

## Vandets kredsløb

Vandets kredsløb er en evig cyklus, hvor vandet bevæger sig fra lag nede i jorden, ud mod søer, vandløb og hav. Derfra fordamper noget af det og falder igen som regn eller sne. Og så starter vandets bevægelse ned i jorden igen. For at for denne proces til bunds, er det nødvendigt at kende de faktorer der styrer vandets bevægelser.

*Nedbør ved Gudhjem på Bornholm. Når der falder nedbør over havet indgår nedbøren ikke i grundvanddannelsen. [Foto: © Carsten E. Thuesen, GEUS].*

## Vandets evige kredsløb

Vandet i naturen er aldrig i ro; det bevæger sig i et uendeligt kredsløb. Fra overfladen af havet, søer og vandløb sker der fordamning. Planterne optager vand fra jorden, og fra deres blade sker der også fordamning. Vanddamp kan vi normalt ikke se, men når den stige vejrs og kommer op i kolde luftlag, bliver den synlig som skyer. I skyerne forener de mikroskopiske små vandpartikler sig efterhånden dråber eller iskrystaller. Når de er blevet tilpas store, falder de på grund af vægten ned mod jorden som regn og sne.

*Model af vandets kredsløb i naturen. Tallene angiver hvor lang tid vand befinder sig i de enkelte stadier. [Illustration: © Stefan Sølberg, GEUS].*

Fra jordoverfladen vil en stor del af vandet fordampe igen. En anden stor del af nedbøren bliver optaget af planterne, og er med til at opbygge rødder, stængler, blade og blomster. Men meget af vandet i planterne vil hurtigt fordampe fra bladene. En del af den nedbør, der ikke fordampes, strømmer på jordoverfladen og gennem drænrør ud til vandløb, til søer og ud i havet. En anden del af nedbøren siver ned i jorden gennem muldlaget og bliver til grundvand.

I den øverste del af jorden bevæger vandet sig omtrent lodret nedad. Her er der både luft og vand tilstede i de bittesmå hulrum. Denne af jorden kaldes den umættede zone. Hvis jorden er sandet, er vandets bevægelse nedad cirka fire meter om året. Er jorden leret er bevægelsen cirka en halv meter om året.

Et stykke nede i jorden ligger grundvandszonen. Her er alle hulrum fyldt med vand. Toppen af grundvandszonen kaldes grundvandsspejlet. I grundvandszonen bevæger vandet sig mere eller mindre vandret mod områder, hvor grundvandsspejlet ligger lavere. En stor del af de allerøverste vand i grundvandszonen strømmer med en ganske svag hældning mod vandløb, søer og havet. Herfra fordamper vandet og kredsløbet er sluttet.

*De 4 overordnede faser af vandets evige kredsløb.*

1. Nedbør som regn eller sne.
2. Nedsivning vand til grundvandet.
3. Fordampning af overfladevandet og fra vegetation.
4. Kondensation af det fordampede vand i atmosfæren.

I dette store kredsløb bevæger vandet sig med meget forskellig hastighed. En vanddråbe opholder sig ikke lige længe de forskellige stadier i kredsløbet. I grundvandszonen bevæger vandet sig ganske langsomt. En vanddråbe der er faldet på marken langt inde i landet, kan væ

flere tusinde år om at nå frem til havet.

## Grundvandets beliggenhed og strømning

I den øverste del af jorden findes både luft og vand i hulrummene mellem kornene; det kaldes den umættede zone. Længere nede i jorden er alle hulrum fyldt med vand, og derfor kaldes det den mættede zone eller grundvandszonen. Grænsen mellem de to zoner kaldes grundvandsspejlet. Som følge af tyngdekraften bevæger vandet sig i den umættede zone fra jordoverfladen nedad mod grundvandsspejlet.

Under grundvandsspejlet findes den mættede zone eller grundvandszonen. Her kan vandets lodrette bevægelse nedad fortsætte. Eller vandet kan bevæge sig mere sideværts over en bred front. Vandet samler sig ikke i floder som på jordoverfladen. Det presser sig derin ind igennem jordlagene.

