

Kapitel 9 PROCESSERING AF TIDSSERIEDATA

Anders Refsgaard
DHI – Institut for Vand & Miljø

Nøglebegreber: Tidsseriedata, klimadata, vandindvinding, trykniveau og vandføringer

ABSTRACT: I forbindelse med etableringen af en grundvandsmodel er der ofte behov for anvendelse af tidsseriedata og processeringen af disse er en vigtig del af et modelprojekt. Specielt i forbindelse med ikke-stationære modeller vil tidsseriedata udgøre et væsentligt grundlag for modelopstillingen og –kalibreringen. Tidsseriedata leveres af mange forskellige dataleverandører, og i enkelte tilfælde kan man finde de samme oplysninger fra forskellige kilder. DMI er hovedleverandør af meteorologiske informationer, mens amterne selv ligger inde med informationer om vandindvinding, trykniveauer og i mange tilfælde vandføringer. Vandforsyningerne, GEUS, DMU, Dansk Jordbrugsforskning (DJF) og kommuner er andre dataleverandører, som kan bidrage med værdifuld information.

9.1 NEDBØR, POTENTIEL FORDAMPNING OG TEMPERATUR

Den drivende faktor i alle grundvandsmodeller er grundvandsdannelsen. Denne kan estimeres på forskellig vis, men nedbørsmålinger vil under alle omstændigheder indgå i beregningerne. I ikke-stationære, integrerede grundvandsmodeller er det daglig nedbør fordelt over modelområdet – i det følgende kaldet arealnedbøren, der bør indgå.

Arealnedbøren bestemmes som regel ud fra et antal nedbørsmålere i området. Der findes flere end 500 klimastationer i Danmark og placeringen af disse, deres læforhold og forskellige andre informationer kan findes på <http://www.dmi.dk> under vejrobservationer og stationsoversigt. Her findes både kort med placeringen af og lister med information om stationerne, men data kan kun downloades, hvis man har en aftale.

Registreringerne af daglig nedbør skal justeres for forskellige effekter, som bevirker, at den registrerede nedbør er mindre end den faktiske. Vindeffekter (en del af nedbøren blæser hen over nedbørsmåleren uden at registreres) udgør langt den største fejlkilde, mens wettingtab (der bruges initielt lidt nedbør til at gøre regnmåleren våd, inden der registreres noget i måleren) er af mindre men dog målelig betydning. For at få den reelle nedbør anvendes normalt nogle generelle korrektionsfaktorer, som er bestemt månedsvis for forskellige læforhold af målestationen, Allerup et al. (1998). Nedenstående tabel viser korrektionerne for forskellige læforhold, og som det fremgår af tabellen, er korrektionen i januar måned mere end 50% for friteksponerede stationer, mens den er mindre end 10% for nedbørsstationer under optimale læforhold om sommeren. Udover de generelle korrektionsfaktorer er der for udvalgte vejrstationer bestemt korrektionsfaktorer for perioden 1989 til 1999, Vejen et. al (2000). Der kan således forekomme betydelige fejl på den enkelte nedbørsmåling ved ikke at korrigere for disse effekter.

Tabel 9.1 Standardværdier for nedbørskorrektioner (%), Allerup et al. (1998).

| Læforhold | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | År |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| frit eksponeret | 53 | 53 | 45 | 29 | 16 | 13 | 12 | 12 | 13 | 17 | 29 | 48 | 27 |
| moderat læ | 41 | 42 | 35 | 24 | 13 | 11 | 10 | 10 | 11 | 14 | 23 | 37 | 21 |
| ideelt læ | 29 | 30 | 26 | 19 | 11 | 9 | 8 | 8 | 9 | 10 | 17 | 26 | 16 |

De fleste nedbørsmålere er til tider udsat for nedbrud og ”huller” i tidsserier er ofte forekommende. Udfyldning af disse er nødvendigt for at beregne sammenhængende tidsserier til bestemmelse af arealnedbøren. Dette kan ske på mange forskellige måder, men den mest anvendte er at udnytte vægtede data fra en eller flere nærliggende stationer. Først undersøges korrelationen mellem stationerne ved at tegne dobbeltmasseplot af månedsværdier. Det vil sige, at den korrigerede nedbør for de to stationer plottes mod hinanden i et sædvanligt x-y-koordinatsystem. Hvis værdierne ligger på en ret linje, er der god korrelation, og forholdet mellem årsmidlerne kan anvendes direkte til at korrigere nedbørsdata og efterfølgende fylde hullerne ud. Man kan også supplere med flere stationer, hvis der er overlappende perioder med ”huller” i registreringerne. Det er under alle omstændigheder fornuftigt at undersøge korrelationen mellem stationerne, da dette kan afsløre skift i læforhold eller direkte flytning af stationen, hvis der observeres skift i korrelation.

