

Fremtidig oplandsmodellering i vanddistrikter. Hvordan kan vi effektivt håndtere de fælles udfordringer på større og mindre skala for både grundvand og overfladevand?

Hans Jørgen Henriksen, GEUS



9. dec 2003 kl. 14:24

Amter tvivler på at vandmiljøplanen virker

I sidste uge kunne Danmarks Miljøundersøgelser meddele, at landbruget har reduceret forbruget af kvælstof til glæde for vandmiljøet, men i dag er der voksende tvivl om, hvorvidt det er rigtigt.

Vandmiljøplanen virker. Det var den glade udmeldning fra Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) i sidste uge, der sammen med Danmarks Jordbrugsforskning offentliggjorde slutevalueringen af vandmiljøplan II.

Men ifølge TV-avisen søndag er der ikke grund til at klappe i hænderne. I flere amter er man langt fra at have reduceret udvaskningen af kvælstof med de 48 procent, som



Der er voksende tvivl om, hvorvidt vandmiljøplan II virker. - Foto: Thomas Borberg

Ekstra

Læs også:

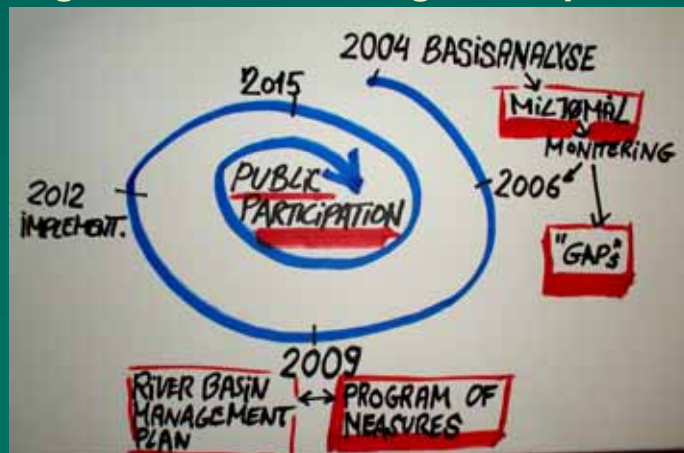
- Politisk vræde over svineproduktion
- Forhandlinger om vandmiljøet er gået i stå
- Kunstigt åndedræt til

Hvordan undgår vi sådanne ”nyheder” i forbindelse med Vandramme-direktivet (RBMP)?

- ⇒ ejerskab
- ⇒ transparens
- ⇒ usikkerhed
- ⇒ skalaforhold

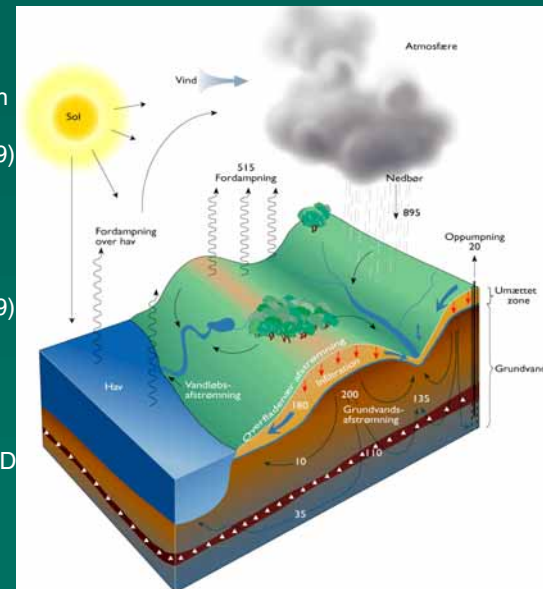


Oplandsmodellering relevante i forbindelse med miljømål, gap's og river basin management plan

