



När vattnet inte räcker till
En studie av turismens påverkan
på öars vattenresurser

ANDERS NORDSTRÖM OCH CHRISTIAN PLEIJEL

INLEDNING

Day Zero, den 1 april 2018 behövde Kapstaden som den första megastaden i världen planera för att stänga dricksvattendistributionen på grund av vattenbrist. Vattenbrist på Gotland och Öland sommaren 2016 och i tennismetropolen Båstad samt *Day Zero* i seglarnästet Sandhamn den 3 augusti 2018, var stora tidningsrubriker som överraskade oss i Sverige. Vi tror kanske att vårt land med dess stora vattenresurser inte kan få brist på vatten, men så är alltså fallet. Det finns en gemensam nämnare, en förklaring till att vissa platser drabbas av vattenbrist-turisterna.

Turister med fokus på sol och bad söker sig till orter på tempererade breddgrader vid kuster och öar, men endast under några få månader per år. Antalet turister vid kuster och på öar blir därför stort under relativt kort period, sommartid. Turister är dessutom ofta stora vattenanvändare på hotell och via badanläggningar. Restauranger och tvätterier samt småbåtshamnar är andra verksamheter som använder mycket vatten under turistperioden (Brigand, 1991; Chiron, 2009; Eurostat,

2009; Gössling *m.fl.*, 2015; Kizos, *m.fl.*, 2007; Spilanis, 2015; Spilanos, *m.fl.*, 2006; Spilanos & Vayannis, 2004).

Det är känt sedan många år att vissa turistorter har svårt att distribuera vatten i tillräckliga mängder under turistsäsongen, vilket leder till olika typer av vattenrestriktioner, som exempelvis avstängning av vatten avskilda tider på dygnet eller avstängning några timmar per dygn i vissa områden. Det finns exempel på områden där de fastboende endast får tillgång till vatten några dagar per vecka (Pleijel & Nordström, 2018).

Ibland blir dricksvatten en bristvara på vissa öar, särskilt de år då vinterregnen varit mindre än normalt. Variationer i regnmängder har förekommit långt innan klimatförändringarna under 2000-talet blivit tydligt redovisade av FN:s klimatpanel. Flera turistorter får nu även under "normala" regnår vattenbrist i samband med turistsäsongen. Det finns således en mycket tydlig koppling mellan vattenbrist och antalet användare av vatten samt att vattenbristen uppträder när antalet turister är många (EEA, 2015; WMO, 2018).

Europas öar är populära resmål. Öarnas ekonomi har i allt högre grad blivit beroende av turismnäringen. Öar har ofta små sötvattenmängder och sötvattnet kan vid stora uttag lätt bli förstört av saltvatteninträngning till vattentäkterna. Samtidigt har öborna oftast en vattenmedveten "sparkkultur". Europakommissionen varnade 2015, efter torrperioder i stora delar av södra Europa, för framtida perioder med vattenbrist i städer och turistorter (EEA, 2015). Klimatförändringarna kommer att kunna skapa torrperioder som både är längre men även förekommer oftare än tidigare. Det är därför nödvändigt för de lokala myndigheterna att skapa en hållbar dricksvattenhantering så att alla vattenanvändare får en rimlig vattenmängd. Det finns generellt inga internationella regler som anger hur mycket vatten ett hushåll ska använda eller hur andra, verksamheter som exempelvis jordbruket, bör använda samt spara till andra delar av ekosystemet, men det finns studier som redovisar olika värden på vattenanvändning för respektive användare (Gössling, *m.fl.*, 2015; Gössling, *m.fl.*, 2012; Pleijel,

2017; Pleijel & Nordström, 2018; Nordström, 2005; Nordström, 2018; WHO, 2018).

Syftet med det här kapitlet är att undersöka öarnas vattenkonsumtion, analysera vattenproduktion och ge förslag på lösningar för att tillmötesgå vattenbehov. Till syftet hör också att jämföra öarnas vattenbehov samt att skapa en översiktlig modell över vattensystem på en ö. Några av de frågor som kapitlet belyser är: Kan man spara vatten och förändra vattenanvändningen på öar och andra turistorter? Hur kan den stora vattenmängd som turisterna idag använder minskas? Vem använder vatten, till vad, och i vilken mängd? Vad gör myndigheter, företag och privatpersoner när vattnet inte räcker till och hur påverkar det turistnäringen? På uppdrag av Europaparlamentet genomfördes år 2017 en studie av åtta små europeiska öar (se figur 1): deras vattentillgångar, deras behov av sötvatten, hur vattenförsörjningen är ordnad, samt om det är möjligt för dem att spara vatten (Pleijel & Nordström, 2018). Året innan genomfördes på uppdrag av Strömstads kommun en studie av vatten- och avloppssituationen på Kosteröarna (Pleijel, 2017). Alla dessa nio öar har eller troddes ha (det senare gäller särskilt Kosteröarna) mycket stora problem med dricksvattenresurserna under turistsäsongen.

I detta kapitel beskriver vi vår modell av en ö ur ett vattenperspektiv, hur vi sökte kunskap om de nio undersökta öarna, och sammanfattar vad vi fann i våra studier (Pleijel, 2017; Pleijel & Nordström, 2018).

EN STUDIE AV SMÅ ÖAR I EUROPA

Eurostat beräknade år 1994 att det fanns 440 bebodda öar i Europa, vilket senare reviderades av Planistat år 2003 och ytterligare år 2010 i EU:s Femte sammanhållningsrapport (Eurostat, 1994; Fifth Cohesion Report, 2010; Planistat, 2003). År 2017 konstaterade EU-parlamentarikern Tonino Picula att det i EU finns 2 136 öar utan broförbindelse och med fast boende mantalsskriven befolkning på ön (Picula, 2017). Han undantog de fyra öar som är stater: Storbritannien, Irland, Cypern och



Figur 1. Modifierad kartbild över de åtta öarna som ingick i EU-studien. (Kartan saknar skalstreck då bilden är modifierad). (Pleijel & Nordström, 2018).

