

***Managementul Apei si Ecosistemele:  
Traind cu schimbarea***

De **MALIN FALKENMARK**

**Parteneriatul Global al Apei  
Comitetul Tehnic (TEC)**



Global Water Partnership Secretariat: Hantverkargatan 5, House 6 (2<sup>nd</sup> floor), SE-112 21 Stockholm, Sweden  
Tel: +46 8 562 51 900/922, Fax: +46 8 562 51 901; e-mail: [gwp@gwpforum.org](mailto:gwp@gwpforum.org) Website: <http://www.gwpforum.org>

GWP - CEE SECRETARIAT – SHMI SK, - Jeseniova 17, 833 15, Bratislava, Slovakia  
Tel/Fax: +421.2.5941 5294, E-mail: [gwpcee@shmu.sk](mailto:gwpcee@shmu.sk), <http://www.gwpceeforum.org>

GWP-ROMANIA – Asociatia Parteneriatul Global al Apei din Romania, Aleea Fizicienilor 4, Ap.16, Sector 3, cod 032113  
Tel: +40 21 348.09.47, b-mail : [lipopesc@b.astral.ro](mailto:lipopesc@b.astral.ro) Website: [www.gwp-romania.ro](http://www.gwp-romania.ro)

**Parteneriatul Global al Apei (GWP)**, înființat oficial în 1996, este o rețea internațională deschisă tuturor organizațiilor implicate în managementul resurselor de apă: instituții guvernamentale ale țărilor dezvoltate și ale țărilor în curs de dezvoltare, Agenții ale Națiunilor Unite, bănci de dezvoltare bi- și multilaterale, asociații profesionale, institute de cercetare, organizații nonguvernamentale, și sectorul privat. GWP a fost creat pentru a promova și încuraja Managementul Integrat al Resurselor de Apă (IWRM), care are scopul de a asigura o dezvoltare completă și un management al apei, terenului și resurselor asociate prin maximizarea bunăstării economice și sociale fără a compromite sustenabilitatea sistemelor de mediu vital.

GWP promovează IWRM prin crearea unor foruri active la nivel național, regional și global. Autoritatea de guvernare a Parteneriatului cuprinde Comitetul Tehnic Consultativ (TAC), format dintr-un grup de 12 oameni de știință și experți recunoscuți internațional, calificați în diferite discipline ale domeniului gospodării apelor. Acest comitet, al cărui membri vin din diferite regiuni ale lumii, asigură un suport tehnic și consultanța altor foruri guvernamentale ca și structurilor Parteneriatului ca un întreg. TAC a fost însărcinat cu dezvoltarea unui cadru analitic al sectorului de apă și propunerea unor acțiuni care vor promova managementul durabil al resurselor de apă. TAC menține un contact deschis permanent pentru organizațiile sale simetrice, adică TAC-urile regionale ale GWP, actualmente înființate în lumea întreagă pentru a facilita aplicarea IWRM la nivel regional și național.

În întreaga lume adoptarea și aplicarea unui management integrat al resurselor de apă – IWRM, necesită modificarea modului de gestiune și conducere a acestei activități la nivel de comunitate internațională, în particular felul cum sunt realizate investițiile. Pentru realizarea modificărilor în acest scop sunt întrebuintate strategii care se adresează aspectelor conceptuale, regionale și globale și planuri de acțiune pentru implementare. Această serie de manuale informative, publicată de GWP prin instituția lui de bază – Agenția Internațională de Cooperare Dezvoltare Suedeză (SIDA) – a fost creată pentru diseminarea lucrărilor scrise și imputernicite de TAC pentru a se adresa în plan conceptual partenerilor GWP. Subiectele și punctele de discuție, precum apa pentru securitatea alimentară, privatizarea și rolul femeilor în gospodărirea apelor se regăsesc în aceste lucrări.

Constatarile, interpretările și concluziile exprimate în cadrul acestei serii aparțin în întregime autorilor și nu trebuie atribuite în nici un fel GWP, SIDA, nici ca expresii oficiale ale Comitetului Tehnic Consultativ al Parteneriatului Global al Apei. Această lucrare particulară, „*Principiile de la Dublin privind Apa așa cum sunt reflectate în Evaluarea Comparativă a Acordurilor Institutionale și Legislative pentru Managementul Integrat al Resurselor de Apă*”, a fost pregătită de membri TAC Miguel Solanes și Fernando Gonzalez-Villarreal, pentru intrunirea TAC din noiembrie 1996 în Windhoek, Namibia.

Alte lucrări publicate de către TAC în seria Lucrărilor Fundamentale:

- Nr 1 Reglementarea și participarea sectorului privat în domeniul apei și sănătății - Judith A. Rees ( 1998)
- Nr. 2: “Apa ca Bun Economic și Social: cum se aplică principiile în practică” – Peter Rogers, Ramesh Bhatia și Annette Huber (1998).
- Nr.4: “Gospodărirea Integrată a Resurselor de Apă” - Comitetul Tehnic Consultativ al GWP (2000).
- Nr. 5: “Scrisoare Către Ministrul Meu” – Ivan Chéret (2000).
- Nr. 6 : “Riscul și Gospodărirea Integrată a Resurselor de Apă - Judith A. Rees (2002)
- Nr 7: “ Guvernarea Eficientă a Apei “ –Peter Rogres și Alan W. Hall ( 2003)
- Nr 8: “ Reducerea Sărăciei și Managementul Integrat al Resurselor de Apă –IWRM “ Peter Rogers și Alan W. Hall ( 2003)
- Nr 9 : “Managementul Apei și Ecosistemele: Traind în schimbare” Malin Falkenmark ( 2003)
- Nr 10 : “ Managementul Integrat al Resurselor de Apă –IWRM și Planurile de Eficientizare a Apei De ce , Ce , Cum” Torkil Jonch- Clausen ( 2004)

***Managementul Apei si Ecosistemele:  
Traind cu schimbarea***

**MALIN FALKENMARK**

**Parteneriatul Global al Apei**

**Comitetul Tehnic Consultativ (TEC)**

Lucrari publicate in prealabil in Seria de Documente Informativ TEC:

- Nr.1: “Reglmentare si participarea sectorului privat in domeniul Apei si Sanitatiei” de Judith A. Rees (1998)
- Nr.2: “Apa ca Bun Economic si Social: cum sa pui principiile in practica” de Peter Rogers, Ramesh Bhatia and Annette Huber (1998)
- Nr.3: “Principiile de la Dublin privind Apa Reflectate din Evaluarea Comparativa a Acordurilor Institutionale si Legislative pentru Managementul Integrat al Resurselor de Apa” de Miguel Solanes and Fernando Gonzales-Villarreal (1999)
- Nr.4: IWRM - “Managementul Integrat al Resurselor de Apa”- de Comitetul Tehnic Consultativ al GWP
- Nr.5: “Scrisoare catre Ministrul meu” de Ivan Chéret (2000)
- Nr.6: “Riscul si Managementul Integrat al Resurselor de Apa” de Judith A. Rees (2002)
- Nr.7: “Guvernarea Eficienta a Apei” de Peter Rogers and Alan W Hall (2003)
- Nr.8: “Reducerea Saraciei si IWRM ” (2003)

*Aceasta lucrare este printata pe o hartie marcata cu constelatia lebedei. Marca lebedei nordice informeaza si orienteaza consumatorul catre produsele prietenoase mediului. Pentru a dobandi simbolul lebedei, producatorii trebuie sa adere si sa respecte o indrumare stricta care este revizuita în permanență de autoritatii. Această lucrare a fost realizată conform acestor îndrumări.*

## ***Managementul Apei si Ecosistemele: Traind cu schimbarea***

©Parteneriatul Global al Apei

Toate drepturile rezervate.

Imprimat de Elanders Novum, in Suedia 2003.

Prima aparitie, 2003.

Utilizarea acestei publicatii nu este permisa pentru revindere sau alte scopuri comerciale fara permisiunea scrisa in prealabil a Parteneriatului Global al Apei.

Părți din acest text pot fi reproduse cu permisiunea și sub autoritatea Parteneriatului Global al Apei.

Constatarile, interpretarile si concluziile exprimate in cadrul acestei publicatii sunt in intregime ale autoarei si nu pot fi atribuite in vreun fel GWP, nici ca expresii oficiale ale Comitetului Tehnic Consultativ al Parteneriatului Global al Apei.

ISSN: [1652-5396](#)

ISBN: [91-85321-60-5](#)

## ***Managementul Apei si Ecosistemele: Traind cu schimbarea***

---

Malin Falkenmark

Profesoara Malin Falkenmark, membru al Comitetului Tehnic Consultativ al GWP din 1998, a fost declarat Om de Stiinta Emerit la Institutul International al Apei din Stockholm (SIWI). Ea este Profesor Emerit in domeniul Hidrologiei Internationale si Aplicata si activeaza in cercetarea interdisciplinara din acest domeniu inca din 1980. Profesoara Falkenmark este momentan membru al Grupului Special de lucru privind Mediul și Dezvoltarea Durabila din Proiectul Natunilor Unite privind obiectivele Millenniumului 3.

## ***PREAMBUL***

---

Managementul Integrat al Resurselor de Apa (Integrated Water Resources Management-IWRM) poate fi definit ca “un proces care promoveaza dezvoltarea coordonata a managementului apei, cu managementul solului a resurselor legate de acestea, pentru a maximiza bunastarea economica si sociala si care rezulta intr-o maniera echitabila pentru ambele resurse fara a compromite durabilitatea ecosistemelor vitale” (GWP TAC Documente Informativ 4, 2000).

Scopul IWRM este de a realiza un echilibru intre utilizarea resurselor pentru traiul zilnic si conservarea resurselor, necesara pentru a sustine functiile acestora si pentru uzul generatiilor viitoare. Prin definitie IWRM urmareste sa promoveze Eficienta economica, durabilitatea pentru Eternitatea mediului si Echitatea sociala – deci a celor trei E.

Resursele de apa trebuie sa fie folosite pentru cresterea bunastarii economice si sociale dar fara a compromite durabilitatea ecosistemelor vitale. Ideea acestei lucrari este de a analiza relatiile dintre societatea umana, resursele de apa si ecosistemele asociate, pentru a clarifica de ce si cum ecosistemele vitale trebuie sa fie protejate si totodata pentru a indica cum acest efort poate fi incorporat mai bine in Managementul Integrat al Resurselor de Apa, - IWRM

Inca din anii 1970 atentia specialistilor si ulterior si a politicianilor, s-a centralizat pe efectele dezvoltarii/utilizarii resurselor de apa asupra mediului si pe metodele care au fost dezvoltate pentru Evaluarea Impactului Asociat acestor utilizarii asupra mediului (EIA) Au fost asemenea proiecte si in domeniul apei. Mult mai putin efort a fost din pacate directionat catre evaluarea impactului de mediu cu privire la strategiile de management al resurselor de apa. Deseori, managementul apei si protectia ecosistemelor au fost abordate de catre diferite comunitati profesionale fara comunicarii utile intre ele. Diferentele fundamentale in ceea ce privesc opiniile lor au facut dificila colaborarea dintre ei, chiar si atunci cand aveau aceleasi scopuri. Totusi, in ultimii ani, ei si-au unit eforturile pentru a aborda cateva probleme, in primul rand, privind situatia si starea ecosistemelor acvatice, si deasemni pentru dezvoltarea de criterii pentru protectia acestora.

Ecosistemele terestre au fost considerate in mod traditional ca si componente ale resurselor utilizabile ale terenului fara a se mentiona si la nevoie pune accentul pe cantitatile uriase de apa care sunt consumate pentru fotosinteza. Cu toate acestea, ca un caz paricular la constituit utilizarea plantatiilor de paduri in Africa de Sud care au fost abordate ca activitati potentiale de reducere a circuitului apei.

Malin Falkenmark, membru al Comitetului Tehnic al Parteneriatului Global al Apei (TEC al GWP), a pregatit aceasta lucrare pentru a explica si a se asigura ca protectia ecosistemelor este bine incorporata in abordarea IWRM. lucrarea a fost dezvoltata dintr-o comunicare prezentata la seminarul GWP din noiembrie 1999, seminar organizat in colaborare cu Departamentul de Ecologie a Sistemului Apei al Universitatii din Stockholm (GWP, 1999). Multumiri speciale sunt aduse Dr. Paul Roberts, Africa de Sud, membru al Comitetului Tehnic GWP, pentru contributiile sale privind abordarea inovatoare preluata in Africa de Sud, si profesorului Carl Folke, Departamentul de Ecologie a Sistemului, Universitatea din Stockholm, pentru discutiile aprofundate privind legaturile dintre apa si ecosisteme si deasemeni privind perspectiva ecologica a conditiilor de viata ale populatiei.



## ***CUPRINS***

---

1. Introducere
2. Dilema fundamentala
3. Care sunt relatiile dintre activitatile umane si ecosisteme?
4. Dependenta ecosistemelor fata de apa
5. Cum se face echilibrul dintre activitatile umane si protectia mediului
6. Dimensiunea ecosistemelor in managementul integrat al resurselor de apa
7. Concluzii pentru Managementul Integrat al Resurselor de Apa IWRM

Definitii

Referinte

## ***1. INTRODUCERE***

---

**A**cest raport, bazat pe legaturile dintre apa si ecosisteme, subliniaza cum abordarile centralizate pe ecosistem pot fi incorporate in Managementul Integrat al Resurselor de Apa (IWRM). Analizeaza gradul de implicare a apei in relatia dintre societate si ecosistemele inconjuratoare, clarifica cum populatia si ecosistemele impart aceeasi apa, si arata cum durabilitatea ecosistemelor poate fi intarita in cadrul procesului IWRM. Raportul va furniza un suport conceptual pentru a sustine integrarea sol/apa in abordarea ecosistemica care are la baza bazinele hidrografice si cu includerea deasemeni a activitatilor umane. Acesta indica cum, in cadrul IWRM, perspectiva ceruta de ecosistem trebuie sa fie combinata cu perspectivele sociale si economice adecvate, pentru o abordare mai larga si holistica a gospodarii componentelor fundamentale ale mijloacelor de trai dintr-un bazin hidrografic.

Mesajul principal al raportului este ca, profitand de dependenta combinata a oamenilor si a ecosistemului fata de apa, IWRM poate integra solul, apa si ecosistemele si promova cei trei "E" ai managementului integrat din care doi "E" se refera la partea umana (**E**chitatea sociala, **E**ficienta economica) si unul la ecosistem (durabilitatea Mediului-sustainable **E**nvironment ).

## ***2. DILEMA FUNDAMENTALA***

---

### **Securitatea mijloacelor de trai ale populatiei**

Apa, hrana si materiile prime necesare pentru asigurarea mijloacelor de trai umane provin din mediul natural care inconjoara asezarile umane. Aceste resurse nu pot fi obtinute fara a modifica componentele mediului (saparea fantanilor, canalizarea apei, construirea rezervoarelor, defrisarea vegetatiei naturale pentru obtinerea recoltei, taierea padurilor pentru material lemnos, drenarea, nivelarea terenului, etc.), iar aceste modificari vor avea ca efect deteriorarea ecosistemelor locale. Tot mai multa hrana a fost si este necesara pentru o populatie in continua crestere si astfel, pentru cresterea productiei de recolte au fost folosite, in primul rand ingrasaminte- nutrientii, iar mai tarziu pesticide si ierbicide. In regiunile uscate a fost introdusa irigarea. Aceste masuri au avut efecte, din care cele mai multe negative asupra mediului (eutrofizare, poluarea apei, acumulari de apa, salinizarea

solului si apei, etc). Unele din ele pot fi evitate, pe cand altele sunt dificil de evitat. Producerea deșeurilor însoțeste de asemenea activitățile umane (deșuri menajere, deșuri industriale, etc.), ulterior deteriorând și acestea ecosistemele locale. Când populația se află în creștere aceste modificări se intensifică, iar efectele la scară ecologică determină o preocupare mai mare din partea anumitor segmente ale populației.

### **Cresterea interesului**

Ultima provocare privind managementul mediului orientat spre durabilitate este de a se găsi echilibrul adecvat dintre activitățile umane și impactul acestora cauzat asupra mediului. S-a dovedit totuși a fi extrem de dificil de a aborda cât mai complet aspectul degradării mediului la scară mondială. În ciuda eforturilor infrastructurale masive din zona temperată pentru minimizarea poluării apei, scurgerile de chimicale agricole continuă și determină eutrofizarea la scară regională a zonelor costiere. În alte părți ale lumii – pe lângă problemele serioase de poluare a apei – regiunile cu climat uscat care depind de irigație se confruntă cu efectele devastatoare ale golirii permanente sau nepermanente a râurilor, datorate devierii unor cantități mari de apă spre terenurile agricole irigate. Ca exemple menționăm Râul Colorado, Râul Galben, afluenții Mării Aral și multe râuri de o mai mică importanță din țările în curs de dezvoltare. O altă problemă în regiunile cu climat uscat este salinizarea solului și apei la nivel regional.

În următoarele câteva decenii, se poate anticipa nevoia unor eforturi puternice în vederea continuării creșterii populației, globalizării, industrializării și pentru reducerea sărăciei și foamei, dar care de asemenea vor produce modificări și mai mari ecosistemelor. Toate acestea fac imperioasă abordarea mai serioasă a mediului, prin integrarea corespunzătoare a problemelor care sunt interdependente.

