

1. Generelle oplysninger

I denne kvalitetsdokumentation beskrives tre hydrogeologiske modeller. benævnt h.h.v. Fyn-modellen og Nyborg-modellen. Der beskrives to udgaver af Fyns-modellen: Fyn (Fyn ekskl. øer) og Fyns Amt (Fyn inkl. øer). Afgrænsningen af modellerne fremgår af bilag 1. Modellerne beskrives samlet, idet de er opstillet på næsten identisk vis. De få forskelligheder der er i opstillingen er pointeret.

1.1 Formål

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

Formålet med modelopstillingen beskrives (5-10 linier).

Det er projektets overordnede formål at udvikle og etablere en landsdækkende vandressourcemodel, som skal danne grundlag for bedre at kunne vurdere Danmarks samlede tilgængelig drikkevandsressource, herunder dennes tidsmæssige variation og regionale fordeling, samt muliggøre vurdering af ressorens fremtidige udvikling.

1.2 Omfang af modelprojektet

Kategori:

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

Mandmåneder til modelopsætning og kalibrering:

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

1.3 Grænseflader til andre projekter

Modellerne skal kunne fungere som selvstændige modeller til brug ved regionale vandressourcebetragtninger. Desuden skal modellerne kunne benyttes, f.eks. som leverandører af randbetingelser, når mere lokale modeller sættes op.

2. Organisatoriske oplysninger

2.1 Projektets parter

Rekvirent:

*Miljø- og Energiministeriet
Departementet
Højbro Plads 4
1200 Kbh. K*

Eventuelt andre parter.

Modelopsætter:

*GEUS
Thoravej 8
2400 Kbh. NV
Tlf: 38142000
Fax:38142050
E-mail: geus@geus.dk
Projektleder: Hans Jørgen Henriksen*

Eventuelt andre parter.

2.2 Ansvarsfordeling mellem parterne

Rekvirentens ydelser:

Modelopsætterens ydelser:

Dataindsamling og -bearbejdning, modelopsætning, kalibrering samt simulering og præsentation af resultater for forskellige scenarie-kørsler. Ophavsrettigheder fremgår af ascii-filen (bilag 2).

2.3 Kvalitetssikring

Princip for gennemførelse af kvalitetssikring:

Inddatering er kontrolleret ved udskrift af data og plots. Modelopsætning, kalibrering og resultater er kvalitetssikret internt.

2.4 Fase opdeling

Fase I (Fyn): Skitsering af konceptuel model - januar til april 1996

Fase II (Fyn): Modelopsætning - maj til oktober 1996

Fase III (Fyn): Kalibrering samt scenarier - nov. 1996 til nov. 1997.

Fase I (Nyborg): April 1996

Fase II (Nyborg): Opstilling af sub-model - maj til oktober 1996

Fase III (Nyborg): Grov Kalibrering - nov. 1996 til nov. 1997

2.5 Anvendt model

MIKE SHE (angiv versionsnr.):	Version 5.25
Visual MODFLOW/MODPATH (angiv versionsnr.):	
MODFLOW/PATH3D (angiv versionsnr.):	
MT3D (angiv versionsnr.):	
AQUA3D (angiv versionsnr.):	
Anden model (angiv navn + versionsnr.):	

Hardware platform:

Siemens Nixdorf PC, 166 MHz, 32 Mb RAM

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

2.6 Dokumenter

Titel på udarbejdede rapporter:

National vandressourcemodel. Modelopstilling og kalibrering for Fyn. H.J.Henriksen, C.J. Knudby, P.Rasmussen og P. Nyegaard. GEUS-rapport 1997/139.

Reference på grundlæggende beskrivelse af den anvendte computer model:

DHI (1997): MIKE SHE User Guide and Technical Reference Manual. Edition 1.1. June 1997

3. Modelinformationer

3.1 Modelforudsætninger

Hvilke dele af det hydrologiske kredsløb indgår i modellen:

Nettonedsivning, drænafstrømning, overfladisk afstrømning, vandløbsafstrømning, vandindvinding, grundvandsstrømning, udveksling mellem grundvand og vandløb

Antagelser om reservoirforhold:

