



KLIMA- OG
FORURENSNINGS-
DIREKTORATET

Rapportnr. 2996/2012

Eksempelsamling - tiltaksorientert overvåking for industribedrifter

TA
2996
2012



Utført av Norsk institutt for vannforskning

NIVA

RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Eksempelsamling - tiltaksorientert overvåking for industribedrifter	Løpenr. (for bestilling) 6443-2012	Dato 1.12.2012
	Prosjektnr. Undernr. O-12350	Sider Pris 30
Forfatter(e) Atle Hindar, Sissel Ranneklev, Norman Green, Karl Norling og Dag Berge	Fagområde Industri	TA-nr TA 2996/2012
	Geografisk område Norge	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Klima – og forurensningsdirektoratet	Oppdragsreferanse 2012/1069
--	--------------------------------

Sammendrag

Vanndirektivet, gjennomført i norsk lovverk gjennom vannforskriften, omhandler innsjøer, elver, grunnvann og marine vannforekomster. Vannforskriften stiller krav til overvåking og undersøkelser som grunnlag for å vurdere tiltak for å bringe vannforekomstene opp til en god økologisk og kjemisk tilstand. Tiltaksorientert overvåking gjennomføres for å skaffe seg oversikt over forurensningssituasjonen i forbindelse med planlegging og gjennomføring av forurensningsbegrensende tiltak. Tiltaksorienterte undersøkelser må være tilpasset det spesifikke problemet/tiltaket en ønsker å undersøke effekten av og karaktertrekk ved den eller de vannforekomstene som påvirkes. Denne eksempelsamlingen inneholder maler for hva tiltaksorientert overvåking skal inneholde for tre ulike industribransjer; treforedling, aluminiumsindustri og annen elektrometallurgisk industri. Malene kan brukes av industribedriftene hvis de skal utarbeide forslag til overvåkingsprogram og av forvaltningen for vurdering av foreslåtte overvåkingsprogram og ved pålegg om undersøkelser.


Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Tiltaksorientert overvåking	1. Environmental monitoring
2. Industribransjer	2. Industry
3. Vannforskriften	3. Water Regulation
4. Eksempelsamling	4. Examples of monitoring programs



Atle Hindar
Prosjektleder



Øyvind Kaste
Forskningsleder



Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsdirektør

Eksempelsamling - tiltaksorientert overvåking for industribedrifter

Forord

Klima – og forurensningsdirektoratet (Klif) ønsker å utvikle maler for tiltaksorientert overvåking for industribedrifter. Malene skal være tilpasset kravene i vannforskriften.

Utlysning av anbudskonkurranse ble kunngjort 20.9.2012, og NIVA leverte anbud 10.10.2012. Kontrakt med Klif ble undertegnet 23.10.2012.

Det er avholdt to møter med Klif, det første den 29.10. i forbindelse med oppstart av prosjektet, hvor hovedlinjer i prosjektet ble gjennomgått. Det neste ble avholdt den 26.11. etter at utkast til sluttrapport var levert.

Kontaktperson/saksbehandler i Klif har vært Anne Lise Bekken. Vi takker for samarbeidet.

Grimstad/Oslo, 1.12.2012

Atle Hindar

Innhold

	1
Sammendrag	5
Summary	6
1. Bakgrunn	7
2. Utvalg av bransjer	8
3. Grunnlag for tiltaksorientert overvåking	9
3.1 Kunnskapsinnhenting	9
3.2 Grunnlag for å beregne påvirkning	9
3.2.1 Undersøkellesmedium/matriks	9
3.2.2 Grenseverdier	10
3.2.3 Endringer over tid – effekter av tiltak	10
3.2.4 Minimalisere usikkerhet om tilstand	10
3.3 Biologiske kvalitetselementer	11
3.4 Fysisk/kjemiske støtteparametre	11
3.5 Hydromorfologiske støtteparametre	11
3.6 Målestasjoner	11
4. Eksempler på tiltaksorienterte overvåkingsprogram	13
4.1 Treforedlingsindustri	13
4.1.1 Beskrivelse av bransjen	13
4.1.2 Typer av utslipp/miljøeffekter	14
4.1.3 Overvåkingsprogram i elv	14
4.1.4 Overvåkingsprogram for kystvann	17
4.2 Aluminiumsindustri	20
4.2.1 Beskrivelse av bransjen	20
4.2.2 Typer av utslipp/miljøeffekter	20
4.2.3 Overvåkingsprogram	20
4.3 Annen elektrometallurgisk industri	22
4.3.1 Beskrivelse av bransjen	22
4.3.2 Typer av utslipp/miljøeffekter	22
4.3.3 Overvåkingsprogram	22
5. Referert og annen litteratur	25
Vedlegg A. Beskrivelse av indekser	27
Vedlegg B. Prioriterte kjemiske stoffer med grenseverdier	29

Sammendrag

Vanndirektivet, gjennomført i norsk lovverk gjennom vannforskriften, omhandler innsjøer, elver, grunnvann og marine vannforekomster. Formålet med vannforskriften er at vannforekomster innen 2021 skal ha god kjemisk og økologisk tilstand.

Vanndirektivet stiller krav til overvåking og undersøkelser som grunnlag for å vurdere tiltak for å bringe vannforekomstene opp til en god økologisk og kjemisk tilstand. Undersøkelser kan deles i problemkartlegging og tiltaksorientert overvåking/undersøkelser. Den siste gruppen undersøkelser gjennomføres for å skaffe seg oversikt over forurensningssituasjonen i forbindelse med planlegging og gjennomføring av forurensningsbegrensende tiltak. Tiltaksorienterte undersøkelser må være tilpasset det spesifikke problemet/tiltaket en ønsker å undersøke effekten av og karaktertrekk ved den eller de vannforekomstene som påvirkes.

Denne eksempelsamlingen er en mal for hva tiltaksorienterte undersøkelser skal inneholde for ulike industribransjer. Malen kan brukes av industribedriftene hvis de skal utarbeide forslag til overvåkingsprogram for sin bedrift, og av forvaltningen for vurderinger av forslag og pålegg om undersøkelser.

Summary

Title: Examples of Environmental Monitoring for the Industry Sector

Year: 2012

Author: Atle Hindar, Sissel Ranneklev, Norman Green, Karl Norling, and Dag Berge

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6178-3

The Water Framework Directive (WFD), integrated in Norwegian law through the Water Regulation, involves lakes, rivers, groundwater and coastal waters. The aim of the Water Regulation is that all water bodies shall reach good ecological and chemical status not later than 2021.

The WFD demands for monitoring and examination of biological and chemical quality elements as basis for measures to reach the environmental objectives. To examine the effect of the pollution and the effect of measures to reduce pollution this monitoring has to be adjusted to the specific situation at the pollution source and the water bodies that are affected.

The examples of monitoring programs presented here are templates for such programs for separate industries. The templates can be used by industrial companies to suggest monitoring programs or by the authorities to judge such suggestions and as basis to impose monitoring.

1. Bakgrunn

Vanndirektivet, gjennomført i norsk lovverk gjennom vannforskriften, omhandler innsjøer, elver, grunnvann og kystvann. Vanndirektivet stiller krav til overvåking og undersøkelser for å opprettholde eller bringe vannforekomstene opp til en god økologisk og kjemisk tilstand. Det er utarbeidet flere veiledere til hjelp i dette arbeidet. I arbeidet med vanndirektivet og den norske forskriften er det tatt i bruk en del ord og begreper som det kan være viktig både å bruke og forstå, slik at misforståelser unngås. Det er derfor lagt vekt på å forklare slike i teksten.

Klassifiseringen av den økologiske tilstanden er basert på målinger av en rekke biologiske og fysisk/kjemiske parametre, såkalte kvalitetselementer. Målingene gir grunnlag for å beregne biologiske/økologiske indekser, se Vedlegg A, og sammenlikne disse med fastsatte grenseverdier for samme vanntype. De fysisk/kjemiske målingene er støtteparametre, og brukes på samme måte for å finne tilstand for den spesifikke vannforekomsten. For hver indeks og hvert kvalitetselement beregnes en absoluttverdi og et forholdstall (Ecological Quality Ratio, EQR-verdi). De angir tilstanden i den vannforekomsten som er til vurdering i forhold til referansetilstanden.

Hovedregelen er at det kvalitetselementet som har den dårligste verdien skal angi tilstanden (det verste styrer – prinsippet). Men hvis de biologiske parametrene viser liten endring fra referansetilstanden, mens de fysisk/kjemiske tyder på at økosystemet ikke fungerer tilfredsstillende, kan tilstanden kun settes til moderat. Hvis den dårligste verdien for de biologiske kvalitetselementene gir moderat eller dårligere tilstand skal ikke de fysisk/kjemiske kvalitetselementene brukes til klassifiseringen (se klassifiseringsveilederen 01:2009). Grensene mellom tilstandsklasser er beregnet for hver vanntype basert på et referansemateriale, og responsen på påvirkning for de enkelte kvalitetselementene. Indeksverdiene for kvalitetselementene kan ikke overskride grensen mellom god og moderat tilstand (G/M-grensen) hvis den økologiske tilstanden skal være god.