Preocuparea hotărâtă la nivel internațional pentru încetarea degradării mediului a început acum 30 de ani, în 1972 la Conferința Mediului Uman de la Stockholm. Fragmentarea atât a cunoștințelor existente cât și a instituțiilor de guvernare este reflectată în perspectivele limitate printre diferitele grupuri profesionale și este o moștenire intelectuală din timpul renumitului filozof francez din secolul al 17-lea, Descartes. Fizicienii au înțeles în primul rând fenomenele fizice care se desfășoară la nivelul ecosistemelor, chimistii au înțeles fenomenele chimice, biologii pe cele biologice și așa mai departe. Și deoarece opiniile diferitelor grupuri diferă foarte

mult, ei avand deasemni probleme de comunicare intre ei si ceace este mai grav cu factorii politici decidentii in ceea ce priveste intelegerea si corectarea dilemelor mediului uman.

### **Abordarea a doua imperative virtual incompatibile**

O problema fundamentala in dezvoltarea socio-economica si in dezvoltarea calitatii vietii si bunastarii economice o reprezinta modificarile inevitabile ale diferitelor fenomene de mediu in care acestea apar. Datorita proceselor naturale care au loc la nivelul ecosistemelor – cele mai multe dintre ele legate de apa – aceste modificari tind sa genereze efecte secundare neintentionate la nivelul ecosistemelor locale. Rezultatul se concretizeaza uneori in divergente de interes, dispute si chiar violenta.

Mesajul conform caruia nevoile ecosistemului trebuiesc imperios respectate este deja larg raspandit printre managerii de apa. Dependenta comuna fata de apa atat a populatiei cat si a ecosistemelor face fireasca acordarea unei atentii sensibil egale corespunzatoare si ecosistemelor ca si populatiei in cadrul activitatilor de gospodarie a apei. In acelasi timp, Declaratia Millenniumului 3 emisa in anul 2000, stabilita si agreata de liderii lumii din Natiunile Unite, implica un set de imperative majore privind mijloacele de trai, care sunt toate strans legate de apa: injumatatirea pana in anul 2015 a celei circa o treime din totalul populatiei care sufera de saracie, foame, boli si de lipsa apei potabile sigure si a sanitatiei. O intrebare cruciala se refera la implicatiile imediate create de utilizarea apei, asupra diferitelor ecosisteme ca urmare a cresterii productiei alimentare, cresterea biomasei, locurilor de munca si adaposturilor pentru dezvoltarea umanitatii.

Cea mai fundamentala obligatie se refera la intelegerea dependentei umanitatii de sistemele suport ale vietii fara de care nu am putea obtine hrana, combustibili fosilii, lemnul si cheresteaua, existenta unei partii a naturii neatinse salbatice, fenomenele de polenizare a culturilor si multe altele. Apa, prin diferitele ei functii, indeplineste mai multe roluri in dinamica ecosistemelor si a sistemelor sociale. Are functia determinanta de “elixir al vietii” pentru ecosistemele terestre, de transportor al nutrientilor si a altor poluantii, si nu in ultimul rand de habitat al ecosistemelor acvatice. In sistemele sociale apa are functii sociale fundamentale pentru sustinerea vietii umane, pentru producerea hranei si a energiei; ca solvent mobil si mediu de transport; in propagarea si aplatizarea prin dilutie pana la un anumit nivel al impactului, ca moderator microclimatic, ca transportor al energiei la scara globala si

asa mai departe. Prin urmare, deoarece populatia si ecosistemele sunt cu adevarat dependente de apa, IWRM ofera oportunitatea de a prelua o abordare integrata pentru securizarea mijloacelor de trai umane si totodata si pentru protectia ecosistemelor vitale.

Pentru atingerea acestui scop, va trebui conceptualizata *abordare ecosistemica la nivelul de bazin hidrografic*. Vor trebui incorporate si coordonate toate eforturile ce se vor face pentru a proteja si a produce bunurile si serviciile necesare ecosistemelor si pe care se bazeaza si bunastarea societatii. Trebuie sa retinem ca exista multe puncte de intrare pentru interfata ecosistem-om: direct prin intermediul fluxurilor de apa la nivelele locale si indirect prin interferenta datorata permeabilitatii solului, vegetatiei generarii scurgerilor de la suprafata. Deoarece functiile ecologice ale apei sunt perturbate continuu de catre activitatile umane prin utilizarea terenului, producerea biomasei, poluarea apei si degradarea calitatii acesteia, o provocare cheie va fi de a face fata interrelatiilor dintre circuitul apei proaspete utilizabile pentru om si ecosisteme. Trebuie stabilit un echilibru intre diferitele functii ale apei aceasta fiind o sarcina chiar mai complexa decat eforturile conventionale de distribuire a apei catre populatie, industrie si irigare.

### **3. CARE SUNT RELATIILE DINTRE ACTIVITATILE UMANE SI ECOSISTEME?**

---

#### **Ce este un ecosistem?**

Fundamental, termenul de ecosistem se refera la o *serie de interactiuni dintre organisme si sistemele dependente de energia solara din care sunt alcatuite, cuprinzand atat producatori primari cat si consumatori si descompunatori*. In aceasta combinatie fluxul de energie mediaza, circuitul elementelor (inclusiv apa) si structura spatiala si temporală a vegetatiei. Un ecosistem poate fi gasit la orice nivel si orice scara, pornind de la global si pana la local. La nivelul superior al scarii, sistemul suport al vietii planetei noastre este un ecosistem alimentat cu energie solara si mentinut unit cu ajutorul circuitului apei care functioneaza ca si circuitul sanguin. La nivelul inferior al scarii, sistemele biotice locale sunt mentionate ca ecosisteme diferite dar interdependente: pasune, padure, lac, curs de apa si asa mai departe. Acesta este tipul de ecosistem care sustine societatile locale cu cele mai multe necesare vietii cum ar fi recoltele, nutretul, combustibil din lemn, cherestea, peste, carne si asa mai departe si de care locuitorii planetei au nevoie si deci au grija acestora .

In sens mult mai generic, ecosistemele pot fi vazute ca “factori de productie” esentiali si dinamici pentru dezvoltarea sociala si economica (Folke, 1997). Ecosistemele produc cantitati imense de resurse regenerabile si servicii pe care se bazeaza societatea umana. Aceasta inseamna ca utilizarea de catre om a acestor resurse si servicii este dependenta de existenta, operarea si mentinerea ecosistemului multifunctional in care fluxurile hidrologice reprezinta fluxul sanguin.

Deoarece ecosistemele sunt cu adevarat dependente de apa, a devenit esential ca legaturile dintre apa si ecosisteme sa fie clarificate corespunzator. Indrumarea din literatura privind legaturile dintre hidrologie si ecologie este, din nefericire, limitata. Hidrologia este un domeniu al inginerilor concentrat pe fenomene de relevanta sociala privind debitul raurilor, in timp ce ecologia este domeniul biologilor centralizat pe legaturile climat/ecosistem si analiza sistemelor ecologice complexe. Prin analizele lor acestia din urma au considerat apa ca un alt factor de mediu printre alti factori, abordat prin indici simpli.

Specialistii in ecologie si-au directionat principalul lor interes catre fenomenele ecosistemelor vizibile, in special catre ecosistemele acvatice si zonele umede. In termenii ecosistemelor terestre, ei au pus accentul pe intalnirea dintre apa si plante la suprafata solului si, in particular, asa numita “functie a cumpenei apelor” in moderarea fluxului de apa in caz de inundatii si facilitarea fluxului de apa necesar in sezonul uscat. In regiunile de la altitudine mica cu precipitatii scazute de apa dimensiunea apei din ecosistemele terestre a inregistrat un si mai mare interes, incepand cu declaratia ca “padurile aduc apa”. Procesul de fotosinteza nu a fost mult discutat in ciuda consumului mare de apa implicat si a deteriorarilor cauzate de scurgerile de suprafata cand nu se mai petrece, pentru a fi considerat si discutat mai tarziu, ca urmare a modificarilor privind acest consum ca si prin modificarile cauzate de acoperirea terenului.

Cresterea interesului privind apa in comunitatea ecologica are echivalent in cresterea interesului privind ecosistemul in comunitatea hidrologica si este reflectata in Raportul Mondial de Actiune al Apei (Decembrie, 2002). Desi se insista pe nevoia unei abordari a managementului bazat pe ecosistem, acest raport subliniaza in mod esential actiunile legate de apa in zonele umede si in ecosistemele

acvatice si pune accentul pe domeniul mediului, poluarea apei si dezvoltarea infrastructurii.

Din nefericire, termenul “ecosistem” nu este foarte cuprinzator cand este privit din perspectiva managementului apei. Cand este privit din perspectiva bazinului de receptie, termenului i se pot da doua interpretari complementare:

- 1) sistem suport al vietii ca atare, de care depinde bunastarea din punctul de vedere al serviciilor ecologice de baza pe care acesta le furnizeaza;
- 2) componente biologice de mediu specifice locului analizat, avand o valoare sociala specifica pentru locuitorii zonei (ex. zona umeda, padure, lac, etc.).

### Oamenii si ecosistemele impart aceeasi apa

In bazinul hidrografic precipitatiile de ploaie receptionate sunt distribuite intre mediul natural si societatea umana si intre sistemul acvatic si cel terestru. Aceasta este, prin urmare, o unitate indisolubila in care poate fi realizat echilibrul dintre om si natura. Toate caderile de ploaie din interiorul aceluasi bazin constituie resursa de apa iar aceasta este impartita de toate activitatile dependente de apa, Figura 1.

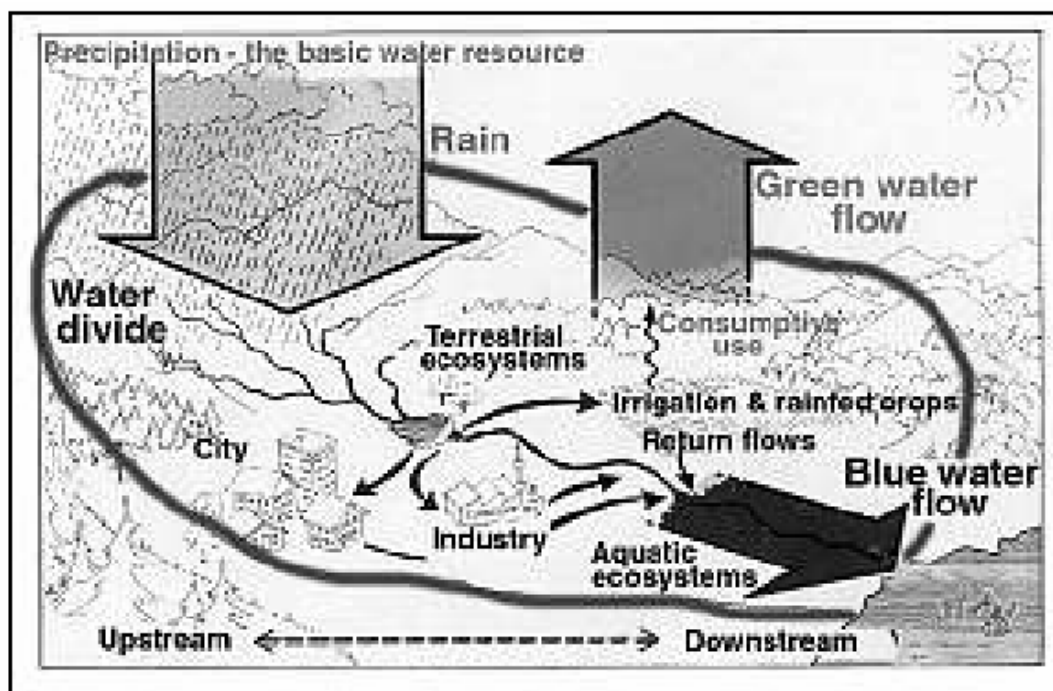


Figura 1. Din perspectiva ariei de drenare a unui bazin, precipitatiile cazute in toata zona reprezinta resursa de apa propriu-zisa, din care o parte este consumata de productia de plante si prin evaporarea de pe suprafetele umede (flux de apa verde), in timp ce surplusul este descarcat in rauri si straturile acvifere (fluxul de apa albastra), disponibil pentru utilizarea sociala si ecosistemele acvatice.

Dupa atingerea suprafetei solului, precipitatiile ploaie-zapada sunt repartizate in fluxul vaporilor de “**apa verde**” care sustine ecosistemele terestre si fluxul “**apei albastre**” care sustine ecosistemele acvatice si este accesibil utilizarii umane.

Sistemul fluxului de **apa verde** este reflectia consumului de apa de catre paduri, pasuni si terenurile agricole neirigate. Acesta sustine ecosistemele terestre in general si in particular productia recoltelor neirigate. Fluxul **apei albastre** se misca de sus in jos, de la sistemul terestru la cel acvatic, si in aceasta miscare este accesibil utilizarii sociale. Prin retragerea apei aceasta este “adunata/colectata” pentru a sustine activitatile umane care depind de apa si asa este transmisa localitatilor si industriilor. Dupa utilizare, aceasta se intoarce in sistemul acvatic ca un re-flux de ape reziduale, incarcata cu poluanti, in afara de cazul cand a fost realizata tratarea apei reziduale pe scara larga. **Apa albastra** este de asemenea adunata in mod special pentru sustinerea irigatiilor. In timpul utilizarii, o parte din acesta apa – utilizarea pentru consum – se va transforma in flux de apa verde, in timp ce surplusul (partea neconsumata) formeaza un re-flux al apei albastre. Re-fluxul este deseori incarcata cu substante chimice din agricultura si cu nutrienti ai solului care determina eutrofizarea in rauri si apele costiere unde apa este varsata.

### **Drumul catre securitatea umana implica modificari ale ecosistemului**

Asa cum s-a precizat mai devreme, omul este foarte activ in interactiunile sale cu fluxul de apa albastra: pe de o parte prin utilizarea si adaugarea de contaminanti, iar pe de alta parte prin interactiunea directa si modificarea ecosistemului, in particular a vegetatiei, solurilor si fluxurilor de apa (Falkenmark and Mikulski, 1994). Vegetatia poate fi taiata (defrisari) sau alterata (dezvoltarea agricola, reimpaduriri) in efortul de a acoperi nevoile sociale ale societatii pentru hrana, tesaturi/haine, combustibil din lemn/cherestea si altele. Solurile sunt manipulate prin remodelarea suprafetei terenului prin arare/cultivare, drenare, impermeabilizarea zonelor urbane si asa mai departe. Si fluxurile de apa sunt manipulate prin forarea si pomparea apei subterane pentru resursele de apa rurale si urbane, prin conducte si canale pentru transportarea apei de suprafata catre orase si industrii si schemele de irigare, prin rezervoare si diguri/baraje pentru a asigura rezerva de apa de la sezonul cu surplus de resurse de apa si folosirea acesteia, la sezonul cu deficienta de apa. Rezervoarele pot fi folosite pentru controlul fluxului, pentru reducerea riscului inundatiilor in aval si pentru asigurarea resurselor de apa in timpul perioadelor secetoase ale anului.



Activitatile umane sunt conduse de cerintele sociale pentru sustinerea vietii – apa, hrana, material lemnos, energie si adapost. De la liderii societatii se asteapta asigurarea sau cel putin facilitarea accesului la aceste bunuri si servicii, esentiale pentru eradicarea saraciei si bunastarea populatiei (imperativ al traiului uman), vezi Figura 2 (Falkenmark, 1997).

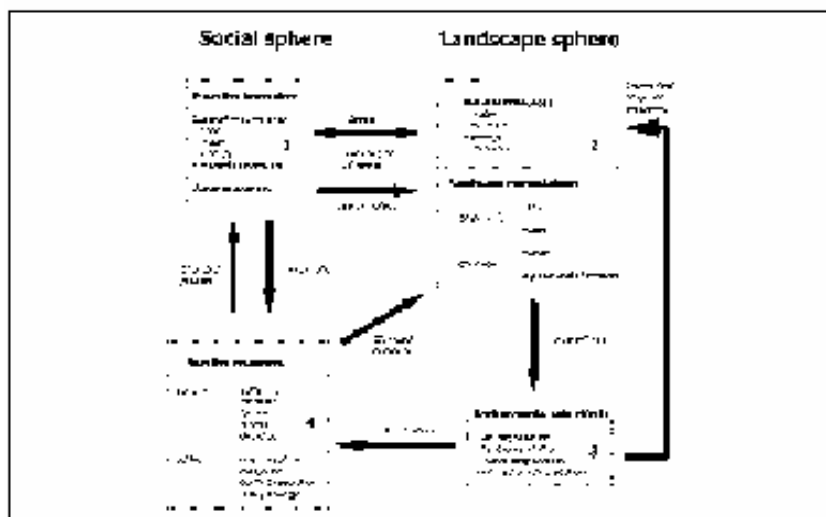


Figure 2. Activitatile umane in zonele locuite (from Falkenmark, 1997).

Aceste eforturi implica *interferenta fizica* atat la nivelul terenului (curatare, cultivare, etc.) cat si a cailor de apa (fantani, conducte, rezervoare). *Interferenta chimica* provine de la diversele emisi cum ar fi gazele de esapament, deseurile solide, apele reziduale si substantele chimice agricole. Fundamental, productia deseurilor tinde sa urmeze activitatile umane si dezvoltarea socio-economica (Falkenmark and Lundqvist, 2000). Datorita proceselor naturale care au loc la nivelul ecosistemelor, aceste interferente vor fi reflectate in efecte secundare neintentionate, in particular si in cadrul unora din procesele legate de apa. Rezultatul va fi deteriorarea calitatii aerului (ex. ploile acide), degradarea productivitatii terenului (ex. deteriorarea fertilitatii, exfolierea padurilor si a solului), deteriorarea calitatii apei (ex., poluarea cu bacterii, poluarea cu nutrienti, poluarea cu substante toxice). Cand aceste fenomene se modifica, ecosistemele vor fi deteriorate in sensul intensificarii efectelor mutante fiind de fapt deteriorarii ale ecosistemului (terestru, acvatic) si pierderea rezilientei, adica a capacitatii ecosistemului de a face fata perturbarilor, atat a celor naturale precum si a acelor induse de om. Toate aceste efecte laterale vor submina baza de resurse pentru societate si prin urmare sunt fenomene serioase care trebuiesc luate in considerare . De aceea este esentiala gasirea cailor pentru realizarea unui management integrat al

ecosistemelor terestre si acvatice, care sa permita bunastarea fara a submina in mod inacceptabil sistemul suport al vietii pe care se bazeza bunastarea.