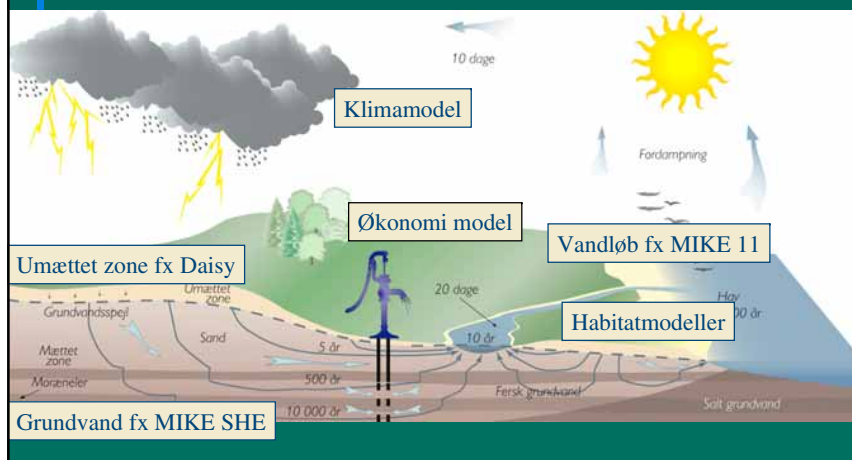


Milepæle

- Styr på vandbalancen for vanddistrikter (NOVANA 2004-2009)
- Udvikling af oplandsmodel for kvælstof udfra LOOP (NOVANA 2004-2009)
- Integreret model for vandkredsløb, kvælstof og socioøkonomi for VRD (Vandrammedirektiv 2006->)



Integration af modeller i Vandrammedirektivet



Modeller findes, behov for proces

DK model

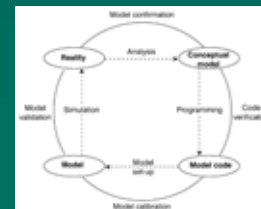
Styr på vandbalancen og grundvandsdannelsen
NOVANA

LOOP model

Oplandsmodeller for kvælstof - **NOVANA**, habitater mm.

Multimodel

Integrerede modeller
Input:
HarmoniQuA
HarmoniRiB osv.



Fase 1 a



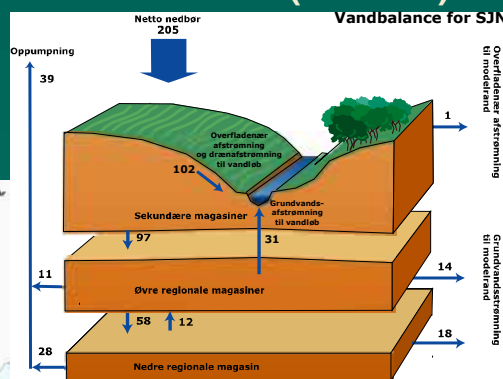
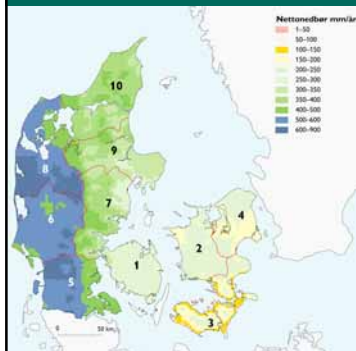
Fase 1 b



Fase 2

Resultater med DK-modellen (fase 1a)

Nettonedbør / oplande



Vandbalance for Nordsjælland

Brug DK-model i basisanalysef



Anvendelse af DK-model i basisanalyse

Basiskarakterisering

- Vandkredsløb og vandbalance
- Grundvandsmagasiner (grundvandsdannelse, gradientforhold, udnyttelig ressource, udnyttelsesgrad)
- Grundvands påvirkning af overfladevandssystemer (kvantitativt og kvalitativt)

