

Overførsel af modeldata til landsdækkende modeldatabase
Vejledning og kvalitetsdokumentation

Hans Jørgen Henriksen

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. Baggrund	4
2. Formål	5
3. Relationer til modelprojekter	6
3.1 Indlæsning.....	6
3.2 Udlæsning.....	6
4. Projektoplysninger	8
4.1 Generelle oplysninger	8
4.2 Organisatoriske oplysninger	8
4.3 Opgaveløsning.....	8
4.4 Dokumenter	8
5. Modeloplysninger	9
5.1 Modelforudsætninger	9
5.2 Modelopsætning	9
5.3 Kalibrering.....	9
5.4 Evaluering.....	10
6. Fil informationer	11
6.1 Oplysninger på modelniveau	11
6.2 Oplysninger på filniveau	11
6.3 Generelle juridiske forhold vedr. ophavsret.....	12
6.3.1 Hvad er en <u>ophavsret</u> ?.....	12
6.3.2 Hvilke <u>værker</u> er beskyttet af ophavsret?	13
6.3.3 <u>Hvem</u> har ophavsrettigheder/udnyttelsesrettigheder?.....	14
6.4 Vejledning i brug af ophavsretskode	15
7. Overførsel af modeldata	17
APPENDIX A	Paradigma for kvalitetsdokumentation
APPENDIX B	Gebyr på rekvirering af modeldata
APPENDIX C	Kvalitetskoder på modelniveau
APPENDIX D	Eksempel på kalibreringskriterier

1. Baggrund

Københavns Amt tog i december 1993 initiativ til nedsættelse af en modelfølgegruppe med en koordinerende funktion omkring det modelleringsarbejde som iværksættes indenfor de administrerende enheder i Københavns området. I følgegruppen er pt. repræsentanter for Københavns Amt, Roskilde Amt, Københavns og Frederiksberg kommuner, Miljøstyrelsen, A/S Øresundsforbindelsen, fagdatacentret GEUS samt rådgiverne DHI, Rambøll, Kampsax Geodan og HoH - Vand og Miljø.

Modeldatabasen blev opbygget af en managementdatabase, med de oprindelige modelfiler indlagt i en directory-struktur. Managementdatabasen var et katalog over de filer med modelrelaterede data der blev indlagt i modeldatabasen i deres oprindelige format. I forbindelse med indberetning af modeldata var det forudsat at modelløren vedlagde 1) et kvalitetsdokument som beskrev den opstillede og kalibrerede model og 2) en tekstfil (tidligere benævnt 'ASCII-filen') som indeholdt oplysninger til managementdatabasen om modellen og de enkelte filer.

Arbejdet i modelfølgegruppen var i den første periode (1994 - 1995) koncentreret om oprettelse af modeldatabasen og afklaring af administrative og ophavsretsmæssige forhold i den forbindelse. Der blev desuden opbygget en modeldatabase udarbejdet af DHI til UNIX arbejdsstation (DGU, 1995), med dataoverførsel via 'dat'-magnetbånd. Driften af modeldatabasen har fra starten været varetaget af GEUS. I perioden 1996-97 er der gjort en række erfaringer med drift og administration af modeldatabasen (indlæsning og udlæsning af modeldatasæt). Databasen er fra 1997 overført til pc/windows 95 med dataudveksling via CD-rom og/eller E-mail (som komprimerede filer). Den oprindelige managementdatabase er opgivet, og i stedet sker søgning i databasen ved hjælp af de værktøjer som indgår i respektive model systemer (fx. MIKE SHE, Visual MODFLOW etc.), samt i de til de enkelte modelopstillinger hørende tekstfiler (ASCII-fil) og kvalitetsdokumenter.

På grund af ovenstående ændringer er det i modelfølgegruppen besluttet at opdatere vejledningen i kvalitetsdokumentation. Det er hensigten at databasen kan anvendes som en landsdækkende modeldatabase (bl.a. omfattende den nationale vandressource model). Dette er der taget højde for i revideringen af vejledningen.

I forhold til den første version er følgende revideret:

- paradigma for udfyldelse af kvalitetsdokumentet
- beskrivelse vedr. ophavsrettigheder
- beskrivelse af GEUS's rolle og opgaver (administration og drift af databasen)
- beskrivelse af elektronisk indberetning af oplysninger tekstfil (ASCII-fil) er ændret
- modeldatabasen er ændret fra at dække KBH-området til at være landsdækkende
- udveksling og arkivering af modeldatasæt, kvalitetsdokument og tekstfil er ændret

2. Formål

Formålet med nærværende dokument er at opstille rammerne for overførsel af modeldata fra dem som etablerer modellen til modeldatabasen. Ved dataoverførslen er det væsentligt at få en række oplysninger, der kan belyse omfanget af arbejdet med opsætningen af den aktuelle model og de resultater der er opnået. Herved belyses modellens kvalitet for ejere og administrator af modeldatabasen og for senere brugere af data. Med dokumentet er det endvidere formålet at fremlægge alle oplysninger, der er relevante for overførsel af modeldata til modeldatabasen i en form så det kan indgå i aftaler om fremtidige modelopgaver.

3. Relationer til modelprojekter

Opbygningen af modeldatabasen var oprindeligt finansieret af Københavns kommune, Frederiksberg kommune og Københavns amt. Disse tre institutioner var oprindeligt ejere af databasen for Københavnsområdet. Ophavsretten til de enkelte modelsetup afhænger af de konkrete forhold som fremgår af indberetningen.

Administrationen af modeldatabasen varetages af GEUS, som også har ansvaret for oprettholdelsen (og opdateringen) af databasen, salg og udlevering af data og opkrævning af betaling for data. GEUS kontrollerer, at koder vedr. ophavsret på filniveau er anført i tekstfilen, samt at kvalitetsdokumentet er i overensstemmelse med nærværende vejledning.

Det er et grundlæggende princip at data, som lagres hos GEUS, er offentligt tilgængelige. Prisen for data svarer til dækning af de faktiske omkostninger ved fremstilling af kopi-en/dataoverførslen, herunder en rimelig andel af driftsomkostningerne ved basen.

Det er initiativtagernes ønske at databasen bruges af så mange som muligt og alle opfordres til at søge modeller i databasen, men så sandelig også til at indlæse nye modeller når disse foreligger.

3.1 Indlæsning

Grundvandsmodeller kan indlæses i databasen, når der foreligger et kvalitetssikret datasæt (incl. modelsetupfiler med tilhørende kvalitetsdokument og tekstfil).

