

Vandressourcer i Burkina Faso - geologiske og socioøkonomiske forhold

Af Karl A. Jørgensen, Rambøl, Niels H. Ipsen, DHI, J. Thiombiano, projektdirektør og J.L. Frerotte, chefrådgiver

Det danskstøttede GIRE-projekt bygger på tidligere projekter og har til formål at etablere et integreret vandressourceforvaltningssystem, der stemmer overens med de strategier, den burkinske regering har vedtaget; en større proces, der krævede overblik over eksisterende ressourcer og behov. Der blev derfor lavet en omfattende statusrapport over vandressourceforholdene.

Rygraden i det danske sektorprogram for vand og sanitet i Burkina Faso er det Integrerede Vandressourceforvaltningsprogram GIRE (Gestion Intégrée des Ressources en Eau). Den tekniske assistance til programmet blev udbudt i licitation i 1998 og blev vundet af et joint venture bestående af Carl Bro A/S, DHI og hollandske IWACO. Programmet er forankret i generaldirektionen for vand og har involveret praktisk taget hele den centrale del af denne.

Den tekniske assistance har bestået af en permanent chefrådgiver støttet af et antal internationale korttidsrådgivere. I løbet af programmet er der blevet udarbejdet en række delrapporter, der mundede ud i en stor samlet "statusrapport for vandressourcerne i Burkina Faso og rammerne for deres styring", der udkom i maj 2001. Her vil



Den midterste del af Mouhounfloden i tørtiden (Foto: Karl A. Jørgensen)

vi først og fremmest beskæftige os med ressourcesituationen.

Tidligere studier.

Det danskstøttede GIRE-projekt bygger på flere foregående projekter, hvoraf det vigtigste var et hollandsk støttet projekt, Bilan d'Eau, fra slutningen af 80'erne frem til 1994 med IWACO som rådgiver. Projektet etablerede en database over vandaktiviteter i Burkina Faso, hvori alle brønde, borer, vandværker og dæmninger findes kombineret med en sociologisk database med landsbyer, befolkning og forskellige sociale installationer som sundhedsklinikker og sko-

ler. Projektet afsluttedes med udgivelsen af et stort hydrogeologisk potentialekort over Burkina.

Desuden har der været lokale tiltag med projekter i det sydvestlige Burkina (RESO) samt en afstrømningsmodel for Nakanbéflodens opland. Særligt RESO-projektet havde betydning for den endelige udformning af GIRE-programmet. Desuden støttede Danida en udbedring af det eksisterende afstrømnings- og pejlenet, såvel som en sammenstilling af alle lovtekster med relation til vand, fra de forskellige ministerier som forarbejde til udarbejdelsen af den nye vandlov (se artiklen herom).

GIRE-programmet

Formålet med GIRE-programmet er at etablere et integreret vandressourceforvaltningssystem, der er tilpasset de strategier, den burkinske regering har vedtaget. Det er også vigtigt, at programmet respekterer de internationalt accepterede principper om en holdbar og økologisk fornuftig styring af vandressourcerne.

Overgangen fra sektorstyring til integreret styring kræver en væsentlig ændring af de lovmæssige og institutionelle rammer for vandsektoren, såvel som en betydelig ændring af tankegangen hos de implicerede parter. Det er en proces, der tager tid og kræver en løbende dialog mellem alle parter, nationale såvel som regionale.

En betingelse for at påbegynde denne



De fire nationale flodbassiner i Burkina Faso. De sorte pletter markerer provinsbyer og de blåstreger er flodforløb. (Grafik: GIRE-projekt)

proces var, at man havde det bedst tænkelige overblik over de eksisterende ressourcer og behov, og derfor var det besluttet, at et af GIRE-programmets hovedmål var at lave en statusrapport for vandsressourceforholdene i Burkina Faso i løbet af de første 21 måneder af projektførelsen. Det viste sig at være et nummer for ambitiøst, da det i realiteten tog 30 måneder, inden den endelige rapport var trykt. En væsentlig årsag til, at programmet blev forsinket, var, at det viste sig vanskeligere end forventet at få burkinerne til at forstå den nye tankemåde. Især viste det sig vanskeligt at få dem til at acceptere, at der skulle arbejdes tværsæktorielt, hvis man skulle nå frem til noget alment gældende. Til gengæld må det nævnes, at da burkinerne først havde forstået budskabet, satte de betydeligt flere ressourcer ind i programmet, end det oprindeligt var planlagt.

