

Jordforurening fra tjæring af fiskergarn

Erfaringer fra Nordjyllands Amt

Teknik og Administration

Nr. 6 1999

Amternes Videncenter for Jordforurening

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. Indledning	1
2. Sammenfatning	3
2.1 Branchedefinition og afgrænsning	3
2.2 Historisk udvikling.....	3
2.3 Processer, teknologi og miljøbelastning	3
2.4 Forureningsrisiko	4
2.5 Kortlægning af tjærepladser.....	5
2.6 Undersøgelsesstrategi.....	6
3. Generel beskrivelse af tjærepladser	7
3.1 Definition	7
3.2 Historisk udvikling.....	7
3.3 Antal pladser og lokalisering	8
4. Processer, teknologi og miljøbelastning	9
4.1 Procesbeskrivelse	9
4.2 Produktionsindretning.....	9
4.3 Arbejdsmetoder og miljøbelastning	10
4.3.1 Håndtering af tjære og fortynder	10
4.3.2 Tjæring af garn/tove.....	11
4.3.3 Tørring af garn/tove	11
4.3.4 Støbning af blylodder.....	12
5. Forureningsrisiko	13
5.1 Oversigt over potentielle forureningskomponenter	13
5.2 Stofbeskrivelse –fysiske og kemiske data.....	13
5.2.1 Stenkulstjære.....	13
5.2.2 Træbjære	14
5.2.3 Tjære med fortynder.....	15
5.2.4 Fortyndere	15
5.2.5 Andre bi-forureningskomponenter.....	16
5.3 Erfaringer fra gennemførte undersøgelser i Nordjyllands Amt.....	16
5.3.1 Baggrund.....	16
5.3.2 Analyseparametre.....	16
5.3.3 Analyseresultater.....	17
5.3.4 Generel forureningsituation på de 5 pladser.....	17
5.3.5 Sammenligning af resultaterne fra de 5 pladser.	19
6. Historisk kortlægning	21
6.1 Anvendelige kilder	21
6.1.1 Flyfotos	21
6.1.2 Interview med lokalkendte personer	23

6.1.3 Lokalhistorisk arkiv/lokalhistorisk materiale.....	24
6.1.4 Offentlige arkiver.....	24
6.1.5 Øvrige kilder	25
6.2 Resultater af kortlægningsarbejdet i Nordjyllands Amt.....	25
7. Undersøgelserstrategi.....	27
7.1 Historik	27
7.2 Tekniske undersøgelser.....	27
7.2.1 Forarbejde	28
7.2.2 Feltarbejde.....	28
7.2.3 Kemiske analyser, jord.....	30
7.2.4 Kemiske analyser, grundvand	31
7.3 Risikovurdering og rapportering	33
7.3.1 Risikovurdering.....	33
7.3.2 Rapportering.....	33
8. Referencer	34
 Bilag: Resultater fra 5 undersøgte tjærepladser i Nordjyllands Amt.....	 35

1. Indledning

Denne rapport er udarbejdet for Amternes Videncenter for Jordforurening af Nordjyllands Amt og NIRAS Rådgivende ingeniører og planlæggere A/S. Rapporten omfatter en opsamling af de hidtil opnåede erfaringer med kortlægning og forureningsundersøgelser på tidligere tjære/tørrepladser for fiskegarn og tovværk (visse steder kaldet stejlepladser) i Nordjyllands Amt.

Baggrunden er, at Nordjyllands Amt i forbindelse med orienterende forureningsundersøgelser på udvalgte tjære/tørrepladser for fiskegarn og tovværk (i det følgende kaldet tjærepladser) har konstateret betydelig terrænnær jordforurening primært med PAH-forbindelser. Undersøgelserne viser, at de tidligere tjærepladser kan være forurenede i et omfang, som udgør en sundhedsmæssig risiko i de tilfælde, hvor arealanvendelsen er ændret til følsomme formål.

Med henblik på at opnå et overblik over situationen, samt forebygge at flere af de tidligere tjærepladser utilsigtet inddrages til boligformål eller anden følsom arealanvendelse, har Nordjyllands Amt gennemført en generel kortlægning af tjærepladserne langs de nordjydske kyster og indre farvande.

Resultaterne af kortlægningen i Nordjyllands Amt viser, at tjæring af fiskegarn har været en almindeligt forekommende aktivitet i tilknytning til de fleste større og mindre fiskelejer langs såvel øst- og vestkysten samt i de indre farvande. Der findes således et stort antal tjærepladser i Nordjyllands Amt, og pladserne er i flere tilfælde udstykket og bebygget med boliger eller anden forureningsfølsom anvendelse.

En opsamling af erfaringer og resultater fra kortlægningsarbejdet, og de gennemførte forureningsundersøgelser på tjærepladserne i Nordjyllands Amt kan således have generel værdi i forbindelse med gennemførelse af tilsvarende aktiviteter i resten af landet.

Erfaringsopsamlingens formål er således:

- At give en generel indsigt i branchen baseret på det foreliggende erfaringsgrundlag fra undersøgelser og kortlægningsarbejdet i Nordjyllands Amt.
- At sammenfatte resultaterne fra kortlægningsarbejdet og de gennemførte forureningsundersøgelser i Nordjyllands Amt.
- At opstille anbefalinger til gennemførelse af forureningsundersøgelser på tidligere tjærepladser.

Da erfaringsopsamlingen i praksis omfatter de samme elementer, som de branchebeskrivelser Amternes Videntcenter for Jordforurening allerede har udgivet for bl.a. garverier, varmegærker mv., er det valgt i store træk at disponere rapporten på samme måde som de egentlige branchebeskrivelser.

Rapporten er således disponeret på følgende måde:

I kapitel 2 er rapportens indhold sammenfattet med speciel vægt på erfaringerne fra forureningsundersøgelserne og kortlægningsarbejdet i Nordjyllands Amt.

I kapitel 3 defineres branchen, og der er udarbejdet en kort indføring i branchens historiske udvikling baseret på de foreliggende oplysninger, som er opnået i forbindelse med kortlægningsarbejdet i Nordjyllands Amt.

I kapitel 4 er der udarbejdet en kort beskrivelse af arbejdsprocesserne i forbindelse med tjæring af fiskegarn og tove med vægt på de aktiviteter, som kan udgøre en forureningsrisiko.

I kapitel 5 er der udarbejdet en oversigt over potentielle forureningskilder og stofgrupper i forbindelse med tjærepladser. Sidst i kapitlet er erfaringerne fra 5 forureningsundersøgelser i Nordjyllands Amt sammenfattet.

I kapitel 6 beskrives, hvordan tidligere tjærepladser kan lokaliseres og afgrænses, ligesom resultaterne af kortlægningsarbejdet i Nordjyllands Amt er sammenfattet.

I kapitel 7 er der, på grundlag af erfaringerne fra forureningsundersøgelserne i Nordjyllands Amt, opstillet en række praktiske anbefalinger til gennemførelse af indledende forureningsundersøgelser på tidligere tjærepladser.

Det skal bemærkes, at erfaringsopsamlingen ikke må betragtes som en egentlig branchebeskrivelse for imprægnering af fiskegarn, idet oplysningerne alene er baseret på det aktuelle erfaringsgrundlag fra kortlægningen og undersøgelserne i Nordjyllands Amt. Dette erfaringsgrundlag er imidlertid næppe dækkende for samtlige aktiviteter, som har foregået på landsplan.

Den generelle beskrivelse af branchen mv. er derfor koncentreret om tjæring af fiskegarn med baggrund i den foreliggende viden, som primært er indsamlet i forbindelse med interview med tidligere fiskere mv.. Der er således ikke foretaget nogen systematisk indsamling af oplysninger om processer, teknologi og miljøbelastning for tjæring og andre mindre hyppigt forekommende imprægneringsmetoder.

2. Sammenfatning

2.1 Branchedefinition og afgrænsning

Ved tjærepladser forstås områder, hvorpå der med stenkulstjære (ren eller opblandet) er foregået imprægnering af garn/tove i forbindelse med fiskeri, samt det omkringliggende område, hvor de nytjærede garn/tove blev tørret. Tjærepladser omfatter ligeledes vodbinderier, hvor der har foregået tjæring af tove.

2.2 Historisk udvikling

Tjæring af fiskegarn/tove med stenkulstjære formodes at være begyndt omkring 1900. Stenkulstjæren fik man fra de danske gasværker. Formålet med tjæringen var, at imprægnerer og dermed konservere garn/tove lavet af naturmaterialer for at forøge deres holdbarhed og styrke.

Imprægnering af garn/tove er imidlertid også foretaget med træstjære. Denne metode blev benyttet før 1900 og fortsatte også efter 1900 sideløbende med tjæringen med stenkulstjære.

Tjæringen er de fleste steder foregået frem til midten af 1950'erne, hvor garn/tove lavet af nylon blev introduceret, samtidigt med at der skete en udfasning af de danske kulgasværker.

Der har generelt været tjæret garn/tove ved alle byer langs kysten og de indre farvande, hvorfra der har foregået fiskeri i perioden ca. 1900 til 1970. Det drejer sig såvel om byer med deciderede havne som mindre byer uden havne. Der er foregået forskellige typer af fiskeri langs kysten og i de indre farvande, og typen af fiskeri har en vis betydning for antallet og udstrækningen af tjærepladserne.

2.3 Processer, teknologi og miljøbelastning

Aktiviteterne i forbindelse med tjæring af garn/tove kan karakteriseres som følger:

- Håndtering af tjære og fortynder
- Tjæring af garn/tove
- Tørring af garn/tove
- Støbning af blylodder (primært vodbinderier)

Miljøbelastningen ved disse aktiviteter består hovedsageligt af følgende: Spild i forbindelse med utæt emballage samt håndtering af tjære og fortynder. Spild omkring gryden og slidsken, især i forbindelse med, at den overskydende tjære

løb tilbage til tjæregryden fra slidsken. Tjære, som er dryppet fra de nytjærede garn/tove, der lå/hang til tørre. Spild i forbindelse med håndtering af flydende bly samt bortskaffelse af det vand, som blev anvendt til nedkøling.

Forureningen forekommer primært som en overfladenær forurening bortset fra området omkring tjæregryden. Eventuelle terrænreguleringer på området efter tjærepladsens ophør kan dog have medført, at forureningen er opblandet i en større del af jordprofilen og/eller flyttet rundt på lokaliteten.

2.4 Forureningsrisiko

Tjæreforureningen kan opdeles i følgende grupper:

- Stenkulstjære
- Træstjære til barkning
- Fortynder (tjæreolie, karbolinium, cresotolie, vegetabilsk terpentin)

Kultjærens egenskaber er bestemt af dens sammensætning, som igen er bestemt af den oprindelige kultype og procestemperaturen på gasværket. En ældre tjæreforurening, som den typisk forekommer på en tjæreplads, vil ofte bestå af de tunge ikke flygtige og svært nedbrydelige stofgrupper med PAH-forbindelser som de dominerende.

Træstjære indeholder ikke de almindelige kultjære PAH'er i større omfang. Set i relation til forurening på tjærepladserne er træstjæren således ikke så kritisk en forureningskomponent som stenkulstjæren.

Tjæren, der blev anvendt på tjærepladserne, blev ofte *fortyndet* med tjæreolie (karbolium), som er et lavere kogende destillationsprodukt fra kultjære. Andre fortyndere, der blev anvendt, var terpentin, petroleum og vegetabiliske olier. Alle disse stoffer har en relativ høj flygtighed og forventes at afdampe næsten fuldstændigt under tørring.

Udover tjære må det formodes, at der kan forekomme andre bi-forureningskomponenter på de tidligere tjærepladser typisk tungmetaller og olieprodukter fra de senere års imprægnering af nylongarn og evt. fra støbning af blylodder.

På nuværende tidspunkt er der i Nordjyllands Amt udført forureningsundersøgelser på i alt 5 tjærepladser. Formålet med undersøgelserne har været at bestemme den terrænnære forurening med tjærestoffer, herunder især PAH-forbindelser, med henblik på en risikovurdering af forureningen i forhold til den nuværende arealanvendelse.

Resultaterne fra de 5 undersøgelser viser, at der findes en meget udbredt og markant forurening med tjære og PAH-forbindelser i de overfladenære jordlag ned til ca. 0,6 m.u.t. på disse pladser. Et af de sundhedsmæssigt mest kritiske

stoffer benzo(a)pyren overskrider således acceptkriteriet på 0,1 mg/kg TS i 92 % af de i alt 322 analyserede prøver fra topjorden (0,1 m.u.t.). Gennemsnitsværdien ligger på 13 mg/kg, dvs. 130 gange over kvalitetskriteriet. I større dybde (1,0 –1,5 m.u.t) er forureningen typisk mere diffus og på et lavere niveau end i topjorden. I enkelte prøver er der dog truffet forurening i større dybder. Det skal dog bemærkes, at der på 3 af pladserne er foretaget terrænreguleringer, ligesom der typisk kun er analyseret jordprøver fra 1,5 m.u.t, hvis der er konstateret tjære 1,0 m.u.t.

Indholdet af benzo(a)pyren på de undersøgte tjærepladser har desuden vist sig at udgøre en markant større andel af PAH-indholdet, end det er tilfældet ved andre typer tjæreforureninger i Danmark.

Der er fundet store udsving i forureningsniveauet indenfor de enkelte pladser. Der findes enkelte ekstremt høje værdier, som stammer fra prøver udtaget i området omkring tjæregryden, og minimums værdier fra områder, som ikke er påvirket af aktiviteterne på tjærepladserne. Ved undersøgelser på denne type pladser er det derfor vigtigt med en rimelig borings- og analysetæthed for at opnå et realistisk billede af forureningstilstanden.

Det har kun i få tilfælde været muligt at observere forureningen visuelt eller ved lugtbedømmelse under feltarbejdet. Enkelte steder er der dog konstateret ”tjære-klumper” i jordprøverne. Generelt er der ikke målt PID-udslag over baggrunds niveau i de analyserede jordprøver.

2.5 Kortlægning af tjærepladser

Kortlægningen af tjærepladser adskiller sig væsentligt fra kortlægningen af andre brancher med forureningsrisiko. Dette skyldes, at der ikke findes nogen form for offentlig registrering af disse pladser. Det kræver en relativ grundig kortlægning at finde frem til tjærepladserne, og kortlægningen må i høj grad baseres på interviews.

