiske stoffer i udslippet, og oplysningerne om de kemiske navne for indholdsstofferne må skaffes ad anden vej.

Sikkerhedsdatabladene for kemiske produkter indeholder ofte flere oplysninger om indholdsstoffer end etiketterne, og det anbefales derfor at gennemgå de enkelte produkters sikkerhedsdatablade for at få yderligere informationer om stofferne.

Endvidere bør virksomheden vurdere, om der er risiko for, at der i forbindelse med produktionsprocesser kan dannes farlige kemikalier / affald / produkter.

Et kemikalie forekommer enten som et enkelt "stof" for eksempel opløsningsmidlet toluen eller som "produkt", for eksempel dieselolie, der består af mange stoffer i form af forskellige kulbrinter.

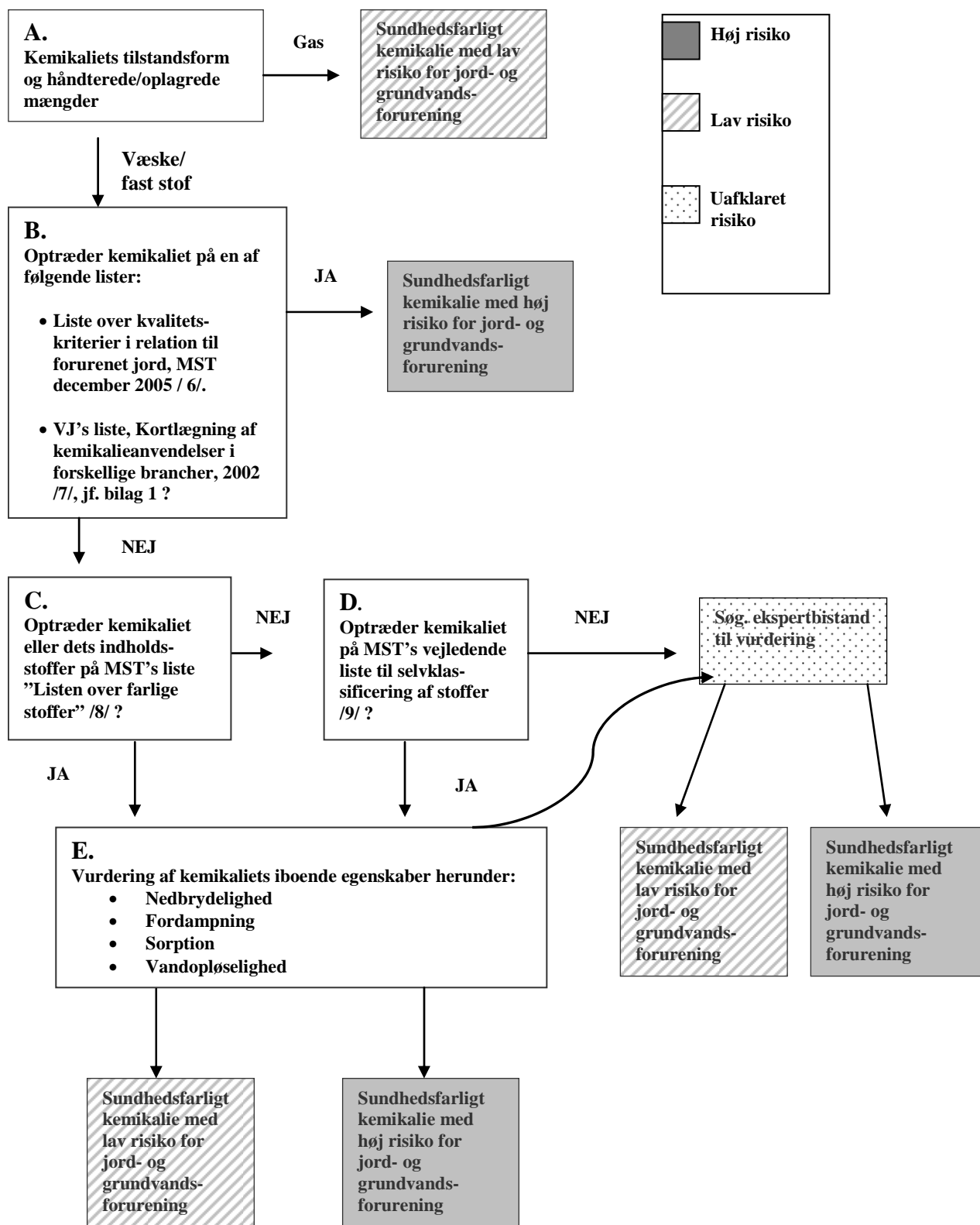
Kemikalier anvendes typisk i virksomheder enten som hovedbestanddel i råvarer og produkter, for eksempel terpentiner i visse malingstyper eller som tilsætningsstoffer, der tilsættes visse produkter i små mængder for at opnå produktforbedrende egenskaber, for eksempel MTBE i 98 oktan benzin eller DEHP i plastvarer.

Derudover kan kemikalier benyttes som hjælpestoffer i virksomhedens produktion for eksempel som drivmidler til køretøjer, vaskemidler til rengøring af udstyr, rensmidler i værksteder med mere.

Det er indledningsvis vigtigt at identificere samtlige kemikalier, som anvendes på virksomheden herunder opbevarede og forbrugte mængder. Indenfor visse typer af brancher (for eksempel renseribranchen) er der erfaring for, at selv et lavt årligt forbrug (få hundrede liter) af kemikalie kan forårsage omfattende forurening, såfremt der anvendes et meget miljøskadeligt stof.

Begrebet "screening" af et kemikalie dækker i det efterfølgende over en trinvis procedure til kortlægning af de iboende egenskaber, som har betydning for, om spild af et eller flere kemikalier på en virksomhed kan medføre risiko for forurening af jord og grundvand.

Til hjælp ved screeningen af kemikalier er der til denne orientering udarbejdet i flowdiagram, som præsenteres i nedenstående figur 4.2.



Figur 4.2. Flowdiagram til screening af kemikaliet



### **A. Kemikaliet tilstandsform og mængder**

Det er indledningsvis vigtigt at søge oplysninger om kemikaliet tilstandsform ved almindelige tryk- og temperaturforhold (1 atm og 10-20 °C). Kemikalier, der under disse forhold forekommer som **gas**, udgør normalt kun en ringe risiko for jord- og grundvandsforurening.

Hvis kemikaliet derimod forekommer som væske eller fast stof fortsættes videre til punkt B i flowdiagrammet i figur 4.2.

Som en del af den indledende screening bør der redegøres for mængderne af håndteret og oplagret kemikalie. Som udgangspunkt øges risikoen for jord og grundvandsforurening i takt med mængden af kemikalie. Men der er eksempler på brancher med et årligt lavt forbrug af kemikalier, som har forårsaget omfattende jord- og grundvandsforurening som for eksempel indenfor renseribranchen. Selv ved årligt forbrug på 1000 liter er der erfaringsmæssigt risiko for forurening af jord og grundvand. Denne vurdering anvendes i trin 4 i beslutnings-støtteværktøjet figur 4.1

### **B. Danske lister over sundhedsfarlige kemikalier med høj risiko for jord- og grundvandsforurening**

Til vurderingen af om et kemikalie kan udgøre en høj risiko for forurening af jord- og grundvandsmiljøet kan følgende to lister anvendes:

Den første er Miljøstyrelsens liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord /6/, der kan søges på [www.mst.dk](http://www.mst.dk). Miljøstyrelsens liste omfatter ca. 100 kemikalier fra industrivirksomheder, der ofte er årsag til forurening af jord og grundvand. For samtlige kemikalier på listen har Miljøstyrelsen tillige fastsat vejledende grænseværdier for indholdet i jord, grundvand og poreluft. Bemærk at listen revideres løbende.

#### **Eksempel 4.4. Den nedgravede DEHP-tank:**

***Problem:***

***En plastvirksomhed søger om tilladelse til at installere en nedgravet tank til 10 m<sup>3</sup> flydende DEHP, der skal anvendes som tilsætningsstof (blødgører) i skumplastproduktionen.***

***Miljømyndighedens vurdering:***

***DEHP optræder på Miljøstyrelsens liste med et jordkvalitetskriterium på 25 mg/kg og et grundvandskvalitetskriterium på 1 µg/l.***

***Beslutning:***

***Der er tale om et sundhedsfarligt kemikalie med høj risiko for forurening af jord og grundvand.***

Miljøstyrelsens liste over kvalitetskriterier dækker ikke alle kemikalier med høj risiko for at forurene jord og grundvand. Mange andre kemikalier kan også udgøre en risiko her.

Den anden liste er en udvidet liste med 175 kemikalier, udgivet af Videntcenter for Jordforurening i rapporten "Kortlægning af kemikalieanvendelsen i forskellige brancher, Teknik og Administration 2002" /7/. Listen fremgår af bilag 1.

#### Eksempel 4.5. Det udendørs kemikalieoplag med nikkeldihydroxid:

**Problem:**

*En farve- og lakfabrik søger om tilladelse til at opstille 100 stk. 50 liters tromler med pulverformig nikkeldihydroxid på et ubefæstet, udendørs kemikalieoplag. Virksomheden ønsker at anvende kemikaliet som pigment i særlige lakprodukter.*

**Miljømyndighedens vurdering:**

*Nikkeldihydroxid optræder ikke på Miljøstyrelsens liste. Men kemikaliet optræder på Videncenter for jordforurening liste med betegnelsen U(uorganisk).*

**Beslutning:**

*Der er tale om et uorganisk, sundhedsfarligt kemikalie med høj risiko for forurening af jord og grundvand.*

Såfremt kemikaliet optræder på en eller begge af ovennævnte danske lister, kan kemikaliet karakteriseres som **sundhedsfarligt kemikalie med høj risiko for jord- og grundvandsforurening**

Optræder kemikaliet ikke på de to lister fortsættes til trin C.

#### **C. Miljøstyrelsens og EU's liste over farlige stoffer**

Kemikalier kan have en lang række iboende egenskaber, der hver især eller i kombination med andre har betydning for, om spild af kemikaliet udgør en risiko for jord- og grundvandsforurening. Disse iboende egenskaber afspejles i kemikaliernes klassificering.

Det undersøges derfor om kemikaliet er optaget på Miljøstyrelsens (og EU's) liste over farlige stoffer /8/. Denne liste indeholder ca. 8.000 kemikalier. Kemikalierne er undersøgt og vurderet for deres farlighed med hensyn til brand- og eksplosion, sundhed, vandmiljø og ozonlagspåvirkning.

Listen over farlige stoffer kan ses på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).

Hvis mindst én af følgende **fareklasser** er angivet, kan kemikaliet være potentielt sundhedsfarligt i forbindelse med en forurening:

- Tx (Meget giftigt)
- T (Giftigt)
- Carc (Kræftfremkaldende)
- Rep (Reproduktionstoxisk)
- Mut (Mutagen)
- Xi (Lokalirriterende)
- Xn (Sundhedsskadelig)
- N (Miljøfarlig)

Vær opmærksom på, at der er nye regler for klassificering og mærkning på vej. De nye regler er baseret på FN's "Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals" (GHS), og forventes indført i EU (og Danmark) samtidig med REACH under betegnelsen CLP (Classification, Labelling and Packaging). Med indførelsen af CLP er der lagt vægt på at de nye regler for mærkning ikke svækkes i forhold til de eksisterende regler. For

brand og eksplosionsfare bygger de nye regler i høj grad på reglerne for transport af farligt gods, og de medfører en generel udvidelse og skærpelse af de eksisterende EU-regler. Med hensyn til sundheds- og miljøfare adskiller CLP sig i store træk ikke væsentligt fra EU-systemet.

CLP har stort set de samme fareklasser som de eksisterende regler. Faresymbolerne vil skifte udseende fra et sort symbol i en orange firkant til sort symbol på hvid baggrund i en diamantformet figur med rød kant. Nogle symboler er de samme i CLP og i EU-mærkningssystemet, f.eks. dødningshovedet for akut giftighed, ligesom symbolet for ætsende effekt vil være det samme i CLP som i de nuværende EU-regler. Den vigtigste ændring er indførelsen af 2 nye faresymboler. Det ene er et udråbstegn "!", som skal anvendes i stedet for Andreaskorset "Xn /Xi" for f.eks. sundhedsskadelig og lokalirriterende effekt. Det andet faresymbol skal erstatte EU's dødningshoved som symbol for kræftfremkaldende, mutagen og reproduktionsskadelige effekter. Der vil desuden i et vist omfang blive indført nye faresymboler og nye risiko- og sikkerhedssætninger (R- og S-sætninger), samt som noget helt nyt: "Signalord" ("Danger" og "Warning").

Stoffer skal klassificeres efter CLP-reglerne fra 2010, mens blandinger skal klassificeres fra 2015. Der er dog en overgangsordning, så begge klassificerings- og mærkningssystemer kan bruges sideløbende frem til henholdsvis 2010 og 2015. Tidsplanen for klassificering af stoffer følger således den 1. registreringsdato for REACH (1. december 2010).

Mere viden om de nye klassificerings- og mærkningsregler, CLP, kan findes elektronisk på Miljøstyrelsens hjemmeside [www.mst.dk](http://www.mst.dk).

For nogle kemikalier er det muligt at finde oplysninger om kemikaliet sundhedsmæssige og miljømæssige egenskaber i kemikaliet sikkerhedsdatablad (eller produktdatablad, arbejds-hygienisk brugsanvisning med videre), som kan rekvireres hos virksomheden, producenten eller leverandøren.

Man skal dog være opmærksom på, at oplysningerne i sikkerhedsdatabladet retter sig mod arbejdsmiljøet, og dermed giver det ikke altid tilstrækkelige oplysninger til risikoscreeningen i forhold til jord og grundvand.

Findes stoffet på listen over farlige stoffer fortsættes til trin E, hvor kemikaliet iboende egenskaber vurderes i relation til jord og grundvand. Findes det ikke på listen fortsættes til trin D.

#### ***D. Vejledende liste til selvklassificering af farlige stoffer***

En anden mulighed for at søge oplysninger om et kemikalies sundhedsfarlighed er at søge i Miljøstyrelsens vejledende liste til selvklassificering af farlige stoffer /9/.

Miljøstyrelsens vejledende liste til selvklassificering af farlige stoffer er nærmere beskrevet i Miljøprojekt nr. 635, 2001 /9/. Selve listen kan ses på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).

Miljøstyrelsen har gennemgået ca. 47.000 kemikalier og fundet, at 20.624 kemikalier vurderes at skulle klassificeres for en eller flere af følgende farlige egenskaber:

- Akut dødelig virkning ved indtagelse.
- Allergifremkaldende effekt ved hudkontakt.
- Skader på arveanlæggene.
- Kræftfremkaldende effekt.
- Farlighed for vandmiljøet.

Hvis kemikaliet findes på listen bestemmes det dernæst, om det er et sundhedsfarligt kemikalie med høj risiko for jord- og grundvandsforurening. Dette gøres efter retningslinjerne i afsnit E, hvor kemikaliet's iboende egenskaber vurderes. I den forbindelse kan det være nødvendigt at søge ekspertbistand.

I eksempel 4.6 er et eksempel på gennemførelse af screening af et kemikalie.

#### **Eksempel 4.6. De-icing i en lufthavn**

***Problem:***

***En lufthavn ønsker at etablere 20 stk. 100.000 liters fritstående ståltanke til opbevaring af det flydende de-icingmiddel propylenglycol.***

***Miljømyndighedens vurdering:***

***Miljømyndigheden konstaterer i trin B, at kemikaliet hverken findes på MST's og VJ's lister. Kemikaliet findes heller ikke på listen over farlige stoffer i trin C og findes heller ikke på listen til selvklassificering i trin D og søger derfor ekspertbistand til vurdering af kemikaliet's risiko for jord- og grundvandsforurening.***

***Ekspertvurderingen er, at kemikaliet ikke udgør en risiko for jord- og grundvandsforurening, men at de-icing midler baseret på glycoler er tilsat en lang række tilsætningsstoffer, hvoraf især flammehæmmerne benzotriazol og tolyltriazol er sundhedsfarlige kemikalier, der udgør en høj risiko for jord- og grundvandsforurening.***

***Miljømyndigheden beder herefter lufthavnen om at fremsende de-icingmidlets sikkerhedsdatablad. Af sikkerhedsdatabladet fremgår, at dette de-icingmiddel ikke indeholder de miljøfarlige triazoler, men er tilsat en kombineret korrosions- og flammehæmmer, der oplyses at være en polybromeret ammoniumforbindelse. Ammoniumforbindelsen er tilsat i en koncentration på 2,5%.***

***Herefter undersøger miljømyndigheden korrosions- og flammehæmmerens iboende egenskaber i trin E.***

***På forlangende tager lufthavnen kontakt til producenten, som oplyser, at man af konkurrencemæssige årsager ikke ønsker at oplyse den kemiske sammensætning af ammoniumforbindelsen. Producenten kan dog oplyse, at ammoniumforbindelsen er en væske, og at kemikaliet i koncentreret form har fareklasserne T<sub>+</sub>; R 23/24/25 X<sub>n</sub>; R45/46/49. Producenten oplyser endvidere, at ammoniumforbindelsen har en vandopløselighed på ca. 50 mg/l, en octanol/vand-fordelingskoefficient på  $\log K_{ow} = \text{ca. } 2,3$ , og en Henry's Lov konstant på  $K_H = 10^5 \text{ atm m}^3 \text{ mol}^{-1}$ .***

**Beslutning:**

**På baggrund af disse oplysninger beslutter miljømyndigheden, at ammoniumforbindelsen er et sundhedsfarligt kemikalie med høj risiko for jord- og grundvandsforurening**

Hvis kemikaliet ikke findes på ovennævnte lister bør producenten/leverandøren af kemikaliet selv eller ved hjælp af ekspertbistand vurdere og klassificere kemikaliet.

**E. Vurdering af kemikaliets iboende stofegenskaber**

Hvis der er svaret JA under screeningens punkt C eller D, bør der søges oplysninger om en række iboende stofegenskaber, der har særlig betydning for kemikaliets opførsel i jord og grundvand. På baggrund af oplysningerne foretages en vurdering af, om kemikaliet udgør en potentiel risiko for jord- og grundvandsforurening. I den forbindelse kan det som omtalt ovenfor være nødvendigt at søge ekspertbistand.

**Nedbrydelighed**

De fleste **uorganiske** kemikalier (for eksempel blyforbindelser eller vejsalt) har potentiel risiko for jord- og grundvandsforurening, idet disse ikke nedbrydes i jord- og grundvandsmiljøet.

For organiske kemikalier er det vigtigt at søge oplysninger om kemikaliets **nedbrydelighed** i jord- og grundvandsmiljøet, idet kemikalier som er let nedbrydelige normalt ikke vil kunne akkumuleres i jord, grundvand eller organismer.

Det er af stor vigtighed ikke alene at søge oplysninger om nedbrydeligheden af det organiske kemikalie, men også om identiteten og nedbrydeligheden af kendte **nedbrydningsprodukter**. Dette skyldes, at visse let nedbrydelige kemikalier nedbrydes til andre kemikalier (nedbrydningsprodukter), som i visse tilfælde kan udgøre en større risiko for skadelige effekter i miljøet end moderstoffet.

Det skal understreges, at hvis man har fundet stoffer let nedbrydelige ved hjælp af screeningstestene (OECD301a-f), så har man sikkerhed for, at der ikke dannes nedbrydningsprodukter.

**Eksempel 4.7 Bionedbrydning af tetrachlorethylen (PCE):**

***Bionedbrydning af tetrachlorethylen og andre klorede alifater er meget afhængig af redoxforholdene i jord og grundvand, og forløber forskelligt under aerobe og anaerobe forhold.***

***Under anaerobe, methanogene forhold, som typisk optræder i iltfattigt grundvand, nedbrydes moderstoffet PCE til trichlorethylen (TCE). TCE nedbrydes videre til en række dichlorethylener, som igen nedbrydes til vinylchlorid, som nedbrydes til ethylen, der til sidst nedbrydes til kuldioxid.***

***Nedbrydningsprocessen kan medføre en ophobning af vinylchlorid, der er påvist at være kræftfremkaldende. Slutprodukterne ethylen og kuldioxid er derimod ikke sundhedsfarlige.***

Man skelner mellem abiotisk og biotisk nedbrydning (bionedbrydning), hvor fotokemisk nedbrydning (nedbrydning som følge af lyspåvirkning) samt hydrolyse (nedbrydning som følge af reaktioner med vand) udgør eksempler på abiotiske nedbrydningsprocesser, jf. eksempel 4.7.

Bionedbrydning er nedbrydning som følge af (mikro)biologiske processer, som kan foregå enten i et aerobt miljø – for eksempel i muldlaget i jorden eller et terrænnært grundvandsmagasin, eller i anaerobe miljøer i dybereliggende jordlag og grundvandsmagasiner.

Der findes en række standardiserede tests til vurdering af især kemikaliers bionedbrydning. Oplysninger om testresultater af bionedbrydelighed kan for visse kemikalier findes i kemikaliets sikkerhedsdatablad, eller kan oplyses af producenten/leverandøren. Jf. endvidere eksempel 4.8.

Det skal understreges, at ingen af de standardiserede tests kan forudsige noget om nedbrydning i jord. Det de kan bruges til er, at forudsige noget om stofegenskaben bionedbrydelighed – altså om et stof er let bionedbrydeligt eller ej. Når der så alligevel kan konkluderes noget vedrørende stoffernes nedbrydelighed i jord, så er det fordi erfaringen siger, at når et stof er let bionedbrydeligt, så kan det også nedbrydes i jord.

Det er i den forbindelse vigtigt at skelne mellem aerob og anaerob bionedbrydning, idet der kan være stor forskel på en række kemikaliers bionedbrydelighed i aerobt og i anaerobt miljø.

#### **Eksempel 4.8. Standardiseret test til vurdering af kemikaliers aerobe bionedbrydelighed:**

***Et eksempel er OECD-test nr. 301C, hvor kemikalier med en aerob nedbrydelighed på mere end 50 % efter 28 dage karakteriseres som let nedbrydelige.***

Opmærksomheden skal henledes på, at der for tiden mangler data vedrørende bionedbrydelighed (især anaerob bionedbrydelighed) af de fleste organiske kemikalier i jord- og grundvandsmiljøet. Oplysninger om nedbrydelighed af nogle få udvalgte kemikalier, herunder om nedbrydningsprodukter kan findes i Miljøstyrelsens projekt om jord og grundvand /10/.

#### **Fordampning**

Et andet vigtigt sæt parametre til vurdering af, hvorvidt et sundhedsfarligt kemikalie kan udgøre en risiko for jord- og grundvandsforurening, er knyttet til kemikaliet evne til at fordampe. Denne egenskab har betydning i to forhold: Dels kan spild af kemikalier, der let fordamper, undgå at forurene jorden hvis spildet sker fra en overjordisk aktivitet, og dels kan dampe fra jordforureninger påvirke indeklima i bygninger placeret ovenpå forureningen.

Kemikaliet **damptryk** er som oftest angivet i sikkerhedsdatabladet. Som tommelfingerregel kan benyttes, at såfremt damptrykket overstiger 760 mm Hg (= 1 atm) er kemikaliet så letflygtigt, at det udgør en lav risiko for jord og grundvand. Er damptrykket derimod lavere end 1 mm Hg, har kemikaliet så lav en flygtighed, at der er høj risiko for jord og grundvand.

Kemikaliers flygtighed kan også være opgivet som **Henry's lov-konstanten  $K_H$** . Som tommelfingerregel kan benyttes, at såfremt Henry's lov-konstanten  $K_H > 10^{-3} \text{ atm m}^3 \text{ mol}^{-1}$  er kemikaliet så letflygtigt, at det ikke udgør en risiko for jord og grundvand. Er  $K_H < 3 \cdot 10^{-7} \text{ atm m}^3 \text{ mol}^{-1}$  er kemikaliet mindre flygtigt end vand, og vil derfor ved udvaskning kunne udgøre en risiko for grundvandet.

## Sorption

En tredje vigtig parameter er kemikaliet's evne til at binde sig til jordens mineralske og organiske bestanddele – den såkaldte **sorption**. I danske jorder, som har været opdyrkede gennem århundreder, er der i overfladejorden et højt indhold af muld eller organisk materiale, som organiske kemikalier let hæfter sig på.

Den parameter, der som udgangspunkt benyttes til at udtrykke sorptionen, er jord-vand fordelingskoefficienten  $K_d$ , der udtrykker forholdet mellem koncentrationen i jorden (eksempel på enhed: mg/kg) og koncentrationen i porevandet (eksempel på enhed: mg/l). Jo højere  $K_d$ -værdi jo stærkere bindes kemikaliet til jorden. En lav  $K_d$ -værdi angiver derfor at kemikaliet er vandopløseligt. En høj  $K_d$ -værdi ligger som tommelfingerregel over 10.

En stor del af de almindeligt forekommende industrikemikalier, herunder olieprodukter, opløsningsmidler, tjærestoffer med videre tilhører gruppen af hydrofobe (=vandskyende) organiske kemikalier, som vil binde sig til jordens organiske stof afhængigt af deres hydrofobicitet. Jo mere hydrofobt et stof er, jo mere vil det binde sig til jordens organiske stof.

Dette forhold gælder også hvis et stof tilsættes en blanding af et organisk opløsningsmiddel og vand. Et stof der er meget hydrofobt, vil i langt overvejende grad binde sig til det organiske opløsningsmiddel (for eksempel oktanol) på samme måde, som det vil binde sig til jordens organiske materiale. Denne sammenhæng udnyttes eksperimentelt til at estimere sorptionen, ud fra kemikaliet's **oktanol/vand-fordelingskoefficient  $K_{ow}$** . Denne parameter (eller rettere logaritmen til  $K_{ow}$ ) er eksperimentelt fastlagt for en lang række organiske kemikalier, som for visse kemikalier kan findes i kemikaliet's sikkerhedsdatablad eller oplyses hos producenten/leverandøren. Data kan alternativt findes via opslag i internationale stofdatabaser, for eksempel [www.chemfinder.com](http://www.chemfinder.com) og [www.syrres.com/esc](http://www.syrres.com/esc).

Som tommelfingerregel kan bruges, at såfremt kemikaliet's  $\log K_{ow} > 3$ , har kemikaliet en høj sorption i jord, og udgør derfor en potentiel risiko for jordforurening ved spild. Er  $\log K_{ow} < 1,7$ , er sorptionen derimod så lav, at kemikaliet fortrinsvis findes opløst i vand. Hvis  $1,7 < \log K_{ow} < 3$  er der potentiel risiko for såvel jord- og grundvandsforurening.

## Vandopløselighed

En fjerde vigtig parameter er kemikaliet's **vandopløselighed  $S$** .

Kemikalier med høj vandopløselighed ( $S > 1000$  mg/l) vil som tommelfingerregel kunne udvaskes fra jorden med nedsivende regnvand, og vil dermed udgøre en risiko for forurening af grundvandsressourcen. Kemikalier med lav vandopløselighed ( $S < 1$  mg/l) udgør derimod kun en lav risiko for grundvandsforurening.

Imidlertid kan også kemikalier med lav vandopløselighed under visse omstændigheder, såsom lav pH-værdi, høj ion-styrke, tilstedeværelse af andre organiske kemikalier samt tilstedeværelse af opløst og partikulært organisk materiale, udvaskes til grundvandet.

## Opsamling

Når der er gennemført en vurdering af kemikaliets iboende egenskaber beslutes det, om kemikaliets udgør en høj eller lav risiko for forurening af jord- og grundvand. Beslutningen vil altid hvile på en subjektiv vurdering, og kan for nogle kemikalier være vanskelig; men såfremt der er tvivl om beslutningen, bør der som udgangspunkt beslutes høj risiko.

## Informationskilder til vurdering af kemikaliets iboende egenskaber

I forbindelse med indhentning af oplysningerne om kemikalierne iboende egenskaber er der i Miljøstyrelsens projekt nr. 20 af 1996 "Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand" /10/ nærmere redegjort for en række stoffers iboende egenskaber. Endvidere er der redegjort for indholdet i parametrene nedbrydelighed, fordampning, sorption og vandopløselighed.

En anden mulighed er at finde de relevante data i forskellige internationale stofdatabaser såsom [www.chemfinder.com](http://www.chemfinder.com) eller [www.syrres.com/esc](http://www.syrres.com/esc) eller som en sidste mulighed at estimere de relevante data ved hjælp af QSAR-modeller.

Mange af ovennævnte oplysninger om kemikalierne er virksomheden allerede forpligtiget til at fremskaffe som følge af bestemmelser i kemikalielovgivningen. REACH (EU's kemikaliereform) stiller krav til virksomhederne om denne datafremskaffelse. På Arbejdstilsynets hjemmeside /11/ kan der indhentes information med hensyn til virksomheders pligt vedrørende kemikalier i arbejdsmiljøet. Desuden henvises til Miljøstyrelsens virksomhedsguide, som kan findes under på "Kemikalier" på Miljøstyrelsens hjemmeside, [www.mst.dk](http://www.mst.dk).

Hvis nødvendige vurderingsdata ikke foreligger, anbefales det at virksomheden, producenten eller leverandøren af kemikaliets henvises til rådgivende virksomheder med ekspertise på området med henblik på at få foretaget en konkret vurdering.

Der er udarbejdet et tjekskema for screening af kemikalier, jf. tabel 4.1. Tjekskemaet er tænkt som en hjælp til indsamling, systematisering og vurdering af fysisk/kemiske data og miljødata for kemikalier med henblik på at vurdere, om udslip af kemikaliets kan forurene jord og grundvand.



<p><b>Fysisk/kemiske data:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Navn og CAS-nummer</li> <li>• Tilstandsform ved almindelige tryk- og temperaturforhold</li> <li>• Organisk/uorganisk</li> <li>• Damptryk</li> <li>• Henry's lov konstant (<math>K_H</math>)</li> <li>• Sorption til jord (oktanol/vand-fordelingskoefficienten (<math>K_{ow}</math>), og <math>K_d</math>-værdien)</li> <li>• Vandopløselighed (S)</li> </ul> <p><b>Nedbrydelighed og nedbrydningsprodukter:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data om hydrolyse og fotokemisk nedbrydning (abiotisk nedbrydning)</li> <li>• Data om bionedbrydelighed i aerobt og om muligt i anaerobt vandigt miljø, samt i jord og grundvand (biotisk nedbrydning)</li> <li>• Data om nedbrydningsprodukter og nedbrydelighed af disse</li> </ul> <p><b>Sundheds- og miljøfarlige egenskaber:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassificering af kemikaliet eller kemikaliets indholdsstoffer på Miljøstyrelsens liste over farlige stoffer</li> <li>• Klassificering af kemikaliet eller kemikaliets indholdsstoffer på Miljøstyrelsens liste til selvklassificering af stoffer</li> <li>• Leverandørens klassificering af kemikaliet eller kemikaliets indholdsstoffer</li> </ul>
---

**Table 4.1. Tjekskema for screening af kemikaliet**

#### 4.3 Risikoscreening af den enkelte aktivitet

I det følgende er der redegjort for, hvorledes der gennemføres en risikoscreening af selve aktiviteten. Det er således belyst, hvilke væsentlige forhold virksomhed og myndighed generelt bør forholde sig til i forbindelse med vurdering af en aktivitet. Når vurderingen er gennemført, er der i kapitel 5 redegjort for, hvorledes der bør forebygges, herunder hvilke vurderinger, der bør foretages, når aktiviteten skal sikres, overvåges og kontrolleres. Herudover at vurdere antallet af barrierer, der er nødvendige for at forebygge. Med hensyn til vurderingen af specifikke aktiviteter som nedgravede tankanlæg, belægnings, vaskepladser med videre er disse behandlet i kapitel 6.

Når en aktivitet skal screenes, skelnes der indledningsvis om aktiviteten er overjordisk eller nedgravet. En aktivitet (indretning) karakteriseres som **nedgravet**, hvis hele eller dele af aktiviteten ikke kan inspiceres visuelt under bunden.

##### 4.3.1 Nedgravede aktiviteter

Generelt er det erfaringen, at størstedelen af de konstaterede jord- og grundvandsforureninger skyldes nedgravede aktiviteter som for eksempel tankanlæg, rørsystemer, olieudskillere med videre. Årsagen er først og fremmest, at det er vanskeligt at registrere en utæthed visuelt. Særligt mindre utætheder (få liter om året), hvor udsivningen kan ske over en lang årrække, opdages sjældent, da spilmængden typisk udgør få promille af det samlede kemikalieforbrug på virksomheden. I sådanne tilfælde træffes forureningen ofte først, når tankanlægget graves op eller i forbindelse med udførelse af forureningsundersøgelser.

Vær opmærksom på, at i visse tilfælde er kun dele af aktiviteten nedgravet, for eksempel en nedgravet rørledning, der er tilknyttet en overjordisk tank. En sådan aktivitet er også nedgravet.

Nedgravede aktiviteter udgør erfaringsmæssigt en høj risiko for jord- og grundvandsforurening og bør derfor som udgangspunkt undgås. Hvis det er nødvendigt at etablere en nedgravet aktivitet, bør denne sikres med ekstra forebyggende foranstaltninger (barrierer) i form af skærpede krav.

#### 4.3.2 Overjordiske aktiviteter herunder kemikalieoplagspladser

Forureninger fra overjordiske aktiviteter træffes ofte i forbindelse med uheld for eksempel i forbindelse med transport, påfyldning, tømning med videre. Forureninger fra overjordiske aktiviteter udgør normalt en mindre trussel mod grundvandsressourcen end nedgravede aktiviteter, da indsatsen mod forureningen som regel kan iværksættes forholdsvis hurtigt.

En undtagelse fra reglen er **kemikalieoplagspladser**, der erfaringsmæssigt kan forårsage meget kraftig jord- og grundvandsforurening, og derfor udgør en høj risiko.

Overjordiske aktiviteter, bortset fra kemikalieoplagspladser, udgør som udgangspunkt ikke en høj risiko for jord- og grundvandsforurening.