Hydrogeologiske begrænsninger.

Burkina Fasos geologi er altovervejende præget af grundfjeld. Store dele af grundfjeldet er gamle gnejser og granitter med nedfoldede partier af supracrustaler af birrimisk alder (ca. 1,7 GY), der danner store grønstensbælter i landskabet. Supracrustalerne består af blandede metapelitter, kvartsitter, metavulkanitter af andesitisk og rhyolitisk karakter, men også hyppigt med ultramafitter. Store granodioritiske legemer er syntektoniske, og desuden er der en del mindre posttektoniske granitlegemer, der nærmer sig det alkaline.

I den vestligste del af Burkina finder man sandstensplateauet, der udgør randen af Taoudjenni-bassinets. Sandstenene er proterozoiske i alder og er ofte temmeligt løse i det. Lagpakken hælder svagt over mod Mali, og de højeste niveauer i lagpakken, der består af siltede skifre, er bestemt til at være kambriske. I de øvre dele af sandstenspakken finder man også store dolerit-sills intruderet.

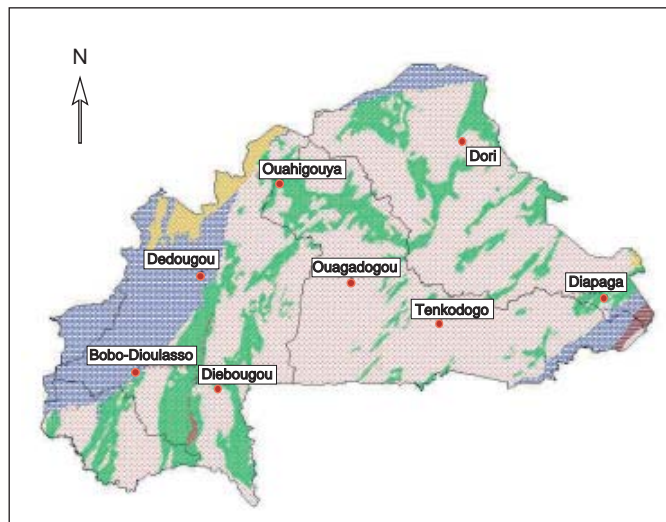
Aller nordligst og mod nordøst finder man en anden platformserie, der ligger ind over det peneplaniserede grundfjeld, og som blandt andet har horisonter af kalksten og dolomit. Denne serie bliver stadig mere deformet mod øst, men formodes at være lidt ældre end Taoudjenni-bassinets.

I det sydøstligste hjørne af landet på grænsen til Benin finder man panafrikanske (ca. 0,9 GY) overskydninger af proterozoiske sedimenter med bl.a. fosfatrige niveauer ind over det gamle grundfjeld.

I den nordvestligste del af landet på grænsen til Mali er der et mindre område af tertiære sandsten, såkaldt Continental Terminal sandsten, der udmærker sig ved at have et meget dybtliggende vandspejl (>60m).

I Kvartærperioden er der blevet aflejret en række over hundrede km lange øst-vestgående transversalklitter over den nordligste del af Burkina Faso. Disse klitter er op til et par km brede og 30 m høje og har stor

Forenklet geologisk kort. Gul skraveret: tertiær sandsten; blå mursten: eokambriske til palæozoiske platformssedimentserier; brune prikker: arkæiske gnejser og granitter; brun skrævering: sandsten i grundfjeld; brun skraveret: sandstensskifer - Atacorán overskydning; grøn skraveret: birimiske grønstensbælter (inkluderer sen- og posttektoniske intrusioner). (Grafik: GIRE-projekt og UVH)



betydning for områdets hydrografi.

Grundfjeldet er normalt forvitret og lateritiseret (se klummen s.19), og vand findes i forvittringszonen samt i tektonisk inducerede sprækker i det uforvitrede grundfjeld. I de fleste tilfælde er borningsydelse her meget lave i gennemsnit 2 m³/t og helt nede på 1 m³/t i den blottede del af Sahel-området i Nigerbassinets (se kortet s.9).

