

Vattenbalansen och klimatet

Ylva van Meeningen och Jonas Åkerman, Lunds universitet

Den hydrologiska cykeln, eller vattnets kretslopp, beskriver hur jordens vatten rör sig mellan hav, land och atmosfär. Mängden vatten som finns på jorden är mer eller mindre konstant, men mängden som cirkulerar mellan hav, land och atmosfär och som finns tillgängligt för jordens levande varelser kan variera på grund av klimatet. Vattnet i atmosfären kan omvandlas från gas till flytande (kondenserar) eller fast och falla ner till marken som nederbörd. Detta vatten kommer antingen att avdunsta igen, tas upp av växter, tas upp av marken eller genom olika vattendrag nå sjöar eller hav. Vattnet i marken kan också förflytta sig, till exempel som grundvattenströmmar, och nå sjöar eller hav. Vatten som avdunstar från växter kallas för transpiration och vatten som går direkt från is till gas kallas sublimation.

Mängden vatten är olika för olika klimat, vilket också ger olika förutsättningar till liv på jorden. Den generella ekvationen för vattenbalansen är följande:

$$P = R - E - T \pm \Delta S$$

där P står för nederbörd, R står för avrinning i form av bäckar eller floder, E står för avdunstning, T står för transpiration från växter och ΔS står för förändringen i jordens vattenlager. I balansekvationen utgår man ifrån att systemet är slutet och mängden vatten som tillförs ska därför vara lika stor som mängden vatten som lämnar systemet.

Övning 1: Vattenbalansen vid olika mätstationer i världen

FN har lanserat en internetbaserad och global dataservice som heter UNdata, där insamlad statistik ska kunna användas av allmänheten. I databasen finns det land- och stationsbaserad statistik om till exempel jordbruk, miljö, hälsa, utbildning och populationsökning. För många länder finns även statistik över mängden nederbörd, avdunstning och avrinning från olika stationer runt om i landet. World Meteorological Organization (WMO) har bidragit till den här databasen genom att lägga in meteorologisk data från stationer runt om i världen.

I den här övningen ska vattenbalansen från fem olika stationer och länder räknas ut och jämföras, där Sverige är ett av dessa länder. Syftet är att ge eleverna en ökad förståelse för vilka magnituder det finns i världen och hur olika platser relaterar till det regionala klimatet. För att klara uppgiften behövs antingen penna och papper eller ett kalkylprogram. Ett kalkylark med fem stationer finns tillgängligt, med värden för nederbörd, avrinning och avdunstning. I detta exempel inkluderar avdunstning både avdunstning och transpiration från växter. Avdunstning och transpiration samlas ofta till ett begrepp som kallas evapotranspiration på grund av svårigheterna med att mäta de enskilda variablerna i naturen

och därmed skilja dem åt. För varje station ska förändringen i jordens vattenlager tas fram. Frågor som man kan ställa sig under övningens gång är:

1. Vilka skillnader finns det mellan platserna som valts ut?
2. Vad betyder positiva och negativa förändringar i jordens vattenlager?
3. Tror du att förändringarna i jordens vattenlager är rimliga/för stora/för små? Varför/varför inte?
4. Om du tror att förändringarna är för stora/för små, vad tror du saknas i beräkningen? Vad skulle kunna påverka värdena?

Vill man kan man även låta eleverna ta fram sina egna exempel. UNdatas databas innehåller nederbördsdata och avdunstningsdata. Under fliken ”sources” kan man klicka på ’World Meteorological Organization’ för att få upp en lista på all väderdata som finns tillgänglig. Klicka på ’Precipitation’ och ’Pan evaporation’ för att få nederbörd- och avdunstningsdata. Genomsnittliga avrinningsdata har tagits från UNH/GRDC Composite Runoff Fields v 1.0, en vattenbalansmodell utvecklad av New Hampshire universitet med stöd från NASA.

Övning 2: Aktuell vattenbalans i Sverige

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) har en tjänst som heter Vattenbalans, vilket är en sammanställning av inkommande, utgående och lagrat vatten i olika områden i Sverige under en bestämd tidsperiod. Vattenbalansens delar anges i millimeter och innefattar nederbörd, avdunstning och transpiration, nettoutflöde från dräneringsområdet, lagring av snö, mark- och grundvatten och ytvatten i beräkningarna. Dagens vattenbalans jämförs sedan med normalvärdena för platsen från en historisk period (1981-2010).

