

Rapport

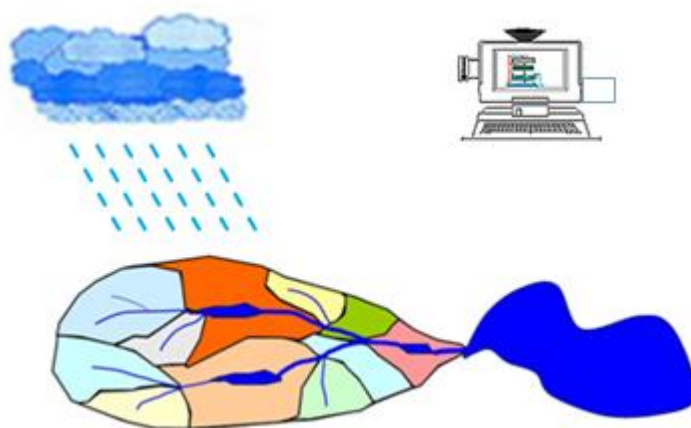
EUs Vanndirektiv og bruk av modeller

Vurdering av beregningsmodeller for vassdrag ved implementeringen av EUs Vanndirektiv

Forfatter(e)

Tor Haakon Bækken

Håkon Borch (BIOFORSK)

**CEDREN**

Centre for Environmental Design of Renewable Energy



SINTEF Energi AS

Postadresse:

Sem Sælands vei 11

7465 TRONDHEIM

Sentralbord: 73 59 72 00

Telefaks: 73 59 72 50

energy.research@sintef.no

www.sintef.no/energi

Foretaksregister:

NO 939 350 675 MVA

Rapport

EUs Vanndirektiv og bruk av modeller

Vurdering av beregningsmodeller for vassdrag ved implementeringen av EUs Vanndirektiv

VERSJON

1

DATO

2011-06-01

FORFATTER(E)

Tor Haakon Bakken

Håkon Borch (BIOFORSK)

OPPDRAAGSGIVER(E)

Direktoratet for Naturforvaltning

OPPDRAAGSGIVERS REF.

10040122

PROSJEKTNR

12X733

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

34 + Appendiks A.1-A.9

SAMMENDRAG

Denne rapporten har som mål å stimulere til økt bruk av beregningsmodeller ved implementeringen av EUs Vanndirektiv (EU VD). Dette er i kapittel 2 gjort ved å beskrive forvaltningssaker hvor modeller har underbygd beslutningsprosessen på en god måte. Det kan trekkes fram tiltaksarbeidet mot eutrofi i Morsø, hvor et sett med forskjellige modeller er anvendt både for å beregne tilførsler til vassdraget og for å analysere effekten i vannforekomstene. Videre kan nevnes TEOTIL som er benyttet med stort hell og gjennom mange år til å beregne nasjonale tilførsler av næringsstoff til havet. Rapporten identifiserer og vurderer egnetheten til et omfattende utvalg modeller med hensyn på EU VD sine krav til analyser (karakterisering, tilstandsklassifisering og tiltaksanalyse). Forfatterne anbefaler at 7 relativt enkle modeller (TEOTIL/JOVA-Nest, Vestfoldmodellen, WEBGIS øvlop, WEBGIS øvrenning / AGRICAT, FOSRES, Indikativ modell hydromorfologi og Norsk IHA-modell) tilrettelegges slik at forvaltning selv, eller i nær dialog med en modellør, kan begynne og utforske bruken av disse i den operative forvaltningen. For at dette skal lykkes pekes det på behov for tekniske utvikling, tilpasset dokumentasjon og utvikling av kurs. Det må også understrekes at økt bruk av modeller fortsatt vil kreve en stor innsats på innsamling av relevante data og at faglig skjønn ikke erstattes av modeller, men til sammen skaper et bedre beslutningsgrunnlag.

Vurderingene omkring modellenes egnethet er gitt av forfatterens subjektive skjønn og basert på hvordan forvaltningen av EU VD er organisert i Norge og naturgitte og klimatiske forhold modellene skal representere.

UTARBEIDET AV

Tor Haakon Bakken

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Atle Harby og Per Stålnacke (BIOFORSK)

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Magnus Korpås

SIGNATUR**RAPPORTNR**

TR A7105

ISBN

978-82-594-3485-2

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	3
1.1	Mål og rammer for prosjektet	3
1.2	Bidrag fra personer utenfor prosjektgruppa	4
2	Bruk av beregningsmodeller i vannforvaltningen.....	5
2.1	Hva menes med en modell?	5
2.2	Generelt om bruk av modeller	5
2.3	Eksempler på bruk av modeller	6
2.3.1	Forurensingsutfordringer i MORSA.....	8
2.3.2	Vestfoldmodellen - forurensningsregnskap	10
2.3.3	Tiltaksanalyse i Haldensvassdraget.....	10
2.3.4	Nasjonale tilførselsberegninger - TEOTIL.....	11
2.3.5	Eutrofi i Østersjøen.....	14
2.3.6	STRIVER-prosjektet og utslippsscenarioer	14
2.4	Modeller og vannforvaltning	15
2.5	Modeller og Vannforskriften	15
2.6	Alternativet til modellering.....	16
3	AKTUELLE MODELLER VED IMPLEMENTERINGEN AV EU VD.....	18
3.1	Organisering og karakterisering av de aktuelle modellene	18
3.2	Modeller og egenskaper presentert i vedlegg	19
3.3	Presentasjon av identifiserte modellkandidater	20
4	STRATEGI FOR Å FÅ MODELLENE I OPERATIV BRUK.....	26
4.1	Behov for utvikling, tilpasning, testing og dokumentasjon.....	26
4.2	Forholdet til Vann-Nett.....	27
4.3	Dokumentasjon av modeller/utvikling av kurs	28
4.4	Informasjon på Vannportalen	29
5	KONKLUSJON	30
6	REFERANSER	32
A.1	APPENDIKS TEOTIL	35
A.2	APPENDIKS WEBGIS avrenning (tidligere GIS avrenning).....	37
A.3	APPENDIKS WEBGIS avløp	39
A.4	APPENDIKS AGRICAT-P	41
A.5	APPENDIKS INCA N/P	43
A.6	APPENDIKS JOVA-Nest	45
A.7	APPENDIKS Den indikative hydromorfologiske modellen (svensk).....	47
A.8	APPENDIKS Norsk IHA.....	48
A.9	APPENDIKS Fosforindeksen	50

1 INNLEDNING

Arbeidet med gjennomføring av helhetlig vassdrags- og kystforvaltning etter Vannforskriften omfatter fra 2010 alle vannområder i Norge. Alle vesentlige belastninger skal gjenspeiles i det regionale forvaltningsplanarbeidet slik at alle nødvendige tiltak for å nå miljømålene blir synliggjort i det regionale tiltaksprogrammet som skal ferdigstilles i 2015 (Vannforskriften: Karakterisering og risikovurdering av vannforekomster, Veileder 01:2011; Forskrift om rammer for vannforvaltningen (vannforskriften)). Samtidig skal de allerede vedtatte forvaltningsplaner og tiltaksprogram for de først utvalgte vannområder (anslagsvis 20 % av Norge) gjennomføres.

Fram til våren 2013 skal det iht §15 gjennomføres en fullkarakterisering og analyse av alle vannforekomster. Alle vesentlige påvirkninger skal identifiseres, virkninger av disse skal analyseres med en påfølgende risikovurdering mhp. oppnåelse av miljømålene innen 2021. Gjennomføringen av vannforskriften skal være basert på kunnskap og helhetlig tilnærming til økosystemet. Dette medfører behov for så vel mer kartlegging og overvåking hvor også *modelleringsteknikker kan legges til grunn* for å oppnå tilstrekkelig kunnskapsgrunnlag (Vannforskriften: Karakterisering og risikovurdering av vannforekomster). Denne rapporten har hatt til hensikt å belyse nytten ved bruk av modellteknikker ved implementeringen av EU VD samt peke på konkrete modeller som kan anvendes operativt av forvaltere og beslutningstagere eller som oppdrag bestilt hos konsulenter eller forskningsinstitutt.

Dette utredningsprosjektet er primært blitt finansiert av Direktoratet for Naturforvaltning med Jo H. Halleraker som oppdragsgivers kontakt. Prosjektet er blitt tilleggsfinansiert gjennom prosjektet EnviPEAK som en del av forskningssenteret CEDREN (www.cedren.no). Rapporten er derfor trykket som en CEDREN-rapport.

1.1 Mål og rammer for prosjektet

Prosjektets hovedmål har vært å redegjøre for ”Hvilke modeller egner seg for analyse av påvirkninger, miljøvirkninger og tiltak i norske vassdrag?” Videre har følgende delmål vært definert:

1. Identifisere de mest relevante modellene til bruk som beslutningsstøtte for vannforvaltningen.
2. Øke bevisstheten i forvaltningen om nytten av modeller til gjennomføringen av EUs vanndirektiv.
3. Frambringe en oversikt og gi anbefalinger om bruk av modeller til forvaltningen.
4. Vurdere behov for nødvendig tilpasning av modeller til vanndirektivarbeidet, inkludert integrering i Vann-Nett

Det er fra oppdragsgivers side underveis i arbeidet blitt understreket viktigheten av delmål 2, og dette er derfor spesielt grundig behandlet i rapporten.

Prosjektgruppa har vært:

- Tor Haakon Bakken (SINTEF Energi AS – leder)
- Håkon Borch (BIOFORSK)
- Jo Halleraker (DN – oppdragsgivers kontakt)
- Hege Sangolt (DN)
- Jon Lasse Bratli (KLIF)
- Lars Stalsberg (NVE)

Bakken og Borch har vært utførende for arbeidet og forfattere av denne rapporten, mens de øvrige i hovedsak har vært diskusjonspartnere og rådgivere i prosjektet. Det bør imidlertid spesielt nevnes Jo H. Hallerakers bidrag til kapittel 2.4.

Det understrekes at prosjektgruppa ikke har noe mandat til å pålegge bruk av modelleringsverktøy generelt, følgelig ei heller spesifikke modeller, slik at funn i denne rapporten må kun betraktes som anbefalinger gitt av forfatterne og prosjektgruppa.

Prosjektet er blitt samordnet med tilsvarende prosjekt på kystmodeller som ledes av Lars Asplin ved Havforskningsinstituttet (HI) i Bergen.

1.2 Bidrag fra personer utenfor prosjektgruppa

Innledningsvis i prosjektet ble det utformet en forespørsel som skulle kartlegge hvilke modeller som er i bruk i vannfaglige modellmiljøer i Norge, dette for å få en status på dagens bruk av modeller. Denne forespørselen ble sendt ut bredt og skulle dekke alle relevante miljøer (forskere, konsulenter, forvaltere) her til lands. Følgende personer og institusjoner har respondert og bidratt substansielt til innholdet i denne rapporten:

- John Rune Selvik (NIVA)
- Per Stålnacke (BIOFORSK)
- Marianne Bechmann (BIOFORSK)
- Hans Olav Eggested (BIOFORSK)
- Atle Harby (SINTEF Energi)
- Lena Tøfte (SINTEF Energi)
- Øyvind Kaste (NIVA)
- Dick Wright (NIVA)
- Brian Glover (Multiconsult)
- Knut Alfredsen (Institutt for vann- og miljøteknikk, NTNU)
- Tomas Eidsmo (DHI)
- Kristin Magnussen (Sweco)

Det bør også framheves spesielt bidraget fra Mats E. Johansson (Länsstyrelsen Västerbotten, Umeå) i forbindelse med presentasjon av den ”svenske belastningsmodellen”. Det bør også nevnes at vi har vært i direkte kontakt med enkelte internasjonale modellmiljø som er involvert i EU VD i deres hjemland med den hensikt å forsøke identifisere andre interessante modeller utover de som allerede er kjente i Norge i dag.

2 Bruk av beregningsmodeller i vannforvaltningen

2.1 Hva menes med en modell?

En vanlig forståelse av begrepet beregningsmodell eller kun modell er ”en samling og syntese av vitenskapelig kunnskap om et system (for eksempel et vassdrag), som oftest implementert i form av programvare” (Harby et al, 2009). Sagt på en enda enklere måte er en modell ”kunnskap om et bestemt problem innpakket i et dataprogram”.

Det finnes en stor mengde slike kunnskapspakker som er utviklet for analyse av vannfaglige problemstillinger. Noen av disse er spesialutviklede for helt bestemte geografiske områder, mens andre er mer generelle i sin natur og kan anvendes i mange ulike nedbørfelt/vassdrag så sant de blir tilpasset med stedspecifikke data. Selv om det finnes flere såkalte integrerte beregningsmodeller som inkluderer en lang rekke fysiske, kjemiske og noen ganger biologiske prosesser, så er det ikke mulig, eller hensiktsmessig, å utvikle en modell som kan benyttes til å analysere alle vannrelaterte problemstillinger. Selv om det finnes såkalte ”integrerte pakker”, tilgjengelige som modellpakker fra kommersielle leverandører eller i forskningsmiljøene, så vil disse ikke inkludere alle tenkelige forvaltningsoppgaver i forbindelse med EU VD. Det behøves derfor et sett med modeller som dekker ulike aspekter av problemstillingene en har. For forvalterne vil dette settet med modeller være en ”verktøykasse” hvor en kan bruke ulike verktøy avhengig av problemstilling, lokale forhold og tilgjengelige ressurser.

En annen type modell enn de hydrologiske og limnologiske fagmodellene som har vært løftet frem er også beslutningsstøttemodeller for å støtte forvaltningen i spesielt komplekse forvaltningssaker, hvor det for eksempel har vært behov for å systematisere og avveie mange ulike interesser som i natur ikke er direkte sammenlignbare og dessuten vanskelig kvantifiserbart. Dette kan være verktøy som integrerer underliggende modeller og kunnskap. En slik tilnærming er brukt i forskningsprosjektet i Morsa (se detaljer i avsnitt 2.3.1), hvor bayesianske nettverk er blitt demonstrert for å identifisere hvilken usikkerhet som finnes i delanalyser. Usikkerheten kan systematiseres og aggregeres i nettverket slik at den totale usikkerhet ved en gitt beslutning er kvantifisert og dokumentert. Sagt på en annen og omvendt måte; sannsynlighet for at gitt beslutning gir ønsket effekt blir kvantifisert og dokumentert ved bruk av slike bayesianske nettverk (Barton et al., 2006). I denne forbindelse er det også verdt å nevne andre typer ”holistiske modeller” primært til bruk i regulerte vassdrag, som for eksempel ”Building Block Methodology” (BBM) (se Halleraker og Harby, 2006 for detaljer).

2.2 Generelt om bruk av modeller

Innen vannfaget er modeller benyttet i flere tiår til å utføre hydrologiske prognoser til bruk i for eksempel flomberegninger. Slike modellresultater blir brukt for planleggingsformål omkring sikkerhet ved bruk av ulike arealer langs vassdrag, og som korttidsprognoser av flom basert på værvarsel. Dette er annerkjente og svært viktige samfunnsmessige anvendelser av modeller. I forbindelse med flomberegninger er likeledes hydrauliske modeller, med inngangsdata fra de hydrologiske modellene veletablerte. Disse hydrauliske modellene beregner vannstander og transporttider gjennom vassdrag og er viktige for å anslå skadepotensialet ved ekstremhendelser.

Modeller kan også benyttes til å danne grunnlag for beslutninger innen forvaltningen av vannmiljøet. De kan simulere framtidig tilstand, effekter av inngrep og miljøforbedrende tiltak, samt på generelt grunnlag gi bedre innsikt i fysiske, kjemiske og biologiske systemer og prosesser. En modell vil også kunne være nyttig til å organisere, sammenfatte og analysere den kunnskapen som finnes om et system, og dermed generere ny innsikt. Det er en lang og god tradisjon for bruk av slike modeller innen FoU- og konsulentmiljøene, men forvaltningen har i mindre grad selv brukt beregningsmodeller som analyseverktøy i saker vedrørende vannmiljø. Grunnen til dette er nok todelt; dels har ikke forvaltningen hatt kompetanse og tid til å utvikle og vedlikeholde kompetanse på bruk av modeller, og dels er det noen ganger ønskelig at slike beregninger

gjøres av et eksternt fagmiljø som kan levere modellresultater som er ”state of the art”, og uavhengig i forhold til politiske prosesser og motiver. Modellresultatene får i en del sammenhenger dermed større forvaltningsmessig gjennomslagskraft.

En modell vil alltid representere en forenkling av virkeligheten enten fordi de iboende prosessene ikke er korrekt eller fullstendig beskrevet eller inngangsverdiene ikke beskriver historien eller nå-tilstanden dekkende/ tilfredsstillende. En modellsimulering vil derfor alltid ha usikkerheter. Selv om værvarselet ofte er til å stole på, i hvert fall for de aller nærmeste dagene, så er det alltid en mulighet for at morgendagens vær ikke varsles korrekt. Slik er det følgelig også med modeller som simulerer miljøtilstandene i innsjøer og elver. Videre må brukeren av modellen (modelløren) være trenet til å anvende modellen på korrekt måte slik at risikoen for feil bruk av modellen og feil tolkning av resultatene reduseres. Modelløren må derfor både ha tilstrekkelig kompetanse om den aktuelle modellen, fagområdet den dekker og det spesifikke området den skal settes opp for å sikre en vellykket modellstudie.

Oppsummert vil vi stikkordsmessig hevde at bruk av modeller har følgende styrker, hvis de er anvendt på en god måte:

- Etterprøvbare
- Systematiske
- Transparente (hvis modellbruken er tilfredsstillende dokumentert)
- Objektive

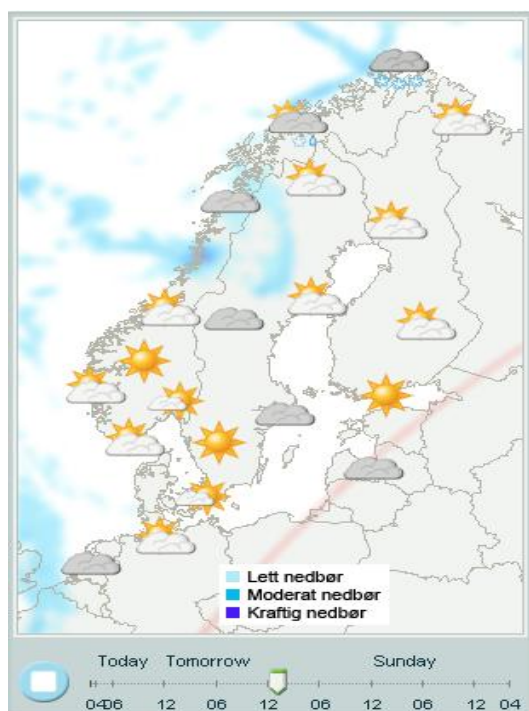
En modellering kan noen ganger påvirkes betydelig av valg av inngangsparametere, som i gitte situasjoner i stor grad fastsettes basert på erfaring. I slike tilfeller er det god modelleringsskikk at valgene diskuteres og begrunnes i teksten som følger resultatene.

Modeller og datamaskiner muliggjør i tillegg:

- Behandling av store datamengder
- Simulering av framtidig utvikling
- Simulering av inngrep og tiltak (”ting som ikke har skjedd”)

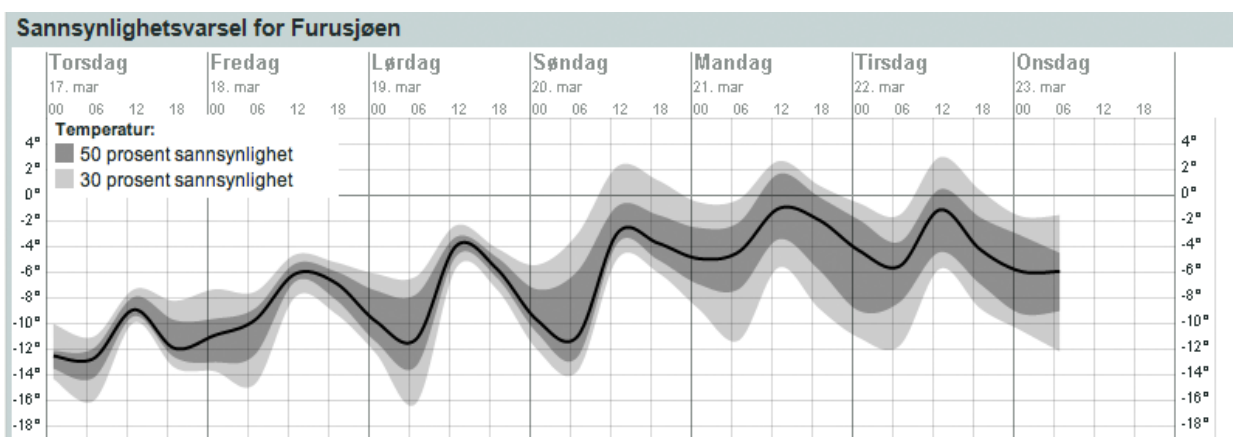
2.3 Eksempler på bruk av modeller

Innenfor andre områder av naturvitenskapen enn vannmiljøfaget er bruk av beregningsmodeller meget godt innarbeidet og selvfølgelig. Det er vanskelig å tenke seg hvordan værmeldinger ville kunne genereres uten svært avansert bruk av beregningsmodeller, se for eks <http://www.yr.no>. Værvarselet genereres/utvikles ved hjelp av et sett med forskjellige modeller, avhengig av for eksempel hvor lang tid framover det skal varsles, og styres av data og beregninger fra internasjonale modeller som dekker langt større områder enn Norge.



