



Veileder om overvåking av sivevann fra avfallsdeponier

TA-2077/2005
ISBN 82-7655-244-7

Forord

Samfunnet legger store ressurser i å begrense forurensning fra industri, produkter og avløp, samt i å rydde opp i forurenset jord og forurensede sedimenter. Myndighetene har satt som mål at utslippene av de farligste miljøgiftene skal stanses eller reduseres vesentlig innen 2010.

Vann som siger gjennom et avfallsdeponi vil bli forurenset av stoffer som lekker fra avfallet i deponiet. Sigevann regnes derfor som en mulig kilde til spredning av miljøgifter og annen forurensning. Som et ledd i å nå målsetningen om reduserte utslipp vil avfallsdeponiene de kommende årene bli stilt overfor en rekke skjerpede krav som skal redusere faren for at deponiene forurenser jord, luft og vann. Også kravene til deponienes overvåking skal skjerpes. SFT håper at denne veilederen vil bidra til at overvåkingen av sigevann blir enda bedre enn den er i dag. I veilederen legges det blant annet større vekt på å overvåke organiske miljøgifter enn det som har vært vanlig.

Veilederen er rettet mot deponiansvarlige som skal utarbeide overvåkingsprogram for avfallsdeponier og for konsulenter som bistår deponiansvarlige med dette. Veilederen er også rettet mot forurensningsmyndigheten (SFT og fylkesmannen) som skal fastsette overvåkingsprogram i utslippstillatelser.

SFT har utarbeidet veilederen med god bistand fra Jordforsk. Representanter fra blant annet fylkesmannens miljøvernnavdeling, Norsk institutt for vannforskning, Norsk renholdsverksforening og AnalyCen har også vært involvert i arbeidet.

SFT, Oslo, mars 2005

Hilde Terese Hamre
Direktør i lokalmiljøavdelingen

Innhold

1.	Innledning	4
1.1	Hensikt og avgrensning av veilederen.....	4
1.2	Ansvar.....	5
2.	Mulige miljøeffekter av sigevann i resipient	6
2.1	Effekter av organisk materiale (saprobiering/forråtning).....	6
2.2	Effekter av overgjødning (eutrofiering).....	6
2.3	Effekter av giftstoffer (økotoksikologiske effekter).....	7
3.	Prøvetaking	8
3.1	Prøvetyper.....	8
3.2	Sigevann.....	9
3.2.1	Stikkprøver for sigevann.....	9
3.2.2	Blandprøver for sigevann.....	10
3.2.3	Kontinuerlig overvåking.....	10
3.3	Sigevannssediment.....	11
3.4	Grunnvann.....	11
3.5	Diffuse utslipp.....	11
4.	Overvåkingsprogram	12
4.1	Forslag til parametervalg for overvåking av sigevann og sigevannssediment.....	12
4.1.1	Giftighetstester.....	14
4.1.2	Analyser.....	15
4.2	Overvåking i resipienten.....	15
4.2.1	Måling av sporingsstoff.....	15
4.2.2	Resipientundersøkelser.....	16
4.3	Endring av overvåkingsprogrammet over tid.....	16
4.4	Overvåking i etterdriftsfasen.....	16
5.	Beregning av utslipp	17
5.1	Vannbalanse i avfallsdeponier.....	17
5.2	Måling av mengde sigevann som slippes ut kontrollert.....	18
5.3	Beregning av total mengde stoff som slippes ut kontrollert.....	19
6.	Rapportering	20
6.1	Uventet forurensning.....	20
6.2	Rapportering gjennom årlig egenrapportering.....	20
6.3	Deponiets egen oppbevaring av overvåkingsdata.....	20
	Vedlegg 1: Prøvetakingsprotokoll for sigevann	22
	Vedlegg 2: Enkeltkomponenter i organiske stoffgrupper	23
	Vedlegg 3: Vannbalanse i avfallsdeponier	25

1. Innledning

Reglene om deponering av avfall er gitt i kapittel 9 i forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften). Deponireglene krever kontroll og overvåking av avfallsdeponier i både drifts- og etterdriftsfasen, jf. §9-14, §9-15, vedlegg I og vedlegg III. Denne veilederen gir forslag til hvordan flere av disse kravene om kontroll og overvåking kan følges.

Det er viktig å overvåke sigevannsavrenning fra avfallsdeponer fordi mange produkter inneholder stoffer som kan gi opphav til miljøproblemer når produktene deponeres som avfall. I henhold til myndighetenes strategiske mål skal konsentrasjonen av de farligste stoffene i miljøet bringes ned mot bakgrunnsnivået for naturlig forekommende stoffer, og ned mot null for menneskeskapt stoffer. For å oppfylle dette har myndighetene satt nasjonale mål om å stanse eller redusere utslippene av en rekke miljøgifter innen 2000, 2005 og 2010 (Prioritetslisten). Norge har også forpliktet seg internasjonalt til å redusere utslippene av en rekke miljøgifter.

1.1 Hensikt og avgrensning av veilederen

Hensikten med veilederen er å definere et ens nasjonalt ambisjonsnivå for løpende overvåking av vann- og grunnforurensningssituasjonen ved avfallsdeponier, samt gjøre det mulig å hente inn data for beregning av nasjonale miljøgiftutslipp til vann og grunn. Overvåkingen vil også kunne gi nyttig informasjon til arbeidet med EUs rammedirektiv for vann i enkelte vassdrag.

Veilederen inneholder ikke kriterier for forsvarlig forurensning, men overvåkingsprogrammet skal fremskaffe data som er relevante for en resipientbasert vurdering av det forsvarlige forurensningsnivået for hvert enkelt deponi. Programmet vil særlig kunne gi informasjon om *systemet for vern av miljøet fungerer som planlagt*, men det vil også gi nyttig informasjon til vurdering av om *prosessen i fyllingen forløper som ønsket* og om *vilkårene i tillatelsen er oppfylt*.

Tabell 1 viser hvilke temaer veilederen tar for seg. Det anbefalte overvåkingsprogrammet har *ikke* til hensikt å fremskaffe tilstrekkelig informasjon for deponiets løpende justeringer i den daglige driften.

Tabell 1: Avgrensning av veilederen.

Temaer i veilederen:	Ikke temaer i veilederen:
<ul style="list-style-type: none"> • Overvåking av sigevannets mengde og sigevannets sammensetning • Overvåking av sigevannssedimentets sammensetning • Overvåking av resipient • Prøvetaking • Rapportering av data 	<ul style="list-style-type: none"> • Kriterier for hva som er forsvarlig forurensning • Kontroll og overvåking av løpende drift av deponiet • Kontroll og overvåking av gassutslipp

1.2 Ansvar

Deponiansvarlig må kartlegge alle relevante forhold og selv foreslå et tilpasset overvåkingsprogram overfor forurensningsmyndigheten jf. avfallsforskriftens § 9-8 bokstav f. Forurensningsmyndigheten må vurdere om det planlagte overvåkingsprogrammet ivaretar alle relevante forhold og har et omfang som i all hovedsak oppfyller programmet som foreslås i denne veilederen. Forurensningsmyndigheten fastsetter overvåkingsprogrammet som et rettslig bindende vilkår i utslippstillatelsen jf. avfallsforskriftens § 9-9 bokstav c.

Overvåkingsprogrammet skal alltid tilpasses det enkelte deponi med grunnlag i dets lokalisering, innhold og utforming. Ved denne tilpasningen forutsettes det at følgende informasjon er kjent og legges til grunn:

- Utført kartlegging av grunnvannet i området
- Resipientens sårbarhet, og eventuelle miljømål for resipienten
- Resultater fra utført miljørisikovurdering av deponiets bunntettingsløsning, eller annen vurdering av fare for diffus spredning av sigevannet
- Renseløsning for oppsamlet sigevann
- Eventuelt kjente jord- og grunnvannsforurensinger oppstrøms deponiet
- Informasjon om spesielle avfallstyper, utlekkingssegenskaper, stoffinnhold og lignende
- Type deponi (deponi for ensartet avfall, blandet avfall, farlig avfall osv.)
- Om deponiet er i drifts- eller etterdriftsfasen

2. Mulige miljøeffekter av sigevann i resipient

Sigevann fra avfallsdeponier inneholder stoffer som kan forurense omgivelsene. Miljøeffektene kan deles i ulike kategorier: effekter av organisk materiale (saprobierting/forråtning), effekter av overgjødning (eutrofiering) og effekter av giftstoffer (økotoksikologiske effekter). I dette kapitlet omtales disse effektene. Dette er bakgrunnsstoff som er nyttig å kjenne til ved utformingen av overvåkingsprogram.