*Grundvandsspejlet følger normalt landoverfladen. Lerlag kan dog holde grundvandet nede. Borer man gennem sådan et lag kan vandet dukke frem som et springvand - det kaldes en artesiske boring. Klik for stor udgave. Kilde: Kort Fortalt - Grundvandet i Danmark, GEUS 1998. [Illustration: © Carsten Egestal Thuesen, GEUS].*

Grundvandsspejlet har "bakker og dale" der nogenlunde følger landskabets former. Under bakkerne i landskabet ligger grundvandsspejlet normalt højt, mens det ligger lavt i dalene. Grundvandet vil bevæge sig ned ad bakke fra toppene mod dalene i grundvandsspejlet. De lavtliggende områder af grundvandsspejlet finder vi i lave områder af landskabet. Her kommer grundvandet frem i åer, søer og vådområder.

Sådan forholder det sig hvis jordlagene er ens; men det er de ikke alle steder:

Aflejringer fra istidene udgør de øverste lag i Danmark. Disse aflejringer er ofte opbyggede af skiftende lag af ler, sand og grus. Hvis vandet på vej nedad møder et lerlag, vil det samle sig på toppen og begynde at bevæge sig ud til siderne. Når lerlaget ophører, vil vandet igen give sig til at sive lodret ned. Hvis en dal i landskabet krydser lerlaget, vil grundvandet ovenpå lerlaget komme frem som kilder der løber ud af dalsiden.

Nogen steder kan dannes lokale grundvands-magasiner ovenover hoved-grundvandszonen. Det kan f.eks. ske, hvor vandet møder et skålformet lerlag på sin vej fra jordoverfladen til grundvandsspejlet. Her vil det tætte lerlag bremse vandets nedsivning, og vandet vil samles i lerskålens sand.

Strømmer vandet i grundvandszonen i lag af sand kan det blive fanget af tætte overliggende lerlag. Herved kommer grundvandet under lerlaget - man siger det bliver "artesiske". Hvis brønborener borer gennem et sådan lerlag, kan vandet nogle steder fose op af boringen som et springvand.

## Potentialekort

Når man vil vide hvordan grundvandspotentialer ser ud - det vil sige i hvilken dybde grundvandet befinder sig i 3 D - konstruerer man et potentialekort. Ved at måle grundvandsspejlets dybde i de enkelte borer og forbinde borer hvor grundvandet står i samme dybde kan man beregne grundvandsspejlets hældning og konstruere et højdekort på samme måde som man kan konstruere et højdekort (topografisk kort) over et landskab. Sådan et kort kaldes et potentialekort.

*Kort med grundvands potentialelinier. Klik på billedet for stor udgave.*

Da grundvandet strømmer fra højtliggende potentiale mod lavereliggende potentiale, er det muligt at beregne grundvandets strømningens bevægelser nede i jorden. Ud fra sådan et kort kan man blandt andet se vandskel, som er de højdepunkter hvor vandet deler sig og strømmer i forskellige retninger, samt hvor dybt man skal bore for at nå ned til grundvandet, hvis man planlægger nye indvindingsboringer.

Potentialekort kan også bruges når man skal tage stilling til spredningen af forurening. Er der forurenede lag lige ved et vandskel, hvor vandet strømmer i flere retninger, kan forureningen spredes ud i et langt større område og ramme langt flere indvindingsboringer end hvis forureningen findes langt væk fra et vandskel. Det har betydning når man f.eks. planlægger afværgeboringer for at redde en god drikkevandsforsyning.

Lær mere om grundvandet:

### Kortlægning af grundvand

## Vandet findes i jordens små hulrum

Lagene i jorden er opbygget af mineralkorn af forskellig størrelse og form. Kornenes forskellige facon betyder, at de aldrig kan ligge helt til hinanden, men at der er hulrum imellem dem. I disse hulrum, porer, ligger vandet. Størrelsen, antallet og formen af hulrummene har betydning for, hvor meget vand der kan være i aflejringerne, og hvor let og hurtigt det kan bevæge sig. Normalt vil der i sand- og grusaflejringer være god forbindelse mellem hulrummene, og man siger derfor, at vandtransportevnen er stor. Sand og grus kan altså indeholde meget vand, der let kan bevæge sig. Sand og grus er derfor vigtige jordarter for grundvandets bevægelse i jorden.