Malta. Öarnas sammanlagda befolkning var 18 889 077 personer. Picula påvisade att, om dessa öar vore en nation, skulle den till ytan vara Europas fjärde största, räknat i befolkning skulle den vara nummer elva och ha värdefulla natur- och kulturtillgångar, men samtidigt skulle den stå inför stora utmaningar. Denna elfte imaginära nation har värdefulla tillgångar så som (1) stränder, vilka lockar hundratals miljoner turister varje år, (2) en unik natur och kultur, samt (3) hav, som innehåller tidvatten, vågor, olja, gas, fisk och sjövägar. Havet innebär också att öarna i den elfte nationen är skilda från fastlandet vilket får dem att uppfattas som avlägsna, rentav mytiska. Det är en tillgång som också medför extra kostnader för öarnas småskaliga samhällen, företag och invånare – bland annat vad avser vatten och avlopp.

Vi begränsade vår studie till små öar. Skälet till detta är att vår förhandskunskap om små öar generellt är bred och djup samt att vi har god insikt i öarnas utmaningar, styrelseskick och kulturer (Brigand, 1991; Pleijel, 2015; Royle, 2001). Små öar har en tydlig avgränsbarhet som studieobjekt: det är möjligt att beskriva och begripa vattenmagasinet, tillförseln, uttagen och konsumtionen av vatten, samt de tekniska, politiska, finansiella och mänskliga aspekterna av vattenfrågan. Små öar är fattbara, gripbara och beskrivningsbara på ett sätt som stora öar exempelvis Island, Kreta och Gotland inte är.

Av Europas öar är cirka 2 000 små, vilket menas att de har mellan 1 och

5 000 bofasta personer och en yta om högst 1 000 km² (Pleijel, 2015). Av dessa valde vi ut nio som alla har brist på sötvatten under turistsäsongen och ett näringsliv som särskilt domineras av turism (Baldacchino, 2017; ESPON, 2013a; 2013b). Följande öar valdes ut: Kosteröarna (Sverige); Tilos (Grekland, norr om Rhodos); Ithaka (Grekland, Joniska havet); Vis och Lastovo (Kroatien, i Adriatiska havet); Sein och Houat (Frankrike, utanför Bretagnes kust); Cape Clear (sydvästra Irland), och Inisheer (västra Irland). Se figur 1. De nio öarna ligger således i olika hav och öarnas klimat och naturlandskap skiljer sig åt, liksom vattenresurser, yta, befolkningens mängd och besöksmängder. På några av öarna hade vi personliga kontakter, på andra skapades de först under projektets gång.

För att kunna beskriva och jämföra dricksvattensituationen på öarna skapade vi en modell av en ö med tre systemnivåer, tre ”lager”: naturlandskapet, kulturlandskapet och tekniklandskapet. Naturlandskapet är den understa nivån och omfattar de naturgeografiska förhållandena på ön oavsett om det bor människor där eller inte: topografi, jord, berg, vatten, klimat, flora och fauna. På denna nivå beskrev vi öarnas vattentillgång. På nästa nivå – kulturlandskapet – återfinns hus, byar och mark- och vattenanvändning samt information om hur människorna försörjer sig, och olika kulturella och sociala aspekter i samhället, inklusive skola och hälsovård. På denna nivå beskrev vi öarnas vattenbehov. På den översta nivån – tekniklandskapet – hamnar den gemensamma infrastrukturen med vattenledningar, avloppssystem, telefonlinjer, bredband, fossila och förnyelsebara energikällor, vägar, hamnar och fartyg. På denna nivå beskrev vi alltså öarnas vattenproduktion inklusive tekniska, administrativa, juridiska och ekonomiska aspekter (exempelvis frågor som rör lösningar, beslut och kostnader; vem som ska betala, och hur) (Pleijel, 2017; Pleijel & Nordström, 2018).

Våra arbetssätt var litteraturstudier, fältstudier, sammanställning, analys och slutsatser. Först studerades beskrivningar av öarnas naturlandskap och tidigare vatten- och avloppsrelaterade studier. Därefter besökte vi öarna där våra främsta sagesmän var den/de som arbetar med vatten- och avloppssystemen på praktisk nivå, och den/de lokala

politiker (ofta "borgmästaren") som tagit beslut om utbyggnad, underhåll och förvaltning av systemen, samt även klienterna i systemen, både privatpersoner och företagare (Bartley 2015; Brigand 2002; Chiron 2007; Commune de l'Île de Sein, 2014; Conseil Général du Morbihan, 2004; Hynes, 2017; Kapelj, *m.fl.*, 2002).

På plats fick vi ofta tillgång till bättre kartor och kunde med egna ögon se tillståndet i vattentäkter, pumpstationer, ledningar, reservoarer och avlopp. En viktig kunskap som endast gick att få på plats var om de privata brunnarna: var de fanns, vem som äger dem och storleken på uttagen. Samma gällde användningen av regnvatten: hur gör man, hur mycket vatten kan man magasinera, vad används det till, hur vanligt är det. Våra iakttagelser och beräkningar sammanställdes i rapporter som presenterades för respektive ö (politiker och tjänstemän), i vissa fall mycket uppmärksammade i lokala intresseorganisationer, sociala och tryckta media (Pleijel & Nordström, 2018). Analys och slutsatser genomfördes i en gemensam workshop med politiker och tjänstemän från åtta av öarna samlade (Koster genomfördes som en skild studie). Då kunde öarnas representanter i en öppen, tillitsfull dialog ta del av, förstå och lära av de andra öarna, reflektera över den egna situationen, och sätta mål för sin egen utveckling. Resultatet och processen beskrevs i en enkel bok och på en hemsida där andra öar kan lära av våra exempel (Pleijel & Nordström, 2018).