De 9 geologiske lag består af

- 1) 3.5 m tykt, opsprækket og relativt vandførende*
- 2) Lavpermeabelt (forekommer kun hvor topografi > ca. 50 m)*
- 3) Vandførende lag (sekundært lokalsand/grus magasin, forekommer kun hvor topografi > ca. 30 m)*
- 4) Lavpermeabelt lag (dæklag over primære regionale øvre sand/grus magasin)*
- 5) Vandførende lag (primære regionale øvre sand/grus magasin)*
- 6) Lavpermeabelt lag*
- 7) Vandførende lag (primære regionale nedre sand/grus magasin)*
- 8) Lavpermeabelt lag*
- 9) Vandførende lag (prækvartære magasiner af danienkalk/grønsandskalk)*

De lavpermeable enheder består overvejende af moræneler men i visse områder også Lillebæltssler, Røsnæsler, paleocænt ler og mergel, interglacialt, sen-glacialt og postglacialt ferskvandsler samt interglacialt saltvandsler. Udbredelsen af sprækker og sandvinduer kendes ikke i detaljer og ledningsevnen i de lavpermeable lag er derfor ikke distribueret i modellerne. Der er således ikke taget hensyn til heteogeneiteter og ej heller at smeltevandsler har lavere hydraulisk ledningsevne end f.eks. moræneler. De højpermeable enheder består overvejende af smeltevandssand og -grus.

Grundvandsdannelse [source].

Konstant infiltration:

Dynamisk beregnet infiltration:

Randbetingelsen for det øverste lag er defineret af nedsivningen fra rodzonen, som beregnes med et simpelt rodzonemodul på basis af daglig nedbør og fordampning og regnskab med vandindholdet i rodzonen. Nedsivning genereres primært når markkapaciteten overskrides. Markkapaciteten antages at være afhængig af jordtypen og arealanvendelsen.

Der er i modellen benyttet en dummy-koefficient, der afhænger af terrænhældning og bebyggelsesgrad. Afhængig af størrelsen af denne koefficient fratrækkes en del af den beregnede nedsivning fra rodzonen og sendes direkte ud i vandløbene.

Evt. øvrige sources & sinks:

I modellerne er så vidt muligt inkluderet alle indvindinger over 25000 m³/år. Ved at sammenholde oplysninger om filterkoter med de fundne laggrænser er det bestemt, hvilke modellag der indvindes fra.

Afstrømning [sink].

Fastholdte trykniveauer i vandløbspunkter: -

Særlige vandudvekslingsberegninger:

Der er indlagt et drænniveau 0,5 meter under terræn. For alle vandløb beregnes udvekslingen som funktion af trykniveauforskellen mellem vandstanden og trykniveauet. Vandstanden i vandløbene er bestemt af flow samt fysiske forhold. Der er anvendt distribueret ålækagekoefficienter i tre klasser og vertikal udveksling mellem de lag vandløbet skærer igennem. Der er anvendt 5 forskellige tværprofiler, som antages at være afhængige af medianminimum. For alle tværsnit er anvendt et Manningtal på 20. Spildevand er inkluderet som enkeltbidrag til vandføringen.

Randbetingelser

Fastholdt potentiale:

Potentialet fastholdes ved randen i alle lag langs havet. For modellerne for Fyn vil det sige hele randen, mens det kun gælder en del af randen for Nyborg-modellen.

Gradient:

I Nyborg-modellen benyttes for alle lag no-flow randbetingelse langs den del af randen der ikke følger kysten.

Andet:

Den sydlige del af no-flow randen i Nyborg-modellen skærer Stokkebæk. Der bør tages hensyn til dette i beregningen af vandløbsafstrømningen i dette vandløb.

3.2 Modelopsætning

Geografisk afgrænsning af strømningsmodel (UTM 32):

Fyn inkl. øer: 542000 - 628000 ; 6064000 - 6167000

Fyn ekskl. øer: 545000 - 615000 ; 6099000 - 6165000

Nyborg: 586500 - 618000 ; 6115000 - 6148000

Afgrænsningen af modellerne fremgår af bilag 1.

(vedlæg et kort med modelområdet tegnet ind)

Geografisk afgrænsning af stoftransportmodel (UTM 32):

Geografisk afgrænsning af særligt interesseområde:

Horisontal og vertikal diskretisering:

Modellerne for Fyn er baseret på et horisontalt 1x1 km beregningsnet. Modellen for Nyborg er baseret på et 500 x 500 m beregningsnet. Modellerne opererer med 9 geologiske lag og 7 beregningslag. De øverste 3 geologiske lag er slået sammen til et beregningslag. Laggrænserne for beregningslagene følger geologien.

Bilag 1 viser tværsnit af modellerne.