*Sand og grus leder grundvandet.*

Ler og kalk er anderledes. Kornene er meget små, og de ligger pakket tæt sammen. Ler og kalk har mange, men meget små hulrum, og er ikke altid forbindelse mellem hulrummene. Der kan være meget vand i ler og kalk, men det "sidder fast", og kan kun vanskeligt bevæge sig. Ler og kalk kaldes derfor ofte vand-standsede. Men det er kun rigtigt, når lagene af ler og kalk er massive og ensartede, og sådanne er ikke altid.

*Ler standser vand - medmindre det har sprækker.*

*Danmarks undergrund er meget rig på kalk.*

Ved undersøgelser har danske forskere, fra GEUS og andre forskningsinstitutioner, opdaget fem til seks meter dybe sprækker i de lerlag der ligger øverst i jorden. I sprækkerne kan vandet bevæge sig hurtigt. Forurening på jordoverfladen eller i den øverste del af jorden spredes sig derfor langt mere, hvis der er sprækker i leret. I udgravninger kan vi se at der bliver færre sprækker jo længere vi kommer ned. Men det er vanskeligt at undersøge de dybere lag for sprækker, har vi i dag kun en ret lille viden om, hvordan forholdene er længere nede.

I de kalklag, der ligger i undergrunden i store områder i Nord- og Østdanmark, er der også sprækker; faktisk så mange at kalken kan være helt gennemsat af dem. Under istiderne lå der tykke lag af is over hele Danmark. Vægten af isen i gletsjerne har brudt den øverste del af kalken op i blokke. I den knuste kalk er der mange hulrum, hvor vandet let kan bevæge sig. Her findes der meget godt drikkevand.

*Grundvandet i magasinerne strømmer fra højere mod lavere potentiale. Magasinerne kan være frie, spændte eller artesiske (se brødtækst for forklaring). Klik på billedet for stor udgave. [Illustration: Carsten Egestal Thuesen, GEUS].*

## Hvad er grundvandsmagasiner?

Jorden består i Danmark af vekslende lag af sand, grus og ler. Nogle steder ligger disse lag vandret, men de fleste steder er de påvirkede under istiden og ligger skrå eller foldet. Der kan også forekomme begravede dale, der afspejler tidligere tiders jordoverflade, og som ty indeholder sandende aflejringer med lerlag som udgør vigtige grundvandsmagasiner.

Vandet bevæger sig med forskellig hastighed gennem jordlagene. Vandet strømmer let gennem sand og gruslag ligesom det gør i opsprækket kalk, men i lerlag strømmer det langsomt, og nogle lerlag kan endda være så tætte at vandet næsten ikke kan slippe igen det.

*Foto der viser skrå/foldet grus/lerlag.*

## Sekundære magasiner

Hvis man har et skålformet lerlag, som er fyldt ud med vandførende sand, kan man få dannet et sekundært grundvandsmagasin, hvis det ligger forholdsvis nær jordoverfladen. Det er sekundært fordi det er et øvre og ret begrænset magasin i udbredelse og ofte ikke i forbindelse med de dybereliggende primære grundvandsmagasiner. Hvis man placerer en indvindingsboring ned i sådan et magasin, kan man ofte opleve at det bliver tømt i løbet af den tørre sommersæson, og man må da vente på at nedbør tilfører nyt vand i magasinet. Grundvand fra sådan en type grundvandsmagasiner er typisk meget ungt og vil ofte være af dårlig kvalitet på grund af forurening med f.eks. nitrat som stammer fra landbruget.

*Grundvandet findes i små hulrum mellem jordens mineralkorn. Hvor vandet møder lerlag på sin vej ned gennem jordlagene kan der dannes lokale grundvandsmagasiner (sekundære magasiner), der ligger over hovedgrundvandszonen.*

## Primære magasiner

Afhængigt af jordens sammensætning, vil det primære grundvandsmagasin forekomme i forskellig dybde. Det primære grundvandsmagasin er det dybe sammenhængende magasin af fersk grundvand, som fortsætter ned til det gradvist bliver mere salt ved forskellige dybder fra 30 til 2-300 meter. De primære grundvandsmagasiner findes ofte i sand, grus og kalkaflejringer og kan bestå af flere eller mindre sammenhængende magasiner.