I den här övningen väljer du ut minst tre områden eller platser i södra, mellersta och norra Sverige. Syftet med övningen är att belysa vattenbalansens magnitud för olika platser i Sverige, samtidigt som man har möjligheten att fördjupa sig i de bakomvarande processerna. Läs igenom vad som redogörs för de olika ekvationerna med avseende på nederbörd, snö, avdunstning, flöde i vattendragen, lagring av ytvatten och mark- och grundvatten. Jämför sedan de olika stationerna. Är det stora skillnader? Har vattenbalansen förändrats i jämförelse till den historiska perioden och i så fall på vilket sätt? Fundera även kring hur du kan använda detta verktyg i din undervisning.

Övning 3: Problem med snönederbörd i vattenbalansberäkningar

Det är oftast stora problem med noggrannheten med kvantifiering av snönederbörden vid vattenbalansberäkningar i kalla klimat. I den här övningen räknas och diskuteras ett exempel på problem med noggrannheten för vattenbalansberäkningar, när mer vatten tillförs än vad som tas upp i vattenbalans ekvationen. I det här fallet baserat på snödröjning.

På Spetsbergen, Svalbard finns ett undersökningsområde som kallas Fyrsjöen. Det ligger på södra kusten av Isfjordens västra del i centrala Spetsbergen. Spetsbergens centrala västkust

ligger vid periferin av den extrema arktiska zonen. Inflytandet från Nordatlanten minskar temperaturextremerna och ger också mer nederbörd än vad som faller vid liknande breddgrader i andra delar i Arktis. Här finns ett avrinningsområde på 282 ha och som ligger på strandflateområdet söder om Kapp Linne (78 004'N, 13 038'E). Området dräneras ut i havet genom en kort flod där utflödet av vatten mäts. I det här avrinningsområdet har man använt följande ekvation för att få ut områdets vattenbalans:

$$P - Q_{river} - Q_{ground} - ET \pm \Delta S = \epsilon$$

Där P är nederbörd, Q_{river} är flodens dränering, Q_{ground} är grundvattnets dränering, ET är evapotranspirationen och $\pm \Delta S$ är lagringsförändringarna uttryckt i mm vatten. Balansen ska hamna nära 0 om alla variabler mäts noggrant. Men man har sett att det inte alltid blir noggrant mätt, utan att det ibland finns mer vatten i utflödet än vad som flödar in. ϵ har lagts till och är "felet" i ekvationen, alltså den extra mängd vatten som har tillförts.

När det gäller evapotranspiration användes siffran (80 mm/år) generellt för området. Lagringskomponenten $\pm \Delta S$ anses vara konstant, eftersom vattennivån i sjön vid slutet av dräneringssäsongen ligger vid en konstant nivå med endast marginella variationer från år till år. Med tanke på den årliga budgeten är också andra lagringskomponenter i detta avrinnings-område av liten betydelse.

I den här övningen ska vattenbalansen jämföras mellan när den ordinarie vattenbalanskvationen används ($P = R - E - T \pm \Delta S$) med när "felet" i balansräkningen inkluderas. Syftet med övningen är att belysa tänkbara osäkerheter när man mäter vattenbalansen och till att utveckla elevernas kritiska tänkande till information. För att klara uppgiften behövs antingen penna och papper eller ett kalkylprogram. Ett kalkylark med årliga hydrologiska data för Fyrsjöens dräneringsområde finns tillgängligt. I arket finns även en kolumn med snömätningar som forskarna har utfört i samband med de övriga mätningarna. ET och $\pm \Delta S$ tas inte med i ekvationen, då det efter noggranna undersökningar visade sig ha ytterst lite betydelse för vattenbalansen i detta område. Summera först ihop den årliga mängden nederbörd som har fallit i området. Jämför sedan först vad som händer med vattenbalansen om du följer den ordinarie vattenbalanskvationen. Vad får du för värden och vad betyder de? När du gjort detta så räknar du ut den korrigerade vattenbalansen. Korrigerad vattenbalans får vi genom att jämföra vattenföringen Q med S som är nederbörden uppmätt genom snötaxering (alltså med hänsyn till snödriftimporten). Alla värden är i mm. Vad får du för värden vid korrigerad vattenbalans, där snötaxeringen subtraheras med dräneringen? Och vilka skillnader finns det mellan den ordinarie och reviderade vattenbalanskvationen?

Material

UNH/GRDC Composite Runoff Fields v 1.0 (University of New Hampshire)
<http://www.compositerunoff.sr.unh.edu/index.html>

WMO presence on UNdata (a data access system to UN databases) (World Meteorological Organization)

<http://data.un.org/Explorer.aspx?d=CLINO>

Vattenbalans (SMHI)

<https://www.smhi.se/vadret/vadret-i-sverige/vattenbalans>