

# vatten? tänk grönt, inte bara blått!

Vattenpaketet  
Fördjupningstext moment 6



Detta material **får användas icke-kommersiellt**. För publicering av bildmaterial kontakta ursprungskällan. Ange Vattenpaketet som källa vid användning av övrigt material.

Välkommen att lämna dina synpunkter om materialet!

Kontakt:

Veronika Raguz, materialutveckling, veronika.raguz@gmail.com

Eva Emadén, samordnare av Världsvattendagen i Sverige, vattendagen22mars@gmail.com

Svenska Hydrologiska Rådet (SHR), info@hydrologi.org

Vi tackar Forskningsrådet Formas för finansiellt stöd till projektet.



# Vatten? Tänk grönt, inte bara blått!

Text skriven av Ida Österlund, 2012

I moment 5 *Du konsumerar mer vatten än vad du dricker* tog vi upp problematiken kring vattenbrist, matproduktionens vattenbehov och den stora framtidsutmaningen att producera mer mat med mindre vatten. Där fokuserade vi mycket på den intensiva vattenförbrukning som det konstbevattnade jordbruket står för och dess konsekvenser för människor och miljö. Vi konstaterade också att en ökad konstbevattning inte kommer att kunna möta framtidens matförsörjningsbehov. I detta moment ska vi fördjupa oss ytterligare i dessa frågor och förmedla nya sätt att se på vattenresurshushållning, som bland annat syftar på att kunna uppnå en mer hållbar matproduktion. Momentet behandlar begreppen grönt och blått vatten vilket ger oss ett nytt och nödvändigt synsätt på världens vattenresurser. Vi kommer även behandla ekosystemens vattenbehov och hur de kan tillgodoses i vattenhushållning.

## Ekosystem och ekosystemtjänster

Ekosystem och ekosystemtjänster är två viktiga begrepp i dessa sammanhang. Ett ekosystem kan definieras som "ett ekologiskt system innefattande allt levande och dess livsmiljö inom ett område" (Nationalencyklopedin, 2012). Beroende på vilket perspektiv som antas kan ett ekosystems omfattning variera från en liten damm, till en skog eller hela biosfären, där även människan ingår som en del. Fungerande och välmående ekosystem utgör grunden för vår existens, eftersom det är ekosystemen som förser oss med mat, bränsle och en mängd andra viktiga varor och tjänster. Med begreppet ekosystemtjänster avses de varor och tjänster som ekosystemen producerar och som vi människor är beroende eller har nytta av. Ekosystemtjänster brukar delas in i fyra olika kategorier, baserat på den funktion de fyller för

oss människor (Millennium Ecosystem Assessment, 2005):

- *Reglerande tjänster* styr klimatet och vattenflöden vilket bland annat ger oss ren luft och vatten. Här ingår även tjänster som pollination av grödor och erosionskydd.
- *Försörjande tjänster* levererar varor som mat, fibrer, bränsle och virke.
- *Kulturella tjänster* bidrar till det mänskliga välbefinnandet genom till exempel möjlighet till rekreation och naturupplevelser.
- *Stödjande tjänster* utgör grunden för samtliga ekosystem och ekosystemtjänster och innefattar till exempel näringsämnenas kretslopp, jordmänsbildning och fotosyntesen.