Bestemmelsen af arealfordelingen af nedbøren er ligeledes en vigtig del af en modelopgave. Nedbørsfordelingen afhænger af topografiske forhold, afstand til kysten, fremherskende vindretning og andre geografiske karakteristika. Som grundlag for udarbejdelse af arealnedbøren bør man som udgangspunkt udarbejde et såkaldt isohyetkort – et konturkort over middelnedbøren baseret på de tilgængelige målestationers årsmiddelnedbør. Derefter bør der foretages en manuel justering, hvor der tages højde for topografiske forhold og afstand til kyster. Under danske forhold regner det væsentligt mere i højereliggende områder end i dalene og nedbøren stiger med afstanden til kysten. Herefter inddeles arealet i et antal områder med samme nedbør, og den endelige arealnedbør beregnes ved at vægte en eller flere stationer til beregning af nedbøren i hvert område. Vægtene bestemmes som forholdet mellem den ”teoretiske” middelnedbør og den målte for de involverede stationer. Det kan være nødvendigt med optegnelse af Thiessen polygoner (optegnes som midtnormalerne mellem stationernes forbindelseslinjer) som supplement for at kunne bestemme de endelige nedbørsområder.

I eksemplet Brøns Å, Appendiks 2, er modelområdet begrænset til ca. 100 km², og der er kun fundet 2 nedbørsstationer inden for eller tæt på området. Stationerne betegnes af DMI 26190 Toftlund og 25350 Hviding. Der er temmelig stor forskel i nedbøren fra de to stationer, hvilket skyldes beliggenheden dels i form af afstanden til Vesterhavet dels den topografiske beliggenhed af stationerne. Stationen i Hviding ligger ca. 10 km nord for udløbet af Brøns Å i kote 8, blot et par km fra kysten, mens station Toftlund ligger ca. 6 km øst for modelområdet i kote 52. Nedbøren stiger kraftig inde i landet og koteforskellen bidrager til at øge forskellen mellem de to stationer. Toftlund har betegnelsen lækategori A, mens Hviding har lækategori B, men data til modellen er korrigeret af Sønderjyllands amt, så opgaven har blot indeholdt en fordeling over området.

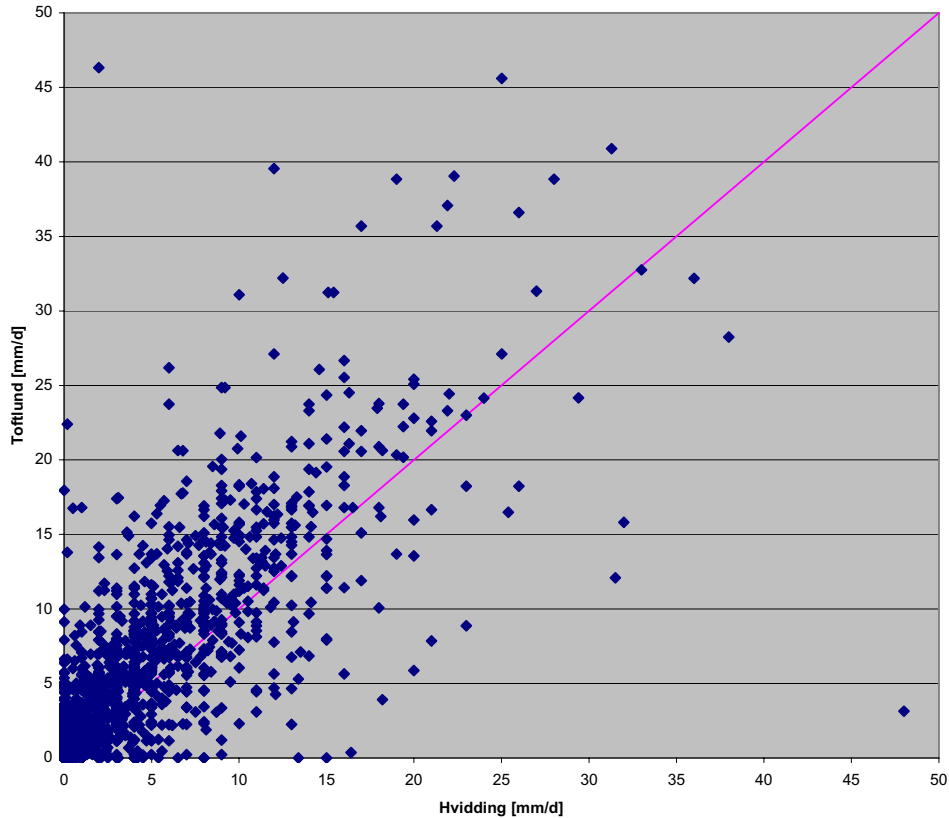
I et dobbeltmasseplot, hvor nedbøren fra de to stationer plottes mod hinanden, figur 9.1, er det tydeligt, at der er relativ god korrelation mellem de to stationer, men forholdet mellem dem er forskellig fra 1. Nedbøren over modelområdet er fordelt efter en topografisk nøgle, hvor data for Toftlund repræsenterer den østligste halvdel af området, mens data fra Hviding repræsenterer den vestligste (det skal bemærkes, at projektet er et demonstrationsprojekt, med fokus på at demonstrere nitratudvaskningen fra landbrugsområder, hvorfor de meteorologiske forhold ikke er undersøgt specielt nøje).