Tidslig diskretisering (periode og max tidsskridt):

Modellerne er kørt for perioden 1.1.1971 - 31.12.96. Der er anvendt maksimale tidsskridt for OC- og SZ-komponenten på h.h.v. 12 og 24 timer. Ved nedbør større end en bestemt mængde pr. tidsskridt nedsættes tidsskridtet. Denne "grænsemængde" er sat til 1 mm.

Datagrundlag	Antal i modelområdet
Nedbørsstationer :	
Vandføringsmålestationer :	Fyn: 13 stk. Nyborg: 12 stk.
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	7 stk. på Fyn
---------------------------	---	---------------

Til kalibrering er benyttet ialt 1510 pejlinger. For de 7 beregningslag er benyttet:

- 1) 184
- 2) 261
- 3) 437
- 4) 303
- 5) 204
- 6) 70
- 7) 51

Prøvepumpninger

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

Metode til fortolkning af prøvepumpninger:

Analytisk Radiær symmetrisk model Anden metode

Geofysiske data	Antal/Omfang
Borehulslogging	:
Geoelektriske sonderinger	:
Anden geoelektrik	:
Seismik	:
Stoftransport data	
Porøsitetsmålinger	:
Tracertest	:
Vandkvalitetsdata	:
Andet	:

3.3 Kalibrering

Kun modellen for Fyn er blevet finkalibreret. Modellen for Fyns Amt er kørt med parametre fundet ved kalibreringen af modellen for Fyn. Resultaterne ved brug af de to modeller for Fyn er dog næsten identiske. Modellen for Nyborg er kun groft kalibreret. Den følgende beskrivelse af kalibreringen omfatter kun modellen for Fyn.

Procedure for kalibrering

Er der opstillet kvantitativt kalibreringsmål:

Ja, se nedenfor.

Kvantitativt kalibreringsmål	Angiv metode og kravværdier
Trykniveauobservationer (synkronpejling eller PC ZEUS):	RMS < 8 m for alle lag Vægtet gnms. af RMS (7 lag) < 6 m Gnms. af RMS (7 lag) < 5,5 m Gnms. af RMS for regionale vandførende lag (3 lag) < 5 m
Daglige vandføringer:	Middel R2 for anv. stationer > 0,65 For max. 75% af stationerne må gælde R2 < 0,60 P.g.a. regulering ved en station er der kalibreret på 12 ud af 13 vandføringsstationer
Pejletidsserier:	Kvalitativ vurdering, ingen krav
Andet:	

Antal stationære kalibreringer:

Længde af dynamisk kalibreringsperiode (angiv periode):

Modellen er kalibreret på perioden 1.1.1988 - 31.12.1990

Invers modelleringsprocedure:

Invers modellering er forsøgt, men ikke gennemført med succes

Verifikation af kalibrering

Længde af verifikationsperioden (angiv periode):

Modellen er verificeret for perioden 1.1.1991 - 31.12.1996. Verifikationskørslerne er målt efter samme principper som kalibreringen. De beregnede R^2 -værdier for verifikationsperioden overholder kalibreringskriterierne, både hvad angår trykniveauer og vandføringer.

Resultat af statistisk vurdering af kalibreringsresultatet:

Alle kalibreringsmål er opfyldt. Sammenligning af simulerede og observerede trykniveauserier viser pæn overensstemmelse.

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

Kalibreringsprocessen viste, at de vigtigste parametre hovedsageligt er:

Horisontal ledningsevne i sand

Vertikal ledningsevne i ler

Frit magasintal

Drænkonstant

Ålækagefaktor

Dummy-koefficienter

Angiv følsomhed overfor initialværdier:

Der blev til kalibreringen benyttet hot-start med starttidspunkt 14.11.1984. Modellen er således kørt i over 3 år før selve kalibreringsperioden simuleres. Dette reducerer betydningen af initialværdier betydeligt. Det vurderes, at modellen er ca. 3 år om at "falde på plads" m.h.t. simulering af daglig vandføring.

3.4 Evaluering

Er formålet opfyldt?

Modellerne er anvendelige til simuleringer af grundvandsdannelse regionale og tidsmæssige variation og størrelse og til vurderinger af påvirkninger af vandføringen i vandløb eller oplande som følge af vandindvinding eller klimavariationer, når dette sker for oplande større end 50 km² og 15 km² for h.h.v. modellerne for Fyn og modellen for Nyborg. Modellerne er anvendelige til at beskrive tidlige fluktuationer i grundvandets trykniveau, både årstidsvariation og langtidsfluktuationer. Modellerne er desuden anvendelige til generering af randbetingelser og indledende vurderinger af parameterverdier for sub-modeller. Formålet med opstillingen af modellerne er opfyldt.