Fremtidige modelprojekter bør opfylde kravene og retningslinierne i denne vejledning, så fremtidige modeller er lettere at lægge ind i modeldatabasen. Rekvirenten af et modelprojekt bør derfor sørge for 1) at kontrakten med den, der laver modelarbejdet, henviser til denne vejledning, og i videst mulig omfang sørge for 2) at dels den, der laver modelarbejdet, og dels den, der leverer data til modellen, giver samtykke til, at modellen lægges i modeldatabasen og gøres offentligt tilgængelig. Se iøvrigt nedenfor afsnit 6 om ophavsrettigheder.

Andre modelprojekter kan gennem oplysning og vejledning gøres bekendt med databasen, og de fordele der er ved databasens eksistens. Det bør endvidere generelt være en betingelse for at bruge databasen til et modelprojekt, at der også leveres data retur når det pågældende projekt er afsluttet.

3.2 Udlæsning

I forbindelse med opsætning af en ny grundvandsmodel, kan der ved henvendelse til GEUS foretages en søgning i modeldatabasen. Viser søgningen, at der er modeldata som kan danne grundlag for den aktuelle modelopsætning, kan udlæsning foretages.

Ved udlæsning betaler modtageren en pris, der dækker de faktiske omkostninger ved dataoverførslen, herunder en rimelig andel af driftsomkostningerne af databasen. Priserne for udlæsning af data fremgår af Appendix B. Nogle filer vil være ophavsretsligt beskyttet, og for disse filer kan der gælde særlige vilkår for levering, herunder særlige prisvilkår og særlige rådighedsbegrænsninger. De særlige vilkår vil fremgå af ophavsretskoden, som foreligger for hver enkelt fil tilhørende modeldatasættet. Se nærmere afsnit 6.3 og 6.4. Det er GEUS's opgave at påse, at data ikke leveres i strid med de ophavsretskoder, der er indlagt i filinformationerne.

4. Projektoplysninger

Som led i dokumentation af kvaliteten af den model, der indlægges i databasen, ønskes en række oplysninger om projektet givet videre til databaseadministrationen og de kommende brugere af modeldata.

Nedenstående liste dækker de projektoplysninger, der bør opgives, og i det efterfølgende afsnit listes en række mere modelspecifikke oplysninger.

I appendix A er opstillet et paradigme for en indberetning af projekter og modeloplysninger i en mere konkret form end nedenstående lister over de typer af oplysninger, der ønskes opgivet.

4.1 Generelle oplysninger

- formålet med modelprojektet (regional vandressourcemodel, kildeplads oplandsmodel, afværgeprojekt, anlægsprojekt, naturgenopretning, forskningsprojekt...)
- omfang af modelprojektet (mandtimer til modelopsætning)
- grænseflader til andre projekter

4.2 Organisatoriske oplysninger

- sagens parter med angivelse af kontaktpersoner
- ansvarsfordeling mellem parterne
- hvilken kvalitetssikring anvendes

4.3 Opgaveløsning

- tidsplan
- fase opdeling
- anvendt model og benyttet hardware

4.4 Dokumenter

- fortegnelse og omfang af udarbejdede rapporter mm.
- henvisning til grundlæggende beskrivelse af den anvendte computer model.

5. Modeloplysninger

I dette afsnit angives en række specifikke oplysninger om den opstillede grundvandsmodel og eventuelt stoftransport-/partikelbanemodel hvis dette aspekt har indgået i opgaven.

5.1 Modelforudsætninger

- modellens omfang m.h.t. hydrologiske processer (hvilke dele af det hydrologiske kredsløb indgår i modellen)
- antagelser om reservoirforhold
- beskrivelse af grundvandsdannelse [source](nedbør eller konstant skønnet infiltration)
- beskrivelse af afstrømning [sink](vandløbsafstrømning, kildepladser)
- beskrivelse af randbetingelser (fastholdt potentiale, gradient mm.)
- modellens håndtering af partikelbaner eller stoftransport.

5.2 Modelopsætning

- geografisk afgrænsning af strømningsmodel (UTM koordinater)
- geografisk afgrænsning af stoftransport-/partikelbanemodel (UTM koordinater)
- geografisk afgrænsning af særligt interesseområde
- horisontal og vertikal diskretisering samt tidslig diskretisering
- datagrundlag (her angives hvilke data der er anvendt og i hvilket omfang de foreligger : nedbørsstationer, vandføringsmålestationer, synkronmålinger, boringers antal pr. km², geofysiskedata, pejlinger, prøvepumpninger, porøsitetsmålinger, tracertest, vand kvalitetsdata mm.)

5.3 Kalibrering

- fastlagt kalibreringskriterium (RMS, R² ..., se Appendix D)
- procedure (antal stationære kalibreringer, længde af dynamisk kalibreringsperiode, in-vers modelleringsprocedure mm.)
- verifikation af kalibrering (længde af verifikationsperioden, statistisk vurdering af kalibreringsresultatet, massebalance mm.)
- følsomhedsanalyse overfor parametervalg (hvilke parametre er vigtigst)
- følsomhedsanalyse overfor initialværdier

5.4 Evaluering

- er målet opfyldt?
- fremtidige behov for videre udvikling
- forslag til forbedret resultat
- vurdering af kvalitetskoder (geologi, meteorologi, umættet zone, grundvand, afstrømning, partikelbaner/stoftransport, kalibrerings- og verifikationsresultat og rapportering/-Appendix C)

I Appendix A er opstillet et paradigma der omfatter ovennævnte oplysninger, og som kan anvendes direkte, idet der til nærværende vejledning hører en diskette, hvor paradigma + eksempel på tekstfil er vedlagt som et Word dokument og en Excel fil.

6. Fil informationer

Data indlæses i modeldatabasen i deres oprindelige form som enkelte filer i en directory-struktur. Som en overbygning indlæses desuden nogle nøgleoplysninger om de lagrede datasæt, med henblik på at kunne danne sig et hurtigt overblik over et givent modeldatasæts egnethed i forbindelse med en ny modelopsætning.

For 3D-grundvandsmodeller er det vigtigt at kunne holde styr på, hvor de mange filer til en given modelopsætning er arkiveret, således at et udvalg eller samtlige filer tilhørende en given modelopsætning kan udskrives på CD-ROM eller sendes via internettet på given foranledning.

I afsnit 7 er der givet en nærmere beskrivelse af tekstfilen, ligesom tekniske detaljer vedr. dataoverføringen af modelsetupfiler og kvalitetsdokument er præciseret.

Tekstfilen består af 2 dele:

- header med kortfattede oplysninger på modelniveau
- liste med oplysninger for hver enkelt indberettede fil (filnavn, ophavsretlig kode).