Mulige kilder til lokalisering og afgrænsning af tjærepladser er:

- Flyfotos
- Interview med tidligere fiskere/lokalkendte personer
- Lokalhistorisk arkiv/lokalhistorisk materiale
- Offentlige arkiver

I forbindelse med kortlægningen i Nordjyllands Amt er der lokaliseret i alt ca. 140 tjærepladser med et samlet areal på ca. 200 ha. De kortlagte tjærepladser i Nordjyllands Amt omfatter i alt ca. 900 enkeltboliger, og boliggrundene omfatter et samlet areal på ca. 83 ha.

2.6 Undersøgelsesstrategi

Følgende undersøgelsesstrategi kan anvendes i forbindelse med indledende undersøgelser på tidligere tjærepladser:

Supplerende historisk kortlægning.

Forarbejde i form af besigtigelse af lokaliteten samt indhentning af ledningsoplysninger, gravetilladelser, geologiske og hydrogeologiske oplysninger samt oplysninger om vandindvinding.

Feltarbejde, hvilket omfatter borearbejde, prøveudtagning og prøvebeskrivelse samt evt. feltanalyser (PID-måling og PAH Test).

Kemiske analyser, hvor jordprøver analyseres ved GC-MS med kvantificering af 7 PAH'ere. Desuden kan et mindre antal jordprøver analyseres ved GC/MS med kvantificering af flere PAH-forbindelser samt GC/FID analyse for olieprodukter. Endvidere kan der suppleres med et antal tungmetalscreeninger. Afhængig af forureningssituationen kan det endvidere være nødvendigt at analysere et antal vandprøver for tjærestoffer.

Risikovurdering og rapportering udarbejdes i henhold til miljøstyrelsens vejledning nr. 6, 1998.

3. Generel beskrivelse af tjærepladser

3.1 Definition

Ved tjærepladser forstås i denne sammenhæng områder, hvorpå der med stenkulstjære (ren eller opblandet) er foregået imprægnering af garn/tove i forbindelse med fiskeri, samt det omkringliggende område, hvor de nytjærede garn/tove er blevet tørret. Visse af disse pladser benævnes også stejlepladser. Tjærepladser omfatter ligeledes vodbinderier, hvor der har foregået tjæring af tove.

3.2 Historisk udvikling

Stenkulstjære

Tjæring af fiskegarn/tove med stenkulstjære formodes at være begyndt omkring 1900. Stenkulstjæren fik man fra de danske gasværker, idet det var et lettilgængeligt og billigt produkt, der var effektivt til formålet.

Formålet med tjæringen var at imprægner og dermed konservere garn/tove lavet af naturmaterialer for at forøge deres holdbarhed og styrke. Det var i de fleste tilfælde nødvendigt at tjære garnene mindst én gang om året. Dette skete som regel i foråret eller om sommeren, inden sæsonen for den pågældende type fiskeri gik i gang. Tovene var det derimod kun nødvendigt at tjære som nye, inden de blev taget i brug.

Trætjære

Imprægnering af garn/tove er imidlertid også foretaget før 1900. Der blev anvendt en brun harpiksagtig masse, som blev udvundet af trærodde ("trætjære") /ref. 1/. Denne masse gik lokalt under navnet "kattiko", og imprægneringsprocessen blev kaldt barkning. Efter tjæringen med stenkulstjære vandt indpas, blev man mange steder ved med at barke sideløbende med tjæringen. Dette skyldes, at tjæringen med stenkulstjære medførte, at garnene/tovene blev relativt stive, hvorfor det eksempelvis ikke egnede sig til garntyper, hvor nettrådene skulle være bløde, så fiskenes finner kunne hænge fast deri. Flere steder fortsatte man derfor med at barke disse typer garn/tove, og på en del tjærepladser har der således været en gryde til såvel barkning som tjæring.

Udfasning

Tjæringen er de fleste steder foregået frem til midten af 1950'erne, hvor garn/tove lavet af nylon blev introduceret, samtidigt med at der skete en udfasning af de danske kulgasværker. Det er dog lidt forskelligt, hvornår den enkelte fisker skiftede til garn/tove af nylon, da det var en stor økonomisk udgift at skifte alle garn ud. Enkelte steder er udskiftningen først sket i starten af 1970'erne, og tjæringen er her foregået helt frem til dette tidspunkt. Det har

dog vist sig, at nogle fiskere også har imprægneret garn/tove af nylon. Det blev f.eks. gjort ved helt nye bundgarn samt andre garn, når de var slidte. Til dette blev der dog ikke brugt stenkulstjære, men bl.a. stoffet Altin, et blandingsprodukt bestående af bitumen og terpentin. Formålet var ikke længere en egentlig konservering af garnene/tovene, men at gøre dem stærkere overfor fysisk slidtage, og for lettere at kunne holde dem rene. Denne form for imprægnering sker stadig i dag.

3.3 Antal pladser og lokalisering

Der har generelt været tjæret garn/tove ved alle byer langs kysten og de indre farvande, hvorfra der har foregået fiskeri i perioden ca. 1900 til 1970. Det drejer sig såvel om byer med deciderede havne som mindre byer uden havne. Enkelte steder har der også været fisket fra steder langs kysten/fjorden, der ikke har nogen direkte forbindelse med en by, f.eks. en gård med jord ud til kysten/fjorden. Der findes så vidt vides ingen samlet opgørelse på landsplan over antallet af tjærepladser eller placeringen af disse.

Der er foregået forskellige typer af fiskeri langs kysten og i de indre farvande, og som det gennemgås i kapitel 4, har typen af fiskeri en vis betydning for antallet og udstrækningen af tjærepladserne. De fleste steder har der foregået flere forskellige typer fiskeri, men erfaringerne fra kortlægningen af tjærepladser i Nordjyllands Amt viser dog, at der er nogle generelle karakteristika for de enkelte kyststrækninger. Ved vestkysten har der hovedsageligt været fisket med tejner (fiskeri med en form for "fiskekasser") og vod, og der har i den forbindelse kun været tjæret tove. Ved østkysten har der hovedsageligt været fisket med bundgarn, og derfor har tjæringen udelukkende været koncentreret om bundgarn, som var relativt store. Der har ligeledes været fisket en del med vod på østkysten, og i forbindelse hermed er der også tjæret tove. I de indre farvande har der hovedsageligt været fisket med ruser, og her er det disse, der er tjæret.

Tjærepladserne lå typisk i udkanten af byerne. Med hensyn til de tjærepladser, der var placeret ved de større byer, er det i flere tilfælde set, at det samme "firma/person" har flyttet tjæreaktiviteterne fra den ene plads til den anden, efterhånden som byudviklingen trængte sig på. Dette er især sket i forbindelse med de relativt store tjærepladser på østkysten, hvor der blev tjæret bundgarn. Bl.a. som følge af denne udvikling er der flere eksempler på, at tjærepladserne har været placeret op til 3 km fra kysten.

4. Processer, teknologi og miljøbelastning

4.1 Procesbeskrivelse

Processerne i forbindelse med tjæring af garn/tove kan opdeles i følgende hovedelementer:

- Håndtering af tjære og fortynder
- Tjæring af garn/tove
- Tørring af garn/tove
- Støbning af blylodder (primært vodbinderier)

4.2 Produktionsindretning

Tjærepladsens indretning bestod dels af et anlæg, hvori garnene/tovene blev dypet i tjæren og dels et areal, hvorpå de nytjærede garn/tove blev tørret. Det skal bemærkes, at tjæring af tov i en del tilfælde er foregået hos vodbinderne, og erfaringen viser, at denne type tjæreplads adskiller sig fra det, der kan beteges som en traditionel tjæreplads. Ved vodbinderne var tjærepladsen typisk beliggende i forbindelse med de bygninger, der tilhørte vodbinderiet, som ofte var beliggende inde i byerne i forbindelse med havnene. Det er endvidere erfaret, at nogle vodbindere har haft en biaktivitet i form af støbning af blylodder.

I det følgende beskrives indretningen af en traditionel tjæreplads.

Selve anlægget, hvor tjæringen foregik, kunne have forskellig udformning og opbygning. Fælles karakteristika for anlæggene var dog, at de bestod af en gryde eller et kar indeholdende flydende tjære samt en form for slidske, hvorpå garnene/tovene kunne ligge til en indledende afdrypning. Fra denne slidske var der mulighed for, at overskydende tjære kunne løbe tilbage i tjæregryden eller karet. I de fleste tilfælde var anlæggene opbygget således, at tjæren kunne opvarmes. En del anlæg var støbt fast/muret op et bestemt sted på pladsen, mens andre anlæg var mobile. I det følgende vil disse anlæg blot blive omtalt som "tjæregryden".

Tørringen af garnene/tovene foregik i de fleste tilfælde på området omkring tjæregryden. I nogle tilfælde blev der dog benyttet egentlige tørrearealer, der ikke lå i direkte forbindelse med tjæregryden. Dette var typisk i forbindelse med tørring af nytjærede bundgarn, da disse var meget pladskrævende. I forbindelse med tjæring af ruser har man flere steder smidt disse i vandet, lige efter de var tjæret. Dette skyldtes i nogle tilfælde pladsproblemer og i andre tilfælde, at man stod og manglede ruserne til fiskeri.

4.3 Arbejdsmetoder og miljøbelastning

I det følgende beskrives de arbejdsmetoder, der blev benyttet på en tjæreplads.

4.3.1 Håndtering af tjære og fortynder

Arbejdsmetode

Der blev typisk anvendt forskellige tjæreblandinger på de enkelte pladser. Nogle steder brugte man ren gasværkstjære. Andre steder brugte man gasværkstjære, som man selv blandede op med en fortynder for at gøre tjæren mere tyndt-flydende. Som fortynder har man bl.a. brugt karbolinium (antracenolie, der ligeledes er et restprodukt fra kulgasproduktionen) /ref. 2/. Det var også muligt, at anvende en færdig tjæreblanding kaldet "fiskeritjære", som bestod af gasværkstjære blandet med forskellige fortyndere. Det er fiskernes erfaring, at kvaliteten af denne fiskeritjære varierede en del.

Nogle steder hentede fiskerne selv tjæren direkte på det nærmeste gasværk, men mange steder fik man tjæren leveret til pladsen i tønder af 200 l af en tjæreleverandør. Tjæreleverandøren hentede tjæren på de forskellige gasværker, hvorefter han lavede de forskellige tjæreblandinger ("fiskeritjære"). Det er stort set den samme tjæreleverandør som leverede til pladserne i hele Nordjyllands Amt. Denne tjæreleverandør har oplyst, at han og hans forgænger i øvrigt leverede fiskeritjære til mange andre pladser i såvel Jylland som på Fyn og Sjælland.

Den rene gasværkstjære var meget tyktflydende og krævede opvarmning, før den var mulig at anvende. Med hensyn til de forskellige fortyndinger af gasværkstjære, så var det lidt forskelligt, hvorvidt disse blev varmet op, eller om de blev brugt direkte. Man opvarmede kun tjæren til en temperatur på max. ca. 40°C, hvilket især skyldtes, at det skulle være muligt at arbejde med hænderne nede i den opvarmede tjære.

Opvarmningen foregik ved, at der blev fyrret under gryden, som var placeret over et ildsted. Som brændsel blev der i nogle tilfælde anvendt kul. Nogle steder var der opbygget et muret ildsted med skorsten. Andre steder var der et mere simpelt system til opvarmning af gryden.

Miljøbelastning, håndtering af tjære

Spild i forbindelse med utæt emballage og håndtering af tjære og fortynder. Primært ved oplag og omkring tjæregryden.

4.3.2 Tjæring af garn/tove

Arbejdsmetode

Selve tjæringen blev foretaget ved, at garnene/tovene blev neddyppet i tjæren, hvorefter de blev trukket op på en slidske til afdrypning. Denne proces blev udført på forskellige måder. Nogle steder foregik det ved, at man manuelt dypede garnene/tovene i tjæren og herefter trak det op på slidsken. Andre steder havde man opbygget forskellige hjælpeforanstaltninger til at trække garnene/tovene gennem tjæren i gryden og op på slidsken.

Miljøbelastning, tjæring

Spild omkring gryden og slidsken, især i forbindelse med, at den overskydende tjære løb tilbage til tjæregryden fra slidsken. Der er fra flere kilder berettet om store spild omkring tjæregryden. Tjærefolkene stod i nogle tilfælde og ”soppe- de” i tjære, og når det blev for slemt, blev der spredt et lag sand ovenpå tjæren. Det kan derfor ikke udelukkes, at forurening omkring tjæregryden kan have en vis vertikal udstrækning og er ikke nødvendigvis begrænset til de øvre jordlag.

4.3.3 Tørring af garn/tove

Arbejdsmetode

Efter tjæringen skulle garnene/tovene tørres. Dette foregik som oftest på området omkring gryden. Størrelsen af dette område kan variere afhængig af hvor mange fiskere, som benyttede pladsen samt hvilken type garn/tove, der blev tjæret.

Tørring af nytjærede tove krævede som allerede nævnt kun relativt små områder, idet tovene blev hængt til tørre på en form for tørrestativer (ofte pæle med overliggere) eller i støbte render.

Tørring af ruser krævede mere plads. Ruserne varierede i størrelse, men kunne have en længde på 30-35 m og en diameter på ca. 4 m.

Bundgarn var den type garn, der krævede de største tørrearealer, idet disse kunne have en omkreds på op mod 100 m.

De forskellige garntyper blev enten lagt til tørre direkte på jorden eller ophængt på pæle. Sådanne pæle til ophængning af garn kaldes også stejler, og heraf kommer navnet ”stejleplads”, som flere steder bliver brugt som betegnelse for en tjæreplads.

Miljøbelastning, tørring af garn/tove

Tjære, som er dryppet fra de nytjærede garn/tove, der lå/hang til tørre. Forureningen forekommer primært som en overfladenær forurening. Eventuelle terrænreguleringer på området efter tjærepladsens ophør kan dog have medført, at forureningen er opblandet i en større del af jordprofilet og/eller flyttet rundt på lokaliteten.

4.3.4 Støbning af blylodder

Arbejdsproces

Der har visse steder foregået støbning af blylodder primært i forbindelse med vodbinderier. Det kan dog ikke udelukkes, at det enkelte steder også kan have foregået i forbindelse med traditionelle tjærepladser.