Fremtidige behov for videre udvikling af modellen:

Der er behov for at vurdere effekten af følgende potentielle forbedringer af modellerne

- opstilling af UZ, incl. forbedrede snesmeltning- og fordampningsrutiner*
- invers kalibrering af de 3-5 vigtigste parameterverdier*
- distribuering af ledningsevner, drænkonstant*
- revurdering af vegetationsafhængige korrektioner af potentiel fordampning*

Forslag til forbedret resultat:

Der er behov for at vurdere effekten af følgende potentielle forbedringer af input

- forbedring af topografisk input*

- inkludering af usikkerhedsestimater på klimainput og dermed ressourceoutput

Forslag til supplerende dataindsamling:

- synkronpejlerunde

Angiv overordnede kvalitetskoder for modellen som helhed:

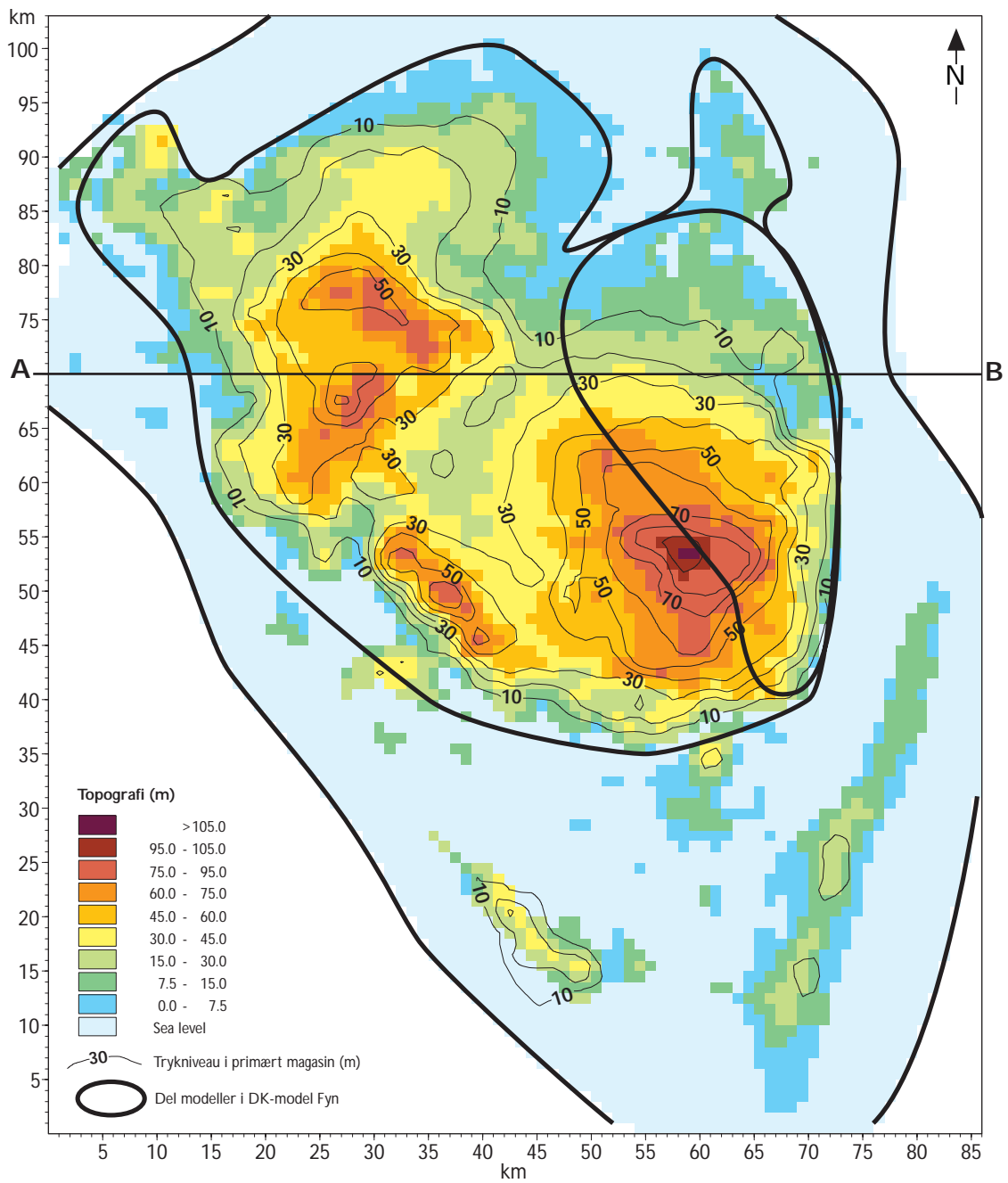
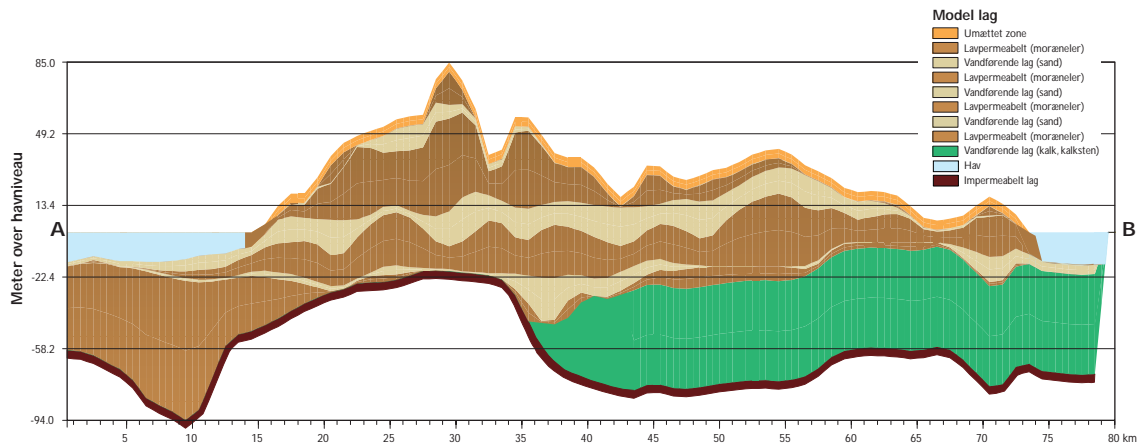
Kvalitetskode	GOD	MIDDEL	USIKKER	DÅRLIG
Geologi	X			
Meteorologi		X		
Umættet zone			X	
Grundvand	X			
Afstrømning	X			
Stoftransport/partikelbaner				
Kalibrering/ verificering	X			
Rapportering	X			