2.1 Effekter av organisk materiale (saprobierting/forråtning)

Ved stor tilførsel av organisk materiale vil vann "råtne". Dette skyldes at bakterier og sopp bryter ned organisk materiale, og samtidig forbruker oksygen. Når oksygenkonsentrasjonen i vann synker, svekkes livsgrunnlaget for de naturlige artene som for eksempel fisk og bunndyr. Arter som krever en god vannkvalitet forsvinner, og erstattes av arter som er tilpasset lavere oksygenkonsentrasjon. Dersom belastningen av organisk materiale er stor, kan sopp og bakterier utvikles som et hvitt eller grått teppe på bunnen. Noen slike begroingsformer i rennende vann kan se ut som "lammehaler" (se figur 1).

Mengden organisk materiale kan bestemmes ved analyse av totalt organisk karbon (TOC), men også biokjemisk oksygenforbruk (BOF) er uttrykk for mengden organisk materiale i vann.



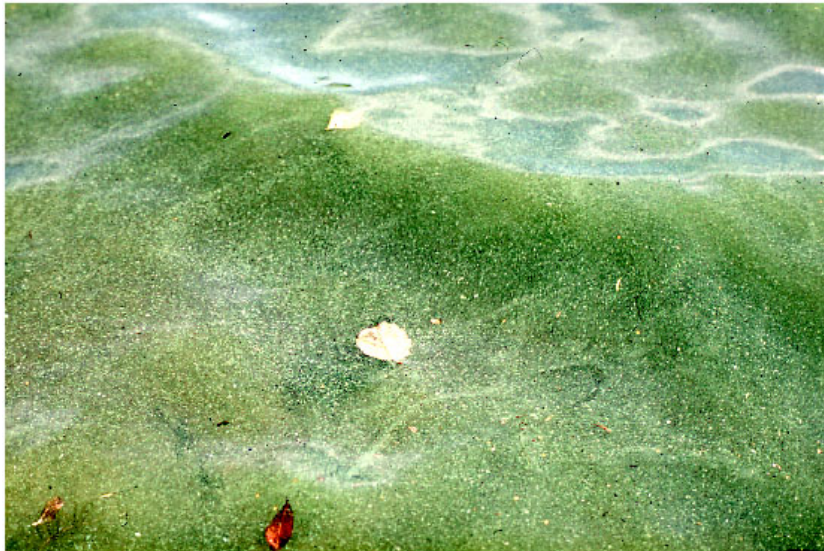
Figur 1: Eksempel på begroing av bakterier og sopp på elvebunn som følge av utslipp av organisk materiale.

2.2 Effekter av overgjødning (eutrofiering)

Overskudd av plantenæringsstoffene fosfor og nitrogen i vann, fører til en prosess som kalles eutrofiering. Det blir økt vekst av alger og andre vannplanter. Dette kan føre til igjengroing og algeoppblomstringer (se figur 2). Sammensetningen av algefloraen endres også, slik at mengden blågrønnalger øker. Noen blågrønnalger kan produsere giftstoffer som nedsetter vannkvaliteten ytterligere. Stor forekomst av alger innebærer samtidig at en stor mengde

organisk materiale blir dannet. Denne biomassen kan i neste omgang medføre noen av de problemene som er nevnt i kapittel 2.1.

Ved biologiske undersøkelser i resipienten kan eutrofiering først og fremst påvises som en økning i forekomst av alger. I tillegg vil artssammensetningen og tilstedeværelsen av næringskrevende arter kunne indikere en eutrofieringsutvikling.



Figur 2: Eksempel på algeoppblomstring (blågrønnalger) som følge av overgjødning.

2.3 Effekter av giftstoffer (økotoksikologiske effekter)

Stoffer som hemmer biologiske prosesser eller skader organismer kan gi opphav til økotoksikologiske effekter. Slike giftige stoffer kan være både uorganiske og organiske, naturlig forekommende eller menneskeskapt. De mest problematiske stoffene er de som både er giftige (toksiske), tungt nedbrytbare og akkumuleres i levende organismer. Stoffe som brytes ned kan også gi skader, særlig ved langvarige utlipp, men skadene begrenses da som regel til utlippets nærområde.

Giftvirkninger som følge av forurenset sigevann kan i noen grad vurderes på grunnlag av kjemiske analyser av kjente stoffer siden det for mange stoffer finnes data for nedbrytbarhet, potensial for bioakkumulering og toksisitet overfor ulike organismer. Fordi sigevann ofte har en meget kompleks sammensetning og kan inneholde mange og til dels ukjente stoffer, er imidlertid giftighetstester et nødvendig tillegg til kjemiske analyser. Ved giftighetstesting får man et mål på den samlede gifteffekten av de ulike stoffene som er tilstede i sigevannet.

Tradisjonelle biologiske resipientundersøkelser kan også avsløre økotoksikologiske effekter, for eksempel dersom enkelte arter som burde være tilstede savnes i et område. Ved utlipp i en elv kan det for eksempel påvises effekter av et utlipp ved å sammenlikne flora og fauna oppstrøms og nedstrøms utslippet. Dersom sigevannet også inneholder høye konsentrasjoner av organisk materiale og næringssalter kan imidlertid effektene av saprobiering og eutrofiering overskygge eventuelle økotoksikologiske effekter.

3. Prøvetaking

Riktige prøver er en forutsetning for å få et riktig bilde av utslipp fra et avfallsdeponi. Derfor er det viktig at det tas representative prøver. Det er videre viktig at prøvetakingsmetoder er tilpasset de forskjellige typer prøver som tas, samt at en tar hensyn til de parameterne som skal analyseres. Prøvetakingen skal utføres etter Norsk Standard eller annen internasjonal standard dersom dette finnes.

Prøvetakingen må dekke alle de ulike spredningsveier for forurensning fra deponiet. Det er viktig at det legges til rette for gode prøvetakingspunkter når deponiet anlegges, eller sørger for at det blir lagt til rette for dette i ettertid for eksisterende deponier.

Det er også viktig å ha et bevisst forhold til avrenningssituasjonen ved deponiet når det tas prøver. Konsentrasjonen av miljøgifter i sigevann vil kunne variere stort i ulike avrenningssituasjoner. Det er derfor viktig å ha en strategi i forhold til å ta prøver når det er trolig at ulike forureningsstoffer vil kunne lekke fra deponiet.

Det vil ofte være behov for bruk av uavhengig faglig instans til valg av prøvepunkter og valg av tidspunkt for prøvetaking. Det må også vurderes om uavhengig faglig instans skal utføre selve prøvetakingen.

Ved prøvetaking skal det føres protokoll. I protokollen skal blant annet betingelsene som er tilstede ved prøvetaking beskrives, for eksempel klimatiske forhold. Forslag til protokoll for prøvetaking er gitt i vedlegg 1.

3.1 Prøvetypene

Det er fem ulike prøvetyper som er aktuelle for å overvåke mulig forurenningsspredning fra et deponi. Disse er: i) sigevann, ii) sigevannssediment, iii) grunnvann, iv) overflatevann og v) diffuse utslipp. For de fleste deponier vil det være aktuelt å dekke alle disse prøvetypene. Et eventuelt avvik fra dette må kunne begrunnes.

Sigevann

Sigevann er vann som har vært i kontakt med avfall. Sigevann kan forlate et deponi gjennom kontrollert eller diffust utslipp. Her omtales det kontrollerte (det diffuse beskrives nedenfor). Prøver av sigevann som slippes ut kontrollert må tas i alle utslippspunkter, og nærmest mulig deponiet før det skjer en fortykning eller finner sted reaksjoner i sigevannet. For sigevann som renses lokalt tas prøver ved utslipp fra renseanlegg. Sigevannsprøvene skal tas som stikkprøver eller blandprøver avhengig av hvilke parametere som skal analyseres, se kapittel 3.2.1 og 3.2.2.

Sigevannssediment

Partikler i sigevann defineres som sigevannssediment. Mange stoffer som er forbundet med miljøfare vil binde seg til dette sigevannssedimentet. Stoffer som har for lav konsentrasjon til å kunne detekteres i sigevann, vil derfor kunne detekteres i sigevannssediment. Prøver av sigevannssediment skal så langt som mulig tas i de samme punktene som sigevannsprøvene tas. Det finnes ulike metoder for å ta prøver av sigevannssediment, se kapittel 3.3.

Grunnvann

Forskriften krever minst ett målepunkt i grunnvann oppstrøms deponiet (grunnvann upåvirket av deponiet) og to i grunnvann nedstrøms deponiet. Prøvepunkter nedstrøms plasseres i overgangen mellom akseptert influensområde og upåvirket grunnvann. Plassering av grunnvannsbrønner nedstrøms må være slik at de har mulighet til å fange opp eventuelt sigevann fra deponiet. Det er derfor viktig at plasseringen er gjort ut i fra hydrogeologiske vurderinger, og at grunnvannets retning og dybde er kjent. Se også kapittel 3.4.

Overflatevann

Ved utslipp til overflatevann krever forskriften at det skal tas prøver på minst to punkter, ett oppstrøms og ett nedstrøms i forhold til deponiet. Plassering av punktet nedstrøms må gjøres ut fra kunnskap om hvor influensområdet til utslippet er. Influensområdet må fastslås på basis av strømningsforhold i resipient etc. Det skal tas prøver fra samme punkt over tid. Se også kapittel 4.2.