Støbningen blev udført ved, at smeltet bly blev hældt på forme, hvorefter form og lod blev nedkølet med vand. Der foreligger ikke oplysninger om, hvordan man skaffede råmaterialerne til blylods fremstillingen. En mulighed, som i andre sammenhænge har vist sig at kunne medføre en betydelig miljørisiko, er genvinding af bly ved afbrænding af bl.a. kabler. Der foreligger imidlertid ikke eksempler på, at genvinding af bly ved afbrænding er foregået i forbindelse med tjærepladser/vodbinderier i Nordjyllands Amt.

Miljøbelastning, støbning af blylodder

Spild i forbindelse med håndtering af flydende bly samt bortskaffelse af det vand, som blev anvendt til nedkøling.

Eventuel genvinding af bly ved afbrænding kan ligeledes give anledning til blyforurening i området.

5. Forureningsrisiko

5.1 Oversigt over potentielle forureningskomponenter

Som det fremgår af kapitel 3 og 4 er spild samt afdrypning af tjære på jordoverfladen den væsentligste miljøbelastning på tidligere tjærepladser i forbindelse med tjæring af fiskegarn/tove.

Tjæreforureningen kan opdeles i følgende grupper:

- Stenkulstjære
- Træstjære til barkning
- Stenkulstjære og træstjære med fortynder
- Fortynder (tjæreolie, karbolium, cresotolie, vegetabilsk terpentin)

Som nævnt har træstjæren kun haft begrænset anvendelse idet den kun blev anvendt til specielle garn typer. Træstjæren er imidlertid taget med, idet barkning har foregået som en sekundær aktivitet på flere tjærepladser i Nordjylland.

5.2 Stofbeskrivelse –fysiske og kemiske data

5.2.1 Stenkulstjære

Kultjære er en tyktflydende sort væske, som består af over 10.000 organiske forbindelser. Kultjærens egenskaber er bestemt af dens sammensætning, som igen er bestemt af den oprindelige kultype og procestemperaturen på gasværket. Over 60 % af frisk kultjære består typisk af PAH-forbindelser (polycykliske aromatiske hydrocarboner) med tre eller flere aromatiske ringe, hvis produktionstemperaturen har været over 1.000°C.

Kultjæren indeholder udover PAH-forbindelserne desuden en række vandopløselige NSO-forbindelser (kvælstof-, svovl- og iltholdige heterocycliske aromatiske forbindelser) og phenoler samt de meget flygtige og vandopløselige aromater (benzen, toluen, ethylbenzen og xylener samt naphthalen).

Stofsammensætningen i en typisk kultjære er velkendt /ref. 3,4/, men koncentrationsforholdene mellem de enkelte stofgrupper i en konkret tjæreforurening kan variere meget, afhængig af den oprindelige tjæresammensætning og de aktuelle forvittringsforhold (bl.a. alder, udvaskning, og nedbrydning).

Flere af stofgrupperne i en frisk tjære, bl.a. aromaterne, er således både vandopløselige og flygtige og vil derfor afdampe til atmosfæren og udvaskes med regnvand. Andre stoffer, som phenoler og NSO-forbindelser, kan ligeledes udvaskes. BTEX, NSO-forbindelser, phenoler og til en vis grad 3-4 ringede

PAH'ere er alle nedbrydelige under aerobe forhold i jord og vand /ref. 5/. Toluen, ethylbenzen, xylener, phenol og 4-methylphenoler (men ikke 2-methylphenol) nedbrydes under anaerobe forhold. Mange N-forbindelser er bionedbrydelige under denitrificerende forhold, mens nogle S- og O-forbindelser er nedbrydelige under methanogene forhold /ref. 5/.

En ældre tjæreforurening, som den typisk forekommer på en tjæreplads, vil således ofte bestå af de tunge ikke flygtige og svært nedbrydelige stofgrupper med PAH-forbindelser som de dominerende. Da PAH'erne har en høj oktanol/vand-fordelingskoefficient, vil de endvidere ofte sorbere til organisk stof i jorden, og dermed vil den vertikale forureningsudbredelse være begrænset, med mindre der er tale om massive spild af fri fase tjære.

Kultjære optræder i frisk tilstand som en ikke vandblandbar væske (DNAPL-Dense Non-Aqueous Phase Liquids). DNAPL'er er tungere end vand og har en tendens til at trænge ned igennem jordlagene. I et grundvandsmagasin vil evt. fri fase spredes i nedadgående retning, og vandopløselige forureningskomponenter vil spredes horisontalt med grundvandsstrømningen.

Der henvises i øvrigt til /ref. 5/ for en mere detaljeret gennemgang af tjære og PAH-ernes fysiske og kemiske egenskaber og opførsel i jord og grundvand. De fysiske-kemiske egenskaber har ligesom de toksikologiske egenskaber væsentlig betydning ved risikovurdering af en aktuell forurening.

5.2.2 Træ tjære

Træ tjære er en tyktflydende lys eller mørkebrun, lidt gennemsigtig væske, som består af mange organiske forbindelser. Ligesom kultjæren er stofsammensætningen i træ tjære bestemt af den oprindelige trætype og procestemperaturen under produktionen /ref. 6/. Træ tjæren er fremstillet ved tørdestillation af saften fra træerne, ofte fra fyrretræer /ref. 7/. Træ tjæren består for en stor del af terpener, der kemisk betegnes som cykliske polyisoprenoider. Disse består af en eller fler-ringede strukturer med dobbeltbindinger i ringe og sidekæder. Man taler om monoterpenerne (C_{10}) med kogepunkter omkring $150^{\circ}C$, sesquiterpener (C_{15}) og diterpener (C_{20}) med kogepunkter over $400^{\circ}C$. Træ tjære indeholder desuden store mængder af substituerede phenoler, især cresoler og quaiacol /ref. 4,8/. En omfattende beskrivelse af træ tjære og en analytisk sammenligning af træ tjære og stenkultjære er angivet i /ref. 4/. Denne undersøgelse viser, at træ tjære ikke indeholder de almindelige kultjære PAH'er i større omfang, kun mindre mængder phenanthren, fluoranthren og pyren samt en række mindre aromatiserede cykliske kulbrinter og alkylerede PAH'er som alkylphenanthrener.

Set i relation til forurening på tjærepladserne er træ tjæren således ikke så kritisk en forureningskomponent som stenkultjæren.

Trættjæren er væsentlig mere vandopløselig end kultjæren og men også den er tungere end vand (DNAPL).

Et chromatogram fra en GC-analyse for trættjære er væsentligt forskellig fra kultjære. Ved nedbrudte tjæreforureninger er forskellen dog mindre tydelig. Hvilken tjæretype, der er tale om i en konkret sag, kan dokumenteres ved en GC/MS analyse for karakteristiske stoffer i de 2 tjæretyper /ref. 4/. Der vil dog i praksis ofte være tale om en sammenblanding af de 2 tjæretyper, idet garnene er tørret på de samme arealer.

5.2.3 Tjære med fortynder

Kultjæren, der blev anvendt på tjærepladserne, blev ofte fortyndet med tjæreolie (karbolium, cresotolie), et lavere kogende destillationsprodukt fra kultjære /ref. 15/. Tjæreolien består af aromatiske forbindelser bl.a. naphthalen, phenol, cresoler (methylphenoler) og xylenoler /ref. 9/. Andre organiske opløsningsmidler som terpentin eller petroleum kan også have været anvendt til fortynding af fiskertjæren.

Trættjæren er ofte et mere tyndtflydende produkt end kultjære, men kan variere i kvalitet og konsistens. De sidste destillationsrester ved fremstilling af trættjære var ofte meget sorte og tyktflydende. Trættjæren kan derfor også have været opvarmet eller fortyndet med linolie, vegetabilsk terpentin, petroleum mv. /ref. 7/.

Fortynding med opløsningsmidler betyder, at tjæren bliver mere tyndtflydende og skal således ikke opvarmes i samme grad som i ufortyndet tilstand. Flere tjærestoffer vil blive opløst i fortynderen og kan således opnå en øget mobilitet ved spild på jordoverfladen. Da "fortynderen" ofte er et relativt letflygtigt produkt, vil denne i reglen ikke optræde som en forureningskomponent i ældre jordforureninger som på de tidligere tjærepladser. Anvendelse af fortynder i tjæren betyder imidlertid, at tjærestofferne har været mere mobile og kan have spredt sig til større dybder end en tilsvarende ufortyndet tjære.

5.2.4 Fortyndere

Tjæreolie også kaldet karbolium, cresotolie, har et højt indhold af naphthalen, phenoler, cresoler (methylphenoler) og xylenoler (dimethylphenoler). Mineralsk terpentin er et destillationsprodukt fra råolie med kogepunktsinterval fra 150 - 200°C. Det indeholder hovedsagelig alifatiske kulbrinter, dog med et indhold af C₉- og C₁₀-aromater på op til 20 %.

Petroleum er et destillationsprodukt fra råolie med kogepunktsinterval fra 145-300°C, der hovedsageligt indeholder alifatiske kulbrinter.

Vegetabilsk terpentin er et destillationsprodukt fra træ/trættjære og indeholder hovedsageligt terpener (monoterpener, se trættjære).

Vegetabilske olier som linolie har også været anvendt som fortynder.

Alle disse stoffer har en relativ høj flygtighed og forventes at afdampe næsten fuldstændigt under tørring.

5.2.5 Andre bi-forureningskomponenter

Udover tjære må det formodes, at der kan forekomme andre bi-forureningskomponenter på de tidligere tjærepladser typisk tungmetaller og olieprodukter fra de senere års imprægnering af nylongarn og evt. fra støbning af blylodder.

Denne type forurening er dog ikke dokumenteret ved undersøgelserne i Nordjyllands Amt.

Ved en undersøgelse i Viborg Amt er der imidlertid indikationer af, at de nyere imprægneringsvædske kan have indeholdt kunstharpike, bitumen, terpentin og andre olieprodukter samt tungmetallerne Pb, Zn og Cu .

5.3 Erfaringer fra gennemførte undersøgelser i Nordjyllands Amt

5.3.1 Baggrund

På nuværende tidspunkt er der i Nordjyllands Amt udført forureningsundersøgelser på i alt 5 tjærepladser. Formålet med undersøgelserne har været at bestemme den terrænnære forurening med tjærestoffer, herunder især PAH-forbindelser, med henblik på en risikovurdering af forureningen i forhold til den nuværende arealanvendelse.

De 5 pladser, som er undersøgt fordeler sig geografisk på to pladser i Skagen, en i Frederikshavn, en på Læsø og en i Åbybro Kommune. Pladserne repræsenterer forskellige typer af fiskeri. På pladserne i Skagen, Frederikshavn og på Læsø har der således været tjæret bundgarn, som det var typisk på østkysten, hvorimod pladsen i Åbybro Kommune ligger ved Limfjorden, hvor det især var ruser, som blev tjæret. Der er således ikke udført undersøgelser på tjærepladser i tilknytning til vodbinderier.

5.3.2 Analyseparametre

Der er forskel på hvilke parametre, som er bestemt i de enkelte undersøgelser, men som hovedregel er der analyseret for total tjære samt PAH-forbindelser. Indholdet af PAH-forbindelser er i samtlige undersøgelser, bortset fra en enkelt, opgivet som en sum af 16 enkeltstoffer samt en specifik værdi for benzo(a)pyren. I den seneste undersøgelse er indholdet af PAH'er opgivet som en sum af 7 enkeltstoffer, herunder bl.a. benzo(a)pyren og dibenz(a,h)antracen, jf. Miljøstyrelsens Vejledning nr. 6, 1998 /ref. 10/.

I to af undersøgelserne er der endvidere analyseret for olieprodukter samt alkylbenzener, og i en undersøgelse er der udført enkelte tungmetalanalyser.

5.3.3 Analyseresultater

I bilag 1 er der udarbejdet en kort beskrivelse af de enkelte pladser og resultaterne er sammenfattet for hver enkelt undersøgelse. Udvalgte analyseresultater fra de 5 undersøgelser er opsummeret i tabel 5.1.

		Enhed	PAH-sum ¹		Total	Benzo(a)-	Dibenz(a,h)-
			16 stk.	7 stk.	tjære	pyren	anthracen
Kvalitetskriterie		mg/kg TS	5	1,5		0,1	0,1
Afskæringskriterie		mg/kg TS	50	15		1,0	1,0
Prøve- dybde 0,1-0,2 m.u.t	Analyser	stk.	299	23	252	322	205
	Middelværdi	mg/kg	221	36	1.482	13	2,4
	Max. værdi	mg/kg	18.142	168	120.000	709	99
	Min. værdi	mg/kg	0	3,7	0	0	0
	Standardafvigelse	mg/kg	1.277	38	9.016	54	10
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	85	100		92	72
	Overskridelse af afskæringskriteriet	%	47	61		77	39
Prøve- dybde 0,3-0,6 m.u.t.	Analyser	stk.	268	11	209	279	161
	Middelværdi	mg/kg	20	32	80	1,5	0,2
	Max. værdi	mg/kg	1.610	113	1.860	119	5
	Min. værdi	mg/kg	0	2,0	0	0	0
	Standardafvigelse	mg/kg	121	39	233	8	0,7
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	24	100		40	15
	Overskridelse af afskæringskriteriet	%	5	55		17	6
Prøve- dybde 1,0 m.u.t.	Analyser	stk.	64	0	68	68	40
	Middelværdi	mg/kg	17		94	1,4	0,3
	Max. værdi	mg/kg	224		1.370	21	2,6
	Min. værdi	mg/kg	0		0	0	0
	Standardafvigelse	mg/kg	39		230	3	0,6
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	31			43	33
	Overskridelse af afskæringskriteriet	%	14			34	18
Prøve- dybde 1,5 m.u.t.	Analyser	stk.	12	0	11	11	11
	Middelværdi	mg/kg	24		73	0,8	0,04
	Max. værdi	mg/kg	216		293	3	0,4
	Min. værdi	mg/kg	0		0	0	0
	Standardafvigelse	mg/kg	61		87	0,9	0,1
	Overskridelser af kvalitetskriteriet	%	50			82	9

Note 1 PAH-summen er udregnet for hhv. 16 og 7 enkeltstoffer. Resultaterne er opgivet pr. kg. våd prøve. Resultaterne vil typisk være ca. 10-15% højere, hvis de var opgivet pr. kg TS.