#### 4.3.3 Øvrige risici ved aktiviteter

Udover om aktiviteten er overjordisk eller nedgravet er der i forbindelse med screeningen en række forhold ved aktiviteten, som kan forårsage jord- og grundvandsforurening, hvilket der er redegjort for i det følgende:

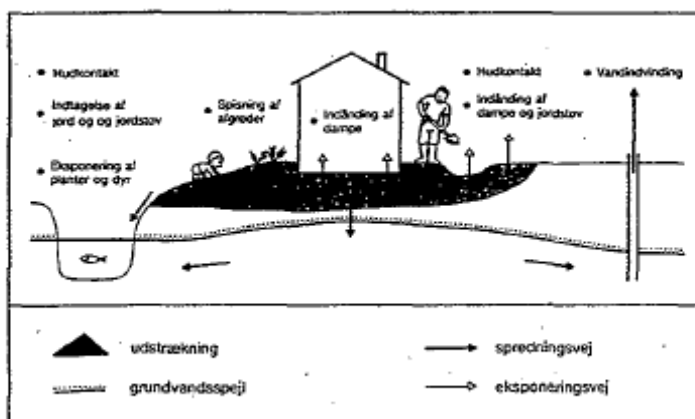
- Nogle typer af aktiviteter kan være **vanskelige at sikre, overvåge og kontrollere**. Det kan være fabriksanlæg, hvor kemikaliet indgår i flere produktionsprocesser og procesudstyr samt håndteres som råvare, hjælpemiddel, affald, i spildevand og som luftemission.
- På virksomheder hvor der foregår en **høj grad af transport** af kemikaliet, er der øget risiko for spild. Det kan være i forbindelse med intern transport mellem forskellige produktionsområder og oplag eller i forbindelse med ekstern transport ved levering af råvarer og afhentning af affald.
- Indgår der mange **samlinger, ventiler, fittings og koblinger** med videre, vil der være særlig risiko for jord- og grundvandsforurening. Størstedelen af de forureninger, der konstateres ved for eksempel tankanlæg med tilhørende rørsystemer, skyldes defekte samlinger mellem for eksempel tank og rør.
- Aktiviteter der udsættes for daglige **kraftige belastninger**, som blandt andet trykpåvirkning, temperatur, nedbør, slid, aggressive kemikalier med videre, kan efter års slid beskadiges og dermed forårsage forurening.
- Eksisterende **aktiviteter**, der er **etableret for adskillige år siden**, blev etableret med den viden, der var tilgængelig for den tid. Erfaringsmæssigt var der begrænset fokus på materialevalg, konstruktion, dimensionering samt forebyggelse af forurening af jord og grundvand. Ældre aktiviteter, der fortsat er i drift, udgør derfor en særlig risiko for jord- og grundvandsforurening, hvilket er særligt

relevant for myndigheden i forbindelse med revurdering af eksisterende godkendelser.

#### 4.4 Risikoscreening i relation til jord, grundvand, naboarealer og recipienter

Forurening af jord- og grundvand kan medføre ødelæggelse af grundvandsressourcen samt påvirke nærliggende recipienter. Derudover kan jordforurening have betydning for arealanvendelsen på selve virksomheden, hvor der kan opstå risiko for eksponering med miljøfremmede stoffer. Endvidere kan der være risiko for, at forureningen kan spredes til naboarealer, så den ved afdampning påvirker indeklimaet negativt i nærliggende bygninger.

I figur 4.3 er illustreret en jord- og grundvandsforurenings sprednings- og eksponeringsveje.



Figur 4.3. En jord- og grundvandsforurenings sprednings- og eksponeringsveje /12/.

Som en væsentlig del af beslutningsstøtteværktøjet bør virksomhed og myndighed gennemføre en screening af områdets grundvandsforhold herunder indhente oplysninger omkring indvinding, geologiske og hydrologiske forhold.

Med hensyn til områder, der er udpeget med særlige drikkevands-interesser, er udpegningen nærmere beskrevet i Vejledning fra Miljøstyrelsen, "Udpegning af områder med særlige drikkevands-interesser", nr. 6 1995. I henhold til vejledningen skulle de daværende amter udpege områder med særlige drikkevandsinteresser, områder med drikkevandsinteresser og områder med begrænsede drikkevandsinteresser. Områder med særlige drikkevandsinteresser er siden 1998 blevet detaljeret kortlagt i kraft af den geologiske kortlægning, der blev iværksat som led i Vandmiljøplan II. Denne kortlægning, der stadig pågår, har efterfølgende medført justeringer i områdeafgrænsningen. De udpegede områder skulle indgå i regionplanerne. De seneste regionplaner (regionplan 2005) er i forbindelse med kommunalreformen ophøjet til landsplandirektiv. Områdeudpegningerne videreføres i de kommende vandplaner, der udarbejdes i henhold til miljømålsloven. Vejledningens formål har været at differentiere og målrette beskyttelsesindsatsen, men under hensyntagen til to vigtige forudsætninger:

1. Områdeudpegningen er et ekstra supplement i den samlede grundvandsbeskyttelse, således at der opretholdes et generelt højt beskyttelsesniveau i hele landet uanset områdeudpegningen.
2. Hovedformålet med udpegningen er, at den skal anvendes som et prioriteringsgrundlag. Denne forudsætning er blandt andet konkretiseret med oprydningen af forurenede lokaliteter. Her anvendes i princippet samme risikovurderingsmetodik og oprydningniveau afhængigt af, i hvilket område lokaliteten er beliggende, men grundvandstruende lokaliteter beliggende i områder med særlige drikkevandsområder bør med udgangspunkt i vejledningen prioriteres højest. Vejledningen kan således anvendes til at prioritere indsatsen, mens **fremadrettede tiltag** skal opretholde et generelt højt beskyttelsesniveau. Dette ses for eksempel også ved, at det er de samme pesticider, der er godkendt i alle typer af udpegede områder, og at der er samme krav til eksempelvis deponerings-anlæg (lossepladser).

#### 4.4.1 Indvinding og grundvandets sårbarhed

Screeningen overfor grundvandet omfatter en vurdering af aktivitetens placering i forhold til områdets vandindvinding og en vurdering af grundvandets sårbarhed.

Hos den lokale vandforsyning (kommunalt eller privat vandværk) kan der indhentes oplysninger om forhold, der vedrører vandindvindingen i området, herunder:

- Afstanden til nærmeste indvindings- eller overvågningsboring. Er afstanden mindre end 500 m, bør der være ekstra opmærksomhed på forebyggelse i forhold til aktiviteten.
- Potentialekort, hvor det kan bestemmes om aktiviteten, er beliggende opstrøms eller nedstrøms for den lokale indvinding.
- Kommunens indsatsplaner, hvor der kan være oplysninger omkring retningslinjer for etablering af forurenende aktiviteter.

Ved vurdering af risikoen for nedsivning af et kemikalie til grundvandet er det udover kemikaliets iboende egenskaber (afsnit 4.2) de geologiske og hydrologiske forhold, der bestemmer stoffets mulige påvirkning af grundvandsressourcen.

I nedenstående tabel 4.2 er der kort redegjort for de geologiske og hydrologiske parametre, der har betydning for mulig forurening af grundvandet.

Geologiske og hydrologiske parametre	Bemærkninger
Dæklagstykkelse (= integreret lerlagstykkelse)	I flere regionplaner er områdets sårbarhed beskrevet ud fra dæklagstykkelsen, således at et område betegnes som meget sårbart, hvis dæklagstykkelsen er mindre end 5 meter og sårbart, hvis dæklagstykkelsen er mellem 5 og 10 meter.
Magasinforhold	Hvis grundvandsmagasinet er artesisk (for eksempel opadrettet gradient, hvor grundvandspotentialet står over terræn) er området mindre sårbart end hvis grundvandsmagasinet blot er spændt (hvis for

	eksempel grundvandspotentialet står over magasinets øvre afgrænsning). Området må betegnes som sårbart, hvis magasinet er frit, hvilket øvre sandmagasiner ofte er.
Dybde til grundvandsspejl	Et grundvandsmagasin er mindre sårbart, jo længere transporttid der er fra terræn til grundvandsspejlet. Hvis grundvandsspejlet ligger tæt på terræn (typisk 0 til 10 meter under terræn), er grundvandsmagasiner mere sårbart.
Nettonedbør	Jo større nettonedbøren er, jo mere sårbart er området over for nedsivning.

**Tabel 4.2. Geologiske og hydrogeologiske parametre af betydning for mulig forurening af jord- og grundvand.**

Hos statens miljøcentre kan der ligeledes i indsatsplanerne indhentes oplysninger om sårbarheden i området.

På boringsdatabasen "Jupiter", der kan hentes på GEUS hjemmeside ([www.geus.dk](http://www.geus.dk)), kan der indhentes oplysninger om alle indvindings- og overvågningsboringer, herunder geologi, grundvandsstand og eventuelle analyseresultater af monitoringen.

#### 4.4.2 Naboarealer og recipienter

Jord- og grundvandsforureninger på industrivirksomheder kan medføre sundhedsskadelige effekter ved afdampning til bygninger på virksomhedens eget areal eller til bygninger på naboarealer.

Forurening kan spredes fra virksomhedens areal enten via overfladisk afstrømning, horisontal grundvandsstrømning i et terrænnært grundvandsmagasin eller via konvektion og diffusion af dampe i jordens umættede zone.

Dampene bevæger sig op gennem jordlagene og trænger gennem eventuel belægning på jorden til udeluften. Ligger der en bygning oven på forureningen, kan forureningen trænge ind gennem gulvkonstruktionen via revner og sprækker samt ved diffusion.

Ligger en potentiel kilde til jord- eller grundvandsforurening i nærheden af bygninger, bør man være specielt opmærksom på afdampning af kemikalier til indeluften. Dette gælder både produktionsbygninger, kontorbygninger og eventuelle beboelse eller anden følsom arealanvendelse på eller som nabo til virksomheden.

Forureningen af udeluften kan medføre lugtgener og sundhedsskadelige koncentrationer på udendørs arealer, specielt under vindstille forhold.

Til vurdering af virksomhedens placering i forhold til forureningsfølsomme naboarealer kan benyttes oplysninger fra lokalplaner og BBR-registre samt visuel kontrol.

Ved spredning af kemikaliet til et terrænnært grundvandsmagasin kan der ligeledes være risiko for forurening af recipienter som å, sø og hav. Mange følsomme recipienter er målsat i regionplanen og bliver på ny målsat i vandplanen.



# 5 Generelle overvejelser ved forebyggelse

I dette kapitel er der for eksisterende og nye aktiviteter redegjort for de overvejelser, virksomhed og myndighed bør gennemføre i forbindelse med at forebygge aktiviteten mod at forurene jord- og grundvand.

I kapitel 4 er der til vurdering af risici udarbejdet et beslutningsstøtte-værktøj, der skal hjælpe til at afgøre, om en aktivitet udgør en høj eller normal risiko i forhold til jord og grundvand. På baggrund af vurderingen bør virksomhed og myndighed efterfølgende overveje omfanget af forebyggelsestiltag, der kan anskues ved antallet af barrierer. Jo større risiko, jo flere barrierer skal der bruges til at forebygge forurening fra aktiviteten. En barriere kan være passiv (som for eksempel en ekstra væg omkring en tank) eller aktiv (som for eksempel ekstra tilsyn og kontrol).

Forebyggelse af forureningsrisiko fra aktiviteter gennem krav (barrierer) kan gennemføres indenfor:

- Planlægning, indretning, konstruktion og etablering, afsnit 5.1.
- Drift, afsnit 5.2.
- Sikring og kontrol, afsnit 5.3.

## 5.1 Planlægning, indretning, konstruktion og etablering

### Planlægning og indretning

Ved nyanlæg, ombygning eller reovering af bestående anlæg er det særligt i planlægningsfasen vigtigt for virksomheden at indtænke forebyggende foranstaltninger, således at der træffes de rigtige valg med hensyn til indretning, drift samt sikring og kontrol. En senere ændring af anlægget kan betyde et økonomisk tab som følge af ændringer i anlægget, produktionsstop med videre

I planlægningsfasen bør der være fokus på, at:

- Aktiviteten indrettes, så der ikke er risiko for at kemikalier kan "løbe" til kloak i tilfælde ved spild. Dvs. aktiviteten bør indrettes så kemikalier kan tilbageholdes og efterfølgende opsamles. I produktionslokaler (værksted, fabrikshal, laboratorier med videre) hvor der håndteres kemikalier, bør der som udgangspunkt ikke etableres åbne kloakfløb i gulv. Er det af procestekniske årsager nødvendigt med gulvfløb, bør der i tilfælde med høj risiko for forurening stilles krav om at sikre det med en sikkerhedsanordning (ventil, oppustet gummibold i rørledning eller lignende). Eller alternativt kan der etableres opkant omkring gulvfløbet, som så kan fjernes i forbindelse med afledning.

- I produktioner hvor kemikaliet håndteres flere forskellige steder, bør aktiviteterne planlægges, således at kemikaliet transporteres og omhældes mindst muligt.
- Undgå nedgravede aktiviteter og erstat dem så vidt muligt med overjordiske aktiviteter, jf. kap 4, hvoraf det fremgår at nedgravede aktiviteter udgør en høj risiko for jord- og grundvandsforurening. Tilsynsmyndigheden kan eventuelt overveje at meddele forbud mod at nedgrave aktiviteten.

### **Konstruktion (dimensionering og materialevalg)**

Ved konstruktion af en aktivitet eller dele heraf bør det vurderes, hvilke belastninger det udsættes for ved daglig drift gennem mange år. Ligeledes bør det vurderes, hvilke ekstreme belastninger anlægget udsættes for, som blandt andet trykpåvirkning, temperatur, nedbør og slid. Særligt aktiviteter, der udsættes for omfattende tryk, temperatur og aggressive kemikalier, kan efter års slid tage skade og dermed udgøre en risiko for forurening.

Materialer, der skal bruges til at håndtere, opbevare eller transportere kemikaliet, bør være ***i overensstemmelse med leverandørens anvisninger*** for det enkelte kemikalie. Ved brug af forkert materiale er der risiko for, at kemikaliet kan nedbryde, tære og korrodere for eksempel en tank eller et befæstet areal. Udgør aktiviteten en høj risiko, kan der til de anlægsdele, der opbevarer eller indeholder kemikaliet, stilles krav om, at materialet bør være særligt modstandsdygtigt overfor kemikaliet.

Hvis en aktivitet, for eksempel en tank, er godkendt til én type kemikalie, og i stedet skal benyttes til opbevaring af et nyt kemikalie, bør der gennemføres en ny vurdering af tankens egnethed i forhold til det nye kemikalie.

Ved reparation eller udbygning af eksisterende aktiviteter er det væsentligt at være opmærksom på, at reparationer gennemføres i overensstemmelse med gældende normer, da der ellers kan være risiko for forværring af en eventuel skade. For eksempel hvis der anvendes forkert metalmateriale eller coating ved reparation af et tankanlæg.

### **Etablering**

Ved aktiviteter i form af nedgravede anlæg og befæstede arealer er etableringsfasen ofte den bedste mulighed for at ***inspicere*** de kritiske dele af anlægget. Særligt tilsynsmyndigheden bør derfor selv eller sammen med en fagspecialist inspicere anlægget inden det dækkes til. For eksempel er en inspektion under anlægsfasen den eneste mulighed for at kontrollere, om der anvendes godkendte fyldmaterialer (sand) og i et tilstrækkeligt omfang omkring en nedgravet tank.

En række forureninger kan ofte relateres til fejl i forbindelse med etablering af anlægget. Det bør derfor vurderes, om anlægget etableres i ***overensstemmelse med de eksisterende normer og standarder***, der forefindes for etablering og drift af anlægget. Arbejdet bør udføres af fagspecialister, der er uddannet og godkendt til arbejdet. Det er vigtigt at være opmærksom på, at der er brancher og arbejdsområder, hvor der ikke er krav til fagfolks uddannelse, certificering med videre.



For aktiviteter, hvor der ikke er fastsat normer og standarder for eksempel for nedgravede kemikalietanke og kemikalieresistente overfladebelægninger, bør der foreligge en udtalelse fra en fagspecialist, der er i stand til at vurdere, hvorvidt aktiviteten er etableret i overensstemmelse med leverandørens anvisninger. Det kan være vanskeligt for myndigheden at vurdere kompetencen hos den enkelte fagspecialist. Der bør derfor altid spørges til specialistens uddannelse, referencer, erfaringer med videre.

Ved aktiviteter, hvor der indgår mange **samlinger, ventiler, fittings og koblinger** med videre, vil der være særlig høj risiko for jord og grundvand. Størstedelen af de forureninger, der konstateres ved tankanlæg med tilhørende rørsystemer og kloakanlæg, membraner med videre, skyldes defekte samlinger mellem for eksempel tank og rør. Samlinger, der ønskes nedgravet, bør etableres, så de er let tilgængelige og dermed let kan kontrolleres for utætheder, for eksempel i en betonkasse, ingeniørgang, inspektionsbrønd eller lignende.

I eksempel 5.1 er angivet mulige årsager til defekte anlæg som følge af, at der ved etableringen ikke er taget højde for fysiske forhold.

#### **Eksempel 5.1. Betydningen af at vurdere de fysiske forhold ved etablering.**

*Mange utætheder fra nedgravede røranlæg og tanke kan relateres til sætningsskader og forskubninger i rør samt rørsamlinger, som følge af kraftig trafik fra store køretøjer.*

*Er der store træer eller buske tæt på rør, rørsamlinger, kloak eller befæstet areal, kan planternes rodnet beskadige anlægget.*

*Terrænnært grundvand kan blandt andet trykke en delvis tom tank op og derved beskadige tank og rørsamlinger.*

#### **Eksempler på krav til etablering og indretning ved høj risiko**

I tabel 5.1. er angivet eksempler på generelle krav til etablering og indretning af aktiviteter, der udgør en høj risiko for jord og grundvand.

	<b>Krav ved høj risiko</b>
Indretning	Forbud mod nedgravning af aktiviteter. Forbud mod etablering af gulv afløb Nedgravede samlinger etableres i inspektionsbrønde.
Konstruktion, dimensionering og materialevalg	Udtalelse fra uvildig fagspecialist før aktivitet etableres. Anvendelse af særlige modstandsdygtige materialer.
Etablering	Inspektion ved tilsynsmyndigheden i forbindelse med etablering.

**Tabel 5.1. Eksempler på generelle krav til indretning, konstruktion og etablering af aktiviteter, der udgør en høj risiko for jord og grundvand.**

#### 5.2 Drift

I forbindelse med den daglige drift af aktiviteten bør der være faste **rutiner** for, hvorledes anlæg og kemikalier håndteres, så der ikke sker spild og uheld.

På arealer, hvor der håndteres, oplagres og transporteres store mængder kemikalier, for eksempel kemikalieoplagspladser, er der høj risiko for

forurening. Her vil der være potentiel risiko for uheld dels i form af store koncentrerede spild, dels i form af små spild akkumuleret gennem mange år.

Ved levering, påfyldning og aftapning af kemikalier er der ligeledes erfaring for, at der kan ske forurening for eksempel ved overfyldning af tankanlæg, affedtningskar, rensesmaskiner med videre. Der kan være en stor variation i antallet af hændelser, såsom leveringer / påfyldninger / aftapninger fra dagligt til halvårlige hændelser. Forekommer hændelsen hyppigere end 1 gang om ugen udgør den en høj risiko for jord og grundvand.

For at imødegå spild og uheld bør der **udarbejdes driftsprocedurer**, hvorefter blandt andet driftspersonalet gennemgår **uddannelse** eller får instrukser for den daglige drift. Særligt i perioder med afløsende arbejdskraft er det væsentligt at være opmærksom på instruktion og uddannelse.

For aktiviteter der udgør en høj risiko, bør der være krav om, at der er nedskrevet procedurer for driften, samt at implicerede medarbejdere er bekendt med disse. Supplerende hertil kan der stilles krav om, at der bør afholdes øvelser med jævne mellemrum, hvor driftsprocedurer i tilfælde af uheld/spild øves.

### **Eksempler på krav til drift ved høj risiko**

I tabel 5.2. er angivet eksempler på generelle krav til driften af aktiviteter, der udgør en høj risiko for jord og grundvand.

	<b>Krav ved høj risiko</b>
Drift	Nedskrevne procedurer for håndtering af aktivitet. Afholdelse af øvelser med jævne mellemrum.

**Tabel 5.2. Eksempler på generelle krav til drift af aktiviteter, der udgør en høj risiko for jord og grundvand.**

## 5.3 Sikring og kontrol

For alle aktiviteter, og særligt for dem med høj risiko, bør det vurderes, om de er sikret, overvåget og kontrolleret, så risikoen for spild og forurening er minimal.

Nogle typer af aktiviteter kan være vanskelige at sikre, overvåge og kontrollere. Der kan være fabriksanlæg, hvor kemikaliet indgår i flere produktionsled og håndteres flere forskellige steder på virksomheden som råvare, hjælpemiddel, affald, i spildevand og som luftemission. For disse aktiviteter er der som udgangspunkt høj risiko for forurening af jord og grundvand.

Mange eksisterende aktiviteter, der blev etableret i en tid med begrænset fokus på sikring, overvågning og kontrol, kan forebygges væsentligt bedre gennem anvendelse af nyere teknologi indenfor blandt andet sikrings- og overvågningsudstyr.

I kapitel 6 er der for en række overjordiske og nedgravede aktiviteter specifikt redegjort for mulighederne for sikring og kontrol.

### 5.3.1 Sikring

En aktivitet kan overordnet sikres på følgende to måder:

- **Direkte (eller primær) beskyttelse**, hvor aktiviteten sikres med ekstra barrierer på selve aktiviteten, såsom dobbeltvæggede tanke og rør, overfladebehandling eller galvanisk/anodisk korrosionsbeskyttelse af tanke.
- **Indirekte (eller sekundær) beskyttelse**, hvor der udenom aktiviteten sikres med et eksternt beskyttelsesanlæg, som for eksempel membran, spildbakke, betongård, påkørselsrækværk med videre eller ved hjælp af forøget overvågning i form af arbejdsinstrukser, uddannelse af personale med videre.

Ved **direkte beskyttelse**, for eksempel i forbindelse med etablering af korrosionsbeskyttende foranstaltninger er det vigtigt, at diverse normer og standarder følges, idet fejlkonstruktion for eksempel kan medføre en øget korrosion af anlægget. Ved anvendelsen af kemikalieresistente materialer på befæstede arealer bør der fra leverandørens side fremlægges dokumentation for materialernes resistens over for de kemikalier, der oplagres, omhældes eller benyttes på arealet.

For nogle aktiviteter kan der på anlægget etableres sikkerhedsventiler, der aktiverer alarmer, hvis der opstår et pludseligt tryktab i forbindelse med utætheder. Overfyldningsalarm er ligeledes et eksempel på en mulighed for at sikre et anlæg mod uheld.

Ved benyttelse af **indirekte beskyttelse** bør det vurderes, om barriererne uden om aktiviteten, for eksempel membraner eller betongård, er resistente over for de anvendte kemikalier. Og om de etableres i overensstemmelse med gældende normer og regler. For eksempel er der erfaringsmæssigt konstateret utætheder af membraner som følge af svejsefejl under etableringen.

### 5.3.2 Kontrol

En effektiv kontrol af en aktivitet er ofte en forudsætning for at kunne imødegå driftsuheld. I forbindelse med vurderingen af aktiviteten er det derfor væsentligt at overveje, hvordan der formuleres præcise kontrolkrav for aktiviteten.

Der kan gennemføres følgende to former for kontrol:

- **Direkte kontrol**, hvor selve aktiviteten kontrolleres for utætheder eller uregelmæssigheder. For eksempel kan der gennemføres trykprøvning af tankanlæg med tilhørende rørsystemer og olieudskillere, hvor anlægget tæthedsprøves. For befæstede arealer kan der gennemføres visuel kontrol med eventuelle revner. Som en del af den direkte kontrol kan der etableres en **kontinuerlig overvågning**. For eksempel tanke med tilhørende installationer kan overvåges elektronisk, hvor der udløses en alarm, såfremt der opstår trykændringer. Tilsvarende kan visse aktiviteter med dobbeltbarrierer blandt andet overvåges med manometer, hvis der enten er vakuum eller væske imellem de to barrierer. Med passende mellemrum er det væsentligt at tjekke, at den kontinuerlige overvågning rent faktisk fungerer.

- **Indirekte kontrol**, hvor der ved måling uden for aktiviteten eller ved hjælp af beregning (beholdningskontrol) kontrolleres, om der er sket tab af kemikalie. For eksempel kan der udtages vandprøve til analyse fra en overvågningsboring umiddelbart nedstrøms aktiviteten eller i en brønd med tilknytning til en underliggende membran. Den indirekte kontrol kan eventuelt suppleres med en forureningsundersøgelse, hvor der for eksempel udføres boringer og spyd med efterfølgende prøver til analyse udtaget af jorden, grundvandet og poreluften.

Ved de forskellige kontrolmuligheder er det væsentligt at vurdere intensiteten i kontrollen. Nogle kontrolmuligheder er besværlige, og bliver derfor kun udført med flere års mellemrum modsat andre, der kan udføres dagligt. En aktivitet der udgør en høj risiko bør altid forebygges ved en hyppigere kontrol end en aktivitet, der udgør en normal risiko.

De forskellige muligheder for at kontrollere den enkelte aktivitet er nærmere beskrevet i kapitel 6.

Det kan ofte være en fordel at udføre en kontrol, hvor der indgår både direkte og indirekte kontrol. Der er flere erfaringer med, at tankanlæg er erklæret tætte (direkte kontrol), men efterfølgende er der alligevel truffet forurening ved forureningsundersøgelser (indirekte kontrol).

Ved de forskellige typer af kontrol og overvågning er det vigtigt, at vurdere de **usikkerheder**, der er ved de forskellige former for kontrol og overvågning, jf. eksempel 5.2.

#### **Eksempel 5.2. Betydningen af at vurdere usikkerheden på kontrol-målinger.**

*Ved visse tidligere test af store olierørlednings tæthed, hvor formålet med lækagetesten var økonomiske overvejelser, blev der anvendt en målemetode, der kun kunne finde spild på tusinder af liter om året.*

*Af hensyn til at forebygge jord- og grundvandsforurening er det vigtigt at anvende en mere detaljeret målemetode, da selv tab af få liter kemikalie om året over en årrække kan forårsage omfattende jord- og grundvandsforurening.*

#### **Eksempler på krav til sikring, overvågning og kontrol ved høj risiko**

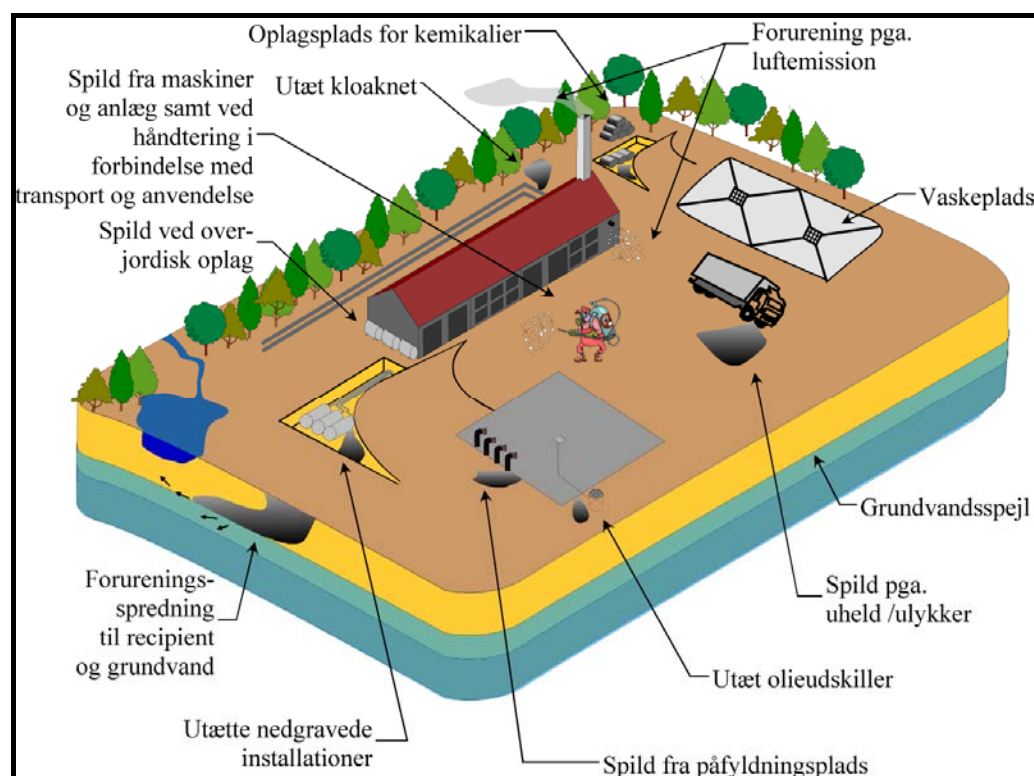
I tabel 5.3. er angivet eksempler på generelle krav til sikring, overvågning og kontrol af aktiviteter, der udgør en høj risiko for jord og grundvand.

	<b>Krav ved høj risiko</b>
Sikring	Etablering af både direkte og indirekte beskyttelsesforanstaltninger.
Overvågning	Installering af alarmforanstaltninger, der advarer om kemikalieudslip ved uheld eller utæthed.
Kontrol	Høj intensitet i omfanget af indirekte og direkte kontrol med aktiviteten.

**Tabel 5.3. Eksempler på generelle krav til sikring, overvågning og kontrol af aktiviteter, der udgør en høj risiko for jord og grundvand.**

## 6 Jord- og grundvands-forurening fra enkeltaktiviteter på virksomheden

Der er adskillige erfaringer med, at overalt hvor kemikalier håndteres, anvendes, opbevares og afledes/bortskaffes som spildprodukt, er der sket forurening af jord og grundvand. I figur 6.1. er eksemplificeret en række kilder, der erfaringsmæssigt har forårsaget forurening.



**Figur 6.1. Aktiviteter der erfaringsmæssigt kan forårsage jord og grundvandsforurening.**

I ovenstående figur 6.1. er angivet en række aktiviteter, der erfaringsmæssigt kan været kilde til omfattende jord- og grundvandsforurening. Aktiviteterne kan grupperes som følger:

1. Tankanlæg med tilhørende installationer.
2. Belægninger der anvendes til forebyggelse af forurening.
3. Kemikalieoplagspladser, vaskepladser og påfyldningspladser.
4. Spild fra maskiner og anlæg samt ved håndtering i forbindelse med transport og anvendelse.
5. Spildevandstekniske installationer herunder kloakledninger og olieudskillere.
6. Forurening på grund af luftemissioner.

Aktiviteterne "tankanlæg med tilhørende installationer" (afsnit 6.1.)  
"belægninger der anvendes til forebyggelse af forurening" (afsnit 6.2.) og

”kemikalieoplagspladser, vaskepladser og påfyldningspladser” (afsnit 6.3.) er nærmere behandlet i dette kapitel med hensyn til en række forskellige temaer herunder:

- Anlæg, konstruktion og etablering.
- Materialer
- Korrosion
- Sikring og kontrol
- Typiske erfaringer på hvor det går galt

”Spild fra maskiner og anlæg samt ved håndtering i forbindelse med transport og anvendelse” (afsnit 6.4) behandles i mindre omfang med hensyn til erfaringer med, hvor det kan gå galt samt med anbefalinger til forebyggelse.

Spildevandstekniske installationer, herunder kloakledninger og olieudskillere, tankanlæg og pipelines til opbevaring af benzin og olie og forurening på grund af luftemissioner er ikke behandlet i denne orientering (se tabel 2.1.)

## 6.1 Tankanlæg med tilhørende installationer

I dette afsnit behandles nedgravede og overjordiske tankanlæg med tilhørende installationer, der anvendes til opbevaring af kemikalier. Anlæg til opbevaring af olieprodukter, herunder dieselolie og benzin, er ikke behandlet i denne orientering.

Lagertanke udføres normalt som trykløse tanke med åben udluftning til det fri gennem et udluftningsrør. Det er således ikke almindeligt, at tanke, der indeholder kemikalier, er under tryk.

I denne orientering omtales kun forhold, der vedrører trykløse tankanlæg.

Fra overjordiske og nedgravede tankanlæg, der anvendes til opbevaring af kemikalier, er der indenfor de sidste 50 år erfaringer for, at de har forårsaget massiv jord- og grundvandsforurening. Forureningerne er truffet blandt mange forskellige typer af brancher fra små ikke-godkendelsespligtige virksomheder til de helt store listevirksomheder. Særligt i den kemiske industri, metal- og renseri-branchen er der erfaringer med kraftige forureninger.