ÖARNAS VATTENTILLGÅNGAR

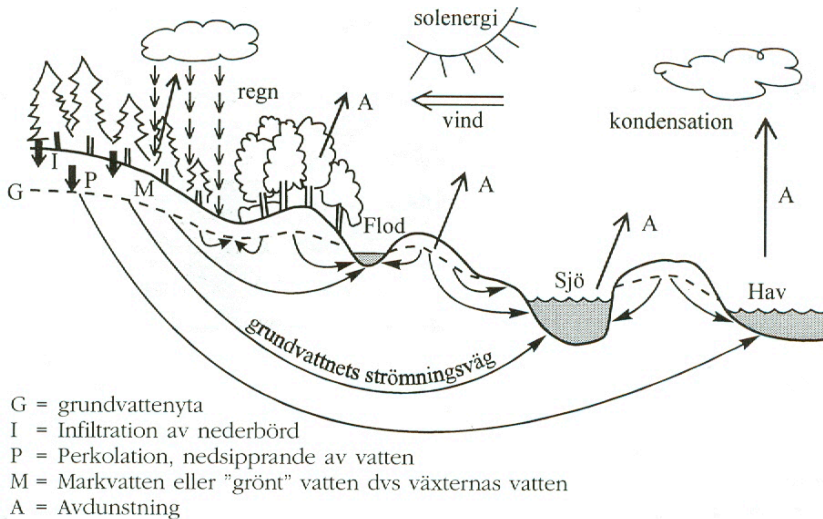
För att vattnet ska räcka till är det viktigt att först förstå hur vattnet som används på ön bildas och småningom kommer till vattenkranarna där vi tar emot det. Vatten rör sig i ett globalt kretslopp där det ständigt är i rörelse mellan olika former och tillstånd: som flytande vatten, som is, som vattenånga, som ytvatten (flod eller sjö), som grundvatten, som salt eller sött, se figur 2.

När nederbörden faller som regn över öns markyta avdunstar en del direkt till atmosfären. Regnet som når markytan infiltreras till öns jord

eller berg. Vi kan ibland se hur regnvatten rinner på markytan, men snart infiltreras på en plats en bit ifrån där det nått marken. Endast på våtmarker och vid extremt kraftiga regntillfällen strömmar regnet direkt till ytvatten eller hav. I öns lösa jordtäckte finns håligheter – porer – mellan jordpartiklarna där vattnet kan rinna eller samlas. I det lösa jordlagret finns vegetationens rötter och de använder vatten som i växtprocessen avgår som transpiration. Det innebär att del av nederbörden som infiltreras åtgår för växternas överlevnad. Är där berg kan vattnet finnas i dels porer, vilket är typiskt för sedimentära bergarter som sandsten och kalksten, eller i sprickor till exempel i urbergets kristallina bergarter så som graniter och gnejser.

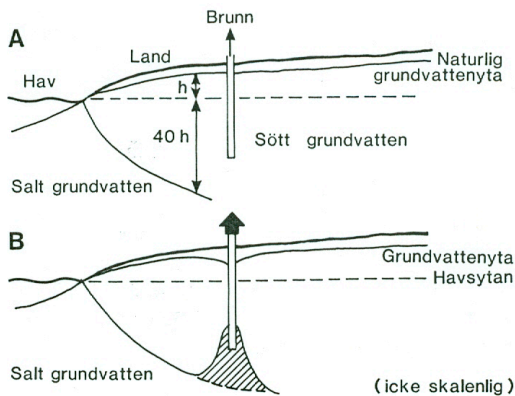
Ytspännings- och kapillärkrafter håller kvar delar av regnvattnet i jordens porer, men överskottet rör sig med tyngdkraften nedåt i marken. Vattnet söker sig lättast och snabbare fram i de porer som är större. Där växtrötterna upphör att finnas kan porerna bli helt vattenfyllda. Den övre nivå där man finner att alla porer är vattenfyllda är grundvattenytan. Under grundvattenytan är alla porerna fyllda och grundvattnet fyller även i berget under jordlagret upp alla hålrum. Vattnet i marken definieras som grundvatten där alla porer är vattenfyllda det vill säga under grundvattenytan. Vattnet mellan markytan och grundvattenytan kallas markvatten eller grönt vatten och är det vatten som växterna använder. Detta vatten ser vi inte som fritt vatten utan endast som fuktig mark (Davie, 2008; Grip & Rodhe, 1985).

På en ö regnar det olika mycket under olika årstider och mellan olika år. Dessutom styr lufttemperaturen avdunstningens storlek. Det blir därför olika tider på året när det kan bildas överskott av vatten i växternas rotzon som transporteras ned och bildar grundvatten. Om stora delar av nederbörden, mängdmässigt, kommer under sommarmånaderna när temperaturen är hög och växternas transpiration är stor, är chans till grundvattenbildning liten. Ofta fylls grundvattnet på först under senare del av oktober och fram till växtsäsongen börjar i maj. När grundvattnet fylls på höjs grundvattenytan men grundvattnet rör sig sakta mot terrängens lägre områden och strömmar fram i källor



Figur 2. Vattnets kretslopp och grundvattnets strömningsvägar (Nordström, 2000).

som skapar bäckar. Flera bäckar blir en stor å eller flod och vattnet flyter ned till sjöar som sedan avvattnas till havet. Den största delen av grundvattnet strömmar osynligt ut till vattendrag, sjöar och hav under vattenytan. Vattendragens och sjöarnas vattenvolymer är således skapade av utströmmande grundvatten. När det inte regnar och under växtperioden tillförs inget nytt grundvatten (Todd & Mays, 2005). Vattnet kan magasineras som grundvatten samt i sjöar och floder och det



Figur 3. Utnyttjande av grundvatten på en ö omgiven av saltvatten. A = Exempel på balanserat uttag. B = Större uttag sänker grundvattenytan så att saltvattengränsen kan dras upp till uttagspunkten i brunnen (Nordström, 2000).

kan vara lättare att pumpa vatten från sjö och flod än att borra hål i berggrunden samt därefter pumpa upp vattnet. Grundvatten är normalt ett dricksvatten av så god kvalitet att man kan använda det utan behandling innan användandet. Sjö eller vattendrag som ligger nära användaren är bekväma att använda som källa, men här är sällan kvaliteten sådan att man kan undvika någon form av rening. Grundvattenuttag via borrhål har samma kvalitet som grundvattenkällan.

Källor eller borrhål är därför de vanligaste vattenkällorna när uttagen är från en familj till några tusen personers vattenanvändning (Nordström, 2005). Mindre eller medelstora öar kan ha endast liten tillgång till ytvatten i sådan volym att den räcker till den vattenkonsumtion som öns användare behöver. Då återstår grundvattenmagasinet. Grundvattnet kan för en familjs behov hämtas ur en grävd brunn eller hellre ur en bergborrad brunn. Den grävda brunnen kan under sommaren lättare bli torrlagd (på grund av liten jordmäktighet) och är mer påverkbar av föroreningar som släpps ut på eller i marken. För kommunala uttag är det vanligast med bergborrade brunnar. I annat fall tvingas man använda ytvatten som vattenkälla men då krävs alltid reningsanläggning innan distribution via ledningssystemen till konsumenterna (Nordström, 2005).