Dar exista de asemenea si legaturi inverse spre sistemul social datorita ingrijorarii generate de incapacitatea de a satisface nevoile oamenilor si de efectele secundare inacceptabile. Raspunsurile pot fi vazute ca active sau pasive: cele pasive precum morbiditatea, foametea, disputele, sau cele active ca migrarea, sperante noi, abandonarea terenurilor productive sau importul de alimente.

Este interesant de remarcat ca in Figura 2 grupurile profesionale diferite au intentionat sa-si concentreze interesul in zone diferite: ingineri in casuta 2 (dreapta sus), profesionisti in domeniul mediului si ecologisti in casuta 3 (dreapta jos), lideri in afaceri in casuta 1 (stanga sus), sociologi si politicieni in casutele 1 si 4 (stanga jos). O asemenea sectorializare contribuie in mod evident la aparitia dificultatilor in abordarea efectelor secundare ale activitatilor umane asupra mediului si realizarea unei dezvoltari durabile.

### **Modificarea abordarii raportului ecosistem-umanitate**

Faptul ca activitatile umane implica intotdeauna modificarile ecosistemelor este acum din ce in ce mai mult observat si evaluat, determinand schimbari de opinii printre ecologisti. In timp ce s-a inteles din ce in ce mai bine ca umanitatea va trebui sa traiasca cu schimbari, conceptul de dezvoltare durabila sustine potentialul si capacitatea pentru prosperitate economica si sociala. Aceasta se bazeaza pe serviciile si suportul ecosistemelor si va continua in aceasta directie si in viitorul previzibil. Abordarile actuale se orienteaza mai mult pe procese, cu accent pe interactiunile biofizice dintre apa –fluxul sanguin al biosferei – si ecosisteme.

Ideea conventionala din ultimele decenii privind asigurarea “echilibrului ecosistemului” este acum abandonata din motivele explicate in casuta 1: umanitatea trebuie sa invete sa traiasca in schimbare. S-a constatat ca stabilitatea este o exceptie din punct de vedere al legaturilor de rezonanta dintre actiunea umana si ecosistemele locale. Similar, ideea purei conservari a ecosistemelor pierde tot mai mult teren in favoarea abordarilor de management bazate pe un ecosistem dinamic.

### **Casuta 1. COEVOLUTIA SOCIETATII SI MEDIULUI**

Un punct de referinta fundamental in evolutia gandirii si conceptiilor este un studiu recent facut de van der Leeuw si colegii pivor la deteriorarea terenului in "Regiunea Mediteraneana in perioada activitatilor umane pe parcursul a 20 000 de ani". Studiul acopera terenurile aflate in stare proasta, secetele si inundatiile in Spania, salinizarea si managementul apei in Grecia de Sud, o serie de activitati tectonice si interactiuni umane cu vegetatia in Grecia de Nord-Vest, si 7000 de ani de activitate umana in valea fluviului Rhone din Franta. Se sugereaza ca nici un set individual de dinamici naturale n-ar putea fi identificat a fi responsabil pentru degradarea constatata a terenului. Mai degraba a fost rezultatul unui set convergent de procese sociale care a interactionat si continua sa interactioneze cu mediul inconjurator, adica o *coevolutie a proceselor de mediu si sociale*. Grupul de cercetare a realizat ca reactia umana la modificarea mediului, este mai putin directa si activa decat la alte specii, deoarece societatea trebuie intai sa realizeze si sa constate acea modificare inainte ca sa raspunda/riposteze in mod constient. Relatiile sunt prin urmare, mai degraba de rezonanta decat de cauza/efect. Studiul a pus in discutie de asemenea si ideea durabilitatii in sensul continuarii vietii asa cum facem noi dintotdeauna; o idee care se bazeaza pe prezumtia ca stabilitatea este naturala si realizabila din punct de vedere uman. Perspectiva pe termen lung a studiului, totusi, sugereaza ca acestea este o iluzie. Deoarece s-a constatat ca actiunile umane devin un factor structural major al dinamicii sistemelor ecologice, conceptia anterioara conform careia natura si societatea ar fi sisteme aproape de echilibru este acum inlocuita de o imagine dinamica. Stabilitatea este probabil o exceptie care ar merita o analiza aparte. In consecinta, decat sa presupunem stabilitatea si sa analizam schimbarea, trebuie sa presupunem schimbarea si sa analizam stabilitatea.

Supraexploatarea resurselor naturale in civilizatiile timpurii a condus de-a lungul mileniilor la degradarea mediului, uneori asa de severa ca a determinat prabusirea intregilor societati. Un exemplu este dezvoltarea si caderea societatii umane in Insula Pastelui din Oceanul Pacific. O societate centralizata si bine organizata, ghidata de impulsul de a demonstra puterea fata de triburile invecinate si condusa de un lider care incearca sa-l depaseasca pe urmatorul, a fost capabila sa modifice un ecosistem de la sistemul de paduri deschise naturale la starea aproape de desertificare completa. Cauza principala a fost despadurirea extinsa pentru producerea materialului lemnos necesar pentru transportarea statuiilor urias de piatra de la carierele din interiorul insulei pana la platformele de-a lungul coastei, unde ele au fost inaltate. Doua sute de statui enorme inca au ramas in timp ce mai mult de sapte sute au fost abandonate intr-un anumit stadiu de pregatire in timpul prabusirii ecosistemului. Despadurirea a avut cel mai probabil ca rezultat vanturi puternice si eroziuni cauzate de apa, degradarea tot mai accentuata a solului care, datorita conditiilor naturale, a fost vulnerabil in mod firesc la eroziune.

#### 4. DEPENDENTA FATA DE APA A ECOSISTEMELOR

**S**ocietatea umana este un subsistem al biosferei in care apa este un element cheie.

Umanitatea depinde in mod critic de ecosistemul global care ofera resurse regenerabile si servicii ecologice, Figura 3. Activitatile umane pentru imbunatatirea bunastarii sociale sunt conduse de factori sociali si sunt influentate de sistemul institutional, dar aceasta implica si generarea deseurilor precum si alte perturbari care influenteaza functionarea ecosistemelor. In timp ce conceptul de ecosistem este definit din punct de vedere biologic ca o interactiune dintre grupuri de organisme care traiesc intr-un anumit mediu bio-fizic, conexiunea si legatura catre hidrologie si managementul apei reprezinta factorul determinant in care apa influenteaza un anumit ecosistem, adica caracteristicile apei care determina habitatele, conditiile de dezvoltare si asa mai departe.

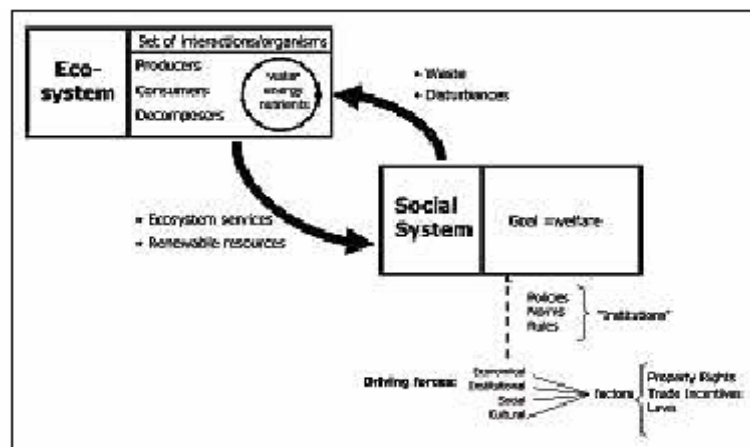


Figura 3. Umanitatea depinde in mod critic de ecosistemele care ofera resurse regenerabile si servicii ecologice. Activitatile umane de imbunatatire a conditiilor de viata sunt conduse de forte de conducere sociale si influentate de sistemul institutional, dar implica generarea deseurilor si alte perturbari care influenteaza functionarea ecosistemelor.

Ecosistemele furnizeaza "servicii" ecologice in dependenta cu factorii productivitatii ecosistemului terestru (material lemnos, combustibil din lemn, plante medicinale, recolte, etc.) si deasemeni a productivitatii ecosistemului acvatic (peste, alege de mare, etc.). Ambele tipuri de productivitate trebuie mentinute intr-o continua functionare. Alte servicii ecologice se refera la procesele de importanta vitala pentru functionarea sistemului suport al vietii (Casuta 2). In timp ce ecosistemele terestre din amonte sunt implicate in repartitia apei pluviale, intre evaporare, fluxul inundatiilor si apele subterane, ecosistemele acvative din aval poarta povara activitatilor umane din amonte, reflectate in degradarea calitatii apei, saracirea raurilor si modificari sezoniere.

## **Casuta 2. UNELE SERVICII ALE ECOSISTEMELOR, DEPENDENTE DE APA**

### *Circuitul apei*

O abordare mai reusita a rolurilor complexe ale apei in sistemul suport al vietii ar trebui sa inceapa prin acordarea unei atentii mai mari circuitului apei in rolul sau de *sursa a vietii a biosferei*, adica, preluarea abordarii bazate pe circuitul apei pentru interactiunile umane cu sistemul natural. Mai intai de toate, prin implicatiile ei fizice, chimice si biologice, apa indeplineste functii de echilibru fundamentale in circuitul apei. Apa disipeaza variatiile de energie solara in spatiu si timp prin intermediul a trei proprietati importante ale proceselor, cu sub-procese componente care se echilibreaza reciproc:

- *fizice* prin interactiunea dintre evaporarea-formarea norilor si condensarea-ploilor sau alte forme ale precipitatilor, de importanta majora pentru redistribuirea energiei pe planeta
- *chimice* prin interactiunea din procesle de cristalizare si dizolvare, de importanta fundamentala pentru redistribuirea substantelor solubile pe planeta
- *biologice* prin interactiunea dintre moleculele de apa care se dezintegreaza ca prima etapa in procesul de fotosinteza si mai tarziu reasamblarea prin respiratie. Hidrogenul eliberat formeaza celuloza, in acest proces eliberandu-se oxigenul.

### *Functiile cheie si legaturile*

*Serviciile ecosistemului* sunt de importanta decisiva in functionarea sistemului suport al vietii. Unele servicii ecologice sunt evidente, altele au ramas ascunse. Prin abordarea sistematica acestea pot fi structurate astfel:

- servicii *fizice* precum ar fi de exemplu absorptia fosforului in sol; eroziunea si sedimentarea namolului; interceptia precipitatiilor; facilitarea infiltrarii apelor pluviale in sol
- servicii *chimice* precum generarea oxigenului si preluarea bioxidului de carbon in procesul de fotosinteza; denitrificarea; eliberarea nutrientilor prin biodegradare
- servicii *biologice* precum fotosinteza, polenizarea, dispersia semintelor, controlul daunatorilor, productia de biomasa, si crearea macroporilor in sol.

*Sursa: Ripl (1995), Daily (1997), FAO (2000)*

## **Ecosistemele terestre**

Ecosistemele terestre joaca un rol fundamental in procesul de generarea a scurgerilor de suprafata deoarece consuma cantitati uriase de apa verde, de fapt doua treimi din precipitatiile continentale, vezi casuta 3.

Procesul de fotosinteza implica utilizarea de consum a apei care este dependenta de climat. Apa este una din cele doua materii prime in proces, bioxidul de carbon fiind cealalta. Procesul incepe prin dezintegrarea moleculelor de apa urmate de o reactie

biochimica secundara in care hidrogenul eliberat reactioneaza cu bioxidul de carbon din aer, formand molecule de zahar care constitue blocul de constructie de baza al biomasei plantelor (Waterlow et al., Eds, 1998). Totusi, cand stomatele de pe frunze se deschid pentru a prelua bioxidul de carbon planta pierde apa prin difuzie, iar apa pierduta este reinlocuita prin fluxul de apa din radacini.

### **Casuta 3. ECOSISTEMELE TERESTRE CONSUMA APA**

Ecosistemele terestre se hranesc cu apa infiltrata. Privind la scara globala ele consuma doua treimi din cantitatea totala de precipitatii de pe continente:

- terenuri cultivate (inclusiv buruieni si periferii)	6800 km <sup>3</sup> /an
- pajisti temperate si tripocale	15100
- paduri temperate si tropicale, tinuturi paduroase	40000
- mlastini, balti, si mocirle	1400
- tundra si desertul	5700
- alte sisteme	2000

Total 71000

Acesti 71 000 km<sup>3</sup>/an constitue fluxul total de apa verde din continente, adica, evapotranspiratia continentala. In figura 4 se vizualizeaza repartitia apei continentale aratand importanta fundamentala pentru fluxul de apa albastra a fluxului de apa verde implicat in utilizarea apei de consum de catre ecosistemele terestre, inclusiv productia recoltelor. Se prezinta de asemenea proportia la scara relativ mica a utilizarii apei care a fost punctul central al managementului trecut al apei si a fost discutat de Comisia Mondiala a Apei. Retragerile/captarile totale ale apei au fost estimate la 3900 km<sup>3</sup>/an din care 2600 reprezinta ce a fost utilizat pentru consum si ce ramane, 1300 constitue apa returnata re-fluxul.

*Sursa: Rockström et al., (1999), Cosgrove and Rijsberman (2000)*

Ecosistemele pot fi usor diferite in ceea ce privesc deosebirile principale dintre pajisti si paduri si din punct de vedere al vegetatiei caracteristice, cu specii dominante care se modifica odata cu clima.

#### *Pajistile*

Pajistile includ stepa, preeriile si pajistile de savana. De un interes major in tarile cel mai putin dezvoltate sunt ecosistemele terestre din zonele uscate, caracterizate printr-o productivitate biologica scazuta. La tropice precipitatiile sunt influentate de variabilitatea puternic sezoniera, interanuala si pe termen lung, iar necesarul de evaporare al atmosferei este mare astfel incat coronamentul este deschis, adeseori avand sub 30% acoperire de plante. Structura vegetatiei este destul de complexa, cu spatii aride intinse (Wainwright et al., 1999). Resursele de apa constitue controlul dominant privind cresterea si intretinerea plantelor. Datorita variabilitatii extreme plantele trebuie sa se adapteze, adica, sa incerce sa minimizeze impactul variabilitatii

climatice prin raspunsuri intarziate, cicluri de dezvoltare, structuri grupate sau unite si altele.

Sincronizarea, intensitatea, sezonalitatea si multe alte caracteristici ale precipitatiilor determina menirea hidrologica a apei pluviale. Chiar si lichenii pot fi o componenta semnificativa a vegetatiei, cu capacitatea de a prelua ploaia, roua si vaporii de apa. Datorita coronamentului deschis si suprafetelor de sol larg expuse, productia de sedimente este de o importanta speciala in zonele uscate. Acoperirile cu putina vegetatie determina complexitatea transferurilor sol-vegetatie-atmosfera, iar degradarea teren-suprafata poate avea feed-back-uri atmosferice in ceea ce priveste alterarea structurii precipitatiilor in directia vantului (Savenije, 1995).

#### *Paduri si tinuturi paduroase*

In paduri si tinuturile paduroase pierderile de interceptie din frunzis pot fi considerabile, dar sunt destul de diferite in zona temperata fata de cea tropicala. Pierderile sunt deseori mai mici in padurile cu coronament sezonier (Roberts, 1999). Transpiratia tinde sa fie sub potentialul de evaporare si fara mari diferente intre padurile tropicale si cele temperate. Padurile tropicale pot avea radacini de 15 m adancime, dar functia lor ramane inca neclara. In conditii uscate, infiltrarea poate fi ajutata de scorjirea radacinii in timpul perioadelor uscate, dar pot fi si alte conducte in sol. Umiditatea solului este supusa unor variatii considerabile cauzate de diferentele in infiltratie si preluarea de catre radacini. Cea mai multa vegetatie de padure poate avea 50 procente din radacini mai lungi de 30 cm. Intinderea laterala a radacinilor corespunde in marime cu coronamentul padurilor umede, dar in tinuturile paduroase semiaride este mult mai mare si defineste distanta dintre copaci cum sunt de exemplu in savana (Eagleson and Segarra, 1985).

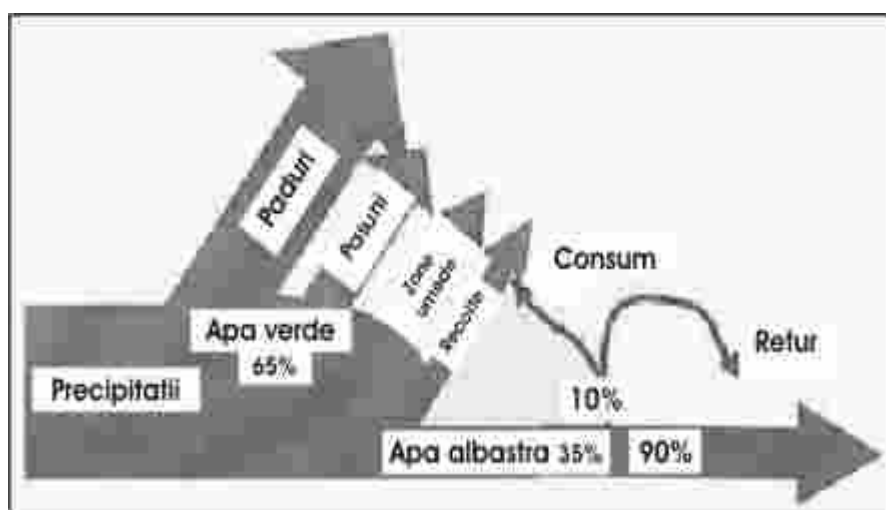


Figura 4. Utilizarea apei de consum de catre ecosistemele terestre privite din perspectiva globala (dupa Falkenmark, SIWI Seminar 2001).