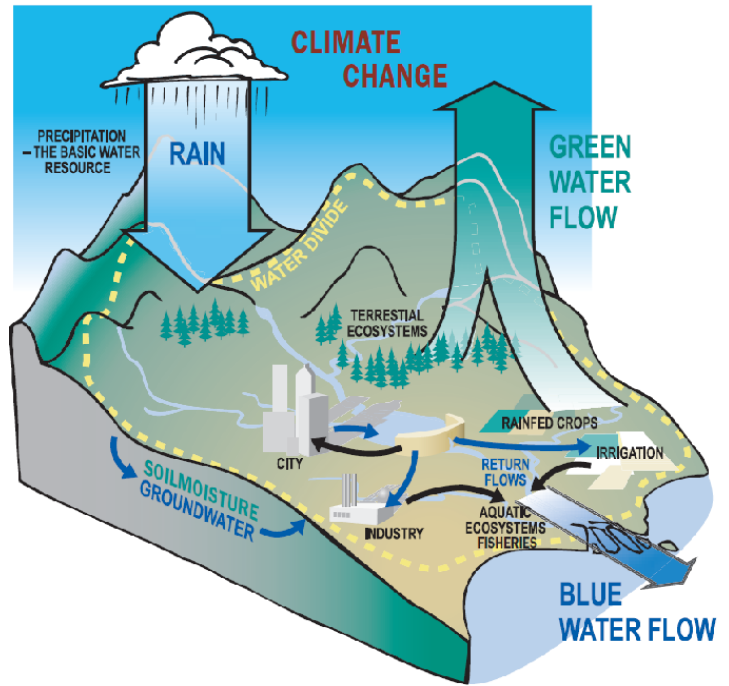
Människans påverkan på jordens ekosystem är större nu än vad den någonsin tidigare varit. I en utvärdering av världens ekosystem, *Millennium Ecosystem Assessment*, visade det sig att mer än hälften (60 procent) av de undersökta ekosystemtjänsterna var hotade av förstörelse eller ohållbart utnyttjande. Jordbruket står för mycket av den här nedgången eftersom, i vart fall det storskaliga, jordbruket ofta sker på bekostnad av andra ekosystemtjänster, som bland annat klimatreglering, vattenreglering, vattenrening, pollination och biologisk mångfald.

## Blått och grönt vatten

Att balansera vattenbehoven som finns på jorden så att både människan liksom resten av miljön får det vatten den behöver är en viktig del i en hållbar vattenförvaltning. Flera forskare menar att regnets betydelse för jordbruket och den globala matförsörjningen inte

är tillräckligt uppmärksammat. Detta trots att merparten av jordbruket i världen bevattnas naturligt direkt av regnet (Falkenmark och Rockström, 2005). Istället ligger fokus ofta på den mängd vatten som finns tillgängligt för konstbevattning. Då utgår man generellt från avrinningen som brukar definieras som skillnaden mellan nederbörd och avdunstning. Mot den bakgrunden har forskare därför introducerat ett nytt synsätt som definierar regnvattnet, istället för avrinningen, som den huvudsakliga vattenresursen och myntat begreppen ”grönt” och ”blått” vatten. Begreppen utvecklades som ett led i en diskussion om hur produktiviteten och vattneffektiviteten i jordbruket skulle kunna öka, framförallt i världens halvtorra regioner.

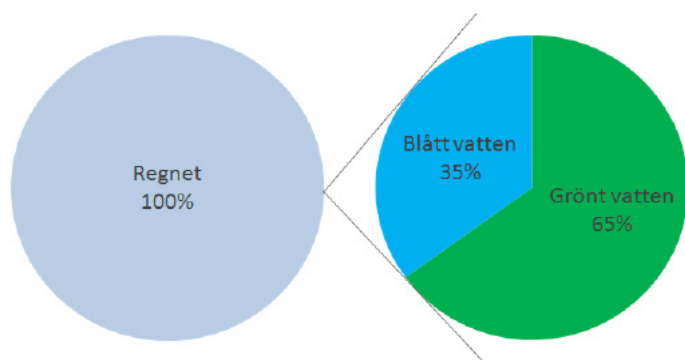
Det gröna vattnet består av det regnvatten som infiltrerats och finns bundet till jordpartiklar i markens vattenomättade zon, med andra ord markfuktigheten (Rockström et al., 2009). Det gröna vattnet lämnar området genom att avdunsta från mark-, vatten- och växtytor (evaporation) eller genom att det tas upp och ”svettas” ut av växter som ett led i fotosyntesen (transpiration) (Falkenmark och Rockström, 2005). Detta kallas grönvattenflödet och illustreras med den gröna pilen i figur 1. Det gröna vattnet förser ekosystemen på land med vatten. Med blått vatten avses det vatten som finns i våra sjöar och vattendrag samt under jordytan, i den vattenmättade markzonen, i form av grundvatten (Rockström et al., 2009). Blått vatten är det vatten som vi använder för våra mänskliga vattenuttag och som även ska försörja de djur och växter som lever i vattenmiljöer, så kallade sötvattens ekosystem. I verkligheten är gränsdragningen mellan vad som är blått respektive grönt vatten inte alltid så skarp som denna uppdelning kanske antyder. Blått vatten i form av grundvatten kan till exempel tas upp direkt av vegetationen och transpireras och därigenom bidra till flödet av grönt vatten. Figur 1 visar hur vatten som faller som regn kan delas in i blått och grönt vatten och hur samspelen däremellan ser ut.



