

# TEST AF DK-MODELLENS RODZONEMODUL

Britt S.B. Christensen og Hans Jørgen Henriksen, Hydrologisk afdeling, GEUS

## Indledning

Med henblik på at validere DK-modellens rodzonemodul sammenlignes data fra rodzonemodulet for sandjorde beliggende 2 forskellige steder i Danmark med tilsvarende data opnået ved modelberegninger med Daisy modellen.

Til begge modeller anvendes de samme klimadata i form af døgnværdier for nedbør og potentiel fordampning for perioden 1987-96 fra det landsdækkende 40x40 km klimagrid. Beregninger af værdier for klimagriddene er foretaget af Danmarks Jordbrugsforskning ud fra klimadata fra Danmarks Meteorologiske Institut. Der er foretaget en korrektion af nedbøren på månedsbasis for at tage højde for vind- og befugtningstab (jf. Allerup & Madsen, 1979). Den potentielle fordampning er beregnet ved hjælp af en modificeret udgave af Penmans ligning (Henriksen et al., 1998). De to undersøgte sandjorde er beliggende i henholdsvis Karup Å oplandet og Vårby Å oplandet, og klimadata fra henholdsvis klimagrid 11 og 33 er derfor anvendt.

## DK-modellens rodzonemodul

DK-modellens rodzonemodul opstiller en simpel vandbalance for rodzonen ud fra en empirisk relation mellem aktuel og potentiel fordampning som funktion af vandindholdet i rodzonen. Modulet fordeler nedbøren mellem nedsivning og aktuel fordampning. Den styrende parameter i beregningen udgøres af markkapaciteten som afhænger af vegetationstype samt jordart. I DK-modellen anvendes 3 forskellige værdier for markkapaciteten: 150 mm for skovarealer, 70 mm for sandjorde og 140 mm for lerjorde.

Der antages en nedbørsdistribuering, så højtliggende områder modtager mere nedbør end lavtliggende områder. Skovområder antages at have en større potentiel fordampning end landbrugsområder, og i vådområder antages at ske en potentiel fordampning året rundt uanset nedbør.

Afhængig af arealanvendelse, jordart og terrænkote opnås der således forskellige nettonedbørsserier. Der skelnes mellem skov, vådbundsområde, højt- og lavtliggende åbent land med enten sand- eller lerjord. I Jylland hvor der i forbindelse med landbrugsjorde er et stort vandingsbehov medregnes markvanding som et ekstra tilskud til nedbøren.

En del af nettonedbøren vil strømme af til vandløb enten i form af overfladisk afstrømning eller som drænvandsafstrømning (især af betydning i lerjorde), mens resten siver ned i jorden

og danner grundvand. I rodzonemodulet tvinges yderligere en del af nettonedbøren direkte til overfladisk afstrømning i stedet for til mættet zone. Dette gøres for at tage hensyn til, at modeltopografien er mere udjævnet end den faktiske topografi, at regnvand på befæstede arealer i byområder normalt ledes til overfladevandssystemet og at den overfladenære afstrømning øges i områder med lerjorde. Dette tages der dog ikke hensyn til i det følgende, idet der ses på to sandjorde. Ved sammenligning med nedsivningsdata fra Daisy antages nettonedbøren derfor at kunne anvendes som et mål for nedsivningen i DK-modellen.