Tabel 5.1 Sammenfatning af analyseresultater på jordprøver fra de 5 forureningsundersøgelser på tidligere tjærepladser i Nordjyllands Amt.

5.3.4 Generel forureningssituation på de 5 pladser

Som det fremgår af tabel 5.1 viser resultaterne fra de 5 undersøgelser, at der findes en meget udbredt og markant forurening med tjære og PAH-forbindelser i de overfladenære jordlag ned til ca. 0,6 m.u.t. I de dybere lag er forureningen typisk mere diffus og på et lavere niveau end i topjorden. I enkelte prøver er der dog truffet forurening i større dybder. Det skal dog bemærkes, at der på 3 af

pladserne er foretaget terrænreguleringer, ligesom der typisk kun er analyseret jordprøver fra 1,5 m.u.t, hvis der er konstateret tjære 1,0 m.u.t.

Indholdet af PAH-forbindelser (16 enkeltstoffer) udgør jf. tabel 5.1 typisk 15-35 % af det totale tjæreindhold. Benzo(a)pyren udgør mellem 3-8 % af det samlede PAH-indhold (16 enkeltstoffer) og dibenz(a,h)anthracen udgør mellem 0,2-2 % af det samlede PAH-indhold. Ifølge Miljøstyrelsen /ref. 11/ er det typiske indhold af PAH-forbindelser i ældre tjæreforureninger ca. 50 %, og af PAH-forbindelserne udgør benzo(a)pyren typisk ca. 1 %. Indholdet af benzo(a)pyren på de undersøgte tjærepladser udgør derfor en markant større andel af PAH-indholdet, end det er tilfældet ved andre typer tjæreforureninger i Danmark.

Forureningen i topjorden (0,1 m.u.t.) er meget markant, idet 72-100 % af prøverne overskrider kvalitetskriterierne afhængig af, hvilket stof man ser på. For PAH-summen (16 enkeltstoffer) overskrider 85 % af de i alt 299 analyserede prøver kvalitetskriteriet. Gennemsnitsværdien ligger på 221 mg/kg, hvilket er 44 gange over det tidligere kvalitetskriterie på 5 mg/kg TS (16 enkeltstoffer). Med det gældende kvalitetskriterie på 1,5 mg/kg TS for PAH-summen (7 enkeltstoffer) overskrider samtlige 23 analyserede prøver kvalitetskriteriet. Gennemsnitsværdien ligger på 36 mg/kg, dvs. 24 gange over kvalitetskriteriet. For benzo(a)pyren overskrider 92 % af de i alt 322 analyserede prøver kvalitetskriteriet på 0,1 mg/kg TS. Gennemsnitsværdien ligger på 13 mg/kg, dvs. 130 gange over kvalitetskriteriet. For dibenz(a,h)anthracen overskrider 72 % af de i alt 205 analyserede prøver kvalitetskriteriet. Gennemsnitsværdien ligger på 2,4 mg/kg, dvs. 24 gange over kvalitetskriteriet på 0,1 mg/kg TS.

I topjorden overskrider mellem 39-77 % af prøverne afskæringskriteriet afhængig af, hvilket stof man ser på. Samtlige middelværdier ligger betydeligt over afskæringskriteriet, og ser man på de enkelte prøver, er det i langt i de fleste tilfælde både PAH-summen og benzo(a)pyren, som overskrider afskæringskriteriet. Indholdet af dibenz(a,h)anthracen overskrider ikke afskæringskriteriet så hyppigt.

I dybden 0,3-0,6 m.u.t. er det generelle billede, at både antal og størrelsen af overskridelserne af kvalitetskriterierne og afskæringskriterierne ligger på et lavere niveau end i topjorden. Mellem 15-100 % af prøverne fra denne dybde overskrider kvalitetskriterierne og 5-100 % af prøverne overskrider afskæringskriteriet. Gennemsnitsværdierne ligger 4-21 gange over kvalitetskriterierne.

I dybderne 1,0 og 1,5 m.u.t. ligger antallet af overskridelser højere end i dybden 0,3-0,6 m.u.t. Dette skyldes som nævnt, at der som hovedregel kun er analyseret prøver fra 1,0 og 1,5 m.u.t., når det var forventet at finde forurening i disse dybder. Resultaterne er derfor ikke repræsentative for den generelle forureningssituation på de tidligere tjærepladser i disse dybder, men viser, at der enkelte steder kan findes forurening i større dybde primært som følge af terrænregulering eller opfyldning.

Ved en statistisk behandling af analyseresultaterne fremgår det, at standardafvigelsen er meget stor. Det skyldes ikke så meget forskelle mellem de enkelte pladser, men mere store udsving i forureningsniveauet indenfor de enkelte pladser. Der findes enkelte ekstremt høje værdier, som stammer fra prøver udtaget i hotspotområdet omkring tjæregryden, og minimums værdier fra steder, som ikke er påvirket af aktiviteterne på tjærepladserne. Ved undersøgelser på denne type pladser er det derfor vigtigt med en rimelig borings- og analysetæthed, for at opnå et realistisk billede af forureningstilstanden.

Det har kun i få tilfælde været muligt at observere forureningen visuelt eller ved lugtbedømmelse under feltarbejdet. Enkelte steder er der dog konstateret "tjære-klumper" i jordprøverne. Generelt er der ikke målt PID-udslag over baggrundsniveau i de analyserede jordprøver.

Der er kun konstateret olie, benzin og BTEX'er over detektionsgrænsen i enkelte prøver, ligesom der ikke er konstateret tungmetaller (bly, zink og kobber) signifikant over baggrundsniveauet på den ene plads, hvor der er analyseret for tungmetaller.

Der er ikke udtaget vandprøver til analyse i forbindelse med disse 5 undersøgelser.

5.3.5 Sammenligning af resultaterne fra de 5 pladser.

Ovenstående generelle gennemgang af forureningssituationen giver ikke umiddelbart et indtryk af forskellene de enkelte pladser imellem.

I tabel 5.2 er der derfor opstillet en oversigt over analyseresultaterne på de enkelte pladser. Da PAH-summen er udregnet forskelligt på de enkelte pladser (hhv. 6, 7 og 16 enkeltstoffer) og derfor ikke direkte sammenlignelig, er det valgt kun at angive resultaterne for benzo(a)pyren. Benzo(a)pyren er samtidig den parameter, som overskrider både kvalitetskriteriet og afskæringskriteriet hyppigst på samtlige pladser.

I bilag 1 er der udarbejdet en mere detaljeret gennemgang af resultaterne fra de enkelte undersøgelser.

Dyb-dem.u.t	Plads	Benzo(a)pyren middelværdi mg/kg	Benzo(a)pyren max. værdi mg/kg	Overskridelse af kvalitetskriteriet for benzo(a)pyren på 0,1 mg/kg TS %	Overskridelse af afskæringskriteriet for benzo(a)pyren på 1,0 mg/kg TS %
0,1-0,2	Skagen I	9,80	80,0	97	83
	Skagen II	5,80	40,8	92	78
	Frederikshavn	5,80	27,4	87	87
	Læsø	6,50	115	67	29
	Aabybro	216	709	100	100
0,3-0,6	Skagen I	1,60	119	38	11
	Skagen II	1,10	33,4	36	16
	Frederikshavn	5,30	19,7	82	73
	Læsø ¹	0,54	1,50	60	20
	Aabybro ²	5,66	15,7	100	100

Note 1 Begrænset statistisk grundlag (4-5 stk. analyser)

Note 2 Begrænset statistisk grundlag (4-5 stk. analyser)

Tabel 5.2 Sammenstilling af benzo(a)pyren indholdet i 0,1-0,2 og 0,3-0,6 m.u.t. for de 5 pladser.

Undersøgelserne i Skagen og Frederikshavn er udført med henblik på karakterisering af den generelle fladeforurening i området og der er ikke udført specielle undersøgelser omkring tjæregryden. Resultaterne fra disse pladser er derfor et udtryk for den fladeforurening, som kan forekomme på områder, der har været anvendt til afdrypning fra nytjærede bundgarn. På pladsen i Aabybro er undersøgelsen koncentreret omkring tjæregryden, og resultaterne viser derfor den påvirkning, som stammer fra selve tjæreprocessen. Pladsen på

Læsø er undersøgt både omkring tjæregryden samt på arealerne, hvor nettene har ligget til tørre.

Resultaterne fra topjorden på pladserne i Skagen og Frederikshavn er meget sammenlignelige, idet 87-97 % af prøverne overskrider kvalitetskriteriet for benzo(a)pyren og 78-87 % af prøverne overskrider endvidere afskæringskriteriet. Middelværdi og max. værdi ligger ligeledes på samme niveau. 0,3-0,6 m.u.t. er der lidt mere spredning på resultaterne mellem disse pladser.

Pladsen på Læsø er karakteriseret ved et lidt lavere generelt forureningsniveau end pladserne i Skagen og Frederikshavn. Men her er der konstateret en højre max. værdi i topjorden.

Resultaterne fra pladsen i Aabybro ligger på et helt andet og meget højere niveau end resultaterne fra de øvrige pladser idet undersøgelsen er koncentreret omkring tjæregryden.

6. Historisk kortlægning

Ved kortlægningen af tjærepladser skal man være opmærksom på, at der ikke findes nogen form for offentlig registrering over disse pladser. Det kræver en relativ grundig kortlægning at finde frem til tjærepladserne. Kortlægningen må i høj grad baseres på interview med tidligere fiskere samt andre lokalkendte i de enkelte områder. Herudover er der en række andre kilder, hvorfra det i nogle tilfælde er muligt at indhente visse oplysninger om tjærepladserne. Det kan dog i mange tilfælde være vanskeligt at opnå en nøjagtig afgrænsning af de enkelte tjærepladser, hvorfor denne ofte vil være behæftet med en vis usikkerhed. De oplysninger, der er relevante for den enkelte tjæreplads i forbindelse med kortlægningen, er først og fremmest pladsens placering og en så nøjagtig afgrænsning som mulig. Desuden er placeringen af gryden og tørreplads en væsentlig oplysning. Det samme gælder oplysninger om driftsperioden, hvilke garntyper, der blev tjæret, og om der har foregået støbning af blylodder. Andre oplysninger, som er brugbare, men ikke af afgørende betydning, er, hvilken type tjære der blev brugt samt navnet på ejeren af pladsen.

6.1 Anvendelige kilder

I det følgende gennemgås mulige kilder til lokalisering og afgrænsning af tjærepladser:

- Flyfotos
- Interview med tidligere fiskere/lokalkendte personer
- Lokalhistorisk arkiv/lokalhistorisk materiale
- Offentlige arkiver
- Øvrige kilder

6.1.1 Flyfotos

Lodfotos

Til kortlægningen kan det være nyttigt at benytte lodfotos, helst i målestok 1:10.000 eller større. Disse kan bruges til afgrænsning af lokaliserede tjærepladser, og i nogle tilfælde kan de ligeledes bruges til selve lokaliseringen af pladserne. Sådanne lodfotos kan rekvireres hos Kort- og Matrikelstyrelsen. Det anbefales, at der bruges en eller flere serier af de ældste lodfotos, der kan skaffes for det område, som skal undersøges, helst fra 1960'erne eller tidligere. Det kan nævnes, at der foreligger en landsdækkende serie i 1:10.000 fra 1954. Der er ligeledes en landsdækkende serie fra 1945 i målestok 1:40.000. Fra 1960'erne er der serier fra forskellige år, men disse serier er dog ikke landsdækkende. I forbindelse med kortlægningen i Nordjyllands Amt er der for hvert område anvendt lodfotos fra to serier. Der er benyttet den landsdækkende serie fra 1954 samt en af serierne fra 1960'erne. I ét område er der ligeledes anvendt

et foto fra serien i 1945, men den relativt store målestok bevirkede, at detaljeringsgraden på fotoet blev meget lille, og det kunne derfor kun bruges i begrænset omfang. I et andet område er det forsøgt at benytte en forstørrelse af et foto fra serien i 1945, men erfaringen hermed var, at det forstørrede foto ikke blev skarp nok, hvilket ligeledes fik betydning for detaljeringsgraden, og fotoet kunne kun anvendes i begrænset omfang.

I nogle tilfælde er det på lodfotos muligt at identificere garn, som er udbredt på jorden eller ophængt på pæle til tørring. Dette kræver naturligvis, at der er tale om garn af en vis størrelse, f.eks. er det på et lodfoto i 1:10.000 nærmest umuligt at identificere tove, der hænger på tørrestativer. Det kræver ligeledes, at lodfotoet er taget på det tidspunkt af året, hvor garnene blev tjæret. De fleste lodfotos er taget omkring maj måned. Dette falder sammen med det tidspunkt, hvor eksempelvis de fleste bundgarn blev tjæret. Derfor har det i flere tilfælde været muligt på lodfotos at identificere bundgarn, der ligger til tørre. Ruser bliver derimod hovedsageligt tjæret i juni-juli, og som følge heraf har det ikke været muligt at observere ruser, der ligger til tørre. Der kan i nogle tilfælde observeres mørke afmærkninger på jorden, som kan være tjære på områder, hvor der tidligere har været lagt garn til tørre.

Det skal desuden bemærkes, at det ud fra flyfotos ikke med sikkerhed kan afgøres, om der er tale om nytjærede garn og dermed en tjæreplads. Garnene blev også lagt til tørre efter endt fiskeri, indimellem de blev tjæret. Derfor skal lokalisering ved hjælp af flyfotos i alle tilfælde sammenholdes med interviews med lokalkendte personer, som kan bekræfte, at der har været tjæret garn eller tørret nytjærede garn i det pågældende område.

Lodfotos fra 1960'erne eller tidligere kan ligeledes være til stor hjælp i forbindelse med interviews med lokalkendte. Det har vist sig, at det i nogle tilfælde er mere effektivt at få udpeget placeringen af en tjæreplads ud fra disse lodfotos, end at foretage en besigtigelse af området sammen med personen. Dette skyldes, at mange af områderne har ændret udseende i sådant et omfang, at det er meget svært for personen at genskabe et billede af, hvor pladserne nøjagtigt var placeret.