Figur 1. Figuren visar hur regnvatten kan delas in i blått vatten (ytvatten och grundvatten) och grönt vatten (markfuktighet). Källa: Falkenmark och Rockström, 2005.

## Den gröna resursen

Det gröna vattnet är en osynlig men betydelsefull vattenresurs som volymmässigt är mycket större än det blå vattnet. Det gröna vattnet är en mycket viktig vattenresurs för den globala matproduktionen. Det regnbevattnade jordbruket står nämligen för mellan 60 till 70 procent av den globala livsmedelsproduktionen (Falkenmark och Rockström, 2005). Se moment 5 för en repetition av hur beroendet av konstbevattning respektive regnbevattning är fördelat i världen. Generellt sett blir ungefär två tredjedelar (cirka 65 procent) av den totala nederbörden som når jordytan till grönt vatten som konsumeras av vegetationen. I torra regioner, där evapotranspirationen är stor, är andelen grönt vatten i förhållande till blått vatten större än i kallare och mer nederbördsrika regioner, som exempelvis Skandinavien. Resterande nederbörd (cirka 35 procent) blir till blått vatten i form av yt- och grundvatten (Falkenmark och Rockström, 2005). Denna uppdelning framgår av figur 2.



Figur 2. Generell uppdelning av regnvatten i blått och grönt vatten.

Sett ur ett blåvattenperspektiv konsumerar jordbruket cirka 70 procent av de globala sötvattenuttagen, men med ett grönbått synsätt sätts jordbrukets vattenanvändning i ett helt nytt perspektiv. Globalt sett konsumerar matgrödor cirka 6 procent av den totala mängd nederbörd som når jordens yta. En tredjedel av detta vatten kommer från blått vatten tillfört genom konstbevattning (vilket motsvarar cirka 70 procent av sötvattenuttagen) och två tredjedelar från naturligt infiltrerat regn (Falkenmark och Rockström, 2005).

Eftersom blått vatten redan i dag används intensivt är det särskilt viktigt att det osynliga gröna vattnet används mer effektivt. Forskare har kommit fram till att vissa länder som idag lider av kronisk blåvattenbrist egentligen har tillräckligt mycket vatten för att klara sin matproduktion, om man tar hänsyn till både det blåa och gröna vattnet. Detta gäller till exempel länder som Algeriet, Tunisien och Syrien. Ur matförsörjningssynpunkt är det därför avgörande att även det gröna vattnets betydelse som vattenresurs lyfts fram. Det finns dock en grupp länder som, även om det gröna vattnet inkluderas i modellerna, fortsätter lida av vattenbrist, till exempel Rwanda, Pakistan, Jordan, Västbanken och Iran. För dessa länder kommer andra strategier vara nödvändiga för att klara matförsörjningen, som exempelvis att öka jordbrukets motståndskraft mot torka eller genom import av vatten i form av vattenkrävande livsmedel, så kallat *virtuellt vatten* (se även moment 5) (Rockström, et al., 2009).

## Effektivare grönvattenflöden

I genomsnitt avdunstar cirka 50 procent av den nederbörd som faller på marken och återgår till atmosfären i form av vattenånga (Falkenmark och Rockström, 2005, s. 7). Vattenångan transporteras med vindar och faller igen som nederbörd vid en annan tid och en annan plats. Ur ett jordbruksperspektiv kan denna avdunstning ses som ett så kallat *icke-produktivt grönvattenflöde*. Det omnämns som icke-produktivt eftersom det i motsats till *produktivt grönvattenflöde* inte bidrar till tillväxt av biomassa genom fotosyntesen. Mot den bakgrunden menar forskare att det finns en stor potential att effektivisera grönvattenflödet i jordbruket. Detta gäller framför allt i jordbrukssystem i Afrika, söder om Sahara, där också hungerproblematiken är som störst. Om man skiftar grönvattenflöden från att vara icke-produktiva till att bli produktiva, kan man minska de så kallade "förlusterna" av grönt vatten och på så sätt effektivisera vattenanvändningen, i bland annat jordbruket (Rockström, et al., 2009, s. 5). På så vis kan flödet av grönt vatten, istället för att bara avdunsta till ånga, producera biomassa som kan användas som mat eller bränsle. Det produktiva grönvattenflödet kan ökas genom att exempelvis plantera grödor nära markytan så att plantorna lättare kan ta upp regnvattnet som faller och/eller genom att täcka marken med olika material för att öka jordens vattenhållande förmåga (Rockström et al., 2010). Användningen av det gröna vattnet kan även effektiviseras genom att samla upp och lagra regnvatten som sedan kan användas för bevattning under perioder av mindre regn, så kallad "rainwater harvesting" (se även moment 10 *Staden och vattnet*).