6.1 Oplysninger på modelniveau

Øverst i tekstfilen (1 linie for hver type):

- navn på modelopsætning ('Navn', max. 10 karakterer samt filnavn på tilhørende fsf/fif/frf filen, hvis modellen er opstillet ved hjælp af MIKE SHE)
- UTM koordinater ('UTMøst1', 'UTMøst2', 'UTMnord1' og 'UTMnord2', UTM zone 32)
- rekvirent, navn og adresse ('Rekvirent', max. 100 karakterer)
- konsulent, navn og adresse ('Konsulent', max. 100 karakterer)
- datering af modellen ('Dato', format: mm/dd/yyyy, dato for afslutning af modelarbejdet)

6.2 Oplysninger på filniveau

Efter de generelle oplysninger om modellen følger i tekstfilen en liste med oplysninger af filnavne og ophavsretskoder for hver fil. Princippet er her, at kun de filer som er nødvendige for at køre en model skal være omfattet af indberetningen. I fx. MIKE SHE terminologi vil dette sige modelsetupfilen (fsf-fil), samt de filer der henvises til i denne og udvalgt resultatfil (frf-fil), således at en senere bruger kan kontrollere, hvorvidt det genbrugte model

setup (med brugerens hardware og software) er i stand til at reproducere resultaterne opnået af modelbyggeren.

Der vil i forbindelse med et modelarbejde, hvor der er opstillet en 3D-grundvandsmodel, normalt være tale om relativt mange filer i et modeldatasæt. For hver fil skal filnavn og ophavsretskode angives. Hvis dataleverandøren som har produceret de tilgrundlæggende oplysninger til en given fil (basisdata) fortsat har ophavsret til filen, skal pågældende dataleverandør desuden angives i fillisten.

6.3 Generelle juridiske forhold vedr. ophavsret

De bestanddele, som en model består af kan være ophavsretligt beskyttet. For bedst muligt at sikre, at eventuelle ophavsrettigheder ikke krænkes, skal der for hver fil anføres en ophavsretskode, jf. nedenfor.

Som vejledning gives der her en kort oversigt over, hvornår der er/kan være tale om ophavsrettigheder. Det er dog til enhver tid den enkelte modelleverandør, der er ansvarlig for at vurdere, om de konkrete filer i modellen er genstand for ophavsrettigheder og at sørge for, at der påføres de korrekte ophavsretskoder på de enkelte filer.

For overskuelighedens skyld præciseres indledningsvis følgende definitioner:

Modelleverandøren er den, der indleverer en model til databasen, typisk amt eller kommune eller GEUS.

Modelløren er den, der opbygger modellen, ofte en konsulent hyret af amt-/kommune, men det kan også være amtet/kommunen selv, GEUS eller andre.

Dataleverandøren er den, der har produceret de data, der danner grundlag for udviklingen af modellen, fx. GEUS, KMS, DMI, DJF, ADK.

Basisdata defineres i denne sammenhæng som de data, som indgår i den opstillede model, og som er genstand for modellørens arbejde.

Modellerede data defineres i denne sammenhæng som de data, der er resultatet af modellørens bearbejdning

6.3.1 Hvad er en ophavsret?

En ophavsret er en eneret, der bl.a. giver ophavsmanden eneret til fuldt og helt at disponere over det, han har skabt (sit værk), d.v.s. ved eksemplarfremstilling, salg, offentliggørelse m.v. i oprindelig eller omarbejdet form; ophavsmanden har med andre ord udnyttelsesretten. Ophavsretten indebærer normalt altid et krav på korrekt kildehenvisning ved andres brug af værket i oprindelig eller bearbejdet form. Ophavsretten er fastsat ved lov; ophavsretsloven. Ophavsretten varer til 70 år efter ophavsmandens død. Ophavsmanden kan ved aftale overdrage udnyttelsesretten helt eller delvist - evt mod betaling.

Den, der køber et eksemplar af et ophavsretligt beskyttet værk, har ret til at anvende værket til eget brug, herunder ret til at kopiere værket og bearbejde værket, så længe det er til

eget internt brug. Køberens ret kan kaldes anvendelsesretten. Køberen må gerne anvende værket til flere forskellige opgaver. Køberen må også gerne overdrage den konkrete eksemplar af værket (fx. basisdata) eller overlade værket til en rådgiver i forbindelse med udførelse af en konkret opgave, fx. opstilling af en model. En rådgiver kan også være køber af værket (basisdata), men må da kun anvende data, enten til eget internt brug, eller til løsning af en konkret opgave for en kunde. En køber har altså ingen udnyttelsesrettigheder, med mindre det udtrykkeligt er aftalt med ophavsmanden.

6.3.2 Hvilke værker beskyttet af ophavsret?

En frembringelse må, for at være ophavsretligt beskyttet, være resultatet af en individuel skabende indsats, typisk frembringelse af kunstværker, men også fx. kort samt videnskabelig og faglig litteratur. Den ophavsretlige beskyttelse af kort omfatter udvælgelsen og kombinationen af oplysninger - ikke oplysningerne som sådan. Det afhænger af en konkret vurdering af den individuelle skabende indsats, om de bestanddele (filer), der indgår i en model er ophavsretligt beskyttet.

Den, der bearbejder et værk, kan have ophavsret til selve bearbejdelsen, men bearbejderen skal altid respektere den oprindelige ophavsmands rettigheder. Hvis der derimod er tale om frembringelse af et nyt og selvstændigt værk gennem fri benyttelse af et andet værk, (fx. hvis man alene anvender de objektive grundoplysninger eller grundidéen i et værk) skal ophavsmanden til det nye værk ikke respektere ophavsrettighederne til det oprindelige værk. Hvornår der er tale om en bearbejdelse og hvornår der er tale om fri benyttelse kan være svært at afgøre i denne sammenhæng, men modellering af data, der er ophavsretligt beskyttet vil typisk være en bearbejdelse.

Databaser og andre sammenstillinger af oplysninger, som ikke nødvendigvis opfylder kravene til ophavsmandens egen intellektuelle indsats for at opnå ophavsret, er beskyttet af den såkaldte katalogregel (ophavsretsloven § 71, revideret pr. 1.1.1998). Katalogreglen giver en begrænset eneret, begrænset i såvel tid (15 år) som indhold. Katalogreglen giver en langt snævrere beskyttelse end den egentlige ophavsret, navnlig ved at der kun er beskyttelse mod eksemplarfremstilling og tilgængeliggørelse i den oprindelige form og ikke i ændret/bearbejdet form. Man er dog i praksis beskyttet mod gengivelser af arbejdet med mindre ændringer. Det er selve databasen, d.v.s. systematiseringen, som er beskyttet og ikke de konkrete oplysninger i databasen.