Ved overførsel af modeller fra rådgivere til amtet er det vigtigt dels at kunne gennemskue beregningen af arealnedbøren dels at være i stand til at opdatere med nye målinger af nedbøren eller ændringer i antallet eller placeringen af stationerne.

DMI foretager beregninger af arealnedbør og andre meteorologiske parametre i et af deres såkaldte klimagrid, Scharling (1999a), med opløsninger på 10x10, 20x20 og 40x40 km². Dette kan i visse tilfælde være en anvendelig nedbør, men der vil så være store forskelle i nedbøren fra klimagrid til klimagrid. I konkrete modelopstillinger er det konstateret, at arealnedbøren bestemt ved anvendelse af den ovenfor beskrevne metode afviger ca. 10% fra den i klimagrid 10x10 km² beregnede nedbør, Århus Amt (2000).

En del af nedbøren fordampes til atmosfæren igen, og er derfor ikke til rådighed til grundvandsdannelse eller vandløbsafstrømning. I beregningen af fordampningen indgår den potentielle fordampning, som er betegnelsen for den maksimale fordampning, som kun forekommer, når der er kraftig plantedække og vandindholdet i rodzonen er over en vis grænse. I princippet er den potenti-

elle fordampning vegetationsafhængig, idet den potentielle fordampning fra et skovdækket areal kan være noget større end den potentielle fordampning efter den ovenfor beskrevne definition. Dette kan der dog ofte ses bort fra.



Figur 9.1 Dobbeltmasseplot af nedbøren fra station Hviding og Toftlund

Den potentielle fordampning kan måles ved hjælp af den såkaldte pandemetode (i Danmark hedder fordampningsmåleren HL315), hvor fordampningen fra en fri vandoverflade bestemmes. Denne bestemmelse er dog vanskelig, og der skal korrigeres med månedsaafhængige faktorer for at få den potentielle fordampning for en overflade af kortklippet græs. Fordampningen bestemmes derfor ofte indirekte ved anvendelse af formler, hvori indgår forskellige målelige klimatiske variable foreksempel indstråling, temperatur, fugtighed og vindhastighed. Den mest kendte formel er formentlig Penman's fordampningsformel, men i Danmark anvendes en modificeret udgave af denne beskrevet i Mikkelsen og Olesen (1991). Denne formel danner ligeledes grundlag for DMI's beregninger af den potentielle fordampning i det såkaldte klimagrid i opløsningerne 20x20 km² og 40x40 km², Scharling (1999b). Dansk Jordbrugsforskning (DJF) er den normale leverandør af data vedrørende potentiel fordampning. Herfra data rekvireres på forskellig tids- og rumlig skala; dagsværdier på forskellige regioner i Danmark er den bedste opløsning, der kan fås. Beregningerne er baseret på Makkink-ligningen, som kan findes i Makkink (1957), men som også er beskrevet i Mikkelsen og Olesen (1991).

