



Amternes Videncenter
for Jordforurening

Branchebeskrivelse for skydebaner

Teknik og Administration

Nr. 4 2004

Indholdsfortegnelse

1. Indledning	4
2. Sammenfatning	6
3. Generel beskrivelse af branchen	12
3.1. Branchedefinition og afgrænsning	12
3.2. Lovgivning	13
3.3. Brugergrupper	15
3.4. Skydebaners strukturelle udvikling	15
3.4.1. Historisk udvikling	15
3.4.2. Maskinteknologi (våben og anlægstyper)	16
3.4.3. Anvendte stoffer og kemikalier	16
3.4.4. Antal anlæg og brugere	17
4. Processer, teknologi og miljø	20
4.1. Procesbeskrivelse	20
4.2. Skydebaners indretning	20
4.2.1. Skiveskydningsbaner	21
4.2.2. Flugtskydningsbaner	23
4.2.3. Forsvarets skyde- og øvelsesterræner	26
4.3. Aktiviteter og miljøbelastning	27
4.3.1. Skiveskydningsbaner	27
4.3.2. Flugtskydningsbaner	33
4.3.3. Forsvarets skyde- og øvelsesterræner	39
5. Forureningsrisiko	44
5.1. Oversigt over potentielle forureningskilder	44
5.1.1. Skiveskydningsbaner	44
5.1.2. Flugtskydningsbaner	45
5.1.3. Forsvarets skyde- og øvelsesterræner	46
5.2. Vurdering af forureningsrisiko	46
6. Undersøgelser	52
6.1. Historisk kortlægning	52
6.2. Planlægning af fysiske undersøgelser	55
6.2.1. Potentielle forureningskilder	55
6.2.2. Forureningskomponenter	56
6.2.3. Undersøgelsesmetoder	57
6.2.4. Placering af boringer	58
6.2.5. Analyseprogrammer	59
6.3. Design af undersøgelsesprogram	65
7. Afværgeteknikker	68
7.1. Identifikation af potentielle afværgestrategier	68
8. Litteraturliste	72

Bilag

- Bilag 1** Ordliste
- Bilag 2** Datablade
- Bilag 3** Beskrivelse af vigtigste primære og sekundære kilder
- Bilag 4** Erfaringer fra tidligere undersøgelser
- Bilag 5** Relevante kilder i relation til afværgeteknikker

1. Indledning

Forord

Denne branchebeskrivelse er udarbejdet af NIRAS Rådgivende Ingeniører og Planlæggere A/S for Amternes Videncenter for Jordforurening.

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

- Merete Leth Hansen, Storstrøms Amt
- Lotte Kjærgaard, Miljøkontrollen
- Mette Dahl, Frederiksborg Amt
- Michael Fogh, Fyns Amt
- Charlotte Weber, Amternes Videncenter for Jordforurening
- Arne Rokkjær, Amternes Videncenter for Jordforurening.

De Danske Skytteforeninger, Dansk Skytteunion og forsvaret har været behjælpelige med tekniske oplysninger. Desuden har forsvaret kommenteret afsnittene om forsvarets skyde- og øvelsesterræner.

Baggrund

Baggrunden for branchebeskrivelsen er, at der i amtsligt regi er få erfaringer med undersøgelser af skydebaner. Der hersker således usikkerhed om, hvilke forureningskilder og hvilke forureningskomponenter der kan forekomme på disse lokaliteter.

I denne branchebeskrivelse er branchens strukturelle udvikling, arbejdsprocesser, anvendte stoffer og deres eventuelle miljøbelastning gennemgået.

Med baggrund i viden om processer/aktiviteter og anvendte stoffer er typiske forureningskilder udpeget, og der er foretaget en vurdering af de forurenende stoffers skæbne i jord- og grundvandsmiljøet.

På baggrund af denne viden om typisk anvendte stoffer og typiske forureningskilder er der udarbejdet et forslag til undersøgelsesprogram for jord- og grundvandsforurening på lokaliteter med skydebaner.

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

Formål

Formålet med branchebeskrivelsen er at give en generel indsigt i branchens aktiviteter og miljøforhold med særligt henblik på at give et overblik over aktiviteter, der indebærer belastning af jord og grundvand.

Branchebeskrivelsen tænkes bl.a. anvendt som opslagsværk i forbindelse med arbejdet med kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2 og evt. videregående undersøgelser og skal supplere vejledninger fra Miljøstyrelsen.

Læsevejledning

Branchebeskrivelsens indhold og overordnede anbefalinger er sammenfattet i kapitel 2.

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

I kapitel 4 beskrives processer/aktiviteter på skydebaner, samt hvilken miljøbelastning med henblik på jord- og grundvandsforurening der kan forventes i forbindelse med disse aktiviteter.

I kapitel 5 gives en oversigt over potentielle forureningskilder, forureningsstyper og spredningsveje samt en vurdering af risikoen for at træffe en given forureningsstype i jord, grundvand eller poreluft. I bilag 2 er der vedlagt datablade for relevante stoffer.

I kapitel 6 beskrives en fremgangsmåde for kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2, herunder den historiske redegørelse. Der gives anbefalinger til, hvilke forurenende stoffer der bør analyseres for, samt hvilke forureningskilder der bør medtages i en kortlægningsundersøgelse. Endelig gives der anbefalinger til, hvorledes tekniske undersøgelser kan udformes. Som supplement til kapitel 6 er der i bilag 3 en oversigt over, hvor historisk materiale kan findes. I bilag 4 er der redegjort for hidtidige undersøgelseserfaringer.

I kapitel 7 gives en kortfattet oversigt over de nuværende tekniske muligheder for afværgeforanstaltninger i forhold til jord- og grundvandsforureninger på lokaliteter, hvor der har været skydebaner. Som supplement til kapitel 7 er der i bilag 5 anført en oversigt over relevante kilder til afværgeteknikker.

I kapitel 8 findes en liste over anvendte referencer.

I branchebeskrivelsen anvendes en række fagtermer, hvoraf en del er nærmere forklaret i ordlisten i bilag 1.

2. Sammenfatning

Branchedefinition og afgrænsning

I denne branchebeskrivelse er skydebaner defineret som anlæg eller landarealer, hvor der regelmæssigt foregår skydning med løs eller skarpladt ammunition.

Branchebeskrivelsen dækker således over skiveskydningsbaner (udendørs- og indendørs baner), flugtskydningsbaner samt Forsvarets Bygningstjenestes (her benævnt forsvaret) skyde- og øvelsesterræner. Landområder, hvor der alene foregår jagt, er ikke omfattet.

Ved Miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden i 1974 blev udendørs skydebaner medtaget på listen over godkendelsespligtige virksomheder under kategorien K1 (andre virksomheder). Ved nyetablering eller væsentlige ændringer af eksisterende virksomheder inden for disse kategorier var der således krav om godkendelse efter § 35 i kapitel 5 i den dengang gældende Miljøbeskyttelseslov /31/.

Ved de senere revisioner af ”Listen over godkendelsespligtige virksomheder” er der ikke ændret i kravet om godkendelse af skydebaner. Siden 1974 har skydebaner således været godkendelsespligtige med kommunen som godkendelsesmyndighed.

Branchens strukturelle udvikling

De første skydebaner blev anlagt og anvendt i militært regi, men i slutningen af 1800-tallet startede dannelsen af civile skytteforeninger og anlæg af skydebaner i civilt regi. Siden da er der opstået en række forskellige typer af skiveskydningsbaner (pistoltskydebane, salonriffeltskydebane, kortdistanceskydebane, langdistanceskydebane) og flugtskydningsbaner (jagtskydebane, skeetskydebane og trapskydebane).

Stofferne i den anvendte ammunition har ligeledes gennemgået en udvikling. Med hensyn til jord og evt. grundvandsforurening er det specielt metallerne i projektiler, hagl og fænghætter samt PAH'er i lerduer, der har betydning.

Processer, teknologi og miljøbelastning

Branchebeskrivelsen er opdelt efter tre anlægstyper, som adskilles ved, at der anvendes forskellige typer af ammunition: Skiveskydningsbaner, flugtskydningsbaner samt forsvarets skyde- og øvelsesterræner.

I forureningsmæssig sammenhæng kan aktiviteterne på skydebaner generelt opdeles i følgende delaktiviteter:

- Affyring af ammunition
- Nedslag af projektiler, hagl, lerduerester mv.

- Anlægsvedligeholdelse
- Affaldshåndtering.

I områder med nedslag/nedfald af projektiler, hagl og lerduerester er der ofte jordforurening i koncentrationer over Miljøstyrelsens Jordkvalitetskriterier. Aktiviteter i forbindelse med anlægsvedligeholdelse og affaldshåndtering vil kun i specielle tilfælde udgøre en risiko for jord- og evt. grundvandsforurening.

Forurenende stoffer, som der *altid bør analyseres for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Metallerne: Bly, kobber, zink, nikkel, kviksølv, sølv, barium, antimon (ved skiveskydningsbaner)
- Metallerne: Bly, kviksølv, sølv, barium, antimon samt PAH'er, inkl. benzo(a)pyren, (ved flugtskydningsbaner)
- Metallerne: Bly, kobber, zink, nikkel, kviksølv, sølv, barium, antimon, samt totalindhold af kulbrinter, herunder BTEX'er (ved forsvarrets skyde- og øvelsesterræner).

Forurenende stoffer, som der *i specielle tilfælde analyseres for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Totalindhold af kulbrinter, herunder BTEX'er (ved olieoplag til vedligeholdelse af baner på skiveskydningsbaner eller flugtskydningsbaner).
- Pesticider (ved oplag og anvendelse af pesticider til vedligeholdelse af baner på skiveskydningsbaner, flugtskydningsbaner eller skyde- og øvelsesterræner under forsvaret).
- TNT, RDX, HMX (ved sprængningsområder på forsvarrets skyde- og øvelsesterræner).

Kortlægningsstrategi

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

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

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

Strategi for kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2

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

- Historisk redegørelse, herunder indsamling af oplysninger om driftsforhold.
- Prøvetagning af jord og i specielle tilfælde grundvand.
- Evt. feltmåling af jordprøver.

- Laboratorieanalyse af jord- og eventuelle grundvandsprøver.
- Vurdering af analyseresultater i relation til relevante kvalitetskriterier.
- Indledende risikovurdering.

En undersøgelse af jord- og evt. grundvandsforurening på en lokalitet med skydebane foreslås prioriteret på følgende måde:

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

- Kuglefang: Forurening kan forventes i hele kuglefangets udstrækning (ved skiveskydningsbaner).
- Endevold: Forurening kan forventes i hele voldens udstrækning (ved skiveskydningsbaner).
- Forvold: Forurening kan forventes i hele voldens udstrækning. Bemærk, om forvolden desuden har fungeret som kuglefang/endevold (målområde) for skiveopstilling foran forvolden, se afsnit 4.2.1 (ved skiveskydningsbaner).
- Blænde: Specielt området neden for blænde imod skyderetningen (ved skiveskydningsbaner).
- Standplads: Specielt ved udendørs standpladser eller i nærområdet på baneplanen uden for skydehus (ved skiveskydningsbaner, flugtskydningsbaner og på forsvarets skyde- og øvelsesterræner).
- Baneplan: Specielt indtil 10 m fra skiveophæng (ved skiveskydningsbaner).
- Baneplan og eventuelt omkransende bakkedrag, f.eks. 130-190 m fra standpladser (ved flugtskydningsbaner)
- Arealer uden for faste baneanlæg (på Forsvarets skyde- og øvelsesterræner).
- Sprængningsområder (på Forsvarets skyde- og øvelsesterræner).

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

- Sidevolde: Specielt inden for 5 m fra endevolden (målområdet).

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

- Eventuelle affaldsdeponeringer af ammunitionsrester, lerduer mv.

- Eventuelt spild i forbindelse med opbevaring og håndtering af olieprodukter eller pesticider.

Undersøgelingsprogram

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

Boringer placeres ved udvalgte forureningskilder, jf. ovenstående beskrivelse af forureningskilder. Boringerne føres til ca. 1,0 m u.t. Ved oplysninger om nedgravede olietanke eller anvendelse af pesticider udføres dog dybere boringer, minimum til bund af nedgravede tanke mv. Der udtages jordprøver til felt- og laboratorieanalyser.

Til undersøgelse af tungmetalforurening anbefales det at udføre feltscreening af et større antal jordprøver, eventuelt udtaget som blandeprøver.

Undersøgelingsprogrammet kan evt. suppleres med en geofysisk kortlægning af nedgravede tanke.

Filtersatte boringer anbefales udført, hvis der har været nedgravede tanke til olieprodukter eller anvendelse af pesticider. Kun i specielle tilfælde, hvor der er tale om et højt prioriteret og sårbart grundvandsmagasin, anbefales grundvandsanalyser pga. risiko for nedsivning af blysalte.

Standardprogrammet anbefales at indeholde følgende akkrediterede laboratorieanalyser:

- Udvalgte jordprøver for:
 - Metaller ved ICP eller AAS.
 - PAH'er, inkl. benzo(a)pyren, ved GC-MS (*kun ved flugtskydningsbaner*)
 - Totalindhold af kulbrinter og BTEX ved GC-FID og GC-MS-FID¹ (*kun ved Forsvarets skyde- og øvelsesterræner*)

Supplementsprogrammet kan indeholde følgende akkrediterede laboratorieanalyser:

- Udvalgte jordprøver for:
 - Totalindhold af kulbrinter og BTEX ved GC-FID¹ (*kun ved olieoplæg*)
 - TNT, RDX og HMX (*kun ved Forsvarets skyde- og øvelsesterræner*).
- Grundvandsprøver for:
 - Totalindhold af kulbrinter og BTEX ved GC-FID¹ og GC-MS-FID (*kun ved olieoplæg*)

Note 1: Højt indhold af andre ekstraherbare stoffer vil interferere og medføre problemer med at identificere og kvantificere tilstedeværelsen af enkeltstoffer, bl.a. BTEX, styren og naphthalen, /41/.

- Pesticider, jf. boringskontrolprogrammet (*kun ved oplag eller anvendelse af pesticider*)
- Bly (*kun ved risikovurdering ifht. højt prioriterede og meget sårbare grundvandsmagasiner*).

Undersøgelsen afsluttes med vurdering af analyseresultaterne i relation til relevante kvalitetskriterier samt en indledende risikovurdering.

3. Generel beskrivelse af branchen

3.1. Branchedefinition og afgrænsning

Etableringen af skydebaner i civilt regi startede i forbindelse med dannelse af de første skytteforeninger i 1861. Før dette tidspunkt har der været de skydebaner, som forsvaret har anlagt og anvendt.

I dag benyttes skydebaner af civile skytteforeninger, jægere, politiet, forsvaret og hjemmeværnet. Skydebaner etableres enten i civilt regi eller i militært regi, men i mange tilfælde vil de forskellige brugere anvende samme anlæg.

Branchebeskrivelsen for skydebaner omfatter anlæg eller landarealer, hvor der regelmæssigt foregår skydning med løs eller skarpladt ammunition.

Branchebeskrivelsen dækker således over skiveskydningsbaner (udendørs- og indendørs baner), flugtskydningsbaner samt forsvarets skyde- og øvelsesterræner.

Landområder, hvor der alene foregår jagt, er ikke omfattet. Steder, hvor der foregår ”Fuglekongeskydning” (konkurrence, hvor der anvendes ældre håndvåben og eventuelt sortkrudt i ammunitionen), er ligeledes ikke omfattet, idet aktiviteten er af begrænset omfang og foregår få gange om året.

Det er indledningsvis undersøgt, om paintballbaner burde medtages i branchebeskrivelsen. Det vurderes dog, at der ikke vil være risiko for forurening af jord- og grundvand fra denne aktivitet, idet alle indholdsstoffer i ammunitionen (paintballs) er godkendt til brug i fødevarer /14/. På denne baggrund er paintballbaner ikke beskrevet yderligere.

Jf. Danmarks Statistik er der ikke oprettet branchekoder i cvr-regi (det centrale virksomhedsregister) for skydebaner, idet der ikke er tale om virksomheder. Miljøstyrelsens branchekode for skydebaner er 15.

I det følgende er der givet en kortfattet beskrivelse af de forskellige anlægstyper.

Skiveskydningsbaner

På skiveskydningsbaner skydes med håndvåben mod et fast mål og i en bestemt retning. Der er et antal faste standpladser, således at skytterne er placeret bestemte steder på banerne. Der er såvel indendørs- som udendørs skiveskydningsbaner.

Flugtskydningsbaner

På flugtskydningsbaner skydes med håndvåben mod bevægelige mål og i forskellige retninger. Der er et antal faste standpladser, således at skytterne er placeret bestemte steder på banerne. Flugtskydningsbaner er altid udendørs baner.

Forsvarets skyde- og øvelsesterræner

I Forsvarets skyde- og øvelsesterræner kan de ovennævnte udendørs skydebaner indgå som delelementer, men derudover er disse anlæg karakteriseret ved, at der kan skydes mod bevægelige og faste mål fra positioner overalt på arealet. Desuden anvendes diverse våben som håndvåben, håndgranater og panserværnsraketter mv.

Det skal bemærkes, at alene aktiviteter i forbindelse med affyring af ammunition på Forsvarets skyde- og øvelsesterræner er omfattet. Andre aktiviteter på kaserneområder og eventuelle værksteder er ikke omfattet. Desuden er oplag af olieprodukter (tanke, tønder) samt eventuelle deponeringer af andet affald end ammunitionsaffald ikke omfattet.

3.2. Lovgivning

Godkendelse af skydebaner

I Bekendtgørelse nr. 203 af 20. maj 1950 om indretning og anlæggelse af skydebaner og feltskydningsterræner fastsættes, at indretning og anlæggelse af skydebaner og feltskydningsterræner skal godkendes af politiet. Politiet skal vurdere, om sikkerhedsforanstaltningerne er tilstrækkelige. Bekendtgørelsen gælder for udendørs og indendørs anlæg. Politiets godkendelse kræves ikke til anlæg, der udelukkende anvendes til skydning med haglgevær og luftbøsser. På militære skydebaner godkendes sikkerhedsforholdene af Forsvaret /30/.

Ved Miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden i 1974 blev skydebaner medtaget på listen over godkendelsespligtige virksomheder under kategorien K1 (andre virksomheder). Ved nyetablering eller væsentlige ændringer af eksisterende virksomheder inden for disse kategorier var der således krav om godkendelse efter § 35 i kapitel 5 i den dengang gældende Miljøbeskyttelseslov /31/.

Ved de senere revisioner af ”Listen over godkendelsespligtige virksomheder” er der ikke ændret i kravet om godkendelse af skydebaner. Siden 1974 har skydebaner således været godkendelsespligtige med kommunen som godkendelses- og tilsynsmyndighed.

I 1979 udkom den første vejledning om regulering af støj fra skydebaner /3/. Vejledningen omfattede både civile og militære skydebaner, men ikke skydning med tungere våben på militære anlæg /3/.

I 1995 blev vejledningen fra 1979 erstattet af ”Vejledning om beregning af støj og måling af støj på skydebaner /32/” og ”Vejledning om Skydebaner /1/”. Sidstnævnte vejledning indeholdt bl.a. tidsfrister for gennemførelse af støj-

dæmpende foranstaltninger på eksisterende skydebaner, som endnu ikke var blevet godkendt i henhold til Miljøbeskyttelsesloven.

For forsvarrets skyde- og øvelsesterræner udkom der i 1998 en bekendtgørelse om støjregulering af forsvarrets øvelsespladser og skyde- og øvelsesterræner /33/. Denne bekendtgørelse er nu erstattet af bekendtgørelse nr. 468 af 13. juni 2002 om støjregulering af forsvarrets øvelsespladser og skyde- og øvelsesterræner /5/.

Indendørs skydebaner skal ikke godkendes efter Miljøbeskyttelseslovens bestemmelser, men skal forud for etablering anmeldes til kommunalbestyrelsen efter bestemmelserne i Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 367 af 10. maj 1992, kapitel 1 /3/.

Affald

I 1972 udstedes, med hjemmel i Lov om bortskaffelse mv. af olie- og kemikalieaffald /34/, Bekendtgørelse om bortskaffelse mv. af olieaffald /35/, der skal sikre en mere kontrolleret opbevaring, transport og bortskaffelse af olieaffald. Herefter skal virksomheder, der frembringer olieaffald, aflevere dette på et af kommunalbestyrelsen anvist sted, medmindre kommunalbestyrelsen foranstalter afhentning. Fra modtagestationerne transporteres olieaffaldet til Kommunekemi A/S, Nyborg, der fra 1972 kunne modtage og behandle alt olieaffald i Danmark.

I 1976 blev der med Bekendtgørelse om kemikalieaffald /36/ indført tilsvarende lovgivning om kemikalieaffald. Siden 1976 har Kommunekemi A/S været i stand til ligeledes at modtage og behandle så godt som alt kemikalieaffald i Danmark.

Før 1972/1976 har der således ikke været krav om at bortskaffe olie-/kemikalieaffald til central behandling.

Ifølge bekendtgørelse nr. 619 af 27. juni 2000 om affald er virksomheden pligtig til at bortskaffe alle typer af affald i henhold til den af kommunalbestyrelsen anviste håndtering af affald /37/.

Siden 1. juni 2001 har godkendelses- og anmeldepligtige virksomheder skullet registrere oplysninger om deres affaldsproduktion.

Øvrigt

Ifølge bekendtgørelse om skydevåben og ammunition, der må anvendes til jagt mv. /38/, har det siden 1994 været forbudt at anvende haglpatroner med blyhagl på flugtskydningsbaner.

Der er dog stadig enkelte flugtskydningsanlæg, som har dispensation til skydning med blyhagl for at kunne træne til internationale konkurrencer, hvor der skydes med blyhaglpatroner /10/.

3.3. Brugergrupper

Skydebaner anvendes af Forsvaret, hjemmeværnet, politiet og civile skytteforeninger. De civile skytter er organiseret i Danmarks Jægerforbund, Dansk Firmaidræt, De Danske Skytteforeninger, Dansk Skytte Union eller Dansk Sportskytteforbund (IPSC, International Practical Shooting Confederation). Det skal bemærkes, at de forskellige brugergrupper ofte anvender samme skydebaner.

3.4. Skydebaners strukturelle udvikling

3.4.1. Historisk udvikling

De første skydebaner er blevet anlagt og anvendt i militært regi. De første civile skytteforeninger, det nuværende ”De Danske Skytteforeninger”, blev oprettet i 1861 som riffelklubber, der skød på udendørs langdistancebaner (skiveskydningsbaner) /13/. Skytteforeningerne anvendte dels militære skydebaner og dels anlagde de civile skydebaner /11/. Siden 1884 har jagtforeninger ligeledes benyttet skydebaner i deres virke /1/.

Fra 1890 blev der i De Danske Skytteforeninger indført fastere rammer for skydeuddannelsen. Der blev blandt andet uddannet delingsførere /13/.

I 1898 blev Dansk Flugtskydningsforening dannet, og den første flugtskydningsbane blev anlagt /50/.

De første oplysninger om skydning på ”indendørs baner” er fra slutningen af 1800-tallet. Skydningen foregik i private hjem, såkaldt ”stuebøsseskydning” /13/. Der er ingen præcise oplysninger om, hvornår de første regulære indendørs skydebaner blev etableret /13/.

I 1910 blev ringskiven, som benyttes på skiveskydningsbaner, indført i Danmark /13/.

Den civile skytteforening, ”Dansk Skytte Union”, blev stiftet i 1913 /14/.

I 1921 blev skydning på kortdistancebane indført ved De Danske Skytteforeninger. Det var en skiveskydningsbane på 50 m /13/.

Terrænskydning, som foregår i militære anlæg, blev indført som disciplin i De Danske Skytteforeninger i 1947 /13/.

Pistolskydning på skiveskydningsbaner blev indført ved De Danske Skytteforeninger i 1972, og i 1978 blev pistolskydning i terræn indført /13/.

IPSC-skydning blev indført som disciplin under Dansk Skytte Union i 2003 /12/.

3.4.2. Maskinteknologi (våben og anlægstyper)

I 1879 udgav De Danske Skytteforeninger den første håndbog for skytteforeningerne /20/. Håndbogen indeholder blandt andet beskrivelser af anvendte våben og ammunition samt anbefalinger i forbindelse med etablering af skydebaner.

De tidligst anvendte våben i skytteforeningerne var enten rifler af forladertypen eller af bagladertypen. I rifler af forladertypen blev krudtet målt af i et ”krudtmål” og hældt i ned gennem løbet i riflen. Bagefter blev kuglen sat ind i riffel-løbet og ført til bunds i løbet med en ladestok. Derefter blev fænghætten sat på, og riflen var ladet /20/. I bagladerriflen anvendte man en patron, hvor krudt og projektil var samlet, ligesom det kendes i dag /20/. De senere udviklede rifler er bagladerrifler.

De første skydebaner blev fortrinsvis anlagt på et jævnt uopdyrket terræn, hvor de omkringliggende arealer enten pga. udstrækning, tilgængelighed eller terrænforskelle (bakkedrag) gav sikkerhed. Eventuelt blev der anlagt en vold til at opfange afskudte projektiler /20/. Ved skydeskiverne blev der udgravet en markørgrav til beskyttelse for markørerne /20/.

Gennem årene er beskrivelserne af anlæggene blevet præciseret, men de grundlæggende forhold med et jævnt terræn, som omkranses af enten naturlig beskyttelse eller anlagte volde, er uændrede /2/.

3.4.3. Anvendte stoffer og kemikalier

De første haglpatroner fremkom i midten af 1600-tallet, da knækbøsser, der virkede efter lignende principper som nutidens haglgeværer, blev opfundet. De runde, støbte blyhagl blev opfundet i England i 1758, og det første hagltårn til fabriksmæssig fremstilling af kuglerunde hagl blev rejst i Østrig i 1818 /17/.

I 1880'erne bestod ammunition til rifler enten af en separat krudtladning og separate kugler eller af en patron, hvor krudt og projektil var samlet i én patron /20/.

Krudtet i knækbøsser og rifler bestod af sortkrudt (kaliumnitrat, svovl og trækul), og ladningen bestod af blyhagl i knækbøssen og af en blykugle (projektil) i rifler.

I 1889 blev der konstrueret en patron med røgsvagt krudt /39/. Røgsvagt krudt kan indeholde følgende stoffer: Nitrocellulose, nitroglycerin, nitroguanidin, diphenylamin, akardit, methylcentralit og forskellige urethan komponenter. Eksempler på additiver i røgsvagt krudt er kamfer, dimethyl og dimethylphthalat og forskellige kaliumsalte /46/. Røgsvagt krudt anvendes stadig i dag i patroner og haglpatroner /39, 41/.

I de tidligste fænghætter, som antænder krudtladningen, indgik kviksølvfulminat (knaldkviksølv) og kaliumchlorat (KClO_3) /45, 46/. I 1920'erne blev fænghætter baseret på blystyphnat, tetraziner eller thiocyanat introduceret /46, 48/. Indtil omkring 1. verdenskrig blev fænghætter med knaldkviksølv dog anvendt /45/. Derudover har blyazid og sølvazid været anvendt /48/. Siden starten af 1980'erne har næsten alle fænghætter været baseret på stoffer som blystyphnat, bariumnitrat, blydioxid, antimontrisulfid og kalciumsilicid /48/.

Selve projektilet består i dag af en blylegering, som eventuelt er beklædt med en kappe af messing eller en kobberlegering /17, 46/.

Haglens i haglpatroner var lavet af bly indtil 1994, herefter er der anvendt stål-hagl. På enkelte baner er der dog stadig dispensation til at anvende blyhagl.