Der kan være ophavsret til basisdata. Basisdata, der består af ubearbejdede rådata (fx. registreringer fra måleenhed, hvor der ikke er foretaget nogen nævneværdig bearbejdning eller analyse), er ikke ophavsretligt beskyttede. Basisdata, der består af digitale kort, fx. topografiske kort, jordartskort, arealdatakort m.v. er utvivlsomt ophavsretligt beskyttede. Imellem disse to typer af basisdata er der et stort gråt felt og det kommer an på en konkret fortolkning om der er ophavsretlig beskyttelse eller databasebeskyttelse efter katalogreglen.

Der kan endvidere være ophavsret til de modellerede data. Følgende bearbejdnings vil som hovedregel ikke skabe en selvstændig ophavsretlig beskyttelse: Simple korrektioner af basisdata (fx. korrektion af nedbørsdata for vind- og befugtningstab), midlinger af data (fx. gennemsnit af 3 nedbørsserier), digitalisering efter grundkort (fx. niveaukurver fra topografisk kort), d.v.s. overførsel til andet medie. Derimod må digitaliserede geologiske eller hydrogeologiske data, som er et resultat af en gennemgribende tolkning foretaget af modelløren betragtes som ophavsretligt beskyttede. Flere typer af forenkling af detaljerede kort med areal typer (fx. jordtype eller jordartskort med opdeling på ler og sand), navnlig når disse repræsenteres ved afledte parametre (fx. vurderet nedsivning), samt midling af digitale kort til modelgrid (fx. topografi) må nok også anses at være ophavsretligt beskyttede. Mellem de to yderpunkter er der også en stor gråzone, og det vil bero på en konkret fortolkning at afgøre om modelarbejdet er ophavsretligt beskyttet.

6.3.3 Hvem har ophavsrettigheder/udnyttelsesrettigheder?

Ophavsmanden, d.v.s. skaberen af værket, har den oprindelige ophavsret. I ansættelsesforhold overføres ophavsretten normalt automatisk til arbejdsgiveren. Ophavsrettighederne til basisdata, fx. et topografisk kort vil derfor tilkomme dataleverandøren, fx. KMS. Ophavsrettighederne til en model/modellerede data vil tilkomme modelløren.

Der kan være flere, der har ophavsrettigheder til det samme værk. Hvis der under udviklingen af en model bearbejdes basisdata, fx. et digitalt jordartskort, som dataleverandøren har ophavsret til, og bearbejdningen består i fx. midling af det digitale kort til modelgrid, som formentlig giver modelløren ophavsret til selve bearbejdningen, vil der være to ophavs-mænd. Modelløren må ikke råde over sin ophavsret til modellen uden at respektere dataleverandørens ophavsret til basisdata, d.v.s. modelløren kan ikke videresælge eller offentliggøre sin model ved fx. at placere den i en frit tilgængelig database, uanset om han selv har ophavsrettigheder til modellen, med mindre dataleverandøren har givet sit samtykke. En del basisdata vil være omfattet af "katalogreglen", jf. ovenfor, men da basisdata normalt altid vil foreligge i modellen i bearbejdet form, i større eller mindre grad, vil modelløren frit kunne bearbejde sådanne data og lægge bearbejdningen (modellen) i en tilgængelig database uden samtykke fra dataleverandøren.

Samtykke fra leverandører af ophavsretligt beskyttede basisdata kan foreligge i forbindelse med aftalen om køb af data fra dataleverandøren. Eller samtykke kan indhentes efterfølgende. Det vil være en fordel, at man sørger for at indhente en forhåndssamtykke, hvis man ønsker at lave en model, der skal indlægges i modeldatabase.

Som modelleverandør skal man sikre sig, hvorvidt der er eventuelle ophavsrettigheder til basisdata, og hvorvidt der er ophavsrettigheder til modellen/de modellerede data. I givet fald skal modelleverandøren sikre sig, hvorvidt dataleverandøren og modelløren har givet samtykke til videregivelse overfor modelleverandøren, og hvorvidt der forlanges betaling ved videregivelse.

I forholdet mellem modelleverandøren og en rådgiver/konsulent, der udarbejder en model efter opdrag fra modelleverandøren, vil rådgiveren som udgangspunkt have udnyttelsesretten til modellen, med mindre det udtrykkeligt er aftalt, at modelleverandøren skal have denne ret.

Man skal være opmærksom på, at visse private dataleverandører i forbindelse med salg af (basis)data sætter vilkår om rådighedsbegrænsninger, herunder forbud mod videregivelse, fortrolighedsklausuler, m.v., selvom data ikke er ophavsretligt beskyttede. Konkrete aftaler med sådanne vilkår skal respekteres. Nedenstående ophavsretskoder kan anvendes, også på de situationer.

Modelleverandørens egen udlæsning af data fra modeldatabasen er uafhængig af nedenstående ophavsretskoder, da det forudsættes, at modelleverandøren altid har anvendelsesretten til de data, der indgår i den konkrete model.

6.4 Vejledning i brug af ophavsretskode

De ophavsretskoder, der skal anvendes på filerne er følgende:

1. kan udleveres fra databasen uden begrænsninger
2. kan kun udleveres fra databasen efter aftale med modelleverandøren
3. kan kun udleveres fra databasen mod betaling til modelleverandøren
4. kan kun udleveres fra databasen efter aftale med modelløren
5. kan kun udleveres fra databasen mod betaling til modelløren
6. kan kun udleveres fra databasen efter aftale med dataleverandøren (oplys navn)
7. kan kun udleveres fra databasen mod betaling til dataleverandøren (oplys navn)

Kode 1 skal bruges, når der ikke er nogen parter, der har ophavsrettigheder, eller ønsker at håndhæve ophavsrettigheder til filens indhold. Da det er formålet med modeldatabasen at modellerne skal kunne bruges af andre, bør filerne i størst muligt omfang påføres kode 1.

Kode 2 og 3 skal bruges, når modelleverandøren har udnyttelsesrettighederne enten 1) oprindeligt eller 2) ved skriftlig aftale med dataleverandør/modellør har sikret sig disse, men ikke ønsker at gøre filen frit tilgængelig for andre uden enten at give samtykke eller at modtage licensbetaling. Såfremt modelleverandøren ikke ønsker at håndhæve ophavsrettighederne til filens indhold og ønsker at modellen skal være tilgængelig for andres brug (jf. kode 1) men ønsker at blive spurgt ved hvert konkrete udtræk fra databasen med henblik på at give samtykke samt evt. supplerende oplysninger om modellen eller datagrundlaget, så bør kode 2 anvendes.