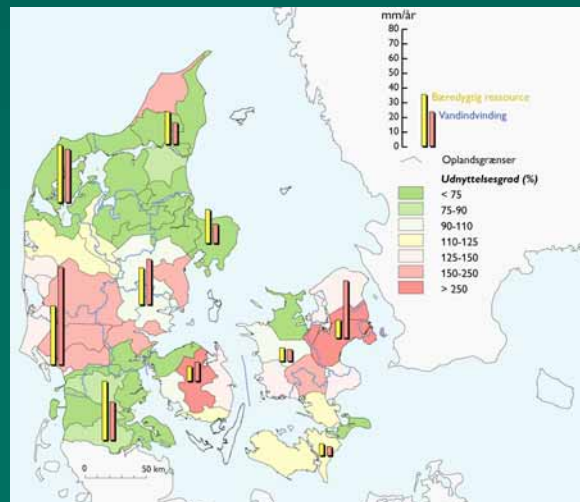
Menneskelige aktiviteter indvirkning på vandets tilstand

- Afsenkning af grundvandsspejl og grundvandskvalitet
- Påvirkning af overfladevand / akvatiske miljø (bl.a. vandstand i vådområder og ånære arealer)



Udnyttelig ressource / udnyttelsesgrad

Ved anvendelse af data fra DK-model sikres konsistens på landsplan, data fra DK-model suppleres med data fra fx OSD mm.

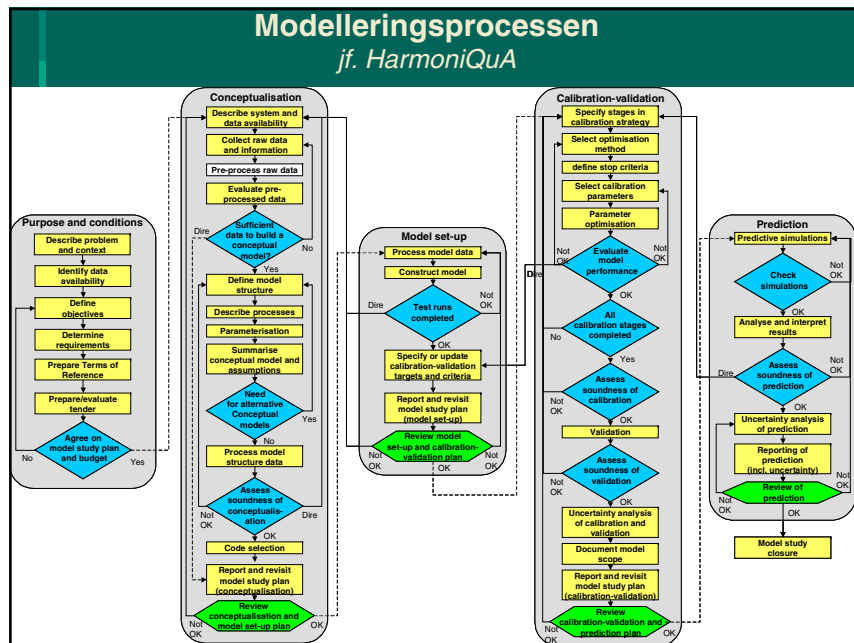


Milepæle for fase 1a model NOVANA

1. Modelstudieplan (jan. 2005)
2. Opstilling af konceptuel model og nettonedbørsberegning
3. Modelopstilling og nøjagtighedskriterier
4. Kalibrering og validering
5. Modelsimuleringer

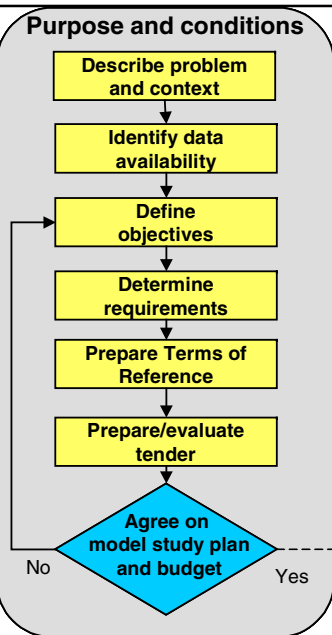
- GEUS stiller DK-model til rådighed (maj-juni 2004)
- Analyse af modelstudieplan (juli-december 2004)