## Spændte og artesiske magasiner

Grundvandet i magasinerne strømmer fra højere potentiale mod lavere potentiale på grund af tyngdekraften. Det strømmer gennem grus og sandlag til det møder et lerlag på sin vej, og her vil vandet blive bremsset op og løbe langsommere. Hvis lerlaget ligger hen over det vandførende sandlag, kan man få en situation hvor vandet bliver "klemmt" under lerlaget. I den situation taler man om et spændt grundvandsmagasin. Vandet er her under tryk, og hvis man borer gennem lerlaget kan vandet i nogle tilfælde springe op af boringen uden at man behøver at pumpe det op. Det kaldes et spændt eller artesiske grundvandsmagasin.

## Frie grundvandsmagasiner

Hvis kun en del af et vandførende sandlag er fyldt op med vand, så taler man om et frit grundvandsmagasin. Magasinet består da her af en øvre umættet zone som ikke indeholder grundvand, og en nedre mættet zone som indeholder grundvand. Denne type magasiner findes mange steder i Midt- og Vestjylland f.eks. på hedesletterne, og fordi de ofte ikke har noget dæklag af ler, er de meget følsomme overfor forurening som bliver transporteret ned til magasinerne med nedbøren.

*Kilde med okkerudfældning ved Silkeborg.*

## Der dannes stadig nyt grundvand

Grundvandet indgår som en del af vandets store kredsløb. Der dannes hele tiden grundvand, men der dannes ikke lige meget grundvand overalt i Danmark og året rundt. Både klimaet og geologien spiller her en rolle.

*Her ser man nettonedbøren i Danmark, målt i mm og vist med blå farve. Nettonedbøren er nedbøren minus fordampningen. Kilde: Geologi, Nyt fra GEUS - Nr 2/1997*

Nedbøren er ikke ens over hele landet, og det har selvfølgelig betydning for, hvor meget grundvand, der dannes. Det sneer og regner meget i Jylland end i de østlige dele af landet, Fyn, Sjælland og øerne. Da fordampningen desuden er størst på øerne, så er der alt i alt mindre nedbør her, der kan sive ned i jorden.

*Der falder mest nedbør i Jylland, det er også der hvor fordampningen er lavest.*

*Om vinteren dannes der mere grundvand end om sommeren.*

Jordlagene har også betydning for dannelsen af grundvand. De sandede jorde i Jylland holder dårligt på vandet, og det meste af nedbøren siver hurtigt ned til grundvandet. I den østlige del af landet består jordbunden hovedsagelig af ler - såkaldt moræneler. Her siver vandet meget langsomt nedad, da lerjorden er tæt og næsten uigennemtrængelig for vand. En større del af nedbøren strømmer derfor af på overfladen eller igennem dræner til vandløbene. Kun en mindre del af vandet når ned til grundvandet.

I Jylland kan grundvandsdannelsen nogle steder være oppe på 3-400 mm om året. Den er kun sjældent over 100 mm om året på Sjælland.

*Jordartskort der viser de jordarter der findes i den øverste meter af jordoverfladen.*

Dannelsen af grundvand sker hovedsagelig i vinterhalvåret, da planterne optager mindre vand og fordampningen er begrænset i denne periode. Om sommeren er nedbøren som regel mindre end fordampningen og planternes vandforbrug. Der kan derfor være behov for kunstvande, især i områder med sandede jorde, der ikke binder vandet så godt som lerjord.

Grundvandsstanden varierer hen over året som følge af den skiftende nedsivning. Den højeste vandstand er omkring april og den laveste vandstand omkring oktober. På få år kan grundvandsstanden dog ændre sig betydeligt.

Vandstanden kan også skifte i forhold til den naturlige variation i løbet af årstiderne. Enten som følge af ændringer i mængden af regnskyer eller på grund af menneskers indvinding af grundvand.