Diffuse utslipp

Eventuelle diffuse utslipp (fra andre steder i deponiet) som ikke fanges opp av de definerte utslippspunktene må kartlegges med hensyn til sigevannsmengde og sammensetning, for så og følges opp i overvåkingen av grunnvann eller overflatevannresipient.

3.2 Sigevann

Prøver av sigevann kan tas som stikkprøver eller blandprøver. I utgangspunktet gir blandprøver det riktige resultatet, men enkelte parametere må analyseres i ferske stikkprøver. For flere parametere kan det oppnås enda riktigere resultater ved kontinuerlig måling.

3.2.1 Stikkprøver for sigevann

Ved en stikkprøve tas hele prøvevolumet på en gang. For å ta representative prøver må det være god omblending av vannet på prøvestedet, dvs. at turbulent strøm oppnås. I lange rette rør, kanaler, tanker, kummer og basseng oppstår det lett sjiktning, og prøvetaking fra slike steder bør unngås. Videre må man være oppmerksom på at overflater kan være besatt med avleiringer og biologiske belegg. Dersom slikt belegg kommer med i prøven vil analyseresultatet bli vesentlig feil. Gode steder for prøvetaking kan være i utløp fra renseanlegg, rør-bend eller enden av rør. Brukes det naturbasert rensemetode vil det være mest aktuelt å ta prøven i en brønn som settes i grensen mellom rensemediet og resipienten. Se kapittel 3.4 for nærmere omtale av aktuell metodikk.

For å ta representative stikkprøver må vær- og avrenningssituasjonen følges nøye. Det anbefales at prøver tas etter mye nedbør, helst på nedbørstoppen, når sigevannsutslippet er stort. Bakgrunnen for dette er at prøven da blir mest mulig representativ for de største vannvolumene som slippes ut. For deponier der det er mye tilsig av fremmedvann (dvs. at det for eksempel kommer inn grøftevann eller grunnvann) bør imidlertid prøver tas et par dager etter nedbør for å forhindre at fremmedvannet fortynner prøven som tas og dermed utgjør en for stor del i forhold til sigevann som har vært i kontakt med avfallet.

3.2.2 Blandprøver for sigevann

En blandprøve er en prøve bestående av flere delprøver tatt over en lengre tidsperiode. *Prøvetaking* foregår derfor hyppigere enn *analyse*. Fordelen med å ta blandprøver er at dette gir et riktigere bilde av den gjennomsnittlige konsentrasjonen i sigevannet. Forskriften krever at prøver av sigevann skal tas som blandprøver. En rekke parametere kan imidlertid endre seg over tid. Ved blandprøvetaking kan slike komponenter forsvinne fra prøven før analyse. Dette omfatter flyktige forbindelser, BOF, samt lett nedbrytbare organiske miljøgifter. Det er heller ikke formålstjenelig å utføre giftighetstester på blandprøver. For slike parametere skal det derfor benyttes stikkprøver i stedet for blandprøver. I etterdriftsfasen kan det også aksepteres at prøvene tas som stikkprøver.

Blandprøver kan enten tas som tids- eller mengdeproporsjonale prøver. Minstekravet er at blandprøver tas som tidsproporsjonale prøver. En tidsproporsjonal blandprøve består av like store delprøver tatt med konstant tidsintervall over hele prøveperioden, for eksempel en stikkprøve hver time, døgn eller uke. For eksempel kan det tas ut delprøve à 50 ml som umiddelbart føres over i en 1000 ml prøveflaske sammen med de øvrige delprøvene.

Mengdeproporsjonale blandprøver vil imidlertid gi et enda riktigere resultat enn tidsproporsjonale blandprøver. En mengdeproporsjonal blandprøve består av flere delprøver hvor prøvemengden som er tatt ut står i et bestemt forhold til den vannmengde som til enhver tid passerer prøvetakingsstedet. Dette gjøres ved at en prøvetaker styres av en mengdemåler, og at prøveuttak blir utført etter at et bestemt volum har passert, for eksempel hver 5 m³ (volum-konstanten).

Hyppigheten for uttak av delprøvene bestemmes av kravet om representative prøver. Normalt skal det tas ukentlige delprøver ved tidsproporsjonal prøvetaking. Ved bruk av mengdeproporsjonal prøvetaking må volumkonstanten tilpasses slik at prøvetakingen skjer med tilsvarende hyppighet, basert på de faktiske utgående vannmengder.

3.2.3 Kontinuerlig overvåking

Kontinuerlig overvåking av sigevann er mulig ved hjelp av elektroniske sensorer. Disse finnes for flere fysiske parametere (temperatur, ledningsevne, redoks, suspendert stoff) og kjemiske parametere (pH, ammonium, metaller, løst oksygen). Slikt utstyr kan være til god hjelp for å beskrive variasjonen i avrenningen, spesielt dersom sammenhengen mellom disse og andre parametere er vurdert statistisk. Uten regelmessig tilsyn og vedlikehold vil det kunne oppstå betydelige avvik fra riktig verdi på grunn av tilgroing og rust på sensorene. Ved bruk av slikt utstyr bør det derfor være utarbeidet en systematisk vedlikeholdsplan.

Passive prøvetakere er en annen type kontinuerlige prøvetakere. Disse utplasseres i gitte prøvetakingssteder (gjerne i deponiets faste prøvetakingsstasjon). Poenget med disse prøvetakerne er at de prøvetar passivt, for eksempel gjennom diffusjon, over en lengre tidsperiode. Eksempler på slike passive prøvetakere er ionebyttere og semipermeable membraner. Fordelen med slikt prøvetakingsutstyr er at det gir et bilde av forurensningsstoffer i vannfasen over ulike avrenningssituasjoner.

Ionebyttene er godt egnet til å prøveta uorganiske stoffer, mens de semipermeable membranene er godt egnet til å prøveta organiske miljøgifter. Ved siden av å gi et bedre bilde av spredning ved ulike avrenningssituasjoner, oppkonsentrer slike prøvetakere forurensningsstoffene. Dette skjer ved at prøvetakerne "filtrerer" sigevannet, og siden forurensningsstoffene som blir tatt opp av prøvetakeren ikke blir frigitt til det frie vannet

igjen, oppkonsentreres stoffene. En slik oppkonsentrering vil være særlig nyttig for forbindelser det er usikkert om deponiet slipper ut, fordi man oppnår langt høyere konsentrasjon i disse passive prøvetakerne sammenlignet med en stikkprøve av sigevannet.

3.3 Sigevannssediment

For å få et bilde av forurensningsstoffer som slipper ut av deponiet i partikulær form (dette gjelder et stort antall forurensningsstoffer) må det tas prøver av sigevannssediment. Dette kan gjøres enten med passive prøvetakere (sedimentfeller eller filtersystemer), ved å ta prøver av sediment som er sedimentert i målepunktet (utslippsrør, bunnen av grøfter, kummer ol.) eller ved å ta en tilstrekkelig stor sigevannsprøve som så blir filtrert. Hvilken metode som er best egnet for å ta representative prøver må vurderes for hvert enkelt deponi. Det er viktig at prøvetakingen også fanger opp de små, finkornede partiklene.

3.4 Grunnvann

Metoder for prøvetaking av grunnvann er beskrevet i SFT veiledning TA-720 om miljøtekniske grunnundersøkelser. I denne veilederen finner man omtale om installering av grunnvannsbrønner og prøvetakingsteknikk for overvåking av grunnvann. Brønnene bør lenses før prøvetaking slik at det er ferskt grunnvann i disse ved prøvetaking. Dette er særlig viktig for brønner med stillestående grunnvann. Det må også tas hensyn til hydrologiske og meteorologiske forhold for å få representative prøver. Prøver av grunnvann kan tas som stikkprøver.

I tillegg til å ta prøver fra grunnvannsbrønner kan det også være aktuelt å plassere passive prøvetakere (se kapittel 3.2.3) i brønner i forbindelse med sigevannsovervåking, særlig ved mistanke om at deponiet lekker organiske miljøgifter til grunnvannet. Passive prøvetakere vil oppkonsentrere eventuelle organiske miljøgifter i grunnvannet, slik at disse blir detekterbare.

3.5 Diffuse utslipp

Det kan være vanskelig å påvise diffuse utslipp. Slike utslipp kan blant annet oppstå ved spesielle nedbørssituasjoner. Diffuse utslipp kan oppdages ved at det kommer opp vann på uventede steder i nærheten av deponiet, for eksempel ved at bakken er vannmettet en tid etter nedbør. Det bør med jevne mellomrom foretas en inspeksjonsrunde rundt deponiet med henblikk på å oppdage diffuse utslipp. Ved mistanke om diffuse utslipp tas en prøve som analyseres for deponispesifikke sporingsstoff, se kapittel 4.2.1. På denne måten kan det fastslås om det faktisk dreier seg om sigevann.