Milepæl 1: Modelstudieplan (januar 2005)

- Behov for opdatering af DK-model med geologi fra OSD, bedre input for oppumpning, pejlinger mv. samt test af nye anbefalinger vedr. nedbør og fordampning
- Problemdefinition (TOR: VD <> OSD, og andre modeltiltag på mindre skala)
- Forslag til løsning på VD niveau
 - udbudsmateriale
 - projektforslag (teknisk og økonomisk)
 - valg af konsulent (arbejdsdeling vanddistrikt <> GEUS)
- Enighed om løsningsmodel ...
 - kontraktforhandling



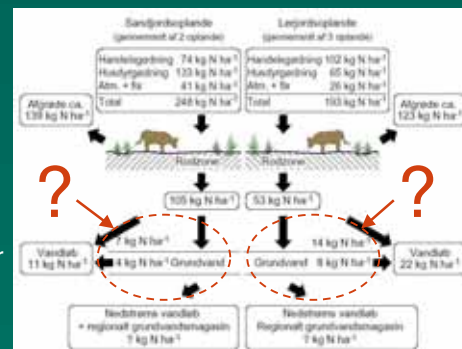
N- kredsløbet (fase 1b)

- 90% kvælstof "forsvundet" på sandjorde
- 58% "forsvundet" på lerjorde

Hvor forsvinder det hen?

Reduceres i:

- Den mættede zone
- Å-dale og å-bund
- + Strømmer til regionale magasiner



(Grant et al., 2002)



VMP III-forberedelse kvælstofmodel

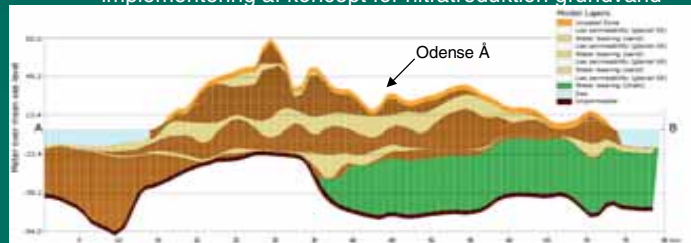
Modelopstilling for oplandet til Odense Fjord

- Formålet med modellen er at vurdere hvor og hvordan kvælstof tilførslen til Odense Fjord reduceres mest effektivt
 - Uden for projektets rammer at udpege præcis hvor tiltagene skal foretages
- Ved forskellige scenarier for oplandet beregnes input til en model for fjorden



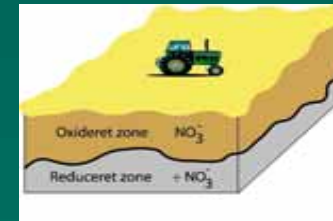
Modelmæssig angrebsvinkel

- DAISY rodzone model
 - beregning af nettonedbør og tab af nitrat
- MIKE SHE / MIKE 11 koblet grundvands- vandløbsmodel
 - transport og reduktion af nitrat i grundvand løses vha. af SHE Advektion Dispersions modul
- Der tages udgangspunkt i den eksisterende Nationale Vandressource Model for Fyn.
 - omarbejdes til 500 m x 500 m beregningsceller
 - forbedret vandløbsopsætning
 - implementering af koncept for nitratreduktion grundvand



Nitratreduktionskoncept

- I den oxiderede del af den mættede zone antages nitrat stort set som et konservativt stof, reduceres under redox-grænsen i den reducerede zone til frit kvælstof (N_2)



- I MIKE SHE håndteres reduktionen af nitrat som en 1.ordens fjernelse af stof med en en meget langsom rate over redox-grænsen og en meget hurtig under

Farveskift i boringer som indikator for redox-grænsen

Farveangivelser i JUPITER databasens boringer kan give et estimat for dybden til redox-grænsen