---

## Bor du på dit drikkevand?

Det er ikke altid at det drikkevand vi får ud gennem hanerne, stammer fra undergrunden direkte nedenunder os. I de store byer, hvor de fleste af os bor, kommer vandet ofte fra områder længere væk. Et eksempel er København, hvor drikkevandet hentes fra andre dele af Sjælland. Det sker fordi der ikke er nok rent grundvand i nærheden af København. Det samme gælder for flere andre store byer. Der er også områder hvor folk bor direkte ovenpå deres drikkevand, men det er oftere i mindre befolkede områder som i landdistrikterne.

*I Dåstrup, en lille landsby syd for Roskilde bor man oven på drikkevandet. Her henter man vandet fra et grundvandsmagasin i et kridtlag fra ca. 90 meters dybde. [Foto: Carsten Egesta Thuesen, GEUS].*

*Ved Dåstrup vandværk ligger to af de tre borerer ved vandværket som ligger ved i et parcelhuskvarter. [Foto: Carsten Egestal Thuesen, GEUS].*

Når et vandværk pumper vand op af jorden sker det fra en boring som er placeret nede i et grundvandsmagasin. Grundvandsmagasinet sit vand fra et område der kaldes det grundvandsdannende opland. Det er det overfladeområde som bidrager med regn til at fylde grundvandsmagasinet op. Når man så begynder at pumpe vand op, påvirkes et stort område rundt om boringen. Det område der påvirkes kaldes indvindingsoplandet.

Oplandets form og udbredelse er styret af mange forskellige fysiske egenskaber, som kan beskrives ud fra jordens sammensætning og geologi generelt, samt landskabets form. Indvindingens dybde og størrelse og fordeling på borerer har afgørende betydning for oplands udbredelse og størrelse.

## Hvor meget vand kan vi få op?

Grundvandet indgår som en del af vandets store kredsløb. Der dannes hele tiden grundvand. Den mængde vi mennesker pumper op hvert år er væsentlig mindre end den mængde grundvand der dannes ved nedsivning af nedbøren - regn, slud og smeltet sne. Men der er store forskelle på dette regnskab rundt omkring i landet, og fra grundvandsmagasin til grundvandsmagasin. Generelt kan kun en brøkdel af grundvandsdannelsen, til de magasiner hvorfra vandet hentes, derfor udnyttes.

*Udnyttelsesgraden af grundvandet er størst i hovedstadsområdet og mindst i vestjylland, hvilket er omvendt i forhold til ressorens størrelse.*

I Vestjylland regner det meget og vandet siver let ned igennem jordens sand og gruslag. Derfor dannes der meget grundvand. I den østlige del af landet dannes der generelt mindre grundvand fordi det regner mindre, og jorden hovedsagelig består af moræneler. Vandet har svært ved at sive ned igennem de vekslende lag af ler og sand.

Forbruget af vand er imidlertid omvendt, fordi der bor flere mennesker i den østlige del af landet end i Vestjylland. På store dele af Sjælland bruger vi i dag den mængde grundvand der kan udnyttes uden at påvirkningen af natur og vådområder er uforvarselig. I Københavnsområdet bruger vi imidlertid væsentlig mere vand end hvad der kunne være optimalt for naturen. Det har medført at grundvandsspejlet i Nordsjælland og Københavnsområdet er sunket flere meter; op til 10-15 meter i nogle områder og at mange vandløb tørlægges bl.a. i sommerperioden. København får derfor vand fra andre dele af Sjælland.

*I Vestjylland regner det meget og vandet har let ved at sive ned igennem jordens sand- og gruslag.*

Hvis vi pumper for meget grundvand op, kan det som nævnt have uheldige følger for dyr og planter i naturen. En stor del af grundvandet ender før eller siden i vandløb eller søer. Hvis vi sænker grundvandsspejlet for meget risikerer vi at der bliver mindre vand i vandløbene og søerne og at vådområder tørrer ud. Samtidig kan vandkvaliteten og iltindholdet i vandløb og søer, uden en betydelig tilførsel af rent og koldt grundvand, forværres.