Kode 4 og 5 skal bruges, når de modellerede data er ophavsretligt beskyttede, og modelløren 1) ikke har givet tilladelse til videregivelse af filen, eller 2) ikke ønsker at gøre filen frit tilgængelig for andre uden enten at give samtykke eller at modtage licensbetaling. Kode 4

kan også anvendes, hvis man er i tvivl om, hvorvidt de modellerede data er ophavsretligt beskyttede. Kode 4 og 5 skal kun anvendes, når modelløren er forskellig fra modelleverandøren.

Kode 6 og 7 skal bruges, når basisdata er ophavsretligt beskyttede, og dataleverandøren 1) ikke har givet tilladelse til videregivelse af basisdata, eller 2) ikke ønsker at gøre basisdata frit tilgængelige for andre uden enten at give samtykke eller at modtage licensbetaling. Kode 6 kan også anvendes, hvis man er i tvivl om, hvorvidt basisdata er ophavsretligt beskyttede. Kode 6 og 7 skal kun anvendes, når dataleverandøren er forskellig fra modelløren eller modelleverandøren.

Såfremt der er flere ophavsmænd, som har taget forbehold svarende til ovenstående koder, anføres det antal koder der er relevante.

Eksempel på indberetning af ophavsretkode i tekstfil fra 'Storeby å' modellen:

(Header:)

Storeby å modellen: Storeby/storby10.fsf
732000, 752000, 6155000, 6200000 (UTM 32 koordinater)
Modelleverandør: Københavns Amt
Modellør: Modelbygger consult A/S
01/02/1998

(Filliste:)	(ophavsretskoder)	(dataleverandør)
Storeby/storeby10.fsf	2	
Storeby/TIME/nedbor.T0	2,6	DMI
Storeby/MAPS/10km_gridkoder.T2	2,6	DMI
Storeby/TIME/fordampning.T0	1	
Storeby/MAPS/jordart.T2	2,6	GEUS
Storeby/TIME/indvinding.T0	2	
Storeby/MAPS/rand_500m.T2	1	
Storeby/MAPS/topo2.T2	2,6	KMS
Storeby/MAPS/draenniveau.T2	1	
Storeby/MAPS/prækvartær_top.T2	2,6	GEUS
Storeby/MAPS/bund_sand.T2	2	
Storeby/MAPS/top_sand.T2	2	
Storeby/MAPS/potentiale87.T2	2	
Storeby/MAPS/vandlob.rdf	2	
Storeby/MAPS/storeby10.frf	2	

I eksemplet er det forudsat, at modelleverandøren har sikret sig retten til samtlige modeldatafiler tilhørende Storeby å modellen i kontrakten med konsulentfirmaet Modelbygger Consult A/S. Hvis ikke dette var tilfældet, skulle kode 2 overalt have været erstattet af kode 4. Det er ligeledes forudsat, at modelleverandøren (i eksemplet Københavns Amt), har valgt at stille Storeby å modellen frit tilgængelig i modeldatabasen men Københavns Amt ønsker i eksemplet at blive spurgt, såfremt en bruger ønsker at anvende de pågældende modelfiler (som har koden 2). Herved sikrer modelleverandøren sig at han bliver spurgt hver gang modelsetup'et blive udlæst fra databasen og får dermed information om den videre brug af modellen. Desuden kan modelleverandøren give supplerende oplysninger om fx. nedbørsdata, indvinding, topografi osv. ved samme lejlighed. For filer mærket med kode 6 forudsætter en udlæsning et tilsagn fra de berørte dataleverandører.

7. Overførsel af modeldata

Ved dataoverførsel udarbejdes først en kvalitetsdokumentation jf. nærværende vejledning. Dokumentation leveres med projektlederens underskrift.

Samtidig udarbejder modelløren en tekstfil i et format svarende til ovenstående eksempel jf. specifikationer i nærværende kvalitetsdokument. Ansvar for at ophavsret koder er korrekte påhviler alene modellør og modelleverandør.

Modeldatasættet fremsendes til GEUS enten på CD-rom i den oprindelige directory-struktur eller komprimeres (fx. zip) ligeledes i oprindelig filstruktur og fremsendes fx. via e-mail. Hvis modeldatasættet og resultatfilen er meget omfangsrig (> ca. 10 MB) anbefales det at modeldatasættet leveres på en CD-rom. Sammen med modeldatasættet skal også kvalitetsdokumentet (gerne i Word-format) og tekstfilen (gerne i Excel-format) foreligge sammen med modeldatasættets filer på CD-rom'en.

Såfremt kvalitetsdokumentet og tekstfilen følger nærværende vejledning indlæses filerne fra CD-rom'en/E-mail til modeldatabasen på pc/windows 95. GEUS kontrollerer samtidig at modelsetupet kan indlæses i modelsystemet (fx. MIKE SHE), dvs. at samtlige filer som er nødvendige for at køre modellen er indeholdt i de indlæste data. Modellen registreres herefter i modeldatabasen.

Appendix A

Paradigma for kvalitetsdokumentation

I kvalitetsdokumentet ønskes en række oplysninger om projektet indarbejdet således at det er muligt for administrator af modeldatabase og fremtidige brugere af de pågældende modeldata at få de rigtige baggrundsinformationer til at bedømme om de aktuelle modeldata kan anvendes i en ny sammenhæng.

I det følgende er opsat et paradigma for et kvalitetsdokument beskrevet så det er egnet til kopiering og videre bearbejdelse.

Der er angivet en overskrift for hver information som ønskes opgivet. I nogle tilfælde er dette suppleret med nogle konkrete besvarelses muligheder. Derudover kan tilføjes supplerende bemærkninger.

1. Generelle oplysninger

1.1 Formål

Regional vandressource model:	Kildeplads oplandsmodel:
Regional stof/partikelbane model:	Afværgeprojekt:
Anlægsprojekt:	Naturgenopretning:
Forskningsprojekt:	Andet:

Formålet med modelopstillingen beskrives (5-10 linier).

1.2 Omfang af modelprojektet

Kategori:

Stort	Middel	Lille
-------	--------	-------

Mandmåneder til modelopsætning og kalibrering:

< 0,5	0,5 - 1	1 - 2	2 - 4
> 4			

1.3 Grænseflader til andre projekter

2. Organisatoriske oplysninger

2.1 Projektets parter

Rekvirent:

Navn på myndighed/firma/institution (modelleverandør)

Adresse, telefon nr., E-mail

Kontaktperson

Eventuelt andre parter.

