

1. Generelle oplysninger

I denne kvalitetsdokumentation beskrives DK-model Sjælland. Modellen er opbygget af tre delmodeller DK-model Sjælland Nord, DK-model Sjælland Syd og DK-model Sjælland Vest idet følgende benævnt h.h.v. Nord, Syd og Vest. 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 ressourcens fremtidige udvikling.

1.2 Omfang af modelprojektet

Kategori:

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

Mandemåneder 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.

DHI bidrager med kodeudvikling og DMU bidrager med afstrømningsdata.

Ang. ophavsret henvises til "Ascii-fil" (bilag 3).

2.2 Ansvarsfordeling mellem parterne

Rekvirentens ydelser:

Modelopsætterens ydelser:

Dataindsamling og -bearbejdning, modelopsætning, kalibrering samt simulering og præsentation af resultater for forskellige scenariekørsler

2.3 Kvalitetssikring

Princip for gennemførelse af kvalitetssikring:

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

Der er nedsat en følgegruppe bestående af:

<i>Bjørn R. Andersen</i>	<i>Forskningscenter for skov- og landskab</i>
<i>Lene Holm</i>	<i>Skov- og Naturstyrelsen</i>
<i>Niels Bering Ovesen</i>	<i>DMU</i>
<i>Henrik Winther-Nielsen</i>	<i>Miljøstyrelsen</i>
<i>John W. Kohrtz</i>	<i>Energistyrelsen</i>

Vandplan Sjælland her endvidere fungerer som arbejdsgruppe medhenblik på levering af data, opstilling af kvalitetskrav og diskussion af scenarier.

2.4 Fase opdeling

Fase I : Skitsering af konceptuel model - 1996

Fase II : Modelopsætning – jan. 1997 til juni 1998

Fase III : Kalibrering samt scenarier - juni 1998 til nov. 1998.

2.5 Anvendt model

MIKE SHE (angiv versionsnr.):	Version 5.30
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, 166-300 MHz, 64-128 Mb RAM

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

2.6 Dokumenter

Titel på udarbejdede rapporter:

National vandressourcemodel. Sjælland, Lolland, Falster og Møn. H.J.Henriksen, L.Troldborg, C.J. Knudby, M.Dahl, P.Nyegaard, P.R.Jakobsen og P.Rasmussen. GEUS-rapport 1998/109.

På adressen <http://www.vandmodel.dk/> findes en gennemgang af Den nationale Vandressourcemodel's forskellige dimensioner.

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, drænastrømning, overfladisk afstrømning, vandløbsafstrømning, vandindvinding, grundvandsstrømning, udveksling mellem grundvand og vandløb

Antagelser om reservoirforhold:

De 11 lag i den hydrogeologiske tolkningsmodel består af

- 1) 3.5 m tykt, opsprækket og relativt vandførende*
- 2) Lavpermeabelt (forekommer kun hvor topografi > ca. 50 m)*
- 3) Vandførende lag (sekundært lokalt sand/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/sekundære regionale nedre sand/grus magasin)

8) Lavpermeabelt lag

9) Vandførende lag (primære/sekundære regionale nedre sand/grus magasin)

10) Lavpermeabelt lag

11) Vandførende lag (prækvarteret magasin af danienkalk/grønsandskalk)

De lavpermeable enheder består overvejende af moræneler, men i visse områder også Lillebæltssler, Røsnæsler, paleocænt ler og mergel, interglacialt, seneglacialt 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. Dog er der implementeret sandlinser i lerlagene, hvor der er mere end 70% sand vurderet ud fra borearkivet. 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. Input til rodzonemodulet udgøres af daglige nedbørs- og fordampningsdata fra Dansk JordbrugsForskning's 40x40 km² klimagrid. Der er set bort fra snemagasinering og snesmeltning.

Der er i modellen benyttet en dummykoefficient, der afhænger af dæklagets lerprocent, 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 to 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. I områder med kunstig dræning drænes der direkte til randen, hvor der i de resterende områder drænes til nærmeste vandløb.

Randbetingelser

Fastholdt potentiale:

Potentialet fastholdes ved randen i alle lag langs havet.