Lodfotos fra 1960'erne eller tidligere er også ofte yderst velegnede til at vurdere den naturlige afgrænsning, der tidligere har været for pladsen. Det, der kan opfattes som en naturlig afgrænsning, kan eksempelvis være et tydeligt skel mellem tjærepladsen og en mark beliggende ved siden af. Afgrænsningen kan også være bevoksning, veje og bebyggelse. Det er desuden erfaringen, at tjærepladserne ofte var beliggende på brakjord, der ikke var egnet til dyrkning.

Skråfotos

I en del af Danmarks havne er der taget skråfotos tilbage til 1930'erne. Disse kan f.eks. anskaffes gennem Det Kongelige Bibliotek. Disse skråfotos er af en meget god kvalitet, og de har i forbindelse med kortlægningen i Nordjyllands Amt været benyttet til en mere detaljeret lokalisering af små pladser, der lå i

bebyggede områder ved havnene, og som var vanskelige at lokalisere og/eller afgrænse ud fra andet materiale.

Flyvevåbnets Historiske Samling ligger ligeledes inde med en del ældre skråfotos. Det er dog forskelligt fra område til område i Danmark, hvornår de er startet med at tage disse fotos. I Nordjylland findes der således kun få anvendelige skråfotos fra Flyvevåbnets Historiske Samling fra perioden før 1950.

Usikkerheder ved anvendelse af flyfotos

Der forekommer visse usikkerheder, man bør være opmærksom på ved anvendelse af luftfotos i forbindelse med afgrænsning af tjærepladser.

I forbindelse med lokalisering af tjærepladser ud fra flyfotos er der en vis usikkerhed, idet man som nævnt ikke kan se, om garnene/tovene hænger til tørre eller til tjæreafdrypning.

I de tilfælde, hvor tjærepladsen ligger i umiddelbar tilknytning til en eksisterende bebyggelse, er det vigtigt at kende opførelsestidspunktet for det pågældende byggeri, idet tjærepladsen tidligere kan have omfattet de områder, der er bebygget på det pågældende foto. Der er ligeledes en vis usikkerhed forbundet med overførslen af pladsens afgrænsning fra lodfoto eller skråfoto til et matrikelkort. Dette gælder især, hvis området i dag er udstykket i flere små matrikler. Der kan således i forbindelse med afgrænsningen være usikkerhed om de matrikler, der ligger i pladsens periferi.

6.1.2 Interview med lokalkendte personer

Til bekræftelse og afgrænsning af de lokaliserede tjærepladser anbefales det, at der foretages interviews med lokalkendte personer. Da der som nævnt næsten ingen skriftlige kilder er til tjærepladserne, er disse interviews en meget afgørende og vigtig kilde.

En meget direkte kilde er personer med tilknytning til fiskeriet. Det drejer sig især om ældre fiskere, der evt. selv har været med til at tjære garn/tove, men også familie til tidligere fiskere kan være brugbare kilder.

En anden mulig kildetype er ældre personer, der ikke har nogen direkte tilknytning til fiskeriet, men som har boet i området i deres barndom, og som derfor kan have stor indsigt i lokalsamfundet, herunder indirekte i fiskeriet og tjærepladserne.

Som øvrige kilder kan nævnes personer med lokalhistorisk interesse. Ligeledes kan der være hjælp og viden at hente hos de lokale havnefogeder, på havnekonatorerne og eventuelt hos den lokale fagbevægelse. Disse kilder kan specielt være en stor hjælp i de større havnebyer, hvor det kan være relativt problematisk at finde frem til personer med et tilstrækkeligt omfattende lokalkendskab.

Der er mange muligheder for at finde disse kilder. En mulighed er ved henvendelse til de lokalhistoriske arkiver og foreninger, som måtte være i området. En anden mulighed er at spørge kommunen, om de har nogle kontakter til ældre

personer med lokalkendskab (evt. tidligere ansatte hos kommunen). Man kan også forsøge selv at opsøge potentielle kilder ved at besøge havnene eller ved at ringe til tilfældige personer i området for således at spore sig ind på eventuelle kilder.

Ved interviewene er det desuden en mulighed at spørge, om personen har kendskab til tjærepladser i de nærliggende byer og/eller til personer med lokalkendskab i disse byer.

6.1.3 Lokalhistorisk arkiv/lokalhistorisk materiale

Ved henvendelse til de lokalhistoriske arkiver og foreninger med tilknytning til de enkelte områder, kan der i mange tilfælde findes beskrivelser af lokalsamfundene med relevante oplysninger. Ligeledes findes der ofte forskellige fotografier af fiskeriet i området.

Som allerede nævnt foreligger der ligeledes den mulighed, at de kan henvise til lokalkendte personer.

6.1.4 Offentlige arkiver

I forbindelse med kortlægningen i Nordjyllands Amt blev der som et forsøg foretaget en gennemgang af byggesagsarkiv samt tingbog for nogle enkelte pladser. Erfaringerne herfra viste, at det er meget begrænset, hvor mange oplysninger, der findes om tjærepladser i disse arkiver. Forklaringen på dette er bl.a., at tjærepladserne ofte har ligget på "lejet grund" uden nogen form for offentlig registrering. På baggrund af disse erfaringer valgte man ikke at foretage konsekvent gennemgang af disse arkiver i forbindelse med kortlægningen af tjærepladser i Nordjyllands Amt. I nogle tilfælde har det dog vist sig muligt at finde relevante oplysninger i byggesagsarkiverne og tingbøgerne, og i sådanne tilfælde er arkiverne blevet gennemgået.

Byggesagsarkiv

I byggesagsarkiverne kan man i nogle tilfælde være heldig at finde ansøgninger om opførelse af eksempelvis skure til fiskeredskaber. Dette er ikke i sig selv et bevis for, at der har været tjæreplads på området, men det kan bruges til at underbygge andre oplysninger.

I byggesagsarkiverne kan man ligeledes finde oplysninger om, hvornår området hvor tjærepladsen var beliggende er bebygget. Dette kan være en hjælp i forbindelse med fastsættelse af, hvornår driften af den enkelte tjæreplads er ophørt, eller om bebyggelsen kan være opført på dele af en tidligere tjæreplads.

Tingbøger

Erfaringerne viser, at der kun i meget få tilfælde findes deklARATIONER i tingbøgerne omhandlende udlejning af jord til tjærepladser. Hvis brugeren af tjærepladsen derimod selv har ejet jorden, og navnet på denne person kendes, kan tingbøgerne give oplysninger om, hvilke matrikler den pågældende person har ejet og i hvilken periode.

I flere tilfælde er de matrikler, hvorpå tjærepladserne var beliggende, senere blevet udstykket i flere matrikler. Det kan i visse situationer være vanskeligt at afgøre præcist, hvilke af de nuværende matrikler, der tilhørte den/de oprindelige matrikler, hvor tjærepladsen var beliggende. I sådanne tilfælde kan tingbøgerne anvendes til at afklare, hvorledes denne udmatrikulering er foregået.

6.1.5 Øvrige kilder

Gamle kort, specielt gamle matrikelkort, kan være en brugbar kilde, især i forbindelse med afgrænsningen af tjærepladserne. Sådanne kort kan ofte findes hos eksempelvis kommunen, forsyningsselskaberne (vand/kloak/gas/el) eller på de lokalhistoriske arkiver.

6.2 Resultater af kortlægningsarbejdet i Nordjyllands Amt

Der er som nævnt foretaget kortlægning af tjærepladserne i Nordjyllands Amt. Udover antallet af pladser giver kortlægningen bl.a. et overblik over, hvor store arealer, der er tale om, og hvad arealerne benyttes til i dag. Resultaterne af kortlægningen er opsummeret i tabel 6.1.

	Antal tjærepladser		Antal matrikler			Areal [m ²]	
	I alt	Med boliger	Bolig	Erhverv/Industri	Ubebygget	I alt	Gennemsnit pr. plads
Østkysten ¹	87	51	620	68	96	1.658.000	20.000
Vestkysten ²	12	3	3	5	4	11.000	1.000
Indre farvan- de ³	41	11	26	20	30	203.000	5.000
Samlet	140	65	649	93	130	1.872.000	13.000

Note 1 Omfatter følgende kommuner: Dronninglund, Frederikshavn, Hadsund, Hals, Læsø, Sejlflod, Skagen, Sæby.

Note 2 Omfatter følgende kommuner: Brovst, Fjerritslev, Hirtshals, Hjørring, Løkken, Vrå, Pandrup.

Note 3 Omfatter følgende kommuner: Arden, Aalborg, Aabybro, Brovst, Farsø, Fjerritslev, Hadsund, Hals, Hobro, Løgstør, Nibe, Sejlflod.

Tabel 6.1 Opsummering af resultaterne fra kortlægningen af tjærepladser i Nordjyllands Amt.

Som det fremgår af tabel 6.1, er tjærepladserne opdelt i 3 hovedområder, hhv. østkysten, vestkysten og indre farvande. Denne opdeling skyldes, som beskrevet tidligere i dette kapitel, at der er foregået forskellige typer fiskeri i disse 3 områder, og det har en vis betydning for antallet og udstrækningen af tjærepladserne.

I forbindelse med kortlægningen i Nordjyllands Amt er der således lokaliseret i alt ca. 140 tjærepladser med et samlet areal på ca. 200 ha. Af de 140 kortlagte tjærepladser er der på nuværende tidspunkt bygget boliger på 65 pladser svarende til 46 %. Boliggrundene omfatter i alt ca. 650 matrikler. Langt hovedparten af disse pladser er beliggende på østkysten.

Hvis man ser på den gennemsnitlige størrelse af pladserne i de enkelte områder, så findes de største pladser på østkysten, ca. 20.000 m² i gennemsnit pr. plads. Dette skyldes, at man på østkysten hovedsageligt tjærede de relativt store bundgarn. I de indre farvande, hvor det i stort omfang var ruser, der blev tjæret, er pladserne mindre, ca. 5.000 m² pr. plads. På vestkysten har der typisk kun været tjæret tove, og derfor er pladserne her relativt små, ca. 1.000 m² pr. plads. Der er ligeledes en tendens til, at der på østkysten er boliger på en større andel af tjærepladserne, ca. 60 %, end det er tilfældet på vestkysten og i de indre farvande, hvor der begge steder er boliger på ca. 25 % af pladserne.

Det skal bemærkes, at på østkysten er de fleste pladser koncentreret i Skagen og Frederikshavn. Pladserne i de to byer udgør således ca. 63 % af det samlede areal for pladserne på østkysten.

Med hensyn til antallet af boliger, skal man være opmærksom på, at der på nogle matrikler godt kan være mere end én bolig. Det kan f.eks. være i forbindelse med rækkehuse i et boligselskab. Som et eksempel herpå kan det nævnes, at en af de kortlagte pladser i Skagen Kommune kun omfatter 2 matrikler, men der er 59 boliger i form af rækkehuse med tilhørende haver. Når en matrikel dækker over flere boliger, er der dog også eksempler på, at det er boligblokke uden haver.

De kortlagte tjærepladser i Nordjyllands Amt omfatter således i alt ca. 900 enkeltboliger og boliggrundene omfatter et samlet areal på ca. 830.000 m².

7. Undersøgelsesstrategi

7.1 Historik

Afhængig af hvor grundigt det indledende kortlægningsarbejde er foretaget, vil det ofte være hensigtsmæssigt at gennemføre en supplerende historisk gennemgang af tjærepladsen som grundlag for tilrettelæggelse af en forureningsundersøgelse.

Følgende oplysninger kan være væsentlige i forbindelse med tilrettelæggelse af en forureningsundersøgelse på en tidligere tjæreplads/vodbinderi:

- Afgrænsning af tjærepladsen/tørreområdet
- Driftsperiode og aktivitetsniveau
- Garnstype (ruser/bundgarn/tove)
- Placering af tjæregryder og oplag af tjære (bemærk tjæregryden/oplag kan være flyttet rundt på pladsen)
- Tjæretype evt. anden form for imprægnering
- Er der foretaget støbning af blylodder evt. kabelafbrænding
- Er der foretaget væsentlige terrænreguleringer under eller efter tjæreaktivitets ophør. Bemærk at sandflugt nogle steder kan medføre, at den tidligere overfalde befinder sig nogle cm. under det nuværende terræn.

Som nævnt i kap. 6 er der imidlertid kun få skriftlige kilder, som dokumenterer ovennævnte forhold, hvorfor interviews med lokalkendte erfaringsmæssigt giver det største udbytte. Se i øvrigt kildegennemgangen i kapitel 6.

7.2 Tekniske undersøgelser

De tekniske undersøgelser i forbindelse med en forureningsundersøgelse på en tidligere tjæreplads kan opdeles i følgende hovedaktiviteter:

- Forarbejde
- Feltarbejde
- Kemiske analyser
- Risikovurdering og rapportering

7.2.1 Forarbejde

Inden undersøgelsesstrategien endeligt fastlægges, bør følgende forhold afklares:

- Besigtigelse af lokaliteten herunder registrering af nuværende arealanvendelse og fysiske forhold, som kan have betydning for placering af undersøgelsesboringer og valg af boregrej/boremetode.
- Indhentning af ledningsoplysninger (vand, kloak, el, telefon, antenne, gas) samt oplysninger om evt. nedgravede tankanlæg.
- Indhentning af gravetilladelse, hvis undersøgelsen omfatter boringer i offentlige arealer.
- Indhentning af foreliggende geologiske og hydrogeologiske oplysninger med henblik på fastlæggelse af boremetode samt forberedelse af boreddybde og evt. filtersætning, gruskastning, afpropning.

Indhentning af oplysninger om vandindvinding.

7.2.2 Feltarbejde

Feltarbejdet i forbindelse med en undersøgelse af denne type kan typisk opdeles i følgende hovedaktiviteter:

- Borearbejde
- Prøveudtagning
- Feltanalyser

Borearbejde

Erfaringerne fra de hidtil gennemførte undersøgelser på tidligere tjærepladser, indikerer at der typisk er tale om terrænnær forureningen. I de tilfælde, hvor der er foretaget større terrænreguleringer f.eks. i forbindelse med byggemodning af området, er der imidlertid eksempler på, at forureningen ikke er afgrænset 1,5 m.u.t. I området omkring tjæregryden og tjæreoplaget må det ligeledes forventes, at forureningen kan være trængt ned i større dybde, idet dette område erfaringsmæssigt kan have været belastet med betydelige mængder fri fase tjære.