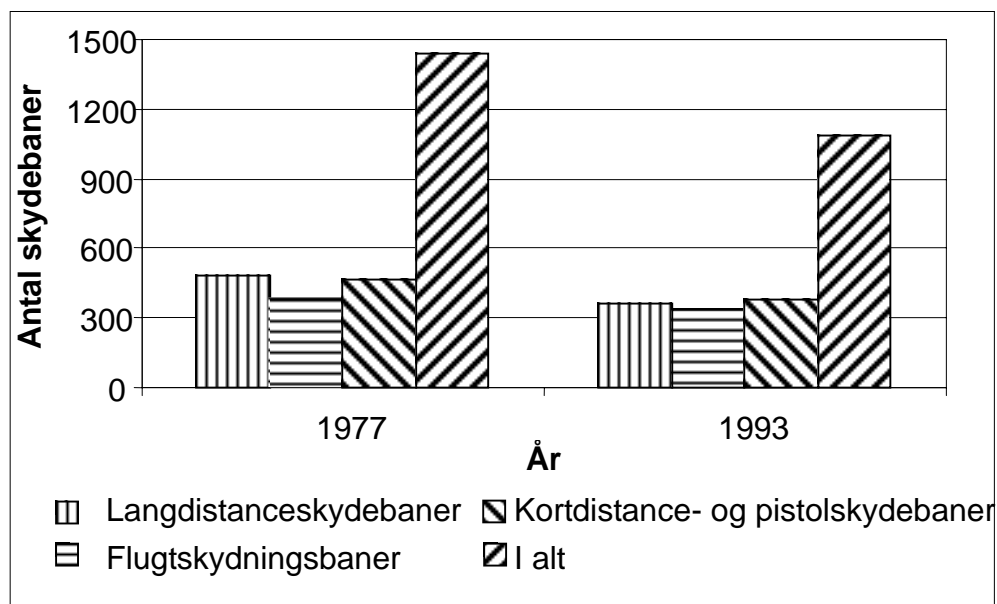
Historisk set startede flugtskydning som skydning efter ”flyvende mål” i England i starten af 1800-tallet. Man brugte levende fugle, som blev sluppet fri én ad gangen. Afløseren var en glaskugle på størrelse med en tennisbold /42, 43/. Omkring år 1900 blev lerdue af brændt ler introduceret /42, 43/.

Siden starten af 1900-tallet har næsten alle lerdue i Danmark været baseret på tjærebeleg, bitumen eller petroleumsharpiks, som indeholder PAH'er, herunder benzo(a)pyren /43/.

Lerdue kan være malet, så de lettere ses på mørk baggrund. Oprindeligt blev der anvendt hvid kalkmaling. Siden midt i 1970'erne har en orange farve været dominerende. Ifølge produktdatablade for den maling, som den nuværende danske lerdueproducent anvender, er der ikke indhold af problematiske stoffer i malingen, og der er tale om et farvet melamin-sulphonamid-formaldehyd copolymerpulver blandet med calciumcarbonat i en styren-acrylplastmaling /43/. Der kan dog ikke afvises, at der tidligere er anvendt tungmetaltholdige pigmenter.

3.4.4. Antal anlæg og brugere

I forbindelse med udarbejdelse af vejledningerne for skydebaner fra henholdsvis 1979 og 1995 /1/ har Miljøstyrelsen lavet en landsdækkende optælling af antallet af skydebaner, se figur 3.1.



Figur 3.1 Udendørs skydebaner i Danmark i henholdsvis 1977 og 1993 /1/.

Ved optællingen i 1977 er der i alt registreret 1428 skydebaner. I 1993 er antallet faldet til 1082.

Antallet af langdistanceskydebaner omfatter såvel forsvarets anlæg som de civile anlæg. I 1993 er der en næsten ligelig fordeling mellem civile anlæg (183 langdistanceskydebaner) og Forsvarets anlæg (177 langdistanceskydebaner). Der er ingen oplysninger om forsvarets anlæg af pistol- og kortdistanceskydebaner i kildematerialet.

I 1993 er der i alt 383 flugtskydningsbaner, heraf ejer Dansk Jægerforbund 271 baner, De Danske Skytteforeninger ejer 50 baner, og endelig ejer Dansk Skytte Union 62 baner.

Det totale antal af skytter, som bruger skydebaneanlæg, er ikke registreret ved Danmarks Statistik. I vejledningen om skydebaner fra 1979 /3/ er antallet af gevær- og pistolskytter i civile skytteforeninger opgjort til:

- De Danske Skytteforeninger: 102.000
- Dansk Skytte Union: 52.000
- Dansk Firmaidræt: 8.500

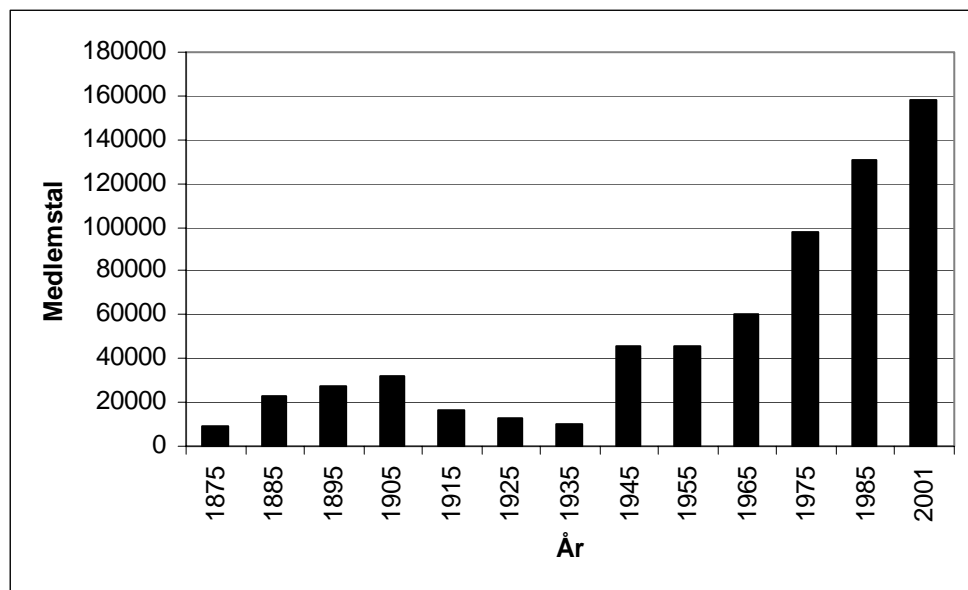
Opgørelsen dækker således ikke gevær- og pistolskytter inden for forsvaret og politiet /1/.

I samme vejledning er antallet af flugtskytter (skytter på flugtskydningsbaner), opgjort til:

- Dansk Skytte Union 52.000
- Landsjagtforeningen af 1923 50.000
- Dansk Jagtforening 38.000
- Dansk Strandjagtforening 10.000

Det er ikke ualmindeligt, at skytter er medlemmer af mere end én forening og både udøver flugtskydning samt gevær- eller pistolskydning.

Som et eksempel på medlemsudvikling i en civil skytteforening er antallet af medlemmer i De Danske Skytteforeninger i perioden fra 1875 – 2001 vist i figur 3.2. På nuværende tidspunkt er De Danske Skytteforeninger den største civile skytteforening i Danmark med ca. 160.000 medlemmer.

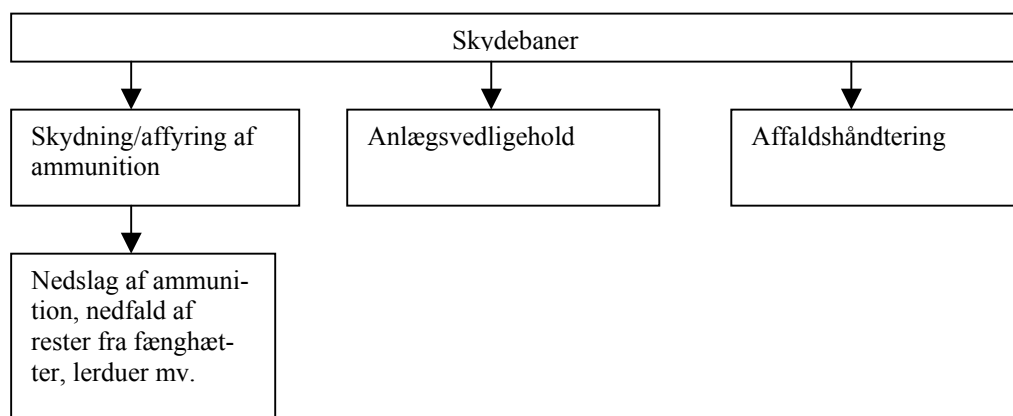


Figur 3.2 Antallet af skytter i De Danske Skytteforeninger fra 1875 – 2001 /15, 16/.

4. Processer, teknologi og miljø

4.1. Procesbeskrivelse

I forbindelse med skydeaktiviteter og selve skydebaneanlæggende er det generelt nedenstående processer/aktiviteter, der har relevans i forhold til jord- og grundvandsforurening.



Figur 4.1 Oversigt over delprocesser/delaktiviteter i forbindelse med skydebaner.

I det følgende beskrives først indretningen af de enkelte skydebanetyper for at definere fagtermer og mulige kildeområder. Derefter følger en nærmere beskrivelse af selve skydningen og især de anvendte stoffer i ammunition mv. På baggrund af disse beskrivelser følger en vurdering af den miljøbelastning, som de forskellige skydebaneanlæg potentielt udgør for jord og grundvand.

4.2. Skydebaners indretning

Skydebaners indretning og udformning afhænger af, hvilken anlægstype der er tale om. I det følgende beskrives skydebaners indretning ud fra nedenstående hovedgrupper:

- Skiveskydningsbaner (udendørs og indendørs)
- Flugtskydningsbaner
- Forsvarets øvelses- og skydeterræner.

4.2.1. Skiveskydningsbaner

I 1879 udgav De Danske Skytteforeninger den første Håndbog for skytteforeningerne /20/. Håndbogen indeholder blandt andet anbefalinger i forbindelse med etablering af skydebaner. De første skydebaner blev således fortrinsvis anlagt på et jævnt uopdyrket terræn, f.eks. på en hede, som skulle være af stor udstrækning og gerne støde op til et utilgængeligt område som en mose, havet eller en større sø. Meget bakkede områder, hvor den naturlige terrænvariation kunne give dækning for kugler, blev ligeledes anbefalet /20/.

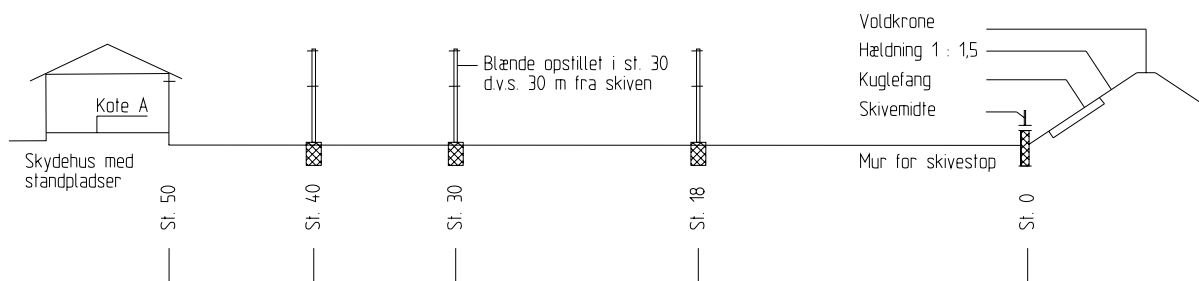
For enden af skydebanen blev der anlagt en vold til at opfange afskudte projektiler. I et fladt terræn, hvor en naturlig bakke ikke kunne udnyttes, blev der således opført en vold i en højde af 10 fod (3,1 m) og en længde på 24 fod (7,5 m) /20/.

Ved skydeskiverne blev der udgravet en markørgrav til beskyttelse for markørerne, som markerer pointværdien samt udbedrer og skifter skiverne mellem skydninger /20/.

I dag kan skiveskydningsbaner inddeles i følgende typer alt efter banelængde og våbentype: Pistolskydebane, salonriffelskydebane, kortdistancebane og langdistancebane.

Pistolskydebaner har skydeafstande på 10-25 m, salonriffelskydebaner har typisk en skydeafstand på 15 m (indendørsbane), kortdistancebaner har en skydeafstand på 50 m, og langdistancebaner har skydeafstande på 100 m, 200 m og/eller 300 m, men større afstande kan dog forekomme /3/.

Det er fælles for alle skiveskydningsbaner, at der skydes mod et fast mål og i en bestemt retning. De forskellige banetyper er opbygget efter samme princip, se figur 4.2.



Figur 4.2 Skiveskydningsbane, principskitse /2/.

En skiveskydningsbane består af et antal skiver på en række og et antal standpladser. Afstanden fra standpladserne, hvor skytterne er placeret og til skiveopstillingen, afhænger af ovenfor nævnte banetyper. Figur 4.2 viser således en kortdistancebane (50 m bane). Arealet mellem standplads og skiveophæng kaldes for baneplanet. Standpladserne kan være forsænket eller hævet i forhold til baneplanet. På baner, som drives af de civile skytteforeninger, er standpladserne som regel indbygget i et skydehus /1/. Tidligere har standpladserne ligget frit i terrænet /20/.

Oftentimes vil der være flere banetyper samlet i samme anlæg, således at der er anbragt skiver i forskellige afstande fra standpladserne, eller at standpladser er anbragt i forskellige afstande fra skiverne.

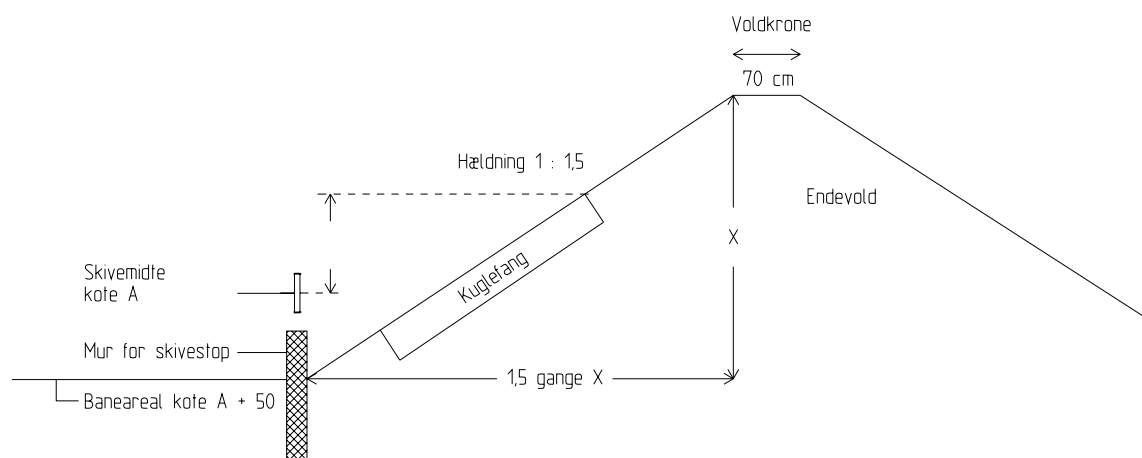
Skiveskydningsbaner kan af sikkerhedsmæssige hensyn være omgivet af side- og/eller endevolde, som normalt opbygges af jord (volden kan i visse tilfælde erstattes af en naturlig bakke, en grusgrav, fremkomme ved nedgravning af skydebanen eller være en del af søterritoriet) /1/. For at opfange opspringende projektiler fra baneplanet og eventuelt ukontrollerede afgivne skud kan en skiveskydningsbane være forsynet med blændere (i form af højde-, side- og endeblændere) /1/. En højdeblænder består af en afskærmende plade, som er placeret i en vis højde over baneplanet. Skud der går for højt, og derfor ikke vil blive stoppet i endevolden, vil således ramme højdeblænderen.

En banes sikkerhed er afhængig af en korrekt dimensioneret endevold bagved skiveopstillingen og et effektivt fungerende kuglefang. Kuglefanget er den del af endevolden, der går 1 m over og til siderne for skydeskivens centrum. Kuglefanget skal opfange og standse projektiler. Derfor skal de yderste 0,7 m bestå af stenfrit, lerfattigt kuglefangende materiale /2/. Kuglefanget kan være af forskellige materialer som grus, træflis eller træplader mv.

Endevoldens højde og længde er afpasset efter den aktuelle banes beliggenhed. Endevolden har et anlæg med en hældning på mindst 1:1,5, og den side, der vender mod standpladserne, skal være stenfri. Voldkronen skal mindst være 0,7 m bred for at sikre mod gennemskydning. En principskitse for endevold og kuglefang er vist på figur 4.3.

I nogle tilfælde ligger terrænet ved skydeskiverne højere end terrænet ved standpladserne. I disse tilfælde er der ofte en brat stigning i terrænet lige inden skydeskiverne. Terrænstigningen virker som en vold og betegnes som en forvold /9/.

Hvis der udover almindelige skiveskydningsaktiviteter foregår IPSC-skydning på baneanlægget, må der forventes en spredt påvirkning af side-, endevolde og baneplan. Ved IPSC-skydning skydes der fra forskellige positioner mod faste eller bevægelige mål, og baneindretningen ændres hyppigt /29/.



Figur 4.3 Principskitse for endevold og kuglefang /2/.

Indendørs skiveskydningsbaner er i princippet opbygget som udendørs baner. Væggene har samme funktion som side- og endevolde. Kuglefanget består af en skråtstillet stålplade med gavle /19/.

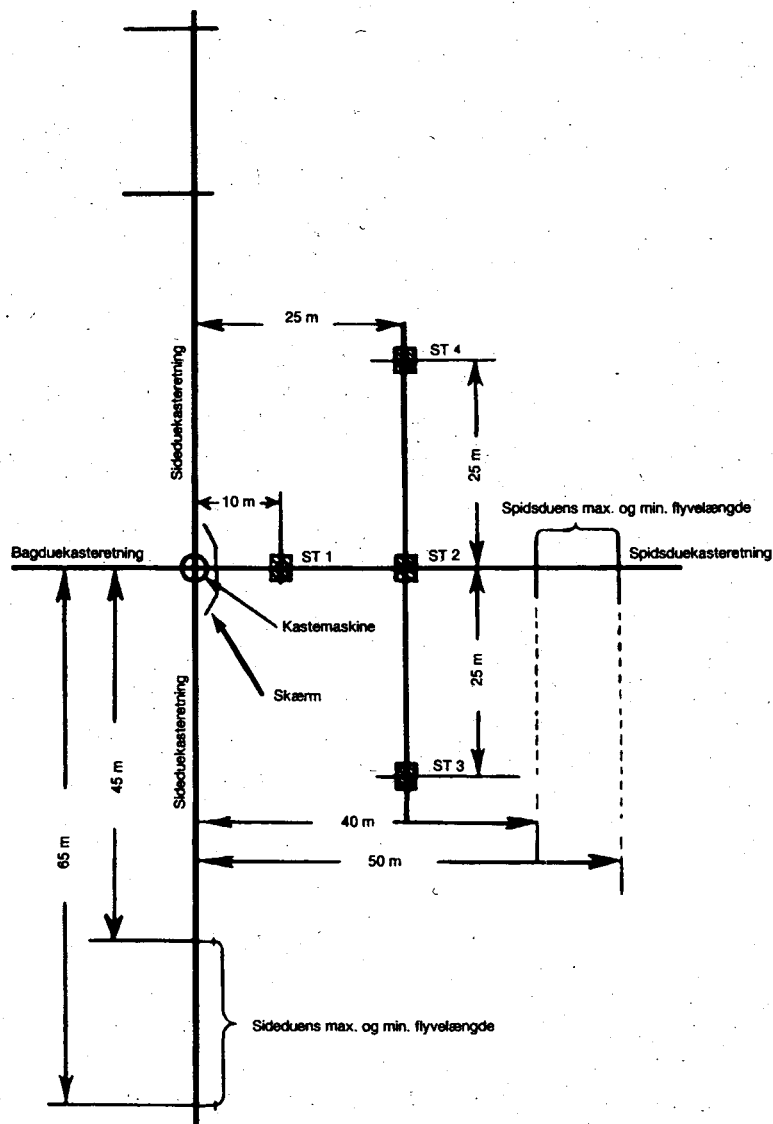
4.2.2. Flugtskydningsbaner

På flugtskydningsbaner skydes med haglgevær efter lerduer, der udslynges maskinelt i forskellige retninger og således fungerer som et bevægeligt mål. En flugtskydningsbane består af et åbent landareal med et eller flere kastetårne /maskinhuse og et antal standpladser. I kastetårnene/maskinhusene er opstillet automatiske eller manuelt betjente kastemaskiner til udslyngning af lerduer. Lerduen minder i udseende om en lille tallerken og vejer ca. 100 g. Kastemaskinens rækkevidde er 40-80 m /1/. Standpladserne, hvor skytterne er placeret, er markeret i terrænet på forskellige måder, f.eks. ved udlagte fliser, en brædevæg, eller en åben trækonstruktion med halvtæg.

Der er 3 forskellige hovedgrupper af flugtskydningsbaner: Jagt-, skeet-, og trapskydning, med hver sin baneindretning.

Den principielle udformning af en jagtskydningsbane er vist på figur 4.4 /3/. På jagtskydningsbanen er der 4 standspladser, hvorfra skytten skal ramme lerduer, der udslynges i 4 forskellige retninger fra en kastemaskine /1/:

- som bagduer, der kastes væk fra skytten i skyderetningen
- som spidsduer, der kastes i retning direkte mod skytten
- som sideduer, der kommer på tværs et stykke foran skytten, flyvende hhv. mod venstre og højre.

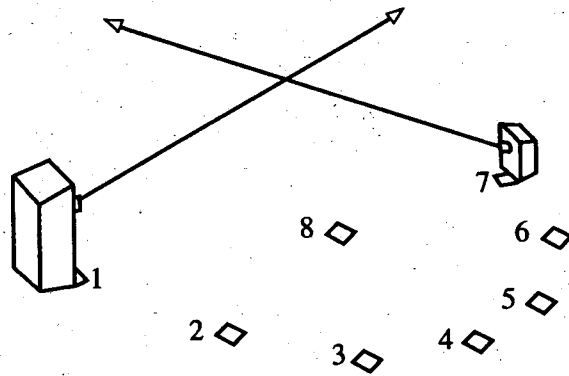


Figur 4.4 Principskitse for jagtskydebane /3/.

Den detaljerede indretning af banen kan variere fra sted til sted. Nogle baner er for eksempel indrettet, så alle standpladser kan benyttes samtidig /1/.

I dag er kastemaskinernes rækkevidde på jagtskydebaner ca. 45 m, hvilket er retningsgivende for, hvor de duer, som ikke træffes, vil falde ned. Duerne udslynges i 4 bestemte retninger. Vindpåvirkning mv. vil dog kunne afbøje lerdueens bane. På standpladser for sideduer skydes inden for en samlet vinkel på 60 gr., og på standpladser for spids- og bagduer skydes inden for en samlet vinkel på 10 gr. /12/. Skydevinklerne er retningsgivende ved fastsættelse af bredden af nedfaldsområder for afskudte hagl, jf. afsnit 6.2.

En skeetskydebane er indrettet med to kastetårne, placeret over for hinanden og herimellem ligger 7 standpladser, som er placeret i en halvcirkel og en standplads, som er placeret midt for kastetårnene, se figur 4.5 /3/.

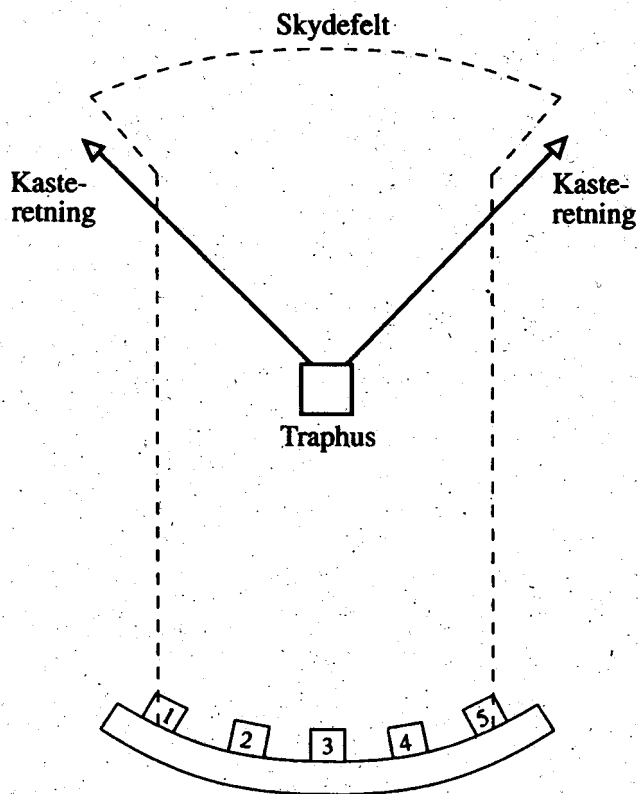


Figur 4.5 Skeetskydebane /3/.

Fra de to kastetårne, henholdsvis et højt og et lavt, udslynges lerdUER i en bestemt retning. I dag er kastemaskinernes rækkevidde på skeetskydebaner ca. 60 m, hvilket er retningsgivende for, hvor de dUER, som ikke træffes, vil falde ned. Fra standpladserne skydes inden for en samlet vinkel på 160-170 gr. /12/. Skydevinklen er retningsgivende ved fastsættelse af bredden af nedfaldsområder for afskudte hagl, jf. afsnit 6.2.

På en trapskydebane udslynges lerdUER fra kastemaskiner, som er placeret i en maskingrav foran 5 standpladser, se figur 4.6.

I dag skelnes der mellem Olympisk trap og Nordisk trap (jæger trap). På en Olympisk trapskydningsbane er kastemaskinernes rækkevidde ca. 80 m. LerdUERne udslynges i en tilfældig retning inden for en vinkel på 80-90 gr. /12/. Fra standpladserne skydes inden for en samlet vinkel på 90 gr. /12/. På en Nordisk trap skydningsbane er kastemaskinernes rækkevidde ca. 60 m, og lerdUERne udslynges i en tilfældig retning inden for en vinkel på maks. 60 gr. Fra standpladserne skydes inden for en samlet vinkel på 60 gr. /12/. Kastemaskinens rækkevidde er retningsgivende for, hvor de dUER, som ikke træffes, vil falde ned, og skydevinklen er retningsgivende ved fastsættelse af bredden af nedfaldsområder for afskudte hagl, jf. afsnit 6.2.



Figur 4.6 Trapskydebane /3/.

På flugtskydningsbaner anvendes haglgevær kaliber 12, eller nogle gange kaliber 16 og 20. Ammunitionen er en haglpatron, med hagl på 2-3 mm /1/. Ved haglstørrelse på 3,5 mm er der 110 hagl i hver patron. I størrelse 2,5 mm er der ca. 300 hagl i patronen /17/.

Sikkerhedskravene til flugtskydningsbaner er udformet som et afstandskrav. Haglenes rækkevidde kan som tommelfingerregel antages at være lig med haglenes diameter i millimeter ganget med 100 m, dvs. for hagl på 2,5 mm er rækkevidden 250 m /3, 17/.

På grund af de vekslende skudretninger og de enkle sikkerhedskrav, som skyldes haglenes begrænsede rækkevidde, er der sjældent volde omkring flugtskydningsbaner /3/.

4.2.3. Forsvarets skyde- og øvelsesterræner

Forsvarets skyde- og øvelsesterræner dækker typisk et større landområde med vekslende bevoksning. Forsvarets forskellige skyde- og øvelsesterræner er varierende både arealmæssigt og med hensyn til omfanget af aktiviteter. Der kan vanskeligt gives en generel beskrivelse af aktiviteter og indretning. Forsvarets skyde- og øvelsesterræner indeholder som regel et antal skydebaner til skydning med håndskydevåben samt tungere våben. Almindelige skiveskydnings-

baner og flugtskydningsbaner kan indgå som delementer i området. Der kan ligeledes være kastebaner for brandflasker (Molotov Cocktails) eller håndgranater.

Ud over faste baneanlæg kan der være områder med skydning uden faste standpladser eller målområder /6, 41/. På forsvarets øvelsesterræner anvendes dog kun skarpladt ammunition på faste baneanlæg, mens der anvendes løs ammunition i resten af øvelsesterrænet. På forsvarets skydeterræner anvendes skarpladt ammunition, og der kan være nedslagsområder og sprængningsområder for forskellige bomber, granater og kanoner /41/.