Andet:

Der benyttes for alle lag no-flow randbetingelse langs den del af randen der ikke følger kysten dvs. mellem de enkelte delmodeller Nord, Syd og Vest

3.2 Modelopsætning

Geografisk afgrænsning af strømningsmodel (UTM 32):

DK-model Sjælland: 615000 - 750000 ; 6035000 - 6240000

Nord: 670000 - 750000 ; 6144000 - 6240000

Syd: 615000 - 750000 ; 6035000 - 6145000

Vest: 615000 -695000 ; 6115000 - 6240000

Afgrænsningen af modellerne fremgår af bilag 1.

Geografisk afgrænsning af stoftransportmodel (UTM 32):

Geografisk afgrænsning af særligt interesseområde:

Horisontal og vertikal diskretisering:

Modellerne for Sjælland er baseret på et horisontalt 1x1 km beregningsnet. Modellerne opererer med 11 geologiske lag og 9 beregningslag. De øverste 3 geologiske lag er slået sammen til et beregningslag. Laggrænserne for beregningslagene følger geologien.

Bilag 2 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 :	> 100 stk.
Vandføringsmålestationer :	Nord: 36 stk. Syd: 25 stk. Vest: 21 stk.
Synkronmålinger der dækker oplandet :	> 500

Til kalibreringen er der for Nord benyttet 8 vandføringsmålestationer, for Syd 8 og for Vest 12.

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	ca. 100

Til kalibrering er benyttet ialt 4439 pejlinger. For de 9 beregningslag er benyttet:

- 1) 106
- 2) 113
- 3) 376
- 4) 304

5) 318

6) 170

7) 142

8) 89

9) 2821

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

Transmissivitetsfordelingen for kalken er interpoleret på baggrund af værdier for specifik ydelse hentet i borearkivet (PC-Zeus)

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

3.3 Kalibrering

Kun modellerne for Vest og Syd er blevet grovkalibreret. Modellen for Nord er kørt med parametre fundet ved kalibreringen af modellerne for Syd og Vest i en Proxy-basin test med næsten identisk resultat. Den følgende beskrivelse af kalibreringen omfatter kun modellen for Syd, men principperne har været tilsvarende for Vest.

Procedure for kalibrering

Er der opstillet kvantitativt kalibreringsmål:

Ja, se nedenfor.

Kvantitativt kalibreringsmål	Angiv metode og kravværdier
Trykniveauobservationer (synkronpejling eller PC ZEUS):	<i>RMS < 8 m for alle lag</i> <i>Vægtet gnms. af RMS (9 lag) < 6 m</i> <i>Gnms. af RMS (9 lag) < 5,5 m</i> <i>Gnms. af RMS for regionale vandførende lag (4 lag) < 5 m</i>
Daglige vandføringer:	<i>Middel R^2 for anv. stationer > 0,65</i> <i>For max. 75% af stationerne må gælde $R^2 < 0,60$</i> <i>Optimering ved minimering af F-low værdier</i> <i>P.g.a. regulering o.a. er der kalibreret på 8 ud af 25 vandføringsstationer</i>
Pejletidsserier:	<i>Kvalitativ vurdering, ingen krav</i>
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 udskudt indtil modellen skal finkalibreres

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.

Resultat af statistisk vurdering af kalibreringsresultatet:

Kalibreringsmål for RMS er opfyldt for Nord, mens det volder lidt problemer for Vest og Syd. I Vest er R^2 kriteriet opfyldt ligesom det tildels for Syd er opfyldt. R^2 kriteriet er ikke opfyldt for Nord. Dette skyldes bl.a. at for Nord og Syd er R^2 stærkt påvirket af regulering. RMS og R^2 kriterierne suppleres af en mere kvalitativ bedømmelse af afstrømningsmønstret og modellens evne til at simulere de tørre perioder (bl.a. udtrykt i F-low). Alle tre delmodeller har pæne afstrømningshydrografer for de ikke regulerede vandløb og specielt for Nord simuleres de tørre perioder pænt. Der er pæn overensstemmelse mellem verifikations- og kalibreringsresultater.