Temperaturen indgår ligeledes i integrerede, dynamiske modeller med overfladeafstrømning til bestemmelse af sneakkumulationen og –smeltning. Typisk er døgnmiddeltemperaturen ikke tilgængelig, men blot maksimum- og minimumtemperaturen. Der vil ofte ikke være grundlag for at arbejde med en finere tidsopløsning end døgnbasis, og en god tilnærmelse til bestemmelse af døgnmiddeltemperaturen er en midling af maksimum og minimum.

Potentiel fordampning og temperatur, som også indgår i modelberegningerne i eksemplet Brøns Å, er ligeledes modtaget direkte fra Sønderjyllands Amt. Fordampningsdata er oplyst at stamme fra Statens Planteavlsvforsøg beregnet ved ovennævnte metode, mens temperaturdata stammer fra Meteorologisk Institut – begge datatyper baseret på målinger fra en DMI klimastation.

9.2 AREALANVENDELSE, JORDTYPER, JORDFUGTIGHED OG AKTUEL FORDAMPNING

Den aktuelle fordampning er om muligt endnu sværere at måle end den potentielle, da den afhænger af den potentielle fordampning, arealanvendelse samt jordfugtigheden og den såkaldte rodzonekapacitet i de pågældende jordtyper i det konkrete område. Hvis man vil beregne den aktuelle fordampning, skal man derfor nødvendigvis indarbejde disse informationer i sine formler. Dette kan gøres på forskellig detaljeringsgrad af hvilke, der blot skal nævnes nogle få.

Forskellige begreber indgår i empiriske formler til beregning af den aktuelle fordampning. Rodzonekapaciteten er defineret som den del af jordens vandindhold, der er tilgængelig for planterne. Den udgør forskellen mellem markkapacitet, som er den maksimale vandmængde jorden kan tilbageholde, uden der sker nedsivning, og visnegrænsen, som er den nedre grænse for vandindholdet, hvortil planterne kan trække vand ud af jorden. Rodzonekapaciteten kan beregnes ud fra information om jordtype og roddebyde for planterne. Andre begreber, som kan indgå i beregningen, er bladdækket eller bladarealindeks og rodfordeling over dybden.

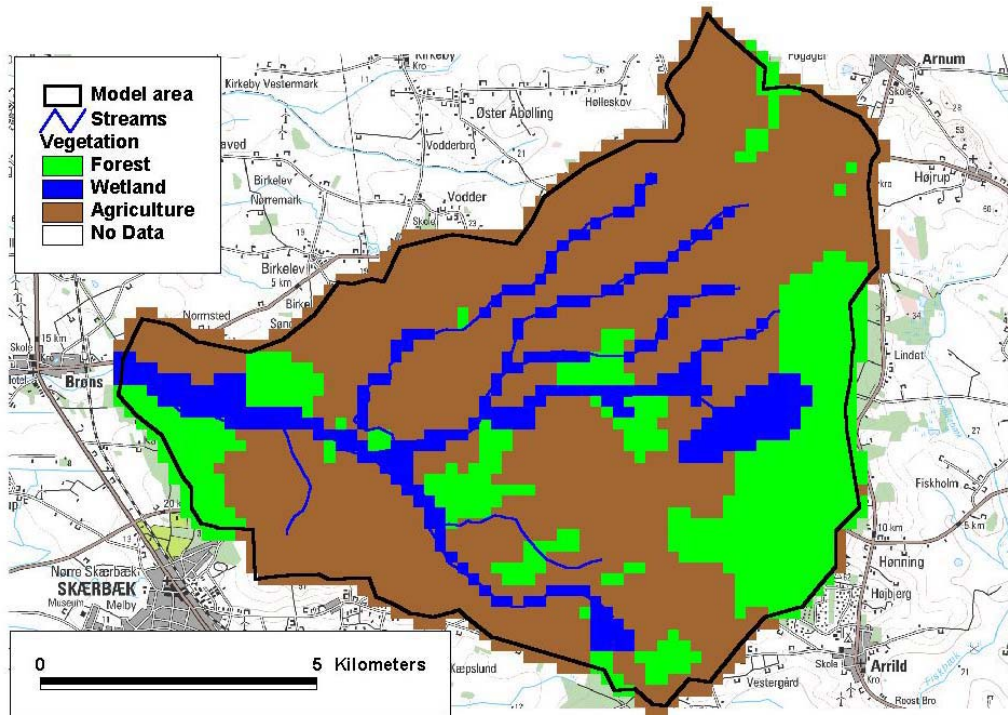
Beregningen af den aktuelle fordampning er ofte baseret på at bestemme reduktionen af den potentielle fordampning. I Suså-modellen, Refsgaard (1981), er der beskrevet en metode, hvor reduktionsfaktoren beregnes som produktet af reduktion grundet ikke-optimal bladdække og reduktioner grundet jordfugtighedsbegrænsninger i flere øvre jordlag. Reduktionen grundet bladdække er antaget lineær i forhold til bladarealindeks, mens reduktionen i forhold til jordfugtighed er antaget ikke-lineær med forskellige sammenhænge afhængig af jordtypen.