Öar är omgivna av salta hav vilket kan påverka vattenkvaliteten. Om grundvattenytan sänks för mycket genom stora uttag påverkas gränsen mellan det söta och salta grundvattnet. Det söta grundvattnet är lättare och flyter som en kudde ovanpå det salta grundvattnet. Redan ett mindre uttag av grundvatten sänker grundvattenytan något och då flyttas saltvattengränsen en bit uppåt. Enligt Ghyben-Herzbergs samband stiger gränssonen sött/salt grundvatten 40 gånger mer än avsänkningen av grundvattenytan efter vattenuttaget (Todd & Mays, 2005). Det innebär att en meters sänkning av grundvattenytan leder till att sött/salt-vattenzonen kan stiga 40 meter. Se figur 3. Problem uppstår först när saltvattengränsen når nivån där uttaget äger rum. Stänger man vattenuppfördringen kommer saltvattengränsen flyttas tillbaka nedåt när det fylls på mer grundvatten. Men påfyllnaden kanske inte

sker förrän flera månader senare (Todd & Mays, 2005). Om man fortsätter att pumpa upp grundvatten är det ett salt vatten som fås och det måste avsaltas innan användning. Om man slutar använda brunnen och väntar på att nytt grundvatten fylls på får man vänta mycket längre än en säsong. I Sveriges kristallina berggrund kan det ta många tiotals år innan man åter får ett helt sött grundvatten ur brunnen. Skälet är att sprickorna oftast här i Sverige är mycket tunna och förekommer glest (Knutsson & Morfeldt, 2002). I sedimentär berggrund som ofta finns i Medelhavsområdet finns porer i berget och transporten av grundvatten går mycket fortare särskilt i kalksten som kemiskt har vittrat, så kallad karst, (Bartley, 2015; Davie, 2008; Todd & Mays, 2005). Man kan i karstberggrund stoppa pumpandet av brunnvatten strax innan grundvattenytan sjunkit så mycket att uttagspunkten ligger under saltvattengränsen. Det gäller då att ha ständig kontroll på den nivåmätare som visar grundvattenytan alternativt kloridhaltsmätare som visar när saltvattengränsen närmar sig uttagspunkten. Vinternederbörden fyller sedan på sött grundvatten så att brunnen kan användas från nästa sommar igen. Transporten av grundvatten genom exempelvis kalkstensberggrund med karst går ibland så snabbt att grundvattnet alltför fort rinner ut till havet (Bartley, 2015; Kapelj, *m.fl.*, 2002; Todd & Mays, 2005).

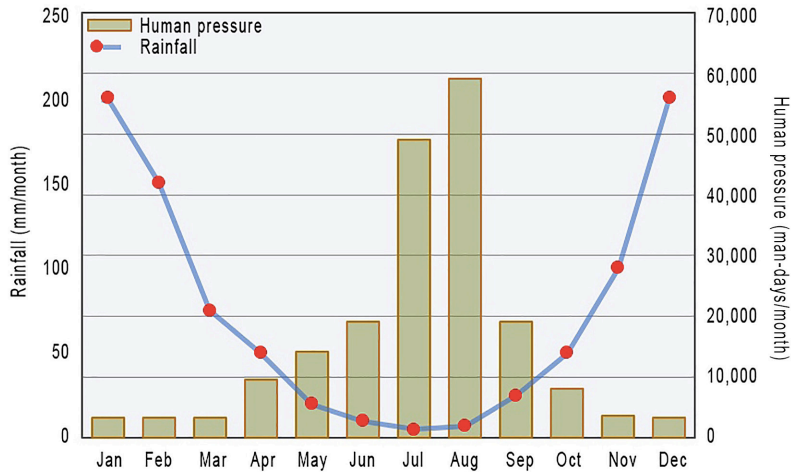
Ithaka är en bergig ö med branta stränder i Joniska havet. Dess yta är 96 km² ö och invånarantalet 3 100. Det regnar huvudsakligen på östra delen av ön, eftersom västsidan ligger i "regnskugga" av grannön Kefalonia. Regnmängden är stor, cirka 600–700 mm och skapar stor grundvattenbildning i östra delen av ön. Kalkstensberget erbjuder dock begränsade grundvattenmagasin: det mesta av vattnet rinner relativt snabbt till havet, såvida det inte möter förseglande bergskikt som ger vissa möjligheter till vattentäcker. Ithaka är ett exempel på att grundvattenmagasinet inte blir så stort trots stora regnmängder och tillskott till grundvattnet under vintern. Grundvattenytan ligger lågt nära havsytan vilket gör att avståndet till saltvattengränsen är litet. Risken är stor att vattnet blir salt (Pleijel & Nordström, 2018).

I bästa fall strömmar grundvattnet ut i källor längs kusterna och kan då fångas upp på samma sätt som vid brunnsuttag. Källan flödar så länge grundvattenytan i närheten ligger högre än källan. Under sommaren sjunker grundvattenytan och då kan källan upphöra att strömma vatten (Todd & Mays, 2005). Grundvattenkällorna kan användas under våren och då kan grundvattenborrhålen i de inre delarna av ön stängas och grundvattnet sparas till sommaren när källorna slutar rinna.

ÖARNAS VATTENBEHOV

På en ö behövs sötvatten till hushåll, jordbruk, djurhållning, fiskindustrier, varv för mindre båtar, hotell, restauranger, sjukhus, skolor, tvättinrättningar, kontor, affärer och sportanläggningar. Jordbruket är ofta en mycket stor vattenanvändare och behovet av konstbevattning sammanfaller med turisternas största behov av vatten varför det kan uppstå en konkurrenssituation när vattentillgångarna är begränsade. Fiskindustrin som förr varit en betydande näringsgren på flera av de studerade öarna har nästan helt upphört, med öde konservfabriker som bevis. Fisket är huvudsakligen inriktat på turisternas behov, turismen är öarnas nya näring. I turismnäringen på öar ingår båtvarv (spolning av båtbottnen), hotell, gästhem, campingar, krogar, restauranger och affärer.

