Utlekking av miljøgifter fra større grunnforurensningslokaliteter i Norge

Forord:

I forbindelse med prosjektet Grunnforurensning 2005 ble det bl.a. gjennomført undersøkelser av over 500 grunnforurensningslokaliteter i Norge. På 130 av disse konkluderer undersøkelsene med at det er behov for opprydningstiltak. Undersøkelsene viste at det finnes mange grunnforurensningslokaliteter som inneholder betydelige mengder miljøgifter og som bidrar til utslipp til omgivelsene ved at miljøgiftene lekker ut til omkringliggende resipienter.

SFT utgir regelmessig rapporter med utslippsoversikter fordelt på kilder og tiltaksanalyser for de prioriterte miljøgiftene. Til nå har kilden utlekking fra grunnforurensning ikke vært inkludert i disse analysene fordi bidraget fra deponier og forurenset grunn har vært vanskelig å anslå. Oversikten over betydningen av de ulike kilder til utslipp har dermed vært mangelfull.

For å fremskaffe kunnskap om størrelsesorden av nasjonale utslipp fra forurenset grunn er omfanget av total mengde miljøgifter som lekker ut fra større deponier og forurenset grunn i Norge estimert i foreliggende rapport.

En spesiell utfordring knyttet til utlekking fra forurenset grunn er at utlekkingen vil kunne pågå i nesten samme omfang i mange hundre år fremover. I rapporten estimeres derfor årlige utslipp i dag og om henholdsvis 100 år og 500 år.

Selv om beregningene er usikre, vil tallene gi en god indikasjon på utslipp som knytter seg til større deponier og forurenset grunn i Norge.

SFT, Oslo, september 2007

Hilde Terese Hamre
Direktør for lokalmiljøavdelingen

Innhold:

1. Sammendrag 4

2. Innledning 5

3. Lokaliteter 6
3.1 Kriterier for utvalg 6
3.2 Utvalgte lokaliteter med påvirkningsgrad 3 6
3.3 Miljøgifter 7
3.4 Innhenting av datagrunnlag 7
3.5 Sammenstilling av data 8

4. Forutsetninger for beregninger 9
4.1 Mengde miljøgifter som ligger i grunnen 9
4.2 Utlekking av miljøgifter 9
4.3 Valgt utlekking - kriterier 10
4.4 Oppskalering til nasjonale tall 10

5. Resultater 11
5.1 Mengder og utlekking 11
5.2 Utlekking av miljøgifter over tid 11

6. Usikkerheter 14
6.1 Innledning 14
6.2 Utvalgte lokaliteter - representativitet 14
6.3 Datagrunnlag 14
6.4 Beregning av mengder 15
6.5 Beregning av utlekking basert på Kd-verdier 15
6.6 Beregning av utlekking basert på grunn-/sigevannsmålinger 16
6.7 Beregning av nasjonale tall 16

1. Sammendrag

Med grunnlag i allerede utførte grunnundersøkelser er det beregnet mengde som ligger i grunnen og utlekking av en rekke prioriterte miljøgifter ved 26 lokaliteter i Grunnforurensningsdatabasen med påvirkningsgrad 3. Disse lokalitetene er fordelt på 7 bransjer, varierer i størrelse og ligger spredd over store deler av landet. Halvparten av lokalitetene er av type *deponier* og halvparten er av type *forurenset grunn*.

Mengder og utslipp fra de 26 lokalitetene er også oppskalert til å gjelde nasjonale tall for alle lokaliteter med påvirkningsgrad 3. De nasjonale tallene er vist i tabellen under. Tallene som er presentert er avrundet.

Miljøgift	**Total mengde miljøgift i lokalitetene (tonn)**	**Årlig utslipp av miljø-gifter (tonn/år)**	**Årlig utslipp i % av total mengde**	**Årlig utslipp om 100 år (tonn/år)**	**Årlig utslipp om 500 år (tonn/år)**	**Samlet utslipp etter 100 år (tonn)**	**Samlet utslipp etter 500 år (tonn)**
Arsen	1 700	6	0,35	4,3	1,1	500	1 410
Bly	26 000	10	0,04	9,7	8,5	1 000	4 600
Kadmium	100	0,4	0,4	0,3	0,1	35	88
Kvikksølv	20	0,02	0,1	0,02	0,015	2	10
Kobber	65 000	51	0,08	48	37	4 800	21 000
Sink	85 000	285	0,34	242	124	24 000	69 000
Krom-tot	28 000	22	0,08	21,5	20	2 100	9 200
Nikkel	10 000	18	0,18	15	8	1 600	5 800
PCB_7	70	0,02	0,03	0,02	0,019	2	9
PAH_{16}	78 000	23	0,03	22,9	22,4	2 200	10 700
Benso(a)pyren	290	0,02	0,007	0,02	0,0195	2	10

Beregning av utlekking er hovedsakelig basert på generelle jord/vann fordelingskoeffisienter (Kd-verdier) for stoffene, men også grunn-/sigevannsmålinger og beregnede utlekkingsmengder i rapporter er lagt til grunn. Når det gjelder utlekking over tid, viser beregninger for flere stoffer at årlig utlekkingsmengde nesten er slike stor om 500 år som i dag.