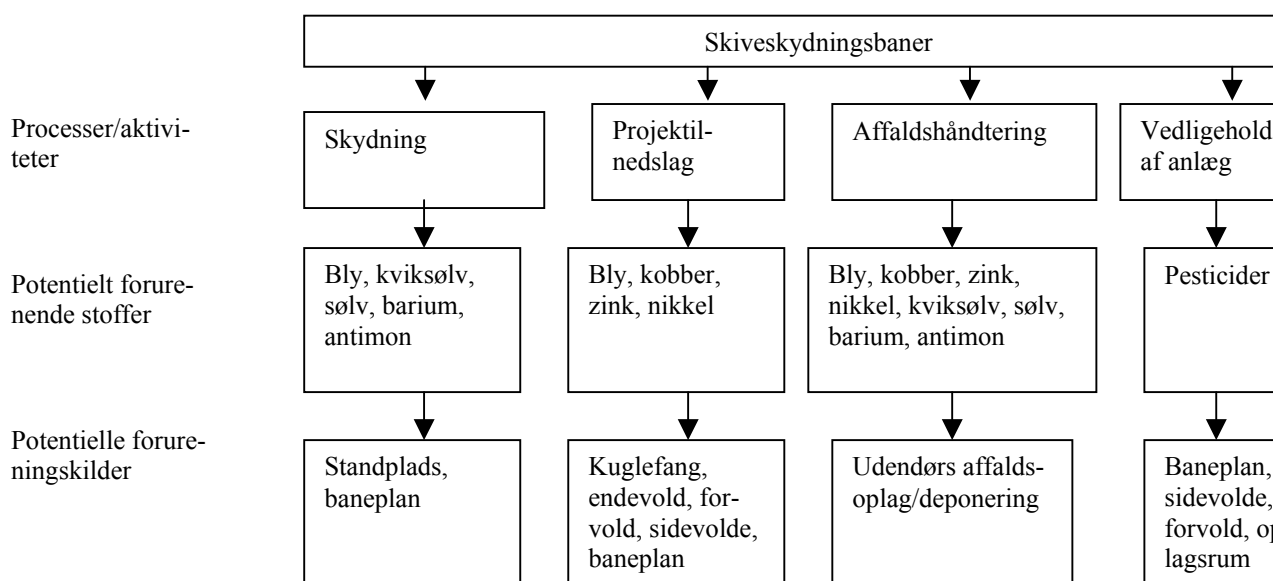
I forbindelse med faste skydebaner kan der være voldanlæg som på skiveskydningsbaner /9/.

4.3. Aktiviteter og miljøbelastning

I de følgende afsnit beskrives de enkelte delprocesser/delaktiviteter på skydebaner, de anvendte kemiske stoffer samt den relaterede miljøbelastning.

4.3.1. Skiveskydningsbaner

På skiveskydningsbaner skydes med håndvåben mod et fast mål og i en bestemt retning. På figur 4.7 er vist en oversigt over processer, de potentielt forurenende stoffer samt potentielle kildeområder i forbindelse med skiveskydningsbaner.



Figur 4.7 Oversigt over processer/aktiviteter, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder på skiveskydningsbaner.

De tidligst anvendte våben i skytteforeningerne fra slutningen af 1800-tallet var:

- Bagladerriflen af model 1867
- Skytteforeningsriflen
- Salonriflen.

Frem til nutiden er der indført flere banetyper, hvor der skydes med andre håndvåben, således at der i dag anvendes følgende våbentyper:

- Gevær/riffel og let maskingevær
- Salongevær/riffel og salonpistol
- Pistol
- Revolver
- Maskinpistol.

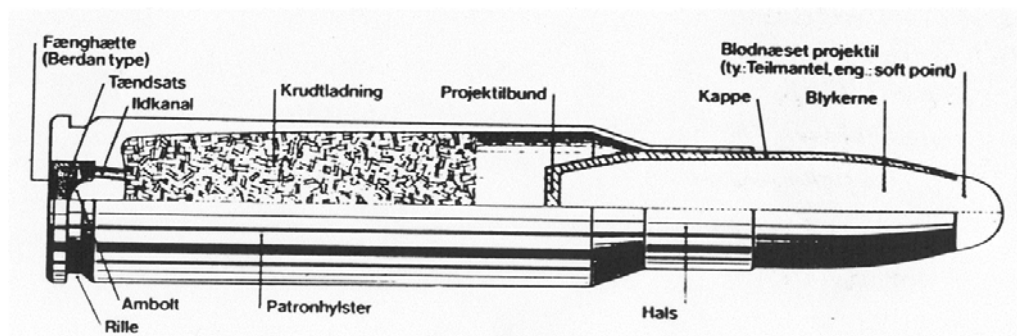
Til bagladerriflen anvendte man en patron, hvor krudt og projektil var samlet, ligesom det kendes i dag /20/. Hylsteret var af messing, og projektilet var en blykugle /21/.

Skytteforeningsriflen var en forladerriffel, hvor krudt og kugle ikke var samlet i en patron. Her blev krudtet (sortkrudt) målt af i et ”krudtmål” og hældt i ned gennem løbet i riflen. Bagefter blev blykuglen sat ind i riffelløbet og ført til bunds i løbet med en ladestok. Derefter blev fænghætten sat på, og riflen var ladet /20/.

Salonriflen var en bagladerriffel af model 1867, som blev anvendt af hæren. I salonriflen anvendte man en metalhætte af messing, ladet med en knaldsats og lukket fortil med en lille blykugle /20/.

Den første røgsvage patron med centraltænding (8 mm Lebel) blev konstrueret i 1886. Overgangen fra først forladere til bagladere og siden repetérrifler med sortkrudtspatroner blev overskygget af den nye patron. På grund af en større udgangshastighed på projektilet blev træfsikkerheden væsentligt forbedret. Samtidig var den nye kugletype kappeklædt og havde derfor en stor gennemtrængningsevne i forhold til rene blyprojektiler. Endelig betød skiftet fra sortkrudt til røgsvagt krudt en væsentligt forbedret sigtbarhed på grund af mindre røgdannelse /39/.

I de følgende tyve år blev næsten alle de i dag eksisterende patronmæssige forbedringer konstrueret. Siden 1915 er der hovedsagelig kun sket forbedringer af fænghætterne, som blev gjort ikke-rustdannende. Efter 2. verdenskrig kom der krudttyper (langsomt brændende krudttyper), som muliggjorde de nye effektive højhastighedspatroner /39/.



Figur 4.8 Principskitse for opbygning af patron /39/.

Patronen er opbygget af 4 dele: Fænghætte, krudtladning, projektil og hylster.

Fænghætte

Fænghætten sidder enten i centrum af hylsteret (centraltændingsfænghætten) eller ligger i randen af selve hylsteret (randtændingstypen). Fænghætten indeholder en mængde trykfølsomt sprængstof i fast form. Ved affyring detoneres fænghættens sprængstof og antænder krudtladningen.

I de tidligste fænghætter indgik kviksølvfulminat (knalddkviksølv- $\text{Hg}[\text{CNO}]_2$) og kaliumchlorat (KClO_3) /45, 46/. I starten af 1890'erne aftog anvendelsen af knalddkviksølv, og i stedet blev mængden af klorat øget /46/. Indtil omkring 1. verdenskrig blev fænghætter med knalddkviksølv dog anvendt /45/. I 1920'erne blev der introduceret fænghætter baseret på blystyphnat (blysalt af 2,4,6-trinitrobenzen-1,3-diol, også kaldt trinitroresorcinat eller tricinat), tetraziner (cyliske ringsystemer med 4 kvælstof og 2 kulstof atomer) eller thiocyanat (NCS^-) /46, 48/. Derudover har blyazid ($\text{Pb}(\text{N}_3)_2$) og sølvazid ($\text{Ag}\cdot\text{N}_3$) været anvendt /48/. I begyndelsen af 1980'erne blev der introduceret fænghætter, som næsten udelukkende indeholder stoffet SINOXID (handelsnavn), og herefter har næsten alle fænghætter været baseret på dette stof. Sinoxid indeholder blystyphnat, bariumnitrat, blydioxid, antimontrisulfid og kalciumsilicid /48/.

Der er ca. 20-30 mg stof i hver enkelt fænghætte /48/. Ved affyring blæses resterne af indholdsstofferne i fænghætten ud af løbet. Mens det for flere af detonatorstoffer vil forventes, at de små stofmængder, som er udledt på gasform, hurtigt nedbrydes, er der således risiko for, at jorden i nærheden af skytten er påvirket med nedfald af de metaller, som indgår i fænghætterne (kviksølv, bly, sølv, barium, antimon). I undersøgelse fra 2001 af indholdsstoffer i støvlaget på en indendørs skiveskydningsbane er der konstateret forhøjede indhold af bly og barium /49/.

Krudt

Når krudtladningen antændes af detonationen i fænghætten, forbrænder krudtladningen ved høj hastighed og med høj varmeudvikling. Derved opnås den trykstigning, som giver drivkraft til affyring af projektilet.

Krudtladningen bestod oprindeligt af sortkrudt, som indeholder kaliumnitrat, svovl og trækul. Der er ingen særlig helbredsfare ved krudtet i sig selv, men ved brand udvikles bl.a. nitrose gasser (NO , NO_2 , N_2O_4) og kulilte (CO), som er farlige ved indånding. Sortkrudt gav en meget uren forbrænding med store mængder generende røg /45, 47/. Røgudviklingen skyldtes urenheder i svovl og salpeter (kaliumnitrat), som gav en uren forbrænding med røgudvikling og til-sodning af de indvendige sider i geværløbet /48/.

Det røgsvage krudt, som blev udviklet i sidste halvdel af 1800-tallet, og som stadig anvendes i dag, er baseret på nitrocellulose. Der er tre typer røgsvagt krudt: Single-base, double-base og triple-base. Single-base består af nitrocellulose, double-base består af nitrocellulose og nitroglycerin, og triple-base består af nitrocellulose, nitroglycerin og nitroguanidin ($\text{H}_2\text{N}\cdot\text{C}(\text{NH})\cdot\text{NH}\cdot\text{NO}_2$) /46/. Der kan være stabiliserende stoffer samt additiver tilsat krudttyperne. Eksempler på stabiliserende stoffer er diphenylamin og akardit (N-methyl-N',N'-Diphenylurea), methylcentralit (sym-dimethyl-diphenylurea eller N,N'-dimethylcarbanilid, $\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}$) og forskellige urethan (ethylcarbammat, $\text{NH}_2\cdot\text{C}(\text{O})\cdot\text{O}\cdot\text{C}_2\text{H}_5$) komponenter. Eksempler på additiver er kamfer, dimethyl og dimethylphthalat og forskellige kaliumsalte /46/.

Under affyring af våbenet forbrændes krudtet, og der dannes bl.a. nitrose gasser (NO , NO_2 , N_2O_4) og kulilte (CO), som er farlige ved indånding. Gasserne udgør et problem i forhold til indeluft i skydehuse, men det vurderes ikke at give anledning til forurening af jord og grundvand. Det vurderes endvidere, at der alene kan være tale om en meget begrænset mængde af krudtet, som ikke forbrændes, og at dette indhold hurtigt vil omsættes i jordmiljøet, fordi det er relativt let omsættelige kulstofforbindelser /53/.

Hylster

Selve projektilet, som affyres, sidder fastklemt forrest i patronhylsteret, som ofte er lavet af messing (en legering af 70 % kobber og 30 % zink) /46/. Hylsteret kan dog være udført i andre materialer som kobber-nikkel legering, lake-ret stål eller aluminium /17, 18, 46/.

Når projektilet skydes af sted, falder hylsteret af på standpladsen eller i umiddelbar nærhed af standpladsen. Ved salonrifler fjernes hylsteret dog manuelt. Det er almindelig praksis på skiveskydningsbaner, at hylstre samles op. For 6,5 mm ammunition er der endvidere pant på hylsteret, ligesom det kendes fra returflasker. Ammunitionshylstre går ikke i stykker eller deformeres ved affyringen. Selvom der kan ligge enkelte hylstre i nærheden af standpladserne, vurderes det ikke at være en potentiel forureningsrisiko.

Projektilet

Projektilet er enten et blødt projektil uden kappe eller et kappeklædt projektil. Projektilets kerne består af en blylegering, som indeholder bly og antimon. Kappen er lavet af messing (som hovedsagelig består af kobber og zink) eller af en kobber-nikkellegering /17, 46/. Jorden i nedslagsområder vil således være påvirket med ovennævnte metaller.

De typisk anvendte ammunitionstyper på skydebaneanlæg er refereret herunder.

I gevær/riffel og let maskinpistol anvendes en kraftigt ladet patron med centraltænding og kappeklædt projektil, hvis kerne består af en blylegering /3/. I salonvåben (salongevær/salonriffel og salonpistol) anvendes en relativt svagt ladet patron med randtænding og ikke kappeklædt projektil med blylegering. I pistol og revolver anvendes som regel samme ammunition som i maskinpistol, men til særlige konkurrencer kan der anvendes en speciel, svagt ladet patron med centraltænding og blyprojektil /3/.

Ved affyring af et blyprojektil (ikke kappeklædt) vil der være et nedfald af blystøv i nærområdet ved skytten, på grund af afrivning af bly fra projektilet ved passage gennem løbet /49/.

Langt størstedelen af de affyrede projektiler rammer i kuglefanget bagved skydeskiverne, og her vil der således være en intensiv påvirkning med metaller. I kuglefanget lige bag en skydeskive dannes med tiden en hård klump af sammenskudte projektiler /2/.

Afhængig af hårdheden af selve projektilet og af det materiale, som stopper projektilet, vil der være forskel i deformeringsgraden af projektilet. Nogle projektiler genfindes som hele projektiler, mens andre er helt eller delvist fragmenterede /10, 41/.

Der kan forventes en kraftig forureningspåvirkning i hele endevolden samt i baneplanet op mod skydeskiverne. De tilstødende dele af eventuelle sidevolde kan ligeledes være påvirkede. Hvis der er en forvold før skydeskiverne, vil den forventeligt også være påvirket. Undersøgelser af skiveskydningsbaner viser, at hele området i nærheden af skydeskiverne (målområdet) er kraftigt påvirket med metaller /9/.

Kuglefanget skal lejlighedsvis renses for klumper af sammenskudte projektiler. I dag skal affald med indhold af metaller afleveres til en godkendt affaldsmottager, men tidligere har der ikke været regler på dette område. Det kan således ikke afvises, at der kan være lavet deponeringer af tungmetalholdigt affald i jorden i nærheden af skydebaner.

Der er desuden eksempler på, at oprenset materiale fra kuglefang er anvendt til forhøjning og udbedring af sidevolde /23/.

Hvis der udover almindelige skiveskydningsaktiviteter foregår IPSC-skydning på baneanlægget, må der desuden forventes en mere spredt påvirkning af side-, endevolde og baneplan. Ved IPSC-skydning skydes der fra forskellige positioner mod faste eller bevægelige mål, og baneindretningen ændres hyppigt /29/.

Vedligeholdelse af anlæg m.v.

Der kan desuden have været forskellige aktiviteter til vedligeholdelse af anlæggene. Anlægsvedligeholdelse kan have involveret anvendelse af pesticider på selve skydebanearealerne og i nærområdet omkring skydehuse. Eventuelle spild i forbindelse med oplag og håndtering af pesticider kan ligeledes have medført en belastning. De potentielle kilder er gulvafløb i oplagsrum eller der, hvor pesticider er opblandet.

På større anlæg kan der have været en olietank med brændstof til plæneklippere, traktorer, oliefyr mv. /40/.

Til vedligeholdelse af våben anvendes våbenolie. Det kan ikke afvises, at vedligeholdelse kan foregå i skydehuse, men anvendelsen af olieprodukter er så begrænset (typisk købes våbenolie i dåse med ca. 1 dl), at der ikke vurderes at være en miljømæssig risiko herved.

Såvel i dag som tidligere har det været muligt at genoplade ammunition selv. Det kan ikke afvises, at genopladning kan foregå i skydehuse, men det er et præcisionsarbejde, som altid vil foregå indendørs. Ved genopladning anvendes de tidligere omtalte produkter. Fænghætter, krudt og projektiler købes, og hylsteret (dyreste del af patronen) genbruges. Der vurderes ikke at være miljømæssige problemer forbundet ved genopladning.

Ved lokalisering af standpladser og kuglefang samt omkransende voldanlæg skal man være opmærksom på, om der i tidens løb har været omlægninger af banen, således at placeringen er ændret.

Miljøbelastning

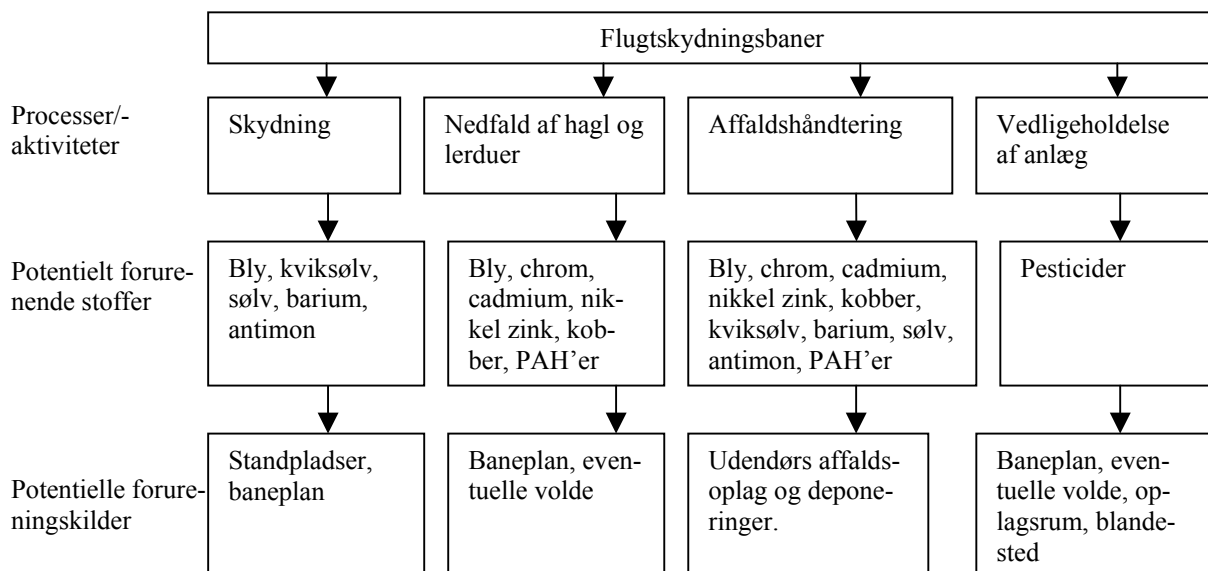
I relation til jord- og grundvandsforurening kan processer/aktiviteter på skive-skydningsbaner medføre følgende miljøbelastning:

- Intensiv belastning af jorden i nærheden af skydeskiver, herunder i kuglefang, endevold og dele af baneplanet samt i eventuelle side- eller forvolde tæt ved endevolden med metaller fra nedslag af projektiler.
- Diffus belastning af jorden fjernere fra skydeskiverne, herunder i dele af baneplan og sidevolde med metaller fra nedslag af projektiler.
- Belastning af jorden ved standpladser med metaller fra affyring af våben/ammunition (fænghætter).
- Deponering af affald (patronhylstre, projektilrester og oprensning fra kuglefang) i jorden.
- Spild til gulv/kloak eller ubefæstede arealer i forbindelse med opblanding af pesticider samt tømning af sprøjter og rengøring af udstyret.
- Fladebelastning af baneplan og øvrige udendørs arealer ved flugtskydningsbanen som følge af sprøjtning med pesticider.
- Spild eller udslip af olieprodukter fra tankanlæg.

Det skal bemærkes, at indendørs skiveskydningsbaner ikke vurderes at kunne udgøre en potentiel risiko for jord- og grundvandsforurening, medmindre opsamlet affald fra banearealet og kuglefanget bag skydeskiverne er deponeret i jorden på udendørsarealer, eller at banearealet i bygningen har været ubefæstet, således at nedfald af metaller er sket på bar jord.

4.3.2. Flugtskydningsbaner

På flugtskydningsbaner skydes med haglgevær i forskellige retninger mod bevægelige mål (lerduer). På figur 4.9 er vist en oversigt over processer, de potentielt forurenende stoffer samt potentielle kildeområder i forbindelse med flugtskydningsbaner.

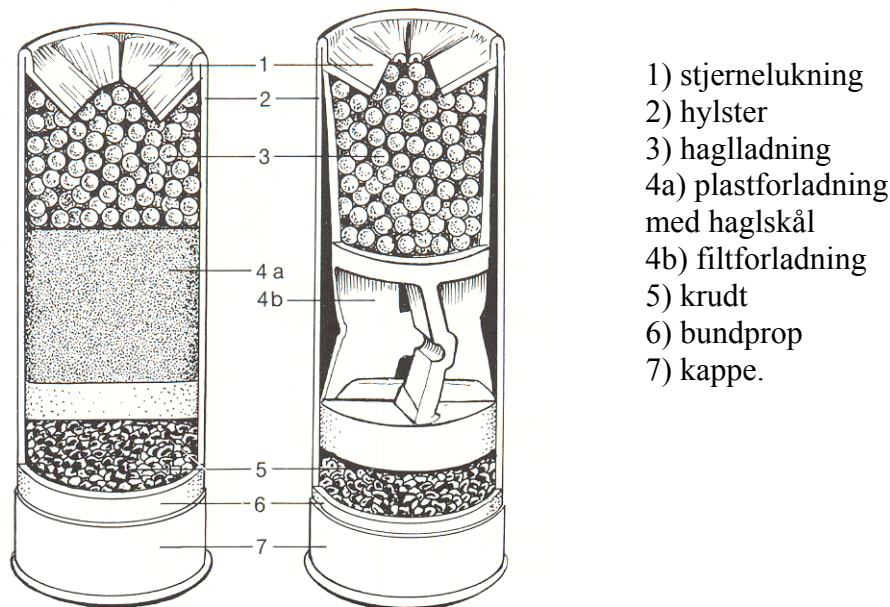


Figur 4.9 Oversigt over processer/aktiviteter, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder på flugtskydningsbaner.

De første haglpatroner fremkom i midten af 1600-tallet, da knækbøsser, der virkede efter lignende principper som nutidens haglgeværer, blev opfundet. De runde, støbte blyhagl blev opfundet i England i 1758, og det første hagltårn til fabrikmæssig fremstilling af kuglerunde hagl blev rejst i Østrig i 1818 /17/.

På flugtskydningsbaner anvendes i dag haglgevær kaliber 12, eller nogle gange kaliber 16 og 20. Ammunitionen er en haglpatron, med hagl på 2-3 mm /1/. Før

1994 blev der næsten udelukkende anvendt blyhagl, men efter forbuddet mod blyhagl i 1994 anvendes stålhagl /17/.



Figur 4.10 Principskitse for haglpatron /17/.

Figur 4.10 viser en gennemskåret haglpatron. De viste numre henviser til haglpatronens enkelte dele.

Haglpatronen består af et hylster af pap eller plastic, der er fastgjort til en patronbund af messing. Patronbunden er en kappe, der ubrudt fortsætter i selve hylsteret og nederst er forbundet med den patronrand, der holder patronen fast i geværets patronkammer. Kappen har til formål at gøre denne del af patronen gastæt for det store tryk, som opstår i skudøjeblikket. Midt i patronbunden (kappen) er fænghætten presset ind i fænghættelejet. Fænghætten bringes til eksplosion, når bøssens slagstift rammer den. Ved eksplosionen sendes en lille flamme ind i krudtladningen, og skuddet går af. I skudøjeblikket presser krudtladningens enorme tryk forladningen frem mod haglladningen. Forladningen kan være lavet af forskellige materialer som papmasse, filt eller plastic, og den fungerer som et stempel, der driver haglladningen ud af patronen og ud gennem løbet /17/.

Fænghætte

I de tidligste fænghætter indgik kviksølvfulminat (knaldkviksølv- $\text{Hg}[\text{CNO}]_2$) og kaliumchlorat (KClO_3) /45, 46/. I starten af 1890'erne aftog anvendelsen af knaldkviksølv, og i stedet blev mængden af klorat øget /46/. Indtil omkring 1. verdenskrig blev fænghætter med knaldkviksølv dog anvendt /45/. I 1920'erne blev fænghætter baseret på blystyphnat (blysalt af 2,4,6-trinitrobenzen-1,3-diol, også kaldt trinitroresorcinat eller tricinat), tetraziner (cykliske ringsystemer med

4 kvælstof og 2 kulstof atomer) eller thiocyanat (NCS^-) introduceret /46, 48/. Derudover har blyazid ($\text{Pb}(\text{N}_3)_2$) og sølvazid ($\text{Ag}\cdot\text{N}_3$) været anvendt /48/. I begyndelsen af 1980'erne blev der introduceret fænghætter, som næsten udelukkende indeholder stoffet SINOXID (handelsnavn), og herefter har næsten alle fænghætter været baseret på dette stof. Sinoxid indeholder blystyphnat, bariumnitrat, blydioxid, antimontrisulfid og kalciumsilicid /48/.

Der er ca. 20-30 mg stof i hver enkelt fænghætte /48/. Ved affyring blæses resterne af indholdsstofferne i fænghætten ud af løbet. Mens der for flere af detonatorstoffer vil forventes, at de små stofmængder, som udledes på gasform, hurtig nedbrydes, er der således risiko for, at jorden i nærheden af skytten er påvirket med nedfald af de metaller, som indgår i fænghætterne (kviksølv, bly, sølv, barium, antimon). I undersøgelse fra 2001 af indholdsstoffer i støvlaget på en indendørs skiveskydningsbane er der konstateret forhøjede indhold af bly og barium /49/.

Krudt

Krudtladningen bestod oprindeligt af sortkrudt, som indeholder kaliumnitrat, svovl og trækul. Der er ingen særlig helbredsfare ved selve produktet, men ved brand udvikles nitrose gasser (NO , NO_2 , N_2O_4) og kulilte (CO), som er farlige ved indånding. Sortkrudt gav en meget uren forbrænding med store mængder generende røg /45, 47/. Røgdudviklingen skyldtes urenheder i svovl og salpeter (kaliumnitrat), som gav en uren forbrænding med røgdudvikling og tilsodning af de indvendige sider i geværløbet /48/.

Det røgsvage krudt, som blev udviklet i sidste halvdel af 1800-tallet og som stadig anvendes i dag, er baseret på nitrocellulose. Der er tre typer røgsvagt krudt: Single-base, double-base og triple-base. Single-base består af nitrocellulose. Double-base består af nitrocellulose og nitroglycerin, og triple-base består af nitrocellulose, nitroglycerin og nitroguanidin ($\text{H}_2\text{N}\cdot\text{C}(\text{NH})\cdot\text{NH}\cdot\text{NO}_2$) /46/. Der kan være stabiliserende stoffer samt additiver tilsat krudttyperne. Eksempler på stabiliserende stoffer er diphenylamin og akardit (N-methyl-N',N'-Diphenylurea), methylcentralit (sym-dimethyl-diphenylurea eller N,N'-dimethylcarbanilid, $\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}$) og forskellige urethan (ethylcarbammat, $\text{NH}_2\cdot\text{C}(\text{O})\cdot\text{O}\cdot\text{C}_2\text{H}_5$) komponenter. Eksempler på additiver er kamfer, dimethyl og dimethylphthalat og forskellige kaliumsalte /46/.

Under affyring af våbenet forbrændes krudtet, og der dannes nitrose gasser (NO , NO_2 , N_2O_4) og kulilte (CO), som er farlige ved indånding. Gasserne udgør et problem i forhold til indeluft i skydehuse, men det vurderes ikke at give anledning til forurening af jord og grundvand. Det vurderes, at der alene kan være tale om en meget begrænset mængde af krudtet, som ikke forbrændes, og at dette indhold hurtigt vil omsættes i jordmiljøet, fordi det er let omsættelige kulstofforbindelser /53/.