Andre sammenhænge anvendt under danske forhold tager direkte udgangspunkt i markkapaciteten bl.a. den Nationale vandressource model, GEUS (1997) og Als-undersøgelsen, Sønderjyllands Amtskommune (1986). I begge tilfælde antages det, at der er potentiel fordampning, hvis vandindholdet i rodzonen er større end en vis værdi, henholdsvis 70% og 50% af markkapaciteten. Hvis vandindholdet er mindre end dette beregnes reduktionsfaktoren efter forskellige empiriske formler, henholdsvis en ikke-lineær og lineær sammenhæng. I begge tilfælde behandles vandindholdet i jorden som et magasin med maksimal fyldning svarende til markkapacitet og der holdes et vandbalanceregnskab for dette magasin; hvis nedbøren minus den aktuelle fordampning er større end markkapaciteten infiltrerer det overskydende vand ud af rodzonen. Den Nationale vandressource model arbejder med døgntidsskridt, mens Als-modellen arbejder i uge-tidsskridt.

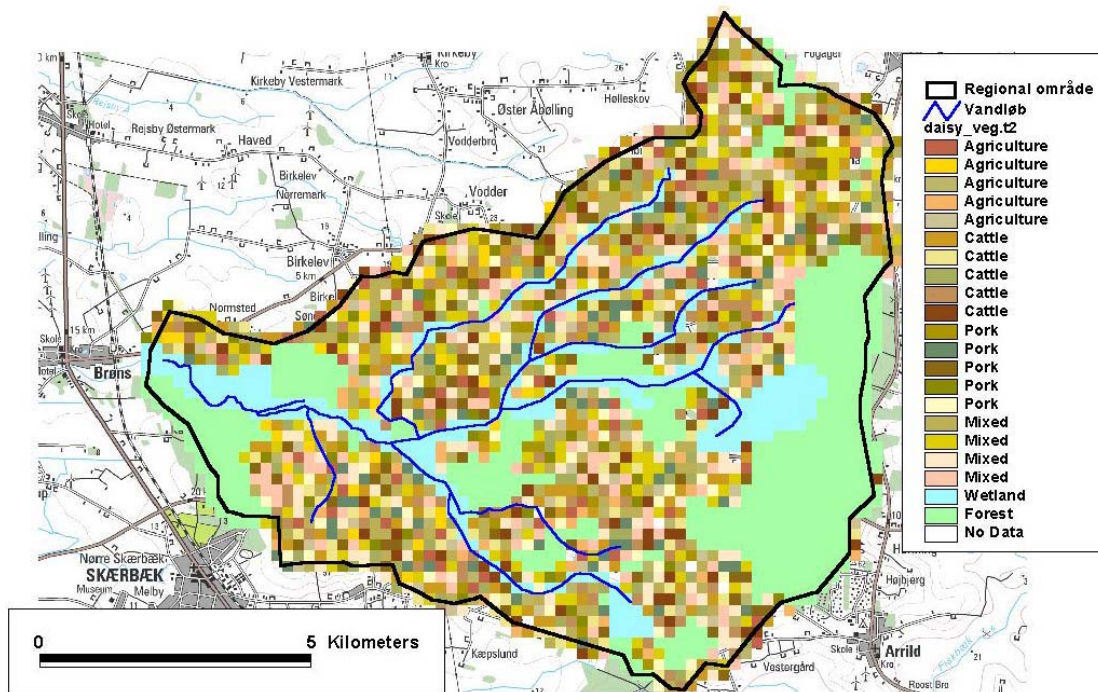
MIKE SHE modellen anvender en lidt mere kompliceret metode, idet vandindholdet i jorden beregnes ved løsning af de fulde ligninger for strømning under umættede forhold, og anvender det beregnede vandindhold direkte i beregningen af den aktuelle fordampning. Ellers ligner MIKE SHE modellens metode andre metoder, idet der beregnes en reduktion af den potentielle fordampning ud fra forskellige empiriske sammenhænge mellem roddebyde, roddensitet og bladarealindeks.