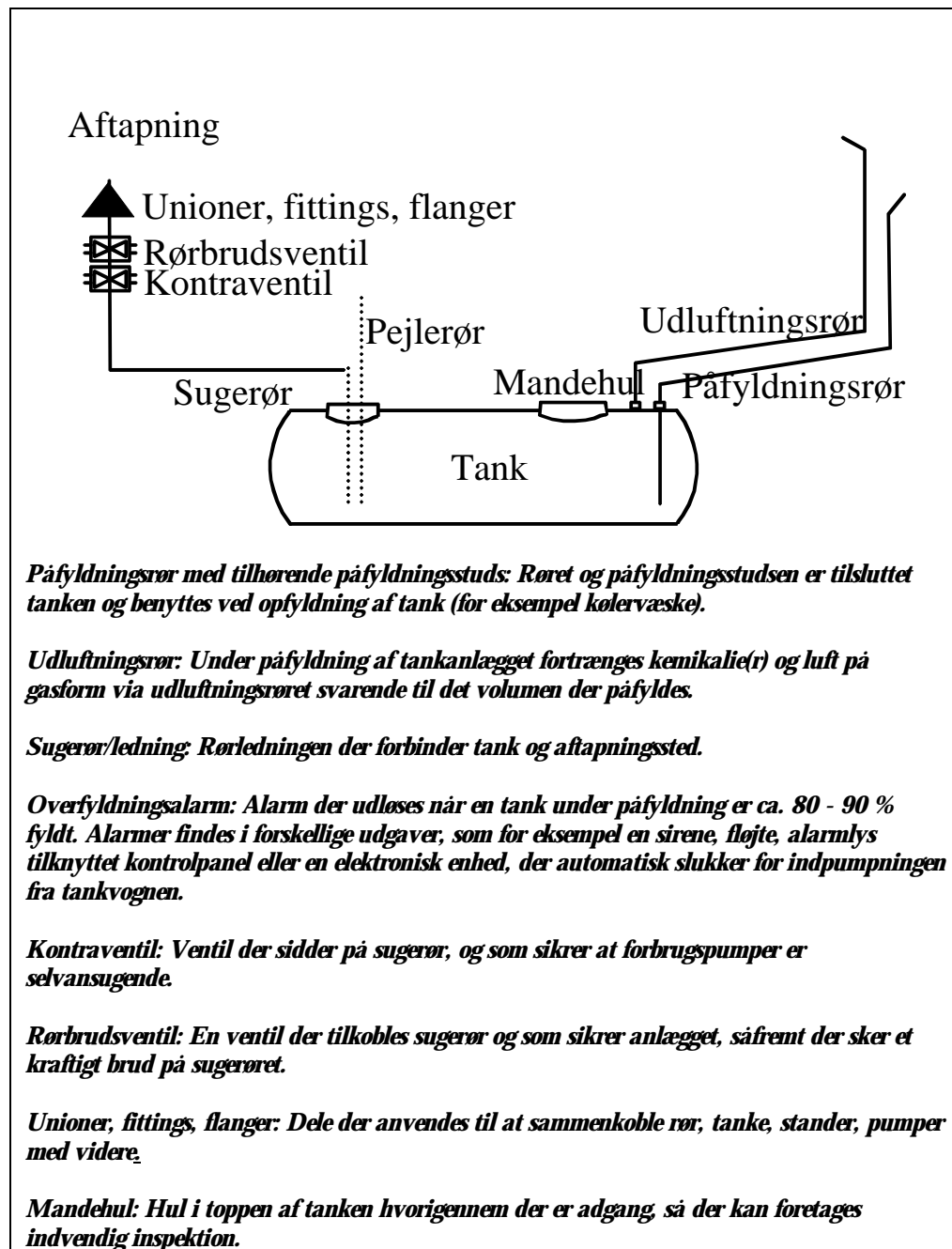
Det er specielt fra nedgravede tankanlæg og rørinstallationer, at der er erfaring for, at der kan ske omfattende forurening, idet udsivningen kan ske over en årrække uden at forureningen opdages.

Fra overjordiske tankanlæg er der ligeledes erfaring med kraftige forureninger. De er dog sjældent af samme omfang, da utætheden oftest opdages forholdsvist hurtigt.

Årsagerne til at der sker forurening fra nedgravede og overjordiske tankanlæg er ofte den samme, hvad enten tankanlægget er overjordisk eller nedgravet. Derfor er der i dette afsnit redegjort for de kilder, der er til forurening fra begge typer af tankanlæg. Ved et tankanlæg forstås i det følgende et anlæg bestående af tank, rørføring og samlinger. Den del af tankanlægget, der

vedrører tanknings- og påfyldningsplads samt stander/tankningsenhed, er behandlet i afsnit 6.3. Mindre tanke, tønder og dunke med et volumen under 1000 liter er behandlet i afsnit 6.4.

Til et klassisk tankanlæg indgår udover tanken en række forskellige anlægsdele. I figur 6.2 er illustreret et klassisk tankanlæg med nogle af de tilhørende anlægsdele.



Figur 6.2 Klassisk tankanlæg med tilhørende anlægsdele.

#### 6.1.1 Anlæg, konstruktion og etablering

Tankanlæg og rørledninger udfærdiges i mange forskellige størrelser og dimensioner, hvilket oftest afhænger af de mængder, der anvendes eller opmagasineres i anlægget. Anlæggets funktion er at opbevare flydende kemikalier, for eksempel råvarer, hjælpestoffer eller flydende affald.

En almindelig enkeltvægget nedgravet tank med et rumfang på 6.000 liter med mandehul koster ca. 25.000 kr. ekskl. moms. En tilsvarende dobbeltvægget tank inkl. lækageovervågning koster ca. 35.000 kr. ekskl. moms. Prisniveau 2008.

### Konstruktion

Tanke kan udføres i enkelt- og dobbeltvæggede konstruktioner fremstillet i metal eller plast. Tanke med dobbelt væg er oftest konstrueret i stål i den inderste væg og i polyester i det udvendige. Størstedelen af alle tanke af metal er cylindriske. Enkelte ståltanke med et rumindhold under 6.000 l er ovale eller kasseformede. Større tanke kan opdeles i sektioner, så der kan opbevares forskellige produkter i en tank. Tanke af plast er oftest rektangulære, men der findes ældre cylindriske og kugleformede tanke af plast.

Rørføringer kan også udføres som enkelt- og dobbeltvæggede i forskellige udformninger og dimensioner. Valg af dimension afhænger af mængden af produkt der skal transporteres, idet der ved store mængder skal anvendes rør med stor indvendig diameter, så der ikke kommer et for stort tryktab i anlægget. Ligeledes er det vigtigt, at rørmaterialet er dimensioneret i en tilstrækkelig tykkelse.

### Etablering af tankanlæg

Ved etablering af et tankanlæg er det vigtigt at etableringen udføres af et erfarent firma. Ofte skyldes utætheder og uheld, at anlægget er monteret forkert. Særligt samlinger ved unioner og flanger, der ikke er samlet korrekt, eller forkert anvendt materiale udgør en risiko. Ligeledes er der eksempler på, at anlægget under etableringen er blevet udsat for stød eller lignende, hvilket har bevirket, at anlæggets styrke er blevet svækket, så der er sket brud på tanken.

Ved etablering af **nedgravede tankanlæg** er det væsentligt at følge den af producenten udarbejdede vejledning for hvorledes enheder skal transporteres, installeres og nedgraves. Ved valg af fyldmateriale bør der anvendes rene materialer af sand eller grus uden indhold af organisk materiale, korroderende salte eller lerklumper og sten. Endvidere bør anlægget kunne modstå udvendigt tryk fra jord og grundvand samt fra eventuelt overkørende trafik. Mange nedgravede tanke er beregnet til et jorddække på max. 1 meter og ingen tung trafik-belastning. Hvis belastningerne kan forventes at blive større, bør der derfor særligt redegøres for hvordan tanken sikres mod sammentrykning.

Størstedelen af **overjordiske tankanlæg** er opstillet på bærende elementer, så tankens bundflade er hævet over jorden. Det er vigtigt, at anlæggets bærende flade etableres på en solid fast undergrund med tilstrækkelig bæreevne, så der opnås en ensartet og jævnt fordelt understøtning af tankanlægget.

#### 6.1.2 Materialer

Traditionelt fremstilles tanke og rørledninger i forskellige typer af metal og plast. Tidligere blev tanke også fremstillet i beton.



## Metal

Tankanlæg af metal fremstilles overvejende af svejselegede stål efter DS/EN 10025 i varierende kvaliteter og tykkelser.

Ståls trækstyrke, forlængelse og andre fysiske egenskaber kan varieres ved at tilsætte/legere med metaller som: Mangan, Krom, Nikkel, Molybdæn, m.fl. i mindre eller større mængder.

Stål optræder i mange forskellige typer af legeringer og dermed betegnelser med mange forskellige anvendelser.

Som udgangspunkt afhænger en væsentlig del af stålets styrkeegenskaber af stållegeringens indhold af kulstof, krom og nikkel. Stållegeringer, der ikke indeholder krom og nikkel samt under 0,17 % kulstof, kaldes ulegeret stål.

Høj legeret stål indeholder blandt andet krom samt nikkel, og er blandt andet kendetegnet ved mindre brudforlængelse (mere sprød) og højere overfladehårdhed, ligesom den er besværlig at bearbejde i forbindelse med svejsning. Fordelen ved højt legeret stål er, at det er væsentligt mere bestandigt overfor korrosion.

Almindeligt varmvalset, ulegeret, svejselegede stål består hovedsagelig af ca. 0,17 % kulstof og resten af jern med forurening af fosfor og svovl på maks. 0,050 % pr. element.

Der findes et meget stort antal forskellige rustfrie stål, med meget varierende indhold af de forskellige legeringselementer. De mest almindeligt brugte typer er:

EN 1.4301 med ca. 18% krom og 9% nikkel og såkaldt "syrefast" stål EN 1.4404 med ca. 17% krom, 12% nikkel og 2% molybdæn .

Forskellen på korrosionsbestandigheden af disse to kan illustreres ved, at i samlinger med spalter (for eksempel gevindfittings) tåler 1.4301-typen ca. 300 ppm klorid ved stuetemperatur, mens 1.4404-typen tåler op til 5000 ppm. Ved forhøjet temperatur nedsættes disse grænser meget stærkt. I euronorm EN 12285-1 er der blandt andet angivet korrosionsbestandighed i forskellige typer af stål, der anvendes til nedgravede tanke /13/.

Til konstruktion af tank- og røranlæg anvendes overvejende varmvalset stål, rustfast stål og syrefast stål.

I forhold til plasttanke, som omtales senere, har stål den fordel, at det er mere modstandsdygtigt overfor kraftige fysiske påvirkninger, som stød og tryk samt er upåvirket af temperaturer mellem - 50 og ca. +300 °C.

Til størstedelen af alle tankanlæg benyttes varmevalset stål, idet materialet ofte opfylder stillede kravspecifikationer, og er væsentligt billigere og ukompliceret at bearbejde end rustfast samt syrefast stål.

Tanke og røranlæg i rustfast og syrefast stål benyttes overvejende i mejeri-, medicinal- og den kemiske industri samt i ekstreme miljøer, hvor der er krav om høj styrke, modstandsdygtighed og en høj hygiejne.

Ved svejsning af ståltanke er det vigtigt, at svejsetilsatsmaterialet er afpasset grundmaterialet. Endvidere er det vigtigt at få testet alle svejsninger grundigt inden anlægget tages i brug. Det er vanskeligere at svejse i rustfast og syrefast stål end almindeligt stål, hvorfor der umiddelbart kan være større risiko for svejsefejl ved disse anlæg. Efter svejsning af rustfast og syrefast stål bør alle varmepåvirkede overflader renses og efterbehandles.

Ved samlinger som unioner, flanger med videre er det vigtigt, at de så vidt muligt er af samme udgangsmateriale som tank og røranlæg, da der ellers kan være risiko for korrosion, jf. afsnit 6.1.3.

Til mindre tankanlæg benyttes fortrinsvis **kobber** som materiale ved rørføring. Kobber er ikke så stærkt som stål, men kobberrør har den fordel, at de er bløde og derfor kan bukkes uden anvendelse af samlinger. Ved samlinger af kobberrør til enten tank eller lignende anvendes kompressionsfittings af messing.

Aluminium benyttes i sjældne tilfælde, men kun ved overjordiske tanke og aldrig nedgravede. Aluminium har ikke den samme mekaniske styrke som konstruktioner af ståltyperne og er mere følsom for nedbrud af den beskyttende oxidhinde end de rustfaste ståltyper.

Mulighederne for variationer i legeringer er større end i de gængse konstruktionsmaterialer som stål, rust- og syrefast stål. Ved anvendelse af aluminium bør der derfor involveres ekspertise, som tager stilling til konstruktionens styrke, materialetypens egnethed (resistens) overfor kemikaliet der skal opbevares, samt eventuel overfladebehandling.

### **Plast og plastlignende produkter**

De seneste år er der udviklet plasttanke med høj styrke og holdbarhed, der har bevirket, at de benyttes i højere grad end tidligere. Tankene kan være udført i PE, glasfiberarmeret PE ("glasfiber") og MD-polyethylen. I forhold til stål har de den fordel, at de ikke er så udsat for korrosion som ståltanke. Derimod har de ikke samme styrke som ståltanke, og er også mere udsat overfor tryk, høj og lav temperatur samt i forbindelse med brand.

Valg af plastmateriale bør vurderes specifikt i forhold til det kemikalie, der skal opbevares og transporteres i tankanlægget, idet der er stor forskel på de enkelte materialernes nedbrydelighed. Plast nedbrydes ved påvirkning af sollys og luftens ilt samt af det enkelte kemikalie, hvor nogle typer er mere følsomme end andre.

I kombination med ståltanke kan anvendes mange forskellige plast- og plastlignede produkter, hvor tanken indvendigt coates afhængig af de kemiske egenskaber i det kemikalie, der skal opbevares i tanken. Det er for eksempel muligt at coate indvendigt med epoxybaserede produkter.

Plastbaserede tanke er som udgangspunkt konstrueret til oplagring af specifikke kemikalier, hvor der er en nær sammenhæng mellem materialevalg og det kemikalie, som skal opbevares.

## Beton

Tidligere blev beton anvendt til opbevaring af nogle typer kemikalier. Tankene var overvejende nedgravede og indvendigt foret med glasfiber. I dag er det ikke almindeligt at anvende tanke af beton til opbevaring af kemikalier.

### 6.1.3 Korrosion

Den mest udbredte årsag til jord- og grundvandsforurening fra overjordiske og nedgravede tankanlæg af stål, skyldes korrosion af enten tank, rørføringer eller samlinger (unioner, fittings med videre).

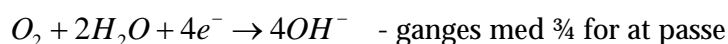
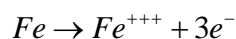
### Hvad er korrosion af metal?

Alle metaller i konstruktionsdele er en blanding af grundstoffer med hver sin placering på den elektrokemiske spændingsrække, og næsten alle korrosionsprocesser skyldes elektriske processer på de korroderende metaloverflader.

Udgangspunktet, for at der kan ske korrosion, er, at der ændres på metallernes energiniveau under fremstillingen af metal. I processen fra malm til metal tilføres energi. Det højere energiniveau er ustabil, og metallet vil ifølge de fysiske love benytte enhver mulighed for at vende tilbage til et lavere energiniveau, hvor metaloxid (herunder rust) er en af de laveste.

I det lave energiniveau findes metalatomerne som positivt ladede ioner. For eksempel findes jern i rust helt overvejende som ioner med tre positive ladninger (forkortes  $Fe^{+++}$ ), resten som  $Fe^{++}$ . Disse ladninger balanceres af negativt ladede ioner af ilt ( $O^-$ ,  $OH^-$ ), og som regel med mindre mængder klorid,  $Cl^-$ . Opretholdelse af elektrisk neutralitet er en naturlov.

Skrevet stærkt forenklet på kemisk formelsprog:



Disse ligninger illustrerer to vigtige forhold:

- Der flyttes rundt på elektrisk ladning, og disse elektriske strømme kan både måles og påvirkes.
- Der indgår vand i reaktionerne.

Ved almindelige omgivelsestemperaturer skal der være flydende vand til stede. Dette skyldes, at de to reaktioner i almindelighed ikke sker på præcis samme sted. Elektroner flyttes nemt gennem metallet, mens transporten af de negative ioner foregår gennem vandfasen. Ved atmosfærisk korrosion er der tale om en mikroskopisk tynd vandfase; men hvis den ikke er til stede, og miljøet er helt tørt, så sker der ingen korrosion. En meget tynd vandfilm virker som en modstand i et kredsløb, der gør at den elektriske strøm bliver mindre, og svarende dertil bliver korrosionshastigheden meget lille.

Heraf kan straks afledes en tommelfingerregel: Nedgravede tank- og røranlæg bør lægges i en veldrænet og ensartet grus-seng, så omgivelserne omkring metaldelene holdes så tørre som overhovedet muligt.

I de fleste naturligt forekommende tilfælde er det hastigheden af iltreduktionen, som bestemmer korrosionshastigheden. Opløsningen af metallet "følger bare med", så der totalt set bevares elektrisk neutralitet.

Ulegerede og lavt legerede stål ruster som bekendt ganske villigt, og det sker relativt ensartet over det hele; der sker såkaldt generel korrosion, også kaldet fladetæring. Forskelligt indhold af legeringselementer op til adskillige % gør ingen større forskel på korrosionshastigheden, det er jo iltreduktionen der bestemmer korrosionshastigheden. Korrosionshastigheder på omkring 0,2 mm/år er almindeligt forekommende, både under atmosfæriske forhold og i relativt stillestående vand.

Såkaldt rusttræge eller vejrbestandige stål er legeret, så der under atmosfæriske forhold dannes en tættere og mere fasthæftende rusthinde, som på langt sigt kommer til at "sidde i vejen" for korrosionsreaktionerne. Overfladen bliver altså rusten, men korrosionshastigheden er lav og dermed bliver levetiden lang. Det gælder kun, når overfladen er direkte udsat for atmosfæriske forhold; nedsænket i vand eller nedgravet i jord får man ikke den tætte rusthinde, og der er ikke større forskel på rusttræge og almindeligt ulegeret stål under den slags forhold.

Anderledes med de rustfrie stål. De er legeret med så meget krom, at der spontant dannes en tynd hinde af kromoxid, som forhindrer yderligere korrosion. Udsat for atmosfæriske forhold opnås denne såkaldte passivering ved et indhold på 11 til 13% krom, men over for mere korrosive forhold skal der mere krom til. Andre legerings-elementer tilsættes for at forbedre korrosionsbestandigheden yderligere og for at modificere andre egenskaber som styrke og formbarhed.

Oxidhinden er følsom for kloridioner, blandede oxid-klorid forbindelser er mere stabile (lavere energiindhold) end det rene oxid, og de er også mere opløselige i vand, og derfor udgør kloridholdige omgivelser en forøget risiko for korrosion i de rustfrie stål. I dette tilfælde er naturen særdeles effektiv til at finde lokale steder, hvor oxidhinden er marginalt svagere, så korrosion på rustfrie stål sker almindeligvis som lokal grubetæring. I denne forbindelse står hele metaloverfladen til rådighed for iltreduktionen, mens opløsningen af metallet kun sker i små gruber, og derfor kan grubernes væksthastighed blive skræmmende stor når de først er startet. Adskillige cm/år er ikke ualmindeligt. For de rustfrie stål er der derfor afgørende, at der er valgt en tilstrækkelig højt legeret type til at start af korrosion helt undgås. Selve betegnelsen "rustfrit" og i særdeleshed "syrefast" er altså i en vis forstand misvisende; det afhænger i allerhøjeste grad af, hvad stålet bliver udsat for.

Den situation som er beskrevet for rustfrie stål, er blot et eksempel på, at man oplever en forstærket skadevirkning, når iltreduktionen kan foregå på en meget stor overflade, mens den tilsvarende metalopløsning koncentrerer på et lille område. To andre eksempler fortjener at nævnes i denne sammenhæng.

Hvis man elektrisk forbinder **et ædelt metal med et uædelt vil kun det mest uædle korrodere**, mens iltreduktionen frit kan finde sted på den samlede overflade. Det gør ingen større forskel, hvis det drejer sig om en enkelt messingskrue i en

i øvrigt ubeskyttet spunsvæg i en havn. Men hvis det drejer sig om et nedgravet tankanlæg med et bart kobberrør forbundet til en godt overfladebelagt stáltank med bare en lille skade på belægningen, så sker iltreduktionen på hele rørets overflade, mens metalopløsningen kun sker i tankvæggen lige under skaden i belægningen; resten af stáloverfladen er jo ikke tilgængelig. Derfor kræves olietankanlæg udført med plastbelagte kobberrør og elektrisk isolation mellem rør og tank. Plastbelægningen af røret gør, at den aktive kobberoverflade bliver meget lille, og den elektriske isolering forhindrer, at den resterende reaktion overføres til tankvæggen. Kobber er i sig selv ædelt nok til at modstå korrosion i jord.

Et analogt fænomen kan opleves, hvis ubeskyttet stál graves ned i blandet dansk morænejord, jf. figur 6.3. Iltreduktionen vil naturligvis især foregå der, hvor ilttilførselen er størst, blandt andet på de områder af stálet, som er dækket af de mest porøse jordarter. Derimod vil metalopløsningen koncentrere sig i lokalområder, hvor stáloverfladen er dækket med kompakte lerklumper. Man kan derfor opleve meget varierende korrosionsforhold både lokalt inden for det enkelte anlæg og imellem forskellige egne af landet. Dette bidrager til, at man ønsker nedgravede anlæg omgivet af en ensartet grusseng. Tilbagefyldning med den opgravede jord er normalt ikke acceptabelt.



Figur 6.3 Stærkt korroderet sugerør fra nedgravet tankanlæg.

**Mikrobiologisk aktivitet** kan medføre ændringer i korrosionsmiljøet, som forårsager korrosion eller en stor stigning i korrosionshastighed. Opløste metalioner kan indgå i mikroorganismers stofskifte, men selve korrosionen af metallet er oftest en bivirkning. I jord med organisk indhold og anaerobe forhold kan sulfatreducerende bakterier skabe et syrligt og sulfidholdigt miljø, som er mere aggressivt. I tilfælde med forskellige kemikaliefaser i tankanlægget er der ligeledes risiko for mikrobiel vækst i overgangen mellem de to faser, som er ensbetydende med risiko for hurtigere korrosion og et mere lokaliseret angreb, hvis grænsefladen befinder sig på samme niveau gennem lang tid.

I bilag 2 er der vedlagt baggrundsmateriale, der mere specifikt redegør for processerne i forbindelse med korrosion.

### Korrosionsbeskyttelse af metal

En effektiv korrosionsbeskyttelse sikrer, at der ikke sker nedbrydning af metallet. Der findes grundlæggende to former for korrosionsbeskyttelse henholdsvis passiv og aktiv beskyttelse.

Ved den **passive korrosionsbeskyttelse** påføres metallet en hinde eller lignende, der skal forhindre metallet i at komme i kontakt med en elektrolyt, så metallet rustet. De almindeligste former for passiv beskyttelse af et tankanlæg er:

- Galvanisering. Ved galvanisering belægges stålet med en beskyttende hinde af zink. Så korroderer zinken i stedet for stålet. Korrosionshastigheden af zink i atmosfæriske forhold er meget langsommere end jerns. Nedgravet i jord er levetiden for en varmforzinkning næppe over 15 år. I åbent havvand overlever en varmforzinkning næppe et år.
- Påføring af kemikalieresistent maling på stålet henholdsvis på den indvendige og udvendige side, for eksempel epoxybaseret maling. Ved vurdering af, om malingen er resistent overfor det enkelte kemikalie, bør der foreligge en udtalelse fra en specialist, der kan vurdere, om malingen er resistent. I tanke der opbevarer olielignende produkter, behandles særligt bundzonen med speciel maling, da det er her en eventuel vandfase opstår. I kemikalietanke, hvor der opbevares kemikalier der har en massefylde over 1 g/ml, er det vigtigt, at særlig den øverste halvdel af tanken behandles med maling.
- Coatning med kunststofmateriale udenpå stålet. Ståltanke påføres overvejende glasfiberarmeret polyester, mens rørføringer og unioner samt koblingsdele belægges med bind af PVC eller PE.
- Konstruktion af en ekstra barriere udenpå tankanlægget. Den ekstra barriere kan være en ekstra kappe af stål eller plast.

Ved store sammenhængende elektrolytter af vand og jord som ved nedgravede anlæg benyttes ofte **aktiv korrosionsbeskyttelse**, hvor elektrisk strøm anvendes til at imødegå korrosion af stålet.

Almindeligvis benyttes katodisk beskyttelse med påtrykt strøm. Ved katodisk beskyttelse modvirkes korrosionsprocessen. Dette gøres ved kontinuert at sende jævnstrøm henover anlægget, hvorved stålet tilføres elektroner, der forhindrer stål i at vende tilbage til et lavere energiniveau, så der ikke kan ske rustdannelse. På grund af jords relativt store elektriske modstand kræves en stor spænding for at drive den nødvendige strømstyrke, hvilket offeranoder i reglen ikke leverer.

For at beskytte et nedgravet anlæg mod udvendig korrosion skal beskyttelseselektroderne anbringes et stykke fra selve anlægget, dels af hensyn til installationen, dels af hensyn til at få strømmen spredt passende ud over hele overfladen. Beskyttelsesstrømmen skal altså løbe et stykke vej gennem jorden, så modstanden i denne strækning overvindes, hvilket kræver stor spænding. Til katodisk beskyttelse af anlæg, som er nedgravet i jord, er det derfor som regel nødvendigt med såkaldt "påtrykt strøm" – beskyttelsesstrømmen kommer fra en regulerbar ensretter. Ulempen er, at sådan et anlæg skal justeres ind, skal holdes tændt og skal vedligeholdes.

Det skal nævnes, at en metalvæg virker som en total elektrisk skærm. Korrosionsbeskyttelse indvendigt og udvendigt på en tank er helt adskilte størrelser.

Der kan kun gennemføres katodisk beskyttelse af nedgravede anlæg. For at katodisk beskyttelse kan være effektiv bør nedgravede anlæg afgrænses til kun at omfatte den nedgravede del. I den forbindelse er det vigtigt at være opmærksom på, at elektroniske følere til fjernovervågning via PC/CTS eller lignende elektriske systemer ligeledes bør være galvanisk adskilt / elektrisk fraisolere fra nedgravede tanke og rørsystemer. Endvidere bør elektriske pumpemotorer isoleres fra nedgravede tanke og rørsystemer.

Ved etableringen af den katodiske beskyttelse er det vigtigt, at det dimensioneres og etableres af fagfolk. Der er således en lang række væsentlige parametre, som har en stor indflydelse på, at korrosionsbeskyttelsen kan fungere optimalt. Relevante parametre er blandt andet de geologiske forhold, jordens vandindhold og anlæggets størrelse. Såfremt den katodiske korrosionsbeskyttelse ikke designes korrekt, er der risiko for, at det kun er dele af anlægget, der beskyttes med risiko for rustdannelse på de ubeskyttede områder.

Det tidligere beskrevne forhold, hvor kombinationen af et ædelt metal (kobber) og et uædelt metal (stål) betyder korrosion af det uædle metal, kan anvendes i forebyggelsesøjemed. Hvis der bevidst forbindes et uædelt metal til stålet, så vil stålet blive beskyttet, mens korrosionen sker på det mere uædle metal. Der er installeret en såkaldt anodisk beskyttelse. Typisk bruges zink eller magnesium til dette formål.

Set fra et elektrisk synspunkt svarer det til, at der er lavet et elektrisk element med for eksempel zink som den ene elektrode (offeranode) og iltreduktion på stålet som den anden. Dette element har en polspænding på knap 0,5 Volt, så der bør helst være en godt ledende elektrolyt mellem offeranode, og det stål som skal beskyttes. Magnesium giver en lidt større spænding, og er derfor mere velegnet, hvis ledningsevnen i elektrolytten er lav. Mest kendt er nok magnesiumanoder i varmtvandsbeholdere og offeranoder af zink eller magnesium indvendig i olietanke. Havsidens af spunsvægge i havne beskyttes også ofte med offeranoder. Offeranoder bruges også til indvendig beskyttelse af en tank.

### Faktorer der har betydning for risiko for korrosion

Elektriske faktorer har stor betydning for risikoen for, at der kan ske korrosion af et anlæg.

Stærkstrømsreglementet /14/ foreskriver, at alle elektriske pumpemotorer skal have potentialeudledning/sikkerhedsjord (gul/grøn jordledning) monteret til jordspyd, ofte af kobber, og dermed er risikoen for galvanisk korrosion tilstede. Derfor skal pumper og elektroniske følere elektrisk isoleres fra nedgravede tanke og rørsystemer.

De termiske, kemiske og mekaniske faktorer har stor betydning for risikoen for, at der kan ske korrosion af et anlæg. Særligt ved godkendelse af anlæg, der skal indeholde kemikalier eller farligt affald, skal myndigheden være opmærksom på stoffernes egenskaber. Under forskellige forhold er der en øget risiko for korrosion, som der er redegjort for i det følgende:

- Kemikaliet **pH værdi** har stor betydning for risikoen for korrosion. Ved en pH værdi under 5 og over 12 øges som udgangspunkt risikoen

for almindeligt stål. For rustfast og syrefast stål skal pH være under 3, før der er en forøget risiko.

- I tilfælde, hvor kemikaliet har en **temperaturer** over 50 C°, er der for almindeligt stål en forøget risiko for korrosion og for rustfrie stål en forøget risiko for revnedannelse som følge af spændingskorrosion.
- I miljøer med et forhøjet **indhold af salte**, særligt klorid, er der forøget risiko for korrosion. Miljøerne kan forekomme indvendigt fra det kemikalie, der opbevares i anlægget, og udvendigt fra terrænnært grundvand, samt i kystnære områder, hvor indtrængning af saltvand ofte forekommer.
- I tanke hvor der opbevares **blandinger** af kemikalier, for eksempel kemikalieaffald, vil der som udgangspunkt være større risiko for korrosion. Dette skyldes, at kemikalier, der ikke er blandbare med vand, giver en forøget risiko på grund af metalnedbrydende mikroorganismer i overgangszonen mellem vand og kemikalie. Når et tankanlæg tømmes, hives der luft med indhold af vanddamp ind i anlægget, hvorefter vanddampen kondenserer. Med tiden kan der forekomme adskillige liter vand enten i toppen eller i bunden af tanken afhængig af massefylden af det opbevarede kemikalie.

#### 6.1.4 Sikring og kontrol

Ved etableringen af et tankanlæg bør det vurderes, hvordan anlægget sikres, således at der ikke er risiko for jord- og grundvandsforurening, samt hvordan der gennemføres en effektiv kontrol i den daglige drift.

I det følgende er der redegjort for muligheder for beskyttelse af et tankanlæg. Beskyttelse mod korrosion er behandlet i afsnit 6.1.3.

#### Direkte beskyttelse af tankanlæg

Til brug for direkte beskyttelse af et tankanlæg monteres anordninger som en fysisk del af anlægget. Der er i det følgende redegjort for disse forskellige typer af anordninger:

- Etablering af **ekstra barriere** umiddelbart omkring anlægget etableret inde i eller udenom tanken. Tanke og rørledninger kan udføres med dobbelte vægge i mange forskellige typer af materialer.
- Etablering af **rørbrudsventil**. Såfremt der sker en kraftig mekanisk påvirkning af nogle typer af tankanlæg for eksempel i forbindelse med en påkørsel, aktiveres rørbrudsventilen så der ikke kan ske massiv udsivning fra anlægget.
- **Overfyldningsalarm**. En overfyldningsalarm aktiveres, når anlægget næsten er fyldt op (ofte 90 % fyldt tank) med kemikalie og sikrer mod udslip via udluftningsrøret. Alarmen kan være en fløjte, der aktiveres eller en elektronisk enhed, der automatisk slukker for indpumpningen fra tankvognen.



- **Kontraventil.** Ventilen sikrer, at væsken i røret løber tilbage i tanken, såfremt der sker en utæthed på sugerøret. Ventilen kan også anvendes til kemikalietankanlæg og bør så anvendes efter samme princip.

### Indirekte beskyttelse af tankanlæg

Ved den indirekte beskyttelse sikres tankanlægget ved, at der uden om anlægget foretages tiltag, der kan forebygge forurening. Der findes følgende indirekte former for beskyttelse:

- Under et nedgravet tankanlæg kan udlægges en **membran** af kunststoffolie, der kan opsamle et eventuelt spild eller utætheder fra anlægget. Membranen er ofte tilknyttet en observations-brønd, hvorfra der kan udtages en vandprøve til identifikation af eventuelle utætheder fra anlægget. Det er vigtigt, at membranen er kemikalieresistent mod det kemikalie, der opbevares i anlægget. Endvidere er der en del erfaringer med, at membraner med tiden bliver utætte på grund af nedbrydning, forskydninger i jorden og ælde. Særligt i sammensvejsningerne er der erfaring med utætheder. Membraner er endvidere beskrevet nærmere i afsnit 6.2.
- Etablering af **tankgård** af beton omkring anlægget er en effektiv måde at sikre anlægget. En tankgård anvendes ved overjordiske anlæg hvor tanken opstilles i stativ, så tankbunden er hævet over betonkassens bund, så der kan foretages visuel inspektion. Tankgård kan også benyttes i nedgravede anlæg, hvor tanken placeres i en nedgravet betonkasse, der efterfølgende sandfyldes på grund af risikoen for eksplosion ved uheld. Det anbefales at have tankgården overdækket, da der ellers er behov for hyppig tømning af tankgården for regnvand.
- Etablering af påkørselsbeskyttelse i form af et **rækværk** eller **betonpiller**.

### Overvågning og kontrol

I den daglige drift af et tankanlæg er det vigtigt, at der igennem hele anlæggets driftsperiode gennemføres en kontinuert overvågning samt med passende mellemrum gennemføres en effektiv kontrol med anlægget og særligt med de anlægsdele, der udgør en særlig risiko for forurening. I det følgende er der redegjort for, hvilke metoder der er for overvågning og kontrol, herunder usikkerheder og svagheder ved nogle af metoderne.

### Overvågning

Følgende metoder kan anvendes til en kontinuert eller delvis kontinuert overvågning af tankanlæg.

- **Beholderregnskab.** Et beholderregnskab består i, at der med passende mellemrum enten dagligt, ugentligt eller månedligt foretages en status, hvor det sikres, at der er overensstemmelse mellem de mængder, der aktuelt er i tanken, der er anvendt i produktionen og som er indkøbt hos leverandøren. Regnskabet viser sjældent fuldstændig overensstemmelse mellem tilført og forbrugt mængde som følge af det tab af kemikalie, der kan være på grund af fordampning. Derudover vil der være en usikkerhed på de måleværktøjer, der indgår i anlæggets

drift, herunder blandt andet følersystem i tanken eller måle/pejlestok ved opgørelsen af indhold i tanken, fra leverandørens tankvogn, fra eventuel flowmåler ind til produktionen med videre. Da en kontinuert lille lækage kan være vanskelig at detektere på grund af ovenstående forhold, er beholderregnskab ikke velegnet til kontrol af små kontinuerlige tab af kemikalie til miljøet.