## **Ecosistemele acvatice**

Sistemele de apa albastra si ecosistemele acvatice pe care le gazduiesc ofera beneficii nu doar pentru cursul de apa ci si multe altele cum ar fi utilizarea recreationala, navigatie, diluarea poluantilor si desigur cea mai importanta asigurarea habitatului, de exemplu din zonele umede. Multe altele se mai pot mentiona cum ar fi resursele de asigurare a vietii care pot fi extrase din apa albastra precum pestele, pasari de apa, crustacei, meduze si asa mai departe (Postel and Carpenter, 1997).

### *Cursuri de apa*

In cursurile de apa, miscarea apei este considerata a fi cel mai important factor care afecteaza distributia vegetatiei (Large and Prach, 1999). Arealurile cursului de apa tind sa aibe o distributie neuniforma a macrofitelor datorita amestecarii vitezelor mici si mari ale fluxurilor si diferentelor de distributie a sedimentului. Dar conditiile sunt in acelasi timp interactive in sensul ca macrofitele tind sa reduca viteza fluxului si sa intensifice sedimentarea, oferind astfel arealuri pentru nevertebrate si pesti. Viteza fluxului este unul din factorii determinanti principali ai distributiei speciilor in sistemele riverane, dar in acelasi timp si contributia acumularii si revarsarii apelor subterane are o importanta foarte mare (Wood et al., 2001).

Cand integritatea biotica si functia ecosistemului trebuie mentinute, trebuie printre altele protejate comunitatile de nevertebrate (Buffagni, 2001). Cerintele arealului in termenii debitelor/fluxului, oxigenului si preferintelor de temperatura specifice pot fi atunci evaluate astfel incat sa asigure atat respiratia cat si nutritia (Freistühler et al., 2001). In acest fel fluxurile acceptate ecologic pot fi determinate impotriva producerii de nevertebrate benthice si existentei viitoare a speciilor individuale. Dinamica sezonalitatii inundatii/seceta este esentiala pentru biota, care a fost adaptata datorita faptului ca fluxul maxim are loc doar cateva luni pe an. Orice modificare in timp si magnitudine a inundatiilor va afecta, prin urmare, biodiversitatea in raurile tropicale.

In raul Mekong, de exemplu, multe specii de peste migreaza catre amonte pentru a se reproduce in timpul inundatiilor in sezonul umed si catre aval in timpul sezonului secetos. Pestii migratori in amonte depun icrele in zonele inundate in timpul sezonului ploios si apoi se aduna in canalele raurilor sau lacurile laterale in timpul sezonului secetos. Alte specii de peste folosesc cresterea nivelului de apa pentru a ajunge la mlastini, paduri inundate, orezarii, meandre, toate functionand ca teren pentru hranire, adapost si loc de depunere a icrelor (Dudgeon, 2000).



### *Lacuri*

Ecosistemul lac este strans legat de apa si influxurile chimice din bazinul de receptie (Wetzel, 1999). Lacurile sunt depresiuni topografice care au fost umplute cu apa din bazinul de drenare. Ele sunt afectate de schimbul vertical de apa prin modificarile datorate combinatiilor dintre precipitatii si evaporatii. Bazinul de drenare furnizeaza o intrare chimica specifica de natura ionica care caracterizeaza compozitia chimica totala a influxului de apa. O data ajunsa in lac, calitatea apei este modificata de schimbul vertical de apa. In lacuri, unde exista deci si un input vertical influxul ionic este diluat de exemplu de precipitatii, dar tot in lacuri unde exista o pierdere verticala a apei, exista o descrestere hidrologica care mareste concentratiile ionice.

Ca o consecinta, caracteristicile arealului lacurilor difera, in conformitate cu rolul relativ jucat de schimbul orizontal de apa opus celui vertical. Unele lacuri sunt dominate de schimbul de apa orizontal cu influente verticale neinsemnate si sunt, prin urmare, caracterizate prin sistemul de flux continuu cu refacerea destul de rapida a masei de apa. Alte lacuri cu bazine de drenare mici sunt dominate de schimbul vertical care le face sa fie controlate climatic si sa fie vulnerabile la fluctuatiile climatice. Cele mai multe lacuri montane sunt dominate de fluxul continuu in timp ce Marea Aral este dominata climatic. De asemenea, structura biologica si metabolismul lacului sunt strans legate de fluxurile hidrologice si de incarcaturile chimice pe care le transporta din bazinul de drenare (Wetzel, 1999). Lacul poate fi influentat de raspunsurile sistemului de ape subterane care provin din modificarile cauzate de utilizarea terenului din bazin. Pierderile de apa in atmosfera sunt mediate biologic si in combinatie cu sedimentarea ceace va face ca de exemplu in zonele litorale sa conduca la o tranzitie lenta a lacurilor superficiale in ecosisteme terestre. Astfel de procese fac din lacurile putin adanci niste aparitii tranzitorii in ecosistem.

### *Zonele umede*

Din perspectiva managerilor de apa zonele umede sunt dificil de abordat datorita varietatii lor mari privita din punct de vedere hidrologic (Mitsch and Gosselink, 2000). Zonele umede sunt un caz special definit biologic si caracterizat prin fenomene anoxice si avand un potential de oxido-reducere scazut (Wheeler, 1999), si ele reprezinta o zona umeda indiferent *de ce apa pastreaza umiditatea zonelor umede*. Din punct de vedere hidrologic distinctia poate fi facuta intre zonele umede acvatice pe de o parte care fac parte din ecosistemul acvatic (corpurile de apa superficiale), si zonele umede

*telmatice*, pe de alta parte care sunt sisteme terestre umede. Ce este caracteristic zonelor umede este ca terenul este suficient de umed pentru a sustine vegetatia tipica zonelor umede care difera in mod clar de vegetatia zonelor neumede (Pielou, 1998).

*O zona umeda este, altfel spus, definita prin vegetatie, nu prin hidrologia ei.*

Zonele umede se formeaza oriunde un teren care se dreneaza greu colecteaza suficienta apa pentru a fi acoperit sau saturat aproape permanent. Ele sunt abundente in mod particular in regiunile unde sistemele de drenare sunt dezvoltate incomplet. Zonele umede din America de Nord sunt, de exemplu, mult mai productive in sensul cresterii plantelor comparate fie cu terenurile agricole fie cu pasunile naturale (Pielou, 1998). Ele reprezinta depozite vii pentru biodiversitate. Ele sunt habitate de neinlocuit pentru un numar mare de pasari care se reproduc acolo sau se opresc acolo pentru a se hrani in timpul migrarii.

Exista cateva tipuri principale de zone umede (Pielou, 1998): mlastina, balti, mocirla, baltoace. Primele doua sunt cunoscute ca turbarii. Diferenta dintre ele este ca apa din mlastina este in principal apa de precipitatii, stagnanta si saraca in nutrienti, in timp ce apa din balti poate fi ori apa subterana ori ape de suprafata in curgatoare, bogate in nutrienti. Rezultatul consta in diferente spectaculare in ceea ce priveste vegetatia. Al doilea grup de zone umede seaca din cand in cand, iar turba nu se poate forma deoarece terenul este doar sezonier inundat. Astfel de zone umede care nu produc turba tind sa se dezvolte in climatele mai calde, si mai uscate decat turbariile. Exista doua forme principale : mocirla si baltoaca, care difera prin vegetatie. Prima are vegetatia alcatuita din copaci, cea din urma din ierburi. In mocirle nivelul apei subterane se afunda sub zona radacinilor in timpul sezonului uscat, in timp ce baltoacele au vegetatie care creste in mod constant in solul umed. Intermediare intre mocirle si tinuturile uscate sunt lunci umede care au sol cufundat in apa la cativa centimetri sub suprafata si o mare variatie a vegetatiei.

Ca urmare a deosebirilor de mai sus, rezulta ca determinantii principali ai apei din zonele umede terestre pot fi precipitatiile (mlastinile), fluxul lateral de apa (balti), apa din inundatii (mocirle si baltoace) si scurgerea apei subterane (balti si lunci umede). Multe zone umede exista deoarece infiltratia precipitatiilor a fost impiedicata de straturile impermeabile de sol sau roca care restrictioneaza percolarea descendenta a precipitatiilor.

Zonele umede pot avea functii hidrologice importante in bazinul de receptie precum reincarcarea apei subterane cand nivelul apei subterane din zona umeda este redus, reglarea fluxului unde zonele umede permit stocarea activa a apei in conditii de ape mari, modificarea calitatii apei datorita reactiilor biochimice in ecosistemul zonelor umede (denitrificare, absorptia fosforului si metalelor).

## ***5. CUM SE ECHILIBREAZA ACTIVITATEA UMANA SI PROTEJAREA ECOSISTEMULUI***

---

**D**upa cum s-a explicat mai inainte, modificarile de mediu sunt elemente esentiale in procesul de dezvoltare socio-economica dar tind – datorita evenimentelor naturale care se desfasoara in ecosistem - sa dezvolte efecte secundare asupra fluxurilor de apa, asupra cursurilor de apa, asupra calitatii ei si astfel asupra ecosistemelor dependente de apa. Cele mai multe din aceste procese care produc consecinte sunt legate de apa - repartitia apei de ploaie in contact cu vegetatia; functia de ridicare/transportare oglindeste rolul apei de solvent unic in continua miscare si de factor de eroziune; si abilitatea continua a ciclului apei de a produce efecte in lant. Deoarece ecosistemele au tendinta de a se modifica ca rezultat al acestui intreg proces, modificarile de mediu sunt cel mai ades in conflict direct cu conservarea ecosistemelor existente.

### **Cum sa accepti schimbarea**

La nivelul actual in tarile in curs de dezvoltare, provocarile cheie in ceea ce priveste mediul inconjurator tind sa fie foarte apropiat legate de dezvoltarea economica sustinuta si imbunatatirea conditiilor umane de viata (IUCN ROSA, 2002), astfel fiind amenintate utilizarea durabila a resurselor naturale si conservarea diversitatii biologice. In abordarea provocarilor speciale din tarile in curs de dezvoltare, o atentie deosebita trebuie data diferentelor hidro-climatice fundamentale intre zonele dintre tropice unde au tendinta sa se localizeze, si zonele temperate care gazduiesc multe tari industrializate (Falkenmark si Chapman, 1989; Ayebotele si Falkenmark, 1992). Principalii factori de care conduc la modificarii importante aici, sunt variatia mult mai mare de precipitatii si necesarul de evaporare mult mai mare.

### **Trei activitati umane care ameninta ecosistemele**

Factorii de stare ai ecosistemelor care sunt dependenti de schimbarile din sistemul apei indica modul in care ecosistemele sunt sau pot fi deranjate de activitatile umane. Dintre acestia se pot mentiona variatile debitului respectiv a fluxurile de pe cursurile de apa, variatia fluxului datorata sezonalitatii, nivelul apelor subterane si calitatea apei/compozitia chimica. Acestea pot fi influentate atat de activitati direct legate de apa cat si de cele indirect legate de apa.

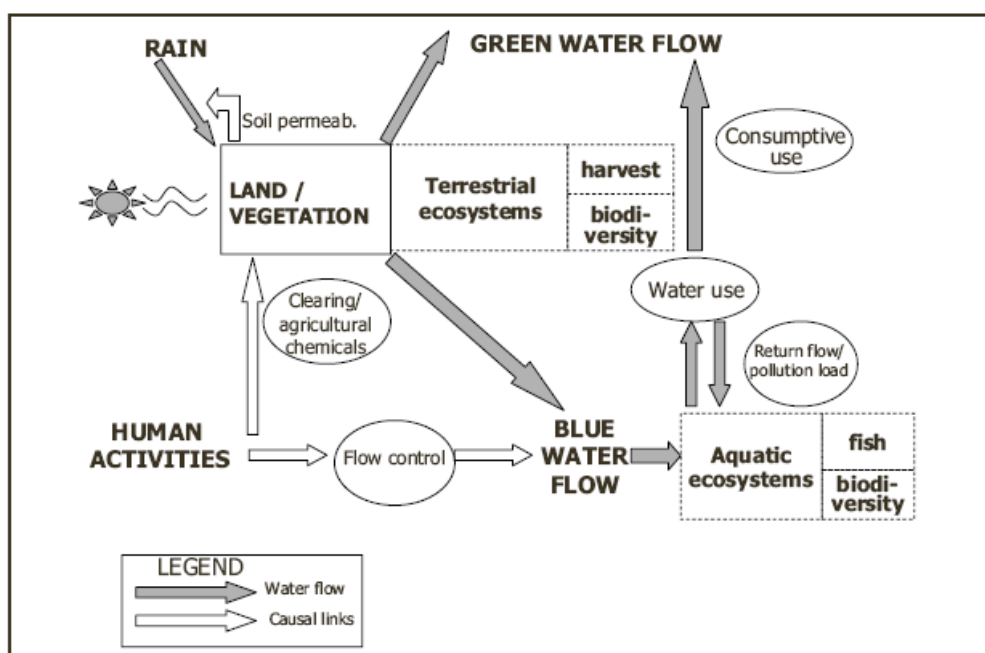


Figura 5. Activitatile umane din aria unui ecosistem, modifica fluxul de apa albastra atat direct prin structurile de control al apei si consumul acesteia, cat si indirect prin manipularile solului si vegetatiei.

In figura 5 sunt prezentate legaturile cauzale intre alterarea bunurilor si serviciilor ecosistemului pe de o parte si influentele activitatii umane asupra ecosistemului legate de hrana, apa si energie si asupra generarii venitului, pe de alta parte. Exista trei puncte esentiale identificate in aceste modificari ale factorilor si care sunt determinante pentru apa din ecosistem

- masuri de control a fluxului pentru a regla fluxul variabil/sezonal de cerere a apei;
- modificari in vegetatia ce acopera solul, care influenteaza permeabilitatea si repartitia precipitatiilor si, in consecinta generarea scurgerilor de suprafata;
- captarea apei si modificarile in post-utilizare in termenii utilizarii apei de consum si ca urmare incarcarea cu poluanti.

Doua tipuri de modificari in vegetatia ce acopera solul si in structura acestuia sunt mai semnificative si au atras o atentie mai deosebita. Acestea sunt defrisarile(vezi Casuta 4)

#### **Casuta 4. PADURILE SI APA**

Perceptia ca padurile sunt bune pentru ecosistemele acvatice si pentru resursele de apa s-a dezvoltat din observatiile care leaga degradarea solului de defrisari si reabilitarea si conservarea solului de cat mai multe impaduriri. Pentru a ajunge la aceasta concluzie a fost necesara concentrarea atentiei asupra fenomenelor vizibile ce au loc la nivelul solului, mai degraba decat asupra fenomenelor invizibile de la nivelul radacinii. Aceasta perceptie inselatoare a fost sprijinita de sectorul forestier si este adanc inradacinata in constietizarea publicului si chiar sunt "pastrate cu sfintenie in cateva documente foarte influente" (Calder, 1999). Calder a cercetat amanuntit un numar de "declaratii mama" despre paduri si apa impotriva dovezilor stiintifice si a facut urmatoarele observatii:

1. *Padurile maresc volumul de precipitatii:* ploaia este originara din umiditatea aerului care contine evaporarea marina si fluxul de apa verde din vegetatie. Din moment ce muntii si dealurile au, in general, o cantitate mai mare de precipitatii decat alte zone mai joase, vegetatia lor naturala tinde a fi padurea. Apa evaporata din paduri hraneste fluxul de vapori de apa din atmosfera si se intoarce sub forma de precipitatii in alta parte. Prin acest proces de feed-back atmosferic, defrisarea poate fi reflectata in cantitati mai mici de precipitatii in zonele mai joase.
2. *Padurile maresc scurgerile de suprafata:* scurgerile de suprafata reprezinta surplusul de apa de ploaie, surplus ce vine peste apa capatata si evaporata de frunzis si apa transpirata de la plante. In general, cantitatea de scurgeri de suprafata este mai mare in cazul pomilor cu frunze mai mari si cu radacini mai adanci, decat in cazul recoltelor anuale. Scurgerile de suprafata din zonele impadurite tind sa fie mai mici decat in zonele cu vegetatie putina.
3. *Padurile regleaza fluxurile de apa:* se refera la rolul vegetatiei in determinarea proprietatilor de infiltrare a solului si fluxul de apa in sezonul uscat, mentinut de cursurile de apa subterane. Fluxul de apa reprezinta rezultatul unui sistem de procese diverse specifice zonei. Nu este in general adevarat ca impadurirea va duce la cresterea fluxului de apa in sezonul uscat.
4. *Padurile reduc eroziunile:* exista cateva procese concurentiale: ratele precipitatiilor, generarea scurgerilor de suprafata, presiunea apei subterane, efectele de legatura ale radacinilor copacilor asupra stabilitatii unei pante, compactarea solului cu ajutorul greutatii copacilor, etc. Efectele integrate sunt atat specifice din punct de vedere al zonei cat si din punct de vedere al speciilor de vegetatie.
5. *Padurile reduc inundatiile:* studii hidrologice arata o legatura mica intre utilizarea terenurilor si generarea de furtuni, in special in bazinele largi cu un sol mixt si mai multe sub-bazine care creaza valurile lor de inundatii. Aici sunt incluse cateva procese concurentiale cum ar fi: rate de infiltrare ridicate prin paduri naturale, compactarea si drenarea solului prin proiecte de impadurire. Exista putine dovezi stiintifice care sa ateste ca cele mai mari inundatii au avut loc datorita defrisarilor.