Hylster

Når projektillet skydes af sted, falder hylsteret af på standpladsen eller i umiddelbar nærhed af standpladsen. Det er almindelig praksis på flugtskydningsbaner, at hylstre samles op. Selvom der kan ligge enkelte hylstre i nærheden af standpladserne, vurderes der ikke at være en potentiel forureningsrisiko på grund af hylsterets og kappens materialer (pap, plastic, messing).

Hagl

Når haglpatronen affyres, spredes haglene og falder ned på baneplanet eller i omkransende volde i afstande op til 200–300 m fra skytten. Indtil 1994, hvor der er anvendt blyhagl, kan der være sket en påvirkning af jorden med bly. Efter 1994, hvor der er anvendt stålhagl, forventes der ingen belastning af jorden, idet metallerne i stål er bundet i metallet, og der forventes ingen opløsning/udvaskning af metallerne fra stål. Der er dog enkelte anlæg, som har dispensation til at anvende blyhagl, for at kunne forberede sig til internationale konkurrencer.

Ved anvendelse af blyhagl (indtil 1994) kan det ikke afvises, at der har været et nedfald af blystøv fra de affyrede hagl i nærheden af standpladsen.

Lerduer

Ved træfning splintres lerduen og falder ligeledes ned på baneplanet eller i de omkransende voldanlæg. Kastemaskinens rækkevidde er 40-80 m, jf. afsnit 4.2 /1/, hvilket således er retningsgivende for afstanden til nedfald af rester fra lerduer. På konkrete baner, hvor placeringen af kastemaskiner/kastetårne og standpladser er kendt, kan der udpeges delområder, hvor nedfaldet af lerduer er særligt koncentreret svarende til det område, hvor det fra en given standplads er mest oplagt at ramme lerduen eller til kastemaskinernes rækkevidde, hvor ikke nedskudte duer vil falde ned.

Lerduen ser ud som om en lille tallerken og vejer ca. 100 g /1/, se figur 4.11. Der er ligeledes vist stumper fra en nedskudt lerdue.



Figur 4.11 Lerdue fra nyere tid. Diameteren er ca. 11 cm.

Historisk set startede flugtskydning efter ”flyvende mål” i England i starten af 1800-tallet. Man brugte levende fugle, som blev sluppet fri én ad gangen. Afløseren for de levende mål fremkom i England i midten af 1800-tallet. Det var en glaskugle på størrelse med en tennisbold. Kuglerne blev fyldt med fjer, trækul eller mel, så det var synligt, når de blev ramt. En kortvarig afløser for glaskuglerne var kugler lavet af tynd messingplade /42, 43/.

Den endelige afløser for kuglerne kom omkring år 1900 fra USA og bredte sig hurtigt i Europa. Det var ”lerunderkoppen”, som var fremstillet af brændt ler og i udseende minder om nutidens lerduer. Man fandt dog hurtigt frem til et bedre egnet materiale, nemlig en blanding af tjærebege og aske, som i opvarmet stand kunne presses i form /42, 43/. Senere er der for eksempel anvendt kalk i stedet for aske i lerduerne /43/.

De forureningsmæssige problemer ved lerdue skyldes, at tjærebege indeholder en række polyaromatiske hydrocarboner (PAH'er), f.eks. det kræftfremkaldende stof benzo(a)pyren. Phenoler og andre aromatiske kulbrinter med lavt smeltepunkt og kogepunkt destilleres af under opvarmning af stenkulstjæren, hvorved selve begen næppe vil indeholde disse stoffer /1/.

Fra starten af 1900-tallet til ca. 1990 var næsten alle lerduer i Danmark baseret på tjærebege /43/.

Den eneste nuværende danske producent af lerduer erstattede i ca. 1990 tjærebege med bitumen (en oliebaseeret bege) med et lavere indhold af PAH'er end tjærebege /43/. Indholdet af benzo(a)pyren i den anvendte bitumen er ved analyser fra leverandøren i 1997 bestemt til ca. 1.200 mg/kg. Samtidig refereres, at analyser af den tidligere anvendte tjærebege har påvist indhold af benzo(a)pyren på ca. 7.600 mg/kg /43, 44/. Lerduerne består af 27 % bitumen og 73 % kalk,

så indholdet af benzo(a)pyren i de omtalte lerdUER er ca. 350 mg/kg (bitumen-baseret) og ca. 2.000 mg/kg (baseret på tjærebeG) /43, 44/.

Der har i en periode været produceret lerdUER af petroleumsharpiks (oliebeG), som også indeholder sundhedsskadelige stoffer i form af PAH'er, men dog i mindre omfang end tjærebeG. En lerdue af petroleumsharpiks har en brun brudflade, mens lerdue af tjærebeG har en sort brudflade /1/. Der var dog tale om en begrænset periode i 1970'erne og en begrænset produktion, fordi duerne med petroleumsharpiks var dyrere end duerne baseret på tjærebeG /43/.

I Tyskland er der strengere krav til indholdet af PAH'er i lerdUER. Den lerdue, som er godkendt i Tyskland, er ligeledes baseret på bitumen, men indholdet af PAH'er er langt lavere (< 5 mg benzo(a)pyren/kg og i alt ca. 30 mg PAH/kg) /44/.

LerdUER kan være malet, så de lettere ses på mørk baggrund. Oprindeligt blev der anvendt hvid kalkmaling. Siden midt i 1970'erne har en orange farve været dominerende. Ifølge produktdatablade for den maling som den nuværende danske lerdueproducent anvender, er der ikke indhold af problematiske stoffer i malingen, og der er tale om et farvet melamin-sulphonamid-formaldehyd copolymerpulver blandet med calciumcarbonat i en styren-acryl plastmaling /43/. Der kan dog ikke afvises, at der tidligere er anvendt tungmetallholdige pigmenter.

I dag skal affald med indhold af kemiske stoffer afleveres til en godkendt affaldsmottager, men tidligere har der ikke været regler på dette område. Udover de steder, hvor der er nedfald af lerdUER på baneanlæg, kan det således ikke afvises, at der kan være lavet deponeringer af affald med indhold af metaller og PAH'er i jorden i nærheden af skydebaner.

Vedligeholdelse af anlæg m.v.

Anlægsvedligeholdelse kan have involveret anvendelse af pesticider på selve flugtskydningsarealerne. Eventuelle spild i forbindelse med oplag og håndtering af pesticider kan ligeledes have medført en belastning. De potentielle kilder er gulvafløb i oplagsrum eller der, hvor pesticider er opblandet, samt selve flugtskydningsarealet.

Til vedligeholdelse af våben anvendes våbenolie. Det kan ikke afvises, at vedligeholdelse kan foregå i eventuelle bygninger ved flugtskydningsbaner, men anvendelsen af olieprodukter er så begrænset, at der ikke vil være en miljømæssig risiko herved. Typisk købes våbenolie i dåse med ca. 1 dl.

Såvel i dag som tidligere har det været muligt at genoplade ammunition selv. Det kan ikke afvises, at genopladning kan foregå i eventuelle bygninger ved flugtskydningsbaner, men det er et præcisionsarbejde, som altid vil foregå indendørs. Ved genopladning anvendes de tidligere omtalte produkter. Der vurderes ikke at være miljømæssige problemer forbundet ved genopladning.

Ved lokalisering af standpladser og kastemaskine skal man være opmærksom på, om der i tidens løb har været omlægninger af banen således, at placeringen er ændret.

Miljøbelastning

I relation til jord- og grundvandsforurening kan processerne/aktiviteterne på flugtskydningsbaner medføre følgende miljøbelastning:

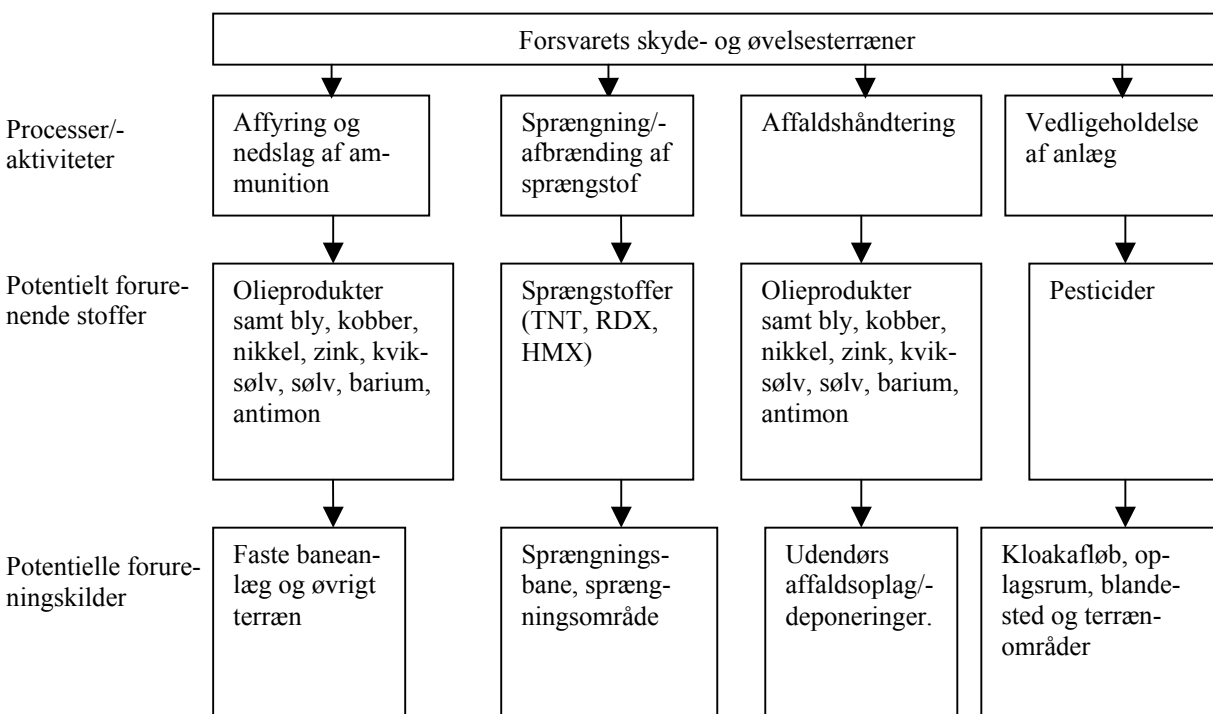
- Diffus belastning i nærområdet ved standpladser med metaller fra affyret ammunition (fænghætter og tungmetalholdigt støv fra afrivning fra blyhagl).
- Diffus belastning af overfladejorden i baneplanet og eventuelt omkransende bakkedrag/voldanlæg med metaller fra nedslag af blyhagl.
- Diffus belastning af overfladejorden i baneplanet og eventuelt omkransende voldanlæg samt intensiv belastning i mindre afgrænsede områder med rester fra nedskudte lerduer (PAH'er og evt. metaller fra malede lerduer).
- Deponering af affald (patronhylstre, blyhagl og lerduer) i jorden.
- Spild til gulv/kloak eller ubefæstede arealer i forbindelse med opblanding af pesticider samt tømning af sprøjter og rengøring af udstyret.
- Fladebelastning af baneplan og øvrige udendørs arealer ved flugtskydningsbanen som følge af sprøjtning med pesticider.

4.3.3. Forsvarets skyde- og øvelsesterræner

På forsvarets skyde- og øvelsesterræner kan skiveskydnings- og flugtskydningsbaner indgå som delelementer, ligesom der kan være andre faste baner for affyring af ammunition, f.eks. kastebaner til håndgranater.

På øvelsesterræner anvendes alene løst krudt (ammunition uden projektil) uden for de faste baner, mens der i skydeterræner anvendes skarpladt ammunition, og der kan være nedslagsområder og sprængningsområder for granater mv. Enkelte steder i øvelsesterræner kan man have etableret en midlertidig bane til kast af brandflasker (Molotov Cocktails).

På figur 4.12 er vist en oversigt over processer, de potentielt forurenende stoffer samt potentielle kildeområder i forbindelse med forsvarets skyde- og øvelsesterræner. Forhold vedrørende eventuelle skiveskydnings- eller flugtskydningsbaner i skydeterræner er ikke medtaget, idet de er beskrevet i afsnit 4.3.1 og 4.3.2.



Figur 4.12 Oversigt over processer/aktiviteter, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder på forsvarets skyde- og øvelsesterræner.

På forsvarets skyde- og øvelsesterræner, herefter kaldet skydeterræner, anvendes mange forskellige våben og ammunitionstyper. I bilag 2 til Bekendtgørelse nr. 468 af 13. juni 2002 om støjregulering af forsvarets øvelsespladser og skyde- og øvelsesterræner” er anvendte våben og ammunitionstyper vist for hvert enkelt skydeterræn /5/. I det følgende beskrives aktiviteterne på Etablissemmentsnr. 550A, Hevring Skydeterræn, som eksempel på sprængning og affyring af ammunition i skyde- og øvelsesterræner /5/:

- Skydning med krigs- og øvelsesammunition overalt i terrænet med lette våben (håndskydevåben med kaliber mindre end 12,7 mm samt haglgevær).
- Skydning med øvelsesammunition overalt i terrænet med tunge våben samt brug af kanonslag.
- Skydning med krigs- og salonammunition samt sprængladt øvelsesammunition overalt i terrænet samt fra eksterne stillinger med tunge våben.
- Sprængning af ladninger til og med 10 kg i særlige områder indrettet til sprængning samt kast med skarpe håndgranater.

- Sprængning af ladninger 10 – 50 kg i særlige områder indrettet til sprængning.

Anvendelse og aktiviteter i Hevring Skydeterræn er beskrevet i ”Drifts- og plejeplan 2002 – 2016” /6/. Der er følgende faste skydebaneanlæg: Langdistance skydebane, feltskydebaner, pansermålsbane, skarpkastningsbane og feltmæssig skarpkastningsbane. Desuden er der skydebaneanlæg for: ”Gruppekamp fra stilling” og ”Bevægelig målbane”. Endeligt er der et sprængningsområde.

Håndgranater, granater og panserminer består generelt af en metalkappe, som er fyldt med sprængstof. Sprængstoffet forbrændes totalt ved detonationen, og selve sprængstoffet vurderes ikke at udgøre en risiko for jord- og grundvandsforurening. Når ammunitionen detonerer, sprænges metalkappen, og den ødelæggende effekt opnås. Rakter og missiler (et missil er en styrbar raket) består ud over sprænghovedet også af en fremdrivningsladning (raketmotor), og de oven for beskrevne forhold gælder også disse våbentyper /41/.

Kappen er generelt lavet af stål, der har et varierende indhold af metaller alt efter, hvilken ståltype der er anvendt (mangan, nikkel, chrom, molybdæn, vanadium og wolfram) /41/. Metallerne i stål vurderes ikke at udgøre en risiko for jordforurening, idet de er bundet i stålet, og der ikke forventes en opløsning/udvaskning herfra.

Brandflasker (Molotov Cocktails) er en blanding af benzin/petroleum, som ofte er tilsat et gelpulver i en glasflaske, som antændes og kastes /41/. I områder, hvor brandbomber er anvendt, kan der således være risiko for påvirkning af jorden med olieprodukter i tilfælde af, at der ikke er sket en fuldstændig forbrænding.

Pyroteknik er lys- og røggammunion. Ammunitionen er lavet af plast/aluminium og fyldt med kaliumnitrat, kaliumchlorat samt andre nitrater, f.eks. natriumnitrat. Farven i pyroteknisk røg kommer fra magnesium, strontium, barium og kobber /41/. I forhold til den øvrige ammunition er anvendelsen af pyroteknisk ammunition dog begrænset /41/.

Kobber indgår ligeledes i retningsbestemte ladninger, typisk i panserværnsvåben /41/. Nikkel indgår i overfladebehandling af diverse ammunition /41/. I skyde- og øvelsesterræner kan der således være risiko for påvirkning af jorden med kobber og nikkel.

Aluminium indgår i missil-airframe, brandrør, pyroteknikdåser og detonatorer /41/, men bidraget fra disse forureningskilder vurderes ikke at udgøre en potentiel forureningsrisiko, da aluminium forekommer naturligt i høje koncentrationer i jorden.

Det sprængstof, som indgår i forskellige ammunitionstyper, forbrænder ved detonationen, og følgende gasarter dannes: C, CO, CO₂, N, NO, NO₂, H, H₂O, O, O₂. Nogle er stabile ved højt tryk og temperatur, men nedbrydes til alminde-

lige forbindelser efter få sekunder eller minutter. Produkterne er H₂O, O₂, N₂, CO₂, og NO₂ /41/. Der forventes ikke nedfald fra detonation af sprængstof /48, 53/.

Påvirkning af jorden med uforbrændt sprængstof kan eventuelt forekomme på deciderede sprængningsbaner, hvor der sprænges uoptimalt eller brændes TNT (trinitrotoluen), RDX (cyclonite, sym-trimethyltrinitramin eller hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin) og HMX (octahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazocin) i stedet for egentlig detonation /41/. Fra USA kendes til forurening af jord og grundvand med uforbrændt sprængstof på militærområder og på produktionsvirksomheder /54/.

I dag skal affald med indhold af kemiske stoffer afleveres til en godkendt affaldsmodtager, men tidligere har der ikke været regler på dette område. Det kan således ikke afvises, at der kan være lavet deponeringer af affald i jorden.

Anlægsvedligeholdelse kan have involveret anvendelse af pesticider på øvelses- og skydeterræner. Eventuelle spild i forbindelse med oplag og håndtering af pesticider kan ligeledes have medført en belastning. De potentielle kilder er gulv afløb i oplagsrum eller der, hvor pesticider er opblandet samt i terrænet.

Ved lokalisering af anlæg skal man være opmærksom på, om der i tidens løb er sket ændringer af placeringen m.v.

Miljøbelastning

I relation til jord- og grundvandsforurening kan processerne/aktiviteterne på forsvarrets skyde- og øvelsesterræner medføre følgende miljøbelastning:

- Intensiv belastning ved faste målområder på skydebaner, kastebaner, i sprængningsområder og i nedslagsområder med diverse ammunitionstyper (olieprodukter og metaller).
- Diffus belastning af jorden i skyde- og øvelsesområder og eventuelt omkransende voldanlæg med diverse ammunitionstyper (olieprodukter og metaller).
- Belastning af jord i sprængningsområder med uforbrændt sprængstof (TNT, RDX, HMX).
- Deponering af ammunitionrester i jorden.
- Spild til gulv/kloak eller ubefæstede arealer i forbindelse med opblanding af pesticider samt tømning af sprøjter og rengøring af udstyr.
- Fladebelastning af de behandlede arealer på øvelses- eller skydeterræner som følge af sprøjtning med pesticider.

5. Forureningsrisiko

5.1. Oversigt over potentielle forureningskilder

I kapitel 4 er processer, anvendt teknologi og kemiske stoffer samt de potentielle risici for miljøet på skydebaner gennemgået.

I de efterfølgende tabeller er der samlet en oversigt over de gennemgåede processer, kilder til forurening, mulige spredningsveje og forurenende kemiske stoffer opsummeret.

5.1.1. Skiveskydningsbaner

Delprocesser	Kildetyper	Spredningsveje	Forureningstyper
Skiveskydningsbaner			
Affyring af våben	Standplads, baneplan	Direkte kontakt med forurennet jord. Udvaskning til grundvandet	Metaller (kviksølv, bly, sølv, barium, antimon)
Nedslag af projektiler	Kuglefang, endevold, sidevolde, forvold, baneplan	Direkte kontakt med forurennet jord. Udvaskning til grundvandet	Metaller (bly, kobber, zink, nikkel)
Håndtering af affald	Udendørs affaldsoplag. Deponering i jord	Direkte kontakt med forurennet jord. Udvaskning til grundvandet	Metaller (bly, kobber, zink, nikkel, kviksølv, sølv, barium, antimon)
Vedligeholdelse af anlæg ved anvendelse af pesticider	Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal eller i kloakker	Direkte kontakt med forurennet jord. Nedsivning og udvaskning til grundvandet	Pesticider til ukrudtsbekæmpelse

Table 5.1 Opsummering af processer, kilder til forurening, mulige spredningsveje og forureningstyper ved skiveskydningsbaner.

5.1.2. Flugtskydningsbaner

Delprocesser	Kildetyper	Spredningsveje	Forureningstyper
Flugtskydningsbaner			
Affyring af våben	Baneplan i nærheden af standpladser	Direkte kontakt med forurenede jord. Udvaskning til grundvandet	Metaller (kviksølv, bly, sølv, barium, antimon)
Nedfald af hagl og lerduer	Baneplan og eventuelle volde	Direkte kontakt med forurenede jord. Udvaskning til grundvandet	PAH'er, inkl. benzo(a)pyren Bly Metaller fra maling (bly, chrom, cadmium, nikkel, zink kobber)
Håndtering af affald	Udendørs affaldsoplag. Deponeringer i jord	Direkte kontakt med forurenede jord. Udvaskning til grundvandet	Metaller (kviksølv, bly, sølv, barium, antimon, chrom, cadmium, nikkel, zink, kobber) PAH'er, inkl. benzo(a)pyren
Vedligeholdelse af anlæg ved anvendelse af pesticider	Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal eller i kloaker. Behandlede baneplan	Direkte kontakt med forurenede jord. Nedsivning og udvaskning til grundvandet	Pesticider til ukrudtsbekæmpelse

Tabel 5.2 Opsummering af processer, kilder til forurening, mulige spredningsveje og forureningstyper ved flugtskydningsbaner.

5.1.3. Forsvarets skyde- og øvelsesterræner

Delprocesser	Kildetyper	Spredningsveje	Forureningstyper
Skyde- og øvelsesterræner			
Affyring og nedslag ammunition	Faste baneanlæg og øvrigt terræn	Direkte kontakt med forurennet jord. Udvaskning til grundvandet	Olieprodukter (total kulbrinter, BTEX'er) Metaller (bly, kobber, zink, nikkel, kviksølv, sølv, barium, antimon)
Sprængning af ammunition	Sprængningsområder	Direkte kontakt med forurennet jord. Udvaskning til grundvandet	Uforbrændte sprængstoffer (TNT, RDX, HMX)
Håndtering af affald	Udendørs affaldsoplag. Deponeringer i jord	Direkte kontakt med forurennet jord. Udvaskning til grundvandet	Olieprodukter (total kulbrinter, BTEX'er) Metaller (bly, kobber, zink, nikkel, kviksølv, sølv, barium, antimon)
Vedligeholdelse af anlæg ved anvendelse af pesticider	Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal eller i kloaker. Behandlede terrænområder	Direkte kontakt med forurennet jord. Nedsivning og udvaskning til grundvandet	Pesticider til ukrudtsbekæmpelse

Tabel 5.3 Opsummering af processer, kilder til forurening, mulige spredningsveje og forureningstyper på forsvarets skyde- og øvelsesterræner.

5.2. Vurdering af forureningsrisiko

I følgende afsnit er hovedgrupperne af udvalgte stoffer, som er anvendt på skydebaner, beskrevet.

Generelt er stoffernes fysisk-kemiske egenskaber udgangspunkt for en vurdering af risikoen for at træffe en forurening med stofferne i hhv. jord, grundvand og poreluft.

Stoffer med ringe opløselighed, lavt damptryk og kraftig adsorption/bioakkumulering (høj oktanol-vand fordelingskoefficient, stor molvægt og evt. positive ladninger) vil udvise størst tendens til at blive opkoncentreret i jordprofilen frem for at udvaskes til grundvand eller fordampe til poreluften. Omvendt vil stoffer med stor vandopløselighed og ringe adsorption udgøre den største risiko for grundvandskvaliteten, mens stoffer med højt damptryk udgør en risiko for poreluftsforurening.

Metaller

Metaller er grundstoffer, der ikke kan nedbrydes til uskadelige komponenter. Metaller kan forekomme på forskellige kemiske tilstandsformer, der som følge heraf har forskellig mobilitet og miljøpåvirkning. Effekterne vil dog hovedsageligt bero på koncentrationsniveauet, og hvor de findes /24/.

Ud fra oplysningerne i kapitel 4 og 6 er metallerne bly, kobber, chrom, kviksølv, nikkel og zink samt metallerne sølv (Ag) og antimon (Sb) relevante i forbindelse med skydebaner. Ligeledes nævnes metallerne som magnesium (Mg), strontium (Sr) og barium (Ba) som mulige forureningskomponenter i kapitel 4.

Der er opstillet jordkvalitetskriterier for metallerne bly, kobber, chrom, kviksølv, nikkel og zink /12/, og der eksisterer en del dansk erfaring med jordforurening med disse metaller. Der er opstillet et jordkvalitetskriterium for sølv på 50 mg/kg TS, og baggrundsniveauet er omkring 0,1 – 1 mg/kg TS /63/. Umiddelbart vurderes det, at der kun vil kunne forekomme et begrænset forureningsbidrag med sølv ved affyring af ammunition, og at dette ikke vil kunne medføre en belastning af jordmiljøet.

Der er ikke et dansk jordkvalitetskriterium for antimon, men baggrundsniveauet er omkring 0,07 - 0,41 mg/kg i Norge /65/. Indhold på op til 10 mg/kg TS er målt andre steder i verden, og det hollandske afskæringskriterium er 15 mg/kg TS /65, 67/. Antimon også et følgestof i fossile og andre brændsler, og det tilføres jord ved atmosfærisk nedfald, i handelsgødning og i spildevandsslam /65/. Derfor kan det ikke afvises, at antimon kan medføre en belastning af jordmiljøet, men risikoen vurderes at være begrænset på grund af det lave indhold i ammunition.

Der er ikke opstillet danske jordkvalitetskriterier for metallerne magnesium (Mg), strontium (Sr) og barium (Ba). Baggrundsniveauet for magnesium er fra 249–13.800 mg/kg TS /64/. Baggrundsniveauet for strontium i jorden er omkring 240 mg/kg TS, og det er hovedsagelig nedfald af radioaktivt strontium 90 fra nukleare uheld, der er af interesse i forureningsager i udlandet /62/. Baggrundsniveauet for barium i jord er omkring 440 mg/kg TS, men den naturlige indhold kan variere fra 80–525 mg/kg TS /63, 64/. Det hollandske afskæringskriterium for barium er 625 mg/kg TS /69/. På grund af de eksisterende baggrunds niveauer vurderes det, at de begrænsede forureningsbidrag med Mg, Sr og Ba ved affyring af ammunition ikke vil medføre en belastning af jordmiljøet.

Metallernes spredning i det terrestriske miljø er styret af processernes udfældning, sorption og kompleksering og endvidere af redox- og methyleringsprocesser for chrom, kviksølv og antimon /24, 58/.

Metallerne *bly, kobber, nikkel* og *zink* optræder hyppigst som divalente kationer i det terrestriske miljø og tilbageholdes generelt kraftigt i jord pga. af sorption og udfældning med f.eks. fosfat. Sorption forekommer ved alle koncentrationsniveauer, mens udfældning generelt kræver høje koncentrationer. Den

afgørende faktor for stoffernes sorption er pH, hvor stofferne er mest mobile ved lave pH-værdier. Tilføres jorden organiske eller uorganiske ligander, f.eks. chlorid, carbonat og sulfat, øges stoffernes opløselighed som følge af kompleksdannelser, på nær under stærkt reducerede forhold /24/.

Chrom forekommer almindeligvis komplekseret med OH^- ioner (Cr(III)) og som oxyanionen chromat (Cr(VI)). Mobiliteten af chrom er stærkt afhængig af redoxforholdene, da chrom optræder som mobilt chromat under oxiderede forhold og udfældes under reducerede forhold. Sorptionen af chromat er styret af tilstedeværelsen og mængden af jern-, mangan- og aluminiumoxider, da anionerne ikke kan adsorbere direkte til jordmatricen /24/.

Kviksølv optræder hovedsageligt på oxidationstrinene 0 og II i det terrestriske miljø. Kviksølv forekommer sjældent som frie Hg^{2+} ioner, der vil tilbageholdes kraftigt til jordmatricen. I stedet komplekserer stoffet, primært som HgOH^+ og $\text{Hg}(\text{OH})_2$, og bliver derved mobilt. Elementært kviksølv, Hg^0 samt methyleret kviksølv er flygtige stoffer /24/.