Modelopsætter:

Navn på firma/institution (modellør)

Adresse, telefon nr., E-mail

Projektleder

Eventuelt andre parter.

Overførsel af modeldata til modeldatabase

2.2 Ansvarsfordeling mellem parterne

Rekvirentens ydelser:

Modelopsætterens ydelser:

2.3 Kvalitetssikring

Princip for gennemførelse af kvalitetssikring:

2.4 Fase opdeling

Fase I :

Fase II :

Fase III :

(angiv start og slut måned/år for hver fase)

2.5 Anvendt model

MIKE SHE (angiv versionsnr.):	
Visual MODFLOW/MODPATH (angiv versionsnr.):	
MODFLOW/PATH3D (angiv versionsnr.):	
MT3D (angiv versionsnr.):	
AQUA3D (angiv versionsnr.):	
Anden model (angiv navn + versionsnr.):	

Hardware platform:

PC/Windows 3.x	PC/Windows 95	PC/Windows NT	UNIX

2.6 Dokumenter

Titel på udarbejdede rapporter:

Reference på grundlæggende beskrivelse af den anvendte computer model:

3. Modelinformationer

3.1 Modelforudsætninger

Hvilke dele af det hydrologiske kredsløb indgår i modellen:

Antagelser om reservoirforhold:

Grundvandsdannelse [source].

Konstant infiltration:

Dynamisk beregnet infiltration:

Evt. øvrige sources & sinks:

Afstrømning [sink].

Fastholdte trykniveauer i vandløbspunkter:

Særlige vandudvekslingsberegninger:

Randbetingelser

Fastholdt potentiale:

Gradient:

Overførsel af modeldata til modeldatabase

Andet:

3.2 Modelopsætning

Geografisk afgrænsning af strømningsmodel (UTM 32):

(vedlæg et kort med modelområdet tegnet ind)

Geografisk afgrænsning af stoftransportmodel (UTM 32):

Geografisk afgrænsning af særligt interesseområde:

Horisontal og vertikal diskretisering:

(Vedlæg som minimum 2 snit nord-syd og øst-vest som viser geologiske lag og/eller beregningslag)

Tidslig diskretisering (periode og max tidsskridt):

Datagrundlag

	Antal i modelområdet	
Nedbørsstationer	:	
Vandføringsmålestationer	:	
Synkronmålinger der dækker oplandet	:	

Boringers antal pr. km ²	GEUS	Andre
Ialt	:	
Dybere end 50 m	:	

Pejlinger af grundvandsspejl

	Varighed	Antal/omfang
Synkrone pejlinger i oplandet		-
Tidsserier af pejlinger	< 1 måned 1-6 måneder > 6 måneder	

Prøvepumpninger

	Varighed	Antal/omfang
Prøvepumpninger i oplandet	< 1 uge 1-3 uger > 3 uger	

Overførsel af modeldata til modeldatabase

Metode til fortolkning af prøvepumpninger:

Analytisk Radiær symmetrisk model Anden metode

Geofysiske data Antal/Omfang

Borehulslogging :

Geoelektriske sonderinger :

Anden geoelektrik :

Seismik :

Stoftransport data

Porøsitetmålinger :

Tracertest :

Vandkvalitetsdata :

Andet :

3.3 Kalibrering

Procedure for kalibrering

Er der opstillet kvantitativt kalibreringsmål:

Kvantitativt kalibreringsmål	Angiv metode og kravværdier (jf. Appendix D)
Trykniveauobservationer (synkronpejling eller PC ZEUS):	
Daglige vandføringer:	
Pejletidsserier:	
Andet:	

Antal stationære kalibreringer:

Længde af dynamisk kalibreringsperiode (angiv periode):

Invers modelleringsprocedure:

Verifikation af kalibrering

Længde af verifikationsperioden (angiv periode):

Resultat af statistisk vurdering af kalibreringsresultatet:

Resultat af følsomhedanalyse overfor parametervalg (fremhæv de vigtigste parametre):

Angiv følsomhed overfor initialværdier:

3.4 Evaluering

Er formålet opfyldt?

Fremtidige behov for videre udvikling af modellen:

Forslag til forbedret resultat:

Forslag til supplerende dataindsamling:

Angiv overordnede kvalitetskoder for modellen som helhed (jf. Appendix C):

Kvalitetskode	GOD	MIDDEL	USIKKER	DÄRLIG
Geologi				
Meteorologi				
Umättet zone				
Grundvand				
Afströmning				
Stoftransport/partikelbaner				
Kalibrering/ verificering				
Rapportering				

4. Andre relevante oplysninger

Projektlederens underskrift:

Sted og dato: _____

Appendix B

Gebyr på rekvirering af modeldata

Princippet for drift af modeldatabase hos GEUS, herunder indlæsning, opdatering, søgning og servicering af rekvirenter mm. er, at der ikke afkræves noget gebyr i forbindelse med indlæsning af data i modeldatabase, men at driften dækkes ind i form af fast gebyr for udtræk fra database, samt at der hertil lægges et honorar afregnet efter timeforbrug til udlæsningen af modeldata baseret på GEUS's konsulentsatser.

For 1998 er fastsat følgende gebyr:

kr. excl. moms

- rekvirering af komplet ¹⁾ modeldatasæt 5000.-

1)

Med et komplet modeldatasæt forstås levering af kvalitetsdokument, tekstfil samt de modelfiler som jf. ophavsretskode kan udleveres. Det vil sige, at filer mærket med enten ophavsretskode 1, 2 eller 3 vil kunne udleveres, såfremt der foreligger en skriftlig tilladelse fra modelleverandøren. Filer mærket med kode 4 eller 5 vil kun kunne udleveres såfremt der foreligger en skriftlig tilladelse fra modelløren. Filer mærket med kode 6 eller 7 vil kun kunne udleveres såfremt der foreligger en skriftlig tilladelse fra dataleverandøren.

Såfremt modelleverandør ønsker at udtrækket modeldatasæt denne selv har leveret til database vil gebyret på 5000 kr. ikke blive pålagt. Omkostninger til udlæsning vil dette tilfælde udelukkende blive afregnet på basis af tidsforbrug jf. GEUS's konsulentsatser samt eventuelle udlæg (fx. til CD ROM eller lignende).