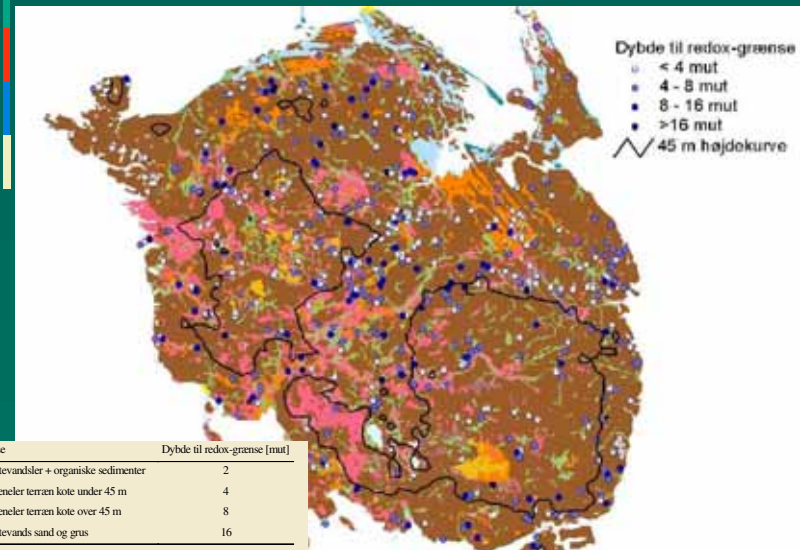
- Den første dybde hvor der registreres et skift fra farverne gul eller brun til grå benyttes som estimat for grænsen
- I hele landet kan dette farveskift findes i ca. 8500 boringer
 - På Fyn ca. 600
 - Alle LOOP 23 og Lillebæk 4

Muligheder for anvendelse af boringsoplysninger:

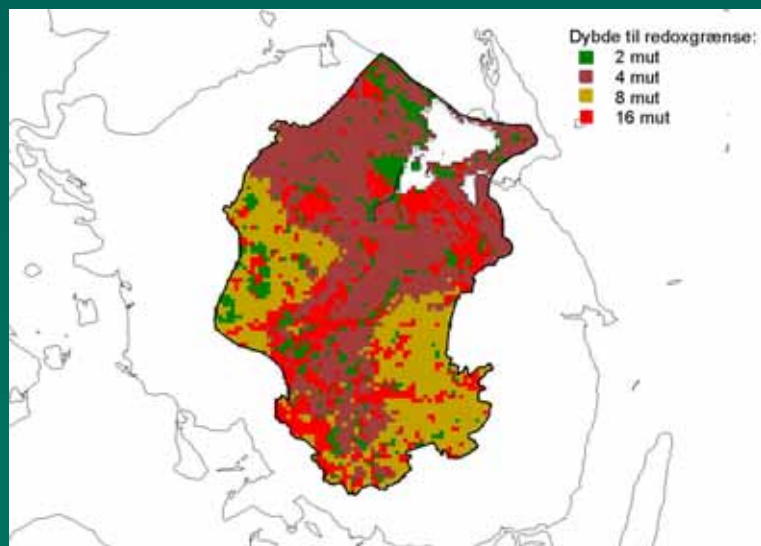
- Overflade interpolation af dybden til redox-grænse
- Regionalisering af dybden på baggrund af bl.a. farveskift i boringer men også andre forhold
- Fortsat stort behov for udvikling af brugbart "koncept"!