Det understrekes at det er stor usikkerhet knyttet til de utførte beregninger. De største usikkerhetsmomenter knytter seg til:

- Tildels tynt datagrunnlag.
- Forenklet beregning av utslipp med bruk av Kd-verdier.
- Valg av gjennomsnittlig vanninnhold i jorda.
- Valg av antall episoder (oppfylling av hele det jordforurensede volumet) pr. år som gir vesentlig utlekking.
- Valg av korrigeringsfaktorer for nasjonale tall.

Selv om beregningene er usikre, vil tallene trolig gi en god indikasjon på de mengder og utslipp som knytter seg til større deponier og forurenset grunn i Norge.

2. Innledning

I forbindelse med SFTs arbeid med å begrense utslipp av prioriterte miljøgifter er det behov for også å ha kunnskap om størrelsesorden av nasjonale utslipp fra forurenset grunn.

Kjente utslipp av betydning knytter seg i første rekke til lokaliteter med påvirkningsgrad 3, dvs. lokaliteter som vurderes å medføre en uakseptabel risiko for helse og/eller miljø slik at det er behov for opprydningstiltak. Resultater fra tidligere gjennomførte grunnundersøkelser for et utvalg lokaliteter skal systematiseres og mengde miljøgifter i grunnen og utlekkingsmengder skal beregnes for hver lokalitet. Med bakgrunn i utførte beregninger skal tallmaterialet oppskaleres til å gjelde alle lokaliteter med påvirkningsgrad 3.

3. Lokaliteter

3.1 Kriterier for utvalg

Følgende kriterier har vært lagt til grunn for utvelgelse av lokaliteter:

- Bare lokaliteter med påvirkningsgrad 3; "Påvist påvirkning og behov for fysiske tiltak", og hvor det ennå ikke er utført tiltak.
- Mest mulig lik fordeling mellom lokaliteter registrert som *deponier* og *forurenset grunn*.
- Flere ulike bransjer er tatt med.
- Utvalget skal reflektere variasjoner i størrelse (både store og mindre lokaliteter).
- Geografisk spredning (mest mulig landsdekkende).

3.2 Utvalgte lokaliteter med påvirkningsgrad 3

Basert på kriterier listet i kap. 3.1 ble det i samråd med SFT plukket ut totalt 26 lokaliteter. En oversikt over disse er vist i tabell 1. Her er det også medtatt type lokalitet, bransjer og fylke lokalitetene ligger i.

Tabell 1 - Utvalgte lokaliteter

Lokalitetsnavn	**Type lokalitet**	**Bransjetype**	**Fylke**
Evje Nikkelverk (Flåt)	Forurenset grunn	Industri - kjemisk	Aust-Agder
Klodeberg 2	Deponi	Gruvetipp	Aust-Agder
Nitridentomta, Tromøysundtippen	Deponi	Industri - kjemisk	Aust-Agder
Drangeid	Deponi	Skipsverft/verksted	Vest-Agder
LTS - Marvika marinebase	Forurenset grunn	Skipsverft/verksted	Vest-Agder
Brakerøya, Nat.Industri/ABB	Forurenset grunn	Industri - kjemisk	Buskerud
Gilhus Bruk	Forurenset grunn	Treimpregnering	Buskerud
NCC Norge - NCC Asfalt	Forurenset grunn	Industri - PAH, olje	Buskerud
Norsk Impregneringskompani	Forurenset grunn	Treimpregnering	Vestfold
Franzefoss Bruk	Forurenset grunn	Industri - PAH, olje	Akershus
LFK Avfallsfylling Kjeller	Deponi	Div. fyllinger	Akershus
Alna kjemiske fabrikk	Forurenset grunn	Industri - kjemisk	Oslo
Rommen avfallsfylling	Deponi	Kommunal fylling	Oslo
Økernkrysset	Forurenset grunn	Industri - PAH, olje	Oslo
Kollevåg II	Deponi	Kommunal fylling	Hordaland
Titlestad (Kurt Hamre)	Deponi	Div. fyllinger	Hordaland
Gassverkstomta (Kristiansund)	Forurenset grunn	Industri - PAH, olje	Møre og Romsdal
J.E Ekornes	Deponi	Div. fyllinger	Møre og Romsdal
Killingdal Gruber, tipp	Deponi	Gruvetipp	Sør-Trøndelag
Kjellstad Sagbruk & Høvleri	Forurenset grunn	Treimpregnering	Sør-Trøndelag
Turistveien 50	Deponi	Div. fyllinger	Sør-Trøndelag
Meråkerverkstedet	Forurenset grunn	Industri - kjemisk	Nord-Trøndelag
Ramsund Orlogsstasjon	Deponi	Div. fyllinger	Nordland
Harstadbotn, Russevika	Deponi	Kommunal fylling	Troms
Mathiasen Mekaniske Verksted	Forurenset grunn	Skipsverft/verksted	Troms
Seljestadfjæra	Deponi	Kommunal fylling	Troms