In concluzie, este indicata o atitudine mai retinuta in ceea ce priveste vechile perceptii asupra legaturii intre paduri si apa.

*Sursa: Calder (1999), GWP (1999), Savenije (1995)*

si salinizarea solului uscat ca o consecinta a defrisarilor (vezi Casuta 5).

**Casuta 5. SALINITATEA ZONELOR USCATE DIN AUSTRALIA – EFECTUL ATAT DE MEDIATIZAT AL APEI ASUPRA MODIFICARILOR SOLULUI DE SUPRAFATA**

Una dintre problemele dominante de mediu din Australia o reprezinta salinizarea zonelor uscate si a sistemelor acvatic. Relatia intre curatarea solului si salinizare a fost larg recunoscuta de aproape un secol, dar actiuni reale de reducere sunt dificil de realizat datorita slabei impulsioni a actionarilor/a factorilor implicati. Ecosistemul terestru a acumulat de milenii intregi saruri aduse de vant dinspre ocean. O acumulare de saruri de aproximativ 10.000 de ani la rata estimata de aducere a sarurilor dinspre ocean este indeajuns pentru a explica concentratia de sare masurata in zona costala. Echilibrul de apa al vegetatiei de eucalipt indigene reprezinta o potrivire dintre precipitatii si fluxul de apa verde din acea zona. Ca rezultat, apa subterana ce spala sarea ramasa in urma evaporarii este foarte putina, iar nivelul apei subterane se regaseste foarte adanc in pamant. In acest mediu vulnerabil, defrisarea a avut rezultate ingrijoratoare in modificarea radicala a sistemului bine echilibrat. Eliminarea vegetatiei de pe sol a dus la reducerea fluxului de apa verde si la cresterea nivelului apei subterane. Rezultatul a fost prelingerea sarii in zonele mai joase - in unele zone amenintand sursele/rezervoarele de apa potabila.

Intoarcerea acestui proces de dezvoltare cu 180 de grade nu este usor de realizat doar prin masuri de gospodarire a terenurilor. Replantarea in unele zone specifice pare a fi o solutie posibila, o metoda de control acolo unde consecintele economice sunt limitate. In alte zone, s-a adoptat metoda schimbarii tipurilor de recolte de la vegetatie cu radacini mici la vegetatie cu radacini mai mari cum ar fi lucerna sau lupinul. Totusi aceste ambitii au cunoscut un succes foarte limitat, datorita lipsei de stimulente de la actionarii/factorii implicati locali. Desi existau atat tehnologia necesara cat si constientizarea, problema salinitatii nu a fost abordata serios, fapt ce deranjeaza vizavi de pozitia de lider a Australiei in intelegerea legaturilor dintre utilizarea terenului si apa, precum si programul ei ambitios de ingrijire a terenului, etc. O conditie fundamentala ce trebuie luata in considerare pentru a iesi din acest impas ecologic la nivel regional o reprezinta stimularea si motivarea detinatorilor locali de terenuri pentru modificarea utilizarii terenurilor.

Conversia padurilor poate duce la modificari considerabile in ceea ce privesc scurgerile de suprafata (GWP, 1999). Impactul asupra echilibrului local al apei datorita defrisarilor, a rezultat in scurgeri de suprafata pe termen lung si ca urmare de la un moment dat la furtuni la un nivel destul de extins in zona de influenta. In timp ce scurgerile de suprafata totale cresc in urma defrisarilor, principala sursa de crestere a volumului mobil a apei rezulta din reducerea efectului de salvare a apei prin transpiratie si prin inlocuirea copacilor adanc inradacinati cu recolte cu radacini mici. Astfel cea mai mare crestere se va inregistra in legatura cu componenta fluxului retinut/intarziat a

volumului apei din cursul de apa. In ecosistemul padurilor tropicale proprietatile hidraulice ale suprafetei solului pot fi vulnerabile la schimbari, prin compactarea datorata defrisarii si pierderea macroporilor din sol si care vor conduce la incetarea activitatii biologice .

Specialistii in mediu, adeseori revendica faptul ca padurile sunt bunuri absolut necesare pentru ecosistemul acvatic, deoarece ele maresc si uniformizeaza cantitatile de precipitatii, maresc scurgerile de suprafata, regleaza fluxurile, reduc eroziunea, reduc inundatiile, “sterilizeaza” sursele de apa si imbunatatesc calitatea apei. Aceste puncte de vedere sunt reflectate, de exemplu, in raportul IUCN – “Viziune pentru Apa si Natura” (2000) prezentat la al II-lea Forum Mondial al Apei.

### **Trei seturi de consideratii**

Din interactiunile dintre oameni si fenomenele ecologice din sistemul suport al vietii reiese ca trebuie sa se ajunga la un echilibru in procesul IWRM. In acest proces, o atentie deosebita trebuie acordata dimensiunii din amonte si aval.(Falkenmark,1999) In amonte unu bazin hidrografic sunt gazduite un numar de activitati cu *impact asupra apei*, cum ar fi: conversia utilizarii terenurilor, modificari in fluxul de apa, sezonalitatea si calitatea apei ce ajunge in aval. Actionarii din aval sunt implicati intr-un numar de activitati si fenomene *dependente de apa*, cum ar fi: atat utilizarea directa a apei in gospodarii, municipalitati, industrie, agricultura irigata, etc., cat si serviciile ecologice din cadrul zonelor riverane, a ecosistemelor acvatice si a ecosistemelor de coasta.

Dupa cum s-a mai mentionat, doua subiecte complementare trebuie evidentiata pe scala ecosistemelor: pe de o parte acolo unde se acorda o atentie deosebita unor ecosisteme specifice zonei care trebuie protejate in mod particular si pe de alta parte acolo unde o atentie deosebita se acorda unei productivitati pe termen lung in sistemul suport al vietii.

### *Asigurarea unei productivitati pe termen lung in sistemul suport al vietii*

Aceasta lucrare a evidentiat faptul ca functia cheie de asigurare a existentei generatiilor viitoare este reprezentata de capacitatea sistemului suport al vietii de livrare a hranei, a biomasei si a serviciilor ecologice de diferite tipuri, suportand in acelasi timp diferite tulburari si variatii. Sistemele ecologice terestre din amonte si aval sunt legate prin fluxurile de apa. Fluxurile de apa potabila, productiile de recolte si alte servicii ale ecosistemelor terestre sunt interconectate si interdependente. Ecosistemele acvatice din aval raspund rezultatului integrat a tuturor activitatilor realizate in amonte. Intrebarile

cheie care trebuie ridicate trebuie sa contina, de exemplu: ce volum de apa trebuie sa ramana in rau si de ce? Ce tipuri de poluanti trebuie evitati si de ce?

Un mod de a vedea legaturile intre managementul integrat al resurselor de apa si serviciile ecologice este de a gospodari bazinele de receptie ca pe un bun care livreaza o multime de apa, bunuri ecologice si servicii. Unele din aceste servicii lucreaza in armonie, iar altele sunt in conflict (GWP, 1999). Astfel, trebuie realizat un echilibru intentionat bazat pe imaginea umana incastrata in peisajul eco-hidrologic. Se poate lua in considerare o situatie in care proprietarilor de terenuri sa li se dea sarcina de a gospodari resursele naturale pentru societate ca un intreg si sa fie platiti pentru asta. Serviciile ecosistemelor si apa trebuie gospodarite intr-un mod integrat. Bazinele de receptie trebuie gospodarite intr-un mod adaptat pentru a proteja sistemul suport al vietii, de surprize si socuri si pentru a evita ca ecosistemele sa ajunga intr-un stadiu vulnerabil.

Trebuie de asemenea dezvoltate criterii, pentru a proteja capacitatea de productie pe termen lung pentru suportul vietii. Aceasta inseamna deasemenea identificarea functiilor cheie care sunt esentiale pentru productia bunurilor ecosistemului terestru de importanta sociala si economica, pentru productia serviciilor ecosistemului terestru de importanta ecologica si pentru productia serviciilor ecosistemului acvatic de importanta sociala si economica, pentru productia serviciilor ecosistemului acvatic de importanta din diferite aspecte. Umanitatea prin activitatile sale tinde sa modifice regimurile de variabilitate cu care organismele s-au abisnuit in dezvoltarea lor dealungul timpului. Variabilitatea poate fi foarte diversificata si anumite ca urmare a: tulburarilor naturale, tulburarilor nenaturale si tulburarilor combinate. De aceea, este necesara asigurarea unei anume "elasticitati" a ecosistemelor pentru a face fata schimbarilor bruste din conditiile inconjuratoare cum ar fi: furtunile, incendiile, seceta sau poluarile accidentale. Ecologistii denumesc aceasta "elasticitate" drept rezistenta fata de tulburari. De aceea, subiectul cheie este *de a asigura capacitatea de absorbtie a modificarilor continue fara a se pierde capacitatea dinamica a ecosistemelor de a sustine sursa bunurilor si serviciilor ecologice*. Este evident, din cele de mai sus, ca un punct crucial va fi modul de a proteja aceasta rezistenta a bazinului de receptie a sistemului suport al vietii sau, in particular, modul de a proteja functiile productive cheie ale acelu sistem. Sarcina cea mai dificila o reprezinta realizarea unui management adaptat bazinelor de receptie cu scopul de a modifica sistemul in asa fel incat optiunile viitoare sa fie protejate si sigure. Prabusirea trebuie evitata cu orice pret



prin actiuni realizate din timp, iar resursele terestre si acvatice trebuie protejate pentru generatiile urmatoare (vezi Casuta 6).

#### **Casuta 6. REZISTENTA PE TERMEN LUNG IMPOTRIVA SCHIMBARI**

Exista doua tipuri de rezistenta - sociala, adica: capacitatea societatii de a face fata situatiilor existentiale si prin institutiile sale, si rezistenta ecologica, adica: capacitatea ecosistemelor de a face fata situatiilor existentiale. Rezistenta asigura capacitatea de absorbtie a schimbarilor fara a pierde functiile si proprietatile de baza sub stres, si de a se recupera in urma deteriorarii prin abilitatea de auto-organizare pentru refacere/restaurare si reorganizarea care urmeaza schimbarii. Cand un sistem social sau ecologic pierde rezilienta devine vulnerabil la modificari care nu ar mai putea fi absorbite in timp. Are loc o modificare a starii care poate cauza probleme sociale datorate unei perturbari a modului de viata anterior. Pe masura ce rezilienta este in declin, are nevoie de evenimente externe din ce in ce mai mici care sa cauzeze catastrofe. Reducerea rezilientei inseamna, altfel spus, cresterea vulnerabilitatii. De exemplu, cresterea vulnerabilitatii din punct de vedere social si economic ca o consecinta a rezilientei scazute prin degradarea solului si seceta poate cauza pierderea mijloacelor de trai si declansa tensiuni si conflicte privind resursele critice precum apa proaspata si hrana.

Regula de aur va fi de a nu permite degradarii sa continue sa mearga mai departe, adica, sa se apropie de colapsul starii ecosistemului. Scopul managementului bazinului trebuie sa fie de a proteja baza sistemului suport al vietii din regiune. Ecosistemele trebuie sa fie protejate de intensificarea modificarilor care le pot trece intr-o stare diferita cu mai putina elasticitate/rezilienta fata de modificarile inevitabile care apar surprinzator. La nivelul de intelegere actual, atentia ar trebui acordata variabilelor usoare care influenteaza functionarea ecosistemului in cauza. Aceste variabile includ utilizarea terenului, stocarea nutrientilor, insusirile solului si biomasa organismelor longevive. Deoarece atat utilizarea terenului cat si proprietatile solului sunt legate puternic de procesele si rolul apei, variabilele apei vor trebui sa fie atasate nivelului urmator de intelegere, in primul rand regimul fluxului de apa, fluxul de apa verde si poluarea toxica a apei.

In timp ce rezilienta este un tampon impotriva perturbarilor, acest tampon este furnizat prin *diversitatea biologica*, care actioneaza ca prima asigurare in acest context. Diversitatea biologica este de asemenea importanta in furnizarea functiilor pentru refacerea capacitatii ecosistemului pentru generarea serviciilor ecologice esentiale. Pierderea biodiversitatii reduce rezilienta ecosistemului la modificari si ameninta functionarea ecosistemului ca baza pentru activitatea economica si bunastarea umana. Intr-un ecosistem particular multe specii pot avea functii similare, adica, intr- un anumit grad copiindu-se una pe alta. O compozitie minima a organismelor trebuie prin urmare mentinuta, pentru a se asigura ca relatiile dintre producatorii primari, consumatori si descompunatori sa fie sustinute, pentru a continua medierea fluxului de energie, circuitul elementelor si structura spatiala si temporală a vegetatiei.

Pentru a sustine orice functie a ecosistemului, apa proaspata furnizeaza baza pentru procesele implicate – o baza care a fost neglijata mult in trecut.

*Sursa: Folke et al., (2002)*

### *Protectia specificitatilor ecosistemului local*

Intr-un bazin pot exista componente biologice specifice unui anumit ecosistem care necesita sa fie protejate datorita unor specii endemice interesante, biodiversitatii de valoare, frumusetii peisajului terestru si riveran, valorilor sociale particulare si asa mai departe. Protectia ecosistemului local poate fi motivata emotional si/sau ecologic. In fiecare sens protectia trebuie sa insemne esentialmente a proteja ecosistemul de riscul copalsului sau trecerii la o stare diferita, periculoasa si nedorita, de exemplu un lac limpede sa devina turbure; paduri care se prabusec; un teren semiarid care trece din pasune in vegetatie lemnoasa; un agrosistem de tip savana care trece la un nivel de productivitate mai scazut; un ecosistem de tip savana amenintat de reducerea precipitatiilor datorita conexiunii inverse a umiditatii atmosferice ce poate pleca de la defrisarea terenului invecinat (Savenije, 1995). Semnalele schimbarii pot aparea si uneori cauza colapsul complet al ecosistemului, productii alterate reduce/modificate de recolte, amestec de vegetatie alterata si modificarea turbiditatii in cazul unui lac. Circuitul apei este esential in procesul de degradare a ecosistemului. Pe de o parte aceasta transmite perturbarile; pe de alta parte furnizeaza un set de puncte de intrare diferite/multiple pentru perturbari.

Pentru controlarea starii diferitelor ecosisteme trebuie identificati parametrii determinanti ai apei (fluxurile de apa, cursurile de apa, sezonalitatea fluxului, nivelul apei subterane, calitatea apei/caracteristicile chimice, etc.), determinanti care pot fi influentati direct, dar la fel de bine si indirect, prin captarea ce conduce la retragerea apei, utilizarea intensiva si necontrolata a apei pentru consum, cresterea incarcaturilor de poluanti, utilizarea terenului care influenteaza partitia apei, masurile de control al fluxului si asa mai departe.

### *Compatibilitatea interna a bazinului*

In cadrul bazinului legaturile biofizice influenteaza compatibilitatea interna a utilizarii terenului, utilizarea apei si protectia ecosistemelor. Ne referim in mod special la diferitele legaturi ale fluxului de apa: utilizarea terenului influenteaza generarea scurgerile de suprafata, utilizarea apei de consum influenteaza fluxul riveran, incarcatura cu poluanti influenteaza calitatea apei, iar in general fluxul din bazin leaga oportunitatile din amonte de cele din aval. In ceea ce privesc ecosistemele acvatice este esential a asigura situatiile acceptabile legate de habitat prin evitarea oricarui tip de poaluare a apei care le-ar aduce in strea de degradare. Fluxul de mediu va trebui sa fie asigurat atat in sensul inundatiilor cat si a fluxurilor normle neutre ale raului.

Ecosistemele terestre sunt importante datorita rolului lor in producerea/reducerea scurgerilor de suprafata. Ele pot fi de asemenea importante pentru protectia si asigurarea reincarcarii apelor de suprafata si a asigurarii fluxului pentru sezonul uscat. Cu cat consumul de apa verde este mai mare, cu atat surplusul de apa de ploaie va fi mai mic pentru producerea scurgerilor periculoase de suprafata. Protectia ecosistemelor terestre este in mod esential o chestiune de constrangerii privind modificarea modului de utilizare a terenului.

Problema generala se reduce la gasirea cailor de atingere atat a nevoilor sociale si in acelasi timp a nevoilor de protectie a ecosistemelor. Nevoile sociale implica in general manipularea componentelor ecosistemului in privinta cursurilor de apa si acoperirii terenului. Datorita consecintelor functiilor producatoare ale apei, efectele laterale vor fi inevitabile, deranjand ecosistemele dependente de apa. In acelasi timp functiile benefice ale ecosistemului in circuitul apei trebuie luate in calcul: ecosistemele terestre sunt consumatoare de apa, dar pot facilita reincarcarea apei subterane de exemplu si drept urmare si protectia fluxului pentru sezonul uscat; ecosistemele acvatice sunt dependente de apa albastra si prin urmare vulnerabile la schimbare, cand fluxul raului, sezonalitatea si/sau calitatea apei sunt alterate, dar sunt de asemenea in interactiune cu anumiti compusi de poluare a apei, partial reducand unele din problemele de poluare a apei.

Bazinul poate fi vazut ca un mozaic de cerinte ale solului si apei partial incompatibile, astfel incat dezideratul general este de *a orchestra acest sistem complex pentru asigurarea compatibilitatii*. Aceasta va implica trei tipuri diferite de echilibrare pentru:

- satisfacerea nevoilor sociale in timp ce minimizeaza incarcatura cu poluanti adaugata si accepta utilizarea apei pentru consum care este implicata
- atingerea criteriilor ecologice minime in termenii determinantilor fundamentali ai ecosistemelor: fluxul necesar pentru mediu apei sa fie lasat neutru( minim necesar) in rauri, fluxurile protejate de inundatii si calitatea acceptabila a apei raului
- asigurarea hidrosolidaritatiei dintre nevoile sociale si ale ecosistemelor din amonte si aval (SIWI Seminar, 2001).