## Effekter av olika typer av vattenanvändning

Mänskliga aktiviteter påverkar flödet av grönt och blått vatten och förhållandena däremellan. Hur marken används påverkar till exempel hur mycket vatten som kan infiltrera och bli

till grundvatten eller rinna av som ytavrinning (i moment 10 *Staden och vattnet* beskrivs hur markanvändningen påverkar den lokala vattenbalansen). Markanvändningen påverkar även vattencykeln i större skala.

Ur ett lokalt/regionalt perspektiv kan det även vara viktigt att skilja på *hur* vattnet används. Vatten kan användas på två principiellt olika sätt – det kan ”återanvändas” eller ”förbrukas”. Det vatten vi använder för exempelvis våra hushållsbehov återförs efter användning, via avloppssystem och reningsverk, tillbaka till ett vattendrag. Om vattnet återförs till samma avrinningsområde har vattnet endast tagit andra flödesvägar genom området, och även om kvaliteten kan ha försämrats är kvantiteten densamma. Sådan vattenanvändning kan kallas för *genomströmmande användning* (eng. *through-flow based use*). *Förbrukande användning* (eng. *consumptive use*) innebär att vatten i flytande form avdunstar och övergår till ånga och därmed inte direkt kan återanvändas (Falkenmark och Lannerstad, 2005). Ett belysande exempel på denna uppdelning är när blått vatten används för konstbevattning. Då kommer en del av det blå vattnet att byta form och övergå till ånga genom evapotranspiration. Det vattnet är då förbrukat i den mening att det inte finns tillgängligt för direkt återanvändning. En del av vattnet kommer dock att infiltreras i marken och bli till grundvatten eller rinna av som ytavrinning och blir då inte förbrukat i den bemärkelsen. Observera att vatten aldrig kan förbrukas ur ett kretsloppsperspektiv (se även moment 1 *Vatten – en o(ä)ndlig resurs*). Vattnets kretslopp ser till att det vattnet som blir till ånga genom evapotranspiration faller som nederbörd igen, fast då oftast vid en annan tidpunkt och på en annan plats. Sett ur ett större perspektiv är evapotranspirationen inte en förlust av vatten. Globalt sett är cirkulationen av vattenånga från evapotranspiration en viktig drivkraft som påverkar regionala nederbördsmonster. Ett exempel är Kina som för sin nederbörd till stor del är beroende av det vatten som evapotranspirerat från mark i Europa och Asien (Van der Ent et al., 2010).

Skog och våtmarker producerar mycket evapotranspiration och är därför av mycket stor betydelse för den globala vattencykeln (Ellison et al., 2011). Det innebär att förändringar i evapotranspirationen i Europa och Asien till följd av exempelvis avskogning, kan leda till ändrade förutsättningar vad gäller nederbörd i Kina.

Lokalt sett förbrukar det konstbevattnade jordbruket stora mängder vatten, bland annat eftersom många av de konstbevattningsmetoder som används innebär att stora mängder vatten går förlorad via evaporation (exempelvis spridarbevattning, se även moment 5). Ju mer vatten som förbrukas uppströms i ett vattendrag, desto mindre vatten kommer det att finnas tillgängligt för människor och ekosystem nedströms i vattendraget. Mängden vatten nedströms påverkas också av mänskliga ingrepp i vattnets flödesvägar. I många av världens floder har dammar byggts för att dämna upp vattnet och skapa vattenreservoarer som kan användas för vattenuttag till exempelvis konstbevattning, eller för kraftproduktion. Sådan vattenreglering leder till att de floderna har betydligt mindre flöden nedströms från dammen än vad de skulle ha haft under naturliga förhållanden. I vissa floder är flödet till och med så litet att de under vissa delar av året inte når sina utlopp.