Følgende kan oppsummeres fra tabell 1:

- Av de 26 lokalitetene er halvparten av type *deponi* og halvparten av type *forurenset grunn*.
- De 26 lokalitetene er fordelt på 7 bransjetyper.
- De utvalgte lokaliteter er spredd over store deler av landet.

3.3 Miljøgifter

Under forutsetning av at det er gjort tilstrekkelig med analyser i de utvalgte lokaliteter skal følgende prioriterte miljøgifter inngå i prosjektet:

Metaller:
Arsen
Bly
Kadmium
Kvikksølv
Kobber
Sink
Krom (III)
Krom (VI)
Nikkel

Organiske miljøgifter:
ΣPCB_7
ΣPAH_{16}
Benso(a)pyren
Fenol
Trikloreten
DDT
TBT
Brommerte flammehemmere (PBDE og HBCDD)
DEHP
PFAS/PFOS
Klorerte parafiner
Dioksiner og furaner

For enkelte av disse miljøgiftene foreligger det imidlertid for få analyseresultater. Dette er nærmere omtalt i kap. 4.4 Oppskalering til nasjonale tall og kap. 5.1 Mengder og utlekking.

3.4 Innhenting av datagrunnlag

Med utgangspunkt i de rapporter som er registret på de respektive lokalitetene i Grunnforurensningsdatabasen, ble relevante rapporter fra SFTs saksarkiv brukt som datagrunnlag. For enkelte lokaliteter forelå det mye datamateriale, mens for andre var

grunnlaget spinklere. Rapporter for kommunale fyllinger, hvor fylkesmannen er saksbehandler, ble innhentet fra fylkesmannen eller fra den aktuelle kommune.

3.5 Sammenstilling av data

Analyseresultater funnet i de ulike rapportene ble lagt inn i Excel, i en modifisert utgave av SFTs registreringsark, utviklet i forbindelse med risikovurdering av forurenset grunn. Tilleggsparametere som ble lagt inn for hver lokalitet er blant annet forurenset areal og -volum, grunnvannskonsentrasjoner (der hvor det foreligger analyser) samt en del "standardverdier" som er brukt i beregningene.

Det ble utarbeidet en Excel-fil for hver lokalitet. Fra disse filene ble data for både mengde miljøgifter i jordmassene og årlig utlekking av miljøgifter overført til en felles sammenstillingsfil. Denne filen har blitt brukt å oppskalere dataene for de respektive lokalitetene til nasjonale tall.

4. Forutsetninger for beregninger

4.1 Mengde miljøgifter som ligger i grunnen

For beregning av mengder miljøgifter i grunnen for hver lokalitet har følgende forutsetninger vært lagt til grunn:

- Kun miljøgifter som etter SFT 99:01- Risikovurdering av forurenset grunn vurderes å overskride normverdiene, er tatt med.
- Ved sammenligning mot normverdier er det tatt utgangspunkt i forslag til reviderte normverdier.
- Ved beregning av forurensede mengder (kg) er lokalitetens forurensede volum (m^3) multiplisert med gjennomsnittskonsentrasjoner (mg/kg) og en gjennomsnittlig egenvekt på jord som er satt til 1,8 kg/l (tonn/m^3).
- I de tilfeller hvor miljøgifter bare er påvist i "hot-spot" punkter, er arealstørrelsen som disse punktene representerer satt til 100 m^2 pr. punkt ved beregning av forurenset volum og -mengde.
- For lokaliteter hvor det ikke er tatt prøver i jordmasser (gjelder spesielt kommunale fyllinger) er gjennomsnittlig jordkonsentrasjon av miljøgifter i massene beregnet via grunn-/sigevannskonsentrasjoner, så lenge de er på påvist over deteksjonsverdien. Følgende formel er brukt: $\mathbf{C_{jord} = C_{vann} * Kd}$. Kd er fordelingskoeffisienten mellom jord og vann og beskriver stoffenes evne til å binde seg til jordpartikler.