Figur 2.1. Eksempel på værvarsel for hele landet (fra www.yr.no, mars 2011).

Det er også klart og akseptert at modeller er befengt med usikkerheter og jo lenger unna nå-tilstanden modellen styres til å simulere jo større blir som regel usikkerhetene (jfr. Værvarsel for morgendagen versus 10-dagers varsel). Tilsvarende er det også for nedbørfelt- og vassdragsmodeller, jo lenger unna det vi har data for, jo større vil usikkerheten vanligvis bli.



Figur 2.2. Sannsynlighetsvarsel for Furu-sjøen i Oppland for en vilkårlig valgt periode. De grå feltene samlet viser hvilke mulige utviklinger i vær som er overveiende sannsynlig. Det er 50 % sannsynlighet for temperaturer innenfor det mørke grå feltet og 80 % sannsynlighet for at temperaturen faller innenfor det mørke eller lyse grå feltet. Det er altså 20 % sannsynlighet for at framtidig temperatur ligger utenfor det grå båndet. Jo bredere disse feltene er, desto mer usikkert er varselet (fra www.yr.no, mars 2011).

Det er også opplagt at det er mange forhold det vil være nærmest umulig å si noe om uten bruk av store og omfattende beregningsmodeller. Et eksempel på dette er framtidige klimascenarier utviklet av IPCC (IPCC, 2007) hvor flere modeller som beregner framtidig utvikling av temperatur og andre meteorologiske variable, er satt opp og anvendt parallelt. Flere ulike modeller som i utgangspunktet skal beregne det samme er anvendt samtidig og med samme inngangsdata og danner etter sammenstilling grunnlaget for prediksjonen om framtidig klima og nødvendige kutt i utslipp av drivhusgasser for å nå klimamålene.

Både nasjonalt (for eksempel Bakken et al., 2002, Bakken et al., 2004b, Barton et al., 2004 og Bakken et al., 2008a) og internasjonalt (for eksempel Acreman et al., 2009, Wasson et al., 2003, Rekolainen et al., 2004, Dørge & Windolf, 2003) er det utført mange studier vedrørende IKT-/modellbehov ved implementeringen av EU VD, hvorav enkelte vurderer en eller flere konkrete modeller mens andre vurderer behovene uavhengig av bestemte verktøy. En av de mer utfyllende studiene er i så måte den nylig utgitte bokserie som kom ut av et knippe EU-finansierte prosjekter (IWA Publishing, 2010), som dokumenterer en rekke modellanvendelser i forbindelse med EU VD i flere europeiske land.

I det etterfølgende er det beskrevet enkelte konkrete modellanvendelser hvor disse har vært benyttet som forvaltningsstøtte i vannmiljøsaker som ligner på saker som vil komme opp i forbindelse med EU VD.

2.3.1 Forurensingsutfordringer i MORSA

I 1999 startet Morsaprojektet opp som et frivillig vassdragssamarbeid mellom kommuner, fylkesmyndigheter og andre berørte aktører, og ble senere et pilotprosjekt for vannrammedirektivarbeidet. Prosjektet var tidlig ute med å gjennomføre tilstandsvurdering, karakterisering, typifisering og utarbeide tiltaksplaner. Vannområdeutvalget Morsa har vektlagt en bred forankring hos alle berørte parter, og har involvert mange fagmiljøer. Prosjektet har gitt en bred erfaring med bruk av mange modeller og noen av disse er oppsummert i det følgende (Helga Gunnarsdottir, leder av Morsa-prosjektet, personlig meddelelse). Den første tiltaksplanen ble utarbeidet i 2001 og involverte bruk av følgende modeller;

- **GIS avrenning** – en enkel modell som illustrerer effekten av ulik drift på landbruksarealer med forskjellig erosjonsrisiko (jordtap til vann) (Turtumøygard and Grønlund, 2001). Modellen aggregerer arealer i ulike klasser og har derfor noe begrenset mulighet for å simulere detaljerte scenarioer. Den beregner ikke samspillseffekter av flere samtidige tiltak. Siden modellen er utviklet på GIS-plattform er det enkelte å produsere brukervennlige kartpresentasjoner med resultater.
- **GIS i avløp** – en modell som fokuserer kun på spredte avløpsanlegg, og modellen har vært en suksess i arbeidet i Morsa (Kraft and Turtumøygard, 1997). Kommunene bestemte seg tidlig for å bruke det samme verktøyet, og dette ble et godt verktøy i arbeidet med opprydding i spredt avløp. Resultatene kan presenteres som diagrammer og i rapportformat og kan kobles mot sakshandlerverktøy.
- **Fosforrespons-innsjømodellering** (Vollenveider metodikk) (Larsen and Mercier, 1976; Berge, 1987). Dette er enkle modeller, men med relativt gode estimater på tilførte mengder fosfor gitt at innsjøen ikke er for kompleks i form. Modellene er enkle å forstå og det er enkelt å formidle resultatene på en pedagogisk måte.

Senere ble Morsa nedbørfeltet brukt i flere forskningsprosjekt som hadde som målsetning å få testet ut ulike modeller (deriblant EUROHARP, <http://www.iis.niva.no/php/euroharp/index.htm>). Ulike modeller ble operert av flere forskningsinstitutter med datasett fra Morsa nedbørfelt. Modellene inkluderte;

- NL-CAT (ALTERRA Nederland),
- REALTA (KMM Irland),
- N-LES (NERI Danmark),
- MONERIS (FV-IGB Tyskland),
- TRK (SOIL-N/HBV) (SLU, SMHI Sverige),
- SWAT (IRSA Italia),
- EVENFLOW (ADAS Storbritania)
- Nopolu (IFEN Frankrike)
- Source Apportionment (NERI Danmark)

Dette prosjektet ble for Morsa-arbeidet ikke like vellykket da det var for lite involvering av forvaltningen, og modelleringen ble utført som forskningsinterne studier med fokus på overføringsverdi til europeisk

forvaltningsperspektiv (for eksempel innenfor OSPAR-arbeidet). Resultatene ble i for liten grad formidlet med tanke på anvendelse (pers.med H. Gunnarsdottir). Studiet viste forøvrig at resultatene kan variere ganske kraftig avhengig av hvilken modell som anvendes. En annen iakttakelse fra prosjektet var at det er vanskelig å få tillit til resultater ”når modelleringen er gjort på et kontor langt borte uten at modelløren har noe som helst lokalkunnskap og direkte innsikt i datagrunnlaget (pers.med H. Gunnarsdottir).

I forbindelse med EU-prosjektet ”BMW - Benchmark models for the EU WFD” (<http://www.environment.fi/default.asp?contentid=379606&lan=EN#a0>; Bakken og Saloranta, 2004) og senere overvåkingsprogrammene ble modellen MyLake utviklet og benyttet. Modellen er mer komplisert enn de aller enkleste fosfor-responsmodellene og formidlingsaspektet kan være en utfordring for sluttbrukere. Den gir mye mer presis informasjon enn Vollenveidermodellene og MyLake alle de viktigste innsjøprosesser er representert samtidig som kravet til inngangsdata er relativt nøkternt. Utbyttet for Vannområdeutvalget i Morsa har vært bra ved bruk av denne modellen og modellen har vist seg mer egnet til bruk i en så kompleks innsjø som Vansjø enn de aller enkleste modellene. MyLake er heller ikke en kostbar modell å kjøre, gitt begrenset ressursbehov for å sette den opp og ingen lisensavgift. Resultatene oppleves som svært relevante og kan brukes i vannområdearbeidet. Modellen bør kun brukes av personer med stor limnologisk kompetanse. Framtiden til MyLake er imidlertid uavklart da nøkkelpersoner i utvikling og bruk av modellen ikke lenger jobber i NIVA.

I 2007 ble tiltaksgjennomføringen evaluert og samme metodikk som tiltaksanalysen 2001 ble brukt. En hadde da fått inn resultater bl.a. fra vassdragsovervåkingen som sterkt indikerte at landbruksavrenningen som var modellert i GIS avrenning var underestimert. På denne bakgrunn ble det i 2009-2010 utarbeidet en oppdaterte tiltaksplan hvor AGRICAT ble brukt på fosfor-landbruksavrenningen (Borch *et al.*, 2010a). Det ble oppfattet som en forbedring fra GIS avrenning, bl.a. fordi den kan simulere mange scenarioer, noe som har vist seg svært nyttig for å få fram hvor stor effekt de forskjellige tiltakene ville gi. Dette er interessant med tanke på utforming av regionalt miljøprogram for landbruket. AGRICAT inkluderer også en forbedret modell for effekten av fosfor i jord (P-AL), noe som er viktig for å få større fokus på redusert fosforgjødsling, jfr. arbeidet med Vestre Vansjø. Det er også påpekt nytten av at modellen skiller mellom overflateavrenning og grøfteavrenning. Videre har det i arbeidet med Morsa vist seg viktig at en også beregner biotilgjengelighet av fosfortilførsler innen de ulike sektorene.

Det bør også nevnes anvendelsen av den 2-dimensjonale modellen CE-QUAL-W2 i Vansjø (Tjomsland og Rohrlack, 2008), hvor det bel blant annet modellert mulige effekten av endrete reguleringsregimer. Endringer i reguleringsregime ble også prøvd i praksis flere år. Modellene antydte at det nok var vanskelig å få noen tydelige effekter av endret reguleringsregime. Det kom også ut data som antydte at det måtte være ukjente tilførsler til Vanemfjorden, noe som også senere ble påvist gjennom overvåking av småbekkene i området (John Rune Selvik, pers. med). Arbeidet var finansiert av Norges Forskningsråd (SIP-prosjekt) og fra Interreg (Nolimp-prosjektet).

Helga Gunnarsdottir trekker også frem den erfaringen at man ved begynnelsen av tiltaksarbeidet ofte kan bruke enkle tilnærminger. Etter hvert som arbeidet skrider frem kan en gradvis raffinering av modellarbeidet introduseres. Særlig når man kommer fram til stadiet hvor prioritering av tiltak basert på kostnadseffektivitet er viktig, er det særs viktig at brukerne har tillit til modellresultatene. Det er også en erfaring at modellene i seg selv gjerne kan være komplekse og vanskelige, men formidlingen av resultatene må være pedagogisk og god.

I 2009 startet et forskningsprosjekt hvor SWAT skal settes opp på nytt i Morsa. Denne modellen er komplisert å operere og ressurskrevende (i antall timesverk) å sette opp på et detaljert nivå for et nedbørfelt. I forskningsmiljøer som har arbeidet en del med denne modellen regnes SWAT som meget god, men SWAT kan bli for kostbar for kjøring av vannområdeutvalg uten at det er forskningsfinansiert.

2.3.2 Vestfoldmodellen - forurensningsregnskap

Fylkesmannen i Vestfold har sammen med Leif Simonsen i Ask rådgivning (nå Norconsult) laget en regnearkoppstilling for å beregne tilførsler til et vassdrag (Simonsen and Bendixby, 2009). Forurensningsregnskapet (fosfor og nitrogen) tar for seg ulike kilder som;

- naturlig arealavrenning i fra utmark
- atmosfæriske avsetninger på innsjøer
- arealavrenning fra jordbruksmark (basert på Bioforsks WEBGIS avrenning eller AGRICAT)
- punkt- og linjeerosjon på jordbruksmark
- avrenning høstspredt bløtgjødsel
- lekkasje fra gjødsellager
- avrenning fra utegående husdyr
- avfallsdeponier
- overvann fra tette flater
- lekkasje fra avløpsnett
- overløp fra avløpsnett
- kommunale renseanlegg
- avløp fra spredt bebyggelse og hytter

Bakgrunnen for utviklingen av regnearket var at Fylkesmannen i Vestfold i 2010 ønsket å utarbeide et nytt forurensningsregnskap for Vestfold og vassdragene. Dette er ikke en dynamisk modell, men en faktorbasert summasjonsmetode for å finne frem til årstap av fosfor, biotilgjengelig fosfor og nitrogen tilført vassdragene og/eller kystfarvann.

For en del inngangsverdier må det gjøres forutgående beregninger bl.a. i GIS verktøy for å komme frem til inngangsverdiene. Metoden er ment å skulle i størst mulig grad basere seg på offentlige registerdata og i minst mulig grad basere seg på innhenting av detaljinformasjon fra den enkelte kommune. Metoden egner seg derfor for å beregne tilførsler i en større skala, men en kan ved å gå inn med mer detaljerte data også bruke den til å beregne tilførsler på mer detaljerte nivåer. Metodedokumentet beskriver hvordan selve regnskapet ser ut, og går gjennom valg av koeffisienter og hvilke poster/kilder som er tatt med (Simonsen and Bendixby, 2009). Metoden tar inn de fleste faktorer som er antatt viktige, men regnearket har en rekke grove forenklinger, for eksempel retensjon i innsjøer hvor det bare gjettes på en prosentsats uten at det er basert på innsjøenes hydromorfologi.

Vestfoldmodellen egner seg for å etablere et grovt oversiktsregnskap for næringsstofftilførsler (spesielt fosfor), og for å peke på hvilke sektorer som har mest å bidra med, med tanke på reduksjon av tilførsler. Vestfoldmodellen er lite egnet til å simulere scenarioer av tiltak og klimaendringer. Jordbruksdelen er basert på beregninger i Bioforsk-modeller hvor for eksempel AGRICAT-modellen kan bidra med detaljerte tiltakseffekter for ulike jordbruksdrift og samspilleffekter av ulike tiltak.

Regnearket sammen med metoderapporten hvor inngangsverdiene er diskutert og forklart, kan brukes uten store modelleringskunnskaper og kan være et godt egnet verktøy for saksbehandlere som arbeider med vannområdene og vannregionene.

2.3.3 Tiltaksanalyse i Haldenvassdraget

Haldenvassdraget har hatt et slags vannområdeutvalg bestående av interessegrupper og kommuner lenge før arbeidet med EU VD startet i Norge. I 2004 ble det utarbeidet en forenklet tiltaksanalyse for Haldenvassdraget (Bækken *et al.*, 2004). Her ble GIS avløp / GIS avrenning og FOSRES (Berge, 1987) brukt for å gjøre beregninger av tilførsler og retensjon nedover i vassdraget. I dette vassdraget bestemte en, etter denne analysen, å bruke modellen GIS i avløp som en felles standard i alle kommunene i arbeidet med å

rydde opp i spredt avløp. Av vannområdeutvalgets leder Finn Grimsrud betegnes dette som en suksess da en har en felles standard for arbeidet med oppgradering av spredt avløp, og en kan enkelt rapportere effektene av det arbeidet som gjøres (Finn Grimsrud, personlig meddelelse).

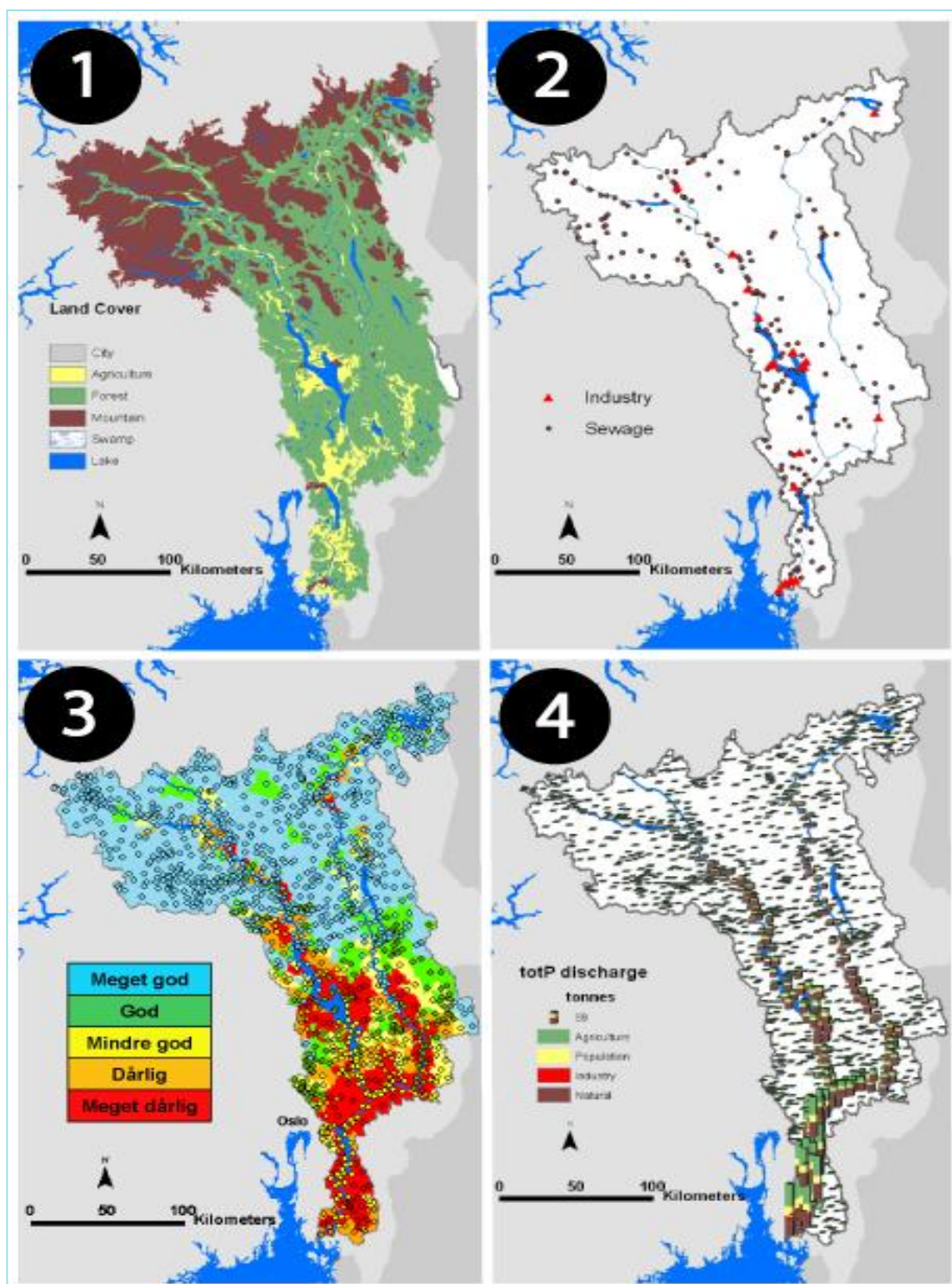
Haldenvassdraget er preget av en rekke store sjøer som ligger nedover i vassdraget med en betydelig retensjonseffekt. I modelleringsarbeidet av tilførsler i slike vassdrag må en bruke gode hydromorfologisk data for å kunne beregne retensjonen nedover i vassdraget for å få modellene til å stemme med hva overvåkingen viser.