Den kjemiske tilstanden vurderes ut fra 33 prioriterte stoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter), se Vedlegg B. 11 av disse er klassifisert som farlige. For de prioriterte stoffene er det utviklet grenseverdier, såkalte miljøkvalitetsstandarder (Environmental Quality Standards, EQS-verdier). Målte konsentrasjoner i vann, sediment eller biota kan ikke overskride de fastsatte EQS-verdiene hvis tilstanden skal klassifiseres som god. For tiden er det kun utviklet EQS-verdier i vannsøyla, for tre stoffer i biota og ingen i sedimenter. Eksisterende veiledere for sediment og biota skal brukes inntil videre. Det er også anbefalt at konsentrasjoner i sediment og biota inntil videre brukes som støtteparametre.

Hvis vannforekomsten ikke har, eller står i fare for ikke å beholde en god økologisk og kjemisk tilstand i nær framtid, skal tiltak gjennomføres.

Undersøkelser kan deles i problemkartlegging og tiltaksorientert overvåking/undersøkelser. Den siste gruppen undersøkelser gjennomføres for å skaffe seg oversikt over tilstanden i forbindelse med planlegging og gjennomføring av forurensningsbegrensende tiltak. Tiltaksorienterte undersøkelser må være tilpasset det spesifikke problemet/tiltaket en ønsker å undersøke effekten av og vanntypen for den eller de vannforekomster som påvirkes. Klassifiseringsveilederen (1-2009) og Overvåkingsveilederen (2-2009, versjon 1.5) gir mer informasjon om hvilke hensyn som bør tas ved fastlegging av overvåkingprogram.

For tiltaksorienterte undersøkelser kan det være vanskelig å avgjøre omfang, slik som parametervalg, frekvens av målinger og varighet. Og det kan være ulike syn på hva som er nødvendig. En industribedrift kan ha andre oppfatninger av omfang enn den myndigheten som skal vurdere effekter og eventuelt sette krav til tiltak. Mange bedrifter ligger også i områder og ved vannforekomster som er

sterkt påvirket av utbygging og andre påvirkninger. Det kan derfor også være vanskelig å skille mellom påvirkninger fra den aktuelle bedriften og andre påvirkninger. Denne eksempelsamlingen er en mal for hva slike tiltaksorienterte undersøkelser skal inneholde. Malen kan brukes av industribedriftene hvis de skal utarbeide forslag til overvåkingsprogram og av forvaltningen for vurderinger av forslag og pålegg om undersøkelser.

2. Utvalg av bransjer

Industribedrifter kan påvirke vannforekomster på en rekke områder, både direkte og indirekte via sine utslipp. Det er avhengig av hva som slippes ut, stoffenes virkning og type vannforekomster mht. naturgitte miljøforhold.

Utslipp av næringssalter i en elv, for eksempel, kan påvirke produksjon av påvekstlger, som igjen kan påvirke oksygenforhold i sedimentet når de brytes ned. Artssamfunnet kan endres og substrat påvirkes. Det kan igjen føre til endringer i andre organismsamfunn, f.eks. bunnlevende organismer og med det også fiskens leveforhold.

Utslipp av organisk stoff kan påvirke oksygenforholdene i vannforekomsten direkte, og også endre substrat og artssammensetning. Sopp og bakterier kan komme inn og fortrenge naturlig forekommende påvekstlger, slik at god økologisk tilstand ikke oppnås. Dette kan forringe gyteplasser for fisk.

Syrer og baser kan endre pH i vannforekomster og dermed påvirke andre kjemiske forbindelsers tilstand. Det kan gi både direkte effekter på biologien pga. pH-endringer og indirekte effekter hvis andre stoffer blir mer toksiske.

Avhengig av hva som produseres og produksjonsprosessene kan industribedrifter slippe ut tungmetaller og organiske miljøgifter som er skadelige for miljøet. I vannforskriftens liste over 33 prioriterte kjemiske stoffer er det stoffer som skal fases ut innen 2020 eller stoffer som en ønsker å redusere mest mulig i miljøet. Men det er også stoffer utenfor denne lista som kan være skadelige, alt etter den belastningen og den virkning/toksisitet de representerer. I henhold til vannforskriften skal stoffer som slippes ut i betydelige mengder overvåkes. De vil normalt være regulert i bedriftens utslippstillatelse.

Følgende tre industribransjer er med i denne eksempelsamlingen:

- Treforedlingsindustri
- Aluminiumsindustri
- Annen elektrometallurgisk industri

De tre kan ha utslipp til både ferskvann og marine vannforekomster og kan gi en rekke ulike påvirkninger. En tiltaksorientert overvåking vil i første rekke ha fokus på hvilke tiltak som eventuelt bør gjennomføres for å oppnå god økologisk og kjemisk status. Overvåkingen bør fange opp flere relevante forhold, slik som effektene av fysiske endringer i den naturlige vannforekomsten, påvirkning fra andre kilder og endring i påvirkningene over tid.

3. Grunnlag for tiltaksorientert overvåking

3.1 Kunnskapsinnhenting

Et tiltaksorientert overvåkingsprogram er som regel basert på kunnskap om hva som slippes ut og hvor det slippes ut, og at effekter allerede er kjent eller vurdert på annen måte. Nødvendig informasjon om stoffene og deres virkning må være vurdert. Vannforskriften inneholder som nevnt tidligere en liste over 33 prioriterte stoffer. Bedriften må vite om den har utslipp av noen av disse stoffene. PCB, dioksiner og eventuelt andre stoffer som er nevnt i bedriftens utlippstillatelse, og som ikke er blant de 33 prioriterte stoffene, skal også med i undersøkelsen av kjemiske stoffer.

Eksisterende/gjennomførte undersøkelser i vannforekomster som antas å kunne være påvirket av bedriftens utslipp må være gjennomgått. Det må også foreligge en vurdering av om disse undersøkelsene er gjennomført i det beste medium/den beste matriksen (vann, biota eller sediment), og om de tilfredsstillt kravene i vannforskriften. Denne eksempelsamlingen kan brukes som grunnlag for å gjøre slike vurderinger for de bransjer som er omtalt her.

Det vil i mange tilfeller være en glidende overgang mellom denne problemkartleggingen og en tiltaksorientert overvåking. En tiltaksorientert overvåking bygger i stor grad på problemkartleggingen og vil ofte skaffe data som gir grunnlag for å intensivere eller redusere overvåkingen.

3.2 Grunnlag for å beregne påvirkning

Overvåkingsprogrammet må være slik innrettet at effekten av bedriftens utslipp kan vurderes, og at effekten av endringer i utslipp kan dokumenteres. Det ideelle ville være om effekten også kunne isoleres fra effekten av utslipp fra andre kilder av det eller de stoffer som det skal måles på. Men vannforekomsten integrerer effekter av alle påvirkninger, og det kan derfor utarbeides et forurensningsregnskap der belastningene fordeles på de ulike kilder.

For å utarbeide en tiltaksorientert overvåking må en ta stilling til følgende:

- hvilke biologiske kvalitetselementer som skal inkluderes
- hvilke fysisk/kjemiske og eventuelt hydromorfologiske støtteparametre som skal inkluderes
- hvilke prioriterte og nasjonale spesifikke miljøgifter det skal måles på og hvilket medium/matriks det skal måles i (vann, biota, sediment)
- hvor målestasjonene skal plasseres
- når og med hvilken frekvens det skal måles

For overvåking av kjemisk tilstand (prioriterte stoffer) og andre miljøgifter kan bruk av alternative prøvetakingsmetoder være aktuelt. Passive prøvetakere kan være en slik metode, f.eks. om verdiene i vanlige vannprøver ligger nær deteksjonsgrensen (LOD).

3.2.1 Undersøkellesmedium/matriks

Vannforskriften inneholder krav om undersøkelser i vann, biota og sediment. Men det er ikke likegyldig hvilken matriks som velges. Stoffenes egenskaper må vurderes for å avgjøre dette. I Tabell 1 er det foreslått best egnet matriks for måling av ulike stoffgrupper.

Tabell 1. Anbefalinger om egnet matriks for måling av fysisk/kjemiske støtteparametre, prioriterte stoffer og enkelte andre kjemiske forbindelser.