Inisheer (Inis Oírr) är en karg, stenig ö med 60 bofasta, 400 sommarboende i 100 hus, 130 studenter kommer under tre perioder för att delta i treveckors kurser, 100 000 turister kommer över dagen och 50 000 över helger. Öborna försörjer sig på turism, som sjömän, i det sociala och inom jordbruket. Turistsäsongen är lång, från mars till november. Det finns ett postkontor, ett sommarkollegium, en kyrka, ett centrum, ett hotell, ett vandrarhem, åtta B & B, två självhushåll, ett hälsocenter, ett kafé och två barer/restauranger. Ön behöver cirka 40 000 m³ sötvatten per år. Trycket på vattensystemet är mycket ojämnt och toppar på sommaren. En varm sommardag kan Inisheer ha 3 000 besökare. Det är mer än en tiodubbling av öns fasta befolkning, och behovet av vatten en sådan dag är ca 300 m³ (Bartley, 2015; Hehir, 2014; Hynes, 2015).



Figur 4. Ön Tilos, Grekland, för illustrera turismens ojämna säsongsfördelning under året, vilket leder till problem med vattenförsörjningen. När turisttrycket är som störst är nederbörden som minst. Grundvattenbildningen under vintern ska räcka till vattenanvändningen under sommaren (Plejel & Nordström, 2018).

För att kunna beräkna vattenbehovet på en ö behövde vi ta reda på (1) jordbrukets och djurhållningens omfattning, (2) om det finns någon industri och vad den behöver för vatten, samt (3) hushållens behov inklusive både privata och kollektiva behov så som på sjukhus, skolor, tvättinrättningar, kontor och sportanläggningar. Summan av detta beror inte bara på vad människor behöver utan styrs av teknik, pris och drift samt administration av produktion och distribution. Ur ett vattenanvändningsperspektiv kan människorna på en ö delas i tre användarkategorier: bofasta, säsongsboende och besökare.

I hela EU har vattenanvändningen för hygien ökat under de senaste sjuttio åren främst beroende på tillgången av varmvatten och en kultur med oftare duschning (ibland flera gånger per dag), samt att kläder byts och tvättas mycket oftare än förr. För EU gäller medelvärdet 140 liter per person och dag (l/pd) och samma gäller i Sverige (Eurostat, 2018; Svenskt Vatten, 2018; Zal, 2017). Boendetyper och hur betalningen för vatten sker påverkar förbrukningen, till exempel så har boende med egna brunnar klart lägre vattenanvändning än medelvärdet nämligen

mellan 75 och 100 l/pd (Nordström, 2018). Vi genomförde djupintervjuer och enkäter med 102 hushåll på Kosteröarna och kunde konstatera att förbrukningen var 75 l/pd (Pleijel, 2017). Internationella undersökningar visar även de exempel på att vattenanvändningen kan vara mycket lägre än de medelvärden som används i planeringen för vattenhanteringen (Cole, 2012; Cooley, *m.fl.*, 2007; Fortuny, *m.fl.*, 2008). På ön Zanzibar använder den fasta befolkningen 48 l/pd medan turisterna på hotellen använder 685 l/pd (Gössling, *m.fl.*, 2012).

På Ithaka använder de bofasta 86 l/pd, de säsongsboende 115 l/pd, besökare under högsäsong 400 l/pd och besökare under lågsäsong 150 l/pd, se tabell 1.

Tabell 1. Vattenanvändning på Ithaka (Pleijel & Nordström 2018).

Kategori användare	dagar	antal	persondagar	l/pd	m ³ /år
Bofast	365	3 100	1 131 500	86	97 000
Säsongsboende	90	6 000	540 000	115	62 000
Besökare högsäsong 1),2)	1	450 000	450 000	150	67 500
Besökare april & sept 1),2)	1	112 500	112 500	150	17 000
Besökare lågsäsong	90	250	22 500	150	3 500
Summa					247 000

1) = under 45 dagar i juli–aug. 2) = viktat l/pd mellan hotellboende och dagvistelse.

Av den totala användningen av sötvatten som är 247 miljoner liter/år på Ithaka utgör regnvatten i bästa fall en tredjedel men medelvärdet beräknas till en fjärdedel. Under juli och augusti är 90 % vattenanvändning för turister inklusive säsongsboende. En högsommardag används i medeltal 2 700 m³ dricksvatten och en vinterdag 270 m³. Denna 10-faldiga skillnad har öns vattenmagasin svårt att klara. Av de 247 miljoner liter används cirka 100 miljoner till dusch och 50 miljoner liter till wc-spolning. Man använder avsaltningsanläggningar under sommarmånaderna för att klara vattenbehovet. Ithaka har för litet grundvatten på grund av magasin förmågan är låg och att topografin och berggrunden skapar mycket snabb utströmning av grundvatten till havet (Davie, 2008). Man behöver täta dricksvattenledningarna för att undvika de permanenta läckagen. När detta är gjort kan även de fast-

boende få vatten varje sommandag (idag cirka två gånger per vecka). Det finns mer att spara och mycket mer att utveckla återanvändning av vattnet. Ny avsaltninganläggning kan därmed undvikas (Pleijel & Nordström, 2018).

ÖARNAS VATTENPRODUKTION

Vanligen är det vatten från kommunen som används på de åtta av oss undersökta öarna inom EU-projektet. Undantagsvis finns fastigheter som använder egna brunnar. För Kosteröarna används mest egna brunnar till vattenförsörjningen. För lantbruket och vissa industrier kan även egna vattentäkter finnas. Vattenråvaran är grundvatten som tas upp ur borrade brunnar, vatten som förs med tankbåt till ön eller som kommer genom vattenledning från fastlandet, som ”tillverkas” genom att avsalta havsvatten, regnvatten, och som en kombination av åtgärder (Pleijel, 2017; Pleijel & Nordström, 2018).