Appendix C

KVALITETSKODER PÅ MODELNIVEAU

(kvalitetsdokumentets afsnit 5.4 Evaluering)

Kvalitetskode geologi

- 1: GOD (Veldokumenteret geologisk model, stor boringstæthed af både korte og dybe boringer, supplerende geofysisk kortlægning og logging, meget begrænsede modelområder uden data; mere end 75 % af modelområdet har god boringstæthed)
- 2: MIDDEL (Geologisk model, god boringstæthed, nogen interpolation af geologi i områder uden data, mere begrænset geofysisk kortlægning; 50-75 % af modelområdet har god boringstæthed)
- 3: USIKKER (Dårligt dokumenteret geologisk model, komplekse geologiske forhold, strukturelle forhold som er dårligt beskrevet; sprækker/forkastninger mm., ringe boringstæthed, f.eks. begrænset antal dybe boringer; 25-50 % af modelområdet har god boringstæthed)
- 4: DÅRLIG (Ingen geologisk model for området, meget komplekse geologiske forhold, meget få boringer; mindre end 25 % af modelområdet har god boringstæthed)

Kvalitetskode meteorologi

- 1: GOD (gridnedbør eller arealnedbør baseret på mindst 5 nedbørsstationer i området vurderet under hensyn til bla. topografi, statistisk analyse af tidsserier er foretaget (målefejl), aktuel fordampning beregnet på baggrund af verificeret rodzonemodel ud fra veldokumenterede tal for potentiel fordampning)
- 2: MIDDEL (arealnedbør vurderet som et simpelt gennemsnit af data fra mindst 3 nedbørsstationer uden hensyn til topografi, data korrigeret for

vind- og befugtningstab, aktuel fordampning vurderet vha. rodzonemodel ud fra potentiel fordampning)

- 3: USIKKER (arealnedbør vurderet som gennemsnit af mindre end 3 nedbørsstationer, aktuel fordampning er usikker)
- 4: DÅRLIG (erfaringstal for nedbør og fordampning)

Kvalitetskode umættet zone

- 1: GOD (Verificerede rådata med fin opløsning, interpolerede data med godt datagrundlag, velkalibreret model)
- 2: MIDDEL (Ikke verificerede rådata. Interpolerede data baseret på rimeligt datagrundlag. Simulerede data med rimelig kalibrering)
- 3: USIKKER (Rådata med grov diskretisering. Interpolerede data med dårligt datagrundlag. Simulerede data med ingen eller dårlig kalibrering)
- 4: DÅRLIG (Ikke eksisterende eller af så tvivlsom kvalitet at data ikke inkluderes)

Kvalitetskode grundvand

- 1: GOD (Verificerede rådata med fin opløsning, interpolerede data med godt datagrundlag, velkalibreret model)
- 2: MIDDEL (Ikke verificerede rådata. Interpolerede data baseret på rimeligt datagrundlag. Simulerede data med rimelig kalibrering)
- 3: USIKKER (Rådata med grov diskretisering. Interpolerede data med dårligt datagrundlag.

- Simulerede data med ingen eller dårlig kalibrering)
- 4: DÅRLIG (Ikke eksisterende eller af så tvivlsom kvalitet at data ikke inkluderes)

Kvalitetskode afstrømning

- 1: GOD (flere faste målestationer med kontinuert registrering og vandføringsdata af god kvalitet indenfor modelområdet, en eller flere detaljerede synkronmålingsdata/evt. enkeltmålinger, udveksling mellem grundvand og vandløb veldokumenteret, velkalibreret model)
- 2: MIDDEL (enkelte faste målestationer, mindre detaljerede synkronmålingsdata, udveksling med vandløb ikke dokumenteret nærmere. Simulerede data med rimelig kalibrering)
- 3: USIKKER (Ingen faste målestationer eller usikre data ved målestationer. Ingen eller usikre medianminimumsskøn. Simulerede data med ingen eller dårlig kalibrering)
- 4: DÅRLIG (Ikke eksisterende eller af så tvivlsom kvalitet at data ikke inkluderes)

Kvalitetskode stoftransport-/partikelbaneberegning

- 1: GOD (velafgrænset og veldokumenteret forureningsudbredelse horisontalt og vertikalt i grundvandsmagasin, veldokumenterede parameterværdier (sorption, dispersiviteter mm.), modellen beskriver partikelbaner eller udbredelse af forurening godt såvel stationært og dynamisk, god dokumentation vedr. sorption, nedbrydning og øvrige geokemiske forholds betydning)
- 2: MIDDEL (kendskab til forureningsudbredelse i grove træk, godt kendskab til geokemiske forhold, parameterværdier fastsat med rimelig sikkerhed, model beskriver partikelbaner eller forureningsudbredelse godt stationært; dynamisk "history matching" foreligger ikke)

- 3: USIKKER (usikkerheder vedr. forureningsudbredelse og placering af forureningskilder, usikkerheder omkring geokemiske forhold og transportprocesser, usikkerhed på partikelbanebeskrivelse, parameterværdier alene baseret på erfaringstal, ringe mulighed for at verificere modellen ud fra data)
- 4: DÅRLIG (der eksisterer få eller ingen data vedr. forureningsudbredelse, dårligt beskrevne strømningsforhold og partikelbaner)

Kvalitetskode kalibreringsresultat

- 1: GOD (veldokumenteret datagrundlag, modellen simulerer såvel stationære som dynamiske forhold godt, der er opstillet et kalibreringsmål, der er foretaget en egentlig verifikation af modellen, der er foretaget følsomhedsanalyser og statistisk kvantificering af kalibreringsresultatet, der er foretaget optimering af parameterværdier ved f.eks. invers modellering.
- 2: MIDDEL (modellen simulerer såvel stationære som dynamiske forhold godt, der foreligger veldokumenteret datagrundlag, modellen er ikke tilstrækkeligt verificeret men der er foretaget følsomhedsanalyse af parameterværdier). Kvantificering af modellens godhed i forhold til kalibreringsdata foreligger ikke, eller er kun bedømt visuelt)
- 3: USIKKER (modellen er ikke verificeret, modellen er dårlig kalibreret, eller er kun kalibreret stationært selvom vandbalance forhold er væsentligt dynamiske)
- 4: DÅRLIG (tvivlsom karakter)

Kvalitetskode rapportering

- 1: GOD (standardiseret rapportering indeholdende grundig beskrivelse af formål, konceptuel model, beskrivelse af modelkode, modelopstilling, kalibrering og simuleringer incl. diskussion af

- resultater og begrænsninger ved modellen fx. jf. ASTM - D 5718-95 eller USGS No. 96.04 ¹⁾
- 2: MIDDEL (ikke standardiseret rapportering med kvalitetsdokument samt rapport som i store træk giver dokumentation for modelarbejdet, men hvor der er mangler i forhold til beskrivelse af formål, konceptuel model, beskrivelse af modelkode, modelopbygning eller kalibrering)
- 3: USIKKER (kortfattet rapport og begrænset kvalitetsdokument, som kun giver en begrænset beskrivelse af modelopstilling, kalibrering og simuleringer, og hvor vægten er lagt på beskrivelsen af simuleringer)
- 4: DÅRLIG (kortfattet rapportering og mangelfuldt kvalitetsdokument)

¹⁾ Referencer:

USGS (1996): *Ground Water Branch Technical Memorandum*. No. 96-4. Draft. United States Geological Survey.