4. Overvåkingsprogram

Nedenfor beskrives et forslag til overvåkingsprogram for sigevann som vil passe for deponier som mottar blandet avfall fra så vel husholdninger som næringsvirksomheter. Forslaget bør ikke reduseres med mindre det er vel begrunnet. Det kan være aktuelt å utvide overvåkingen i tilfeller der resipienten er sårbar eller der det er knyttet brukerinteresser til resipienten. Der man vet at det er deponert visse typer avfall som kan gi utlekking av andre forurensende stoffer, er det viktig at også disse stoffene overvåkes.

Dersom deponiet kun har mottatt en eller få bestemte typer avfall, vil det være dette avfallets kjemiske sammensetning og egenskaper som avgjør hvordan overvåkingsprogrammet settes opp. Det må imidlertid legges vekt på å dokumentere deponiets historie, da mange industrideponier også kan ha hatt en mer generell bruk tidligere. Dersom adkomsten til deponiet ikke har vært sikret med låst bom eller grind, kan det også ha blitt benyttet av uvedkommende.

Avfallsforskriftens kapittel 9 medfører ikke plikt til overvåking av deponier for inert avfall. Det bør likevel gjennomføres en viss overvåking for å verifisere at avfallet i deponiet er inert, og at det ikke fører til forurensende utlekking. For eksempel kan det være aktuelt med overvåking av et egnet sporingsstoff (se kapittel 4.2.1), supplert med analyser av utvalgte aktuelle stoffer hvert 5 år.

Deponier for farlig avfall krever at overvåkingen legges opp etter innholdet av farlige stoffer i de deponerte typene farlig avfall. Dersom det forekommer flere deponier i ulike deponikategorier i samme område, må det tas hensyn til dette når overvåkingsprogrammet fastsettes.

4.1 Forslag til parametervalg for overvåking av sigevann og sigevannssediment

Det er lagt opp til overvåking av en rekke forurensningsstoffer og andre måleparametere, se tabell 2. Sammenlignet med tidligere overvåkingsprogrammer er det i denne veilederen lagt større vekt på organiske miljøgifter, fordi man har fått økt kunnskap om disse stoffene de senere år. For å kunne vurdere om det forekommer andre ukjente forurensningsstoffer som burde vært innarbeidet i programmet, legger veilederen også opp til bruk av giftighetstester (se kapittel 4.1.1). Videre foreslår programmet overvåking av en del mindre forurensende stoffer og andre parametere som er nødvendige for å kunne vurdere forurensningssituasjonen ved deponiet, for eksempel vannmengde, salter og suspendert stoff. Flere av måleparametrene som inngår i programmet er stoffgrupper som består av flere ulike enkeltkomponenter. En nærmere beskrivelse av hvilke enkeltkomponenter som normalt skal regnes inn i disse stoffgruppene er gitt i vedlegg 2.

For å sikre god kostnadseffektivitet er det foreslåtte programmet delt i 2, ett årlig program og ett 5-årlig program (se tabell 2). De årene det 5-årige programmet gjennomføres, inkluderes selvsagt også parameterne fra det årlige programmet. Begge programmene gjennomføres ved at sigevannet analyseres 4 ganger per år, mens sigevannssedimentet analyseres 1 gang per år.

I tillegg til overvåkingsprogrammet som er beskrevet i tabell 2 må det gjennomføres hyppige vannmengdemålinger. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 5.

Tabell 2: Forslag til overvåkingsprogram (årlig og 5-årlig) for sigevann og sigevannssediment fra avfallsdeponier.

Parameter	Forkortelse	Sigevann Kvartalsvis		Sigevannssediment 1 gang per år	
		Enhet	Best. grense ¹	Enhet	Best. grense ¹
ÅRLIG PROGRAM					
Surhetsgrad	pH				
Temperatur		°C			
Ledningsevne		mS/m	1		
Suspendert stoff	SS	mg/l			
Tørrestoff innhold	TS			vekt-%	
Korngradering					
Sporingsstoff (se kapittel 4.2.1)					
Kjemisk oksygenforbruk	KOF	mg/l	10		
Biokjemisk oksygenforbruk	BOF	mg/l	10		
Total organisk karbon	TOC	mg/l	1	mg/kg TS	1
Total nitrogen	N-tot	mg/l	0,1		
Ammonium nitrogen	NH ₃ / NH ₄ ⁺	mg/l	0,1		
Total fosfor	P-tot	mg/l	0,05		
Jern	Fe	mg/l	1	mg/kg TS	1
Mangan	Mn	mg/l	0,1	mg/kg TS	0,1
Sink	Zn	µg/l	3	mg/kg TS	3
Kobber	Cu	µg/l	1,5	mg/kg TS	1,5
Bly	Pb	µg/l	1	mg/kg TS	1
Kadmium	Cd	µg/l	0,1	mg/kg TS	0,1
Nikkel	Ni	µg/l	5	mg/kg TS	5
Krom	Cr	µg/l	1	mg/kg TS	1
Arsen	As	µg/l	2	mg/kg TS	2
Kvikksølv	Hg	µg/l	0,01	mg/kg TS	0,01
Oljeforbindelser ²	Upolare HC	µg/l	100	mg/kg TS	100
Polysykliske aromatiske ² hydrokarboner	PAH ₁₆	µg/l	0,2	mg/kg TS	0,01
Monosykliske aromater ²	BTEX	µg/l	0,2		
Polyklorete bifenyler ²	PCB ₇			mg/kg TS	0,002
Akutt toksisitet screening		TU			

¹ Best. grense = bestemmelsesgrense, se kapittel 4.1.2

² Enkeltkomponenter som normalt skal regnes inn i stoffgruppen er gitt i vedlegg 2

Parameter	Forkortelse	Sigevann Kvartalsvis		Sigevannssediment 1 gang per år	
		Enhet	Best. grense ¹	Enhet	Best. grense ¹
TILLEGG HVERT 5. ÅR					
Bred analyse av tungmetaller		µg/l		mg/kg TS	
Polybromerte difenyletere ²	PBDE	µg/l	0,001	mg/kg TS	0,001
Heksabromcyklododekan ²	HBCD	µg/l	0,01	mg/kg TS	0,01
Tetrabrom bisfenol A	TBBPA	µg/l	0,005	mg/kg TS	0,005
Bisfenol A		µg/l	0,001	mg/kg TS	0,001
Alkylfenoler og -etoksilater ²		µg/l	0,5	mg/kg TS	0,05
Fenoler ²		µg/l	0,5	mg/kg TS	0,5
Klorfenoler ²		µg/l	0,5	mg/kg TS	0,5
Tinnorganiske forbindelser ²		µg/l	0,01	mg/kg TS	0,01
Ftalater ²		µg/l	1	mg/kg TS	1
Klorbenzener ²		µg/l	0,5	mg/kg TS	0,5
Flyktige klorerte hydrokarboner ²		µg/l	0,2		
Lineære alkylbensensulfonater	LAS	µg/l	20		
Fenoksyser ²		µg/l	0,5		
Klorerte paraffiner ²				mg/kg TS	0,001
Polyklorerte naftalener ²				mg/kg TS	0,1
Polyklorerte dibenzodioxiner/furaner ²				TEQ mg/kg TS	0,000001
Klorerte pesticider ²				mg/kg TS	0,05
Akutt toksisitet vannplante/alge		TU			
Akutt toksisitet krepsdyr		TU			
Mutagenitetstest					

Flere parametere kan måles kontinuerlig. Dersom enkelte stoffer i det årlige programmet viser god korrelasjon mot kontinuerlig målte parametere, kan prøvetakingsfrekvensen for disse stoffene reduseres, men normalt ikke til mindre enn 1 gang per år. Se for øvrig nærmere omtale i kapittel 3.2.3.

4.1.1 Giftighetstester

I giftighetstester undersøkes en biologisk respons i en konsentrasjonsserie av sigevann fortynnet i rent vann. Forskjellige testorganismer og biologiske responser studeres i de ulike testene. Resultatet av giftighetstestene kan uttrykkes som effekteffekt konsentrasjoner (EC_x), som angir hvor høy konsentrasjon av prøven som skal til for å gi en bestemt gifteffekt. EC_{50} eller EC_{10} er for eksempel de konsentrasjoner av sigevann som gir henholdsvis 50 % og 10 % giftrespons. Dersom giftresponsen som måles er dødelighet (letalitet) brukes betegnelsen LC_{50} om den konsentrasjon som dreper 50% av forsøksorganismene. Ved tester av vannprøver er

¹ Best. grense = bestemmelsesgrense, se kapittel 4.1.2

² Enkeltkomponenter som normalt skal regnes inn i stoffgruppen er gitt i vedlegg 2

det vanlig å angi konsentrasjoner i volum %. Dersom resultatet av en Microtox-test er angitt som $EC_{50} = 30\%$ betyr det at 30 % sigevannskonsentrasjon (300 ml/l) reduserer bakterienes metabolisme med 50 %.