Matriks	Analysevariabler
Vann	Fysisk, kjemiske støtteparametre ferskvann og sjøvann
Vann	Passive prøvetakere (SPMD) for fettløselig PAH i sjøvann
Vann	Passive prøvetakere (DGT) for løste metaller i sjøvann
Blåskjell	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, Ni, As, Ag, PAH, HCB, PCB, dioksin, fett
O-skjell	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, Ni, As, Ag, PAH, HCB, PCB, dioksin, fett
Krabbe, muskel	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, Ni, As, Ag, PAH, HCB, PCB, dioksin, fett
Torsk, lever, filet	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, Ni, As, Ag, PAH, HCB, PCB, dioksin, fett
Torsk, galle	PAH-metabolitter
Sediment	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, PCB, dioksin, TBT, TOC, part < 63 µm

3.2.2 Grenseverdier

Målte verdier og beregnede indekser skal sammenliknes med gitte grenseverdier for de mest sensitive kvalitetselementer for de aktuelle utslippene. EQS-verdier, G/M-grenser for biologiske indekser og de fysisk/kjemiske støtteparametrene, men også Klifs eksisterende klassifiseringssystem benyttes for vurdering av utslipp. Overvåkingsprogrammet må derfor være slik sammensatt at relevante biologiske og kjemiske data kan skaffes.

Grenseverdier for enkeltforbindelser og indekser, deriblant de 33 prioriterte kjemiske stoffene, finnes i Klassifiseringsveileder 01:2009 for miljøtilstand i vann, og er vedlagt denne eksempelsamlingen. For PCB, dioksiner og eventuelt andre stoffer er det ikke oppgitt grenseverdier i vannforskrifts-sammenheng, og her må andre klassifiseringssystemer benyttes. Til hjelp benyttes veiledere for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann og for fjorder og kystfarvann (TA 1468/2004; TA-2229/2007). Dette klassifiseringssystemet er inndelt i fem tilstandsklasser, fra ubetydelig til meget sterkt forurenset (kl I - V).

Bakgrunnskonsentrasjoner for kjemiske forbindelser må enten finnes fra referansestasjoner innenfor overvåkingsprogrammet eller fra tilsvarende vanntyper. For flere miljøgifter antar en imidlertid at bakgrunnskonsentrasjonene er lik null.

3.2.3 Endringer over tid – effekter av tiltak

Å dokumentere endringer over tid er som regel viktig i forbindelse med tiltaksorientert overvåking, både for bedriften som påkoster tiltak og for forurensningsmyndigheten som vurderer effekten. Prøvetakingsprogrammet bør være slik bygd opp (matriks, stasjonsvalg og frekvens) at det kan legges til rette for å kvantifisere trender. Her er konsentrasjonsnivå og variasjon for den enkelte parameter sentralt, og det kan være at prøvetakingsprogrammet må justeres når denne variasjonen blir kjent.

3.2.4 Minimalisere usikkerhet om tilstand

Usikkerhet mht om grensen mellom god og moderat økologisk tilstand (G/M-grensen) eller EQS-verdier for prioriterte kjemiske stoffer er overskredet eller ikke kan være grunnlag for tvister. Det er derfor avgjørende at datagrunnlaget er tilstrekkelig for å unngå at slike tvister oppstår. På samme måte som over, kan det være at programmet (prøvetakingsdesignet) må endres for å fastslå overskridelse

eller ikke. Dette gjelder spesielt om påvirkningene gir en effekt som er nær G/M-grensen eller EQS-verdien.

3.3 Biologiske kvalitetselementer

For tiltaksorientert overvåking har vannforskriften fokus på de mest sensitive kvalitetselementene, se tidligere. Dersom biologien er klassifisert som moderat eller dårligere, skal ikke de fysiske/kjemiske og andre støtteparametere brukes til klassifisering av økologisk tilstand. Det er derfor avgjørende å ha kjennskap til hvilke biologiske kvalitetselementer som best representerer den biologiske/økologiske responsen på aktuelle utslipp fra bedriften. Dette omtales nærmere i eksemplene for de ulike bransjene.

3.4 Fysisk/kjemiske støtteparametre

Spesielt for ferskvann er det en rekke støtteparametere som har grenseverdier i vannforskriften. Men både for ferskvann og marine vannforekomster er det aktuelle støtteparametere som ikke har fastsatte grenser. Flere av disse kan likevel være aktuelle for å beskrive påvirkning og samtidig være grunnlag for tolkningen av måleresultater og indeksverdier. Aktuelle støtteparametere er gitt for de ulike bransjene i eksemplene.

3.5 Hydromorfologiske støtteparametre

Industribedrifter er ofte lokalisert ved vannforekomster som er sterkt preget av fysiske inngrep og hydrologiske endringer. Redusert/endret vannføring i elver og fysiske inngrep slik som kaianlegg, utfylling og mudring er gode eksempler. Enkelte slike vannforekomster kan komme inn i gruppen av sterkt modifiserte vannforekomster (SMVF) hvis de står i fare for ikke å nå målet om god økologisk tilstand. Det er vannregionmyndigheten som foreslår kandidater til SMVF (kSMVF) i de regionale forvaltningsplanene, og de er godkjent idet forvaltningsplanen godkjennes i statsråd.

Valg av hydromorfologiske støtteparametere er avhengig av hvilke inngrep som kan være med å påvirke effekten av utslipp. For industribedrifter ved elver kan ofte redusert resipientkapasitet pga reguleringer og lite restvann i enkelte vassdragsavsnitt være et problem. For industribedrifter ved kysten kan vannforekomsten være sterkt påvirket av fysiske inngrep som kaianlegg og forbygninger som endrer sirkulasjonsmønster og fortynningsmuligheter.

Miljømålet for SMVF mht kjemisk tilstand er det samme som for andre vannforekomster, dvs. at det er de samme EQS-verdiene som skal nås. For økologisk tilstand er miljømålet for SMVF definert som godt økologisk potensial, som avviker fra god økologisk tilstand ved at effekten av fysiske inngrep som ikke kan endres er tatt hensyn til. Det er den samfunnsnyttene inngrepene har og at tiltak skal være innenfor akseptable kostnadsrammer, som er avgjørende for at dette avviket kan gjøres.

3.6 Målestasjoner

Prøvetakingsstasjonenes representativitet, både i forhold til utslippet og vannforekomsten(e) må være i fokus. De skal også fange opp den totale utbredelsen av påvirkning som gir for dårlig kjemisk og/eller økologisk tilstand. Vannforekomsten(e)s geografiske avgrensning og hydrologiske egenskaper er derfor viktig. Det kan være at stasjonene i en tidlig fase av overvåkingen er forholdsvis langt unna utslippet, og at målingene tilsier at det er tilstrekkelig med færre stasjoner eller at de trekkes nærmere utslippsstedet. I og med at mange faktorer kan påvirke stasjonsplasseringen, har vi i denne eksempelsamlingen valgt ikke å inkludere illustrasjoner av ideell plassering.

En vannforekomst med tilhørende referansetilstand er som regel av et visst geografisk omfang, og det kan i visse tilfeller være grunn til å fravike definerte grenseverdier for målestasjoner som ligger nær

utslippsstedet. Det er fordi bedriftens utslipp kan ha en sterk lokal påvirkning, enten direkte før utslippet er fullstendig innblandet i vannforekomsten eller ved at forholdene i en slik innblandingssone ("mixing" zone) er mer toksiske pga kjemiske prosesser. I en innblandingssone kan EQS-verdier overskrides innenfor et begrenset område uten at vannforekomsten dermed klassifiseres til en moderat eller dårligere tilstand. Problemkartleggingen eller den tiltaksorienterte overvåkingen må klarlegge slike situasjoner.

4. Eksempler på tiltaksorienterte overvåkingsprogram

Eksemplene skal vise og samtidig være en anbefaling av hvilke overvåkingselementer som bør/skal være med for ulike bransjer. I tråd med vannforskriften gjøres det her en vurdering av hva som er den beste matriks for målinger og hvilke kvalitetselementer som er de mest følsomme for utslipp fra disse bransjene.

Som nevnt tidligere er klassifiseringsveilederen under revisjon, og det forventes endringer i grenseverdier og at flere indekser innarbeides. Dette må en ta hensyn til, slik at overvåkingsprogrammet til enhver tid tar utgangspunkt i gjeldende veiledningsmaterieell.

4.1 Treforedlingsindustri

4.1.1 Beskrivelse av bransjen

Treforedling har vært en svært utbredt industri i Norge de siste hundre år, og det er fortsatt (pr november 2012) 18 bedrifter i bransjen. De produserer papir, cellulose, trekjemiprodukter, tremasse og trefiberplater (www.norskindustri.no). Bedriftene er hovedsakelig lokalisert på Østlandet, i Trøndelag og på Sørlandet.

Store cellulose- og papirfabrikker er energiintensive, de trenger mye vann i prosessen og har store voluminøse utslipp. Derfor har de tradisjonelt vært plassert ved vassdrag der det har vært tilgang på billig kraft gjennom egne kraftstasjoner og tilstrekkelig med vann for prosessen. I vassdrag ble tidligere også billig transport ved fløting av tømmervirke utnyttet. Selv om vannet transporterer bort utslippene på en effektiv måte, brytes avfallsstoffene sakte ned og har ofte medført påvirkning et stykke unna bedriften.

Sagbruk og andre treforedlingsbedrifter som nå er nedlagt kan ha påført vannforekomster påvirkning i form av «gamle synder». Effekter av utslippene fra eksisterende bedrift i samme vassdrag må derfor skilles fra disse effektene, men det gjøres som regel som del av en problemkartlegging. Tiltaksorientert overvåking settes inn hvis det er sannsynlig at bedriften har utslipp som reduserer den kjemiske og økologiske tilstanden.