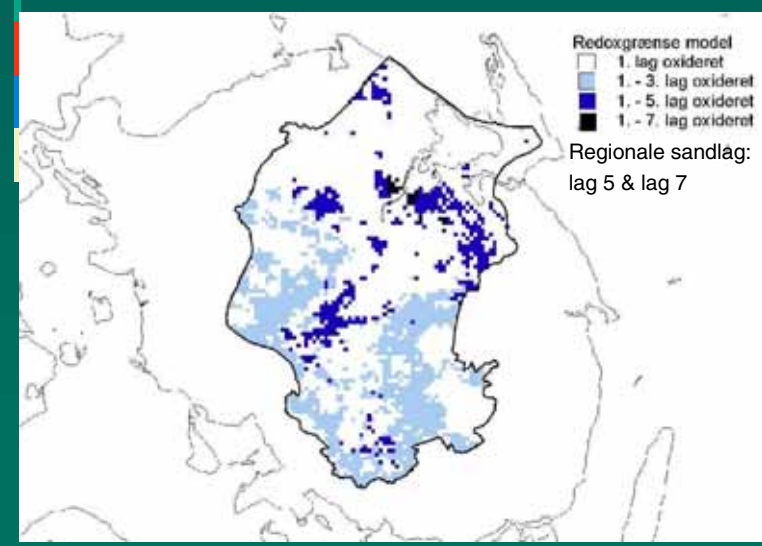
Regional redox-grænse klassifikation



Dybden til redox-grænsen



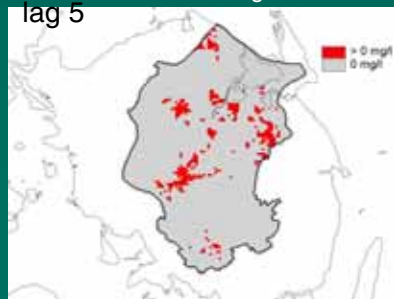
Oxiderede lag i MIKE SHE



Foreløbige resultater

- Efter 50 års fladebelastning med 50 mg NO₃⁻ / l over hele oplandet er vist overfladekort for nitratholdigt grundvand i modellens 2 regionale sandlag
 - Nitratet træffes kun der hvor lagene er oxiderede i MIKE SHE
 - Der er en betydelig forsinkelse i systemet
- Foreløbige kørsler peger på at ca. 20 % af nitraten reduceres i grundvandet

lag 5



lag 7



Vandbalancer med to forskellige input

Rodzone-modul 1991-2000:

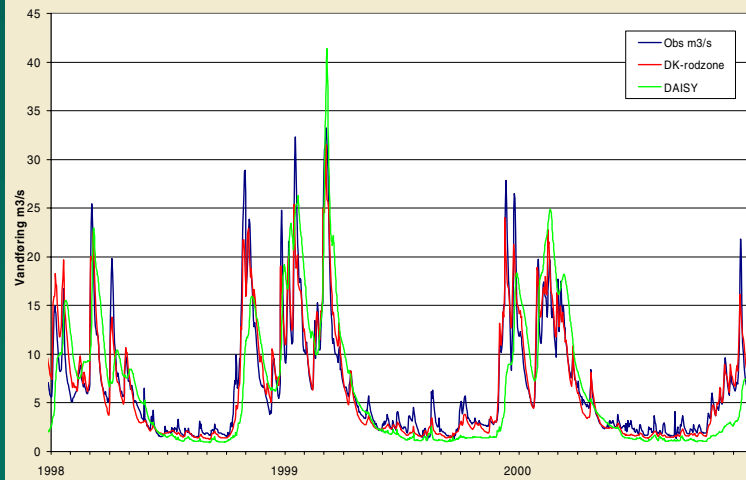
Opland, Station	Opland km ²	Obs m ³ /s	Sim m ³ /s	Obs-Sim	Afvigelse %	r ²
Ryds Å, 45.05+	42	0.32	0.33	-0.01	3.1	0.85
Stavis Å, 45.22	78	0.6	0.73	-0.13	21.7	0.83
Lunde Å, 45.23+	42	0.25	0.31	-0.06	24.0	0.78
Geels Å, 45.24	27	0.23	0.26	-0.03	13.0	0.88
Vejrup Å, 45.25+	41	0.28	0.31	-0.03	10.7	0.68
Odense Å, 45.26	535	5.58	5.52	0.06	-1.1	0.91
Lindved Å, 45.27	65	0.47	0.50	-0.03	6.4	0.62
Sum	830	7.73	7.96	-0.23	3.0	