Ingen av de nio öar vi har studerat har ytvattenmagasin som kan användas för vattentäkt. Därför blir grundvattnet mycket viktigt då det är den enda källan till det vatten som ska produceras till vattenanvändarna på ön. Vi har ovan redovisat att berggrunden avgör mycket av vattenuttagets storlek. Sprickornas storlek och förekomst samt eventuella porer i berget varierar mellan öarna. Några av öarna har förstörade porer i berget genom kemisk vittring av kalkstenen (karst). Flera av öarna har en topografi och höga bergbranter vid kusterna där grundvattnet strömmar fram (källor) men ibland bara under den regnriska delen av året. Brunnarna för upptag av grundvatten är alla borrade i berget. I de flesta har man ständig kontroll på kloridhalten för att se att man inte börjar närma sig saltvattengränsen under det söta grundvattnet.

Efter upptaget av grundvatten förs vattnet till en behandlingsanläggning. Ingen av brunnarna på de nio öarna har haft problem med sjukdomsframkallande mikroorganismer. Man har tur att det på de undersökta öarna i huvudsak sker en kommunal bortledning av avloppsvatten. Klorering görs för att inte det ska kunna ske tillväxt av sjukdomsframkallande mikroorganismer i ledningssystemen och lagringsmagasinen.

Sammanfattat kan man säga att de undersökta öarna har små problem med vattenkvaliteten (Pleijel & Nordström 2018).

Nedan kommer vi att beskriva olika lösningar för att tillmötesgå vattenbehoven.

Tankbåtar kan lösa vattenbehoven tillfälligt:

Inisheer får under cirka 90 dagar varje sommar tillskott av färskvatten två gånger om dagen, totalt cirka 18 000 m³ (2016). Den årliga kostnaden för detta är 435 000 euro (Hehir, 2014; Hynes, 2015; Pleijel & Nordström, 2018).

Pipelines från fastlandet till ön är en annan lösning:

Lastovo är en 47 km² stor ö i Adriatiska havet, 50 kilometer från fastlandet. 792 personer bor året om på ön men det mänskliga trycket på öns färskvattensystem är dubbelt så mycket, med sommarboende och turister motsvarar det ett invånarantal om 1509 personer. Lastovo får sitt sötvatten genom en 160 km lång ledning från fastlandet som har haft ett antal brott på de delar som är havsförlagda. På ön använder man också regnvatten samt borrhade brunnar (vars vatten måste renas i avsaltningsenheter). Lastovo behöver 51 000 m³ liter vatten per år för att möta behoven men producerar 73 304 m³ varav 30 645 m³ förloras i läckor. Konsumtionen av kommunalt sötvatten var 42 659 m³ och resten uppnåddes genom att samla regnvatten, cirka 25 % av efterfrågan ~ 15 000 m³ plus vatten för djuren (Pleijel & Nordström, 2018).

På öar har man nära till saltvatten och använder oftast *avsaltningsteknik* för att få sötvatten i tillräckliga mängder. Processen som används är omvänd osmos. Man låter saltvatten med stort tryck ledas igenom en mycket finporig membran. Endast rena vattenmolekylen går igenom. Vattnet är mikrobiologiskt rent och helt utan kemiska ämnen. Detta vatten är starkt korroderande och kan inte skickas till konsumenterna utan att först genomgå en kemisk behandling där pH höjs med tillsatser av kalcium. Behandlingen kräver dessutom att vattnet desinficeras (Söderholm, 2015). Membranhanteringen är mycket ener-

gikrävande, cirka 5–12,5 kWh/m³ och detta ger 10 kg CO₂/m³ vatten (Gössling, *m.fl.*, 2012). Dessutom har man tvingats till en reningsbehandling innan vattnet kan distribueras. Risker för algtoxobildning vid osmosanvändning är en riskfaktor som inte är tillräckligt undersökt (Livsmedelsverket, 2007; Länsstyrelsen Stockholms län, 2004). Osmosanläggningen kräver även en mycket stor summa pengar i investering. Därför bör grundvatten och ytvatten i första fall användas och med stor försiktighet.

Ithakas behov för hushåll, verksamheter och besökare är 287 000 m³ enligt våra beräkningar se tabell 1. Kommunens egen uppskattning av vattenanvändning är räknat från distributionen av vatten, 150 000 m³ för hushåll och hotell samt 20 000 m³ för övriga verksamheter = 170 000 m³. För att möta behovet producerar kommunen 170 000 m³ avsaltat vatten (7 månader) och 50 000 m³ grundvatten (5 månader) = 220 000 m³. Läckorna uppskattas till 50 000 m³ vilket reducerar den mängd vatten som når användarna till 170 000 m³. Användningen av regnvatten är cirka 60 000 varav den bofasta befolkningen är den största nyttjaren.

Idag får inte de fastboende på Ithaka vatten alla dagar under året. Beräknad minskning 15 000 m³. Totalt behov inklusive läckor är 297 000 m³. Produktion av vatten plus användning av regnvatten ger 280 000 m³. Det saknas ca 17 000 m³. Detta är ett exempel på en ö som har en vattenanvändning som inte är hållbar sett ur alla tre hållbarhetsdimensionerna – ekologisk, ekonomisk och social. Ithakas vattentjänstemän önskar fler avsaltningsanläggningar men det saknas ekonomiska resurser. Vi ser möjligheter att spara vatten och återanvända vatten. Detta tillsammans med tätningen av vattenledningarna kan skapa mer än de saknade 17 000 m³ (Pleijel & Nordström, 2018).

För att spara energi kan avsaltningsanläggningen huvudsakligen användas vid toppbelastningarna av dricksvatten. Idag används endast fossila bränslen för att driva pumparna vid dessa anläggningar. Många öar har stor möjlighet att med vindkraft eller solpaneler skapa el för drift av reningsanläggningen. Först då detta görs kan man säga att avsaltningen av vatten ingår i ett hållbart vattensystem (Medeazza, 2004).

Regnvatten kan samlas på tak och täta ytor samt magasineras. Redan för mer än 2 000 år sedan använde man i Medelhavsområdet uppsamling av regnvatten och magasinering av vattnet i olika typer av cisterner. Denna insamling skapar ett vattenmagasin som finns nära användaren och som användes särskilt under sommarens regnfattiga period. Vattenmagasinen behöver ständigt underhållas så att de är täta. Under senare delen av 1900-talet började många regnvattenmagasin förfalla när ny brunnsborrningsteknik erbjöd möjligheter till större grundvattenuttag. I delar av Medelhavsområdet förekommer rörelser i berggrunden (jordskalv) som förstör vattenmagasinen (Pleijel & Nordström, 2018).