I alle metoder er der en arealmæssig fordeling af den aktuelle fordampning, da alle størrelser i de anvendte formler varierer over arealet. I konkrete modelopgaver opdeles området ofte i et antal type-områder, hvor jordtype, arealanvendelse, nedbør og potentiel fordampning er tilnærmelsesvis identiske. Dette begrænser antallet af beregningslementer, hvor beregningerne skal foretages og der sker en overførsel af resultaterne fra ét område til andre områder med identiske forhold.

Som det fremgår af ovenstående er de fleste variable til beregning af den aktuelle fordampning også tidsvarierende – roddebyde, potentiel fordampning, bladarealindeks. Det er dog vanskeligt at opnå en bedre information end uge eller månedsbasis på flere af disse størrelser, men det er alligevel vigtigt at beregne den aktuelle fordampning på en mindre tidsskala, da den aktuelle fordampning ellers vil blive overvurderet.



Figur 9.2 Opdeling af modelområdet Brønns Å i hovedgrupper for arealanvendelse



Figur 9.3 Fordeling af sædskifter i det regionale modelområde, Brønns Å

I eksemplet Brønns Å er fordelingen af arealanvendelsen sket dels via en deterministisk/statistisk i det regionale modelområde, dels via en deterministisk fordeling i det lokale område. Arealanvendelsen kan inddeles i hovedgrupperne skov, vådområder, by, vådområder og landbrugsområder er

identificeret ud fra tematisk kortgrundlag 1:50.000 og vist i figur 9.2. Yderligere inddeling af landbrugsarealet er foretaget ud fra Danmarks Statistik, Landbrugsstatistik 1995, som beskriver, at landbrugsområder i Sønderjyllands amt kan opdeles i grupperne græs i omdrift (29%), vinterhvede (23%), vinterbyg (14%), vårbyg (20%), vinterraps (6%), ærter (2,5%) og roer (6%). Disse områder er fordelt over oplandet efter forskellige gødningspraksis og med forskellige sædskifter, hvilket resulterer i flere end 20 forskellige "afgrødetyper". Figur 9.3 viser, hvorledes landbrugsområdet ved en tilfældighedsfordeling er delt op i de enkelte afgrødetyper.

I det lokale modelområde, som dækker ca. 10 km², er der af en lokal landmand foretaget en undersøgelse af sædskifter og gødningsanvendelser på markniveau. Dette giver mulighed for at fordele disse deterministisk i de enkelte beregningspunkter svarende til de enkelte marker (det skal dog nævnes, at dette kun er relevant på helt lokal skala, hvor udvaskningen af nitrat fra gødningsanvendelse skal undersøges).

De forskellige parametre til beregning af den aktuelle fordampning skal findes i forskellige databaser og andre kilder. Information om jordtyper kan findes i GEUS kortarkiv 1:100.000 over jordartsfordeling i Danmark. DMU har for nyligt afsluttet et stort projekt vedrørende sammenstilling af forskellige data kaldet arealinformationssystemet (AIS), se http://www.dmu.dk/udgivelser/kort_og_geodata/ais for yderligere information. Systemet er færdigudviklet i 2000 og antallet af praktiske anvendelser af systemet i forbindelse med grundvandsmodellering er begrænset, men må potentielt betegnes som værende stort.. Arealanvendelsen er traditionelt blevet bestemt ud fra topografiske temakort, som identificerer hovedgrupperne by, skov, vådområder og landbrugsarealer. Landbrugsarealet opdeles efterfølgende efter forskellige afgrøder enten ud fra statiske angivelser, som publiceres i Danmarks Statistik (Landbrugsstatistik 19xx) på amtsplan, eller efter aktuelle afgrøder i forbindelse med detailstudier. Planternes roddebyde, bladarealindeks og roddensitet kan findes i publikationer fra Statens Planteavlsvforsøg foreksempel Plauborg og Olesen (1991), mens den potentielle fordampning kan rekvireres som omtalt ovenfor.