Enheten EC_{50} er omvendt proporsjonal med prøvens gifteffekt (lav EC_{50} = høy giftighet). For å få en enhet som er proporsjonal med giftigheten brukes ofte TU (Toxical Units). TU defineres som $100/EC_{50}$ når EC_{50} er angitt som volum % sigevann.

I det årlige programmet legger veilederen opp til en enkel bakterietest eller annen bredspektret biologisk test som gir et generelt bilde av giftigheten i vannet. I det 5-årige programmet skal det i tillegg utføres giftighetstester som dekker både produsenter (alge/plante) og konsumenter (krepsdyr, fiskelarve el.). Det skal også utføres en mutagenitetstest. Testmetodene som benyttes skal følge anerkjente og standardiserte prosedyrer, for eksempel OECD eller ISO.

4.1.2 Analyser

Prøvene skal analyseres på laboratorier som er akkrediterte for de ulike parameterne dersom dette er mulig. Det er viktig at sigevannsprøvene analyseres på ufiltrert sigevann.

Det må settes krav til bestemmelsesgrense (kalles også kvantifiseringsgrense) ved analyse. Bestemmelsesgrensen er definert som 10 ganger standardavviket til en blindprøve. Denne grensen er høyere enn deteksjonsgrensen da det kreves at analyseresultatet skal angis innenfor en gitt usikkerhet.

Krav til bestemmelsesgrense settes ut fra hvor lave verdier det er nødvendig å oppnå ved analysen. Normalt vil de bestemmelsesgrensene som er foreslått i tabell 2 gi analyseresultater som er tilstrekkelig lave. Finnes historiske data over konsentrasjoner i sigevannet kan disse alternativt brukes til å beregne de nødvendige bestemmelsesgrensene. Kunnskap om bakgrunnsnivå i resipienten kan også brukes. For stoffgrupper gjelder kravet til bestemmelsesgrense for de ulike enkeltkomponentene som inngår i stoffgruppen.

4.2 Overvåking i resipienten

I tillegg til programmet som er foreslått i kapittel 4.1, skal det settes opp et program for overvåking i resipienten oppstrøms og nedstrøms deponiet. Dette programmet må utformes spesielt for hver resipient. Resipientovervåkingen må dekke så vel diffuse utslipp som planlagte utslipp til grunn, vann eller sjø. For årlig overvåking vil det ofte være tilstrekkelig å utføre målinger av sporingsstoff. Med jevne mellomrom skal det normalt utføres mer omfattende resipientundersøkelser.

4.2.1 Måling av sporingsstoff

Til det årlige overvåkingsprogrammet må det velges ut sporingsstoff som skal brukes for å i) beregne sigevannspåvirkningen av overflatevann og ii) dokumentere graden av diffus utlekking av sigevann fra deponiet til grunnvann. Et sporingsstoff må ha følgende egenskaper:

- Kjemisk stabilt i resipienten slik at stoffet ikke brytes ned
- Høy mobilitet, det vil si god løselighet i vann og liten tendens til partikkelbinding
- Forekomme i markert høyere konsentrasjon i urensert sigevann enn i naturlig bakgrunn

Aktuelle stoffer kan være klorid, natrium eller borat. Også jern og mangan kan benyttes, men da må man være klar over at disse metallene vil kunne oksideres og felles ut i resipienten. Dette påvirker mobiliteten negativt.

4.2.2 Resipientundersøkelser

Med jevne mellomrom skal det normalt utføres mer omfattende resipientundersøkelser for å verifisere at overvåkingen er tilstrekkelig og at deponiet ikke fører til uforsvarlig forurensning. Slike resipientundersøkelser må tilpasses spesielt for hvert deponi og økologien i resipienten. Hvor hyppig slike undersøkelser er nødvendig å gjennomføre vil variere med resipientens sårbarhet og deponiets forurensningspotensial.

Resipientundersøkelsene kan med fordel gjennomføres i tråd med SFT veiledning TA-1467 om klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann eller TA-1468 om klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.

4.3 Endring av overvåkingsprogrammet over tid

Overvåkingen skal vedvare over tid. For å ha kontroll med at deponiet ikke er en forurensningskilde, er det viktig å kunne følge forurensningsstoffene gjennom hele tidsserier. Eventuelle senere reduksjoner av overvåkingsprogrammet må derfor gjøres med stor forsiktighet. Det vil være aktuelt å utvide overvåkingsprogrammet når det oppdages nye stoffer som klassifiseres som miljøskadelige, eller dersom man får ny kunnskap om deponiets avfallssammensetning.

Overvåkingen skal normalt innledes ved å gjennomføre hele overvåkingsprogrammet inkludert det 5-årige tillegget. Det fastsatte overvåkingsprogrammet bør deretter evalueres allerede når resultatene av disse første målingene foreligger.

4.4 Overvåking i etterdriftsfasen

Etter at deponiet er avsluttet vil deponiet etter hvert sette seg og stabiliseres, og normalt vil vanngjennomstrømmingen og utvaskingen av stoffer fra avfallet avta. Overvåkingen skal fortsette gjennom hele etterdriftsfasen, men det vil normalt ikke være behov for å opprettholde det samme overvåkingsomfanget som i driftsfasen. Det er viktig at overvåkingsprogrammet i etterdriftsfasen fastsettes på bakgrunn av den kunnskapen om deponiet som er opparbeidet gjennom overvåkingen i driftsfasen.

5. Beregning av utslipp

Utslipp fra avfallsdeponier skal rapporteres som totale utslipp (mengde/år). For å beregne utslippsmengder må målte konsentrasjoner knyttes til beregnede eller målte sigevannsmengder som har passert punktet der konsentrasjonene måles. For et deponi med full sigevannssopsamling vil det være i punktet hvor sigevannet forlater deponiet, enten gjennom pumping eller etter for eksempel fangdam. For et slikt deponi vil utslippsmengden være lik det som måles i dette punktet. Måling av sigevannsmengde har imidlertid en rekke feilkilder, både ved installasjon av utstyr, valg av målepunkt, målemetode, vedlikehold og tilsyn. Det er viktig at det tas hensyn til dette ved måling av sigevannsmengde.

Forskriften angir veiledende hyppighet for måling av sigevannsmengde til månedlig i driftsfasen. SFT anbefaler kontinuerlig mengdemåling av alt sigevann. Dette vil gi et langt bedre grunnlag for å beregne årlige utslipp fra deponiet.

5.1 Vannbalanse i avfallsdeponier

Mange avfallsdeponier er etablert med mangelfull avskjæring av overflatevann og grunnvann, noe som tilsier at det kommer mer vann inn i deponiet enn det som beregnes i forhold til nedbøren. Noe av vannet som treffer deponiet vil forsvinne ved fordampning eller bli brukt av vegetasjonsdekket. Om vannmengden som fordamper eller forbrukes blir overvurdert, vil forventet sigevannsmengde kunne bli underestimert. Diffuse utslipp vil dermed kunne være vanskelige å oppdage. Det er derfor svært viktig å sette opp en dokumentert vannbalanse for et deponi.

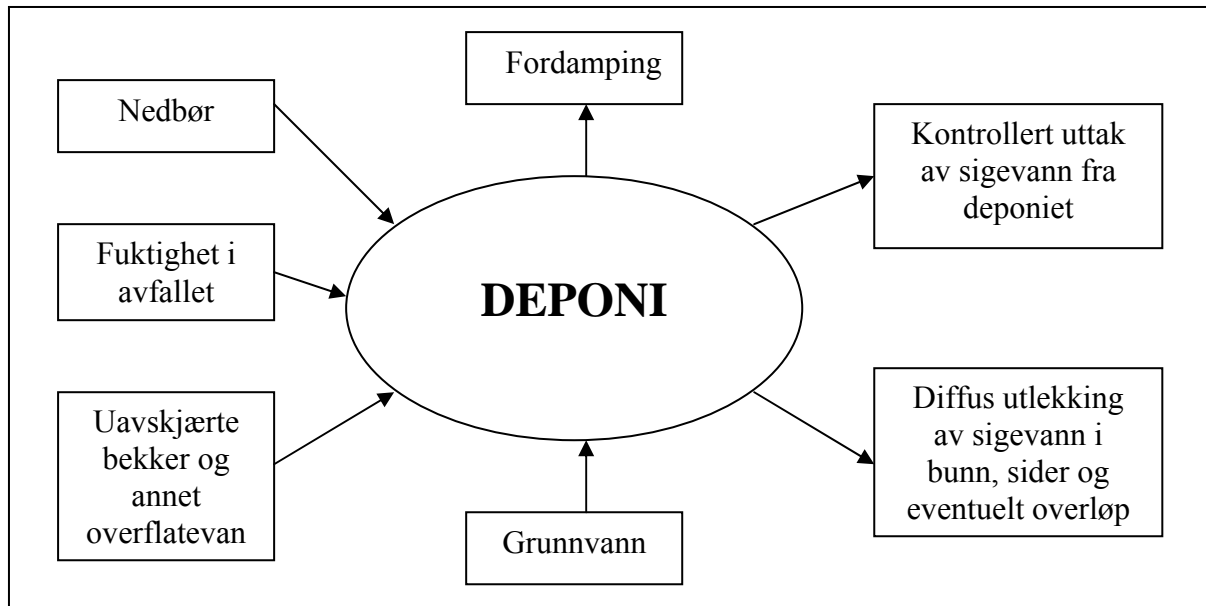
Vannbalansen i et deponi påvirkes av følgende faktorer:

- vanninnhold i avfallet under deponering
- dannelse eller forbruk av vann i deponiet
- inntrenging av vann fra nedbør, overflatevann eller grunnvann (fremmedvann)
- utstrømning av grunnvann og sigevann
- fordampning fra deponiet

Noen av disse faktorene lar seg enkelt måle, mens andre må estimeres. For et deponi er det viktig at den delen av sigevannet som går ut kontrollert er størst mulig, mens den delen som går ut diffust er minst mulig. En skjematisk oversikt over hvordan vann går inn og ut av et deponi er illustrert i figur 3.