Boreprogrammet bør således afspejle disse forhold ved f.eks. at være sammensat af en række korte boringer til 1-1,5 m.u.t med henblik på en generel arealdækning af tørreområderne og dybere boringer til afgrænsning af evt. forurening i området omkring tjæregryden/tjæreoplaget.

Afhængig af geologien, tilgængeligheden og antallet af boringer kan de korte boringer evt. udføres som håndboringer med pælespade, sneglebor eller lignende.

De dybe boringer til vertikal afgrænsning af hot-spotområdet kan typisk udføres som uforede snegleboringer med hydraulisk boreudstyr dog afhængig af geologi, grundvandsspejlets beliggenhed og den nødvendige boreddybde. Afhængig af grundvandsinteresserne i området og de aktuelle forureningsforhold kan det være aktuelt, at filtersætte en eller flere boringer i toppen af grundvandsspejlet og evt. dybere, hvis der mod forventning, registreres en betydelig vertikal udbredelse af fri fase tjære i området. Disse boringer bør som hovedregel udføres som forede boringer evt. som hulsneglsboringer.

Prøveudtagning

Det anbefales, at der under borearbejdet udtages jordprøver fra topjorden 0,1 m.u.t og herefter for hver halve boremeter dvs. 0,5, 1,0, 1,5 m.u.t. osv. Prøvetagningen bør dog tilpasses de aktuelle geologiske og forureningsmæssige forhold på stedet.

Da PAH-forbindelserne er relativt stabile, kan jordprøverne udtages i f.eks. glas og rilsanposer med henblik på hhv. kemisk analyse og PID-måling. Det samme gælder evt. prøver til tungmetalbestemmelse.

Afhængig af filterdimension mv. kan vandprøver fra filtersatte boringer typisk udtages med MP-1 pumpe eller engangsdypumper efter grundig ren- og forpumpning. Forpumpningen kan evt. dokumenteres ved feltmåling af ledningsevne, ilt, pH og temperatur. Det skal bemærkes at der ikke er udtaget vandprøver til kemisk analyse i forbindelse med de hidtil gennemførte undersøgelser på tjæregrunde i Nordjyllands Amt.

Feltanalyser

I forbindelse med undersøgelser på tjærepladser kan der ofte være behov for en indledende vurdering af forureningsforholdene f.eks. til fastlæggelse af nødvendig boringsdybde og som støtte ved prøveudvælgelse til kemisk analyse på eksternt laboratorium.

Følgende feltanalyser kan være relevante i forbindelse med undersøgelser på tidligere tjærepladser:

- PID-måling
- PAH immunoassay Test Kits til forureninger med PAH'er

PID-målinger har imidlertid begrænset værdi på tjærepladserne, idet forureningen typisk består af de tungere tjærekomponenter uden indhold af flygtige forureningskomponenter som f.eks. BTEX'er. PID-målingerne giver imidlertid en vis sikkerhed for, at uventede forureninger med flygtige stoffer (f.eks. olieforurening) erkendes tidligt nok til, at disse kan inddrages i analyseprogrammet.

PAH-test-kittet har vist sig at være interessant på tjærepladserne, idet forureningen som nævnt ofte ikke kan erkendes visuelt eller med PID-målinger. Be-

dømt ud fra sammenlignende analyser, som er gennemført på jordprøver fra undersøgelse i Nordjyllands Amt vurderes metoden, at være velegnet til vurdering af PAH-niveauerne i tjæreforurenet jord jf. /ref. 12/. Der er således konstateret god sammenhæng mellem PAH-testresultater og GC-analyser på samme jordprøver. I 30 ud af 37 prøver ligger resultatet af GC analysen således inden for det angivne interval og i de resterende 7 prøver som falder uden for intervallet er afvigelsen begrænset til få mg/kg .

Anvendelsesområde	Anvendes til vurdering af om jord er forurenet med PAH
Princip	Metoden er baseret på immunoassay teknologi og er specifik for PAH. PAH ekstraheres fra jorden, og ekstraktet tilsættes reagenser bl.a. antistoffer/enzymer, som reagerer med farve, hvis prøven ikke indeholder PAH over en forudbestilt koncentration. Normalt bestilles 2 eller 3 testniveauer, f.eks. 1, 5 og 50 mg/kg, men testniveauer kan bestilles efter behov.
Forbehandling	Ca. 10 g jord ekstraheres med methanol og analyseres med immunoassay teknikken.
Analyse	Til at måle farvedannelse anvendes et spektrofotometer, hvor farveintensiteten sammenlignes med en standard, som svarer til testniveauet. Metoden er mest følsom for de 3-6 ringede aromater.
Beregning af resultater	Resultatet opgives som mere eller mindre end testniveauet.
Detektionsgrænser	Minimums detektionsgrænsen er ca. 1 mg/kg.
Interferens	Interferens fra BTEX og pentachlorphenol er minimal.
Rapportering	Resultatet opgives som mere eller mindre end testniveauerne, f.eks. mere end 5 mg/kg men mindre end 50 mg/kg.
Bemærkninger	Metoden kræver grundigt oplært personale og indendørs faciliteter f.eks. en skurvogn. Der kan ved større måleserier analyseres 5-6 prøver pr. time. Priseniveauet ligger mellem 450 - 500 kr pr. prøve inkl. Materialer og arbejds løn evt. lavere ved større måleserier.

Tabel 7.1 Oversigt over PAH-testkit jf. /ref. 12/.

I tilfælde af, at der er mistanke om tungmetallforurening på den aktuelle tjæreplads, f.eks. hvis der foreligger oplysninger om genvinding og udstøbning af bly eller anvendelse af tungmetalholdige imprægneringsmidler til nyere garntyper, kan det endvidere være relevant at anvende røntgenfluorescensudstyr, EDXRF som støtte ved afgrænsning og udvælgelse af prøver til akkrediteret analyse. EDXRF analyserne er nærmere beskrevet i f.eks. /ref. 13/.

7.2.3 Kemiske analyser, jord

Kortlægning og dokumentation af tjæreforurening

Prøvetagning og analyse af jord for indhold af PAH-forbindelser skal udføres i henhold til anvisningerne i /ref. 14/.

Til kortlægning og dokumentation af en PAH-forurening på en tidligere tjæreplads anbefales det, at der anvendes GC-MS analyser jf. /ref. 14/ med kvantificering af 7 PAH'ere (fluoranthen, benzo(b)fluoranthen, benzo(j)fluoranthen, benzo(k)fluoranthen, benzo(a)pyren, dibenz(a,h)anthracen og indeno(1,2,3-cd)pyren).

Der bør endvidere udføres tørstofbestemmelse iht. til DS 204 jf. /ref. 14/.

I forbindelse med kortlægning og afgrænsning af en PAH-forurening kan antallet af GC-MS analyser som nævnt reduceres, hvis der anvendes PAH-felttest. Resultaterne af feltanalyserne bør dog altid kontrolleres ved et mindre antal GC-MS analyser.

Karakterisering af forurening

Til karakterisering af stofsammensætningen i den konkrete forurening og vurdering af, om der forekommer andre forureningstyper end tjære anbefales det, at et mindre antal jordprøver analyseres ved henholdsvis GC/MS med kvantificering af flere PAH-forbindelser (f.eks. de 16 USA-EPA) og GC/FID analyse for olieprodukter jf. metoden i /ref. 14/.

Ved GC-FID analysen kan der endvidere foretages en bestemmelse af total kulbrinter samt en vurdering af produkttypen f.eks. frisk kultjære, nedbrudt tjære, træbjære, olieprodukter, terpentin mv.

Der udføres desuden en tørstof bestemmelse iht. til DS 204 jf. /ref. 14/.

Screening for andre stoffer

Hvis den historiske gennemgang indikerer, at der kan være foretaget imprægnering af garn/tove med nyere typer imprægneringsmidler eller støbning af blylodder, anbefales det at supplere analyseprogrammet med et antal tungmetalscreeninger for Pb, Cu og Zn ved ICP eller AAS-teknik. Antallet af ICP eller AAS analyser kan reduceres, hvis der anvendes laboratorie eller felt analyser med EDXRF, men resultaterne bør altid dokumenteres ved et mindre antal akkrediterede ICP eller AAS analyser.

I tilfælde af, at der er visuelle eller lugtmæssige tegn på andre typer forureninger eller PID-udslag over baggrundsniveau, anbefales det som udgangspunkt, at foretage en GC/FID screening for olieprodukter (dieselolie, terpentin, petroleum, andre fortynder m.fl.) jf. /ref. 14/.

Der udføres desuden tørstof bestemmelse iht. til DS 204 jf. /ref. 14/ ved de akkrediterede analyser for tungmetaller og organiske parametre.

7.2.4 Kemiske analyser, grundvand

Afhængig af forureningssituationen og de geologiske og hydrogeologiske forhold på den enkelte tjæreplads, kan det være relevant at analysere et antal vand-

vandprøver for tjærestoffer, f.eks. hvis der konstateres markant tjæreforurening tæt på eller under grundvandsspejlet.

Analyseprogrammet bør typisk omfatte følgende stofgrupper:

Olieprodukter med kvantificering af BTEX'er.

Phenol samt methyl- og dimethylphenoler.

Hvis der konstateres en markant grundvandsforurening bør analyseprogrammet udvides med NSO-forbindelser, ligesom det kan være relevant at analysere for en række uorganiske parametre og organiske samleparametre med henblik på at vurdere nedbrydningsforholdene i en evt. forureningsfane.

7.3 Risikovurdering og rapportering

7.3.1 Risikovurdering

På baggrund af undersøgelsens resultater udarbejdes der en risikovurdering af forureningen i forhold til:

Arealanvendelse

Grundvand

Recipienter

Risikovurderingen udarbejdes i henhold til miljøstyrelsens vejledning 6, 1998 /ref. 10/

7.3.2 Rapportering

Rapporteringen udarbejdes ligeledes i henhold til /ref. 10/ og bør omfatte følgende hovedelementer:

Resumé

Indholdsfortegnelse

Bilagsfortegnelse

1. Indledning
2. Beskrivelse af lokaliteten
 - 2.1 Historisk redegørelse
 - 2.2 Grundens nuværende og fremtidige anvendelse
 - 2.3 Vandindvindingsinteresser og nærtliggende overfladerecipienter
3. Formål og strategi
4. Undersøgelsens omfang
5. Geologi og hydrogeologi
6. Forureningsomfang
 - 6.1 Forurening af jord
 - 6.2 Forurening af grundvand
7. Risikovurderinger
8. Sammenfatning og anbefaling
9. Referencer

8. Referencer

- /1/ Tophøj, Knud, "Fra Peder Rimmens tid: Fiskeriet ved Hirtshals omkring 1900", Fiskerimuseets Forlag, 1976.
- /2/ Rasmussen, P. E., "Forelæsninger over Almen Teknisk Kemi", Jul. Gjellerups Forlag, København 1949.
- /3/ Miljøstyrelsen 1990: Risikovurdering af forurenede grunde. Miljøprojekt nr. 123.
- /4/ Hansen, N., "Analyse af træ tjære og stenkulstjære som jordforurening", fra Vintermøde om grundvandsforurening, Vingstedcentret 6.-7.marts 1990, side 107-120, ATV, 1990.
- /5/ Miljøstyrelsen, "Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand", Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 20, 1995.
- /6/ Kaye, T. P., "Pine Tar: History and Uses.", www.maritime.org/conf-kaye-tar.htm.
- /7/ Vadstrup, S., "Behandling med træ tjære og tjærefarve", Raadvad-centerets anvisningsblade til Bygningsrestaurering, 10.september 1997, www.raadvad.dk.
- /8/ Hendrikson, J. B., Cram, D. J. og Hammond, G.S, "Organic Chemistry", 3rd edition, McGraw-Hill London New York, 1970.
- /9/ Austin, G. A., "Skreve's Chemical Process Industries", 5th. edition, McGraw-Hill New York, 1984.
- /10/ Miljøstyrelsen, "Vejledning om oprydning af forurenede lokaliteter", Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 6, 1998.
- /11/ Miljøstyrelsen, "Toksikologiske kvalitetskriterier for jord og drikkevand", Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 12, 1995.
- /12/ NIRAS, "Vurdering af felttestmetoder for PAH og tjærestoffer på tidligere tjærepladser for fiskenet", Udarbejdet af NIRAS for Nordjyllands Amt, Maj 1999.
- /13/ Amternes depotenhed, "Branchebeskrivelse for varmegærker", Teknik og Administration nr. 11, 1997.
- /14/ Miljøstyrelsen, "Vejledning om prøvetagning og analyse af jord", Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 13, 1998.
- /15/ Grundrids af organisk kemi. Almen Kemi III. Kap. 10.2.1 Tjære. Jensen K.A. Jul. Gjellerups forlag København 1970.

Bilag 1

Resultater fra 5 undersøgte tjærepladser i Nordjyllands Amt

Skagen I.

Aktiviteterne på denne plads har omfattet tjæring og tørring af bundgarn og driftsperioden har været fra ca. 1930 til 1960. Garnene blev efter tjæringen lagt til tørre på et stort areal omkring tjæregryden. Tjæreaktiviteterne har således omfattet et areal på omkring 51.000 m² som i dag er udstykket og bebygget med parcelhuse. Dette er en af de pladser, som kan stedfæstes ved hjælp af flyfotos, idet der på fotos fra driftsperioden, kan identificeres bundgarn udlagt til tørre på jorden. Der er gennemført en vis terrænregulering i forbindelse med byggemodning af området.

Undersøgelserne er udført som en generel undersøgelse af fladeforureningen på hele pladsen med vægt på de øverste 0,5 m af jordprofilet. Der er udtaget og analyseret jordprøver fra samtlige boringer fra 0,1 og 0,5 m.u.t. I dybderne 1,0 og 1,5 m.u.t. er der kun udført et mindre antal analyser typisk udvalgt fra de boringer hvor der er konstateret høje tjære/PAH koncentrationer 0,5 m.u.t. Analyseresultaterne fra 0,1 og 0,5 m.u.t. giver således en god karakteristik af den generelle forureningsbelastning, der kan forventes i et område, som har været anvendt til tørring af nytjærede bundgarn gennem en længere periode. Analyserne fra 1,0 og 1,5 m.u.t. er, som følge af den måde prøverne er valgt ud, ikke nødvendigvis repræsentative for den generelle forureningsbelastning i disse dybder.

