

# Numerisk modellering av en lagun i norra Egypten

## Populärvetenskaplig sammanfattning

Genom historiens gång har Bardawil lagunen i norra Egypten alternat mellan att vara vattenfylld och torrlagd. Torrläggningen beror på att våginducerad sedimenttransport orsakar blockering av inloppen i kombination med det torra klimatet som får vattnet att avdunsta. Lagunen täcker ett område som motsvarar Bornholm med ett medeldjup på 1,5 meter och en lång, kurvig sandbarriär skiljer lagunen från Medelhavet, se Figur 1. För att kunna bedriva ett kommersiellt fiske i lagunen så började man på 1950-talet att aktivt muddra och underhålla två inlopp, ett i väst och ett i öst. Trots ansträngningarna har problemen fortsatt och inte förrän på mitten av 90-talet konstruerade man vågbrytare och djupa inloppskanaler. Tyvärr löste detta inte problemet utan innebar bara att muddring inte behövde genomföras lika ofta för att bibehålla en bra genomströmning.

För att förstå hur utbytet av vatten mellan lagunen och Medelhavet fungerar är det viktigt att studera de naturliga processer som driver rörelsen av vatten in och ut ur lagunen samt hur inloppens utformning påverkar detta utbyte. När utbytet av vatten minskar försämras vattenkvaliteten vilket innebär att salthalten ökar och syresättningen minskar. Effekten av en försämrad vattenkvalitet kan ses i att fiskbestånden minskar samt att vissa mindre salttåliga arter slås ut. Lagunen är viktig för hela Medelhavet eftersom den fungerar som en barnkammare för ett flertal fiskarter. Tack vare att lagunen är helt oförorenad anses fisken här vara av den högsta kvaliteten i hela Egypten. Dock kan man inte anta att lagunen kommer att förbli oförorenad eftersom



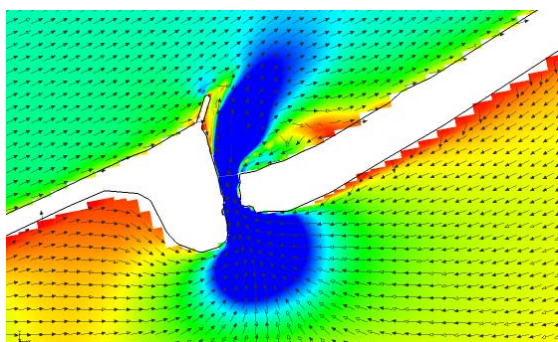
Figur 1: Bardawil lagunen.

myndigheterna har ambitiösa planer att odla upp öknen söder om lagunen vilket kommer medföra läckage av näringsämnen och föroreningar. Bevattningskanalen som ska möjliggöra odling är redan under konstruktion. För att kunna förvalta och skydda lagunen från föroreningar i framtiden är det viktigt att man förstår vilka fysikaliska processer som är avgörande för vattnets omsättning.

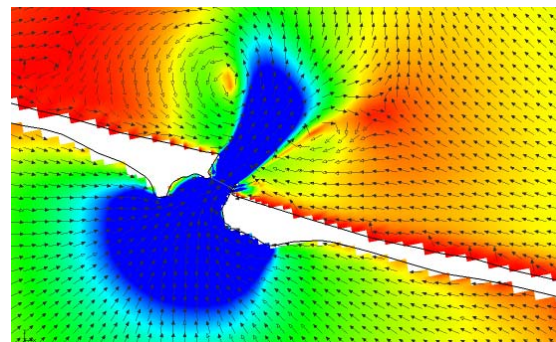
Examensarbetet syftar till att identifiera processerna samt parametrarna för att bättre förstå och kvantifiera in- och utflödet av vatten i lagunen. Detta har gjorts genom att konstruera en matematisk modell i ett datorprogram, framtaget av den amerikanska arméns ingenjörstrupper, som tidigare har använts för att lösa liknande problem i andra delar av världen. Datormodellen byggs upp med hjälp av kartor för att definiera den fysiska utformningen av området samt djupmätningar från lagunen och Medelhavet. Olika simuleringar har utförts för att förstå betydelsen av respektive inlopp samt tidvattnets och vindens inverkan på omsättningen. Tidvatten orsakas huvudsakligen av månens och solens gravitation på jorden, men även jordens rotation. Beroende på kropparnas inbördes position kan tidvattnet förstärkas eller försvagas. I sydöstra Medelhavet förekommer två lågvatten (ebb) och två högvatten (flod) per dag. Tidvattenhöjden, skillnaden mellan låg- och högvatten, är cirka 30 centimeter. Tidvattnets rörelsemönster leder till att vatten regelbundet flödar in och ut genom inloppen. Eftersom inloppen är förhållandevis små,

försvagas effekten av tidvattnet ju längre in i lagunen man kommer. Datormodellen beräknar vattennivåförändringar och strömningshastigheter vilka kan utnyttjas till att uppskatta omsättningshastigheten. Inne i lagunen är vinden den drivande kraften för omblandning av vattnet, både horisontellt och vertikalt. Vinden har ett dagligt mönster där de starkaste och svagaste vindarna förekommer under dagen respektive natten. Dessa variationer i vindstyrka samt att riktningen skiftar leder till att vinden kan ha både en förstärkande och försvagande effekt på flödet genom inloppen. Dock är nettoeffekten försumbar.

Resultaten från simuleringarna visar att när man stänger något av de båda inloppen ökar omsättningstiden, dock har inloppen olika stor betydelse. Orienteringen av inloppen i förhållande till inkommande tidvattenvågen visade sig spela en stor roll för flödet. Det östra inloppet är orienterat helt i linje med inkommande våg medan det västra i princip är vinkelrätt. Detta i kombination med en något större tvärsnittsarea leder till att genomströmningen i det östra inloppet är större än i det västra, se Figur 2 och 3.



Figur 2: Strömningar i västra inloppet där högst hastighet indikeras av blå färg och lägst av röd.



Figur 3: Strömningar i östra inloppet där högst hastighet indikeras av blå färg och lägst av röd.

För att beräkna hur lång tid det tar att byta ut vattnet i lagunen så tillämpar vi den så kallade 50% omsättningstiden. Denna anger hur många dagar det tar att ersätta hälften av vattnet i lagunen med vatten från Medelhavet. Om vi antar fullständig omblandning så uppgår tiden till 9 dagar. Denna tid inte helt realistisk eftersom fallet är idealiserat och i verkligheten sker inte fullständig omblandning. Med hjälp av saltkoncentrationer kan man spåra ursprunget av vattenmolekylerna och få en uppfattning av andelen "nytt" vatten. Med "nytt" vatten menas den andel vatten som inte passerade ut genom inloppen vid föregående ebb. Från detta antagande uppskattades en ny omsättningstid till 14 dagar.

Från omsättningstiden kan man dra slutsatser om uppehållstiden av eventuella föroreningar. Då inloppen sandar igen ökar omsättningstiden och föroreningar kan ackumuleras i en högre utsträckning vilket får negativa konsekvenser på ekosystemet.