- **Dynamisk læk detektering** Særligt ved større pipelines anvendes en kontinuert overvågning ved dynamisk læk detektering, hvor der via flowmåler konstant måles indhold af den mængde kemikalie, der forlader og løber ind i anlægget. Er der ikke overensstemmelse mellem de to mængder, udløses en alarm. Metoden er effektiv, da der konstant foretages en overvågning af anlægget. Det er imidlertid vigtigt at vurdere usikkerheden på flowmålerne og at være opmærksom på usikkerhedsmomenter som følge af tryk og temperatur.
- **Automatisk pejling af vandindhold.** Det er muligt at installere pejleudstyr, der automatisk detekterer vandindholdet i tanke, hvor der opbevares kemikalier, der ikke er blandbare med vand. Udstyret er tilknyttet en alarm, der udløses når vandindholdet overstiger en vis mængde.
- **Overvågning af tanke med dobbelt væg** Dobbeltvæggede tanke er ofte konstrueret således, at der i mellemrummet mellem de to vægge enten er vakuum, overtryk eller væske (oftest glykol). Det er muligt at tilkoble elektronisk udstyr, der automatisk udløser en alarm, hvis der opstår en utæthed på en af væggene. Almindeligvis overvåges utætheder af væggene ikke kontinuert, men i stedet af et manometer eller en væskesøjle, der så aflæses. Der bør årligt udføres funktionskontrol herunder kontrol af, at alarmsystemet faktisk giver alarm hvis tryk/væskestand flyttes uden for det acceptable område.
- **Overvågning af dobbeltrør.** Ved anlæg, hvor rørledningen består af dobbeltrør, er det muligt at installere elektronisk udstyr i det yderste rør. Ved brud i det inderste rør løber kemikalie ud i det yderste og aktiverer en alarm. Røranlæg uden automatisk alarm er i stedet opbygget således, at det yderste rør er tilkoblet en inspektionsbrønd. Rørenes tæthed kan efterprøves ved trykprøvning, der er nærmere beskrevet på side 61.
- **Etablering af borerer.** Ved at etablere en eller flere borerer umiddelbart nedstrøms for tankanlægget overvåges det, om anlægget giver anledning til forurening. Boringen bør så vidt muligt etableres før anlægget ibrugtages, så der ikke kan opstå tvivl omkring baggrundsniveauet af forurenede stoffer i grundvandet. Prøvetagningsfrekvensen afstemmes med den aktuelle grundvandsstrømningshastighed og afstand til for eksempel vandindvindingsboringer eller recipienter.
- **Etablering af sladretræn.** Etablering af dræn under tankanlægget, hvor der suges luft fra dræne på kulrør til efterfølgende analyse, kan anvendes til overvågning for eventuelle utætheder. Er der vand i dræne, kan der i stedet udtages en vandprøve til analyse evt. suppleret med visuelt check for f.eks. oliefilm eller lugt.

## Kontrol

En effektiv kontrol af at tankanlægget er tæt, bør gennemføres regelmæssigt, da det er et væsentligt element til at forebygge utætheder og dermed forurening. I det følgende skelnes mellem følgende kontroller:

- Anlægskontrol (kontrol af, om anlægget er tæt).
- Driftskontrol (kontrol med driften af anlægget).

## Anlægskontrol

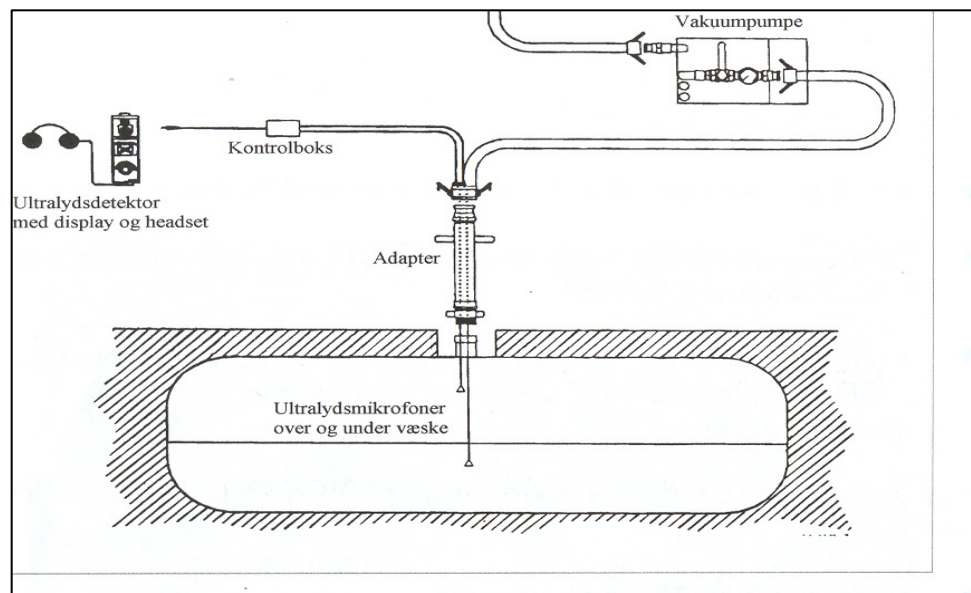
Ved anvendelse af de forskellige metoder til anlægskontrol bør arbejdet udføres af erfarne firmaer. I dag er der ingen akkreditering eller autorisation af firmaer til at gennemføre kontrol med anlæg. Der er ligeledes ingen nationale vejledninger eller normer for gennemførelse af de enkelte metoder. I det følgende er gennemgået nogle metoder til at kontrollere tank og rørledninger, herunder metodernes usikkerheder og begrænsninger:

- Vakuum tæthedsprøvning.
- Trykprøvning.
- Lækagetest eller Tracer tight tank test
- Indvendig inspektion

## Vakuum tæthedsprøvning

Kvaliteten af vakuum tæthedsprøvning, der også kaldes tæthedsprøvning med ultralyd, afhænger af det enkelte firma der gennemfører kontrollen.

**Princip.** Metoden består i at afproppe anlægget, enten tanken separat eller hele tankanlægget, herunder rørføringer, hvorefter anlægget sættes under vakuum. Via tankens pejlerør monteres en adapter, hvorfra der nedsænkes to mikrofoner i tanken. Den ene mikrofon nedsænkes i væskefasen, mens den anden placeres over væskefasen. Mikrofonerne er tilsluttet en ultralydsdetektor og hovedtelefoner. Ved utætheder i anlægget suges luft ind i systemet, der igangsætter svingninger, der bliver registreret i hovedtelefonerne som et hørbart signal. Der lyttes i ca. 5 – 10 minutter for hver opstilling. Som tillægsudstyr kan anvendes magnetmikrofon, der påsættes direkte anlæggets rørledninger, hvilket forøger følsomheden i forhold til en utæthed på rørledningen. I nedenstående figur er illustreret princippet ved vakuum tæthedsprøvning.



**Figur 6.4 Testopstilling af vakuum tæthedsprøvning af tank.**

Der kan være forskel på de enkelte producenters udstyr med hensyn til kvalitet og følsomhed. Enkelte producenter stiller krav om, at købere af deres udstyr skal gennemgå kurser for at kunne anvende deres udstyr.

Prisen for test af en nedgravet tank på 10.000 liter er ca. 5.000 kr. ekskl. moms (2008 priser).

#### **Fordele:**

- Er kendetegnet ved at være effektiv til at detektere utætheder i selve tanken.
- Den er hurtig, og der kan udføres test af mange tanke på en dag.
- Ingen ekstra ventetid for at registrere trykfald som ved andre metoder.
- Kun kortvarig afbrydelse af tankanlægget.
- Begrænset gene for den daglige drift.

#### **Ulemper:**

Der er delte meninger om, hvor stor usikkerheden er samt de begrænsninger, der er ved anvendelsen af metoden. I det følgende er beskrevet en række ulemper ved metoden:

- Særligt ved detektering af et anlægs rørstrækning er der usikkerhed omkring metodens anvendelse, idet mikrofonerne ikke ligger inde i rørstrækningen. Herunder er længden af rørledningen en vigtig parameter, idet usikkerheden øges med længden.
- Hvor tankanlæggets omgivelser er mættet af vand, er metoden ikke speciel anvendelig, da vand kan suges ind i tanken, uden at det kan høres. Enkelte firmaer pejler altid indhold af vand i tank før og efter test.

- Der er ingen erfaringer i Danmark, hvor følsomheden er undersøgt. I USA er der gennemført forsøg /15/, der viser, at ved udsivning af ned til 0,45 l/time kan utætheden registreres med 100 % sikkerhed.
- Normalt er tanke konstrueret som trykløse tanke, så et tankanlæg kan blive overbelastet, når der sættes vakuum på anlægget.
- Der er erfaringer for, at uensartet tilfyldningsmateriale omkring tanken, som blandt andet ler, har blokeret et hul i en tank, da der blev sat vakuum på anlægget, hvorved det ikke var muligt at finde hullet. Ligeledes fra rørledninger, der fejlagtigt er støbt ned i beton, er der konstateret utætheder uden at testen kunne detektere utætheden.
- Støj fra andre kilder kan interferere på udstyret, så det ikke er muligt at skelne om lyden skyldes en utæthed eller en fejlkilde. Enkelte firmaer lytter altid efter eventuelle fejlkilder, inden der sættes vakuum på anlægget.
- Metoden giver ingen informationer om tilstanden af tanken med hensyn til tæring og godstykkelse.

### Trykprøvning

**Princip:** Ved trykprøvning af tankanlæg afproppes systemet, hvorefter der sættes tryk på anlægget. Utætheder kan herefter registreres via et manometer, der registrerer et eventuelt trykfald. Trykket afhænger meget af det enkelte anlæg. Det er vigtigt, at manometeret har en høj følsomhed så selv små trykfald kan registreres. Trykprøvning af selve tanken foretages kun sjældent, da tanke normalt er konstrueret til at være trykløse, og derfor kun må udsættes for et lavt tryk.

Trykprøvning af rørsystemet benyttes ofte, da rørsystemer kan udsættes for et større tryk, hvorved det er nemmere at konstatere et tryktab og dermed en utæthed. For nogle rørledninger er det ikke muligt at gennemføre trykprøvning, da de ikke kan frakobles tanken, så det er muligt at sætte tryk på ledningen. Det er vigtigt at være opmærksom på, at Arbejdstilsynet sætter snævre begrænsninger for, hvor meget tryk man må bruge, så der ikke er risiko for rørbrud.

Afhængigt af, om anlægget er i drift eller under etablering, foretages trykprøvningen både med kemikalie, vand, atmosfærisk luft og kvælstof. Der er forskel på, hvor længe de enkelte firmaer vælger at bibeholde trykket på anlægget, men tiden har betydning for metodens detektionsgrænse. De fleste trykprøver over få timer, mens andre anbefaler, at det bør gøres over minimum et døgn for at sikre, at mindre utætheder detekteres.

Prisen for trykprøvning af en tank på 10.000 liter med tilhørende rørledninger er ca. 7.000 kr. ekskl. moms (2007 prisniveau).

### **Fordele:**

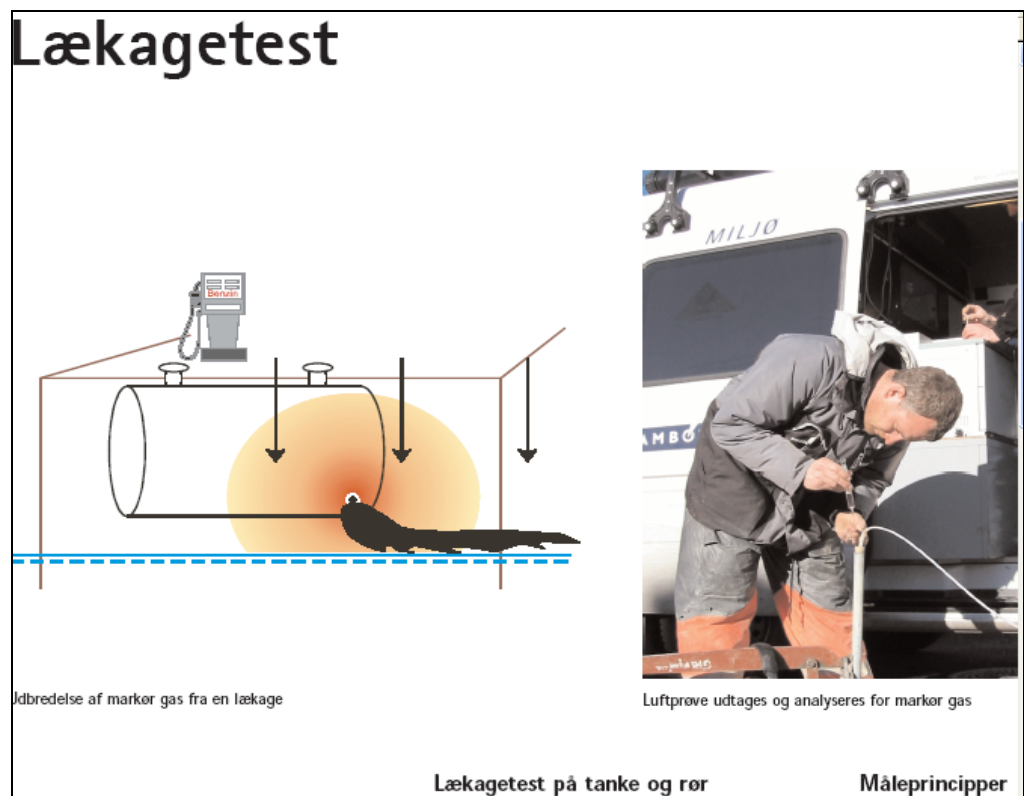
- Den er forholdsvis effektiv til at detektere utætheder på tankanlæggets rørledning.

### Ulemper:

- En test af et tankanlæg er forholdsvis tidskrævende.
- Normalt er tanke konstrueret som trykløse tanke, så et tankanlæg kan blive overbelastet, når det sættes under tryk.
- Ved trykprøvning med kemikalie i anlægget er der risiko for, at kemikaliet trykkes ud i jorden og forværrer en eventuel forurening.
- Metoden giver ingen informationer om tilstanden af tanken med hensyn til tæring og godstykkelse.
- Foretages trykprøvningen over kort tid er der risiko for at mindre lækager ikke detekteres.

### Lækagetest eller Tracer tight tank test

**Princip.** Metoden består i at injicere en markørgas (halogonerede stoffer) ned i tankanlægget. Efter 1 – 2 uger, når markørgassen er fordelt med produkterne i tanke og rør, undersøges området ved anlægget. Fra en række målepunkter omkring anlægget udtages poreluftprøver fra den umættede zone, der herefter analyseres for indhold af markørgas, jf. figur 6.5.



Figur 6.5. Testopstilling af lækagetest af tankanlæg.

Prisen for lækagetest af tankanlæg på 10.000 liter med tilhørende rørledninger er ca. 13.000 kr. ekskl. moms (2007 prisniveau).

**Fordele:**

- Kan anvendes i alle tanke.
- Medtager også rørføringer fra de undersøgte tanke.
- Tankanlægget udsættes ikke for belastning som ved tryk- og vakuum tæthedsprøvning.
- Udføres mens tanke samt rør er i drift og fordrer således ikke, at tanke tømmes, udluftes og rengøres.
- Giver informationer om omtrentlig placering af lækage i tanke eller rør.

**Ulemper:**

- Der er eksempler på, at der er tabt sporstof på jorden i forbindelse med håndteringen af markørgas, hvorved tankanlægget fejlagtigt er dokumenteret utæt.
- Giver ikke informationer om tilstanden af tanken herunder tæring og godstykkelse.
- Der bør udvises omhyggelighed ved placering af monitoringspunkter samt injektion af sporgas i tankene. Monitoringspunkter bør have kontakt med tankgrav.
- Metoden giver ingen informationer om tilstanden af tanken med hensyn til tæring og godstykkelse.

**Indvendig inspektion**

**Princip:** Ved indvendig inspektion foretages visuelt og med udstyr en vurdering af tankens tilstand indvendig fra. Der foretages en vurdering af tankoverfladen, herunder om der er sket tæring, kvaliteten af de korrosionsbeskyttende foranstaltninger (maling), måling af tykkelsen af ståltanken med videre

Af udstyr benyttes blandt andet tankscanner, der er i stand til at måle godstykkelsen af tanken og dermed afsløre eventuel korrosion indvendig og udvendig på tanken. Derudover anvendes ultralydtykkelsesmåling, der er i stand til punktvis at måle godstykkelse af tankvæggen.

Prisen for test af en nedgravet tank på 10.000 liter er ca. 8.000 kr. ekskl. moms (2007 priser).

**Fordele:**

- Er effektiv til at vurdere tilstanden af tankens indvendige og udvendige side, herunder godstykkelse.
- Kan anvendes i alle tanke.
- Tæring kan udbedres ved reparation eller holdes under observation.

### **Ulemper:**

- I tanke under 6 m<sup>3</sup> volumen kan tankscanner normalt ikke anvendes, da mandehul på tank normalt er for lille og tankens bund skal være plan. Håndholdt udstyr kan dog delvist bruges i cylindriske tanke.
- Ved ultralyd gives kun godstykkelsen i målepunktet, og derved er det vanskeligt at afsløre eventuelle punkttæring.
- Tidskrævende, da det kræver at tanken tømmes, udluftes og rengøres.
- Kan ikke gennemføres på røranlægget.

### **Driftskontrol**

I den daglige drift af anlægget er det vigtigt, at de forskellige anlægsdele og systemer løbende efterses og vedligeholdes. Hvor ofte den enkelte driftskontrol bør gennemføres, kan variere meget afhængigt af blandt andet tankanlæggets alder. Ved anlæg, hvor der i forvejen er stillet skærpede krav, bør der oftere end ved anlæg med normale krav gennemføres driftskontrol. I det følgende er der redegjort for, hvilke delanlæg der særligt bør være opmærksomhed omkring:

- ***Katodisk beskyttelse*** Ved årlig kontrolmåling af beskyttelsesanlæggets funktion (beskyttelsespotentiale, strømforbrug, spænding og fraisoleringer) foretages endvidere visuel inspektion af ensrettere, kabelføringer samt øvrigt installeret udstyr, og på baggrund heraf vurderes den katodiske beskyttelseeffektivitet. Ensretter til påtrykt strøm bør minimum tilses hver uge for at kontrollere, dels at anlægget er tændt, dels at der ikke er sket ændringer i udslag på driftsinstrumenter. Hvis der sker ændringer, bør sagkyndigt tilsyn tilkaldes. Årlig kontrolmåling bør udføres af fagspecialister.
- ***Pejling af vand***. Pejling af vandindholdet i tanken samt med efterfølgende fjernelse af vand gennemføres, hvor der opbevares kemikalier, der ikke er blandbare med vand. Bør gennemføres minimum en gang månedligt. Kontrollen kan gennemføres af driftsherren.
- ***Elektroniske alarmsystemer***. Det er vigtigt, at der gennemføres kontrol med, at de elektroniske alarmsystemer fungerer efter hensigten. Ofte kan dele af systemerne befinde sig i aggressive miljøer, så der kan være risiko for, at de bliver ødelagt og ikke overvåger og kan alarmere i tilfælde af utætheder. Nogle af systemerne kan driftsherren selv efterse, mens der til andre kræves fagspecialistviden.

#### 6.1.5 Typiske erfaringer på hvor det går galt

Mange forureninger skyldes anlæg, der er etableret i en periode, hvor der var ringe eller ingen fokus på beskyttelse. Men selv med nyere anlæg er der erfaringer med, at tankanlæg kan medføre omfattende jord- og grundvandsforurening. I nedenstående figur 6.6. er der for eksempel et eksempel på en utæthed fra en nyere kemikalietank, som følge af manglende korrosionsbeskyttelse.





Figur 6.6 Korrosionsgrube i en 8 år gammel rustfri ståltank.

På baggrund af en lang række erfaringer med forureninger fra tankanlæg er der i det følgende angivet nogle typiske årsager til forurening:

- **Korrosion af tankanlæggets metaldele**, hvor der er sket gennemtæring, så kemikalie er sivet ud, er en typisk kilde til forurening, jf. figur 6.3. Det er særligt korrosion af rørledninger af stål, som ikke er korrosionsbeskyttet. Ligeledes ses gennemtæring af tanke, hvor der ikke er foretaget ordentlig passiv beskyttelse med maling eller glasfiber. Der er ligeledes eksempler på, at der er sket korrosion af unioner og fittings. Årsagerne til korrosion kan være:
  - Forkert materialevalg.
  - Stød og slag af passiv korrosionsbeskyttelse som maling, epoxy, galvanisering, så der er uhindret adgang til korrosion af det ubeskyttede stål.
- **I samlinger og overgange**, hvor der skal sammenkobles rørledninger eller fra rørledninger via unioner og fittings til tanke, pumper, standere med videre træffes ofte utætheder. Årsagerne er overvejende, at man ved etableringen eller i forbindelse med reparationer ikke har været tilstrækkelig omhyggelig med at spænde anlægsdele tilstrækkeligt eller, at der er sket korrosion i samlingen.
- **Overbelastning af tankanlæg** har forårsaget, at det er blevet udsat for et for højt tryk i forhold til anlæggets dimensionering, hvorved der er sket brud på rørføringer, tanke eller i samlinger.
- **Fejl i forbindelse med konstruktion og dimensionering** har betydet, at anlæg igennem en årrække har været udsat for overbelastning, så der er kommet utætheder i anlægget. Ved udskiftning af anlægsdele er der adskillige eksempler på, at der er sket fejl, der har medført korrosion eller overbelastning.
- **Utætheder i forbindelse med uheld og spild** opstår ofte i forbindelse med overtankning eller tømning af anlægget. Påkørsel med køretøjer eller i

forbindelse med uvejr, brand, hærværk med videre er ligeledes eksempler på, hvor der er forekommet forurening i forbindelse med uheld / spild.

#### 6.1.6 Elementer der kan indgå som krav

Indledningsvis bør myndigheden sikre, at der i ansøgningsmaterialet er redegjort for materialevalg og materialernes resistens overfor mediets (kemikaliets) påvirkninger. Som udgangspunkt bør der foreligge en udtalelse fra en fagspecialist.

Ved fastsættelse af krav (barrierer) bør det præcisere, at tilladelsen kun gælder for det specificerede kemikalie, og at der bør ske en revurdering ved ændret anvendelse.

I tabel 6.1 er opstillet eksempler på elementer i normale og skærpede krav for overjordiske samt nedgravede tankanlæg.

Omfang og antal af barrierer (krav) er afhængigt af den konkrete situation og bør fastsættes under hensyntagen til tankanlæggets alder, tilstand, uddannelse af personale mv.

	Normale krav	Skærpede krav (Supplement til normale krav)
Konstruktion	Enkeltvæggede tanke og rørledninger.	Dobbeltvæggede tanke og rør. Overvågning.
Etablering		Krav om at ekstern fagspecialist bør overvåge etableringen. Krav om ingen tung trafik over nedgravede tankanlæg.
Korrosion	Katodisk beskyttelse med påtrykt strøm for nedgravede tanke. Egenkontrol minimum hvert år.  Behandling af tankens indvendige bund- eller topzone med speciel maling eller typegodkendte offeranoder i bundzone og reinspektion hvert 10. år.	Katodisk beskyttelse med påtrykt strøm for nedgravede tanke. Egenkontrol 2 gange årligt.  Behandling af hele den indvendige side af tanken med speciel maling med typegodkendte offeranoder i bundzone og reinspektion hvert 5. år.
Sikring	Overfyldningsalarm.	Betongrav eller membran omkring nedgravet anlæg, inkl. dræn samt overvågning af dræn.
Overvågning	Beholderkontrol	Etablering af grundvandsboringer umiddelbart nedstrøms anlægget.
Kontrol	Tæthedskontrol af hele anlægget hvert 5. – 10 år.	Tæthedskontrol af anlægget hvert år – hvert 5. år.

**Tabel 6.1. Eksempler på elementer i krav/barrierer til overjordiske og nedgravede tankanlæg.**

## 6.2 Belægninger der anvendes til forebyggelse af forurening

I dette afsnit behandles egenskaber ved belægninger, som har betydning for belægningens evne til at tilbageholde spild af sundhedsfarlige kemikalier.

Indledningsvis skal det slås fast, at der ikke kan gives en entydig definition på en fast eller en tæt belægning. Hvorvidt belægningen er fast eller tæt afhænger dels af kemikaliet og dels af påvirkningstiden. Dette er der nærmere redegjort for i det følgende. Herudover er der i bilag 3 angivet eksempler på, hvordan der kan skelnes mellem tæt og fast belægning.

### 6.2.1 Tætte og faste belægninger

Belægninger benyttes som oftest som "sekundære barrierer", hvor den "primære barriere" udgøres af en nedgravet eller overjordisk tank, en tromle eller en anden beholder, hvis bund og sider er i direkte kontakt med kemikaliet.

Den sekundære barriere har til formål at tilbageholde lækager, der opstår i den primære barriere eller spild, der opstår ved håndtering af kemikaliet på virksomheden.

#### Definition

I denne orientering skelnes mellem tæt (impermeabel) og fast belægning.

Men hvad forstås egentlig ved en tæt (impermeabel) belægning og en fast belægning? Skal det implicit forstås således, at en fast belægning ikke behøver at være tæt? og hvad forstås ved "tæt"?

#### Fast belægning

Der findes ikke en entydig definition på begreberne belægning, herunder fast og tæt belægning.

I vej- og trafikteknisk sammenhæng er en belægning eller en vejbelægning betegnelsen for de "bundne lag" i en vejbefæstelse. Ved "bundne lag" forstås lag, hvor de anvendte materialer er sammenbundne af bindemidler (bitumen, cement eller kalk) /21/.

Udover materialer der anvendes til vejbelægning omtales i denne orientering desuden materialer, der normalt ikke anvendes som vejbelægninger for eksempel polymermembraner og metalplader, hvorfor ovennævnte definition er for snæver.

I restproduktbekendtgørelsen defineres en fast belægning i bilag 2 som asfalt, beton, fliser. Tilsvarende defineres i restproduktbekendtgørelsen en tæt belægning som asfalt, beton med mere, der reducerer mængden af vand, der vil perkolere gennem belægningen til højst 10% /22/.

I betragtning af, at denne orientering omhandler muligheder for tilbageholdelse af spild af sundhedsfarlige kemikalier, der kan forurene jord og grundvand, er ovennævnte definition af fast og tæt belægning utilstrækkelig.

Derfor defineres i denne orientering en **belægning** som materialer (løse eller faste), der placeres ovenpå råjordsplanum.

Tilsvarende defineres et **befæstet areal**, som et areal med en belægning.

En **fast belægning** er i denne orientering en belægningstype, der i modsætning til en løs belægning består af materialer sammenbundet af bindemidler (asfalt, beton, betonbelægningssten) samt metalplader og polymermembraner.

### **Tæt (impermeabel) belægning**

Som udgangspunkt er løse belægninger ikke impermeable eller tætte. Faste belægninger **kan** være tætte.

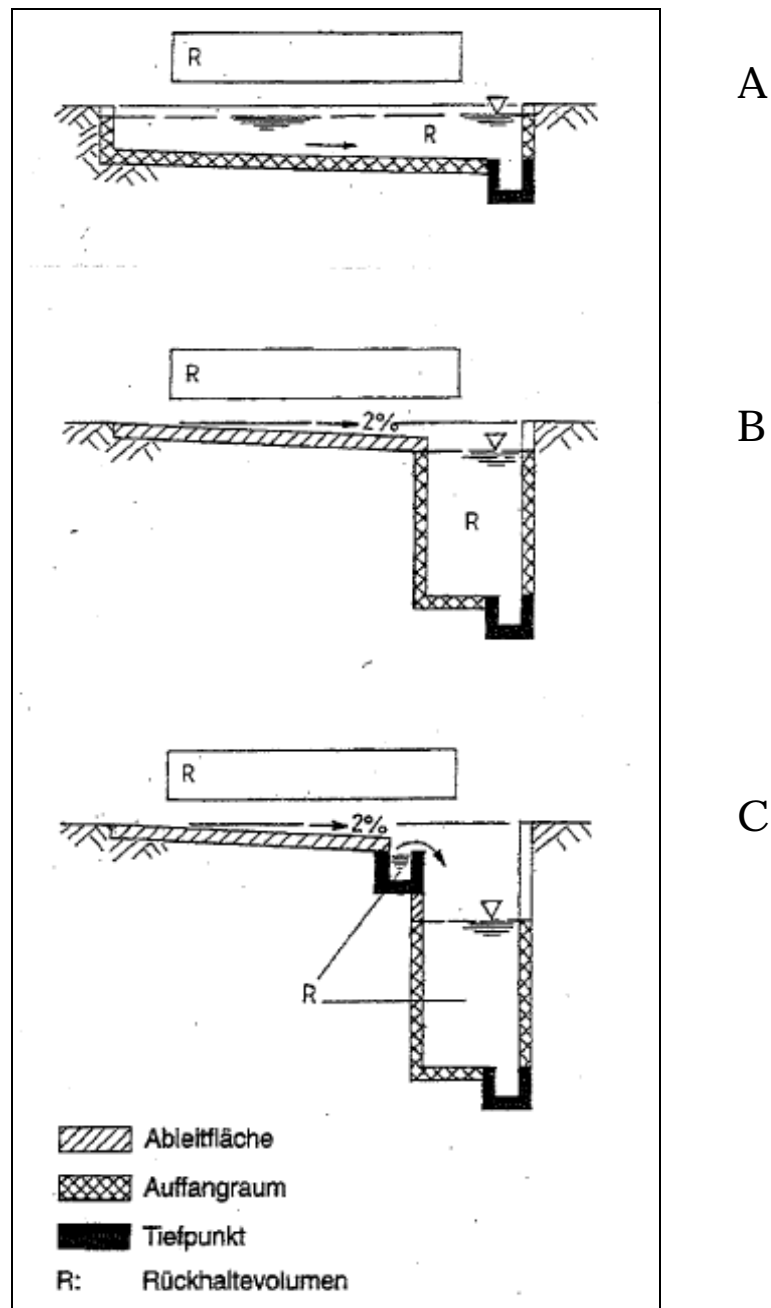
Grundlæggende er ingen faste belægninger 100 % impermeable / tætte, hvis de udsættes for en påvirkning med vand eller andre flydende kemikalier over lange tidsrum.

Impermeable eller tætte belægninger bør derfor forstås i sammenhæng med det tidsrum hvor den faste belægning påvirkes af kemikaliet.

En **tæt belægning** er derfor i denne orientering en fast belægning, der i løbet af påvirkningstiden ikke mister sin evne til at tilbageholde kemikalier fra at gennemtrænge belægningen. I bilag 3 er der angivet 3 eksempler på, hvordan man kan bruge orienteringen til at skelne mellem tæt og fast belægning.

Af hensyn til at minimere påvirkningstiden udføres faste (og tætte) belægninger oftest med en hældning  $>2\%$ , jf. /16/, dog  $>2,5\%$  for betonbelægningssten, jf. /23/, der sikrer, at væsker kan strømme af belægningen overfladisk.

Til illustration af forskellen mellem tætte og faste belægninger henvises i det følgende til principskitsen i figur 6.7.



Figur 6.7 Principskitse af belægninger /16/.

I figur 6.7 er øverst med et rektangel skitseret en primær barriere i form af en tank eller et beholdervolumen (R).

Den sekundære barriere under beholderen kan opdeles i 3 konstruktionsklasser /16/:

- Afledningsflade ("Ableitfläche").
- Opsamlingsbeholder ("Auffangraum").
- Sump ("Tiefpunkt").

I principskitse A er hele belægningen på den sekundære barriere beliggende under væskeoverfladen og udgøres af en opsamlingsbeholder med en sump. Hvis påvirkningstiden er tilstrækkelig lang, vil selv en intakt belægning ikke være tæt, derfor vil det være nødvendigt at stille krav om en tæt belægningstype.

I principskitse B og C består den øverste del af den sekundære barriere af en afledningsflade med en hældning på 2 %. I skitse B afledes overskydende væske til en opsamlingsbeholder med sump, mens der i skitse C afledes til en sump, der har overløb til en opsamlingsbeholder med sump.

På intakte belægninger med tilstrækkelig hældning ( $> 2-2,5$  %) er påvirkningstiden som regel så lille (størrelsesordenen minutter), at der kan anvendes en fast belægning. Dette vil typisk være tilfældet på afledningsflader såsom overflader på vaskepladser samt åbne render, der leder til opsamlingsbeholdere og sumpe.

Hvis belægningen på afledningsfladen imidlertid ikke er intakt, og der er dannet hulrum (revner og sprækker) som bevirker at påvirkningstiden øges, kan en fast belægning være en falsk sikkerhed mod gennemsvivning.

På intakte belægninger med utilstrækkelig hældning ( $< 2-2,5$  %), for eksempel i opsamlingsbeholdere, gruber, sumpe og lignende, kan påvirkningstiden være forlænget i en sådan grad, at der bør stilles krav om en tæt belægning.

### 6.2.2 Materialer

Der er i denne orientering valgt at fokusere på følgende belægningstyper, der kan anvendes på eller under jordoverfladen:

- Asfalt.
- Beton (vandtæt beton).
- Fliser og belægningssten af beton.
- Metal (stål).
- Polymermembraner.

Udover selve belægningstyperne behandles også forhold vedr. fugematerialer, der benyttes til belægninger af beton samt til fliser og belægningssten af beton.

Belægningstyperne asfalt, beton og betonbelægningssten anvendes almindeligvis på arealer, hvor der anvendes eller opbevares kemikalier. Derfor er det også inden for de belægningstyper, at der igennem de seneste årtier er fokuseret på udvikling af belægningstyper, der egner sig til at tilbageholde eventuelle spild af kemikalier. Derfor er der også i det følgende overvejende fokuseret på erfaringerne med disse belægningstyper.

Belægningstyperne metal og polymermembraner benyttes kun i begrænset omfang for specielle typer af industriaktiviteter, og er derfor behandlet i et mindre omfang.

**Asfalt** består af tilslag (stenmaterialer i forskellige størrelser) og bitumen, som er et olieprodukt, der er udvundet ved destillation af råolie. Valget af bitumentype og sammensætningen af stenmaterialerne bestemmer egenskaber af den færdige asfalt, men grundlæggende består en normal asfaltbelægning af ca. 95% sten og ca. 5% bitumen.

Følgende standarder er gældende og relevante for belægninger af asfalt:

- DS/EN 12970:2000 Støbeasfalt til fugtisolering – Definitioner, krav og prøvningsmetoder.