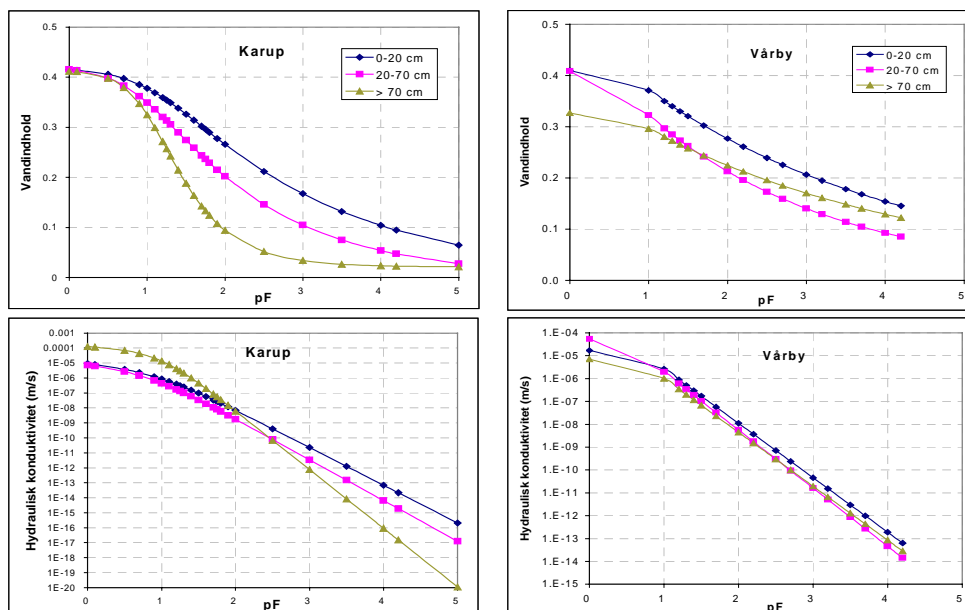
Ved nedsivning fra overfladen til den mættede zone ses der i DK-modellen bort fra forsinkelse og magasinering i den umættede zone.

## Daisy

Daisy er en jord-plant-atmosfære model udviklet på den Kgl. Veterinær og Langbrughøjskole. Modellen er en kolonne model til simulering af planteproduktion, jordvandets dynamik og kvælstoffets dynamik ved planteproduktion under forskellige dyrkningsbetingelser og strategier. Modellen beskriver alle vigtige processer omhandlende transformation og transport af vand, varme, kulstof og kvælstof (Hansen et al.,1990).

Daisy kan således beskrive planter interception af nedbør, fordampning fra jordoverfladen, infiltration, vandoptagelse i planterødder, transpiration og vertikal vandbevægelse i jordprofilet, herunder præferentiel strømning.

Vandtransporten i jordmatricen modelleres vha. Richards ligning, hvortil kræves information om retentionskurver og hydraulisk ledningsevne funktioner for hver jordtype. For de aktuelle sandjorde er de hydrauliske parametre vist på figur 1 (Thorsen, 2000).

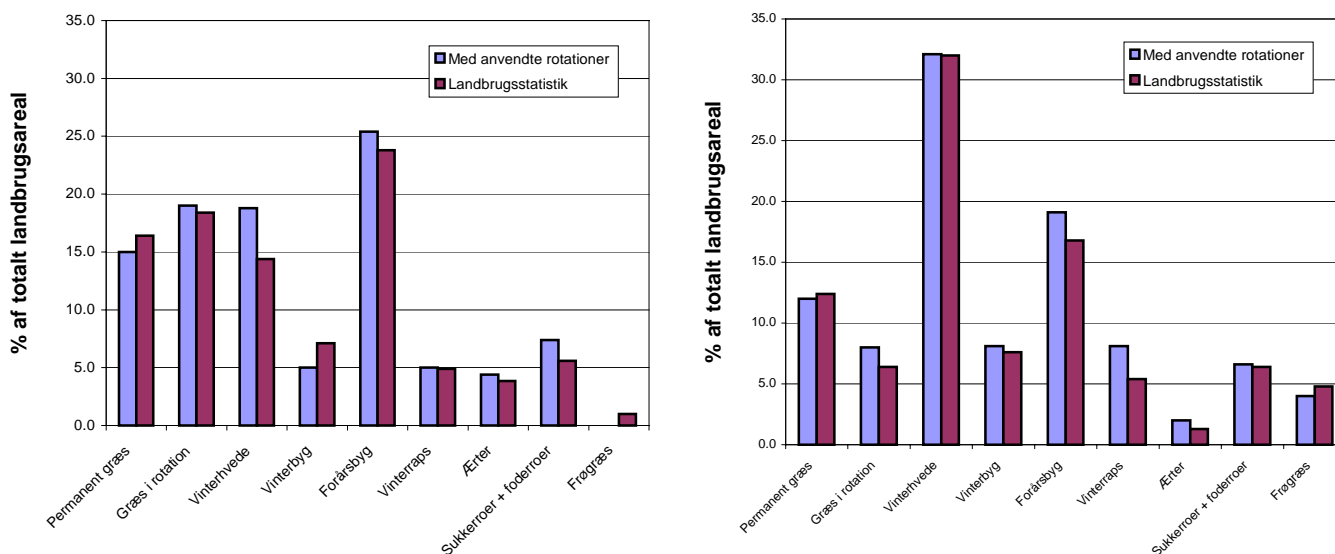


Figur 1: Hydrauliske parametre for de to sandjorde.