Det er i hovedsak fire typer treforedlingsbedrifter/produksjonsprosesser i dag:

- Termomekanisk massetilvirkning (pulping; TMP). Tremasse finmales og kokes under høyt trykk, og cellulosen skilles ut. Dette er en energikrevende prosess og produksjonsformen regnes som mindre forurensende enn kjemomekanisk pulping.
- Kjemomekanisk massetilvirkning (pulping; CMP). Her løses tremassen opp kjemisk, gjerne ved tilsats av sulfitt (sulfittcellulose). Denne prosessen krever mindre energi enn TMP, men regnes som mer forurensende enn TMP.
- Tresliperier som produserer tremasse, som selges videre for foredling til cellulose og papirmasse.
- Papirfabrikker som kjøper ferdig papirmasse.

4.1.2 Typer av utslipp/miljøeffekter

Fra treforedlingsbransjen kan det forekomme ulike typer utslipp:

- Barkvann fra tømmerlagrene og barkdeponiene.
- Trefiber
- Fosfor og nitrogen, bl.a. fra stokkens sevjelag
- Lett nedbrytbart organisk stoff, blant annet sukkerstoffer fra massetilvirkningen og fra sevjelaget
- Tungt nedbrytbart stoff som lignin og tanniner
- Absorberbare halogenerte organiske forbindelser (AOX)
- Metaller
- Diverse fargestoffer fra papirfabrikkene

Et av de største miljøproblemene med treforedlingsindustrien er utslippet av organisk stoff, både lettomsattelig og tung nedbrytbart. Det organiske stoffet vil sedimentere og forbruke, eventuelt hindre tilførsel og utveksling av, oksygen i sedimentene. Som et resultat vil konsentrasjonen av oksygen i sedimentene avta og anaerobe forhold vil kunne oppstå. Mangel på oksygen vil fortrenge den opprinnelige biota som blir utkonkurrert av arter som er tilpasset det lavere oksygenivået. Ved kraftig påvirkning vil de fleste artene forsvinne. Individantallet øker gjerne ved moderat påvirkning av organisk stoff, men kan reduseres ved kraftig påvirkning.

Andre problematiske stoffer fra treforedlingsindustrien er toksiske stoffer som AOX (absorberbare halogenerte organiske stoffer) og metaller, samt N- og P-forbindelser som vil kunne være eutrofierende.

4.1.3 Overvåkingsprogram i elv

Overvåkingsprogrammet skal dekke økologiske og kjemiske kvalitetselementer i henhold til Vannforskriften. I tillegg bør det benyttes støtteparametere som vil være utfyllende for beskrivelsen av tilstanden. Utvalgte kvalitetselementer og stoffer som skal overvåkes må være målrettede i forhold til bedriftens utslipp. I Norge har vi utslipp fra treforedlingsindustri til elver og kystvann.

For elver er det utviklet en rekke biologiske kvalitetselementer, hvorav to er godt egnet til å vurdere utslipp fra treforedlingsindustri. Det er indeksene PIT (periphyton index of trophic status) for påvekstalg og ASPT (Average Score Per Taxon) for bunndyr, se beskrivelse i Vedlegg A. De angir hhv. næringssaltbelastning og organisk belastning, og er begge interkalibrerte.

Eutrofieringsindeksen PIT er basert på indikatorverdier for 153 taksa av bentiske alger. Utregnede indeksverdier strekker seg over en skala fra 1,87 til 68,91, hvor lave PIT-verdier tilsvarer lave fosforverdier (oligotrofe forhold), mens høye PIT-verdier indikerer høye fosforkonsentrasjoner (eutrofe forhold).

ASPT anvendes til vurdering av den økologiske tilstanden til bunndyrsamfunnet. Et utvalg av familier som kan påtreffes i bunndyrsamfunnet rangeres og vurderes etter toleranse for organisk belastning. Toleranseverdier varierer fra 1 til 10, hvorav 1 angir høyeste toleranse. Toleranseverdien beregnes etter følgende formel:

$$\text{ASPT} = \text{Sum toleranseverdier alle familier} / \text{Antall familier}$$

I Tabell 2 vises informasjon om indeksene og krav til prøvetakingstidspunkt og -hyppighet.

Tabell 2. Informasjon om indekser og kvalitetselementer med krav til tidspunkt for prøvetaking og hyppighet.

Indeks	Kvalitetselement	Medium/matriks	Antall målestasjoner	Frekvens	Tidspunkt
PIT	Begroingsalger	Substrat/sediment	2 oppstrøms utslipp og 3 nedstrøms	1 gang pr år	Aug.-sept.
ASPT	Bunndyr	Substrat/sediment	2 oppstrøms utslipp og 3 nedstrøms	2 ganger pr år	Vår/okt.-nov.

Basert på beregnede indekser klassifiserer man de biologiske kvalitetselementene i fem ulike klasser. For PIT-indeksen er klassegrenser avhengig av vanntype, og da særlig kalsium (Ca) konsentrasjon på voksestedet. For PIT-indeksen er det kun nødvendig å skille svært kalkfattige elver (Ca < 1 mg/l) fra alle andre. Klassegrensene og referansetilstand er angitt i Tabell 3. For ASPT-indeksen er referansetilstanden angitt med samme verdi for alle vann typer (Tabell 4). Ved ASPT-indeks høyere enn 6,0 klassifiseres vannforekomsten til god økologisk tilstand.

Tabell 3. Interkalibrerte klassegrenser og referanseverdier for PIT-indeksen i to ulike elvetyper. Tilhørende EQR-verdier er gitt i parentes.

Tilstand	Ca < 1 mg/l	Ca > 1 mg/l
Referanseverdi	4,85	6,71
Svært god - god	5,5 (0,99)	9,5 (0,95)
God - moderat	14,5 (0,83)	16 (0,83)
Moderat - dårlig	30 (0,55)	31 (0,55)
Dårlig – svært dårlig	46 (0,27)	46 (0,27)

Tabell 4. Klassifisering etter ASPT-indeksen (absoluttverdier).

Naturtilstand	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
6,9	> 6,8	6,8-6,0	6,0-5,2	5,2-4,4	< 4,4

Etter at indekser er beregnet, klassifiseres vannforekomsten etter prinsippet om at det kvalitetselement med dårligst tilstand bestemmer tilstanden til vannforekomsten. Miljømålet for en vannforekomst er svært god eller god, dvs. bedre enn god-moderat (G/M)-grensen.

En biologisk støtteparameter kan være mengden av såkalte lammehaler, dvs. bakterien *Sphaerotilus natans*. Det er ikke utviklet et indekssystem for denne bakterien. Den kan få en oppblomstring når kvaliteten på den organiske belastningen er særdeles lettomsattelig. Bakterien vil fortette substratet og fortrenge andre organismer, og anaerobe forhold i sedimentene vil kunne oppstå. Av mangel på klassifiseringssystem bør det vurderes å utføre et feltstudium for å kartlegge situasjonen. For former som er makroskopisk synlige i felt kan man estimere mengder i henhold til en skala fra 1 til 5, der 1 = svært lite, og 5 = Betydelige mengder. Videre bør enkeltprøver verifiseres for lammehaler i mikroskop. Forslag til overvåkingsplan er gitt i Tabell 5.

Tabell 5. Forslag til overvåkingsplan for «lammehaler».

Indikator	Dekningsgrad	Frekvens	Tidsrom	Totalt antall stasjoner
Lammehaler (<i>Sphaerotilus natans</i>)	1-5, hvor 1 = Svært lite, og 5 = Betydelige mengder	1 gang pr. år	Juni, men avhengig av situasjonen	2 oppstrøms og 3 nedstrøms

Relevante fysisk-kjemiske støtteparametre er total fosfor (TotP) og total nitrogen (TotN). Uttak av prøver kan utføres 6-12 ganger i året fra en stasjon oppstrøms utslippet og 2-3 stasjoner nedstrøms. Dersom det er god innblanding i elva, kan det være at man ikke påviser økt N- og P-konsentrasjon som følge av utslippet. En kan da vurdere om det er nødvendig med overvåking av disse kvalitetselementene, eventuelt endre prøvetakingshyppigheten.

Klassifiseringsgrenser for TotP og TotN i elver er vist i Tabell 6 og Tabell 7. Basert på målte konsentrasjoner av TotN og TotP klassifiseres vannforekomsten til en av de fem klassene. Miljømålet for vannforekomsten er god eller bedre.

Tabell 6. Klassegrenser for total fosfor i elver.