- DS/EN 13043:2003 Tilslag til bituminøse blandinger og overfladebehandling af veje, lufthavne og andre trafikerede områder.
- DS/EN 13108:2006 Vejmaterialer – Bituminøse blandinger – Materialespecifikationer.

**Beton** består af tilslag (hovedsagelig sand, grus og sten), cement og vand. Blandingsforholdet mellem tilslag, cement og vand samt forhold omkring afhærdningen bestemmer egenskaber af den færdige beton. Beton til oplagspladser kan leveres som fabriksbeton, der udstøbes på stedet – eventuelt med armering af stål – eller som færdigstøbte betonelementer. I det sidste tilfælde udfyldes fugerne oftest med et fugemateriale. Vandtæt beton er beton, der som minimum tilfredsstiller krav til beton i aggressiv miljø, jf. DS 411.

Følgende standarder er gældende og relevante for belægninger af fabriksbeton eller af betonelementer:

- DS 411 Norm for Betonkonstruktioner.
- DS-håndbog 134.1.1:2004 Beton – Del 1.1: Betonteknologi.
- DS-håndbog 134.2.2:2004 Betonprøvninger - Del 2.2: Hærdnet beton.
- DS 482 Udførelse af betonkonstruktioner.
- DS/EN 13369:2004 Almindelige regler for præfabrikerede betonprodukter.

**Fliser og belægningssten** er som oftest fremstillet af beton. Fugerne mellem fliser/belægningssten kan være udfyldt med fugemateriale.

Udover ovennævnte standarder er følgende standarder gældende og relevante for belægninger af fliser og betonbelægningssten:

- DS-håndbog 134.4.1:2005 Betonvarer – Belægningssten, fliser og kantsten af beton.
- DS 1136:2003 Brolægning og belægningsarbejder.

Følgende standarder er gældende og relevante for fugematerialer, der anvendes til belægninger:

- DS/EN 26927:1993 Samlinger i byggeriet. Fugemasser. Ordliste.
- DS/EN ISO 11600:2004 Samlinger i bygninger - Fuger - Klassifikation af og krav til fugemasser.

**Metal** behandles mht. belægninger i denne orientering som rustfrie stål efter DS/EN 10088 samt ulegerede konstruktionsstål og ulegerede stålplader til trykbærende formål efter DS/EN 10025 og DS/EN 10028.

Følgende standarder er relevante og gældende for belægninger af stål:

- DS 412 Norm for stålkonstruktioner.
- DS 446 Norm for tyndpladekonstruktioner af stål.
- DS/EN 10088-1:2006 Rustfrie stål - Del 1: Liste over rustfrie stål.
- DS-Håndbog 111.2.1:2005 Jern og stål - Del 2.1: Varmvalsede produkter af konstruktionsstål.
- DS-Håndbog 111.3:2005 Jern og stål - Del 3: Stålplader til trykbærende formål.

- DS-Håndbog 111.5:2002 Jern og stål - Del 5: Rustfrie stål/varmebestandige stål og nikkellegeringer.
- DS-håndbog 106.4:2006 Svejsning - Del 4: Specifikationer og procedurer.

**Polymermembraner** er fremstillet af plast, overvejende polyethylen (HDPE og LDPE) og i mindre omfang polypropylen (PP) og polyvinylchlorid (PVC), og skal opfylde kravene i DS/Info 466. Polymer-membraner anvendes sjældent på industrivirksomheder som sekundære barrierer, men har fundet en vis anvendelse til indkapsling af eksisterende jord- og grundvandsforureninger.

EU-kommissionen /17/ nævner, at følgende impermeable belægninger kan være effektive overfor mindre spild i den daglige driftssituation:

- Lermembraner (for eksempel granulær bentonit mellem 2 lag geotekstil og sand, bentonit og polymermaterialer).
- Fleksible polymermembraner (for eksempel HDPE-membraner).

### Økonomi og levetider

I det følgende afsnit præsenteres en række priseksempler for etablering af nye og intakte faste og tætte overfladebelægninger og indbyggede polymermembraner.

Alle overfladebelægninger af hhv. asfalt, beton, fliser / belægningssten og stål samt polymermembraner bør udlægges på et underlag, der er vel drænet og vel komprimeret for at undgå sætninger med lunger i belægningen og risiko for øget belastning af belægningen til følge.

Da de nævnte belægningstyper i grove træk kræver samme opbygning og konstruktion af underlaget, er det valgt kun at give priseksempler for selve belægningen.

Priseksemplerne er beregnet med udgangspunkt i V&S Prisbog Anlæg 2007, og er suppleret med vejledende priser fra leverandører på det danske marked. Priseksemplerne afspejler entreprenørens vejledende udsalgspris for tilbudsarbejde, ekskl. arbejdspladsindretning og moms. Priseksemplerne er i januar 2007 prisniveau, jf. tabel 6.2.

Priseksemplerne er beregnet med udgangspunkt i et belægningsareal på 500 m<sup>2</sup>, og er (med mindre andet er nævnt) angivet som leveret og udlagt inkl. kørsel indtil 15 km.

Asfalt		Beton (vandtæt)		Fliser / belægningssten	Metal	Polymermembran
Normal vandtæt asfalt (note A)	"tæt" asfalt (note B)	Aggressiv miljøklasse (note C)	Ekstra aggressiv miljøklasse (note C)	Betonbelægningssten (note D)	4 mm standard stålplade (note E)	1 mm standard HDPE-membran (note F)
Kr. pr. m <sup>2</sup>	Kr. pr. m <sup>2</sup>	Kr. pr. m <sup>2</sup>	Kr. pr. m <sup>2</sup>	Kr. pr. m <sup>2</sup>	Kr. pr. m <sup>2</sup>	Kr. pr. m <sup>2</sup>
Ca. 450	Ca. 440	Ca. 445	Ca. 450	Ca.255	Ca. 250	Ca. 80

**Tabel 6.2 Priseksempler på overfladebelægninger og polymermembraner.**

Note A: < 2 % hulrum, opbygget af grusasfaltbeton GAB1 med en lagtykkelse på 48 mm, asfaltbeton bindelag ABB med en lagtykkelse på 48 mm samt asfaltbetonslidlag AB med lagtykkelse på 38 mm.

Note B: < 2% hulrum samt permeabilitet < 10<sup>-12</sup> m/sek., opbygget af grusasfaltbeton GAB1 med en lagtykkelse på 48 mm, asfaltbeton bindelag ABB med en lagtykkelse på 48 mm samt pulverasfaltslidlag PA med lagtykkelse på 30 mm.



Note C: Lagtykkelse 250 mm, ekskl. forskalling, men inkl. armering.

Note D:  $t = 100$  mm, inkl. 30 mm brolæggergrus 0-8 mm.

Note E: I udskårne stykker á 2,5 m x 8,8 m, ekskl. levering og ekskl. sammensvejsning.

Note F: Svejsset inkl. beskyttelseslag på over- og underside bestående af geotekstil.

Belægningernes levetid og evne til at tilbageholde spild af kemikalier, der kan udgøre en risiko for jord- og grundvandsforurening afhænger i høj grad af, om de er fagligt korrekt etableret og vedligeholdt.

Under forudsætning af korrekt etablering (såvel underlaget som selve belægningen) samt vedligeholdelse har ovennævnte belægninger alle en levetid og evne til at tilbageholde spild af kemikalier, der kan udgøre en risiko for jord- og grundvandsforurening, på mere end 20 år.

Hvis derimod underlaget ikke er i orden (for eksempel ikke er vel drænet og afrettet), hvis selve belægningen ikke er korrekt etableret (for eksempel udtørningsrevner i beton, svejseskader i stål og polymermembraner, sjuksk med fugematerialer etc.) og ikke er korrekt vedligeholdt (revner og brudskader ikke repareret, fuger ikke eftersat og repareret etc.) kan belægningernes evne til at tilbageholde spild, der kan forurene jord og grundvand, være nedsat.

### 6.2.3 Korrosion af anlæg

Belægninger af metal korroderer. Mht. korrosionshastigheder og bestandighed over for forskellige kemikalietyper henvises til orienteringens afsnit 6.1.3, hvor korrosion af metal er nærmere behandlet. Det skal dog nævnes, at de overordnede erfaringer med korrosion af metalplader særligt er relateret til svejsningerne, hvor pladerne er sammensvejsset. Endvidere er det også et stort problem, at metalplader ofte "arbejder" meget i forbindelse med store udsving i temperatur.

Belægninger af asfalt, beton eller belægningssten samt polymer-membraner korroderer ikke i normal forstand. Der sker derimod en forvitring forårsaget af temperatursvingninger, frost og tø samt vejsalt. Forvitringsresultat - revner og sprækker - kan forværres som følge af tung trafik og spild af kemikalier, der kan påvirke og nedbryde tilslagsmaterialer i belægningerne.

I figur 6.8 ses en skadet betonbelægning på en påfyldningsplads. Revnen er antagelig opstået som følge af tung trafik og manglende armering.

I det følgende beskrives detaljeret enkeltheder i den foreliggende viden om overfladebelægningstypers, fugematerialers og polymermembraners modstandsdygtighed over for kemikalier.



**Figur 6.8. Skadet betonbelægning ved påfyldningsplads.**

### Overfladebelægnings og polymermembraners bestandighed over for kemikalier

Ved valg af belægningstype spiller dennes bestandighed over for forskellige typer af kemikalier en stor rolle.

Indtrængning af forurenende kemikalier i asfalt og beton kan medføre reaktioner med / nedbrydning af bitumen / cementpasta, tilslag eller armering. Indtrængning af organiske opløsningsmidler i polymer-membraner kan medføre kvældning og nedbrydning af de kemiske bindinger i plastmaterialet. Omfanget af nedbrydningen afhænger desuden af:

- Kemikaliet's koncentration og hydrofobe egenskaber.
- Kemikaliet's stofegenskaber (bl.a. pH).
- Temperatur (reaktionshastighed fordobles ved stigning i temperatur på 10 °C).

For overfladebelægnings af asfalt, vandtæt beton og metal (stål) er bestandigheden over for forskellige kemikaliegrupper angivet i tabel 6.3. Se endvidere bilag 3 for eksempler på brug af tabellen.

Kemikaliegruppe	Effekter på asfalt	Effekter på vandtæt beton	Effekter på metal (stål)
Vand	Frostskader ved frysning i vandmættet tilstand	Frostskader ved frysning i vandmættet tilstand	Ingen kendte
Olieprodukter	Afhængigt af kemikaliet hydrofobe egenskaber kan der ske en blødgøring af bitumen. Herved reduceres viskositeten af den nedsivende væskeblanding, hvorved risiko for gennemsvivning øges betydeligt	Væsketab ved gennemsvivning med udtørring af betonen til følge og risiko for revnedannelse. Benzin – ingen nedbrydning af cementpasta. Terpentin – svag nedbrydning af cementpasta. Diesel og smørelolie – kraftig nedbrydning af cementpasta.	Ingen kendte
Aromatiske opløsningsmidler		Væsketab ved gennemsvivning med udtørring af betonen til følge og risiko for revnedannelse. Ingen nedbrydning af cementpasta.	Ingen kendte
Alifatiske opløsningsmidler		Væsketab ved gennemsvivning med udtørring af betonen til følge og risiko for revnedannelse.	Ingen kendte
Polære opløsningsmidler		Væsketab ved gennemsvivning med udtørring af betonen til følge og risiko for revnedannelse. Acetone kan indeholde syre, der virker nedbrydende på cementpasta.	Acetone kan indeholde syre, der kan medvirke til korrosion
Klorerede opløsningsmidler		Væsketab ved gennemsvivning med udtørring af betonen til følge og risiko for revnedannelse. Klorholdige forbindelser kan medvirke til armeringskorrosion med risiko for bæreevnesvigt.	Klorholdige forbindelser kan medvirke til korrosion
Phenoler (alle)	Ingen – svag blødgøring af bitumen i belægningens overflade	Svag nedbrydning af cementpasta	Ingen kendte
Pesticider		Ingen kendte oplysninger. Klorholdige forbindelser kan medvirke til armeringskorrosion med risiko for bæreevnesvigt.	Klorholdige forbindelser kan medvirke til korrosion
Phthalater		Svag – middel nedbrydning af cementpasta.	Ingen kendte
Uorganiske syrer og baser	Svag påvirkning af belægningens overflade kan forekomme, hvor belægningen indeholder carbonatholdige tilslagsmaterialer	Afhænger af syrernes pH-værdi. pH<4,5: Meget kraftig nedbrydning af cementpasta. 4,5<pH<5,5: Kraftig nedbrydning af cementpasta. 5,5<pH<6,5: Svag nedbrydning af cementpasta pH>6,5: Ingen nedbrydning af cementpasta HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> og H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> kan medføre sulfatangreb og nedbrydning af cementpasta.	Afhænger af syrer og basers pH-værdi, men generelt risiko for meget kraftig nedbrydning som følge af korrosion
Cyanider	Ingen påvirkning	Ingen kendte	Ingen kendte

**Tabel 6.3. Forskellige kemikaliegrupperes effekter på belægninger af asfalt, vandtæt beton og stål /18/, /19/.**

Kemikaliers indtrængningsevne i porøse materialer (herunder især asfalt og beton, men også i polymermembraner) afhænger især af:

- Væskens egenskaber, hovedsageligt overfladespændingen, men også af viskositeten.
- Tidsfaktoren.
- Det porøse materiales egenskaber og tilstand.

Indtrængningsevnen er omvendt proportional med væskens viskositet og overfladespænding, således at væsker med lille viskositet og lille overfladespænding har størst indtrængningsdybde. Eksempelvis har vand lav viskositet.

Tidsfaktoren er af afgørende betydning for den mulige nedsvivning gennem belægningen. I denne orientering er af hensyn til en tilstrækkelig beskyttelse af grundvandsressourcen valgt følgende opdeling af påvirkningstider:

- Kort. Kemikaliet kan umiddelbart løbe til samlebrønd (påvirkningstid op til 1 time).
- Middel. Kemikaliet står på overfladen op til 1 døgn.
- Lang. Kemikaliet påvirker belægningen op til 3 uger.

Da indbyggede belægninger såsom polymermembraner ikke kan inspiceres visuelt, må der som udgangspunkt regnes med at kemikaliet kan påvirke membranen over uger, dvs. med lang påvirkningstid.

Nedsvivning af et kemikalie i et porøst materiale afhænger af flere parametre:

- Sammensætningen af materialet. For beton er det specielt forholdet mellem vand og cement, mens det for asfalt er forholdet mellem tilslag og bitumen.
- Udstøbning herunder komprimering, hærdning og efterbehandling.

I tabel 6.4. er sammenstillet den foreliggende viden om urevnede og fejlfrie overfladebelægnings tæthed og nedbrydelighed samt urevnede og fejlfrie polymermembraners nedbrydelighed over for kemikalier. Se endvidere bilag 3 for eksempler på brug af tabellen.

Kemikaliegruppe	Påvirkning	Asfalt		Vandtæt beton		Fliser/belægningssten af vandtæt beton		Metal (stål)	Polymer-Membraner (PE)
		Gennemsvivning	Nedbrydning	Gennemsvivning	Nedbrydning	Gennemsvivning	Nedbrydning	Nedbrydning	Nedbrydning
Vand	3	0	0	0	0	3	0	0	0
	2	0	0	0	0	2	0	0	0
	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Olieprodukter	3	0/1	2-3	2	0/1	3	0/1	0	0-1
	2	0	1	1	0/1	2	0/1	0	0-1
	1	0	0-1	0	0	1	0	0	0-1
Aromatiske opløsningsmidler	3	0/1	2-3	2	0	3	0	0	2-3
	2	0	1-2	1	0	2	0	0	2-3
	1	0	0-1	0	0	1	0	0	2-3
Alifatiske opløsningsmidler	3	0/1	2-3	2	0	3	0	0	2-3
	2	0	1-2	1	0	2	0	0	2-3
	1	0	0-1	0	0	1	0	0	2-3
Polære opløsningsmidler	3	0/1	2/3	2	0/1	3	0/1	0/1	2/3
	2	0	1/2	1	0/1	2	0/1	0/1	1/2
	1	0	0/1	0	0	1	0	0	0/1
Klorerede opløsningsmidler	3	0/1	2-3	2	1	3	1	1	2-3
	2	0	1-2	1	1	2	1	1	2-3
	1	0	0-1	0	0	1	0	0	2-3
Phenoler (alle)	3	0/1	0/1	2	1	3	1	0	1/2
	2	0	0	1	1	2	1	0	1/2
	1	0	0	0	0	1	0	0	1/2
Pesticider	3	0	0	2	1	3	1	1	-
	2	0	0	1	1	2	1	1	-
	1	0	0	0	0	1	0	0	-
Phthalater	3	0/1	0/1	2	1-2	3	1-2	0	1/2
	2	0	0/1	1	1-2	2	1-2	0	1/2
	1	0	0	0	-	1	1-2	0	1/2
Uorganiske syrer og baser	3	0	0-1	2	1/3	3	1/3	1/3	0
	2	0	0	1	1/3	2	1/3	1/3	0
	1	0	0	0	1/3	1	1/3	1/3	0
Cyanider	3	0	0	2	-	3	-	-	0

	2	0	0	1	-	2	-	-	0
	1	0	0	0	-	1	-	-	0

**Tabel 6.4. Urevnede og fejlfrie belægningsmaterialers og polymermembraners tæthed og bestandighed over for kemikalier /18/, /19/, /20/.**

I tabellen er der anvendt følgende betegnelser:

-:	Ingen kendte oplysninger
Påvirkning 1:	Væsken er på belægningen højst en time.
Påvirkning 2:	Væsken er på belægningen højst et døgn.
Påvirkning 3:	Væsken påvirker belægningen over uger.
Gennemsvivning 0:	Ingen gennemsvivning.
Gennemsvivning 1:	Langsom gennemsvivning.
Gennemsvivning 2:	Middel gennemsvivning.
Gennemsvivning 3:	Hurtig gennemsvivning.
Nedbrydning 0:	Ingen nedbrydning.
Nedbrydning 1:	Svag nedbrydning.
Nedbrydning 2:	Kraftig nedbrydning.
Nedbrydning 3:	Meget kraftig nedbrydning.

Det er forudsat, at påvirkningstemperaturen ikke er væsentligt forskellig fra stuetemperatur

Hvor der i tabellen er angivet mere end en betegnelse for nedbrydningen (for eksempel 1/2) angiver dette, at der er kemikalier i kemikaliegruppen, der adskiller sig fra de øvrige. Hvilke kemikalier, der er tale om, fremgår af tabel 6.4. Betegnelsen 1-2 angiver derimod, at det vurderes at nedbrydningen er svag-kraftig.

Hvis et membransystem indeholdende en polymermembran skal kunne modstå kemikalietryk over længere perioder (for eksempel perkolat i deponier), skal membransystemet opbygges med en naturlig eller kunstig geologisk barriere samt en overliggende polymermembran, jf. DS/Info 466.

Specielt for belægningstyperne beton og fliser / belægningssten af beton benyttes af og til en overfladebeskyttelse samt et fugemateriale, til udfyldning af fuger mellem betonplader eller fliser / sten.

#### **Bestandighed af overfladebeskyttet beton**

I det følgende behandles følgende almindeligt forekommende overfladebeskyttelsestyper for beton:

- Epoxy
- Polyuretan
- Tjæreepoxy
- Vinylester
- Chlorkautsjuk

I tabel 6.5. er sammenstillet den foreliggende viden om urevnede og fejlfrie overfladebeskyttelsestypers bestandighed over for kemikalier.

Kemikaliegruppe	Påvirkning	Epoxy	Polyuretan	Tjæreepoxy	Vinylester	Chlor-kautsjuk
		Nedbrydning	Nedbrydning	Nedbrydning	Nedbrydning	Nedbrydning
Vand	3 2 1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
Olieprodukter	3 2 1	0-1 0 0	1-2 0 0	0-1 0 0	0-1 0 0	2-3 1-2 0-1
Aromatiske opløsningsmidler	3 2 1	2 1 0	3 2 1	2 1 0	1 0 0	3 3 2
Alifatiske opløsningsmidler	3 2 1	1 0 0	1 0 0	1 0 0	1 0 0	2 1 0
Polære opløsningsmidler	3 2 1	3 2 2	3 3 2	3 2 2	1 0 0	2 2 1
Klorerede opløsningsmidler	3 2 1	2 1 0	3 3 2	1 0 0	3 2 1	3 2 2
Phenoler (alle)	3 2 1	3 3 1	3 3 1	3 3 1	2 1 0	3 3 2
Pesticider	3 2 1	0 0 0	2 1 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
Phthalater	3 2 1	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
Uorganiske syrer og baser	3 2 1	1 1 0	2-3 2 1	1 0 0	1 0 0	1 0 0
Cyanider	3 2 1	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -

**Tabel 6.5 Overfladebeskyttet betons bestandighed over for kemikalier /18/, /19/.**

-: Der foreligger ingen kendte oplysninger.

Nedbrydning 0: Ingen nedbrydning.  
 Nedbrydning 1: Svag nedbrydning.  
 Nedbrydning 2: Kraftig nedbrydning.  
 Nedbrydning 3: Meget kraftig nedbrydning.

Det er forudsat at påvirkningstemperaturen ikke er væsentligt forskellig fra stuetemperatur.

Betegnelsen 1-2 angiver, at det vurderes at nedbrydningen er svag-kraftig.

Da der ved intakt overfladebeskyttelse næppe vil være tale om gennemsvivning af betydning er dette ikke medtaget som selvstændig kolonne i tabel 6.5. Ved ikke-intakt overfladebeskyttelse henvises til værdierne i tabel 6.4.

### Bestandighed af fugematerialer

I belægnings af støbte betonplader (ikke fliser og belægningssten) anvendes oftest organiske fugematerialer:

- Silicone
- Polyuretan
- Polysulfid
- Epoxy
- Asfalt

Vurderingen af de organiske fugematerialers egenskaber over for kemikaliepåvirkning er foretaget med udgangspunkt i bestandighed og diffusion men ikke tæthed, idet alle ovennævnte organiske fugemasser er væsketætte. De er derimod ikke tætte over for dampe, da der kan foregå stoftransport på dampform (diffusion).

Når der anvendes fugematerialer, er det ikke tilstrækkeligt at vælge et fugemateriale, der kan modstå de påførte belastninger. Det er ligeså vigtigt, at der er en stabil vedhæftning mellem fugematerialet og det materiale, fugematerialet ligger op mod og skal hæfte til.

Det er ligeledes vigtigt at fugegeometrien er i orden. Dermed menes, at de flader, hvor fugematerialet skal hæfte, skal være plane og parallelle og uden porøsiteter. Det bør tilstræbes, at fugematerialet kun hæfter på to sider, så bevægelse er mulig, samt at fugetværsnittet er nær kvadratisk.

Forud for valg af fugemateriale bør det undersøges, om betonoverfladen har været behandlet med en curingmembran, som fugematerialet ikke kan hæfte på. En curingmembran anvendes af og til som forsegling af den friske betonoverflade for at nedsætte fordampningen. Hvis betonen har været behandlet med curingmembran, bør der forud for ilægning af fugematerialet udføres en grundig afrensning af betonoverfladen eventuelt mekanisk. Ligeledes kan det ofte være nødvendigt at foretage en priming af den flade eller underlag, som fugematerialet skal hæfte mod.

Det er ikke muligt at give en generel anvisning for valg af fuge. Metoden må fastlægges i samråd med materialeleverandøren og i overensstemmelse med de aktuelle forhold.

I tabel 6.6 er sammenstillet den foreliggende viden om organiske fugematerialers bestandighed over for kemikalier. For fuger af asfalt henvises til tabel 6.3. Se endvidere bilag 3 for eksempler på brug af tabellen.

Kemikalie-gruppe	Silicone		Polyuretan		Polysulfid		Epoxy	
	Bestandighed	Dif-fusion	Bestandig-hed	Dif-fusion	Bestandig-hed	Dif-fusion	Bestandig-hed	Dif-fusion
Olieprodukter	bk-u	2-3	b-bk	1-2	b	1-2	b	1
Aromatiske opløsningsmidler	u	3	u	3	u	3	bk	2
Alifatiske opløsningsmidler	u	3	bk	2	bk	2	b	1
Polære opløsningsmidler	bk	2	u	3	b	2	b/bk	1
Klorerede opløsningsmidler	bk	3	u	3	u	3	bk	3
Phenoler (alle)	bk	-	u	-	u	-	bk	-
Uorganiske syrer og baser	b	-	u	-	u	-	b	-
Vandopløste metalsalte, generelt	b	1	b	1	b	1	b	1
Anioniske detergenter	b	1	b	1	b	1	b	1
Cyanider	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tabel 6.6. Organiske fugematerialers bestandighed over for kemikalier /18/, /19/.**

I vurderingen er anvendt følgende betegnelser:

-:	Der foreligger ingen kendte oplysninger.
Beständig	b (minimal kvældning, ingen kemisk nedbrydning)
Beständig kort tid	bk (nogen kvældning, langsom kemisk nedbrydning)
Ubestandig	u (kraftig kvældning eller hurtig kemisk nedbrydning)

Ved "bestandig kort tid" menes eksponeringstider på op til nogle få dage.

De vurderede diffusionsværdier angives med 1, 2 eller 3 for henholdsvis lav, middel og høj diffusion.

Til udfyldelse af fuger mellem fliser og belægningssten (af beton) anvendes oftest uorganiske fugematerialer:

- Sand
- Trasskalkmørtel
- Voksholdig sand
- Polymerholdig sand
- Cementbundet sand
- Beton

Tætheden af fuger af (ubundet) sand øges ved at anvende oventørt, lerholdigt fugesand, hvor 5-10 % af kornene er under 0,075 mm. Belægningsstenene bør lægges med korrekt fugebredde på 2-5 mm. Fugebredder over 5 mm giver større nedsivning og mindre bæreevne. Fugebredder under 2 mm mindsker bæreevnen og øger risikoen for kantafskalninger. Fugens tæthed kan endvidere øges ved komprimering med vibrator ved udlægningen (benyt min. 200 kg pladevibrator med frekvens på min. 90 Hz, 1 overkørsel med 50 % overlæg på tværs, efterfyldning og renfejdning og derefter 1 overkørsel med 50 % overlæg på langs af belægningen samt efterfyldning og renfejdning). Opbygningen af belægningen med bærelag, afretningslag med videre bør være dimensioneret til den aktuelle trafik (tryk) belastning /23/.

Udover (ubundet) sand anvendes forskellige former for bundne fugematerialer, f.eks. trasskalkmørtel, voksholdig sand, polymerholdig sand, cementbundet sand og beton. De giver stor tæthed og sammenhæng i fugematerialet. Fælles for dem er imidlertid, at de er forholdsvis stive modsat afretningslag, bærelag og underbund, der normalt er elastiske. Resultatet er derfor ofte, at bundne fugematerialer med tiden krakelerer, når det benyttes på belægninger med tung trafik. Brugen må derfor normalt frarådes på sådanne belægninger /23/.

En øget styrke og holdbarhed af belægninger med fuger af bundne fugematerialer, for eksempel trasskalkmørtel, kan opnås, hvis afretningslag og bærelag også gøres stive, for eksempel ved støbning i cement /19/.

Trasskalkmørtel består af en blanding af søgrus, vand, eventuelt cement og trasskalk. Trasskalk består af 55 % trass (stenmel af bjergarten tuf, der virker som tilslag og hærder, når det blandes med kalk eller cement og vand), samt 45 % kalk.

Der foreligger ikke oplysninger om uorganiske fugematerialers bestandighed over for vand og de forskellige kemikaliegrupper.



Der findes dog nogle tommelfingerregler:

Tætheden for vand for belægningssten fuget med sand varierer typisk fra 0-25% for nye belægningssten til og op til 95% for gamle belægningssten, hvor 100% er fuldstændig væsketæthed. Nye belægningssten med sandfuge kan derfor som udgangspunkt ikke regnes som vandtætte, hvorimod velholdte 1-2 år gamle belægningssten kan være tilnærmelsesvis vandtætte, hvis hældningen er tilstrækkelig ( $> 2,5\%$ ) /19/,/23/.

#### 6.2.4 Sikring og kontrol

Belægningssten bør kontrolleres for at sikre:

- At belægningssten til stadighed overholder de forudsatte krav.
- At skader registreres så tidligt som muligt, så risiko for nedslivning minimeres og reparationer bliver så billige som muligt.

Kontrol kan ske som:

- Total kontrol af hele belægningsstenen med tilhørende data. Udføres typisk for at skabe overblik over eventuelle problemer og efterfølgende indsats.
- Delkontrol af særligt belastede områder. Kan være kontrol af pladser eller rutiner for midlertidigt oplag eller tapning.
- Særkontrol af skader eller belægningskvalitet. Udføres i samarbejde med fagspecialister.

Kontrol bør altid ske på en ren (dvs. fejlet) overflade.

Revner måles med en revneviddemåler. En sådan kan være en plastplade med revnevidder angivet i kanten eller en bladsøger med metalplader af tykkelse på for eksempel 0,1 – 1 mm.

Hældning måles med en 3 m lang retsline og et vaterpas. Ved at hælde vand ud på belægningssten, illustreres det ret effektivt, om der er lunger, utætheder, og om hældningen er korrekt.

Tæthedsprøvning kan ske ved at lægge et rør eller en brøndring mod den flade, der ønskes undersøgt. Anlægget mod fladen bør tætnes. Røret fyldes med vand og tætnes mod fordampning. Vandstanden aflæses efter 2 og 7 døgn.

Fugers vedhæftning testes med en standard øloplukker presset mod fuge ("TI-metoden") eller med en fugerenser. Fugers dybde måles med samme redskab.

#### 6.2.5 Typiske erfaringer på, hvor det går galt

I de foregående og de efterfølgende kapitler er der detaljeret redegjort for erfaringer på, hvor der på baggrund af spild og uheld kan ske forurening af jord og grundvand gennem belægningssten.

I dette afsnit refereres derfor kun hovedtræk.

- Belægninger er sårbare overfor mangelfuld eller forkert konstruktion, for eksempel kan manglende dræning af bærelag medføre sætninger og efterfølgende brud på belægningen.
- Belægninger, der er udsat for tung trafik og tung last, er særlig udsat for tryk-skader, især hvis konstruktionen er mangelfuld.
- Belægninger, der ikke er modstandsdygtige (gennemsivning og nedbrydning) overfor de kemikalier, der opbevares og håndteres på belægningen, kan give anledning til jord- og grundvandsforurening.
- Forkert eller mangelfuld anvendelse af fugematerialer kan betyde, at gennemsivning sker gennem fugerne, og at forureningen ikke opdages, da belægningen i øvrigt virker intakt.
- Forkert eller mangelfuld anvendelse af overfladebeskyttelse kan bevirke forøget gennemsivning og nedbrydning af belægningen.
- For belægningstyperne metal og polymermembraner er ukorrekt udførte svejesamlinger hyppigt anledning til spild af kemikalier gennem belægningen.
- Belægninger, der er mangelfuldt rengjort, kan betyde at kritiske skader på belægningen opdages for sent.
- Belægninger, der er mangelfuldt vedligeholdt, for eksempel manglende kontrol af hældning, fugers vedhæftning etc. kan medføre, at kritiske skader opdages for sent.
- Belægninger, der ikke jævnlige kontrolleres for skader har forøget risiko for jord- og grundvandsforurening.
- Belægninger, som er beskadiget som følge af nedstøbte maskiner, er særligt udsatte for gennemsivning.
- Belægninger, hvor der foregår højtryksspuling og afvaskning af emner (for eksempel vaskepladser), er særligt udsatte for at kemikaliespild tabes til jorden uden for belægningen.
- Manglende beredskabsplaner for eksempel i forbindelse med brand, kan bevirke, at slukningsvand der er forurennet med kemikalier tilføres jord og grundvand.

#### 6.2.6 Elementer der kan indgå som krav

I det følgende er der på tabelform og ledsagende tekst opstillet elementer, der kan indgå som krav for faste og tætte overfladebelægninger.

Eksemplerne bør kombineres med den foreliggende viden om belægningstypernes bestandighed overfor kemikaliepåvirkning som beskrevet i afsnit 6.2.3.

Elementer til krav er udviklet med inspiration fra Tyskland og Irland, hvor hhv. de tyske delstaters arbejdsfællesskab omkring vand (LAWA) og den irske miljøstyrelse (EPA) har udviklet værktøjer til kravfastsættelse.

Det tyske beslutningsstøtteværktøj til kravfastsættelse er nærmere beskrevet (på tysk) i /16/.

De irske retningslinjer er nærmere beskrevet (på engelsk) på <http://www.epa.ie/downloads/advice/general/materials%20storage.pdf>

Elementer til krav er under hensyntagen til påvirkningstiden inddelt i tre grupper:

- Kort påvirkningstid.
- Middel påvirkningstid.
- Lang påvirkningstid.

Gruppering af påvirkningstiden afhænger af:

- Hvorvidt belægningen kan inspiceres visuelt,
- belægningens hældning (hvor lang tid kemikaliet kan opholde sig på belægningen), og
- af den hyppighed, hvormed kemikaliet håndteres eller omhældes.

Om alle kriterier skal være overholdt eller kun ét eller to afhænger af en konkret vurdering.

Af bilag 3 fremgår eksempler på sådanne konkrete vurderinger.

I det følgende uddybes den valgte gruppering af påvirkningstiden.

Kraveksemplerne i gruppen "kort påvirkningstid" kan anvendes på belægninger, der let kan inspiceres visuelt. Belægningen skal typisk kunne modstå kortvarig kemikaliepåvirkning (op til 1 time), inden påvirkningen registreres og fjernes fra belægningen. Kraveksemplerne i denne gruppe finder endvidere anvendelse på belægninger, hvor der sjældent (op til 1 gang pr. år) foregår omhældning og aftapning af kemikalier. Kraveksemplerne kan typisk anvendes på aktiviteter af typen afledningsflader på vaskepladser, afledningsflader på indendørs og udendørs kemikalieoplag, samt på interne transportveje på virksomheden. I de fleste tilfælde vil disse kraveksempler kunne dække krav til permeabilitet for faste belægninger.

