

Fysisk beskrivende vassdragsmodell

Av Kjetil Arne Vaskinn

Kjetil Vaskin er dr.ing. fra NTH, og nå ansatt som forsker ved Norsk hydroteknisk laboratorium (NHL).

1. INNLEDNING

Med utgangspunkt i utredningsarbeid på feltet energi og forurensninger fra 1980 oppnevnte Norges Tekniske Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF) i februar 1982 et styringsutvalg med oppgave å arbeide for utvikling av et forskningsprogram på området «Miljøvirkninger av vassdragsutbygging». Midler fra dette forskningsprogrammet har finansiert utarbeidelsen av Fysisk Beskrivende Vassdragsmodell. Arbeidet er utført av Norsk hydroteknisk laboratorium (NHL) og Institutt for vassbygging, NTH. Dette arbeidet er grundig beskrevet i Vaskinn (1985).

Ved hjelp av midler bevilget av Norsk Hydrologisk Komité i 1986 og egeninnsats fra Norsk hydroteknisk laboratorium er systemet utvidet til også å omfatte temperatursimulering.

2. FORMÅL

I arbeidet med konsekvensvurderinger ved vassdragsregulering, vil en ha bruk for en rekke ulike typer fysiske data. Formålet med den Fysisk Beskrivende Vassdragsmodellen er å skaffe til veie mest mulig korrekte hydrofysiske data for vassdrag, og klarlegge hvordan de hydrofysiske forholdene endres ved vannføringsendringer. Modellen er bygd opp slik at disse data lett skulle kunne kombineres og settes

i sammenheng med andre typer aktuelle data for vassdraget og nærliggende områder.

Som regel vil ikke de fysiske data ha så stor interesse i seg selv, men tjene som inngangsdata til andre konsekvensvurderinger, for eksempel for grunnvannsforhold, biologiske vurderinger, resipientforhold, osv.

3. BRUKERGRUPPER

Fysisk Beskrivende Vassdragsmodell er i utgangspunktet tenkt brukt i forbindelse med konsekvensvurderinger for alle brukerinteresser knyttet til vassdrag.

For å sørge for at modellen skulle gi resultater som var i samsvar med ønsker fra brukerne, startet en derfor allerede under planleggingen av prosjektet med å klarlegge hvilke fysiske data som er mest aktuelle for beskrivelse av forhold i selve elveløpet for bruk i forskjellige konsekvensvurderinger.

Resultatene fra arbeidet er oppsummet i tabell 1. Krav til tidsoppløsning og geografisk oppløsning har vært vanskelig å få definert eksakt. I dagens versjon vil modellen kunne gi resultater med tidsoppløsning ned til 1 døgn.

På grunnlag av brukerundersøkelsene ble det i første omgang besluttet å framskaffe, beregne og presentere et mindre antall hovedtyper av data.

Type data	Primære hydrauliske data				Andre typer fysiske data					
	Vannstand	Vannhast.	Vannareal	Vannvolum	Oppholdstid	Vann-temp.	Bunnforhold	Turbulens	Lys-klima	Arealbruk
Økologi	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
inkl. fisk	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Resipientforhold	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Jordbruk/skogbruk	*	*	*							*
Erosjon/sediment.	*	*					*			*
Landskapsopplevelse										
Rekreasjon	*		*			*				
Lokalklima			*	*		*		*		
Flom-sikring	*	*								*

Tabell 1. *Aktuelle fysiske data for ulike typer brukere av en Fysisk Beskrivende Vassdragsmodell. Miljøvirkninger av Vassdragsutbygging. (1983).*

Det er ved siden av vannføringer:

Hydrauliske data:

Vannstand, vannhastighet og vanndekket areal.

Substrat type:

Elvebunnen bør klassifiseres i henhold til substrattype med oppmåling av tverrprofil. Ved denne klassifiseringen anbefales å bruke det klassifiseringssystem som er utviklet ved US Fish and Wildlife Service. Bovee (1982).

Topografiske data:

Tverrprofiler, Vannlinjer.

Andre data:

Vanntemperatur, meteorologiske data (temperatur etc.), vannkvalitet.