American Society for Testing and Materials (1995): *ASTM DS 5518-95. ASTM Standards on Analysis of Hydrologic Parameters and Groundwater Modeling. ASTM. 100 Barr Harbor Drive. West Conshohocken, PA 19428-2959. PCN: 03-418096-38.*

Henriksen, H.J. (1997): *Standard for kvalitetsdokumentation for anvendelse af grundvandsmodeller*. ATV møde. Kalibrering - validering og usikkerheder på Grundvandsmodeller. Schæffergården, 28. maj 1997.

Henriksen, H.J., Knudby, C.J., Rasmussen, P. og Nyegaard, P., 1997: *National Vandressource Model, Modelopstilling og kalibrering for Fyn*. GEUS rapport 1997/139

GEUS har udarbejdet en standard for rapportering af den Nationale Vandressource Model med udgangspunkt i bl.a. USGS og ASTM standarder, men med tilpasning til danske forhold, som ser sådan ud:

Standarddisposition for modelrapport jf. DK-model:

1. Resumé
2. Introduktion
 - 2.1 Formål med modelarbejdet
 - 2.2 Modelbenyttelse
 - 2.3 Beskrivelse af modelområdet
3. Konceptuel model
 - 3.1 Grundvandssystemet
 - 3.2 Hydrologiske afgrænsninger
 - 3.3 Hydrauliske størrelser
 - 3.4 Nedsivning og udstrømning
 - 3.5 Vandbalancen for grundvandsmagasin
4. Beskrivelse af modelkoden
 - 4.1 Antagelser
 - 4.2 Begrænsninger
 - 4.3 Løsningsmetode
 - 4.4 Effekt på model
5. Modelopstilling
 - 5.1 Modelområdet
 - 5.2 Hydrauliske parametre
 - 5.3 Input og output til vandbalance
 - 5.4 Randbetingelser
 - 5.5 Valg af kalibreringsmål og kriterier for nøjagtighed
 - 5.6 Numeriske parametre
6. Kalibrering
 - 6.1 Kvalitativ/kvantitativ analyse
 - 6.2 Følsomhedsanalyse
 - 6.3 Verifikation af modelopstilling
7. Sub-modeller
8. Simuleringsscenerier
9. Diskussion og vurdering
 - 9.1 Diskussion af resultater
 - 9.2 Modellens begrænsninger
 - 9.3 Forslag til forbedringer
10. Konklusioner
11. Referencer

Appendix D

Eksempler på kalibreringskriterier

Til kalibrering og verificering af modeller kan fx. anvendes en 'differentiel split sample test' (Klemes, 1986), hvor der som kalibreringsperiode benyttes data fra fx. 1985-90 og verificering ud fra fx. 1991-96. Kalibreringskriteriet R^2 kan benyttes til sammenligning af simuleret og observeret daglig vandføring (Green and Stephenson, 1986). RMS værdier ('Root mean square') af afvigelser mellem simuleret og observeret trykniveau kan baseres på enten data fra PC ZEUS eller synkronpejlerunder. Desuden kan til test af minimums-/maksimumsafstrømninger anvendes en metode foreslået af (Wood, 1986), ud fra størrelserne FL (teststørrelse med særlig vægt på minimumsafstrømninger) og FH (teststørrelse med særlig vægt på maksimumsafstrømninger), kilde: Henriksen, H.J., Knudby, C.J., Rasmussen, P. og Nyegaard, P., 1997: National Vandressource Model. Modelopstilling og kalibrering for Fyn. GEUS rapport nr. 1997/139.

$$RMS = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_j^N \left((H_{s,j} - H_{o,j})^2 \right)}, \quad j = 1, N \text{ trykniveauobs.}, \quad \in [0; \infty[$$

$$R^2 = \frac{\sum_i (\varrho_{o,i} - \overline{\varrho_o})^2 - \sum_i (\varrho_{s,i} - \varrho_{o,i})^2}{\sum_i (\varrho_{o,i} - \overline{\varrho_o})^2} = 1 - \frac{\sum_i (\varrho_{s,i} - \varrho_{o,i})^2}{\sum_i (\varrho_{o,i} - \overline{\varrho_o})^2}, \quad \in]0; \infty]$$

$$FL = \sum_i \left[\frac{(\varrho_{o,i} - \varrho_{s,i}) \overline{\varrho_o}}{\varrho_{o,i}^2} \right]^2, \quad FH = \frac{1}{n} \sum_i \left[\frac{\varrho_{o,i} - \varrho_{s,i}}{\varrho_o} \right]^2 \quad \in [0; \infty[$$

hvor

$H_{s,j}$: simuleret trykniveau for boring svarende til observation j (m)

$H_{o,j}$: observeret trykniveau for observation j (m)

$\varrho_{s,i}$: simuleret daglig vandføring for dag i (l/s)

$\varrho_{o,i}$: observeret daglig vandføring for dag i (l/s)

$\overline{\varrho_o}$: middelvandføring i testperioden (kalibrering: 1988-90)

Bemærk at teststørrelsen FL er relativ følsom overfor den observerede minimumsvandføring og ikke kan anvendes såfremt vandføringen er 0. Denne teststørrelse forudsætter dermed udvælgelse af vandløb med en minimumsvandføring forskellig fra 0, dvs. vandføringsstationer med større oplande. I forbindelse med en række kalibreringskørsler kan FL-værdien eventuelt normeres, i forhold til en udgangskørsel:

$$FL_{normeret} = \frac{FL}{FL_{udgangskørsel}}$$

Referencer:

Green, I.R.A. og Stephenson, D. (1986): *Criteria for comparison of single event models*. Hydrol. Sci. J. 31(3), 395-411.

Klemes, V. (1986): *Operational Testing of Hydrological Simulation*. Hydr. Sci. J. 31(1), 13-24.

Wood, S.R. (1974): *A catchment simulation model developed for urbanizing catchments with particular reference to the use of automatic optimisation techniques*. In: Proc. of IFPF Conference on Computer Simulation of Water Resources Systems (Ghent, Belgium), 209-217.