Grønstensbælterne er normalt karakteriserede ved at have endnu dårligere ydelser end resten af grundfjeldet, men i overgangszoner kan man opnå rimelige ydelser.

På sandstensplateauet er forholdene helt anderledes, og i nogle af de nedre niveauer i sandstenen kan man opnå endda meget høje ydelser (50-100 m³/t). Nyere undersøgelser har vist, at reserverne her er langt større end oprindeligt antaget. Da serien hælder et par grader mod nordvest, er det sådan, at de enkelte vandførende niveauer østligst altid bliver frie, men længere inde bliver spændte, og i nogle tilfælde er der regulær artesianisme (forklaring).

Også platformsedimenterne nordligst i landet har niveauer med høje ydelser særligt i kalkstenen, men da området i øvrigt er halvørken, er der ikke meget at bruge vand til.

Grundvandsstanden i grundfjeldsområdet er generelt relativt høj i gennemsnit ca. 15 m under terræn, men nogle steder ligger grundvandet væsentlig dybere, særligt i glimmerskiferområderne, hvor man kan finde vandspejl under 50 m.

Flodbassinene.

Det oprindelige administrative koncept for vandressourcer i Burkina bygger på, at landet i kolonitiden var opdelt i en række begrænsede regioner. Det moderne Burkina Faso er opdelt i 45 provinser og et endnu større antal kommuner.

Det blev besluttet at se bort fra disse opdelinger og i stedet opdele landet efter de fire hovedflodbassin, Comoé, Mouhoun, Nakambé og Niger (se kort s. 6),

som hver har deres egne karakteristika.

De 4 hovedbassin kan igen underopdeles i 17 mindre bassin.

Comoé-bassinets:

Comoé-bassinets ligger i Burkinas sydvestlige hjørne og er kendt som landets smørhul. Bassinet dækker 17.590 km², hvilket svarer til 7 % af landets areal. Bassinet indeholder 5 underbassin (Léraba, Øvre Comoé, Kodoun, Baoué og Iringou). Befolkningen inden for bassinet blev i 1996 talt til 344.648 personer svarende til en befolkningstæthed på 20 personer pr. km².

Området er en regulær smeltedigel af forskellige stammer, idet der er over 30 stammer repræsenteret på det forholdsvis lille område spredt ind imellem hinanden. Området er konstant mål for indvandring fra andre egne af Burkina, sidst i forbindelse med 300.000 burkinske sæsonarbejders flugt fra Elfenbenskysten i år 2000. Den voldsomme indvandring har medført, at der er væsentlige konflikter i området mellem tilflyttere og fastboende bl.a. over udnyttelsen af vandressourcerne.