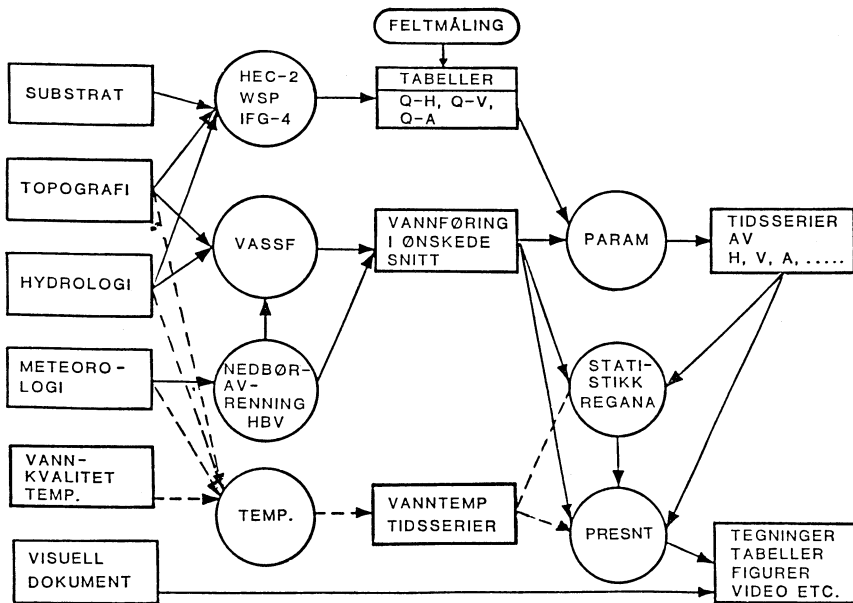
Modellen er imidlertid fleksibel slik at nye parametre lett kan beregnes.

4. BEREGNINGSGANG

For å kunne framskaffe de ønskede data og samtidig ha en fleksibel modell, ble det besluttet å utvikle et system med flere integrerte modeller.

Beregningsgangen er vist i figur 1.

Sirklene representerer forskjellige simulering- og beregningsprogrammer, mens



Figur 1. Beregningsgang i Fysisk Beskrivende Vassdragsmodell...

rektanglene representerer datalagre/databaser.

Som det går fram, inngår en rekke delprogrammer og datalagre. Systemet er bygd opp slik at det er enkelt å tilpasse det til konkrete vassdrag. Videre vil det være enkelt å gjøre endringer i en del av systemet, for eksempel vil det være enkelt å utvide systemet for å simulere nye parametre.

4.1 Beregninger av vannføring

Vi er primært interessert i å beregne endel hydrofysiske parametre. For å gjøre dette trengs imidlertid data for vannføring på de aktuelle stedene i vassdraget. Dette kan i Fysisk Beskrivende Vassdragsmodell gjøres på flere måter.

Den enkleste og mest effektive måten er å benytte seg av programmet VASSF alene eller i kombinasjon med en nedbør-avrenningsmodell. Programmet beregner vannføringen i et stort antall punkter i et vassdrag langs en delstrekning i en simulering. Med punkt menes et tverrsnitt eller kontrollpunkt. Vannføringsberegningen utføres innenfor et valgt tidsrom, for eksempel en 30 års periode. Den aktuelle strekning kan være vilkårlig plassert i vassdraget, og av fritt valgt lengde. For å generere inngangsdata til programmet VASSF, benyttes programmene ENMAG og HYDAT.

Programmet ENMAG er en generell EDB-modell for simulering av virkninger av ulike typer utbyggingstiltak i et vassdrag. Programmet HYDAT tilrettelegger

de hydrologiske inngangsdata til ENMAG, VASSF og andre beregningsprogrammer. HYDAT henter sine inngangsdata fra en hydrologisk database. For en nærmere omtale av ENMAG og HYDAT, vises det til Killingtveit (1977).