4. Andre relevante oplysninger

Projektlederens underskrift:

Sted og dato:

Kvalitetsdokument for DK-Model Fyn Bilag 1



Kvalitetsdokument for DK-Model Fyn Bilag 2

(Header)

DK-model Fyn

545000, 615000, 609900, 6165000 (UTM 32 koordinater)

Modellleverandør

GEUS

Modellør

GEUS

11/01/1999

(Filliste)

(Oprethavskoder) (Dataleverandør)

FYN\fyn.fsf	2	
FYN\fyn-stor.fsf	2	
FYN\fyn-88-97-amsterdam.fsf	2	
FYN\MAPS\fyn-drain.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-dummy.t2	2	
FYN\MAPS\fyn-dummy-reduc.t2	2	
FYN\MAPS\fyn-H0-lag1.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-H0-lag2.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-H0-lag3.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-H0-lag4.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-H0-lag5.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-H0-lag6.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-H0-lag7.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-H0-lag8.t2	2	
FYN\MAPS\fyn-H0-lag9.t2	2	
FYN\MAPS\fyn-hav.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-kalk-kx.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-kalk-kz.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-koder.t2	2	
FYN\MAPS\fyn-lag1.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-lag2.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-lag3.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-lag4.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-lag5.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-lag6.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-lag7.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-lag8.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-lag9.T2	2	
FYN\MAPS\fyn-lens-1.t2	2	
FYN\MAPS\fyn-lens-2.t2	2	
FYN\MAPS\fyn-lens-4.t2	2	
FYN\MAPS\fyn-lens-6.t2	2	
FYN\MAPS\fyn-lens-8.t2	2	
FYN\MAPS\fyn-rand.t2	2	
FYN\MAPS\fyn-rand-stor.t2	2	
FYN\MAPS\fyn-topo-0.T2	2, 6	KMS
FYN\TIME\fyn-abs.t0	2	
FYN\TIME\fyn-abs-opdateret.t1	3	
FYN\TIME\fyn-abs-9lag.t0	2	
FYN\TIME\fyn-klim.t0	2	
FYN\MAPS\fyn.rdf	2	
FYN\MAPS\fyn-mette-3b.rdf	2	
FYN\MAPS\fyn-stor.rdf	2	