Mer än 500 000 km<sup>2</sup> mark har översvämmats vid skapandet av konstgjorda vattenreservoarer (Falkenmark och Lannerstad, 2005, s. 19). Det motsvarar en yta nästan lika stor som Sveriges totala yta. I torra regioner avdunstar stora mängder vatten från dessa utbredda vattenytor, och merparten av det vattnet har då förbrukats enligt definitionen som presenterades ovan. Ett exempel på vattenreglering som leder till stora lokala vattenförluster är den konstgjorda Nassersjön, som skapats bakom Assuandammen som dämmer upp Nilen i Egypten. Så mycket som 11 procent av sjöns volym förloras via evaporation varje år (Falkenmark och Lannerstad, 2005, s. 19). Globalt avdunstar det lika mycket vatten från

konstgjorda dammar som det används i hushåll och industrin.

## Miljöanpassade flöden

När vatten förbrukas uppströms i en flod innebär det att flödet nedströms i floden minskar, eller kanske till och med försvinner. Hur marken används har också betydelse eftersom det påverkar hur mycket vatten som kan infiltrera och bli till grundvatten. Förändrade flöden kan få förödande konsekvenser för de djur och växter som lever i det påverkade ekosystemet och även för de människor som för sin överlevnad är beroende av vattnet och de ekosystemtjänster som vattnet förser dem med.

En metod som används för att tillgodose ekosystemens vattenbehov är så kallade *miljöanpassade flöden* (eng. *environmental flows*). Miljöanpassade flöden syftar till att bevara ett så pass stort vattenflöde i exempelvis floder eller strömmar så att produktionen av ekosystemtjänster kan upprätthållas och så att människor nedströms får det vatten som de behöver. Det syftar inte bara på mängden vatten utan vattnet måste även vara av bra kvalitet. Det är även viktigt att behålla de naturliga variationerna för låg- och högvattenflöde, eftersom det är en viktig förutsättning för bland annat fiskars möjlighet att fortplanta sig (Boelee et al., 2011, s. 40).

Sammantaget innebär det att användningen av vatten uppströms inte får vara större än att det finns tillräckligt med vatten kvar för att tillgodose ekosystem och människors behov nedströms. Att fastställa nivåer för miljöanpassade flöden är problematiskt eftersom det ofta innebär svåra avvägningar mellan motstående intressen. Särskilt problematiskt kan det bli om ett vattendrag delas mellan flera länder, eftersom vattenanvändningen i ett land som ligger uppströms i vattendraget kommer ha stor inverkan på vattentillgångarna och vattenkvaliteten i landet som ligger nedströms vattendraget. Länder blir på detta sätt mycket

beroende av varandra, vilket kan leda till komplicerade förhållanden och bittra konflikter. Vi återkommer till denna fråga i moment 8 *Det gränslösa vattnet*.

## Gröna, blå och grå vattenfotavtryck

*Vattenfotavtryck* är ett begrepp som syftar på den mängd vatten som går åt för att producera en viss vara, under hela produktionskedjan. Begreppet hjälper oss att förstå sambandet mellan vattenresurser och vår konsumtion av mat och andra varor och hur den påverkar vattensystemen i andra delar av världen. Se moment 5 för en repetition av (vatten)konsumtion och vattenfotavtryck.

För att skilja på vad för typ av vatten det är som används i olika produktionsprocesser kan man dela in vattenfotavtrycket i en blå, grön och en grå del. Det blå vattenfotavtrycket avser den mängd yt- och grundvatten som förbrukats (det vill säga avdunstat eller inbäddats i grödan/produkten) i samband med produktionen. Det gröna vattenfotavtrycket avser den mängd regnvatten i form av markfuktighet som förbrukats (det vill säga transpirerat eller inbäddats i grödan) under produktionen. Det gröna vattenfotavtrycket används därför främst för skogs- och jordbruksprodukter. Det grå vattenfotavtrycket mäter produktionens påverkan på vattenkvaliteten och mäts som den mängd vatten det hypotetiskt sett går åt för att späda ut det använda vattnet till en koncentration av ämnen i vattnet som är godtagbar ur miljö- och hälsosynpunkt (Hoekstra et al., 2011, s. 30). Sammantaget utgör dessa tre delar det totala vattenfotavtrycket.