Tiltaksplanen fra 2004 (en forenklet plan) ble fulgt opp med en ny tiltaksanalyse for Haldenvassdraget i 2008 (Borch and Turtumøygard, 2008) hvor en ønsket å gå nærmere inn på mulighetene for tiltak og endringer i jordbruksdriften. Her ble det utført omfattende scenario-studier for å se hva en kunne gjøre med jordbruksdriften for å redusere tilførslene. Haldenvassdraget er ganske spesielt ved at det har de største belastningene i oppstrøms enden (i Akershus), og så blir vassdraget renere og renere nedover i Østfold. Dette har gitt egne utfordringer i å få samkjørt regionale miljøprogram (RMP) på tvers av fylker, og særskilte diskusjoner om hvor store tiltak som skal gjøres hvor. I følge Finn Grimsrud er erfaringene svært gode med å bruke modellen AGRICAT for å få frem ulike alternative strategier for hvordan måloppnåelsen skal skje. Ved å kjøre en rekke ulike scenarioer fikk de tall på bordet som ga grunnlag for diskusjoner og videre bidro til å utforme de regionale miljøprogrammene i begge fylkene. Det har imidlertid i etterkant vært en diskusjon om modellen overvurderer effekten av redusert jordarbeiding på de minst erosjonsutsatte jordtypene basert på at det i andre nordiske land ikke er målt sikre effekter av fosforreduksjon på slike arealer. I Haldenvassdraget utgjør erosjonsrisikoklasse 1 og 2 $\approx 87\%$ av jordbruksarealet, og tiltak på disse arealene har stor betydning. Det blir derfor gjort nye vurderinger våren 2011 hvor man prøver å trekke inn et større datagrunnlag i modellen.

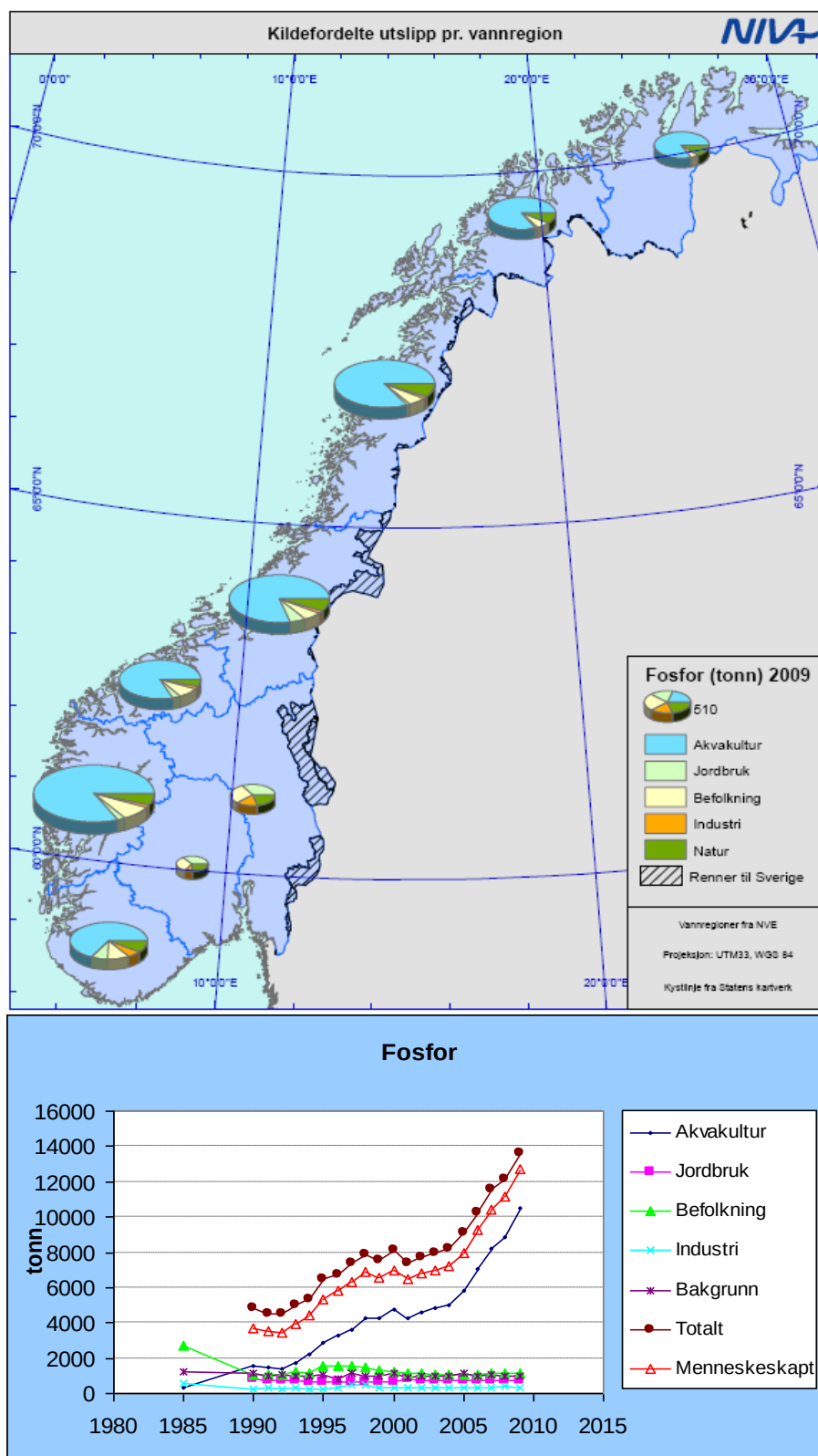
I deler av Haldenvassdraget er store arealer flomutsatte. Vannområdet for Haldenvassdraget fikk derfor NVE til å kjøre en hydrologisk flommodell for vassdraget med den hensikt å utvikle flomsonekart noe som har vært et nyttig bidrag til miljøarbeidet i vassdraget.

2.3.4 Nasjonale tilførselsberegninger - TEOTIL

TEOTIL er i 20 år benyttet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking hvor modellen beregner og presenterer årlige tilførsler av næringsstoff til havet, på oppdrag for KLIF. Modellen kan da opereres på Regime-enheter, vassdragsområder eller vannregioner som geografiske grunnenheter, og man kan disse enhetene aggregere data opp til ønsket nivå (se for eksempel Selvik et al., 2007). Modellen anvendes også innenfor det statlige programmet for elvetilførsler, hvor også tilførsler av metaller beregnes (Skarbøvik et al., 2008).



Figur 2.3. Figuren viser steg i prosessen for vassdragsområdet Glomma. Punktkilder (1) og diffuse kilder (arealavrenning og atmosfærisk deposisjon) (2) kombineres og resulterer i teoretisk forurensningstilstand (3) og akkumulerte kildefordelte tilførsler i ulike deler av nedbørfeltet (4). Fargen på prikkene i bilde 3 illustrerer teoretisk tilstand i elvevannet, mens fargen på arealene illustrerer hva de lokale tilførslene skulle resultere i. Upåvirket vann fra arealer lenger opp i vassdraget gir god kvalitet lenger nedover i vassdraget selv om de lokale tilførslene øker.



Figur 2.4. Utslipp av fosfor fra ulike kilder beregnes vha. TEOTIL for vannregionene hvert år på oppdrag for KLIF. Siden tilførsler til kyst er inkludert i figuren dominerer akvakultur som P-kilde.

2.3.5 Eutrofi i Østersjøen

Et annet eksempel på vellykket bruk av modeller i vannforvaltningen finner en i arbeidet med å bedre vannkvaliteten i Østersjøen. Innenfor HELCOM er det i 2007 blitt godkjent en ny handlingsplan for Østersjøen (Baltic Sea Action Plan, BSAP; http://www.helcom.fi/BSAP/en_GB/intro/) som erstatning for den gamle som definerte en total reduksjon av næringsstofftilførslene til havet på 50 %. Den nye handlingsplanen i 2007 inneholder mange konkrete tiltak og nasjonale program for å redusere belastningen av nitrogen og fosfor til havet. Utslippsreduksjonene er basert på en rekke vitenskapelige modeller som er samlet i ett brukervennlig system MARE NEST (<http://nest.su.se/nest/>). Det benyttes enkle indikatorer som for eksempel siktedyp for å finne ut optimal fordeling av utslippsreduksjonene i forhold til havbasseng og land (se tabellene nedenfor). Disse modellresultatene ble altså inkorporert i HELCOMs nye handlingsplan BSAP.

Tabell 2.1. Tabellen angir utslipp og foreslåtte reduksjoner til Østersjøen som angitt i HELCOMs nye handlingsplan BSAP og fordelt på region av sjøen og pr land.

Sub-region	Maximum allowable nutrient input (tonnes)		Inputs in 1997-2003 (normalised by hydrological factors)		Needed reductions	
	Phosphorus	Nitrogen	Phosphorus	Nitrogen	Phosphorus	Nitrogen
Bothnian Bay	2,580	51,440	2,580	51,440	0	0
Bothnian Sea	2,460	56,790	2,460	56,790	0	0
Gulf of Finland	4,860	106,680	6,860	112,680	2,000	6,000
Baltic Proper	6,750	233,250	19,250	327,260	12,500	94,000
Gulf of Riga	1,430	78,400	2,180	78,400	750	0
Danish straits	1,410	30,890	1,410	45,890	0	15,000
Kattegat	1,570	44,260	1,570	64,260	0	20,000
Total	21,060	601,720	36,310	736,720	15,250	135,000

Country	Phosphorus (tonnes)	Nitrogen (tonnes)
Denmark	16	17,210
Estonia	220	900
Finland	150	1,200
Germany	240	5,620
Latvia	300	2,560
Lithuania	880	11,750
Poland	8,760	62,400
Russia	2,500	6,970
Sweden	290	20,780
Transboundary Common pool	1,660	3,780

2.3.6 STRIVER-prosjektet og utslippsscenarioer

I det forskningsfinansierte prosjektet STRIVER (www.striver.no) ble næringsstoffmodeller brukt til å demonstrere effekten av forskjellige utslipp scenarioer. I Norge ble Hunnselva på Toten valgt som demonstrasjonsområde da nedslagsfelt er definert som vannområde i den første planfasen av implementeringen av VD i Norge. I STRIVER ble SWAT og TEOTIL brukt til å visualisere effekten av ulike scenarioer for utslippsreduksjoner. Dette arbeidet ble utviklet og gjennomført for Arbeidsutvalget for Vannområde Hunnselva, og resultatene fra modellkjøringene ble inkludert i tiltaksanalysen. Et lignende

opplegg ble også brukt i elven Tungabhadra i India. Begge prosjektene var vellykkede i den forstand at de viste at modeller kan være en fin plattform og samarbeidsarena mellom forskere og vannforvaltningen.

2.4 Modeller og vannforvaltning

En rekke lover er sentrale og regulerer miljøforhold og således forvaltningen av vassdrag i dag hvor de viktigste lovene:

- Vannforskriften
- Naturmangfoldloven
- Plan og bygningsloven
- Forurensingsloven
- Vannressursloven
- Akvakulturloven
- Lakse- og innlandsfiskeloven

I moderne vann- og miljøforvaltning vektlegges ”kunnskapsbasert forvaltning”. Dette er bl.a. tydeliggjort i Naturmangfoldloven (NML) fra 2009. I §8 omhandles kunnskapsgrunnlaget slik at ”offentlige beslutninger som berører naturmangfoldet skal så langt det er mulig bygge på vitenskapelig kunnskap (...), samt effekten av påvirkninger (...) og skal stå i rimelig forhold til sakens karakter og risiko for skade på naturmangfoldet.” Videre i §12 omhandles bruk av miljøforsvarlige teknikker og driftsmetoder. Vi er kjent med at det fra andre land har etablert seg en praksis med at prediktive modeller forutsettes som kunnskapsgrunnlag for å tilpasse avbøtende tiltak og omfang av nye inngrep i vassdrag der utryddingstruede arter kan bli berørt, eksempelvis med hjemmel i ”Endangered Species Act” i USA.

Det tar ofte tid før de praktiske konsekvenser av nye lover som NML er klare. Samtidig kan endringer i lovgrunnlaget innebære et skifte i forvaltningspraksis hvor det kan oppstå muligheter for introduksjon av nye metoder/teknikker for eksempel i analyser hvor konsekvensen av inngrep og tiltak antas store. Eksempler på dette kan være vanskelige forvaltningssaker i forbindelse med utslippssøknaden til Nordic Mining i Engebø/Naustdal kommune og utredninger omkring risiko for oljeutslipp i Lofoten/Vesterålen/Senja.

2.5 Modeller og Vannforskriften

I dette prosjektet fokuseres det på forvaltningsoppgaver som definert i Vannforskriften og hvordan modeller kan støtte dette arbeidet. I Vannforskriftens vedlegg II er modelleringsteknikker eksplisitt nevnt som aktuell metode ved vurdering av miljøvirkninger. Vannforskriften skisserer en rekke forvaltningsoppgaver hvor modeller trolig kan ha en særskilt nytte og således støtte gjennomføringen. I det følgende er oppgavene skissemessig beskrevet der de aktiviteter hvor modellering synes mest aktuelt er beskrevet i *kursiv*:

Karakterisering (iht §15 og vedlegg II)

- Fastsette rett vanntype
- *Avgrense omfang av påvirkning*
- *Hvor mye belastning forårsaker ulike påvirkninger?*
- *Hensiktsmessig inndeling av vannforekomster*

Analyse av utviklingstrekk i miljøtilstanden og risikovurdering (iht §12 og §15)

- Er det risiko for ikke å nå miljømålene?
- *Nye inngrep eller endret menneskelig aktivitet; hvilke miljøvirkninger forventes og hvordan best avbøte disse?*

- Hvordan avgrense virkninger av klimaendringer?
- Hva er forventet forbedring av iverksatte tiltak?

Klassifisering av miljøtilstand (jmf vedlegg V)

- Hva er naturtilstanden i den aktuelle vannforekomst/vanntypen?
- Modellering av dose/respons-sammenhenger i vannforekomster uten biologiske data
- Analyse av den romlige gyldigheten til overvåkingsdata ("over hvor store områder er overvåkings/undersøkelser gyldige")
- Hvor langt og hvor mye sprer en påvirkning seg, og i hvilken grad trengs nye tiltak?
- Vurdere miljøtilstand basert på sammenlignbar vannforekomst

Tiltaksanalyse og utarbeidelse av forvaltningsplan (ihht § 25-26 og vedlegg VI og VII)

- Hvilke tiltak trengs for å nå miljømålene?
- Hvilke kombinasjoner av tiltak er mest kostnadseffektive?
- Hva er den mulige framtidige miljøtilstanden?
- Hva er et realistisk miljømål for en Sterkt Modifisert Vannforekomst (SMVF) og den økologiske effekten av den optimale kombinasjonen av realistiske tiltak
- Hva er forventet effekt og kostnader av kombinasjoner av tiltak (samfunnsøkonom inkludert kostnads- og nyttevurderinger, unntak, tidsutsettelse m.v.)?

Øvrig vannforvaltning

- Sammenheng vannmiljø - øvrig naturmangfold, landskap, brukermål m.v.

Det må imidlertid understrekes at bruk av modeller alltid må kombineres med bruk av faglig skjønn.

2.6 Alternativet til modellering

Forvaltning av vann og vassdrag foregår i dag med en relativt liten grad av bruk av numeriske modeller som analyseverktøy. De mest anvendte metodene for å frambringe informasjon og kunnskap om nedbørfelt og vassdragsmiljøet er kort beskrevet under med de fordeler og ulemper disse metodene har.

1. Måling/observasjon/overvåking

- Kan være en sikker og robust metode og i enkelte tilfeller eneste alternativ
- Kan være vanskelig å finne representativt tidspunkt og lokalitet (vil avhenge av formålet og hva som måles)
- Er som regel kun et øyeblikksbilde av tilstanden på valgte lokalitet (om vi ikke benytter en måleteknikk som integrerer tilstand over tid, og hvor biologisk prøvetaking kan være dette)
- Måling kan være dyrt da det ofte involverer utstrakt tidsforbruk av målepersonell eller bruk av dyre instrumenter/målemetoder
- Målinger er også beheftet med usikkerhet¹

2. Sammenligning med andre "lignende" vassdrag (referanse)

¹Innsjøer er (mhp. fosforkjemi) mer stabile systemer, hvor en med et begrenset antall målinger (min. 6 målinger i vekstsesongen), har kommet ned på en akseptabel måleusikkerhet så en kan utforme en tiltaksplan. Elver derimot har betydelig høyere måleusikkerhet med en meget stor variabilitet for samme paramter. Et måleprogram på elver og bekker bør derfor ikke startes uten en skikkelig diskusjon med fagfolk for å sikre at midlene ikke blir brukt på å samle data som ikke har noen verdi.

- Kan være en billig metode å få informasjon om vassdragets tilstand hvis disse dataene finnes enkelt tilgjengelig
- Innebærer at eksisterende data/informasjon benyttes på nytt og kan bidra til å ivareta erfaringer
- Vassdrag er sjelden helt like, da det kan være forskjeller i hydrologi, biologi, inngrep eller tiltak
- Selv om de var "like" i urørt tilstand er det ikke sikkert menneskelige inngrep (forbygninger, dammer, terskler, etc.) virker likt i de ulike vassdrag
- Involverer en grad av subjektivitet da vurdering av representativitet avhenger av hvem som vurderer

3. Ekspert-vurdering

- En mye brukt metode i mange forvaltningssaker
- Krever tilgang på dyktige fagfolk
- Subjektivt, avhengig av hvem som vurderer
- Det er vanskelig å gjette på effekten av mange inngrep/tiltak (kompleksitet) og modeller kan systematisere sett med ulike alternativer/scenarier

Det må til slutt understrekes at det ikke er noe enten eller mellom disse forskjellige tilnærmingene og det vil i de fleste tilfeller være en kombinasjon av måling (eller innhenting av eksisterende data), modellering, sammenligning med andre studier og ekspertvurderinger som er mest fornuftig å benytte.

Overvåkingsdata og ekspertvurderinger er ofte også en forutsetning for å bruke modeller. Modellkjøringer trenger oftest kalibrering og validering hvor en kan være helt avhengig av gode overvåkingsdata. Hensikten med å fremme modellering som analysemetodikk vil derfor være å lansere dette som et nyttig verktøy som vil kunne forbedre forvaltningspraksis **sammen med** metoder som måling/overvåking, bruk av data fra andre lokaliteter og ekspertvurderinger.

3 AKTUELLE MODELLER VED IMPLEMENTERINGEN AV EU VD

3.1 Organisering og karakterisering av de aktuelle modellene

Etter diskusjon internt i prosjektgruppa og med involverte nasjonale forvaltere ble det bestemt at de identifiserte modellene skulle presenteres i tabeller inndelt i 2 ulike nivå. I selve rapporten (kap. 3) er et relativt bredt utvalg av modeller listet og beskrevet ved hjelp av noen få egenskaper og gitt en score i form av en samlet vurdering (fra 1-6). Vurderingen er i mange tilfeller satt direkte av forfatterne av rapporten, men i enkelte tilfeller etter diskusjon med modelleierne. Disse oversiktstabellene skal være egnet til å vurdere aktuelle modeller mot hverandre og gi en innledende forståelse av hva de kan brukes til. Et fåtall av de mest sentrale og aktuelle modellene er videre karakterisert langt mer detaljert i vedlegg til rapporten (Appendiks A.1-A.9). Informasjonen gitt i Appendiks er tenkt å være et godt utgangspunkt for å avklare hvorvidt den aktuelle modellen er egnet til å analysere gitt problemstilling, evt. en inngang til en videre diskusjon med en aktuell modellør for bestilling av oppdrag på bruk av modellen.

Følgende egenskaper er angitt for hver modell i oversiktstabellen i selve rapporten (tabell 3.1):

- Modellnavn: navn på den vurderte beregningsmodell
- Modelltype: det er her angitt overordnet type modell (fagområde) den vurderte modellen er, for eksempel hydrologi, hydraulikk, habitat, utslipp-/avrenningsmodell (forurensning), spredningsmodell, biologisk modell, økonomi, beslutningsstøtte.
- Problemtype: her er det angitt hvilken eller hvilke problemtyper (eutrofi, regulerte vassdrag, etc.) modellen anses å kunne analysere.
- Relevans i forholdt til EU VD: her er det angitt hvilke forvaltningsoppgaver modellen anses å kunne bidra til å analysere/løse. Det er her videre spesifisert egnethet i forhold til EU VD-oppgavene ”Karakterisering, tilstandsvurdering og analyse av tiltak”. Egnetheten er angitt i form av en 4-delt skala.
- Inngangsdata: her angis det omfanget av inngangsdata som behøves og tilgjengelighet på dataene.
- Område/utstrekning: dette omhandler i hvilket skaladomene (detaljstudie, vannforekomst, delnedbørfelt, nedbørfelt) modellen kan anvendes.
- Tidsoppløsning/-horisont: denne egenskapen modellen kan settes opp for å simulere døgnverdier eller middelverdier over lengre tidsperioder (uker, måneder, sesong, år) og over hvor lang tid (uker, år) modellen kan simulere. Eksempelvis kan det være aktuelt å sette opp en modell til å simulere mange år med data/resultater hvis analyse av klimaendringer skal utføres.
- Modell til eget bruk/bestillingsoppdrag: Modeller som anses å være slik at de kan være aktuelle å opereres av forvalterne/påvirkerne selv omtales som modeller til eget bruk. Det krever imidlertid at modellene er tilstrekkelig dokumentert, kurs tilbys og at det er brukerstøtte tilgjengelig underveis for å realisere dette. Bestillingsmodeller er modeller prosjektgruppa antar vil være for kompetansekrevende for forvaltningen til å operere selv. Dette fordi modellene kan inneholde komplekse prosessbeskrivelser med en stor risiko for feilaktig anvendelse av modellen, modellen kan være lite tilpasset bruk av andre enn personer som opererer den nærmest daglig (vanskelig grensesnitt, datatolkning, etc.) eller fordi den fordrer et krevende samspill med annen programvare. Modellene presentert som ”bestillingsmodeller” anses å ikke være for ressurskrevende, dvs. at oppdraget ikke vil kreve mer enn omlag et månedsverk for en trenet modellør å gjennomføre.