Sænkning af grundvandsspejlet har også betydning for risikoen for forurening af grundvandet. Når grundvandsspejlet falder, trænger det ned i jorden på steder, hvor der tidligere var iltfrit. Det giver mulighed for, at jordens mineraler ilttes, hvilket kan føre til forurening af vand. Ved iltning af f.eks. svovlsulfid dannes der bl.a. sulfat og nikkel. Den slags kemiske forbindelser og metaller kan derefter udvaskes til grundvandet, og herfra udgøre problemer for såvel drikkevand som overfladevand.

*Mindre vand i åer og søer går hårdt ud over dyrelivet.*

*Nær kysten kan for kraftig pumpning betyde forurening med salt grundvand.*

For kraftig pumpning kan også føre til, at det dybereliggende salte grundvand trænger op i det ferske vand og ødelægger drikkevandet sker ofte ved kysterne, hvor det salte grundvand ligger tættere på overfladen, og hvor der bor mange mennesker, der skal bruge vand. Endelig kan for kraftig pumpning betyde at ungt grundvand nær overfladen trækkes ned og forurener vandforsyningen med nitrat, pesticider og andre forureningskomponenter.

I dag bruger vi mere og mere matematiske modeller til at beregne, hvor meget grundvand, der er til rådighed i fremtiden - de såkaldte grundvandsmodeller. Herved kan vi holde styr på vandbalancen og de forskellige påvirkninger, og konkret vurdere hvordan vandføring vandstande ændrer sig som følge af ændret nedbør og vandindvinding.

*Der er stor forskel på vandbalancens elementer i vest og østdanmark.*

Den seneste landsdækkende opgørelse af grundvandsressourcen i Danmark blev foretaget i 2003 ([vandmodel.dk](http://vandmodel.dk)). Denne opgørelse viser at der i alt kan indvindes ca. 1 mia. kubikmeter pr. år, såfremt målsætninger for overfladevand og hensynet til grundvandskvalitet skal honoreres. Det svarer nogenlunde til hvad vi indvinder her i landet i et år med stort forbrug til markvanding.

## Overfladevandet og dets betydning for grundvandet

I Danmark har det tidligere været sådan at grundvandsressourcerne og overfladevandet er blevet forvaltet hver for sig. Men da EU's Vandrammedirektiv trådte i kraft i 2000, betød det at grundvand og overfladevand forvaltes som et samlet system. Hvor grundvandet defineres som det vand der befinder sig under det øverste grundvandsspejl, er overfladevandet det vand der befinder sig over grundvandsspejlet indtil 1 sømil fra kysten. Det inkluderer altså også det vand der findes under jordens overflade i den umættede zone hvor der stadig er luft til stede), samt flere af de indre danske farvande og fjorde.

## Grundvandet påvirker overfladevandet

Næsten alt vand der løber i vandløbene i Danmark, stammer fra grundvandet, og forbindelsen mellem grundvand og overfladevand har betydning for hele det danske vandmiljø. Blandt andet fordi intensiv indvinding af vand i borerne påvirker mængden af vand i vandløbene. Især i den tørre årstid kan det betyde at vandet i vandløbene primært består af vand fra spildevandsanlæg. Samtidigt påvirker det bestanden af fisk og bunddyr ved faldende vandstand i vandløbene.

Da grundvandets indhold af nærings- og forureningsstoffer kan være afgørende for overfladevandets kemiske sammensætning, på samme måde som overfladevandet påvirker grundvandet, er det vigtigt at vide hvordan udvekslingen mellem grundvandet og overfladevandet nøjagtigt foregår. Grundvandets indhold af f.eks. nitrat og fosfor påvirker livet i søer og fjorde, og er afgørende for hvor meget algevekst der forekommer. På samme måde påvirker grundvandets indhold af pesticider, tungmetaller, hormonlignende stoffer og mikroorganismer hele vandøkosystemet.

*Intensiv indvinding af grundvand påvirker mængden af vand i vandløb.*

*Grundvandets indhold af fx. nitrat og fosfor påvirker livet i søer.*

Størrelsen af den udveksling af vand der sker mellem grundvand og overfladevand er afhængig af forskellige faktorer: a) forskellen mellem trykniveauet i grundvandet og i overfladevandet (f.eks. vandstand i søer og vandløb eller højdeforskelle i landskabet), b) størrelsen af c

område hvor grundvand og overfladevand er i berøring (er der tale om en å eller en fjord?), og c) undergrundens evne til at transportere vandet i det område hvor grundvand og overfladevand mødes.