For sandjorde vil en tension af størrelsesordenen  $-0.5$  m til  $-1$  m (svarende til  $pF = 1.7-2$ ) svare til vandindholdet ved markkapacitet (Jensen, 1994). Ud fra retentionskurverne kan størrelsen af markkapaciteten for de to sandjorde således findes. Afhængig af dybden ses markkapaciteten for Karup sandjorden at svare til et vandindhold på 10-30 % dvs. 100-300 mm/m. Tilsvarende findes markkapaciteten for Vårby sandjorden at svare til et vandindhold på 20-30 % dvs. 200-300 mm/m.

Det er ikke alt vandet ved markkapacitet, der er tilgængeligt for planterne. Ved et vist vandindhold, visnegrænsen, er det ikke længere muligt for planterne at hive vand ud af jorden. Denne grænse svarer normalt til en tension på  $-150$  m (svarende til  $pF = 4.2$ ). Forskellen mellem markkapaciteten og visnegrænsen betegnes som tilgængeligt vand for planterne. Af retentionskurverne findes den tilgængelige mængde vand for sandjordene fra Karup og Vårby til henholdsvis 7-20% og 10-15% dvs 70-200 mm/m og 100-150 mm/m.

Til beskrivelse af afgrødernes transpiration samt evaporation fra jorden kræves information om afgrødetype og fordeling. I det aktuelle tilfælde er landbrugspraksis for de to sandjorde fastsat på baggrund af landbrugsstatistik for områderne, se figur 2 (Thorsen, 2000 og Thorsen et al., 2000).

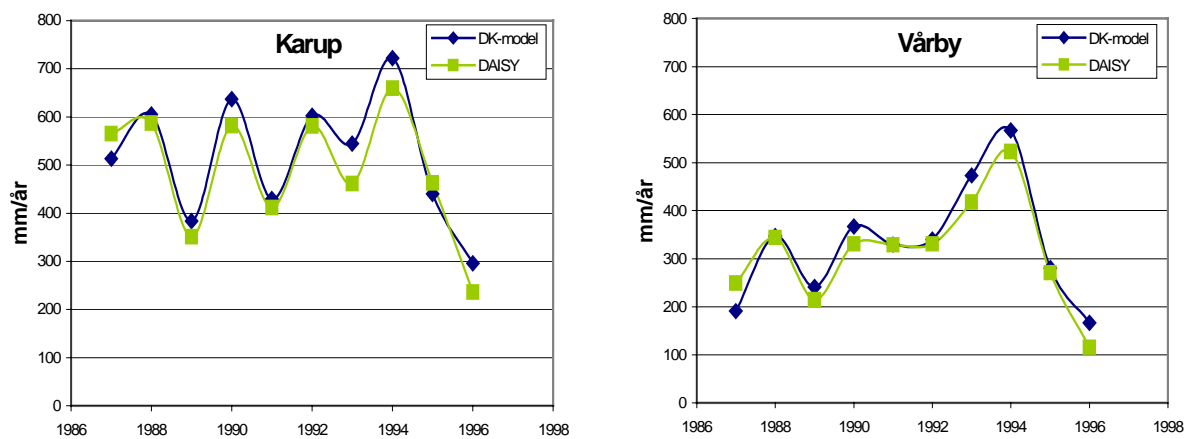


Figur 2: Fordeling af afgrøder (% af totalt landbrugsareal). (Til venstre: Karup og til højre: Vårby).

Til sammenligning med nettonedbørsdataene fra DK-modellens rodzonemodul anvendes arealvægtede nedsivningsdata fra Daisy. Det vil sige at nedsivningen for en bestemt afgrødetype er vægtet i forhold til den andel af det totale landbrugsareal den dyrkes på.