- Kommentar: her legges det inn annen informasjon ansett som kritisk for bruk av modellen, for eks. hvorvidt det faktisk er noen aktive brukere av modellen, dyre lisenskostnader, etc.
- Samlet vurdering (1-6): den samlede vurderingen av modellens egnethet er forsøkt visualisert på en popularisert måte ved bruk av terningkast. Det må imidlertid bemerkes at det kan være gitte antagelser tilstede bak den gitte score.
- Ytterligere info i vedlegg (ja/nei): Enkelte av de mest aktuelle modellene er presentert/karakterisert med detaljinformasjon gitt i vedlegg til rapporten.

3.2 Modeller og egenskaper presentert i vedlegg

I arbeidet med å detaljkarakterisere modeller for anvendelse ved gjennomføringen av EU VD i Norge har vi etablert et sett med kriterier/karakteristika som den enkelte modell er vurdert mot. Dette kriteriesettet er utviklet etter idé av ”benchmark”-kriteriene til Saloranta et al. (2003) og kriterier også anvendt av Harby et al. (2008). Kriteriesettet er i denne rapporten benyttet som en måte å systematisk beskrive/karakterisere den enkelte modell, men ikke for å ekskludere bestemte modeller. Det er altså ikke kriterier i bokstavelig forstand slik at enkelte modeller diskvalifiseres for anvendelse, men heller karakteristika som den enkelte modell blir beskrevet med hensyn på. Modeller beskrevet på denne måten er gitt i Appendiks A.1-A.9.

Følgende karakteristika er beskrevet for hver og en modell:

Overordnede betraktninger

- Forvaltningsrelevans EU VD (spesifiser problemtype)
- Forvaltningsrelevans EU VD (spesif. forvaltningsoppg. – karakterisering, tiltaksarbeid, etc.)
- Ressursbehov ved anvendelse
- Kompetansebehov for å operere modellen

Andre forhold som påvirker egnethet

- Krav til inngangsdata
- Tilgjengelighet på nasjonale data for å sette opp modellen
- Begrensninger i forhold til naturtype/forhold den er utviklet for
- Simulerer modellen aktuelle målvariable i EU VD?
- Er nøkkelfaktorer og –prosesser tilfredsstillende representert i modellen?
- Er den romlige oppløsningen og utstrekningen slik at den er relevant for EU VD?
- Er den temporære oppløsningen og tidsrom slik at den er relevant for EU VD?
- Muligheter for modellanalyse (sensitivitet/usikkerhet)

Spesifikke modellvurderinger

- Vurder modellens anerkjennelse nasjonalt
- Finnes det dokumenterte tidligere anvendelser av modellen og referanse til disse (gjern kontaktperson)
- Hjemmeside på Internett til modell
- Er modellen i seg selv tilfredsstillende dokumentert?
- Er modellen båndlagt lisensavgift, rettigheter, etc.?
- Egnethet for tilrettelegging gjennom Vann-Nett
- Andre kommentarer

Modellene karakterisert i henhold til dette kriteriesettet er gitt i Appendiks A.1-A.9.

3.3 Presentasjon av identifiserte modellkandidater

Modellene som er presentert er av forfatterne valgt ut etter vårt eget kjennskap til hvilke modeller som er bruk, innspill fra kollegaer og fra andre nasjonale og internasjonale modellbrukere. Det er kun modeller som anses relevante for bruk i en forvaltningssammenheng som er inkludert (tabell 3.1 og Appendiks A.1-A.9). Modeller som er utviklet primært som forskningsverktøy eller av annen grunn anses å ligge utenfor det som er relevant for EU VD er utelatt.

Egenskapene presentert for hver enkelt modell er utvalgt basert på hvilken informasjon vi anser for aller viktigst ved vurdering av bruk av en bestemt modell. I kolonnen EU VD-relevans er det benyttet en 4-delt egnetetskala for å indikere en samlet vurdering av egnethet. Dette er symbolisert ved bruk av følgende tegn:

+ (lite egnet)
++ (noe egnet)
+++ (godt egnet)
++++ (meget godt egnet)



Modellene er skjønnsmessig plassert som "Modeller til eget bruk" og "Bestillingsmodeller" primært utfra hvilket kompetansenivå vi tror kreves for å operere den enkelte modell. Hva som er "riktig" kategori for den enkelte forvalter vil imidlertid kunne variere avhengig av forvalterens spesifikke erfaring/kompetanse, kapasitet og tilgang til ekstern bistand til å utføre modelleringen.

Modellene er presentert i denne rapporten på en måte slik at det skal være enkelt å publisere den samme informasjonen på Vannportalen. Detaljinformasjon om enkelte av modellene (gitt i Appendiks A.1-A.9) kan linkes videre fra oversiktstabellen og evt. presenteres som enkeltstående "faktaark". Ytterligere detaljer om hvordan informasjonen kan presenteres på Vannportalen er gitt i avsnitt 4.4.

Tabell 3.1. Oversiktstabell som vurderer aktuelle modellkandidater i henhold til et utvalgt sett kriterier og angir samlet vurdering (1-6). Kolonnen EU VD-relevans (med 3 underkategorier) er vurdert i henhold til en 4-delt skala fra lite egnet (+), noe egnet (++) , godt egnet (+++) og meget godt egnet (++++).

Modell-navn	Modell-type	Problem-type	EU VD-relevans			Inngangsdata	Område/utstrekning	Tidsopp-løsning/-horisont	Eget bruk/bestilling	Kommen.	Samlet vurdering (1-6)	Mer info i App
			Karakteri-sering	Tilstand	Tiltak							
TEOTIL	Tilførsel	Eutrofi	++++	++	++	Omfattende, men fra nasjonale registre	Nedbørfelt, delnedbørfelt, region	År (måned), men avhengig av inndata	Eget bruk	Må tilrettelegges hvis den skal bli et verktøy for saksbehandlere	5	App A.1
Indikativ modell hydro-morfologi (svensk) ²	Indikativ hydromorfologi	Regulerte vassdrag/fysiske inngrep	+++	+	+	Alt av påvirkningsdata fra nasjonale, regional og lokale registre og databaser	Vassdrag/delnedbørfelt	Statisk modell	Primært operert av nasjonale myndigheter?	Modellen er utviklet og testet i Sverige, den må utvikles, tilpasses og verifiseres i Norge før bruk	6	App A.7
Indikativ modell eutrofi (svensk)	Indikativ eutrofi	Eutrofi	+++	+	+	Alt av påvirkningsdata fra nasjonale, regional og lokale registre og databaser	Delnedbørfelt/vassdragsstreng	Statisk modell	Primært operert av nasjonale myndigheter?	Modellen er utviklet og testet i Sverige, den må utvikles, tilpasses og verifiseres i Norge før bruk ³	3	Nei
Indikativ modell forsuring (svensk)	Indikativ forsuring	Forsuring	++	+	+	Alt av påvirkningsdata fra nasjonale, regional og lokale registre og databaser	Delnedbørfelt/vassdragsstreng	Statisk modell	Primært operert av nasjonale myndigheter?	Modellen er utviklet og testet i Sverige, den må utvikles, tilpasses og verifiseres i Norge før bruk	2	Nei

² Modellen er gitt høy samlet vurdering og god score på EU VD-relevans under forutsetning om at det utføres et faglig godt utviklingsarbeid som konkluderer positivt i forhold til bruk.

³ Det bør også nevnes at det utføres et relevant stykke arbeid i CEDREN-prosjektet EnviPEAK hvor den europeiske EFI+ indeksen testes ut med norske data for å finne tilstanden i regulerte vassdrag.

Modell- navn	Modell- type	Problem- type	EU VD-relevans			Inngangsdata	Område/ utstrekning	Tidsopp- løsning/- horisont	Eget bruk/ bestilling	Kommen.	Samlet vurderi ng (1-6)	Mer info i App
			Karakteri- sering	Tilstand	Tiltak							
WEBGIS avløp	Tilførsel	Eutrofi forårsaket av spredt avløp	++	++	++++	Nedbørfelt, kommunale byggesaksarkiv	Nedbørfelt, delnedbørfelt,	År	Eget bruk av kommuner, kan bestilles	Må tilrettelegges på web	6	App A.3
WEBGIS avrenning	Tilførsel	Eutrofi landbruk	++	+++	++	Nedbørfelt, jordsmonnsskart, nasjonale registre	Nedbørfelt, delnedbørfelt,	År	Brukes av kommuner, kan bestilles	Må tilrettelegges på web	4	App A.2
AGRICAT- P	Tilførsel	Eutrofi landbruk	++	+++	++++	Nedbørfelt, jordsmonnsskart, Jordsmonnsskart, driftsdata, P-AL	Nedbørfelt, delnedbørfelt,	År	Bestilles	Må tilrettelegges	5	App A.4
P-indeks	Tilførsel	Eutrofi landbruk	+	+	+++	Jordsmonnsskart, driftsdata, P-AL	Gårdsnivå	År	Eget bruk	Tilgjengelig på web, se app.	3	Nei
JOVA-Nest	Tilførsel	Eutrofi landbruk	++++	+++	+	Søknad om tilskudd i jordbruket, avlingsnivå, moldinnhold i jord, avrenning i ulike årstider, JOVA data	Nedbørfelt, delnedbørfelt,	År	Bestilling	Deler av modellen inngår som en del av TEOTIL	3	App. A.6
Vestfold modellen	Tilførsel	Eutrofi	+++	++	+	Omfattende, men kan i stor grad baseres på offentlig tilgjengelige data fra SSB etc.	Nedbørfelt, delnedbørfelt	År	Eget bruk og/eller bestilling	Har inputmulighet for "alle" kilder. Relativt enkel koeffisient basert modell.	3	Avsn. 2.3.2
HBV (ENKI)	Hydrologi	Regulerte vassdrag	+++	++	+	Nedbørfelt-data, temp, nedbør, vannføring	Nedbørfelt, delnedbørfelt	Døgn, men kan aggregeres til år	Bestilling	Det finnes mange varianter, fra enkle til mer komplekse. Gir input til for eks Norsk IHA	3	Nei
HEC-RAS	Hydrau- likk og vanntemp	Regulerte vassdrag/ fysiske	++	++	++	Profiler og vannstand/ vannføring	Elvestrekning (og tildels også innsjøer)	Gitte vannføringer	Bestilling	Resultater må kobles til biol. modell eller	4	Nei

Modell- navn	Modell- type	Problem- type	EU VD-relevans			Inngangsdata	Område/ utstrekning	Tidsopp- løsning/- horisont	Eget bruk/ bestilling	Kommen.	Samlet vurderi ng (1-6)	Mer info i App
			Karakteri- sering	Tilstand	Tiltak							
	i elv	inngrep								tolkes biol.		
Mike 11	Hydrau- likk og vann- kjemi	Regulerte vassdrag/ fysiske inngrep	+++	++	++	Profil og vannstand/ vannføring, vannkval.	Elver + innsjøer	Døgn, men kan aggregeres	Bestilling	Dyr lisens ved kjøp, men konsulenter har	4	Nei
Mike Basin	Vannhus- holdning	Regulerte vassdrag/ fysiske inngrep	++	++	++	Vassdrags- beskrivelse, tilførsler, vannbruk	Nedbørfelt	Døgn, men kan aggregeres	Bestilling	Dyr lisens ved kjøp, men konsulenter har	4	Nei
EnMag /N-MAG	Vann- hushold.	Regulerte vassdrag	++	++	++	Tilslig. prod. strategi, magasin, beskrank.	Nedbørfelt	Døgn, men kan aggregeres	Bestilling	Brukes ofte til å generere vannføring i vassdrag med vannkraftverk	3	Nei
MyLake	Vann- kjemi	Eutrofi	++	+++	++	Met.data, vannføring og konsentra.inn, dybdekoter	Innsjø	Døgn, men kan aggregeres	Bestilling	Veldig få aktive brukere	2	Nei
INCA N/P	Tilførsel	Eutrofi (N,P)	++	+++	+++	Nedbørfelt, temp, nedbør, vannkval., etc.	Nedbørfelt, delnedbørfelt	Døgn, men kan aggregeres til år	Bestilling	Semi-kompleks, kan være egnet i større saker	5	App A.5
FOSRES	Statistisk	Eutrofi Innsjø- retensjon	++	+	+	Middeldyp og middelverdi av tot-P i innsjøen	Innsjø	Statisk	Eget bruk	Meget enkel, Excel/graf	5	Nei
MAGIC	Nedbør- felt og kjemi	Forsuring	++++	+++	+++	Nedbørfelt- og innsjø- karakteristika, deposisjon, met- data, vannføring, vannkjemi	Nedbørfelt, delnedbørfelt	Måned/år	Bestilling	Kun NIVA modellør i Norge	5	Nei
GEMSS	Hydrau- likk og vann- kjemi	Resipeint- vurdering, mange typer påvirkn	+++	++++	++	Profil og tilførsler, kalibrerings-data	Innsjø, elv (og marint)	Døgn, men kan aggregeres	Bestilling	Primært benyttet som innsjømodell, videreføring av US EPA Qual- modeller. Ingen lisenskostnad, men kompet. må	5	Nei

Modell-navn	Modell-type	Problem-type	EU VD-relevans			Inngangsdata	Område/utstrekning	Tidsopp-løsning/-horisont	Eget bruk/bestilling	Kommen.	Samlet vurdering (1-6)	Mer info i App
			Karakteri-sering	Tilstand	Tiltak							
										dokumenteres		
HABITAT (no)	Habitat	Regulerte vassdrag/ fysiske inngrep	++	+	+++	Topografi, vannhastighet, substrat, pref-kurver	Mikro og opp til elvestrekning	Kan gi inn tidsserier med vannføring	Bestilling	Må kobles mot hydraulisk modell/data	3	Nei
River2D med habitat komponent	Habitat	Regulerte vassdrag/ fysiske inngrep	++	+++	++	Topografi og vannføring, preferanser	Delstrekninger av vassdrag	Gitte vannføringer, evt. tidsserie	Bestilling	Mye brukt utenlands, lite erfaring i Norge	3	Nei
Stathab/ Estimhab	Habitat	Regulerte vassdrag/ fysiske inngrep	+++	+	+	2 sett med dybder/bredder for repr. delstrekninger på min.2 vannføringer (+helst substrat) + preferansedata	Delstrekninger av vassdrag	Statisk	Bestilling	Enkel tilnærming til habitat-undersøkelse	4	Nei
Meso-habitat Norge	Habitat	Regulerte vassdrag/ fysiske inngrep	+++	+	+	Visuell kartlegging av habitatforhold på 2 vannføringer	Lengre strekninger/ vassdrag	Statisk	Eget bruk	Enkel tilnærming til habitat-undersøkelse	4	Nei
Casimir	Habitat	Regulerte vassdrag/ fysiske inngrep	+++	+	++	Topografi, vannføring til hydraulisk modell, ”fuzzy” habitat-preferanser	Delstrekninger av vassdrag	Gitte konstante vannføringer, evt. tidsserie	Bestilling	Brukt i andre land i forb. med EU VD (for eks. Belgia)	3	Nei
IHA	Statistisk	Regulerte vassdrag	++	++	+	Vannføring (før og etter regulering)	Deler av vassdrag	Statisk	Bestilling	Få brukere i Norge, lisensavgift	3	Nei
Norsk IHA	Statistisk	Regulerte vassdrag	+++	++	+	Vannføring (før og etter regulering)	Deler av vassdrag	Statisk	Eget bruk	Må tilrettelegges, utvikles, verifiseres	5	App A.8
MIRR	Statistisk	Regulerte vassdrag	++	+	+	Påvirkning/ responsdata for å etablere	Deler av vassdrag	Statisk	Bestilling	Ikke prøvd i Norge, krever stort	1	Nei

Modell- navn	Modell- type	Problem- type	EU VD-relevans			Inngangsdata	Område/ utstrekning	Tidsopp- løsning/- horisont	Eget bruk/ bestilling	Kommen.	Samlet vurderi ng (1-6)	Mer info i App
			Karakteri- sering	Tilstand	Tiltak							
						statistiske relasjoner				datamateriale		

4 STRATEGI FOR Å FÅ MODELLENE I OPERATIV BRUK

I dette avsnittet er de modellene forfatterne mener ligger aller nærmest bruk, enten av forvalterne selv eller gjennom meget tett samarbeid med ekstern modellør, beskrevet med tanke på behov for utvikling, tilpasning og dokumentasjon. Modeller som vi tror kun vil bli operert av konsulenter/forskere antas å ha begrensede utviklingsbehov, evt. at behovene vil bli spesifisert opp ved en konkret anvendelse.

4.1 Behov for utvikling, tilpasning, testing og dokumentasjon

Tabell 4.1 Oversikt over modeller som kan utvikles/tilpasses, testes og dokumenteres for bruk i forbindelse med EU VD.