Andel fremmedvann i sigevannet bør være så lav som mulig fordi dette reduserer vanngjennomstrømningen i avfallet og dermed mengden forbindelser som vaskes ut. Et lavt innslag av fremmedvann vil også kunne gjøre det billigere og lettere å gjennomføre evt. rensing av sigevannet fordi det er mindre vannvolum som må behandles.

Nedbrytingsprosesser i deponiet medfører normalt et netto vannforbruk, men dette er lite i forhold til årlig tilført nedbør. Vanninnholdet i avfallet skal normalt være lite ved deponering, men noe vann kan presses ut ved komprimering av massene. I forhold til årlig nedbør vil også dette være lite med unntak for spesielle avfallstyper med særlig høyt vanninnhold.



Figur 3: Skjematisk oversikt over vann inn og ut av et deponi. Ved full sigevannsoppsamling er diffus utlekking = 0.

Deponiets vannbalanse kan beregnes dersom nedbør, avfallets vanninnhold, grunnvannstand og avrenning av sigevann måles over tid. For å få en god kontroll på vannbalansen i deponiet er det nødvendig å fremskaffe meteorologisk data som lufttemperatur, nedbør og snødybde. Målingene utføres fortrinnsvis ved deponiet, evt. fra en nærliggende metrologisk stasjon. Data for fordamping må vurderes lokalt ut i fra grad av vegetasjonsdekke. I vedlegg 3 er det gitt metodebeskrivelse for utarbeidelse av vannbalanse for et deponi.

5.2 Måling av mengde sigevann som slippes ut kontrollert

Det bør gjennomføres en innledende kartlegging av hvordan og hvor mye sigevann som går ut av deponiet gjennom et helt år som grunnlag for å vurdere hvordan de videre mengdemålingene skal gjennomføres. Forskriften angir veiledende hyppighet for måling av sigevann til månedlig i driftsfasen. I de fleste tilfeller vil imidlertid mengden variere mye over korte tidsperioder, og det vil være nødvendig å måle sigevannsmengden kontinuerlig. SFT anbefaler kontinuerlig mengdemåling av alt sigevann.

Måleinnretningen for kontinuerlig mengdemåling må tåle de forhold som kan oppstå i et deponi: stor skumdannelse, store variasjoner i vannmengde og et kjemisk aggressivt vann med et høyt stoffinnhold.

5.3 Beregning av total mengde stoff som slippes ut kontrollert

For sigevann beregnes det årlige utslippet som målt stoffkonsentrasjon for perioden multiplisert med akkumulert mengde sigevann for perioden. Deretter summeres alle periodene i året, se formel 1.

Formel 1: Beregning av total mengde utslipp (sigevann).

$$\begin{aligned} \text{Stoff}_{\text{årlig}} = & (\text{stoff mg/l}_{\text{ jan-mars}} \cdot \text{sigevannsmengde i liter}_{\text{ jan-mars}}) \\ & + (\text{stoff mg/l}_{\text{ april-juni}} \cdot \text{sigevannsmengde i liter}_{\text{ april-juni}}) \\ & + (\text{stoff mg/l}_{\text{ juli-sept}} \cdot \text{sigevannsmengde i liter}_{\text{ juli-sept}}) \\ & + (\text{stoff mg/l}_{\text{ okt-des}} \cdot \text{sigevannsmengde i liter}_{\text{ okt-des}}) \end{aligned}$$

For sigevannssediment beregnes det årlige utslippet som målt stoffkonsentrasjon multiplisert med suspendert stoff og akkumulert mengde sigevann for året, se formel 2.

Formel 2: Beregning av total mengde utslipp (sigevannssediment).

$$\text{Stoff}_{\text{årlig}} = \text{stoff mg/kg TS} \cdot \text{SS mg/l} \cdot \text{sigevannsmengde i liter}_{\text{ jan-des}}$$

For stoff som kun måles hvert femte år, vil fremgangsmåten for å beregne årlig utslipp være lik det som er skrevet over. Den målte konsentrasjon vil da være gjeldende konsentrasjonstall det året det måles og i de fire påfølgende årene.

For stoff som måles i både sigevann og sigevannssediment kan beregningsmåtene over gi sprikende resultater. Ved vurdering av miljøbelastning i resipienten bør man av hensyn til ”føre-var” prinsippet ta utgangspunkt i den beregningen som gir det høyeste utslippet.

Metoden for beregning av stofftransport med sigevann og sigevannssediment vil ha ulik grad av usikkerhet avhengig av målefrekvens, måleutstyr osv.

6. Rapportering

6.1 Uventet forurensning

Dersom overvåkingen viser at sigevannsutslippet medfører betydelig forurensning, eller har et vesentlig høyere forurensningsnivå enn forutsatt da utslippstillatelsen ble gitt, skal forholdet straks meldes til forurensningsmyndigheten, jf. avfallsforskriftens § 9-14.

6.2 Rapportering gjennom årlig egenrapportering.

Den årlige egenrapporteringen skjer på den måten og i det formatet som til enhver tid er fastsatt av forurensningsmyndigheten. Pr. 2005 arbeides det for elektronisk innrapportering via en nett-portal.

Resultatene fra overvåkingen rapporteres til forurensningsmyndigheten gjennom egenrapporteringen. Parameterne rapporteres som beregnet årlig utslipp i henhold til formel 1 eller 2 som er beskrevet i kapittel 5.3. Det skal ikke beregnes årlig utslipp for parametere som ikke oppnår krav til bestemmelsesgrense. For disse rapporteres det kun hvorvidt parameterne er detektert eller ikke. Ved rapportering av parametere som inngår i det 5-årige programmet, beregnes utslippet ut fra årets sigevannsmengde og konsentrasjonen fra siste året den aktuelle parameteren ble målt. Det skal også rapporteres på spesifikke utslippskrav som er gitt i utslippstillatelsen. I tillegg bør deponiet gi en generell vurdering av forurensningssituasjonen og eventuelle endringer i miljøtilstand i forbindelse med egenrapporteringen.

Forurensningsmyndigheten har et annet databehov enn deponiet. Mens deponiet bare er ansvarlig for å vurdere resipientbelastningen lokalt, skal forurensningsmyndigheten også utnytte dataene til analyser av samlede utslipp av stoffer som er omfattet av de nasjonale målene i kjemikaliepolitikken. For de parameterne i tabell 2 som er stoffgrupper, vil det variere om det er mest hensiktsmessig å motta rapport på utvalgte enkeltkomponenter eller summen av alle enkeltkomponentene i stoffgruppen. Dette er nærmere beskrevet i vedlegg 2, hvor ✓-symbolet angir hvilken detaljering som ønskes pr. 2005. De parameterne som ikke er stoffgrupper rapporteres som de er, for eksempel de ulike metallene.

Parametere som måles i både sigevann og sigevannssediment skal rapporteres ut fra sigevannskonsentrasjonene, se kapittel 5.3 formel 1. Parametere som kun måles i sigevannssedimentet skal rapporteres ut fra sigevannssedimentkonsentrasjonene, se kapittel 5.3 formel 2.

6.3 Deponiets egen oppbevaring av overvåkingsdata

Forurensningsmyndigheten forventer at deponiet systematiserer og tar vare på alle overvåkingsdata. Deponiansvarlig må på eget initiativ sørge for at resultatene av overvåkingen blir benyttet i den løpende vurderingen av om deponiet har betydning for miljøkvaliteten i resipienten. Det følger av forskrift om systematisk HMS-arbeid i virksomheter (internkontrollforskriften) at slike vurderinger skal kunne dokumenteres. For øvrig følger det av §§ 9 og 16 i lov om rett til miljøinformasjon og deltakelse i offentlige beslutningsprosesser av betydning for miljøet av 9. mai 2003 (miljøinformasjonsloven) at

deponiansvarlig må kunne gjøre rede for deponiets miljøvirkninger og kunne gi opplysninger om dette til den som måtte kreve det.