Høyde-region	Vanntype	Typebeskrivelse	ref.verdi	SG/G	G/M	M/D	D/SD
Lavland	RN2	kalkfattige, klare,	6	11	17	30	60
Lavland	RN3	kalkfattige, humøse	9	17	24	45	83
Lavland	RN1	moderat kalkrik, klar	8	15	21	38	75
Lavland		moderat kalkrik, humøs	11	20	29	53	98
Skog	RN5	kalkfattige, klare,	5	8	11	23	45
Skog	RN9	kalkfattige, humøse	8	14	20	36	68
Fjell	RN7	kalkfattige, klare,	3	5	8	17	30

Tabell 7. Klassegrenser for total nitrogen i elver.

Høyde-region	Vanntype	Typebeskrivelse	ref.verdi	SG/G	G/M	M/D	D/SD
Lavland	LN2a; RN2	Kalkfattige, klare, grunne	250	300	400	575	1000
Lavland	LN2b	Kalkfattige, klare, dype	225	300	350	475	800
Lavland	LN3a; RN3	Kalkfattige, humøse	300	400	500	800	1300
Lavland	LN1; RN1	Kalkrike, klare	275	375	450	700	1200
Lavland	LN8a	Kalkrike, humøse	300	450	550	900	1500
Skog	LN5; RN5	Kalkfattige, klare	225	275	325	475	800
Skog	LN6; RN9	Kalkfattige, humøse	275	350	450	675	1100
Fjell	LN7; RN7	Kalkfattige, klare	200	225	275	400	575

Metallene kadmium (Cd), bly (Pb), kvikksølv (Hg) og nikkel (Ni) er noen av de prioriterte stoffene som inngår i den kjemiske klassifiseringen. Dersom det vil være aktuelt å overvåke utslipp av metaller fra treforedlingsindustrien i elv bør vannsøylen benyttes som medium (Tabell 8), da representative sedimenter og biota kan være vanskelig å skaffe til veie. Målinger kan tas ut oppstrøms utslippet og 2-

3 stasjoner nedstrøms. Dersom man ikke kan observere en økning fra oppstrømskonsentrasjonen, kan overvåkingen opphøre, eventuelt reduseres i omfang.

Tabell 8. Uttak av vannprøver for metallanalyse.

Kvalitetsэлемент	Medium/matriks	Antall målestasjoner	Frekvens
Metaller	Vannfase	1 oppstrøms og 2-3 nedstrøms	6-12 ganger i året

Basert på målte konsentrasjoner av prioriterte stoffer klassifiseres vannforekomstens tilstand. Basert på målte konsentrasjoner i forhold til EQS-verdier, klassifiseres vannforekomsten enten i god eller dårlig klasse. Ved målte konsentrasjoner over EQS-verdi, klassifiseres vannforekomsten til dårlig, og for målte konsentrasjoner under EQS, klassifiseres vannforekomsten til god (Tabell 9).

Tabell 9. Klassifisering av prioriterte stoffer.

Klasse	Klasse
God	Dårlig
Målt konsentrasjon < EQS	Målt konsentrasjon > EQS

4.1.4 Overvåkingsprogram for kystvann

Dersom det er aktuelt å overvåke utslipp av metaller fra treforedlingsindustrien i en sjøresipient, bør dette utføres i sediment og biota, men passive prøvetakere i vannfasen kan også benyttes (Tabell 10). Her vurderes målt konsentrasjon etter grenseverdier, dvs. EQS-verdiene.

For valg av antall målestasjoner og plassering av disse vil undersøkelsesareal og hydrokjemiske forhold være bestemmende. I tillegg må det tas hensyn til utformingen av de enkelte lokalitetene. For eksempel vil en lang og smal fjord sannsynligvis kreve færre stasjoner enn et åpent kystområde.

Basert på målte konsentrasjoner av prioriterte stoffer i sediment og biota klassifiseres vannforekomstens tilstand. For prioriterte stoffer vil målte konsentrasjoner vurderes mot grenseverdier, såkalte Environmental Quality Standards (EQS). Basert på målte konsentrasjoner i forhold til EQS-verdier, klassifiseres vannforekomsten enten i god eller dårlig klasse. Ved målte konsentrasjoner over EQS-verdi, klassifiseres vannforekomsten til dårlig, og for målte konsentrasjoner under EQS, klassifiseres vannforekomsten til god (Tabell 11).

Aktuelle fysisk-kjemiske støtteparametre er gitt i Tabell 12.

Tabell 10. Overvåking av tungmetaller i kystvann.

Kvalitetselement	Medium/matriks	Antall målestasjoner	Frekvens	Tidspunkt
Tungmetaller*	Passive prøvetakere**	1-3 i risiko-området	Ett års eksponering	Utsetting/innhenting om høsten
Tungmetaller*	Passive prøvetakere**	1-2 i referanse-området	Ett års eksponering	Utsetting/innhenting om høsten
Tungmetaller*	Blåskjell	5-10 i risiko-området	1 gang hver høst	Om høsten
Tungmetaller*	Blåskjell	1-3 i referanse-området	1 gang hver høst	Om høsten
Tungmetaller*	Torskefilet (kvikksølv), torskelever (alt annet)	1-2 i risiko-området	1 gang hver høst	Om høsten
Tungmetaller*	Torskefilet (kvikksølv), torskelever (alt annet)	1 i referanse-området	1 gang hver høst	Om høsten
Tungmetaller*	Sediment	1-3 i risiko-området	1 gang hvert 12. år	Ikke relevant
Tungmetaller*	Sediment	1-2 i referanse-området	1 gang hvert 12. år	Ikke relevant

*) Valg av metaller avhenger av hvilke som slippes ut. Det finnes per i dag EQS-verdier for: kvikksølv, kadmium, bly og nikkel.

***) Brukes til å beregne konsentrasjoner i den frie fraksjonen i vannsøylen.

Tabell 11. Plassering i klasse etter målt konsentrasjon av prioriterte stoffer.

Klasse	Klasse
God	Dårlig
Målt konsentrasjon < EQS	Målte konsentrasjon > EQS

Tabell 12. Aktuelle fysisk-kjemiske støtteparametre i kystvann.

Kvalitetselement/stoff	Medium/matriks	Antall målestasjoner	Frekvens	Tidspunkt
TOC	Sediment	4 replikater på 5-10 representative stasjoner langs gradient	Hvert til hvert tredje år	mai-sep
Kornfordeling	Sediment	4 replikater på 5-10 representative stasjoner langs gradient	Hvert til hvert tredje år	mai-sep
AOX	Sediment	4 replikater på 5-10 representative stasjoner langs gradient	Hvert til hvert tredje år	mai-sep

Ved utslipp fra treforedlingsindustri til marine vannforekomster er makroinvertebrater (bunndyr) i bløtbunn et sensitivt og velegnet kvalitetselement for denne type miljøpåvirkning (Tabell 13).

Tabell 13. Overvåking av makroinvertebrater.

Kvalitetselement	Medium/ matriks	Antall målestasjoner	Frekvens	Tidspunkt
Makroinvertebrater	Sediment, bløtbunn	4 replikater på 5-10 representative stasjoner langs utslippsgradienten	Hvert til hvert tredje år	mai – sep.
Makroinvertebrater	Sediment, bløtbunn	4 replikater på 2 upåvirkede referansestasjoner	Hvert til hvert tredje år	mai – sep.

Prøvetaking i bløtbunn utføres i henhold til ISO 16665, og basert på sammensetning av ulike arter makroinvertebrater (bunndyr) beregnes indeksene NQI1, H', ES100 og ISI. Beskrivelsen av alle indeksene er gitt i Vedlegg A. Indeksene dekker til sammen hovedformålet med undersøkelsene; biodiversitet og følsomhet hos arter (Tabell 14). Grenseverdiene er foreløpig de samme for alle påvirkningstyper, regioner og vanntyper.

Etter at alle indeksverdiene er beregnet per. 0,1 m² prøve (grabb), beregnes nEQR for hver enkelt prøve og indeks. Deretter beregnes gjennomsnittlig nEQR for samtlige prøver og indekser. Dette gir én sluttverdi for stasjonens nEQR, og tilstandsklassene er gitt av nEQR-verdien (se formel for beregning i Vedlegg A).

Tabell 14. Klassegrenser for marine makroinvertebrater i sediment. Middelverdien for indeksene NQI1, H', ES100, ISI brukes til klassifisering.

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Meget God	God	Moderat	Dårlig	Meget Dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0

4.2 Aluminiumsindustri

4.2.1 Beskrivelse av bransjen

Aluminiumsindustri er en del av den elektrometallurgiske bransjen, men er her omtalt spesielt pga sitt omfang.

I Norge har tilgangen på vannkraft gjort det mulig å etablere kraftkrevende industri. Den påfølgende industriutvikling har ført til bl.a. stor produksjon av aluminium. Mange slike bedrifter ligger ved elvemunninger innerst i trange fjordområder, og har utslipp til sjøen.