Modell	Antatt og foreslått utviklingsbehov
Indikativ modell hydromorfologi (svensk)	Det foreslås at det gjøres et utviklingsarbeid for å teste ut den svenske tilnærmingen for beregning av økologisk tilstand i vassdrag basert på hydromorfologiske påvirkningsdata. Dette arbeidet må starte med å få en totaloversikt over hvor mange vassdrag/vannforekomster påvirket av hydromorfologiske endringer som mangler tilstandsdata, hvilke påvirkningsdata som finnes og tilgjengeligheten av disse dataene. Deretter må det etableres kriterier for hvordan grad av og kombinasjon av påvirkninger gir økologisk tilstand, gjerne med utgangspunkt i svensk kriteriesett. Videre må de første resultatene (pilot-beregningene) evalueres før dette evt. gjennomføres for alle aktuelle vassdrag. Parallelt med dette arbeidet må bergningsrutiner i GIS-verktøy utvikles (evt. tilpasses fra de svenske rutineene, dokumentert i litteratur mottatt av Mats Johansson, Länsstyrelsen Västerbotten) og Vann-Nett forberedes på lagring av resultater fra beregningene.
TEOTIL / (JOVA-Nest)	Det må gjøres en endelig evaluering hvorvidt den er tilstrekkelig godt tilpasset EU VD sine forvaltningsenheter (noe den trolig er). Deretter må det avklares hvilke forvaltningsoppgaver den skal anvendes for. Det foreslås at ved benyttelse i forbindelse med karakterisering så opereres den nasjonalt av en eller flere eksperter og at resultatene (kart-presentasjoner) enten legges direkte inn i Vann-Nett, evt. at en ekstern server med TEOTIL/ JOVA-Nest-resultater kobles med Vann-Nett gjennom en WMS-tjeneste. Det er forøvrig allerede utviklet eksempel på karttjeneste med TEOTIL-data som en ArcGIS tjeneste. Ved anvendelse av TEOTIL/ JOVA-Nest i forbindelse med tilstandsvurdering så anbefaler vi at modellen gjøres tilgjengelig for forvalterne som et verktøy som benyttes lokalt (på forvalternes egen PC) eller som en WPS service, og at det tilrettelegges for eksport av resultater fra lokale PC-er til Vann-Nett, slik at kun de endelige resultatene, og ikke alle tenkelig kalibreringer, scenarier blir liggende sentralt og tilgjengelig for alle Vann-Nett-brukere. For å sikre en vellykket bruk av TEOTIL/ JOVA-Nest må modellen strømlinjeformes og dokumenteres på en slik måte at den er tilpasset de behovene forvalterne har i arbeidet med EU VD. Videre må kurspakker utvikles og et system for brukerstøtte etableres. TEOTIL / JOVA-Nest er pr. i dag mindre egnet til detaljert tiltaksplanlegging, men er ganske godt egnet til en første screening av tilførsler som grunnlag for mer detaljerte analyser.
Vestfoldmodellen	Vestfoldmodellen er et koeffisient-basert regneark som allerede i dag er tilrettelagt som et Excelark med en tilhørende metoderapport. Metoden er enkel

	i bruk og kan være et nyttig verktøy for forvaltningen. Som modell betraktet er den grov og inkluderer f.eks. ikke dynamiske samspillseffekter, og den bruker bare grove koeffisienter for retensjon. Vestfoldmodellen har sin største verdi i karakteriseringsarbeidet, noe mindre i tilstandsberegninger. Modellen er mindre egnet til tiltaksplanlegging. Modellen er en ren tilførselsmodell og må brukes sammen med andre vassdragsmodeller for å si noe om effekt i vassdraget.
WEBGIS avløp	I de kommunene som bruker WEBGIS avløp vil en kunne hente ut gode data om spredt avløp. En kunne tenke seg at en supplerte med SSB data (som er mindre detaljerte) om spredt avløp og kjørte en beregning av GIS avløp på delnedbørfeltnivå tilpasset Vannområdenens behov. Dette kan så leveres som en WMS / WFS tjeneste i Vann-Nett eller som en web service. En slik strategi vil kunne øke kvaliteten på estimerer på bidrag fra spredt avløp, noe som i dag bare er skjønnsmessig vurdert i Vann-Nett. Modellen er en ren tilførselsmodell og må brukes sammen med andre vassdragsmodeller for å si noe om effekt i vassdraget.
WEBGIS avrenning / AGRICAT	For å tilrettelegge for mer bruk av disse modellene i EU VD-sammenheng bør en gjøre noe med hvordan landbrukets søknader om tilskudd registreres. Hvis registreringen av driften i landbruket ble registrert på et skiftenivå slik det gjøres i WEBGIS avrenning vil en kunne redusere kostnadene vesentlig for å kjøre modellering i AGRICAT og WEBGIS avrenning. En kan tenke seg at søknadene ble registrert på kart av bonden selv gjennom "Gårdskart"-systemet, eller at det ble lagt opp en WEB-basert karttjeneste for forvaltningen, hvor det å legge inn søknadsdata om driften på de riktige arealene i terrenget ble gjort direkte i kartet. På landbrukskontorene i Haldenvassdraget er det innført et slikt registreringsarbeid, og det viser seg at den store arbeidsøkten kun er det første året, da en i de påfølgende år kun trenger å registrere endringene i WEBGIS avrenning. Når registreringene av drift og tiltak gjøres årlig på stedfestede data vil en kunne dokumentere tiltakseffekter og utviklingen for landbrukssektoren på en svært god måte. Det anbefales derfor for forvaltningen å se på muligheter for å bruke kartløsninger for tilskuddsordninger i landbruket. Modellene er rene tilførselsmodell og må brukes sammen med andre vassdragsmodeller for å si noe om effekt i vassdraget.
FOSRES	Modellen må tilgjengeliggjøres gjennom et tilpasset Excel-ark og dokumenteres skikkelig. FOSRES-algoritmen for retensjon er forøvrig innbakt som en del av TEOTIL.
Norsk IHA-modell	Den vitenskapelig/faglige relevansen av de hydrologiske indeksene med hensyn på økologi må dokumenteres. Videre må Excel-ark suppleres med beregning av hydrologiske indeks og den tekniske operasjonen av Excel-arket beskrives.

4.2 Forholdet til Vann-Nett

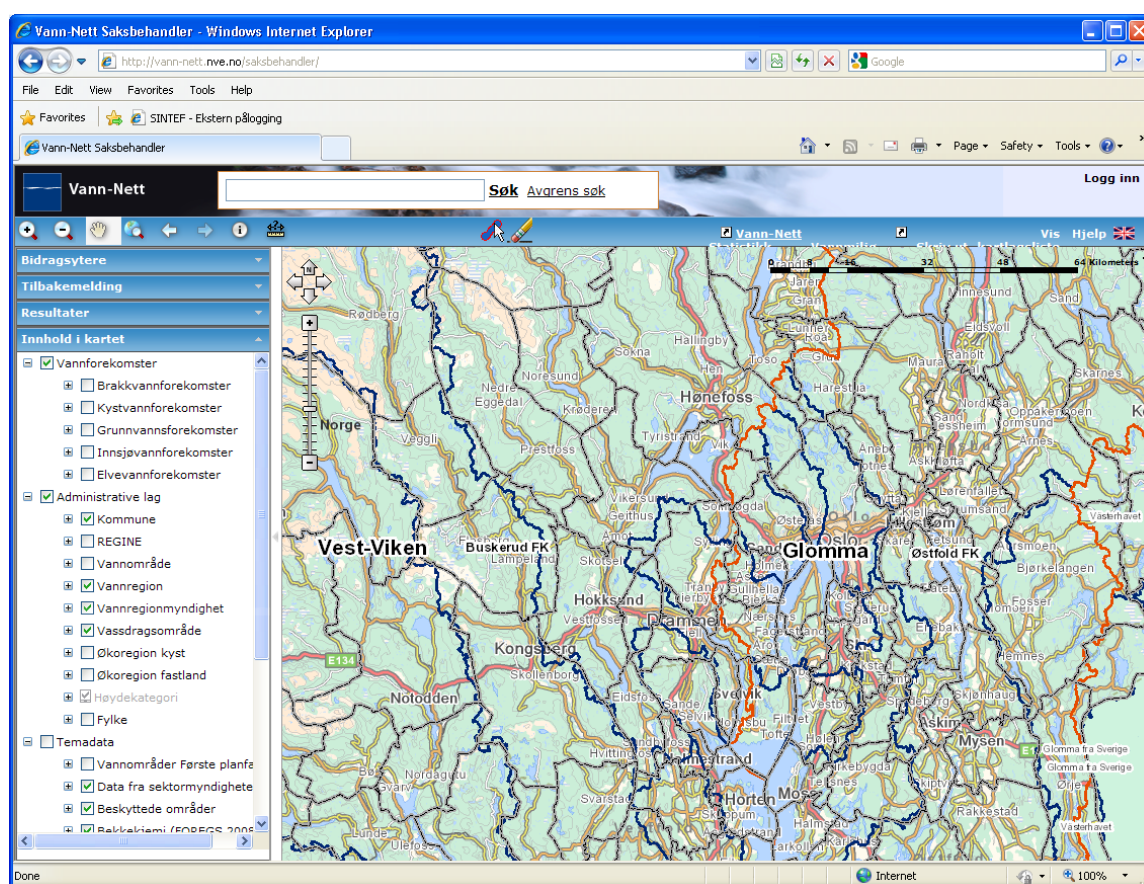
De omtalte modellene har ulik mulighet for integrasjon i Vann-Nett, og vi ser for oss fire ulike tekniske måter for å inkludere modellfunksjonalitet/-beregninger i Vann-Nett:

- Utvikling av felt i databasen for å motta og presentere nye datatyper/resultater framkommet gjennom modellberegninger, inkludert søkefunksjoner etter disse dataene. Dette vil støtte en "løs modellintegrasjon" hvor kun resultatene fra beregninger som utføres på lokale datamaskiner lagres sentralt, eller at resultatene innhentes "on the fly" fra modelloperatørens servere via ODBC eller WEB-services som WMS (Web Map Service) eller WFS (Web Feature Service).
- Modellene kan kjøres i Vann-Nett gjennom en såkalt WPS-tjeneste (Web Processing Service), hvor modellalgoritmen befinner seg på en server hos en ekstern modelleier/-operatør, og Vann-Nett bare

logger seg på, oversender parameterverdier, og får tilbake resultater. En slik løsning vil gi en større grad av mulighet for brukeren til å spesifisere sine egne forutsetninger for modellkjøringen.

- Hele modeller eller modellfunksjoner som programmeres og integreres fullstendig i Vann-Nett.
- Tilrettelegging for nedlasting av løsrevne modeller (for eks. Excelark-modellene), inkludert nødvendig dokumentasjon. Her blir det liten integrasjon med Vann-Nett, men mer en måte å få forvaltningen til å ta i bruk en del tilrettelagte verktøy for spesifikke oppgaver. Dette vil for noen modeller være veldig enkelt å gjennomføre, og nedlasting og dokumentasjon kan evt. legges til Vannportalen.

Den videre spesifikasjonen av utviklingsbehov av Vann-Nett må gjøres så snart det endelige utvalget av modeller er gjort av Direktoratets gruppa og strategi for tilrettelegging av disse modellene er bestemt. Vi vil imidlertid påpeke at det antakelig er billigere og bedre med tanke på vedlikehold og oppdateringer å velge en integrasjon mot Vann-Nett hvor modellene som skal trekkes inn drives og vedlikeholdes av modelleier. Det vil si å velge en av de to første kulepunktene over som metode for integrasjon mot Vann-Nett. Et eksempel på en vellykket slik strategi er Artsdatabankens "Artkart" hvor data fra over 20 dataeiere integreres sømløst i en felles tjeneste.



Figur 4.1. Skjermdump fra eksisterende versjon av Vann-Nett.

4.3 Dokumentasjon av modeller/utvikling av kurs

Ved modellering er det viktig at modellør kjenner dataene som ligger til grunn. De fleste inngangsdata har mulige feilkilder og behov for at operatøren forstår opphav, kvalitet og gyldighet som videre vil prege beregningsresultatene modellene genererer. Selv om en del modeller er enkle i bruk vil det derfor være behov for opplæring i bruken. Dette gjelder ikke minst for å forstå modellenes begrensning og utsagnskraft basert på usikkerhet i inngangsdataene. Å forstå når modellen ikke bør anvendes grunnet manglende

egnethet, eller at det kan finnes bedre og mer presise verktøy kan være en like viktig kunnskap som å kunne operere modellene. Vi vil derfor anbefale at det utvikles et opplæringsystem for de i forvaltningen som tiltenkes rollen som operatør av modellene. Dette kan gjøres som samlinger på vannregionnivå hvor en inviterer inn kompetente lærere – gjerne de som har utviklet modellen og som forstår modellene i dybden, inkludert modellenes begrensninger.

4.4 Informasjon på Vannportalen

Det viktigste innholdet i denne rapporten bør legges ut på Vannportalen i en form tilpasset Web. Forfatterne vurderer at det meste av rapportens innhold vil være relevant for besøkende på Vannportalen. I tillegg til å ”splitte opp rapporten” for å tilpasse innholdet til Web så vil rapporten bli lagt ut på Vannportalen som en hel, fullstendig rapport og gjort nedlastbar som en PDF-fil.

Det foreslås at de ulike delene av rapporten behandles på følgende ved tilgjengeliggjøring på Vannportalen:

Tabell 4.2. Forslag til hvordan denne rapporten tilgjengliggjøres på Vannportalen.

Del av rapport	Presentasjon på Vannportalen
Kap. 1	Denne delen utelates fra Vannportalen og blir bare værende som en del av den komplette rapporten.
Kap. 2	Denne delen utelates fra Vannportalen og blir bare værende som en del av den komplette rapporten.
Kap. 3	Kap. 3.1 legges i en ”Info”-knapp som kan aktiveres (klikkes på) fra visning av tabell 3.1. Kap. 3.2 og 3.3 blir bare værende som en del av den komplette rapporten. Tabell 3.1 legges inn i Vannportalen. Den er antageligvis for bred slik den er i rapporten, så det foreslås at følgende kolonner vises ved valg som leder til tabellen: • Modell-navn • Modell-type • Problem-type • EU VD-relevans - Karakterisering • EU VD-relevans - Tilstand • EU VD-relevans - Tiltak • Inngangsdata • Mer info i App (klikkbar) De øvrige kolonner vises/lukkes gjennom å trykke på en ”Expand/Collapse”-knapp.
Kap. 4	Denne delen utelates fra Vannportalen og blir bare værende som en del av den komplette rapporten.
Kap. 5	Denne delen utelates fra Vannportalen og blir bare værende som en del av den komplette rapporten.
Kap. 6	Referanselista legges i en ”References”-knapp som kan aktiveres (klikkes på).

5 KONKLUSJON

Innføringen av EU VD i Norge er en utfordrende oppgave for miljøforvaltningen. Direktivet er omfattende i form av at samtlig elver, innsjøer, grunnvannsforekomster og kystfarvann skal analyseres og tiltaksplaner utarbeides, og fordi det er svært krevende med hensyn på kompetanse. Dette fordrer at direktivet må iverksettes ved at de best tilgjengelige metoder og modeller nyttiggjøres, for å sikre en effektiv, rasjonell og kunnskapsbasert gjennomføring.

Modeller har så langt hatt begrenset bruk i forvaltning av vannmiljøet i Norge, og dette prosjektet har derfor hatt som mål å motivere for og demonstrere bruk av modeller. Videre er det foreslått modeller som kan egne seg for analyse av påvirkninger, miljøtilstand og tiltak i norske vassdrag ved implementeringen av EU VD. Til slutt i rapporten er det foreslått konkrete tiltak som må settes i verk av forvaltningen for å sørge for at verktøyene rapporten peker på kan komme i operativ bruk blant den operative forvaltningen av EU VD, slik som tilpasning og tilrettelegging av bestemte modeller og utarbeidelse av brukerrelevant dokumentasjon og kurspakker.

Motivasjon for bruk av modeller: Det er i rapporten beskrevet eksempler hvor naturfaglige beregningsmodeller er anvendt. Det er vist til modellbruk ved utvikling av værvarsler, klimascenarier og planlegging mot flom, og anvendelser som ligger nær analysene som vil utføres i forbindelse med implementeringen av EU VD, slik som utvikling av tiltaksplaner mot eutrofiering og partikkelavrenning. Dette er anvendelser både på lokal, regional og nasjonal skala. Forholdet til mer tradisjonelle tilnærminger for innhenting av kunnskap om vannmiljøet er beskrevet, slik som overvåking/måling og bruk av ekspertskjønn, og de ulike metodenes sterke og svake sider er diskutert. Det må understrekes at det ikke er forfatterens intensjon at modellering som metode skal overta for overvåking eller bruk av ekspertskjønn i forvaltningssaker, men vi hevder at bruk modellering som analysemetodikk vil være nyttig for å forbedre forvaltningspraksis **sammen med** metoder som måling/overvåking, bruk av data fra andre lokaliteter og ekspertvurderinger.

Foreslåtte modeller til operativ bruk: Det er i rapporten identifisert en rekke modeller som vil kunne være nyttige i forbindelse med innføring av EU VD som har ulike styrker avhengig av problemtype og forvaltningsoppgave (tabell 3.1). De verktøyene vi tror er aller mest aktuelle for bruk av forvalterne selv eller i veldig tett samarbeid med ekstern modellør er ytterligere beskrevet i Appendiks, og blant disse later følgende 7 modeller til å være aller mest aktuelle for et stort volum av forvaltningsoppgaver:

- TEOTIL / (JOVA-Nest) – Eutrofi og tilførsler fra alle kilder (og metaller)
- Vestfoldmodellen – Eutrofi og tilførsler fra alle kilder
- WEBGIS avløp – Eutrofi og tilførsler fra spredt avløp
- WEBGIS avrenning / AGRICAT – Eutrofi og tilførsler fra landbruk
- FOSRES – Eutrofi og avlastningsbehov
- Indikativ modell hydromorfologi – Miljøtilstand basert på påvirkningsdata i vassdrag med fysiske inngrep
- Norsk IHA-modell – Regulerte vassdrag, endring i indekser før og etter regulering

Vi vil understreke at andre verktøy også er aktuelle for bruk, men vi tror de aller fleste av disse er såpass krevende å operere at forvaltningen til en større grad er nødt til basere seg på konsulent-/forskerbistand for å nyttiggjøre seg disse.

Tilpasning og tilrettelegging av utvalgte modeller: For å løfte de utvalgte modellene ut i praktisk, operativ bruk hos forvaltningen mener vi at nasjonale VD-myndigheter må ta noen grep for å tilpasse og tilrettelegge disse modellene. Dette handler om å sørge for at modellene er tekniske tilpasset bruk av andre enn utviklerne, er tilstrekkelig dokumentert, datasett enkelt tilgjengelig og at kurspakker finnes. For enkelte av

modellene (særlig den indikative hydromorfologiske modellen, men også Norsk IHA) er det også nødvendig med utvikling og uttesting. For å detaljere behovet for tilrettelegging så må det av de nasjonale myndigheter gjøres et strategisk valg i hvor stor grad de enkelte forvaltningsoppgaver skal utføres nasjonalt eller regionalt/lokalt. Eksempelvis, skal karakteriseringsresultatene utarbeides av et fåtall (sentrale) eksperter og korrigeres/kvalitetssikres av lokale forvaltere, eller skal lokale forvaltere faktisk utføre modelleringene selv? Valg av strategi vil påvirke hvordan og i hvilket omfang tilrettelegging/tilpasning kreves.

Vi anbefaler at modellene kobles opp mot Vann-Nett/Vannportalen, men er tvilende til hvorvidt det er hensiktsmessig å integrere de fullt ut, noe som antageligvis vil måtte medføre re-programmering av kode. Vi tror derfor heller at en løsere integrering i Vann-Nett vil være å anbefale, noe som innebærer at modeller for eksempel kan gjøres tilgjengelig som en WMS-tjeneste gjennom Vann-Nett. Videre kan ferdigbehandlede og kvalitetssikrede resultater fra modellkjøringer legges inn i Vann-Nett og gjøres tilgjengelige for presentasjon (kart og numeriske verdier i tabell, databasefelt) og søk.

6 REFERANSER

Acreman M, Aldrick J, Binnie C, Black A, Cowx I, Dawson H, Dunbar M, Extence C, Hannaford J, Harby Atle, Holmes N, Jarritt N, Old G, Peirson G, Webb J, Wood P. 2009 Environmental flows from dams: the water framework directive. Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability 162 (1), 13-22.

Bakken, T.H. Dagestad, K. Thaulow, H. Mollerup, L. Nygaard, K. og Solheim, A.L. EUs rammedirektiv for vann og hydroinformatikksystemer. En behovsanalyse samt vurdering av ENSIS og VannInfo sin egnethet som IKT-løsning. NIVA-report. ISBN 82-577-4169-8. 2002.

Bakken T.H., Halleraker J.H., Alfredsen K., Harby A. og Stickler, M., 2008a. Are river habitat models appropriate tools for implementation of the EU WFD? The Norwegian River Habitat Toolkit evaluated with benchmark criteria. 11th International Specialised Conference on Watershed & River Basin Management, Budapest, sep 04 - sep 05.

Bakken, T. H., Kaste, Ø., Saloranta, T., Barkved, L. 2006a. Anvendelse av INCA-P og MyLake i tiltaksplanlegging. En vurdering av egnethet og veiledning ved innhenting og formattering av data. NIVA-rapport 2006; 27 s.

Bakken, T. H., Lázár, A., Szomolányi, M., Németh Á., Tjomsland, T., Selvik, J., Borgvang, S., Fehér J. , 2006b. AQUAPOL-project: Model applications and comparison in the Kapos catchment, Hungary, NIVA-report 5189, 164 pp.

Bakken, T.H. og Saloranta, T., 2004a. Utvikling av metodikk for valg av riktig beregningsmodell. VANN nr 3 2004.

Bakken, T.H., Saloranta, T., Icke, J., Groot, S. and Penning, E. 2004b. Integration and evaluation of a river model, a lake model and an information system, with respect to the requirements of the EU WFD. Proceedings from Hydroinformatics 2004.

Bakken, T.H., Szomolányi, M., Lázár, A., Tjomsland, T. and Borgvang, S.A., 2008b. Simulation of nutrient reduction scenarios with three different models. Does the selection of model affect the recommended set of measures? Intl. Journal of River Basin Management Vol. 6, No. 2, p. 1-8. 2008.

Barton, D. Bakken, T.H. and Bjørkenes, A.. Miljødatabaser og IT-applikasjoner i tiltaksanalyse under EUs. Rammedirektiv for Vann - metodiske utfordringer for NIVA. ISBN 82-577-4513-8. 2004.

Barton, D., Saloranta, T., Moe, J., Eggestad, H.O., Vagstad, N., Solheim, A., Selvik, J.R., 2006. Using belief networks in pollution abatement planning. Example from Morsa catrchment, South Eastern Norway. Niva rapport. NIVA, Oslo, p. 48s.

Berge, D., 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne sjøer. NIVA, Oslo.

Borch, H., 2009a. AGRICAT-P – En ny modell for fosforavrenning i landbruket. Bioforsk fokus 4, 2.

Borch, H., 2009b. Avrenning av næringsstoff fra landbruk i Bunnefjordens nedbørfelt. Bioforsk RAPPORT (4) 11. Bioforsk, Ås, p. 25.