## Resultater

På figur 3 ses den beregnede nedsvivning for henholdsvis rodzonemodulet og Daisy modellen for årene 1987-96. Gennemsnitligt for perioden 1987-1996 opnås en uoverensstemmelse på 5,6 % for Karup sandjorden og 5,7 % for Vårby sandjorden. I begge tilfælde genererer rodzonemodulet gennemsnitligt lidt mere nedsvivning end Daisy. Den styrende parameter i rodzonemodulet er som sagt markkapaciteten, og sammenlignes med markkapaciteten anvendt i Daisy ses rodzonemodulets markkapacitet at være sat en anelse lavt. Antages en roddybde på 0.5 m fås markkapaciteter af størrelsesordenen 50-150 mm i Daisy. En større markkapacitet i rodzonemodulet vil resultere i mindre nedsvivning. Anvendes en markkapacitet på 100 mm i stedet for de nuværende 70 mm for sandjorde i rodzonemodulet reduceres den gennemsnitlige forskel for perioden 1987-1996 således til 1.0 % for Karup sandjorden og 1.9 % for Vårby sandjorden.



Figur 3: Nedsvivning (mm/år) for de to sandjorde beregnet med henholdsvis DK-modellen og Daisy. (DK-model: Markkapacitet = 70 mm).

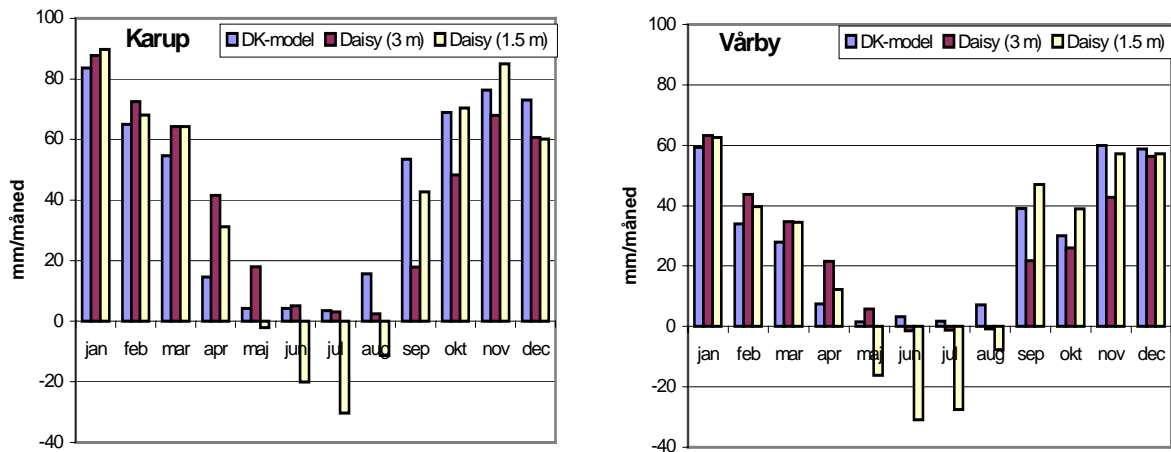
Dataene fra Daisy på figur 3 stammer fra et scenarie med fastholdt grundvandspotentiale i 3 m under terræn, hvor nedsvivningen er udtrukket i 1.5 m under terræn. Laves et scenarie i Daisy med fastholdt grundvandspotentiale i 1.5 m under terræn, vil nedsvivningsdata udtrukket i 1.5 m under terræn se noget anderledes ud. For perioden 1987-96 vil den gennemsnitlige årlige nedsvivning blive ca. 10 % mindre for Karup sandjorden og ca. 15% mindre for Vårby sandjorden. Forskellen i nedsvivning for de to forskellige Daisy scenarier fremgår også af figur 4, hvor de gennemsnitlige månedsværdier for den samme 10 års periode er vist sammen med de tilsvarende tal fra DK-modellen.