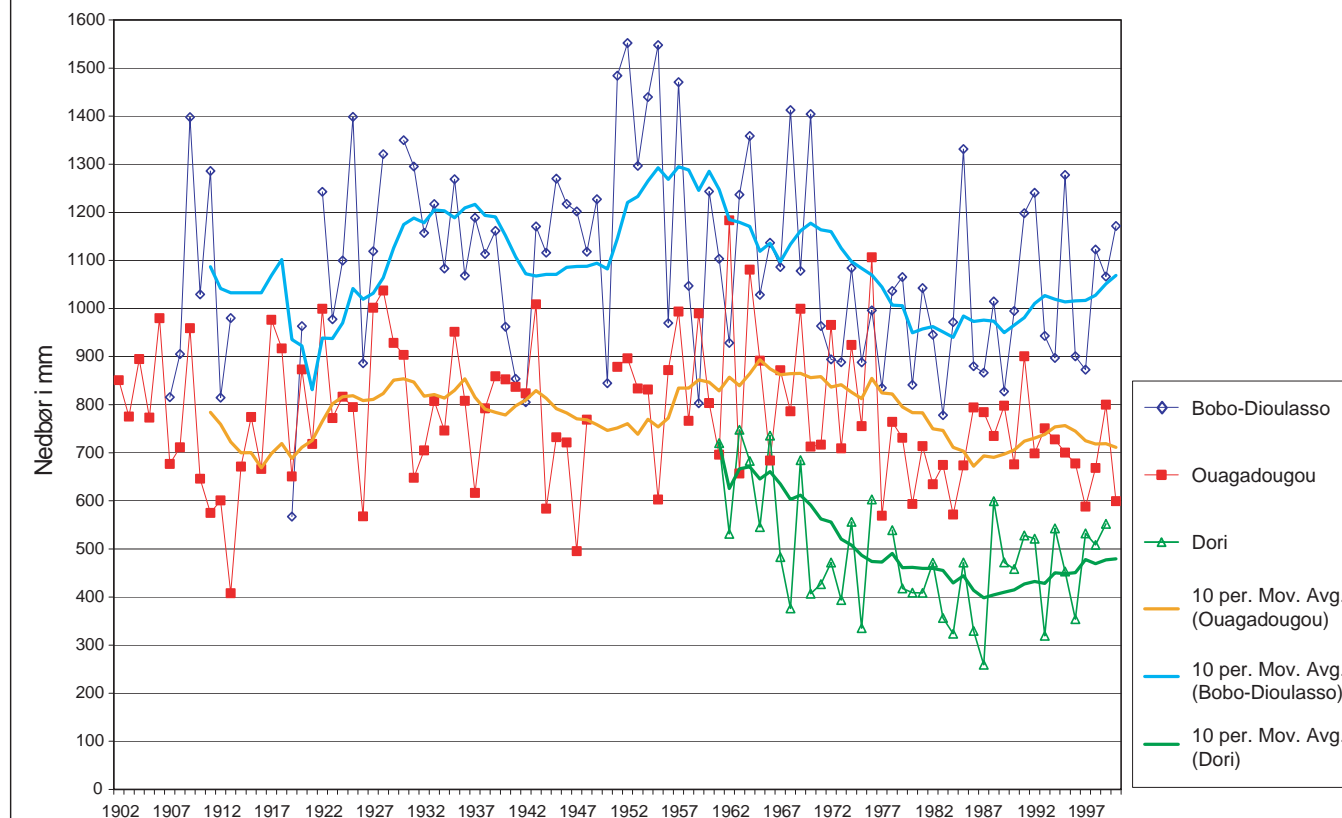
Landbrugsaktiviteten er betydelig i området idet der er 4.980 ha kunstvandede områder. Desuden er der 1.880 ha udnyttede lavninger til havebrugskulturer. Området producerer 15 % af landets høst af majs. Desuden er der en væsentlig bomuldsproduktion. Området har desuden en betydelig sukkerproduktion fra en enkelt industri på 29.000 til 32.000 tons om året. Denne sukkerproduktion er konstant kunstvandet og kræver en meget stor del af områdets vandressourcer.

Området rummer desuden betydelige turistmæssige, økologiske og kulturelle værdier, der er truet af den ubalancerede landbrugsudnyttelse og kraftige indvandring.

Mouhoun-bassinets.

Mouhoun-bassinets er med sine 91.036 km² den største af landets hydrografiske provinser (33 % af landets areal). Det ligger i den

Burkina Faso - Nedbørsdata 1902 - 2000



Figuren viser kurver fra de tre zoner. De tykke kurver er 10 års løbende middel. Den viser desuden, at nedbøren gennem de sidste 40 år generelt har været faldende med et minimum i begyndelsen af 80'erne og en forbedring i perioden 1985 til 1995. (Grafik: GIRE-projekt)

nordvestlige og vest-centrale del af landet. Det indeholder 3 underbassiner, Sourou, Øvre og Nedre Mouhoun. Bassinet rummede ved folketællingen i 1996 3.693.607 personer, svarende til 41 personer pr. km².

Bomuld er en af de vigtigste salgsafgrøder i provinsen, og det nationale tekstilselskab ønsker næsten en fordobling af det aktuelle produktionsareal (fra 260.000 ha til 400.000 ha). Desuden er der en stor majsproduktion på ca. 60 % af landsproduktionen. For øjeblikket er 5.360 ha kunstvandede, heraf 3.315 ha alene i Sourou-dalen. Desuden er der 2.090 ha udnyttede lavninger.