Arealet på de utvalgte lokalitetene er enten hentet fra de gjennomgåtte rapporter eller tatt fra Grunnforurensningsdatabasen. Volum forurensede masser er på sin side enten hentet fra gjennomgåtte rapporter, eller estimert med bakgrunn i lokalitetens areal, plassering av prøvepunkt og dybden der forurensninger er funnet.

4.2 Utlekking av miljøgifter

For alle lokaliteter er årlig utlekking beregnet ut i fra gjennomsnittlige målte konsentrasjoner, volum forurensning og Kd-verdier. I de tilfeller hvor det foreligger grunnvannsanalyser ved lokaliteten, eller analyser av sigevannet er det i tillegg utført en beregning av årlig utlekking basert på konsentrasjoner i grunn-/sigevann (gjennomsnittskonsentrasjoner dersom det foreligger flere prøver). I enkelte rapporter er det også foretatt utlekkingsberegninger. I kap 4.3 Valgt utlekking - kriterier er det gjort nærmere rede for hvilke utlekkingsverdier som er valgt for den enkelte lokalitet.

Ved beregning av utlekking basert på både Kd-verdi og grunn-/sigevannskonsentrasjon har følgende forutsetninger vært lagt til grunn:

- Kd er fordelingskoeffisienten mellom jord og vann og beskriver stoffenes evne til å binde seg til jordpartikler. En høy Kd-verdi angir at stoffet har stor evne til å binde seg til partikler, og utslippet via vann blir dermed lavere enn for stoffer med lav Kd-verdi. Kd-verdier er forutsatt å være konstante, selv om de i virkeligheten varierer noe avhengig av forholdene i jorden på stedet. Verdier for de ulike miljøgiftene er hentet fra Aquateams utkast til rapport "Oppdatering av bakgrunnsdata i SFTs veileder om risikovurdering" av

31.05.07. Når det gjelder Kd-verdi for krom-tot, så er det valgt å sette den lik Kd-verdi for $krom_{III}$.

- I mangel på oversikt over mengde vanngjennomstrømning i de forurensede massene er det lagt til grunn at hele det forurensede jordvolumet må fylles med vann for å gi vesentlig utlekking. Antall episoder pr. år hvor dette skjer er satt til **2** stk som vist i formelen nedenfor.
- Vanninnhold i massene er som et gjennomsnitt satt til **0,3** (liter vann/liter jord). Denne verdien antas å representere det gjennomsnittlige vanninnholdet i jordmasser i Norge. Tilsvarende verdi benyttes i Sverige.

Formelen for beregning av årlig utlekking basert på Kd-verdi og gjennomsnitts-konsentrasjoner i massene blir dermed:

$$\textbf{Utlekking}_{Kd}\ \textbf{(kg/år)} = V(l)*0{,}3*[C_{masser}\ \textbf{(mg/kg)}/Kd\ \textbf{(l/kg)}]*2/1000000\ \textbf{(mg/kg)}$$

Tilsvarende blir formelen for beregning av utlekking basert på grunn-/sigevann:

$$\textbf{Utlekking}_{Gv}\ \textbf{(kg/år)} = V(l)*0{,}3*C_{vann}\ \textbf{(mg/l)}*2/1000000\ \textbf{(mg/kg)}$$

4.3 Valgt utlekking - kriterier

For valg av utlekkingsverdier er følgende kriterier lagt til grunn:

- Kd-verdier brukes som basis for beregning av utlekkingsmengder.
- Dersom en også har grunn-/sigevannsmålinger velges den beregningsmetoden som gir høyeste utlekkingsmengde (med mindre dette åpenbart blir feil i forhold til beregnede totale mengder i lokaliteten).
- I de tilfeller hvor det er beregnet utlekkingsmengder i rapporter er disse valgt, dersom beregningene virker fornuftige.