Antimon er et metalloid fra samme hovedgruppe som arsen. Metallisk antimon er uopløseligt i vand, men ved dannelse af typiske forbindelser såsom sulfid-, hydroxid- eller oxidforbindelser, bliver antimon svagt opløseligt i vand og dermed mere mobilt /58/.

Sølv bindes generelt meget hårdt til jord, hvilket også medfører en lav bioakkumulering. Et fald i pH og et fald i organisk materiale i jorden vil dog kunne frigive sølv fra jordpartiklerne /59/.

Barium bindes især til manganholdige oxider i jorden, men kan opløses i vandet og optages i planter. Barium konkurrerer med calcium og strontium for optagelse i planter, idet de tre grundstoffer er sammenlignelige kemisk set. Til sætning af kalk eller svovl reducerer dermed mobilitet af barium i jorden og planter /63/.

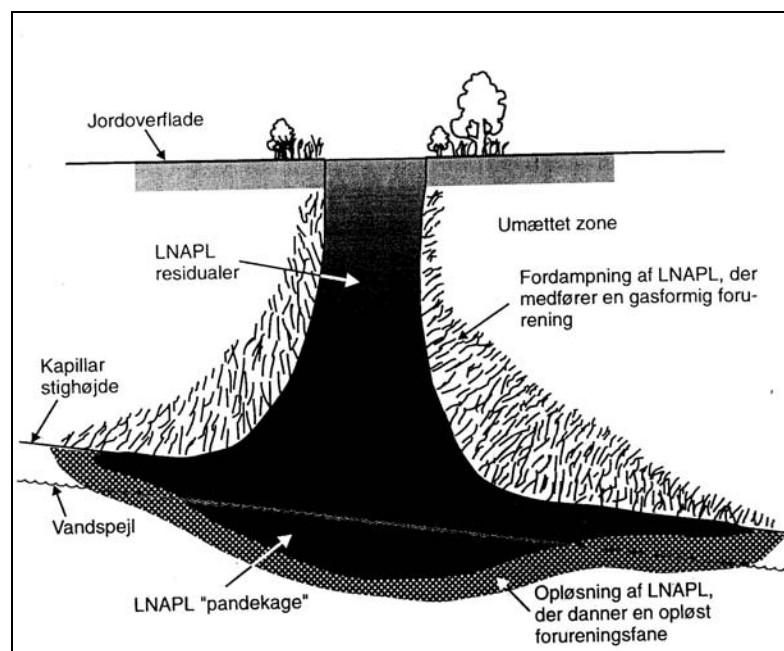
På grund af metallernes store tendens til at adsorbere til jordpartikler har stofferne lange opholdstider i jorden. Kviksølv har en opholdstid på omkring 750 år, mens kobber, nikkel, bly og zink har opholdstider på omkring 2.000 år i tempereret jord /25/.

Kulbrinter (mineralolie, organiske opløsningsmidler)

Eksempler på anvendte kulbrinter i forbindelse med drift og vedligeholdelse af skydebaner og aktiviteter på forsvarets øvelses- og skydeterræner er benzin, dieselolie og petroleum.

Kulbrinter har generelt en massefylde, der er mindre end vands, og de benævnes derfor LNAPL, Light Non-Aqueous Phase Liquids /24/.

En forurening med LNAPL bevæger sig gennem jordmatricen mod grundvandet pga. udvaskning, tyngdekraften, trykgradienter samt kapillarkræfter, se figur 5.1. På vejen vil en del af de flygtige komponenter fordampe til poreluften, en del vil blive opløst i porevandet, og en del af kulbrinterne vil blive fanget i jordens porer ved sorption (residual NAPL) /24/.



Figur 5.1 Udbredelse af et LNAPL spild /24/.

Et tilstrækkeligt stort kulbrintespild vil til sidst nå grundvandet, hvor det vil lægge sig oven på vandspejlet og strømme i retning af grundvandets hydrauliske gradient. Diffusion af kulbrinterne medfører en yderligere spredning af forureningen i andre retninger ud over strømningsretningen. Grundvandsforureningens udbredelse begrænses af sorption, fordampning og nedbrydning /24/.

Selv længe efter, at den frie fase har passeret gennem jorden, vil residual NAPL langsomt frigøres igen til jordvæsken fra jordmatricen pga. desorption.

De forskellige typer af LNAPL bevæger sig ikke lige hurtigt gennem jordmatricen. Langkædede kulbrinter er f.eks. meget lidt mobile i jord, da de sorberes stærkt til det organiske materiale, og de udgør således et potentielt problem for arealanvendelsen. Flygtige og vandopløselige stoffer som BTEX'erne er derimod særdeles mobile, og de vil med tiden fordampe og udvaskes fra den oprindelige forurening, og de udgør således den største trussel for grundvand og indeklima /24/.

Polycykliske aromatiske kulbrinter

Lerduer indeholder polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH'er). Derfor er der risiko for, at jorden er påvirket med PAH'er på flugtskydningsbaner.

Polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH'er) omfatter kulbrinter med to eller flere aromatiske ringe. Oftest er det stoffer med 2-7 aromatiske ringe, der refereres til /24/. I forbindelse med jordforurening er der stor fokus på enkeltstofferne benzo(a)pyren og dibenz(a,h)anthracen /28/. PAH'er er potentielt carcinogene /27/.

PAH'er er generelt meget persistente i både jord-, vand- og luftmiljøet. PAH'er er karakteriseret ved lille vandopløselighed og lavt damptryk. Dette betyder, at PAH'er generelt er meget lidt flygtige og meget lidt mobile i jord /24/. Generelt gælder dog, at vandopløseligheden og damptrykket falder med stigende antal aromatiske ringe /24/.

PAH'er kan syntetiseres naturligt i vores omgivelser /24/. PAH'er findes endvidere naturligt i råolie. Menneskeskabte processer som ufuldstændig forbrænding af fossilt brændstof, gasproduktion og asfaltproduktion kan medføre spredning af PAH'er til miljøet /24/.

PAH'er kan potentielt nedbrydes i jorden. Generelt gælder, at lavmolekylære PAH'er nedbrydes lettere end højmolekylære PAH'er /24/.

På grund af PAH'ernes store tendens til at adsorbere til jordpartikler har de lange opholdstider i jorden.

Pesticider

De pesticider, der kan være anvendt på skydebaner og Forsvarets skyde- og øvelsesterræner, er til bekæmpelse af ukrudt (herbicider). Herbicider dækker over en lang række produkter, der indeholder et eller flere kemikalier (aktivstoffer) med forskellige fysisk-kemiske egenskaber.

Aktivstofferne i herbicider kan være baseret på enten organiske eller uorganiske forbindelser. Før 2. verdenskrig var aktivstofferne i de anvendte pesticider typisk metaller som kviksølv, kobber, bly og lignende /24/. Efter 2. verdenskrig skete en udvikling hen mod organiske aktivstoffer, som f.eks. phenoxy-syre, triaziner, dichlorbenil og glyphosat /26, 24/.

Pesticider, hvor aktivstoffet er metaller eller stærkt sorberende organiske forbindelser med ringe vandopløselighed, kan medføre en opkoncentrering i jordmatrixens øverste jordlag /26/.

Flere pesticider baseret på organiske aktivstoffer er kendt som relativt vandopløselige og kun relativt lidt sorberende til jordmatrixen /26/. Hvis der ikke sker en nedbrydning i de øvre jordlag, kan der således ske en udvaskning til grundvandet /24/.

Mange pesticider er nedbrydelige under de rette omstændigheder /24/. Ved nedbrydning/omsætning af organiske aktivstoffer kan der i visse tilfælde dannes nedbrydningsprodukter, der er mere giftige end udgangsstoffet og har andre fysisk-kemiske egenskaber /24/.

Sprængstoffer: Nitrocellulose, TNT, RDX og HMX

Nitrocellulose er dannet af cellulose fra bomuld eller træ og er nedbrydelig ved især lav pH.

Trinitrotoluen (TNT) har i mange år været anvendt som sprængstof. TNT har et lavt damptryk og en relativ høj vandopløselighed på 130 mg/l. Afdampning fra jord og grundvand vurderes at være langsom og ubetydelig i denne sammenhæng, og det forventes, at TNT spredes med grundvand /69/. TNT adsorberes kun i begrænset omfang i jorden (K_d er omkring 1). TNT nedbrydes til diverse amino- eller nitroprodukter afhængig af de aktuelle forhold, men nedbrydningen er sjældent fuldstændig. Reduktion af nitrogruppen til aminogruppen medfører dannelse af 2-aminodinitrotoluen og 4-aminodinitrotoluen samt under visse forhold triaminotoluen og 2,4-dinitrotoluen. Disse nedbrydningsprodukter bindes i højere grad til jorden og kan være persistente (nedbrydes kun langsomt). TNT er klassificeret på Miljøministeriets liste over farlige stoffer /72/. TNT er klassificeret som eksplosionsfarligt ved stød, gnidning, ild samt andre antændelseskilder (R2). Det er giftigt ved indånding, ved hudkontakt og ved indtagelse (R23/24/25) og kan ophobes i kroppen ved gentagen eksponering (R33). Endvidere er TNT giftig for organismer, der lever i vand, og kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet (R51/53).

RDX, cyclonite (sym-trimethylentrinitramine eller hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine) er et kraftigt sprængstof, som har været anvendt i mange år sammen med TNT. RDX har et lavt damptryk og en moderat vandopløselighed på ca. 40 mg/l. Fordelingskonstanten i jord og vand er lav. Dette betyder, at RDX er mobil i jord og kan udvaskes til grundvand /71/. Der kan ske en vis afdampning til atmosfæren. Under produktion af RDX dannes ofte mindre mængder octahydro-1,3,5-tetranitro-1,3,5,7-tetrazocid (HMX), der forurener RDX /70/. RDX nedbrydes langsomt og hovedsageligt under anaerobe forhold, hvilket kan betyde, at RDX er mere eller mindre persistent i iltede grundvandsmagasiner. Nedbrydning er sjældent fuldstændig. RDX er ikke klassificeret på Miljøstyrelsens liste over farlige stoffer /72/.

HMX (octahydro-1,3,5-tetranitro-1,3,5,7-tetrazocid) har ca. 130 % af TNT's eksplosionskraft og anvendes i visse militære ammunitioner samt til brændsel i raketter og i atomvåben /70/. HMX findes som farveløse krystaller i fire forskellige former og har et smeltepunkt omkring 276 - 280 °C. Stoffet har en meget lav flygtighed med et damptryk på 4×10^{-3} Pa ved 100 °C. Opløseligheden i vand er 6,6 mg/l ved 20 °C.

6. Undersøgelser

I det følgende er indholdet i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 beskrevet, jf. Lov om forurenede jord. Beskrivelse af mere omfattende undersøgelser kan bl.a. findes i /28/.

Ved en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 på en skydebane anbefales følgende elementer at indgå i undersøgelsesstrategien:

- Historisk kortlægning
- Prøvetagning af jord og evt. grundvand
- Felt- og laboratorieanalyser af jord- og evt. grundvandsprøver
- Vurdering af analyseresultater i relation til relevante kvalitetskriterier
- Orienterende risikovurdering.

Afsnit 6.1 beskriver indholdet af en historisk redegørelse, mens afsnit 6.2 giver mere konkrete anvisninger på, hvilke konkrete elementer der kan indgå i en fysisk undersøgelse på skydebaner. Kapitlets sidste afsnit indeholder gode råd til design af et undersøgelsesprogram.

Forureningskortlægningen forestås af amterne i samarbejde med kommunerne, og den skal som udgangspunkt udføres efter retningslinierne i Miljøstyrelsens kortlægningsvejledning /52/. Der er dog væsentlige forskelle i de strategier, som de enkelte amter har valgt at følge i tilrettelæggelsen af kortlægningsarbejdet. Eksempelvis kan der være store forskelle i den detaljeringsgrad, som amterne anvender i deres undersøgelser frem til vidensniveau 1: Nogle amter vælger alene at bruge oplysningerne om virksomhedens art og placering, når de kortlægger på vidensniveau 1. Andre amter går mere i dybden og undersøger virksomhedens indretning, driftsperiode mv., før der tages stilling til kortlægning.

Første skridt i planlægningen af en kortlægningsundersøgelse er derfor at orientere sig om, hvilke procedurer og metoder der anvendes i netop det amt, hvor undersøgelsen skal udføres.

6.1. Historisk kortlægning

Inden fysiske kortlægningsundersøgelser påbegyndes, er det vigtigt at få lavet en historisk kortlægning for den aktuelle lokalitet. Dette kan være tidskrævende, men er nødvendigt for at kunne målrette de tekniske undersøgelser.

Den historiske kortlægning bør resultere i en detaljeret redegørelse for typen og den fysiske placering af potentielle forureningskilder relateret til skydebanen.

Der findes en lang række kilder, hvor der kan søges oplysninger. Kilderne kan opdeles i primære og sekundære kilder. En nærmere beskrivelse af de vigtigste primære og sekundære kilder fremgår af bilag 3.

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

- Lokalisering af tidligere og nuværende skydebaner
- Oplysninger om branchen
- Oplysninger om den enkelte lokalitet.

Lokalisering af tidligere og nuværende skydebaner

Med henblik på en generel kortlægning indhentes oplysninger om, hvor der har været skydebaner inden for afgrænsede geografiske områder.

Specifikt for skydebaner anbefales det at tage kontakt til lokale skytteforeninger eller til foreningernes hovedorganisationer (Danmarks Jægerforbund, Dansk Firmaidræt, De Danske Skytteforeninger, Dansk Skytte Union eller Dansk Sportsskytteforbund (IPSC, International Practical Shooting Confederation)). Disse kan ud over adresser og ejerforhold desuden i et vist omfang oplyse om aktiviteter, indretning og drift.

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

Der kan ofte ligeledes med fordel tages kontakt til lokalhistorisk arkiv, hvor medarbejdere enten selv har et udvidet lokalkendskab eller kan henvise til ældre borgere med lokalkendskab.

Oplysninger om branchen

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

- Miljøstyrelsen 1979: ”Vejledning nr. 1, august 1979 om støj fra skydebaner”.
- Miljø- og Energiministeriet 1995: ”Vejledning nr. 1 af 31. marts 1995 om skydebaner”.
- De Danske Skytte, Gymnastik & Idrætsforeninger, Skyttegruppen: Bogen om 50 m skydebaner, 1991.
- De Danske Skytteforeninger, 1993: “Bogen om 15 m. skydebaner”.
- Overbestyrelsen for de danske skytteforeninger, 1879: ”Haandbog for skytteforeningerne”.

Desuden kan oplysninger om branchen og arbejdsprocesser søges hos hovedorganisationerne for foreningerne: Danmarks Jægerforbund, Dansk Firmaidræt, De Danske Skytteforeninger, Dansk Skytte Union eller Dansk Sportsskytteforbund.

Mere specifikke oplysninger om forureningsforhold gennemgås overordnet i afsnit 6.2.

Det skal bemærkes, at forsvaret (Forsvarets Bygningstjeneste) selv udfører historisk kortlægning samt forureningsundersøgelser og afværgeforanstaltninger på Forsvarets skyde- og øvelsesterræner. På disse lokaliteter vil amtet have en overordnet rolle i forhold til godkendelse af de udførte aktiviteter.

Oplysninger om den enkelte lokalitet

Ved tilrettelæggelse af den historiske kortlægning kan det historiske materiale inddeles efter de forhold, der søges oplysninger om. For at kunne målrette den efterfølgende undersøgelse mest muligt er det væsentligt ved gennemgangen at fastlægge, hvilke skydebanetyper der er tale om, den fysiske udformning af skydebanerne, om der i tidens løb er sket omlægninger af banerne, håndtering af affald (lerduer, udrensning fra kuglefang mv.) samt evt. oplag og anvendelse af olieprodukter eller pesticider til vedligeholdelse af baner. For en skydebane kan følgende forhold således være relevante:

- **Lokalisering og driftsperiode**

Adresse, matr.nr. og ejerforhold mv. fremgår af kommunens arkiver. Driftsperioden fremgår af tingbogen eller kan oplyses af grundejer eller lokalforeningen i driftsperioden. Herudover kan der evt. indhentes oplysninger fra vejvisere og skytteforeningernes hovedorganisationer mv.

- **Fysisk indretning**

Kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser.
Den lokale skydebaneforenings arkiver.
Fotos fra det Kongelige Biblioteks billedsamling, Kort- og Matrikelstyrelsen og Lokalhistorisk arkiv.

- **Gennemgang af aktiviteter (processer og oplag)**

Kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser.
Den lokale skydebaneforenings arkiver.
Interview med grundejer, bestyrelsen i lokalforeningen eller nuværende og tidligere medlemmer af foreningen.
Avisartikler mv.
Gennemgangen suppleres med teknisk historisk litteratur.

- **Identifikation af miljøfarlige stoffer og lokalisering af forureningskilder**

Det vil være relevant at gennemgå de samme kilder som under ovenstående punkt.

- **Oplysninger om brand og ulykker**

Kommunens arkiver.

Politiets arkiver.

Brandvæsenets arkiver.

Den lokale skydebaneforenings arkiver.

Interview med grundejer, bestyrelsen i lokalforeningen eller nuværende og tidligere medlemmer af foreningen.

- **Besigtigelse**

Ved besigtigelse af en skydebane bør man lokalisere standpladser, eventuelle skydehuse og skiveophæng (skiveskydningsbaner), eller kastemaskiner (flugtskydningsanlæg) for alle repræsenterede banetyper. Man skal desuden være opmærksom på, at der kan være sket baneomlægninger i tidens løb. Omkransende voldanlæg (side-, ende- og evt. forvolde ved skiveskydningsbaner) samt volde eller bakkedrag (ved flugtskydningsbaner) bør registreres.

Udendørs eller indendørs kemikalieoplag af pesticider, samt eventuelle udendørs deponerings- og afbrændingspladser bør registreres. Det anbefales at udføre besigtigelsen sammen med grundejer eller nuværende eller tidligere medlemmer af lokalforeningen, der har kendskab til aktiviteter på den aktuelle skydebane og evt. affaldsdeponier.

6.2. Planlægning af fysiske undersøgelser

Dette afsnit giver konkrete anvisninger til, hvilke potentielle forureningskilder der bør eller kan inddrages i en fysisk undersøgelse af en skydebane. Endvidere er beskrevet, hvilke forureningskomponenter der bør indgå i undersøgelserne, undersøgelsesmetoder, placering af boring samt udførelse af analysearbejde. Anvisningerne er dels baseret på de i kapitel 4 og 5 angivne miljøbelastninger, og dels på konkrete erfaringer fra amternes og Forsvarets undersøgelser af skydebaner. En gennemgang af de tidligere erfaringer fremgår af bilag 4.

6.2.1. Potentielle forureningskilder

Der er her givet en prioriteret liste over, hvilke forureningskilder der bør medtages ved en kortlægningsundersøgelse. Listen skal i hvert tilfælde vurderes mod de faktiske forhold på den pågældende lokalitet.

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

- Kuglefang: Forurening kan forventes i hele kuglefangets udstrækning (ved skiveskydningsbaner).
- Endevold: Forurening kan forventes i hele voldens udstrækning (ved skiveskydningsbaner).

- Forvold: Forurening kan forventes i hele voldens udstrækning. Bemærk om forvolden desuden har fungeret som kuglefang/endevold (målområde) for skiveopstilling foran forvolden, se afsnit 4.2.1 (ved skiveskydningsbaner).
- Blænde, specielt området neden for blænde imod skyderetningen (ved skiveskydningsbaner).
- Standplads, specielt ved udendørs standpladser eller i nærområdet på baneplanet uden for skydehus (ved skiveskydningsbaner, flugtskydningsbaner og på Forsvarets skyde- og øvelsesterræner).
- Områder af sidevolde, hvor der er foretaget I.P.S.C.-skydning.
- Baneplan, specielt indtil 8-10 m fra skiveophæng (ved skiveskydningsbaner).
- Baneplan og eventuelt omkransende bakkedrag, f.eks. 130-190 m fra standpladser for nedfald af blyhagl (ved flugtskydningsbaner).
- Baneplan og eventuelt omkransende bakkedrag, op til 40-80 m fra kaste-maskinerne for nedfald af lerdUER (ved flugtskydningsbaner).
- Arealer uden for faste baneanlæg (på forsvarets skyde- og øvelsesterræner).
- Sprængningsområder (på forsvarets skyde- og øvelsesterræner).

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

- Sidevolde, specielt indtil 5 m fra endevolden (målområdet).

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

- Eventuelle affaldsdeponeringer.
- Eventuelt spild i forbindelse med opbevaring og håndtering af olieprodukter eller pesticider.

6.2.2. Forureningskomponenter

Ved opsætning af et analyseprogram for skydebaner er det væsentligt, at der foreligger en historisk gennemgang. Det er således væsentligt for analyseprogrammet, om der er foregået anlægsvedligeholdelse med anvendelse af pesticider eller oplag af olieprodukter, og om anvendte lerdUER har været malet med tungmetaltholdig maling. På Forsvarets Skyde- og øvelsesterræner bør anvendelse af ammunition udenfor faste baneanlæg samt anvendte ammunitionstyper i evt. sprængningsområder fastlægges.

I det efterfølgende er der givet en prioriteret liste over forurenende stoffer, der bør analyseres for på lokaliteter, hvor der har været skydebane. Det fremgår ligeledes, hvis stoffet specielt er knyttet til en bestemt anlægstype. Data for de neden for nævnte stoffer findes i bilag 2.

I/56, 60/ er risikoen for nedsivning af bly fra skydebaner undersøgt. Der er ikke fundet belæg for, at blyforurening fra skydebaner vil udgøre et væsentligt grundvandsforureningsproblem, hverken på kort eller på langt sigt/ 60/. Ved undersøgelser af skydebaner bør det dog vurderes, hvor højt prioriteret og sårbart det underliggende grundvandsmagasin er. I særlige tilfælde kan analyser for bly i grundvandet inddrages i undersøgelserne.

Forurenende stoffer, som der *altid bør analyseres for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Metallerne: Bly, kobber, zink, nikkel (ved skiveskydningsbaner).
- Metallerne: Bly, chrom, cadmium, nikkel, zink, kobber samt PAH'er, inkl. benzo(a)pyren, (ved flugtskydningsbaner).
- Metallerne: Bly, kobber, zink, nikkel samt totalindhold af kulbrinter, herunder BTEX'er (ved Forsvarets skyde- og øvelsesterræner).

Forurenende stoffer, som der *i specielle tilfælde analyseres for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Kviksølv på anlæg, som har været anvendt før 1. verdenskrig.
- Metallerne: Sølv, barium og antimon.
- Totalindhold af kulbrinter, herunder BTEX'er (ved olieoplag til vedligeholdelse af baner på skiveskydningsbaner eller flugtskydningsbaner).
- Pesticider (ved oplag og anvendelse af pesticider til vedligeholdelse af baner på skiveskydningsbaner, flugtskydningsbaner eller skyde- og øvelsesterræner under Forsvaret).
- TNT, RDX, HMX (ved sprængningsområder på Forsvarets skyde- og øvelsesterræner).

6.2.3. Undersøgelsesmetoder

En typisk undersøgelse af en skydebane anbefales at indeholde:

- Udførelse af boringer (korte indtil 1 m.u.t.) og udtagning af jordprøver ved udpegede forureningskilder.

Afhængigt af de indsamlede historiske oplysninger kan undersøgelsen ligeledes omfatte gravninger og evt. lokalisering af nedgravede tanke samt udførelse af filtersatte boringer.

Udførelse af boringer og udtagning af jordprøver er detaljeret beskrevet i Miljøstyrelsens prøvetagningsvejledning /57/. Boringerne føres minimum til bund af fyldlag eller til bund af nedgravede tanke. Boringer indtil ca. 1 m.u.t. er velegnede til undersøgelse af overfladenær og evt. diffus forurening, mens boringer på minimum 3-4 m.u.t. er velegnede til undersøgelse af koncentrerede forureningskilder og til undersøgelse af grundvandsforurening.

Hvis der er overfladenære deponeringer af affald (ammunition, lerduerester mv.), kan det overvejes at supplere borearbejdet med gravninger. Udgravning med maskine giver et godt overblik over lagfølgen og forureningens rummelige variation langs gravefronten, hvilket har betydning ved vurdering af en evt. affaldsdeponering. Det skal dog bemærkes, at gravninger kan blive omkostningskrævende, hvis der ikke inden opgravningen foreligger accept fra de relevante parter om tilbagefyldning af evt. forurenede jord efter endt gravning.

Ved undersøgelser, der omfatter nedgravede tankanlæg, kan det tilgængelige kort- og informationsmateriale være mangelfuldt og unøjagtigt. I sådanne tilfælde kan der anvendes geofysiske metoder, som f.eks. målinger med protonmagnetometer eller metaldetektor. Metoderne kan anvendes ved lokalisering af nedgravede tanke ned til 2-3 m u.t.

6.2.4. Placering af boringer

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

Som supplement kan boringer placeres ud fra den nuværende eller fremtidige arealanvendelse eller ud fra statistiske overvejelser. I det følgende er strategien for placeringen af boringer og poreluftsonder beskrevet nærmere.

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

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

- Et område, f.eks. kuglefang eller baneplan.
- En punktkilde, f.eks. en olietank eller et oplag af pesticider.

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

Er den historiske kortlægning mangelfuld, kan prøvetagningsfelterne defineres ud fra sårbarhed af den nuværende eller fremtidige arealanvendelse, f.eks. kan en køkkenhave defineres som et prøvetagningsfelt.

Som supplement til den historiske gennemgang kan forureningskilder stammende fra nedgravede olietanke lokaliseres vha. geofysiske opmålinger.

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

En detaljeret gennemgang af prøvetagnings- og analysestrategier fremgår af /57/.

6.2.5. Analyseprogrammer

Analyseprogrammet for skydebaner vil typisk omfatte jordprøver, jf. gennemgangen i kapitel 4 og 5. I sjældnere tilfælde kan der foretages analyser af grundvand og/eller poreluft.

Analyseprogrammet opdeles i hhv. feltanalyser og laboratorieanalyser, hvilket beskrives hver for sig i det følgende.

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

Hvis der er mistanke eller oplysninger om olieoplæg eller oplæg og anvendelse af pesticider til vedligeholdelse af baner, kan standardprogrammet udvides med elementer fra supplementprogrammet.

Ved overfladedeponeringer kan udtagning af jordprøver fra terrænnære jordlag være ideelt i forhold til forureningskomponenter, der adsorberes kraftigt til jorden, f.eks. metaller, PAH'er og olieprodukter.

Ved prøvetagning for nedfald af ammunitionsrester og evt. lerduerester på skydebaner og Forsvarets skyde- og øvelsesterræner anbefales det, at der udtages jordprøver fra følgende dybder: 0,05; 0,2; og eventuelt 0,5 og 1,0 meter under terræn (m u.t.).

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

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

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

Prøvetagningsmetode, emballering, håndtering og opbevaring af prøverne skal tilpasses forureningens art. Mere detaljerede retningslinjer for udtagning af jordprøver og deres håndtering fremgår af /57/.

Feltanalyser

Ved feltanalyser forstås analysemetoder af mindre kompleksitet, som er egnede til anvendelse i felten. De fleste feltanalyser er mindre nøjagtige og mindre præcise end laboratorieanalyserne, men er hurtigere og giver en respons for flere stoffer ved samme analyse. Feltanalyser anvendes af økonomiske og tidsmæssige årsager til sikring af et tilstrækkeligt analysegrundlag for lavere omkostninger, således at der udvælges relevante prøver til laboratorieanalyser, og der analyseres for relevante parametre. Herudover kan feltanalyser foretages samtidig med borearbejdet, således at placeringen af borerer løbende tilrettelægges ud fra resultaterne af feltanalyserne. Hvis feltmetoden er stofs specifik, bør den som minimum have en detektionsgrænse, der svarer til det gældende kvalitetskriterium for det pågældende stof.