4.2.2 Typer av utslipp/miljøeffekter

Aluminiumsindustri har hatt sjøen som hovedresipient, og bekymringer for miljøet har vært i forbindelse med PAH i utslippet. PAH-forbindelser har til dels kommet direkte fra produksjonsprosessen, men særlig fra installasjon av renseanlegg på smelteovnene for å redusere utslipp til luft. Den særegne topografien til norske fjorder medfører at disse fungerer som sedimentasjonsbassenger og dermed gir lokale og regionale forurensningsproblemer. PAH-tilførsel til kystområder kommer også fra andre kilder, slik som avrenning fra urbane områder, avløpsvann, atmosfærisk avsetning og søl og lekkasjer av olje/tjæreholdige produkter. Disse antas imidlertid å ha relativ liten betydning lokalt i forhold til direkte utslipp fra aluminiumsindustrien.

Bekymring for miljøet er spesielt knyttet til biotilgjengelighet av PAH i sediment, transport til næringskjeden og økt konsentrasjon i organismen gjennom alle eksponeringsveier. Biologiske effekter av PAH inkluderer vevsforandring, kreft, genetiske forandringer, effekter på reproduksjon, effekter på vekst og utvikling, samt effekter på immunsystemet (Ruus et al. 2009). Aluminiumsindustri kan også ha utslipp av metaller (Håvardstun et al. 2010), og disse bør tas med i undersøkelse av tilstand og utvikling.

4.2.3 Overvåkingsprogram

Undersøkelse av sediment, blåskjell og fisk, samt makroinvertebrater (bunndyr) i sediment (se f. eks. Næs et al. 2011) og passiv prøvetaking i vannfasen, se f.eks. Næs et al. (2008, 2012), er vel utprøvde metoder for vurdering av konsentrasjonsnivå, trender og effekter av PAH.

Det finnes for tida EQS-verdier for PAH i vannfasen, men ikke for PAH i sediment eller biologisk materiale. Norge kan selv etablere kriterier for disse matriksene. Det er grunn til å tro at det norske klassifiseringssystemet oppfyller kravet om like god eller bedre beskyttelse enn det som EQS i sjøvann tilsier. Det er vanlig å bruke tilstandsklasse II eller bedre som akseptkriterium når dette systemet brukes.

Antall og plassering av stasjoner avhenger av vannforekomstens utbredelse, form og de hydrokjemiske forholdene. For eksempel vil en lang og smal fjord sannsynligvis kreve færre stasjoner enn en resipient i et åpent kystområde. Antallet kan være noe høyere enn forslått av Green et al. (2009).

Den strategien for tiltaksorientert overvåking som foreslås her er basert på antatte utslipp, og tar ikke høyde for episodiske uhellsutslipp av konsesjonsbelagte stoffer eller andre stoffer. For eksempel, har vedlikeholdsarbeid ført til uheldig utslipp av PCB i en fjord hvor utslipp av dette stoffet var ukjent (Ruus et al. 2006).

En oversikt over anbefalte kvalitetselementer og den matriks de måles i er gitt i Tabell 14.

Aktuelle fysisk/kjemiske støtteparametere er gitt i Tabell 15.

Tabell 14. Overvåking av PAH og tungmetaller i kystvann.

Kvalitetsэлемент	Medium/matriks	Antall målestasjoner	Frekvens	Tidspunkt
PAH* og tungmetaller**	Passive prøvetakere***	1-3 i risiko-området	Ett års eksponering	Utsetting/innhenting om høsten
PAH* og tungmetaller**	Passive prøvetakere***	1-2 i referanse-området	Ett års eksponering	Utsetting/innhenting om høsten
PAH og tungmetaller	Blåskjell	5-10 i risiko-området	1 gang hver høst	Om høsten
PAH og tungmetaller	Blåskjell	1-3 i referanse-området	1 gang hver høst	Om høsten
PAH og tungmetaller	Sediment	1-3 i risikoområdet	1 gang hvert 12. år	Ikke relevant
PAH og tungmetaller	Sediment	1-2 i referanse - området	1 gang hvert 12. år	Ikke relevant

*) Minimum: anthracen, fluoranthen, benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranthen, benzo(k)fluoranthen, benzo(g,h,i)perylene, indeno(1,2,3-cd) pyren

**) Minimum: kadmium, bly, nikkel

***) Brukes til å beregne konsentrasjoner av den frie fraksjonen i vannsøylen.

Tabell 15. Aktuelle fysisk/kjemiske støtteparametre.

Kvalitetsэлемент	Medium/matriks	Antall målestasjoner	Frekvens	Tidspunkt
TOC	Sediment	Som for sedimentprøver	Hvert til hvert tredje år	mai-sep.
Kornfordeling	Sediment	Som for sedimentprøver	Hvert til hvert tredje år	mai-sep.

Makroinvertebrater (bunndyr) i sedimenter (Tabell 16) er det kvalitetsэлемент som har en klar dose-responsammenheng mellom metallkonsentrasjoner i sediment og bunndyrindekser, og som dermed kan brukes for å klassifisere økologisk tilstand.

Tabell 16. Overvåking av makroinvertebrater i kystvann.

Kvalitetsэлемент	Medium/matriks	Antall målestasjoner	Frekvens	Tidspunkt
Makroinvertebrater	Sediment, bløtbunn	4 replikater på 5-10 representative stasjoner langs utslippsgradient	Hvert til hvert tredje år	mai – sep.
Makroinvertebrater	Sediment, bløtbunn	4 replikater på 2 upåvirkede referansestasjoner	Hvert til hvert tredje år	mai – sep.

Prøvetaking i bløtbunn utføres i henhold til ISO 16665, og basert på sammensetning av ulike arter makroinvertebrater (bunndyr) beregnes indeksene NQI1, H', ES100 og ISI. Beskrivelsen av alle indeksene er gitt i Vedlegg A. Indeksene dekker til sammen hovedformålet med undersøkelsene;

biodiversitet og følsomhet hos arter (Tabell 17). Grenseverdiene er foreløpig de samme for alle påvirkningstyper, regioner og vanntyper.

Etter at alle indeksverdiene er beregnet per. 0,1m² prøve (grabb), beregnes nEQR for hver enkelt prøve og indeks. Deretter beregnes gjennomsnittlig nEQR for samtlige prøver og indekser. Dette gir én sluttverdi for stasjonens nEQR, og tilstandsklassene er gitt av nEQR-verdien (se formel for beregning i Vedlegg A).

Tabell 17. Klassegrenser for marine makroinvertebrater i sediment. Middelveien for indeksene NQI1, H', ES100, ISI brukes til klassifisering.

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Meget God	God	Moderat	Dårlig	Meget Dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0

4.3 Annen elektrometallurgisk industri

4.3.1 Beskrivelse av bransjen

Elektrokjemisk og elektrometallurgisk industri har fra tidlig på 1900-tallet behandlet metaller og legeringer ved hjelp av elektrisk energi fra vannkraft. Bedriftene er også avhengig av havner for å ta imot råstoff og for utskipping av produkter, og ligger derfor ofte innerst i trange fjorder ved utløpet av større vassdrag. I de elektrolytiske og elektrotermiske prosessene inngår elektrisk energi i reduksjonsprosesser. Elektrometallurgisk industri er en betydelig eksportnæring i Norge.

Bransjen framstiller karbider av kalsium og silisium, ferrosilisium, ferrokrom og råjern. Nikkel, kopper, kobolt og andre metaller framstilles i raffineringsverk, hvor man også etter hvert har utnyttet svovelet i råstoffet til framstilling av svovelsyre. Aluminiumsproduksjon er en del av denne bransjen, men er omtalt spesielt under forrige kapittel.

4.3.2 Typer av utslipp/miljøeffekter

Bransjen har utslipp av metaller og organiske miljøgifter, blant annet dioksin. Metaller som ofte skaper bekymring er kadmium, bly, kvikksølv og i mindre grad også krom, nikkel, kopper og sink. Noen metaller akkumuleres i næringskjedene. Mange av dem er ikke nødvendige for organismer og kan være toksiske. I mennesker kan eksponering av metaller over lang tid føre til skader.

4.3.3 Overvåkingsprogram

Overvåkingsstrategien for metaller i de ulike matriksene vil være tilnærmet lik det som anvendes for aluminiumsindustri (Tabell 17). Hvilke metaller som skal undersøkes avhenger av bedriftens utslipp, og det forutsettes at dette er kjent før det etableres en tiltaksovervåking.

Tabell 17. Overvåkingsprogram for tungmetaller.

Kvalitets- element	Medium/matriks	Antall målestasjoner	Frekvens	Tidspunkt
Tungmetaller*	Vann; passive prøvetakere	1-3 i risiko-området	Ett års eksponering	Utsetting/inn-henting om høsten
Tungmetaller*	Vann; passive prøvetakere	1-2 i referanse-området	Ett års eksponering	Utsetting/inn-henting om høsten
Tungmetaller*	Blåskjell	5-10 i risiko-området	1 gang hver høst	Om høsten
Tungmetaller*	Blåskjell	1-3 i referanse-området	1 gang hver høst	Om høsten
Tungmetaller*	Torskefilet (kvikksølv), torskelever (alt annet)	1-2 i risiko-området	1 gang hver høst	Om høsten
Tungmetaller*	Torskefilet (kvikksølv), torskelever (alt annet)	1 i referanse-området	1 gang hver høst	Om høsten
Tungmetaller*	Sediment	1-3 i risiko-området	1 gang hvert 12. år	Ikke relevant
Tungmetaller*	Sediment	1-2 i referanse-området	1 gang hvert 12. år	Ikke relevant

*) Valg av metaller avhenger av hvilke som slippes ut. Det finnes EQS-verdier for kvikksølv, kadmium, bly og nikkel. Aktuelle støtteparametre er gitt i Tabell 18.