Borch, H., 2009c. Nutrient run off from agriculture in the Bunnefjord and Årungen and Gjersjøen watershed. Bioforsk rapport. Bioforsk, Ås.

Borch, H., Farkas, C., Øgaard, A.F., Bechmann, M., 2010a. The AGRICAT-P Model – a tool for modelling the mitigation effects of agricultural runoff in Norwegian catchments. Bioforskrapport, 50.

Borch, H., Hensel, G.R., Køhler, J.C., Yri, A., 2006. Spredt avløp i Solberg området, Skedsmo kommune. Gjennomgang av 163 avløpsanlegg. Bioforsk Rapport (1) 148, 175 s.

Borch, H., Kraft, P., Robertsen, K.R., 2004. Kartlegging og tiltaksanalyse for forurensing fra spredt avløp og landbruk i Einafjorden og Skjelbreias nedslagsfelt. Jordforskrapport 98 (04), Ås.

Borch, H., Olsen, K.M., Storbråten, K.O., Haugen, T., 2010b. Storsjøen – en statusrapport. Bioforsk RAPPORT (5) 132. Bioforsk, Ås.

Borch, H., Turtumøygard, S., 2008. Tilførselsberegninger fra bakgrunnsavrenning, landbruk og spredt avløp. — Tiltak for landbruksforurensingen i Haldenvassdraget. Bioforsk RAPPORT (3) 121. Ås, p. 38.

Bækken, T., Berge, D., Bjørndalen, K., Syversen, N., Turtumøygard, S., Øygarden, L., 2004. Forenklet tiltaksanalyse for Haldenvassdraget. Hovedrapport. NIVA rapport. NIVA, Oslo, p. 39.

Dørge, J. & Windolf, J. 2003. Implementation of the water framework directive – can we use models as a tool in integrated river basin management? Int. J. River Basin Management 1:165-171.

Halleraker og Harby, 2006: Internasjonale metoder for å bestemme miljøbasert vannføring – hvilke egner seg for norske forhold? NVE-rapport 9-2006. Miljøbasert vannføring.

Harby Atle, Alfredsen Knut, Bakken Tor Haakon, Heggenes Jan, Linnansaari Tommi, Killingtveit Ånund, Saloranta Tuomo, Saltveit Svein Jakob, Sundt Håkon, Tjomsland Torulv, Ugedal Ola (2009). Modeller for simulering av miljøkonsekvenser av vannkraft. NVE-publikasjon 5-2009

Hensel, G., 2008. Undersøkelse av separate avløpsrenseanlegg i Nes kommune. Kontroll og tilstandsvurdering av private renseanlegg i Kampåas nedbørfelt., Bioforsk RAPPORT (3) 154. Ås, p. 16.

IWA Publishing, 2010. Water Framework Directive Series Set;

- Water Framework Directive: Model supported Implementation - A Water Manager's Guide edited by Fred Hattermann and Zbigniew W Kundzewicz.
- Modelling Aspects of Water Framework Directive Implementation - Volume 1 edited by Peter A. Vanrolleghem.
- Integrated Assessment for Water Framework Directive Implementation: Data, Economic and Human dimension - Volume 2 edited by Peter A. Vanrolleghem
- Decision support for Water Framework Directive Implementation - Volume 3 edited by Peter A. Vanrolleghem

Kraft, P.I., Turtumøygard, S., 1997. GIS i kommunalt avløp. Delrapport 2, modellbeskrivelse. Jordforskrapport 94/97, 30.

Larsen, D.P., Mercier, H.T., 1976. Phosphorus retention capacity of lakes. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 8, 1742-1750.

Lázár, A., Kiss, A., Szomolányi, M., Heilmann, D. And Fehér, J., Csanyi, B., Zagyva, A., Eröch, T., Selvik, J.R., Lyche Solheim, A., Tjomsland, T, Bakken, T.H., Borgvang, S.A., 2005. Approaches to quantification of pollution load and response in the Kapos catchment (AQUAPOL), s.243-254 in River Basin Management – Lawson (Ed.). ICE (Institution of Civil Engineers), London, ISBN 0 415 39200.

Rekolainen S., Kämäri J, Hiltunen M. & Saloranta T. 2004. A conceptual framework for identifying the need and role of models in the implementation of the Water Framework Directive. Intl. J. River Basin Management 1(4):1–6.

Saloranta T. M., Kämäri J., Rekolainen S., & Malve O. 2003. Benchmark criteria: A tool for selecting appropriate models in the field of water management. Environmental Management 32: 322-333.

Selvik, J., Tjomsland, T. og Eggstad, H.O. 2007. Teoretiske tilførselsberegninger av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2006. NIVA-rapport LNR, 66 s.

Simonsen, L., Bendixby, L., 2009. Nytt Forurensningsregnskap for Vestfold – Fase 1: Metode. Ask rådgivning rapport. Ask Radgivning, Oslo, p. 25.

Solheim, A.L., Vagstad, N., Kraft, P.I., Løvstad, Ø., Skoglund, S., Turtumøygard, S., Selvik, J.R., 2001. Tiltaksanalyse for Morsa (Vansjø-Hobølvassdraget)-sluttrapport. NIVA rapport LNR 4377.. 104p.

Skarbøvik, E., Stålnacke, P.G., Kaste, Ø., Selvik, J.R., Tjomsland, T., Høgåsen, T., Aakerøy, P.A., Haaland, S. and og Beldring, S., 2008. Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters – 2008. NIVA-rapport LNR 5869, 75 s.

Tjomsland, T. og Rohrlack, T. 2008. Simulering av vannkvalitet i Vansjø med modellen CE-QUAL-W2. Scenarier for effekt av tiltak. NIVA-rapport LNR 5685, 34s

Tjomsland, T., Selvik, J., Brænden, R., 2010. Teotil - Model for calculation of source dependent loads in river basins. NIVA report 5914, 58 pp.

Tjomsland, T., Tryland, I., Kolluru, Venkat (ERM) , 2010. Birkelandsvann som ny drikkevannskilde. Plassering av en vanninntak og vurdering av forurensningspåvirkninger ved bruk av matematisk strøm- og spredningsmodell. NIVA-rapport 6028, 66 s

Turtumøygard, S. og Blankenberg, A.G., 2006. GIS i avløp for Haldenvassdraget. Bioforsk RAPPORT. (1) 15, Ås.

Turtumøygard, S., Borch, H.k., Rød, L.M., 2010a. WebGIS avrenning - planleggingsverktøy for registrering og rapportering av tiltak mot erosjon i nedbørfelt. Bioforsk RAPPORT (5) 154. Ås, p. 11.

Turtumøygard, S., Eggestad, H.O., Borch, H., 2010b. Jordbrukets arealavrenning i Vestfold 2008. Bioforsk RAPPORT (5) 46. Ås, p. 16.

Turtumøygard, S., Grønlund, A., 2001. GIS avrenning. Beregningsmodell for erosjon fra landbruksarealer. Jordforskrapport 48/01, Ås.

Vannforskriften: Karakterisering og risikovurdering av vannforekomster, Veileder 01:2011; Forskrift om rammer for vannforvaltningen (vannforskriften).

Wade, A. J., Durand, P., Beaujouan, V., Wessel, W. W., Raat, K. J., Whitehead, P. G., Butterfield, D., Rankinen, K., and Lepisto, A. 2002. A nitrogen model for European catchments: INCA, new model structure and equations. Hydrology and Earth System Sciences 6: 559-582

Wade, A. J., Whitehead, P.G. and Butterfield, D. (2002). The Integrated Catchment model of Phosphorus dynamics (INCA-P), a new approach for multiple source assessment in heterogeneous river systems: model structure and equations. Hydrology & Earth System Sciences.

Wasson J.-G., Tusseau-Vuillemin M.-H., Andreassian V., Perrin C., Faure J.-B., Barreteau O., Bousquet M. & Chastan, B. 2003. What kind of water models are needed for the implementation of the European Water Framework Directive? Examples from France. Int. J. River Basin Management 1:125-135.

Øgaard, A.F., Borch, H., 2007. Sammenhengen mellom P-AL status i jord og tot-P i vann – utvikling av ligninger til modellering. til utviklingen av AGRICAT., Bioforsk notat. Bioforsk.

Øygarden, L., Borch, H., Skarbøvik, E., Bechmann, M., Øgaard, A.F., 2010. Tiltaksanalyse for jordbrukstiltak i Morsa 2008 - relatert til forbedret vannovervåking. Bioforsk rapport (3) 86, 61s.

A.1 APPENDIKS TEOTIL

Modellen TEOTIL vurdert i henhold til et sett med definerte karakteristika relevante for modeller som tenkes anvendt ved implementeringen av EU VD i Norge.

	Egenskap	TEOTIL
Overordnede betraktninger	Forvaltningsrelevans EU VD (spesifiser problemtype)	TEOTIL anses primært å være et nyttig verktøy i områder med eutrofip problemer og evt. partikkelforurensning.
	Forvaltningsrelevans EU VD (spesif. forvaltningsoppg. – karakterisering, tiltaksarbeid, etc)	TEOTIL sammenstiller kilder fra nasjonal registre, dvs avløp fra renseanlegg og spredt avløp fra SSB, industri fra KLIF, tapskoeffisienter for jordbruksmark fra Bioforsk (se JOVA-Nest), avrenning fra natur fra NIVA og akvakulturproduksjonsdata fra Fiskeridirektoratet (gjelder ikke innlandet). Retensjon i innsjøer beregnes etter Vollenweider-tilnærming. Dette gir et kildebaseret forurensningsregnskap. Modellen anses relevant i forbindelse med karakterisering (tilstandsklassifisering) og til en viss grad ved utvikling av tiltaksanalyser. TEOTIL kan brukes til å lage en oversikt over hvilke kilder, og typer kilder, som bidrar mest til forurensningssituasjon og tilsvarende hvor forurensningsreduserende tiltak kan/bør settes inn. Det bør imidlertid legges til at ved scenarier/tiltakstudier så gjøres dette på en veldig forenklet måte gjennom manipulasjon av inngangsdata (reduksjon i input, evt. endrede avrenningskoeffisienter for diffus avrenning). Modellen egner seg derfor ikke som grunnlag for kostnadseffektivitetsberegninger
	Ressursbehov ved anvendelse	Det er en ganske stor jobb å hente inn data om de ulike forurensningskildene innenfor et område og deretter tilrettelegge dataene på riktig format med mindre dette ikke allerede er gjort gjennom NIVAs nasjonale overvåkningsprogrammet (RID), som gjøres på REGINE-enhetene til NVE. Når først inngangsdata er på plass i modellen så er det en liten/moderat jobb å utføre selve modelleringen. Resultatpresentasjonen er enkel, grei og fleksibel.
	Kompetansebehov for å operere modellen	Det anses som å være lave til moderate kompetansebehov for å operere TEOTIL under forutsetning om at vedkommende som skal bruke modellen kjenner til bruk av GIS-programvare (helst ArcGIS).
Spesifikke modellvurderinger	Krav til inngangsdata	De viktigste inngangsdataene til TEOTIL er beskrivelse av nedbørfelt og vassdraget, belastningsdata fra punktkilder (industri, renseanlegg), spredt bebyggelse, diffus avrenning fra landbruket, bakgrunnsavrenning, samt fastsettelse av retensjonskoeffisienter.
	Tilgjengelighet på nasjonale data for å sette opp modellen	De fleste dataene hentes fra nasjonale registre, dvs. NVE, SSB og KLIF samt avrenningskoeffisienter fra landbruk (Bioforsk) og bakgrunnsavrenning fra NIVA. I tillegg må retensjonskoeffisienter for elver og innsjøer legges inn.
	Begrensninger i forhold til naturtype/forhold den er utviklet for	TEOTIL er utviklet i Norge og de aller fleste anvendelsene er også nasjonale. Modellene er egentlig ikke spesielt tilpasset norske naturtyper, men heller tilpasset nasjonale datasett om forurensningstilførsler.
	Simulerer modellen aktuelle målvariable i EU VD?	Modellen beregninger ikke økologisk tilstand eller noen form for biologiske variable, men beregner forurensningstilførsler (kg/tonn) over en bestemt tidsperiode (måned/år). Modellen kan imidlertid også kobles med vannføring slik at gjennomsnittskonsentrasjoner kan beregnes (N/P).
	Er nøkkelfaktorer og –prosesser tilfredsstillende representert i modellen?	Det er ingen prosesser representert i TEOTIL bortsett fra en veldig enkel parameterisering av retensjon i innsjøer (Vollenweider). Avrenningskoeffisientene gjenspeiler jordbrukspraksis og er utarbeidet av Bioforsk ved bruk av JOVA-Nest modellen. Det er kun selve resultattallene som er satt inn i TEOTIL.
	Er den romlige oppløsningen og utstrekningen slik at den er relevant for EU VD?	TEOTIL opererer på nedbørfelt-enheter (REGINE-enheter), men kan også opereres på mindre del-områder. I så tilfelle må det imidlertid påregnes en manuell jobb hvor disse nye del-feltene må manuelt tilordnes elve-nettverket. Modellen kan også settes opp til å gjøre regionale/nasjonale beregninger. Modellene vil da aggregere beregningsresultater fra REGINE-enhetene opp til ønsket nivå.
	Er den temporære oppløsningen og tidsrom slik at den er relevant for EU VD?	Det er den temporære oppløsningen i inngangsdataene som bestemmer hvor fin tidsoppløsning modellen kan operere på, noe som innebærer at den er primært anvendt til å beregne årlige verdier. Det finnes ingen rutine for "routing" (transport) av stoffer gjennom vassdraget (retensjon beregnes) så i tilfeller det skulle være veldig fin-oppløselige data tilstede så vil ikke transporten av stoffene

		beregnes.
	Muligheter for modellanalyse (sensitivitet/usikkerhet)	Det er ingen automatiske metoder for simulering av sensitivitet/usikkerhet i TEOTIL i standardversjonen av modellen (dette er imidlertid forsøkt i AQUAPOL-prosjektet, se Bakken et al., 2006). En sensitivitets-/usikkerhets-analyse vil imidlertid innebære at det er i hovedsak inngangsdataene det utføres analyse på da det er veldig få modellparametre å stille på.
Andre forhold som påvirker egnethet	Vurder modellens anerkjennelse nasjonalt	Modellen er veldig anerkjent, med dens iboende begrensninger, nasjonalt.
	Finnes det dokumenterte tidligere anvendelser av modellen og referanse til disse (gjørne kontaktperson)	Følgende publikasjoner (kun utvalg) er relevante anvendelser av TEOTIL: Bakken et al, 2006, Hindar og Tjomsland, 2007 og Tjomsland et al., 2010. TEOTIL en utviklet ved NIVA og forskningsleder John Rune Selvik ved seksjon for Miljøinformatikk er kontaktperson (www.niva.no).
	Hjemmeside på Internett til modell	TEOTIL har ingen egen hjemmeside, men informasjon om modellen er tilgjengelig gjennom rapporter som er åpent tilgjengelig fra NIVAs rapportarkiv (www.niva.no), se også over.
	Er modellen i seg selv tilfredsstillende dokumentert?	Modellen er relativt godt dokumentert gjennom rapporter som beskriver anvendelsen av den, men det vil antageligvis være et behov for å tilrettelegge dette materialet hvis forvaltningen selv skal ta TEOTIL i bruk.
	Er modellen båndlagt lisensavgift, rettigheter, etc?	Det er ingen lisensavgift på bruk av TEOTIL.
	Egnethet for tilrettelegging gjennom Vann-Nett	TEOTIL har et grafisk grensesnitt utviklet i VBA, men skulle være egnet til å tilrettelegges mot Vann-Nett. Det kan også tenkes at TEOTIL enten kjøres gjennom en WMS-løsning (eller ArcGIS) levert av NIVA, alternativt kun resultatformidling gjennom WMS (eller ArcGIS).
	Andre kommentarer	I beregningen av hva som tilføres en gitt innsjø / vassdragsavsnitt / sjøområde vil retensjonen i vassdraget være en klar usikkerhet. Hvis det foreligger gode overvåkingsdata i vassdraget kan TEOTIL kalibreres (justere retensjonen) iht. den målte stofftransporten i vassdraget. Det er også eksempler på anvendelser der forurensningsregnskapet i utgangspunktet ikke har vært i overensstemmelse med målt transport og at det derigjennom er påvist nye kilder eller lekkasje på nettet osv.

A.2 APPENDIKS WEBGIS avrenning (tidligere GIS avrenning)

Modellen WEBGIS avrenning vurdert i henhold til et sett med definerte karakteristika relevante for modeller som tenkes anvendt ved implementeringen av EU VD i Norge.

	Egenskap	WEBGIS avrenning
Overordnede betraktninger	Forvaltningsrelevans EU VD (spesifiser problemtype)	WEBGIS avrenning er et nyttig verktøy i områder med eutrofi-problemer hvor bidraget fra partikkelavrenning fra jordbruk er viktig.
	Forvaltningsrelevans EU VD (spesif. forvaltningsopp. – karakterisering, tiltaksarbeid, etc)	WEBGIS avrenning anses som nyttig og relevant i forbindelse med tiltaksplaner, og til en viss grad ved karakterisering. WEBGIS avrenning kan brukes til; • å lage en oversikt over forventet jordtap fra jordbruksarealer i et normalår • bidrag av fosfor (P) fra partikkelerosjon kan grovt estimeres basert på en koeffisient for fosforinnhold i jord (basert på en ekspertvurdering). • å lage et P-AL kart for jordbruksarealene. WEBGIS avrenning er utviklet med tanke på å gi ansatte et støtteverktøy for innlegging av søknader om produksjonstilskudd og endret jordarbeiding. Systemet vil da være basert på jordsmonnsskart med en USLE beregning og gi et estimat for forventet partikkelavrenning fra landbruksjord pr delnedbørfelt. Systemet egner seg svært godt for å logge utviklingstrender innen jordbruksavrenning, og som verktøy for å følge opp å rapportere til tiltaksprogram.
	Ressursbehov ved anvendelse	Ved oppstart og første års innleggelse vil det være et relativt stort arbeid å legge inn driften for alle gårdsbrukene. Senere år vil gå raskt da det ikke er store endringer fra år til år.
	Kompetansebehov for å operere modellen	Det er lave til moderate kompetansebehov for å operere WEBGIS avrenning under forutsetning om at vedkommende som skal bruke modellen kjenner til temaet landbruk og er fortrolig med enkle GIS verktøy. Saksbehandlere ved landbrukskontorene er tenkt som vanligste brukere.
Spesifikke modellvurderinger	Krav til inngangsdata	De viktigste inngangsdataene til WEBGIS avrenning er jordsmonnsskart, og jordbrukernes oppgitte arealfordeling av driftsformer og miljøtiltak.
	Tilgjengelighet på nasjonale data for å sette opp modellen	Det er mulig å bruke data fra SSB for å lage aggregerte resultater på et større landskapsområde.
	Begrensninger i forhold til naturtype/forhold den er utviklet for	WEBGIS avrenning er utviklet i Norge og anvendelsen er aktuell der partikkelerosjon er et vesentlig bidrag i landbruksavrenningen. I praksis vil det si Sørlandet, Østlandet og Trøndelag.
	Simulerer modellen aktuelle målvariable i EU VD?	Modellen estimerer et jordtapstall basert på landbruksdriften og kan brukes for å gi innspill til målvariable som forventet eutrofiutvikling i nedbørfelt.
	Er nøkkelfaktorer og –prosesser tilfredsstillende representert i modellen?	Modellen er basert på en forenklet USLE beregning i likhet med Institutt for Skog- og landskap sine erosjonsrisikokart. For temaet jordbruksavrenning er viktige prosesser ikke med som f. eks. tap ved spredning av husdyrgjødsel. Modellen er mest egnet for logging av endringer i landbruket over tid, og i noe grad også egnet til fosforberegninger og tiltaksplanlegging. Modellen gir grunnlag for å kjøre AGRICAT-P modellen for bedre fosfortapsberegning og mer komplekse scenarioer for tiltaksplanlegging.
	Er den romlige oppløsningen og utstrekningen slik at den er relevant for EU VD?	WEBGIS avrenning baserer seg på jordsmonnsskart og resultatene kan aggregeres til ønsket nedbørfelt nivå.
	Er den temporære oppløsningen og tidsrom slik at den er relevant for EU VD?	Systemet er basert på årlige rapporteringsintervaller og beregningene gjøres på årsbasis.
	Muligheter for modellanalyse (sensitivitet/usikkerhet)	Det er ingen metoder for simulering av sensitivitet/usikkerhet i WEBGIS avrenning.