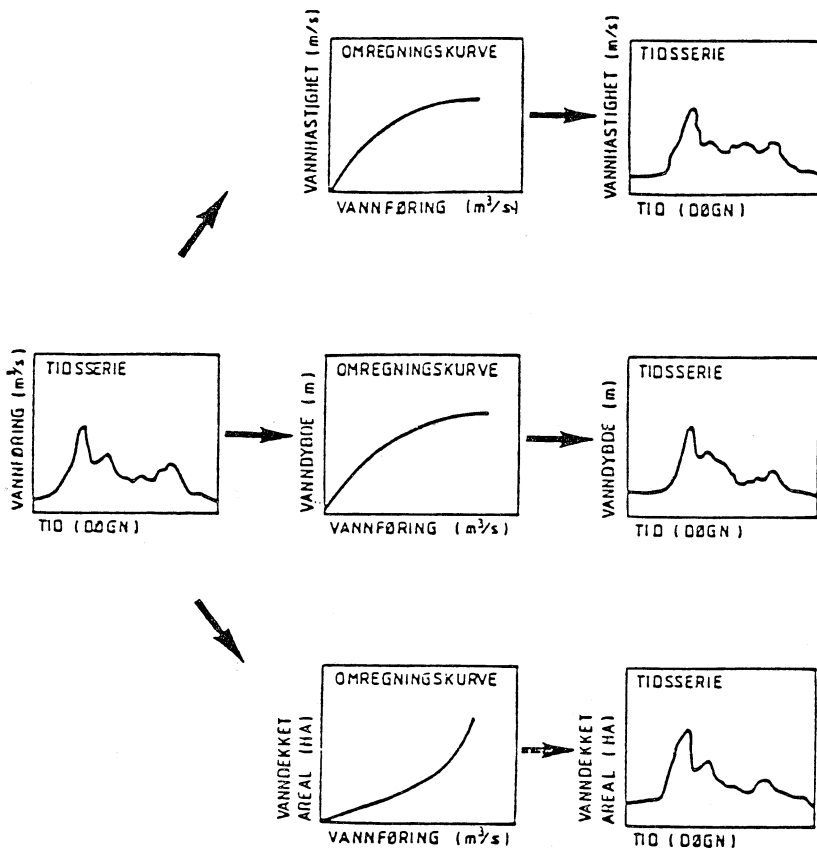
4.2 Hydrauliske beregninger

Beregningene av tidsseriene av de forskjellige parametrene gjøres ved hjelp av programmet PARAM. På grunnlag av en eller flere tidsserier for vannføring i et

vassdrag og sammenhengen mellom vannføring og de aktuelle hydrofysiske parametrene, beregnes tidsserier for de hydrofysiske parametre.

Figur 2 viser prinsippet for hvordan man genererer tidsserier for 3 ulike hydrofysiske parametre. De aktuelle omregningskurver kan skaffes til veie via andre beregningsprogrammer eller fra feltmålinger.

I Fysisk Beskrivende Vassdragsmodell er det først og fremst valgt å satse på programmet HEC-2 fra U.S. Army Corps of



Figur 2. Generering av tidsserier for 3 hydrofysiske parametre. Fra Sæther (1985).

Engineers som beregningsprogram for å bestemme omregningskurvene. NHL har imidlertid andre programmer som også kan benyttes dersom dette er ønskelig og nødvendig.

4.3 Presentasjon av resultater

Etter beregningene foreligger de hydrofysiske data og endringer i disse som tids-serier. Dette muliggjør en rekke ulike former for viderebehandling, f.eks. i form av varighetskurver, eller kopling til nye analysemetoder eller presentasjonsprogram og statistikkprogram.

I Fysisk Beskrivende Vassdragsmodell benyttes programmet PRESNT. Dette programmet er utviklet ved NHL/IVB. Ved hjelp av dette samt tilknyttede statistiske programmer lar det seg enkelt gjøre å framstille resultatene som:

- tidsserier
- prosenttilkurver
- varighetskurver
- andre.

5. DATAINNSAMLING OG SYSTEMATISERING

Bruk av Fysisk Beskrivende Vassdragsmodell krever innsamling og systematisering av nødvendige data. Dette kan være en ressurskrevende operasjon og det er derfor viktig å planlegge og gjennomføre dette på en mest mulig effektiv måte.

Følgende data må samles inn/systematiseres:

- Hydrologiske data (vannføringer).
- Topografiske data (tverrprofiler etc.).
- Geologiske data (substrat).
- Meteorologiske data (lufttemperatur etc.).
- Fysisk/kjemisk vannkvalitet (temperatur, pH etc.).

- Visuell dokumentasjon (foto, film, video).

Med visuell dokumentasjon menes beskrivelse av vassdraget ved hjelp av foto, video eller film. Dette vil være et verdifullt supplement til de mer tradisjonelle presentasjonsformer. Denne dokumentasjonsformen vil være nyttig, både for å beskrive hvordan vassdraget eventuelt endrer seg over lengre tid (flere år), og for å visualisere hva en vannføring på 5, 10, 100 . . . , 1000 m³/s egentlig betyr i et vassdrag. Videre kan en ved hjelp av slike data kunne få visualisert og beskrevet hvilke endringer en vil få ved eventuelle inngrep i vassdraget, og ved endringer i vannføringen.