Bazinul functioneaza ca *sistem socio-ecohidrologic* ((Falkenmark and Folke, 2002) in care trebuie realizat un echilibru intentionat. In acelasi timp trebuie asigurata acceptarea de catre societate a rezultatelor acestor echilibrari, implementarea trebuie sa fie facuta posibila de catre institutii, prin reglementari si finantari necesare, iar implementarea sa fie realizata prin asigurarea stimulentei adecvate si prin eforturi de educatie. In ceea ce privesc aceste eforturi, complicatiile datorate caracterului conflictual vor iesi totusi

la iveala, printre altele prin schimbarile continue in sensul utilizarii ulterioare a terenului si modificari ale utilizarii apei care sunt conduse de cresterea continua a populatiei, de migrarea urbana si cresterea de crestera cerintelor si perspectivelor. In plus, intarzierea raspunsului la aceste nevoi va complica eforturile: intarzieri ale reactiilor societatii, care trebuie minimizate, si in sensul raspunsului hidrologic si din punct de vedere al reactiei ecosistemului care trebuie acceptata (Meybeck, 2001). In final, va trebui sa ne asteptam la o declansare de evenimente in sensul intervenirii comune in cazul unor situatii de seceta, inundatii si poluare.

### *Abordari practice*

Prin urmare trei directii cheie trebuie incorporate in realizarea sistemului de management (protectie-prevenire-prognoza): *protectia* serviciilor legate de apa pentru populatie, *prevenirea* deteriorarii ecosistemului si *prognoza/prevederea* modificarilor si variabilitatii. O atentie adecvata trebuie acordata faptului ca apa este implicata din diferite persepective prin multiplele ei functii paralele:

- ca suport social: sanatate, productie socio-economica, productie de hrana/material lemnos si producere a energiei
- in servicii ecologice, atat in ecosistemele terestre cat si in cele acvatice
- in amenintarile privind mediul din partea inundatiilor, secetei, bolilor
- in activitatea ei ca “distrugator tacut” prin doua functii de ridicare/transport (eroziune/sedimentare si transport material solubil).

O cale fundamentala posibila de abordare trebuie sa fie identificarea criteriilor minime sau “liniilor de baza” pentru ecosisteme si functiile lor, terestre cat si acvatice. Cand se realizeaza echilibrul de interese amonte-aval trebuie sa se actioneze de la capatul de jos din aval, dupa identificarea liniilor de baza pentru ecosistemele acvatice in sensul fluxurilor de mediu minim necesare, neangajate si a calitatii minime a apei. In continuarea acestei abordarii, trebuie ca deplasarea secventiala sa se faca in continuarea inspre amonte. (*cf.* Casuta 7). Provocarea particulara consta in identificarea determinantilor rezilientei pentru a evita colapsurile ecosistemelor.

### *Incorporarea influentelor apei verzi*

O atentie substantiala este necesara a fi acordata fluxurilor de apa verde. Insa din motive practice, managementul trebuie sa abordeze situatia apei albastre rezultante. Acesta inseamna ca influentele apei verzi asupra fluxurilor de apa albastra, printre altele generarea modificata a scurgerilor de suprafata, trebuie sa fie incorporate. Atentia

trebuie acordata scurgerilor de suprafata adaugate de-a lungul lungimii raului, locatiilor problema si partitiei apei deviate pentru consum versus reflux, poluarii adaugate si utilizarii cursului de apa. Resursa fundamentala de apa o reprezinta precipitatiile captate in balanta/cumpana apelor bazinului. Apa trebuie sa fie circulata prin bazin. In aceasta circulare “liniile ecologice de baza” care trebuie sa fie protejate trebuie sa fie incorporate, trebuie sa fie vazute relatiile amonte/aval, iar criteriile de rezilienta trebuie respectate.

#### **Casuta 7. BAZINUL HIDROGRAFIC AL RAULUI GALBEN SE INDREAPTA CATRE GOSPODARIREA APEI ORIENTATA SPRE RESURSE**

Ministerul Resurselor de Apa din China incearca sa introduca o noua gandire in ceea ce priveste managementul Raului Galben. Scopul era de a schimba managementul bazat pe proiectele actuale la managementul apei bazat pe resurse. Trei probleme majore ar trebui sa fie stapanite in bazinul hidrografic: inundatiile, unde apa este vazuta mai mult ca o problema decat o resursa; poluarea severa a apei si incarcaturile aluvionale; si insuficienta severa a apei fata de ariditatea zonei din aval.

Conform viziunii gandite Raul Galben ar trebui gospodarit pe baza criteriilor minime atat pentru asigurarea cantitatii cat si pentru calitate, incepand de la capatul de jos a bazinului deci din aval. Inaintand pas cu pas spre amonte, provincie dupa provincie, vor fi definite aflusul si eflusul pentru fiecare segment. “Linia de baza” pentru aval va fi eflusul minim necesar pentru mentinerea deschisa a deltei de gurile raului, pentru a proteja printre altele zonele umede, si a evita disparitia pasarilor; a evita eroziunea cauzata de apa de mare si intruziunea apei sarate in apa subterana. Fiecarui segment ii va fi atunci repartizat un flux din amonte si va fi responsabil pentru asigurarea si permiterea unui anumit flux pentru vecinul din aval. Controalele intersectoriale ar trebui sa includa atat cantitatea de apa cat si calitatea acesteia. In cazul in care va ramane prea putin la capatul din aval din regiune, acesta ar trebui sa fie responsabil pentru reducerea utilizarii pentru consum si/sau emisiile de ape uzate. Aceasta va necesita un management integrat al miilor de deschideri de apa de-a lungul raului, o sarcina care ar trebui sa fie in mainile guvernului din provincie.

Abordarea face diferenta dintre cerintele fluxului ecologic si de mediu. Primul se refera la fluxul necesar pentru a proteja ecosistemul acvatic, ultimul la fluxul necesar pentru a dilua emisiile de ape uzate. – cu atentie cuvenita capacitatii de autoepurare – pana la starea de calitate utilizabila acceptabila pentru un sistem ecologic corespunzator. In final, ideea este ca cea mai mare prioritate trebuie acordata functiilor ecologice ale apei, in timp ce relatiile de prioritate dintre toate celelalte utilizari ale apei vor trebui sa fie dezbatute ulterior.

*Sursa: Wang (2002)*

### *Conceptul de rau activ*

Provocarea trairii in conditiile de schimbare poate fi exemplificata prin abordarea preluata in Australia de catre Centrul de Cercetare Cooperativa pentru Ecologia Apei Propaspete din Canberra. Ei au introdus conceptul “*raurilor active*” (Whittington 2002), si definesc un rau activ sanatos ca “un rau gospodarit in care exista un compromis sustinut, acceptat de comunitate, dintre conditiile necesare ecosistemului natural si nivelul utilizarii umane.... Noi exploatam raurile noastre pentru a produce energie hidroelectrica, deviem apele lor pentru apa orasului, pentru industrie si irigatii si cultivam campurile inundate fertile ale raurilor... Raurile active nu vor arata si nici nu vor functiona in acelasi mod ca raurile neexploatate. In general, cu cat raul este mai activ, cu atat devine mai putin natural... Un compromis diferit poate fi gasit intre nivelul de functionare si pierderea gradului de naturalitate, in functie de valoarea pe care comunitatea o aloca oricarui rau.”

O componenta cruciala a acestui concept sanatos de *rau activ* este aceea ca raul este gospodarit pentru a sustine in acelasi timp, un nivel de activitate acceptabil si deasemeni starea sanatatii raului.

### *Resursa de apa*

O provocare pentru managerul de apa din viitor consta in dezvoltarea optima a resurselor de apa, inclusiv apa necesara pentru managementul de mediu responsabil. Un nou program de management al resurselor de apa din Africa de Sud a fost codificat in Documentul National al Apei din 1998. Acest document anuleaza principiul anterior referitor la gospodaria raului si prin care se asigura periodic revizuirea autorizatiilor pentru utilizarea apei. Singurul drept asupra apei ramas in acea legislatie este acela - numit *Resursa de apa*. Resursa include apa pentru atingerea nevoilor fundamentale umane si deasemeni apa pentru protectia ecosistemelor acvatice. Aceasta are prioritate fata de toate utilizarile apei, iar cerintele Resursei trebuie sa fie indeplinite inainte ca apa sa fie distribuita pentru alte utilizari. Totusi, unde apa este deja distribuita pentru utilizare, cerintele resursei ecologice vor fi atinse progresiv in timp. Opiniile privind managementul sunt de reducere a autorizatiilor de utilizare a apei pentru utilizatori specifici din bazin printr-un proces de autorizare obligatoriu care implica consultarea extinsa a publicului, dezvoltarea resurselor de apa suplimentare sau o combinatie a celor doua. Conservarea apei si gospodaria nevoilor de apa vor juca de asemenea un rol cheie in aceasta privinta pentru reducerea/asigurarea cerintelor de apa. Resursa pentru

protecția ecosistemelor acvatice se referă atât la cantitatea cât și la calitatea resursei de apă și variază conform tipului de management: natural, bun, satisfăcător, slab și puternic modificat. Ultimele două sunt considerate inapte pentru susținerea ecosistemelor funcționale. Determinarea tipului de management, obiectivele privind calitatea resursei și Resursa vor fi în mod normal preluate ca un exercițiu integrat. Procedurile se vor alinia de la metode de rezoluție rapidă și redusă la metode de rezoluție mai mare și mai intensă care pot fi utilizate flexibil în funcție de cerințele managementului. Ele vor fi aplicate într-o abordare în faze pentru obținerea întregii acoperiri a tuturor resurselor de apă semnificative conform programului pentru autorizarea obligatorie - care se va extinde probabil pe o perioadă de 20 ani. Prin urmare, resursa a depășit toate celelalte cerințe ale managementului resurselor de apă în sensul stabilirii cerințelor privind fluxul de apă și a introdus un nou element de urgență cu privire la nevoia de cuantificare a cerințelor fluxului ecologic pentru multe râuri din Africa de Sud. Împreună aceste două nevoi reprezintă prima prioritate. Resursa ecologică a fost cuantificată pentru fiecare râu și se ridică la o medie de 20% din fluxul mediu anual (vezi Casuta 8).

#### *Activitatea de reducere a debitului cursurilor de apă*

Legea Apei din Africa de Sud identifică ca utilizare posibilă a apei orice activitate bazată pe sol care reduce debitul, de exemplu împădurirea comercială sau producția agricolă, care folosesc mai multă apă decât vegetația naturală (vezi Casuta 9).

În situații extrem de critice de criză de apă, chiar și vegetația răzleată trebuie gestionată, așa cum s-a exemplificat în Acțiunea pentru programul Apei în Africa de Sud (vezi Casuta 10).

### **Casuta 8. RESURSA DE APA DIN AFRICA DE SUD**

Documentul National privind Apa (1998) defineste Resursa care consta in doua parti – resursa nevoilor fundamentale umane si resursa ecologica. Resursa nevoilor fundamentale umane asigura nevoile esentiale ale indivizilor si include apa potabila, apa pentru pregatirea hranei si pentru igiena personala, in total de 25 litri/persoana/zi. Resursa ecologica se refera la apa necesara pentru protectia ecosistemului ecvatic al resursei de apa. Resursa va varia in functie de tipul de management al resursei. Protectia resurselor de apa este asociata fundamental cu utilizarea lor, dezvoltarea, conservarea, managementul si controlul. Ministerul trebuie, in termenii Documentului, sa dezvolte un sistem pentru clasificarea resurselor de apa ale tarii si sa determine tipul si obiectivele de calitate ale resursei de apa. Pentru determinarea acestor obiective trebuie sa se gaseasca un echilibru intre nevoia de protectie si sustinere a resurselor de apa pe de o parte si nevoia de dezvoltare si utilizare a lor pe de alta parte. Se asigura niste determinari preliminare ale tipului si obiectivelor de calitate a resursei inainte ca sistemul de clasificare formal sa fie stabilit, deoarece ultimul va fi un proces care necesita mai mult timp. Odata ce tipul si obiectivele de calitate a resursei au fost determinate, ele trebuie respectate de toate autoritatile si institutiile cand exercita orice autoritate si indeplinesc orice obligatie conform Documentului.

Sunt luate in considerare patru tipuri de management: Natural; Bun; Satisfacator; Nesatisfacator/ Sarac si Puternic modificat. Fiecare clasa de management va prezenta o gama de valori pentru fiecare caracteristica. Resursele de apa vor fi gospodarite, cat mai mult posibil, in limitele clasei lor de management. Totusi, in cazul resurselor Sarace, clasa de management poate fi stabilita ca minim al clasei Satisfacator, iar managementul va avea drept scop reabilitarea resurselor la aceasta conditie.

Obiectivele de calitate a apei prevad afirmatii numerice sau descriptive despre trasaturile biologice, chimice si fizice care caracterizeaza resursa pentru nivelul de protectie definit de clasa respectiva . Acestea cuprind:

- Cantitatea, modelul, coordonarea, nivelul apei si asigurarea debitului cursului de apa (resursa ecologica);
- Calitatea apei, inclusiv caracteristicile biologice, chimice si fizice ale apei;
- Caracterul si conditia habitatului din cursul raului si riparian; si
- Caracteristicile si conditiile biotei acvatice.

*Sursa: Dr Paul Roberts, Africa de Sud, memorandum pentru autor, Noiembrie 2002.*



## **Casuta 9. AFRICA DE SUD: MODIFICAREA UTILIZARII TERENULUI CA O ACTIVITATE CU IMPACT ASUPRA DEBITULUI CURSULUI DE APA**

Activitatea de reducere a fluxului cursului de apa este reprezentata de orice activitate de sol care reduce fluxul cursului de apa. Dupa consultarea publicului, Ministerul poate declara o astfel de activitate ca activitate de reducere a fluxului cursului de apa. Daca activitatea este declarata sau nu activitate de reducere a fluxului cursului de apa depinde de diversi factori, precum extinderea reducerii fluxului cursului de apa, durata si impactul asupra resursei de apa relevante si orice alt utilizator al apei. Controlul impaduririi comerciale pentru controlul impactului debitului asupra resurselor de apa este in mod curent exercitat in termenii Documentului si a fost declarat ca activitate de reducere a fluxului cursului de apa (ARFCA), si este reglementat printr-un Sistem de Autorizare a utilizarii apei ARFCA. Din punct de vedere conceptual, activitatile de reducere a debitului cursului de apa sunt definite in linii mari prin productia agricola de teren uscat (probabil porumb sau zahar pe teren uscat), folosind mai multa apa decat vegetatia naturala care s-ar putea dezvolta aoclo (ex.trestia de zahar de sol uscat). Nici una din acestea, in afara de impadurirea comerciala, nu au fost inca declarate, dar centrul atentiei este in prezent asupra trestiei de zahar de sol uscat. In Africa de Sud impadurirea comerciala acopera aproximativ 1% din teren si utilizeaza aproape 3% din media anuala a scurgerilor de suprafata cu un total de aproximativ 1400 milioane m<sup>3</sup>/an sau 100 mm pe medie. Sistemul de Autorizare a utilizarii apei ARFCA inlocueste sistemul de autorizatie care a fost utilizat din 1972 si care a fost reglementat sub Legea padurilor (Act Nr. 122 din 1984). In prezent doar plantatiile comerciale de paduri sunt autorizate. Sistemul original de autorizare a fost ajustat pentru determinarea zonelor disponibile pentru impadurirea comerciala, bazat pe calcularea procentului de reducere in regimul fluxului resurselor de apa cauzat de plantarea copacilor la prima scara a bazinului, fara luarea in considerare a detaliilor impactului asupra altor utilizatori ai apei, de exemplu fluxul scazut sau bazinele mai mici. Clasificarile din 1972 de 0%, 5% si 10% reducere in ceea ce privesc Scurgerile de Suprafata Medii Anuale (SFMA) din intregul bazin sau o parte a acestuia au condus deciziile privind determinarea ariilor ce trebuie plantate. Abordarea nu tinea cont de fluxurile inferioare: cursurile de apa permanente puteau fi convertite in cursuri sezoniere, cu efecte concomitente asupra acelora care se bazeaza pe curgerea raului. Ca rezultat al diverselor neajunsuri/deficiente, in special participarea locala in luarea deciziilor in sistemul original (1972), Ministerul Apelor si Padurilor a facut o instiintare in ianuarie 1995 care a inaugurat dezvoltarea noii proceduri si noului sistem.

Noul *Sistem de Autorizare a utilizarii apei ARFCA* este supus unui audit continuu si riguros, atat intern cat si extern, in legatura cu partile interesate si afectate. Din 1 octombrie 1999, cand a fost implementat Capitolul 4 al Documentului National al Apei (Nr. 36 din 1998), Comisiile de revizuire a impaduririlor (infiintate in 1995) au devenit cunoscute ca Comitete consultative de evaluare a autorizarii privind activitatile de reducere a debitului cursurilor de apa (*SFRA LAACs*). In paralel cu functiile normale legate de ARFCA, a fost desemnata *Evaluarea Strategica de Mediu (ESM)* care sa se ocupe nu doar cu ARFCA, ci cu *toate* utilizările apei asa cum sunt descrise in Sectiunea 21 a Documentului National al Apei. ESM integreaza trei domenii de evaluare, si anume componente biofizice, economice si sociale.