Kraveksemplerne i gruppen "middel påvirkningstid" kan anvendes på belægninger, der kan inspiceres visuelt. Belægningen skal kunne modstå middel kemikaliepåvirkning (op til 1 døgn), inden påvirkningen registreres og fjernes fra belægningen. Kraveksemplerne i denne gruppe finder endvidere anvendelse på belægninger, hvor der af og til (op til 1 gang pr. måned) foregår omhældning og aftapning af kemikalier. Kraveksemplerne kan typisk anvendes på aktiviteter af typen opsamlingsbeholdere under påfyldningspladser, tankgårde samt visse sjældent benyttede påfyldningspladser. Afhængigt af forholdene på virksomheden kan kraveksempler i denne gruppe anvendes på både faste og tætte belægninger.

Kraveksemplerne i gruppen "lang påvirkningstid" kan anvendes på belægninger, der kun vanskeligt kan inspiceres visuelt, hvorfor belægningen skal kunne modstå op til 3 ugers påvirkningstid, inden påvirkningen registreres og fjernes fra belægningen. Kraveksemplerne i denne gruppe finder endvidere anvendelse på belægninger, hvor der hyppigt (op til flere gange pr. dag) foregår omhældning og aftapning af kemikalier. Kraveksemplerne kan typisk anvendes på særligt udsatte aktiviteter som påfyldningspladser, samlebrønde, rørforbindelser, gruber, sumpe, samt under maskiner/anlæg, der kun vanskeligt kan inspiceres visuelt. I de fleste tilfælde vil disse kraveksempler kunne dække krav til permeabilitet for tætte belægninger.

### **Elementer til konstruktionskrav til faste belægninger**

Generelt kan kræves, at de valgte materialer og metoder til dimensionering, konstruktion og udlægning så vidt muligt bør følge producentens skriftlige anvisninger, og bør på forlangende kunne dokumenteres. Beskrivelserne af materialer og metoder bør så vidt muligt forbindes til gældende navngivne standarder, så alle parter i en bygge- eller tilsynssag kan arbejde med kendte begreber. Der kan for eksempel stilles krav om, at der bør foreligge stamdata for belægninger indeholdende arealer i m<sup>2</sup>, beliggenhed, opførelsesår, konstruktions-tegninger, specifikation af konstruktionsmateriale og udførende entreprenør.

Det er endvidere vigtigt, at belægninger udlægges på et underlag, der er vel drænet og vel komprimeret for at undgå sætninger med lunger i belægningen og risiko for øget belastning af belægningen til følge.

Belægninger bør desuden udlægges på et underlag, der er vel afrettet, så faldet på belægningen bliver stort nok (>2-2,5%) til at væske kan løbe af til afløb / samlebrønd. Husk fotodokumentation.

Yderligere relevante elementer til konstruktionskrav for faste belægninger fremgår af 1. og 2. kolonne i tabel 6.7 (kort og middel påvirkningstid).

### **Elementer til driftskrav til faste belægninger**

Jf. 1. og 2. kolonne i tabel 6.8 (kort og middel påvirkningstid).

### **Elementer til kontrolkrav til faste belægninger**

Jf. 1. og 2. kolonne i tabel 6.9 (kort og middel påvirkningstid).

### **Elementer til konstruktionskrav til tætte belægninger**

Generelt kan kræves, at de valgte materialer og metoder til dimensionering, konstruktion og udlægning så vidt muligt bør følge producentens skriftlige anvisninger, og bør på forlangende kunne dokumenteres. Beskrivelserne af materialer og metoder bør så vidt muligt forbindes til gældende navngivne standarder, så alle parter i en bygge- eller tilsynssag kan arbejde med kendte begreber. Der kan for eksempel stilles krav om, at der bør foreligge stamdata for belægninger indeholdende arealer i m<sup>2</sup>, beliggenhed, opførelsesår, konstruktions-tegninger, specifikation af konstruktionsmateriale og udførende entreprenør.

Det er endvidere vigtigt, at belægninger udlægges på et underlag, der er vel drænet og vel komprimeret for at undgå sætninger med lunger i belægningen og risiko for øget belastning af belægningen til følge.

Belægninger bør desuden udlægges på et underlag, der er vel afrettet, så faldet på belægningen bliver stort nok (>2-2,5%) til at væske kan løbe af til afløb / samlebrønd. Husk fotodokumentation.

Yderligere relevante konstruktionskrav for tætte belægninger fremgår af 2. og 3. kolonne i tabel 6.7 (middel og lang påvirkningstid).

For særligt risikobetonet virksomhed kan det overvejes at opstille yderligere elementer til konstruktionskrav for tætte belægninger som for eksempel indbygget overfyldningsanordning, så belægningen ikke kan oversvømmes, opbevaringskapacitet der inkluderer slukningsvand, dobbelte sikringssystemer (for eksempel ekstra overfyldningspumper i tilfælde af svigt af normale overfyldningspumper), automatiske alarmanordninger, der aktiveres ved lav væskestand på belægningen, etablering af sladredræn samt jordbundsundersøgelse med testresultater.

### **Elementer til driftskrav til tætte belægninger**

Generelt kan for eksempel kræves, at anvendelse af transportmateriel med skarpe kanter, for eksempel paller med stålben bør begrænses mest muligt, at spildt kemikalie altid bør samles op og registreres. Rutiner bør sikre at virksomhedens ansatte opsamler spild, så belægningerne ikke påvirkes ud over, hvad de kan modstå, samt at der bør forefindes egnet opsamlingsmateriale. Oplagrede kemikalier beskyttes mod påkørsel med lav mur eller anden hindring. Ved arbejdspladsen kan opsættes en spildbakke.

Se endvidere 2. og 3. kolonne i tabel 6.8 (middel og lang påvirkningstid).

### **Elementer til kontrolkrav til tætte belægninger**

Det vil være fornuftigt, at skader i belægningen forebygges ved regelmæssig kontrol af belægningen og efterfølgende reparation.

Se endvidere 2. og 3. kolonne i tabel 6.9 (middel og lang påvirkningstid).

### **Yderligere elementer til krav til kontrol og vedligehold af eksisterende tætte belægninger:**

Ved eksisterende slidte tætte belægninger bør der for eksempel gennemføres en omhyggelig kontrol med henblik på eventuel behandling eller omlægning. Da risikoen for gennemsivning alt andet lige er større for eksisterende tætte belægninger end for nye, bør krav til kontrol og vedligehold som minimum svare til kravene i tabel 6.9.

Ved permanent udendørs oplagring på tætte belægninger kan der for eksempel stilles skærpede krav om, at hele arealet ryddes et antal gange årligt og kontrolleres, samt krav om etablering af spildbakker i plast eller metal, ekstra beskyttelse mod påkørsel i form af kantsikring og lignende, overdækning, etablering (og regelmæssig tømning) af nedløbsbrønde på befæstede arealer, der anvendes til transport af kemikalier.

	<b>Kort påvirkningstid</b>	<b>Middel påvirkningstid</b>	<b>Lang påvirkningstid</b>
Asfaltkvalitet	Vandtæt asfalt med <2% hulrum	Vandtæt asfalt med <2% hulrum	Vandtæt asfalt med <2% hulrum og permeabilitet <10 <sup>-12</sup> m/sek.
Vandtæt betonkvalitet	Aggressiv miljøklasse (materialeklasse A)	Aggressiv miljøklasse (materialeklasse A)	Ekstra aggressiv miljøklasse (materialeklasse E).
Metalkvalitet	Alle ståltyper. Minimumtykkelse 3 mm	Alle ståltyper Minimumtykkelse 4 mm	Alle ståltyper Minimumtykkelse 5 mm
Membransystem	Alle polymertyper Minimumtykkelse 1 mm	Alle polymertyper Minimumtykkelse 1 mm	Alle polymertyper Minimumtykkelse 1 mm med underliggende naturlig eller kunstig geologisk barriere

Fuger i betonbelægninger	Note 1	Note 1	Ingen fuger på nye anlæg.
Overfladebehandling	Overfladebehandling ikke nødvendig	Overfladebehandling ikke nødvendig, men kan være til nytte ved gentagne spild.	Overfladebehandling hvor der er tale om hyppigt spild. Ved væskestand i uger er behandling uden værdi.
Belægning ved riste, brønde beregnet til at modtage spild.	Belægning bør have fald mod brønd.	Belægning bør have fald mod brønd.	Belægning bør have fald mod brønd.
Fliser/belægningssten	Tykkelse og udlægningsmønster efter forventet belastning.	Tykkelse og udlægningsmønster efter forventet belastning.	Note 2.
Fuger	90 % af fugebredde bør være 2-5 mm, Ingen mindre end 1,5 mm, ingen over 6 mm	90 % af fugebredde bør være 2-5 mm, Ingen mindre end 1,5 mm, ingen over 6 mm	Note 2.
Fald	Helst 2,0% på pladser	Mindst 2,0 % på pladser. Note 2 og 3	Note 2 og 3.
Lunker	max 10 mm nedstik fra 3 m retskinne lunker > 5 m <sup>2</sup> lægges om.	max 5 mm nedstik fra 3 m retskinne. lunker > 2,5 m <sup>2</sup> lægges om.	Note 2.
Riste, brønde til opsamling af spild.	Belægning bør have 5-10 mm overhøjde ved dæksler o.l. Renoveres hvis der er lunker.	Belægning bør have 5-10 mm overhøjde ved dæksler o.l. Renoveres hvis der er lunker.	Note 2.

**Tabel 6.7. Elementer til konstruktionskrav til faste og tætte belægninger .**

Note 1. Fuger af epoxy er bestandig for alle typer af kemikalier. Mht. andre fugetyper se tabel 6.7.

Note 2. Anvendelse af fliser og betonbelægningssten med bundne fugematerialer frarådes på belægninger med tung trafik.

Note 3. Hældning for fliser og betonbelægningssten >2,5%

	Kort påvirkningstid	Middel påvirkningstid	Lang påvirkningstid
Opsamling af spild	Spildt kemikalie > 1 l samles umiddelbart op.	Spildt kemikalie > 0,5 l samles umiddelbart op.	Daglig opsamling.
Egenkontrol	Spild registreres i journal med tid, sted, anslåede mængder og årsag til spild.	Daglig kontrol af om noget er sluppet ud på belægning. Spild registreres i journal med tid, sted, anslåede mængder og årsag til spild.	Daglig kontrol af om noget er sluppet ud på belægning dokumenteret i journal. Spild registreres i journal med tid, sted, anslåede mængder og årsag til spild. Forbrugskontrol kombineret med pejling af beholdere i tilknytning til areal. Alarmer beskrives i journal.
Forebyggende tiltag	Handlingsplan for tiltag til at mindske spild hvis der er tale om gentagelser.	Handlingsplan for tiltag til at mindske spild hvis der er tale om gentagelser	Monitering af sladretræn med alarm. Handlingsplan for tiltag til at mindske spild hvis der er tale om gentagelser
Rengøring	Ugentlig almen rengøring	Ugentlig almen rengøring	Daglig almen rengøring.

**Tabel 6.8. Elementer til drifts krav til faste og tætte belægninger.**

	Kort påvirkningstid	Middel påvirkningstid	Lang påvirkningstid
Skader på asfalt og beton	Revner bredere end 0,1 mm kortlægges hvert år. Enkeltrevner bredere end 1 mm bør repareres eller efterkontrolleres hvis skaden vurderes ikke at have stabiliseret sig.	Enkeltrevner bredere end 0,3 mm repareres. Revner bredere end 0,1 mm kortlægges hvert år. Frilagt tilslag repareres.	Alle revner bør repareres. Kortlægning hvert ½ år. Frilagt tilslag bør repareres.

	Frilagt tilslag kortlægges, frilagt tilslag > 20 mm repareres.		
Skader på fuger i beton	Skader længere end 5 m repareres.	Skader længere end 1 m repareres.	Der må ikke være fuger i nye belægninger.
Skader på overfladebehandling	Reparation ikke nødvendig	Reparation hvor der sker gentagne spild.	Ingen overfladebehandling tåler vedvarende kemisk påvirkning.
Skader på fliser/belægningssten	Løse sten lægges om. Samlinger af revnede sten lægges om.	Løse sten og revnede sten lægges om.	Note 1
Skader på fuger	Reparation ved manglende vedhæftning > 10 % af areal. Reparation når > 10% af fuger mangler 1 cm fugemasse	Reparation ved manglende vedhæftning > 2 % i lunger eller ved manglende fald Reparation når > 2% af fuger mangler 1 cm fugemasse	Note 1.

**Table 6.9. Elements for control- and maintenance requirements for solid and tight coverings.**

Note 1. Use of tiles and concrete paving stones with bonded joint materials is discouraged on coverings with heavy traffic.

### 6.3 Chemical storage areas, wash areas and filling areas

Areas used for storage of chemicals or hazardous waste and wash- and filling areas can contaminate soil and groundwater as a result of spill. Chemical storage areas, wash areas and filling areas can occur both indoors and outdoors. Outdoor areas can either be covered or open.

Most wash areas and filling areas are built with a fall to a sand trap, which has a connection to the sewerage system via an oil separator. Some filling areas can have a flow to a collection tank (sump) with or without a sump.

Chemical storage areas can be built with a fall to a sand trap and oil separator, but are usually built as open areas or with a fall to the sewerage system.

Figure 6.9 shows a covered chemical storage area. The area is easy to inspect visually – there is only a risk of short-term spill.



**Figur 6.9. Overdækket kemikalieoplag.**

### 6.3.1 Materialevalg

Eksisterende udendørs oplagspladser, vaskepladser og påfyldningspladser er typisk udstyret med en fast belægning bestående af enten asfalt, beton, fliser eller belægningssten. I afsnit 6.2 er der nærmere redegjort for materialevalg.

Der er eksempler på, at sådanne pladser er udført med løs belægning af stabilt grus, singels, plantesten eller lignende tilsigtet permeabel belægning.

### 6.3.2 Korrosion af anlæg

Forhold vedrørende de forskellige belægningstypers bestandighed overfor forskellige påvirkninger og kemikalier er indgående beskrevet i afsnit 6.2.3, hvortil der henvises.

### 6.3.3 Kontrol af anlæg

Forhold vedrørende kontrol af belægnings er indgående beskrevet i afsnit 6.2.4, hvortil der henvises.

Opmærksomheden skal dog henledes på, at udendørs kemikalieoplagspladser bør kontrolleres og vedligeholdes hyppigere end vaskepladser og påfyldningspladser. Dette skyldes, at der opbevares større mængder kemikalie på disse pladser, og at spild erfaringsmæssigt kan danne pytter i længere tid, inden de bliver opdaget.

Figur 6.10 viser et eksempel på en udendørs, delvis overdækket kemikalieoplagsplads. Bemærk tegn på spild. Belægningen er ikke tæt, idet vegetation er trængt op gennem belægningen.





**Figur 6.10** Kemikalieoplagsplads med spild.

#### 6.3.4 Typiske erfaringer på, hvor det går galt

Pladser for oplag af kemikalier eller farligt affald kan forurene jorden og grundvandet som følge af spild ved:

- Håndtering af kemikalier, for eksempel i forbindelse med levering, omhældning, påfyldning eller aftapning.
- Lækage og korrosion af oplagrede råvarer, produkter, mellemprodukter eller restprodukter (farligt affald).

Utætte beholdere kan forurene jord og grundvand, specielt hvor der ikke er tæt belægning og passende afløbsforhold.

Nedenstående figur 6.11 viser et eksempel på et større udendørs kemikalieoplag, der kun vanskeligt kan inspiceres visuelt. Her er der risiko for flere ugers påvirkning.



**Figur 6.11 Kemikalieoplagsplads med spild.**

På **vaskepladser** frigøres ofte olieprodukter og tungmetaller fra vejstøv. Vedligeholdelse af og olieskift på biler kan også være kilder til forurening. Desuden vasker nogle virksomheder kemikalieemballage, før det returneres til leverandørerne.

Vaskepladser kan være kilder til jord- og grundvandsforurening, hvis de ikke er indrettet med en fast belægning og ordentlige afløbsforhold. Desuden er der større risiko for spild til omkringliggende, ubefæstede arealer på vaskepladser, hvor der for eksempel sker højtryksspuling eller anden afvaskning af emner end på oplagspladser.

Ved **påfyldningspladser** sker der erfaringsmæssigt ofte mindre spild ved tilslutning og afmontering af aftapningsstudse, flanger, ventiler med videre. Større spild er normalt forbundet med skødesløshed ved overfyldning, så produktet strømmer ud på belægningen.

En fast eller en tæt belægning på oplags-, vaske- og påfyldningspladsen, for eksempel asfalt eller beton, kan hindre at spildt kemikalie siver direkte ned i jorden. Uden ordentlige afløbsforhold på stedet vil kemikalier dog med tiden trænge igennem belægningen. Desuden kan kemikalier blive skyllet væk fra belægningen og ud på jorden.

#### 6.3.5 Elementer der kan indgå som krav

Til forebyggelse af jord- og grundvandsforurening fra oplags- og vaskepladser er der i tabel 6.10 opstillet en række elementer til krav (barrierer), der kan anvendes i forbindelse etablering eller renovering af eksisterende pladser.

	<b>Normale krav</b>	<b>Skærpede krav (Supplement til normale krav)</b>
Anlæg	<p>Materialer, konstruktion og etablering af belægninger skal følge producentens skriftlige anvisninger.</p> <p>Belægninger udlægges på et underlag, der er vel drænet, komprimeret og afrettet.</p> <p>Se endvidere 1. og 2. kolonne i tabel 6.7 (kort og middel påvirkningstid).</p>	<p>Indbygget overfyldningsanordning, så belægningen ikke kan oversvømmes.</p> <p>Opbevaringskapacitet, der inkluderer slukningsvand i tilfælde af brand.</p> <p>Automatiske alarmanordninger, der aktiveres ved lav væskestand på belægningen.</p> <p>Etablering af sladredræn til udtagning af vand- eller poreluftprøver.</p> <p>Se endvidere 2. og 3. kolonne i tabel 6.7 (middel og lang påvirkningstid).</p>
Drift og Indretning	<p>Transport af kemikalier til og fra pladsen bør begrænses mest muligt.</p> <p>Anvendelse af teknisk udstyr i forbindelse med anvendelse af kemikalier bør begrænses.</p> <p>Udarbejdelse af beredskabsplan i tilfælde af uheld/spild.</p> <p>Der bør forefindes opsamlingsrutiner og egnet opsamlingsmateriale.</p> <p>Redegørelse for driftsprocedurer og uddannelse af ansatte, der håndterer kemikalier.</p> <p>Se endvidere 1. og 2. kolonne i tabel 6.8 (kort og middel påvirkningstid).</p>	<p>Anvendelse af transport-materiel med skarpe kanter bør begrænses mest muligt.</p> <p>Spildt kemikalie bør altid samles op og registreres.</p> <p>Oplagrede kemikalier beskyttes mod påkørsel.</p> <p>Kemikaliebeholdere bør stilles i en spildbakke, der som minimum kan rumme indholdet af den største beholder. Spildbakken må ikke være tilsluttet kloak. Der bør foreligge en instruks om, hvordan det opsamlede kemikalievolumen tømmes, og hvortil det bortskaffes.</p> <p>Se endvidere 2. og 3. kolonne i tabel 6.8 (middel og lang påvirkningstid)</p>
Kontrol og vedligehold	<p>En gang årligt bør belægningen ryddes. Belægning og fuger kontrolleres for skader.</p> <p>Se endvidere 1. og 2. kolonne i tabel 6.9 (kort og middel påvirkningstid)</p>	<p>Belægningen ryddes 2-4 gange årligt. Belægning og fuger kontrolleres for skader.</p> <p>Skader i belægning og fuger repareres.</p> <p>Se endvidere 2. og 3. kolonne i tabel 6.9 (middel og lang påvirkningstid)</p>

**Tablet 6.10. Eksempler til elementer i krav/barrierer til kemikalieoplags-, påfyldnings- og vaskepladser.**

Omfang og antal af barrierer (krav) er afhængigt af den konkrete situation og bør fastsættes under hensyntagen til pladsens alder, tilstand, uddannelse af personale mv.

#### 6.4 Spild fra maskiner og anlæg samt håndtering i forbindelse med transport og anvendelse

Maskiner og anlæg samt håndtering i forbindelse med transport og anvendelse skal forstås bredt og omfatter enhver installation på virksomheden, der medvirker i arbejdsprocesserne herunder håndtering og transport. I eksempel 6.1 er angivet eksempler på spild fra maskiner og anlæg.

##### **Eksempel 6.1. Eksempler på spild fra maskiner og anlæg.**

Afdrypning af kemikalier fra metalemner i forbindelse med galvanisering.

Tankstander tilknyttet et tankningsanlæg.

Aftapningsshane tilknyttet et kemikaliekar.

Smøregrav i et automobilværksted.

Platform hvor der foretages de-icing af fly i en lufthavn.

Opbevaring af kemikalier i mindre tønder og dunke.

Spild fra maskiner og anlæg, der kan forurene jord og grundvand, kan forekomme både udendørs og indendørs. I dette afsnit omtales udelukkende spild fra overjordiske aktiviteter. Spild fra nedgravede aktiviteter er omtalt nærmere i afsnit 6.1.

##### 6.4.1 Typiske erfaringer på hvor det går galt

Velfungerende maskiner og anlæg lækker normalt ikke kemikalier. Uheld, manglende vedligehold og en lemfældig omgang med driftsinstruksen (eller manglende driftsinstruks) kan betyde, at eksempelvis smøreolie og kemikalier spildes.

Figur 6.12 viser et eksempel på et udendørs køleanlæg, placeret på et betonfundament, der hviler på den bare jord. Korrosion af beholder, ventiler og slanger som følge af aggressive kølemidler giver risiko for jord- og grundvandsforurening.



**Figur 6.12** Udendørs køleanlæg placeret på et betonfundament, der står direkte på jorden.

Risikoen for jord- og grundvandsforurening ved maskiner og anlæg afhænger ofte af, hvorledes der er forebygget herunder valg af belægning og driftsinstruks.

En udendørs maskine, der står på den bare jord, er en potentiel kilde til jord- og grundvandsforurening. Er der revner og sprækker i belægningen under en maskine, som det typisk ses ved fundamenter, der er støbt ned i belægningen, kan dette være en årsag til forurening af jord og grundvand under belægningen.

Opbevaring af kemikalier i tønder og dunke er ligeledes en potentiel kilde til forurening. Det bør derfor sikres, at emballagen er modstandsdygtig overfor det kemikalie der opbevares. Ligeledes bør emballagen sikres med låg, så der ikke kan løbe kemikalie ud, hvis dunken/tønden vælter.

Derimod er en maskine på første sal i en bygning normalt ikke en potentiel kilde til jord- og grundvandsforurening. Eventuelle spild bliver ofte opdaget som skjolder på underetagens loft.



### Eksempel 6.2. De-icing af fly.

I lufthavne er der erfaring for, at håndtering af flydende afisningskemikalier har givet anledning til omfattende jord- og grundvandsforurening. Dels har det vist sig, at afisningsmidler indeholder små mængder triazol ( $<1\%$ ), som er et sundhedsfarligt kemikalie med høj risiko for jord- og grundvandsforurening, og dels er der sket omfattende spild af afisningskemikalier på grund af vindpåvirkning, hvorved kemikaliet er blæst ud fra den tætte belægning til omkringliggende græsarealer.

Figur 6.13 viser en typisk de-icing situation. Bemærk risikoen for at vindpåvirkning kan sprede afisningsmiddel uden for belægningen.



Figur 6.13 De-icing af fly.

#### 6.4.2 Elementer der kan indgå som krav til maskiner og anlæg

Til forebyggelse af jord- og grundvandsforurening fra maskiner og anlæg er der i tabel 6.11 opstillet en række elementer til krav (barrierer), der kan anvendes i forbindelse med etablering eller renovering af eksisterende anlæg.

Omfang og antal af barrierer (krav) er afhængigt af den konkrete situation og bør fastsættes under hensyntagen til anlæggets alder, tilstand, uddannelse af personale mv.

	Normale krav	Skærpede krav (Supplement til normale krav)
Anlæg	<p>Materialer, konstruktion og etablering af belægninger bør følge producentens skriftlige anvisninger.</p> <p>Belægninger udlægges på et underlag, der er vel drænet, komprimeret og afrettet.</p> <p>Se endvidere 1. og 2. kolonne</p>	<p>Indbygget overfyldningsanordning, så belægningen ikke kan oversvømmes.</p> <p>Opbevaringskapacitet, der inkluderer slukningsvand i tilfælde af brand.</p> <p>Automatiske alarmanordninger, der aktiveres ved lav væskestand</p>

	i tabel 6.7 (kort og middel påvirkningstid).	på belægningen.  Se endvidere 2. og 3. kolonne i tabel 6.7 (middel og lang påvirkningstid).
Drift og indretning	<p>Transport af kemikalier til og fra samt internt på virksomheden bør begrænses mest muligt.</p> <p>Udarbejdelse af beredskabsplan til brug i tilfælde af spild/uheld.</p> <p>Der bør redegøres for driftsprocedurer og uddannelse af ansatte, der håndterer kemikalier.</p> <p>Udarbejdelse af driftsinstruks der sikrer, at spild fra maskiner og anlæg forebygges – for eksempel ved omhyggeligt valg af materialer til slanger, ventiler og fittings, der er modstandsdygtige overfor de kemikalier, der benyttes.</p> <p>Se endvidere 1. og 2. kolonne i tabel 6.8 (kort og middel påvirkningstid).</p>	<p>Maskinen/anlægget bør stilles i en spildbakke, der som minimum kan rumme indholdet af den største arbejdstank på maskinen. Spildbakken må ikke være tilsluttet kloak. Der bør foreligge en instruks om, hvordan det opsamlede kemikalievolumen tømmes, og hvortil det bortskaffes.</p> <p>Hvis der er tale om en udendørs maskine eller anlæg, bør der ved krav til spildbakkens volumen tages højde for, at regnvand kan forøge det opsamlede væskevolumen. Alternativt bør der stilles krav om, at maskinen, anlægget eller spildbakken overdækkes.</p> <p>Se endvidere 2. og 3. kolonne i tabel 6.8 (middel og lang påvirkningstid).</p>
Kontrol	<p>En gang årligt bør anlæggets forebyggende foranstaltninger gennemgås og tilstanden vurderes.</p> <p>Se endvidere 1. og 2. kolonne i tabel 6.9 (kort og middel påvirkningstid).</p>	<p>2 - 4 gange årligt bør anlæggets forebyggende foranstaltninger gennemgås og tilstanden vurderes.</p> <p>Skader i belægning og fuger repareres.</p> <p>Se endvidere 2. og 3. kolonne i tabel 6.9 (middel og lang påvirkningstid).</p>

**Tabel 6.11. Eksempler til elementer i krav/barrierer til maskiner og anlæg.**

Figur 6.14 viser et eksempel på en udendørs påfyldningsplads. Tank og stander er ganske vist anbragt i spildbakke, men spildbakken har afløb i højre hjørne til en utæt flisebelægning (græsset titter frem i kanten).



**Figur 6.14** Påfyldningsplads i spildbakke på utæt flisebelægning.



# 7 Tilsyn og egenkontrol med fokus på forebyggelse

Et miljøtilsyn omfatter både tilsyn og kontrol med, at virksomheden overholder gældende regler omfattet af miljølovgivningen. Den tilsynsførende vil også vurdere, om godkendelser, påbud og tilladelser stadig er dækkende for virksomhedens aktiviteter. En række af de forhold som normalt er omfattet af et traditionelt miljøtilsyn, som eksempelvis spildevand, støj og luftemissioner, vil ikke blive behandlet i dette kapitel.

Tilsynet kan betragtes af virksomheden som en mulighed for at få gennemgået de aktiviteter og oplag, hvor der er risiko for, at der kan ske forurening. Det kan være forhold, som virksomheden ikke er opmærksom på i det daglige. På tilsynet har virksomheden mulighed for at komme i direkte dialog med myndigheden. Myndighed og virksomhed har en fælles interesse i at forebygge forureninger.

Dette kapitel omhandler den praktiske gennemførelse af tilsyn og virksomhedens egenkontrol med jord- og grundvandstruende aktiviteter. Et af formålene med kapitlet er at inspirere tilsynsmyndigheden til planlægning og gennemførelse af tilsyn med fokus på forebyggelse af jord- og grundvandsforureninger. Kapitlet skal også søge at inspirere virksomhederne til, gennem egenkontrol, at forebygge forureninger.

Kapitlet indeholder følgende 4 afsnit:

- Planlægning af tilsyn, herunder organisering og forberedelse. Afsnittet er målrettet tilsynsmyndigheden, afsnit 7.1.
- Gennemførelse af tilsyn med særlig fokus på en række af de aktiviteter, der er behandlet i kapitel 6, afsnit 7.2.
- Egenkontrol, afsnit 7.3.
- Opfølgning af tilsyn, hvor der samles op på de forhold, der blev konstateret på lokaliteten, og som der eventuelt skal følges op på, afsnit 7.4.

## **Supplerende materiale**

Miljøstyrelsen har udgivet en vejledning om miljøtilsyn med industrivirksomheder (Vejledning nr. 6/2006). Vejledningens målgruppe er tilsynsførende i kommuner og statslige miljøcentre. Vejledningen beskriver forskellige forhold, herunder den tilsynsførendes rolle, gennemførelse af tilsynet, planlægning og prioritering af tilsynsindsatsen. Vejledningen kan med fordel læses som forberedelse af tilsynet. Vejledningen kan også med fordel læses af miljømedarbejdere ansat på virksomheder.

Miljøstyrelsen har desuden udgivet en vejledning om håndhævelse af miljøbeskyttelsesloven (Vejledning nr. 6/2005). Denne vejledning er også rettet mod tilsynsførende i kommunerne og i de statslige miljøcentre, men også denne vejledning også med fordel læses af miljømedarbejdere på virksomheder. I vejledningen beskrives de muligheder for indgreb, som de tilsynsførende kan gøre brug af i forbindelse med håndhævelsen af miljøbeskyttelsesloven.

I vejledning nr. 6 fra 2004, "Differentieret miljøtilsyn", med undertitlen "Prioritering af tilsynsindsatsen" beskriver Miljøstyrelsen, hvordan tilsynsmyndigheden kan gruppere virksomhederne i 3 niveauer:

- Niveau 1 omfatter virksomheder, som har bragt sig på forkant i miljøarbejdet.
- Niveau 2 omfatter virksomheder, som er lovlydige, men ikke har gennemført en særlig indsats inden for miljøområdet.
- Niveau 3 omfatter virksomheder, som har problemer med at overholde miljølovgivningen.

Formålet er, at tilsynsmyndighederne kan bruge kategoriseringen til at prioritere tilsynsindsatsen.

#### 7.1 Planlægning af tilsyn

I mange miljøforvaltninger er der sket en specialisering af medarbejderne. Nogle medarbejdere har kompetencer indenfor tilsyn, mens andre har kompetencer indenfor jord- og grundvandsforureninger. Men det er ofte forskellige sagsbehandlere, der normalt fører tilsyn med virksomheder, og som foretager sagsbehandling af jord- og grundvandsforureninger.

På virksomheder, hvor der håndteres kemikalier, der kan medføre forurening, kan det være en fordel, at tilsynet udføres af to sagsbehandlere; en med ekspertise inden for virksomhedsforhold og en med ekspertise inden for jord- og grundvandsforureninger.

Som en del af organiseringen og planlægningen af tilsynet er der en række elementer, der bør fokuseres på. Disse elementer er gennemgået i det følgende:

- Tema. Vurder om der er tid og ressourcer til at føre tilsyn med alle jord- og grundvandstruende aktiviteter på virksomheden, eller om der skal udpeges enkelte temaer. Eksempler på temaer kan være belægninger, nedgravede tanke, kemikalieoplæg med videre.
- Regler i bekendtgørelser, godkendelser og tilladelser. Udgangspunktet for de fleste tilsyn er, at virksomheden overholder regler i bekendtgørelser, godkendelser, påbud, tilladelser og regulativer. Derfor er det naturligt, at myndigheden medbringer de regler, virksomheden er omfattet af. For at sikre overskuelighed i de mange regler en virksomhed er omfattet af, udarbejdes et tjekskema indeholdende de regler, myndigheden specifikt vil føre tilsyn med.
- Notater fra tidligere tilsyn samt branchebeskrivelser. Udgangspunktet for planlægning af tilsyn er notater fra tidligere tilsyn. Heraf vil det

fremgå, om der er forhold, som man bør være særligt opmærksom på. Hvis sagsbehandleren ikke tidligere har ført tilsyn med denne type virksomhed, kan der være hjælp at hente i vejledninger udgivet af Miljøstyrelsen ([www.mst.dk](http://www.mst.dk)) og Branchebeskrivelser udarbejdet af Videncenter for Jordforurening ([www.avjinfo.dk](http://www.avjinfo.dk)).

- Uddannelse eller indhentning af specialistviden. I tilfælde hvor der skal gennemføres mange tilsyn med et tema på flere virksomheder, kan det være en fordel at udpege en eller flere ansvarlige. De ansvarlige uddannes herefter ved kurser eller ved indhentning af specialistviden inden for det pågældende tema. Specialisten kan udpege hvor og hvad myndigheden bør være særlig opmærksom på i tilsynet indenfor det udpegede tema.
- Oplysninger om jordforureninger og grundvandsinteresser. Ved tilsyn med temaer, der udgør en risiko for jord- og grundvands-forurening, bør myndigheden have indhentet oplysninger om status med hensyn til jordforureninger og grundvandsinteresser i forhold til:
  - Om virksomheden er V1- og V2-kortlagt i medfør af lov om forurenede jord.
  - Hvis ejendommen, hvor virksomheden er beliggende, er kortlagt som forurenede, bør den tilsynsførende orientere om de grundlæggende bestemmelser, der følger af en kortlægning. Ifølge lov om forurenede jord skal der søges om tilladelse, hvis anvendelsen af et kortlagt areal ønskes ændret til følsom anvendelse, eller hvis der ønskes udført et bygge/anlægsarbejde på et kortlagt areal inden for det offentlige indsatsområde for grundvand. Tilladelsen søges efter § 8 i loven og kaldes derfor en § 8-tilladelse.
  - På grund af nye regler om jordflytning skal virksomheden, bygherre eller entreprenøren som udgangspunkt anmelde flytning af jord til kommunen, hvis jord ønskes bortskaffet fra virksomheden.
  - Om virksomheden ligger i område med drikkevandsinteresser og hvor langt der er til nærmeste vandindvinding.
  - Sårbarhed herunder dæklagstykkelse, strømningsretninger, placering i forhold til nærmeste indvindingsboring med videre.