Andre forhold som påvirker egnethet	Vurder modellens anerkjennelse nasjonalt	Modellen er en videreutvikling av GIS avrenning som har vært brukt i en rekke prosjekter.
	Finnes det dokumenterte tidligere anvendelser av modellen og referanse til disse (gjørne kontaktperson)	Følgende to publikasjoner viser relevante eksempler på anvendelse av GIS avrenning og WEBGIS avrenning: (Solheim <i>et al.</i> , 2001; Turtumøygard <i>et al.</i> , 2010b) WEBGIS avrenning er utviklet ved Bioforsk og Stein Turtumøygard er kontaktperson.
	Hjemmeside på Internett til modell	WEBGIS avrenning er omtalt på egen hjemmeside; Bioforsk .
	Er modellen i seg selv tilfredsstillende dokumentert?	Modellen er dokumentert gjennom rapporter som beskriver beregningsrutiner og hovedfunksjoner. Løpende utvikling av programmet gjør at nye funksjoner ikke er dokumentert til en hver tid. (Turtumøygard <i>et al.</i> , 2010a)
	Er modellen båndlagt lisensavgift, rettigheter, etc?	WEBGIS avrenning er bygget opp rundt åpen-kildekode programvare som PostgreSQL/Postgis/Mapserver m.fl. Det er derfor ingen lisensavgift knyttet til bruken. Systemet settes opp på en server og driftes av Bioforsk. Det er derfor noen kostnader knyttet til etablering og årlig drift av tjenesten.
	Egnethet for tilrettelegging gjennom Vann-Nett	WEBGIS avrenning har et GIS-basert grensesnitt gjennom en nettleser (som Vann-Nett) og som teoretisk ville kunne bli integrert i Vann-Nett. Det er imidlertid Bioforsk sin vurdering at dette i stor grad er et fagsystem for landbrukskontorene og egentlig i liten grad er egnet for integrering Vann-Nett. En WMS visning av resultater fra systemet kan imidlertid være aktuelt.
	Andre kommentarer	

A.3 APPENDIKS WEBGIS avløp

Modellen WEBGIS avløp vurdert i henhold til et sett med definerte karakteristika relevante for modeller som tenkes anvendt ved implementeringen av EU VD i Norge.

	Egenskap	WEBGIS avløp
Overordnede betraktninger	Forvaltningsrelevans EU VD (spesifiser problemtype)	WEBGIS avløp er et nyttig verktøy i områder med eutrofip problemer hvor bidraget fra spredt avløp er betydelig.
	Forvaltningsrelevans EU VD (spesif. forvaltningsoppg. – karakterisering, tiltaksarbeid, etc)	WEBGIS avløp anses som mest nyttig og relevant i forbindelse med tiltaksplaner, og til en viss grad ved utvikling av tilstandsklassifisering. WEBGIS avløp kan brukes til; • å lage en oversikt over anleggstyper, • bidrag av fosfor (P) nitrogen (N), og total organis karbon (TOC) fra de ulike anleggene • generere en miljøindeks som er et verktøy i prioriteringen av arbeidet med opprydding av spredt avløp. WEBGIS avløp er en detaljert modell på temaet spredt avløp og har støtteverktøy for kommunal saksbehandling. Den egner seg derfor svært godt som grunnlag for tiltaksplanlegging, tiltaksgjennomføring og kostnadseffektivitetsberegninger.
	Ressursbehov ved anvendelse	Det er en ganske stor jobb å hente inn data om de ulike anleggene innenfor et område. Modellen kan settes opp med grove data fra septik-tømmelister etc. og så forfines gjennom innlegging av høyere kvalitetsdata etter hvert som mer nøyaktige registreringer er tilgjengelig. Erfaringer har vist at kommuner som ikke har hatt et aktivt fokus på spredt avløp, har relativt dårlige data som ikke er godt nok grunnlag for å gjennomføre en detaljert tiltaksanalyse. Mange kommuner har derfor organisert studenter som har hatt sommerjobb med å registrere og bedre datakvaliteten. Når først inngangsdata er på plass i modellen så er det en liten/moderat jobb å utføre selve modelleringen. Resultatpresentasjonen er enkel, grei og fleksibel.
	Kompetansebehov for å operere modellen	Det er lave til moderate kompetansebehov for å operere WEBGIS avløp under forutsetning om at vedkommende som skal bruke modellen kjenner til temaet spredt avløp. Kommunale avløpsingeniører/saksbehandlere er vanligste brukere.
Spesifikke modellvurderinger	Krav til inngangsdata	De viktigste inngangsdataene til WEBGIS avløp er beskrivelse av hvert anlegg og geolokaliseringen av disse. I tillegg legges inn inndelingen av nedbørfelt og løsmassekart (NGU) kan brukes som et støtteverktøy i vurderingene.
	Tilgjengelighet på nasjonale data for å sette opp modellen	De fleste dataene hentes fra kommunale registre, lister over septiktømming og kommunale byggsaksarkiv. Slike data er tilgjengelig på aggregert nivå i SSB, men da er anleggsplasseringene fjernet og bare relatert til kommune som geografisk enhet.
	Begrensninger i forhold til naturtype/forhold den er utviklet for	WEBGIS avløp er utviklet i Norge og anvendelsen er også nasjonal. Modellen er tilpasset kommunale datasett, og kommunale forvaltningsbehov for temaet spredt avløp.
	Simulerer modellen aktuelle målvariable i EU VD?	Modellen beregner ikke økologisk tilstand eller noen form for biologiske variable, men beregner forurensningstilførsler (kg/tonn) over en bestemt tidsperiode (år). Modellen kan kobles med vannføring slik at gjennomsnittskonsentrasjoner fra andel som kommer fra spredt avløp kan beregnes (N/P).
	Er nøkkelfaktorer og –prosesser tilfredsstillende representert i modellen?	Beregningsrutinene for tilførsler til vassdrag er en blanding av enkle koeffisienter og mer prosessorienterte rutiner hvor anleggenes alder og oppbrukt fosforbindingskapasitet blir behandlet. Det er også en veldig enkel parameterisering av retensjon mellom anleggets geografiske lokalisering og resipienten.
	Er den romlige oppløsningen og utstrekningen slik at den er relevant for EU VD?	WEBGIS avløp er punktbasert og blir satt opp til å operere på nedbørfelthenheter som defineres av kommunene ved etableringen av systemet. Det er ingen standard for inndelingen, og den er ofte basert på ”oppstrøms prøvetakingspunkter” i kommunale overvåkingsprogram, og noen ganger brukes REGINE. Modellen kan også settes opp til å gjøre regionale/nasjonale oppsummeringer på kommune nivå.
	Er den temporære oppløsningen og tidsrom slik at den er relevant for EU VD?	Systemet er basert på fortløpende registrering/oppfølging, og det er mulig å ta ut rapporter på endringer med de intervaller som er ønskelig, for eksempel kvartal, halvår eller på årsbasis.
	Muligheter for modellanalyse (sensitivitet/usikkerhet)	WebGIS avløp inneholder en modul for å simulere effekter av ulike tiltak. Det er imidlertid ingen metoder for simulering av sensitivitet/usikkerhet i WEBGIS avløp. En sensitivitets-/usikkerhetsanalyse vil innebære at det er i hovedsak inngangsdataene det utføres analyse på da det er veldig få modellparametre å stille på. Modellen er basert på

		forsøksanlegg og undersøkelser av renseeffekt fra ulike spredte avløpsanlegg
Andre forhold som påvirker egnethet	Vurder modellens anerkjennelse nasjonalt	Modellen er anerkjent og i bruk av over 50 kommuner.
	Finnes det dokumenterte tidligere anvendelser av modellen og referanse til disse (gjerne kontaktperson)	Følgende publikasjoner (kun utvalg) er relevante anvendelser av WEBGIS avløp: (Kraft and Turtumøygard, 1997; Solheim <i>et al.</i> , 2001; Borch <i>et al.</i> , 2004; Borch <i>et al.</i> , 2006; Turtumøygard and Blankenberg, 2006; Hensel, 2008) WEBGIS avløp en utviklet ved Bioforsk og Stein Turtumøygard er kontaktperson.
	Hjemmeside på Internett til modell	WEBGIS avløp har egen hjemmeside, Bioforsk .
	Er modellen i seg selv tilfredsstillende dokumentert?	Modellen er godt dokumentert gjennom rapporter som beskriver beregningsrutiner og hovedfunksjoner. Løpende utvikling av programmet gjør at nye funksjoner ikke er dokumentert til en hver tid.
	Er modellen båndlagt lisensavgift, rettigheter, etc?	WEBGIS er bygget opp rundt programvare med åpen kildekode programvare som PostgreSQL/Postgis/Mapserver m.fl. Det er derfor ingen lisensavgift knyttet til bruken av programvaren den er utviklet på. Systemet settes opp på en server og driftes av Bioforsk. Det er derfor noen kostnader knyttet til etablering og årlig drift av tjenesten.
	Egnethet for tilrettelegging gjennom Vann-Nett	WEBGIS avløp har et GIS-basert grensesnitt gjennom en nettleser (som Vann-Nett) og som teoretisk ville kunne bli integrert i Vann-Nett. Det er imidlertid mange brukerkommuner som krever en del driftsoppfølging i systemet, og dataene er beskyttet av personvern hensyn (eiendomsdata som Datatilsynet ikke vil tillate legges åpent). Vår vurdering er derfor at det ikke vil være hensiktsmessig å integrere det i Vann-Nett. Bioforsk kan imidlertid legge aggregerte data fra alle WEBGIS avløp kommuner ut i en WMS løsning som kan legges inn i Vann-Nett. En må i så tilfelle legge opp en standard nedbørfeltinndeling i Vann-Nett. Denne nedbørfeltinndelingen burde baseres på typifiseringen av vannlokalitetene.
	Andre kommentarer	

A.4 APPENDIKS AGRICAT-P

Modellen AGRICAT-P vurdert i henhold til et sett med definerte karakteristika relevante for modeller som tenkes anvendt ved implementeringen av EU VD i Norge.

	Egenskap	AGRICAT-P
Overordnede betraktninger	Forvaltningsrelevans EU VD (spesifiser problemtype)	AGRICAT-P er en spesiallaget modell for tiltaksplanlegging i jordbruksområder med eutrofip problemer, og hvor bidraget fra partikkelavrenning fra jordbruk er viktig.
	Forvaltningsrelevans EU VD (spesif. forvaltningsopp. – karakterisering, tiltaksarbeid, etc.)	AGRICAT-P anses som nyttig og meget relevant i forbindelse med tiltaksplaner, og til en viss grad ved karakterisering. AGRICAT-P kan brukes til; • å lage en oversikt over forventet fosfor og jordtap fra jordbruksarealer i et normalår • å beregne effekten av ulike endringsscenarioer og ulike tiltaksstrategier. Scenariene kan være komplekse og modellen beregner akkumulerte effekter av flere tiltak i samspill • bidrag av fosfor (P) fra partikkelerosjon beregnes med en egen fosfor modell basert på jordtyper, P-AL nivåer og anrikningsprosesser. AGRICAT-P er utviklet med tanke på å gi vannområdene et tilbud om å få beregnet effekter av ulike tiltak og strategier som grunnlag for diskusjoner og beslutninger i vannområdegutter. Modellen kan bruke SSB data om produksjonstilskudd og endret jordarbeiding eller innlagte data fra WEBGIS avrenning. AGRICAT-P beregner både grøfteavrenning og overflateavrenning.
	Ressursbehov ved anvendelse	Det er en del arbeid å sette opp grunnlagsdataene avhengig av hvor komplekse scenarioer som skal kjøres, og hvor mange vegetasjonssoner, fangdammer, buffersoner, grasdekte vannveier og lignende som skal innarbeides i datasettet.
	Kompetansebehov for å operere modellen	Det er moderate kompetansebehov for å operere AGRICAT-P under forutsetning om at vedkommende som skal bruke modellen kjenner til temaet landbruk og er fortrolig med GIS verktøy som ARCGIS eller QGIS. Modellen er en bestillingsmodell som kjøres av Bioforsk, evt. av andre med kompetanse på bruk av modellen.
Spesifikke modellvurderinger	Krav til inngangsdata	Inngangsdataene til AGRICAT-P er jordsmonnsskart, arealfordeling av driftsformer og miljøtiltak, P-AL data fra Jorddatabanken, fangdammer, vegetasjonssoner m.m. Det er ønskelig med relativt høy detaljeringsgrad.
	Tilgjengelighet på nasjonale data for å sette opp modellen	Det er mulig å bruke data fra SSB / SLF. Jordbruksdata om produksjon og om tilskudd til miljøtiltak kan fordeles eksakt på riktig areal, eller så kan en bruke rutiner i AGRICAT-P som på en vilkårlig måte fordeler dataene proporsjonalt i delnedbørfeltene.
	Begrensninger i forhold til naturtype/forhold den er utviklet for	AGRICAT-P er utviklet i Norge og anvendelsen er aktuell der partikkelerosjon er et vesentlig bidrag i landbruksavrenningen. I praksis vil det si Sørlandet, Østlandet og Trøndelag. Modellen er regionalisert med tanke på tilpasning av ulike klimatiske forhold.
	Simulerer modellen aktuelle målvariable i EU VD?	Modellen estimerer et jordtapstall og fosfortap basert på landbruksdriften og simuleringer av denne. Modellene kan brukes for å gi innspill til målvariable som forventet eutrofiutvikling i nedbørfelt gitt ulike tiltak.
	Er nøkkelfaktorer og –prosesser tilfredsstillende representert i modellen?	Modellen er basert på en forenklet USLE beregning på samme måte som Institutt for Skog- og landskap sine erosjonsrisikokart. For temaet jordbruksavrenning er viktige prosesser ikke med som f. eks. tap fra husdyrgjødsel spredning. Modellen er mest egnet for planlegging av tiltak og tiltaksstrategier
	Er den romlige oppløsningen og utstrekningen slik at den er relevant for EU VD?	AGRICAT-P enhetene baserer seg på jordsmonnsskart og resultatene kan aggregeres til ønsket nedbørfelt nivå.
	Er den temporære oppløsningen og tidsrom slik at den er relevant for EU VD?	Systemet er basert på årlige rapporteringsintervaller og beregningene gjøres på årsbasis, men den kan kjøres som en serie av år etter hverandre for å vise trender og utvikling.
	Muligheter for modellanalyse	Det er ingen metoder for simulering av sensitivitet/usikkerhet i AGRICAT-P.

	(sensitivitet/usikkerhet)	Modellen er kalibrert mot ulike JOVA felt.
Andre forhold som påvirker egnethet	Vurder modellens anerkjennelse nasjonalt	Modellen er en videreutvikling av GIS avrenning som har vært brukt i en rekke prosjekter.
	Finnes det dokumenterte tidligere anvendelser av modellen og referanse til disse (gjørne kontaktperson)	Følgende publikasjoner viser relevante eksempler på anvendelse av GIS avrenning og AGRICAT-P: (Borch and Turtumøygard, 2008; Borch, 2009c, b; Borch <i>et al.</i> , 2010b; Øygarden <i>et al.</i> , 2010) AGRICAT-P er utviklet ved Bioforsk og Håkon Borch er kontaktperson.
	Hjemmeside på Internett til modell	AGRICAT-P er omtalt på Tiltaksveilederen for landbruket på Bioforsks Internettsider (www.bioforsk.no).
	Er modellen i seg selv tilfredsstillende dokumentert?	AGRICAT-P er dokumentert gjennom rapporter som beskriver beregningsrutiner og hovedfunksjoner. Løpende utvikling av programmet gjør at nye funksjoner ikke er dokumentert til enhver tid. (Øgaard and Borch, 2007; Borch, 2009a; Borch <i>et al.</i> , 2010a; Turtumøygard <i>et al.</i> , 2010a)
	Er modellen båndlagt lisensavgift, rettigheter, etc?	AGRICAT-P er bygget i FileMakerPro, og brukeren må ha lisens.
	Egnethet for tilrettelegging gjennom Vann-Nett	AGRICAT-P er etter Bioforsk sin vurdering ikke egnet for å integrere i Vann-Nett, og vil være en bestillingsmodell. Resultater fra modellkjøringer vil imidlertid kunne integreres som for eksempel WMS lag i Vann-Nett.
	Andre kommentarer	

A.5 APPENDIKS INCA N/P

Modellen INCA N/P vurdert i henhold til et sett med definerte karakteristika relevante for modeller som tenkes anvendt ved implementeringen av EU VD i Norge.

	Egenskap	INCA N/P
Overordnede betraktninger	Forvaltningsrelevans EU VD (spesifiser problemtype)	INCA N/P anses primært å være nyttige verktøy i områder med eutrofip problemer.
	Forvaltningsrelevans EU VD (spesif. forvaltningsoppg. – karakterisering, tiltaksarbeid, etc)	Modellen anses relevant i forbindelse med karakterisering (tilstandsklassifisering) og ved utvikling av tiltaksanalyser. INCA N/P kan brukes til å lage en oversikt over hvilke kilder, og typer kilder, som bidrar mest til forurensningssituasjon og tilsvarende hvor forurensningsreducerende tiltak kan/bør settes inn. Modellen er best egnet til å simulere landbrukstiltak og den kan representere tiltak i form av endret gjødsling (mengde, tidspunkt) og arealbruksendringer. Videre er det mulig å simulere effekten av endringer i direkte utslipp (fra renseanlegg, spredt avløp og evt. punktkilder i landbruket), men dette må i modellen gjøres ved å manipulere inngangsdataene. Modellen kan også simulere mulige effekter av endret klima (nedbør, temperatur).
	Ressursbehov ved anvendelse	INCA N/P er en middels ressurskrevende modell sammenlignet med andre mer komplekse modeller (for eks. SWAT, NL-CAT) som opererer innenfor domenet ”diffus avrenning”. For en trenet modellør burde det la seg gjøre å sette opp modellen for et normalt stort og komplisert vassdrag, og hvor datasituasjon er tilfredsstillende, innenfor rammen av et månedsverk.
	Kompetansebehov for å operere modellen	INCA N/P er relativt krevende å operere og det anses som en ”ekspertjobb” å sette den opp, utføre simuleringer og analysere resultater. Modellen har et relativt intuitivt grafisk grensesnitt, men er ellers på ingen måte strømlinjeformet for andre enn dedikerte spesialister.
Spesifikke modellvurderinger	Krav til inngangsdata	INCA N/P krever utslippsdata for punktilførsene, data for gjødselsforbruk og beskrivelse av nedbørfelt og vassdragsystem. Utover dette er en rekke parametre som styrer de representerte prosessene i modellen (i jordsmonn, inkludert mettet/umettet sone/grunnavann og overflatevann, plantevekst, etc). Videre behøves vannkjemidata til kalibrering av modellen. Utover dette kreves data på nedbør og lufttemperatur.
	Tilgjengelighet på nasjonale data for å sette opp modellen	Utslipp fra punktkilder og beskrivelse av nedbørfelt er tilgjengelig fra SSB og NVE, mens gjødslingsdata som regel er tilgjengelig regionalt/lokalt (landbrukskontor). Vannkjemidata kan være tilgjengelig gjennom lokale, regionale eller nasjonale måleprogram. Modellparametre fastsettes dels gjennom studie av tidligere anvendelser av modellen (litteratur, inkludert dokumentasjon), erfaring med modellen og ved kalibrering.
	Begrensninger i forhold til naturtype/forhold den er utviklet for	Modellen, og særlig den modulen som simulerer nitrogen (N), er anvendt i flere vassdrag i Norge, men primært i lavlandet i Sør-Norge. P-delen er langt mindre testet og anses å ha dårligere presisjon enn N-delen av INCA, primært fordi det er vanskeligere og utført mindre utviklingsarbeid på å representere P-prosesser enn N-prosesser.
	Simulerer modellen aktuelle målvariable i EU VD?	INCA simulerer N- (nitrat og ammonium) og P-konsentrasjoner (total P, oppløst P og partikulært P) og vannføring transport i definerte vassdragsavsnitt på døgnbasis. Dette må videre av brukeren omsettes til mer direkte målvariable (økologiske/biologiske) i EU VD.
	Er nøkkelfaktorer og –prosesser tilfredsstillende representert i modellen?	N-prosessene i INCA er godt representert i modellen. P-delen håndterer imidlertid ikke alle P-fraksjoner like godt hvor spesielt beregning av partikulært fosfor er komplisert og beheftet med usikkerheter (Partikulært P simuleres betydelig bedre etter at INCA-P ble ”fusjonert” med INCA-Sed, men tilførsel av partikler er generelt komplisert og usikkerheten fortsatt stor). P-delen av INCA simulerer dessuten primærproduksjon i vassdraget.
	Er den romlige oppløsningen og utstrekningen slik at den er relevant for EU VD?	INCA N/P er semi-distribuert nedbørfelt modell, noe som innebærer at vassdraget kan deles inn og simulere N- og P-prosesser på delnedbørfeltnivå. Den håndterer imidlertid ikke en struktur der det bør settes opp flere delnedbørfelt oppstrøms hverandre innenfor et side-nedbørfelt (alle felt må kunne ordnes etter hverandre langs en elvestreng). Det kan det defineres opptil 6 forskjellige areal-kategorier.