En gröda som odlats i ett regnbevattnat jordbruk har i princip inget blått vattenfotavtryck, medan en gröda som odlats i ett konstbevattnat system både har ett blått och ett grönt vattenfotavtryck. Det globala genomsnittliga vattenfotavtrycket för en tomat är till exempel 50 liter, varav 50 procent av vattenfotavtrycket avser grönt vatten, 30 procent blått vatten och 20 procent grått vatten (Mekonnen och

Hoekstra, 2011). Dessa siffror talar om för oss att tomatodlingar till stor del är beroende av konstbevattning (andelen blått vatten som används vid odling), och att de också har en stor påverkan på vattenkvaliteten (det relativt höga grå vattenfotavtrycket).

För att kunna göra en bedömning om produktionen av en vara är hållbar eller inte, jämför man varors vattenfotavtryck med hur mycket blått respektive grönt vatten som finns tillgängligt. När man uppskattar hur mycket grönt vatten som finns tillgängligt inom ett område tar man först hänsyn den naturliga vegetationens vattenbehov och hur mycket produktiv mark som finns. Tillgången på blått vatten uppskattas som avrinningen i området med avdrag för den mängd vatten som behövs för att upprätthålla ett miljöpåpassat flöde. Om det gröna eller blå vattenfotavtrycket vid en given tidpunkt är större än den respektive vattentillgången, kan man säga att produktionen är miljömässigt ohållbar (Hoekstra et al., 2011, s. 79-83).

Det finns flera anledningar till varför det är viktigt att göra denna indelning av vattenresurser vid beräkning av vattenfotavtryck. En anledning, som nämnts tidigare, är att det gröna vattnets betydelse som produktionsfaktor generellt sett tenderar att undervärderas. En annan anledning är att det i många fall råder brist på blått vatten och konkurrensen mellan olika användningsområden (inklusive miljön) är stor (Hoekstra et al., 2011, s. 10). De miljömässiga och sociala konsekvenser som vattenanvändning innebär kan också skilja sig mycket beroende på om det är grönt eller blått vatten som förbrukas. Även de ekonomiska kostnaderna skiljer sig markant mellan att använda yt- och grundvatten eller regnvatten som resurs (Hoekstra et al., 2011, s. 30). Användning av blått vatten kommer ofta till en kostnad, både för själva vattenuttaget och för att installera konstbevattningssystemet man behöver för att använda det, medan regnvatten som faller direkt på fältet är gratis att använda.

## Referenser:

Boelee, E., Chiramba, T. och Khaka, E., (eds) 2011. An ecosystem services approach to water and food security. Nairobi: United Nations Environment Programme; Colombo: International Water Management Institute.

Ellison, D., Futter, M. och Bishop, K., 2011. On the forest cover-water yield debate: from demand- to supply-side thinking. *Global Change Biology*, doi: 10.1111/j.1365-2486.2011.02589.x

Falkenmark, M. och Lannerstad, M., 2005. Consumptive water use to feed humanity – curing a blind spot. *Hydrology and Earth System Sciences*, 9: 15-28.

Falkenmark, M. och Rockström, J., 2005. Rain: The Neglected Resource. Swedish Water House Policy Brief Nr. 2. SIWI.

Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. and Mekonnen, M.M., 2011. The water footprint assessment manual: Setting the global standard. London: Earthscan.

Mekonnen, M.M. och Hoekstra, A.Y., 2011. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5): 1577-1600.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.

Nationalencyklopedin, 2012. Ekosystem. <http://www.ne.se/ekosystem>. Webbsida besökt: 2012-03-26.

Rockström, J., Falkenmark, M., Karlberg, L., Hoff, H., Rost, S. och Gerten, D., 2009. Future water availability for global food production: The potential of green water for increasing resilience to global change. *Water Resources Research*, Vol. 45, W00A12.

Rockström, J., Karlberg, L., Wani, S. P., Barron, J., Hatibu, N., Oweis, T., Bruggeman, A., Farahani, J. och Qiang, Z., 2010. Managing water in rainfed agriculture – The need for a paradigm shift. *Agricultural Water Management*, 97(2010): 543-550.

Van der Ent, R., Savenije, H., Schaeffli, B. och Steele-Dunne, S. 2010. Origin and fate of atmospheric moisture over continents. *Water Resources Research*, Vol. 46, W09525.