For skydebaner kan følgende feltanalyser være aktuelle:

- Metalscreening med røntgenfluorescenceteknik (EDXRF). Metoden giver en orientering om, hvorvidt jorden er forurennet med almindeligt forekommende metaller, og hvilken variation der kan forventes over undersøgelsesområdet.
- PID/FID anvendes til vurdering af flygtige forbindelser i poreluften eller i headspacen over en jordprøve. Apparatus følsomhed afhænger af, hvilken type lampe detektoren er udstyret med. Metoden er ikke stofs specifik.

Yderligere oplysninger om forskellige feltmetoder findes i /7, 8, 28/.

Standardprogrammet anbefales at indeholde en prøvebeskrivelse af samtlige jordprøver, der er udtaget i forbindelse med feltarbejdet. Den indledende prøvebeskrivelse bør omfatte:

- Registrering af observationer i felten, såsom misfarvning, fyldmateriale og geologiske aflejringer (*ved undersøgelse for nedfald af ammunitionsrester på alle skydebanetyper*).
- Screening af jordprøver i felten og/eller i laboratorium for flygtige ioniserbare forbindelser ved PID/FID (*ved undersøgelse af skyde- og øvelsesterrener under forsvaret, hvor olieholdig ammunition har været anvendt*).

Supplementsprogrammet anbefales at indeholde en prøvebeskrivelse af samtlige jord- og vandprøver, der er udtaget i forbindelse med feltarbejdet. Den indledende prøvebeskrivelse bør omfatte:

- Registrering af observationer i felten, såsom misfarvning, fyldmateriale og geologiske aflejringer (*for boringer ved olieoplæg eller pesticidpunktkilder*).
- Registrering af uklarheder, misfarvninger, oliefilm og lignende i oppumpet vand.
- Screening af jordprøver i felten og/eller i laboratorium for flygtige ioniserbare forbindelser ved PID/FID (*for boringer ved olieoplæg eller pesticidpunktkilder*).

I tabel 6.1 er feltmetoderne sammenfattet med angivelse af analysemetoder, parametre og vejledende detektionsgrænser /28/. Det er valgt at lade cadmium indgå, idet stoffet optræder som en urenhed i zink. Da Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for cadmium er lavt, er de konstaterede koncentrationer i jord ofte problematiske.

Analyseteknik	Analysemetoder	Parametre	Vejl. detektionsgrænser
Direkte måling på poreluftprøver eller headspace over jordprøver	PID/FID	BTEX Benzin Terpentin Diesel/fyringsolie Chlorerede kulbrinter Polære kulbrinter Phenoler	- 1-10 mg/kg 1-10 mg/kg 20-100 mg/kg 0,02 mg/kg - -
Direkte måling på jordprøver	Røntgenfluorescens (EDXRF)	Bly Cadmium Chrom Kobber Nikkel Zink Kviksølv Sølv Antimon Barium	10-30 mg/kg ca. 30 mg/kg 70-160 mg/kg 15-50 mg/kg 0-80 mg/kg 15-80 mg/kg 30 mg/kg 0,5 mg/kg 55 mg/kg 30-60 mg/kg

Tabel 6.1 Oversigt over feltanalyser.

Laboratorieanalyser

Ved laboratorieanalyser udføres analyserne af et analyselaboratorium, som er akkrediteret til at lave analyser af en kvalitet, der som udgangspunkt lever op til bl.a. følgende krav /28/:

- Detektionsgrænserne er 1/10 af de gældende acceptkriterier for jord, vand og poreluft (undtaget er detektionsgrænsen for C₂₅-C₃₅).
- Metodeusikkerheden er acceptabel (typisk 10-20 % standardafvigelse).

Standardprogrammet anbefales at indeholde følgende akkrediterede laboratorieanalyser:

- Udvalgte jordprøver for:
 - metaller ved ICP eller AAS.
 - PAH'er, inkl. benzo(a)pyren, ved GC-MS (*kun ved flugtskydningsbaner*)
 - totalindhold af kulbrinter og BTEX ved GC-FID¹ (*kun ved forsvarrets skyde- og øvelsesterræner*).

Supplementsprogrammet kan indeholde følgende akkrediterede laboratorieanalyser:

- Udvalgte jordprøver for:
 - Totalindhold af kulbrinter og BTEX ved GC-FID¹ (*kun ved olieoplag*)
 - TNT, RDX og HMX (*kun ved Forsvarets skyde- og øvelsesterræner*)
 - Kviksølv (*kun på anlæg fra før 1. Verdenskrig*)
 - Sølv, barium, antimon.
- Grundvandsprøver for:
 - Totalindhold af kulbrinter og BTEX ved GC-FID¹ og GC-MS FID (*kun ved olieoplag*)
 - Pesticider, jf. boringskontrolprogrammet (*kun ved oplag eller anvendelse af pesticider*)
 - Bly (*kun ved risikovurdering ifht. højt prioriterede og meget sårbare grundvandsmagasiner, og/eller hvis der er kendskab til meget lave pH-værdier*).

I det følgende er der angivet forslag til laboratorieanalyseprogrammer for jord- og vandprøver. Analyseprogrammerne medtager de stoffer, der er beskrevet i kapitel 5.

De anførte vejledende detektionsgrænseniveauer i jord og grundvand er hentet fra gældende metodebeskrivelser og oplysninger fra et udvalg af danske analyselaboratorier i 2004.

Note 1: Højt indhold af andre ekstraherbare stoffer vil interferere og medføre problemer med at identificere og kvantificere tilstedeværelsen af enkeltstoffer, bl.a. BTEX, styren og naphthalen, /41/.

Laboratorieanalyser - jordprøver

Jordprøver fra lokaliteter, hvor der har været skydebane, anbefales analyseret af laboratorier efter programmet angivet i tabel 6.2. Analysemetoderne er nærmere beskrevet i /57/.

For metaller analyseres der typisk for metallerne bly, cadmium, chrom, kobber, nikkel og zink som en samlet pakke. Derfor er det valgt at lade alle seks metaller indgå, selvom de ikke anvendes på alle anlægstyper. Det er valgt at lade cadmium indgå, idet den optræder som en urenhed i zink. Da Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for cadmium er lavt, er de konstaterede koncentrationer i jord ofte problematiske.

Analyseprogrammet kan reduceres eller udbygges afhængigt af skydebanetype, og hvilke oplysninger der kan fremskaffes i forbindelse med den konkrete undersøgelse.

Analyseteknik	Analysemetoder	Parametre	Detektionsgrænser [mg/kg TS]
Indirekte måling på jordprøver efter ekstraktion	GC-FID ⁵ og GC-MS	C6-C10	2,0 ¹
		C10-C25	5,0 ¹
		C25-C35	20,0 ¹
		BTEX	0,01 ² /0,1 ¹
		PAH	0,005 ²
Indirekte måling på jordprøver efter ekstraktion	ICP og AAS	Bly	0,05 ⁴ , - 0,9 ³
		Cadmium	0,01 ⁴ , - 0,05 ³
		Chrom	0,03 ⁴ , - 0,2 ³
		Kobber	0,05 ⁴ , - 0,5 ³
		Nikkel	0,1 ⁴ , - 0,6 ³
		Zink	0,01 ⁴ , - 1 ³

1: GC-FID, 2: GC-MS, 3: ICP, 4: AAS, 5: Højt indhold af andre ekstraherbare stoffer vil interferere og medføre problemer med at identificere og kvantificere tilstedeværelsen af enkeltstoffer, bl.a. BTEX, styren og naphthalen, /41/.

Tabel 6.2 Laboratorieanalyser for jordprøver.

I specielle tilfælde kan standardprogrammet suppleres med følgende stoffer:

- Analyser for TNT, RDX og HMX (kun sprængningsområder på forsvarets skyde- og øvelsesterræner)
- Analyser for kviksølv (kun anlæg fra før 1. Verdenskrig) samt antimon, barium og sølv.

Laboratorieanalyser - vandprøver

Relevante analyser af vandprøver fra lokaliteter, hvor der har været skydebane, eller skyde- og øvelsesterræn er angivet i tabel 6.3. Som tidligere anført bør analyserne alene udføres efter en konkret vurdering af risiko for nedsivning af

blysalte eller ved konkrete oplysninger om olieoplag eller oplag og anvendelse af pesticider.

Analyseteknik	Analysemetoder	Parametre	Detektionsgrænser [µg/L]
Indirekte måling på vandprøver efter ekstraktion	GC-FID ³ og GC-MS	C6-C10	5 ¹
		C10-C25	9 ¹
		C25-C35	15 ¹
		Benzen	0,04 ² /0,1 ¹
		Toluen	0,04 ² /0,1 ¹
		Ethylbenzen	0,02 ² /0,1 ¹
		Xylener	0,02 ² /0,1 ¹
	LC-MS eller GC-MS	Atrazin	0,1
		Bentazon	0,1
		Cyanazin	0,1
		2,4-D	0,1
		Desethylatrazin	0,1
		Desisopropylatrazin	0,1
		2,6-Dichlorbenzamid	0,1
		Dichlorprop	0,1
		Dichlorbenil	0,1
		Dimethoat	0,1
		Dinoseb	0,1
		Diuron	0,1
		DNOC	0,1
		Hexazinon	0,1
		Hydroxyatrazin	0,1
		Isoproturon	0,1
		MCPA	0,1
		Mechlorprop	0,1
		Metamitron	0,1
		Pendimethalin	0,1
Simazin	0,1		
Terbythylasin	0,1		
Pentachlorphenol	0,1		
Linuron	0,1		
	AAS	Bly	0,4

1: GC-FID, 2: GC-MS, 3: Højt indhold af andre ekstraherbare stoffer vil interferere og medføre problemer med at identificere og kvantificere tilstedeværelsen af enkeltstoffer, bl.a. BTEX, styren og naphthalen, /41/.

Tabel 6.3 Laboratorieanalyser for vandprøver.

Hvis den historiske gennemgang har afsløret specifik viden om typen af anvendte pesticider, kan analyseprogrammet for pesticider reduceres til de aktuelle stoffer.

I specielle tilfælde kan standardprogrammet suppleres med følgende stoffer:

- Analyser for TNT, RDX og HMX (*kun sprængningsområder på Forsvarets skyde- og øvelsesterræner*).

6.3. Design af undersøgelsesprogram

De fysiske undersøgelser har til formål at be- eller afkræfte, om skydebanens aktiviteter har ført til forurening af jord og/eller grundvand. Derudover skal de fysiske undersøgelser tilvejebringe de oplysninger, som er nødvendige for at kunne foretage en indledende risikovurdering af forureningens påvirkning af miljø og sundhed. Da de fysiske undersøgelser er kostbare at iværksætte, er det vigtigt med omhyggelig planlægning og design af undersøgelsesprogrammet.

Den historiske kortlægning skal resultere i følgende oplysninger:

- Hvilke potentielle kilder er eller har der været til forurening?
- Hvilke miljøfremmede stoffer kan der være udledt fra skydebanen, og hvordan opfører disse stoffer sig i miljøet?

Når disse oplysninger er tilvejebragt, kan der opstilles en konceptuel model, som beskriver de scenarier, som de fysiske undersøgelser skal be- eller afkræfte. Den konceptuelle model kan eksempelvis tage stilling til følgende spørgsmål:

- Er der tale om punktkilder eller en mere diffus forurening over et større område? Forureningskildernes omtrentlige udbredelse skal afgrænses.
- Hvordan er de miljøfremmede stoffer undsluppet til miljøet?
- Hvilke stoffer er der tale om? Hvis der er tale om få hovedkomponenter og mange additiver, bør man som regel starte med at undersøge for hovedkomponenterne.
- Hvordan vil stofferne opføre sig i miljøet? Vil de adsorbere til jorden umiddelbart ved kilden, vil de fordampe, vil de bevæge sig mod grundvandet eller vil de opløses i porevandet og udvaskes?
- Undergår stofferne forandringer i miljøet? Bliver de nedbrudt eller ændrer tilstandsform?

Når dette hændelsesforløb er tænkt igennem, er der skabt et billede af, hvor på lokaliteten der skal søges efter hvilke forureningskomponenter. For hver kilde kan der herefter fastlægges en undersøgelsesstrategi, hvor der udvælges prøvetagningsmetoder og analyseparametre for hver af de forureninger/kilder, der indgår i den konceptuelle model.

En detaljeret gennemgang af prøvetagnings- og analysestrategier fremgår af /57/.

7. Afværgeteknikker

Såfremt der ved kortlægningsundersøgelsen frem til vidensniveau 2 påvises forurening, der overskrider de af Miljøstyrelsen fastsatte kvalitetskriterier for jord, grundvand eller poreluft /28/, vil næste skridt typisk være en mere omfattende forureningsundersøgelse. Den omfattende undersøgelse skal typisk beskrive følgende forhold for den aktuelle lokalitet/forurening:

- Geologi, hydrogeologi og geokemi
- Forureningsudbredelse, spredningshastighed og kildestyrke.

Med baggrund i en samlet vurdering af undersøgelsesresultaterne udarbejdes i henhold til /28/ en risikovurdering, der beskriver i hvilken grad forureningen udgør en risiko i forhold til arealanvendelsen, grundvands- og/eller recipientinteresser. På baggrund af risikovurderingen besluttes det, om der skal foretages afværgeforanstaltninger.

Det er vigtigt, at der på et tidligt tidspunkt i undersøgelsesfasen overvejes, hvilke afværgeforanstaltninger der kan være aktuelle over for den pågældende forurening. Herved sikres, at de udførte undersøgelser målrettes mest muligt.

Inden projektet påbegyndes, foreslås det at orientere sig i Amternes Projekthåndbog /37/. I projekthåndbogen er der samlet en lang række erfaringer med udbud og kontrahering af rådgivere og entreprenører.

7.1. Identifikation af potentielle afværgestrategier

I det følgende er der listet eksempler på afværgeforanstaltninger, der kan være aktuelle til sikring af arealanvendelse, herunder indeklima samt grundvandsinteresser på lokaliteter, hvor der er eller har ligget skydebaner.

Identifikationen af mulige afværgestrategier skal som udgangspunkt baseres på en gennemgang af alle generelt anvendelige afværgeteknikker over for den pågældende forurening. Med baggrund i formålet med afværgeprojektet og de lokalitetsspecifikke forhold udvælges, hvilken afværgeteknik eller kombination af forskellige teknikker der er bedst egnet over for den identificerede forurening. Valget skal overordnet baseres på en helhedsvurdering af funktion, miljø, tid og økonomi.

Ved valg af afværgeløsning er det vigtigt at tage stilling til om formålet er en fjernelse og/eller en afskæring af forureningen. Der skal tages stilling til oprensningskriterier, som afværgeløsningen skal sigte mod, og det skal undersøges, hvilke krav der er til afværgeforanstaltningen med hensyn til udledningskriterier for vand og luft.

Der sker løbende udvikling af forskellige afværgemetoder. I valget af afværgeteknikker er det vigtigt at følge med i den eksisterende viden på området. Her

er der givet nogle eksempler på hjemmesider, hvor der kan opnås et godt overblik over de forskellige teknikker:

- Miljøstyrelsen: www.mst.dk
- Amternes Videncenter for Jordforurening: www.avjinfo.dk
- Den Amerikanske Miljøstyrelse (US EPA): www.epa.gov, herunder www.clu-in.org (Clean Up Information) og www.gwrtac.org (The Groundwater Remediation Technologies Analysis Center).

I tabel 7.1 er der foretaget en udvælgelse af de afværgeteknikker, der på nuværende tidspunkt vurderes at være bedst egnede i forhold til de forureningskomponenter, der typisk findes i forbindelse med skydebaner. Der er fokuseret på de teknikker, der anvendes til fjernelse af metaller, da dette er langt den overvejende forureningstype ved skydebaner.

Udvælgelsen af teknikker bærer præg af, hvilke teknikker der på nuværende tidspunkt er mest kommercielt udviklede. Tabellen indeholder en kort beskrivelse af den pågældende metode og dens anvendelighed i forhold til forskellige stofgrupper, geologi og hydrogeologi. Der er for den enkelte teknik endvidere anslået tiden for en forventet oprensningsperiode.

Efter afslutning af etablering og evt. indkøring af en afværgeløsning er det af stor betydning, at der udover den rent maskintekniske del bestående af eftersyn og vedligehold, løbende foretages en monitoring og optimering af afværgeforanstaltningen. Endvidere bør afværgeforanstaltningerne før en afslutning vurderes mod de fastsatte stopkriterier.

I bilag 5 er der for udvalgte afværgeteknikker angivet relevante kilder, hvor der kan findes uddybende beskrivelser mht. praktisk udførelse samt anvendelighed i forhold til forskellige stofgrupper og geologi.

Teknik	Forureningskomponenter	Beskrivelse	Sted	Geologi	Hydrogeologi	Oprensningsperiode
Afgravning/opboring	Metaller, olieprodukter, opløsningsmidler, pesticider mv.	Afgravning/opboring af jord. Bortkørsel af jord til ekstern rensning	Kilde	Alle	Umættet og mættet (evt. foretages grundvands-senkning)	Kort
Forsegling af forureningen	Alle	Etablering af spuns eller dække ved terræn, der hindrer kontakt og/eller spredning af forureningen	Kilde/flade	Alle	Umættet og mættet	-
Phytooprensning	Metaller, olieprodukter, PAH'er mv.	Beplantning af vegetation, der kan optage og eventuelt nedbryde forureningskomponenterne	Kilde/flade	Alle	Umættet	Lang
Elektrokemisk jordrensning	Metaller	Jorden tilføres jævnstrøm, hvorved metalioner transporteres mod elektroderne. Transporten sker i jordvæsken	Kilde	Ler og kalk	Umættet og mættet	Kort
Kemisk oxidation	Oliekomponenter, herunder BTEX'er og PAH'er, sprængstoffer	Stimuleret nedbrydning af forureningen ved tilsætning af oxidationsmiddel	Kilde	Sprækket ler, silt og sand	Umættet og mættet	Mellem
Dampstripping	Oliekomponenter, sprængstoffer mv.	Opvarmning af jordmatrixen ved injektion af damp samt aktiv oppumpning af grundvand og poreluft	Kilde	Sand, grus, kalk, lerlag (< 3 m tykke)	Umættet og mættet	Kort-Mellem
Afværgpumpning og vandbehandling	Olieprodukter, pesticider mv.	Oppumpning og behandling af grundvand	Kilde	Sand, grus, kalk	Mættet	Lang

Tabel 7.1 Udvalgte afværgeteknikker i forhold til forureningskomponenter i relation til skydebaner /61/. Oprensningsperioder er angivet som: Kort: < 3/4 år, mellem: 3/4 år – 3 år og lang: >3 år.

8. Litteraturliste

1. Miljø- og Energiministeriet 1995: ”Vejledning nr. 1 af 31. marts 1995 om skydebaner”.
2. De Danske Skytte-, Gymnastik- & Idrætsforeninger, Skyttegruppen: Bogen om 50 m skydebaner, 1991.
3. Miljøstyrelsen 1979: ”Vejledning nr. 1, august 1979 om støj fra skydebaner”.
4. Miljøstyrelsen 2004: Interview med Jørgen Jacobsen, som er ansat i Miljøstyrelsen, industrikontoret med skydebaner som område.
5. Miljøministeriet 2002: ”Bekendtgørelse nr. 468 af 13. juni 2002 om støjregulering af Forsvarets øvelsespladser og skyde- og øvelsesterræner”.
6. Miljø- og Energiministeriet, Skov- og Naturstyrelsen og Hærens Operative Kommando, 1998: ”Borris Skydeterræn, Drifts- og plejeplan 1998-2012”.
7. Miljøstyrelsen 1995: ”Feltmetoder til forurening af jord”. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen nr. 18, 1995.
8. Amternes Videncenter for Jordforurening 1999: ”Sammenligning af testmetoder til jord”. Tillæg til orientering, november 1999. Temanummer om feltanalyser.
9. NIRAS 2004: Interview med Henning Jensen, angående generelle erfaringer med undersøgelser på skydebaner.
10. De Danske Skytteforeninger, 2004: Interview med skydebanesagkyndig Jørgen Nielsen.
11. P. Christiansen: ”De Danske Skytte-, Gymnastik- og Idrætsforeninger, 1861 – 1971”.
12. Dansk Skytteunion 2004: Interview med Hans Vixø.^{1/2}
13. De Danske Skytteforeninger, 2004: Interview med Historiker og arkivar Ib Nordby.
14. Interview med ejeren af Scanball Aps (virksomhed for salg af paintball udstyr), som er aktiv i Århus Paintball Klub.
15. Ib Nordby, Odense Universitetsforlag, 1995: ”Sablen og den bløde hat”.
16. De Danske Skytteforeninger, 2004: Oplysninger fra medlemsregister fra 1955 – 2001.

17. Politikens Forlag, 1995: Politikens Jagtbog, Jørgen Fog.
18. KJW Goad & DHJ Halsey, 1982: "Ammunition (Including Grenades & Mines)".
19. De Danske Skytteforeninger, 1993: "Bogen om 15 m skydebaner".
20. Overbestyrelsen for de danske skytteforeninger, 1879: "Haandbog for skytteforeningerne".
21. Georg A. Hoyem, 1982: "The history and development of small arms ammunition".
22. H.C. Helt og E. Rancke-Madsen, 1991: "Gads Fagleksikon: Kemi".
23. NIRAS 2004: Interview med Hans-Søren Sørensen ang. generelle erfaringer med oprensning af skydebaner.
24. Miljøstyrelsen 1996: "Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand". Bind 1 og 2. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen nr. 20, 1996.
25. Arne Helweg, 1988: Kemiske stoffer i landbrugsmiljøer. Teknisk Forlag A/S 1988.
26. Amternes Videncenter for Jordforurening 2000: "Pesticidanvendelse i forskellige brancher". Amternes Videncenter for Jordforurening. Teknik og administration, 2000.
27. Arbejdstilsynet, Grænseværdier for stoffer og materialer, AT-vejledning, 2000.
28. Miljøstyrelsen: "Oprydning på forurenede lokaliteter" Vejledning nr. 6, 1998.
29. Dansk Sport Skytteforbund's hjemmeside: www.dsf.dk
30. Justitsministeriet 1950: "Bekendtgørelse nr. 203 af 20. maj 1950 om indretning og anlæggelse af skydebaner og feltskydningsterræner".
31. Miljøministeriet 1973: "Lov nr. 372 af 13. juni 1973 om miljøbeskyttelse".
32. Miljø- og Energiministeriet 1995: "Vejledning nr. 2 af 31. marts 1995 om beregning og måling af støj fra skydebaner".
33. Miljøministeriet 1998: "Bekendtgørelse nr. 1057 af 14. december 1998 om støjregulering af Forsvarets øvelsespladser for skyde- og øvelsesterræner".
34. Miljøministeriet 1972: "Lov nr. 178 af 24. maj 1972 om bortskaffelse mv. af olie- og kemikalieaffald".

35. Miljøministeriet 1972: "Bekendtgørelse nr. 455 af 17. oktober 1972 om bortskaffelse mv. af olieaffald".
36. Miljøministeriet 1976: "Bekendtgørelse nr. 121 af 17. marts 1976 om kemikalieaffald".
37. Miljø- og energiministeriet 2000: "Bekendtgørelse nr. 619 af 27. juni 2000 om affald".
38. Miljøministeriet 1994: "Bekendtgørelse nr. 41 af 21. januar 1994 om skydevåben og ammunition, der må anvendes til jagt mv."
39. Jens Perto 1987: "Håndbog i håndladning" Forlaget Pinus 1987.
40. Oplysninger fra Miljøkontrollen, Lotte Kjærgaard.
41. Oplysninger fra Oberstløjtnant Michael Worm-Leonhard, Chef for Våbenteknisk Sektion, Hærens Matrielkommando.
42. www.askovmalt-jagt.dk "Lidt historie om lerdueskydningens udvikling".
43. Oplysninger fra lerdueproducent: PV Lerduer, Fredensvej 8, 8700 Horsens, Poul V. Steffensen.
44. Leverandøroplysninger fra Per Bech, TARCONORD til P V Lerduer, 1998.
45. www.riffeljagt.com.
46. V. Hogg 1985: "Jane's directory of military small arms ammunition", Jane's publishing Company Limited 1985.
47. Dyno Nobel Danmark A/S: Sikkerhedsdatablad for sortkrudt.
48. Oplysninger fra Gert B. Andersen, Chefsergent, Ammunitionsarsenalet.
49. De Danske Skytteforeninger 2001: Måling af forurening på Odder Skydebane, Teknologisk Institut, 2001.
50. Interview med Tommy Sørensen, Dansk Skytteunion.
51. Miljø- og Energiministeriet 1999: "Lov nr. 370 af 2. juni 1999 om forurennet jord".
52. Miljøstyrelsen 2000: "Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 8, 2000 kortlægning af forurenede lokaliteter".
53. Oplysninger fra Cand. Scient. Peter Vig, Kemisk laboratorium, Våben- og matrielsikkerhedssektionen, Hærens Matrielkommando.
54. U. S. Environmental Protection Agency: www.epa.gov.

55. Miljøstyrelsen 1983: "Blyforurening omkring flugtskydningsbaner". Miljøprojekt nr. 48, juli 1983.
56. De Danske Skytteforeninger, 1997: "Blys fordeling i en skydevold". Institut for Miljøteknologi DTU, 1997.
57. Miljøstyrelsen 1998: "Prøvetagning og analyse af jord." Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 13, 1998.
58. Miljøstyrelsen, 2002: "Grundstofferne i 2. geled – et miljøproblem nu eller fremover?". Bilag 1 Antimon, Elektronisk version.
59. Miljøstyrelsen, 1997: "Økotoxikologiske jordkvalitetskriterier". Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 82, 1997.
60. De Danske Skytteforeninger, 1999: "En vurdering af aspekterne omkring bly i skydevolde" Thomas H. Christensen, Professor, dr. agro., ph.d., civ.ing., 1999.
61. Miljøstyrelsen: Afprøvede teknologier under Miljøstyrelsens teknologi-program for jord- og grundvandsforurening. Miljøprojekt nr. 714, 2002.

Bilag 1

Ordliste

Ammunition:	I håndvåben består ammunitionen af en patron eller en haglpatron. Løs ammunition indeholder kun krudt, men ingen ladning (projektil). Skarpladt ammunition indeholder desuden et projektil.
Baneplan:	Areal mellem standplads og skydeskiver på skiveskydningsbaner. På flugtskydningsbaner bruges betegnelsen for baneterræn undtagen standpladser.
Blænder:	Afskærmning, anvendes på skiveskydningsbaner.
Flugtskydningsbane:	Skydebane, hvor der skydes med håndvåben mod bevægelige mål (lerduer). Der findes 3 typer: jagtskydebane, skeetskydebane og trapskydebane.
Forsvarets skyde- og øvelsesterræner:	Anlæg, hvor skiveskydningsbaner, flugtskydningsbaner eller andre faste baneanlæg til skydning/kastning eller sprængning af ammunition kan indgå som delelementer, herudover kan der skydes mod faste eller bevægelige mål generelt i terrænet. I Forsvarets øvelsesterræner anvendes dog kun skarpladt ammunition på faste baneanlæg, mens der anvendes løs ammunition i resten af øvelsesterrænet. I Forsvarets skydeterræner anvendes skarpladt ammunition.
Fænghætter:	Del af patron og haglpatron. Stødfølsomt eksplosivt materiale som antænder krudtladningen.
Haglpatron:	Ammunition i bl.a. gevær, riffel, pistol, maskinpistol, salonriffel og salonpistol. Består af hylster, haglladning, plastforladning, krudt, fænghætte bundprop og kappe.
I.P.S.C. skydning:	Anderledes skydeform, der foregår på skiveskydningsbaner, men hvor baneopbygningen jævnlige ændres.
Kaliber:	Størrelsesbetegnelse for våben – indvendig diameter i løbet.
Kastemaskine:	Maskine, som udslynger lerdue, anvendes på flugtskydningsbaner
Kastetårne:	På skeet- og trapskydebaner (flugtskydebaner) er kastemaskiner placeret i kastetårne.
Kuglefang:	Del af endevolden lige bag skydeskiver, hvor størstedelen af projektiler opsamlles.