Bassinet indeholder to af de vigtigste industribyer i landet, Bobo Dioulasso (ca. 500.000 indbyggere) og Koudougou (ca. 80.000 indbyggere), og der er derfor et konkret forureningsproblem for begge disse byer, der bør føre til en vurdering af spildevandsforholdene.

Bassinet omfatter ca. 10 væsentlige stammegrupperinger, hvor flere af disse traditionelt ikke har en centralstruktur, men bygger på den enkelte familie og dennes kollektive rettigheder. Området har været udsat for en betydelig tilflytning i de senere år, hvilket danner grundlag for mange konflikter. Særligt det store kunstvandede område ved Sourou-dalen har været genstand for tilflytning af mange stammegrupper, hvilket hyppigt udløser konflikter.

I den nordlige del af bassinet er der des-

uden en del kvægnomader med dertil hørende konflikter med de lokale, særligt om adgang til vand.

Nakambé-bassinet.

Nakambé-bassinet dækker 81.932 km² eller 30 % af landets areal og er opdelt i 4 underbassiner (Pendjari, Nazinon, Sissili og Nakambé), det optager den centrale og sydlige del af landet.

Bassinet er det mest befolkede af de 4 bassiner med 4.332.214 personer i 1996, hvilket giver 53 personer pr. km².

Da bassinet ligger i grundfjeldsområde og derfor ikke kan trække på væsentlige grundvandsressourcer, finder man her i stedet ca. 400 dæmninger, heriblandt nogle af landets største. Trods det store antal dæmninger er der dog ikke mere end 2.620 ha. kunstvanding, hvoraf de 1.000 ha er i forbindelse med Bagré-dæmningen. Udnyttede lavninger udgør desuden 2.175 ha.

Etnisk set er bassinet usædvanligt homogent, idet langt den største del af befolkningen er mossier. I randområderne findes der også andre etniske grupper bl.a. kvægnomaderne (peuhlfolk), der lever i symbiose med den fastboende del af befolkningen. Nomadernes kvæg spiser resterne på hirsemarkerne og gøder dem til gengæld.

Befolkningstætheden har medført, at en stadig større del af bassinet er blevet omdannet til landbrugsjord, samtidigt med at der er sket en udpining af de gamle

landbrugsjorde. Dette har ført til udvandring fra de nordlige egne mod de sydlige egne, hvor mossierne ekstensive landbrugsmåde har krævet betydelige dele af den resterende bush. Store jordområder er blevet ødelagt, og den efterfølgende jorderosion, der ses markant omkring de fleste vandløb, resulterer i, at mange dæmninger silter temmeligt hurtigt til. En af konsekvenserne af denne udvikling er, at det er blevet vanskeligere for kvægnomaderne at finde græsmarker med det resultat, at der hyppigt opstår konflikter mellem dem og de fastboende.

Niger-bassinet.

I den vestligste del af Burkina ligger et lille område på 5.441 km² (2 % af landet), der tilhører det øvre Niger-bassins Banifing-underbassin, men i øvrigt minder om Mouhoun-bassinet.

Resten af Niger-bassinet findes mod nord og øst og dækker 78.001 km², eller 28,5 % af landet og udviser en meget uregelmæssig fordeling både geografisk og menneskeligt. Befolkningen i bassinet udgjorde i 1996 1.942.042 personer inklusive den vestlige del, hvilket giver en befolkningstæthed på 23 personer pr. km².

Der er meget lidt kunstvanding i Niger-bassinet, de vigtigste områder omfatter totalt ca. 200 ha, medens de udnyttede lavninger totalt udgør 660 ha. Der er meget få økonomiske afgrøder, idet det meste af lan-

det bruges til hirse og sorgo, to typiske regntidsafgrøder. Herudover er det næsten kun husmandsguldgraveri, der eksisterer som indtægtskilde, ud over naturligvis kvægooprættet, som nomaderne tager sig af.