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

Transmissivitets fordelingen i kalklaget

Frit magasintal

Artesisk magasintal

Drænkonstant

Ålækagefaktor (lækagekoefficient for udveksling mellem vandløb og grundvand)

Dummykoefficienter

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. 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 submodeller. 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

- *invers kalibrering af de 3-5 vigtigste parameterverdier*

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*
- *ny transmissivitetfordeling for kalklaget (modellens nederste magasin)*
- *forfining af oppumpningsdata*

Forslag til supplerende dataindsamling:

- *synkronpejlerunde*

Angiv overordnede kvalitetskoder for modellen som helhed :

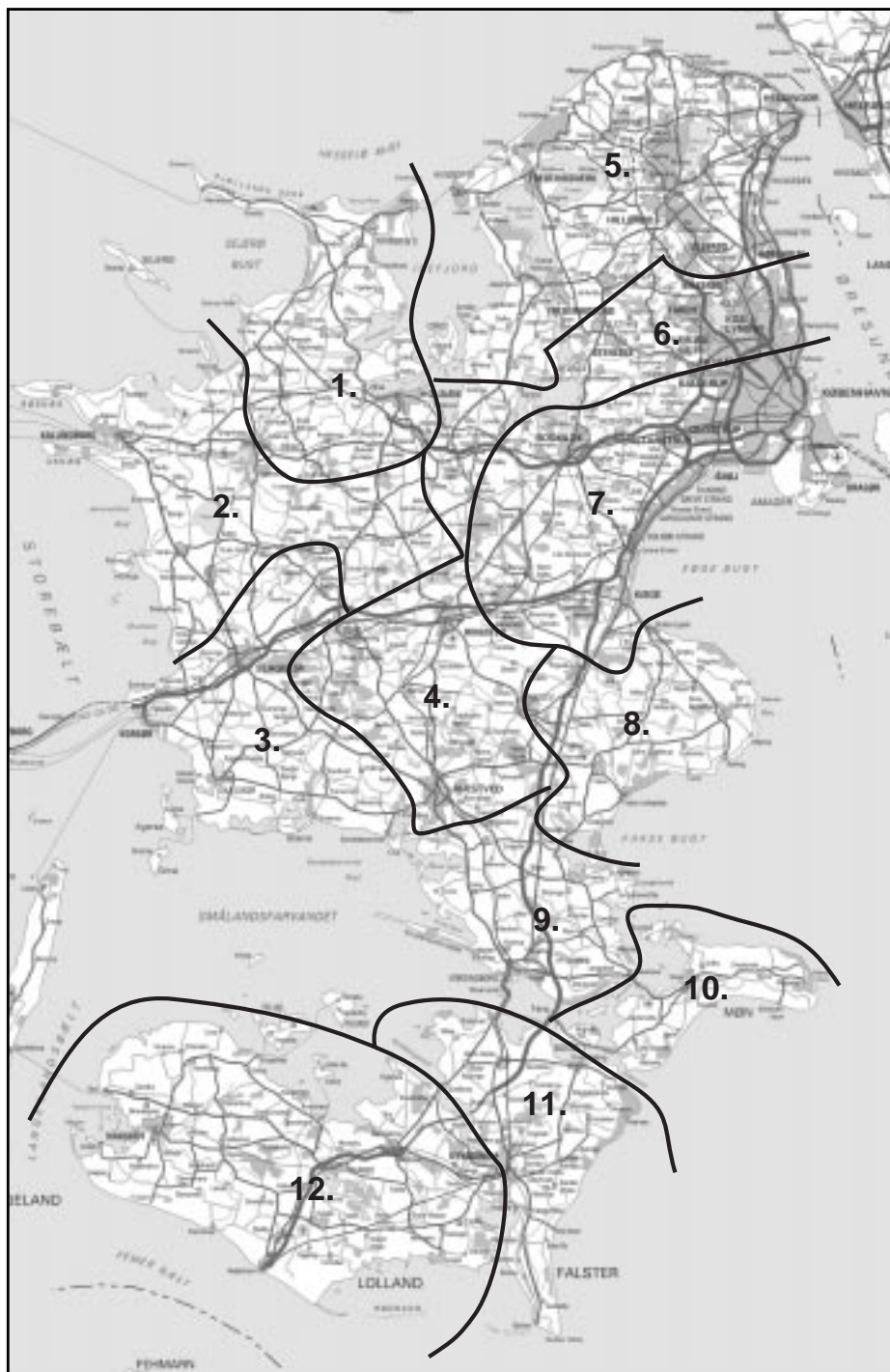
Kvalitetskode	GOD	MIDDEL	USIKKER	DÅRLIG
Geologi	X			
Meteorologi		X		
Umættet zone			X	
Grundvand	X			
Afstrømning	X			
Stoftransport/partikelbaner			X	
Kalibrering/ verificering		X		
Rapportering	X			