4.4 Oppskalering til nasjonale tall

For å kunne oppskalere til nasjonale tall er følgende forutsetninger lagt til grunn:

- Det er gjennomført en todeling av de gjennomgåtte lokaliteter; *deponier* og *forurenset grunn* (13 av hver kategori).
- Det er beregnet gjennomsnittlige mengder i grunnen og utlekkingsmengder for hver av de to lokalitetstypene.
- Miljøgifter som er påvist i færre enn fire av de inkluderte lokalitetene er ikke tatt med, da dette vil gi alt for store usikkerheter.
- Ved beregning av gjennomsnittlige verdier er det delt på totalt antall lokaliteter for hver lokalitetstype (13) selv om miljøgifter ikke er påvist i alle lokalitetene.
- Antall lokaliteter i Norge med påvirkningsgrad 3 er funnet fra Grunnforurensnings-databasen. Det er regnet med 173 deponi lokaliteter og 178 forurenset grunn lokaliteter.
- SFTs erfaring er at de gjennomførte grunnundersøkelser sjelden avdekker all forurensning som ligger i en lokalitet. For å ivareta dette forholdet er det multiplisert med en faktor på 2 for både *deponier* og *forurenset grunn*.

- Det er også på det rene at ikke alle grunnforurensningslokaliteter ligger inne i Grunnforurensningsdatabasen. Blant annet er det ikke gjennomført bransjevise kartlegginger av bl.a. mekaniske verksteder og bensinstasjoner. For å ivareta dette forholdet er antall deponi lokaliteter i tillegg multiplisert med en faktor på 2 og antall forurenset grunn lokaliteter multiplisert med en faktor på 3. Bruk av en lavere faktor for deponier skyldes at det trolig er langt færre deponier med påvirkningsgrad 3 som ikke er kartlagt, enn forurenset grunn lokaliteter.

5. Resultater

5.1 Mengder og utlekking

Det forelå som forventet få eller ingen analyser av enkelte av de utvalgte prioriterte miljøgifter som skulle medtas i beregningene. Dette har medført at antall miljøgifter som det er beregnet mengder og utlekking på er en god del færre enn hva som er listet opp i kap. 3.3 Type miljøgifter.

I tabell 2 er det vist totale mengder og utslipp fra større deponier og forurenset grunn (lokaliteter med påvirkningsgrad 3) i Norge. Tallene som er presentert er avrundet.

Tabell 2 - Mengder og utslipp fra større deponier og forurenset grunn

Miljøgift	**Total mengde miljøgift i lokalitetene (tonn)**	**Årlig utslipp av miljø-gifter (tonn/år)**	**Årlig utslipp i % av total mengde**	**Årlig utslipp om 100 år (tonn/år)**	**Årlig utslipp om 500 år (tonn/år)**	**Samlet utslipp etter 100 år (tonn)**	**Samlet utslipp etter 500 år (tonn)**
Arsen	1 700	6	0,35	4,3	1,1	500	1 410
Bly	26 000	10	0,04	9,7	8,5	1 000	4 600
Kadmium	100	0,4	0,4	0,3	0,1	35	88
Kvikksølv	20	0,02	0,1	0,02	0,015	2	10
Kobber	65 000	51	0,08	48	37	4 800	21 000
Sink	85 000	285	0,34	242	124	24 000	69 000
Krom-tot	28 000	22	0,08	21,5	20	2 100	9 200
Nikkel	10 000	18	0,18	15	8	1 600	5 800
PCB_7	70	0,02	0,03	0,02	0,019	2	9
PAH_{16}	78 000	23	0,03	22,9	22,4	2 200	10 700
Benso(a)pyren	290	0,02	0,007	0,02	0,0195	2	10

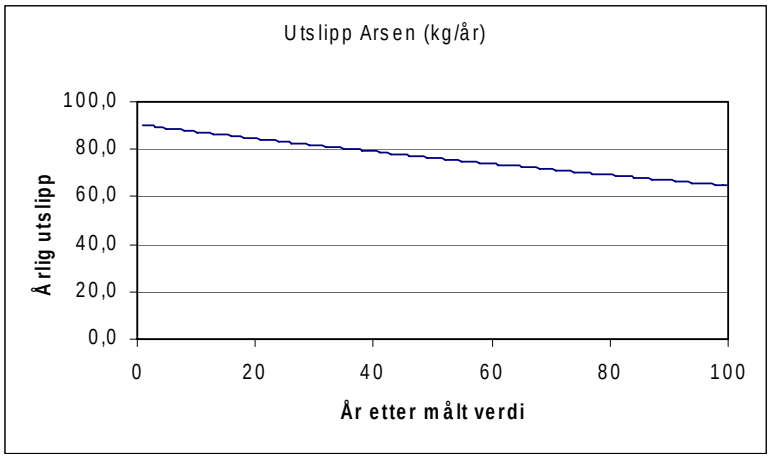
5.2 Utlekking av miljøgifter over tid

Utlekkingen av miljøgifter vil avta over tid. Hvor fort dette skjer, er avhengig av hvor vannløselig miljøgiften er. En høy Kd-verdi gir en relativ konstant utlekkingsmengde over mange år, mens en lav Kd-verdi gir en langt raskere reduksjon i årlig utslippsmengde. I tillegg til vannløselighet spiller også bl.a. geokjemiske forhold, pH og mengde vanngjennomstrømning en viktig rolle for utlekkingsforløpet over tid.