Lerdue:	Anvendes som mål på flugtskydningsbaner.
Markørgrav:	Markørgraven er et forsænket område foran skydeskiver, hvor markørerne tidligere var placeret.
Patron:	Ammunition i bl.a. gevær, riffel, pistol, maskinpistol, salonriffel og salonpistol. Består af hylster, krudtladning, fænghætte og projektil.
Skiveskydningsbane:	Skydebane, hvor der skydes med håndvåben mod skydeskiver. Der findes 4 typer: pistolskydebane, salonriffel-skydebane, kortdistanceskydebane og langdistanceskydebane.
Standplads:	Stedet, hvor skytten er placeret på skydebanen.
Skydebaner:	Faste anlæg, hvor der regelmæssigt foregår skydning.
Skydeskive:	Anvendes som mål på skiveskydningsbaner.

Bilag 2

Datablade

I dette bilag findes datablade for følgende stoffer:

- Antimon
- Barium
- Benz(a)pyren
- Benzen
- Benzin
- Bly
- Cadmium
- Chrom
- Ethylbenzen
- Fyringsolie
- Kobber
- Kviksølv
- Meta-xylen
- Nikkel
- Ortho-xylen
- Para-xylen
- Sølv
- Toluen
- Xylen
- Zink

Databladene giver oplysninger om stoffernes kemiske formler, tilstandsformer, fysisk-kemiske egenskaber som molvægt, densitet, kogepunkt, vandopløselighed, damptryk og oktanol-vand fordelingskoefficient, hvor oplysningerne har været tilgængelige. Desuden er stofferne klassificeret ud fra "Bekendtgørelse om listen over farlige stoffer", Miljøstyrelsen, Bekendtgørelse nr. 733 af 31/7 2000. Hvor Miljøstyrelsen har opstillet et kvalitetskriterium, er dette anført.

I slutningen af dette bilag er faresymboler og risikovurderinger listet.

Navn	Antimon
Kemisk betegnelse	Sb
Atomnummer	51
Atomvægt	121,75
Smeltepunkt	631 °C
Synonym	Stiban, stibonium
CAS-nr.	7440-36-0
Generelt	Antimon er et naturligt forekommende metalloid. Det findes i både metalliske produkter i legeringer med bly (rør, ammunition, skydebaner) og ikke-metalliske produkter som maling, lak, gummi, keramiske produkter og anvendes i dag primært som flammehæmmere i plast, tekstiler mv. Det er fundet i natur i over 100 forskellige mineraler, herunder i stenkul. Det frigives fra naturlige kilder (skovbrand vulkanaktivitet, jordstøv), men også ved metalsmeltere, kulfyrede kraftværker og affaldsforbrændingsanstalter.
Optræder i følgende oxidationstrin	Gruppe 15 i den periodiske tabel ligesom arsen (As) og fosfor. (P). Sb optræder på følgende oxidationstrin: -3, 0, og mest typisk +3 og +5.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Typiske ionforbindelser er Sb(+III) eller (+V) som sulfid-, hydroxid- eller oxidforbindelser ($\text{Sb}(\text{OH})_3$ eller $\text{Sb}(\text{OH})_6^-$). Metallisk antimon er uopløseligt i vand, mens f.eks. oxid- og sulfidforbindelserne er svagt opløselige i vand.
Luftkoncentrationer	Fjern-, land- og byområder er der i USA målt henholdsvis 0,00045-1,19, 0,6-7 og 0,5 -171 ng/m^3 .
Typisk konc. i jorden	I US er gennemsnit indhold i jord 0,48 mg/kg TS, mens der i Norge er målt 0,17 -2,2 mg/kg TS.
Typisk konc. i vand	Grundvand i Schweiz 0,3 -1 $\mu\text{g}/\text{l}$.
Flygtighed	Damptryk er 1 mm Hg ved 886 °C. Dette betyder, at antimon afdampes under forbrænding og kondenserer på partikulært materiale på mindre end 1 μm .
Jord/vand fordelingskoefficient	81 og mere end 185 for organiskholdige og mineraljord.
Udfældning/opløselighed	Det er primært udfældninger med oxider af Fe, Al og Mn, som har betydning for antimons opførsel i jord og grundvand.
Sorption	Sorption er vigtigt for antimons fordeling og tilbageholdelse i jord. Sorptionen påvirkes af biomethyleringen af antimon, der kan gøre forbindelserne mere mobile.
Kompleksring	Dannelse af komplekser med organiske stoffer anses ikke for betydende for den samlede skæbne i miljøet. Mobiliteten kontrolleres af binding til ler og mineraler.

Navn	Antimon
Klassificering	Antimonforbindelserne er generelt klassificeret som sundhedsskadelige (Xn; R20/22). Visse antimonforbindelser har dog særskilt klassificering, f.eks. er antimontrioxid klassificeret som kræftfremkaldende (Carc.3;R40) og antimontrifluorid er klassificeret som giftig T; R23/25/25 og miljøfarlig (N; R51/53).
Kvalitetskriterier	
Jord	Intet kriterium
Grundvand	Drikkevandskriteriet på 2 µg/l ved indgang til ejendomme og 5 µg/l ved forbrugers hane 5 µg/l.
Afdampning	Intet kriterium
B-værdi	Antimon-forb. i uorg. støv (målt som Sb) 0,001 mg/m ³ .
At-værdi	Antimonforbindelser, 0,5 mg/m ³ , Antimonbrinte, dog 0,25 mg/m ³ .

Navn	Barium
Kemisk betegnelse	Ba
Atomnummer	56
Atomvægt	137,36 g/mol
Synonym	
CAS-nr.	7440-39-3
Generelt	Barium er et sølv-gråt metal, som oxiderer i luft og reagerer med vand med dannelse af bariumhydroxid. Bariumioner er farveløse, og klorid- og nitratsalte er opløselige i vand. Bariumcarbonat har lav opløselighed i vand, men er opløseligt i fortyndede syrer. Bariumsulfat er uopløseligt i alle opløsninger. Barium udgør 0,05 % af jordskorpe. Mineralet barite anvendes i olie- og gasudvinding. Barium anvendes ved fremstilling af bariumforbindelser som anvendes i glas, maling, plastmaterialer (stabilisator), stål, dieselolie, mursten, teglsten, gummiprodukter, røntgenundersøgelse og i pesticider.
Optræder i følgende oxidationstrin	Gruppe 2 i den periodiske tabel. Barium kan sammenlignes med calcium (Ca) og strontium (Sr) og optræder på oxidationstrin +2.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Findes som Ba(+II)
Typisk konc. i luft.	Frigives ved emission fra industrien og ved forbrænding af fossilt brændsel. I byområder er der i USA målt på gennemsnit 0,0012 µg Ba/m ³ .
Typisk konc. i jord	Sand: 80- 266 mg/kg. Silt: 168 - 416 mg/kg. Ler: 466 - 525 mg/kg. Gennemsnit, USA 440 mg/kg. Barium forekommer i jorden som mineral barite (BaSO ₄) og i mindre mængder som witherite (BaCO ₃). Kalk og sulfat immobiliserer bariumioner på grund af den lave opløselighed af BaCO ₃ og BaSO ₄ .
Typisk konc. i vand	I dansk grundvand 1998- 2002 er målt 40-90 µg/l. I havvand er koncentrationer væsentlig højere, f.eks. 2 - 63 mg/l.
Flygtighed	-
Udfældning/opløselighed	I akvatiske omgivelser udfældes barium som carbonat eller sulfat. Bariumsalte er derfor ikke mobile i kalkholdig jord, men er mere mobile i form af bariumchlorid i kalkfattig jord.
Sorption	Barium kan akkumulere i manganoxider i jorden. Barium kan erstatte kalium (K) i mica og feldspat.
Kompleksring	Lossepladsperkolat med indhold af fedtsyrer kan mobilisere bariumsalte, men indhold af humus- og fulvussyrer har ingen betydning for mobilitet.
Klassificering	Bariumforbindelserne er generelt klassificeret som sundhedsskadelige (Xn; R20/22). Visse bariumforbindelser har dog særskilt klassificering, f.eks. er bariumchlorat, bariumperchlorat, bariumperoxid klassificeret som brandnærende; bariumchlorid og -dichlorid er klassificeret som giftig T; R25, og bariumsulfid er desuden miljøfarlig og meget giftig for vandlevende organismer (N; R50).
Kvalitetskriterier	
Jord	Intet kriterium
Grundvand	Drikkevandskriteriet på 700 µg/l ved indgang til ejendomme og 700 µg/l ved forbrugers hane 700 µg/l
Afdampning	Intet kriterium
B-værdi	Barium, uorg. - 0,005 mg/m ²
At-værdi	Bariumforbindelser (opløselige) 0,5 mg/m ³

Navn	Benz(a)pyren	Enhed
Synonym	Benzo(a)pyren	
CAS nr.	50-32-8	
Kemisk formel	C ₂₀ H ₁₂	
Tilstandsform	Gul, krystallinsk masse	
Molvægt	252,3	g/mol
Densitet		
Kogepunkt	496	°C
Vandopløselighed	0,0038	mg/L
Damptryk	$7,3 \cdot 10^{-7}$	Pa
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	6,5	
Klassificering	T, Carc2, Mut2, Rep2, R45	
Kvalitetskriterier		
Jord	0,1	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m ³
B-værdi	-	mg/m ³
At-værdi	-	mg/m ³

Navn	Benzen	Enhed
Synonym	Benzol	
CAS nr.	71-43-2	
Kemisk formel	C ₆ H ₆	
Tilstandsform	Klar, farveløs væske	
Molvægt	78,11	g/mol
Densitet	0,8787	g/mL
Kogepunkt	80,1	°C
Vandopløselighed	1.780 (ved 20 °C)	mg/L
Damptryk	76 (ved 20 °C) 60 (ved 15 °C)	mm Hg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	2,13	
Klassificering	Carc 1; R45, F; R11, T; R48/23/24/25	
Kvalitetskriterier		
Jord	1,5	mg/kg TS
Grundvand	1	µg/L
Afdampning	0,00013	mg/m ³
B-værdi	0,005	mg/m ³
At-værdi	1,6	mg/m ³

Navn	Benzin	Enhed
Synonymer	Gasoline, naphtha, motorbenzin, petrol	
CAS nr.	- ¹	
Kemisk formel	- ¹	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	Gennemsnit ca. 100	g/mol
Densitet	0,75	g/ml
Kogepunkt	25-225	°C
Vandopløselighed	Ca. 200	mg/l
Damptryk	395-775 (ved 20°C)	mm Hg
Oktanol-vand fordelingsforhold (log)	- ¹	
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	- ¹	
Kvalitetskriterier i:		
Jord	25	mg/kg TS
Grundvand	9 ²	µg/l
Afdampning	0,1 ²	mg/m ³
B-værdi	0,1	mg/m ³
At-værdi	-	mg/m ³

Navn	Bly	Enhed
Synonym		
CAS nr.	7439-92-1	
Kemisk formel	Pb	
Tilstandsform	Fast, sølvhvidt metal	
Molvægt	207,2	g/mol
Densitet		
Kogepunkt	1740	°C
Vandopløselighed	Uopløseligt	mg/L
Damptryk	-	
Oktanol-vand fordelingsforhold (log)	-	
Klassificering	Klassificeres generelt som sundhedsskadelig og reproduktionsskadelig. Enkelte blyforbindelser er klassificeret som kræftfremkaldende	
Kvalitetskriterier		
Jord	40	mg/kg TS
Grundvand	1	µg/L
Afdampning	-	mg/m ³
B-værdi	0,0004	mg/m ³
At-værdi	0,05	mg/m ³

Navn	Cadmium
Kemisk betegnelse	Cd
Atomnummer	48
Generelt	Cadmium er et særdeles toksisk tungmetal for mennesker og de fleste andre organismer. Det gennemsnitlige humane indtag af cadmium er tæt på den anbefalede grænse, hvilket gør cadmium til det mest kritiske af tungmetallerne i forhold til menneskets sundhed.
Optræder i følgende oxidationstrin	Cadmium forekommer på følgende oxidationstrin: 0 og + II.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Cadmium optræder som divalent cadmium, Cd^{2+} i det terrestriske miljø.
Redoxforhold	Redoxforhold har ikke praktisk betydning for cadmiums opførsel i det terrestriske miljø.
Udfældning/ opløselighed	Cadmium kan udfældes som sulfider, carbonater, fosfater og hydroxider. Ved pH under 8 vil fordelingen af cadmium i jorden dog typisk være styret af sorption.
Sorption	Sorption er den mest betydningsfulde proces for cadmiums opførsel i jord og grundvand. Den styrende parameter for cadmiums sorption i jord er pH, og undersøgelser har vist, at K_d -værdierne varierer fra 15 til 2450 l/kg i pH intervallet 4-9.
Kompleksering	Cadmium danner komplekser med tetraederisk struktur. Liganderne kan være såvel uorganiske (chlorid, carbonat) som organiske. Under forhold, hvor jorden tilføres væsker med et højt indhold af organiske eller uorganiske ligander kan komplekseringen få betydning (f.eks. lossepladsperkolat).
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Cadmiumforbindelser er generelt klassificeret som "sundhedsskadelige". Enkelte cadmiumforbindelser er klassificeret som "giftige" og/eller "kræftfremkaldende", f.eks. cadmiumsulfid.
Kvalitetskriterier	
Jord	0,5 mg/kg TS
Grundvand	0,5 µg/l
Afdampning	-
B-værdi	0,00001 mg/m ³
At-værdi	0,005 mg/m ³

Navn	Chrom
Kemisk betegnelse	Cr
Atomnummer	24
Generelt	Chrom er et essentielt metal/ mineral for mennesker, men kan give allergiske reaktioner i højere koncentrationer.
Optræder i følgende oxidationstrin	Chrom forekommer på følgende oxidationstrin: 0 +II +III +VI. I salte er +III det hyppigst forekommende. Chromforbindelser, hvor chrom er i oxidationstrin +II, er ustabile.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Cr(+III) findes som trivalent chrom, Cr^{3+} , mens Cr(+VI) i det terrestriske miljø findes som anionen chromat, CrO_4^{2-} eller $HCrO_4^-$.
Redoxforhold	Redoxforhold har stor betydning for chroms opførsel i jord og grundvand, da Cr(+VI) er mere mobilt end Cr(+III) pga. dannelsen af oxyanioner. Endvidere er Cr(+VI)forbindelser mere toksiske end Cr(+III).
Udfældning/ Opløselighed	Udfældning har betydning for Cr(+III)forbindelsers opførsel i jord og grundvand, da Cr(+III) kan udfældes som hydroxid. Cr(+VI) vil under de fleste miljørelevante forhold findes i opløsning, dog med udfældning af bariumchromat som mulig undtagelse.
Sorption	Sorption har mindre betydning for chroms opførsel i jord og grundvand. Sorptionen af chromat er stigende ved faldende pH, men sorptionen er afhængig af konkurrencen fra andre anioner, f.eks. fosfat.
Kompleksring	Cr(+III) danner villigt komplekser, men kun hydroxykomplekser har praktisk betydning i miljøet. Cr(+VI) danner ikke komplekser, da det optræder som anion.
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Chrom(+VI) forbindelser som f.eks. chromtrioxid er klassificeret som "kræftfremkaldende".
Kvalitetskriterier	
Jord	Chrom, total: 500 mg/kg TS Chrom (VI): 20 mg/kg TS
Grundvand	Chrom, total: 25 µg/l Chrom (VI): 1 µg/l
Afdampning	-
B-værdi	Chrom, total: 0,001 mg/m ³ Chrom (VI): 0,0001 mg/m ³
At-værdi	0,5 mg/m ³

Navn	Ethylbenzen	Enhed
Synonymer	Phenylethan	
CAS nr.	100-41-4	
Kemisk formel	C ₈ H ₁₀	
Tilstandsform	farveløs væske	
Molvægt	106,17	g/mol
Densitet	0,867	g/ml
Kogepunkt	136,2	°C
Vandopløselighed	140 (ved 15 °C) 152 (ved 20 °C)	mg/l
Damptryk	7 (ved 20 °C) 12 (ved 30 °C)	mmHg
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	3,15	
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: F, Xn konc. ≤ 25%: Xn	
Kvalitetskriterier		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m ³
B-værdi	-	mg/m ³
At-værdi	217	mg/m ³

Navn	Fyringsolie	Enhed
Synonymer	Fyringsgasolie	
CAS nr.	-	
Kemisk formel	-	
Tilstandsform	Rød/blå væske	
Molvægt	-	
Densitet	0,85	g/ml
Kogepunkt	180-380	°C
Vandopløselighed	6	mg/l
Damptryk	4	mmHg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-	
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Brandfarlig, sundhedsskadelig og kræftfremkaldende	
Kvalitetskriterier		
Jord (C ₅ -C ₃₅)	100*	mg/kg TS
Grundvand	9*	µg/L
Afdampning til luften	-	mg/m ³
B-værdi	-	mg/m ³
At-værdi	-	mg/m ³

Note *: Desuden krav til enkelt komponenter.

Navn	Kobber
Kemisk betegnelse	Cu
Atomnummer	29
Generelt	Kobber er et af de vigtigste grundstoffer for både mennesker og planter, og er kun toksisk i høje koncentrationer.
Optræder i følgende oxidationstrin	Kobber forekommer på følgende oxidationstrin: 0, +I og +II, med +II som det hyppigst forekommende i salte.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Kobber findes fortrinsvist som Cu^{2+} i miljømæssig sammenhæng, da Cu^+ er meget ustabil i vand og derfor kun vil være relevant som uopløseligt Cu_2S under kraftigt reducerende forhold.
Redoxforhold	Redoxforhold har ingen praktisk betydning for kobbers opførsel i jord og grundvand.
Udfældning/ opløselighed	Det er primært udfældninger med sulfid, som har betydning for kobbers opførsel i jord og grundvand.
Sorption	Sorption er meget vigtigt for kobbers fordeling og tilbageholdelse i jord. Sorption af kobber er afhængig af pH og K_d værdierne for kobber er relativt høje (i størrelsesorden 1.000 l/kg).
Kompleksring	Kompleksdannelse har stor betydning for kobbers opførsel i det terrestriske miljø. Kobber danner komplekser med såvel organiske som uorganiske ligander. Specielt danner kobber komplekser med organisk stof (fulvuskomplekser), men også hydroxy- og carbonatkomplekser har betydning.
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Kobbersulfat, kobber(I)chlorid, kobber(I)oxid samt kobbernaphthenat er klassificeret som "sundhedsskadelige".
Kvalitetskriterier	
Jord	500 mg/kg
Grundvand	100 $\mu\text{g/l}$
Afdampning	-
B-værdi	0,01 mg/m^3
At-værdi	1 mg/m^3

Navn	Kviksølv	Enhed
Synonym	Metallisk kviksølv	
CAS nr.	7439-97-6	
Kemisk formel	Hg	
Tilstandsform	Sølvagtig flydende væske	
Molvægt	200,59	g/mol
Densitet	13,5	g/mL
Kogepunkt		
Vandopløselighed	$6 \cdot 10^{-6}$ (25°C)	
Damptryk	$1,22 \cdot 10^{-3}$	mm Hg
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-	
Klassificering	T	
Kvalitetskriterier		
Jord	1	mg/kg TS
Grundvand	0,1	µg/L
Afdampning	-	mg/m ³
B-værdi	0,0001	mg/m ³
At-værdi	0,025	mg/m ³

Navn	Meta-xylen	Enhed
Synonymer	m-xylen, 1,3-dimethylbenzen, m-dimethylbenzen, 1,3-xylen, m-xylol	
CAS nr.	108-38-3	
Kemisk formel	$C_6H_4(CH_3)_2$	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	106,16	g/mol
Densitet	0,864	g/ml
Kogepunkt	139	°C
Vandopløselighed	135 (ved 20 °C)	mg/l
Damptryk	6 (ved 20 °C) 11 (ved 30 °C)	mmHg
Oktanol-vand fordelingsforhold (log)	3,20	
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: Xn, Xi	
Kvalitetskriterier		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	5	µg/L
Afdampning	0,1	mg/m ³
B-værdi	0,1	mg/m ³
At-værdi	109	mg/m ³

Navn	Nikkel
Kemisk betegnelse	Ni
Atomnummer	28
Generelt	Nikkel er et essentielt grundstof for mange planter og dyr. Der har i en årrække været fokus på nikkel som følge af mange tilfælde af nikkelallergi.
Optræder i følgende oxidationstrin	Nikkel forekommer på følgende oxidationstrin: 0, +II og +III. Oxidationstrin +II er mest almindeligt i salte.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Nikkel findes som Ni ²⁺ i det terrestriske miljø.
Redoxforhold	Redoxprocesser har ingen betydning for nikkels opførsel i jord og grundvand.
Udfældning/ opløselighed	Opløseligheden af nikkel i det terrestriske miljøer kan potentielt styres af sulfider og i mindre grad hydroxider og carbonater.
Sorption	Sorption har stor betydning for nikkels fordeling i jord og grundvand. Også for sorption af nikkel er pH den dominerende faktor. Regressionsligning til estimation af K _d -værdier for nikkel afhængig af pH findes i litteraturen.
Kompleksring	Kompleksdannelse er vigtigt for nikkels fordeling i jord og grundvand. Nikkel danner komplekser med uorganiske ligander som chlorid og carbonat samt med organiske ligander. Dannelse af nikkelkomplekser i matricer med højt indhold af organiske stof vil kunne øge nikkels mobilitet.
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Nikkel, nikkelcarbonat, nikkelcarbonyl, nikkeldihydroxid, nikkeldioxid, nikkelmonooxid, nikkelsulfat og nikkelsulfid er klassificeret som "kræftfremkaldende". Nikkelcarbonat, nikkeldihydroxid og nikkelsulfat er endvidere klassificeret som "sundhedsskadeligt".
Kvalitetskriterier	
Jord	30 mg/kg TS
Grundvand	10 µg/l
Afdampning	-
B-værdi	0,0001 mg/m ³
At-værdi	0,05 mg/m ³

Navn	Ortho-xylene	Enhed
Synonymer	o-xylene, 1,2-dimethylbenzen, o-dimethylbenzen, 1,2-xylene, o-xylol	
CAS nr.	95-47-6	
Kemisk formel	$C_6H_4(CH_3)_2$	
Tilstandsform	farveløs væske	
Molvægt	106,17	g/mol
Densitet	0,88	g/ml
Kogepunkt	144,4	°C
Vandopløselighed	175 (ved 20 °C)	mg/l
Damptryk	5 (ved 20 °C) 9 (ved 30 °C)	mmHg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	2,77	
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: Xn, Xi	
Kvalitetskriterier		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	5	µg/L
Afdampning	0,1	mg/m ³
B-værdi	0,1	mg/m ³
At-værdi	109	mg/m ³

Navn	Para-xylen	Enhed
Synonymer	p-xylen, 1,4-dimethylbenzen, p-dimethylbenzen, 1,4-xylen, p-xylol	
CAS nr.	106-42-3	
Kemisk formel	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	
Tilstandsform	farveløs væske	
Molvægt	106,17	g/mol
Densitet	0,86	g/ml
Kogepunkt	138,4	°C
Vandopløselighed	198 (ved 25 °C)	mg/l
Damptryk	6,5 (ved 20 °C) 12 (ved 30 °C)	mmHg
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	3,15	
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: Xn, Xi	
Kvalitetskriterier		
Jord	-	mg/kg
Grundvand	5	µg/L
Afdampning	0,1	mg/m ³
B-værdi	0,1	mg/m ³
At-værdi	109	mg/m ³

Navn	Sølv
Kemisk betegnelse	Ag
Atomnummer	47
Atomvægt	107,87
Synonym	-
CAS-nr.	7440-22-4
Generelt	Skinnende hvid metal forekommer i argentite Ag_2S og hornsilver $AgCl$. Sølv findes også i forbindelse med bly, zink, kobber og nikkelholdig malm er også vigtige kilder. Sølv anvendes i sølvtøj, i batterier, i tandlæge legeringer, spejl, til podning af regnsky (sølviodid), fotokemikalier (45 %) og elektroniske udstyr (25 %) og frigives ved affaldsforbrænding. Sølv hæmmer bakterievækst og jordorganismer.
Optræder i følgende oxidationstrin	Gruppe 11 i den periodiske tabel. Sølv kan sammenlignes med kobber (Cu) og guld (Au) og optræder på oxidationstrin 0, +1,+2 og +3, men findes hovedsagelig som 0 og +1.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Som $Ag(+I)$ f.eks. som sølvchlorid i vand og sølvsulfid i jorden.
Luftkoncentrationer	Som sølv partikler, sølvsulfid, -sulfat, -karbonat og halider. Partikulært sølv i luft (i områder uden podning af regnsky) er målt fra 0,04 - 0,15 ng/m^3 .
Typiske koncentrationer i jorden	Indholdet i jord er 0,1 – 2 mg/kg TS, og koncentrationen er højst i jord med højt indhold af organisk materiale.
Typiske koncentrationer i vand	I USA er indhold i overfladevand typisk 0,2 $\mu g/l$ og ca. 0,25 $\mu g/l$ i havvand. Gennemsnitsindholdet i grundvand i USA er 1,7 $\mu g/l$ af median, men koncentrationer på op til 80 $\mu g/l$ er også fundet.
Flygtighed	-
Jord/vand fordelingskoefficient	10 og mere end 1000 for organiskholdige og mineraljord.
Udfældning/opløselighed	Sølv udfældes som sølvsulfid.
Sorption	Mobilitet i jorden er påvirket af redox forhold og pH, idet disse parametre fremmer binding til jern og mangan, samt ler og organisk indhold.
Kompleksering	Sølv kan danne komplekser med nitrat, sulfat og sulfid samt humus.
Klassificering	Sølvnitrat er klassificeret som ætsende (C; R34) og miljøfarlig og meget giftig for vandlevende organismer, med mulighed for langtidsvirkninger (N; R50/53).
Kvalitetskriterier	
Jord	50
Grundvand	Drikkevandskriteriet på 10 $\mu g/l$ ved indgang til ejendomme og 10 $\mu g/l$ ved forbrugers hane.
Afdampning	Intet kriterium
B-værdi	Sølv-forb. i uorg. støv (målt som Ag) 0,0002 mg/m^3 .
At-værdi	Sølv, pulver, støv og opløselige forbindelser, beregnet som Ag 0,01 mg/m^3 .