Som forberedelse kan det endvidere være relevant at indhente oplysninger om de kemikalier, der anvendes på virksomheden med hensyn til stofegenskaber, anvendelse og placering. Med hensyn til vurdering af kemikalierne kan det anbefales at læse kapitel 4. Tilsynsmyndigheden bør undersøge om nogle af kemikalierne er optaget på Miljøstyrelsens liste over farlige stoffer /8/ eller om de er på Videncenter for Jordforurenings liste /7/. Det kan anbefales at bede virksomheden forud for tilsynet at vurdere deres kemikalier i forhold til de to lister.

Forberedelse af tilsyn med enkeltaktiviteter kan med fordel tage udgangspunkt i kapitel 6. Det kan anbefales, at placeringerne af aktiviteterne angives på et kort over virksomheden. Der kan eksempelvis fokuseres på følgende aktiviteter:

1. Tankanlæg til oplag af kemikalier.
2. Belægnings, der anvendes til forebyggelse af forurening.
3. Pladser til oplag, påfyldning eller aftapning af kemikalier og farligt affald.

4. Spild af kemikalier i forbindelse med brug eller håndtering og transport.

### **Tankanlæg**

Den tilsynsførende bør undersøge i virksomhedssagen, eller eventuelt i kommunens byggesags- eller beredskabsarkiv, om der er tankanlæg til oplag af kemikalier på virksomheden.

Det bør undersøges:

- hvor gamle tankene er,
- hvor meget de kan indeholde,
- hvilke kemikalier de indeholder,
- om der tidligere har været opbevaret andre kemikalier i tankene,
- placering af tankene på virksomheden,
- om de er nedgravet eller overjordiske,
- om rørføringerne er blevet skiftet, hvis tankene har været udskiftet og
- hvornår tankene senest er blevet tæthedsprøvet og inspiceret.
- Tilladelser, godkendelser og vilkår.

På ikke-godkendelsespligtige virksomheder skal kemikalietanke have en § 19 tilladelse efter Miljøbeskyttelsesloven. I denne tilladelse vil der være nyttige oplysninger til brug på tilsynet, blandt andet om der er krav, som skal kontrolleres.

### **Belægninger**

Det bør undersøges om der er materiale i sagen, der beskriver hvilke typer belægninger, der ved de forskellige aktiviteter kan udgøre en risiko overfor jord- og grundvandsforurening på virksomheden. Afsnit 6.2 kan tjene til inspiration, når det skal vurderes, hvilke typer belægning der er egnet til de forskellige kemikalier.

### **Pladser til oplag, påfyldning eller aftapning af kemikalier**

Foruden belægninger er der en række andre forhold, som er relevante at undersøge som en del af planlægningen af tilsynet. Er oplag af kemikalier sikret mod påkørsel? Er der risiko for at kemikalier ved udslip kan løbe i recipient eller i kloak. Et andet eksempel kan være om der er borer i pladserne. Hvis der tidligere har været lavet forureningsundersøgelser ved disse aktiviteter, kan der være lavet borer i forbindelse med sådanne undersøgelser. Der er to forhold omkring sådanne borer, som er relevante i denne sammenhæng: Er boringen sikret så spild ved boringen ikke kan trænge ind i boringen? Og det kan være relevant at tage en vandprøve fra boringen for at se, om der allerede er sket forurening af grundvandet.

### **Spild**

Er der tidligere registreret spild med kemikalier på virksomheden? Er der fulgt op på om virksomheden har sikret sig mod, at der ikke igen sker spild? Er der procedurer i forbindelse med uheld? Disse forhold bør drøftes på det kommende tilsyn med virksomheden.

## Notat

Alle oplysninger og spørgsmål samles i et lille notat, gerne angivet som tjekskema, som kan bruges på tilsynet og til at stille relevante spørgsmål til virksomheden på tilsynet. I notatet kan den tilsynsførende angive de relevante krav i godkendelser og tilladelser, som bør kontrolleres i forbindelse med tilsynet. Notatet kan forud for tilsynet sendes til virksomheden, som herved får mulighed for at forberede sig inden tilsynet.

## Udstyr til brug ved gennemførelse af tilsyn eller egenkontrol

Inden tilsynet overvejes, om der er behov for specielt udstyr eller redskaber til brug ved test og eftersyn af aktiviteter. I tabel 7.1 er angivet en række redskaber, der kan være relevante at medbringe.

<b>Udstyr</b>	<b>Anvendelse</b>
Kamera	Til fotodokumentation
Løftestang til brønddæksel	Til visuel kontrol af nedgravede tanke og olieudskillere.
Lygte	
Vandsøgepasta	Til kontrol af vandindhold i tanke
2-3 m lang pejlestok	
Tommestok eller målebånd	Til kontrol af revnelængder i belægninger
3 m lang retskinne	Til kontrol af hældning og lunger i belægninger
Vaterpas	
Revneviddemåler eller bladsøger	Til kontrol af fugebredde og revnebredde i belægninger
Øloplukker eller fugerenser	Til kontrol af fugers vedhæftning og revnedybde i belægninger
Spand	Ved at hælde vand ud på belægninger illustreres det ret effektivt, om der er lunger, utætheder, og om hældningen er korrekt.

Tabel 7.1. Udstyr til brug ved tilsyn.

## 7.2 Gennemførelse af tilsyn

### Indledende møde

Normalt indledes et tilsyn med et kort møde på virksomheden, hvor myndigheden blandt andet kan fortælle om, hvad der er fokus på ved det aktuelle tilsyn. Tilsynsmyndigheden kan eksempelvis tage udgangspunkt i den gennemgang af kemikalierne, som er lavet under planlægningen af tilsynet, og som er beskrevet i foregående afsnit og i kapitel 4. Myndigheden og virksomheden kan drøfte mulighederne for at substituere de kemikalier, som udgør størst risiko for forurening. Hvis der i forbindelse med myndighedens forberedelse af tilsynet er lavet et notat, vil det også være relevant at gennemgå de forhold, som er beskrevet i notatet.

### Tilsyn på virksomheden

Herefter vil der være en fysisk gennemgang af virksomheden. Når formålet med tilsynet er forebyggelse af forurening, bør fokus være på de aktiviteter, der potentielt udgør en risiko.

I forbindelse med gennemførelse af tilsynet kan tilsynsmyndigheden og virksomheden drøfte, om der er behov for, at virksomheden udarbejder procedurer i tilfælde af spild og uheld og til gennemførelse af egenkontrol. Derfor er det vigtigt, at den ansvarlige for virksomhedens drift deltager i den fysiske gennemgang.

Ved den praktiske gennemførelse af tilsynet er det vigtigt, at der føres tilsyn med flere typer af regler, herunder indretnings-, drifts- og egenkontrolkrav.

I bilag 4 er der forslag til tjekskemaer for udvalgte temaer, hvor det er beskrevet, hvilket forhold både myndigheden og virksomheden bør være særlig opmærksom på ved forebyggelse af jord- og grundvandsforurening.

Tjekskemaerne er udarbejdet for følgende temaer:

- Tankanlæg.
- Tætte belægninger og pladser med risiko for spild af kemikalier.
- Kemikalieoplagspladser.
- Indendørs og udendørs produktionsanlæg.

Tjekskemaerne kan hjælpe myndigheden til at få klarlagt driften, kvaliteten og egenkontrollen med anlægget. Ud for hvert enkelt spørgsmål er der opstillet relevante bemærkninger, der bør tages som vejledende. Spørgsmål og bemærkninger er udarbejdet med udgangspunkt i de behandlede aktiviteter i kapitel 6.

Udover ovenstående spørgsmål, som kan stilles til alle typer af belægninger uanset anvendelse, kan der specielt for kemikalieoplags-, vaske- og påfyldningspladser stilles en række særlige spørgsmål, som fremgår af tjekskemaerne i bilag 4.

Da maskiner og anlæg i nogen udstrækning placeres enten indendørs eller udendørs på en tæt belægning, gælder spørgsmålene for belægninger også her. Herudover kan der specielt for maskiner og anlæg stilles en række særlige spørgsmål, som ligeledes fremgår af tjekskemaerne i bilag 4.

Det kan anbefales at tage billeder på tilsynet. Billederne kan sættes ind i tilsynsrapporten. Billederne kan visualisere de problemstillinger, som er påvist på tilsynet.

I det efterfølgende er angivet et par eksempler på, at anvendelse af fotos kan tydeliggøre problemstillinger omkring tanke, defekt belægning, uhensigtsmæssige oplag af kemikalier og produktionsanlæg (påfyldningsstander).

På nedenstående billede er angivet en tank, der er beregnet til indendørs brug, men som er anvendt udendørs.

Tanken bærer præg af at være medtaget af vejrlig, hvilket har medført øget risiko for gennemtæring og dermed for forurening af jord- og grundvand.



**Figur 7.1. Tank, der er påvirket af vejrlig.**

På næste billede ses en defekt belægning, som må vurderes ikke at være tæt.



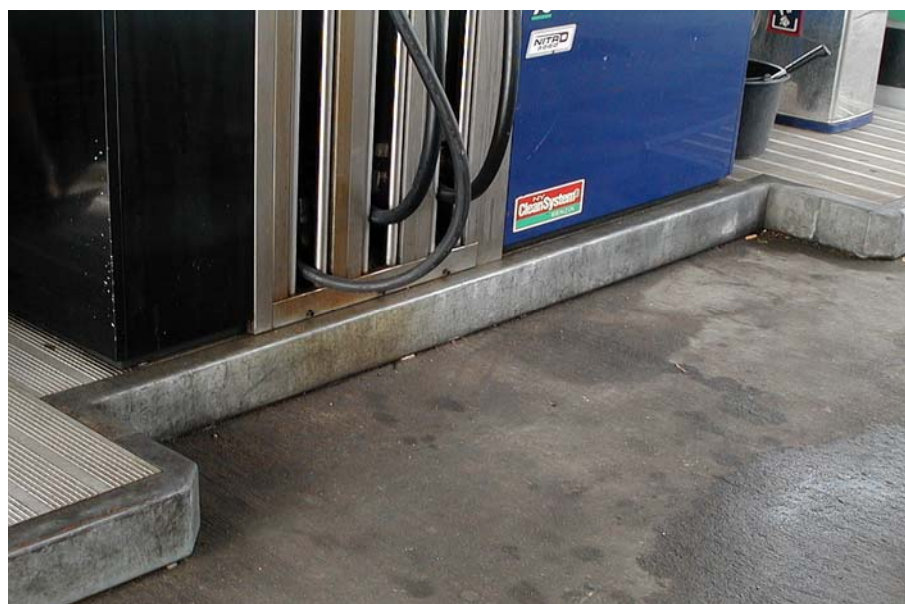
**Figur 7.2. Defekt belægning ved påfyldningsplads.**

Manglende opmærksomhed på opbevaring af flydende kemikalier er også en problemstilling, myndigheden konstaterer på tilsyn.





**Figur 7.3. U hensigtsmæssig opbevaring af flydende kemikalieaffald.**



**Figur 7.4. Udendørs stander, hvor der er sket spild på belægningen.**

Mange forureninger er sket på grund af utætte pakninger med mere i standere. Det anbefales derfor, at kontrollere om der er utætheder på anlægget.

Der er eksempler på, at utætheder som følge af utæt pakning ved en påfyldningsstander har medført omfattende forurening. Et andet eksempel er en utæt pakning ved en drejebænk, der gennem flere år medførte kraftig forurening. Fælles for de to eksempler er, at de daglige udsivninger var så beskedne, at de ikke blev registreret i den daglige drift og foregik over en meget lang periode. Desuden skete udsivningerne fra pakninger, der ikke umiddelbart var synlige. Det er derfor vigtigt at inspicere pakninger ved pumper og lignende.



## **Afsluttende møde og drøftelse af egenkontrol**

Efter selve rundturen på virksomheden vil tilsynet normalt blive afsluttet med et møde, hvor der blandt andet tales om de forhold, som er blevet observeret på tilsynet. En gennemgang af tjekskemaerne kan danne udgangspunkt for en god dialog.

Virksomheden kan fortælle om kommende planer vedrørende udvidelse, ændringer i anvendelse af typer kemikalier og om eventuelle ombygninger eller lignende. I den forbindelse er det vigtigt, at virksomheden nøje vurderer nye kemikalier, inden de tages i brug. Her kan der være inspiration at hente i kapitel 4 og 5.

Virksomheden og tilsynsmyndigheden kan drøfte om virksomhedens drift er i overensstemmelse med tidligere meddelte godkendelser eller tilladelser, og om der er behov for at revidere disse.

På dette møde vil det også være naturligt at gennemgå virksomhedens egenkontrol.

### 7.3 Egenkontrol

Egenkontrol kan betragtes som virksomhedens egen mulighed for løbende at overvåge, at der ikke sker spild og udslip. Og hvis der er risiko spild og udslip, bør det ske på tætte og befæstede arealer, så der ikke sker nedsvivning til jorden og spildet kan opsamles.

Egenkontrol i forbindelse med forebyggelse af jord- og grundvandsforureninger vil normalt være i form af overvågning af belægninger, tanke og rør.

Eksempler på egenkontrol kan være:

#### **Egenkontrol af tanke**

Egenkontrol kan være at lave regelmæssig beholdningskontrol med oplag af kemikalier i tanke. Mange forureninger er sket i forbindelse med utætte nedgravede rør. I sådanne tilfælde vil en almindelig overvågning af indhold af kemikalierne i tanke ikke være nok til at opdage udslippet. Overvågning af kemikalieindhold i tanke består normalt af elektroniske føler, der registrerer indholdet, og kun reagerer hvis der sker udslip fra selve beholderen men ikke udslip fra rør. Det er derfor vigtigt, at der udføres beholdningskontrol, så påfyldt mængde kemikalie kan sammenlignes med forbruget og beholdningen.

#### **Egenkontrol af belægninger**

Egenkontrol kan for eksempel være, at der fastlægges procedurer for regelmæssig inspektion og tilstandsvurdering af belægninger ved eksempelvis påfyldningspladser. For eksempel kan belægninger kontrolleres en gang månedligt for synlige revner og løbende holdes fri for blade og lignende.

En enkel og billig metode at kontrollere tæthed og hældning af belægninger er at hælde en spand vand ud på belægningen. Herved bliver det meget synligt, hvis der er lunger eller forkert hældning på belægningen. Denne metode kan med fordel bruges som egenkontrol eksempelvis en gang om måneden.

### **Egenkontrol af kemikalieoplagspladser**

Der kan eksempelvis foretages et månedligt tilsyn med, at kemikalier opbevares forsvarligt på oplagspladsen, blandt andet på tæt underlag, så muligt spild kan opsamles. Det kontrolleres, at belægning på oplagspladsen er uden revner og synlige skader. Det kan også kontrolleres, om der er sket udsivning af kemikalier fra opsamlingskar, samt om disse er fyldt op med regnvand. Regnvand reducerer opsamlingskapaciteten i karrene. I så fald bør de tømmes, og det bør overvejes, hvordan det fremover sikres, at de ikke fyldes med regnvand. Egenkontrol kan også være, at kontrollere at beholdere med kemikalier opbevares på oplagspladsen og ikke udenfor pladsen. Det er ikke ualmindeligt, at beholdere med kemikalier stilles udenfor pladsen på grund af skødesløshed eller på grund af pladsmangel.

### **Egenkontrol af indendørs og udendørsproduktions anlæg**

Ved at foretage en inspektion af indendørs og udendørs anlæg, eksempelvis en gang om måneden, kan utætheder afsløres. Det kan være utætheder som ikke registreres i den daglige drift, da mængden af udsivende væske ikke normalt vil blive bemærket.

### **Procedurer**

Hvis virksomheden har procedurer i forbindelse med spild, bør disse gennemgås sammen med tilsynsmyndigheden. En procedure i forbindelse med uheld og spild kan eksempelvis indeholde instrukser om, hvorledes spild bør bortskaffes.

En anden procedure kan være, at der altid skal være en medarbejder tilstede, når der påfyldes kemikalier på tankanlæg, således spild og uheld kan undgås eller konstateres og udbedres straks.

#### 7.4 Opfølgning på tilsyn

Myndigheden bør hurtigst muligt udarbejde en tilsynsrapport og sende den til kommentering hos virksomheden. Det er vigtigt, at der er enighed mellem myndigheden og virksomheden om, at tilsynsrapporten beskriver de konstaterede forhold, samt at der refereres til emner, der har været drøftet.

Det er også vigtigt, at myndigheden hurtigt følger op på u hensigtsmæssige forhold, og at den tilsynsførende indskærper eventuelle overskridelser af regler overfor virksomheden. Men det kan også være u hensigtsmæssige forhold som bedst løses i dialog med virksomheder, og som ikke tidligere er blevet reguleret. Det kan for eksempel være etablering af ny belægning på en påfyldningsplads. Hvis der ikke kan skabes enighed med virksomheden, har den tilsynsførende mulighed for at udstede påbud til virksomheden. Virksomheden har mulighed for at påklage et eventuelt påbud til Miljøklagenævnet.

## 8 Referencer

---

/1/ Miljøbeskyttelsesloven, Lov nr. 1757 af 22/12-2006.

/2/ Bekendtgørelse om godkendelse af listevirksomhed, nr. 1640 af 13/12-2006.

/3/ Miljøstyrelsen, [www.mst.dk](http://www.mst.dk)

/4/ Videncenter for Jordforurening, [www.avjinfo.dk](http://www.avjinfo.dk)

/5/ Bekendtgørelse om særlige pligter for fremstillere, leverandører og importører med videre af stoffer og materialer efter lov om arbejdsmiljø, nr. 559 af 4/7-2002.

/6/ Miljøstyrelsens liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord, december 2005.

/7/ Videncenter for Jordforurening i rapporten, Kortlægning af kemikalieanvendelsen i forskellige brancher, Teknik og Administration 2002. Listen fremgår af bilag 1.

/8/ Bekendtgørelse om listen over farlige stoffer, nr. 923 af 2005.

/9/ Miljøstyrelsens vejledende liste til selvklassificering af farlige stoffer, beskrevet i Miljøprojekt nr. 635, 2001.

/10/ Miljøstyrelsens projekt om stoffers opførsel i jord og grundvand, nr. 20 af 1996.

/11/ Arbejdstilsynets hjemmeside, [www.at.dk](http://www.at.dk)

/12/ Figur fra Miljøstyrelsens Vejledning nr. 6 af 1998, oprydning af forurenede lokaliteter.

/13/ Euronorm EN 12285-1, marts 2003. Kan rekvireres via Dansk Standard via [www.ds.dk](http://www.ds.dk)

/14/ Stærkstrømsbekendtgørelsen, bekendtgørelse nr. 12501 af 1/10-2001.

/15/ Resultat af test ses på [www.nwglde.org](http://www.nwglde.org)

/16/ Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., oktober 2005. Arbeitsblatt DWA – A 786. Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS). Ausführung von Dichtflächen.

---

/17/ EU Kommissionen. BREF Dokument, juli 2006. Emissions from Storage. Kan downloades hos <http://eippcb.jrc.es>.

/18/ Roskilde Amt, april 2002. Tætte belægninger. Vejledning i vilkår og tilsyn. Udarbejdet af Hedeselskabet Miljø og Energi A/S (nu Orbicon A/S).

/19/ Fyns Amt, marts 1999. Vejledning (vedr. beton og fugetyper). Udarbejdet af Teknologisk Institut.

/20/ Asfaltindustrien i Danmark. [www.asfaltindustrien.dk](http://www.asfaltindustrien.dk). Tidligere miljøchef Helle Fabiansen, personlig kommunikation.

/21/ Vej- og trafikteknisk ordbog. Vejdirektoratet – Vejregelrådet, april 2004.

/22/ Bekendtgørelse nr. 1480 af 12. december 2007 om genanvendelse af restprodukter og jord til bygge- og anlægsarbejder.

/23/ Belægningsgruppen, Dansk Beton ved civilingeniør Søren Gleerup. Kommentarer af 11. februar 2008 vedr. betonbelægnings tæthed.

# **Bilag 1**

## **Videncenter for Jordforurenings liste over stoffer**

Kilde: Videncenter for Jordforurening, Kortlægning af kemikalieanvendelsen i forskellige brancher, Teknik og Administration 2002.



Type: Angiver om stoffet er Organisk, Uorganisk eller af Mikset

Findes i: Stoffet forventes at kunne findes i de medie der er markeret med kryds. I de tilfælde hvor der mangler oplysninger om stofferne er der ikke sat noget kryds.

CAS nr.	Navn	Stofgruppe	TYPE	Findes i		
				porcelæn	vand	jord
42978-66-5	(1-methyl-1,2-ethandiyloxy)bis[oxymethyl-2,1-ethandiyloxy] diacrylat		O			
120-82-1	1,2,4-Trichlorbenzen		O	x	x	x
107-06-2	1,2-Dichlorethan	Chlorerede opløsningsmidler	O	x	x	
13048-33-4	1,6-Hexandioldiacrylat		O			x
13475-82-6	2,2,4,6,6-Pentamethylheptan		O			x
1675-54-3	2,2-Bis(p-(2,3-epoxypropoxy)phenyl)-propan		O			x
101-14-4	2,2'-Dichlor-4,4'-methylenedianilin	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
137-17-7	2,4,5-Trimetylenanilin	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
584-84-9	2,4-Diisocyanatoluen	Isocyanater	O			x
91-08-7	2,6-Diisocyanatoluen	Isocyanater	O			x
90-04-0	21. o-Amidind	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
96-29-7	2-Butanonoxim		O	x	x	
91-59-8	2-Naphthylamin	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
91-94-1	3,3'-Dichlorbenzidin	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
612-83-9 ?	3,3'-Dichlorbenzidin dihydrochlorid		O			
112-24-3	3,6-Diazaoctan-1,8-diamin		O			x
101-80-4	4,4'-Oxydianilin	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
139-65-1	4,4'-Thiodianilin	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
119-93-7	4,4'-Bis-o-tolidin	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
101-77-9	4,4'-Diaminodiphenylmethan	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
80-05-7	4,4'-Isopropylidendiphenol		O			x
838-88-0	4,4'-Methylen-di-o-tolidin	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
92-67-1	4-Aminodiphenyl	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
106-47-8	4-Chloranilin	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
93-69-2	4-Chloro-o-tolidin	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
615-05-4	4-Methoxy-m-phenylenediamin	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
95-80-7	4-Methyl-m-phenylenediamin	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
99-55-8	5-Nitro-o-tolidin	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
91-53-2	6-Ethoxy-1,2-dihydro-2,2,4-trimethylquinolin		O			x
120-71-8	6-Methoxy-m-tolidin	Arylaminer (fra azofarver)	O			x
122384-78-5	Allalisk stråleret lavtemperatursærlie	Cæcesotforbindelser med kræftfremkaldende ursæbder	M			
127-51-5	alpha-Isoamylol ionone	Udvalgte stoffer i "parfumeprduktet"	O			x
2855-13-2	Aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamin		O			
7789-09-5	Ammoniumdichromat	Chromforbindelser	U			x
7789-09-5	ammoniumdichromat	Chromforbindelser	U			x
122-40-7	Amylcinnamyldehyd	Udvalgte stoffer i "parfumeprduktet"	O			x

CAS nr.	Navn	Stofgruppe	TYPE	Findes i produkt	Findes i vand	Findes i jord
101-85-9	Amylcinnamyl alkohol	Udvalgte stoffer i "parfumsprodukter"	O			x
105-13-5	Amylalkohol	Udvalgte stoffer i "parfumsprodukter"	O	x		
90640-80-5	Anthræcenolie	Creosotforbindelser med kræftfremkaldende urenheder	M			
1309-64-4	Antimontrioxid		U			
61789-60-4	Beg. der indeholder mere end 50 ppm benz(a)pyren	Tjæreprodukter	M			
92-87-5	Benzidin	Arylaminer (fra azofarver)	O	x		
103-41-3	Benzylcinnamat	Udvalgte stoffer i "parfumsprodukter"	O			x
118-58-1	Benzylsalicylat	Udvalgte stoffer i "parfumsprodukter"	O			x
117-82-8	Bis(2-methoxyethyl)phthalat	Phthalater	O	x		
13356-08-6	Bis(tris(2-methyl-2-phenylpropyl)tin)oxid	Organiske tinforbindelser	O			x
25068-38-6	Bisphenol-A-diglycidylether reaktionsprodukt		O			
17570-76-2	Bly(II)methansulfonat	Bly og blyforbindelser	U			
15245-44-0	Bly-2,4,6-trinitroresorcinolat	Bly og blyforbindelser	U			
1335-32-6	Blyacetat, basisk	Bly og blyforbindelser	U	x		
13424-46-9	Blyazid	Bly og blyforbindelser	U			
7758-97-6	Blychromat	Bly og blyforbindelser	U			
12656-85-8	Blychromatmolybdatvålsrød	Bly og blyforbindelser	U			
301-04-2	Blydi(acetat)	Bly og blyforbindelser	U	x		
25808-74-6	Blyhexafluorarsenat	Bly og blyforbindelser	U			
7784-40-9	Blyhydrogensulfat	Bly og blyforbindelser	U	x		
15245-44-0	Blystypmat	Bly og blyforbindelser	U			
1344-37-2	Blyulfchromatgul	Bly og blyforbindelser	U			
7440-43-9	Cadmium	Cadmium og cadmiumforbindelser	U			x
10108-64-2	Cadmiumchlorid	Cadmium og cadmiumforbindelser	U	x		
542-83-6	Cadmiumcyanid	Cadmium og cadmiumforbindelser	U	x		
7790-79-6	Cadmiumfluorid	Cadmium og cadmiumforbindelser	U			
4464-23-7	cadmiumformiat	Cadmium og cadmiumforbindelser	U			
17010-21-8	cadmiumhexafluorarsenat	Cadmium og cadmiumforbindelser	U			
7790-80-9	cadmiumiodid	Cadmium og cadmiumforbindelser	U			
1306-19-0	Cadmiumoxid	Cadmium og cadmiumforbindelser	U			x
10124-36-4	cadmiumsulfat	Cadmium og cadmiumforbindelser	U			
1306-23-6	Cadmiumsulfid	Cadmium og cadmiumforbindelser	U	x		
13765-19-0	Calciumchromat	Chromforbindelser	U			x
10112-91-1	Calomel	Kviksølv og kviksølvforbindelser	U	x		
85535-84-8	chlorparaffiner	Chlorparaffiner (kort-, mellem- og langkædede)	M			
1333-82-0	Chromtrioxid	Chromforbindelser	U	x		
14977-61-8	Chromylchlorid	Chromforbindelser	U			
104-55-2	Cinnamal	Udvalgte stoffer i "parfumsprodukter"	O	x		
106-22-9	Citronellol	Udvalgte stoffer i "parfumsprodukter"	O	x	x	
8001-58-9	Creosot	Creosotforbindelser med kræftfremkaldende urenheder	M			
61789-38-4	Creosotolie	Creosotforbindelser med kræftfremkaldende urenheder	M			
90640-84-9	Creosotolie (acetylphenylfraktion)	Creosotforbindelser med kræftfremkaldende urenheder	M			
7758-98-7	Cuprilsulfat	Kobber og kobberforbindelser	U	x		
110-82-7	Cyclohexan		O	x		
64742-53-6	Destillater (råolie), hydrogenerede lette naphthen-	Råoliedestillater, der indeholder kræftfremkaldende stoffer (DMSO-ekstrakt 3%)	M			
64742-52-5	Destillater (råolie), hydrogenerede tunge naphthen-	Råoliedestillater, der indeholder kræftfremkaldende stoffer (DMSO-ekstrakt 3%)	M			
64741-77-1	Destillater (råolie), lette hydrokretkede kulbrinter	Destillater (råolie)	M			



CAS nr.	Navn	Stofgruppe	TYPE	Findes i		
				perole#	vand	jord
64742-65-0	Destillat (råolie), solventafvaskede tunge paraffin-	Råoliedestillat, der indeholder kræftfremkaldende stoffer (DMSO-ekstrakt* 3%)	M			
64741-91-9	Destillat (råolie), solventafvaskede middeltunge	Uspecificeret gasolie, der er kræftfremkaldende	M			
64741-96-4	Destillat (råolie), solventafvaskede tunge naphthen-	Råoliedestillat, der indeholder kræftfremkaldende stoffer (DMSO-ekstrakt* 3%)	M			
64741-88-4	Destillat (råolie), solventafvaskede tunge paraffin-	Råoliedestillat, der indeholder kræftfremkaldende stoffer (DMSO-ekstrakt* 3%)	M			
64742-13-8	Destillat (råolie), syrebehandlede middeltunge	Uspecificeret gasolie, der er kræftfremkaldende	M			
64741-53-3	Destillat (råolie), tunge naphtheniske kulbrinter	Destillat (råolie)	M			
117-81-7	Di-(2-ethylhexyl) phthalat	Phthalater	O			x
73-09-2	Dichlormethan	Chlorerede opløsningsmidler	O	x	x	x
731-27-1	Dichlor-N-[(dimethylamino)sulfonyl]fluor-N-(p-toyl) methansulfonamid		O	x		x
24613-89-6	Dichromat (chromat)	Chromforbindelser	U			
111-42-2	Diethanolamin		O	x		
26761-40-0	Diisodacylphthalat	Phthalater	O			x
28533-12-0	Diisononylphthalat	Phthalater	O			x
1300-71-6	Dimethylphenol		O	x		
1314-06-3	dimikkeltrioxid	Nikkel ved visse anvendelser og nikkelforbindelser	U			
5873-54-1	Diphenylmethan-2,4'-diisocyanat	Isocyanater	O			x
101-68-8	Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat	Isocyanater	O			x
9016-87-9	Diphenylmethandisocyanat, isomere og homologe	Isocyanater	M			
16071-86-6	Dirækt Brom 95	Azofarver	M	x		
64742-04-7	Ekstrakt (råolie), tungt parafindestillat solvent	Destillat (råolie)	M			
97-53-0	Eugenol	Udvalgte stoffer i "parfumeprødnkter"	O	x		
4602-84-0	Farnesol	Udvalgte stoffer i "parfumeprødnkter"	O			x
111-30-8	Glutazol		O	x		
118-74-1	Hexachlorbenzen		O			x
101-86-0	Hexylcinnamaldehyd	Udvalgte stoffer i "parfumeprødnkter"	O			x
97722-04-8	Hydrocarboner, C <sub>16-15</sub> , aromatiske		M			
107-75-5	Hydroxycitronellal	Udvalgte stoffer i "parfumeprødnkter"	O			
97-54-1	Isogugenol	Udvalgte stoffer i "parfumeprødnkter"	O	x		
7789-00-6	Kaliumchromat	Chromforbindelser	U	x		
7778-50-9	Kaliumdichromat	Chromforbindelser	U	x		
7758-89-6	Kobber(II)chlorid	Kobber og kobberforbindelser	U			
1317-39-1	Kobber(II)oxid	Kobber og kobberforbindelser	U			
34233-62-2	Kobber(II)methansulfonat	Kobber og kobberforbindelser	?			
14763-77-0	Kobbercyanid	Kobber og kobberforbindelser	U			
1338-02-9	Kobbernaphthenat	Kobber og kobberforbindelser	?			
8050-09-7	Kolophonium (terpentinoliefr. harpiks)		M			
65996-93-2	Kultrærebeg	Tjæreprødnkter	M			
7439-97-6	Kviksølv	Kviksølv og kviksølvforbindelser	U			x
628-86-4	Kviksølv(II)fulminat	Kviksølv og kviksølvforbindelser	U			
1333-31-3	Kviksølv(II)oxidcyanid	Kviksølv og kviksølvforbindelser	U			
7487-94-7	Kviksølvchlorid	Kviksølv og kviksølvforbindelser	U	x		

CAS nr.	Navn	Stofgruppe	TYPE	Finds i		
				pevning	vand	jord
42615-29-2	LAS (Lineær Alkybenzen Sulfat), visse sekundære alkanulfonater og visse sulfonuccinater	Overfladesættende stoffer, der ikke nedbrydes fuldstændigt under iltfri forhold	M	x		
80-54-6	Lilial	Udvælgte stoffer i "parfumepræparater"	O			
108-31-6	Maleinsyreanhydrid		O	x		
149-30-4	Mercaptobenzothiazol (MBT)		O	x		
108-67-8	Mesitylen		O	x	x	x
100-97-0	Methaenamin		O	x		
111-12-6	Methylisopropylcarbonat	Udvælgte stoffer i "parfumepræparater"	O			
80-62-6	Methylmethacrylat		O			
1634-04-4	Methyl-tert-butyleter (MTBE)		O	x	x	
81-14-1	mmiketon	Motoksylen	O			
81-15-2	mmikrylen	Motoksylen	O			x
92045-53-9	Naphtha (råolie), hydroforvædet let, afaromatiseret	Letkvikende nafta, som indeholder kræftfremkaldende stoffer (benzen * 0,1 volumen-%)	M			
64742-82-1	Naphtha (råolie), hydroforvædet tung	Letkvikende nafta, som indeholder kræftfremkaldende stoffer (benzen * 0,1 volumen-%)	M			
64742-49-0	Naphtha (råolie), hydrogenbehandlet let	Letkvikende nafta, som indeholder kræftfremkaldende stoffer (benzen * 0,1 volumen-%)	M			
64742-48-9	Naphtha (råolie), hydrogenbehandlet tung		M			
64741-65-7	Naphtha (råolie), tung alkylat		M			
7773-11-3	niobiumchromat	Chromforbindelser	U			
10588-01-9	Natriumdichromat	Chromforbindelser	U			
7789-12-0	Natriumdichromat, dihydrat	Chromforbindelser	U			
7440-02-0	Nikkel	Nikkel ved visse anvendelser og nikkelforbindelser	U	x		
3333-87-3	Nikkelsulfat	Nikkel ved visse anvendelser og nikkelforbindelser	U			
13463-39-3	Nikkelsulfid	Nikkel ved visse anvendelser og nikkelforbindelser	U			
12054-48-7	Nikkeldihydroxid	Nikkel ved visse anvendelser og nikkelforbindelser	U			
12035-36-8	Nikkeldioxid	Nikkel ved visse anvendelser og nikkelforbindelser	U			
1313-99-1	Nikkelsulfid	Nikkel ved visse anvendelser og nikkelforbindelser	U			
7786-81-4	Nikkelsulfid	Nikkel ved visse anvendelser og nikkelforbindelser	U	x		
25154-52-3	Nonylphenol	Alkylphenoler	O		x	
97-56-3	o-Aminozetolosen	Arylaminer (fx azofarver)	O		x	
27193-28-8	Octylphenol	Alkylphenoler	O			
119-90-4	o-Dinitridin	Arylaminer (fx azofarver)	O	x		
1962-75-0	p-Diburylphthalat	Phthalater	O		x	
25036-25-3	Phenol, 4,4'-[(1-methylethylidene)bis(4,1-phenyleneoxy)methylene]bis[oxiran]		O			
1319-77-3	Phenolmethyl (resol)		O	x		
65996-85-2	Rå stenkulsyreester	Creosotforbindelser med kræftfremkaldende urenheder	M			
97-56-3	Solvent Yellow 3	Azofarver	O		x	
64742-88-7	Solventnaphtha (råolie), middeltunge aliphatiske kulbrinter	Destillater (råolie)	M			
8007-45-2	Stenkulsyre	Tjæreprodukter	M			
84650-04-4	Stenkulsyre (naphthalenolier)	Creosotforbindelser med kræftfremkaldende urenheder	M			
65996-91-0	Stenkulsyre (ovre destillater)	Creosotforbindelser med kræftfremkaldende urenheder	M			
7789-06-2	strontiumchromat	Chromforbindelser	U			
127-18-4	Tetrachloræthylen	Chlorerede opløsningsmidler	O	x	x	x
53408-94-9	Tin (II) methansulfonat	Organiske tinforbindelser	O			
7446-27-7	Triethylfosfor	Bly og blyforbindelser	U			
78-01-6	Trichloræthylen	Chlorerede opløsningsmidler	O	x	x	x
13121-70-5	Tricyclohexyltin-hydroxid	Organiske tinforbindelser	O			x

CAS nr.	Navn	Stofgruppe	TYPE			
				Findes i perleff	Findes i vand	Findes i jord
12035-72-2	trinkledisulfid	Nikkel ved visse anvendelser og nikkelforbindelser	U			
900-95-8	Triphenyltinacetat	Organiske tinforbindelser	O			x
115-96-8	Tris(2-chloroethyl)phosphat		O		x	
8021-39-4	Træcreosot	Creosotforbindelser med kræftfremkaldende urenheder	M		x	
64741-51-1	Tunse paraffinestoffer (holie)		M			



## **Bilag 2**

### **Princippet i katodisk beskyttelse**

**Af Ingeniør Ole Bank, Kvalitet + Service.**

- Uddrag fra *Katodisk beskyttelse af nedgravede brændstofbeholdere* 1987

## Princippet i katodisk beskyttelse

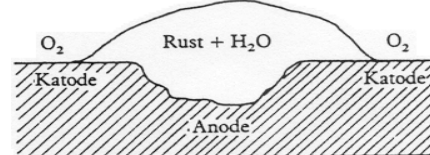
Jern og stål kan kun katodisk beskyttes, når det er i direkte kontakt med en elektrolyt, det vil i praksis sige med jord eller vand. En elektrolyt leder den elektriske strøm ved hjælp af ioner, der igen er atomer eller molekyler, som har mistet eller optaget elektroner (negativt elektriske ladninger), de er altså negativt eller positivt ladede. Ioner spiller en stor rolle i korrosionsforløbet af jern og stål. Når jern tærer, sker det ved en anodisk jernopløsning i elektrolytten, hvor jernatomerne under frigørelse af elektroner vandrer ud i elektrolytten som positivt ladede jernioner. Ion er græsk, det betyder en vandrer, og jernionerne møder ude i elektrolytten andre vandrende ioner, med hvem jernionerne danner kemiske forbindelser, som efterhånden viser sig synligt i form af rust. På de steder af jernoverfladen, hvor den anodiske jernopløsning finder sted, dannes gruber, som relativt hurtigt kan gå i dybden og forårsage gennemtæringer af olietanke - i ugunstige tilfælde på 2-4 år.