Magasinen för behandlat dricksvatten är i flera fall dåligt skötta. Några läcker och några har inte rengjorts på länge. Några magasin är så dåliga att de inte används med påföljd att magasinskapaciteten är för liten. Det innebär att vid extrema toppbelastningar tömmer man de få magasin man har kvar och då strömmar inget vatten ut till konsumenterna. Ingen ö har reservvatten om det skulle uppstå brott på ledningarna, magasinerna eller att man upptäcker kvalitetsproblem.

Den franska ön Sein har en yta om 0,6 km² och 216 bofasta. Grundvattnet är salt eller saltvattenpåverkat. Ön är mycket låg – endast 5 m över havsytan – vilket gör att sötvatten måste framställas genom avsaltning. Priset på detta vatten är mycket högt (cirka 7 euro per m³) vilket leder till en användning av regnvatten. De fast boende samlar regnvatten som förs till ett antal gemensamma magasin. Vattnet används efter filtrering till allt i hushållet utom för dryck och matlagning (Brigand, 2017; Pleijel & Nordström, 2018).

Ledningssystemet är på vissa öar gammalt och på vissa ligger de under körbanan för bilar inklusive tung trafik. Ett stort problem är att man inte har sektionerat ledningarna så att tryckminskningar snabbt kan spåras. Flera av öarna har ingen utrustning för att spåra läckor från markytan (via lyssning av ljud). Då läckagen på de undersökta öarna



Figur 5. Vattentoaletten WiCi med handfat (Pleijel & Nordström, 2018).

varierar från 30 % till över 50 % och öarna samtidigt klagar på vattenbrist under turistsäsongen kan man förvåna sig att inte åtgärder mot läcksökning börjat tidigare.

Administrativa åtgärder för att leda vattenanvändningen i en ny riktning är ovanliga, men de finns:

På den franska ön Houat stadgar detaljplanen (Plan Local d'Urbanisme, PLU) att alla nya byggnader ska byggas med en regnvatteninsamling. Den förbjuder simbassänger och privata brunnsborningar.

På Ithaka har man infört systemet att ju mindre vatten man använder desto lägre blir vattenpriset per m³. Om hushållen använder 0–40 m³ per 4 månader betalar man 1 euro per m³. 41–80 m³ kostar 1,30 euro, 81–120 m³ kostar 1,5, 121–160 m³ kostar 2 euro. Över 501 m³ får man betala 3 euro. Detsamma gäller företag, till exempel hotell, men med andra mängder och prisnivåer. Hotell som Ithaka kommun har klassat som "gröna hotell" (där ingår bland annat vattenbesparing) får kraftig rabatt på vattenpriset. Det finns ett hotell som skapat dubbla vattenledningar till fastigheten där lätt salt grundvatten används för wc-spolning men sött grundvatten respektive avsaltat vatten används i övriga fall. Till poolen används uppsamlat regnvatten (Pleijel & Nordström, 2018).

AVSLUTANDE REFLEKTIONER

Räknat i person dagar per år finns det dubbelt fler människor på de undersökta öarna än som är bofasta där. Under högsäsong finns det generellt tio gånger fler människor på ön än under lågsäsong. Bofasta och turister skiljer sig mycket i daglig vattenanvändning. Besökarna använder totalt sett avsevärt mer sötvatten än vad de bofasta gör (Gössling, *m.fl.*, 2012; Pleijel, 2017; Pleijel & Nordström, 2018). Även om turisternas besök endast är under en kortare del av året kan mängden besökare skapa en så stor vattenåtgång att öns produktionskapacitet överskrids och leder till ohållbara lösningar.

När vi inledde våra studier fann vi att alla nio öar ville tillgodose de säsongrelaterade och ojämna vattenbehoven genom att skaffa mer sötvatten genom kostsamma lösningar så som tankbåtar, fastlandsvattenledningar och avsalttningsanläggningar. Dessa lösningar innebär ofta stor energiåtgång och stora utsläpp i luft och vatten, det vill säga varken ekologiskt, ekonomiskt eller socialt hållbart. Individuella öar tillämpade åtgärder så som varierad prissättning, informationskampanjer, förbud och avstängning av vattnet under vissa tider (vilket ofta ledde till hamstring), men ingen ö kombinerade dem med varandra och med modern teknologi. Åtgärderna utgjorde ofta ett stort problem för turismnäringen.

När vi genomfört våra studier och vår gemensamma workshop förstod aktörer på alla nio öar att de kan spara vatten vilket i ganska hög grad löser problemen med att vattnet inte räcker till under turistsäsongen. Intresset för smart teknik och klok planering ökade avsevärt. Myndigheter, företagare och privatpersoner engagerade sig i hållbar vattenanvändning med vattenmätare, sensorer och övervakning av läckage i ledningar och reservoarer, modern regnvattenanvändning, förständig prispolitik och cirkulärt vattenbruk. Flera hotellägare ville medverka i cirkulärt vattenbruk. Några har redan börjat använda duschvatten för bevattning av anläggningarnas gröna ytor. Vår översyn av öns vattentillgångar, vattenbehov och vattenproduktion var en utgångspunkt, som ledde till att flertalet av de nio öarna arbetade fram

och antog en flerårig vattensparplan med en balanserad kombination av tekniska, informativa och administrativa åtgärder. Mängden vatten som skulle kunna sparas varierade mellan 15 och 40 %. Förutom reparationer av ledningsnätet för att täta läckor har inga stora investeringar behövts och man tror att man undviker vattenbrist trots fler turister under högsommaren, det vill säga inget mer *Day Zero*.