*Sursa: Dr Paul Roberts, Africa de Sud, memorandum pentru autor, Noiembrie 2002.*

## **Casuta 10. AFRICA DE SUD: CONTROLUL VEGETATIEI STRAINE INVADATOARE**

Estimarile indica ca aproximativ 10 milioane hectare de teren din Africa de Sud sunt infestate cu plante straine invadatoare si care pot cauza reduceri semnificative in ceea ce priveste scurgerile de suprafata in unele bazine unde are loc invazia. Chapman si altii, (2001) estimeaza ca impactul asupra resurselor de apa in Africa de Sud este daunator in mod particular si pentru faptul ca foloseste un supliment de 3300 milioane m<sup>3</sup> pe an, sau 7% din scurgerile de suprafata ale Africii de Sud. Problema este deja semnificativa si se va agrava daca nu se actioneaza. Zona respectiva se extinde rapid cu o rata de aproximativ 5% pe an, conducand la dublarea zonelor invadate in 15 ani.

Vegetatia invadatoare este o problema a managementului terenului, cu puternice consideratii de mediu, iar managementul trebuie sa fie abordat intr-o maniera coordonata si multisectoriala. Activitatea Programului Apei, un program comun al Departamentului Afacerilor de Mediu si Turism, Departamentul National al Agriculturii si Departamentul Apei si Padurilor, are scopul de a indeparta progresiv invazia plantelor straine oriunde in tara, si a asigura ca masurile luate sa previna revenirea invaziei. Activitatile programului contribuie de asemenea la dezvoltarea sociala prin crearea oportunitatilor de angajare si instruire si la promovarea stabilirii industriilor secundare pentru utilizarea lemnului strans. Programul are de asemenea beneficii de mediu directe in mentinerea si restaurarea speciilor indigene.

Activitatile de reducere si indepartare sunt efectuate pe terenul aflat in proprietatea statului si de asemenea pe terenurile proprietate privata, prin intelegerea cu proprietarul terenului. Unde este necesar reglementarile sunt aplicate sub Legea Conservarii Resurselor Agricole si sunt utilizate pentru intarirea si continuarea activitatii. Programul este larg finantat in prezent printr-un ajutor financiar special pentru saracie acordat de Guvernul National, dar intentia este ca costurile activitatii de indepartare a vegetatiei, care contribuie la cresterea disponibilitatii apei, sa fie partial finantate din taxele pentru managementul resurselor de apa achitate de utilizatorii de apa mentionati mai sus. Controlul si indepartarea vegetatiei straine invadatoare este foarte costisitor, iar Chapman si colaboratorii sai, (2001) estimeaza ca 60 milioane USD vor fi necesari la fiecare 20 de ani pentru aducerea problemei sub control utilizand practicile curente. Aceste practici includ atat indepartarea mecanica cat si controlul biologic.

*Sursa: Dr Roberts, Africa de Sud, memorandum pentru autor, Noiembrie 2002.*

## ***6. DIMENSIUNILE ECOSISTEMELOR IN MANAGEMENTUL INTEGRAT AL RESURSELOR DE APA***

---

**C**and cercetam protectia ecosistemului in cadrul managementului integrat al resurselor de apa trebuie sa se porneasca prin clarificarea mai exacta a urmatoarelor:

- **CE** necesita a fi protejat: componentele de valoare ale ecosistemului, rezilienta sistemelor din bazinul de receptie
- **CUM**: ce instrumente (terestre = controlul utilizarii terenului, acvatic = fluxuri de mediu, rezerve neconsumabile, linii de baza pentru calitate, transferuri intersectoriale de apa) si
- **CE CAI** de solutionare a contradictiilor inevitabile dintre aspectele incompatibile: legalizarea prioritatilor, rauri active sanatoase.

### **Abordarea integrata prin imbinarea gospodarii apelor, a utilizarii terenului si a ecosistemelor**

Din discutiile de mai sus rezulta ca managementul apei proaspete si managementul dinamicii ecosistemelor trebuie integrate. Aceasta este echivalent cu caile de gasire si metodele asociate pentru unificarea managementului apei, utilizarii terenului si ecosistemelor (terestre, precum si acvatice) intr-un management socio-eco-hidrologic al bazinului – cu cunoasterea completa a diferentelor etice si dilemelor politice implicate. Deoarece utilizarea terenului si ecosistemele terestre sunt legate de apa verde, in timp ce nevoile de apa ale societatii si ecosistemele acvatice sunt legate de apa albastra, iar cele doua ramuri ale fluxurilor de apa albastra si verde sunt rezultatul repartitiei in timp si spatiu al precipitatiilor, resursa de baza o reprezinta precipitatiile de deasupra bazinului de receptie.

Modificarile cu care noi trebuie sa ne obisnuim, fara distrugerea capacitatii ecosistemelor pentru a furniza sustinerea vietii, implica doua categorii de baza ale manipularilor antropogenice (vezi Figura 2): modificarea componentelor apei in ecosistem si modificarea terenului/vegetatiei. Ambele tipurile de manipulare vor produce efecte secundare legate de apa atat asupra componentelor fluxului cat si asupra repartitiei apei albastra/verde. Ambele reprezinta parametrii determinanti ai apei, ai ecosistemelor si prin urmare, vor genera modificari ecologice de mai mare amploare. In final, fluxurile de apa prin ecosistem sunt implicate in legarea activitatilor din amonte si aval si ecosistemelor din bazinul de receptie. Abordarea trebuie sa fie

integrarea teren/apa in abordarea ecosistemului bazat pe bazinul de receptie (GWP, 2000).

### **Pregatirea pentru schimbare**

In tarile in curs de dezvoltare, fortele motrice puternice vor produce mari schimbari in utilizarea terenului si apei prin managementul adecvat. Modificarile pe viitor pot fi considerabile, in special in ceea ce privesc modificarile implicate in cultivarea mai intensa a surselor de hrana pentru populatie, proiectata sa continue crestrea pentru inca o jumatate de secol. Dar datorita constrangerilor hidroclimatice aceste modificari se pot rasfrange asupra tarilor industriale, care se asteapta sa se implice in exportul virtual al apei, adica sa produca mai multa hrana pentru a o exporta tarilor in curs de dezvoltare cu deficit de apa (vezi casuta 11).

#### **Casuta 11. MAI MULTA APA VERDE NECESARA PENTRU ERADICAREA FOAMETEI**

Conform Declaratiei Millenniumului, hotarata de liderii mondiali in Adunarea Generala ONU, numarul de oameni care sufera de foame ar trebui sa fie redus la jumatate pana in 2015 si, in final, foametea ar trebui eradicata in totalitate. O intrebare foarte relevanta este in ce masura va conduce aceasta la cresterea nevoilor de apa verde pentru productia hranei?

Estimarea facuta de Rockström indica ca regimul alimentar actual implica un flux de apa verde la un interval de 600-1800 m<sup>3</sup>/an, cu o medie de 1200, apreciind fluxul de apa verde la aproape 7000 km<sup>3</sup>/an pentru productia de hrana. Apa necesara pentru a produce hrana pe un nivel nutritional acceptabil stabilit de FAO (Organizatia mondiala pentru Agricultura si Alimentatie) ar trebui sa creasca la 1300 m<sup>3</sup>/an. Pentru anul 2050 se estimeaza o populatie mondiala de 9 miliarde, ceea ce inseamna ca trebuie suplimentati 5600 km<sup>3</sup>/an corespunzatori pentru productia de hrana, pentru a permite eradicarea foametei pana in 2050. Din aceasta cantitate, 2200 km<sup>3</sup>/an ar fi necesari pentru eradicarea malnutritiei si alti 3400 km<sup>3</sup>/an pentru hranirea populatiei in crestere. In timp ce irigarea va fi crescuta posibil sa poata contribui cu 800 km<sup>3</sup>/an, eforturi pentru cresterea fluxului de apa verde necesara pentru recoltele neirigate au fost estimate a contribui cu maxim 1500 km<sup>3</sup>/an. Cei 3300 km<sup>3</sup>/an care raman vor fi furnizati de fluxul de apa verde actual din rezervele de terenuri arabile, adica, terenuri acoperite cu vegetatie, precum pajisti si paduri si implica expansiunea orizontala a terenurilor cultivate in aceste zone.

La nivel regional, apa necesara pentru hranirea populatiei – fie prin mai multa irigare sau prin productia neirigata imbunatatita – ar fi mai mult decat triplu in Africa Subsahariana si mai mult decat dublu in Asia. La ce nivel aceste nevoi pot fi atinse prin irigare respectiv extinderea acesteia, prin eforturi de culturi neirigate mai mari, prin extinderea orizontala a productiei de recolte sau prin apa virtuala rezultata din importul de hrana va diferi mult de la o regiune la alta. Aceste estimari ale nevoilor crescute de apa pentru hranirea populatiei ilustreaza clar scara modificarilor viitoare ale managementului integrat teren/apa/ecosistem si necesita sa fie bine pregatit pentru a trai in schimbare. “viata in schimbare”.

*Sursa: Rockström (2002)*

## **Bazinul de receptie ca un mozaic al ecosistemelor si zonelor hidronomice**

Pe baza noilor analize in ceea ce privesc legaturile socio-ecologice, este esential sa invatam cum sa stabilim un echilibru intre dezvoltarea socio-economica si mentinerea capacitatii productive a ecosistemelor. Avem nevoie sa intelegem mai bine mozaicul ecosistemelor in bazine, care este starea si impactul asupra lor si cum sunt afectate de activitatile umane respectiv cum sunt legate de fluxurile de apa. Instrumentele si tehnicile adecvate sunt necesare pentru a identifica, cuantifica si evalua dependenta societatii de ecosistemele suport al vietii. Exista o diversitate a practicilor de management care se pot baza pe cunostinte ecologice, inclusiv protejarea anumitor specii si habitate, restrictia captarii si recoltarii apei, managementul ecosistemului eterogen, si managementul intregului bazin. Implementarea unor asemenea practici trebuie sprijinita atat de mecanisme sociale cat si de institutii prin educarea populatiei.

Aceasta face necesara intelegerea corespunzatoare a functiilor si interactiunilor unui ecosistem si in particular, rolul apei proaspete in asigurarea capacitatii sistemului pentru a sustine atat productia hranei cat si protectia serviciilor ecologice esentiale in conditiile schimbarii si nesigurantei. Trebuie sa fie gasite modul cum sunt legate siguranta apei, a ecosistemului si hranei, toate acestea fiind strans legate prin circuitul apei, dar acum tratate ca subiecte separate.

Intr-un bazin hidrografic cu mozaicul ecosistemului si cu activitati sociale multiple, exista zone cu diferente hidrologice, topografice si hidrogeologice de care trebuie sa fim constienti si pentru care Institutul International al Managementului Apei (IIMA) a introdus conceptul de *zone hidronomice* (Molden et al., 2001). Aceste zone sunt definite in primul rand in functie de ce se intampla cu apa albastra dupa captare si utilizare (Figure 6): daca refluxurile sunt recuperabile si daca pot fi reutilizate in aval sau daca nu sunt recuperabile si nu pot fi reutilizate datorita locatiei care presupune ca influxurile vor afecta apa de alimentare din aval sau implica o calitate inferioara a acesteia. Exista trei zone unde revarsarea/scurgerea poate fi utilizata sau reutilizata in aval:

- zona sursei de apa din bazinul din amonte
- zona recuperarii naturale unde scurgerile de apa se intorc in sistemul acvatic prin fluxuri gravitationale
- zona de recuperare regulata unde apa trebuie sa fie pompata inapoi.

Exista in plus, trei zone aditionale:

- zona utilizarii finale unde nu exista utilizari ulterioare in aval

- zone de stagnare in portiunea terminala sau zone de depresiune unde nu exista drenare
- zone sensibile din punct de vedere al mediului cu cerinte particulare de apa pentru scopuri ecologice sau alte scopuri legate de mediu.

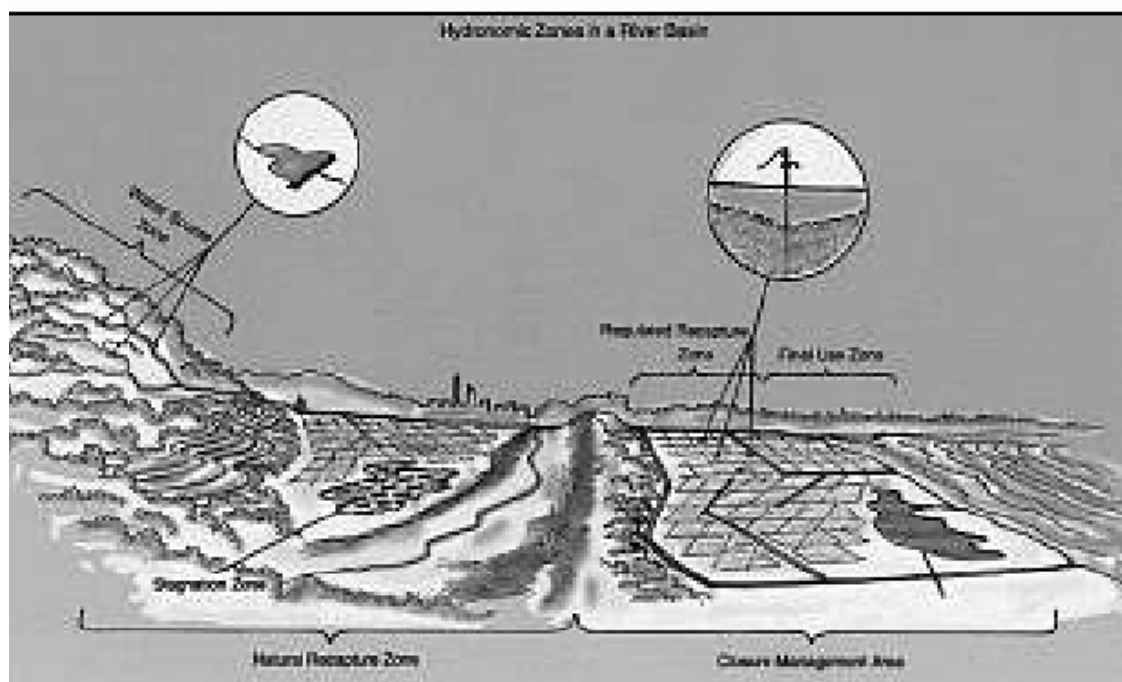


Figura 6. Diferite zone hidronomice din bazin, legate de ce se intampla cu apa dupa utilizare, daca poate fi reutilzata sau nu (from Molden et al., 2001).

### Cei trei piloni E in IWRM-(MIRA)

Pentru a concluziona, provocarea viitoare este de a gospodari apa care curge in avalul bazinului, in acelasi timp asigurand o compatibilitate intre utilizarea terenului/apa, om/ecosisteme, amonte/aval, generatii prezente/generatii viitoare, cu atentia adevcata acordata realitatilor hidroclimatice si biofizice ale bazinului, legate de echilibrarea apei si sistemul fluxului de apa prin bazin. Managementul include:

- a) abilitatea de a atinge un echilibru,
- b) definirea “liniilor de baza” si principiile utilizarii durabile bazate pe intelegerea a ceea ce rezilienta va necesita, si cum se pot adapta la schimbare societatile si ecosistemele, si
- c) identificarea criteriilor care pot fi respectate cu privire la drepturile umane si principiile hidrosolidaritatii.

*Perspectiva sociala* implica necesitatea de a se atinge nevoile fundamentale ale omului in privinta sigurantei apei din gospodarii, productia hranei dependenta de apa si – din punct de vedere al deficientelor tehnice prezente-activitatile generatoare de poluare care

vor viza generatia urmatoare. Asigurarea acceptarii sociale a ajustarilor necesare este esentiala prin caile efective de participare a factorilor implicati in planificare si luarea deciziilor.

Perspectiva ecologica implica atentie marita atat pentru ecosistemele terestre si implicarea lor in generarea scurgerilor de suprafata locale, cat si pentru ecosistemele acvatice si dependenta lor asupra fluxurilor de mediu nealiniat. Anumite ecosisteme locale de valoare mare vor trebui probabil protejate special si prin urmare si parametrii determinanti ai apei. Rezilienta pe termen lung a intregului sistem trebuie sa fie asigurata pentru beneficiul generatiilor viitoare.

Perspectiva *economica* implica nu doar dezvoltarea economica in general, ci si atentie fata de relatiile beneficiu-cost, cereri financiare, acoperirea costurilor pentru asigurarea operarii si intretinerii apei si a infrastructurii, stimulente pentru incurajarea implementarii si orientarea dupa valoarea apei in functii diferite.

Legaturile fluxului de apa care influenteaza compatibilitatea potentiala a activitatilor umane si perspectivele ecosistemului fac legatura intre cele trei E-uri. Atentia trebuie acordata accesibilitatii apei albastre: cat de multa apa albastra poate fi mobilizata si data spre utilizare catre societate, in acelasi timp respectand nevoia de flux de apa pentru mediu si care trebuie sa ramana in rau. Eforturile pentru management vor trebui sa includa pregatirea pentru o eventuala schimbare de politica in cazul in care un bazin deschis anterior, trebuie sa fie inchis, adica in cazul cand nu ramane surplus de apa albastra disponibil utilizarii avantajoase pentru consum.

### **Deziderate conceptuale**

Consolidarea durabilitatii ecosistemelor vitale in cadrul abordarii IWRM va trebui sa implice deziderate conceptuale considerabile. Atentia trebuie mutata de la extragerile de apa pentru diversele utilizari umane la ce se intampla cu apa dupa utilizare, la ce este determinant pentru apa ecosistemelor si la functiile lor hidrologice (care influenteaza inundatiile, reincarcarea/realimentarea apelor subterane, functii care modifica calitatea apelor). Pentru a facilita o punte de legatura intre ecologisti si managerii apei, trebuie incurajata utilizare mult mai practica dar in acelasi timp si precauta a conceptului foarte cuprinzator de ecosistem.