		INCA N/P opereres typisk på en utstrekning av nedbørfelt eller delnedbørfelt.
	Er den temporære oppløsningen og tidsrom slik at den er relevant for EU VD?	INCA N/P simulerer resultater med døgnoopløsning (konsentrasjon/belastning). Disse resultatene kan aggregeres opp til en grovere oppløsning i for eks. MS Excel. Modellen kan simulere flere påfølgende år.
	Muligheter for modellanalyse (sensitivitet/usikkerhet)	Det er ingen innebygde rutiner for automatisk simulering av sensitivitet/usikkerhet og slike analyser må derfor gjøres ved manuelt å stille på modellparametre, evt. benytte eksterne verktøy som automatisk genererer oppdaterte input parameterfiler og setter i gang kjøring av modellen. Dette anses imidlertid svært kompetansekrevene.
Andre forhold som påvirker egnethet	Vurder modellens anerkjennelse nasjonalt	INCA N/P er meget anerkjent nasjonalt og anvendes av både NIVA og Bioforsk. Den har så langt vært mest brukt i forskningsprosjekter, men anses å være ferdig testet/tilpasset til å brukes i mer forvaltningsrettede prosjekter.
	Finnes det dokumenterte tidligere anvendelser av modellen og referanse til disse (gjørne kontaktperson)	Relevante referanser til anvendelse av modellen er: Bakken, et al., 2006, Bakken et al, 2008 og Bakken et al, 2006b.
	Hjemmeside på Internett til modell	Modellen er utviklet ved University of Reading og eies av prof. Paul Whitehead/AERC-teamet ved University of Reading. Et omfattende arbeid omkring uttesting og innspill til forbedringer av modellen er gjort i nært samarbeid med NIVA (primært Øyvind Kaste). www.reading.ac.uk/INCA
	Er modellen i seg selv tilfredsstillende dokumentert?	De primære referansene som beskriver prosessene i INCA N/P er: Wade, A. J., Durand, P., Beaujouan, V., Wessel, W. W., Raat, K. J., Whitehead, P. G., Butterfield, D., Rankinen, K., and Lepisto, A. 2002; Wade, A. J., Whitehead, P.G. and Butterfield, D. (2002).
	Er modellen båndlagt lisensavgift, rettigheter, etc?	Modellen er eid av prof. Whitehead/AERC University of Reding. Tilgang til modellen får ved henvendelse til dette teamet. Policy fra gruppa har vært at det er gratis tilgang til modellen så sant den benyttes i ikke-kommersiell sammenheng.
	Egnethet for tilrettelegging gjennom Vann-Nett	INCA N/P er antageligvis lite egnet, og heller ikke hensiktsmessig hvis anvendt som bestillingsmodell, å tilrettelegge for Vann-Nett. Rettighetsproblematikken vil ventelig også være en barriere hvis det skulle være aktuelt å tilrettelegge modellen i Vann-Nett.
	Andre kommentarer	Det bør nevnes at andre moduler av INCA er nylig utviklet eller under utvikling, herunder INCA-Sed (sedimenter), INCA-C (karbon), INCA-Metals (arsen, bly, kadmium, kobber, nikkel, krom, mangan og molybden), INCA-Mercury (kvikksølv og metyl-kvikksølv) og INCA-Trit (radioaktiv stoffer).

A.6 APPENDIKS JOVA-Nest

Modellen JOVA-Nest vurdert i henhold til et sett med definerte karakteristika relevante for modeller som tenkes anvendt ved implementeringen av EU VD i Norge.

	Egenskap	JOVA-Nest
Overordnede betraktninger	Forvaltningsrelevans EU VD (spesifiser problemtype)	Jova-Nest estimerer N-tap fra jordbruksareal til første åpne resipient (bekk, innsjø)
	Forvaltningsrelevans EU VD (spesif. forvaltningsoppg. – karakterisering, tiltaksarbeid, etc.)	Jova-Nest er en regresjonsmodell basert på målingene gjort i JOVA-programmet, og er dermed best egnet i områder hvor det ikke er stort innslag av grønnskaer og eng. Modellen brukes idag til å levere jordbrukets bidrag i TEOTIL.
	Ressursbehov ved anvendelse	Modellen er relativt resurskrevende til å beregne nivået på N-tapene og kjøres med en gitt jordbruksdrift mot været over en lengre periode. Deretter beregnes årlige N-tap som effekter av de endringer i jordbruksdrift som har skjedd fra starttidspunktet. Dette er effekter funnet i forsøk på rute- og småfelt i Skandinavia.
	Kompetansebehov for å operere modellen	Det trengs kompetanse om jordbruksdrift og agrohydrologi for å sette opp kjøringene for å beregne et utgangsnivå for tap (nivået for tapene med en gitt jordbruksdrift), deretter bare tilrettelegging av nye arealfordelinger.
Spesifikke modellvurderinger	Krav til inngangsdata	Modellen er tilpasset de data som er tilgjengelig fra søknader om tilskudd innen jordbruket. For å beregne utgangsnivået trengs også kornavlinger, moldinnhold i jord, avrenning i ulike perioder av året, nedbør og nitrogeninnhold i nedbør, temperatur og evt. fordampingsdata dersom avrenning ikke er tilgjengelig.
	Tilgjengelighet på nasjonale data for å sette opp modellen	Se ovenfor
	Begrensninger i forhold til naturtype/forhold den er utviklet for	Siden de fleste JOVA-feltene domineres av korn, vil den sannsynligvis være mye mer usikker i områder med høye innslag av eng og grønnsaker.
	Simulerer modellen aktuelle målvariable i EU VD?	Modellen beregner ikke økologisk tilstand eller noen form for biologiske variable, men beregner tilførsler pr år. Den kan også gi konsentrasjoner.
	Er nøkkelfaktorer og –prosesser tilfredsstillende representert i modellen?	Jova-Nest er en statistisk modell, og håndterer ikke prosesser som f.eks økning i moldinnholdet som følge av omlegging til eng.
	Er den romlige oppløsningen og utstrekningen slik at den er relevant for EU VD?	Jova-Nest er utviklet på måledata fra mindre jordbruksdominerte nedbørfelt, men selve beregningene er skala-uavhengig.
	Er den temporære oppløsningen og tidsrom slik at den er relevant for EU VD?	Den temporære oppløsningen er 1 år og den kan kjøres som en serie av år etter hverandre for å vise trender og utvikling.
	Muligheter for modellanalyse (sensitivitet/usikkerhet)	Regresjonsmodellen forklarte 85 % av variasjonene i tapene i de 5 JOVA-feltene som var med i dataanalysen.
Andre forhold som påvirker egnethet	Vurder modellens anerkjennelse nasjonalt	Den er svært anerkjent som leverandør av data til TEOTIL.
	Finnes det dokumenterte tidligere anvendelser av modellen og referanse til disse (gjørne kontaktperson)	Følgende publikasjoner (kun utvalg) er relevante anvendelser av Jova-Nest: Eggstad H.O., N. Vagstad and M. Bechmann (2001): Losses of Nitrogen and Phosphorous from Norwegian Agriculture to the OSPAR problem area. Jordforskrappport 99/2001. Årlige TEOTIL-rapporteringer (se TEOTIL)
	Hjemmeside på Internett til modell	
	Er modellen i seg selv tilfredsstillende dokumentert?	Den delen som beregner nivå av N-tapene (basert på vær, jord og jordbruksdrift) trenger bedre dokumentasjon dersom forvaltningen skal sette den opp og kjøre den selv. Delen som beregner effekt av endringer i jordbruksdrift er enkel å operere da det er bare å sette sammen nye areal-fordelinger.
	Er modellen båndlagt lisensavgift, rettigheter, etc?	Nei. Modellen er skrevet i Perl som er «Open Source»
	Egnethet for tilrettelegging gjennom Vann-Nett	Den delen som beregner nivå av N-tapene (basert på vær, jord og drift) er neppe egnet, men effektdelen er nok bedre egnet. Hvis en velger å legge inn en variant av

		TEOTIL i Vann-Nett vil JOVA-Nest eller en tilpasset variant inngå i denne tilretteleggingen for å dekke jordbruksbidrag. Det kan være aktuelt å øke datagrunnlaget for å dekke andre produksjonsformer bedre.
	Andre kommentarer	

A.7 APPENDIKS Den indikative hydromorfologiske modellen (svensk)

Den indikative hydromorfologiske modellen (svensk) vurdert i henhold til et sett med definerte karakteristika relevante for modeller som tenkes anvendt ved implementeringen av EU VD i Norge.

	Egenskap	Den indikative hydromorfologiske modellen (svensk)
Overordnede betraktninger	Forvaltningsrelevans EU VD (spesifiser problemtype)	Regulerte vassdrag/vassdrag sterkt påvirket av hydromorfologiske endringer
	Forvaltningsrelevans EU VD (spesif. forvaltningsoppg. – karakterisering, tiltaksarbeid, etc)	Primært egnet i forbindelse med karakterisering. Lite egnet i forbindelse med tilstandsvurdering og utvikling av tiltaksanalyse da den i konsept er statisk/ikke har noen prosessbeskrivelser.
	Ressursbehov ved anvendelse	Krever utviklingsarbeid (se tabell 4.1), deretter lite ved anvendelse.
	Kompetansebehov for å operere modellen	Antageligvis begrenset, noe teknisk kompetanse på GIS/databaser.
Spesifikke modellvurderinger	Krav til inngangsdata	Antageligvis moderat, men krever ”komplette” datasett.
	Tilgjengelighet på nasjonale data for å sette opp modellen	Påvirkningsdata fra nasjonale, regionale og lokale registre/databaser (men er litt uavklart før modellen er ferdig utviklet).
	Begrensninger i forhold til naturtype/forhold den er utviklet for	I utgangspunktet uavhengig av naturtype, men må anvendes med forsiktighet hvis anvendt utenfor naturtyper den er testet for.
	Simulerer modellen aktuelle målvariable i EU VD?	Modellen skal designes skal et den beregner direkte hvordan tilstanden er i forhold til statusklasser (ikke biologiske indikatorer).
	Er nøkkelfaktorer og –prosesser tilfredsstillende representert i modellen?	Nei, det er en statistisk modell.
	Er den romlige oppløsningen og utstrekningen slik at den er relevant for EU VD?	Ja, vil antageligvis operere på delnedbørfelt/vassdragsstreng som enhet.
	Er den temporære oppløsningen og tidsrom slik at den er relevant for EU VD?	Modellen er statisk, dvs. at den beregner den gjennomsnittlige langtidstilstanden (ikke noe dynamikk eller år-til-år variasjon).
	Muligheter for modellanalyse (sensitivitet/usikkerhet)	Nei
Andre forhold som påvirker egnethet	Vurder modellens anerkjennelse nasjonalt	Den er akseptert som ”best tilgjengelige metodikk” i Sverige der tilstandsdata ikke finnes. Den er så langt ikke anvendt i Norge.
	Finnes det dokumenterte tidligere anvendelser av modellen og referanse til disse (gjerne kontaktperson)	Den er anvendt i deler av Sverige (særlig i nord), og det finnes rapporter omkring disse anvendelsene. Kontaktperson: Mats Johansson, Länsstyrelsen Västerbotten.
	Hjemmeside på Internett til modell	Nei
	Er modellen i seg selv tilfredsstillende dokumentert?	Den svenske versjonen er godt dokumentert.
	Er modellen båndlagt lisensavgift, rettigheter, etc?	Nei
	Egnethet for tilrettelegging gjennom Vann-Nett	Det bør vurderes som del av et utviklingsarbeid.
	Andre kommentarer	Det vil kreves et nasjonalt utviklingsarbeid for å få denne modellen tilpasset norske forhold (se tabell 4.1). Arbeidet som gjøres i EnviPEAK-prosjektet innenfor forskningssenteret CEDREN med testing av den europeiske EFI+ indeksen i Norge vil bidra til arbeidet med utviklingen/tilpasningen av den svenske indikative hydromorfologiske modellen i Norge.

A.8 APPENDIKS Norsk IHA⁴

Modellen ”Norsk IHA” vurdert i henhold til et sett med definerte karakteristika relevante for modeller som tenkes anvendt ved implementeringen av EU VD i Norge.

	Egenskap	Norsk IHA-modell
Overordnede betraktninger	Forvaltningsrelevans EU VD (spesifiser problemtype)	Regulerte vassdrag, sammenligning av hydrologiske verdier før og etter regulering.
	Forvaltningsrelevans EU VD (spesif. forvaltningsoppg. – karakterisering, tiltaksarbeid, etc)	Modellen anses primært relevant for å vurdere hvilket avvik, uttrykt gjennom hydrologiske indekser, de regulerte elvestrekningene (primærte fraførte) er fra naturtilstanden (uregulert). Karakterisering er derfor den mest aktuelle EU VD-oppgaven den kan anvendes til, dvs endring i hydrologisk indeks som funksjon av inngrep..
	Ressursbehov ved anvendelse	Ofte veldig begrenset, under forutsetning av at vannføringsdata før og etter regulering er tilgjengelig.
	Kompetansebehov for å operere modellen	Veldig begrenset, igjen gitt av tilgang til data. Hvis data fra for eksempel før reguleringen mangler, kan det være krevende å frambringe dette.
Spesifikke modellvurderinger	Krav til inngangsdata	Modellen krever vannføringsdata (døgnoopløsning) både før og etter reguleringsinngrep, og helst flere år med data.
	Tilgjengelighet på nasjonale data for å sette opp modellen	God i vassdrag som måles eller hvor HBV (eller annen hydrologisk modell) er satt opp og hvor ”før-regulering”-situasjonen er modellert. Data kan også være tilgjengelig hos regulant.
	Begrensninger i forhold til naturtype/forhold den er utviklet for	Kan i utgangspunktet benyttes uavhengig av naturtyper, men gyldigheten av indeksene må sjekkes.
	Simulerer modellen aktuelle målvariable i EU VD?	Ikke direkte, men enkelte hydrologiske indekser kan til en viss grad omsettes til en økologisk respons av inngrep.
	Er nøkkelfaktorer og –prosesser tilfredsstillende representert i modellen?	Nei, dette er ikke en prosess-basert modell.
	Er den romlige oppløsningen og utstrekningen slik at den er relevant for EU VD?	Modellen beregner indekser i punkt i vassdraget, men er gyldig for en så lang strekning som vannføringsdataene anses som representative for.
	Er den temporære oppløsningen og tidsrom slik at den er relevant for EU VD?	Statisk modell, opererer på langtids gjennomsnittsverdier.
	Muligheter for modellanalyse (sensitivitet/usikkerhet)	Ja, hvis lange tidsserier er tilgjengelig (helst noen ti-år).
Andre forhold som påvirker egnethet	Vurder modellens anerkjennelse nasjonalt	Anerkjennelsen er relativt god og baserer seg på tidligere FoU-arbeid av blant annet SINTEF og NINA som igjen støtter seg på internasjonalt arbeid.
	Finnes det dokumenterte tidligere anvendelser av modellen og referanse til disse (gjerne kontaktperson)	Uttesting er gjort av SINTEF/NINA gjennom prosjektet HydBioUpscale. Kontakt: Lena Tøfte (SINTEF) og Arne Jensen (NINA).
	Hjemmeside på Internett til modell	Nei
	Er modellen i seg selv tilfredsstillende dokumentert?	Nei, dette må forbedres om modellen skal tas i bruk i forbindelse med EU VD (se tabell 4.1).
	Er modellen båndlagt lisensavgift, rettigheter, etc?	Nei
	Egnethet for tilrettelegging gjennom Vann-Nett	Modellen er Excel-basert og en integrasjon med Vann-Nett vil kunne utføres ved at modellen er nedlastbar. Viktigste inngangsdata er tidsserier og ettersom Vann-Nett ikke håndterer tidsserier så vil det ikke være mulig å hente inngangsdata

⁴ Modellnavnet er lagd i forbindelse med dette prosjektet og henspiller på likhetene med den internasjonale IHA-modellen.

		direkte fra Vann-Nett.
	Andre kommentarer	Tilnærmingen kan også anvendes med andre hydrauliske/hydrologiske inngangsdata, som for eksempel vannstand.

A.9 APPENDIKS Fosforindeksen⁵

Den mest effektive reduksjonen i fosfortilførsler til ferskvann fra dyrka mark oppnås dersom en fokuserer på de arealene som bidrar med de største tapene. Fosforindeksen er et verktøy som kan brukes til å rangere arealer i forhold til risiko for fosfortap, og dermed målrette tiltakene mot arealene med størst risiko for fosfortap.

	Egenskap	Fosforindeksen
Overordnede betraktninger	Forvaltningsrelevans EU VD (spesifiser problemtype)	Fosforindeksen er et verktøy som kan brukes til å rangere arealer i forhold til risiko for fosfortap, og dermed målrette tiltakene mot arealene med størst risiko for fosfortap.
	Forvaltningsrelevans EU VD (spesif. forvaltningsoppg. – karakterisering, tiltaksarbeid, etc)	Relevant for tiltaksplanlegging på gårdsnivå. Veiledningstjenester i landbruket er aktuelle brukere. Fosforindeksen kan brukes som hjelpemiddel for å vurdere de mest effektive tiltak. På et areal med høyt fosforinnhold i jordsmonnet kan en redusere fosforindeksen ved å redusere gjødslingen. Tilsvarende kan en på et skifte med høy erosjonsrisiko redusere fosforindeksen ved å redusere erosjonsrisikoen, for eksempel ved redusert jordarbeiding..
	Ressursbehov ved anvendelse	Lite ressursbehov
	Kompetansebehov for å operere modellen	Lite kompetansebehov for å kjøre modellen, men lokalkunnskap om driften på gården
Spesifikke modellvurderinger	Krav til inngangsdata	Fosforindeksen er basert på opplysninger som er tilgjengelige for alle bønder i gjødselplan eller fra statistiske kilder.
	Tilgjengelighet på nasjonale data for å sette opp modellen	Ikke relevant
	Begrensninger i forhold til naturtype/forhold den er utviklet for	Modellen gir ikke utslippstall, men en rangering av risiko for ulik drift på ulike arealer. Modellen gir dermed ikke bidrag til karakteriseringsarbeid eller tilstandsvurderingsarbeidet. Modellen er derfor mest interessant som et lokalt veiledningsverktøy i tiltaksarbeidet.
	Simulerer modellen aktuelle målvariable i EU VD?	Nei
	Er nøkkelfaktorer og –prosesser tilfredsstillende representert i modellen?	Ja
	Er den romlige oppløsningen og utstrekningen slik at den er relevant for EU VD?	Ikke relevant
	Er den temporære oppløsningen og tidsrom slik at den er relevant for EU VD?	Ikke relevant
	Muligheter for modellanalyse (sensitivitet/usikkerhet)	Nei
Andre forhold som påvirker egnethet	Vurder modellens anerkjennelse nasjonalt	Modellen er i bruk i flere land og den norske versjonen er tilpasset norske forhold. Metoden er godt anerkjent internasjonalt som et planleggingsverktøy.
	Finnes det dokumenterte tidligere anvendelser av modellen og referanse til disse (gjerne kontaktperson)	Kontaktperson er Marianne Bechmann (Bioforsk)
	Hjemmeside på Internett til modell	Hele modellen ligger ute på internett til fri bruk. http://www.webgis.no/Pindeks
	Er modellen i seg selv tilfredsstillende dokumentert?	På hjemmesiden til modellverktøyet er det link til full dokumentasjon av hvordan modellen brukes.
	Er modellen båndlagt lisensavgift, rettigheter, etc?	Ingen lisenskostnader
	Egnethet for tilrettelegging gjennom	Ikke egnet til å integreres i Vann-Nett, men det kan ligge informasjon om

	Vann-Nett	tjenesten og link til verktøyet på for eksempel Vannportalen
	Andre kommentarer	



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no