4. Andre relevante oplysninger

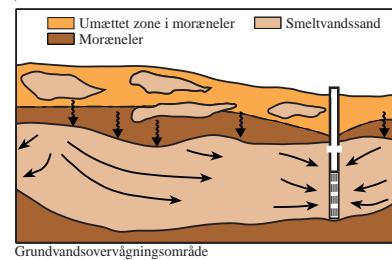
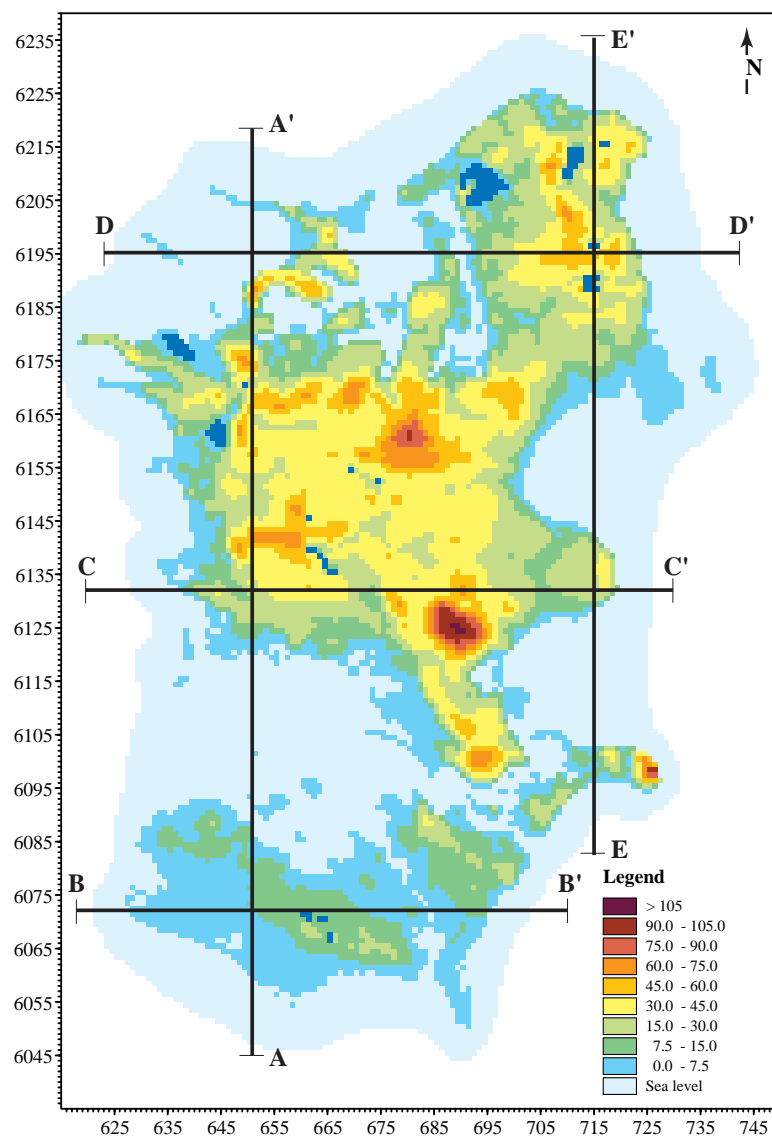
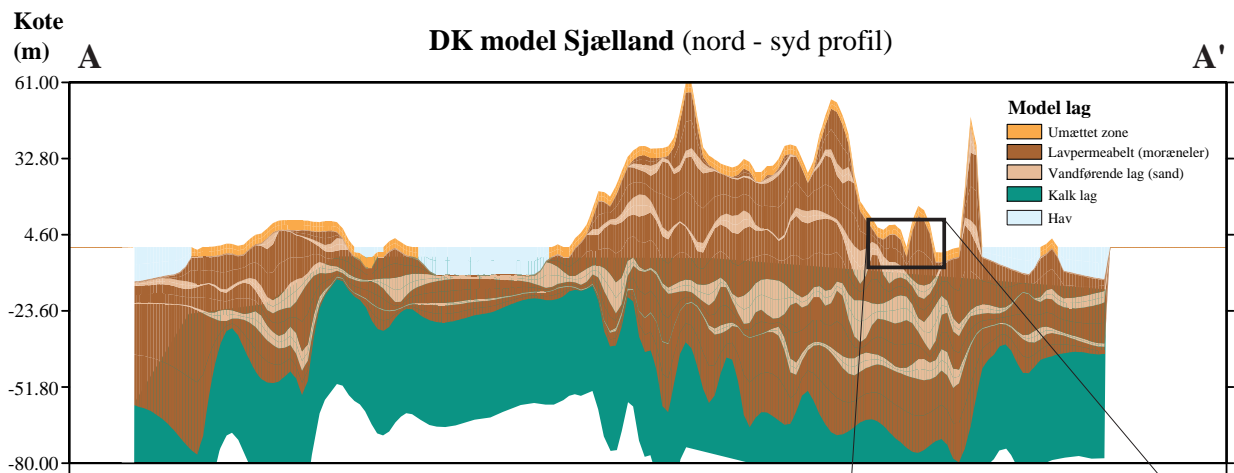
Projektlederens underskrift:

Sted og dato: _____

Områderne 1 - 4 afgrænser DK- model Sjælland Vest
Områderne 5 - 7 afgrænser DK- model Sjælland Nord
Områderne 8 -12 afgrænser DK- model Sjælland Syd



Kvalitetsdokument for DK-Model Sjælland Bilag 2



Kvalitetsdokument for DK-Model Sjælland Bilag 3

(Header)

DK-model Sjælland

615000, 750000, 6035000, 6240000 (UTM 32 koordinater)

Modelleverandør

GEUS

Modellør

GEUS

11/01/1999

(Filliste)

(Opretshavskoder) (dataleverandør)

SJÆLLAND\vest.fsf	2	
SJÆLLAND\nord.fsf	2	
SJÆLLAND\syd.fsf	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-b1.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-b10.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-b11.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-b2.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-b3.T2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-b4.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-b5.T2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-b6.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-b7.T2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-b8.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-b9.T2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-drain.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-dummy.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-fjorde.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-hav.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-hav-fjord.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-kalk-3x.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-kalk-3z.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-koder_m_vaad.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-lens-10.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-lens-2.T2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-lens-4.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-lens-6.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-lens-8.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\sj-topo-0.t2	2, 6	KMS
SJÆLLAND\MAPS\sj-variabilitet.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\NORD\sjn9.rdf	2	
SJÆLLAND\MAPS\NORD\sjn-bound.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\NORD\sjn-cond.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\NORD\sjn-cond-lag1.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\NORD\sjn-draincodes.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\NORD\sjn-drainoptions.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\SYD\sjs-bound3.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\SYD\sjs-cond3-low.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\SYD\sjs-cond-hav.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\SYD\sjs-draincodes.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\SYD\sjs-drainref.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\SYD\sydost12.rdf	2	
SJÆLLAND\MAPS\SYD\sydost12.rdf	2	
SJÆLLAND\MAPS\VEST\SJV12-so.RDF	2	
SJÆLLAND\MAPS\VEST\sjv-bound.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\VEST\sjv-cond.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\VEST\sjv-cond-lag1.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\VEST\sjv-draincodes.t2	2	
SJÆLLAND\MAPS\VEST\sjv-drainoptions.t2	2	
SJÆLLAND\TIME\SJ-ABS-9c.T0	2	
SJÆLLAND\TIME\sj-klim.t0	2	