Udvekslingen mellem grundvand og overfladevand er altså også afhængig af de geologiske forhold i området omkring vandløb, vådområder og kystzoner. Det er vigtigt i forhold til placering af borer til vandindvinding, da størrelsen af påvirkningen og udviklingen over tid vil variere afhængig af undergrundens sammensætning, samt afstanden til vandløb og andet overfladevand.

*Vand fra spildevandsanlæg udgør meget af vandet i den tørre årstid.*

---

## Grundvand og klimaændringer

I 2006 har GEUS for Miljøstyrelsen beregnet klimaforandringernes indvirkning på ferskvandskredsløbet i Danmark. Beregningerne er udført for to klimascenarier fra Danmarks Meteorologiske Institut med den såkaldte DK-model udviklet af GEUS. Det er første gang, at der foretages en samkøring af signaler fra klimamodellerne med en landsdækkende hydrologisk model, der i detaljer kan beskrive hvordan klimaændringerne påvirker hele vandkredsløbet - geografisk, i forskellige dybder, og i tiden.

*Klimaforandringer - hvordan ser fremtidens klima ud og hvordan vil klimaet påvirke vandkredsløbet?*

Formålet med undersøgelsen har været at komme med et kvalificeret bud på den fremtidige grundvandsdannelse, hvor grundvandsspejlet ligger og grundvandet trykniveau i dybere magasiner samt vandløbsafstrømning. Det er alle vigtige parametre for en god fremtidig forvaltning af vandressourcerne og vandmiljøet, og interessen for modelarbejdet har da også været stor. I slutningen af 2006 startede GEUS en lignende undersøgelse hvor de inkluderede arealanvendelse og havniveau-stigninger for Dansk Vand- og Spildevandsforening (DANVA) og Københavns Energi.

Resultatet af undersøgelserne er, at vi kan forvente at klimaændringerne kommer til at have markant indflydelse på vandkredsløbet i Danmark. Nettonedbøren vil stige markant, og der vil være store regionale og sæsonmæssige variationer. F.eks. viser modellen, at den tilgængelige vandressource øges i Vestjylland, og at der ikke umiddelbart kan forventes problemer med i fremtiden at dække et vandbehov som det nuværende. Men beregningerne tyder samtidig på, at ådale og lavtliggende områder vil være vandlidende en stor del af året til fordel for landbruget.

På Sjælland vil de kraftigste effekter af klimaændringerne bestå i en markant forlængelse af perioden med lav afstrømning i vandløbene man kan forvente sommerlignende tilstande for vandløbene, der strækker sig 2 måneder længere end på nuværende tidspunkt. Samtidig vil den mængde vand der løber i vandløbene i sommerperioden, blive formindsket yderligere. Det kan i sidste ende medføre at man måske reducerer indvinding af grundvand til drikkevand, i områder hvor sommervandføringen er meget lav, da indvindingen også reducerer vandmængden der strømmer i vandløbene.

*Klimaændringerne kommer til at have markant indflydelse på vandkredsløbet i Danmark. Nettonedbøren vil stige markant, og der vil være store regionale og sæsonmæssige variationer. [Foto: Carsten Egestal Thuesen, GEUS].*

*På Sjælland kan man forvente længere perioder med sommerlignende tilstande for vandløbene med lav afstrømning. [Foto: Carsten Egestal Thuesen, GEUS].*



Hoveddelen af den tilførte vandressource vil altså komme i vinterperioden. Den øgede nedbør i vinterperioden kan samtidig medføre øget udvaskning fra landbrugsjorde. Det gælder både for sandede jorde og for lerrige jorde. Derfor vil klimaændringerne også medføre der skal tages en lang række forbehold ved brug af gødning og pesticider. Som et resultat af de stigende temperaturer, vil havniveauet stige. Det vil få grundvandsstanden til at stige i et bælte på 2-10 km fra den nuværende kystlinje, med konsekvenser for landbrugsdrift området. Klimaændringerne og deres konsekvenser skal derfor tages med i den fremtidige strategi for arealplanlægning og vandindvending.