In sfarsit, legaturile dintre apa si rezilienta trebuie sa fie studiate mai atent pentru a intelege mai bine atat determinantii legati de apa ai rezilientei si implicarea apei in

erodarea rezilientei, cat si colapsul ecosistemelor (salinizarea solurilor fertile, colapsul padurilor, cresterea arbustilor in savane, eutrofizarea lacurilor, etc.).

## ***7. CONCLUZII PENTRU MANAGEMENTUL INTEGRAT AL RESUSELOR DE APA--IWRM***

---

**S**copul **IWRM** este de asigurare a dezvoltarii coordonate a managementului apei, a solului si a resurselor aferente, prin maximizarea conditiilor de viata din punct de vedere economic si social, fara compromiterea durabilitatii ecosistemelor vitale. In acest sens abordarea ecosistemului poate fi vazuta similar cu IWRM, dar vazuta din perspectiva diferita si cu mai putina atentie acordata eficientei economice.

### *Protectia ecosistemului*

Intrebarea cheie este: cum ar putea interpreta factorii politici fraza din definitia IWRM: “fara compromiterea durabilitatii ecosistemelor vitale”? Intrebarea va trebui sa primeasca raspuns pentru ambele perspective complementare ale ecosistemului, care sunt adresate in acest raport:

- *componentele biologice ale ecosistemului de valoare locala particulara*: La ceea ce se refera a fi o padure particulara specifica locului, un lac, o savana, o zona umeda, cursul raului, etc, de o larga biodiversitate si/sau de valoare sociala. Durabilitatea lor depinde de asigurarea interdependentei organismelor cruciale care trebuie identificate impreuna cu determinanti ai apei in functie de habitatele lor specifice particulare (pentru ecosistemele acvatice calitatea apei, incarcatura cu suspensi, fluxul ecologic, sezonalitatea fluxului si extremele; pentru ecosistemele terestre precipitatiile, evapotranspiratia, nivelul si calitatea apei subterane, umiditatea solului). Intrebarea relevanta va fi cum protejam determinanti critici si in ce grad este realist si posibil.
- *bazinul de receptie ca ecosistem*: Problema aici este securitatea productivitatii pe termen lung si serviciile ecologice cheie implicate, adica biodiversitatea, denitrificarea, stocarea apei provenita din inundatii, umiditatea solului, reincarcarea apei subterane. Aceasta sarcina implica identificarea ecosistemelor esentiale de valoare ecologica particulara in bazin, care furnizeaza servicii ecologice decisive. Proceselor cheie implicate trebuie sa li se acorde suficienta elasticitate/rezilienta fata de variabilitate, in sensul incendiilor, a secetei extreme, a accidentelor de poluare si asa mai departe.

Asigurarea unei punti de legatura



*Conceptul de ecosistem* trebuie întărit, înțeles mai bine și ferm încorporat în gândirea managerilor resurselor de apă. În această privință există un deziderat în extinderea și consolidarea cooperării dintre comunitatea gospodărilor ecologice și comunitatea gospodărilor apei. Recent au fost stabilite punți de legătură între cele două comunități și acestea necesită ca în continuare să fie întărite iar ca urmări imediate trebuie găsite căile practice de abordare a scopurilor comune de susținere a sistemelor suport ale vieții.

*Cerintele minime ecologice* sau “liniile de bază” și principiile asigurării dezvoltării durabile și care trebuie identificate pe baza înțelegerii cerințelor unei reziliențe adecvate. Reziliența socială este legată și de Scopurile Declarației Millenniumului de exemplu, și care va trebui să fie definită de politicieni, în timp ce reziliența ecologică trebuie determinată de comunitatea științifică.

În întreaga zonă este necesară continuarea dezvoltării dar ținând cont în același timp de perspectiva evoluției cantitative și calitative a apei. Aceasta justifică cercetările ulterioare (posibil în cadrul programului de înțajutorare UNESCO / WMO), centrate pe instrumentele de bază pentru a fi utilizate în cazurile practice și de încorporarea acestora în pachetul de instrumente GWP pentru IWRM .

Cartografierea ecosistemelor vitale în regiuni diferite este de asemenea necesară în vederea unei protecții mai bune. Prin astfel de analize va fi posibil să se facă o mai puternică legătură între managementul apei și managementul ecosistemului și obiectivele vor fi separate de acțiunea reală. Identificarea drumului care trebuie urmat în situații particulare la nivel național va trebui bazată și condusă de estimări și evaluări privind un anumit ecosistem local care trebuie protejat, ce amenințări cheie există pentru aceste ecosisteme și la ce nivel și prin ce acțiuni acestea pot fi diminuate sau evitate. Ecosistemele din regiunile muntoase vor fi în principiu mai ușor de protejat deoarece amenințările sunt mai limitate, în timp ce ecosistemele acvatice din aval sunt mult mai dificil de protejat deoarece sunt supuse efectelor acumulate ale activităților umane în întreaga parte din amonte a bazinului. În unele cazuri restaurarea locală poate fi posibilă, pe când în alte cazuri elementele determinante cruciale, cum ar fi de exemplu inundațiile, pot fi simulate prin metodele moderne specifice.

## **Intelegere suficient de larga**

O imagine comuna trebuie dezvoltata, incorporanduse legaturile cu apa dintre ecosistemele terestre, zonele urbane si ecosistemele acvatice. O astfel de imagine va fi esentiala ca baza pentru un dialog aprofundat intre partile implicate, ecologisti si managerii de apa, de asemenea incorporanduse principiile hidrosolidaritatii .

Nivelul de intelegere si cunoastere a dezideratelor ecologice de catre publicul larg este relativ scazut, iar luarea deciziilor politice este in pericol de a se baza pe opinia publicului neinforma, fara cunoasterea datelor esentiale si functiilor ecosistemelor. Multe “legende” cu privire la functiile ecosistemelor terestre si acvatice au fost dezvoltate de-a lungul anilor atat in sectorul publicului larg cat si printre specialisti. Functia padurilor fata de apa este un exemplu clar. Prin urmare, va fi important sa se puna accentul pe campaniile de informare, implicarea si educarea publicului in incercarea de diseminare a cunostintelor.

## **Legaturi cheie intre utilizarea apei si ecosisteme**

Doua categorii de activitati umane legate de apa necesita consideratie particulara:

- evacuarea deseurilor
- cresterea productiei alimentare

Natura proceseaza deseuri si le reintroduce in circuitul vietii. Populatia produce deseuri din activitatile proprii, de fapt produc mai multe deseuri decat produsele utile. Conform tehnologiilor disponibile, reglementarilor si cailor prin care sunt aplicate, deseurile pot fi eliminate in apa, pe sol sau in aer, in diferite etape de procesare. Definirea unei strategii clare in domeniul *eliminarii deseurilor* este o etapa importanta catre implementarea abordarii ecosistemului in cadrul IWRM.

Cultivarea produselor alimentare este principalul consumator de apa. Exista posibilitati pentru importul “*virtual*” al apei prin importarea hranei din regiunile bogate in apa catre onele mai sarace, prin desalinizarea apei sarate si a apei de mare sau prin reutilizarea adecvata a apei uzate tratate pentru irigare. In agricultura neirigata exista posibilitati pentru protectia impotriva pagubelor cauzate de intervalele secetoase prin depozitarea apei de ploaie. Unele din aceste posibilitati, care pot reduce considerabil problemele lipsei de apa si pot proteja ecosistemele acvatice, sunt avide de capital si

necesita investitii si cheltuieli substantiale de operare. Impactul asupra structurii sociale a tarii trebuie evaluat cu atentie.

### ***Instituti***

*Institutiile* sunt create in functie de necesitatile si perceptiile populatiei. Institutiile actuale de apa sunt in mare masura bazate pe presupunerea ca apa este nelimitata, ca exista un spatiu nelimitat de eliminare a deseurilor si pe ignorarea rolurilor sistemice. Institutiile pun accentul pe alocarea individuala, fara inlaturarea externalitatilor. Acordarea unei atentii sporite ecosistemelor in managementul integrat al resurselor de apa va solicita alocari flexibile, conditionate, adaptabile si legate de timp, controlul externalitatilor si proiectarea organizationala bazata pe sistem.

Nivelul decizional si politic trebuie perfectionat *pentru a realiza un echilibru* si a lua deciziile dificile adecvate necesare pentru armonia dintre dezvoltare si functionarea ecosistemului in cadrul IWRM. Abilitatea de a realiza echilibrul si a defini “liniile de baza” ecologice dintre utilizarea sociala, ecologica si economica a apei depinde de flexibilitatea, rezilienta/adaptabilitatea organizatiilor sociale/politice si a institutiilor.

Este de asemenea necesara o abordare sistemica “noua” si proiectarea organizationala cu privire la managementul apei care integreaza perspectivele ecologice. Aceste eforturi ar trebui sa se reflecte in legislatie, in politicile si institutiile care au legatura cu resursele de apa. Trebuie sa fie aplicate modurile de *abordare participativa* si implicarea activa a tuturor partilor implicate relevante.

Politica realizeaza echilibrul si rezultatele dorite. Nu pot fi realizate intotdeauna solutii reciproc avantajoase. Modificarile sunt inevitabile dar ar trebui sa se realizeze intr-o maniera care sa asigure rezilienta ecologica a ecosistemelor de baza. Abordarea IWRM poate ajuta aceasta, dar definirea suprema a rezilientei sociale va fi de natura politica.

## ***Definitii***

---

**Biodiversitate** Se refera la unicitatea si variabilitatea tuturor formelor de viata, cu accent deosebit pe genuri, specii, medii sau ecosisteme.

**Ecosistem:** un complex dinamic de organisme si mediul lor fizic asociat, interactionand ca o unitate ecologica compusa din producatori, consumatori si descompunatori

**Elasticitatea:** se refera la abilitatea unui ecosistem de a se adapta modificarilor in timp si in acelasi timp de asi mentine structura si functiile.

**Rezilienta:** se refera la capacitatea unui sistem ecologic sau social de a se adapta modificarilor, presiunilor si variabilitatii fara deteriorarea structurii si functiilor sale.

**Rezilienta ecologica** se refera la capacitatea ecosistemelor naturale, rezilienta sociala la capacitatea comunitatilor umane de a face fata modificarilor.

## ***Referinte bibliografice***

---

Ayebotele, N.B. and Falkenmark, M. 1992. Freshwater resources. In: *ICSU, An agenda of science for environment and development into the 21st century*. Ed. J.C.I. Dooge et al.. Cambridge University Press.

Buffagni, A. 2001. The use of benthic invertebrate production for the definition of ecologically acceptable flows in mountain rivers. In: *Hydro-ecology: Linking hydrology and aquatic ecology*. Ed. M.C. Acreman. IAHS Publication 266. IAHS Press, Wallingford, UK.

Calder, I.R. 1999. *The blue revolution. Land use and integrated water resources management*. EarthScan, London, UK.

Chapman et al. 2001. Scenario planning: Understanding and managing biological invasions in South Africa. In: *The great reshuffling: Human dimensions of invasive alien species*. Ed. J.A. McNeely. IUCN, Gland, Switzerland.

Cosgrove, W.J. and Rijsberman, F.R. 2000. *World Water Vision – Making water everybody's business*. EarthScan, London, UK.

Daily, G. 1997. *Nature's services – Human dependence on natural ecosystems*. Island Press, Washington DC, USA.

Dudgeon, D. 2000. Large-scale hydrological changes in tropical Asia: prospects for riverine biodiversity. *Bioscience*, 50(9): 793–805.

Eagleson, P.E. and Segarra, R.I. 1985. Water-limited equilibrium of savanna vegetation systems. *Water Resources Research*, 10: 1483–1493.

Falkenmark, M. 1997. Society's interaction with the water cycle: A conceptual framework for a more holistic approach. *Hydrological Sciences*, 42: 451–466.

Falkenmark, M. 1999. Forward to the future: A conceptual framework for water dependence. Volvo Environment Prize Lecture 1998. *Ambio*, 28(4): 356–361.

Falkenmark, M. and Chapman, T. 1989. Comparative hydrology: An ecological approach to land and water resources . UNESCO.

Falkenmark, M. and Mikulski, Z. 1994. The key role of water in the landscape system. Conceptualisation to address growing human landscape pressures. *GeoJournal*33(4): 355–363.

Falkenmark, M. and Lundqvist, J. 2000. Editorial: Towards hydrosolidarity. Focus on the upstream-downstream conflicts of interest. *Water International*, 25(2): 168–171.

Falkenmark, M. and Folke, C. 2002. The ethics of socio-ecohydrological catchment management: towards hydrosolidarity. *Hydrology and Earth System Sciences*, 6(1): 1–9.

FAO 2000. *New dimensions in water security*. Ed. J. Lundqvist, AGL/MISC/25/2000, FAO, Rome.

Folke, C. 1997. Ecosystem approaches to the management and allocation of critical resources. In: *Successes, limitations and frontiers in ecosystem science* .

Ed. P.M.Groffman and M.L. Pace. Cary Conference, Institute of Ecosystem Studies. Millbrook and Springer Verlag, New York, USA.

Folke, C. et al. 2002. *Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations* . ICSU Series on Science for Sustainable Development 3, Paris, France.

Freistühler, E., Giers, A., Schultz, G.A. and Bauer, H.J. 2001. A technique to predict the hydro-ecological effects in an ecological assessment of water projects. In: *Hydroecology: Linking hydrology and aquatic ecology* . Ed. M.C. Acreman. IAHS Publication 266. IAHS Press, Wallingford, UK.

GWP 1999. *How to bring ecological services into integrated water resource management*. Seminar Stockholm 15–17 November. Beijer International Institute of Ecological Economics, Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm, Sweden.

GWP 2000. *Towards water security: A framework for action*. Global Water Partnership, Stockholm, Sweden.

GWP 2000. *Integrated Water Resources Management*. TAC Background Paper 4. Global Water Partnership, Stockholm, Sweden.

IUCN 2000. *Vision for Water and Nature* . A World strategy for conservation and sustainable management of water resources in the 21st century. IUCN, Gland, Switzerland.

IUCN-ROSA 2002. Regional Office for Southern Africa Water Programme. Addressing environmental challenges in water resources management in Southern Africa. Draft Programme Framework.

Large, A.R.G. and Prach, K. 1999. In: *Ecohydrology* . Ed. A.J.Baird and R.L.Wil-by. Routledge, London, UK.

Meybeck, M. 2001. Global alteration of riverine geochemistry under human pressure. In: *Understanding the earth system: compartments, processes and interactions*. Ed. Ehlers and Eraft. Springer, Heidelberg, Germany.

Mitsch, W.J. and Gosselink, J.G. 2000. *Wetlands* . John Wiley and Sons Inc.

Molden, D.J., Sakthivadivel, R. and Keller, J. 2001. *Hydronomic zones for developing water conservation strategies* . IWMI Research Report 56. IWMI, Colombo, Sri Lanka.

Pielou, E.C. 1998. *Fresh water* . The University of Chicago Press, Chicago, USA.

Postel, S. and Carpenter, S. 1997. Freshwater ecosystem services. In: *Nature's services* . Ed. G.C. Daily. Island Press, Washington DC, USA.

Redman, C.L. 1999. *Human impact on ancient environments*. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona, USA.

Ripl, W. 1995. Management of water cycle and energy flow for ecosystem control. The energy-transport reaction (ETR) model. *Ecological Modelling*, 78: 61–76.

Roberts, J. 1999. Plants and water in forests and woodlands. In: *Ecohydrology*. Ed. A.J.Baird and R.L.Wilby. Routledge, London, UK.

Rockström, J. 2002. Water for food and nature in savannahs. Vapour shift in rainfed agriculture. Manuscript.

Rockström, J., Gordon, L., Falkenmark, M., Folke, C. and Engwall, M. 1999. Humanity's dependence on water vapour flows for terrestrial ecosystem services and food production. *Conservation Ecology*, August. On line.

Savenije, H.H.G. 1995. New definitions for moisture recycling and the relationships with land-use changes in the Sahel. *Journal of Hydrology*, 167: 57–78.

SIWI Seminar 2001. *Water security for cities, food and environment – Towards catchment hydrosolidarity*. Stockholm International Water Institute. Stockholm, Sweden.

UNEP 2002. *Global Environment Outlook*. 3. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

van der Leeuw, S.E. 2001. Land degradation as a socio-natural process. In: *The way the wind blows: climate, history and human action*. Ed. R.J.McIntosh, I.A.Tainter&S.K.McIntosh. Columbia University Press, New York, USA.

Wainwright, J., Mulligan, M. and Thornes, J. 1999. Plants and water in dry-lands In: *Ecohydrology*. Ed. A.J.Baird and R.L.Wilby. Routledge, London, UK.

Wang, S. 2002. *Resource-oriented water management: Towards harmonious coexistence between Man and Nature*. China Water Power Press, China.

Waterlow, J.C. et al. eds. 1998. *Feeding a world population of more than eight billion people*. A challenge to science. Oxford University Press, UK.



Wetzel, R.G. 1999. Plants and water in and adjacent to lakes. In: *Ecohydrology*. Ed. A.J.Baird and R.L.Wilby. Routledge, London, UK.

Wheeler, B.D. 1999. Water and plants in freshwater wetlands. In: *Ecohydrology* . Ed. A.J.Baird and R.L.Wilby. Routledge, London, UK.

Whittington, J. 2002, Working rivers. *Watershed*. Cooperative Research Centre for Freshwater Ecology, Canberra, Australia.

Wood, P.J. et al. 2001. Hydro-ecological variability within a groundwater dominated stream. In: *Hydro-ecology: Linking hydrology and aquatic ecology* .Ed. M.C.Acreman. IAHS Publication 266. IAHS Press. Wallingford, UK.