Vedlegg 1: Prøvetakingsprotokoll for sigevann

PRØVETAKINGSPROTOKOLL						
Sigevann	<input type="checkbox"/>	Sigevannspåvirket grunnvann	<input type="checkbox"/>	Sigevannsediment	<input type="checkbox"/>	
Dato			Klokkeslett			
Oppdragsgiver			Kontaktperson			
Deponiets navn	<input type="text"/>		Telefon	<input type="text"/>		
Kommune	<input type="text"/>					
Ansvar for prøvetaking						
Firma	<input type="text"/>		Prøvetaker	<input type="text"/>		
Prosjekt ansvarlig	<input type="text"/>		Telefon	<input type="text"/>		
Prøvetakingssteder og feltanalyser						
	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3	Prøve 4	Prøve 5	Prøve 6
Prøvemerkning	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Plassering punkt	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Prøvetak. metode	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Vannføring (l/s)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Temperatur	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
pH	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ledningsevne	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Redokspotensial	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Lukt/farge	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Annet	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Prøvehåndtering i felt						
Konservering	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Annet	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Forhold under prøvetaking						
Værforhold	<input type="text"/>		Snødybde	<input type="text"/>		
Ute temperatur	<input type="text"/>		Pumpetid, brønn	<input type="text"/>		
Transport av prøver fra deponi til laboratorium						
Transportmetode	<input type="text"/>		Transportfirma	<input type="text"/>		
Fra plass	<input type="text"/>		Avgangstid	<input type="text"/>		
Til plass	<input type="text"/>		Ankomsttid	<input type="text"/>		
Prøvehåndtering før analyse						
Konservering	<input type="text"/>		Lagringstid	<input type="text"/>		
Lagringsmetode	<input type="text"/>		Annet	<input type="text"/>		
Analysemetoder						
Oppslutning	<input type="text"/>		Ekstraksjon	<input type="text"/>		

Vedlegg 2: Enkeltkomponenter i organiske stoffgrupper

✓-symbolet angir om parameteren skal rapporteres som stoffgruppe eller som enkeltkomponenter. Dersom ✓-symbolet er plassert foran stoffgruppen skal parameteren rapporteres som summen av alle enkeltkomponentene i stoffgruppen. Dersom ✓-symbolet er plassert foran enkeltkomponenter skal det kun rapporteres for de merkede enkeltkomponentene, se kapittel 6.2 (isomerer rapporteres likevel samlet).

✓Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH16)

naftalen	benso(a)antracen
acenaftylen	krysen
acenaften	benso(b) fluoranten
fluoren	benso(k) fluoranten
fenantren	benso(a) pyren
antracen	dibenso(ah) antracen
fluoranten	benso(ghi) perylen
pyren	indeno(123cd) pyren

Ftalater

dimetylftalat	di-pentylftalat
dietylftalat	✓di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)
di-n-propylftalat	butylbensylftalat
di-n-butylftalat	di-cyklohexylftalat
di-isobutylftalat	✓diisodekylftalat (DIDP)
✓diisononylftalat (DINP)	

✓Fenoler

fenol	3,4- dimetylfenol
o-kresol	3,5- dimetylfenol
(m+p)-kresol	2,4,6- trimetylfenol
2,3- dimetylfenol	2,3,5- trimetylfenol
2,4- dimetylfenol	n- propylfenol
2,5- dimetylfenol	2- isopropylfenol
2,6- dimetylfenol	3- tert. butylfenol

✓Monosykliske aromater

benzen	m+p-xylen
toluen	o-xylen
etylbenzen	

Klorbenzener

monoklorbenzen	✓1,3,5-triklorbenzen
1,2-diklorbenzen	1,2,3,4-tetraklorbenzen
1,3-diklorbenzen	1,2,3,5-tetraklorbenzen
1,4-diklorbenzen	1,2,4,5-tetraklorbenzen
✓1,2,3-triklorbenzen	pentaklorbenzen
✓1,2,4-triklorbenzen	✓hexaklorbenzen (HCB)

Klorfenoler

monoklorfenol	2,3,5-triklorfenol
3-monoklorfenol	2,3,6-triklorfenol
4-monoklorfenol	2,4,5-triklorfenol
2,3-diklorfenol	2,4,6-triklorfenol
2,4+2,5-diklorfenol	3,4,5-triklorfenol
2,6-diklorfenol	2,3,4,5-tetraklorfenol
3,4-diklorfenol	2,3,4,6-tetraklorfenol
3,5-diklorfenol	2,3,5,6-tetraklorfenol
2,3,4-triklorfenol	✓pentaklorfenol (PCP)

Tinnorganiske forbindelser

monobutyltin	monofenyltin
dibutyltin	difenyltin
✓tributyltin(TBT)	✓trifenyltin (TFT)
tetrabutyltin	

Flyktige klorerte hydrokarboner

diklorometan	tetraklorometan
1,1-dikloreten	✓1,1,1-trikloreten
✓1,2-dikloreten (EDC)	✓1,1,2-trikloreten
E/Z-dikloreten	✓trikloreten (TRI)
1,2-diklorpropan	✓tetrakloreten (PER)
✓triklorometan	1,1,1,2- tetrakloreten
1,1-+1,3-diklorpropen	1,1,2,2-tetrakloreten

✓Fenoksytyrer (pesticider)

2,4-D	MCPB
MCPA	2,4-DB
MCPP	2,4-DP
2,4,5-T	2,4,5-TP

✓Alkylfenoler og -etoksilater

nonylfenolmonoetoksilat	4-nonylfenol
nonylfenoldietoksilat	4-oktylfenol
oktylfenolpolyetoksilater	

✓Polyklorerte bifenyler (PCB7)

PCB 28	PCB 138
PCB 52	PCB 153
PCB 101	PCB 180
PCB 118	

Polybromerte difenyletere (PBDE)

PBDE-47	✓PBDE-154
✓PBDE-99	PBDE-183
PBDE-100	✓PBDE-203
PBDE-138	✓PBDE-209
PBDE-153	

✓Heksabromsyklododekan (HBCD)

α-HBCD	β-HBCD	γ-HBCD
--------	--------	--------

Klorerte pesticider

pentaklorbenzen	✓o,p'-DDT
✓hexaklorbenzen (HCB)	✓p,p'-DDT
α-HCH	o,p'-DDD
β-HCH	p,p'-DDD
✓lindan (γ-HCH)	o,p'-DDE
aldrin	p,p'-DDE
dieldrin	α-endosulfan
heptaklor	hexaklorbutadien

✓**Polyklorerte
dibenzodioksiner/furaner**

2,3,7,8-tetraklordibenzodioksin
1,2,3,7,8-pentaklordibenzofuran
1,2,3,7,8-pentaklordibenzodioksin
2,3,4,7,8-pentaklordibenzofuran
1,2,3,4,7,8-hexaklordibenzodioksin
1,2,3,4,7,8-hexaklordibenzofuran
1,2,3,6,7,8-hexaklordibenzodioksin
1,2,3,6,7,8-hexaklordibenzofuran
1,2,3,7,8,9-hexaklordibenzodioksin
1,2,3,7,8,9-hexaklordibenzofuran
1,2,3,4,6,7,8-heptaklordibenzodioksin
2,3,4,6,7,8-hexaklordibenzofuran
1,2,3,4,6,7,8-heptaklordibenzofuran
2,3,7,8-tetraklordibenzofuran
1,2,3,4,7,8,9-heptaklordibenzofuran
oktaklordibenzodioxin
oktaklordibenzofuran

✓**Polyklorerte naftalener**

triklornaftalen heptaklornaftalen
tetraklornaftalen oktaklornaftalen
pentaklornaftalen
heksaklornaftalen

Klorerte paraffiner

- ✓ kortkjedede høyklorerte paraffiner med 10-13 karbonatomer i kjeden
- ✓ mellomkjede høyklorerte paraffiner med 14-17 karbonatomer i kjeden

✓**Oljeforbindelser**

Stoffgruppen kan analyseres samlet. Det kreves ikke analyse av enkeltkomponenter.

Vedlegg 3: Vannbalanse i avfallsdeponier

Avfallsdeponier som ikke er absolutt tette har et vannoverskudd som blir til sigevann i hele eller deler av året. Det er krav om tiltak for å forhindre innsig av grunn- og overflatevann, og for å ha kontroll med inntrenging av nedbørsvann til deponiet for å redusere sigevannsmengden. I praksis vet vi at det renner ut om lag 1 liter sigevann per sekund fra et gjennomsnittlig norsk deponi, og at det varierer mye mellom deponier og gjennom året. Omregnet til mm vannsøyle ligger sigevannsproduksjonen fra deponiarealer på om lag 300 – 600 mm per år. Det er nødvendig å kartlegge vannstrømmer inn og ut av deponiet, og sette opp en **vannbalanse** for deponiet.