9.3 VANDINDVINDING

Realistiske vandindvindingsdata er normalt de data, der er størst problemer med at fremskaffe specielt hvis det er detailmodeller, hvor det er ønskeligt at have informationen på enkeltboringer og med en god tidlig opløsning. Der er pligt til årligt at indberette den forbrugte/oppumpede vandmængde på kildepladsniveau, men specielt mange enkeltindvindere indberetter ikke eller indberetter den givne tilladelse.

Data er i langt de fleste tilfælde tilgængelige i en database i amtet – registreret under vandværksnummer eller anden form for identifikation, som relateres til vandforsyningen. Alternativt vedligeholder GEUS en database med alle indvindingstilladelser og årlige udpumpninger. Det er under processeringen nødvendigt at sammenholde identifikationsnumre og DGU-numre for boringerne på de enkelte kildepladser. I forbindelse med detailmodellering på kildepladser med flere boringer kan det være nødvendigt at fordele indvindingen på de enkelte boringer. Dette kan ske efter strømforbrug, som ofte er tilgængelig på boringsniveau, kombineret med pumpekarakteristik. På denne måde kan den tidlige variation ligeledes bestemmes, hvis det er nødvendigt for modelleringen, og den ikke er tilgængelig på anden vis. Visse kildepladser anvendes stadig hævertprincip, og her er det endnu sværere at bestemme den aktuelt oppumpede mængde. I mange tilfælde har vandværkerne mere detaljeret information til rådighed, f.eks. oppumpningen på ugebasis og på boringsniveau.

En del afværgeboringer medtages ikke i databaser over oppumpning til vandforsyning. I disse tilfælde skal der indhentes lokal information om sådanne foranstaltninger, som ofte skal findes hos sagsmedarbejdere i amtet.

Når alle indvindingsdata er indsamlet skal de – ligesom andre tidsseriedata – samles i et forståeligt format med tydelig reference til koordinater i området, hvor indvindingen foregår. Ligeledes her gælder det, at proceduren for etableringen skal være gennemskuelig for senere opdatering.

9.4 TRYKNIVEAU I FORM AF TIDSSERIER OG POTENTIALEBILLEDER

Kalibreringen og pålideligheden af grundvandsmodeller afhænger meget af tilgængeligheden af gode data. Ofte vil en grundvandsmodel kunne kalibreres stationært mod et øjebliksbillede af potentialet samt medianminimumsvandføringer, hvilket er et godt grundlag for videre kalibrering for transiente forhold.

Potentialebilleder er dannet ud fra konturering af pejlinger fra borer i området. Billedet kan være godt nok til at danne sig et overblik over potentialeforhold og strømningsretninger, men som kalibreringsgrundlag skal man være opmærksom på en række fejkilder. De tilgrundliggende pejlinger er til tider udført over en længere periode, nivellement er ikke udført, men koten til boringen er aflæst på et kort, og i visse tilfælde optræder der pejlinger fra forskellige magasiner. Desuden ligger der en fortolkning i kontureringen, som i visse tilfælde ikke kan genspejles i modellen, fordi den geologiske/hydrogeologiske opfattelse af området ikke er sammenfaldende. Under alle omstændigheder skal de tilgrundliggende data kvalitetssikres, og værdierne i de enkelte pejlepunkter bør gives meget vægt i forhold til kontureringen. Potentialebilleder findes som regel hos amtet for forskellige perioder. Det er dog ofte bedre at anvende de enkelte pejleinformationer og vægte disse sammen med andre informationer til for eksempel invers modellering.

Under transiente forhold – selv et ”stationært” potentialebillede er i virkeligheden et transient billede, idet det er produktet af de påvirkninger systemet har været udsat for de seneste mange år – er tidsserier af grundvandspejlinger en vigtig information i forbindelse med kalibreringen. Variationen i potentialet er et produkt af mange påvirkninger, idet årstidsfluktuationer i grundvandsdannelsen, variationer i grundvandsoppumpning, ydre påvirkning fra nærtliggende områder, og interaktionen med varierende overfladevand giver anledning til variationer i grundvandspotentialet. Tidsserier af grundvandstryk er som regel tilgængelige hos amtet alternativt GEUS, men de større vandforsyninger ligger også inde med detaljeret information. En typisk pejlefrekvens er 4 til 6 gange om året. I de seneste år er der etableret en række kontinuerte pejlestationer, som ligeledes opereres dels af GEUS dels af amterne.