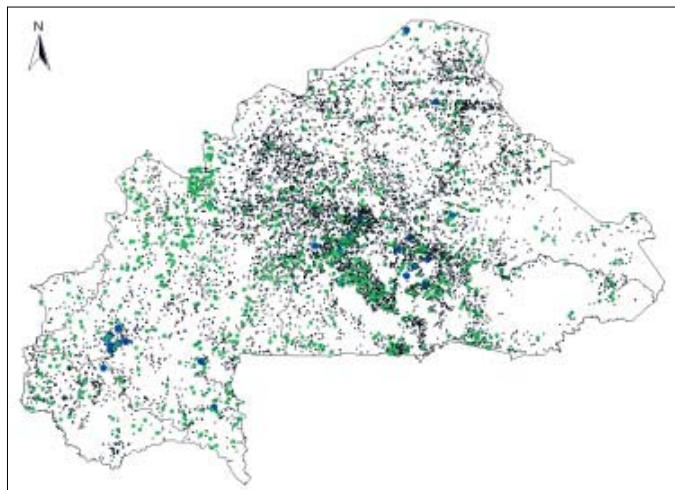
Etnisk er bassinet også heterogent, idet den sydvestlige del er præget mossifolk, den centrale del af peuhlfolk, den nordligste del af tuareger og bellaer, mod øst og syd dominerer gourmantche-stammerne.

Næsten hele området ligger i den saheliske zone og har normalt været beboet af kvægnomader, der opretholdt en hårfin balance mellem kvæg, vand og græsningsarealer. De senere års intensivisering af driften, den øgede indvandring af bønder fra mossi-områderne i syd har skubbet til balancen, med det resultat at græsgangene bliver overudnyttede, jorderosion sætter ind, større buske dør, samtidig med at vandspejlet er faldet drastisk som følge af mindre nedbør.

Vandressourcesituationen

Et meget stort antal data har været vurderet og valideret, for at det har kunnet være muligt at få et overblik over den reelle ressourcesituation i landet. Heriblandt er blevet gennemgået nedbørsdata fra det meteorologiske net af 150 stationer fordelt ud over det ganske land fra 1961 til 1999. Hertil kommer afstrømningsdata for de vigtigste floder, hvor et stort antal målesteder er blevet fulgt, desværre temmelig spredt og ofte med ufuldstændige måleserier. For at opnå et mere præcist billede er afstrømningen for hvert delområde blevet modelleret på basis af de eksisterende nedbørsdata vha. programmet SMAPE. Grundvandet er blevet vurderet på baggrund af data fra et meget stort antal pejleboringer, op til 476 i

Boringsydelseni m³.
åbne prikker: 0-2 m³/t;
fyldte prikker: 2-10 m³/t
grønne prikker: 10-50 m³/t;
blå prikker: >50 m³/t. (Grafik: GIRE-projekt)



årene 1981 til 89, senere blev antallet reduceret til at afspejle de vigtigste regioner, således at man nu følger niveauet i 69 boringer fordelt på 25 områder. Desværre måtte man under gennemgangen af data kassere omkring en tredjedel, da de ikke var helt pålidelige, men det tilbageblevne materiale giver til gengæld et godt overblik.

Nedbør

Burkina Faso kan opdeles i 3 hovednedbørszoner, 1) den sydsudanske zone med en årsnedbør mellem 1200 og 900 mm fordelt over 6 til 7 måneder; 2) den nordsudanske zone med en årsnedbør mellem 900 og 600 mm fordelt over 4-5 måneder, samt 3) den saheliske zone med nedbør mellem 600 og 300 mm fordelt over ca. 3 måneder.

Resultatet af den faldende nedbørsmængde er blandt andet:
- et fald i flodernes afstrømning, særligt i

basisafstrømningen

- et fald i det frie grundvandsspejl med bl.a. udtørring af de fleste frie kilder
- nedbrydning af vegetationsdækket som følge af uddøen af buske og træer

Nedbørsundersøgelserne afslører, at nedbøren ikke falder jævnt over hele landet, men at der tværtimod er store regionale forskelle. Geografisk kan man sige, at faldet i nedbøren over de omtalte 40 år svarede til, at der blev fjernet 200 mm i gennemsnit over hele landet. Hvilket naturligvis gjorde at sahel-området blev væsentligt hårdere ramt end resten af landet.