DAISY 1991-2000:

Opland, Station	Opland km ²	Obs m ³ /s	Sim m ³ /s	Obs-Sim	Afvigelse %	r ²
Ryds Å, 45.05+	42	0.32	0.28	0.04	-12.5	0.60
Stavis Å, 45.22	78	0.6	0.62	-0.02	3.3	0.47
Lunde Å, 45.23+	42	0.25	0.27	-0.02	8.0	0.70
Geels Å, 45.24	27	0.23	0.22	0.01	-4.3	0.76
Vejrup Å, 45.25+	41	0.28	0.33	-0.05	17.9	-
Odense Å, 45.26	535	5.58	5.49	0.09	-1.6	0.59
Lindved Å, 45.27	65	0.47	0.44	0.03	-6.4	-
Sum	830	7.73	7.65	0.08	-1.0	

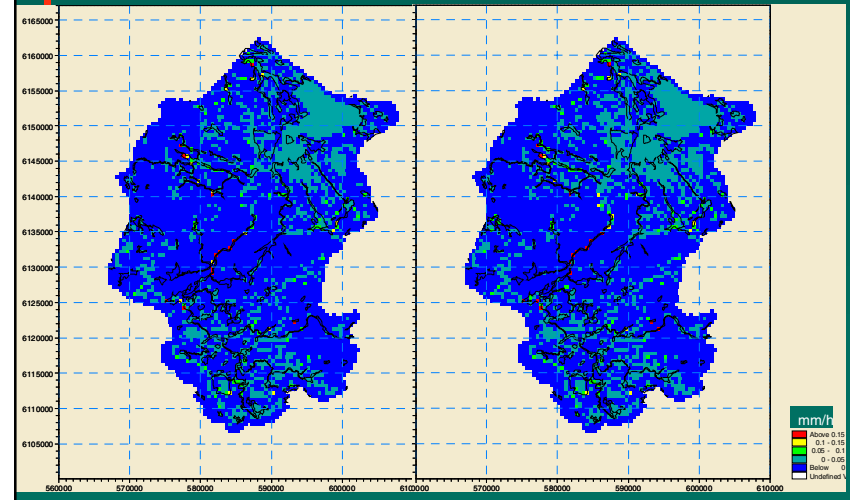
+ kun data til og med 1997 for disse stationer

Observeret og simuleret vandføring Odense Å - 45.26



Vådområder - opadrettet strømning i MShe

Med oppumpning: 29975 ha Uden oppumpning: 34300 ha



Konklusioner med hensyn til modellens prædiktionssevne

- Den hydrologiske model simulerer afstrømningerne godt ved målestationerne med DK-modellens rodzonemodul, både fordelingen hen over året og mellem våde og tørre år. Afvigelsen på den totale vandbalance er 3 % og R^2 (Nash-Sutcliffe værdierne ligger mellem 0.62 og 0.91)
- Med input fra Daisy simuleres vandbalancen over hele 10-års perioden godt (afvigelse 0.8 %), men fordelingerne mellem våde og tørre år er ikke god og der er en dårligere overensstemmelse på fordelingen hen over året, specielt er tidlige efterårsafstrømninger ikke simuleret særligt godt. Det giver sig udtryk i Nash-Sutcliffe værdier mellem -0.19 og 0.61, altså væsentligt lavere end rodzonemodulet
- Den hydrologiske model simulerer trykniveauerne med samme godhed som DK-modellen



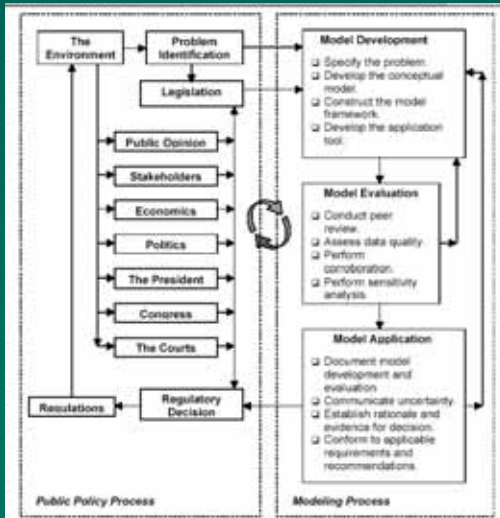
Hovedproblemet ligger i koblingen mellem Daisy og MIKE SHE