Med et fastholdt grundvandspotentiale i 1.5 m's dybde vil der i sommermånederne med stor fordampning hives langt mere vand ud af rodzonen end med et grundvandsniveau i 3 m's dybde. Omvendt simuleres i efteråret en større nedsvivning med fastholdt grundvandspotentiale i 1.5 m's dybde.

Anvendelse af forskellige randbetingelser i Daisy resulterer således i store forskelle i den beregnede nedsvivning. Endvidere tager Daisy ikke hensyn til de sæsonvariationer, der er i

grundvandsspejlet. Normalt vil grundvandsstanden svinge fra at være højest om foråret til lavest om efteråret. Forskellen mellem minimum og maksimum vandstand kan variere meget, og for en sandjord er amplituder på 0.5–1 m ikke unormalt (Christensen, 1992).

Variationer i grundvandsstanden har ingen indflydelse på beregningen af nedsivningen med DK-modellens rodzonemodul, idet den fungerer som en simpel boksmodel uden hensyntagen til beliggenheden af grundvandsspejlet.



Figur 4: Gennemsnitlige månedsværdier for nedsivning for perioden 1987-96.

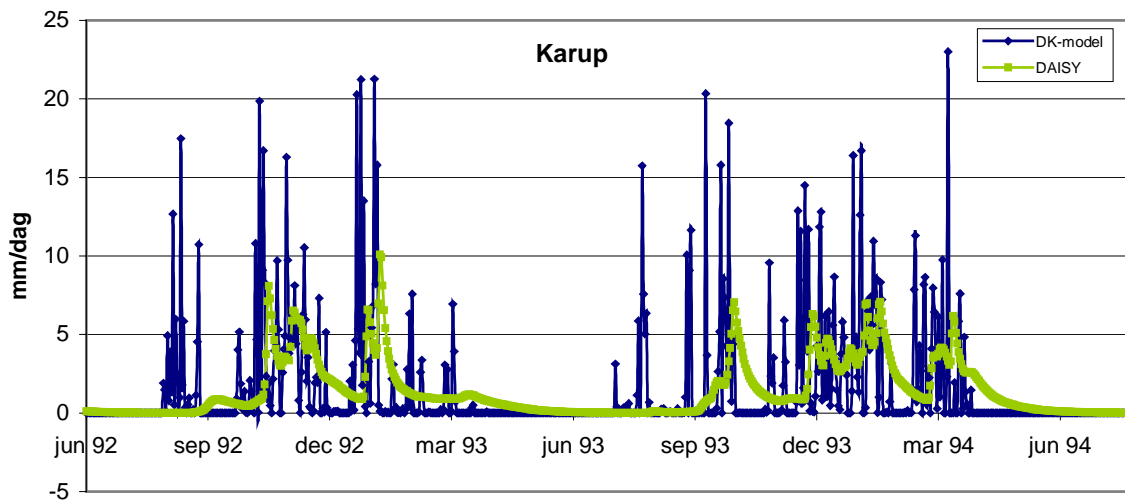
Sammenlignes nedsivningen fra rodzonemodulet med resultaterne fra Daisy ser der ud til at være en systematisk forskel mellem de to metoders nedsivningstal for årets første 4 måneder. Således giver rodzonemodulet en mindre nedsivning i alle forårsmånederne for begge sandjorde uafhængig af, hvilke Daisy tal der sammenlignes med. Sammenlignes med Daisy data med et grundvandsniveau i 3 m under terræn ses ligeledes en systematisk forskel for årets sidste måneder, idet rodzonemodulet generelt giver større nedsivning end Daisy tallene for begge sandjorde. Sammenlignes derimod med Daisy data hvor der er anvendt et grundvandsniveau på 1.5 m under terræn ses ingen klar tendens for årets sidste måneder.

I sommermånederne hvor fordampningen er stor, vil der som nævnt kunne hives vand ud af rodzonen i Daisy, hvorved nedsivningen bliver negativ. Dette kan ikke forekomme i DK-modellen undtagen for vådområder, hvor den aktuelle fordampning altid sættes lig med den potentielle fordampning. Der er således store forskelle mellem tallene fra Daisy og DK-modellen i sommermånederne.