Fejkilderne i tidsserier af pejladata ligger primært i at pejlingen kan være foretaget for tæt på kildepladser med skiftende oppumpning fra borerne. Dette kan influere direkte på pejlingen og kan give anledning til misfortolkning af variationer i potentialet.

9.5 AFSTRØMNINGSDATA VED MÅLESTATIONER OG SYNKRONMÅLINGER

Målinger af vandføringer i vandløb er traditionelt blevet foretaget og indsamlet af Hedeselskabets Hydrometriske afdeling. I dag findes disse data i stor udstrækning hos amterne, da de indgår i en række afrapporteringer omkring vandressourcer og i det hele taget anvendes aktivt i forvaltningen. Desuden har DMU en komplet database med kontinuerte vandstands- og afstrømningsmålinger.

De fleste vandføringsstationer er automatisk registrerende med daglige værdier, og en del kan fjernaflæses. Der udføres typisk måling af vandstanden i vandløbet, og via relationen mellem vandstand og vandføring (QH-relationen) bliver det omregnet til foreksempel daglig vandføring. Der er en del fejkilder forbundet bestemmelse af vandføringen bl.a. QH-relationen og interpolationen af denne mellem de direkte vandføringsmålinger. Usikkerheden på den enkelte vandføringsmåling er således ca. 5%, men der kan være større usikkerheder på beregnede vandføringer ud fra vandstand via QH-relationen.

Fra de målte hydrografer kan median-minimumsvandføringen bestemmes ved optegning af de årlige minimumsvandføringer i et sandsynlighedsdiagram og efterfølgende aflæsning af medianen. Derudover foretages der såkaldte synkronmålinger, hvor der for et større antal vandløbspunkter bestemmes medianminimum (data findes hos DMU og amterne). Denne størrelse anvendes i vurderingen af grundvandstilstrømningen til vandløbet. Typisk vil målingerne blive foretaget om sommeren og helst sensommeren, da man på denne måde kan få et godt billede af hvor og hvor meget tilstrømning der foregår fra eller til grundvandet. Ved at sammenholde informationerne fra synkronmålekampanjer, som giver et øjebliksbillede med stor arealmæssig diskretisering, med de

faste målestationer kan man fremstille kort over medianminimumsafstrømning for hele vandløbsoplande. Disse giver et godt billede af grundvandstilstrømningen og dens variation i oplandet.

9.6 REFERENCER

Allerup, P., Madsen, H. og Vejen, F. (1998). Standardværdier (1961-90) af nedbørskorrekationer. DMI tech. rep. 98-10, København.

GEUS (1997). National vandressource model, Modelopstilling for Fyn. Rapport 1997/139 udarbejdet af Henriksen, H.J., Knudby, C.J., Rasmussen, P. og Nyegaard, P.

Makkink, G.F. (1957). Ekzameno de la formulo de Penman. Repr. Neth. J. Agric. Sci. 5, 290-305.

Mikkelsen, H.E. og Olesen, J.E. (1991). Sammenligning af metoder til bestemmelse af potentiel vandfordampning. Statens Planteavlfsforsøgs beretning nr. S2157.

Plauborg, F. og Olesen, J.E. (1991). Udvikling og validering af modellen MARKVAND til vandingstyring i landbruget. Beretning nr. S 2113.

Refsgaard, J.C. (1981). The surface water component of an integrated hydrological model. SUSÅ H12. Miljøstyrelsen, SRVF, SJF, SNF og TR.

Scharling, M. (1999a). Klimagrid – Danmark. Nedbør, lufttemperatur og potentiel fordampning 20x20 og 40x40 km 10x10 km. Metodebeskrivelse. DMI tech. rep. 99-12.

Scharling, M. (1999b). Klimagrid – Danmark. Nedbør 10x10 km, ver. 2. Metodebeskrivelse. DMI tech. rep. 99-15.

Vejen, F., Madsen, H. og Allerup, P. (2000). Korrektion for fejlkilder på målinger af nedbør – Korrektionsprocenter ved udvalgte stationer 1989-1999. DMI tech. rep. 00-20.

Århus Amt (2000). Hydrologisk undersøgelse for Kasted, Århus Amt. Rapport udarbejdet af DHI – institut for vand & miljø, maj 2000.