Tabell 18. Aktuelle støtteparametre.

Kvalitets- element/stoff	Medium/matriks	Antall målestasjoner	Frekvens	Tidspunkt
TOC	Sediment	Som for sediment	Hvert til hvert tredje år	mai-sep.
Kornfor- deling	Sediment	Som for sediment	Hvert til hvert tredje år	mai-sep.

Makroinvertebrater (bunndyr) i sedimenter (Tabell 19) brukes for å klassifisere økologisk tilstand.

Tabell 19. Overvåking av makroinvertebrater i kystvann.

Kvalitets- element	Medium/matriks	Antall målestasjoner	Frekvens	Tidspunkt
Makroinverte- brater	Sediment, bløtbunn	4 replikater på 5-10 representative stasjoner langs utslippsgradient	Hvert til hvert tredje år	mai – sep.
Makroinverte- brater	Sediment, bløtbunn	4 replikater på 2 upåvirkede referansestasjoner	Hvert til hvert tredje år	mai – sep.

Prøvetaking i bløtbunn utføres i henhold til ISO 16665, og basert på sammensetning av ulike arter makroinvertebrater (bunndyr) beregnes indeksene NQI1, H', ES100 og ISI. Beskrivelsen av alle indeksene er gitt i Vedlegg A. Indeksene dekker til sammen hovedformålet med undersøkelsene; biodiversitet og følsomhet hos arter (Tabell 22). Grenseverdiene er foreløpig de samme for alle påvirkningstyper, regioner og vanntyper.

Etter at alle indeksverdiene er beregnet per. 0,1m² prøve (grabb), beregnes nEQR for hver enkelt prøve og indeks. Deretter beregnes gjennomsnittlig nEQR for samtlige prøver og indekser. Dette gir én sluttverdi for stasjonens nEQR, og tilstandsklassene er gitt av nEQR-verdien (se formel for beregning i Vedlegg A).

Tabell 22. Klassegrenser for marine makroinvertebrater i sediment. Middelveidien for indeksene NQI1, H', ES100, ISI brukes til klassifisering.

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Meget God	God	Moderat	Dårlig	Meget Dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0

5. Referert og annen litteratur

Bækken, T., Schneider, S., 2009. Utslipp av prosessvann fra Skjelbreia Vannverk til Hunnselva. Virkninger på vekstalger og makrobunndyr. Undersøkelser i 2008. NIVA. Rapport 1. nr OR-5816. 43 s.

Environmental Quality Standards Directive (2008/105). EU Commission 2008.

Green, N.W., Berge, J.A., Høgåsen, T., Schøyen, M., 2009. Vannforskriften – Forslag til marint stasjonsnett for basisovervåking av miljøgifter. Nordsjøen. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) Rapport TA 2565/2009. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) rapport nr. 5879-2009. 105 sider. ISBN 978-82-577-5614-7.

Hindar, A., Eriksen, T., Garmo, Ø., Kleiven, E., Kroglund, F. og Skancke, L.B. 2011. Kartlegging av økologisk tilstand i Moelva, Lillesand. NIVA-rapport 6073-2010. 44 s.

Håvardstun, J., Næs, K., Rognerud, S., 2010. Sammenstilling av tungmetallinnhold i resipientene til norske aluminiumsverk. NIVA-rapport 5907. 47 s. 978-82-577-5642-0.

Næs, K. 2006. Miljømål og tiltaksplan for Elkem AS Carbon Fiskaa knyttet til PAH-problematikken i Krisiansandsfjorden. NIVA-rapport 5139-2006. 17 s. ISBN 82-577-4852-8.

Næs, K., Allan, I., Oug, E., Nilsson, Hans Christer, Håvardstun, J., 2008a. Oppdatering av miljøstatus for Sunndalsfjorden i 2008. Vannmasser, sediment og organismer. NIVA-rapport 5941. 92 s. ISBN 978-82-577-5676-5.

Næs, K., Fjeld, E., Håvardstun, J., Allan, I., 2008b. Forurensingssituasjonen i Karmsundet i 2008 med vekt på påvirkning fra Hydro Aluminium Karmøy. Metaller, PAH og klorerte forbindelser i vannmasser, blåskjell, torsk, krabbe og sedimenter. NIVA-rapport 5881. 43 s. ISBN 978-82-577-5616-1.

Næs, K., Håvardstun, J., Oug, E., Allan, I., 2011. Overvåking av det nære sjøområdet til Elkem i Kristiansand i 2010. Undersøkelse av konsentrasjoner av metaller og PAH i vann, blåskjell og sedimenter samt sammensetningen av dyrelivet på bløtbunn. NIVA-rapport 6145. 35 s. ISBN 978-82-577-5880-6.

Næs, K., Allan, I., Håvardstun, J., 2012. Overvåking av det nære sjøområdet til Elkem i Kristiansand i 2011. Metaller og PAH i vann og blåskjell. NIVA-rapport 6373. 27 s. ISBN 978-82-577-6108-0.

Ranneklev, S., Fjeld, E., Allan, I., Solheim, A., 2009. Forslag til stasjonsnett for miljøgifter i ferskvann - basisovervåking. Proposed network of stations for surveillance monitoring of freshwaters under the EU Water Framework Directive. TA-2579, 64 s.

Ranneklev, S., Molvær, J., Tjomsland, T., 2010. Common implementation strategy - Guidance on setting mixing zones under the EQS-directive (2008/105/EC) - Vurdering av retningslinjens betydning for norske forhold. NIVA. TA-2724. 30 s.

Rustadbakken, A., Bækken, T., Kile, M., Haugen, T., 2011. Økologisk tilstand i Glomma nedenfor Sarpsfossen 2009-2010 - undersøkelser i forbindelse med Borregaards utslipp av organisk materiale. NIVA. Rapport 1. nr OR-6099. 30 s.

Ruus A., Green NW., Maage A., Skei J. (2006). PCB-containing paint and plaster caused extreme PCB-concentrations in biota from the Sjørfjord (Western Norway) - A case study. *Mar. Pollut. Bull.*, 52:100-103.

Ruus, A., Næs, K., Grung, M., Green, N., Bakke, T., Oug, E., Hylland, K., 2009. PAH-forurensning av sjøbunn. En oversikt over kunnskapsstatus. Klif rapport TA2583/2009. NIVA-rapport 5888-2009. 80 s. ISBN 978-82-577-5623-9.

Schøyen, M., Håvardstun, J., Øxnevad, S., Allan, I., 2012. Overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden i 2011. Undersøkelse av blåskjell, torsk og vann. NIVA-rapport 6364. 169 s. ISBN 978-82-577-6099-1.

Technical Guidance for Deriving Environmental Quality Standards. Guidance Document No. 27. Technical Report 2011/055. EU Commission 2011.

Water Framework Directive. 2000/60. EU Commission 2000.

Aanes, K., 2011. Avrenning fra gamle gruveområder på Romeriksåsene. NIVA. Rapport 1. nr OR-6348. 19 s.

Vedlegg A. Beskrivelse av indekser

Norwegian Quality Index, NQI1

Norwegian Quality Index, versjon 1 (NQI1) er internasjonalt interkalibrert i North East Atlantic Geographical Intercalibration Group (NEA GIG) fase 1 for vannforekomster langs Skagerrak og Nordsjøen og fase 2 for Skagerrak.

$$NQI1 = \left[0.5 * \left(\frac{(1 - AMBI)}{7} \right) + 0.5 * \left(\frac{\left[\frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right]}{2.7} \right) * \left(\frac{N_{tot}}{N_{tot} + 5} \right) \right]$$

(N = antall individer, S = antall arter)

$$AMBI = \sum_i^S \left[\frac{N_i * AMBI_i}{N_{tot}} \right]$$

Shannon diversitetsindeks, H'

$$H' = - \sum_i^S \left[\left(\frac{N_i}{N_{tot}} \right) * \log_2 \left(\frac{N_i}{N_{tot}} \right) \right]$$

(N_i antall individer av arten i , N_{tot} totalt antall individer, S = total antall arter)

(N_i antall individer av arten i , N_{tot} totalt antall individer, S = total antall arter)

Fagmiljøer har erfaring med at H' i noen områder ikke har godt samsvar med økologisk tilstand.

Hurlberts diversitetsindeks, ES_{100}

$$ES_{100} = \sum_i^S \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{100}}{\binom{N}{100}} \right]$$

(N_i antall individer av arten i , S = total antall arter)

forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og N_i individer av i -ende art.