REFERENSER

- Baldacchino, G. (2017). *Europe and Island Tourism*. <https://www.europenowjournal.org/2017/09/05/europe-and-island-tourism/>
- Bartley, P. (2015). *Groundwater Availability on Aran Island of Inis Oirr*. (Prepared for: Galway County Council & Irish Water.)
- Brigand, L. (1991). *Les îles de la Méditerranée*. Paris, Economica.
- Brigand, L. (2002). *Les îles du Ponant: Histoires et géographie des îles et des îlots de la Manche et de l'Atlantique*. Palatines.
- Brigand, L. (2017). *Enez Sun-Carnet d'un géographie à la l'Île de Sein*. Brest, Dialogues.
- Chiron, T. (2009). Les îles de Bretagne et leurs ressources en eau: trois siècles de question communale.
- Cole, S. (2012). A political Ecology of Water Equity and Tourism. A case study from Bali. *Annals of Tourism Research* 39:2, 1221–1241.
- Commune de l'Île de Sein. (2014). *Rapport annuel sur le Prix et la Qualité du Service public de l'eau potable*.
- Conseil Général du Morbihan. (2004). *Étude hydrogéologique et modélisation des eaux souterraines de l'île d'Houat présentation*.
- Cooley, H., Hutchins-Cabibi, T., Cohen, M., Gleick, P.H. & Heberger, M. (2007). *Hidden oasis. Water conservation and efficiency in Las Vegas*. Pacific Institute, Oakland.
- Davie, T. (2008). *Fundamentals of hydrology*. Second edition. Fundamentals of Physical Geography. Routledge, London.
- EEA. (2015) European Environment Agency.
- ESPON EUROISLANDS Study. (2013a). 2013/2/2, Scientific Report.
- ESPON EUROISLANDS Study. (2013b). Atlas of the Islands.
- EUROSTAT. (1994). *Portrait of the Islands*, Luxembourg.

A. NORDSTRÖM OCH C. PLEIJEL  NÄR VATTNET INTE RÄCKER TILL

- Eurostat. (2009). *Medstat II: Water and tourism pilot study*.
- Eurostat. (2018). *Public water supply in EU*.
- Fifth Cohesion Report*. (2010). http://ec.europa.eu/regional_policy/en/information/publication/reports/2010/fifth-report-on-economic-social-and-territorial-cohesion
- Fortuny, M., Soler, R., Cánovas, C., & Sánchez, A. (2008). Technical approach for a sustainable tourism development. Case study in Balearic Islands. *Journal of Cleaner Production*, 16, 860–869.
- Grip, H., & Rodhe A. (1985). *Vattnets väg från regn till bäck*. Forskningsrådets förlagstjänst.
- Gössling, S., Hall, C.M. & Scott, D. (2015). *Tourism and Water*. Bristol: Channel View.
- Gössling, S., Peters, P., Hall, C.M., Ceron, J-P., Dubois, G., Lehmann, V., & Scott, D. (2012). Tourism and water use: Supply, demand and security. An international review. *Tourism Management*, 33(1), 1–15.
- Hehir, P. (2014). *Alleviating Water Resource Problems Inis Oirr Island PWS-CaseStudy*. Galway Mayo Institute of Technology.
- Hynes, G. (2015). *Inis Oirr Water Audit Project*. Water Conservation Recommendations. Renergise.
- Hynes, G. (2017). *Water Conservation Recommendations for Cape Clear Island*.
- Kapelj, J., Terzij, J., Kapelj, S., & Dolij, M. (2002). Recent hydrogeologic study of the Vis island. *Geological*, 45(2), 419–426.
- Kizos, T., Spilanis, I., & Koulouri, M. (2007). The Aegean Islands: A Paradise lost? Tourism as a driver for changing landscapes. I Pedroli, B. (red.) *Europe's living landscapes*. KNNV Publishing.
- Knutsson, G., & Morfeldt, C-O. (2002). *Grundvatten. Teori och tillämpning*. Svensk Byggtjänst.
- Livsmedelsverket. (2007). *Algtoxiner i avsaltat dricksvatten*. Livsmedelsverket, Stockholm.
- Länsstyrelsen Stockholms län (2004). *Salt grundvatten i Stockholms läns kust- och skärgårdsområden*. Länsstyrelsen i Stockholms län. Rapport 2004:26.
- Nordström, A. (2000). *Jordens vattenresurser*. Vattenvärnet, Stockholm.
- Nordström, A. (2005). *Dricksvatten för en hållbar utveckling*. Studentlitteratur, Lund.
- Nordström, A. (2018). Muntligt via information från handledda examensarbeten.

- Picula, T. (2017). *The 11th Nation*. <https://europeansmallislands.com/2017/02/11/the-11th-nation/>
- Planistat Europé and Dunbar (2003). http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/ilesup/islands_part_summary_en.pdf
- Pleijel, C. (2015). *How to Read an Island*. Mariehamn. <http://www.pleijel.ax/wp-content/uploads/2015/01/How-to-Read-an-Island1.pdf>
- Pleijel, C. (2017). *Kosteröarnas vatten- och avloppssystem. Strategi för utbyggnad av vatten- och avloppssystem, tillägg till MasterPlan 2013-06-19. Utredning kompletterad med alternativ 3* <http://www.kostersh.se/va-fragan-35290636>
- Pleijel, C., & Nordström, A. (2018). *The Water Saving Challenge*, Kerschhoffset. <https://www.watersavingislands.com>
- Royle, S. (2001). *Geography of Islands: Small Island Insularity*. Routledge. London.
- Spilanis, I. (2015). *Atlas of Greek Islands: A tool for planning for Blue Growth in small islands using the Integrated Spatial Investments*. ESIN, Conference presentation.
- Spilanis, I., Kizos, T., Karabela, S., & Vayanni, H. (2006). *A Tourism Typology for the Greek Islands*. Conference presentation.
- Spilanis, I., & Vayanni, H. (2004). Sustainable Tourism: Utopia or necessity? The role of new forms of tourism in the Aegean Islands. I Bramwell, B. (red.) *Coastal Mass Tourism: Diversification and Sustainable Development in Southern Europe*, Great Britain: Channel View Publications, s. 269–291.
- Svenskt Vatten (2018). <http://www.svensktvatten.se/dricksvatten>
- Söderholm, M. (2015). *Saltvatteninträngning i bergborrade brunnar. En undersökning på Tynningö i Stockholms skärgård*. Examensarbete i Miljö- och hälsoskydd, Institutionen för naturgeografi, Stockholms universitet.
- Todd, D., & Mays, L. (2005). *Groundwater Hydrology*. Third edition. Wiley International.
- WHO. World Health Organization (2018).
- WMO. World Meteorological Organization (2018).
- Zal, N. ed. (2017). *Use of freshwater resources in Europe 2002–2004. An assessment based on water quantity accounts*. EEA. Technical Report 1/2017.