Overfladevandressourcer

Vurderingen af overfladevandressourcerne bygger dels på de faktisk målte værdier, dels på de udførte detailmodelleringer med SMAP-modellen. Hvert delopland er blevet vurderet og beregnet, idet modelleringen er blevet kalibreret mod de eksisterende måle-

Bassinavn	Årlige tilførsler målt ved sammenføringer eller udløb fra statsområdet (i milliarder m ³)	Tilbageholdt volumen (i milliarder m ³)	Bassinpotentialet ifølge de målte værdier (i milliarder m ³)	Bassinpotentialet ifølge modelleringen (i milliarder m ³)
Comoé	1,55	0,08	1,63	1,41
Mouhoun	2,64	0,29	2,75	2,94
Nakanbé	2,44	2,20	3,32	3,08
Niger	0,86	0,10	0,9	1,36
Total	7,5	2,66	8,6	8,79

Tabel 1

Flodbassinernes overfladepotentiale. (Grafik: UVH)

Bassin	Dæmninger		Søer		Gennemsnitlig opfyldning i %
	Antal	Kapacitet (Mm ³)	Antal	Kapacitet (Mm ³)	
Comoé	27	108	20	6,6	71
Mouhoun	-	438	1	0,3	65
Nakanbé	400	4230	3	3	53
Niger	-	239	4	0,3	41
Total		5015			

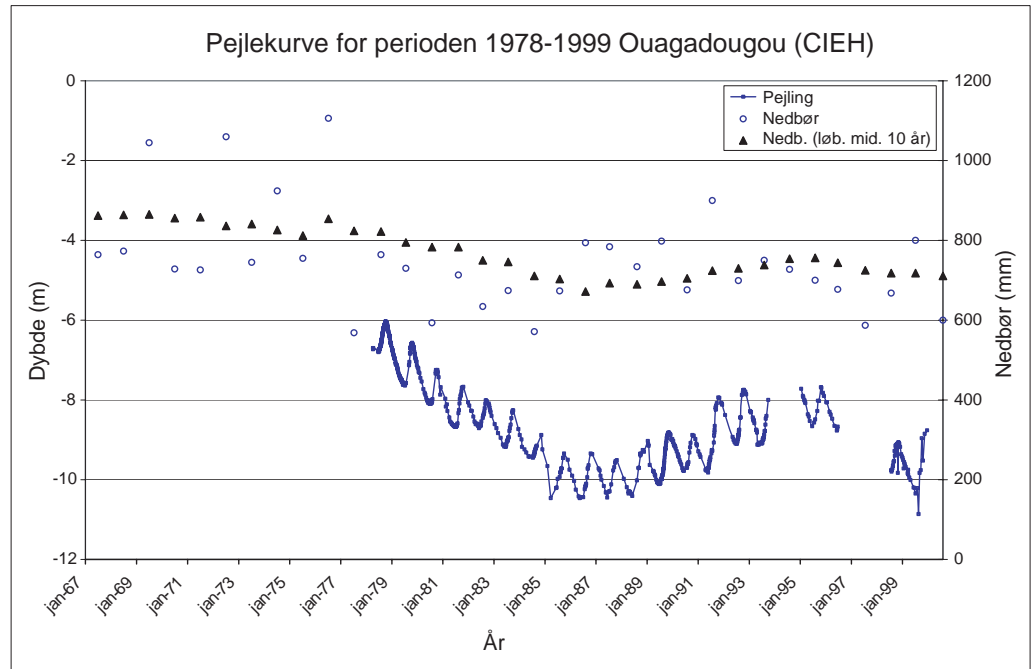
Tabel 2

Overfladereservoirernes potentiale. (Grafik: UVH)



Mange af de simple vandforsyningsanlæg drives af soldrevne pumper. Her i byen Gorom-Gorom i det nordlige Burkina. (Foto: Karl A. Jørgensen)

Pejleboring i Ouagadougou. (Grafik: GIRE-projekt)



data. Samtidig er alle dæmninger blevet opmålt og vurderet.

Det er tydeligt, at jo mere tørt det bliver, jo mindre er sandsynligheden for, at reservoierne opfyldes op. I sahel-området findes der to store lavvandede søer, Dori og Our-si, som alligevel udtørres næsten hvert år.