Gjennom prosjektet er det utarbeidet rutiner og metoder for innsamling av felt-data, overføring av data fra sentrale databaser og forskjellige beregningsmodeller f.eks. reguleringsmodeller til aktuelt regneanlegg, samt systematisering og lagring av disse data i databaser som Fysisk Beskrivende Vassdragsmodell kan kommunisere med.

6. LAGRING AV DATA

Som det går fram av avsnitt 5, er det snakk om store mengder data som vil bli samlet inn. Disse skal systematiseres og lagres før beregningene starter. Videre vil en ha behov for behandling og lagring av store datamengder i form av resultater.

I Fysisk Beskrivende Vassdragsmodell er dette løst ved bruk av databaser og standardisert form for lagring av data på filer. Som databasesystem benyttes i dag DIRAKS (DIRekte AKSess) Killingtveit (1977). Det arbeides imidlertid med å gjøre databasesystemet HECDSS operativt. HECDSS er spesielt godt egnet for lagring

og gjenfinning av alle typer data som varierer med tiden (tidsseriedata).

7. EKSEMPEL PÅ BRUK

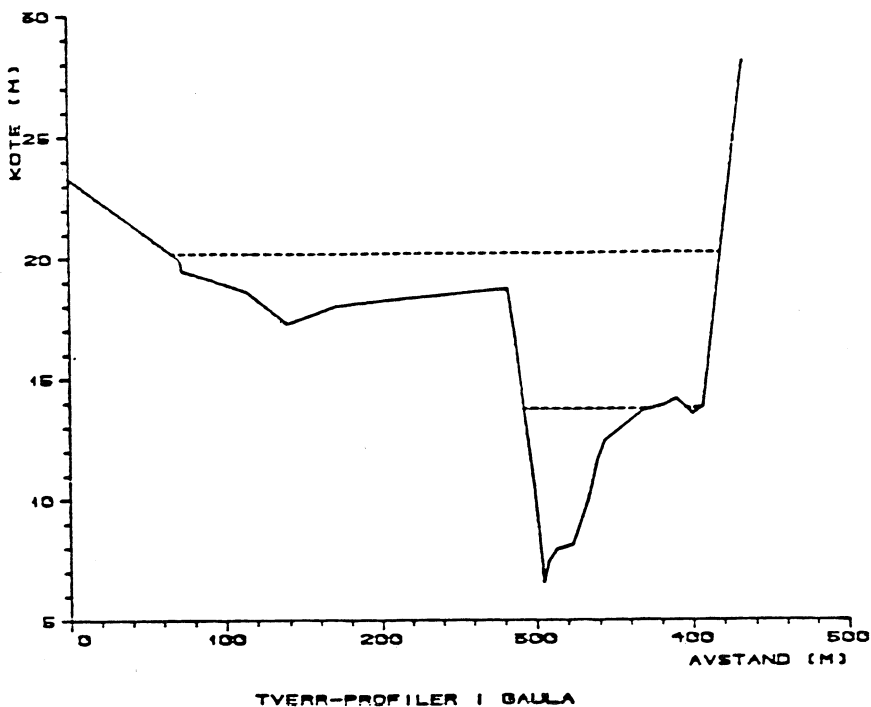
Gaula i Sør-Trøndelag er benyttet som prøvevassdrag for modellen. Det ble i denne sammenheng samlet et stort datamateriale, blant annet data for et stort antall tverrprofiler i de nedre deler av vassdraget. Disse data danner grunnlag for utprøving av modellsystemet.

I figur 3 er det vist eksempler på et profil. (Profil 20.0).