Analyseresultaterne for denne plads er sammenfattet i tabel 1.

		Enhed	PAH-sum*	Benzo(a)-pyren	Total tjære
Kvalitetskriterie		mg/kg TS	5	0,1	
Afskæringskriterie		mg/kg TS	50	1,0	
Prøvedybde 0,1 m.u.t.	Analyser	stk.	113	113	68
	Middelværdi	mg/kg	109	9,80	550
	Max. værdi	mg/kg	920	80,0	3220
	Min. værdi	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 15
	Standardafvigelse	mg/kg	150	14,0	583
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	93	97	
Overskridelse af afskæringskriteriet	%	54	83		
Prøvedybde 0,5-0,6 m.u.t.	Analyser	stk.	112	112	67
	Middelværdi	mg/kg	29,0	1,60	34,3
	Max. værdi	mg/kg	1640	119	857
	Min. værdi	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 15
	Standardafvigelse	mg/kg	179	11,0	116
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	22	38	
Overskridelse af afskæringskriteriet	%	4	11		
Prøvedybde 1,0 m.u.t.	Analyser	stk.	24	24	24
	Middelværdi	mg/kg	3,50	0,40	15,0
	Max. værdi	mg/kg	27,3	3,13	120
	Min. værdi	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 15
	Standardafvigelse	mg/kg	8,00	1,00	15,0
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	17	24	
Overskridelse af afskæringskriteriet	%	0	13		
Prøvedybde 1,5 m.u.t.	Analyser	stk.	3	3	3
	Middelværdi	mg/kg	3,50	0,50	32,0
	Max. værdi	mg/kg	8,85	1,22	95,9
	Min. værdi	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 15
	Standardafvigelse	mg/kg	5,00	1,00	55,0
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	33	67	

Resultaterne er opgivet pr. kg våd prøve. Resultaterne vil typisk være ca. 10-15 % højere, hvis det var pr. kg TS.

* PAH-sum er udregnet som summen af 16 enkeltstoffer.

Table 1. Analyseresultater fra en tidligere tjæreplads i Skagen.

Forureningen i topjorden (0,1 m.u.t.) er meget markant, idet 93-97 % af prøverne overskrider kvalitetskriterierne afhængig af, hvilke stoffer man ser på. For PAH-summen (16 enkeltstoffer), overskrider 93 % af de i alt 113 analyserede prøver kvalitetskriteriet og 54 % overskrider afskæringskriteriet. Den maksimale PAH-koncentration er på 920 mg/kg (16 enkeltstoffer). Det gennemsnitlige PAH-indhold er på 109 mg/kg, dvs. 22 gange over det tidligere kvalitetskriterie på 5 mg/kg TS. Indholdet af benzo(a)pyren overskrider kvalitetskriteriet i 97 % af de 113 analyserede prøver og 83 % overskrider afskæringskriteriet. Den maksimale benzo(a)pyren koncentration er på 80 mg/kg og gennemsnitsværdien ligger på 9,8 mg/kg, dvs. 98 gange over kvalitetskriteriet på 0,1 mg/kg TS og 10 gange over afskæringskriteriet.

I dybden 0,5-0,6 m.u.t. er PAH-forureningen mindre markant end i topjorden. Her overskrider 22-38 % af de i alt 112 prøver kvalitetskriterierne. Den gennemsnitlige værdi for PAH-summen er på 29 mg/kg (16 enkeltstoffer), dvs. 6 gange over kvalitetskriteriet men under afskæringskriteriet. Den gennemsnitlige værdi for benzo(a)pyren er 1,60 mg/kg, dvs. 16 gange over kvalitetskriteriet og 2 gange over afskæringskriteriet. Selv om det generelle forureningsniveau er lavere end i topjorden er den maksimale koncentration for både PAH-summen og benzo(a)pyren højere sandsynligvis på grund af den nævnte terrænregulering.

1,0 og 1,5 m.u.t. ligger antallet af overskridelser højere end 0,5 m.u.t. Dette skyldes sandsynligvis, at prøverne som nævnt typisk kun er analyseret, hvis det var forventet at finde forurening i disse dybder.

Resultaterne viser således, at der forekommer en markant og udbredt fladeforurening med PAH-forbindelser i de øvre jordlag som følge af afdrykning af tjære fra de nytjærede net. Enkelte steder findes forurening ned til 1,5 m.u.t, hvilket sandsynligvis skyldes terrænregulering/opfyld. Der er ikke konstateret ekstremt høje værdier, som kendetegner hotspots hvorfor det vurderes, at den forventede forurening i området, hvor tjæregryden var opstillet, sandsynligvis er bortgravet i forbindelse med byggemodning af området. Der er ikke udtaget og analyseret vandprøver i forbindelse med undersøgelsen.

Skagen II.

Som på den første plads i Skagen har aktiviteterne på denne plads omfattet tjæring og tørring af bundgarn og driftsperioden har ligeledes været fra ca. 1930 til 1960. Garnene blev efter tjæringen lagt til tørre på et stort areal omkring tjæregryden. Tjæreaktiviteterne på denne plads omfattede et areal på omkring 46.000 m² som i dag er udstykket og bebygget med parcelhuse. Denne plads kunne ligeledes stedfæstes ved hjælp af flyfotos. I perioden fra tjærepladsens ophør til området blev bebygget har der på en del af arealet været en kunstig sø, som blev opfyldt i forbindelse med udstykningen. Der er herudover gennemført en vis terrænregulering i forbindelse med byggemodning af området

Undersøgelserne er udført som en generel undersøgelse af fladeforureningen på hele pladsen med vægt på de øverste 0,5 m af jordprofilet. Der er udtaget og analyseret jordprøver fra samtlige boringer fra 0,1 og 0,5 m.u.t. I dybderne 1,0 og 1,5 m.u.t. er der kun udført et mindre antal analyser typisk udvalgt fra de boringer, hvor der er konstateret høje tjære/PAH koncentrationer 0,5 m.u.t. Analyseresultaterne fra 0,1 og 0,5 m.u.t. giver således en god karakteristik af den generelle forureningsbelastning som kan forventes i et område, der har været anvendt til tørring af nytjærede bundgarn gennem en længere periode. Analyserne fra 1,0 og 1,5 m.u.t. er, som følge af måden prøverne er udvalgt, ikke nødvendigvis repræsentative for den generelle forureningsbelastning i disse dybder.

Analyseresultaterne for denne plads er sammenfattet i tabel 2.

		Enhed	PAH-sum*	Benzo(a)-pyren	Total tjære
Kvalitetskriterie		mg/kg TS	5	0,1	
Afskæringskriterie		mg/kg TS	50	1,0	
Prøvedybde 0,1 m.u.t.	Analysér	stk.	153	153	128
	Middelværdi	mg/kg	70,5	5,80	388
	Max. værdi	mg/kg	617	40,8	3380
	Min. værdi	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 15
	Standardafvigelse	mg/kg	94,0	7,00	502
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	83	92	
Overskridelse af afskæringskriteriet	%	43	78		
Prøvedybde 0,5-0,6 m.u.t.	Analysér	stk.	147	147	122
	Middelværdi	mg/kg	12,3	1,10	79,8
	Max. værdi	mg/kg	418	33,4	1860
	Min. værdi	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 15
	Standardafvigelse	mg/kg	46,0	4,00	258
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	22	36	
Overskridelse af afskæringskriteriet	%	5	16		
Prøvedybde 1,0 m.u.t.	Analysér	stk.	40	40	40
	Middelværdi	mg/kg	24,3	2,20	150
	Max. værdi	mg/kg	224	20,7	
	Min. værdi	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 15
	Standardafvigelse	mg/kg	47,0	4,00	286
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	40	58	
Overskridelse af afskæringskriteriet	%	18	38		
prøvedybde 1,5 m.u.t.	Analysér	stk.	9	9	9
	Middelværdi	mg/kg	31,0	2020	345
	Max. værdi	mg/kg	216	12,8	2404
	Min. værdi	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 15
	Standardafvigelse	mg/kg	70,0	4,00	777
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	56	89	

Resultaterne er opgivet pr. kg våd prøve. Resultaterne vil typisk være ca. 10-15 %, hvis de opgives pr. kg TS.

* PAH-sum er udregnet som summen af 16 enkeltstoffer.

Tabel 2. Analyseresultater fra en tidligere tjæreplads i Skagen.

Forureningen i topjorden (0,1 m.u.t.) er meget markant, idet 83-92 % af prøverne overskrider kvalitetskriterierne afhængig af, hvilke stoffer man ser på. For PAH-summen (16 enkeltstoffer), overskrider 83 % af de i alt 153 analyserede prøver kvalitetskriteriet og 43 % overskrider afskæringskriteriet. Den maksimale PAH-koncentration er på 617 mg/kg (16 enkeltstoffer). Det gennemsnitlige PAH-indhold er på 71 mg/kg, dvs. 14 gange over kvalitetskriteriet på 5 mg/kg TS. Indholdet af benzo(a)pyren overskrider kvalitetskriteriet i 93 % af de 153 analyserede prøver og 78 % overskrider afskæringskriteriet. Den maksimale benzo(a)pyren koncentration er på 41 mg/kg og gennemsnitsværdien ligger på 5,8 mg/kg, dvs. 58 gange over kvalitetskriteriet på 0,1mg/kg TS og 6 gange over afskæringskriteriet.

I dybden 0,5-0,6 m.u.t. er PAH-forureningen mindre markant end i topjorden. Her overskrider 22-36 % af de i alt 153 prøver kvalitetskriterierne og 43 % overskrider afskæringskriteriet. Den gennemsnitlige værdi for PAH-summen er på 12 mg/kg (16 enkeltstoffer), dvs. 2 gange over kvalitetskriteriet men under afskæringskriteriet. Den gennemsnitlige værdi for benzo(a)pyren er 1,1 mg/kg, dvs. 11 gange over kvalitetskriteriet og på niveau med afskæringskriteriet.

Selv om det generelle forureningsniveau er lavere end i topjorden er den maksimale koncentration for både PAH-summen og benzo(a)pyren højere sandsynligvis på grund af den nævnte terrænregulering.

I 1,0 og 1,5 m.u.t. findes der overskridelser af acceptkriteriet (16 enkeltstoffer) i op til 58 % af prøverne fra 1,0 m.u.t. og op til 89 % af prøverne i 1,5 m.u.t. Disse høje tal skal dog ses i sammenhæng med, at der kun er analyseret på prøver fra disse dybder, hvor der som følge af opfyld har været mistanke om, at forurenede topjord kan findes i større dybder. Indholdet af forureningskomponenter i dybden 1-1,5 m.u.t. findes sammen med fyld og skyldes terrænregulering og især retablering af den kunstige sø.

Resultaterne viser således, at der forekommer en markant og udbredt fladeforurening med PAH-forbindelser i de øvre jordlag som følge af afdrypning af tjære fra de nytjærede net. Forureningen findes ned til 1,5 m.u.t, hvilket skyldes relativt omfattende terrænreguleringer og opfyldning. Der er ikke konstateret ekstremt høje tjærekoncentrationer som kendetegner hotspots, hvorfor det vurderes, at den forventede forurening i området, hvor tjæregryden var opstillet sandsynligvis er bortgravet i forbindelse med byggemodning af området. Der er ikke udtaget og analyseret vandprøver i forbindelse med denne undersøgelse.

Frederikshavn.

Som på pladerne i Skagen har aktiviteterne på denne plads omfattet tjæring og tørring af bundgarn og driftsperioden har været fra midt i 1920'erne til ca. 1960. Der har været 2 to tjæregryder på pladsen. Garnene blev efter tjæringen lagt til tørre på et stort areal omkring tjæregryderne. Tjæreaktiviteterne på denne plads omfattede et areal på omkring 51.000 m² som i dag anvendes til boliger, børnehaven og boldbane. Denne plads kunne ligeledes stedfæstes ved hjælp af flyfotos. Der er også på denne plads foretaget terrænregulering efter tjæreaktiviteters ophør.

Der er kun udført undersøgelser på den del af grunden, som anvendes til børneinstitution. Det var ikke på dette område tjæregryderne stod, så undersøgelsen giver derfor et billede af den fladeforurening, som stammer fra afdrypning fra nytjærede net.

Undersøgelserne er udført som en generel undersøgelse af fladeforureningen på dele af pladsen med vægt på de øverste 0,5 m af jordprofilet. Der er udtaget og analyseret jordprøver fra samtlige boringer fra 0,1 og 0,5 m.u.t. I dybden 1,0 m.u.t. er der kun udført et mindre antal analyser udvalgt fra de boringer hvor der er konstateret høje tjære/PAH koncentrationer 0,5 m.u.t. Formålet med prøverne fra denne dybde, er at afgrænse forureningen vertikalt. Analyseresultaterne fra disse dybder foreligger pt. ikke.

Som for de to pladser i Skagen giver analyseresultaterne fra 0,1 og 0,5 m.u.t på denne plads således en god karakteristik af den generelle forureningsbelastning i et område, som har været anvendt til tørring af nytjærede bundgarn gennem en længere periode

Analyseresultaterne for denne plads er sammenfattet i tabel 3.

		Enhed	PAH-sum*	Benzo(a)-pyren	Dibenz(a,h)-anthracen	Total tjære
Kvalitetskriterie		mg/kg TS	7stk. 1,5		0,1	0,1
Afskæringskriterie		mg/kg TS	15		1,0	1,0
Prøvedybde 0,1 m.u.t	Analyser	stk.	23	23	23	23
	Middelværdi	mg/kg	36,2	5,80	0,70	413
	Max. værdi	mg/kg	168	27,4	3,03	1760
	Min. værdi +	mg/kg	3,71	< 0,1	< 0,1	77,8
	Standardafvigelse	mg/kg	38,4	6,60	0,80	410
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	100	87	83	
Overskridelse af afskæringskriteriet	%	61	87	26		
Prøvedybde 0,3-0,5 m.u.t	Analyser	stk.	11	11	11	11
	Middelværdi	mg/kg	32,4	5,30	0,60	255
	Max. værdi	mg/kg	113	19,7	2,38	887
	Min. værdi	mg/kg	1,98	< 0,1	< 0,1	25,7
	Standardafvigelse	mg/kg	38,5	6,80	0,90	285
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	100	82	55	
Overskridelse af afskæringskriteriet	%	55	73	18		

Resultaterne er opgivet pr. kg tørstof.