En del af forklaringen til forskellene mellem tallene fra de to modeller skal også findes i rodzonemodulets mangel på hensyntagen til forskellige afgrødetyper ved beregning af den aktuelle fordampning. Beregningen af den aktuelle fordampning i rodzonemodulet skelner ikke mellem forskellige afgrøder og tager heller ikke hensyn til planternes sæsonafhængige vækst, men er baseret på en erfaringsmæssig sammenhæng mellem aktuel og potentiel fordampning afhængende af det aktuelle vandindhold og markkapaciteten. Rodzonemodulet

vil derfor i perioder med stor plantevækst og plantedække undervurdere den aktuelle fordampning, mens det i andre perioder overvurderer fordampningen.

På figur 5 er daglige værdier for nedsvivning vist for en 2 års periode, hvilket giver et indtryk af den væsentlige forskel, der er i dynamikken mellem de to modeller. I DK-modellen sker der ikke nogen tidsforsinkelse af vandtransporten i umættet zone og nedsvivningen ses derfor at komme i form af høje peaks af kort varighed. I Daisy kommer nedbørens transporttid i den umættede zone til udtryk som nedsvivningsgennembrud med lange haler. I DK-modellen ses derfor langt højere nedsvivningsværdier end i Daisy, men varigheden af de enkelte nedsvivningshændelser er meget lille.



Figur 5: Eksempel på daglige nedsvivningsværdier beregnet med henholdsvis DK-modellen og Daisy.

## Konklusion

Generelt kan det ikke forventes, at DK-modellens meget simple rodzonemodul kan afspejle dynamikken i rodzonen korrekt, når der ses på små tidshorisonter som f.eks. døgnbasis. Dette er heller ikke af så stor betydning, idet rodzonemodulets formål er at kunne give et rimeligt input til en grundvandsmodel, som har til formål at se på de overordnede variationer i grundvandsdannelsen og Danmarks samlede vandressourcer. Hertil kommer at de øverste beregningslag i grundvandsmodellen vil have en 'udjævnende' effekt på den videre nedsvivning, og derved kompensere for noget af den manglende tidsforsinkelse i den umættede zone.

Sammenholdt med resultaterne fra Daisy ser de årlige nedsvivningsværdier genereret vha. rodzonemodulet fornuftige ud, mens det kan diskuteres om der skal foretages en regulering af den tilgængelige mængde vand i rodzonemodulet for bedre at kunne afspejle den sæsonafhængige fordampning forårsaget af plantevækst. I den forbindelse skal det overvejes, hvor godt et sammenligningsgrundlag resultaterne fra Daisy er, idet modellen som beskrevet

er meget afhængig af fastsættelsen af randbetingelser, som i denne sammenhæng ikke er entydige og konstante over tid.

## Referencer

Allerup , P. and Madsen, H. (1979) Accuracy of Point Precipitation Measurements. Klimatologiske Meddelelser No. 5, Danmarks Meteorologiske Institut.

Christensen, N.B.(1992) Variationer i Grundvandsspejlet 1950-1990 Revideret Udgave. Danmarks Geologiske Undersøgelses Pejleboringer. DGU Datadokumentation nr. 2.

Hansen, S., Jensen, H.E., Nielsen, N.E., and Svendsen, H. (1990) Daisy – Soil Plant Atmosphere System Model. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen Nr. A10.

Henriksen, H.J., Troldborg, L., Knudby, C.J., Dahl, M., Nyegaard, P., Jacobsen, P.R., Rasmussen, P. (1998) National Vandressource model. Sjælland, Lolland, Falster og Møn. GEUS undersøgelses rapport 1998/109.

Jensen, K.H. (1994) Soil Physical Processes. Institute of Hydrodynamics and Hydraulic Engineering (ISVA), Technical University of Denmark.

Thorsen, M. (2000) Agricultural Input Data and Scenarios for Regional Modelling, Vårby and Karup Stream Catchments. DHI Water & Environment.

Thorsen, M., Hansen, S. og Refsgaard, J.C. (2000) Modelling af Pesticidnedrivning til Grundvand – muligheder, begrænsninger og datagrundlag. Temanummer fra Grundvandsgruppen. Det Strategiske Miljøforskningsprogram. Miljøforskning nr. 42.