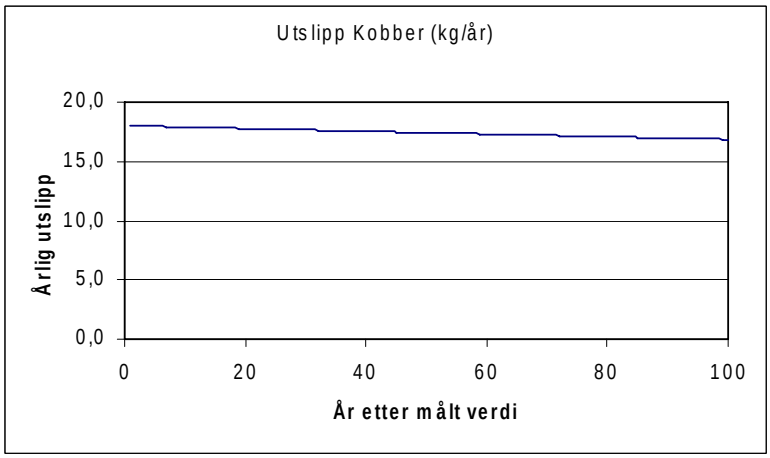
Dersom en imidlertid antar stabile forhold over tid, kan sammenhengen mellom utlekkingsmengde over tid og Kd-verdier vises slik det er gjort i figur 1-3. Forutsetningene for beregningene er som følger:

- Et forurenset volum på 30 000 m^3.
- Kd-verdier: Arsen - 100 l/kg (lav), Kobber - 500 l/kg (middels), PAH_{16} - 6607 l/kg (høy)
- Konsentrasjonen til de utvalgte miljøgifter er satt til 500 mg/kg.
- Øvrige forutsetninger er som beskrevet i kap. 4 Forutsetninger for beregninger.

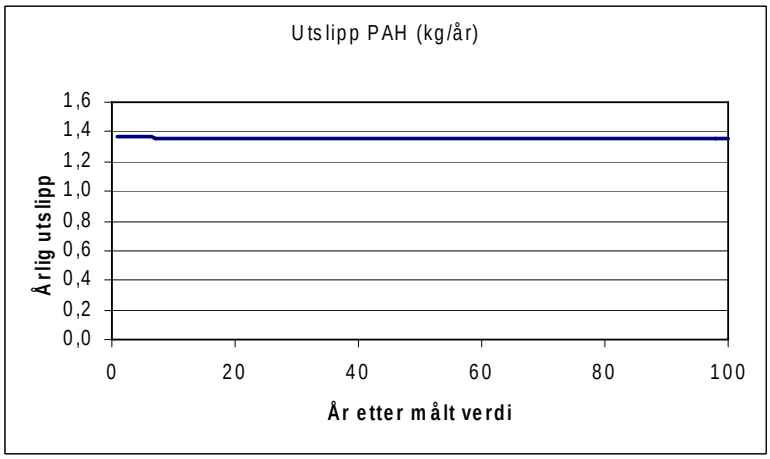
Figur 1- Utlekking over tid for Arsen med lav Kd-verdi (100 l/kg)



Figur 2- Utlekking over tid for Kobber med middels Kd-verdi (500 l/kg)



Figur 3- Utlekking over tid for PAH_{16} med høy Kd-verdi (6607 l/kg)



Figur 1 viser at selv om en miljøgift har lav Kd-verdi (arsen), så vil den årlige utlekkingen etter 100 år bare være redusert med i størrelsesorden 25 % i forhold til det første året. Da de aller fleste analyseresultatene som det er sett på i dette prosjektet er mellom 1-10 år gamle, betyr dette at det ikke er behov å justere for reduserte gjenværende mengder ved beregning av utslippsmengder i 2007.

6. Usikkerheter

6.1 Innledning

Det er generelt store usikkerheter knyttet til beregninger av mengder og utslipp av miljøgifter som her er gjort. Enkelte av usikkerhetsfaktorenes natur og kompleksitet gjør det også svært vanskelig å tallfeste hvor stor den totale usikkerheten er. I det nedenstående er de aktuelle usikkerhetsfaktorene nærmere omtalt.