I fremtiden vil modellerne kunne forbedres med en omhyggelig indsamling af nye data med en efterfølgende kalibrering af modellerne.

Anslåede grundvandsressourcer

For at finde frem til de faktisk brugbare grundvandsressourcer, er der blevet opstillet en række vandbalanceligninger, der dels beregner de anslåede totale grundvandsressourcer samt den brugbare grundvandsfraktion defineret som den årlige infiltration til grundvandet. For at nå frem til et godt middeltal er der regnet med både høje og lave værdier.

Tabel 3 giver de totale, beregnede grundvandsressourcer i landet i millioner m³ fordelt på bassin og bjergartstype

Beregningerne viser tydeligt, at der er forskelle mellem bassinerne mht. infiltration og opstemning. Comoé-bassinet har et ret kraftigt relief med en hård overflade, der gør den vanskeligt gennemtrængelig.

Derfor får vi her en afstrømning på 7,4 % og en relativt lav infiltration på 13,3 % af nedbøren. De noget fladere bassiner Mouhoun og Nakanbé er temmeligt ens i denne sammenhæng med hhv. 3,9 % og 5 % for afstrømningen og 16,6 % og 13,4 % for infiltrationen. For det meget flade Niger-bassin er afstrømningen 2,6 % og infiltrationen helt oppe på 17 % af nedbøren.

Afstrømningen for Nakanbé-bassinet på 5 % skal ses i sammenhæng med, at opstemningskapaciteten i samme bassin er på 4 % af nedbøren. Men har med andre ord brugt 80 % af den totale afstrømning til opstemning. Da der samtidig er et meget stort antal boringer i bassinet, bliver vandstressfaktoren her temmeligt høj. (Vandstressfaktoren defineres som det årlige vandforbrug for et område i forhold til de anslåede brugbare ressourcer udtrykt i procent. Der defineres 4 kategorier: Lav (under 10 % forbrug), moderat (10 til 20 %), middel til høj (20 til 40 %) samt meget høj (>40 %)).

En vurdering af den faktisk brugbare del af infiltrationen skal ses i lyset af, at grundvandsspejlet i området er faldet kraftigt i forbindelse med faldet i nedbør, se figuren ovenfor. Grundvandsstandens årsvariation målt ved en pejleboring i

Ouagadougou fra 1977 til 1999.

Den pågældende pejleboring er desværre meget repræsentativ for landet som helhed og gør at man vanskeligt kan tale om en reel brugbar del af infiltrationen, da denne kun sjældent overstiger det generelle fald i grundvandsstanden. Det årlige fald i grundvandsstanden skyldes primært evapotranspiration fra de relativt overfladenære akviferer, hvor den forholdsmæssigt tætte vegetation ret nemt henter sin vandforsyning.

Vandressourcesituationen i Burkina Faso er med andre ord temmelig problematisk. Der er et kraftigt forbrug af både overflade- og grundvand særligt i de centrale dele af landet. Situationen er bedre i de vestlige dele, hvor der findes betydelige sedimentære reservoirer. Men selv her konstaterer man et fald i grundvandsstanden og et fald i trykket hos de spændte akviferer. Det er derfor en nødvendighed for landets fortsatte udvikling at have en tæt overvågning af vandressourcerne, for at kunne skride hurtigt ind ved tegn på overforbrug. GIRE-projektets hovedmål er derfor ud over at sikre den nødvendige basisviden også at nå frem til en overordnet handlingsplan for den fremtidige forvaltning af magre ressourcer. ■

Bassin	Sedimentært område	Grundfjelds-område	Alluvial aflej.	Forvittringszone	Total
Comoé	45.620	22.395	160	19.905	88.080
Mouhoun	84.550	40.000	200	35.200	159.950
Nakanbé	-	42.000	200	38.450	80.650
Niger	?	24.000	400	35.000	59.400
Total	130.170	128.395	960	128.555	388.080

Tabel 3

Tabellen angiver de totalt beregnede grundvandsressourcer i millioner m³ fordelt på bassin og bjergartstype. (Grafik: UVH)