Fig. 1



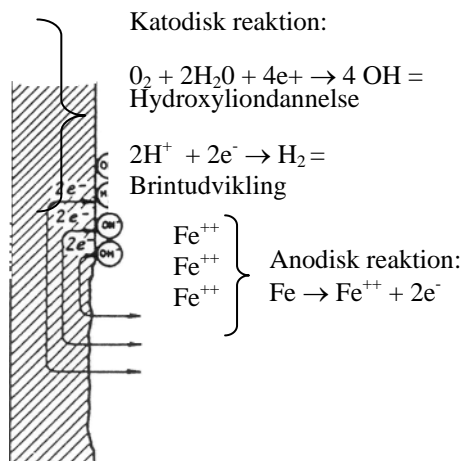
Fig. 2 Pitting eller grubetæring af jern

Ved jern-iondannelse frigøres elektroner. De forbliver inde i jernet og aflades ved de såkaldte katodiske



processer på steder af jernoverfladen, hvor der er tilgang af ilt og vand. Samtlige elektroner, der dannes ved den anodiske proces, forbruges igen ved de katodiske processer - for udadtil er korroderet jern elektrisk neutralt.

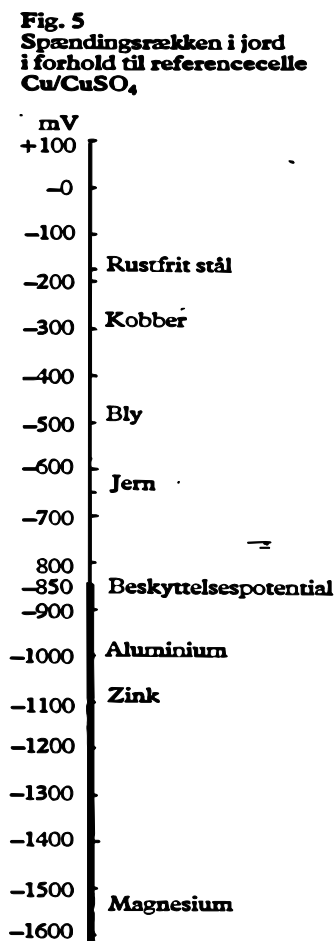
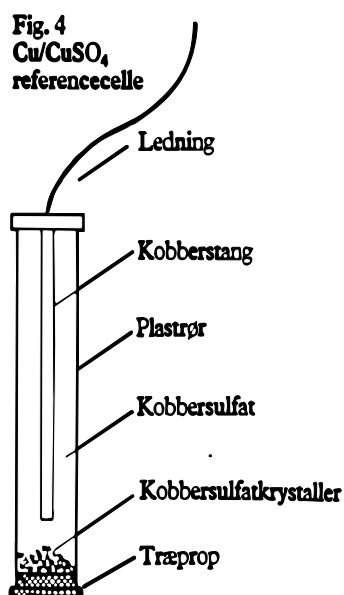
Fig.3 Korrosion af jern og stål



Men det er klart, at jo større tilgang der er af ilt, jo flere elektroner vil der kunne aflades og tilsvarende hastigere vil jernopløsningen foregå.

Når enten den anodiske eller de katodiske reaktioner stoppes, vil jernet ophøre med at korrodere, og princippet i katodisk beskyttelse består netop i at standse den anodiske proces ved hjælp af en elektrisk jævnstrøm. Jernet påtrykkes en negativ elektrisk spænding, og på grund af overskud af negativ elektricitet vil jernatomerne ikke kunne frigøre deres elektroner, fordi negativ elektricitet som bekendt frastødes af negativ elektricitet. Derfor forhindres jern-iondannelsen og dermed korrosionsangrebene.

De katodiske reaktioner stoppes naturligvis ikke, og i et rigtigt dimensioneret anlæg med katodisk beskyttelse anvendes netop så meget jævnstrøm, at al anodisk jernopløsning ophører og erstattes af katodiske processer over hele jernoverfladen. Den spændingsændring, der finder sted på jernoverfladen, kan måles ved hjælp af et voltmeter og en referencecelle, der anbringes i elektrolytten tæt ved jernoverfladen. Der findes flere forskellige typer af referenceceller, men den mest anvendte i praksis er en kobber/kobbersulfat referencecelle (kemisk betegnelse  $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$ ).



Det, der måles, er simpelthen spændingsforskellen mellem referencecellen og jernet, og denne spændingsforskel kaldes jernets potential. Når jern korroderer frit i jord, er det naturlige korrosionspotential fra -350 til -750 millivolt (forkortes mV,  $1 \text{ mV} = 1/1000 \text{ V}$ ) målt med Cu/CuSO<sub>4</sub> cellen. Det naturlige korrosionspotential afhænger af jordens sammensætning og kan derfor variere inden for ret vide grænser. Bemærk, at potentialet angives med negativt fortegn. De forskellige metaller har hvert sit naturlige korrosionspotential, f.eks. har kobber -300 mV, zink -1 100 mV og magnesium -1550 mV, og måles samtlige metalleres naturlige korrosionspotentialer, finder man det, der kaldes den galvaniske spændingsrække, som har ret stor praktisk betydning. Kobles to metaller elektrisk sammen, dannes et galvanisk element, og det metal, som har mest negativt potential, vil korrodere og blive anode i elementet og forsøge at katodisk beskytte det metal, som har mindre negativt potential (katoden). Kobler man således jern sammen med kobber, vil jernet tære, men forbindes jernet med zink, vil zinken tære. Man kan derfor katodisk beskytte jern med metaller, der har mere negativt korrosionspotential end jern, og det skal vi senere vende tilbage til.

Når en nedgravet tank påtrykkes jævnstrøm, forskydes tankens potential, og for at opnå fuld korrosionsbeskyttelse skal potentialet forskydes i negativ retning til -850 mV målt med Cu/CuSO<sub>4</sub> cellen placeret tæt ved tankoverfladen. -850 mV er et internationalt anvendt beskyttelseskriterium. For at fremkalde spændingsfaldet fordres en bestemt strømstyrke. Udtrykt på en anden måde fordres der en bestemt strømtæthed på tankoverfladen, som normalt angives i mA pr. m<sup>2</sup> (1 miliampere = 1/1000 ampere). Størrelsen af strømtætheden er bestemmende for, hvor hurtigt beskyttelse kan opnås og i sig selv bestemt af elektrolyttens sammensætning og af overfladeisoleringen på tanken. En bar ståloverflade i jord kræver op til 30 MA pr. m<sup>2</sup> for at blive beskyttet, medens en godt isoleret overflade kun behøver fra 1/2 til 1 mA pr. m<sup>2</sup> eller endnu mindre.



## **Bilag 3**

### **Eksempler på vurdering ved valg af krav til belægninger**

## Eksempel 1

En farve- og lakvirksomhed, der bl.a. fremstiller træbeskyttelse baseret på mineralisk terpentin, står overfor at skulle have fornyet sin miljøgodkendelse.

I den eksisterende godkendelse står bl.a., at virksomheden skal etablere en tæt belægning på udendørs oplagspladser, hvor der opbevares og håndteres råvarer, mellemprodukter, færdigvarer og affaldsprodukter indeholdende mineralisk terpentin.

Virksomheden har indrettet et hjørne af en asfalteret P-plads, der er indhegnet med et metalgitter og delvis overdækket med et halvtag, til oplagsplads for 200 liters metaltromler. Virksomheden oplyser, at der på pladsen opbevares og håndteres affaldsprodukter indeholdende træbeskyttelse. Tromlerne står oplagret direkte på asfalterede overfladen, og der er tegn på spild ved påfyldningsstudsene på flere af tromlerne. Den asfalterede P-plads er etableret for ca. 12 år siden. Pladsen er ikke forsynet med hældning mod et afløbssystem, og der observeres flere lunger med stillestående vand på pladsen. Asfalterede overfladen er pletvist beskadiget og misfarvet.

Virksomheden oplyser, at der på pladsen 2-3 gange pr. uge sker påfyldning af 1-2 tromler, og at tromlerne maksimalt står oplagret 1 måned inden afhentning.

### Miljømyndighedens vurdering

Miljømyndigheden vurderer, at mineralisk terpentin er et sundhedsfarligt kemikalie, der kan udgøre en risiko for jord- og grundvandsforurening. Mineralisk terpentin er et olieprodukt.

Til brug for en vurdering af, om den eksisterende belægning er egnet til at udgøre en tæt belægning, foretages først en vurdering af påvirkningstiden.

Da asfaltpladsen ikke har tilstrækkelig og ensartet hældning (> 2 %) og tilmed har lunger med stillestående vand, og idet de dele af pladsen, som er dækket af tromler ikke kan inspiceres visuelt, jf. afsnit 6.2.6, vurderer miljømyndigheden at der er tale om lang påvirkningstid.

Af tabel 6.4 fremgår, at en urevnet og fejlfri asfaltbelægning med påvirkning 3 (kemikaliet påvirker belægningen over uger) har ringe risiko for gennemsvivning af olieprodukter, men risiko for kraftig til meget kraftig nedbrydning. Af tabel 6.3 fremgår, at olieprodukters effekt på asfalt er en blødgøring af bitumen, hvorved risiko for gennemsvivning øges.

Da den aktuelle asfaltbelægning ikke er urevnet og fejlfri må det konkluderes, at den i sin nuværende form er uegnet som tæt belægning.

Da virksomheden udtrykker ønske om fortsat at anvende asfalt som belægningsmateriale, stiller miljømyndigheden følgende konstruktionskrav, jf. tabel 6.7:

- Oplagspladsen skal forsynes med en ny asfaltbelægning bestående af vandtæt asfalt med <2 % hulrum og permeabilitet  $<10^{-12}$  m/sek.
- Asfaltbelægningen skal udlægges på et underlag, der er vel drænet og vel komprimeret for at undgå sætninger med lunger i belægningen og risiko for øget belastning af belægningen til følge.
- Der skal på forlangende kunne fremvises stamdata for asfaltbelægningen indeholdende areal i m<sup>2</sup>, beliggenhed, opførelsesår, konstruktionstegninger, specifikation af konstruktionsmateriale og udførende entreprenør.
- Oplagspladsen skal være overdækket og asfaltbelægningen skal udføres med minimum 2 % fald til opsamlingsbrønd /-sump. Opsamlingsbrønd eller -sump skal ligeledes udføres i materialer, som udgør en tæt belægning overfor olieprodukter.

Der stilles følgende driftskrav, jf. tabel 6.8:

- Tromler, der påfyldes terpentinholdige produkter, skal under påfyldningen anbringes på spildbakke af metal.
- Der skal foretages daglig kontrol af om der er sket spild på belægningen, og spild bør samles op dagligt. Rutiner skal sikre at virksomhedens ansatte opsamler spild, så belægningen ikke påvirkes unødigt. Der skal forefindes egnet opsamlingsmateriale.
- Der foretages daglig rengøring af asfaltbelægningen.

Der stilles følgende kontrol- og vedligeholdelseskrav, jf. tabel 6.9:

- Der foretages halvårlig kontrol af revner og frilagt tilslag på hele oplagspladsen.
- Alle revner og frilagt tilslag skal repareres.

## Eksempel 2

En jern- og metalvarevirksomhed, der bl.a. foretager affedtning af metaldele med trichlorethylen, står overfor at skulle have fornyet sin miljøgodkendelse.

I den eksisterende godkendelse er der ikke angivet krav til forebyggelse af jord- og grundvandsforurening.

Virksomheden har en uoverdækket, udendørs oplagsplads af beton langs gavlen af en produktionshal. Virksomheden oplyser, at der på pladsen bl.a. opbevares trichlorethylen i kubiske 1 m<sup>3</sup> plastbeholdere, der er anbragt i et metalstativ. Der opbevares til stadighed 4-6 trichlorethylen-beholdere på pladsen. Der sker ikke omhældning / påfyldning på pladsen. Når tri-karret i produktionshallen trænger til påfyldning, kører en gaffeltruck en plastbeholder fra metalstativet og ind i produktionshallen, hvor påfyldningen sker ved overpumpning.

Oplagspladsen er etableret for 4 år siden. Der er ikke tegn på spild ved metalstativet og pladsen er ren og pæn. Der er ikke tegn på revner eller brud på betonbelægningen, der består af præfabrikerede armerede betonplader med fuger. Virksomheden oplyser, at fugerne så vidt vides er baseret på PU (polyurethan). Betonbelægningen har faldt væk fra gavlen og går over i en asfalteret kørevej, der ligeledes har faldt ud mod et ubefæstet græsareal.

Tri-karret i produktionshallen er opbygget af beton, og hviler på et armeret, støbt betongulv. Betongulvet i produktionshallen har faldt mod en række riste med forbindelse til virksomhedens kloakledning. Tri-karret rummer ca. 20 m<sup>3</sup> trichlorethylen, og virksomheden oplyser, at karret efterfyldes ca. 1 m<sup>3</sup> hver 2. - 3. uge afhængig af produktionen.

Tri-karret er ca. 20 år gammelt og lige så gammelt som det støbte betongulv. Karrets sider og betongulvet bærer præg af slid med mange brud og misfarvninger.

Virksomheden oplyser, at tri-karret aldrig har været tømt helt. Der bliver ikke genereret affald af trichlorethylen udover de (minimale) spild/afdryp, der sker mellem de enkelte kar. Afdryp ledes til kloak. Der har aldrig været uheld ved overpumpning af trichlorethylen fra plastbeholdere til tri-karret.

### Miljømyndighedens vurdering

Miljømyndigheden vurderer, at trichlorethylen er et sundhedsfarligt kemikalie, der kan udgøre en risiko for jord- og grundvandsforurening. Trichlorethylen er et kloreret opløsningsmiddel.

Til brug for en vurdering af, om den eksisterende belægning på oplagspladsen og i trikarret/betongulvet er egnet til at udgøre en tæt belægning, foretages først en vurdering af påvirkningstiden.

Oplagspladsen har tilstrækkelig og ensartet hældning (> 2 %). Pladsen kan let inspiceres visuelt idet plastbeholderne er anbragt i et metalstativ. Der sker ikke omhældning på oplagspladsen. På denne baggrund vurderer miljømyndigheden, at der er tale om kort påvirkningstid.

I produktionshallen udgør tri-karret en primær barriere. Den sekundære barriere (betongulvet under karret) kan ikke inspiceres visuelt, da karret er anbragt direkte på betongulvet. Betongulvet ved siden af trikarret kan let inspiceres visuelt, men afløbssystemet kan ikke inspiceres visuelt. I betragtning af at tri-karret aldrig har været tømt vurderer miljømyndigheden, at betongulvet under karret har risiko for lang påvirkningstid, hvis der sker brud på den primære barriere. Pga. de forholdsvis hyppige overpumpninger vurderer miljømyndigheden, at der er risiko for middel påvirkningstid på betongulvet ved siden af tri-karret, og lang påvirkningstid i afløbssystemet.

Af tabel 6.4 fremgår, at en urevnet og fejlfri belægning af vandtæt beton med påvirkning 1 (kemikaliet påvirker belægningen i højst en time) ikke har risiko for nedbrydning og gennemsivning af klorerede opløsningsmidler. På trods af, at fugematerialet PU ikke er velegnet til klorerede opløsningsmidler, jf. tabel 6.5, vurderer miljømyndigheden at den eksisterende betonbelægning er velegnet på oplagspladsen. Der er således ikke behov for at stille krav om en tæt belægning på oplagspladsen, men krav om en fast belægning.

Af tabel 6.4 fremgår derimod, at påvirkning 3 (kemikaliet påvirker belægningen over uger) giver svag risiko for nedbrydning og middel risiko for gennemsivning af vandtæt beton med klorerede opløsningsmidler. Årsagen hertil er væsketab ved gennemsivning med udtørring af betonen til følge og risiko for revnedannelse. Klorholdige forbindelser kan endvidere medvirke til armeringskorrosion med risiko for bæreevnesvigt, jf. tabel 6.3.

På denne baggrund vurderer miljømyndigheden, at der skal stilles krav om en tæt belægning under og ved siden af tri-karret.

Virksomheden oplyser, at den så vidt muligt ønsker at bevare den nuværende gulvopbygning i produktionshallen.

På denne baggrund stiller miljømyndighederne følgende krav:

Oplagspladsen:

- Fugematerialet skal udskiftes med et materiale, der er bestandig overfor klorerede opløsningsmidler, f.eks. epoxy eller silicone.

- Af hensyn til forebyggelse af spild ved uheld skal oplagspladsen forsynes med beskyttelse mod påkørsel samt anvendelse af transportmateriel med skarpe kanter skal begrænses mest muligt.
- Der skal etableres et opsamlingsystem, der i tilfælde af brud på en plastbeholder kan opsamle et volumen på minimum 1 m<sup>3</sup>. Opsamlingsystemet skal være opbygget med materialekrav svarende til fast belægning, jf. tabel 6.7.
- Oplagspladsen skal rengøres ugentligt, og kontrolleres én gang årligt for skader på beton og fuger.
- Revner i betonen bredere end 0,1 mm kortlægges. Enkeltrevner bredere end 1 mm bør repareres eller efterkontrolleres hvis skaden vurderes ikke at have stabiliseret sig.
- Skader i fuger længere end 5 m repareres. Ved manglende vedhæftning af > 10% af fuger repareres disse.

#### Produktionshallen:

- Virksomheden skal etablere et nyt tri-kar, hvis bund let kan inspiceres visuelt for skader. Karret skal anbringes på en gulvkonstruktion, der svarer til en tæt belægning.
- Alternativt til etablering af en tæt gulvkonstruktion under og ved siden af tri-karret, der let kan inspiceres visuelt, skal virksomheden etablere "sladre-dræn" og poreluft-boringer under den del af produktionshallen, hvor tri-karret befinder sig. Virksomheden skal ugentligt udtage 1-2 prøver fra dræn og poreluft-boringer. Prøverne skal analyseres på akkrediteret analyselaboratorium for indhold af trichlorethylen. Resultater af analyser skal opbevares i 2 år og skal på forlangende kunne fremvises tilsynet. Såfremt virksomheden konstaterer indhold af trichlorethylen i dræn eller luftprøver, der overskrider detektionsgrænsen, skal miljømyndigheden omgående underrettes.

### Eksempel 3

Mange industrivirksomheder anvender belægningssten af beton, for eksempel sf-sten på udendørs oplagspladser, påfyldningspladser, vaskepladser mv.

Er belægningssten af beton en fast belægning eller en tæt belægning i relation til risiko for forurening af jord og grundvand ?

Først og fremmest må man tage stilling til, om der på pladsen opbevares og håndteres sundhedsfarlige kemikalier med risiko for jord- og grundvandsforurening.

Hvis dette ikke er tilfældet, skal der ikke stilles krav om beskyttelse af jord- og grundvandsforurening.

Hvis der på pladsen opbevares og håndteres sundhedsfarlige kemikalier med risiko for jord- og grundvandsforurening, skal man først vurdere om belægningstypen er modstandsdygtig overfor det pågældende kemikalie.

Hvis det kritiske kemikalie har tilstrækkelig lav eller høj pH-værdi (uorganiske syrer og baser, phthalater) kan betonbelægningssten ikke anbefales som belægning, da risikoen for nedbrydning af cementpasta er for stor, jf. kapitel 6.2, tabel 6.3 og tabel 6.4.

Hernæst skal man vurdere påvirkningstiden.

Hvis påvirkningstiden er lav, dvs. hvis kemikaliet maksimalt kan påvirke belægningen i op til 1 time, hvis belægningen let kan inspiceres visuelt, hvis belægningen har tilstrækkelig og

ensartet hældning (>2,5 %) samt hvis der på belægningen sjældent (mellem 1 gang pr. måned til 1 gang pr. år) foregår omhældning og aftapning af det kritiske kemikalie, skal der ikke stilles krav om en tæt belægning, men om en fast belægning.

Dette vil typisk være tilfældet på afledningsflader på vaskepladser, afledningsflader på indendørs og udendørs kemikalieoplag, samt på interne transportveje på virksomheden.

Eksempler på elementer i krav til faste belægninger bestående af betonbelægningssten fremgår af tabel 6.7, 6.8 og 6.9.

Hvis påvirkningstiden er lang, dvs. hvis kemikaliet kan påvirke belægningen i perioder fra 1 døgn til 3 uger, hvis belægningen kun vanskeligt kan inspiceres visuelt, hvis belægningen ikke har tilstrækkelig og ensartet hældning (<2,5 %) samt hvis der på belægningen hyppigt (op til flere gange pr. dag) foregår omhældning og aftapning af de kritiske kemikalie, skal der stilles krav om en tæt belægning.

Dette vil typisk være tilfældet på særligt udsatte aktiviteter som påfyldningspladser, samlebrønde, rørforbindelser, sumpe, samt under maskiner/anlæg, der kun vanskeligt kan inspiceres visuelt.

Eksempler på elementer til krav til tætte belægninger fremgår af tabel 6.7, 6.8 og 6.9. Bemærk at betonbelægningssten med bundne fugematerialer frarådes på belægninger med tung trafik.

Hvis påvirkningstiden er middel, dvs. hvis kemikaliet kan påvirke belægningen i perioder fra 1 time til 1 døgn, hvis belægningen kan inspiceres visuelt, hvis belægningen har tilstrækkelig og ensartet hældning (>2,5 %) samt hvis der på belægningen af og til (mellem 1 gang pr. dag og 1 gang pr. måned) foregår omhældning og aftapning af de kritiske kemikalie, kan der afhængigt af forholdene stilles krav om enten en fast eller en tæt belægning.

Dette kan være tilfældet på aktiviteter af typen opsamlingsbeholdere under påfyldningspladser, tankgårde samt visse sjældent benyttede påfyldningspladser.

Eksempler på elementer til krav til faste eller tætte belægninger bestående af betonbelægningssten fremgår af tabel 6.7, 6.8 og 6.9.



## **Bilag 4**

### **Tjekskemaer til tilsyn**

|



## Tankanlæg

### Tilsyn med tankanlæg

	Noter	Tilsynsbemærkninger
Hvornår blev det etableret?	Sandsynligheden for forurening fra ældre tankanlæg er væsentlig større end ved nye.	
Indeholder anlægget de kemikalier, det er godkendt til?	Særligt kemikalietanke herunder tanke med kemikalieblandinger f.eks. spildolie, indeholder i driftsperioden varierende typer af kemikalier.	
Er der underjordiske samlinger?	Særligt i samlinger under jorden er der stor risiko for forurening. Rekvirer evt. tegningsmateriale for at få det undersøgt.	
Er der overjordiske samlinger?	De overjordiske samlinger, unioner, fittings mv. inspiceres. Er der på samlingerne noget der tyder på korrosion eller utæthed, f.eks. rust?	
Er der installeret overfyldningsalarm?	Bør være på alle anlæg, der opbevarer kemikalier.	
Overjordiske tankanlæg	Er disse sikret mod påkørsel?	
Er overjordisk tankanlæg beskyttet mod korrosion?	Mange udendørs tanke er ikke beregnet til at stå udenfor – og er derfor udsat for korrosion.	
Er der tegn på spild eller utæthed?		

### Tjekskema: Jord- og grundvandtilsyn med tankanlæg

### Egenkontrol af tankanlæg

	Noter	Bemærkninger
Hvornår er tanken sidst blevet tæthedsprøvet?	Se kapitel 6.1	
Hvornår er tanken sidst blevet tilset?	Se kapitel 6.1	
Hvornår er tanken sidst blevet tømt, rensat og inspiceret indvendigt med godstykkelsesmåler?	Se kapitel 6.1	
Hvornår er der senest foretaget tjek af den katodiske beskyttelse?	Se kapitel 6.1	

### Egenkontrol af tankanlæg

## Belægninger

### Tilsyn med belægninger

	Noter	Tilsynsbemærkninger
Er belægningens materiale i overensstemmelse med belægningens anvendelse?	Visse typer af materialer er mere modstandsdygtige end andre.	
Hvornår blev belægningen etableret?	Sandsynlighed for forvitring og forurening er større for ældre end for nye belægninger.	
Er der fuger i belægningen? Hvilket fugemateriale? Fugernes tilstand?	Visse fugetyper er mere modstandsdygtige end andre. Prøv ved tilsynet at trykke en smal hård genstand ned i fugen. Er fugen tæret, kan genstanden trykkes igennem fugen.	
Er belægningen overfladebehandlet?	Visse overfladebehandlingstyper er mere modstandsdygtige end andre. Er der sket afskalninger eller slid på overfladen?	
Har belægningen tilstrækkeligt fald, og er der lunger?	Utilstrækkeligt fald og lunger kan danne pytter, hvorved kemikalier kan gennemsive selv intakt belægning. Tjek evt. ved at hælde en spand vand ud på belægningen og se hvor vandet løber hen.	
Er der synlige skader på overflade eller fuger?	Skader i form af revner, kantafskalninger mv. kan føre til gennemsivning og forurening.	
Hvor længe kan spild gå upåagtet hen?	Hvis kemikaliespild kan danne pytter i flere uger, er der større risiko for gennemsivning og forurening	
Er hældningen optimal?	På grund af bl.a. tung trafik kan hældningen af belægningen blive ændret. Tøm en spand vand ud på belægningen og se hvor vandet løber hen.	
Bliver der saltet på belægningen?	Salt kan i mange tilfælde ødelægge belægningen.	

**Tjekskema: Jord- og grundvandtilsyn med belægninger, herunder køreveje mv.**

### Egenkontrol af belægninger

	<b>Noter</b>	<b>Bemærkninger</b>
Hvor tit rengøres belægningen?	Snavset belægning kan skjule revner og skader og samle væske.	
Hvornår er den sidst blevet tilset/inspiceret?	Tilsynshyppighed og -metode afhænger af belægningens anvendelse.	
Hvornår er skader på overflade og fuger sidst blevet udbedret? Er det noteret i journal?	Afhænger af belægningens anvendelse.	
Bliver spild og opsamling af spild registreret i journal?	For registrering af evt. gentagelser, hvor der bør skrives ind.	
Findes der instruks for forebyggelse eller opsamling/håndtering af spild?		

**Egenkontrol af belægninger, herunder køreveje m.v.**

## Pladser

### Tilsyn med kemikalieoplags-, vaske- og påfyldningspladser

	Noter	Tilsynsbemærkninger
Er pladsen forsynet med fast eller tæt belægning?	Fast belægning giver højere risiko for forurening end tæt.	
Er pladsen udført i overensstemmelse med vilkår og aktuel benyttelse?	Bemærk at der stilles skrappe vilkår til kemikalieoplagspladser end til vaskepladser og påfyldningspladser.	
Foregår der tung trafik eller andre ydre påvirkninger (tryk/temp.) på pladsen?	Større risiko for skader, der kan ødelægge belægningen.	
Er pladsen sikret mod påkørsel?	Især vigtigt ved kemikalieoplagspladser og påfyldningspladser.	
Er pladsen sikret mod, at kemikalier flyder ud på omkringliggende arealer?	Især vigtigt på vaskepladser, hvor der anvendes højtryksspuling.	
Er pladsen overdækket?	Især vigtigt på kemikalieoplagspladser.	
Hvordan tømmes spildbakker mv.? Hvor ofte?	Især vigtigt på kemikalieoplagspladser.	

### Tjekskema. Jord- og grundvandtilsyn med kemikalieoplagspladser, vaskepladser og påfyldningspladser.

#### Egenkontrol

	Noter	Bemærkninger
Hvor tit føres egenkontrol af pladsen? (tilstandsvurdering) Er det noteret i journal?	Der stilles skrappe vilkår til kemikalieoplagspladser end til vaskepladser og påfyldningspladser.	
Hvornår er der sidst udbedret skader og opsamlet spild? Er det noteret i journal?	Skrappere egenkontrolvilkår på kemikalieoplagspladser.	
Er personalet uddannet til at omgå de aktuelle kemikalier, herunder opsamle spild? Eller er der udarbejdet en instruks?	Især vigtigt på kemikalieoplagspladser og påfyldningspladser.	
Forefindes der egnet opsamlingsmateriel?	Især vigtigt på kemikalieoplagspladser og påfyldningspladser.	

#### Egenkontrol med kemikalieoplagspladser, vaskepladser og påfyldningspladser

## Maskiner og anlæg

### Tilsyn med maskiner og anlæg

	Noter	Tilsynsbemærkninger
Placering udendørs eller indendørs?	Udendørs placering øger risiko for forurening.	
Er anlæggets metalliske og plastiske dele modstandsdygtigt overfor de anvendte kemikalier?	Anvendes forkert materialevalg er der risiko for korrosion og dermed utæthed.	
Placering på fast eller tæt belægning?	Permeabel belægning giver højere risiko for forurening end tæt. Se evt. andre punkter under "Tilsyn med belægninger".	
Er maskinen eller anlægget sikret mod påkørsel?	Mange uheld sker pga. påkørsel af køretøjer.	
Er maskinen eller anlægget forsynet med egnet spildbakke?	Spildbakken skal kunne rumme den største arbejdsbeholder af kemikalie på maskinen eller anlægget samt være konstrueret i et modstandsdygtigt materiale.	
Er spildbakken overdækket?	Specielt vigtigt for udendørs maskiner og anlæg.	
Hvordan tømmes spildbakker mv.?		
Er der dele eller udstyr på anlægget, der er udsat mht. påkørsel eller driftsuheld?	Påkørsel af anlægsdele som rør, standere, aftapningshaner mv. kan udgøre en potentiel risiko for forurening.	
Foreligger der en egnet driftsinstruks for maskinen / anlægget?		

### Tjekskema: Jord- og grundvandtilsyn med maskiner og anlæg.

### Egenkontrol

	Noter	Bemærkninger
Hvornår er maskinen / anlægget senest tilset? Er det noteret i journal?	Tilsynsfrekvens afhænger af forholdene.	
Hvornår er spildbakken senest tilset / tømt? Er det noteret i journal?	Skal tømmes umiddelbart efter spild. Tilsynshyppighed afhænger af forholdene.	
Er personalet bekendt med driftsinstruksen?		

### Egenkontrol med maskiner og anlæg.