Innenfor rammene av prosjektet er det likevel valgt å estimere mengder og utslipp av miljøgifter selv om usikkerhetene i beregningene er store. Tallene vil trolig gi en god indikasjon på de mengder og utslipp som knytter seg til større deponier og forurenset grunn i Norge.

6.2 Utvalgte lokaliteter - representativitet

Blant de utvalgte lokalitetene med påvirkningsgrad 3 (26 av totalt 351) er halvparten av lokalitetstype *deponier* og halvparten av type *forurenset grunn*. I Grunnforurensnings-databasen er også fordelingen mellom disse to lokalitetstypene ca. halvparten av hver, slik at utvalget i så henseende medfører liten usikkerhet.

Videre er det representert 7 bransjetyper blant de 26 utvalgte lokaliteter med følgende fordeling:

- Industri - kjemisk : 5 stk. (20 %)
- Industri - PAH, olje : 4 stk. (15 %)
- Treimpregnering : 3 stk. (11 %)
- Skipsverft/verksted : 3 stk. (11 %)
- Gruvetipp : 2 stk. (8 %)
- Kommunale fyllinger : 4 stk. (15 %)
- Div. fyllinger : 5 stk. (20 %)

I tillegg spenner utvalget fra meget store kommunale fyllinger (volum på 2 700 000 m^3) til mindre deponier og forurenset grunn lokaliteter (volum på 2-3 000 m^3).

En del av de 351 lokalitetene i grunnforurensningsdatabasen er imidlertid ikke undersøkt ennå og det er derfor likevel noe usikkert hvor representative de 26 utvalgte lokalitetene er.

6.3 Datagrunnlag

Vi har hatt tilgang til aktuelle rapporter for de utvalgte lokaliteter. For en stor del er grunnlaget bra når det gjelder prøvetaking, men i enkelte av rapportene er datagrunnlaget knyttet til antall prøver noe tynt. Spesielt gjelder dette grunn-/sigevannsprøver, hvor det for enkelte lokaliteter kun foreligger en vannprøve. I tillegg er det til dels store usikkerheter knyttet til volumer med forurensninger for enkelte lokaliteter. Tall for arealutbredelse synes å være en god del sikrere enn volumtall.

6.4 Beregning av mengder

Beregning av mengder for den enkelte lokalitet er beheftet med følgende usikkerheter:

- Usikkerheter knyttet til gjennomsnittskonsentrasjoner i en lokalitet og volum (se kap. 6.3 Datagrunnlag)
- Beregnet mengde miljøgifter i en lokalitet basert på Kd-verdier og grunnvanns-/sigevannskonsentrasjoner er meget usikkert. Dette skyldes få vannmålinger og bruk av faste Kd-verdier uten å ta høyde for lokale grunnforhold.
- Egenvekt på jorda vil kunne avvike fra valgte gjennomsnittsverdi på 1,8 kg/l.

I sum gjør dette at det knytter seg en god del usikkerhet når det gjelder beregning av mengder med miljøgifter som ligger i grunnen for en gjennomsnittslokalitet av både type *deponier* og type *forurenset grunn*.

6.5 Beregning av utlekking basert på Kd-verdier

Beregninger som er gjennomført basert på Kd-verdier er beheftet med store usikkerheter. Dette knytter seg til følgende forhold:

- Kd-verdier er ikke en konstant verdi (som forenklet i denne rapporten), men avhenger av lokale forhold som bl.a. geokjemiske forhold, pH, grunnvannstand og -gjennomstrømning. Kd-verdiene vil dermed variere fra lokalitet til lokalitet og over året.
- Det er også usikkert om Kd-verdiene er riktige. Med bakgrunn i de grunn-/sigevannsmålinger vi har sett på, kan det synes som om enkelte Kd-verdier er for lave, mens andre er for høye. Det er vanskelig å si om de valgte Kd-verdiene generelt gir for høy eller lav utlekking, men spesielt for PAH kan det virke som om Kd-verdien er for høy noe som gir for lav utlekkingsmengde når en beregner utlekking basert på Kd-verdier sammenlignet med utlekkingsmengder beregnet basert på grunn-/sigevannsmålinger.
- Beregningene av utlekking er sensitive for valg av gjennomsnittsnivå på jordas vanninnhold. Ved for eksempel å velge 0,2, i stedet for 0,3, vil de beregnede utslippene reduseres med en tredjedel. Gjennomsnittlig vanninnhold kan være noe lavere enn 0,3, fordi et vanninnhold på 0,3 tilsvarer rene siltmasser, og det er grunn til å anta at det er flere lokaliteter som består av grovere masser enn silt (sand, morene), enn lokaliteter med finere masser (leire).
- Antall episoder pr. år som gir vesentlig utlekking (her valgt 2 stk.) er også kun et anslag. Dette kan være noe lavt dersom man legger til grunn et endret nedbørsbilde i Norge pga klimaeffekter. Ved å velge 3 episoder vil de beregnede utslippene øke med 50 %.