Deponier som ligger i små, norske nedbørfelt er meget følsomme overfor regnskyll av høy intensitet og kort varighet. Man kan få raske endringer med intens avrenning i korte perioder med kraftig nedbør eller med snøsmelting. Tilsvarende kan tørkeperioder gi store utslag med lav grunnvannstand og liten avrenning. I slike situasjoner kan dreneringsmønster omkring et deponi endres, og sigevannet kan ta andre veier enn normalt.

Det er med andre ord en dynamisk vannbalanse, hvor man ikke bare er opptatt av netto vannmengde inn og ut av deponiet på årsbasis, men vel så mye av variasjoner og dynamikk i vannbevegelsene, og hvordan dette påvirker avrenningsmønsteret.

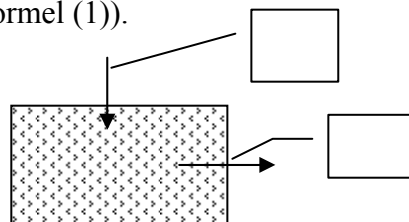
Vannbalanse

Ideelt sett kommer alt vann inn i deponiet fra infiltrert nedbørsvann, og alt vann ut av deponiet renner ut gjennom systemet for oppsamling av sigevann (formel (1)).

$Q_i = Q_d$, der

Q_i = infiltrert nedbørsvann, og

Q_d = sigevannsavrenning i drens-systemet



I virkeligheten kan det i tillegg være flere steder der vann renner både inn i og ut av deponiet. Ved mangelfull avskjæring av overvann vil det komme et tilskudd av overflatetilsig inn i deponiet. Ved mangelfull bunntetting kan det være grunnvannstilsig og grunnvanns/sigevannsavrenning. Ved mangelfulle oppsamlingssystem for sigevann kan det være både punktutslipp og diffus avrenning av sigevann. Videre er det flere prosesser inne i deponiet som kan produsere eller forbruke vann. Vi får dermed et mer sammensatt bilde (formel (2)).

$\Delta S = Q_i + Q_o + Q_{gi} \pm Q_p - Q_{dk} - Q_a - Q_{gu} - Q_{du}$, der

Vannstrømmer INN	Prosesser inne i deponiet	Vannstrømmer UT
Q_i = infiltrert nedbørvann Q_o = overflatetilsig Q_{gi} = grunnvannstilsig (innadrettet grunnvannstrøm)	ΔS = forandring i vanninnhold i deponiet Q_p = vannomsetning som følge av prosesser i deponiet	Q_{dk} = kontrollert sigevannsavrenning i drens-systemet Q_a = overflateavrenning Q_{gu} = grunnvannsavrenning Q_{du} = ukontrollert sigevannsavrenning

Infiltrert nedbørvann er vanskelig å måle, og beregnes eller anslås derfor på grunnlag av kunnskap om nedbørmengde, fordampning og grad av tetting av overflaten (formel (3)).

$$Q_i = N - E - Q_a, \text{ der}$$

N = Nedbør

E = Fordampning

Q_a = Overflateavrenning

Nedbør og nedbørvariasjoner kan med fordel måles lokalt, med en manuell eller automatisk nedbørmåler som leses av daglig. Nedbørmålere er i prinsippet et åpent kar med en veldefinert åpning. Gode nedbørmålere leveres av ulike spesialleverandører for meteorologisk utstyr. For øvrig kan data for nedbør og fordampning hentes inn fra nærmeste meteorologiske målestasjon. Data for fordampning må vurderes lokalt ut ifra grad av vegetasjonsdekke.

Overflateavrenning er sterkt avhengig av masseegenskaper, frost/tining, tørking/fukting og evt. vegetasjonsdekke på deponiet. På norske deponier vil det normalt være svært liten overflateavrenning om sommeren pga. god infiltrasjon i vegetasjonsdekte toppmasser, og stor overflateavrenning om vinteren når det er tele i toppdekket. Data for nedbør, fordampning og avrenning kan også finnes på NVE sine hjemmesider. (<http://www.nve.no/FileArchive/81/avrenningskart.pdf>).

Kontrollert sigevannsavrenning i drens-systemet skal som minstekrav måles månedlig i driftsfase og halvårlig i etterdriftsfase. Tettere målinger, gjerne kontinuerlig, vil gi et langt bedre grunnlag for å beregne sigevannsmengde. Ut i fra målingene beregnes en årlig sigevannsmengde. Måleopplegget bør også fange opp minstevannføringer og flomvannføring.

Overflatetilsig er mulig der terrenget omkring deponiet ligger høyere enn deponiet. Selv om det er etablert grøfter for avskjæring kan det oppstå tilsig av vann som følge av tetting med snø, kvist, tilgroing, feil tipping av masser, eller terrengendringer som følge av deponeringen. I flatt terreng kan også oppstuvning av vann i grøfter gi overflatetilsig til deponiet. I tilfeller der overflatetilsig er sannsynliggjort kan dette kvantifiseres ved å beregne overflateavrenning fra det nedbørfelt som kan ha avrenning til deponiet.

Vannomsetning som følge av prosesser i deponiet kan både bidra med og forbruke vann. Ved aerob nedbrytning av organisk avfall frigis vann, ved anaerob nedbrytning forbrukes vann. Deponert masse inneholder vann, og ved høye fyllinger vil setninger presse ut noe av dette vannet. På årsbasis vil normalt resultatet av slike prosesser være lite i forhold til total vannomsetning.

Tilsig av grunnvann vil oppstå der deponiet har ufullstendig bunntetting/sidetetting og grunnvannstanden utenfor deponiet varig eller temporært ligger høyere enn vannstanden i deponiet. Dersom løsmasser omkring deponiet inneholder sand og grus, eller deponiet ligger inn mot oppsprukket fjell kan tilsig av grunnvann bli betydelig. I Norge kan det være store variasjoner i grunnvannstand, og man kan få tilsig i perioder med høyt grunnvannsnivå i fjell eller løsmasser omkring deponiet. Tilsvarende vil det oppstå **grunnvannsavrenning** eller bunnlekkasjer i tilsvarende tilfelle der hele eller deler av deponiet har høyere grunnvannstand enn omgivelsene. Grunnvannets strømming kan anslåes ut ifra hydrogeologisk kartlegging og evt. modellering.

Ukontrollert sigevannsavrenning kan forekomme og oppstå i løpet av driften av deponiet når terrenget formes og utvikles slik at vannet kan finne andre veier enn via drens-systemet. Omfang av slik avrenning kan anslåes ved å påvise utlekkingssteder i felt, kartlegge vannstand i grunnen i og utenfor deponiet, og klarlegge hvor store deler av deponiet som har avrenning til de ulike utslippspunktene.

Ekstremisituasjoner

Fordi hydrologien varierer svært mye i små, norske nedbørfelt, og effekter av avrenning kan være størst i spesielle episoder må vannbalansestudier også omfatte vurderinger av minste vannføringer og flomvannføring. Det må vurderes spesielt hvordan vannstand og avrenningsmønster vil påvirkes i scenarier som vinteravrenning med tele, snøsmelting, forsommertørke og høstflom.



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: SFT	Kontaktperson SFT: Annette Østerberg Askland	ISBN-nummer: ISBN 82-7655-244-7	
	Avdeling i SFT: Lokalmiljøavdelingen	TA-nummer: TA-2077/2005	
Oppdragstakers prosjektansvarlig:	År: 2005	Sidetall: 28	SFTs kontraktnummer:
Utgiver: SFT	Prosjektet er finansiert av: SFT		
<p>Forfatter(e): Jordforsk: Petter Snilsberg, Ola Nordal, Carl Einar Amundsen, Kjetil Haarstad, Thomas Hartnik, Trond Mæhlum NIVA: Torsten Kallquist</p>			
<p>Norsk tittel: Veileder om overvåking av sigevann fra avfallsdeponier</p> <p>English title: Guidelines on monitoring landfill leachate</p>			
<p>Norsk sammendrag: Denne veilederen gir forslag til overvåkingsprogram for sigevann fra avfallsdeponier. Det er lagt opp til et to delt overvåkingsprogram, ett årlig program og ett utvidet 5-årlig program. Det er lagt større vekt på å overvåke organiske miljøgifter enn det som har vært vanlig. Veilederen tar også for seg temaer som prøvetaking, beregning av sigevannets mengde og rapportering av sigevannnsdata.</p> <p>English summary: These guidelines provide proposals for monitoring landfill leachate. The monitoring is to be divided into two parts: an annual programme and a more extensive 5-yearly programme. Greater attention is given to monitoring organic pollutants than previously. The guidelines also deal with subjects such as sampling, calculation of leachate quantity and reporting systems for leachate data.</p>			
4 emneord: Deponi Sigevann Overvåking Prøvetaking		4 subject words: Landfill Leachate Monitoring Sampling	