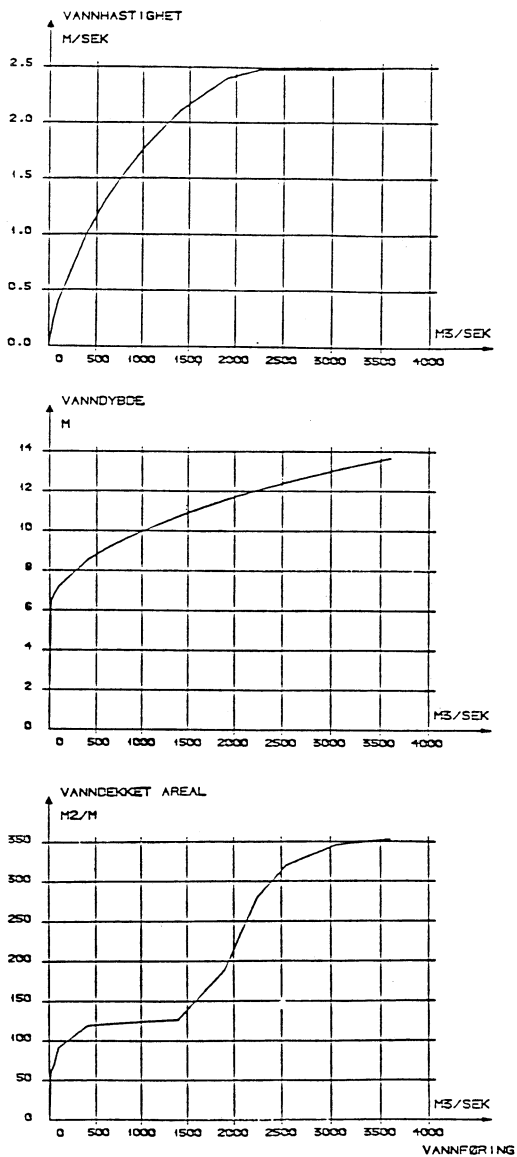
Første del av beregningene er å skaffe tilveie data for vannføringen. Dette er gjort ved hjelp av programmet VASSF.

Neste steg i prosessen er å foreta hydrauliske beregninger. Først etableres sammenhengen mellom vannføring og de ønskede parametre. I dette tilfellet er programmet HEC-2 benyttet. Figur 4 viser sammenhengen mellom vanndygde, vanndekket areal og midlere vannhastighet for profilet.

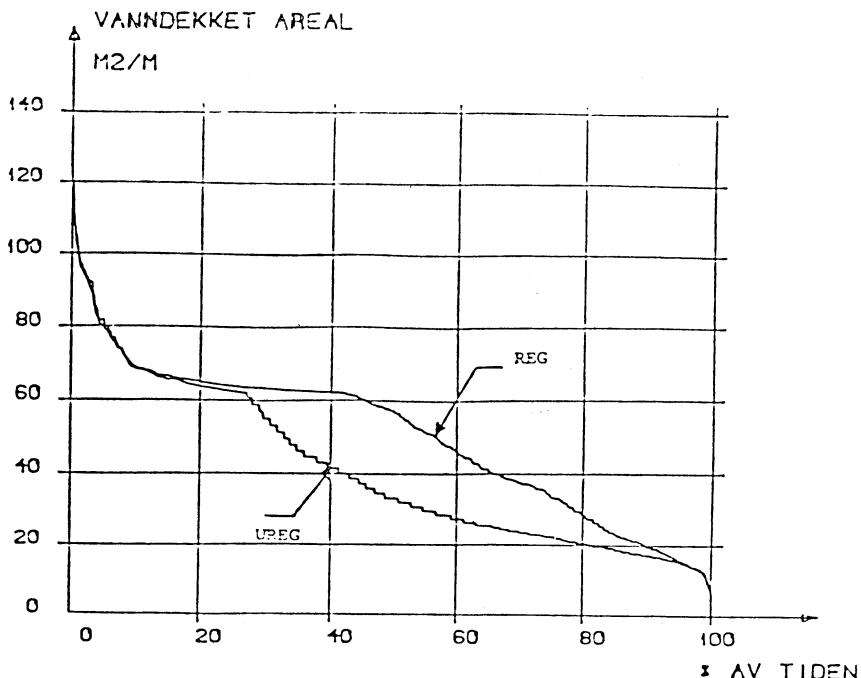
Siste steg i beregningssekvensen er å utføre beregninger av tidsseriene for de hydrofysiske parametrene. For å begrense datamengden i rapporten er det her bare tatt med 2 eksempler. Disse er vist i figurene 5 og 6.



Figur 3. Profil 20.0.



Figur 4. Sammenheng mellom vannføring og forskjellige hydrofysiske parametre. Profil 20.0.