* PAH-sum er udregnet som summen af 7 enkeltstoffer.

Tabel 3. Analyseresultater fra en tidligere tjæreplads i Frederikshavn.

Forureningen i topjorden (0,1 m.u.t.) er meget markant, idet 83-100 % af prøverne overskrider kvalitetskriterierne og 61 % afskæringskriterierne afhængig af, hvilket stof man ser på. For PAH-summen (7 enkeltstoffer) overskrider samtlige 23 analyserede prøver kvalitetskriteriet på 1,5 mg/kg TS. Det maksimale indhold er på 168 mg/kg TS med en gennemsnitlig koncentration på 36 mg/kg TS, dvs. 24 gange over kvalitetskriteriet på 1,5 mg/kg TS. Indholdet af benzo(a)pyren overskrider både kvalitetskriteriet og afskæringskriteriet i 87 % af de 23 analyserede prøver. Den maksimale koncentration er på 27,4 mg/kg TS og gennemsnitsværdien ligger på 5,80 mg/kg TS, dvs. 58 gange over kvalitetskriteriet på 0,1 mg/kg TS. Indholdet af dibenz(a,h)anthracen overskrider kvalitetskriteriet i 83 % af de 23 analyserede prøver. Den maksimale koncentration er på 3 mg/kg TS og gennemsnitsværdien ligger på 0,7 mg/kg TS, dvs. 7 gange over kvalitetskriteriet på 0,1 mg/kg TS.

0,3-0,5 m.u.t. er forureningen på samme niveau som i topjorden, idet 55-100 % af prøverne overskrider kvalitetskriterierne afhængig af, hvilket stof man ser på. For PAH-summen (7 enkeltstoffer), overskrider samtlige 23 analyserede prøver kvalitetskriteriet og 55 % af prøverne overskrider afskæringskriteriet. Den maksimale PAH-koncentration er på 113 mg/kg TS og gennemsnitsindholdet ligger på 32,4 mg/kg TS, dvs. 22 gange over kvalitetskriteriet på 1,5

mg/kg TS. Indholdet af benzo(a)pyren overskrider kvalitetskriteriet i 82 % og afskæringskriteriet i 73 % af de 23 analyserede prøver. Den maksimale koncentration er på 19,7 mg/kg TS og gennemsnitsværdien ligger på 5,30 mg/kg TS, dvs. 53 gange over kvalitetskriteriet på 0,1mg/kg TS. Indholdet af di-benz(a,h)anthracen overskrider kvalitetskriteriet i 55 % af de 23 analyserede prøver. Den maksimale koncentration er på 2,38 mg/kg TS og gennemsnitsværdien ligger på 0,60 mg/kg TS, dvs. 6 gange over kvalitetskriteriet på 0,1mg/kg TS.

Der er i 5 tilfældigt udvalgte prøver fra topjorden analyseret for indhold af tungmetallerne bly, kobber og zink. Der er ikke konstateret indhold over baggrundsniveau af disse tungmetaller.

Det overordnede billede af forureningstilstanden på denne plads i forhold til pladserne i Skagen er, at det procentvise antal prøver, som overskrider kvalitetskriterierne er på samme niveau som på pladserne i Skagen, men de gennemsnitlige forureningskoncentrationer ligger generelt lavere. Dette skyldes muligvis, at undersøgelsen kun omfatter en del af den tidligere tjæreplads, som lå i pladsens periferi et stykke fra tjæregryderne. Der er ikke udtaget og analyseret vandprøver i forbindelse med undersøgelsen på denne lokalitet.

Læsø.

Der har på denne plads været tre tjæregryder og driftsperioden har været fra ca. 1920 til ca. 1970. Den ene af tjæregryderne er blevet flyttet rund på pladsen.

Det var hovedsagelig bundgarn, som blev tjæret og de blev efter tjæringen lagt til tørre på arealerne omkring tjæregryden. Tjæreaktiviteterne på denne plads omfatter et areal på omkring 31.000 m², som i dag delvist anvendes til boliger. Denne plads kunne ligeledes stedfæstes ved hjælp af flyfotos.

Da undersøgelsen blev udført var den totale udstrækning af pladsen ikke kendt og der var kun kendskab til en enkelt tjæregryde og den præcise placering heraf var ikke kendt. På denne baggrund blev borerne koncentreret på en del af grunden, hvor der var kendskab til, at der havde været en tjæregryde.

Analyseresultaterne for denne plads er sammenfattet i tabel 4.

		Enhed	PAH-sum*	Benzo(a)-pyren	Dibenz(a,h)-anthracen	Total tjære
			16stk.			
Kvalitetskriterie		mg/kg TS	5		0,1	0,1
Afskæringskriterie		mg/kg TS	50		1,0	1,0
Prøve- dybde 0,1 m.u.t	Analyser	stk.	24	24	24	24
	Middelværdi	mg/kg	99,2	6,50	1,10	585
	Max. værdi	mg/kg	1835	115	19,0	10.500
	Min. værdi	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 15
	Standardafvigelse	mg/kg	372	23,3	3,90	2133
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	54	67	29	
	Overskridelse af afskæringskriteriet	%	17	29	17	
Prøve- dybde 0,6 m.u.t.	Analyser	stk.	5	5	5	5
	Middelværdi	mg/kg	6,50	0,54	< 0,1	57,0
	Max. værdi	mg/kg	17,5	1,50	< 0,1	109
	Min. værdi	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 15
	Standardafvigelse	mg/kg	7,34	0,65	0,0	49,7
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	40	60	0	
	Overskridelse af afskæringskriteriet	%	0	20	0	

Resultaterne er opgivet pr. kg våd prøve. Resultaterne vil typisk være ca. 10-15 % højere, hvis de opgives pr. kg TS.

*PAH-sum er udregnet som summen af 16 enkeltstoffer.

Tabel 4. Analyseresultater fra en tidligere tjæreplads på Læsø.

Forureningen i topjorden (0,1 m.u.t.) er markant, idet 29-67 % af prøverne overskrider kvalitetskriterierne afhængig af, hvilket stof man ser på. For PAH-summen (16 enkeltstoffer), overskrider 54 % af de i alt 24 analyserede prøver kvalitetskriteriet og 17 % overskrider afskæringskriteriet. Det maksimale PAH-indhold er på 1.835 mg/kg og gennemsnitsindholdet ligger på 99,2 mg/kg, dvs. 20 gange over kvalitetskriteriet på 5 mg/kg TS. Indholdet af benzo(a)pyren overskrider kvalitetskriteriet i 67 % og afskæringskriteriet i 29 % af de 24 ana-

lyserede prøver. Den maksimale koncentration er på 115 mg/kg og gennemsnitsværdien ligger på 6,50 mg/kg, dvs. 65 gange over kvalitetskriteriet på 0,1mg/kg TS. Indholdet af dibenz(a,h)anthracen overskrider kvalitetskriteriet i 29 % af de 24 analyserede prøver. Den maksimale koncentration er på 19,0 mg/kg og gennemsnitsværdien ligger på 1,1 mg/kg, hvilket er 11 gange over kvalitetskriteriet på 0,1mg/kg TS.

Der er analyseret for olie og benzin med kvantificering af BTEXér på de 24 prøver fra topjorden. Der blev ikke konstateret indhold af disse komponenter over detektionsgrænsen i nogle af prøverne.

I dybden 0,6 m.u.t. er der kun analyseret 5 prøver, så det generelle forureningsniveau i denne dybde kan ikke vurderes. Men generelt er den gennemsnitlige værdi for samtlige forureningskomponenter betydelig lavere end i topjorden. Det er kun benzo(a)pyren, som ligger signifikant over kvalitetskriteriet (5 gang) i denne dybde. Der er ligeledes analyseret for olie og benzin med kvantificering af BTEXér på prøverne fra 0,6 m.u.t. Der er ikke konstateret indhold af disse komponenter over detektionsgrænsen i nogle af prøverne.

Som nævnt har en enkelt af de overfladenære prøver et højt indhold af forureningskomponenter (total tjære på 10.500 mg/kg og PAH-sum på 1835 mg/kg). Denne prøve er udtaget i området omkring tjæregryden. De resterende resultater ligger på niveau med resultaterne fra de øvrige tjærepladser, og karakteriserer derfor sandsynligvis forureningspåvirkningen fra afdrypning af tjære fra nytjærede garn. Antallet af prøver som overskrider kvalitetskriterierne er dog lidt lavere end for de øvrige pladser. En forklaring kan være, at undersøgelsen faktisk har omfattet en del af et område, hvorpå der ikke har været tjæreplads. Ved den senere kortlægning af tjærepladser i Nordjyllands Amt, har det nemlig vist sig, at pladsens udstrækning har været lidt anderledes end først antaget. Dette viser, hvor vigtig det er, at gennemføre en grundig kortlægning før der planlægges og udføres forureningsundersøgelser.

Der er ikke udtaget og analyseret vandprøver i forbindelse med denne undersøgelse.

Åbybro.

Denne plads adskiller sig markant fra de øvrige, hovedsageligt fordi det er en plads, som har været brugt i forbindelse med fjordfiskeri. Det er derfor hovedsageligt ruser, som er tjæret. Pladsens areal inkl. plads til tørring af ruser har derfor været meget beskednen i forhold til pladserne langs østkysten, i alt ca. 4.000 m². Pladsens driftsperiode har været meget lang fra ca. 1900 og op til først i 1990'erne. Der har været én tjæregryde på pladsen og placeringen af denne er kendt, idet den stadig eksisterer på den oprindelige plads. I dag ses en tydelig og meget kraftig forurening med tjære omkring tjæregryden.

Hovedparten af de prøver, som er udtaget i forbindelse med denne undersøgelse stammer fra området omkring tjæregryden. Undersøgelsen belyser derfor primært den miljøpåvirkning, som stammer fra selve tjæreprcessen. Enkelte prøver er dog udtaget i det område, hvor ruserne lå til tørre efter tjæring. Resultaterne herfra er mere sammenlignelige med resultaterne fra de øvrige undersøgelser. Analyseresultaterne for denne plads er sammenfattet i tabel 5.

		Enhed	PAH-sum*	Benzo(a)-pyren	Dibenz(a,h)-anthracen	Total tjære
Kvalitetskriterie			16stk.			
Afskæringskriterie						
	mg/kg TS	5			0,1	0,1
	mg/kg TS	50			1,0	1,0
Prøvedybde 0,2 m.u.t	Analyser	stk.	9	9	9	9
	Middelværdi	mg/kg	4.516	216	31,6	29.198
	Max. værdi	mg/kg	18.142	709	99,0	120.000
	Min. værdi	mg/kg	98	2,50	1,15	604
	Standardafvigelser	mg/kg	6.204	254	38,4	40.416
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	100	100	100	
	Overskridelse af afskæringskriteriet	%	100	100	100	
Prøvedybde 0,5 m.u.t.	Analyser	stk.	4	4	4	4
	Middelværdi	mg/kg	73,1	5,66	0,54	416
	Max. værdi	mg/kg	198	15,7	1,72	1100
	Min. værdi	mg/kg	2,4	1,96	< 0,1	458
	Standardafvigelser	mg/kg	83,0	6,70	0,80	146
	Overskridelse af kvalitetskriteriet	%	100	100	100	
	Overskridelse af afskæringskriteriet	%	25	100	25	

Resultaterne er opgivet pr. kg våd prøve. Resultaterne vil typisk være ca. 10-15 % højere, hvis de opgives pr. kg TS.

* PAH-sum er udregnet som summen af 16 enkeltstoffer.

Tabel 5. Analyseresultater fra en tidligere tjæreplads i Åbybro.

Forureningen i topjorden (0,1 m.u.t.) er meget kraftig, idet samtlige 9 prøver overskrider både kvalitetskriterierne og afskæringskriterierne for samtlige stoffer. For PAH-summen (16 enkeltstoffer) er den maksimale værdi på 18.142 mg/kg og det gennemsnitlige indholdet ligger på 4.516 mg/kg, dvs. 903 gange over det tidligere kvalitetskriterie på 5 mg/kg TS og 90 gange over afskæringskriteriet. Den maksimale værdi for benzo(a)pyren er på 709 mg/kg og gennem-

snitsværdien ligger på 216 mg/kg, dvs. 2.160 gange over kvalitetskriteriet på 0,1mg/kg TS. Den maksimale koncentration af dibenz(a,h)anthracen er på 99 mg/kg og gennemsnitsværdien ligger på 32 mg/kg, dvs. mere end 300 gange over kvalitetskriteriet på 0,1mg/kg TS.

Der er analyseret for alkylbenzener på samtlige prøver. Der er konstateret indhold af xylener i to af prøverne på hhv. 6,0 og 29,9 mg/kg. Kvalitetskriteriet for totalindhold af BTEX'er er 10 mg/kg TS .

Selv om indholdet af forureningskomponenter 0,5 m.u.t. er betydelig mindre end i topjorden er der dog også her en kraftig forurening, idet alle 4 prøver fra denne dybde overskrider kvalitetskriterierne for samtlige stoffer. For PAH-summen (16 enkeltstoffer) er den maksimale værdi på 198 mg/kg og gennemsnitsindholdet ligger på 73 mg/kg, hvilket er 15 gange over kvalitetskriteriet på 5 mg/kg TS. Den maksimale værdi for koncentrationen af benzo(a)pyren er på 15,7 mg/kg og gennemsnitsværdien ligger på 5,66 mg/kg, hvilket er 57 gange over kvalitetskriteriet på 0,1mg/kg TS. Den maksimale koncentration af dibenz(a,h)anthracen er på 1,7 mg/kg og gennemsnitsværdien ligger på 0,54 mg/kg TS, dvs. 5 gange over kvalitetskriteriet på 0,1mg/kg TS.

Der er analyseret for alkylbenzener på samtlige prøver, men der er ikke konstateret indhold over kvalitetskriteriet i nogle af prøverne.

De meget høje tjære og PAH koncentrationer, som er konstateret ved denne undersøgelse karakteriserer således forureningssituationen i området omkring en tjæregryde. Resultaterne af de få analyser, der er foretaget på prøver fra området, hvor ruserne har ligget til tørre efter tjæringen er mere sammenlignelige med resultaterne fra de øvrige undersøgelser. Der er ikke udtaget og analyseret vandprøver i forbindelse med denne undersøgelse.