Det anvendte koncept for kobling har vist sig at give flere problemer:

- Både Daisy og MIKE SHE opererer med drænrør. Forsinkelse af vand gennem både dræn og i grundvandsmodel
- Naturlig variation i rodzonen er tabt ved den måde resultaterne fra Daisy er blevet aggregeret på, inden det er benyttet som input i MIKE SHE. Inputtet til en 500x500 m beregningscelle i MIKE SHE fremkommer som vægtet middelværdi af mange Daisy blokke
- Nedre randbetingelse i Daisy (grundvandsstanden) er ikke i overensstemmelse med den af MIKE SHE simulerede grundvandsstand, specielt er dynamikken ikke bevaret
- Den relativt grove diskretisering i MIKE SHE på 500x500 m er et problem, idet ådalene og de små vandløb ikke kan beskrives tilfredsstillende. Betydning for nøjagtigheden af vådområdebeskrivelserne og dermed den efterfølgende nitratfjernelse i vådområder (=> 125 m ?).



Integrerede modeller (fase 2)



Draft guidelines on development, evaluation, and application of regulatory environmental models (EPA CREM, USA)

=> input til

HarmoniQuA 
GEUS

CREM USA EPA

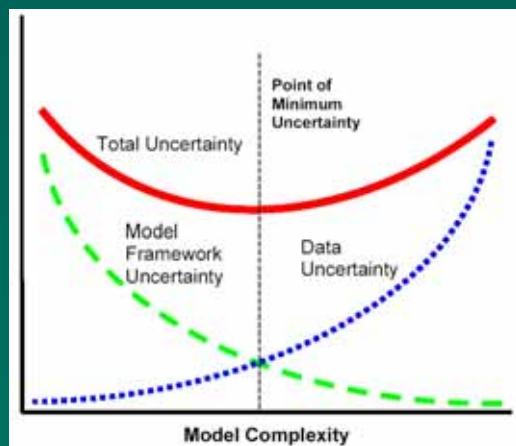
The Guidance recommends best practices to help determine when a model, despite its **uncertainties**, can be appropriately used to inform a decision. Specifically, it recommends that model developers and users:

- subject their models to credible, objective peer review
- assess the quality of the data they use
- corroborate (“validate”) their model by evaluating the degree to which it corresponds to the system being modelled; and
- perform sensitivity and uncertainty analysis.

A model’s quality to support a decision becomes known when information is available to assess these factors.


GEUS

Modelkompleksitet og usikkerhed



Uncertainty is the term used to describe incomplete knowledge about specific factors, parameters (inputs) of models.



Konklusioner (fase 2)

Hvordan bliver vi bedre til at bruge modeller ?

- Erkendelse af alle usikkerhedskilder og indragelse af dem i beslutningsgrundlaget - herunder usikkerhedsvurderinger
- Kvalitetssikring
 - ekstern review process
 - baseret på dialog mellem modellør og klient
 - krav til nøjagtighed af modelresultater opstilles eksplicit
 - usikkerhedsvurderinger
 - modellens valideringsstatus og begrænsninger beskrives eksplicit
 - løbende justering af projektplan (adaptiv projektudvikling)
- Faglig dialog mellem klient og rådgiver en afgørende forudsætning
- Der er modeller nok, kunsten er processen og en brugbar kobling af forskellige modelresultater i en integreret model (kobling af koder: HarmonIT <-> beslutningsstøtte: MERIT)



Mere information

www.HarmoniQuA.org

www.HarmoniRiB.com