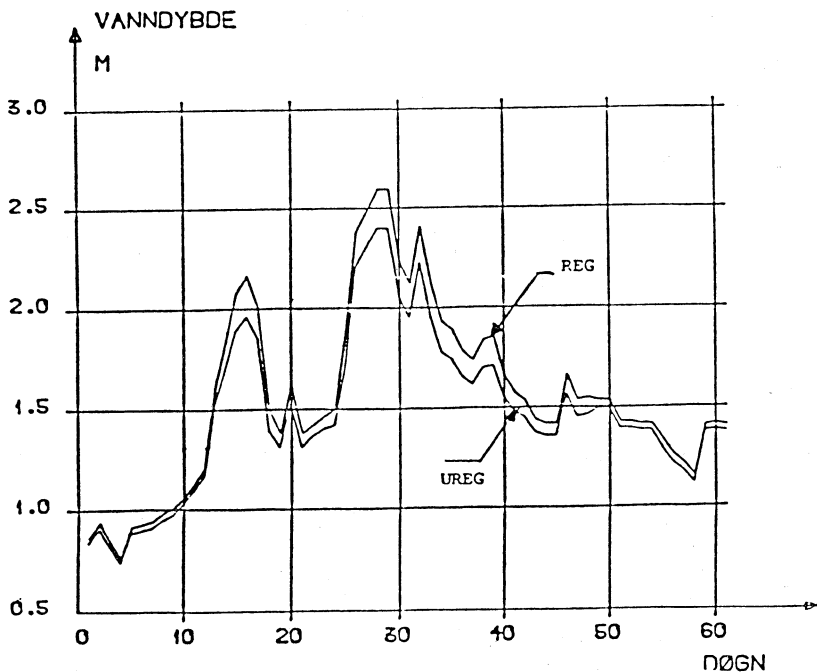
Figur 5. Vanddekket areal profil 20.0 Vinter.

8. AVSLUTNING

Fysisk Beskrivende Vassdragsmodell er i dag utviklet til det nivå som ble forutsatt ved starten av prosjektet.

Modellen kan enkelt tilpasses til konkrete vassdrag. Det vil dessuten være mulig å simulere nye parametre dersom dette skulle være ønskelig. Modellen er bygd opp slik at det er enkelt å studere virkninger i fysiske forhold avhengig av ulike inngrep. Dette gjelder for eksempel ved

reguleringsinngrep i forbindelse med kraftutbygging, men også ved tekniske inngrep i elveleiet som f.eks. grusuttak, oppfylling ved vegbygging, kanalisering etc. Data som beskriver endringene i de hydrofysiske parametre vil gi et bedre vurderingsgrunnlag for de fleste brukergruppene når konsekvensene av tiltakene skal fastlegges. Det forventes derfor at modellen vil bli et nyttig hjelpemiddel for konsekvensvurderinger av ulike tiltak.



Figur 6. *Vannedybde profil 20.0 25-Prosenttilkurve.*

REFERANSER

- Bovee, Ken: A guide to stream habitat analysis, using instream flow incremental method. Instream Flow Information Paper no. 12. Instream Flow Group U.S. Fish and Wildlife Service. Ft. Collins Colorado, 1982.
- Killingtveit, Å.: DIRAKS. Et programsystem for lagring og gjenfinning av hydrometeorologiske data. Prosjekt Hydrologiske prognosemodeller. Delrapport IV. Institutt for Vannbygging, NTH, Trondheim, 1977.
- Killingtveit, Å.: Programmet ENMAG — dataoppsett for inngangsdata. Rapport nr. STF60 A84062. Norges hydrodynamiske laboratorier, Div. Vassdrags- og havne-laboratoriet. Trondheim, 1984.
- Miljøvirkninger av Vassdragsutbygging — Innstilling fra Planleggingsgruppe for En Fysisk Beskrivende Vassdragsmodell. Desember, 1983.
- Sæther, Bjørn: Brukerbeskrivelse til datamaskinprogrammet VASSF. Versjon 1. Norsk hydroteknisk laboratorium. Rapport nr. STF60 A85069. Trondheim, 1985.
- Vaskinn, Kjetil Arne: Fysisk Beskrivende Vassdragsmodell — Sluttrapport. Norsk hydroteknisk laboratorium. Rapport nr. STF60 A85156. Trondheim, 1985.