I sum gjør dette at det knytter seg en svært stor usikkerhet når det gjelder beregning av utslipp av miljøgifter basert på Kd-verdier.

6.6 Beregning av utlekking basert på grunn-/sigevannsmålinger

I tillegg til usikkerhet knyttet til jordas vanninnhold og antall episoder som gir vesentlig utlekking (se kap. 6.5 Beregning av utlekking basert på Kd-verdier), og for få vannprøver (se kap. 6.3 Datagrunnlag), knytter det seg også en stor usikkerhet til fortynningseffekter på grunnvannet. Vannprøver som er tatt et par titalls meter nedstrøms lokaliteter vil normalt være en god del fortynnet slik at målte konsentrasjonene av miljøgifter i slike tilfeller blir for lave i forhold til den mengde som ligger i lokaliteten. Ved prøvetaking av sigevann i selve lokaliteten (forurenset porevann) vil det også kunne forekomme til dels store variasjoner, avhengig av hvor homogen forurensningene er.

I sum er det også svært stor usikkerhet når det gjelder beregning av utslipp av miljøgifter basert på konsentrasjoner i grunn-/sigevann.

6.7 Beregning av nasjonale tall

Usikkerhetsmomenter i forbindelse med oppskalering til nasjonale tall for lokaliteter med påvirkningsgrad 3, knytter seg til følgende forhold:

- Beregning av gjennomsnittsmengder og utlekkingsmengder for lokalitetstype *deponier* og *forurenset grunn*. Usikkerheter ved oppskalering knytter seg i første rekke til hvorvidt de utvalgte lokaliteter er representative nok. Som beskrevet i kap 6.2 Utvalgte lokaliteter vil utvalget representere en viss usikkerhet.
- Det vil være en viss usikkerhet når det gjelder antall lokaliteter med påvirkningsgrad 3 som er registrert i grunnforurensningsdatabasen. Dette skyldes at det kan være feilregistreringer/-tolkninger hvor for eksempel lokaliteter med påvirkningsgrad 2 egentlig skulle vært påvirkningsgrad 3 og omvendt. Dette forholdet vurderes likevel å være av liten betydning, da det trolig vil slå lite ut i forhold til de øvrige usikkerhetsfaktorer.
- Det er usikkert hvor stor faktoren som skal ta høyde for at det er mer forurensninger ved en lokalitet enn som undersøkelsene normalt avdekker, skal være. Settes den for eksempel til 3, i stedet for 2 som er brukt her, vil det gi en økning på 50 % hva angår både mengder og utslipp.
- Det er kanskje enda større usikkerhet knyttet til faktoren som skal ta høyde for at ikke alle lokaliteter med påvirkningsgrad 3 er medtatt i Grunnforurensningsdatabasen. Valgte faktorer for *deponier* og *forurenset grunn* på henholdsvis 2 og 3 kan i ettertid like gjerne vise seg å være 3 og 6 eller 1,5 og 2. Det er av den grunn stor usikkerhet knyttet til oppskalering til nasjonale tall.

Statens forurensningstilsyn (SFT)
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00
Telefaks: 22 67 67 06
E-post: postmottak@sft.no
Internett: www.sft.no

Utførende institusjon Norconsult	Kontaktperson SFT Erik Høygaard	ISBN-nummer 978-82-7655-519-6
	Avdeling i SFT Lokalmiljøavdelingen	TA-nummer 2295/2007

Oppdragstakers prosjektansvarlig Anne Danielsberg	År 2007	Sidetall 16	SFTs kontraktnummer 3006045

Utgiver Statens forurensningstilsyn (SFT)	Prosjektet er finansiert av Statens forurensningstilsyn (SFT)

Forfatter(e) Torkil Williksen, Anne Danielsberg
Tittel - norsk og engelsk Utlekking av miljøgifter fra større deponier og forurenset grunn i Norge
Sammendrag – summary Rapporten inneholder en oversikt over beregnede nasjonale tall for mengder og utslipp av en del prioriterte miljøgifter, i forurenset grunn lokaliteter med påvirkningsgrad 3; ”Påvist påvirkning og behov for fysiske tiltak”. Beregningene er usikre, men gir en indikasjon på de mengder og utslipp som knytter seg til større deponier og forurenset grunn i Norge.

4 emneord Prioriterte miljøgifter Forurenset grunn Mengder Utlekking	4 subject words