Hulberts diversitetsindeks fungerer fint for prøver med over 100 individer per $0.1m^2$. Prøver med ulik abundans kan sammenliknes.

Indicator Species Index, ISI

$$ISI = \sum_i^S \left[\frac{ISI_i}{S} \right]$$

(ISI_i verdi for arten i , S = total antall arter)

Eksempel på beregning av nEQR basert på flere indekser.

Tabellen viser et eksempel fra kystovervåkningsstasjonen C16 i 1994, der det ble tatt fire grabbprøver. Etter at alle indeksverdiene er beregnet per. 0,1m² prøve (grabb), beregnes nEQR for hver enkelt prøve og indeks. Deretter beregnes gjennomsnittlig nEQR for samtlige prøver og indekser. Dette gir én sluttverdi for stasjonens nEQR, og tilstandsklassene er gitt av nEQR-verdien, i dette tilfellet 0,64.

STASJON	ÅR	GRABB	NQI1	H	ES100	ISI2012	Lokalitetens tilstandsklasse (= gjennomsnitt av indeksenenes nEQR)
C16	1994	G1	0,721	4,482	28,497	7,927	
C16	1994	G2	0,701	3,649	18,908	8,110	
C16	1994	G3	0,603	3,703	18,674	7,434	
C16	1994	G4	0,573	2,845	16,854	7,372	
Gjennomsnitt EQR			0,649	3,670	20,733	7,710	
Gjennomsnitt nEQR			0,621	0,674	0,644	0,620	0,640

Periphyton Index of Trophic Status, PIT

PIT-indeksen beregnes etter følgende formel:

$$PIT = \frac{\sum_{i=1}^n IV_i}{n}$$

IV_i = indikatorverdi av art som angir toleranse for eutrofi
 n = antall indikatorarter

Average Score per Taxon, ASPT

Dette er en toleranseindeks:

$$ASPT = \text{Sum toleranseverdier alle familier/antall familier}$$

Vedlegg B. Prioriterte kjemiske stoffer med grenseverdier

Nr.	Navn på substans	CAS- nr ⁽¹⁾	Årlig gj.snitt ⁽²⁾ for ferskvann ⁽³⁾	Årlig gj.snitt ⁽²⁾ for kystvann	Maks. verdi ⁽⁴⁾ for ferskvann ⁽³⁾	Maksimal verdi ⁽⁴⁾ for kystvann
(1)	Alaklor	15972-60-8	0,3	0,3	0,7	0,7
(2)	Antracen ^(A)	120-12-7	0,1	0,1	0,4	0,4
(3)	Atrazin	1912-24-9	0,6	0,6	2,0	2,0
(4)	Benzen	71-43-2	10	8	50	50
(5)	Bromerte difenyletere ^{(A)(5)}	32534-81-9	0,0005	0,0002	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
(6)	Kadmium og kadmium forbindelser ^{(A)(6)} (avhengig av vannets hardhet)	7440-43-9	≤ 0,08 (klasse 1) 0,08 (klasse 2) 0,09 (klasse 3) 0,15 (klasse 4) 0,25 (klasse 5)	0,2	≤ 0,45 (klasse 1) 0,45 (klasse 2) 0,6 (klasse 3) 0,9 (klasse 4) 1,5 (klasse 5)	≤ 0,45 (klasse 1) 0,45 (klasse 2) 0,6 (klasse 3) 0,9 (klasse 4) 1,5 (klasse 5)
(7)	Kortkjedete klorparafiner (C10-13) ^(A)	85535-84-8	0,4	0,4	1,4	1,4
(8)	Klorfenvinfos	470-90-6	0,1	0,1	0,3	0,3
(9)	Klorpyrifos	2921-88-2	0,03	0,03	0,1	0,1
(10)	1,2-Dikloretan	107-06-2	10	10	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
(11)	Diklorometan	75-09-2	20	20	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
(12)	Di(2-etylheksyl)ftalat (DEHP)	117-81-7	1,3	1,3	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
(13)	Diuron	330-54-1	0,2	0,2	1,8	1,8
(14)	Endosulfan ^(A)	115-29-7	0,005	0,0005	0,01	0,004
(15)	Fluoranten	206-44-0	0,1	0,1	1,0	1,0
(16)	Heksaklorbenzen ^(A)	118-74-1	0,01	0,01	0,05	0,05
(17)	Heksaklorbutadien ^(A)	87-68-3	0,1	0,1	0,6	0,6
(18)	Heksaklor-sykloheksan ^(A)	608-73-1	0,02	0,002	0,04	0,02
(19)	Isoproturon	34123-59-6	0,3	0,3	1,0	1,0
(20)	Bly og blyforbindelser	7439-92-1	7,2	7,2	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
(21)	Kvikksølv og kvikksølv forbindelser ^(A)	7439-97-6	0,05	0,05	0,07	0,07
(22)	Naftalen	91-20-3	2,4	1,2	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
(23)	Nikkel og nikkelforbindelser	7440-02-0	20	20	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
(24)	Nonylfenoler (4-nonylfenol) ^(A)	104-40-5	0,3	0,3	2,0	2,0
(25)	Oktylfenol 4-(1,1,3,3-tetrametylbutyl)fenol	140-66-9	0,1	0,01	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
(26)	Pentaklorbenzen ^(A)	608-93-5	0,007	0,0007	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
(27)	Pentaklorfenol	87-86-5	0,4	0,4	1,0	1,0

Tabell forts.

Nr.	Navn på substans	CAS- nr ⁽¹⁾	Årlig gj.snitt ⁽²⁾ for ferskvann ⁽³⁾	Årlig gj.snitt ⁽²⁾ for kystvann	Maks. verdi ⁽⁴⁾ for ferskvann ⁽³⁾	Maksimal verdi ⁽⁴⁾ for kystvann
(28)	Polyaromatiske hydrokarboner (PAH) ^{(A)(7)}	Ikke relevant	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,05	0,05	0,1	0,1
	Benzo(b)fluoranten	205-99-2	$\Sigma = 0,03$	$\Sigma = 0,03$	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
	Benzo(k)fluoranten	207-08-9				
	Benzo(g,h,i)perylene	191-24-2	$\Sigma = 0,002$	$\Sigma = 0,002$	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	193-39-5				
(29)	Simazin	122-34-9	1,0	1,0	4,0	4,0
(30)	Tributyltinn forbindelser (tributyltinn kation) ^(A)	36643-28-4	0,0002	0,0002	0,0015	0,0015
(31)	Triklorobenzener	12002-48-1	0,4	0,4	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
(32)	Triklormetan (Kloroform)	67-66-3	2,5	2,5	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
(33)	Trifluralin	1582-09-8	0,03	0,03	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt

1. CAS- Chemical Abstracts service

2. Den gjennomsnittlige årlige verdien. Hvis ikke annet er oppgitt svarer denne verdien til totalkonsentrasjonen av alle isomere.

3. Ferskvann innebefatter elver, innsjøer og sterkt modifiserte ferskvannsforkomster

4. Den maksimalt tillatte verdien. Der hvor denne verdien ikke er oppgitt er den gjennomsnittlige årlige verdien ansett til også å beskytte mot kortvarige utslipp av forbindelsen.

5. I gruppen av bromerte flammehemmere kalt polybromerte difenyletere inngår kongener med numrene 28, 47, 99, 100, 153 og 154.

6. For kadmium og kadmiumforbindelser er grenseverdiene avhengig av vannets hardhet. Grenseverdiene er derfor delt inn i fem klasser (klasse 1: < 40 mg CaCO₃/l, klasse 2: 40 to < 50 mg CaCO₃/l, klasse 3: 50 to < 100 mg CaCO₃/l, klasse 4: 100 to < 200 mg CaCO₃/l and klasse 5: ≥ 200 mg CaCO₃/l).

7. For Polyaromatiske hydrokarboner (PAH) skal grenseverdiene for benzo(a)pyren, summen av benzo(b)fluoranten og benzo(k)fluoranten og summen av benzo(g,h,i)perylene og indeno(1,2,3-cd)pyren overholdes.

A: Prioriterte farlige stoff

Klima- og forurensningsdirektoratet

Postboks 8100 Dep,
0032 Oslo
Besøksadresse: Strømsveien 96

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

Om Klima- og forurensningsdirektoratet

Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) er fra 2010 det nye navnet på Statens forurensningstilsyn. Vi er et direktorat under Miljøverndepartementet med 325 ansatte på Helsefyr i Oslo. Direktoratet arbeider for en forurensningsfri framtid. Vi iverksetter forurensningspolitikken og er veiviser, vokter og forvalter for et bedre miljø.

Våre hovedoppgaver er å:

- redusere klimagassutslippene
- redusere spredning av helse- og miljøfarlige stoffer
- oppnå en helhetlig og økosystembasert hav- og vannforvaltning
- øke gjenvinningen og redusere utslippene fra avfall
- redusere skadevirkningene av luftforurensning og støy

TA-2996 /2012