Navn	Toluen	Enhed
Synonym	Methylbenzen	
CAS nr.	108-88-3	
Kemisk formel	C ₇ H ₈	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	92,1402	g/mol
Densitet	0,867	g/mL
Kogepunkt	110,6	°C
Vandopløselighed	526	mg/L
Damptryk	22	mm Hg
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-	
Klassificering		
Kvalitetskriterier		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	5	µg/L
Afdampning	0,4	mg/m ³
B-værdi	0,4	mg/m ³
At-værdi	94	mg/m ³

Navn	Xylen	Enhed
Synonym	Dimethylbenzen	
CAS nr.	1330-20-7	
Kemisk formel	C ₈ H ₁₀	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	106,16	g/mol
Densitet	0,86	g/mL
Kogepunkt	137-140	°C
Vandopløselighed	Uopløselig; 175	mg/L
Damptryk	5,1	mm Hg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	2,77	
Klassificering	R10 Xn;R20/21 Xi;R38	
Kvalitetskriterier		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	5	µg/L
Afdampning	0,1	mg/m ³
B-værdi	0,1	mg/m ³
At-værdi	109	mg/m ³

	Zink
Kemisk betegnelse	Zn
Atomnummer	30
Generelt	Zink er et essentielt metal, som kun er toksisk overfor mennesker ved indtag i særdeles høje koncentrationer. Kemisk har zink stor lighed med cadmium, og de optræder sammen i miljøet, men typisk forekommer zink i 100 til 1.000 gange højere koncentrationer.
Optræder i følgende oxidationstrin	Zink forekommer på følgende oxidationstrin: 0 og +II.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Zink forekommer som divalente ioner Zn^{2+} i det terrestriske miljø.
Redoxforhold	Redoxforhold har ingen praktisk betydning for zink i miljøet.
Udfældning/ Opløselighed	Zink kan udfældes som sulfider, fosfater, carbonater og hydroxider, men ved pH-værdier under 8 vil fordelingen af zink i jorden typisk ikke være styret af udfældninger.
Sorption	Sorption er den vigtigste proces for zinks fordeling i jord og vand. Sorption af zink er næsten udelukkende afhængig af pH. K_d -værdier op 1 - 3.540 er fundet, og zinks sorption udviser en stærkere pH afhængighed end både kobber og nikkel, således at en stigning i pH på én enhed medfører at K_d øges med en faktor 8.
Kompleksring	Zink danner komplekser med tetraederisk struktur. Som ligander kan både uorganiske (chlorid, carbonat) og organiske stoffer fungere. Zinkkomplekser med organiske stoffer er mindre stabile end de tilsvarende komplekser af kobber, nikkel og bly.
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Zinksalte af visse anioner som f.eks. zinkcyanid, -chromat, -phosphid og -arsenat er optaget på listen over farlige stoffer pga. anionerne. Zinkchlorid er klassificeret som "ætsende" og zinkstøv/zinkpulver er klassificeret som "brandfarligt". Visse organiske zinkforbindelser er klassificeret som "sundhedsskadelige". Øvrige zinkforbindelser er ikke nævnt.
Kvalitetskriterier	
Jord	500 mg/kg TS
Grundvand	100 µg/L
Afdampning	-
B-værdi	0,06 mg/m ³
At-værdi	-

FARESYMBOLER OG FAREBETEGNELSER

T+



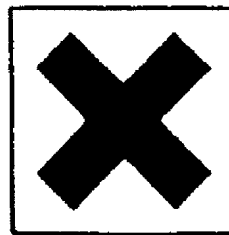
Meget giftig

T



Giftig

Xn



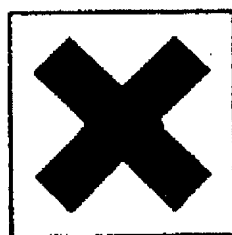
Svaghedsskadelig

C



Ætsende

XI



Lokalirriterende

E



Eksplisiv

F+



Yderst brandfarlig

F



Meget brandfarlig

O



Brandnærende

N



Miljøfarlig

R-SÆTNINGER

- R1 Eksplosiv i tør tilstand
- R2 Eksplosionsfarlig ved stød, gnidning, ild eller andre antændelseskilder
- R3 Meget eksplosionsfarlig ved stød, gnidning, ild eller andre antændelseskilder
- R4 Danner meget følsomme eksplosive metalforbindelser
- R5 Eksplosionsfarlig ved opvarmning
- R6 Eksplosiv ved og uden kontakt med luft
- R7 Kan forårsage brand
- R8 Brandfarlig ved kontakt med brandbare stoffer
- R9 Eksplosionsfarlig ved blanding med brandbare stoffer
- R10 Brandfarlig
- R11 Meget brandfarlig
- R12 Yderst brandfarlig
- R14 Reagerer voldsomt med vand
- R15 Reagerer med vand under dannelse af yderst brandfarlige gasser
- R16 Eksplosionsfarlig ved blanding med oxiderende stoffer
- R17 Selvantændelig i luft
- R18 Ved brug kan brandbare dampe/eksplosive damp-luftblandinger dannes
- R19 Kan danne eksplosive peroxider
- R20 Farlig ved indånding
- R21 Farlig ved hudkontakt
- R22 Farlig ved indtagelse
- R23 Giftig ved indånding
- R24 Giftig ved hudkontakt
- R25 Giftig ved indtagelse
- R26 Meget giftig ved indånding
- R27 Meget giftig ved hudkontakt
- R28 Meget giftig ved indtagelse
- R29 Udvikler giftig gas ved kontakt med vand
- R30 Kan blive meget brandfarlig under brug
- R31 Udvikler giftig gas ved kontakt med syre
- R32 Udvikler meget giftig gas ved kontakt med syre
- R33 Kan ophobes i kroppen efter gentagen brug
- R34 Ætsningsfare
- R35 Alvorlig ætsningsfare
- R36 Irriterer øjnene
- R37 Irriterer åndedrætsorganerne
- R38 Irriterer huden
- R39 Fare for varig alvorlig skade på helbred
- R40 Mulighed for kræftfremkaldende effekt
- R41 Risiko for alvorlig øjenskade
- R42 Kan give overfølsomhed ved indånding
- R43 Kan give overfølsomhed ved kontakt med huden

- R44 Eksplosionsfarlig ved opvarmning under indeslutning
- R45 Kan fremkalde kræft
- R46 Kan forårsage arvelige genetiske skader
- R48 Alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning
- R49 Kan fremkalde kræft ved indånding
- R50 Meget giftig for organismer, der lever i vand
- R51 Giftig for organismer, der lever i vand
- R52 Skadelig for organismer, der lever i vand
- R53 Kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet
- R54 Giftig for planter
- R55 Giftig for dyr
- R56 Giftig for organismer i jordbunden
- R57 Giftig for bier
- R58 Kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i miljøet
- R59 Farlig for ozonlaget
- R60 Kan skade forplantningsevnen
- R61 Kan skade barnet under graviditeten
- R62 Mulighed for skade på forplantningsevnen
- R63 Mulighed for skade på barnet under graviditeten
- R64 Kan skade børn i ammeperioden
- R65 Farlig: kan give lungeskade ved indtagelse
- R66 Gentagen udsættelse kan give tør eller revnet hud
- R67 Dampene kan give sløvhed og svimmelhed
- R68 Mulighed for varig skade på helbred

Kombinationer af R-sætninger

- R14/15 Reagerer voldsomt med vand under dannelse af yderst brandfarlige gasser
- R15/29 Reagerer med vand under dannelse af giftige og yderst brandfarlige gasser
- R20/21 Farlig ved indånding og ved hudkontakt
- R20/22 Farlig ved indånding og ved indtagelse
- R20/21/22 Farlig ved indånding, ved hudkontakt og ved indtagelse
- R21/22 Farlig ved hudkontakt og ved indtagelse
- R23/24 Giftig ved indånding og ved hudkontakt
- R23/25 Giftig ved indånding og ved indtagelse
- R23/24/25 Giftig ved indånding, ved hudkontakt og ved indtagelse
- R24/25 Giftig ved hudkontakt og ved indtagelse
- R26/27 Meget giftig ved indånding og ved hudkontakt
- R26/28 Meget giftig ved indånding og ved indtagelse
- R26/27/28 Meget giftig ved indånding, ved hudkontakt og ved indtagelse
- R27/28 Meget giftig ved hudkontakt og ved indtagelse
- R36/37 Irriterer øjnene og åndedrætsorganerne
- R36/38 Irriterer øjnene og huden
- R36/37/38 Irriterer øjnene, åndedrætsorganerne og huden
- R37/38 Irriterer åndedrætsorganerne og huden

R39/23	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding
R39/24	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved hudkontakt
R39/25	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indtagelse
R39/23/24	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding og hudkontakt
R39/23/25	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding og indtagelse
R39/24/25	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved hudkontakt og indtagelse
R39/23/24/25	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding, hudkontakt og indtagelse
R39/26	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding
R39/27	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved hudkontakt
R39/28	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indtagelse
R39/26/27	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding og hudkontakt
R39/26/28	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding og indtagelse
R39/27/28	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved hudkontakt og indtagelse
R39/26/27/28	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding, hudkontakt og indtagelse
R40/20	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved indånding
R40/21	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved hudkontakt
R40/22	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved indtagelse
R40/20/21	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved indånding og hudkontakt
R40/20/22	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved indånding og indtagelse
R40/21/22	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved hudkontakt og indtagelse
R40/20/21/22	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved indånding, hudkontakt og indtagelse
R42/43	Kan give overfølsomhed ved indånding og ved kontakt med huden
R48/20	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding
R48/21	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved hudkontakt
R48/22	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indtagelse
R48/20/21	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding og hudkontakt
R48/20/22	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding og indtagelse
R48/21/22	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved hud-

- kontakt og indtagelse
- R48/20/21/22 Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding, hudkontakt og indtagelse
- R48/23 Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding
- R48/24 Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved hudkontakt
- R48/25 Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indtagelse
- R48/23/24 Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding og hudkontakt
- R48/23/25 Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding og indtagelse
- R48/24/25 Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved hudkontakt og indtagelse
- R48/23/24/25 Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding, hudkontakt og indtagelse
- R50/53 Meget giftig for organismer, der lever i vand; kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet
- R51/53 Giftig for organismer, der lever i vand; kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet
- R52/53 Skadelig for organismer, der lever i vand; kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet
- R68/20 Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved indånding
- R68/21 Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved hudkontakt
- R68/22 Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved indtagelse
- R68/20/21 Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved indånding og hudkontakt
- R68/20/22 Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved indånding og indtagelse
- R68/21/22 Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved hudkontakt og indtagelse
- R68/20/21/22 Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved indånding, hudkontakt og indtagelse

- R44 Eksplosionsfarlig ved opvarmning under indeslutning
- R45 Kan fremkalde kræft
- R46 Kan forårsage arvelige genetiske skader
- R48 Alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning
- R49 Kan fremkalde kræft ved indånding
- R50 Meget giftig for organismer, der lever i vand
- R51 Giftig for organismer, der lever i vand
- R52 Skadelig for organismer, der lever i vand
- R53 Kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet
- R54 Giftig for planter
- R55 Giftig for dyr
- R56 Giftig for organismer i jordbunden
- R57 Giftig for bier
- R58 Kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i miljøet
- R59 Farlig for ozonlaget
- R60 Kan skade forplantningsevnen
- R61 Kan skade barnet under graviditeten
- R62 Mulighed for skade på forplantningsevnen
- R63 Mulighed for skade på barnet under graviditeten
- R64 Kan skade børn i ammeperioden
- R65 Farlig: kan give lungeskade ved indtagelse
- R66 Gentagen udsættelse kan give tør eller revnet hud
- R67 Dampe kan give sløvhed og svimmelhed
- R68 Mulighed for varig skade på helbred

Kombinationer af R-sætninger

- R14/15 Reagerer voldsomt med vand under dannelse af yderst brandfarlige gasser
- R15/29 Reagerer med vand under dannelse af giftige og yderst brandfarlige gasser
- R20/21 Farlig ved indånding og ved hudkontakt
- R20/22 Farlig ved indånding og ved indtagelse
- R20/21/22 Farlig ved indånding, ved hudkontakt og ved indtagelse
- R21/22 Farlig ved hudkontakt og ved indtagelse
- R23/24 Giftig ved indånding og ved hudkontakt
- R23/25 Giftig ved indånding og ved indtagelse
- R23/24/25 Giftig ved indånding, ved hudkontakt og ved indtagelse
- R24/25 Giftig ved hudkontakt og ved indtagelse
- R26/27 Meget giftig ved indånding og ved hudkontakt
- R26/28 Meget giftig ved indånding og ved indtagelse
- R26/27/28 Meget giftig ved indånding, ved hudkontakt og ved indtagelse
- R27/28 Meget giftig ved hudkontakt og ved indtagelse
- R36/37 Irriterer øjnene og åndedrætsorganerne
- R36/38 Irriterer øjnene og huden
- R36/37/38 Irriterer øjnene, åndedrætsorganerne og huden
- R37/38 Irriterer åndedrætsorganerne og huden

Bilag 3

Beskrivelse af de vigtigste primære og sekundære kilder

I dette bilag gives en oversigt over historisk materiale. Bilaget er en gengivelse fra AVJ's tidligere branchebeskrivelse; eks. /34/.

Primære og sekundære kilder

Forud for igangsættelsen af tekniske undersøgelser er det vigtigt at få indsamlet og beskrevet det historiske materiale for den aktuelle lokalitet. Dette kan være tidskrævende, men den forbrugte tid vil ofte være givet godt ud, når de tekniske undersøgelser igangsættes.

Formålet med den historiske gennemgang er at få udpeget art og fysisk placering af de potentielle forureningskilder.

Der findes en lang række kilder, hvorfra der kan søges oplysninger. Kilderne kan opdeles i primære og sekundære kilder. De vigtigste oplysninger findes i de primære kilder. Hvis det vurderes, at de primære kilder er mangelfulde, suppleres med oplysninger fra de sekundære kilder.

De *primære* kilder omfatter:

- Arkiver hos kommunen: I kommunens arkiver findes der oplysninger om byggeaktiviteter, lokalplaner, situations- og kloakplaner, oplysninger om nedgravede tanke og deres status, oplag, miljøsager mv. I nogle kommuner findes alle oplysninger i byggesagsarkivet, mens oplysninger i andre kommuner er fordelt på byggesags- og miljøarkivet. De lokale politi eller brandmyndighed kunne tidligere have kronologiske oplysninger om hændelser, der havde forureningsmæssig betydning, f.eks. brande eller andre uheld som spild, lækager eller overløb ved tankanlæg. Herudover kunne der findes oplysninger om tidligere oplag af brandfarlige og eksplosionsfarlige stoffer.
- Lokalhistoriske arkiver: På de lokalhistoriske arkiver findes gamle vejvisere, telefonbøger, fotos og avisudklip mv. Herudover har personalet på arkiverne ofte et stort lokalkendskab.
- Tinglysningskontoret: Oplysninger om tidligere ejerforhold og deklARATIONER findes tinglyst på den enkelte ejendom.
- Interviews: Interviews af tidligere eller nuværende grundejere eller ansatte kan understøtte og supplere oplysninger fra arkiver og litteratur. Det kan også være relevant at interviewe medarbejdere fra kommunen.
- Besigtigelse: Ved besigtigelsen af lokaliteten, kontrolleres om de indsamlede arkivoplysninger er i overensstemmelse med de nuværende forhold. Placeringen af de eksisterende bygninger og installationer registreres og synlige tegn på jordforurening noteres. En tjekliste til brug findes i /50/.

De *sekundære* kilder omfatter:

- Miljøgodkendelser indeholder beskrivelser af produktionsprocesser, forureningsbegrænsende foranstaltninger samt affaldsprodukter og deres bortskaffelse. For listevirkomheder med regional påvirkning er Amtet miljømyndighed. Miljøgodkendelser omfatter kun perioden efter Miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden i 1974.
- Arbejdstilsynets (tidligere fabrikstilsynet) inspektionsberetninger. Her kan skaffes oplysninger om kemikalier og uheld.

- Det kongelige bibliotek har ca. 400.000 skrå- og lodfotos fra før 1945. Ud fra fotos kan fås indtryk af arealanvendelsen. Herudover kan tankanlæg, oplag af tromler og af-fald mv. lokaliseres.
- Kort- og Matrikelstyrelsen har lodfotos fra 1945 og frem.
- Private luftopmålingsfirmaer som Kampsax Geoplan, Landinspektørernes Luftopmå-ling og Kastrup Luftfoto kan ligge inde med historiske luftfotos. Endelig kan der fin-des flyfotos hos en lang række kommuner.

Bilag 4

Erfaringer fra tidligere undersøgelser

I år 2000 kom skydebaner med på listen over virksomhedstyper, der skal kortlægges i henhold til jordforureningsloven /52/.

Erfaringsgrundlaget i Amterne med udførelse af undersøgelser på skydebaner er begrænset. I stedet er der inddraget resultater fra en række undersøgelsesrapporter fra Forsvarets Bygningstjeneste, som står for undersøgelser af V1 kortlagte arealer under Forsvaret. Fra Vestsjælland Amt er der desuden resultater fra en enkelt undersøgelse. Der er i alt medtaget 14 undersøgelser på 14 lokaliteter, heraf er 2 udført på flugtskydningsbaner, resten er udført på skiveskydningsbaner. Blandt undersøgelsesrapporterne er der ingen eksempler på undersøgelse af arealer udenfor faste skydebaneanlæg på Forsvarets skyde- og øvelsesterræner.

Ved de seks hyppigst undersøgte kildetyper er der konstateret forurening og spor af forurening, som angivet i tabel A. Spor af forurening er defineret som indhold over analysemetodens detektionsgrænse, men under Miljøstyrelsens kvalitetskriterier.

Kilde	Antal Undersøgelser	Forurening	Spor af forurening	Spor eller forurening
Kuglefang	10	10 (100 %)	0 (0 %)	10 (100 %)
Endevold	10	10 (100 %)	0 (0 %)	10 (100 %)
Forvold	8	8 (100 %)	0 (0 %)	8 (100 %)
Baneplan	13	12 (92 %)	1 (8 %)	13 (100 %)
Blænde	1	1 (100 %)	0 (0 %)	1 (100 %)
Standplads	3	3 (100 %)	0 (0 %)	3 (100 %)

Tabel A Forureningshyppighed ved undersøgte kildetyper på skydebaner.

Tallene i tabellen skal kun opfattes som omtrentlige, idet nogle kildetyper kan være talt med flere steder. F.eks. kan overgangen mellem kuglefang og endevold ikke altid adskilles.

På trods af et relativt lille erfaringsgrundlag fremgår det klart af tabel A, at der er næsten 100 % risiko for at træffe forurening ved de undersøgte kildetyper.

Ud fra ovennævnte erfaringer er der ingen af de viste kildeområder i tabel A, der kan udelukkes ved undersøgelser på lokaliteter, hvor der har været skydebane. Listen er udarbejdet ud fra generelle erfaringer, hvorfor listen i hvert enkelt tilfælde skal vurderes sammen med de konkrete forhold på lokaliteten.

Det er i flere tilfælde fundet, at målområdet bestående af forvold, område med skiveophæng, markørgrav, kuglefang og endevold udgør et forureningsmæssigt ensartet område. Målområdet bør altid undersøges. Når der i tabel A er flere undersøgelser af baneplanet end af målområdet (kuglefang og endevold), skyldes det, at enkelte baner er anlagt med skydning ud over søterritorium, så det egentlige målområde falder udenfor rammerne for undersøgelsen.

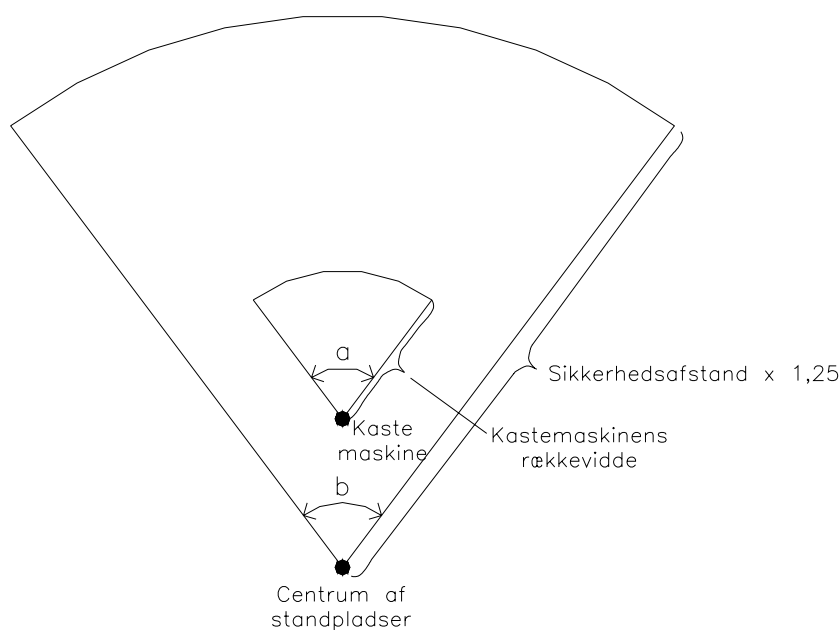
Der er kun fundet enkelte eksempler på undersøgelser af flugtskydningsbaner. Erfaringsgrundlaget er således meget begrænset. I 1983 er der dog udført et miljøprojekt under Miljøstyrelsen om blyforurening omkring flugtskydningsbaner /55/. Fordelingen af hagl på baneplanet er opgjort for en jagtskydebane og en trapskydebane. Koncentrationstygdepunktet for hagl i jorden er fundet hhv. 160 m og 140 m fra standpladserne på de to banetyper /55/.

På jagtskydebanen ses, at 60-73 % af haglene falder i afstandsområdet 130-190 m, og 80-90 % falder i afstande fra 110-210 m fra standpladserne. Desuden ses, at skydning på spidsduer giver større haglkoncentrationer nær standpladsen end skydning på side- og bagduer /55/.

På traptskydebanen dækkede prøvetagningen ikke hele nedslagsområdet, idet der 220 m fra standpladserne var et vådområde. Her ses stadig en høj haglkoncentration 220 m fra standpladserne /55/.

Nedslagsområdets størrelse vil afhænge af banetype og alder, benyttelsesgrad, evt. baneomlægninger, af overlap mellem nedfaldsområder fra standpladser og af de anvendte haglstørrelser. Bredden af nedslagsområdet afhænger af skudvinkler og dermed af banetyper. Bredden af nedslagsområderne er ikke kortlagt i miljøprojektet /55/.

Til en skønsmæssig fastsættelse af nedslagsområder anbefales i /55/, at nedslagsområdet betragtes som et cirkeludsnit med skytten placeret i centrum, med en radius på sikkerhedsafstanden gange en empirisk faktor på 1,25 og den karakteristiske skudvinkel som udsnittets vinkel /55/. På jagtbaner må der fastsættes et nedslagsområde for hver enkelt standplads, jf. beskrivelsen i afsnit 4.2. For en trapbane og en skeetbane, hvor standpladserne ligger mere samlet, kan der angives et samlet nedfaldsområde for alle standpladser. På en trapbane skønnes vinklen i cirkeludsnittet at være på ca. 60 - 90 gr., og på en skeetbane skønnes vinklen i cirkeludsnittet at være ca. 160 gr., jf. beskrivelserne i afsnit 4.2 /55, 12/, se figur B.



a: Vinkel for udslyngning af lerdUER
b: Samlet skydevinkel

Figur B: Principskitse for nedfaldsområder henholdsvis af lerdUER og hagl på en traptskydebane.

Det anbefales, at beskrivelserne af koncentrationstyngdepunkt og afstande for observerede haglnedfald anvendes ved placering af prøvetagningspunkter på flugtskydningsbaner. Det skal dog bemærkes, at opmålingerne kun er udført for 2 specifikke lokaliteter.

Ved de tekniske undersøgelser på de 14 lokaliteter er der foretaget analyser og konstateret koncentrationsniveauer i jorden, som angivet i tabel 6.2. Der er ikke udført målinger i grundvand og poreluft.

Komponent	Jord (mg/kg TS)	
	Interval for konc.	Antal analyser*
PAH		
Benzo(a)pyren	0,032-1,9	23/12
Fluranthen	0,011-3,0	23/12
Benzo(b+j)fluroanthen	0,011-2,1	23/12
Benzo(k)fluroanthen	0,022-1,4	23/11
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,016-1,3	23/11
Dibenzo(a,h)-anthracen	0,019-0,32	23/7
Sum PAH	0,17-10	23/12
Metaller		
Bly	4-18.200	1049/888
Chrom	97-530	318/280
Kobber	20-12.870	946/408
Nikkel	25-120	423/133
Zink	15-21.150	946/481

* Antallet af analyser før skråstregen er det totale antal udførte analyser. Efter skråstregen er anført det antal analyser, hvor indholdet overskrider detektionsgrænsen (PAH'er), eller det naturlige baggrundsniveau (metaller) /24/.

Tabel C Koncentrationsniveauer i undersøgelser på 14 lokaliteter med skydebaner.

Der er i alle undersøgelser udført analyser for metaller. I en enkelt undersøgelse af en flugtskydningsbane er der desuden analyseret for PAH'er.

Metalanalyserne er generelt udført som feltanalyser ved røntgenfluorescens (EDXRF). I en enkelt undersøgelse er der dog udført akkrediterede analyser.

Jordprøverne for metaller er generelt udtaget 0,05; 0,2/0,3; 0,5; og 1,0 meter under terræn (m.u.t.). Som forventet ses de største koncentrationer i de mest overfladenære prøver, men i kuglefang og endevold ses høje koncentrationer ned til 0,5 – 1,0 m.u.t.

Metaller: Der er generelt udført mange analyser for metallerne (Pb, Cr, Cu, Ni og Zn). Analyserne er alle udført på jordprøver. Bly overskrider kvalitetskriterierne i 79 % af analyserne, og nikkel overskrider kvalitetskriterierne i 30 % af analyserne. De øvrige metaller, kobber, zink og chrom, overskrider kun kvalitetskriterierne i hhv. 3 %, 2 % og 1 % af analyserne.

PAH: I jordprøver, der er analyseret for indhold benzo(a)pyren og dibenzo(a,h)-anthracen, er der konstateret indhold, som overskrider Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterier i hhv. 30 % og

9 % af analyserne. Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for sum af PAH'er er overskredet i 13 % af analyserne.

En del af de stoffer, som er identificeret i afsnit 4 og 5, er ikke analyseret i de 14 gennemgåede undersøgelsesrapporter.

Selvom der er konstateret høje koncentrationer af bly i jorden i næsten alle gennemgåede rapporter, er der ikke udført analyser for bly i grundvandet. I /56, 60/ er risiko for nedsivning af bly fra skydebaner undersøgt. Der er ikke fundet belæg for, at blyforurening fra skydebaner vil udgøre et væsentligt grundvandsforureningsproblem, hverken på kort eller på langt sigt/60/. Ved undersøgelser af skydebaner bør det således vurderes, og i specielle tilfælde, hvor der er et højt prioriteret og sårbart grundvandsmagasin, kan analyser i grundvandet udføres.

Bilag 5

Relevante kilder i relation til afvæ- geteknikker

I dette bilag findes relevante kilder i relation til afværgeforanstaltninger til sikring af arealanvendelse samt grundvandsinteresser.

Afgravning

- Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind. Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 6, 1998.

Termisk assisteret oprensning

- Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind. Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 6, 1998.
- Termisk assisterede oprensninger. Miljøprojekt nr. 409, 1998.
- Oprensning af klorerede opløsningsmidler ved dampstripping. Miljøprojekt nr. 543, 2000.
- Dampoprensning med vakuume ekstraktion. Miljøprojekt nr. 552, 2000.
- Modellering af opvarmning ved dampinjektion (Modi). Miljøprojekt nr. 679, 2002.
- Dampinjektion, Østerbro, Aalborg. Teknologiprogrammet for Jord- og Grundvandsforurening. Projektkatalog. Miljøstyrelsen, 2002.
- Dampinjektion, Hedehusene. Teknologiprogrammet for Jord- og Grundvandsforurening. Projektkatalog. Miljøstyrelsen, 2002.
- Termisk assisteret rensning, Vesterbro. Teknologiprogrammet for Jord- og Grundvandsforurening. Projektkatalog. Miljøstyrelsen, 2002.

Elektrokinetisk rensning

- Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind. Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 6, 1998.
- Oprensning af blandingsforurenede jord. Miljøprojekt nr. 503, 1999.
- Afprøvning af ny elektrokemisk metode til oprensning af olieforurenede jord og grundvand. Miljøprojekt nr. 554, 2000.
- Elektrodialytisk rensning af jord fra træimpregneringsgrunde. Miljøprojekt nr. 626, 2001.

Phytooprensning

- Oprensning af tungmetallforurenede jord. Miljøprojekt nr. 407, 1998.
- Oprensning af blandingsforurenede jord. Miljøprojekt nr. 503, 1999.
- Fytoremediering af forurening med olie- og tjæreprodukter. Miljøprojekt nr. 644, 2001.

- Phytooprensning, Valbyparken. Teknologiprogrammet for Jord- og Grundvandsforurening. Projektkatalog. Miljøstyrelsen, 2002.
- Phytooprensning, Allerød. Teknologiprogrammet for Jord- og Grundvandsforurening. Projektkatalog. Miljøstyrelsen, 2002.
- Phytooprensning. Oliebranchens Miljøpulje (OM), Rønnede. Teknologiprogrammet for Jord- og Grundvandsforurening. Projektkatalog. Miljøstyrelsen, 2002.

Foresgling af forurening

- Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind. Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 6, 1998.
- Oprensning af blandingsforurenede jord. Miljøprojekt nr. 503, 1999.

Afværgepumpning

- Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind. Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 6, 1998.